

# Muffe negli alloggi: perché si presentano, come evitarle, come gestire i contenziosi

*I progettisti hanno a disposizione la normativa tecnica di settore e software di calcolo specifici per poter valutare quando possa verificarsi il rischio di condensazione superficiale sulle pareti interne o sui ponti termici e di conseguenza quando possa sussistere il rischio di formazione di muffe. In questo articolo - cui si è voluto dare un taglio molto pratico ed applicativo - si illustrano lo stato dell'arte normativo e legislativo sul tema e si forniscono indicazioni in merito alle possibili soluzioni per eliminare in maniera definitiva le muffe dagli edifici. Inoltre si forniscono delle indicazioni relative alla consulenza tecnica su tale argomento, qualora un professionista sia chiamato ad intervenire in un contenzioso legale.*

**L**a comparsa di muffe all'interno di edifici residenziali è una causa frequente di contenziosi legali.

Esistono tuttavia gli strumenti per poter prevenire questi problemi, sia per le nuove costruzioni, che per le ristrutturazioni.

I progettisti hanno a disposizione la normativa tecnica di settore e software di calcolo specifici per poter valutare quando possa verificarsi il rischio di condensazione superficiale sulle pareti interne o sui ponti termici e di conseguenza quando possa sussistere il rischio di formazione di muffe. In questo articolo - cui si è voluto dare un taglio molto pratico ed applicativo - si illustrano lo stato dell'arte normativo e legislativo sul tema e si forniscono indicazioni in merito alle possibili soluzioni per eliminare in maniera definitiva le muffe dagli edifici. Inoltre si forniscono delle indicazioni relative alla consulenza tecnica su tale argomento, qualora un professionista sia chiamato ad intervenire in un contenzioso legale.

di

**Valentina Raisa,**  
*architetto, libero professionista, Modena.  
Partner di Sistene E.S.Co., Padova*

**Roberto Zecchin,**  
*Professore ordinario di Fisica Tecnica  
presso il Dipartimento di Ingegneria  
Industriale dell'Università di Padova*

## Progettazione per evitare la crescita di muffe

Molto spesso negli edifici di nuova costruzione o recentemente ristrutturati si formano muffe, talora piuttosto evidenti, in corrispondenza a ponti termici (disomogeneità delle pareti esterne, per esempio in corrispondenza a porte o finestre, o parti costituite da elementi con conduttività termica relativamente elevata) o, più generalmente, su porzioni di pareti perimetrali più fredde, all'interno, rispetto ad altre, per esempio dietro ad armadi.

In alcuni casi il problema è legato ad una infiltrazione d'acqua dall'esterno, ad umidità di risalita o alla rottura di un impianto idrico. In questi casi, nota la causa, è possibile risolvere il problema bloccando l'infiltrazione, oppure trattando adeguatamente le murature, oppure, ancora, riparando l'impianto. In altri casi – e queste sono le situazioni più frequenti cui si fa riferimento in questa sede – sembra non ci siano cause evidenti e di conseguenza appare difficile risolvere il problema, perché apparentemente non dovrebbe esistere.

In realtà, se in questi casi si riflette attentamente, si capisce che le muffe sono conseguenza di una elevata umidità superficiale, causata dal vapor d'acqua, sempre presente negli ambienti, che ha trovato le condizioni adatte, ovvero superfici con temperature sufficientemente "basse": le cause e i rimedi per queste situazioni sono più oltre illustrati.

Generalmente in Italia la tendenza è quella di sottovalutare, in fase progettuale, queste tematiche, probabilmente spinti da una legislazione che non è sufficientemente chiara sul tema e induce a verifiche standardizzate, poco in linea con le reali modalità di occupazione degli ambienti, cui si fa riferimento nel prosieguo. Sono pertanto in primo luogo qui di seguito illustrati e discussi i contenuti della legislazione e della normativa tecnica sul tema.

## La legislazione vigente

L'art.4 del DPR 59/09 (successivamente integrato dal D. Lgs. 28/11), riguardante l'efficienza energetica degli edifici, al comma 17 richiede che *"sia verificata l'assenza di condensazioni superficiali e che le condensazioni interstiziali delle pareti opache siano limitate alla quantità rievaporabile secondo la normativa vigente"* (cioè secondo UNI EN ISO 13788, anche se non espressamente citata). È inoltre specificato che, *"qualora non esista un sistema di controllo dell'umidità relativa interna, per i calcoli necessari si assumono i valori UR 65% e T 20°C"*.

**In sostanza, un edificio realizzato o riqualificato secondo i criteri della recente legislazione vigente non dovrebbe presentare problemi di muffe.**

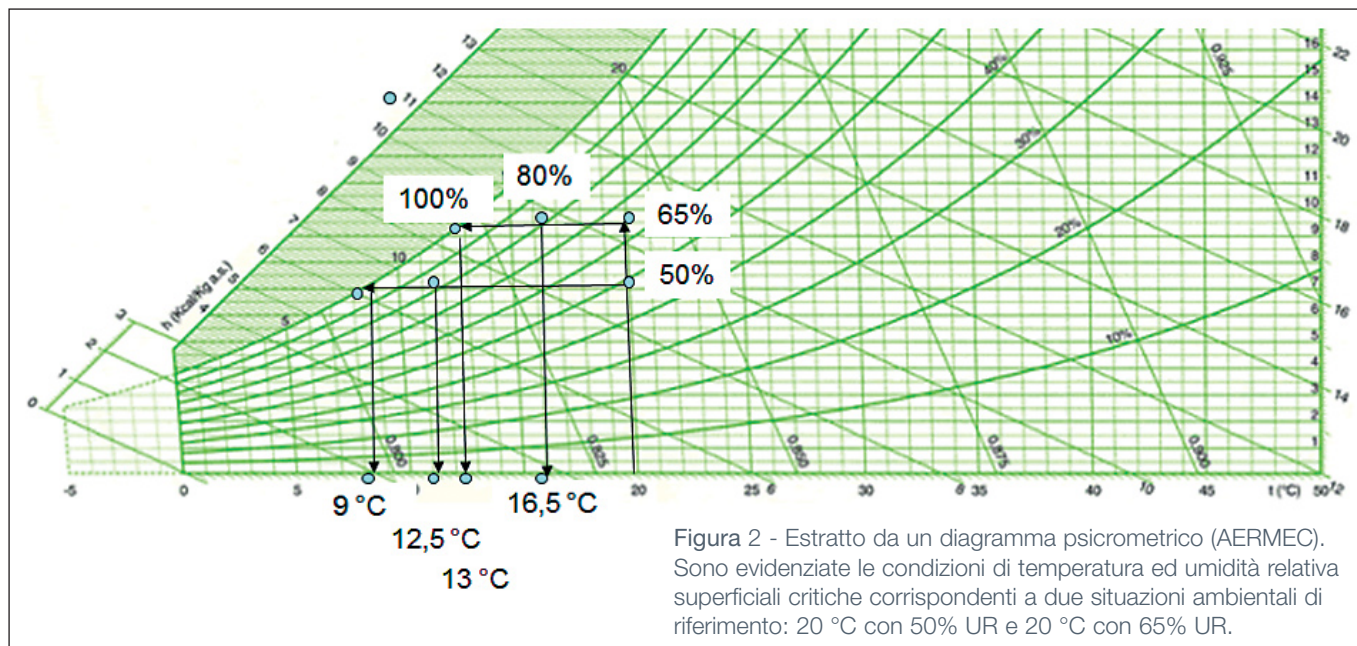
Il progettista è pertanto indotto ad eseguire le necessarie verifiche termoisometriche, secondo la normativa tecnica di riferimento, utilizzando come condizioni interne di progetto, costanti, l'umidità relativa pari al 65% e la temperatura pari a 20 °C. Queste tuttavia sono condizioni standardizzate, ma nella realtà l'umidità relativa interna può assumere valori ben superiori soprattutto nei casi in cui il ricambio dell'aria non sia frequente; inoltre bisogna anche considerare che la temperatura interna degli ambienti può essere variabile (come ad esempio può succedere con l'attenuazione notturna dell'impianto di riscaldamento) ed un abbassamento della temperatura comporta un aumento dell'umidità relativa, a parità di contenuto di vapor d'acqua.

Con le ipotesi sopra menzionate la formazione di condensa si manifesta a partire da temperature superficiali inferiori a 13 °C circa, come si può facilmente verificare mediante un diagramma psicrometrico (vedi figura 2). Con le condizioni standard indicate dalla legislazione vigente ovvero 65% di UR e 20 °C si verifica condensa con una temperatura superficiale di circa 13 °C, mentre l'UR pari a 80% viene raggiunta con temperatura superficiale di circa 16,5°C. Facendo invece riferimento al 50% di UR le condizioni di condensazione e di UR 80% si verificano rispettivamente a 9 °C e a circa 12,5 °C. Evidentemente il riferimento ad UR 65% è più cautelativo in quanto richiede il conseguimento di fattori di temperatura più elevati (vedi UNIEN ISO 13788).



Figura 1 - Esempi tipici di formazione di muffa in prossimità di un ponte termico, a sinistra, ed in prossimità del giunto parete/finestra (immagine tratta dal sito internet [www.gruppoprogettazione.it](http://www.gruppoprogettazione.it))





In realtà la formazione di muffa può verificarsi già quando l'umidità relativa in corrispondenza alla superficie interessata raggiunge il valore di 80% e a questo caso corrisponde una temperatura superficiale critica intorno a 16,5 °C. Questi concetti, molto semplici, non sono quasi mai presi in considerazione. È da precisare che la vigente legislazione in materia presenta un miglioramento rispetto alla precedente Legge 10/91, che richiedeva le medesime verifiche con riferimento però, ad un valore di umidità relativa interna costante pari al 50%. Se da una parte l'attuale prescrizione è più cautelativa, dall'altra, però, non esclude totalmente i rischi progettuali, visto che nella realtà dei fatti la manifestazione di muffe negli ambienti residenziali nuovi o riqualificati, rimane un problema frequente.

Merita inoltre un cenno anche il requisito di legge relativo alla condensazione interstiziale perché, sebbene ammessa in quantità contenuta (cioè fino a 500 g/m<sup>2</sup>), sarebbe più opportuno evitarla in quanto le strutture umide sono più disperdenti ed i materiali da costruzione possono degradarsi più rapidamente.

### La normativa tecnica di riferimento

Per applicare le richieste legislative, occorre conoscere la normativa tecnica di riferimento, in questo caso la già citata norma UNI EN ISO 13788. Essa contiene un metodo di riferimento semplificato per determinare la temperatura superficiale interna minima dei componenti edilizi tale da evitare crescita di muffe (nello specifico il paragrafo 5.3 reca il titolo di "Progettazione per evitare la crescita di muffe"), in corrispondenza a valori prefissati di temperatura e umidità relativa interne. Inoltre indica un metodo per la valutazione del rischio di condensazione interstiziale dovuta alla diffusione del vapore acqueo e le relative condizioni al contorno da utilizzare nei calcoli. Il metodo usato

assume che l'umidità da costruzione si sia asciugata e non tiene conto di altri fenomeni fisici (risalita capillare, variazione con l'umidità dei parametri termofisici, ecc.).

La norma evidenzia il fatto che la condensazione superficiale può provocare il degrado dei materiali edilizi non protetti che siano sensibili all'umidità. Essa può essere accettata temporaneamente e in piccole quantità, per esempio sulle finestre e sulle piastrelle nei bagni, se la superficie è impermeabile all'umidità e vengono assunte misure adeguate per prevenirne il contatto con materiali adiacenti sensibili; per periodi di tempo di diversi giorni con umidità relativa superficiale maggiore all'80% sussiste il rischio di formazione di muffe.

I passi principali nella procedura di progettazione sono rappresentati dall'identificazione dell'umidità relativa interna di riferimento e quindi dal calcolo del valore accettabile della pressione di saturazione del vapore  $p_{sat}$  sulla superficie in base all'umidità relativa superficiale ammissibile. Da questo valore si determina la temperatura minima superficiale richiesta (e quindi la «qualità termica» dell'involucro edilizio), valutabile mediante uno specifico parametro calcolabile mediante il fattore di temperatura  $f_{Rsi}$  sopra citato e la temperatura esterna. La parte più interessante della norma, ai fini di cui si tratta, è rappresentata dall'Appendice B, che illustra tre metodi per il calcolo del fattore di temperatura in corrispondenza alle superfici interne per evitare valori critici di umidità superficiale.

Il primo propone l'utilizzo di classi di umidità interna, il secondo - in analogia con le richieste del DPR 59/09 - propone un calcolo sulla base di valori di umidità relativa e temperatura interne costanti ed infine il terzo considera il ricambio d'aria (fisso o variabile) e la produzione di vapore all'interno.

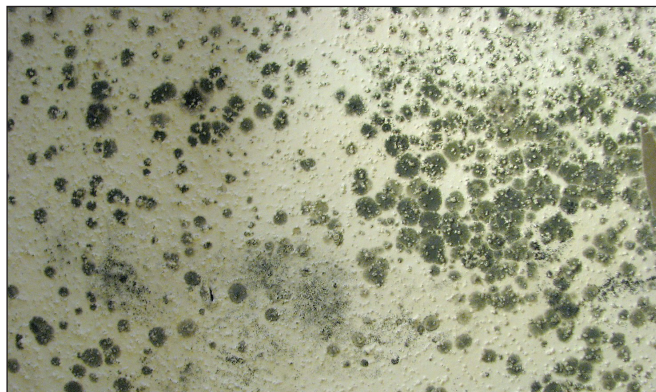
Dei tre tipi di calcolo citati meritano un accenno particolare il secondo ed il terzo.

Il secondo, richiede di impostare i calcoli supponendo costante l'umidità relativa interna così come la temperatura interna dell'aria. Tuttavia, facendo riferimento a condizioni realistiche, sono molti i momenti in cui l'umidità relativa interna può superare il 65%, ad esempio nelle stanze da letto dopo alcune ore di permanenza da parte delle persone, nei servizi igienici dopo una doccia, nelle cucine dopo la cottura dei cibi, o quando si stendono panni ad asciugare. Se il vapor acqueo non viene diluito mediante ricambio dell'aria, esso permane negli alloggi ed il valore assunto per i calcoli, pari al 65% non può essere inteso né come media, né come picco. È oramai risaputo che gli alloggi sono sempre più ermetici, che le infiltrazioni non sono sufficienti per un idoneo ricambio dell'aria e che l'utenza non provvede più come un tempo ad una buona aerazione (apertura dei serramenti ripetuta più volte al giorno per adeguati periodi).

Per questo è molto utile ricorrere anche al terzo tipo di calcolo e confrontare i risultati con il secondo. In taluni casi si potrà notare che pareti verificate con il secondo metodo, non lo sono con il terzo. In tale caso, il progettista, ha la possibilità di compiere valutazioni più attente e scrupolose, ad esempio tenendo conto del tipo di utenza prevista negli ambienti interni e del tipo di involucro edilizio considerato.

Per quanto riguarda la modalità di occupazione degli ambienti interni, tramite il rapporto tecnico ("Technical Report") CEN TR 14788 è possibile stimare in modo ragionevole la quantità di vapore prodotta da una o più persone secondo le attività svolte in ambiente ed il testo fa addirittura una distinzione tra vari tipi di utenza, più o meno attenti alla conduzione degli alloggi (nel report si parla di "dry occupancy" o "wet occupancy").

Per quanto riguarda l'entità della ventilazione, esistono alcuni metodi semplificati per valutare le infiltrazioni attraverso i serramenti (ad esempio secondo la ritirata UNI 10344 o secondo un metodo esposto nel Regolamento Edilizio Tipo della Regione Emilia Romagna) dai quali si evince che con i moderni serramenti i ricambi d'aria ottenibili sono abbondantemente inferiori alle portate necessarie, per una adeguata qualità dell'aria, prescritte dalla UNI 10339; altri metodi analitici a tal proposito, più complessi, sono descritti nella UNI EN 15242.



## Cause della presenza di eccesso di vapore nelle abitazioni

Come anticipato è molto frequente al giorno d'oggi che nelle residenze si manifestino eccessi di concentrazione di vapor d'acqua. Il fenomeno si riscontra sia negli edifici esistenti, sia in quelli nuovi. In quelli esistenti questa situazione si acutizza solitamente all'atto della sostituzione degli infissi esistenti con quelli di attuale produzione che, in conseguenza dei progressi tecnologici del settore, manifestano un'elevata tenuta all'aria. Il problema, invece, è inesistente negli alloggi dotati di sistemi di ventilazione opportunamente progettati per il ricambio dell'aria; alcuni decenni or sono, invece, il fenomeno era molto meno riscontrabile per il fatto che la ridotta tenuta all'aria dei serramenti permetteva infiltrazioni naturali continuative ed abbondanti. Per questioni di comfort e di contenimento dei consumi energetici si è giustamente cercato, nel corso degli anni, di limitare il più possibile le infiltrazioni incontrollate, con le conseguenze precedentemente descritte, che possono tuttavia essere evitate.

Solitamente le muffe si manifestano in maniera più evidente nelle stanze da letto, nei bagni e nelle cucine. Per ovviare a questi problemi solitamente nei bagni sprovvisti di serramenti apribili si installano degli estrattori d'aria a funzionamento continuo o intermittente (come comunemente prescritto dai regolamenti edilizi), mentre nelle cucine dovrebbero essere presenti cappe aspiranti sopra i fornelli. È da osservare che comunque nei bagni, anche se dotati di finestre, dovrebbe essere presente un sistema di estrazione dell'aria: è frequente infatti che a causa della poca propensione a lasciare le finestre aperte durante la stagione invernale, il rischio di condensa e conseguente formazione di muffe sia comunque alto.

Tuttavia, nonostante questi accorgimenti, gli alloggi possono ugualmente essere intaccati dalla presenza di muffe. Ciò, come già osservato, è riconducibile alla produzione di vapore acqueo interno che non è evacuato all'esterno ed anche alle modalità di conduzione degli ambienti che, in mancanza di impianto di ventilazione, dovrebbero essere aerati con continuità. Invece la tendenza più attuale delle famiglie è quella di aprire poco i serramenti per il ricambio dell'aria (per molti motivi, tra i quali comfort e risparmio energetico, oltre che per la protezione da rumori esterni o da eventuali intrusioni) favorendo, di fatto, l'accumulo di vapore all'interno.

Tramite alcuni semplici calcoli (ANIT, 2010) è possibile verificare che la presenza di due persone dormienti in una stanza da letto (con la porta chiusa ed in condizioni di assenza di infiltrazioni) porta in 4 ore ad un innalzamento dell'UR interna dal 40% al 90%. Questa quantità di vapore, al mattino, dovrebbe essere in qualche modo smaltita, ad esempio aprendo i serramenti per il ricambio dell'aria; questa operazione dato lo stile di vita di molte persone, non è sempre compiuta. Unitamente al fatto che, come anticipato, le infiltrazioni d'aria sono spesso insufficienti, ben si capisce come mai possano verificarsi eccessi di vapore acqueo all'interno, che successivamente condensano sui punti freddi.

## I contenziosi legali

I contenziosi legali legati ai problemi di presenza di muffe negli alloggi sono molto frequenti.

In questi casi generalmente il giudice affida ad un consulente tecnico il compito di rispondere in maniera puntuale e precisa ai quesiti formulati nell'udienza di conferimento dell'incarico e di relazionarne i risultati nell'elaborato peritale che costituisce la Consulenza Tecnica d'Ufficio.

Nel corso delle operazioni peritali i consulenti tecnici di parte hanno modo di esprimere le loro valutazioni in occasione di sopralluoghi, mediante analisi delle relazioni di progetto o memorie tecniche che dovrebbero essere sempre basate sulla conoscenza delle norme specifiche in modo tale da consentire al CTU l'espressione di una valutazione finale adeguatamente supportata.

### Come collegare le disposizioni di legge alla normativa

Occorre precisare che gran parte dei contenziosi legati a problemi igrotermici si giocano sull'"interpretazione" delle regole dell'arte definite da leggi e norme degli ultimi venti anni.

I limiti da rispettare sono stati assenti per un lungo periodo e tutt'ora la legislazione vigente non affronta in modo completo la materia.

Partendo dagli anni '90, si segnala il DPR 412/93, attuativo della Legge 10/91, che chiedeva al progettista di compiere una verifica termoigrometrica delle strutture opache utilizzando come valori convenzionali 50% di UR interna e 20 °C di temperatura dell'aria interna, mediante il calcolo della "differenza di pressione minima tra quella di saturazione e quella reale". Come anticipato, questi valori sono poco realistici.

Nel 1999 fu emanata una prima normativa tecnica di supporto per lo svolgimento del calcolo, la UNI 10350, che permetteva di svolgere un'analisi mensile della temperatura superficiale interna per evitare l'umidità critica superficiale e la valutazione del rischio di condensazione interstiziale mediante il metodo di Glaser.

Nel 2003 questa norma è stata sostituita dalla più aggiornata UNI EN ISO 13788, sulla quale ci si è soffermati in precedenza. Questo significa che il progettista dal 2003 ha a disposizione uno strumento tecnico che gli permette di compiere le necessarie valutazioni e non può essere ignorato.

Con l'emanazione del D. Lgs. 192/2005 sono stati introdotti obblighi più severi, mantenuti tali anche dal D. Lgs. 311/2006 e dal DPR 59/09 perché al progettista, come già anticipato, è richiesto di procedere alla verifica dell'assenza di condensazioni superficiali ed alla verifica che la condensazione interstiziale sia limitata alla quantità rievaporabile. La legislazione nulla scrive in merito all'assenza della formazione di muffe (si ricorda che per numerose specie fungine e muffe le condizioni ideali per la proliferazione non si manifestano soltanto in concomitanza della saturazione - cioè quando l'UR è pari a 100% - ma mediamente a partire da condizioni che superano 80%): questo implica che prima si noterà la formazione di muffe sulle superfici termicamente più deboli e poi, sulle stesse, la formazione di condensa. Di fatto la legislazione, prescrivendo l'utilizzo della normativa vigente obbliga implicitamente,

secondo gli autori, al riferimento alla UNI EN ISO 13788.

Purtroppo attualmente non c'è alcun obbligo legislativo per il ricambio dell'aria, che, come già osservato, attraverso l'abbassamento per diluizione del tenore di umidità, abbassa il valore della temperatura critica e quindi il rischio di condensazione.

### Tipiche situazioni di contenziosi legali in seguito alla proliferazione di muffe negli alloggi

I contenziosi legali solitamente oppongono il conduttore, eventualmente proprietario, alla figura o alle figure che della situazione dell'immobile possono essere responsabili in modo più o meno diretto: proprietario, se diverso dal conduttore, venditore, costruttore, fino al o ai progettisti.

I contenziosi possono interessare immobili sia di recente costruzione che già esistenti.

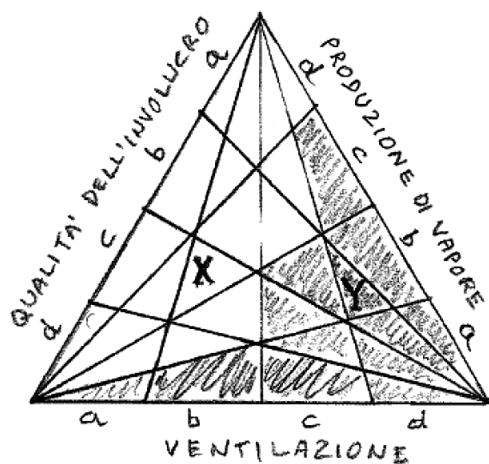
In entrambi i casi, i fattori da analizzare sono i seguenti:

- **i calcoli di progetto:** per gli edifici progettati dopo il 2005 i calcoli per la verifica di assenza di condensazioni superficiali devono essere stati fatti con riferimento alla UNI EN ISO 13788, utilizzando come riferimento per l'umidità relativa interna, nel caso della scelta del secondo metodo di calcolo, il valore di 65%. Molti progettisti utilizzano ancora 50% perché non si sono aggiornati;
- **l'esistenza di verifiche termoigrometriche** eseguite secondo normativa anche in prossimità di eventuali ponti termici, noti per avere temperature superficiali più basse;
- **la rispondenza tra il progetto e quanto è stato eseguito:** in molti casi è indicata la presenza dell'isolamento termico nelle tavole di progetto, ma successivamente questo non è stato correttamente eseguito;
- **l'utilizzo degli alloggi da parte dell'utenza:** il regime con cui viene condotto l'alloggio può avere un notevole influsso sui fenomeni di degrado che possono verificarsi al suo interno; il mantenimento di condizioni di umidità molto elevata (per eccessiva produzione di vapore o per scarsa ventilazione) in concomitanza all'abbassamento della temperatura interna dovuto, ad esempio, allo spegnimento dell'impianto di riscaldamento nelle ore notturne possono determinare il crearsi di condizioni favorevoli alla condensazione negli edifici con isolamento termico scarso;
- **l'esistenza o l'assenza di un sistema di ricambio dell'aria** negli ambienti.

Non è sempre facile stabilire in prima analisi se i problemi siano dovuti alle caratteristiche dell'involucro o alla conduzione da parte dell'utenza o ancora alla carenza di ventilazione.

Per illustrare questi concetti si può far riferimento alla Figura 3, dove è schematizzata l'influenza reciproca dei fattori che concorrono alla formazione di muffa: qualità dell'involucro edilizio (responsabile della temperatura superficiale interna), produzione interna di vapore (legata alla conduzione dell'alloggio), entità della ventilazione. Per esempio la condizione indicata con la lettera X nella figura corrisponde ad un caso in cui la qualità dell'involucro è adeguata (c), ma la ventilazione è moderata (b), e la produzione di





LEGENDA:

- a : bassa
- b : moderata - discreta
- c : elevata - adeguata
- d : molto elevata - efficiente

X, Y casi esemplificativi descritti nel testo

Figura 3 – Correlazione tra le tre cause di formazione di muffe all'interno degli alloggi: i campi contrassegnati con tratteggio corrispondono a combinazioni delle tre variabili che danno luogo a nessuna o scarsa probabilità di formazione di muffe. I campi in bianco corrispondono a condizioni per le quali è molto probabile la formazione di muffe.

vapore è elevata (c): in questo caso è possibile la formazione di muffa; nel caso contrassegnato dalla lettera Y, una moderata produzione di vapore (b), unitamente ad una ventilazione molto efficiente (d) e ad una discreta qualità dell'involucro (b), rendono poco probabile la formazione di muffa.

Solitamente le parti in causa tendono ad accusarsi incolparsi vicendevolmente: inquilini poco attenti alla conduzione degli spazi interni tendono ad accusare il costruttore del mancato isolamento delle pareti esterne e, senza essere padroni della materia, pretendono come risarcimento il cappotto termico, ritenuto il "risolutore" di ogni problema; in altri casi i progettisti e i costruttori, alcune volte consci dei propri errori, cercano di far ricadere ogni colpa sulla modalità errata di conduzione degli alloggi da parte degli inquilini con espressioni del tipo "è colpa vostra perché non aprite mai le finestre".

### Le verifiche durante i sopralluoghi

Ci sono però alcuni indizi che già in fase di sopralluogo possono dare un'idea di quale sia il problema all'origine del fenomeno di condensazione e che possono far propendere verso l'uno o l'altro dei fattori. Ovviamente ogni affermazione deve essere suffragata da opportuni dati ed eventualmente misure. La semplice osservazione può suggerire il punto dal quale partire o sul quale approfondire le indagini.

Ad esempio: possono esserci problemi di realizzazione dell'involucro se si presentano muffe e condensazioni in tutti o gran parte degli alloggi di un edificio o omologhi per superficie e disposizione, oppure ancora sulle strutture con identica esposizione; possono invece esserci problemi



Figura 4 – Un registratore di temperatura e umidità relativa (a sinistra) e un misuratore di CO<sub>2</sub>, collegabile ad un registratore (a destra). Da documentazione tecnica ONSET.



legati all'utenza se le muffe e le condense si manifestano in un unico o in pochi alloggi di un condominio.

In casi di incertezza esistono metodi per verificare la qualità dell'involucro e la rispondenza tra i dati di progetto ed i materiali effettivamente utilizzati mediante varie tecniche più o meno invasive: carotaggio (per prelevare campioni di materiali all'interno delle pareti opache), misura termoflussimetrica (per misurare in opera la trasmittanza di una struttura) e termografia (per verificare tramite termocamere le temperature superficiali delle strutture).

Per avere qualche dato sul comportamento dell'utenza, a parte un'intervista diretta per capire gli stili di vita, un'interessante opportunità potrebbe essere quella di utilizzare per un periodo di tempo un termoigrometro registratore, ovvero un dispositivo che misura periodicamente (ad esempio ogni 5 minuti) la temperatura dell'aria interna e l'umidità relativa in ambiente, risultati memorizzando le misure. Ulteriormente una misura, con registrazione, della concentrazione di CO<sub>2</sub> consente di valutare, tramite semplici calcoli, l'effettivo tasso di ventilazione di un alloggio. Gli strumenti adatti a queste misure, un esempio dei quali è riportato in Fig. 4 (Antonucci et al., 2012) sono oggi giorno poco costosi.

Ovviamente è bene precisare che tutte queste operazioni, soprattutto a causa del tempo professionale richiesto, hanno comunque un costo anche elevato, che, proprio nel caso del contenzioso legale, dovrà essere sostenuto dalla parte "perdente". Gli oneri economici legati ad un contenzioso legale sono nell'ordine di migliaia di euro solo per le spese di tecnici, consulenti ed avvocati, alle quali si aggiungono, nel caso di costruttori e progettisti dei quali sono state accertate le mancanze o colpe, anche le spese per il risanamento degli alloggi.

Le esperienze degli scriventi sono molteplici. Sono da segnalare anche tentativi di persone poco esperte, colpevoli di una cattiva conduzione dell'alloggio (panni stesi ad asciugare in casa, ad esempio) di far ricadere presunte colpe su costruttori completamente in regola, pretendendo risarcimenti esagerati senza conoscere il meccanismo di formazione delle condense che, non è solo legato alle temperature superficiali delle pareti, ma anche all'eccesso di vapore in ambiente, come illustrato in figura 2 e 3. Prima di innescare il meccanismo di un contenzioso gli autori ritengono che sarebbe ragionevole un confronto tra le parti, in presenza di tecnici preparati, per un'opportuna analisi preliminare.

### La risoluzione dei problemi

Sono di seguito elencate le più frequenti fattispecie e le possibili modalità di risoluzione dei problemi riscontrati nei casi di contenziosi legali sorti in seguito alla proliferazione di muffe all'interno degli alloggi.

1) Nel caso di nuovi edifici o di ristrutturazioni integrali, sono coinvolti professionisti che hanno l'obbligo di eseguire le specifiche verifiche termoigrometriche secondo quanto precedentemente descritto in questo articolo; qualora si riscontrino palesi violazioni rispetto alle prescrizioni di

legge, il venditore deve sicuramente risarcire la controparte o rimediare il danno (eventualmente rivalendosi, se pertinente, sul costruttore o sul progettista): ad esempio nel caso di carenza di isolamento termico, si può provvedere mediante cappotto o correzione dei ponti termici. Naturalmente, come evidenziato in figura 3, l'incremento di isolamento termico non garantisce totalmente la scomparsa dei fenomeni che possono continuare a verificarsi in presenza, eventualmente combinata, di elevata produzione di vapore e scarsa ventilazione; specifiche misure potranno eventualmente fornire elementi per comprendere le ragioni della permanenza del fenomeno.

2) Come seconda casistica merita segnalare la sostituzione dei serramenti. Si tratta di una pratica molto frequente che spesso un inquilino o un proprietario esegue di propria iniziativa perché non richiede alcuna specifica pratica autorizzativa e nemmeno una verifica termoigrometrica; è molto diffusa la situazione in cui, in seguito a tale operazione, si manifestino problemi di muffe perché si trasformano alloggi, prima eccessivamente ventilati a causa delle infiltrazioni, in ambienti ermetici e, quel che è peggio, ciò avviene di solito senza interventi di coibentazione. In questi casi forse dovrebbe essere il serramentista, se dotato di adeguata professionalità, ad avvisare l'utente dei possibili rischi. In tali situazioni probabilmente l'unica soluzione del problema è l'installazione di un sistema di ventilazione meccanica possibilmente con recupero di calore, per contenere la spesa energetica.

Vi possono essere tuttavia casi in cui la sostituzione dei serramenti avvenga nell'ambito di un'azione di manutenzione ordinaria o straordinaria di un appartamento, ad esempio nel caso di compravendita in seguito alla quale il nuovo proprietario voglia apportare delle migliorie. Non essendo molto pratico della materia potrebbe avvalersi di un professionista che avrebbe sicuramente il dovere di avvertirlo del rischio che può comportare la sostituzione di serramenti nei confronti dell'incremento dell'umidità interna e del conseguente pericolo di muffe. Vale quanto sopra espresso riguardo all'opportunità di segnalare la convenienza di un impianto di ventilazione.

3) Qualora sia accertato che gli utenti operino un utilizzo scorretto degli ambienti, ad esempio occupandoli con presenza di maggior numero di persone rispetto a quelle previste dal progetto (p.es. camere singole occupate da più persone) oppure non azionando la cappa di estrazione della cucina, oppure ancora stendendo frequentemente i panni ad asciugare in casa, si può intervenire mediante un'azione di informazione al fine di correggere i comportamenti inadeguati. Se il problema permane, nonostante un cambiamento dello stile di vita delle persone (peraltro abbastanza difficile da operare), si può ricadere nella casistica del successivo punto 4. Si deve notare che un aumento di ventilazione non è obbligatorio per legge; la normativa italiana, non cogente, in particolare la UNI 10339 (UNI, 1995), attualmente in fase di revisione, parla di ventilazione ai fini dell'ottenimento di una buona qualità dell'aria interna, ma non specificamente per evitare fenomeni di condensazione o muffe. Spesso, poi, la ventilazione è confusa con l'aera-

zione, ossia con l'apertura dei serramenti che tuttavia è un'operazione arbitraria e di solito irregolare.

4) Negli edifici nuovi, nei casi in vi cui sia una corretta esecuzione delle opere, in maniera conforme al progetto, e nel caso in cui le verifiche termigrometriche siano state compiute in maniera corretta, verosimilmente, con riferimento alla figura 3, ci si può trovare in quelle situazioni in cui la scarsa ventilazione non è sufficiente a compensare una produzione relativamente elevata di vapore. Si riscontra spesso che in presenza di più alloggi con la stessa esposizione e le stesse superfici e caratteristiche, in alcuni casi si manifestano le muffe ed in altri no. L'esperienza mostra che di solito l'esito differente è dovuto al numero di persone nell'alloggio ed a diversi stili di vita anche se non necessariamente impropri. In carenza di una legislazione specifica che renda obbligatoria l'installazione di impianti di ventilazione, appare difficile attribuire al venditore (o costruttore o progettista secondo i diversi possibili rapporti) una responsabilità puntuale. Si può dire che in questi casi l'alloggio ancorché sia costruito a norma di legge non è comunque del tutto "a regola d'arte". Anche in questo caso, come in quello sopra considerato al punto 3), a parere degli scriventi, può essere ragionevole pensare ad una compensazione che copra in tutto o in parte il costo di un adeguamento mediante l'installazione di un sistema di ventilazione.


5) Il progettista ha eseguito la verifica di legge con il secondo metodo indicato dalla UNI EN ISO 13788 facendo riferimento però, ad un valore di UR interna del 50% anziché del 65% pur essendo questo ultimo il valore vigente. Si procede in questo caso con una nuova verifica termigrometrica e, nel caso in cui la parete in questione o i ponti termici non fossero verificati, il progettista può essere di fatto chiamato in causa ai fini della responsabilità, tenendo conto anche di altri fattori concomitanti.

### **Conclusioni e consigli per una progettazione consapevole**

Come emerge da questo articolo, la legislazione vigente non ammette condensazioni superficiali e, di conseguenza la presenza di muffe negli alloggi rappresenta di fatto un difetto contestabile in termini legali.

Il progettista, tuttavia ha a disposizione gli strumenti per prevenire questi problemi e la presente trattazione vuole meglio precisare quanto non è chiaramente specificato dagli strumenti legislativi. In particolare è assolutamente necessaria la conoscenza della norma UNI EN ISO 13788, come garanzia del rispetto della regola dell'arte, ma anche in quanto strumento di riferimento legislativo, ancorché non specificamente nominata.

Occorre poi tener conto che le muffe hanno a che fare non solo con l'isolamento delle strutture, quindi con le temperature superficiali interne, ma anche con la carenza di ventilazione e la produzione di vapore all'interno degli ambienti. Questi aspetti devono essere sempre più consi-

derati per il fatto che l'orientamento del mondo della costruzione va verso edifici con tenuta all'aria sempre più elevata, insufficientemente ventilati per aerazione (apertura sporadica delle finestre) e la presenza di ponti termici è comunque possibile. Una importante strategia per impedire la formazione di condensazioni superficiali è il ricorso a sistemi di ventilazione, naturale o meccanica. Questi ultimi sono da considerarsi ottimali in quanto permettono il controllo delle portate d'aria e, qualora dotati di opportuni dispositivi, consentono il recupero del calore dall'aria espulsa e quindi il contenimento dei consumi energetici; alcuni sistemi di ventilazione meccanica sono ottimali per effettuare installazioni ambiente per ambiente, senza bisogno di canalizzazioni di distribuzione. Le tecnologie per la ventilazione meccanica degli ambienti saranno oggetto di un prossimo articolo. 

### **Bibliografia**

- Antonucci D.F., Cadorin M., Zecchin R. Monitorare il sistema edificio-impianto: metodologie e aspetti applicativi. In atti del convegno nazionale AiCARR, Padova 2012.
- Galbusera G. Analisi del rischio di muffa e condensa: dalle verifiche di legge alla diagnosi strumentale. Neo Eubios, n. 41, ANIT, 2012.
- D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412. Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10.
- D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311 - Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Legge 9 gennaio 1991, n. 10 - Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- UNI 10350:1999 - Componenti edilizi e strutture edilizie - Prestazioni igrotermiche - Stima della temperatura superficiale interna per evitare umidità critica superficiale e valutazione del rischio di condensazione interstiziale.
- UNI EN ISO 13788:2003 - Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo.
- CEN TR 14788:2006 Ventilation for buildings. Design and dimensioning of residential ventilation systems
- UNI 10339:1995 - Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.