

Ann. Mus. civ. Rovereto	Sez.: Arch., St., Sc. nat.	Vol. 25 (2009)	243-249	2010
-------------------------	----------------------------	----------------	---------	------

CHIARA VIAZZO & SARA VIAZZO

## I FABBRICATI MODERNI SONO INSALUBRI?

**Abstract** - CHIARA VIAZZO & SARA VIAZZO - Are modern building unhealthy?

Frequently, mould and condensation are present over wall and ceiling of modern building, where perfect sealing windows are fitting. In general, this problem occurs in areas with insufficient insulation or in thermal bridges. The water vapour usually produced inside the building, by human activity (breathing, sweating, cooking or bathing) can't come out through perfect sealing windows and it can condense over cold surfaces. In these moist zones, where the "dew point" is reached, moulds can proliferate and, as a consequence, wall and ceiling have black spots. To avoid this problem, the correct insulation of external walls is essential, such as elimination, or reduction, of thermal bridges. As an alternative, it's necessary to ventilate the indoor environment opening windows or using mechanical controlled ventilation devices. The paper presents the analysis of this building syndrome using infrared camera.

**Key words:** Humidity - Mould - Insulation - Thermal-bridge.

**Riassunto** - CHIARA VIAZZO & SARA VIAZZO - I fabbricati moderni sono insalubri?

Nelle costruzioni recenti, dotate di serramenti a tenuta stagna dell'aria, si verifica spesso la presenza di umidità e di muffa sulle pareti, specialmente in corrispondenza delle zone meno isolate o in presenza di ponti termici. Ciò è dovuto soprattutto al fatto che le guarnizioni dei serramenti impediscono l'espulsione del vapore d'acqua normalmente prodotto all'interno degli edifici dalle normali attività umane (respirando, sudando, cucinando, facendo il bagno), per cui in breve all'interno dei fabbricati la temperatura di rugiada raggiunge valori molto elevati, per cui si forma condensa superficiale e poi muffa e, come conseguenza, le caratteristiche macchie scure sulle superfici. La soluzione sta solo nell'isolare meglio i muri perimetrali e provvedere ad un maggiore ricambio dell'aria in modo meccanico o aprendo le finestre manualmente. Il lavoro presenta l'analisi della patologia edilizia mediante termocamera a infrarossi in alcuni ambienti con presenza di muffe e condense.

**Parole chiave:** Umidità - Muffa - Isolamento - Ponte-termico.

Porsi tale domanda è legittimo, perché è sempre più frequentare sentire chi lamenta, durante la stagione invernale, la comparsa di muffe e macchie scure su muri perimetrali e soffitti delle abitazioni. Questo fenomeno, che nei casi più gravi, raggiunge il livello di vera e propria patologia edilizia, porta sovente a vertenze legali tra il proprietario dell'immobile ed il costruttore o tra proprietario e inquilino, chiamando in causa anche i progettisti dell'edificio. Vale pertanto la pena di esaminare le problematiche con attenzione e con l'aiuto di tutta la strumentazione tecnica oggi disponibile.

Durante l'inverno 2008-2009, freddo per un periodo particolarmente prolungato, sono stati affrontati diversi casi, nei quali il denominatore comune era la presenza di fabbricati realizzati a partire dagli anni '90 del secolo scorso e dotati di serramenti con buona tenuta dell'aria.

Il risultato di minuziose diagnosi ha stabilito come la crescita di muffe si noti su pareti non sufficientemente isolate o con presenza di ponti termici (zone con minor o assente isolamento termico, quali travi, pilastri, sottofinestre) ed in presenza di serramenti con tenuta all'aria quasi stagna, tali da impedire una naturale ventilazione degli ambienti mediante gli scambi di aria tra interno ed esterno.

In passato, l'utilizzo di serramenti privi di guarnizione permetteva agevolmente, anche con le finestre chiuse, la fuoriuscita del vapore acqueo prodotto dalle più normali attività quotidiane, quali cucinare, fare il bagno o la doccia, ma anche più semplicemente respirare e sudare. Oggi, i moderni serramenti impermeabili all'aria, permettono da un lato un buon risparmio energetico (in quanto evitano gli spifferi, indesiderati ingressi d'aria fredda dall'esterno) ma, nel contempo, trattengono all'interno il vapore acqueo che, a contatto con superfici con temperatura inferiore alla cosiddetta *temperatura di rugiada*, tende a condensare, creando un microclima umido ideale per la proliferazione di muffe e microrganismi.

Vengono di seguito riportati due casi pratici, durante i quali sono state analizzate abitazioni con tali patologie edilizie in atto.

#### VILLETTA UNIFAMILIARE

In Fig. 1 è riportata la fotografia di due pareti Sud-Ovest di una villetta realizzata nel 2007, nel torinese. Si distinguono chiaramente le macchie di muffa nello spigolo orizzontale tra il muro perimetrale Ovest ed il soffitto, ed un poco meno nello spigolo verticale tra i muri Sud ed Ovest. Scarsamente visibile in fotografia, ma ben evidente dal vero, è la muffa nel mezzo della parete Sud, in corrispondenza di un pilastro non d'angolo. I serramenti sono realizzati in legno, con vetro doppio e guarnizioni di tenuta all'aria.

La ripresa con camera termografica mette in evidenza la differenza di tempe-

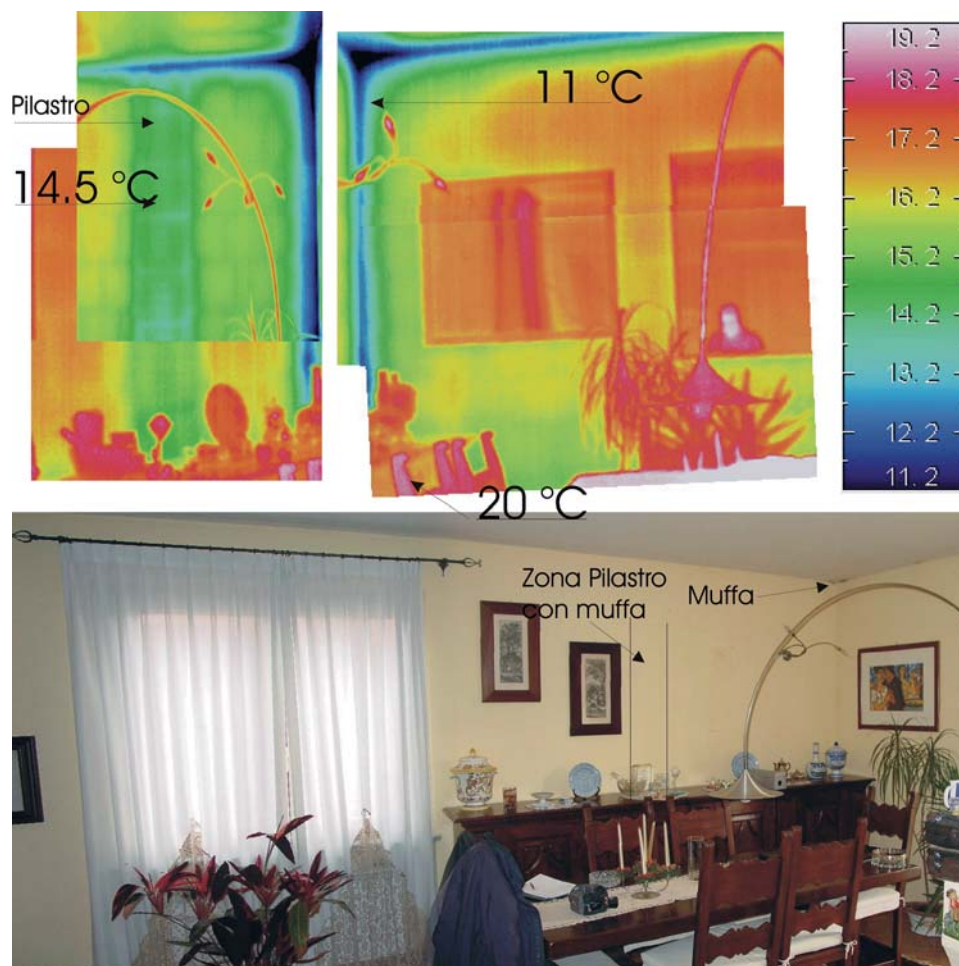


Fig. 1 - Villetta unifamiliare: ripresa fotografica e ripresa con termocamera ambedue mosaiate con evidenziate le zone più fredde soggette a condense. A lato la scala grafica che associa i colori alle temperature.

ratura tra un punto posto nelle zone centrali dei muri perimetrali e le zone in cui si è formata la muffa.

Le misure termografiche sono state eseguite con temperatura esterna compresa tra 8°C e 10°C, mentre la temperatura interna era di circa 20°C. I punti caldi delle pareti hanno una temperatura attorno a 18°C, mentre quelli con presenza di muffa assumono temperature comprese tra 12°C e 15°C. Il valore di 12°C corrisponde proprio alla temperatura di rugiada, con umidità relativa dell'aria attorno a 60%, ovvero alla temperatura a cui il vapore d'acqua presente

nell'aria inizia a condensare e, diventando liquido, si deposita sulle pareti circostanti. Mediamente in inverno l'umidità nell'interno delle abitazioni è attorno a 50%. Estrapolando i suddetti valori, pensando che di notte la temperatura esterna scenda ben sotto di 0°C, risulta evidente come le pareti fredde rimangano al di sotto della temperatura di rugiada anche per lunghi periodi, fornendo quindi in tempo necessario per la crescita di muffe.

Dall'esame dei progetti dell'edificio e dalle dichiarazioni del Costruttore, si è potuta verificare la stratigrafia delle murature esterne, così realizzate: intonaco esterno di 2 cm, mattone esterno da 12 cm, lastra isolante da 4 cm, intercapedine da 2 cm, mattone forato interno da 8 cm, intonaco interno di 2 cm, per uno spessore totale di circa 30 cm. Tale parete cambia in corrispondenza dei pilastri in cemento armato, ove la stratigrafia risulta essere: intonaco esterno di 1 cm, lastra di cemento-legno da 2 cm, pilastro in cemento armato da 20 cm, tavella da 6 cm, intonaco interno di 1 cm, per uno spessore totale di circa 30 cm.

Tale diversità di stratigrafia porta così a temperature superficiali interne dei pilastri inferiori fino a 7°C rispetto alle zone adiacenti di muratura isolata.

Per ovviare a tali inconvenienti non vi è altra soluzione che eseguire un rivestimento cosiddetto a cappotto esterno di almeno 4 cm di materiale con elevate proprietà coibenti, su tutte le pareti perimetrali (soluzione ottimale) o almeno in corrispondenza di pilastri e travi.

Infine, vale la pena di ricordare come la porzione di parete analizzata non fosse isolata secondo le prescrizioni in materia di rendimento energetico in edilizia vigenti al momento della progettazione (D. Lgs. 192/2005 e D. Lgs. 311/2006).

## APPARTAMENTO IN CONDOMINIO

L'appartamento rappresentato in Fig. 2 è stato realizzato nei primi anni 90 del secolo scorso, pertanto, in base alla normativa vigente a partire dal 1976, dovrebbe avere i muri perimetrali isolati. Probabilmente, conoscendo la prassi costruttiva (e poi gli esiti delle analisi qui descritte), non presenta isolamento della soletta di pavimento, confinante con un piano fuori terra adibito a cantine e non riscaldato. Anche in questo appartamento si lamenta presenza sia di muffa che di umidità sul pavimento. Infatti durante il sopralluogo si è potuto notare un velo di acqua in certe zone del pavimento, generalmente posizionate verso i muri perimetrali. La situazione è peggiorata dalla presenza di una veranda adibita a cucina, ricavata chiudendo un grande balcone mediante serramenti con buona tenuta all'aria.

L'impianto di riscaldamento è autonomo, così la caldaia rimane spenta nelle ore di non occupazione dell'appartamento, per il desiderio di contenere i costi di riscaldamento. In sostanza, in inverno al mattino il termostato dell'impianto vie-

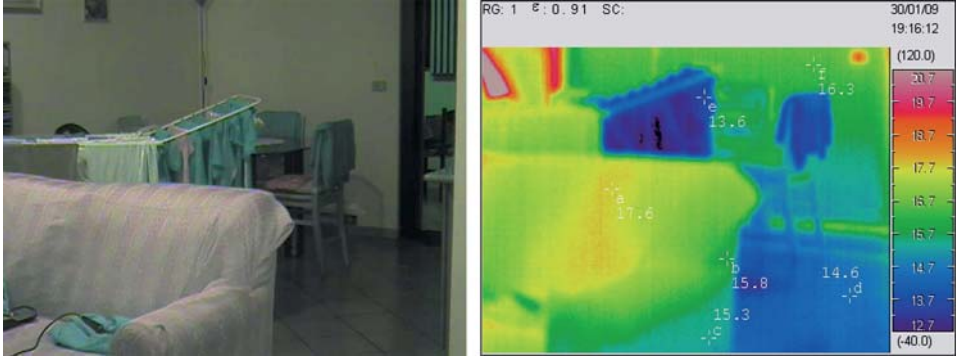


Fig. 2 - Appartamento: ripresa fotografica e ripresa con termocamera con evidenziati le zone più fredde soggette a condense. L'ambiente ripreso è un soggiorno, nonostante i panni stesi.

ne portato a 15°C e mantenuto tale fino alle ore 17 quando viene portato a 20°C, temperatura raggiunta dall'aria tra le ore 19 e le ore 20. Nel frattempo, vengono svolte le quotidiane faccende domestiche e capita che il bucato sia steso a asciugare nel soggiorno, proprio come dimostra la foto in Fig. 2.

Dall'immagine termografica anche essa in figura 2, emerge come i muri perimetrali, ma anche i mobili, abbiano ancora una temperatura piuttosto bassa, che può essere anche inferiore a quella di rugiada. Infatti, la presenza del bucato bagnato, provoca un elevato valore di umidità relativa in ambiente, tale da condurre ad una temperatura di rugiada di circa 18°C. All'atto delle misure sono stati rilevati picchi di umidità fino a raggiungere valori pari a 80%, con temperatura dell'aria compresi tra 18°C e 19°C. I calcoli teorici confermano questi dati. Come già detto in precedenza, ciò porta a formazione di condensa su tutte le superfici con conseguenze gravi per la salubrità della struttura edilizia.

Si è voluto ricreare sperimentalmente la situazione dei panni stesi ad asciugare, bagnando una maglietta in cotone, del peso, da asciutta, di circa 100 grammi. La stessa, bagnata e poi strizzata a mano pesa circa 300 gr, mentre estratta dalla lavatrice dopo la centrifuga pesa circa 200 gr, cioè il doppio che asciutta. Di conseguenza, un bucato di circa 3 kg di peso, ha assorbito altrettanti 3000 grammi di acqua che deve eliminare.

Per visualizzare graficamente gli stati dell'aria umida e per valutarne le variabili termodinamiche è possibile utilizzare il diagramma di Mollier riportato in Fig. 3. Si nota come, a 20°C e con umidità relativa del 50% si ha un titolo dell'aria pari a circa  $7 \text{ gr}_{\text{vapore}} / \text{kg}_{\text{aria}}$ , cioè  $8.4 \text{ gr}_{\text{vapore}} / \text{m}^3_{\text{aria}}$ .

L'appartamento misura circa 100 m<sup>2</sup>, con un volume di circa 270 m<sup>3</sup>, pertanto, avendo immesso nell'aria 3000 gr di vapore acqueo, pari a circa  $3000 \text{ gr} / 270 \text{ m}^3 = 11.1 \text{ gr}_{\text{vapore}} / \text{m}^3_{\text{aria}}$ , pari a  $9.21 \text{ gr}_{\text{vapore}} / \text{Kg}_{\text{aria}}$  che sommati a quelli presenti naturalmente portano ad un titolo di  $16.2 \text{ gr}_{\text{vapore}} / \text{kg}_{\text{aria}}$ .

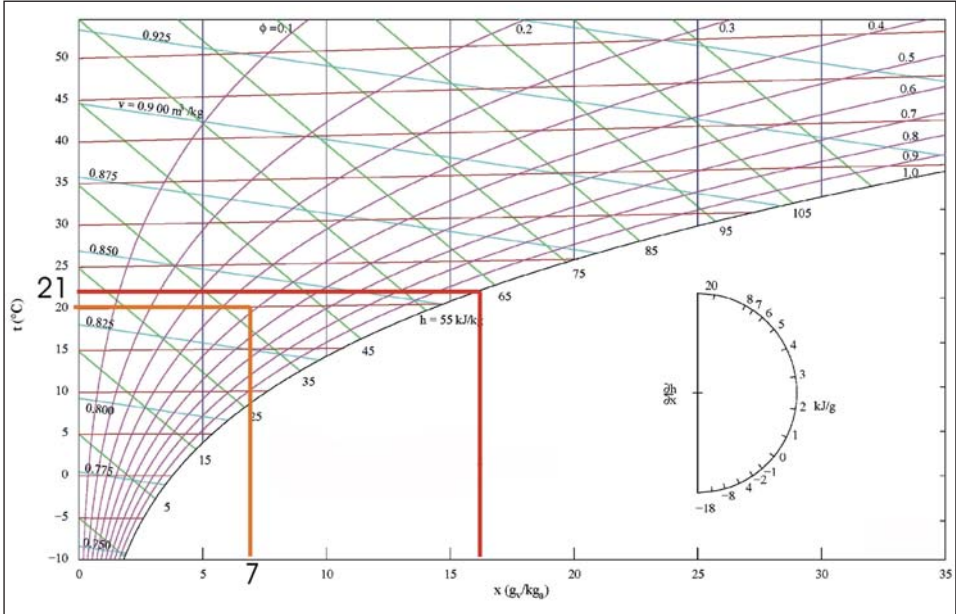


Fig. 3 - Diagramma di Mollier.

Sempre dal diagramma di Mollier si deduce che la temperatura di rugiada, con la presenza di un titolo pari a  $16.2 \text{ gr}_{\text{vapore}}/\text{kg}_{\text{aria}}$  è di circa  $21^{\circ}\text{C}$ . Pertanto, solo al raggiungimento di una temperatura dell'aria di  $21^{\circ}\text{C}$  si elimina il rischio condensa. Ovviamente, ciò avviene solo diverse ore dopo la riaccensione pomeridiana della caldaia.

La situazione sarebbe ben diversa se i serramenti non fossero a tenuta stagna, in quanto il vapore tenderebbe ad uscire infiltrandosi nelle battute non a tenuta. In alternativa, basterebbe tenere aperte le finestre per almeno una decina di minuti, in modo da diminuire notevolmente l'umidità relativa dell'aria interna. Tuttavia, tale comportamento comporta un certo raffreddamento dell'aria (ma molto meno dei muri), erroneamente ritenuto inaccettabile in un ottica di comfort termico degli ambienti e di riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento.

Si tenga presente che quando all'esterno la temperatura è prossima a  $0^{\circ}\text{C}$ , con un tasso di umidità attorno al 100% (caso non infrequente in inverno), portando la stessa aria all'interno e riscaldandola a  $20^{\circ}\text{C}$ , l'umidità relativa scende a valori compresi tra 20% e 25%. Questa situazione ( $20^{\circ}\text{C}$  e 25% di umidità) si verificherebbe naturalmente se i serramenti non fossero a tenuta stagna.

## CONCLUSIONI

Le nuove costruzioni, se realizzate correttamente dal punto di vista termico, permettono di contenere i consumi energetici e di raggiungere buoni livelli di comfort ambientale, ma devono essere oggetto di una attenta gestione. In altre parole, in presenza di serramenti poco o per niente permeabili all'aria (e quindi al vapore acqueo) è necessario provvedere ad una corretta ventilazione degli ambienti, effettuando manualmente quel ricambio d'aria che i vecchi serramenti con i loro spifferi eseguivano in via autonoma. In alternativa oggi esistono diversi sistemi di ventilazione meccanica controllata, che permettono l'apertura di bocchette di ventilazione in funzione dell'umidità relativa misurata internamente. Tuttavia, tali sistemi non sono sempre facilmente integrabili con edifici già conclusi e abitabili, se non tramite lavori edili di una certa entità.

Naturalmente se la costruzione è realizzata non a regola d'arte, con ponti termici rilevanti che portano la temperatura superficiale interna al di sotto di 15°C, l'aerazione dei locali non può da sola essere sufficiente per eliminare l'umidità sulle pareti. Occorre pertanto agire in modo importante sull'isolamento, con costi notevoli e risultati solo parzialmente soddisfacenti quando l'edificio è ormai terminato.

In definitiva, le nuove costruzioni non sono insalubri, se correttamente gestite, ma prevenire, mediante una progettazione consapevole dell'isolamento termico è certamente meglio che curare nel tempo le patologie edilizie.

---

Indirizzo degli autori

Chiara Viazzo - via Chivasso, 27/C - I-13100 Vercelli

e-mail: chiara.viazzo@libero.it

Sara Viazzo - Cso S. Martino, 20 - I-13100 Vercelli

e-mail: sara.viazzo@gmail.com

---

