

ALLEGATO 1

Caratteristiche termiche e igrometriche componenti opachi

Componenti opachi verticali

Tipologia:	<u>Parete Esterna</u>	Confine:	<u>Esterno</u>
Codice:	<u>PAR-002_INT-002</u>	Descrizione:	<u>Parete esterna sp. 55 cm isolata</u>

Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	μ [-]	R [m ² K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco di calce e sabbia	0,010	0,800	1600,00	1000,00	6	0,013
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	0,530	0,680	1600,00	840,00	7	0,779
3	Intonaco di calce e sabbia	0,020	0,800	1600,00	1000,00	6	0,025
4	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM	0,140	0,034	90,00	1030,00	1	4,118
5	Intonaco di calce e sabbia	0,005	0,800	1600,00	1000,00	6	0,006
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	TOTALE	0,705					5,111

Legenda

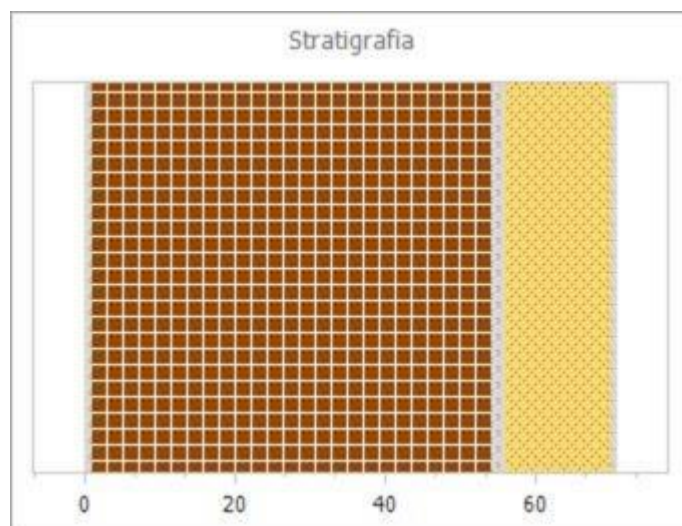
s Spessore dello strato
 ρ Massa volumica

λ Conducibilità termica del materiale
 μ Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale
R Resistenza termica degli strati

Parametri termici

Spessore	s	70,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,196	W/m ² K
Resistenza termica	R	5,111	m ² K/W
Massa superficiale	M	916,60	Kg/m ²
Capacità termica	C	781,30	kJ/m ² K
Trasmittanza termica periodica	Y_{IE}	0,002	W/m ² K
Capacità termica areica interna	k_1	60,00	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	k_2	12,59	kJ/m ² K
Fattore di attenuazione	f_d	0,010	-
Sfasamento	φ	22,33	h
Ammettenza termica interna	Y_{ii}	4,365	W/m ² K
Ammettenza termica esterna	Y_{ee}	0,917	W/m ² K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M_s	860,60	kg/m ²



Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:	Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata
Umidità critica (φ_{cr}) muffa:	0,80 [-]
Umidità critica (φ_{cr}) condensa:	1,00 [-]

Condizioni a contorno

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	θ_i [°C]	φ_i [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	1,40	82,93	560	676	20,00	56,51	1321	2337
Febbraio	3,30	80,20	620	774	20,00	56,20	1313	2337
Marzo	8,50	80,36	891	1109	20,00	59,89	1400	2337
Aprile	12,10	66,44	937	1411	20,00	56,39	1318	2337
Maggio	18,20	65,10	1360	2089	18,20	72,94	1524	2089
Giugno	22,30	60,26	1622	2691	22,30	63,97	1722	2691
Luglio	23,80	53,94	1589	2947	23,80	57,33	1689	2947
Agosto	22,80	72,45	2010	2774	22,80	76,06	2110	2774
Settembre	19,30	74,40	1665	2238	19,30	79,98	1790	2238
Ottobre	12,50	81,75	1184	1449	20,00	66,35	1551	2337
Novembre	7,00	92,73	929	1001	20,00	63,76	1490	2337
Dicembre	2,80	87,94	657	747	20,00	58,50	1367	2337

Legenda simboli

θ - Temperatura
 φ - Umidità relativa
 P - Pressione

Legenda pedici

i - Interna
 e - Esterna
 vap - Vapore
 sat - Saturazione

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi
% - Percentuale
Pa - Pascal

Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1651	1642	1750	1647	1905	2152	2112	2637	2237	1938	1863	1709
$\theta_{si,min}$	°C	14,50	14,42	15,41	14,47	16,74	18,67	18,37	21,97	19,30	17,01	16,39	15,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,704	0,666	0,601	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,602	0,722	0,712

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Novembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,722

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,975

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1321	1313	1400	1318	1524	1722	1689	2110	1790	1551	1490	1367
$\theta_{si,min}$	°C	11,10	11,01	11,98	11,07	13,27	15,16	14,86	18,36	15,76	13,54	12,93	11,62
$f_{R,si,min}$	[-]	0,521	0,462	0,302	-0,131	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,139	0,456	0,513

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie
 $f_{R,si,min}$ Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$ Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,521

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,975

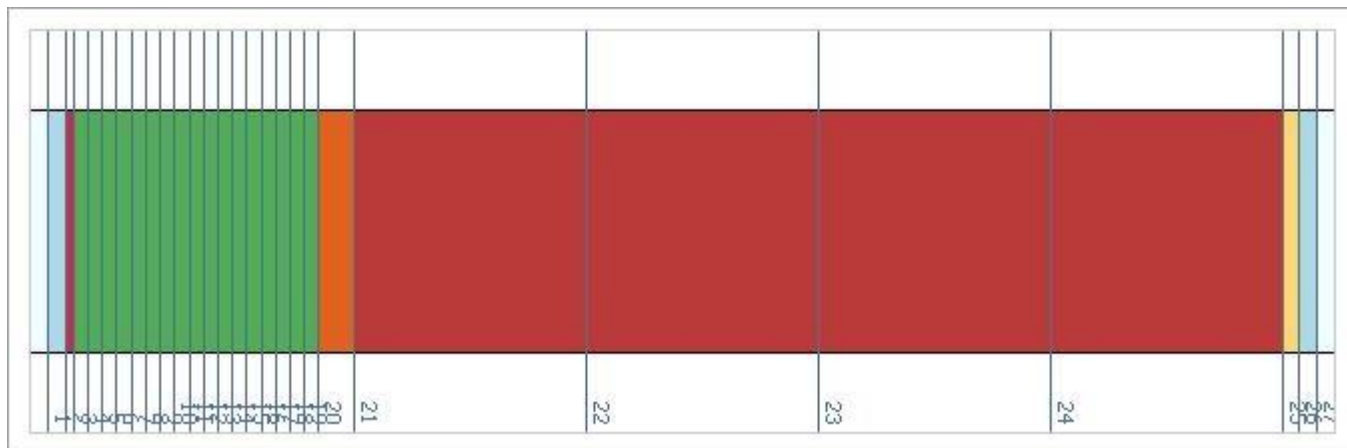
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$. Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [$\text{m}^2\text{K/W}$]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato liminare esterno	-	-	-
2	Strato liminare esterno - Intonaco di calce e sabbia	-	0,040	-
3	Intonaco di calce e sabbia - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [0]	0,5	0,006	0,03
4	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [0] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [1]	0,8	0,242	0,01
5	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [1] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [2]	0,8	0,242	0,01
6	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [2] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [3]	0,8	0,242	0,01
7	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [3] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [4]	0,8	0,242	0,01
8	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [4] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [5]	0,8	0,242	0,01
9	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [5] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [6]	0,8	0,242	0,01
10	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [6] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [7]	0,8	0,242	0,01
11	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [7] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [8]	0,8	0,242	0,01
12	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [8] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [9]	0,8	0,242	0,01
13	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [9] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [10]	0,8	0,242	0,01
14	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [10] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [11]	0,8	0,242	0,01
15	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [11] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [12]	0,8	0,242	0,01
16	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [12] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [13]	0,8	0,242	0,01
17	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [13] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [14]	0,8	0,242	0,01
18	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [14] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [15]	0,8	0,242	0,01
19	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [15] - Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [16]	0,8	0,242	0,01
20	Pannello rigido in lana di roccia Rofix Firestop 034 certificato CAM [16] - Intonaco di calce e sabbia	0,8	0,242	0,01
21	Intonaco di calce e sabbia - Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	2,0	0,025	0,12

	[0]			
22	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%) [0] - Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%) [1]	13,3	0,195	0,93
23	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%) [1] - Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%) [2]	13,3	0,195	0,93
24	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%) [2] - Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%) [3]	13,3	0,195	0,93
25	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%) [3] - Intonaco di calce e sabbia	13,3	0,195	0,93
26	Intonaco di calce e sabbia - Strato liminare interno	1,0	0,013	0,06
27	Strato liminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	560	620	891	937	1360	1622	1589	2010	1665	1184	929	657
	Ps	676	774	1109	1411	2089	2691	2947	2774	2238	1449	1001	747
	θ	1,40	3,30	8,50	12,10	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	12,50	7,00	2,80
	φ	82,93	80,20	80,36	66,44	65,10	60,26	53,94	72,45	74,40	81,75	92,73	87,94
2	Pv	560	620	891	937	1360	1622	1589	2010	1665	1184	929	657
	Ps	683	781	1116	1417	2089	2691	2947	2774	2238	1454	1008	754
	θ	1,55	3,43	8,59	12,16	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	12,56	7,10	2,93
	φ	82,07	79,46	79,87	66,17	65,10	60,26	53,94	72,45	74,40	81,44	92,09	87,10
3	Pv	566	626	895	940	1361	1622	1590	2011	1666	1187	933	662
	Ps	684	782	1117	1418	2089	2691	2947	2774	2238	1455	1009	755
	θ	1,57	3,45	8,60	12,17	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	12,57	7,12	2,96
	φ	82,76	80,00	80,13	66,32	65,15	60,28	53,96	72,48	74,44	81,58	92,40	87,66
4	Pv	567	627	896	941	1361	1622	1590	2011	1666	1188	934	663
	Ps	728	827	1159	1453	2089	2691	2947	2774	2238	1489	1053	800
	θ	2,45	4,24	9,15	12,55	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	12,92	7,73	3,77
	φ	77,91	75,83	77,32	64,76	65,17	60,29	53,97	72,49	74,45	79,75	88,69	82,93
5	Pv	569	628	897	942	1362	1623	1591	2011	1666	1189	935	665
	Ps	775	874	1202	1489	2089	2691	2947	2774	2238	1524	1098	847
	θ	3,33	5,03	9,69	12,92	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	13,28	8,35	4,59
	φ	73,38	71,90	74,62	63,24	65,19	60,30	53,98	72,49	74,47	77,97	85,15	78,48
6	Pv	571	630	898	943	1362	1623	1591	2011	1666	1189	936	666
	Ps	825	923	1247	1526	2089	2691	2947	2774	2238	1560	1145	897
	θ	4,21	5,83	10,24	13,29	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	13,63	8,97	5,40
	φ	69,14	68,20	72,03	61,77	65,20	60,31	53,99	72,50	74,48	76,23	81,77	74,30
7	Pv	572	631	899	943	1362	1623	1591	2011	1667	1190	937	668
	Ps	878	975	1293	1564	2089	2691	2947	2774	2238	1597	1193	949
	θ	5,09	6,62	10,78	13,67	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	13,99	9,58	6,22
	φ	65,18	64,72	69,53	60,33	65,22	60,31	53,99	72,51	74,49	74,53	78,54	70,37
8	Pv	574	633	900	944	1363	1623	1591	2012	1667	1191	938	669
	Ps	933	1030	1341	1602	2089	2691	2947	2774	2238	1634	1244	1003
	θ	5,98	7,41	11,33	14,04	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	14,35	10,20	7,03
	φ	61,47	61,43	67,14	58,93	65,23	60,32	54,00	72,52	74,50	72,88	75,45	66,67
9	Pv	575	634	901	945	1363	1623	1591	2012	1667	1192	940	671
	Ps	992	1087	1390	1642	2089	2691	2947	2774	2238	1672	1296	1061
	θ	6,86	8,20	11,87	14,42	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	14,70	10,81	7,85
	φ	58,00	58,33	64,83	57,56	65,25	60,33	54,01	72,52	74,51	71,27	72,50	63,19
10	Pv	577	635	902	946	1363	1624	1592	2012	1668	1192	941	672
	Ps	1053	1147	1441	1682	2089	2691	2947	2774	2238	1711	1350	1121
	θ	7,74	8,99	12,42	14,79	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	15,06	11,43	8,66
	φ	54,75	55,41	62,62	56,23	65,26	60,34	54,01	72,53	74,52	69,70	69,68	59,92
	Pv	578	637	903	946	1364	1624	1592	2012	1668	1193	942	673
	Ps	1118	1210	1493	1723	2089	2691	2947	2774	2238	1750	1406	1185

11	θ	8,62	9,78	12,96	15,17	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	15,41	12,05	9,48
	φ	51,70	52,65	60,49	54,94	65,28	60,34	54,02	72,54	74,53	68,17	66,98	56,83
12	Pv	580	638	904	947	1364	1624	1592	2012	1668	1194	943	675
	Ps	1187	1275	1548	1765	2089	2691	2947	2774	2238	1790	1464	1252
	θ	9,50	10,57	13,51	15,54	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	15,77	12,66	10,29
	φ	48,84	50,04	58,44	53,68	65,30	60,35	54,03	72,54	74,55	66,68	64,40	53,92
13	Pv	581	640	905	948	1364	1624	1592	2013	1668	1194	944	676
	Ps	1259	1344	1603	1807	2089	2691	2947	2774	2238	1832	1524	1321
	θ	10,38	11,37	14,05	15,92	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	16,12	13,28	11,11
	φ	46,16	47,58	56,47	52,45	65,31	60,36	54,03	72,55	74,56	65,22	61,93	51,18
14	Pv	583	641	906	949	1365	1625	1592	2013	1669	1195	945	678
	Ps	1335	1416	1661	1851	2089	2691	2947	2774	2238	1873	1587	1395
	θ	11,26	12,16	14,60	16,29	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	16,48	13,89	11,92
	φ	43,65	45,26	54,58	51,25	65,33	60,37	54,04	72,56	74,57	63,80	59,57	48,59
15	Pv	584	642	908	950	1365	1625	1593	2013	1669	1196	946	679
	Ps	1415	1492	1720	1896	2089	2691	2947	2774	2238	1916	1651	1471
	θ	12,15	12,95	15,14	16,66	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	16,83	14,51	12,74
	φ	41,29	43,06	52,75	50,09	65,34	60,37	54,05	72,57	74,58	62,41	57,31	46,16
16	Pv	586	644	909	950	1365	1625	1593	2013	1669	1197	948	681
	Ps	1500	1571	1782	1941	2089	2691	2947	2774	2238	1960	1718	1552
	θ	13,03	13,74	15,69	17,04	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	17,19	15,13	13,55
	φ	39,07	40,98	51,00	48,95	65,36	60,38	54,05	72,57	74,59	61,06	55,14	43,86
17	Pv	587	645	910	951	1366	1625	1593	2013	1669	1197	949	682
	Ps	1588	1654	1845	1988	2089	2691	2947	2774	2238	2004	1788	1636
	θ	13,91	14,53	16,23	17,41	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	17,54	15,74	14,37
	φ	36,99	39,02	49,31	47,84	65,38	60,39	54,06	72,58	74,60	59,74	53,07	41,68
18	Pv	589	647	911	952	1366	1625	1593	2014	1670	1198	950	683
	Ps	1682	1740	1910	2035	2089	2691	2947	2774	2238	2050	1859	1725
	θ	14,79	15,32	16,78	17,79	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	17,90	16,36	15,18
	φ	35,03	37,16	47,68	46,76	65,39	60,40	54,07	72,59	74,61	58,45	51,08	39,63
19	Pv	591	648	912	953	1366	1626	1593	2014	1670	1199	951	685
	Ps	1780	1831	1977	2084	2089	2691	2947	2774	2238	2096	1934	1817
	θ	15,67	16,11	17,32	18,16	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	18,25	16,98	16,00
	φ	33,18	35,40	46,12	45,71	65,41	60,40	54,07	72,60	74,62	57,20	49,18	37,69
20	Pv	592	649	913	953	1367	1626	1594	2014	1670	1200	952	686
	Ps	1883	1925	2046	2133	2089	2691	2947	2774	2238	2143	2010	1914
	θ	16,55	16,91	17,87	18,54	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	18,61	17,59	16,81
	φ	31,45	33,74	44,61	44,69	65,42	60,41	54,08	72,60	74,64	55,97	47,36	35,86
21	Pv	615	670	928	965	1371	1629	1597	2017	1674	1211	969	707
	Ps	1893	1935	2053	2139	2089	2691	2947	2774	2238	2148	2019	1924
	θ	16,64	16,99	17,93	18,57	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	18,65	17,65	16,90
	φ	32,46	34,62	45,18	45,11	65,66	60,52	54,18	72,71	74,80	56,35	47,99	36,76
22	Pv	788	828	1044	1052	1409	1652	1619	2040	1702	1294	1097	870
	Ps	1981	2015	2111	2179	2089	2691	2947	2774	2238	2187	2082	2006
	θ	17,35	17,62	18,36	18,88	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	18,93	18,15	17,55
	φ	39,80	41,11	49,46	48,25	67,45	61,37	54,96	73,53	76,08	59,18	52,68	43,36
23	Pv	962	987	1160	1138	1446	1674	1642	2063	1731	1378	1225	1032
	Ps	2071	2097	2169	2221	2089	2691	2947	2774	2238	2226	2148	2090
	θ	18,06	18,26	18,80	19,18	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	19,22	18,65	18,21
	φ	46,45	47,05	53,47	51,27	69,24	62,22	55,73	74,36	77,35	61,89	57,04	49,38
24	Pv	1136	1145	1276	1225	1484	1697	1665	2086	1759	1462	1354	1194
	Ps	2165	2182	2229	2263	2089	2691	2947	2774	2238	2266	2216	2178
	θ	18,77	18,90	19,24	19,48	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	19,50	19,14	18,86
	φ	52,45	52,46	57,24	54,16	71,03	63,07	56,51	75,18	78,62	64,49	61,09	54,85

25	Pv	1309	1303	1392	1312	1521	1720	1688	2108	1788	1545	1482	1357
	Ps	2263	2270	2291	2305	2089	2691	2947	2774	2238	2307	2285	2268
	θ	19,48	19,53	19,68	19,78	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	19,79	19,64	19,52
	φ	57,86	57,39	60,77	56,93	72,83	63,92	57,28	76,00	79,90	66,98	64,85	59,81
26	Pv	1321	1313	1400	1318	1524	1722	1689	2110	1790	1551	1490	1367
	Ps	2269	2276	2295	2308	2089	2691	2947	2774	2238	2309	2290	2274
	θ	19,53	19,58	19,71	19,80	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	19,81	19,67	19,56
	φ	58,19	57,70	60,99	57,10	72,94	63,97	57,33	76,06	79,98	67,14	65,08	60,11
27	Pv	1321	1313	1400	1318	1524	1722	1689	2110	1790	1551	1490	1367
	Ps	2337	2337	2337	2337	2089	2691	2947	2774	2238	2337	2337	2337
	θ	20,00	20,00	20,00	20,00	18,20	22,30	23,80	22,80	19,30	20,00	20,00	20,00
	φ	56,51	56,20	59,89	56,39	72,94	63,97	57,33	76,06	79,98	66,35	63,76	58,50

Legenda

Int.

Numero interfaccia

P_v

Pressione di vapore [Pa]

φ

Umidità relativa [%]

θ

Temperatura [°C]

P_s

Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**
La struttura non presenta condensa interstiziale

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità:

Diagrammi delle pressioni e delle temperature

Legenda

Temperatura

Pressione di vapore

Pressione di saturazione

Umidità

