

# **GUAINE IMPERMEABILIZZANTI BIANCHE E COLORATE AD ALTA RIFLESSIONE DEL CALORE PER COOL ROOF**

S. Milani, R. Gazzi e A. Ferrari

GFC CHIMICA Srl - via Marconi 73 - 44122 Ferrara (FE)

[WWW.GFCCHIMICA.COM](http://WWW.GFCCHIMICA.COM)

*per conto di:*

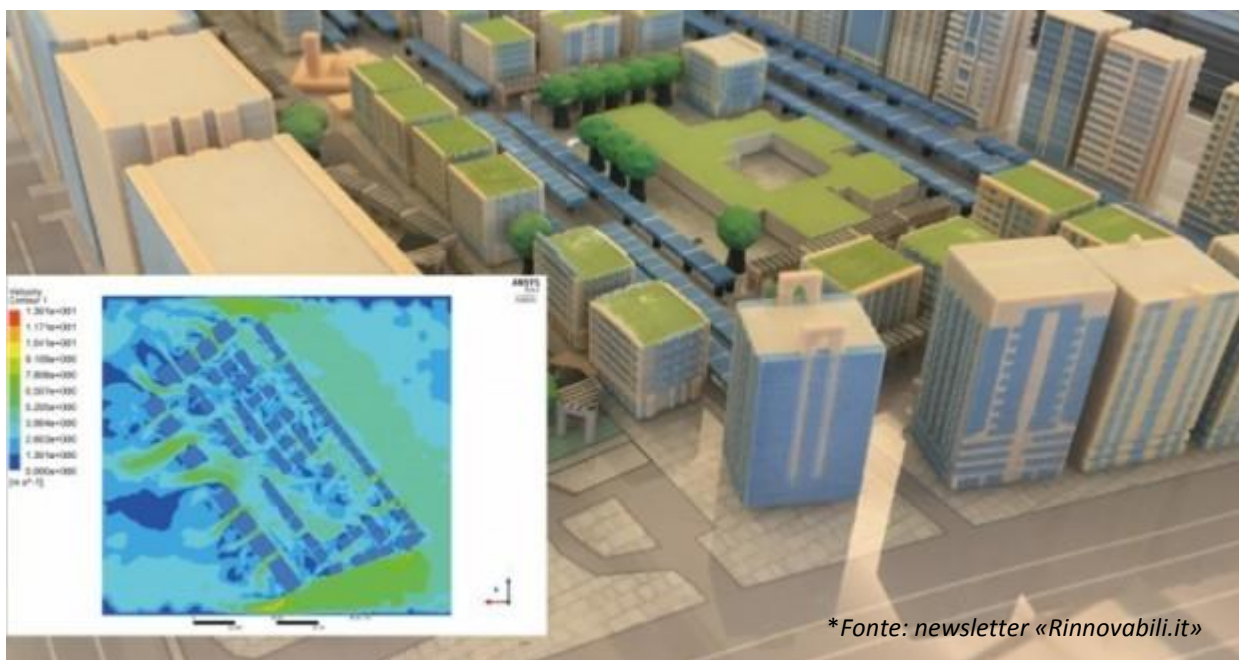
INNOVEDIL Srl – via Ponte Nuovo 26 – 20128 Milano (MI)

RAMSPEC 12-13 ottobre 2016

## OBIETTIVO

Lo studio riguarda lo sviluppo di UN SISTEMA IMPERMEABILIZZANTE (GUAINA) ad alte prestazioni per tetti e coperture piane per conto del committente Innovedil.

Si tratta di barriere idrorepellenti, ovvero sistemi vernicianti a basso assorbimento d'acqua, in grado di coniugare le caratteristiche di elevata **resistenza all'acqua** con un'alta **riflessione termica** per il contenimento delle isole di calore ed il risparmio energetico per il condizionamento degli edifici.



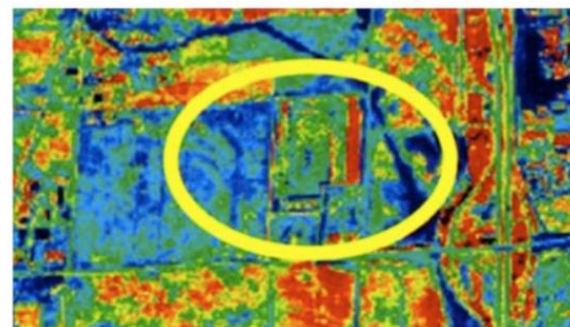
\*Fonte: newsletter «Rinnovabili.it»

Nelle grandi aree urbane il clima è più mite rispetto alle zone rurali vicine, questo fenomeno è conosciuto col nome di '**isola di calore**'. Le grandi città sono caratterizzate per la maggior parte della loro estensione da **superfici asfaltate e edificate**, gli spazi verdi invece sono normalmente molto pochi; questi fattori, uniti al **traffico**, all'uso degli **impianti di riscaldamento e raffreddamento**, alla vicinanza di **aree industriali**, causano un aumento generale della temperatura media annua della città e una sostanziale modifica di tutti i parametri meteorologici. La modifica avviene a causa del **maggior immagazzinamento di calore da parte delle superfici asfaltate e degli edifici (tetti e facciate)**, questo calore viene restituito lentamente all'ambiente e quindi modifica la temperatura (\*Fonte: Tesi di laurea - «Uso di materiali riflettenti per ridurre i carichi termici negli edifici», Dr. P.G. Rossi - Università degli studi Roma Tre)

## RIDURRE L'ISOLA DI CALORE significa MIGLIORARE IL RISPARMIO ENERGETICO

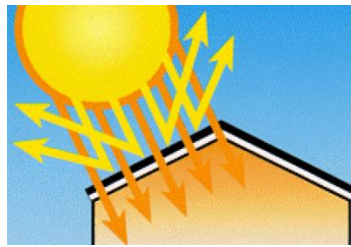
Le **alte temperature** nei centri urbani portano ad un **aumento dei consumi energetici** dovuto soprattutto all'**utilizzo di impianti per l'aria condizionata** sia nel **settore residenziale** sia in quello del **terziario**.

Nella formazione delle isole di calore è determinante il **comportamento dei materiali utilizzati per l'edificazione** in funzione della **radiazione solare**. Infatti, i materiali da costruzione e il manto stradale delle aree urbane hanno una grande capacità termica e conduttiva. Queste superfici tipicamente assorbono più radiazione solare di quanta ne riflettano e il calore trattenuto viene lentamente rilasciato. Conoscere la risposta termica dei materiali da costruzione alla radiazione solare, permette di trovare soluzioni atte al miglioramento delle loro prestazioni termiche e, di conseguenza, mitigare, almeno in parte, il fenomeno delle isole di calore.



*\*Fonte: Elisabetta Carattin «I cool roof»*

## UNA «SEMPLICE» SOLUZIONE: COATINGS RIFLETTENTI



### Tetto con coatings riflettenti    Tetto con coatings convenzionali

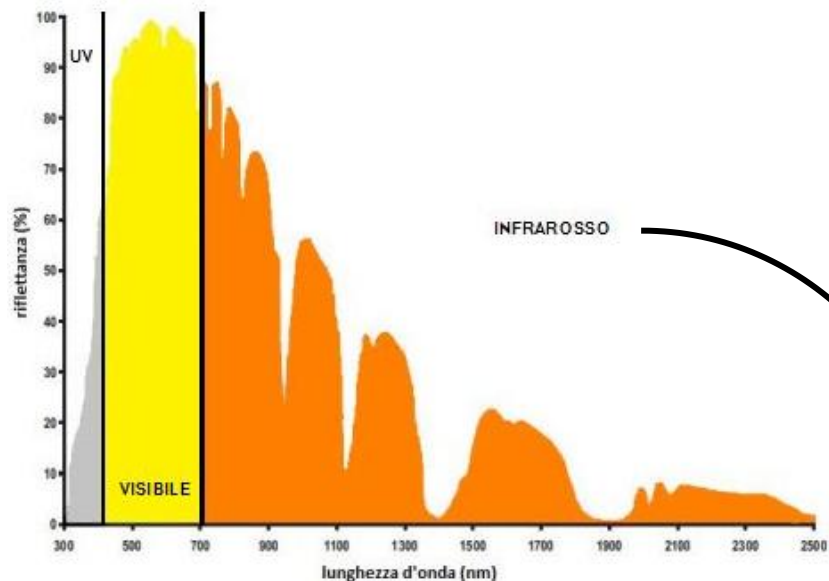
Gli oggetti di colore nero (o scuro), quando esposti ai raggi del sole, si scaldano maggiormente rispetto a quelli di colore bianco (o chiaro) che, al contrario, tendono a mantenersi più freddi. Per le tinte nelle sfumature del nero l'accumulo di calore può arrivare anche a  $T > 80^{\circ}\text{C}$

Le superfici scure degli edifici (soprattutto tetti e coperture) tendono quindi a surriscaldarsi più facilmente di quelle chiare. Parte del calore assorbito si trasferisce all'interno con evidenti disagi per il confort abitativo e costi supplementari per il ricorso ad un maggiore utilizzo degli impianti di condizionamento

E' quindi facilmente intuibile che l'utilizzo di **prodotti vernicianti con alta riflessione** sulle superfici esterne **può migliorare le condizioni climatiche** degli spazi urbani e **ridurre il fabbisogno energetico** degli edifici.

## COME FUNZIONANO I COATINGS RIFLETTENTI: LO SCUDO TERMICO

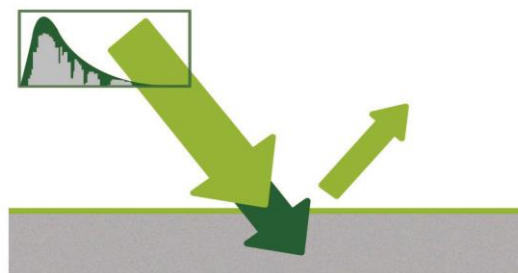
Le componenti riflettenti del coating (pigmenti IR reflex, cariche e sfere rifragenti, ecc...) respingono parte delle lunghezze d'onda della radiazione solare (presenti nella regione dell'infrarosso) diminuendo così l'assorbimento che genera calore.



**Radiazione ultravioletta**  
295 – 400 nm; UV-A e UV-B  
5% dell'energia solare

**Radiazione visibile**  
400–700 nm  
50 % dell'energia solare

**Radiazione infrarossa**  
700–2500 nm  
45% dell'energia solare  
Maggiore responsabile del calore



Le componenti riflettenti fanno da  
SCUDO respingendo la radiazione IR

99,5



ALTA

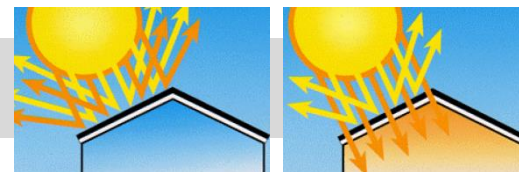
TEMPERATURA

BASSA

32,5



## IL SISTEMA PER COOL ROOF DI GFC CHIMICA -INNOVEDIL



Ciclo di coatings ad alte prestazioni costituito da:

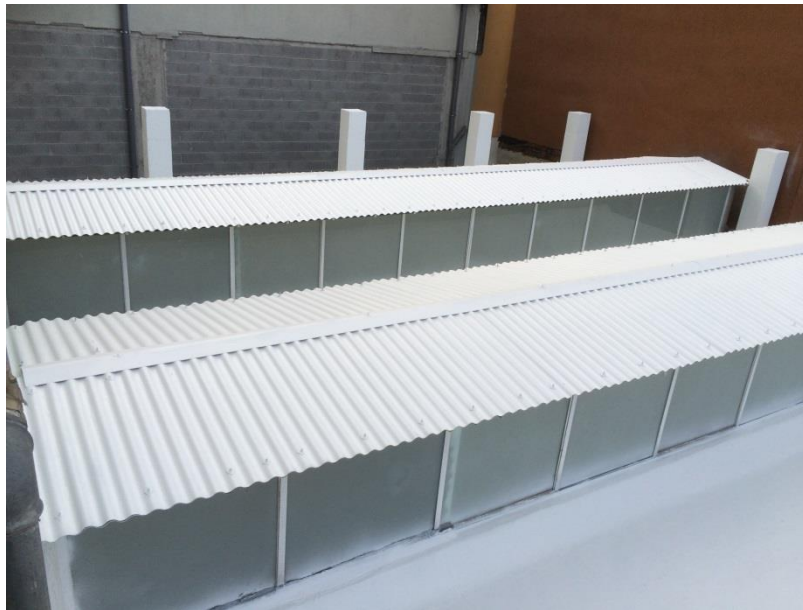
PRIMER	Promotore di adesione e barriera agli oli
FINITURA	GUAINA COOL monocomponente impermeabilizzante ad alto SRI (solar reflexion index) bianca o colorata
TOP COAT	Protettivo trasparente

**OBIETTIVO: Sistema ad alto indice di riflessione solare (SRI) che si mantenga bianco e pulito nel tempo**

PRIMA



DOPO





LASTRICO SOLARE (MILANO)



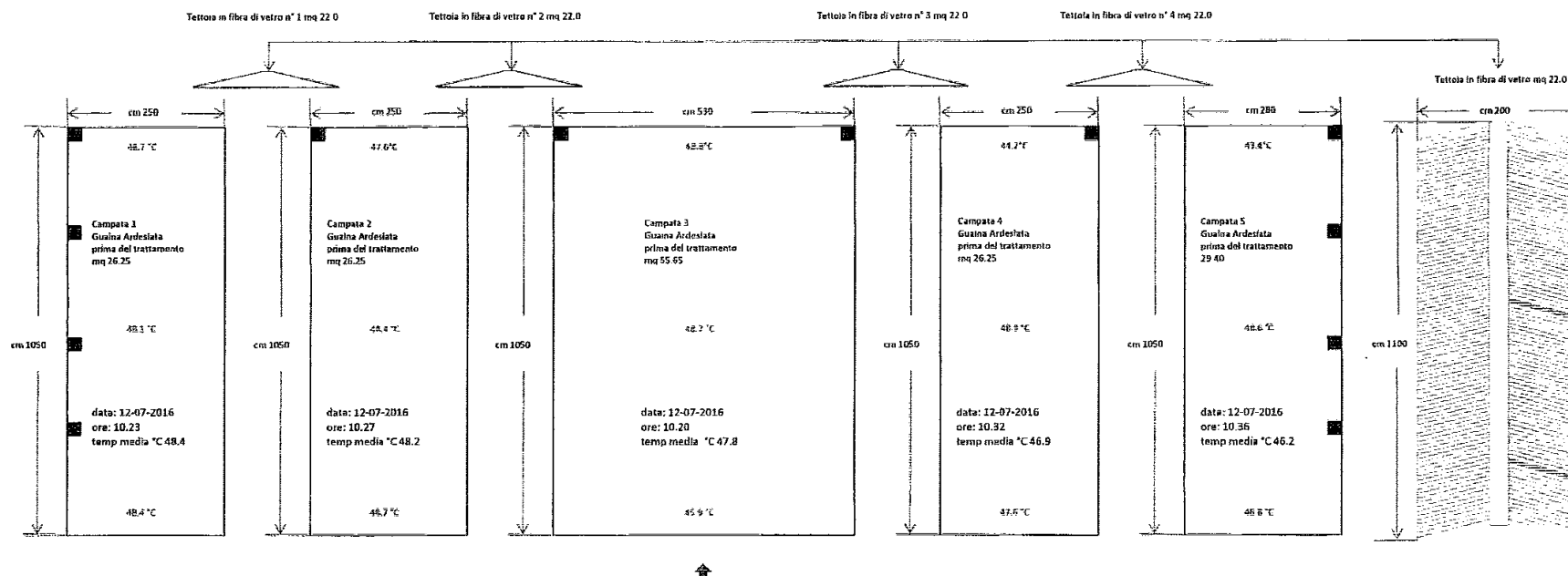


## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL BIANCA)

LASTRICO SOLARE (MILANO)

SUPERFICI:

- lastrico solare in guaina ardesiata
- tettoia in fibra di vetro
- pilastri in cemento armato



### CICLO DI APPLICAZIONE

- 1 mano PRIMER (consumo 8 m<sup>2</sup>/lt)
- 1 mano GUAINA COOL (consumo 1,5 m<sup>2</sup>/lt; AIRLESS)
- 1 mano TOP COAT (consumo 8 m<sup>2</sup>/lt)

## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL BIANCA): DIFFERENZE DI TEMPERATURE (CASO REALE)

**Note:**

Temperatura aria  $T_{media} = 28,5^{\circ}\text{C}$

Umidità aria  $U_{media} = 45\%$

Temperature misurate sulla superficie

	PRIMA DEL TRATTAMENTO	DOPO IL TRATTAMENTO	DIFFERENZA
	T(°C)	T(°C)	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$
Campata 1	48,7	26,1	-22,6
	48,1	27,1	-21,0
	48,4	26,4	-22,0
Campata 2	47,6	26,2	-21,4
	48,4	27,0	-21,4
	48,7	26,3	-22,4
Campata 3	48,8	27,4	-21,4
	48,7	26,5	-22,2
	45,9	23,9	-22,0
Campata 4	44,2	26,1	-18,1
	48,9	26,2	-22,7
	47,6	26,4	-21,2
Campata 5	43,4	25,8	-17,6
	48,6	26,3	-22,3
	46,8	26,3	-20,5
<b>MEDIE</b>	<b>47,5</b>	<b>26,3</b>	<b>-21,2</b>

## DALLE TEMPERATURE AI PARAMETRI TERMICI

### Quando un tetto è COOL?

#### PROGRAMMI e SISTEMI DI CERTIFICAZIONE

##### CRRC – Cool Roof Rating Council

Non definisce valori minimi ma indica metodiche di misura (e software di calcolo) per misurare la riflessività solare e l'emissività termica



##### Energy Star cool roof program (ES-CRRC)

Definisce valori minimi come da tabelle 1 e 2.



**Table 1 – Specifications for Low-Slope Roof Products**

Characteristic	Performance Specification
<b>Solar Reflectance</b>	
Initial Solar Reflectance	Greater than or equal to 0.65.
Maintenance of Solar Reflectance	Greater than or equal to 0.50 three years after installation under normal conditions.
<b>Reliability</b>	

**Table 2 – Specifications for Steep-Slope Roof Products**

Characteristic	Performance Specification
<b>Energy Efficiency Levels</b>	
Initial Solar Reflectance	Greater than or equal to 0.25.
Maintenance of Solar Reflectance	Greater than or equal to 0.15 three years after installation under normal conditions.
<b>Reliability</b>	

## DALLE TEMPERATURE AI PARAMETRI TERMICI

### Quando un tetto è COOL?

#### Sistema LEED - CREDITO 5 - EFFETTO ISOLA DI CALORE



##### SUPERFICI ESTERNE AD ALTA RIFLETTANZA

- ombreggiare utilizzando elementi architettonici che abbiano un valore di Indice di Riflessione Solare SRI (Solar Reflectance Index) superiore a 29 considerato a 3 anni dall'installazione. Se non sono reperibili informazioni sul valore SRI a 3 anni dall'installazione e possibile utilizzare materiali con un SRI iniziale di almeno 33 al momento dell'installazione;
- utilizzare un sistema di pavimentazione che abbiano un valore di Indice di Riflessione Solare SRI (Solar Reflectance Index) superiore a 29 considerato a 3 anni dall'installazione. Se non sono reperibili informazioni sul valore SRI a 3 anni dall'installazione e possibile utilizzare materiali con un SRI iniziale di almeno 33 al momento dell'installazione.

##### TETTI VERDI O COPERTURE AD ALTA RIFLETTANZA

- Realizzare una copertura verde estensiva oppure utilizzare materiali di copertura che abbiano un Indice di Riflessione Solare SRI (Solar Reflectance Index), considerato a 3 anni dall'installazione, maggiore o uguale al valore riportato nella tabella sottostante per un minimo del 75% della superficie del tetto. Se non sono reperibili informazioni sul valore SRI a 3 anni dall'installazione e possibile utilizzare materiali con un SRI iniziale.

Tabella 1.

Tipi di copertura	Pendenza	SRI Iniziale	SRI a 3 anni dall'installazione
Coperture a bassa pendenza	≤15%	82	82
Coperture a pendenza elevata	> 15%	39	39



Il programma energetico LEED si basa sulla misura di SRI (solar reflection index – indice di riflessione solare)

E' il parametro che coniuga i valori di riflessione solare ed emissività termica ed esprime la capacità di un materiale di **respingere il calore** solare. È definito in modo tale che per il nero standard SRI=0, e per il bianco standard SRI=100.

I materiali con più elevato valore di SRI consentono di ridurre le temperature delle superfici. In generale vale la regola che: materiali “caldi” assumono valori di SRI prossimi allo zero o addirittura leggermente negativi, mentre materiali “freddi” possono avere valori anche superiori a 100.

$$SRI = 100 \frac{T_b - T_s}{T_h - T_w}$$

dove:

$T_w$  = temperatura stazionaria della superficie standard bianca, espressa in K;

$T_b$  = temperatura stazionaria della superficie standard nera, espressa in K;

$T_s$  = temperatura superficiale stazionaria, espressa in K.

## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL bianca): SRI e TSR

### "GUAINA COOL BIANCA"

Provino	Fattore di riflessione solare " $\rho_e$ "	Fattore di assorbimento solare " $\alpha_e$ "	Emissività termica " $\epsilon$ "
[n.]	[-]	[-]	[-]
1	0,869	0,131	0,916
2	0,874	0,126	0,911
3	0,864	0,136	0,912

Temperatura stazionaria della superficie standard bianca " $T_w$ " [K]		
$h_c = 5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$h_c = 12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$h_c = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
322,2	318,0	313,9
Temperatura stazionaria della superficie standard nera " $T_b$ " [K]		
$h_c = 5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$h_c = 12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$h_c = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
376,2	355,4	334,3

Provino	Temperatura superficiale stazionaria " $T_s$ " [K]		
	$h_c = 5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$h_c = 12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$h_c = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
[n.]			
1	316,7	314,3	311,9
2	316,4	314,1	311,8
3	317,2	314,6	312,1

Provino	Indice di riflessione solare "SRI"		
	$h_c = 5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$h_c = 12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$h_c = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
[n.]			
1	110,2	109,8	109,5
2	110,9	110,5	110,2
3	109,4	109,1	108,8
<b>Valore medio</b>	<b>110,2</b>	<b>109,8</b>	<b>109,5</b>

Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL bianca): SRI e TSR

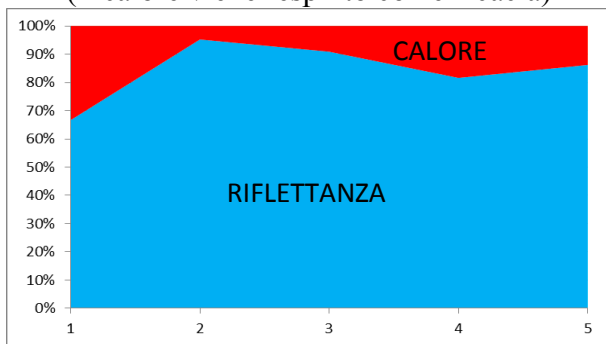
**TSR (Riflettanza solare totale – Total Solar Reflectance)**

La riflettanza solare totale è la capacità di un materiale di riflettere la radiazione solare incidente; il suo valore varia da 0%, per una superficie totalmente assorbente, fino a 100% per una superficie perfettamente riflettente.

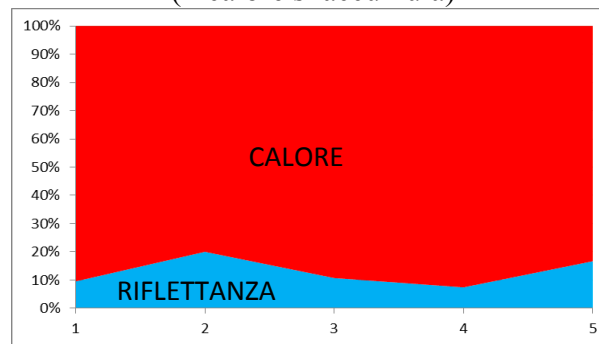
Ad un elevato valore del fattore TSR corrisponde un alto grado di riflessione, mentre un basso valore di TSR indica un alto grado di assorbimento. I pigmenti bianchi, primo tra tutti il biossido di titanio, hanno per loro natura, un fattore TSR più elevato rispetto a tutti gli altri pigmenti colorati. Per contro i pigmenti scuri hanno un fattore TSR molto basso.

Il parametro TSR tiene conto dell'intero spettro dell'irraggiamento solare; per questo motivo oltre al valore percentuale di TSR è interessante valutare anche la forma e l'andamento dello spettro UV-VIS-NIR in tutta la sua interezza.

Profilo TSR con alta riflettanza  
(il calore viene respinto con efficacia)



Profilo TSR con bassa riflettanza  
(il calore si accumula)



## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL bianca): SRI e TSR

### DIAGRAMMA DELLA RIFLETTANZA





## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL BIANCA): IL PROBLEMA DELL'INGIALLIMENTO

Oltre alla riflessione (SRI e TSR) occorre considerare la durabilità nel tempo del bianco. Tipicamente si osservano le situazioni nelle fotografie.

SIMULATORE OUTDOOR

Dopo 6 settimane (UV e acqua stagnante)

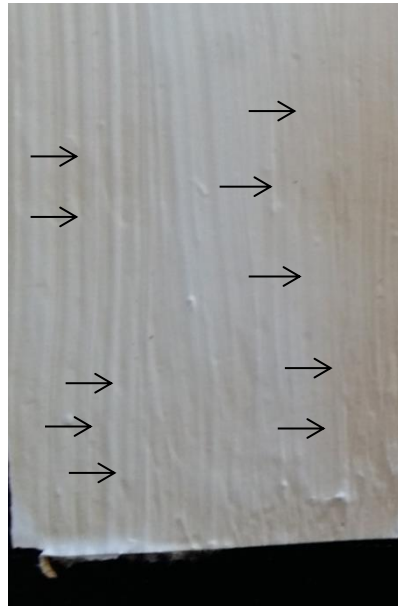
LABORATORIO

Subito dopo l'applicazione



LABORATORIO

Dopo 3 giorni a T=70°C (stufa)



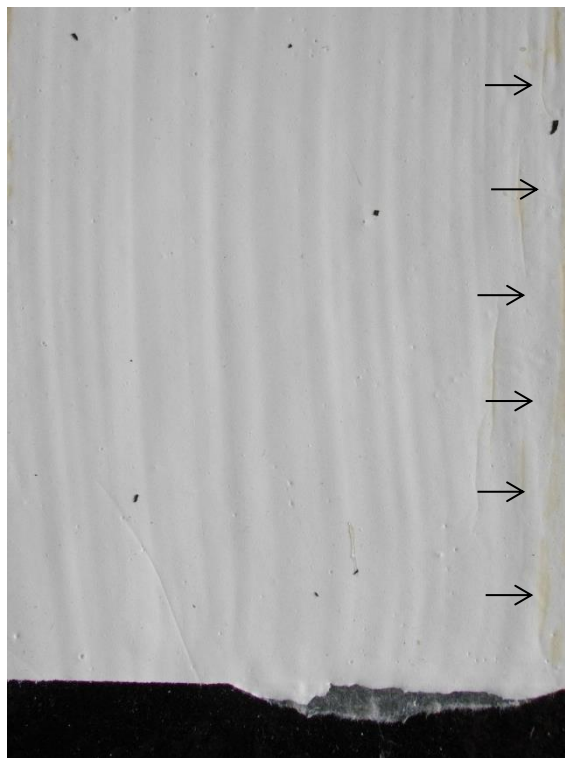
## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL bianca): IL PROBLEMA DELL'INGIALLIMENTO

LABORATORIO  
Subito dopo l'applicazione



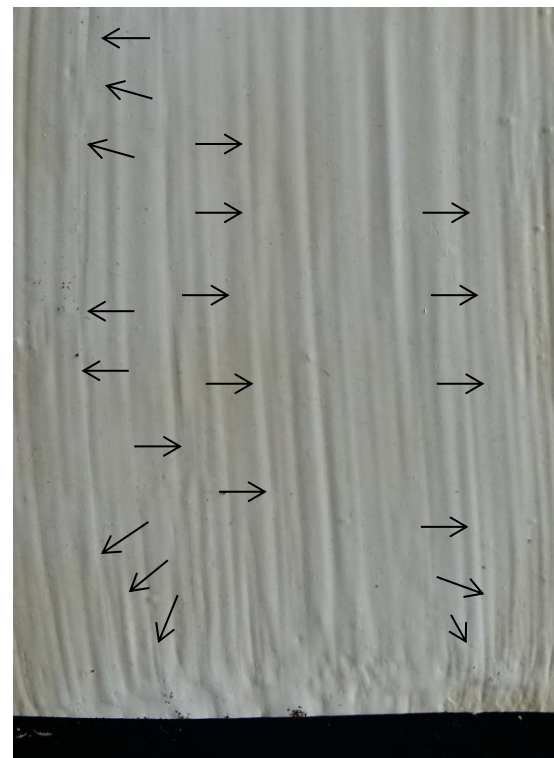
LABORATORIO  
Dopo 30 giorni a T=70°C (stufa)

CICLO GUAINA COOL  
(LEGGERO INGIALLIMENTO)



LABORATORIO  
Dopo 30 giorni a T=70°C (stufa)

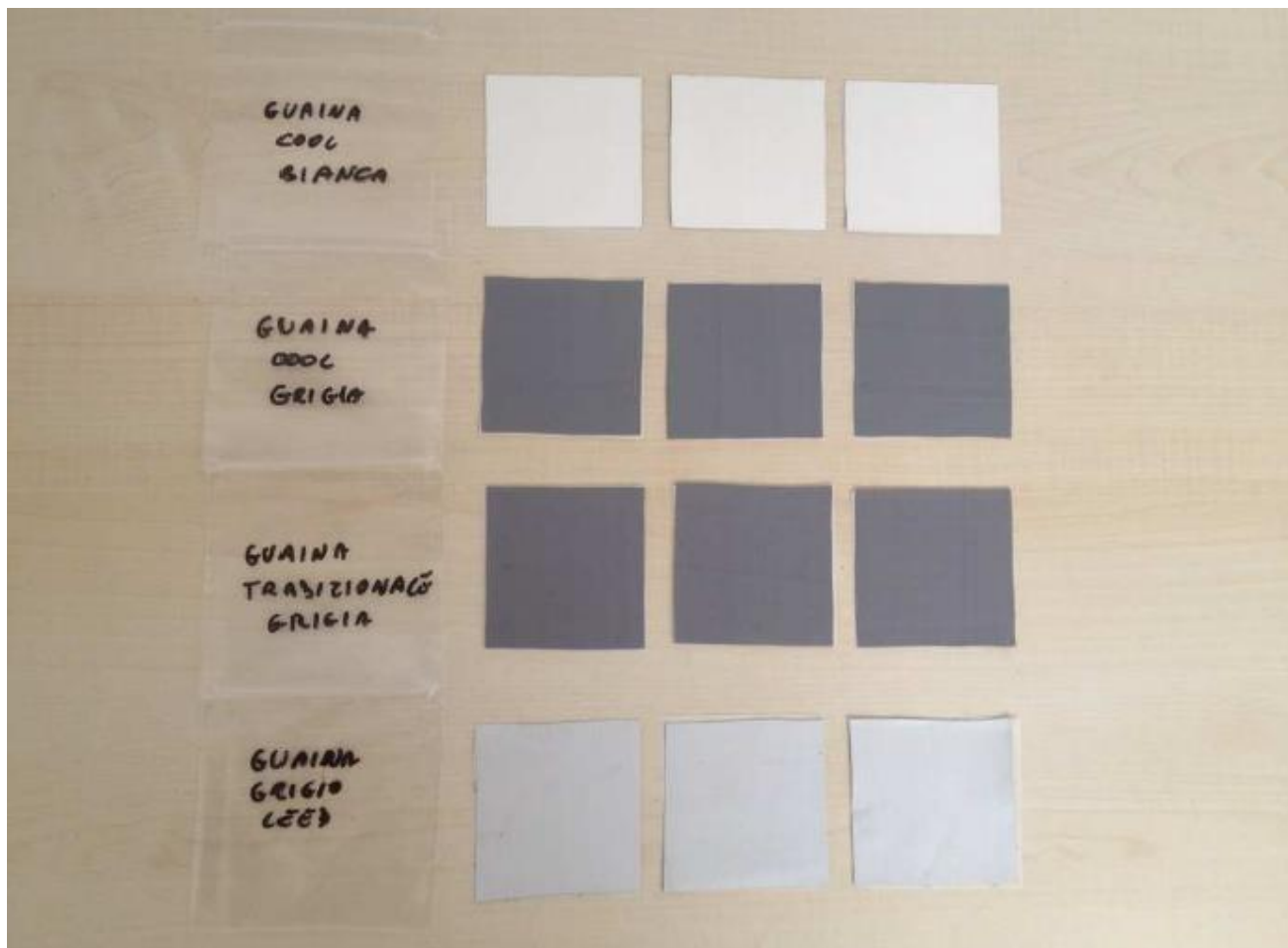
GUAINA CLASSICA  
(INGIALLIMENTO EVIDENTE)



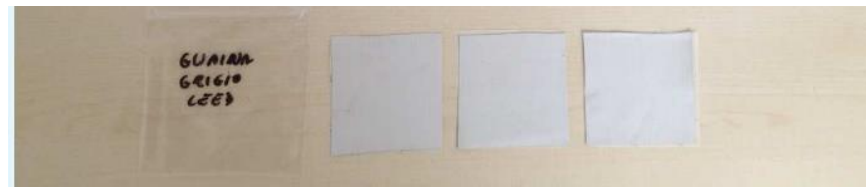
## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL colore BIANCO): VANTAGGI

- ✓ PARAMETRI TERMICI PER ALTA RIFLESSIONE (SRI, TSR, superamento criteri energetici LEED)
- ✓ IL CICLO E' BIANCO E RIMANE PULITO A LUNGO NEL TEMPO  
Bassa presa di sporco  
Limitato ingiallimento dovuto alla migrazione degli oli
- ✓ CONTENIMENTO DELLE ISOLE DI CALORE
- ✓ RISPARMIO ENERGETICO

## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL BIANCA): DAL BIANCO AI COLORATI







## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL COLORATA): GRIGIO LEED

"GUAINA GRIGIO LEED"

Provino	Fattore di riflessione solare "ρ <sub>e</sub> "	Fattore di assorbimento solare "α <sub>e</sub> "	Emissività termica "ε"
[n.]	[-]	[-]	[-]
1	0,715	0,285	0,915
2	0,721	0,279	0,912
3	0,701	0,299	0,911

Temperatura stazionaria della superficie standard bianca "T<sub>w</sub>" [K]

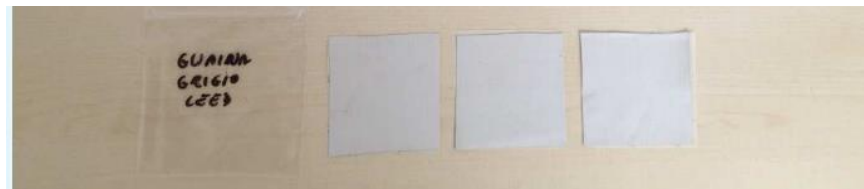
h <sub>c</sub> = 5 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 12 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 30 W/(m <sup>2</sup> · K)
322,2	318,0	313,9

Temperatura stazionaria della superficie standard nera "T<sub>b</sub>" [K]

h <sub>c</sub> = 5 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 12 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 30 W/(m <sup>2</sup> · K)
376,2	355,4	334,3

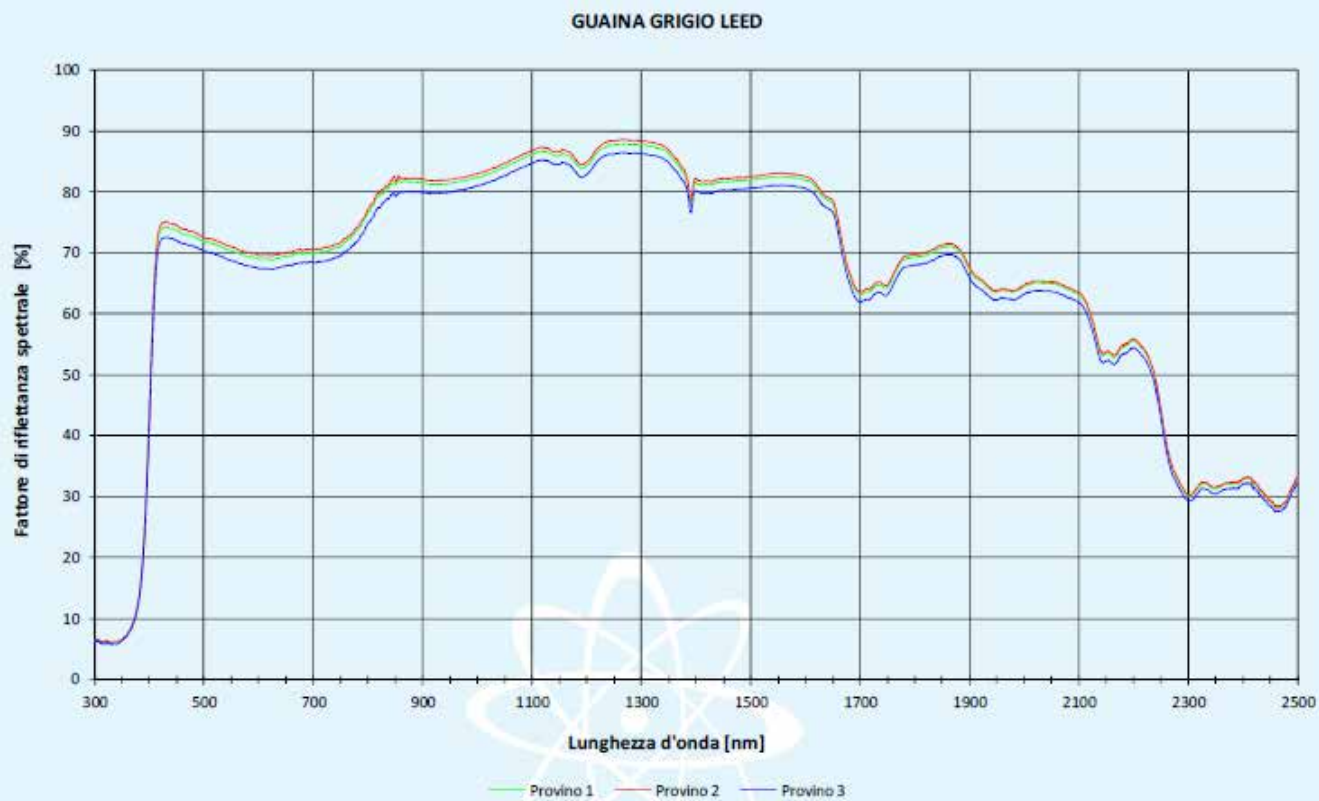
Provino	Temperatura superficiale stazionaria "T <sub>s</sub> " [K]		
	h <sub>c</sub> = 5 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 12 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 30 W/(m <sup>2</sup> · K)
[n.]			
1	328,5	322,2	316,2
2	328,1	321,9	316,0
3	329,7	323,0	316,6

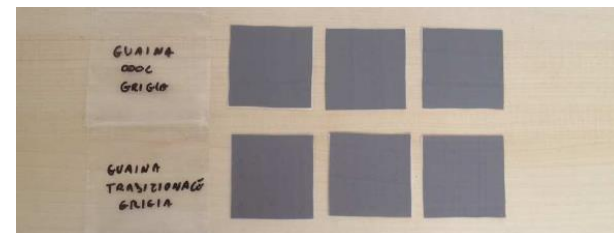
Provino	Indice di riflessione solare "SRI"		
	h <sub>c</sub> = 5 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 12 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 30 W/(m <sup>2</sup> · K)
[n.]			
1	88,4	88,6	88,7
2	89,2	89,4	89,5
3	86,2	86,5	86,7
<b>Valore medio</b>	<b>87,9</b>	<b>88,2</b>	<b>88,3</b>



## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL COLORATA): GRIGIO LEED

### DIAGRAMMA DELLA RIFLETTANZA





ANDAMENTO : TEMPO /TEMPERATURA

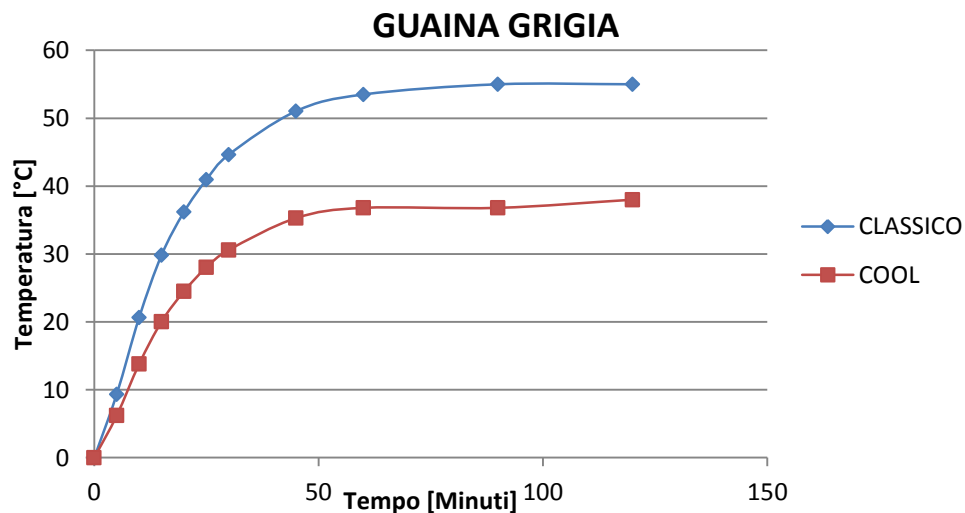
### Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL COLORATA): GRIGIO SCURO (cemento)

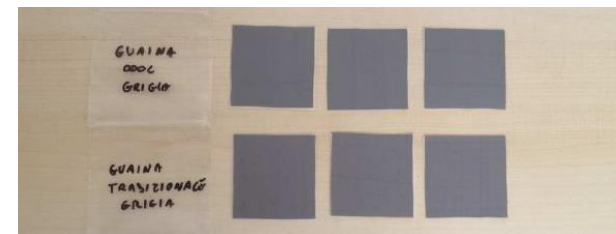
TEMPO	TEMPERATURA (°C)								
	PROVA 1		PROVA 2		MEDIA		DIFFERENZA CON TEMPERATURA AMBIENTE		DIFFERENZA
	CLASSICA	COOL	CLASSICA	COOL	CLASSICA	COOL	CLASSICA	COOL	
0	28.9	29.0	28.2	28.1	28.6	28.6	0.0	0.0	0.0
5	37.1	35.8	38.7	33.7	37.9	34.8	9.4	6.2	3.2
10	46.8	43.9	51.6	40.8	49.2	42.4	20.7	13.8	6.9
15	55.1	50.9	61.7	46.3	58.4	48.6	29.9	20.1	9.8
20	60.3	55.3	69.2	50.8	64.8	53.1	36.2	24.5	11.7
25	64.6	59.1	74.4	54.1	69.5	56.6	41.0	28.1	12.9
30	68.2	61.8	78.2	56.5	73.2	59.2	44.7	30.6	14.1
45	74.2	66.7	85.0	61.0	79.6	63.9	51.1	35.3	15.8
60	76.5	68.3	87.6	62.4	82.1	65.4	53.5	36.8	16.7
90	78.1	68.3	89.0	62.4	83.6	65.4	55.0	36.8	18.2
120	77.9	69.2	89.2	63.9	83.6	66.6	55.0	38.0	17.0

GUAINA COOL: T = 38,0 °C

GUAINA TRADIZIONALE: T = 55,0 °C

**Differenza T = 17,0 °C**





## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL COLORATA): GRIGIO SCURO (cemento)

Provino	Fattore di riflessione solare "r <sub>e</sub> "	Fattore di assorbimento solare "a <sub>e</sub> "	Emissività termica "e"
1	0,345	0,55	0,910
2	0,338	0,662	0,908
3	0,338	0,62	0,913
Indice di riflessione solare "SRI"			
	h <sub>c</sub> = 5 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 12 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 30 W/(m <sup>2</sup> · K)
1	38,2	38,8	39,2
2	37,2	37,8	38,2
3	37,4	37,9	38,2
Valore medio	37,6	38,2	38,5

**GUAINA COOL: SRI medio = 38,1**

**Differenza SRI medio = 15,7**

I parametri sono stati determinati in corrispondenza di tre diversi valori per il coefficiente convettivo di scambio termico "h<sub>c</sub>":

- h<sub>c</sub> = 5 W/(m<sup>2</sup> · K) = velocità dell'aria bassa (da 0 a 2 m/s);
- h<sub>c</sub> = 12 W/(m<sup>2</sup> · K) = velocità dell'aria media (da 2 a 6 m/s);
- h<sub>c</sub> = 30 W/(m<sup>2</sup> · K) = velocità dell'aria alta (da 6 a 10 m/s);

e in condizioni ambientali e solari standard definite da:

- flusso solare = 1000 W/m<sup>2</sup>;
- temperatura ambiente dell'aria = 310 K (pari a 37 °C);
- temperatura del cielo = 300 K (pari a 27 °C).

Le misure sono state effettuate in triplice.

Provino	Fattore di riflessione solare "r <sub>e</sub> "	Fattore di assorbimento solare "a <sub>e</sub> "	Emissività termica "e"
1	0,224	0,776	0,896
2	0,223	0,777	0,900
3	0,226	0,774	0,901
Indice di riflessione solare "SRI"			
	h <sub>c</sub> = 5 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 12 W/(m <sup>2</sup> · K)	h <sub>c</sub> = 30 W/(m <sup>2</sup> · K)
1	21,5	22,2	22,7
2	21,8	22,4	22,8
3	22,2	22,8	23,2
Valore medio	21,8	22,5	22,9

**GUAINA TRADIZIONALE: SRI medio = 22,4**

## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL COLORATA): SIMULATORE AMBIENTALE

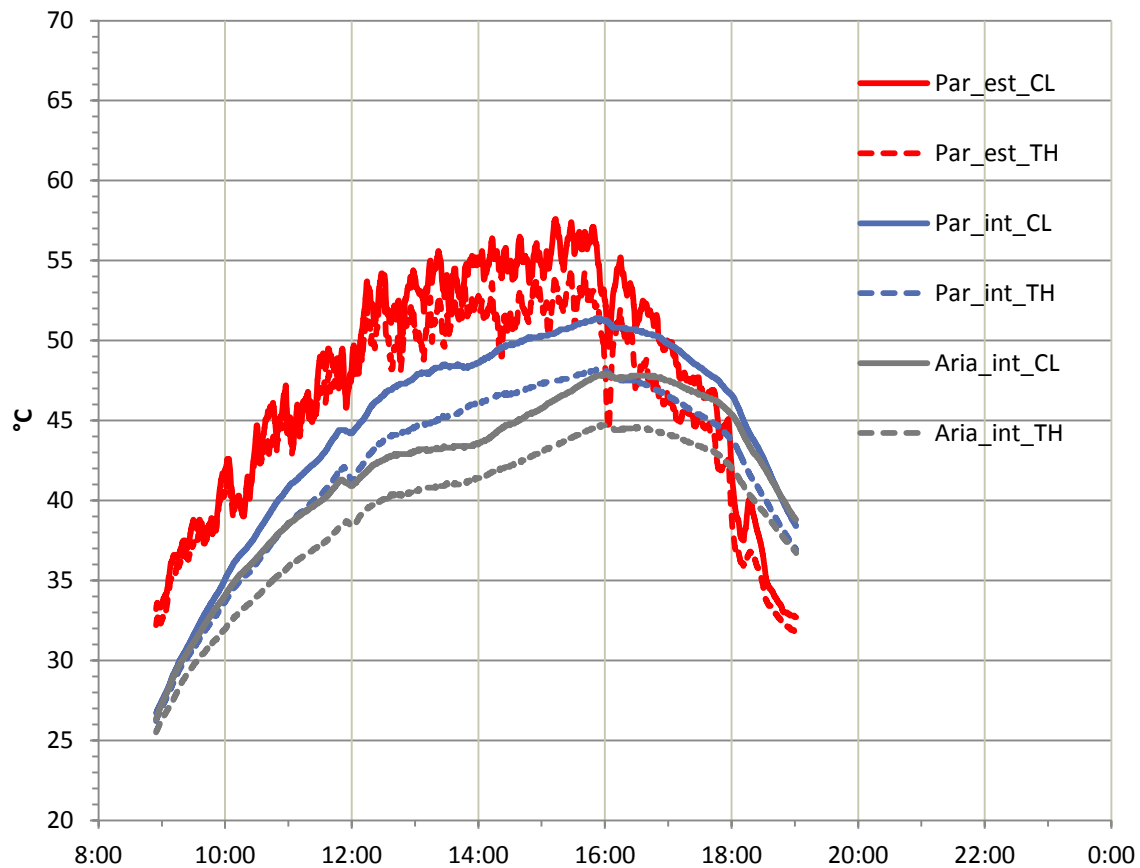
Rilievi misurati sulla parete orizzontale (TETTO) nel mese di agosto.





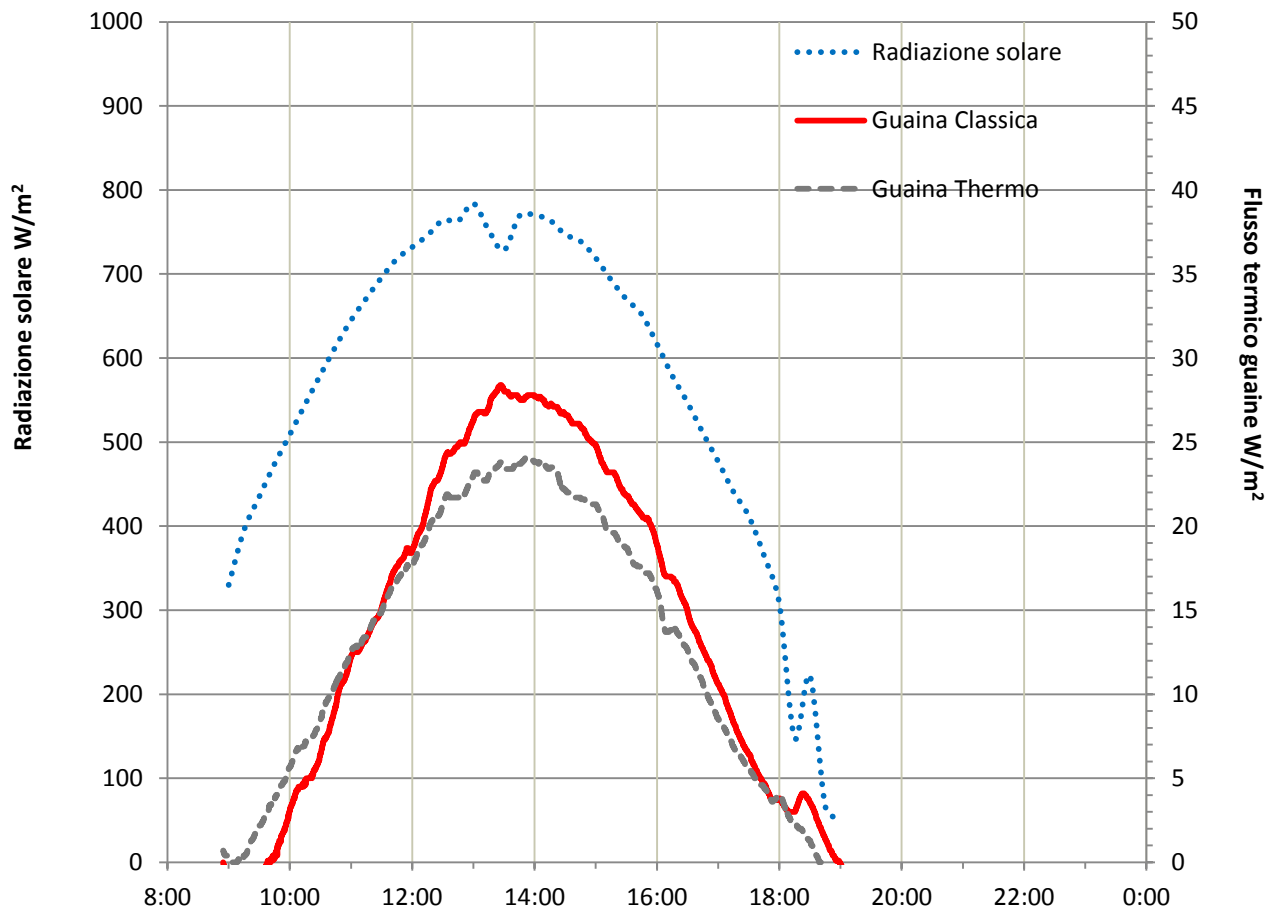
## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL COLORATA): SIMULATORE AMBIENTALE

Temperature superficiali esterne mediamente più basse di 2,5/3°C



## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL COLORATA): SIMULATORE AMBIENTALE

Abbattimento medio percentuale del flusso termico pari al 15% (fra le 13:00 e le 16:30).

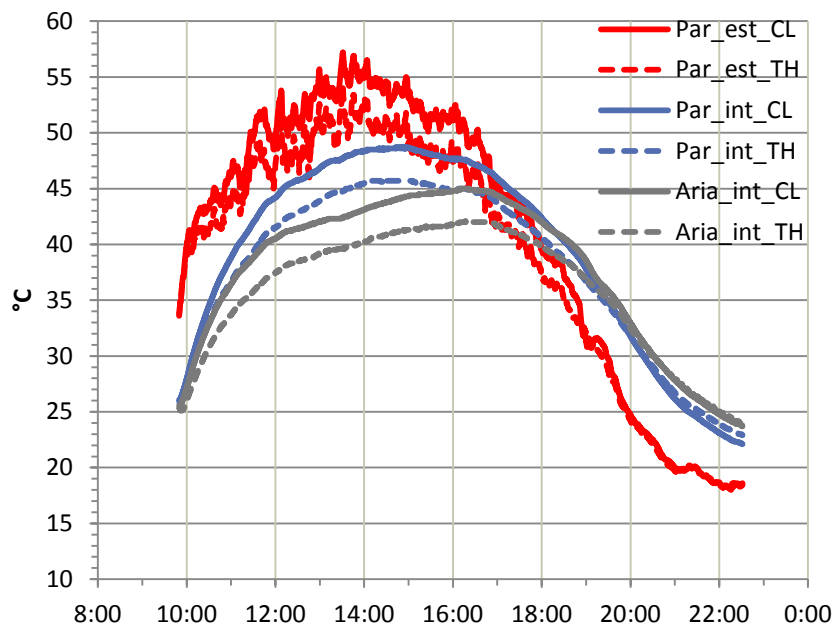


## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL COLORATA): SIMULATORE AMBIENTALE

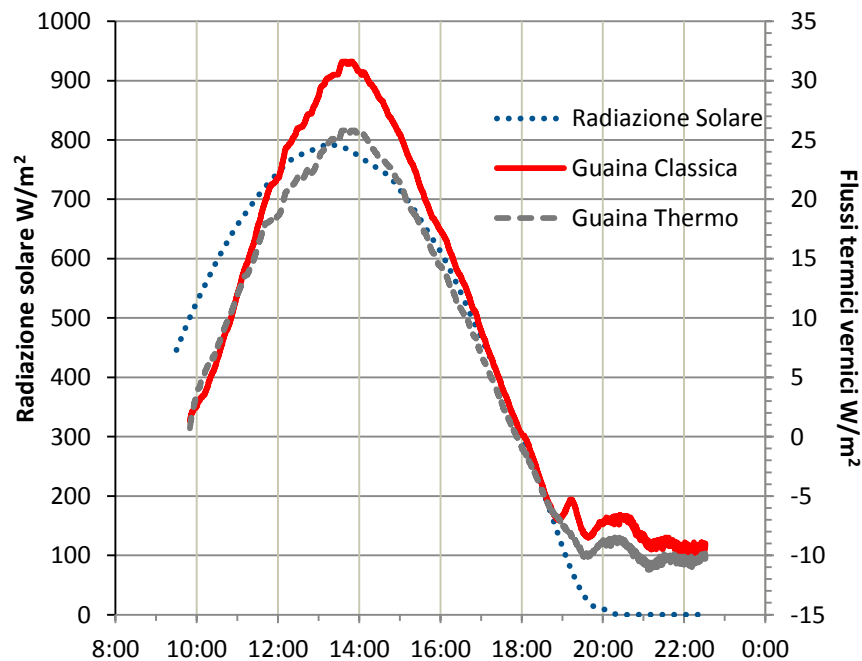
Rilievi misurati sulla parete orizzontale nel mese di agosto.

Abbattimento medio percentuale del flusso termico pari al 15/18% (fra le 12:00 e le 16:30).

Temperature superficiali esterne mediamente più basse di 3,5°C.

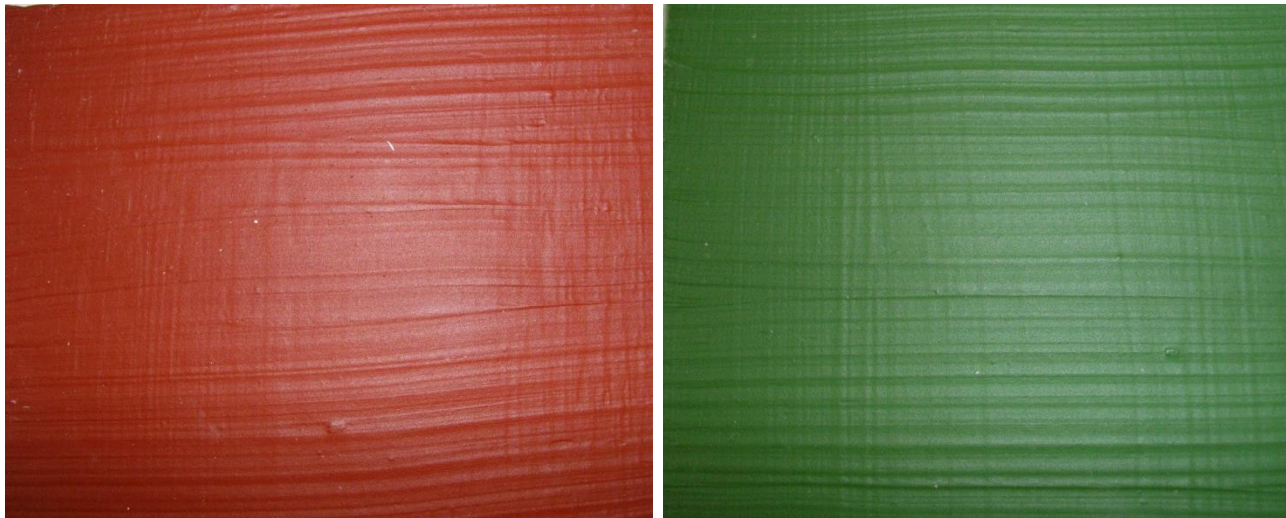


Nelle ore serali si registra un valore di flusso termico maggiore in valore assoluto da parte di GUAINA COOL. Ciò porta a sopporre una maggiore emissione verso l'ambiente circostante nelle ore serali, dunque un maggior raffreddamento



## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL COLORATA): ALTRI COLORI

E' possibile sviluppare guaine con proprietà termiche analoghe a quelle finora descritte in colori diversi dal bianco e dalla scala dei grigi.



### INPUT:

- Adeguata selezione materie prime con proprietà termiche
- Formulazione di un ciclo completo (multistrato=doppia o tripla barriera)

**GUAINA COOL**

**PROPRIETA' CHIMICO-FISICHE**



## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL): PRESTAZIONI CHIMICO-FISICHE

- determinazione del grado di trasmissione dell'acqua liquida (permeabilità) (norma UNI EN 1062-3)
- determinazione dell'assorbimento % di acqua liquida
- determinazione del grado di trasmissione del vapore (norma UNI EN ISO 7783)
- determinazione della resistenza alle cavillature CBA (allungamento) (norma UNI EN 1062-7)
- determinazione dell'aderenza mediante aderometro a trazione (norma UNI EN ISO 4624)
- valutazione dell'invecchiamento accelerato alle radiazioni UV per 1000 ore (norma UNI 10686)
- resistenza al ciclo di simulazione ambientale sole-pioggia (norma UNI 10686)
- resistenza al ciclo di simulazione ambientale gelo-disgelo (norma UNI 10686)

## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL): Assorbimento d'acqua (immersione 24 ore)

Peso provino (g)	Acqua assorbita (g)	Tempo (min)	Tempo (h)	DKg/m <sup>2</sup>	Tempo (h) <sup>0,5</sup>
1043,28	0,00	0	0,000	0,000	0,000
1043,32	0,04	10	0,167	0,002	0,408
1043,50	0,22	30	0,500	0,011	0,707
1043,57	0,29	60	1,000	0,014	1,000
1043,60	0,32	120	2,000	0,016	1,414
1043,63	0,35	180	3,000	0,017	1,732
1043,66	0,38	360	6,000	0,019	2,449
1043,94	0,66	1440	24,000	0,033	4,899

PROVINO 1:  $w=0,007 \text{ Kg/m}^2\text{h}^{0,5}$

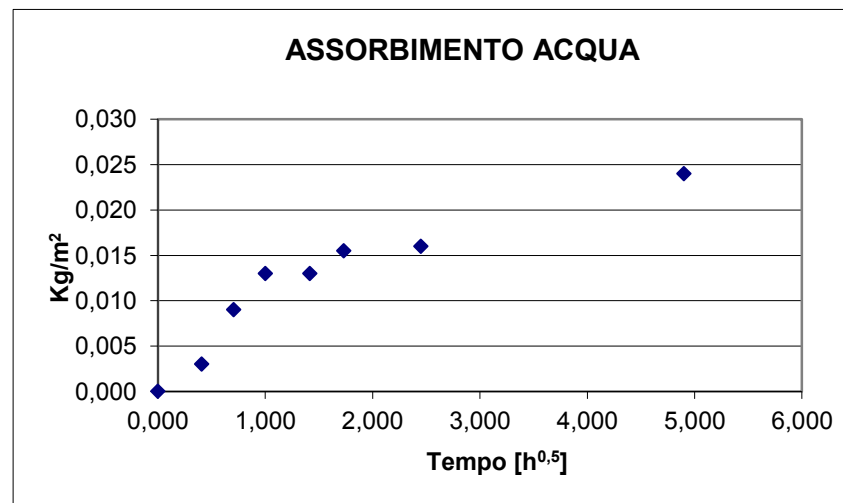
Peso provino (g)	Acqua assorbita (g)	Tempo (min)	Tempo (h)	DKg/m <sup>2</sup>	Tempo (h) <sup>0,5</sup>
1247,56	0,00	0	0,000	0,000	0,000
1247,62	0,06	10	0,167	0,003	0,408
1247,74	0,18	30	0,500	0,009	0,707
1247,82	0,26	60	1,000	0,013	1,000
1247,82	0,26	120	2,000	0,013	1,414
1247,87	0,31	180	3,000	0,015	1,732
1247,88	0,32	360	6,000	0,016	2,449
1248,04	0,48	1440	24,000	0,024	4,899

PROVINO 2:  $w=0,005 \text{ Kg/m}^2\text{h}^{0,5}$

Peso provino (g)	Acqua assorbita (g)	Tempo (min)	Tempo (h)	DKg/m <sup>2</sup>	Tempo (h) <sup>0,5</sup>
947,94	0,00	0	0,000	0,000	0,000
947,99	0,05	10	0,167	0,000	0,408
948,22	0,28	30	0,500	0,001	0,707
948,27	0,33	60	1,000	0,002	1,000
948,21	0,27	120	2,000	0,001	1,414
948,31	0,37	180	3,000	0,002	1,732
948,31	0,37	360	6,000	0,002	2,449
948,54	0,60	1440	24,000	0,003	4,899

PROVINO 3:  $w=0,001 \text{ Kg/m}^2\text{h}^{0,5}$

**W medio =  $0,004 \text{ Kg/m}^2\text{h}^{0,5}$**



## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL): Assorbimento d'acqua %

### Immersione per 24 ore

CAMPIONI	PESO INIZIALE (g)	PESO DOPO 24H DI IMMERSIONE IN ACQUA (g)	AUMENTO PESO (g)	AUMENTO PESO DOPO 24 ORE DI IMMERSIONE (%)
1	10,41	11,19	0,78	7,49
2	11,43	12,35	0,92	8,04
3	13,24	14,27	1,03	7,77
			<b>MEDIA</b>	<b>7,77</b>

### Cicli ripetuti di immersione

(28 giorni di immersione in acqua + 7 giorni asciutto + 28 giorni di immersione in acqua)

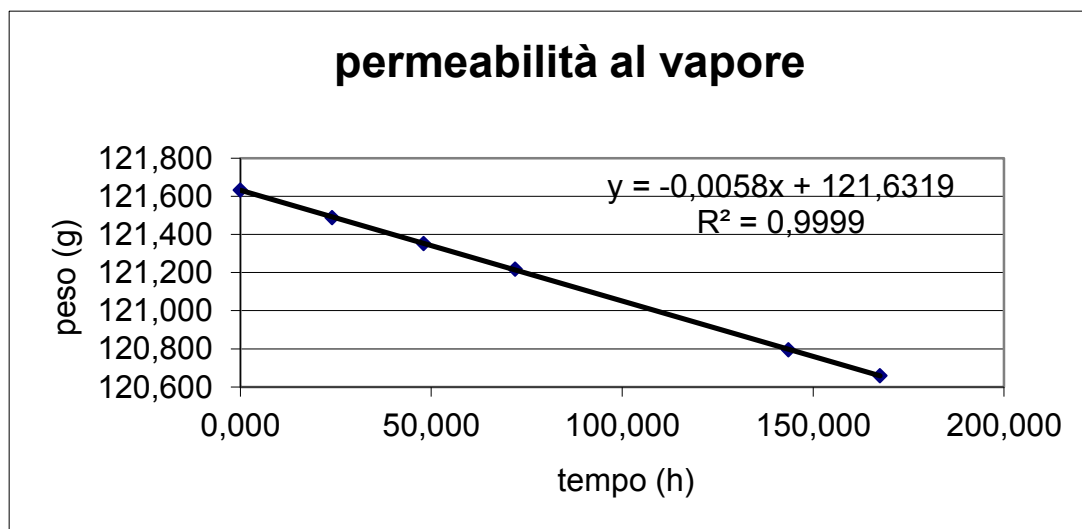
CAMPIONI	PESO INIZIALE (g)	PESO DOPO 24H DI IMMERSIONE IN ACQUA (g)	AUMENTO PESO (g)	AUMENTO PESO DOPO 24 ORE DI IMMERSIONE (%)
1	13,55	14,17	0,62	4,57
2	14,61	15,09	0,48	3,28
3	17,43	17,93	0,50	2,86
			<b>MEDIA</b>	<b>3,57</b>

Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL): Permeabilità al vapore

Provino 1	
tempo (h)	peso (g)
0,000	124,920
24,000	124,752
48,000	124,587
72,000	124,426
143,500	123,920
167,500	123,755

Provino 2	
tempo (h)	peso (g)
0,000	124,112
24,000	123,957
48,000	123,813
72,000	123,669
143,500	123,218
167,500	123,072

Provino 3	
tempo (h)	peso (g)
0,000	121,633
24,000	121,489
48,000	121,352
72,000	121,218
143,500	120,795
167,500	120,660



**Sd = 1,4717 m**

**Spessore = 586 micron**

**$\mu = 2511$**

**V = 13,95g/m<sup>2</sup>d**

## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL): Crack Bridging Ability (CBA)

N.	Dimensioni (mm)	Spessore (micron)	Temperatura di prova (°C)	Prima fessurazione (micron)	Capacità alla Fessurazione
1	300x200x40	600	-20°C	521	A3
2	300x200x40	600	-20°C	530	A3
3	300x200x40	600	-20°C	547	A3

### Classificazione:

Classe	Larghezza della fessura [mm]	Velocità di apertura della fessura [mm/min]
A <sub>1</sub>	> 0,100	-
A <sub>2</sub>	> 0,250	0,05
A <sub>3</sub>	> 0,500	0,05
A <sub>4</sub>	> 1,250	0,5
A <sub>5</sub>	> 2,500	0,5



## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL): Adesione a trazione (pull-off)

Adesioni (MPa)	Supporto: Fibrocemento	Supporto: lamiera zincata	Supporto: guaina bituminosa (ardesiata)
- dopo 7 giorni a T=23°C	2,0 100% A/B	3,0 100% B	1,0 50% A - 50% A/B
- dopo immersione in acqua a T=23°C per 21 gg	2,0 100% A/B	3,0 100% B	1,0 100% A
- dopo riscaldamento in stufa a T=70°C per 14 gg	2,5 100% A/B	3,0 100% B	1,0 50% A - 50% A/B
- dopo immersione in acqua alcalina (calce) a T=40°C per 7 gg	2,0 100% A/B	3,0 100% B	1,0 100% A

### Rotture:

A	Rottura di coesione del supporto
A/B	Rottura di adesione fra il supporto e il primo strato
B	Rottura di coesione del primo strato
B/C	Rottura di adesione fra il primo ed il secondo strato
-/Y	Rottura di adesione fra lo strato finale e l'adesivo
Y	Rottura di coesione dell'adesivo
Y/Z	Rottura di adesione fra l'adesivo e la testina

## Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL): invecchiamenti accelerati

Invecchiamento	ESITO*
UV 1000 ore - 4 ore lampade UV accese (T=60°C) - 4 ore acqua in condensa (T=50°C) - irraggiamento medio = 0.82 W/m <sup>2</sup> /nm	POSITIVO
GELO-DISGELO (10 cicli) - 2 ore in acqua T=20°C - 2 ore in cella frigorifera a T= -20°C	POSITIVO
SOLE-PIOGGIA (25 cicli) - 0,5 ore lampade IR accese a T= 70°C - 2,5 ore spruzzo acqua	POSITIVO

***\*positivo se non sono presenti: screpolature, distacchi, sbollature***

## CONCLUSIONI

### Sistema GFC-INNOVEDIL (GUAINA COOL)

- ✓ ALTA RIFLESSIONE TERMICA (SRI, TSR, raggiungimento criteri energetici LEED)
- ✓ CAPACITA' DELLA SUPERFICIE DI RIMANE PULITA A LUNGO NEL TEMPO  
Bassa presa di sporco  
Limitato ingiallimento dovuto alla migrazione degli oli
- ✓ CONTENIMENTO DELLE ISOLE DI CALORE
- ✓ RISPARMIO ENERGETICO
- ✓ POSSIBILITA' DI SVILUPPARE TINTE DIVERSE DAL BIANCO CON ALTE PRESTAZIONI TERMICHE
- ✓ RESISTENZA ALL'ACQUA (IMPERMEABILITA')
- ✓ RESISTENZA AGLI AGENTI ATMOSFERICI
- ✓ ELASTICITA' ALLE BASSE TEMPERATURE

## Bibliografia

- *Tesi Di Laurea - «Uso di materiali riflettenti per ridurre i carichi termici negli edifici», P.G. Rossi - Università degli Studi Roma Tre, Anno accademico 2005-2006*
- *Elisabetta Carattin «I Cool Roof»*
- *Sistema Di Verifica Gbc Home Edifici Redisenziali , Edizione 2015*
- *PRODUCT RATING PROGRAM MANUAL CRRC-1, Versione 2016*
- *ENERGY STAR® Program Requirements For Roof Products, Test Method (Rev. Dec-2013)*
- *Evaluation Services CRRC-SM ENERGY STAR® PRODUCT CERTIFICATION PROGRAM MANUAL , Revisione 2015*