

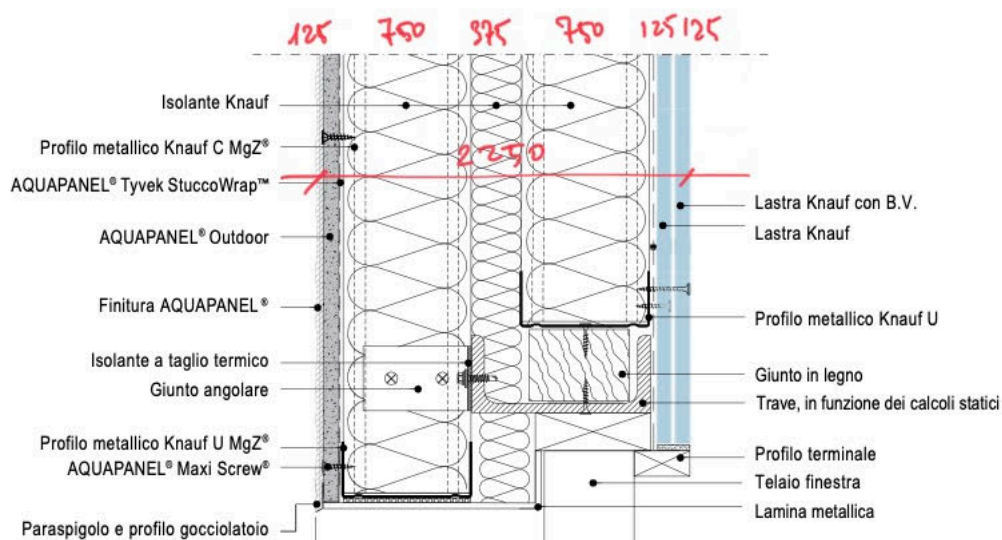
## Progetto: Scuola Bellegra



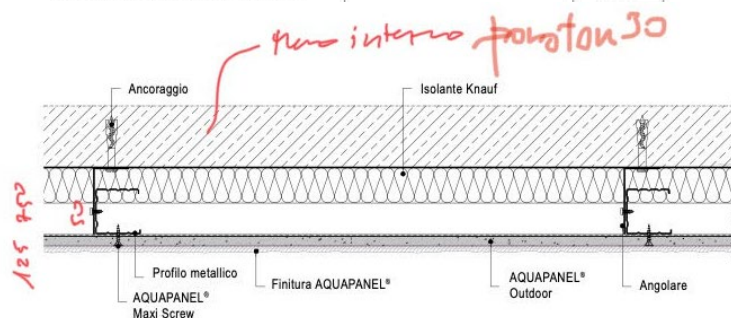
**Località: Bellegra (RM)**

	Descrizione	Trasmittanza stazionaria [W/m²K]	Trasmittanza periodica [W/m²K]	Rischio muffa superficial e	Rischio condensa interstizial e
1	Stratigrafia Parete W388E isol110Kg/mc	0,166	0,101	✓	✓
2	Stratigrafia Parete W388E isol165Kg/mc	0,188	0,092	✓	✓
3	Stratigrafia Parete W638E	0,265	0,006	✓	✓

W338E

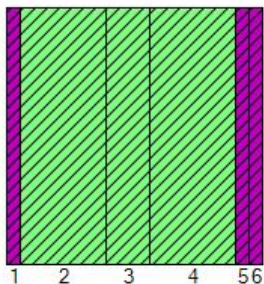


W638E



## Struttura 1: Stratigrafia Parete W388E isol110Kg/mc

### Descrizione struttura



1	VAR	Lastra Knauf Aquapanel Outdoor
2	ISO	Pannello in lana di roccia Isoroccia 110 (DP11)
3	ISO	Pannello in lana di roccia Isoroccia 110 (DP11)
4	ISO	Pannello in lana di roccia Isoroccia 110 (DP11)
5	VAR	Lastra Knauf GKB + BV, sp. 12,5 mm
6	VAR	Lastra Knauf Vidifire

	s [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	M <sub>s</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	R [m <sup>2</sup> K/W]	S <sub>D</sub> [m]	a [m <sup>2</sup> /Ms]
							0,04		
1	0,013	1150,0	0,350	1004,2	66,0	14,4	0,04	0,83	0,303
2	0,080	110,0	0,035	1046,0	1,0	8,8	2,29	0,08	0,304
3	0,040	110,0	0,035	1046,0	1,0	4,4	1,14	0,04	0,304
4	0,080	110,0	0,035	1046,0	1,0	8,8	2,29	0,08	0,304
5	0,013	680,0	0,200	1004,2	3700,0	8,5	0,06	46,25	0,293
6	0,013	1400,0	0,310	1004,2	17,0	17,5	0,04	0,21	0,221
							0,13		

### Elenco simboli

s	Spessore
$\rho$	Densità
$\lambda$	Conduttività
c	Calore specifico
$\mu$	Fattore di resistenza al vapore
M <sub>s</sub>	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S <sub>D</sub>	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

### Parametri stazionari

Spessore totale	0,238 m
Massa superficiale	62,4 kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale esclusi intonaci	62,4 kg/m <sup>2</sup>
Resistenza	6,02 m <sup>2</sup> K/W
Trasmittanza U	0,17 W/m <sup>2</sup> K

### Parametri dinamici

#### Valori invernali

#### Valori estivi

Trasmittanza periodica Y <sub>ie</sub>	0,10 W/m <sup>2</sup> K	0,10 W/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	0,62	0,61
Sfasamento	7h 3'	7h 12'
Capacità interna	29,5 kJ/m <sup>2</sup> K	29,6 kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità esterna	21,3 kJ/m <sup>2</sup> K	20,9 kJ/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna	2,05 W/m <sup>2</sup> K	2,05 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna	1,44 W/m <sup>2</sup> K	1,42 W/m <sup>2</sup> K

## Verifica trasmittanza

Provincia ROMA  
 Comune Bellegra  
 Gradi giorno 2758  
 Zona E

### Verifica invernale

Trasmittanza 0,166 W/m<sup>2</sup>K  
 Trasmittanza di riferimento 0,3 W/m<sup>2</sup>K  
 (0,26 W/m<sup>2</sup>K per edifici pubblici)  
 Trasmittanza limite per edifici esistenti 0,3 W/m<sup>2</sup>K

### Verifica superata

### Verifica estiva

Irradianza media del mese di 321,0 W/m<sup>2</sup> > 290 W/m<sup>2</sup>  
 massima insolazione

### Verifica inerziale richiesta

Massa superficiale esclusi intonaci 62,4 kg/m<sup>2</sup> < 230 kg/m<sup>2</sup>

### Verifica trasmittanza periodica necessaria

Trasmittanza periodica 0,101 W/m<sup>2</sup>K  
 Trasmittanza periodica limite 0,1 W/m<sup>2</sup>K

### Verifica non superata

## Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,4	956	66,5	20,0	1326	56,8
novembre	7,2	723	71,0	20,0	1276	54,6
dicembre	3,3	643	83,1	20,0	1336	57,2
gennaio	2,7	655	88,5	20,0	1370	58,6
febbraio	3,6	551	69,5	20,0	1232	52,7
marzo	6,1	696	74,0	20,0	1290	55,2
aprile	10,5	816	64,3	20,0	1253	53,6
maggio	13,8	880	55,7	18,0	1199	58,1
giugno	17,1	1146	58,6	18,0	1347	65,3
luglio	21,0	1177	47,3	21,0	1277	51,4
agosto	21,2	1429	57,0	21,2	1529	60,9
settembre	16,3	1117	60,5	18,0	1350	65,5

## Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

### Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	11,2	-0,160	14,6	0,287
novembre	10,6	0,261	14,0	0,527
dicembre	11,3	0,477	14,7	0,681
gennaio	11,7	0,518	15,1	0,716

febbraio	10,1	0,392	13,4	0,598
marzo	10,7	0,334	14,1	0,579
aprile	10,3	-0,021	13,7	0,336

**Rischio condensa****Rischio formazione muffe****Mese critico**

gennaio

gennaio

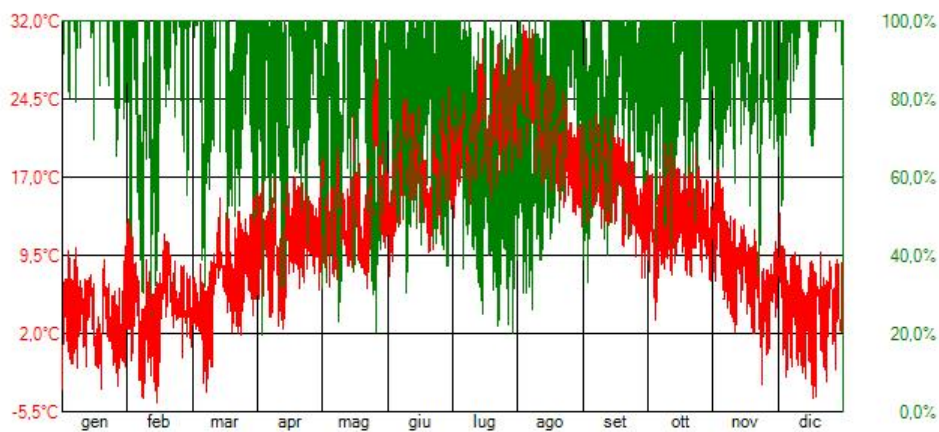
**Fattore di temperatura**

0,518

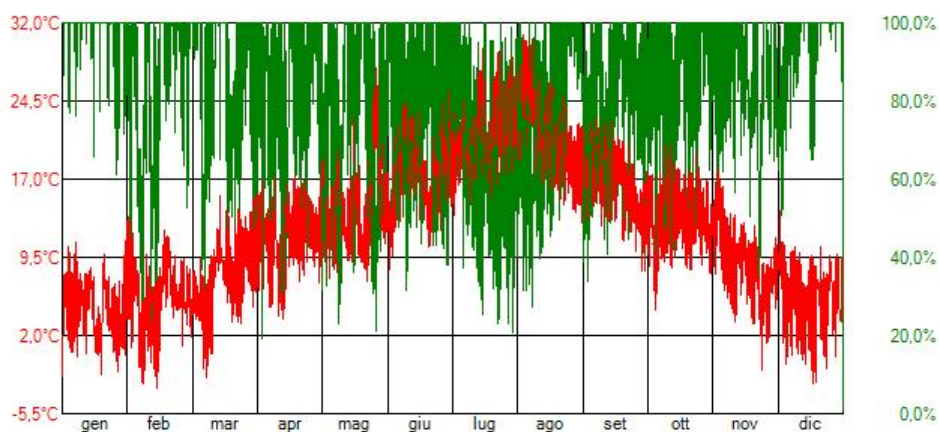
0,716

**Resistenza minima accettabile**0,52 m<sup>2</sup>K/W0,88 m<sup>2</sup>K/W**Resistenza dell'elemento**6,02 m<sup>2</sup>K/W**Verifica superata****Verifica della condensa interstiziale****Verifica superata****Verifica oraria della condensa**

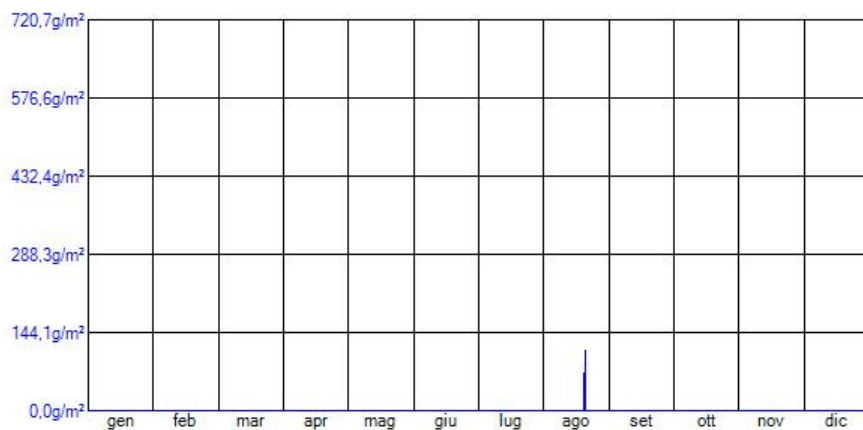
Superficie esterna



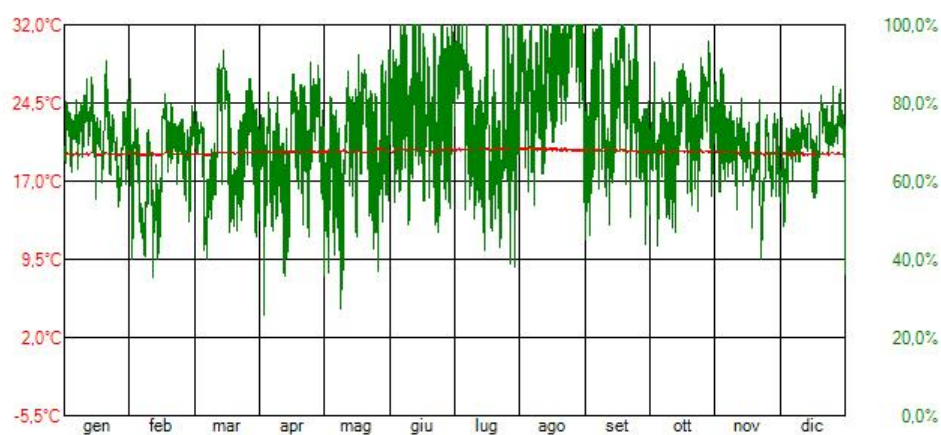
Interfaccia 1 - Temperatura e umidità relativa



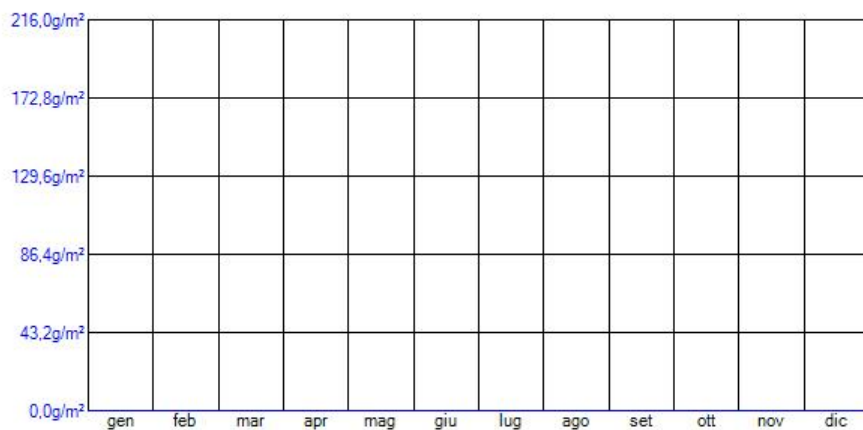
Interfaccia 1 - Condensa accumulata



Interfaccia 27 - Temperatura e umidità relativa

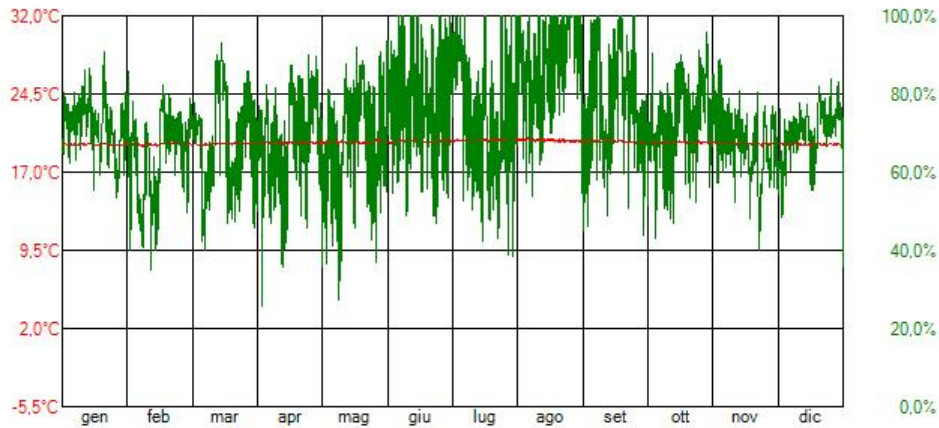


Interfaccia 27 - Condensa accumulata



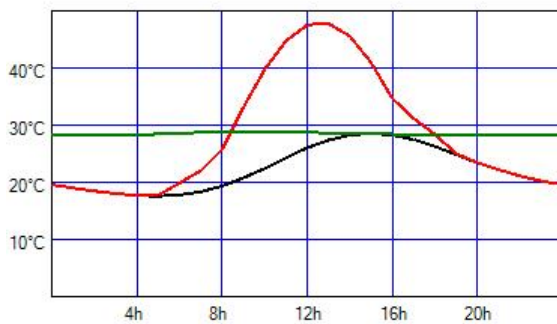
Superficie interna





## Verifica inerziale

Attenuazione	0,61
Sfasamento	7h 12'
Orientamento	Sud
Fattore di assorbimento solare	0,6



Temperatura dell'aria  
esterna

Temperatura  
superficiale esterna

Temperatura attenuata

## Calcoli agli elementi finiti estivi

### Condizioni al contorno

Temperatura esterna minima	17,7 °C
Temperatura esterna massima	47,8 °C
Temperatura interna minima	26,0 °C
Temperatura interna massima	26,0 °C

### Risultati



$T_{sup}/T_{supE}$  0,0126

$\Phi_{il}/\Phi_{iE}$  0,0424



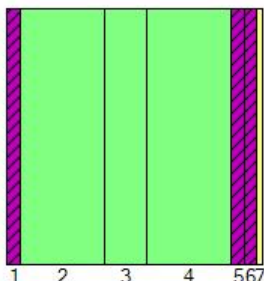
Energia esterna 35,7  $\frac{\text{kJ}}{\text{m}^2}$

Energia interna 36,1  $\frac{\text{kJ}}{\text{m}^2}$

Profondità di penetrazione 0,0668 m

## Struttura 2: Stratigrafia Parete W388E isol165Kg/mc

### Descrizione struttura



1	VAR	Lastra Knauf Aquapanel Outdoor
2	ISO	Pannello in lana di roccia a doppia densità (densità media 165 kg/m³)
3	ISO	Pannello in lana di roccia a doppia densità (densità media 165 kg/m³)
4	ISO	Pannello in lana di roccia a doppia densità (densità media 165 kg/m³)
5	VAR	Lastra Knauf GKB + BV, sp. 12,5 mm
6	VAR	Lastra Knauf Diamant
7	INT	Finitura interna

	s [m]	ρ [kg/m³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M <sub>s</sub> [kg/m²]	R [m²K/W]	S <sub>D</sub> [m]	a [m²/Ms]
							0,04		
1	0,013	1150,0	0,350	1004,2	66,0	14,4	0,04	0,83	0,303
2	0,080	165,0	0,040	1029,3	1,0	13,2	2,00	0,08	0,236
3	0,040	165,0	0,040	1029,3	1,0	6,6	1,00	0,04	0,236
4	0,080	165,0	0,040	1029,3	1,0	13,2	2,00	0,08	0,236
5	0,013	680,0	0,200	1004,2	3700,0	8,5	0,06	46,25	0,293
6	0,013	1000,0	0,250	1004,2	10,0	12,5	0,05	0,13	0,249
7	0,005	1700,0	1,470	1000,0	10,0	8,5	0,00	0,05	0,865
							0,13		

### Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduttività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M <sub>s</sub>	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S <sub>D</sub>	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

### Parametri stazionari

Spessore totale	0,243 m
Massa superficiale	76,9 kg/m²
Massa superficiale esclusi intonaci	68,4 kg/m²
Resistenza	5,32 m²K/W
Trasmittanza U	0,19 W/m²K

### Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y <sub>ie</sub>	0,09 W/m²K	0,09 W/m²K
Fattore di attenuazione	0,50	0,49
Sfasamento	8h 27'	8h 36'
Capacità interna	32,8 kJ/m²K	33,0 kJ/m²K
Capacità esterna	22,8 kJ/m²K	22,4 kJ/m²K



Ammettenza interna	2,29 W/m <sup>2</sup> K	2,31 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna	1,57 W/m <sup>2</sup> K	1,54 W/m <sup>2</sup> K

## Verifica trasmittanza

Provincia	ROMA
Comune	Bellegra
Gradi giorno	2758
Zona	E

### Verifica invernale

Trasmittanza	0,188 W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza di riferimento	0,3 W/m <sup>2</sup> K (0,26 W/m <sup>2</sup> K per edifici pubblici)
Trasmittanza limite per edifici esistenti	0,3 W/m <sup>2</sup> K

### Verifica superata

### Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione	321,0 W/m <sup>2</sup> > 290 W/m <sup>2</sup>
--	---

### Verifica inerziale richiesta

Massa superficiale esclusi intonaci	68,4 kg/m <sup>2</sup> < 230 kg/m <sup>2</sup>
-------------------------------------	--

### Verifica trasmittanza periodica necessaria

Trasmittanza periodica	0,092 W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza periodica limite	0,1 W/m <sup>2</sup> K

### Verifica superata

## Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,4	956	66,5	20,0	1326	56,8
novembre	7,2	723	71,0	20,0	1276	54,6
dicembre	3,3	643	83,1	20,0	1336	57,2
gennaio	2,7	655	88,5	20,0	1370	58,6
febbraio	3,6	551	69,5	20,0	1232	52,7
marzo	6,1	696	74,0	20,0	1290	55,2
aprile	10,5	816	64,3	20,0	1253	53,6
maggio	13,8	880	55,7	18,0	1199	58,1
giugno	17,1	1146	58,6	18,0	1347	65,3
luglio	21,0	1177	47,3	21,0	1277	51,4
agosto	21,2	1429	57,0	21,2	1529	60,9
settembre	16,3	1117	60,5	18,0	1350	65,5

## Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

### Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	11,2	-0,160	14,6	0,287

novembre	10,6	0,261	14,0	0,527
dicembre	11,3	0,477	14,7	0,681
gennaio	11,7	0,518	15,1	0,716
febbraio	10,1	0,392	13,4	0,598
marzo	10,7	0,334	14,1	0,579
aprile	10,3	-0,021	13,7	0,336

#### Rischio condensa

#### Rischio formazione muffe

Mese critico

gennaio

gennaio

Fattore di temperatura

0,518

0,716

Resistenza minima accettabile

0,52 m<sup>2</sup>K/W

0,88 m<sup>2</sup>K/W

Resistenza dell'elemento

5,32 m<sup>2</sup>K/W

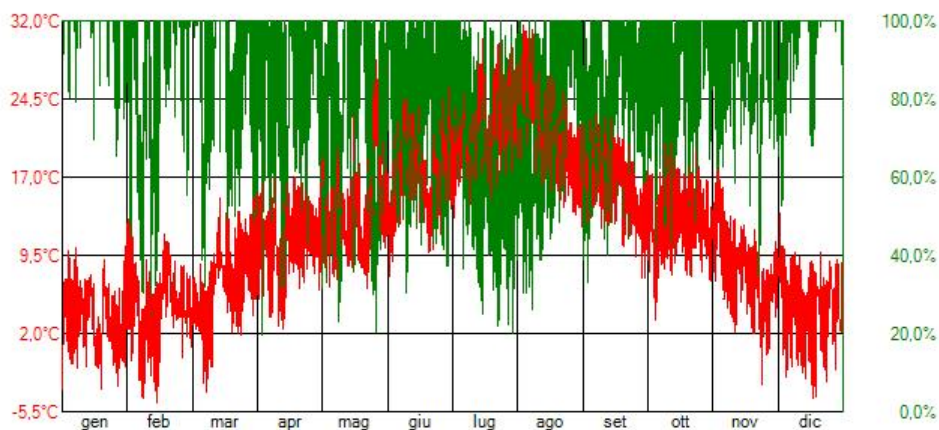
**Verifica superata**

### Verifica della condensa interstiziale

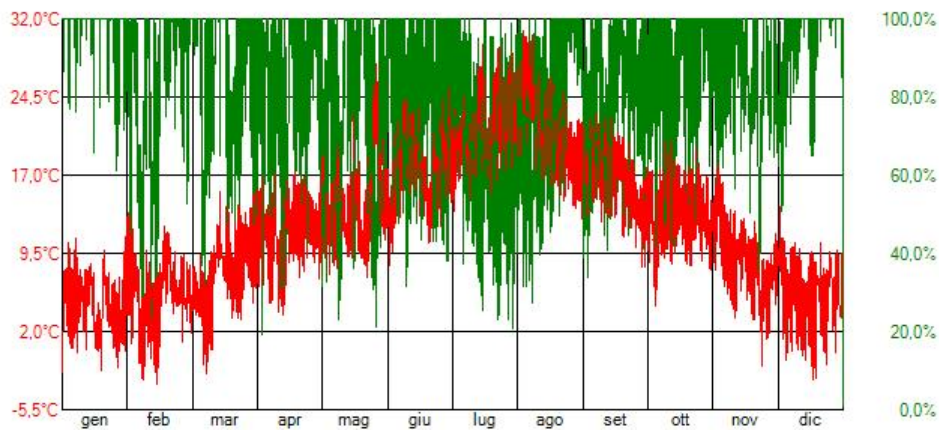
**Verifica superata**

### Verifica oraria della condensa

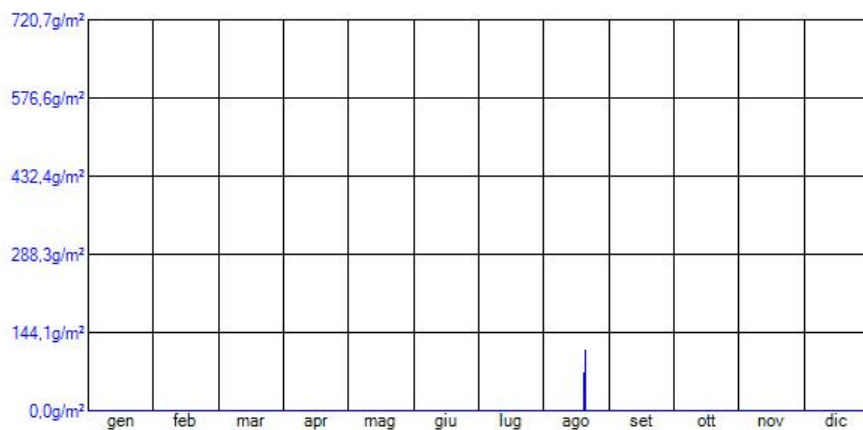
Superficie esterna



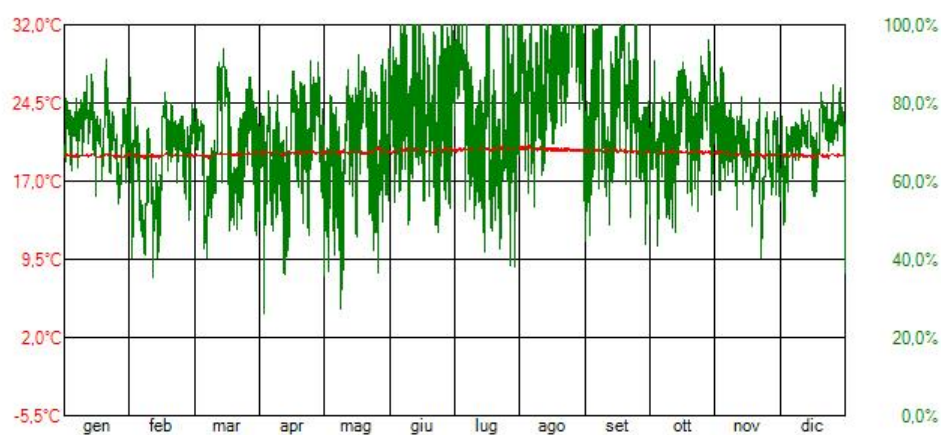
Interfaccia 1 - Temperatura e umidità relativa



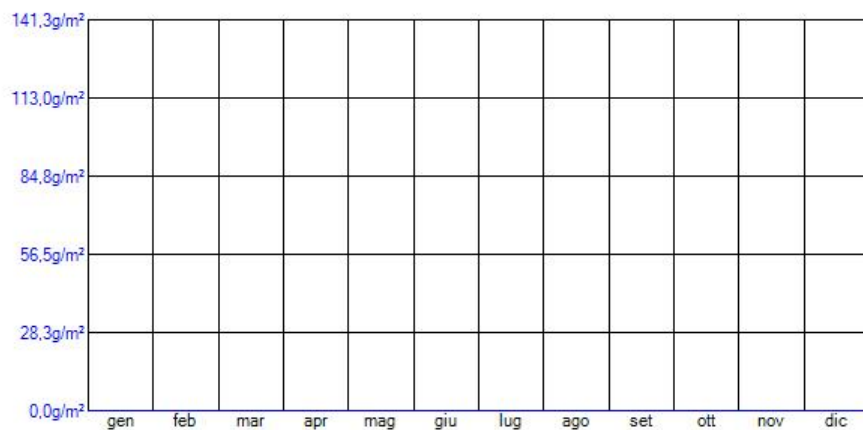
Interfaccia 1 - Condensa accumulata



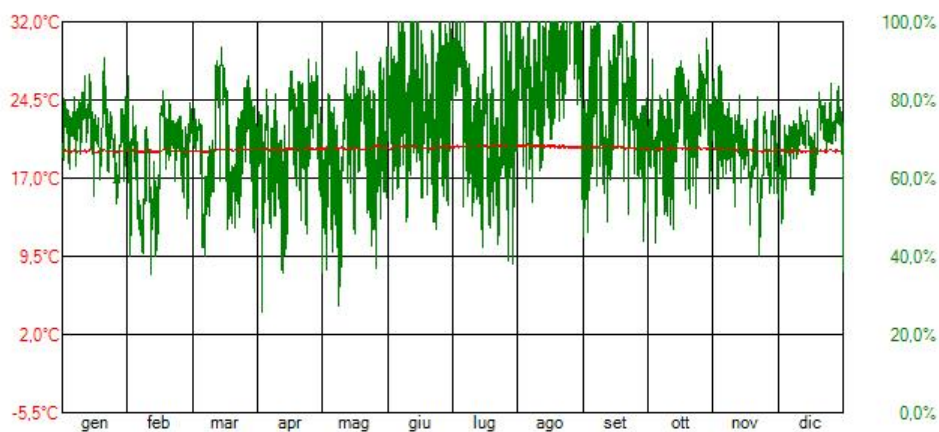
Interfaccia 25 - Temperatura e umidità relativa



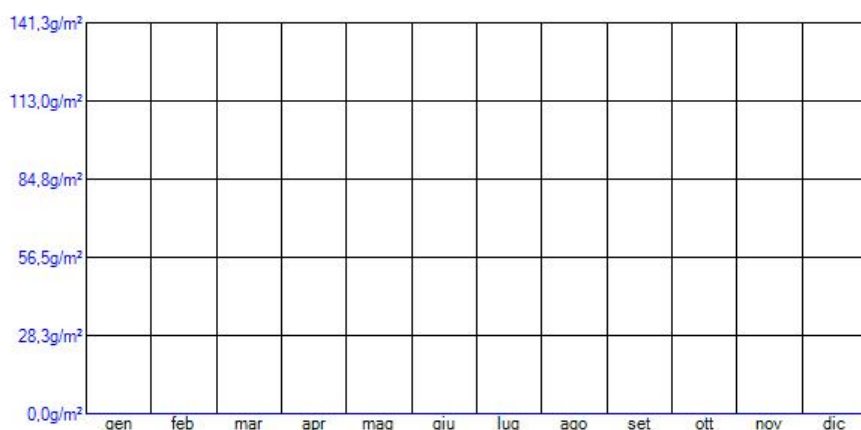
Interfaccia 25 - Condensa accumulata



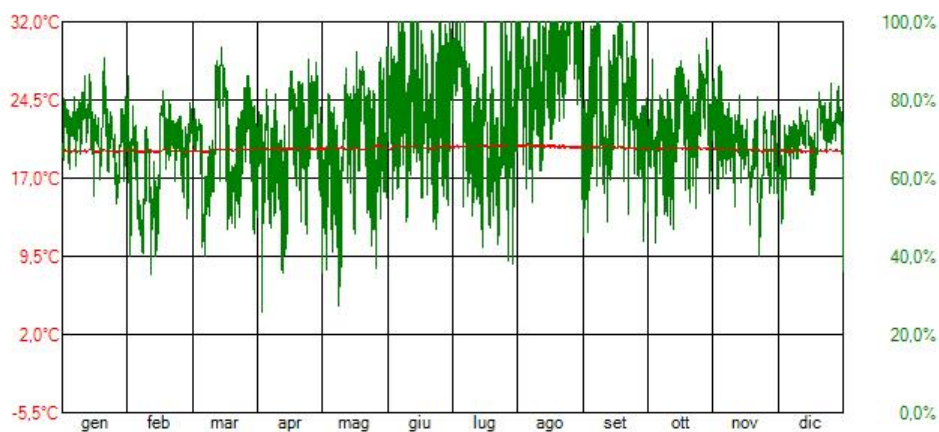
Interfaccia 26 - Temperatura e umidità relativa



Interfaccia 26 - Condensa accumulata



Superficie interna



## Verifica inerziale

Attenuazione	0,49
Sfasamento	8h 36'
Orientamento	Sud
Fattore di assorbimento solare	0,6



Temperatura dell'aria  
esterna

Temperatura  
superficiale esterna

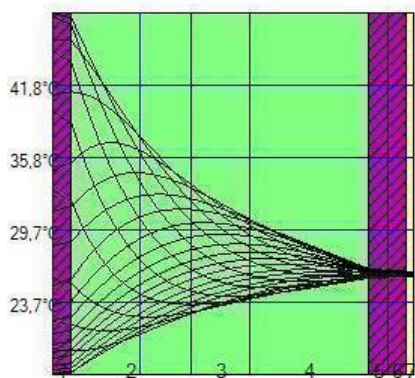
Temperatura attenuata

## Calcoli agli elementi finiti estivi

### Condizioni al contorno

Temperatura esterna minima	17,7 °C
Temperatura esterna massima	47,8 °C
Temperatura interna minima	26,0 °C
Temperatura interna massima	26,0 °C

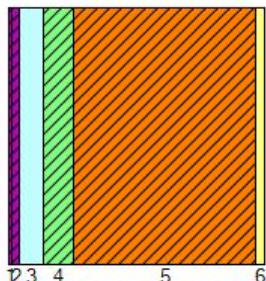
### Risultati



Tsupl/TsupE	0,0115
Phil/PhiE	0,0367
Energia esterna	40,4 $\text{kJ/m}^2$
Energia interna	40,9 $\text{kJ/m}^2$
Profondità di penetrazione	0,0589 m

## Struttura 3: Stratigrafia Parete W638E

### Descrizione struttura



1	VAR	Adesivo & Rasante Aquaboard
2	VAR	Lastra Knauf Aquapanel Outdoor
3	INA	Camera fortemente ventilata
4	ISO	Pannello in lana di roccia Isoroccia 110 (DP11)
5	MUR	POROTON 30cm
6	INT	Intonaco interno

	s [m]	$\rho$ [kg/m³]	$\lambda$ [W/mK]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	$M_s$ [kg/m²]	R [m²K/W]	$S_D$ [m]	a [m²/Ms]
							0,04		
1	0,005	1500,0	0,043	1000,0	16,0	7,5	0,12	0,08	0,029
2	0,013	1150,0	0,350	1004,2	66,0	14,4	0,04	0,83	0,303
3	0,040	1,0	0,285	1004,2	1,0	0,0	0,14	0,04	0,000
4	0,050	110,0	0,035	1046,0	1,0	5,5	1,43	0,05	0,304
5	0,300	1001,3	0,146	1000,0	7,0	300,4	2,05	2,10	0,146
6	0,015	1400,0	0,700	1000,0	10,0	21,0	0,02	0,15	0,500
							0,13		

### Elenco simboli

s	Spessore
$\rho$	Densità
$\lambda$	Conduttività
c	Calore specifico
$\mu$	Fattore di resistenza al vapore
$M_s$	Massa superficiale
R	Resistenza termica
$S_D$	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

### Parametri stazionari

Spessore totale	0,423 m
Massa superficiale	348,8 kg/m²
Massa superficiale esclusi intonaci	327,8 kg/m²
Resistenza	3,77 m²K/W
Trasmittanza U	0,27 W/m²K

### Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica $Y_{ie}$	0,01 W/m²K	0,01 W/m²K
Fattore di attenuazione	0,02	0,02
Sfasamento	20h 39'	20h 47'
Capacità interna	42,2 kJ/m²K	42,7 kJ/m²K
Capacità esterna	22,9 kJ/m²K	22,3 kJ/m²K
Ammettenza interna	3,07 W/m²K	3,11 W/m²K
Ammettenza esterna	1,67 W/m²K	1,63 W/m²K

### Verifica trasmittanza



**Provincia** ROMA  
**Comune** Bellegra  
**Gradi giorno** 2758  
**Zona** E

#### Verifica invernale

Trasmittanza 0,265 W/m<sup>2</sup>K  
 Trasmittanza di riferimento 0,3 W/m<sup>2</sup>K  
 (0,26 W/m<sup>2</sup>K per edifici pubblici)  
 Trasmittanza limite per edifici esistenti 0,3 W/m<sup>2</sup>K

#### Verifica superata

#### Verifica estiva

Irradianza media del mese di 321,0 W/m<sup>2</sup> > 290 W/m<sup>2</sup>  
 massima insolazione

#### Verifica inerziale richiesta

Massa superficiale esclusi intonaci 327,8 kg/m<sup>2</sup> > 230 kg/m<sup>2</sup>

#### Verifica trasmittanza periodica non richiesta

### Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,4	956	66,5	20,0	1326	56,8
novembre	7,2	723	71,0	20,0	1276	54,6
dicembre	3,3	643	83,1	20,0	1336	57,2
gennaio	2,7	655	88,5	20,0	1370	58,6
febbraio	3,6	551	69,5	20,0	1232	52,7
marzo	6,1	696	74,0	20,0	1290	55,2
aprile	10,5	816	64,3	20,0	1253	53,6
maggio	13,8	880	55,7	18,0	1199	58,1
giugno	17,1	1146	58,6	18,0	1347	65,3
luglio	21,0	1177	47,3	21,0	1277	51,4
agosto	21,2	1429	57,0	21,2	1529	60,9
settembre	16,3	1117	60,5	18,0	1350	65,5

### Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

#### Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	11,2	-0,160	14,6	0,287
novembre	10,6	0,261	14,0	0,527
dicembre	11,3	0,477	14,7	0,681
gennaio	11,7	0,518	15,1	0,716
febbraio	10,1	0,392	13,4	0,598
marzo	10,7	0,334	14,1	0,579
aprile	10,3	-0,021	13,7	0,336

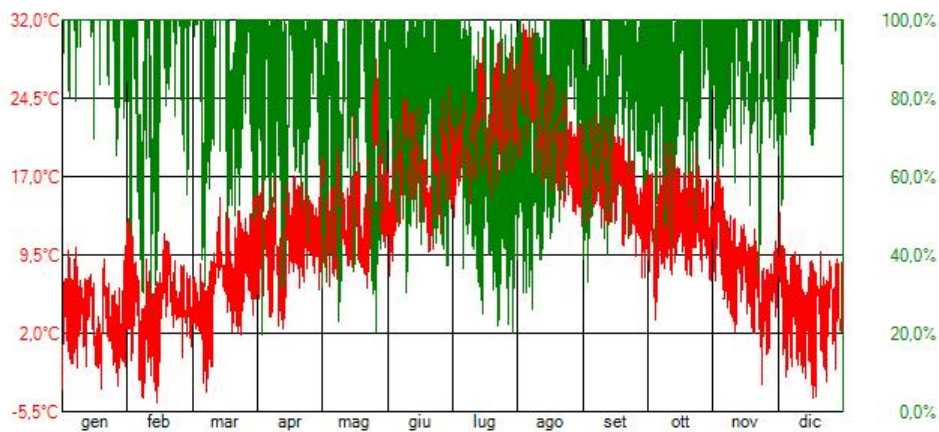
	Rischio condensa	Rischio formazione muffe
Mese critico	gennaio	gennaio
Fattore di temperatura	0,518	0,716
Resistenza minima accettabile	0,52 m <sup>2</sup> K/W	0,88 m <sup>2</sup> K/W
Resistenza dell'elemento	3,77 m <sup>2</sup> K/W	
	Verifica superata	

## Verifica della condensa interstiziale

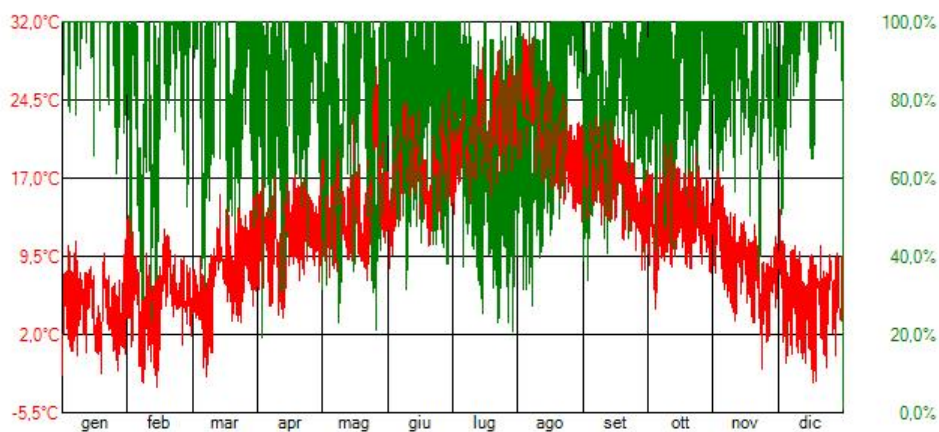
Verifica superata

## Verifica oraria della condensa

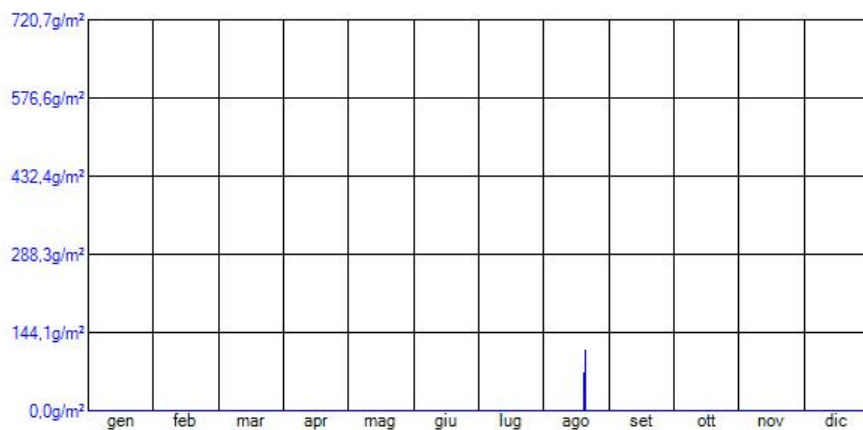
Superficie esterna



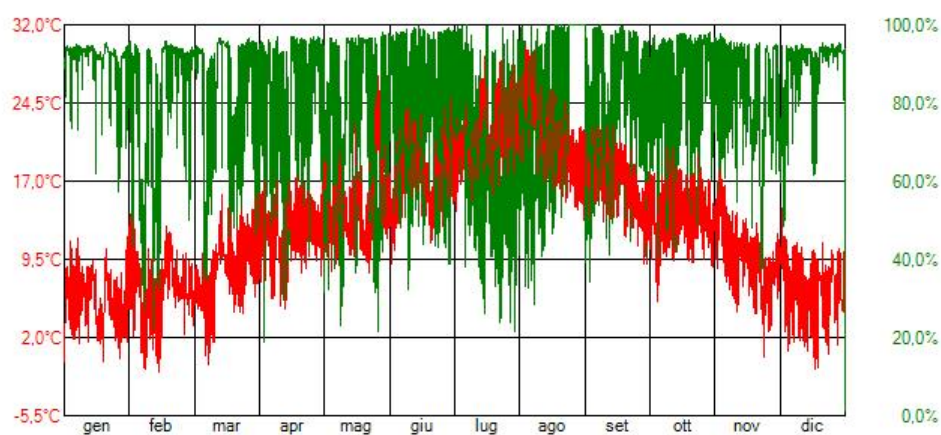
Interfaccia 1 - Temperatura e umidità relativa



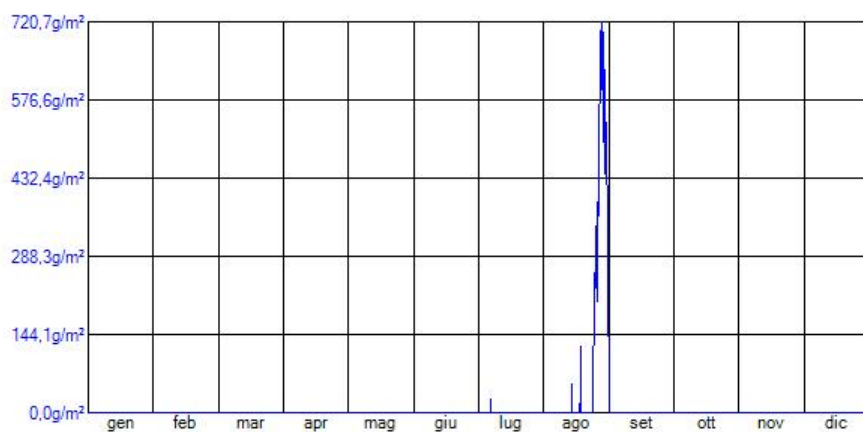
Interfaccia 1 - Condensa accumulata



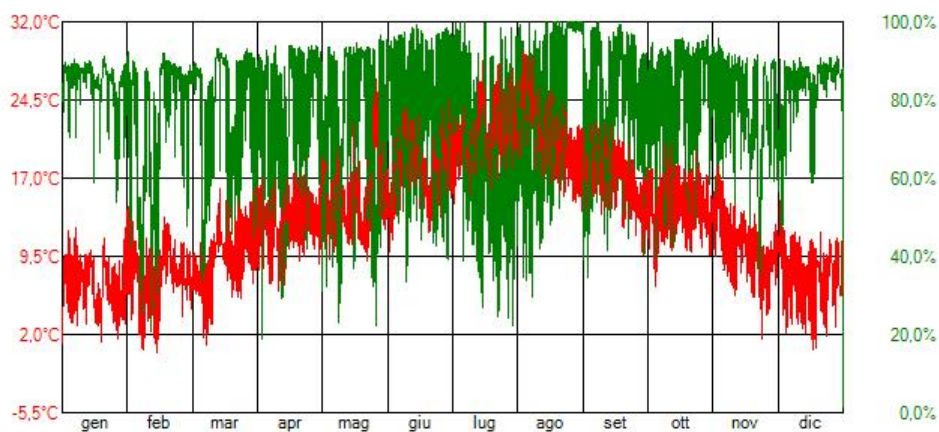
Interfaccia 2 - Temperatura e umidità relativa



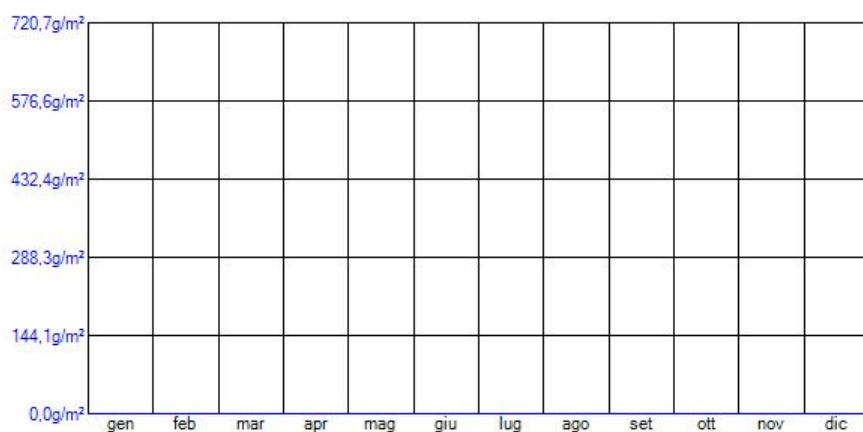
Interfaccia 2 - Condensa accumulata



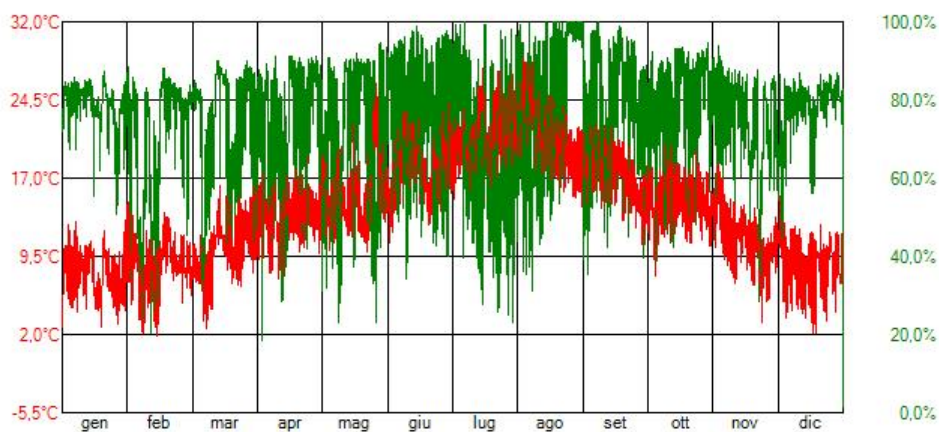
Interfaccia 3 - Temperatura e umidità relativa



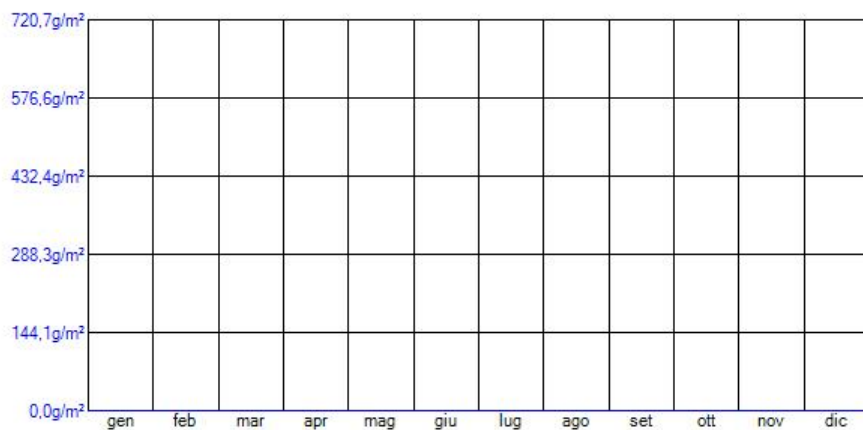
Interfaccia 3 - Condensa accumulata



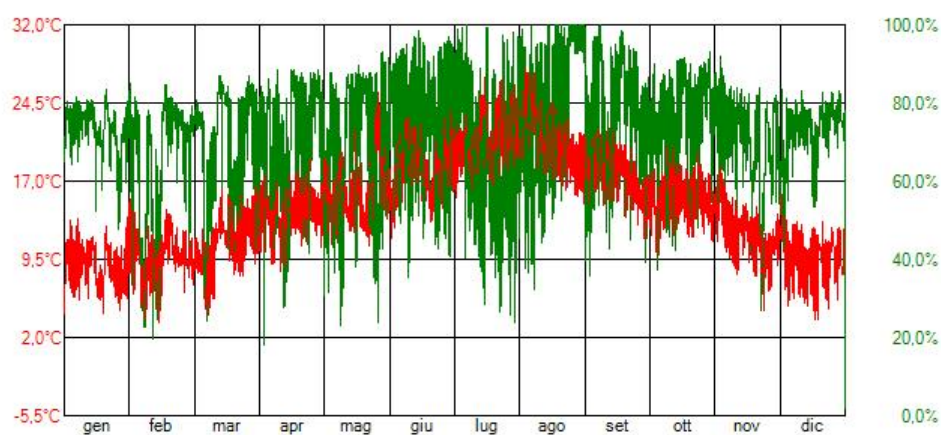
Interfaccia 4 - Temperatura e umidità relativa



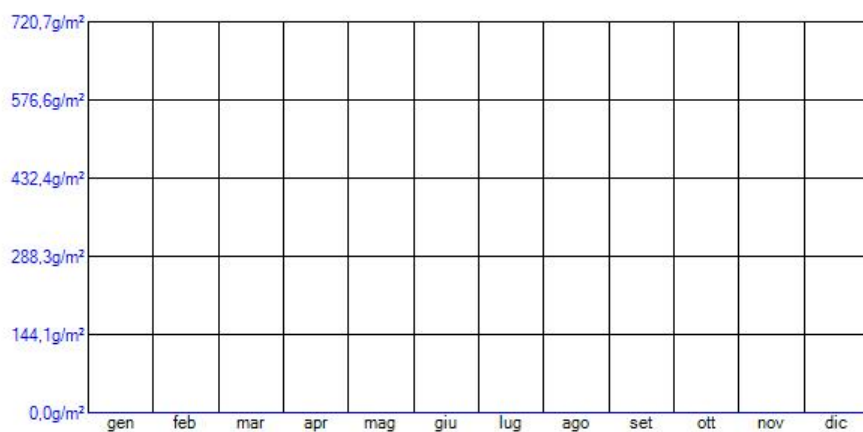
Interfaccia 4 - Condensa accumulata



Interfaccia 5 - Temperatura e umidità relativa

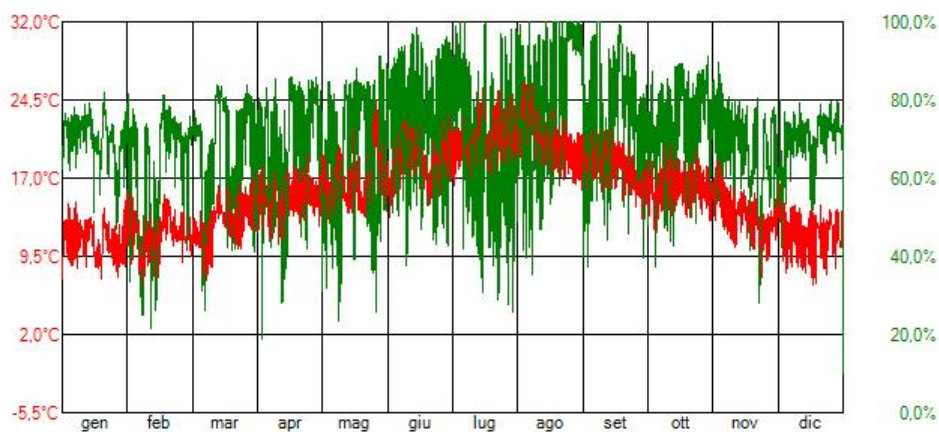


Interfaccia 5 - Condensa accumulata

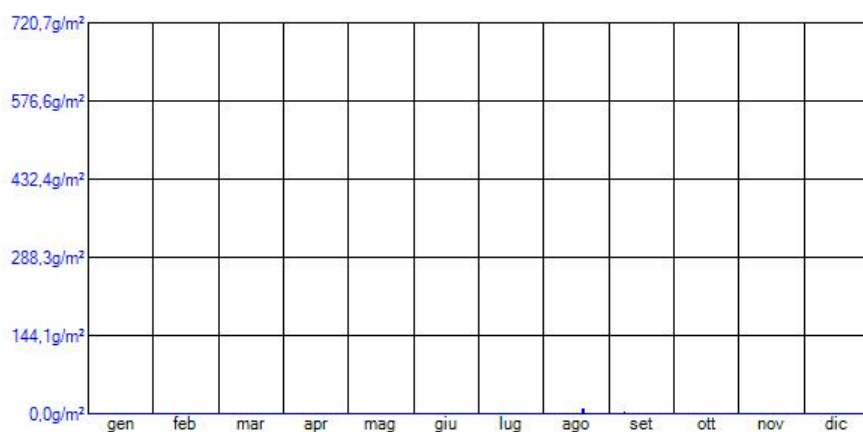


Interfaccia 7 - Temperatura e umidità relativa

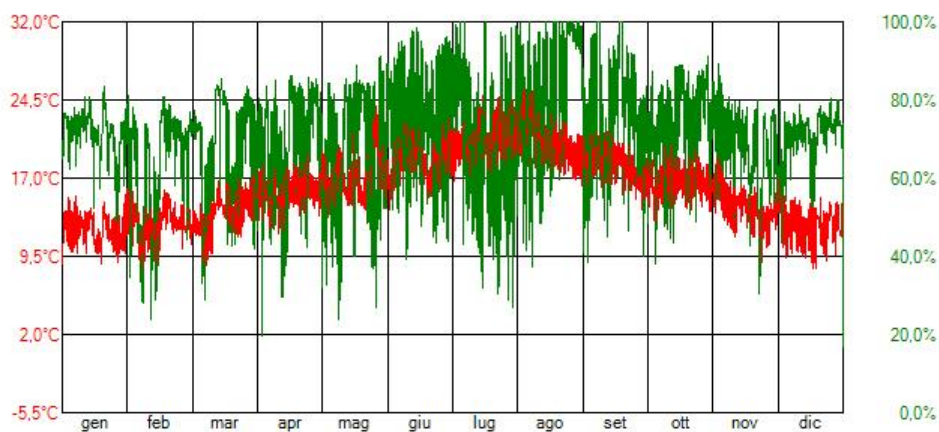




Interfaccia 7 - Condensa accumulata

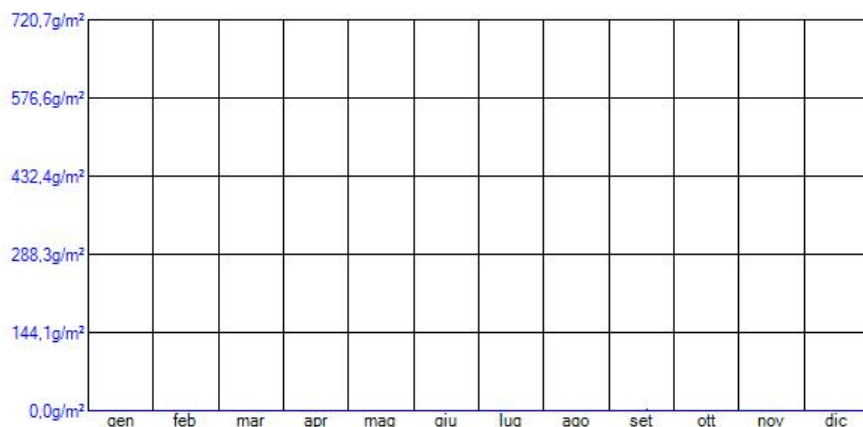


Interfaccia 8 - Temperatura e umidità relativa

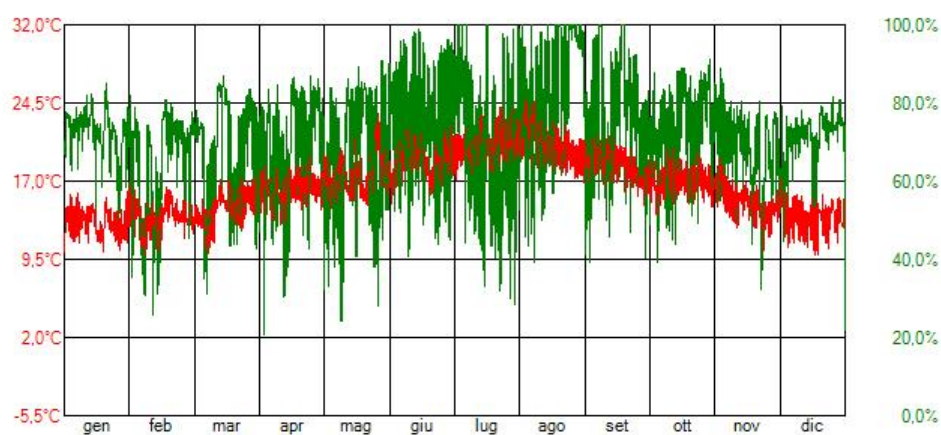


Interfaccia 8 - Condensa accumulata

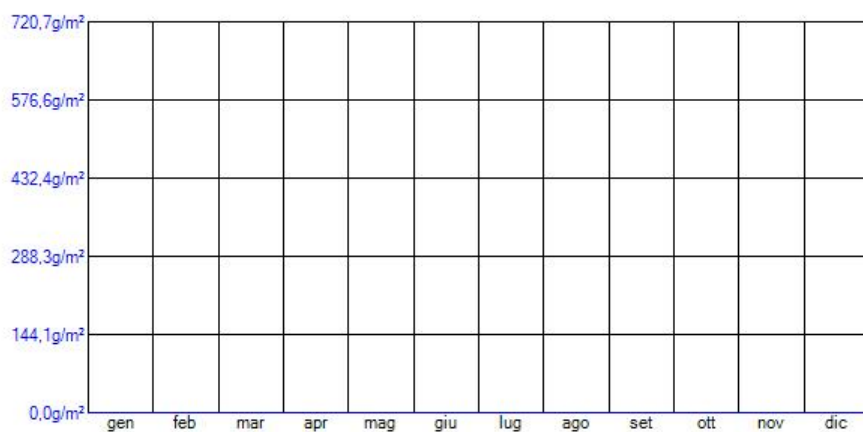




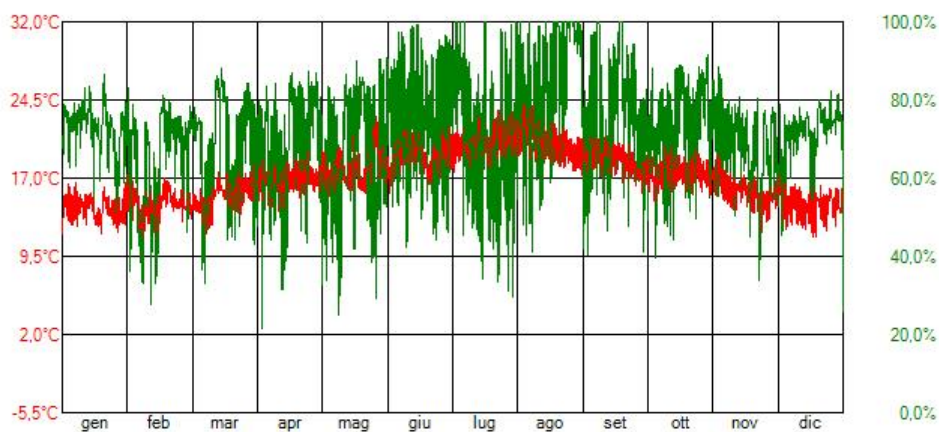
Interfaccia 9 - Temperatura e umidità relativa



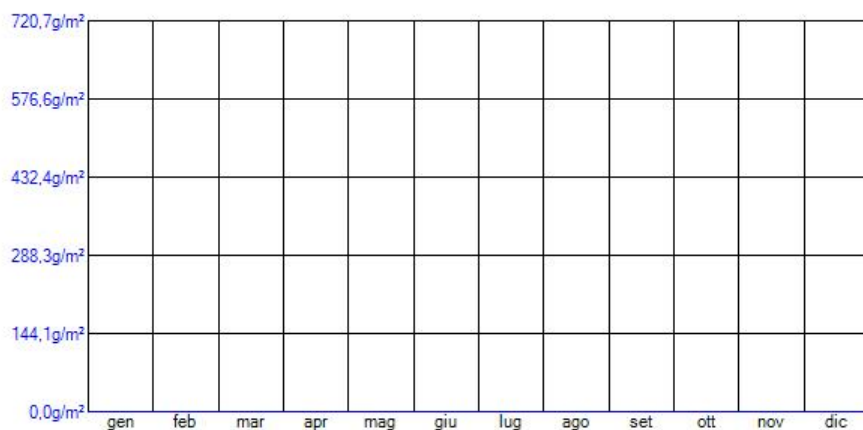
Interfaccia 9 - Condensa accumulata



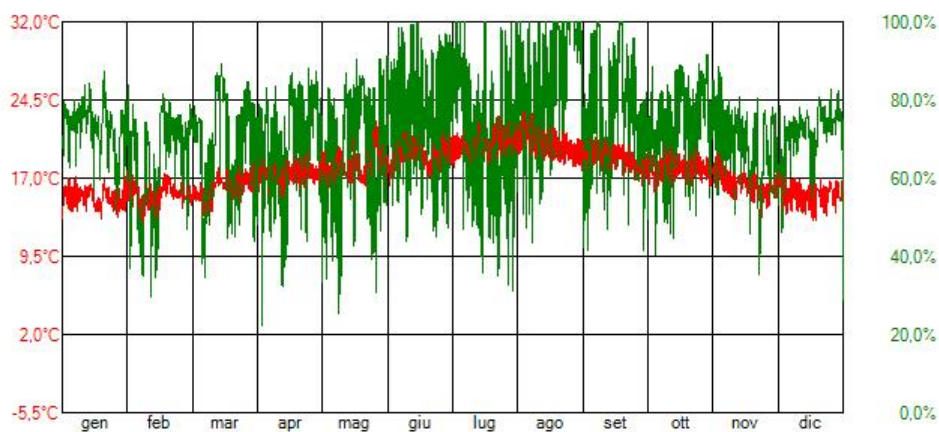
Interfaccia 10 - Temperatura e umidità relativa



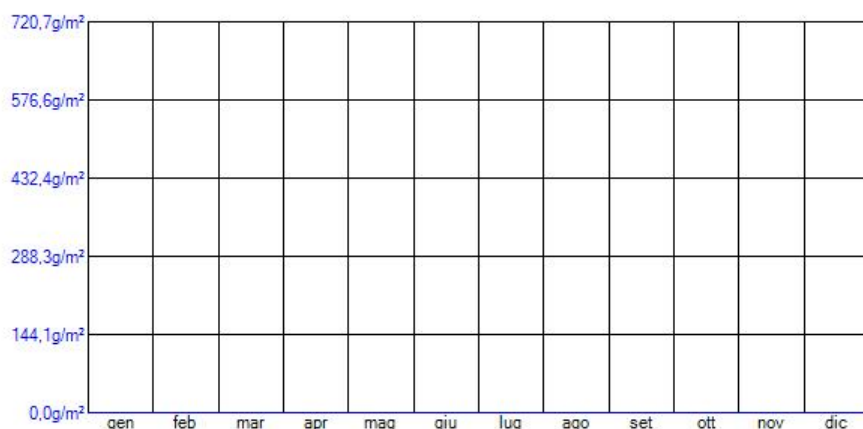
Interfaccia 10 - Condensa accumulata



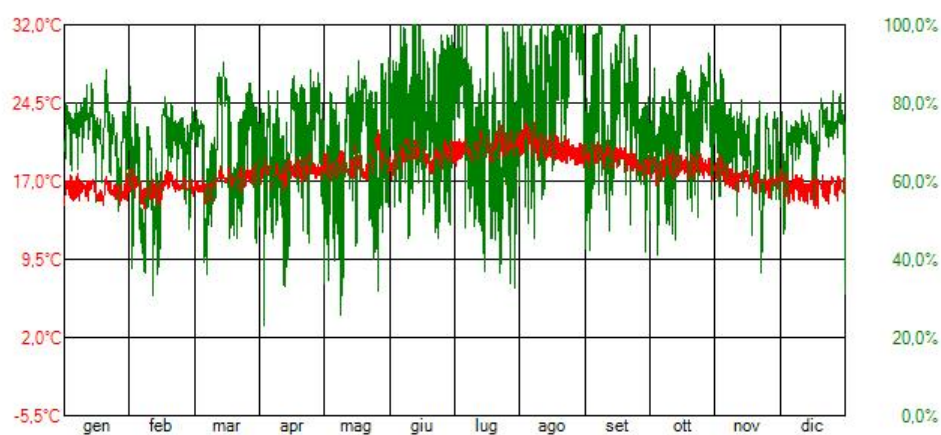
Interfaccia 11 - Temperatura e umidità relativa



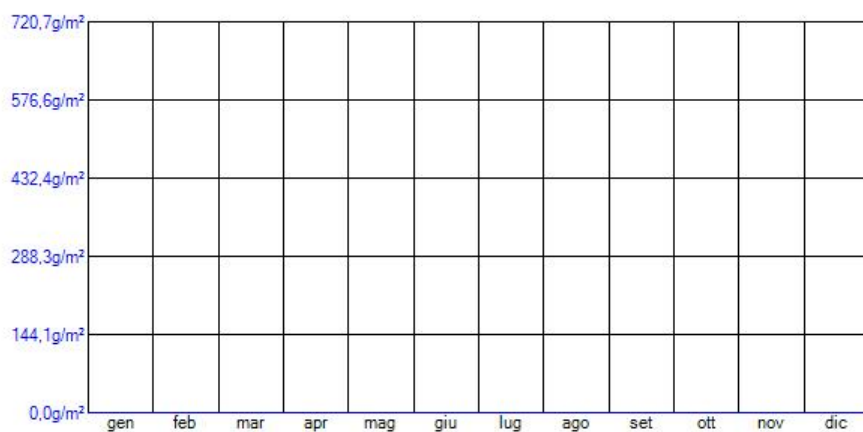
Interfaccia 11 - Condensa accumulata



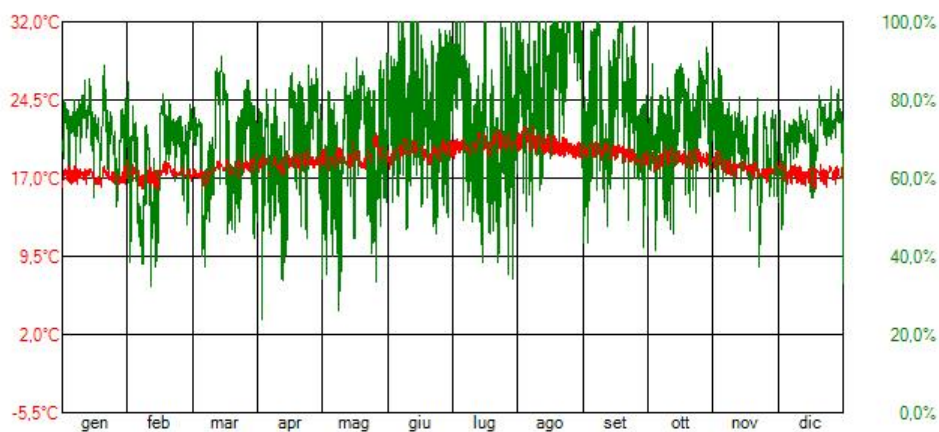
Interfaccia 12 - Temperatura e umidità relativa



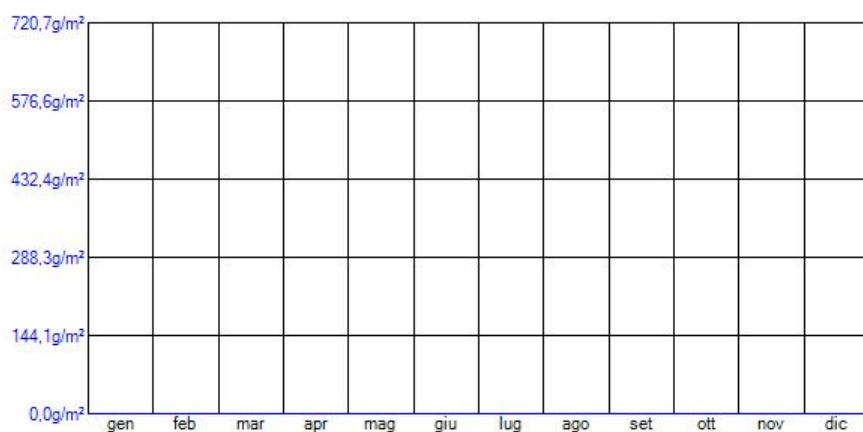
Interfaccia 12 - Condensa accumulata



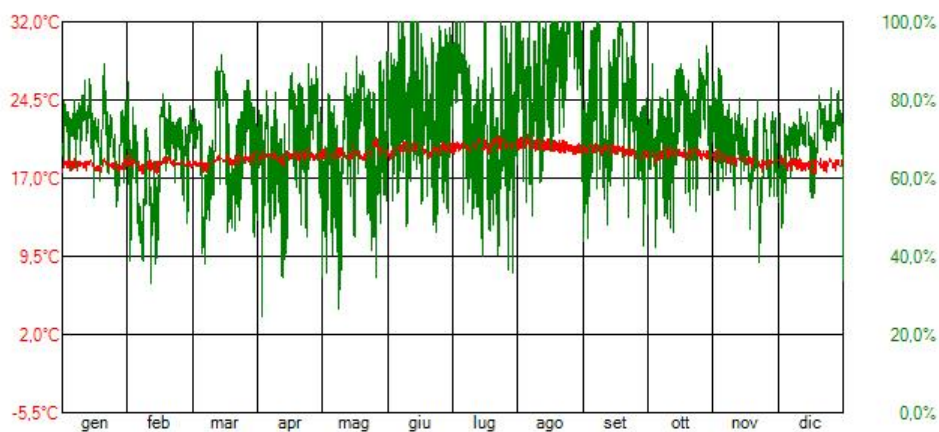
Interfaccia 13 - Temperatura e umidità relativa



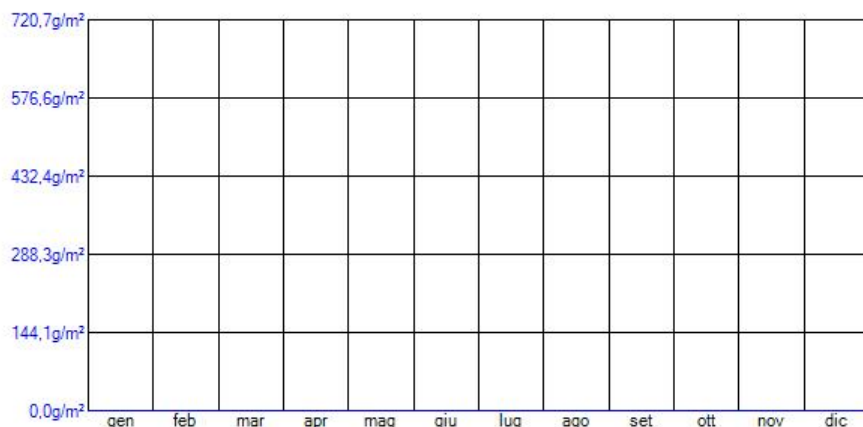
Interfaccia 13 - Condensa accumulata



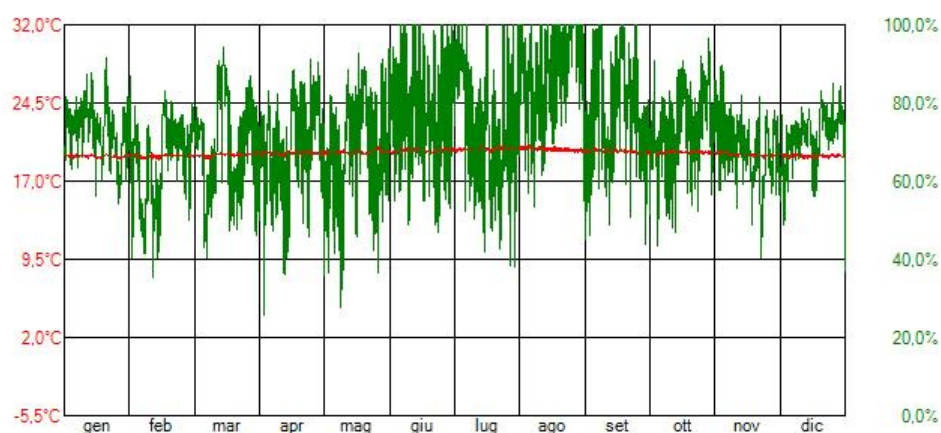
Interfaccia 14 - Temperatura e umidità relativa



Interfaccia 14 - Condensa accumulata

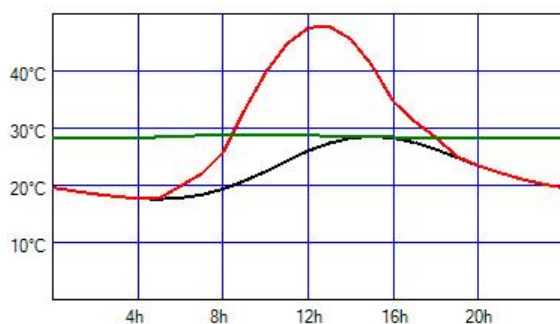


### Superficie interna



### Verifica inerziale

Attenuazione	0,02
Sfasamento	20h 47'
Orientamento	Sud
Fattore di assorbimento solare	0,6



Temperatura dell'aria  
esterna

Temperatura  
superficiale esterna

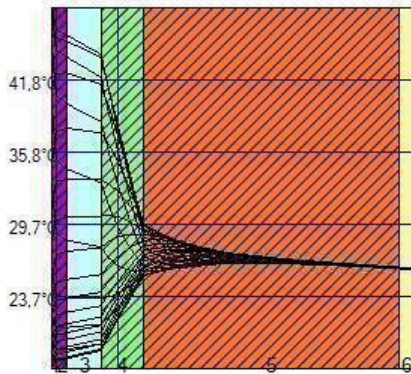
Temperatura attenuata

### Calcoli agli elementi finiti estivi

### Condizioni al contorno

Temperatura esterna minima	17,7 °C
Temperatura esterna massima	47,8 °C
Temperatura interna minima	26,0 °C
Temperatura interna massima	26,0 °C

### Risultati



TsupI/TsupE	0,0007
Phil/PhiE	0,0021
Energia esterna	55,1 kJ/m <sub>2</sub>
Energia interna	53,9 kJ/m <sub>2</sub>
Profondità di penetrazione	0,0768 m