


RAPPORTO DI PROVA

| SQM_001_2020 |

VALUTAZIONE DEL CONTRIBUTO ALL'ISOLAMENTO DI MURATURE CON UNA TIPOLOGIA DI PACCHETTO MULTISTRATO DENOMINATO "SANAWALL" ASSOCIATO AD UNA PITTURA INTERNA BASSO-EMISSIVA, DELLA DITTA "AZICHEM S.R.L.", GOITO (MN).

LUOGO E DATA DI EMISSIONE:	Faenza, 14/01/2020
COMMITTENTE:	Azichem S.r.l.
STABILIMENTO:	Via G. Gentile 16/A 46044 Goito (MN)
TIPO DI PRODOTTO:	<i>Pacchetto multistrato + pittura basso emissiva</i>
NORMATIVE APPLICATE:	UNI EN ISO 6946
DATA RICEVIMENTO CAMPIONI:	07/01/2020
DATA ESECUZIONE PROVE:	Gennaio 2020
PROVE ESEGUITE PRESSO:	CertiMaC, Faenza

NOTA: I risultati contenuti nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove di seguito descritte. E' inoltre ad uso esclusivo del Committente nell'ambito dei limiti previsti dalla normativa cogente e non può essere riprodotto (in forma cartacea o digitale) parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Esecuzione	Redazione	Approvazione
<u>_Ing. Mattia Santandrea_</u> 	<u>_Ing. Mattia Santandrea_</u> 	<u>_Ing. Luca Laghi_</u> 
Revisione - 1		Pagina 1 di 10

1 Introduzione

Il presente rapporto ha come oggetto le valutazioni numeriche atte a determinare il contributo all'isolamento termico in parete fornito dal pacchetto multistrato denominato "SANAWALL" associato ad una pittura interna basso-emissiva (Rif. 2-a, 2-b).

Il pacchetto SANAWALL è così composto:

- UNTERSANA = 4 mm (rinzaffo);
- SANAWARME = 35 mm (intonaco);
- SANASTOF = 2 mm (rasatura);
- SANAFIX = 0,1 mm (primer);
- RASOSANA = 1,0 mm (finitura).

Il calcolo comprende:

- Analisi su muratura tradizionale tipo anni 60'-70';
- Analisi su muratura tipo edificio di nuova costruzione.

2 Riferimenti

- a. Preventivo: prot. 19391/lab del 18/12/2019.
- b. Conferma d'ordine: e-mail del 07/01/2020.
- c. Norma UNI 10355:1994. Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
- d. Norma UNI EN ISO 6946:2018. Componenti ed elementi per edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo.
- e. Norma UNI EN ISO 10456:2008. Materiali e prodotti per l'edilizia – Proprietà igrometriche – Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.
- f. Rapporto di prova SQM_396_2019 del 21/10/2019: "Determinazione sperimentale della conducibilità termica (norma UNI EN 12664) di una tipologia di pacchetto multistrato denominato "SANAWALL" fornito dalla ditta "Azichem S.r.L.", Goito (MN)".
- g. Rapporto di prova N. 341436 del 18/04/2017 avente ad oggetto la "misura dell'emissività e determinazione dell'indice di riflessione solare (Solar Reflectance Index)" del prodotto "MUROSILAN P KAPPA THERM (RASOSANA)".
- h. Rapporto di prova N. 110132-R-4942 del 04/03/2016.

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 2 di 10
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_001_2020

3 Descrizione del metodo di calcolo

L'analisi numerica necessaria alla valutazione del comportamento termico delle pareti è stata eseguita mediante le metodologie di calcolo definite dalle norme al Rif. 2-d (caso di regime stazionario) ed a partire da valori di conducibilità termica del prodotto misurati sperimentalmente (Rif. 2-f).

Il calcolo è stato effettuato per la tipologia di prodotto suddetta, considerando due tipologie di parete.

La prima tipologia di parete analizzata consiste in una "Muratura tradizionale tipica del patrimonio edilizio esistente degli anni '60-'70", formata da mattoni in laterizio, giunti di malta orizzontali e verticali (vedi Rif. 2-c – Prospetto I – Figura 2b) ed intonaci interno ed esterno a base di calce e gesso (Figura 1a).

La seconda tipologia di parete analizzata consiste in una "Muratura tipica di un edificio di nuova costruzione", formata da blocchi semipieni (vedi Rif. 2-c – Prospetto I – Figura 9) ed intonaci interno ed esterno a base di calce e gesso (Figura 1b).

Sulle 2 tipologie di parete considerate si valuta la variazione di prestazione termica dovuta alla presenza del pacchetto multistrato "**Sanawall**" avente spessore pari a 42 mm ed **applicato sulla parete esterna** della muratura, associato ad una **pittura basso-emissiva applicata sulla parete interna** della muratura.

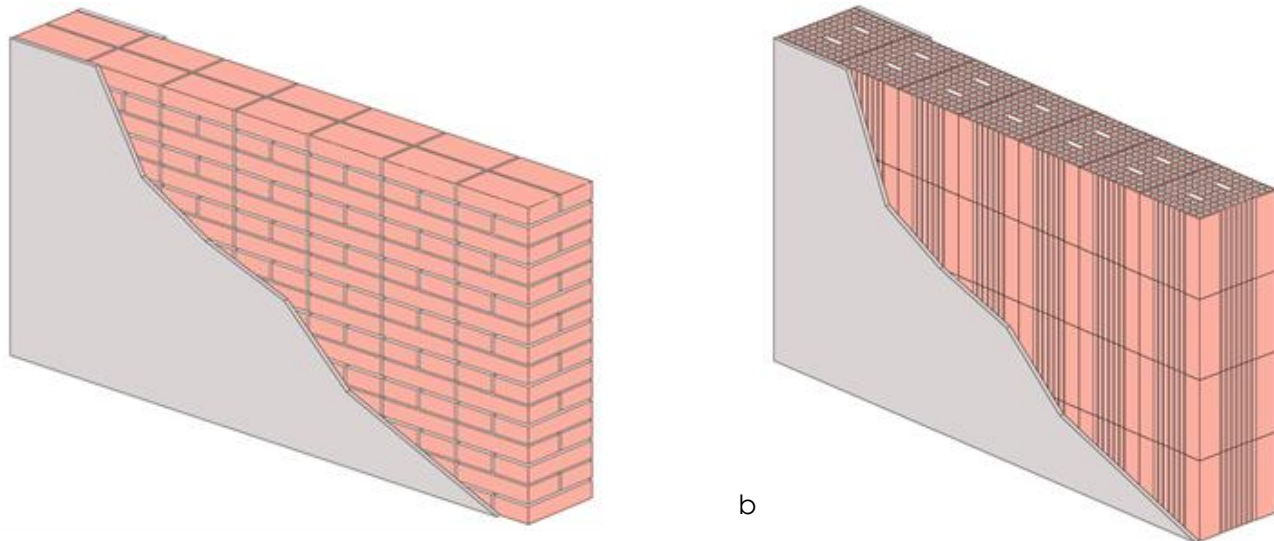


Figura 1. a) Spaccato assonometrico di muratura tradizionale, b) Spaccato assonometrico di muratura di nuova costruzione.

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 3 di 10
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_001_2020

4 Dati di calcolo per la determinazione dei parametri termici della parete in muratura tradizionale e della parete in muratura di nuova costruzione

4.1 Dati di input – Muratura tradizionale tipo anni 60' – 70'

In Tabella 1, sono riportati tutti i dati di input (Rif. 2-e) per la definizione della Muratura Tradizionale sulla quale implementare il calcolo dei parametri termici stazionari.

Muratura Tradizionale	tipologia di materiale	spessore s	conducibilità λ	densità ρ	calore specifico c_p
		[mm]	[W/mK]	[kg/m ³]	[J/kg K]
	Intonaco interno a base di calce e gesso	15	0,70	1500	1000
	Muratura di mattoni pieni	250	0,781	1800	1000
	Intonaco esterno a base di calce e gesso	15	0,70	1500	1000

Tabella 1. Dati di input sulla muratura tradizionale

4.2 Dati di input – Muratura di nuova costruzione

In Tabella 2, sono riportati tutti i dati di input (Rif. 2-e) per la definizione della muratura di nuova costruzione sulla quale implementare il calcolo dei parametri termici stazionari.

Muratura nuova costruzione	tipologia di materiale	spessore s	conducibilità λ	densità ρ	calore specifico c_p
		[mm]	[W/mK]	[kg/m ³]	[J/kg K]
	Intonaco interno a base di calce e gesso	15	0,70	1500	1000
	Muratura di blocchi semipieni	300	0,337	1400	1000
	Intonaco esterno a base di calce e gesso	15	0,70	1500	1000

Tabella 2. Dati di input sulla muratura di nuova costruzione

4.3 Conducibilità termica del materiale isolante

La conducibilità termica del prodotto è stata determinata sperimentalmente mediante l'utilizzo di un termoflussimetro con anello di guardia (si veda documento al Rif. 2-f). Il valore minimo di conducibilità termica a 10 °C è risultato pari a:

$$\lambda_D = 0,112 \text{ [W/mK]} \quad (1)$$

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 4 di 10
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_001_2020

4.4 Condizioni al contorno

La norma al Rif. 2-d fissa i valori da assegnare alle condizioni al contorno, la cui definizione è necessaria per l'implementazione della procedura di calcolo. Le grandezze da definire sono le temperature interna ed esterna ed i valori di resistenza termica superficiale, interna ed esterna (Tabella 3). Questi ultimi si riferiscono ai fenomeni di convezione ed irraggiamento che si hanno sulle superfici della parete.

La **pittura basso-emissiva** compresa nel prodotto testato al Rif. 2-h, ha **un'emissività pari a 0,59**. Di conseguenza, essendo applicata sulla parete interna, determina un aumento della resistenza superficiale interna della parete, riducendo il coefficiente radiativo h_r (vedi Appendice). La **resistenza superficiale interna della parete (R_{si})** risulta pertanto pari a **0,1703 m²K/W** (maggiore rispetto al valore standard di 0,13 m²K/W, previsto da normativa per superfici con emissività pari a 0,9).

Condizioni al contorno del calcolo	
Grandezza fisica	Valore nominale
Temperatura interna T_i	20 °C = 293,15 K
Temperatura esterna T_e	0°C = 273,15 K
Resistenza Superficiale interna R_{si}	0,1703 m ² K/W
Resistenza Superficiale esterna R_{se}	0,04 m ² K/W

Tabella 3. Condizioni al contorno applicate

5 Determinazione dei valori termici delle pareti

Il calcolo in regime stazionario è stato implementato al fine di determinare la trasmittanza termica e la resistenza termica totale delle pareti in oggetto. Si riportano in Tabella 4 le caratteristiche del pacchetto multistrato "Sanawall" per la valutazione della resistenza termica. L'emissività è stata misurata sperimentalmente (Rif. 2-g) ed il valore medio è risultato pari a 0,911.

Tipologia di materiale	spessore s	Conducibilità λ_D	emissività ϵ	densità ρ	calore specifico c_p
	[mm]	[W/mK]	[-]	[kg/m ³]	[J/kg K]
Sanawall	42	0,112	0,911	661	1000

Tabella 4. Dati di input del pacchetto multistrato "Sanawall".

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 5 di 10
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_001_2020

5.1 Calcolo del comportamento termico in regime stazionario

I risultati ottenuti dal calcolo del comportamento termico in regime stazionario sono riportati in Tabella 5 per la muratura tradizionale ed in Tabella 6 per la muratura di nuova costruzione.

Regime Stazionario	Trasmittanza		Resistenza termica	
	U	variaz. %	R _T	variaz. %
	[W/m ² K]	[%]	[m ² K/W]	[%]
Muratura Tradizionale	1,874	-	0,534	-
Muratura Tradizionale + pacchetto multistrato "Sanawall" su parete esterna + pittura basso-emissiva interna	1,055	-43,7	0,948	77,6

Tabella 5. Risultati del calcolo in regime stazionario – Muratura tradizionale

Regime Stazionario	Trasmittanza		Resistenza termica	
	U	variaz. %	R _T	variaz. %
	[W/m ² K]	[%]	[m ² K/W]	[%]
Muratura di nuova costruzione	0,906	-	1,104	-
Muratura di nuova costruzione + pacchetto multistrato "Sanawall" su parete esterna + pittura basso-emissiva interna	0,659	-27,3	1,518	37,5

Tabella 6. Risultati del calcolo in regime stazionario – Muratura di nuova costruzione

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 6 di 10
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_001_2020

APPENDICE

In questa appendice vengono eseguite valutazioni numeriche atte a quantificare la correlazione tra Resistenza Superficiale ed Emissività, secondo la procedura di calcolo riportata dalla normativa al Rif. 2-d.

L'appendice A della normativa al Rif. 2-d, permette di determinare la Resistenza Superficiale delle pareti attraverso la seguente espressione:

$$R_s = \frac{1}{h_c + h_r} \quad (2)$$

Dove:

h_c = coefficiente convettivo;

h_r = coefficiente radiativo.

Il coefficiente radiativo può essere determinato come:

$$h_r = \varepsilon h_{r0} \quad (3)$$

$$h_{r0} = 4\sigma T_m^3 \quad (4)$$

Dove:

ε = emissività emisferica della superficie;

h_{r0} = coefficiente radiativo di un corpo nero;

σ = costante di Stefan-Boltzmann [$5,67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}^4)$];

T_m = temperatura termodinamica media della superficie e delle superfici limitrofe, in K, assunta pari a 20 °C per superfici interne e pari a 10 °C per superfici esterne.

Il coefficiente convettivo per superfici interne in caso di flusso di calore orizzontale è pari a:

$$h_c = h_{ci} = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

Il coefficiente convettivo per superfici esterne in caso di flusso di calore orizzontale è pari a:

$$h_c = h_{ce} = 4 + 4v = 20 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) \text{ (assumendo la velocità } v \text{ del vento pari a } 4 \text{ m/s).}$$

Sulla base di quanto illustrato e utilizzando le Equazioni (2) e (3) è possibile determinare la relazione che intercorre tra Emissività e Resistenza Superficiale Interna ed Esterna. Tale relazione è riportata in forma numerica nelle Tabelle 7 e 8, ed in forma grafica in Figura 2.

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 8 di 10
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_001_2020

Relazione tra Emissività e Resistenza Superficiale Interna Flusso di calore orizzontale	
ϵ [-]	R_{si} [m ² K/W]
0,1	0,3256
0,2	0,2745
0,3	0,2373
0,4	0,2090
0,5	0,1867
0,6	0,1687
0,7	0,1539
0,8	0,1414
0,9	0,1309

Tabella 7. Relazione tra Emissività e Resistenza Superficiale Interna per Flusso di calore orizzontale.

Relazione tra Emissività e Resistenza Superficiale Esterna Flusso di calore orizzontale	
ϵ [-]	R_{se} [m ² K/W]
0,1	0,0487
0,2	0,0476
0,3	0,0464
0,4	0,0453
0,5	0,0443
0,6	0,0433
0,7	0,0424
0,8	0,0415
0,9	0,0406

Tabella 8. Relazione tra Emissività e Resistenza Superficiale Esterna per Flusso di calore orizzontale.

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 9 di 10
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_001_2020

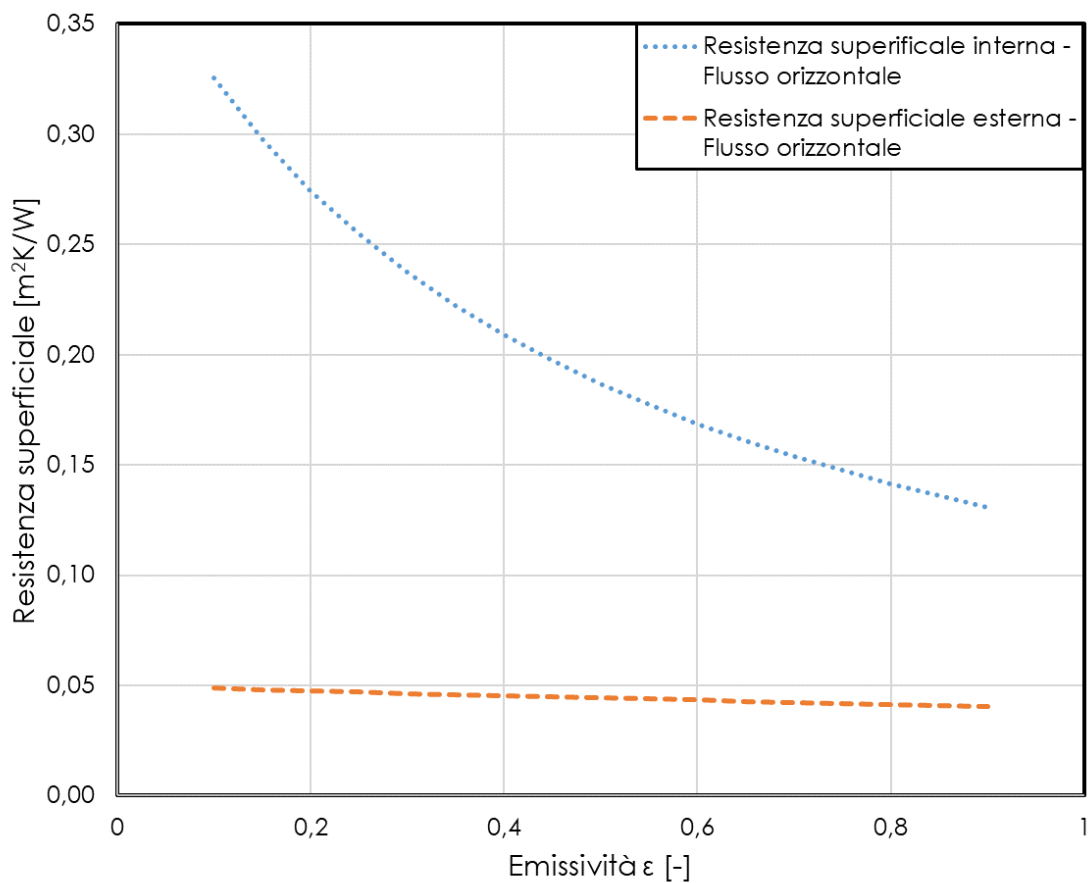


Figura 2. Relazione tra Emissività e Resistenza Superficiale – Flusso di calore orizzontale.

Rev. - 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 10 di 10
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_001_2020