



Regione Piemonte
Città Metropolitana di Torino

H

Comune di
BUSSOLENO

**LAVORI DI ADEGUAMENTO
STRUTTURALE, EFFICIENTAMENTO
ENERGETICO E MANUTENZIONE
STRAORDINARIA DELLA SCUOLA
PRIMARIA "EX MASCHILI"**

Doc L10

PROGETTO ESECUTIVO

SCALA: -

DATA: **02/2020**

COMM: AS1911

REV. _____

FILE: _____

**RELAZIONE TECNICA
AI SENSI DELLA L. 10/91**

Progetto:



Studio Tecnico Associato

Arch. A. Vergnano - Ing. A. Camelliti - Arch. A. Di Gregorio - Arch. S. Arena

Corso Peschiera 136, 10138 Torino

Tel 011 0361986 Fax 011 0361987 e-mail studio.as32@gmail.com

Ing. Paolo Perrone

Dott. Mirco Rosso

Responsabile Unico del Procedimento: **Geom. Luca Vottero**

Relazione tecnica di calcolo **prestazione energetica del sistema edificio-impianto**

EDIFICIO ***Scuola***
INDIRIZZO ***Piazza Cavour 2 - Bussoleno (TO)***
COMMITTENTE ***Comune di Bussoleno***
INDIRIZZO
COMUNE ***Bussoleno***

Rif. ***AS32_BUS_L10_00.E0001***
Software di calcolo EDILCLIMA – EC700 versione 9.19.50

DATI PROGETTO ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

Dati generali

Destinazione d'uso prevalente (DPR 412/93)	<i>E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.</i>
Edificio pubblico o ad uso pubblico	<i>Si</i>
Edificio situato in un centro storico	<i>Si</i>
Tipologia di calcolo	<i>Calcolo regolamentare (valutazione A1/A2)</i>

Opzioni lavoro

Ponti termici	<i>Calcolo analitico</i>
Resistenze liminari	<i>Appendice A UNI EN ISO 6946</i>
Serre / locali non climatizzati	<i>Calcolo semplificato</i>
Capacità termica	<i>Calcolo semplificato</i>
Ombreggiamenti	<i>Calcolo automatico</i>
Radiazione solare	<i>Calcolo con angolo di Azimut</i>

Opzioni di calcolo

Regime normativo	<i>UNI/TS 11300-4 e 5:2016</i>
Rendimento globale medio stagionale	<i>FAQ ministeriali (agosto 2016)</i>
Verifica di condensa interstiziale	<i>UNI EN ISO 13788</i>

DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Caratteristiche geografiche

Località **Bussoleno**
 Provincia **Torino**
 Altitudine s.l.m. **440** m
 Latitudine nord **45° 8'** Longitudine est **7° 8'**
 Gradi giorno DPR 412/93 **3014**
 Zona climatica **F**

Località di riferimento

per dati invernali **Torino**
 per dati estivi **Torino**

Stazioni di rilevazione

per la temperatura **Bauducchi**
 per l'irradiazione **Bauducchi**
 per il vento **Bauducchi**

Caratteristiche del vento

Regione di vento: **A**
 Direzione prevalente **Nord-Est**
 Distanza dal mare **> 40** km
 Velocità media del vento **1,4** m/s
 Velocità massima del vento **2,8** m/s

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto **-9,1** °C
 Stagione di riscaldamento convenzionale dal **05 ottobre** al **22 aprile**

Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto **30,0** °C
 Temperatura esterna bulbo umido **22,5** °C
 Umidità relativa **53,1** %
 Escursione termica giornaliera **11** °C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	0,1	2,0	7,2	10,8	16,9	21,0	22,5	21,5	18,0	11,2	5,7	1,5

Irradiazione solare media mensile

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m ²	1,7	2,7	3,6	5,1	7,8	9,7	9,6	6,9	4,5	3,0	1,9	1,4
Nord-Est	MJ/m ²	1,8	3,3	5,3	7,9	10,5	12,5	13,0	10,3	6,9	4,0	2,1	1,5
Est	MJ/m ²	3,7	5,9	8,5	11,1	12,9	14,7	15,7	13,7	10,4	6,7	3,6	3,2
Sud-Est	MJ/m ²	6,4	8,5	10,7	11,7	12,0	12,8	13,9	13,6	11,9	9,1	5,6	5,9
Sud	MJ/m ²	8,1	10,1	11,2	10,5	9,9	10,2	11,0	11,5	11,7	10,3	6,9	7,6
Sud-Ovest	MJ/m ²	6,4	8,5	10,7	11,7	12,0	12,8	13,9	13,6	11,9	9,1	5,6	5,9
Ovest	MJ/m ²	3,7	5,9	8,5	11,1	12,9	14,7	15,7	13,7	10,4	6,7	3,6	3,2
Nord-Ovest	MJ/m ²	1,8	3,3	5,3	7,9	10,5	12,5	13,0	10,3	6,9	4,0	2,1	1,5
Orizz. Diffusa	MJ/m ²	2,4	3,8	4,9	6,1	8,3	9,1	8,8	7,6	6,0	4,3	2,8	2,0
Orizz. Diretta	MJ/m ²	2,2	3,9	6,8	9,9	11,4	13,7	15,2	12,6	8,6	4,7	2,0	1,9

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: **278** W/m²

ELENCO COMPONENTI

Muri:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasamento [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m ² K]
-----	------	-------------	------------	----------------------------	---	-------------------	---	----------	----------	-----------	----------------------------

Pavimenti:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasamento [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m ² K]
-----	------	-------------	------------	----------------------------	---	-------------------	---	----------	----------	-----------	----------------------------

Soffitti:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasamento [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m ² K]
<i>S1</i>	<i>U</i>	<i>Soffitto solaio</i>	<i>495,0</i>	<i>305</i>	<i>0,000</i>	<i>-20,739</i>	<i>77,115</i>	<i>0,90</i>	<i>0,60</i>	<i>-6,2</i>	<i>0,145</i>

Legenda simboli

Sp	Spessore struttura
Ms	Massa superficiale della struttura senza intonaci
Y _{IE}	Trasmittanza termica periodica della struttura
Sfasamento	Sfasamento dell'onda termica
C _T	Capacità termica areica
ε	Emissività
α	Fattore di assorbimento
θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
Ue	Trasmittanza di energia della struttura

Ponti termici:

Cod	Descrizione	Assenza di rischio formazione muffe	ψ [W/mK]
-----	-------------	-------------------------------------	------------------

Legenda simboli

ψ Trasmittanza lineica di calcolo

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Soffitto solaio*

Codice: S1

Trasmittanza termica **0,145** W/m²K

Spessore **495** mm

Temperatura esterna
(calcolo potenza invernale) **-6,2** °C

Permeanza **119,048** 10⁻¹²kg/sm²Pa

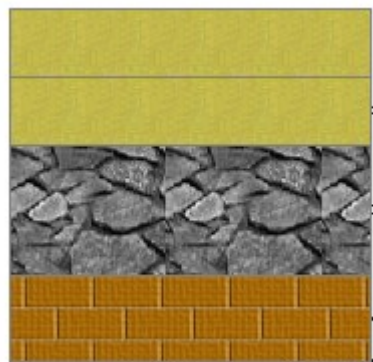
Massa superficiale
(con intonaci) **312** kg/m²

Massa superficiale
(senza intonaci) **305** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,000** W/m²K

Fattore attenuazione **0,000** -

Sfasamento onda termica **-20,7** h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	PAR 4+ 95 mm	95,00	0,040	2,375	13	1030,00	1
2	PAR 4+ 95 mm	95,00	0,040	2,375	13	1030,00	1
3	Argilla espansa in granuli	180,00	0,100	1,800	480	1,00	2
4	Mattone pieno	120,00	0,800	0,150	1800	0,84	9
5	Intonaco di calce e gesso	5,00	0,700	0,007	1400	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Soffitto solaio*

Codice: S1

Trasmittanza termica **0,145** W/m²K

Spessore **495** mm

Temperatura esterna
(calcolo potenza invernale) **-6,2** °C

Permeanza **119,048** 10⁻¹²kg/sm²Pa

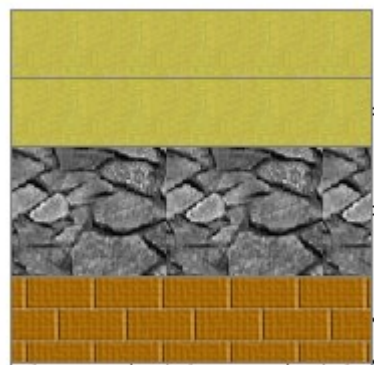
Massa superficiale
(con intonaci) **312** kg/m²

Massa superficiale
(senza intonaci) **305** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,000** W/m²K

Fattore attenuazione **0,000** -

Sfasamento onda termica **-20,7** h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	PAR 4+ 95 mm	95,00	0,040	2,375	13	1030,00	1
2	PAR 4+ 95 mm	95,00	0,040	2,375	13	1030,00	1
3	Argilla espansa in granuli	180,00	0,100	1,800	480	1,00	2
4	Mattone pieno	120,00	0,800	0,150	1800	0,84	9
5	Intonaco di calce e gesso	5,00	0,700	0,007	1400	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi secondo UNI EN ISO 13788

Descrizione della struttura: *Soffitto solaio*

Codice: *S1*

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
[x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
[] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento *20,0* °C

Criterio per l'aumento dell'umidità interna *Classe di concentrazione del vapore (0,006 kg/m³)*

Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ($f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$) *Positiva*

Mese critico *dicembre*

Fattore di temperatura del mese critico $f_{RSI,max}$ *0,695*

Fattore di temperatura del componente f_{RSI} *0,965*

Umidità relativa superficiale accettabile *80* %

Verifica del rischio di condensa interstiziale (secondo UNI EN ISO 13788)

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

Risultati mensili condensa superficiale ed interstiziale secondo UNI EN ISO 13788

Descrizione della struttura: *Soffitto solaio*

Codice: *S1*

RISULTATI VERIFICA DELLA CONDENZA SUPERFICIALE

Mese	θ_{int} [°C]	θ_{est} [°C]	P_{int} [Pa]	P_{est} [Pa]	θ_{acc} [°C]	P_{acc} [Pa]	f_{RSI} [-]
<i>ottobre</i>	<i>20,0</i>	<i>12,1</i>	<i>1502</i>	<i>1090</i>	<i>16,5</i>	<i>1878</i>	<i>0,560</i>
<i>novembre</i>	<i>20,0</i>	<i>7,1</i>	<i>1459</i>	<i>851</i>	<i>16,1</i>	<i>1824</i>	<i>0,693</i>
<i>dicembre</i>	<i>20,0</i>	<i>3,3</i>	<i>1357</i>	<i>600</i>	<i>14,9</i>	<i>1696</i>	<i>0,695</i>
<i>gennaio</i>	<i>20,0</i>	<i>2,1</i>	<i>1318</i>	<i>512</i>	<i>14,5</i>	<i>1647</i>	<i>0,691</i>
<i>febbraio</i>	<i>20,0</i>	<i>3,8</i>	<i>1306</i>	<i>567</i>	<i>14,3</i>	<i>1633</i>	<i>0,650</i>
<i>marzo</i>	<i>20,0</i>	<i>8,5</i>	<i>1373</i>	<i>818</i>	<i>15,1</i>	<i>1716</i>	<i>0,575</i>
<i>aprile</i>	<i>20,0</i>	<i>11,7</i>	<i>1289</i>	<i>863</i>	<i>14,1</i>	<i>1611</i>	<i>0,291</i>

Legenda simboli

θ_{int}	Temperatura dell'ambiente interno
θ_{est}	Temperatura dell'ambiente esterno
P_{int}	Pressione dell'ambiente interno
P_{est}	Pressione dell'ambiente esterno
θ_{acc}	Temperatura minima accettabile sulla superficie interna
P_{acc}	Pressione minima accettabile sulla superficie interna
f_{RSI}	Fattore di temperatura superficiale

RISULTATI VERIFICA DELLA CONDENZA INTERSTIZIALE

Mese	θ_{int} [°C]	θ_{est} [°C]	ϕ_{int} [%]	ϕ_{est} [%]	g_c [g/m ²]	M_a [g/m ²]	Periodi	Stato
<i>ottobre</i>	<i>20,0</i>	<i>12,1</i>	<i>64</i>	<i>77</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>novembre</i>	<i>20,0</i>	<i>7,1</i>	<i>62</i>	<i>84</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>dicembre</i>	<i>20,0</i>	<i>3,3</i>	<i>58</i>	<i>77</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>gennaio</i>	<i>20,0</i>	<i>2,1</i>	<i>56</i>	<i>72</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>febbraio</i>	<i>20,0</i>	<i>3,8</i>	<i>56</i>	<i>71</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>marzo</i>	<i>20,0</i>	<i>8,5</i>	<i>59</i>	<i>74</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>aprile</i>	<i>20,0</i>	<i>11,7</i>	<i>55</i>	<i>63</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>maggio</i>	<i>18,0</i>	<i>17,2</i>	<i>71</i>	<i>64</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>giugno</i>	<i>21,0</i>	<i>20,9</i>	<i>64</i>	<i>61</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>luglio</i>	<i>22,5</i>	<i>22,3</i>	<i>58</i>	<i>55</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>agosto</i>	<i>21,5</i>	<i>21,4</i>	<i>77</i>	<i>73</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>
<i>settembre</i>	<i>18,2</i>	<i>18,2</i>	<i>82</i>	<i>74</i>	<i>0,0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Asciutto</i>

Legenda simboli

θ_{int}	Temperatura dell'ambiente interno
θ_{est}	Temperatura dell'ambiente esterno
ϕ_{int}	Umidità relativa dell'ambiente interno
ϕ_{est}	Umidità relativa dell'ambiente esterno
g_c	Flusso di vapore condensato
M_a	Quantità di condensa accumulata
Periodi	Periodi del mese

Distribuzione delle temperature e delle pressioni nella struttura

Descrizione della struttura: *Soffitto solaio*

Codice: *S1*

DISTRIBUZIONE DELLA TEMPERATURA NELLA STRUTTURA [°C]

Strato	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set
<i>Amb.</i>	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	21,0	22,5	21,5	18,2
<i>Int.</i>	19,7	19,6	19,4	19,4	19,4	19,6	19,7	18,0	21,0	22,5	21,5	18,2
5	19,7	19,5	19,4	19,4	19,4	19,6	19,7	18,0	21,0	22,5	21,5	18,2
4	19,6	19,3	19,1	19,0	19,1	19,3	19,5	18,0	21,0	22,5	21,5	18,2
3	17,6	16,1	14,9	14,5	15,0	16,5	17,5	17,8	21,0	22,4	21,5	18,2
2	15,0	11,8	9,4	8,6	9,7	12,7	14,7	17,5	20,9	22,3	21,4	18,2
1	12,4	7,6	3,9	2,7	4,4	8,9	12,0	17,2	20,9	22,3	21,4	18,2
<i>Est.</i>	12,1	7,1	3,3	2,1	3,8	8,5	11,7	17,2	20,9	22,3	21,4	18,2

Valori sul lato esterno dello strato; Amb.=ambiente interno; Int.=a valle dello strato liminare interno; Est.=ambiente esterno

DISTRIBUZIONE DELLA PRESSIONE PARZIALE DEL VAPORE NELLA STRUTTURA [Pa]

Strato	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set
<i>Amb.</i>	1502	1459	1357	1318	1306	1373	1289	1466	1602	1573	1962	1710
<i>Int.</i>	1502	1459	1357	1318	1306	1373	1289	1466	1602	1573	1962	1710
5	1490	1441	1334	1294	1284	1356	1276	1460	1599	1570	1959	1705
4	1225	1050	848	776	809	1000	1002	1325	1534	1506	1894	1595
3	1137	920	686	603	651	881	911	1280	1513	1484	1873	1558
2	1113	886	643	557	609	849	887	1268	1507	1479	1867	1548
1	1090	851	600	512	567	818	863	1256	1502	1473	1862	1539
<i>Est.</i>	1090	851	600	512	567	818	863	1256	1502	1473	1862	1539

Valori sul lato esterno dello strato; Amb.=ambiente interno; Int.=a valle dello strato liminare interno; Est.=ambiente esterno

DISTRIBUZIONE DELLA PRESSIONE DI SATURAZIONE NELLA STRUTTURA [Pa]

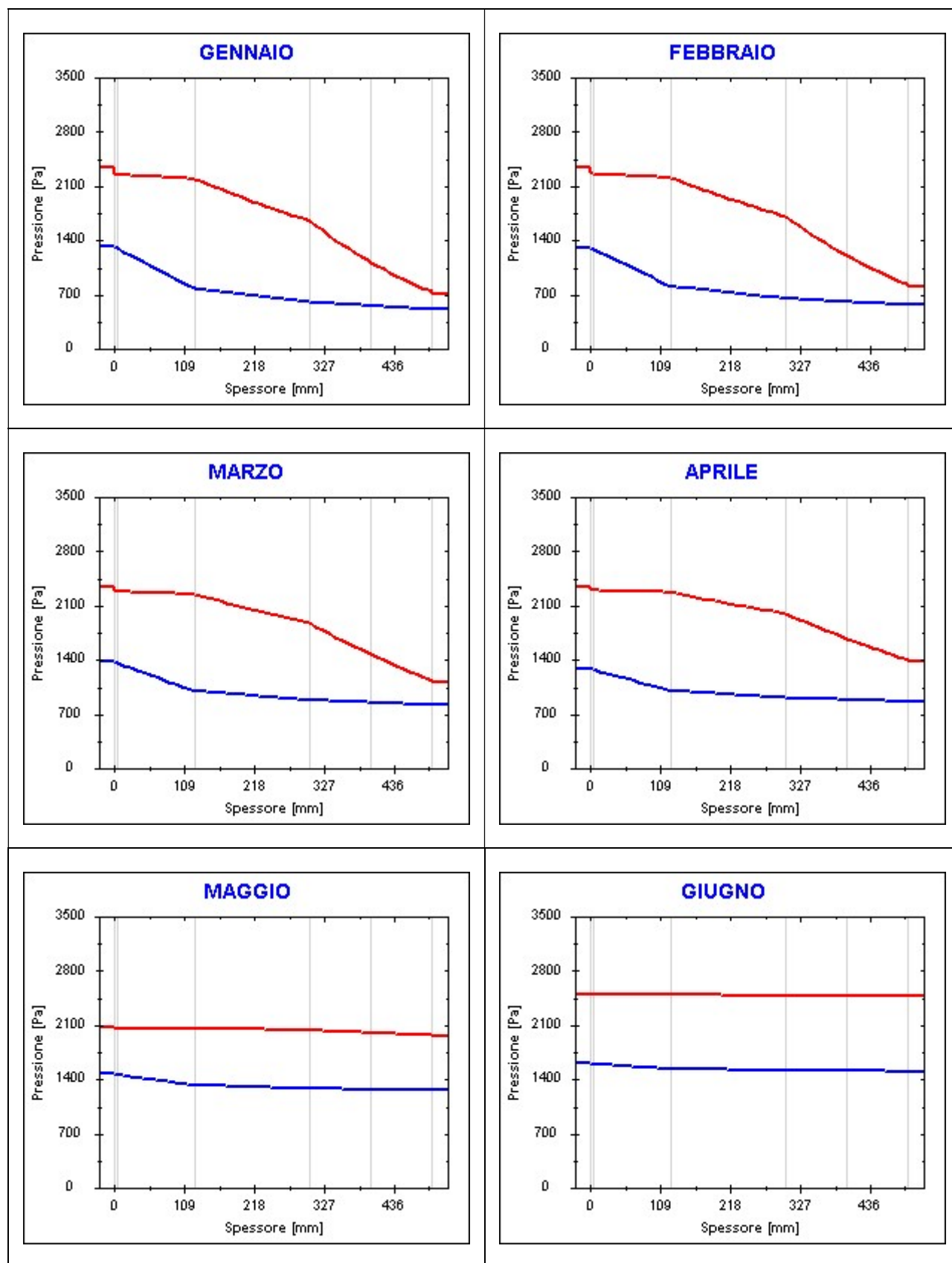
Strato	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set
<i>Amb.</i>	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2063	2486	2724	2563	2089
<i>Int.</i>	2298	2273	2255	2249	2257	2280	2296	2059	2485	2723	2562	2089
5	2296	2271	2252	2246	2255	2278	2295	2059	2485	2723	2562	2089
4	2273	2234	2204	2195	2208	2244	2270	2057	2485	2722	2562	2089
3	2008	1824	1694	1652	1709	1873	1994	2032	2481	2711	2556	2089
2	1701	1385	1180	1118	1203	1466	1676	1999	2476	2698	2548	2089
1	1435	1042	809	742	834	1138	1402	1966	2471	2684	2540	2089
<i>Est.</i>	1409	1010	776	710	801	1108	1376	1963	2470	2683	2540	2089

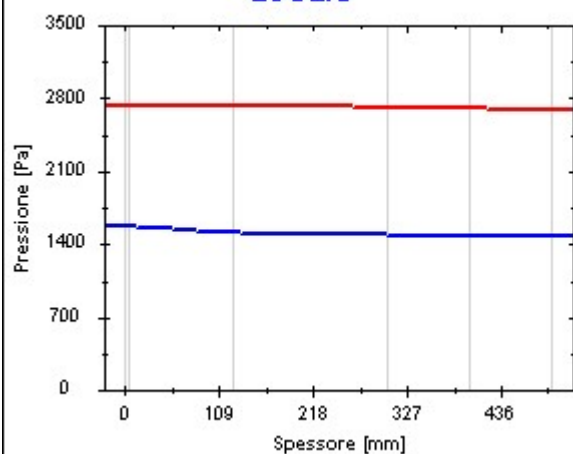
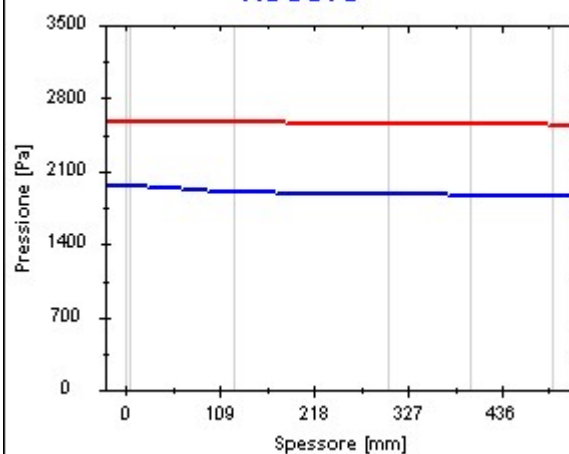
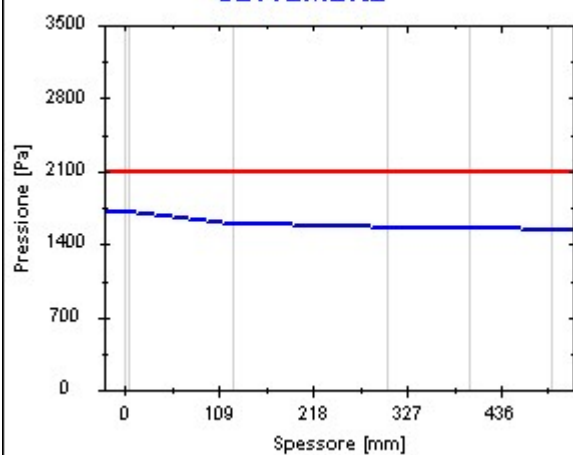
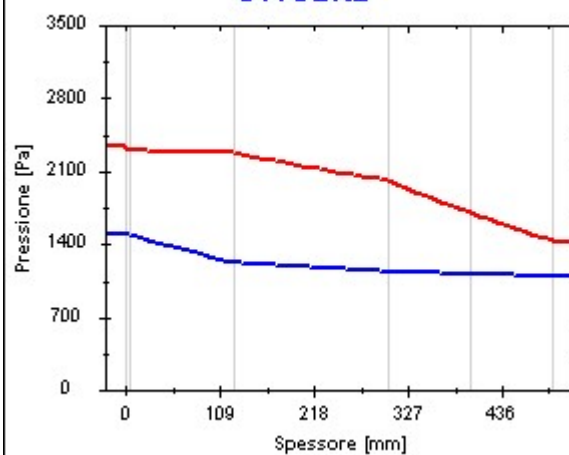
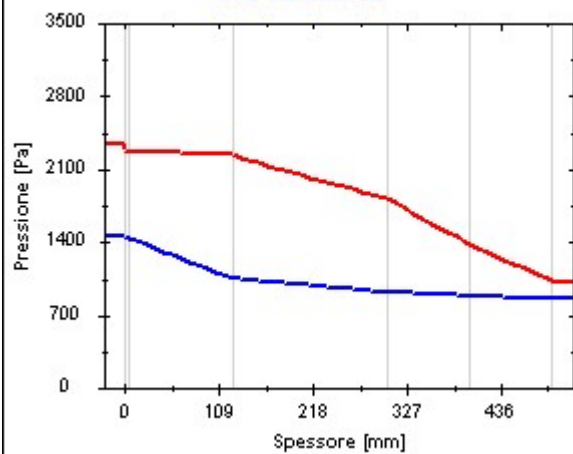
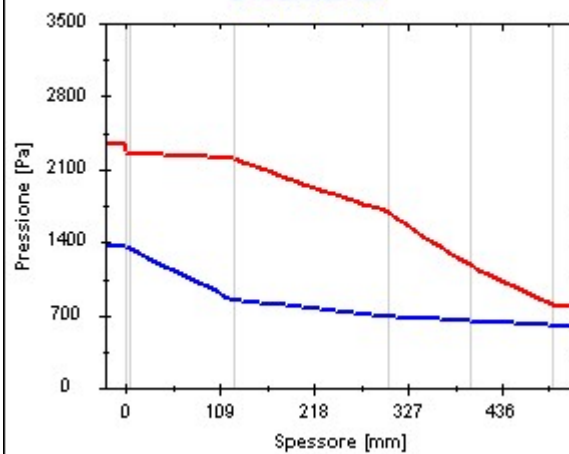
Valori sul lato esterno dello strato; Amb.=ambiente interno; Int.=a valle dello strato liminare interno; Est.=ambiente esterno

Grafici mensili delle pressioni parziali e di saturazione del vapore

Descrizione della struttura: *Soffitto solaio*

Codice: *S1*



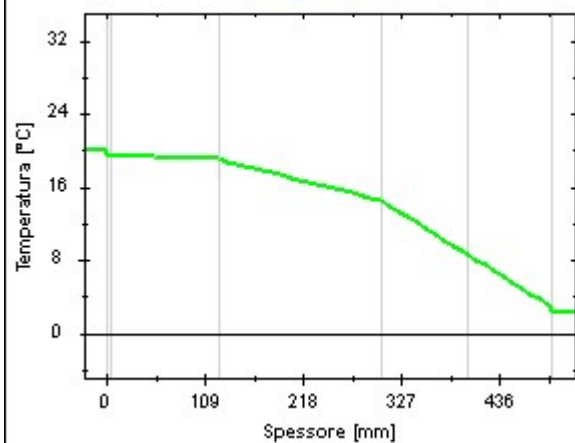
LUGLIO**AGOSTO****SETTEMBRE****OTTOBRE****NOVEMBRE****DICEMBRE**

Grafici mensili delle temperature [°C]

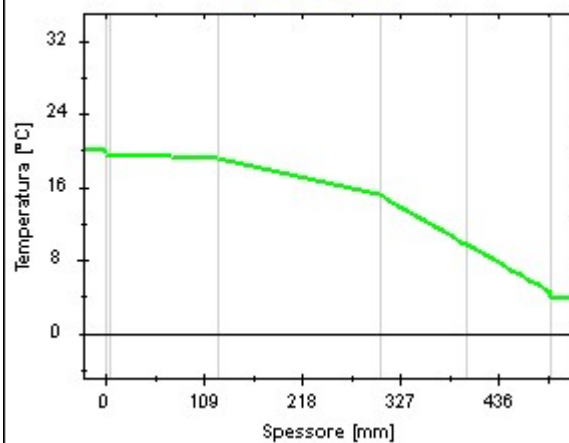
Descrizione della struttura: *Soffitto solaio*

Codice: *S1*

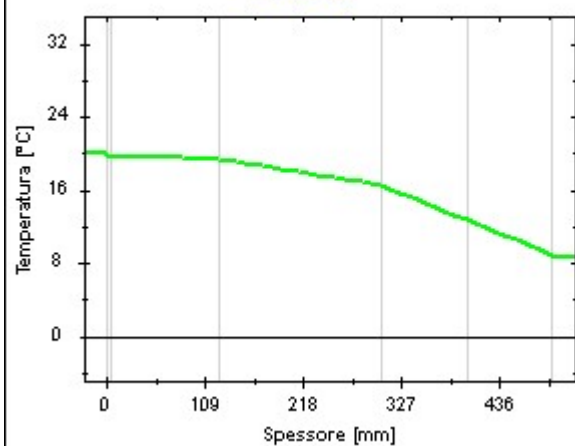
GENNAIO



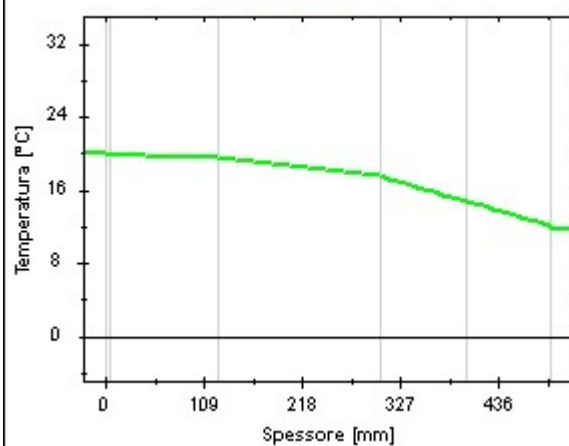
FEBBRAIO



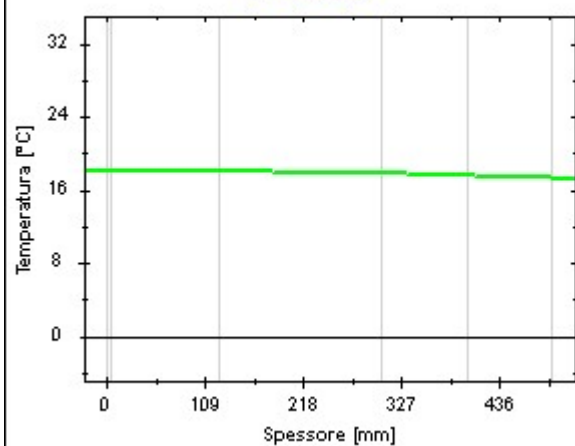
MARZO



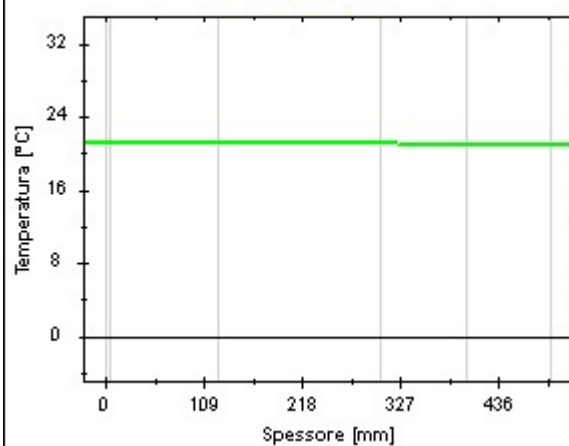
APRILE

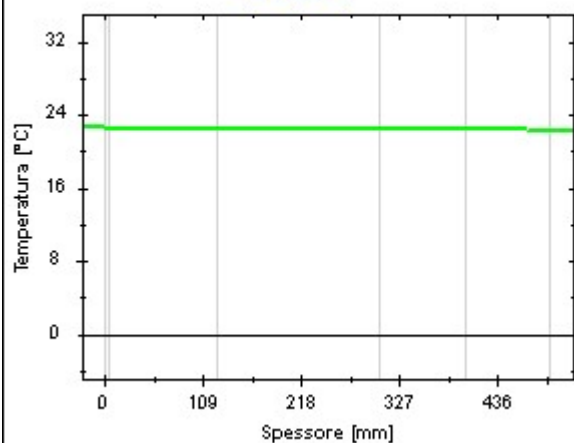
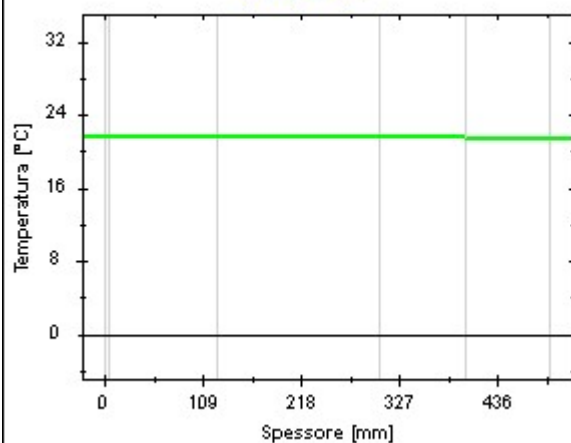
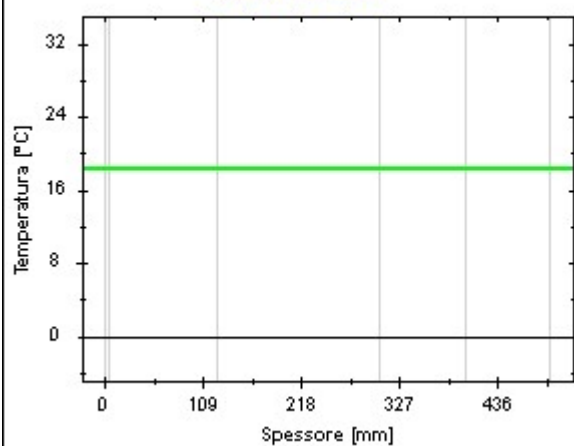
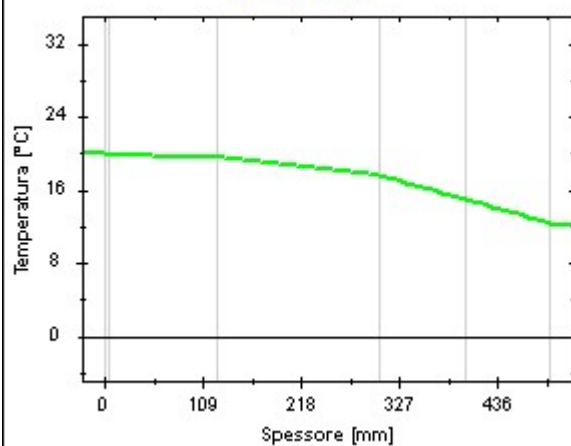
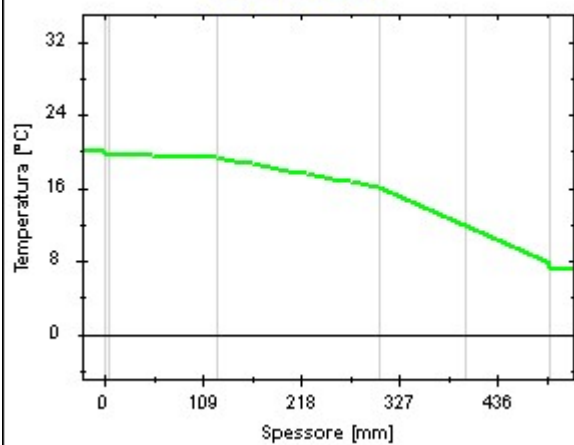


MAGGIO



GIUGNO



LUGLIO**AGOSTO****SETTEMBRE****OTTOBRE****NOVEMBRE****DICEMBRE**