

# Provincia di Brescia

## Settore EDILIZIA SCOLASTICA E DIREZIONALE

Ufficio Progettazione Edilizia Scolastica e Direzione dei Lavori

Edificio scolastico:

I.I.S. "L. Cerebotani"

Ubicazione:

Comune di Lonato del Garda, via G. Galilei, 1

Intervento:

LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO  
PRIMO STRALCIO



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

Oggetto:

RELAZIONE DI CALCOLO  
DEGLI IMPIANTI

Scala:

Numero:

Fase/Pratica Edilizia:

R12

Il Direttore del Settore Edilizia Scolastica e Direzionale:

Dott. Arch. Giovan Maria Mazzoli

R.U.P.:

Arch. Daniela Massarelli

Progettista:

Ing. Fabio Trevisani

Direttore Lavori:

Collaboratori:

Ing. Adriano Bazzoli  
Ing. Andrea Mondinelli  
P.I. Paolo Andreassi

Progettista Strutture:

Ing. Fabio Trevisani

Coordinatore Sicurezza:

CSP Ing. Fabio Trevisani  
CSE Ing. Giovanni Boldrini

Nome File:

Redatto da:

Verificato da:

Data:

Settembre 2022

Data e Numero Revisione:

AREA  
DEL  
TERRITORIO



PROGETTO ESECUTIVO



# **INDICE**

## **1. CALCOLI IMPIANTI MECCANICI**

## **2. CALCOLI IMPIANTI ELETTRICI**

# 1. CALCOLI IMPIANTI MECCANICI

*Adeguamento sismico I.I.S. Cerebotani – Lonato del Garda (BS)*



# IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

## DATI PROGETTO ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

### **Dati generali**

Destinazione d'uso prevalente (DPR 412/93) ***E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.***

Edificio pubblico o ad uso pubblico

***No***

Edificio situato in un centro storico

***No***

Tipologia di calcolo

***Calcolo regolamentare (valutazione A1/A2)***

### **Opzioni lavoro**

Ponti termici

***Calcolo analitico***

Resistenze liminari

***Appendice A UNI EN ISO 6946***

Serre / locali non climatizzati

***Calcolo semplificato***

Capacità termica

***Calcolo semplificato***

Ombreggiamenti

***Calcolo automatico***

Radiazione solare

***Calcolo con angolo di Azimut***

### **Opzioni di calcolo**

Regime normativo

***UNI/TS 11300-4 e 5:2016***

Rendimento globale medio stagionale

***FAQ ministeriali (agosto 2016)***

Verifica di condensa interstiziale

***UNI EN ISO 13788***

## DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

### Caratteristiche geografiche

Località	<b>Lonato del Garda</b>		
Provincia	<b>Brescia</b>		
Altitudine s.l.m.		<b>188</b>	m
Latitudine nord	<b>45° 27'</b>	Longitudine est	<b>10° 29'</b>
Gradi giorno DPR 412/93		<b>2399</b>	
Zona climatica		<b>E</b>	

### Località di riferimento

per dati invernali	<b>Brescia</b>
per dati estivi	<b>Brescia</b>

### Stazioni di rilevazione

per la temperatura	<b>Bagnano</b>
per l'irradiazione	<b>Bagnano</b>
per il vento	<b>Bagnano</b>

### Caratteristiche del vento

Regione di vento:	<b>A</b>	
Direzione prevalente	<b>Est</b>	
Distanza dal mare		<b>&gt; 40</b> km
Velocità media del vento		<b>1,3</b> m/s
Velocità massima del vento		<b>2,6</b> m/s

### Dati invernali

Temperatura esterna di progetto	<b>-7,2</b> °C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal <b>15 ottobre</b> al <b>15 aprile</b>

### Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto	<b>31,8</b> °C
Temperatura esterna bulbo umido	<b>23,0</b> °C
Umidità relativa	<b>48,0</b> %
Escursione termica giornaliera	<b>15</b> °C

### Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	2,5	3,0	8,1	11,6	17,3	20,6	21,7	21,5	17,9	12,5	7,2	3,0

### Irradiazione solare media mensile

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

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: **285** W/m<sup>2</sup>



## ELENCO COMPONENTI

### **Muri:**

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	Y <sub>IE</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Sfasamento [h]	C <sub>T</sub> [kJ/m <sup>2</sup> K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m <sup>2</sup> K]
M5	T	Muro <i>pietra</i> esistente	540,0	1100	0,134	-14,554	74,160	0,90	0,60	- 7,2	1,903
M6	D	Divisorio interno	150,0	1	0,372	-2,209	22,213	0,90	0,60	-	0,396

### **Pavimenti:**

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	Y <sub>IE</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Sfasamento [h]	C <sub>T</sub> [kJ/m <sup>2</sup> K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m <sup>2</sup> K]
P1	D	Pavimento su aula magna	620,0	898	0,004	-22,260	47,331	0,90	0,60	-	0,445

### **Soffitti:**

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	Y <sub>IE</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Sfasamento [h]	C <sub>T</sub> [kJ/m <sup>2</sup> K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m <sup>2</sup> K]
S1	D	Solaio sopra aula magna	620,0	898	0,006	-21,312	37,768	0,90	0,60	-	0,483
S5	U	Copertura <i>corpo</i> aula magna	730,6	588	0,004	-17,492	36,425	0,90	0,60	1,0	0,187

### **Legenda simboli**

Sp	Spessore struttura
Ms	Massa superficiale della struttura senza intonaci
Y <sub>IE</sub>	Trasmittanza termica periodica della struttura
Sfasamento	Sfasamento dell'onda termica
C <sub>T</sub>	Capacità termica areica
ε	Emissività
α	Fattore di assorbimento
θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
Ue	Trasmittanza di energia della struttura

### **Componenti finestrati:**

Co d	Tip o	Descrizi o ne	vetro	$\epsilon$	ggl,n	fc inv	fc est	H [cm]	L [cm]	Ug [W/m <sup>2</sup> K ]	Uw [W/m <sup>2</sup> K ]	$\theta$ [°C ]	Agf [m <sup>2</sup> ]	Lgf [m]
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	Doppi o	0,83 7	0,67 0	1,0 0	1,0 0	280, 0	130, 0	1,000	1,351	-7,2	3,00 0	12,20 0

### **Legenda simboli**

$\epsilon$	Emissività
ggl,n	Fattore di trasmittanza solare
fc inv	Fattore tendaggi (energia invernale)
fc est	Fattore tendaggi (energia estiva)
H	Altezza
L	Larghezza
Ug	Trasmittanza vetro
Uw	Trasmittanza serramento
$\theta$	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
Agf	Area del vetro
Lgf	Perimetro del vetro

## FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA INVERNALE secondo UNI EN 12831

### Dati climatici della località:

Località	<b>Lonato del Garda</b>
Provincia	<b>Brescia</b>
Altitudine s.l.m.	<b>188</b> m
Gradi giorno	<b>2399</b>
Zona climatica	<b>E</b>
Temperatura esterna di progetto	<b>-7,2</b> °C

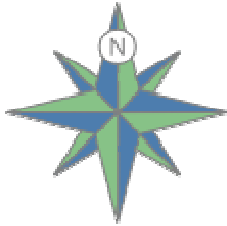
### Dati geometrici dell'intero edificio:

Superficie in pianta netta	<b>164,20</b> m <sup>2</sup>
Superficie esterna lorda	<b>374,36</b> m <sup>2</sup>
Volume netto	<b>779,95</b> m <sup>3</sup>
Volume lordo	<b>992,67</b> m <sup>3</sup>
Rapporto S/V	<b>0,38</b> m <sup>-1</sup>

### Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	<b>Vicini presenti</b>
Coefficiente di sicurezza adottato	<b>1,00</b> -

### Coefficienti di esposizione solare:

	Nord: <b>1,20</b>	
Nord-Ovest: <b>1,15</b>		Nord-Est: <b>1,20</b>
Ovest: <b>1,10</b>		Est: <b>1,15</b>
Sud-Ovest: <b>1,05</b>		Sud-Est: <b>1,10</b>
	Sud: <b>1,00</b>	

## DISPERSIONI DEI COMPONENTI

### Zona 1 - Piano 2° - zona intervento

#### Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m²K]	θ <sub>e</sub> [°C]	S <sub>Tot</sub> [m²]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% Φ <sub>Tot</sub> [%]
M5	T	Muro pietra esistente	2,032	-7,2	155,96	9696	81,7
S5	U	Copertura corpo aula magna	0,187	1,0	187,19	665	5,6

Totale: **10361** **87,3**

Dispersioni strutture trasparenti:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m²K]	θ <sub>e</sub> [°C]	S <sub>Tot</sub> [m²]	Φ <sub>tr</sub> [W]	% Φ <sub>Tot</sub> [%]
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	36,40	1505	12,7

Totale: **1505** **12,7**

#### Legenda simboli

U	Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
θ <sub>e</sub>	Temperatura di esposizione dell'elemento
S <sub>Tot</sub>	Superficie totale su tutto l'edificio dell'elemento disperdente
L <sub>Tot</sub>	Lunghezza totale su tutto l'edificio del ponte termico
Φ <sub>tr</sub>	Potenza dispersa per trasmissione
%Φ <sub>Tot</sub>	Rapporto percentuale tra il Φ <sub>tr</sub> dell'elemento e il Φ <sub>tr</sub> totale dell'edificio

## POTENZE DI PROGETTO DEI LOCALI

### Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo

**Vicini presenti**

Coefficiente di sicurezza adottato

**1,00** -

### Zona 1 - Piano 2° - zona intervento

### Dettaglio del fabbisogno di potenza dei locali

**Zona: 1      Locale: 1      Descrizione: A2 Aula sud**

Superficie in pianta netta	<b>52,97</b>	m <sup>2</sup>	Volume netto	<b>251,61</b>	m <sup>3</sup>
Altezza netta	<b>4,75</b>	m	Ricambio d'aria	<b>0,50</b>	1/h
Temperatura interna	<b>20,0</b>	°C	Fattore di ripresa	<b>0</b>	W/m <sup>2</sup>
Ventilazione	<b>Naturale</b>		η recuperatore	-	-

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Esp	ce	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]
M6	D	Divisorio interno	0,396	-	-	0,00	44,44	-
M6	D	Divisorio interno	0,396	-	-	0,00	44,33	-
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	SO	1,05	3,64	140
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	SO	1,05	3,64	140
M5	T	Muro pietra esistente	2,032	-7,2	SO	1,05	37,16	2156
M6	D	Divisorio interno	0,396	-	-	0,00	44,33	-
P1	D	Pavimento su aula magna	0,445	-	OR	1,00	58,75	-
S5	U	Copertura corpo aula magna	0,187	1,0	OR	1,00	58,75	209

Dispersioni per trasmissione:	Φ <sub>tr</sub> =	<b>2646</b>
Dispersioni per ventilazione:	Φ <sub>ve</sub> =	<b>1141</b>
Dispersioni per intermittenza:	Φ <sub>rh</sub> =	<b>0</b>
Dispersioni totali:	Φ <sub>hl</sub> =	<b>3787</b>
Dispersioni totali con coefficiente di sicurezza:	Φ <sub>hl sic</sub> =	<b>3787</b>

**Zona: 1                      Locale: 2                      Descrizione: A2 Aula nord**

Superficie in pianta netta	<b>61,85</b>	m <sup>2</sup>	Volume netto	<b>293,79</b>	m <sup>3</sup>
Altezza netta	<b>4,75</b>	m	Ricambio d'aria	<b>0,50</b>	1/h
Temperatura interna	<b>20,0</b>	°C	Fattore di ripresa	<b>0</b>	W/m <sup>2</sup>
Ventilazione	<b>Naturale</b>		η recuperatore	-	-

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Esp	ce	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]
M6	D	Divisorio interno	0,396	-	-	0,00	51,74	-
M6	D	Divisorio interno	0,396	-	-	0,00	44,33	-
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	SO	1,05	3,64	140
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	SO	1,05	3,64	140
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	SO	1,05	3,64	140
M5	T	Muro pietra esistente	2,032	-7,2	SO	1,05	40,82	2368
M6	D	Divisorio interno	0,396	-	-	0,00	44,33	-
P1	D	Pavimento su aula magna	0,445	-	OR	1,00	68,40	-
S5	U	Copertura corpo aula magna	0,187	1,0	OR	1,00	68,40	243

Dispersioni per trasmissione:	Φ <sub>tr</sub> =	<b>3033</b>
Dispersioni per ventilazione:	Φ <sub>ve</sub> =	<b>1332</b>
Dispersioni per intermittenza:	Φ <sub>rh</sub> =	<b>0</b>
Dispersioni totali:	Φ <sub>hl</sub> =	<b>4365</b>
Dispersioni totali con coefficiente di sicurezza:	Φ <sub>hl sic</sub> =	<b>4365</b>

**Zona: 1      Locale: 3      Descrizione: A2 Corridoio**

Superficie in pianta netta	<b>49,38</b>	m <sup>2</sup>	Volume netto	<b>234,55</b>	m <sup>3</sup>
Altezza netta	<b>4,75</b>	m	Ricambio d'aria	<b>0,50</b>	1/h
Temperatura interna	<b>20,0</b>	°C	Fattore di ripresa	<b>0</b>	W/m <sup>2</sup>
Ventilazione	<b>Naturale</b>		η recuperatore	-	-

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Esp	ce	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	NE	1,20	3,64	161
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	NE	1,20	3,64	161
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	NE	1,20	3,64	161
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	NE	1,20	3,64	161
W1	T	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	-7,2	NE	1,20	3,64	161
M5	T	Muro pietra esistente	2,032	-7,2	NE	1,20	77,98	5171
M6	D	Divisorio interno	0,396	-	-	0,00	20,93	-
M6	D	Divisorio interno	0,396	-	-	0,00	96,18	-
M6	D	Divisorio interno	0,396	-	-	0,00	20,93	-
P1	D	Pavimento su aula magna	0,445	-	OR	1,00	60,04	-
S5	U	Copertura corpo aula magna	0,187	1,0	OR	1,00	60,04	213

Dispersioni per trasmissione:	Φ <sub>tr</sub> =	<b>6187</b>
Dispersioni per ventilazione:	Φ <sub>ve</sub> =	<b>1063</b>
Dispersioni per intermittenza:	Φ <sub>rh</sub> =	<b>0</b>
Dispersioni totali:	Φ <sub>hl</sub> =	<b>7250</b>
Dispersioni totali con coefficiente di sicurezza:	Φ <sub>hl sic</sub> =	<b>7250</b>

Legenda simboli

U	Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
θ <sub>e</sub>	Temperatura di esposizione dell'elemento
Esp	Esposizione dell'elemento
ce	Coefficiente di esposizione solare
Sup	Superficie dell'elemento disperdente
Lungh	Lunghezza del ponte termico
Φ <sub>tr</sub>	Potenza dispersa per trasmissione

## RIASSUNTO DISPERSIONI DEI LOCALI

### Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo

**Vicini presenti**

Coefficiente di sicurezza adottato

**1,00 -**

### Zona 1 - Piano 2° - zona intervento fabbisogno di potenza dei locali

Loc	Descrizione	$\theta_i$ [°C]	n [1/h]	$\Phi_{tr}$ [W]	$\Phi_{ve}$ [W]	$\Phi_{rh}$ [W]	$\Phi_{hl}$ [W]	$\Phi_{hl\ sic}$ [W]
1	A2 Aula sud	20,0	0,50	2646	1141	0	3787	3787
2	A2 Aula nord	20,0	0,50	3033	1332	0	4365	4365
3	A2 Corridoio	20,0	0,50	6187	1063	0	7250	7250
Totale:				<b>11866</b>	<b>3536</b>	<b>0</b>	<b>15402</b>	<b>15402</b>
<b>Totale Edificio:</b>				<b>11866</b>	<b>3536</b>	<b>0</b>	<b>15402</b>	<b>15402</b>

### Legenda simboli

$\theta_i$	Temperatura interna del locale
n	Ricambio d'aria del locale
$\Phi_{tr}$	Potenza dispersa per trasmissione
$\Phi_{ve}$	Potenza dispersa per ventilazione
$\Phi_{rh}$	Potenza dispersa per intermittenza
$\Phi_{hl}$	Potenza totale dispersa
$\Phi_{hl\ sic}$	Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza



## RIASSUNTO DISPERSIONI DELLE ZONE

### Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo

**Vicini presenti**

Coefficiente di sicurezza adottato

**1,00 -**

### Dati geometrici delle zone termiche:

Zona	Descrizione	V [m <sup>3</sup> ]	V <sub>netto</sub> [m <sup>3</sup> ]	S <sub>u</sub> [m <sup>2</sup> ]	S <sub>lorda</sub> [m <sup>2</sup> ]	S [m <sup>2</sup> ]	S/V [-]
1	Piano 2° - zona intervento	1083,97	779,95	164,20	187,20	379,55	0,35
Totale:		<b>1083,97</b>	<b>779,95</b>	<b>164,20</b>	<b>187,20</b>	<b>379,55</b>	<b>0,35</b>

### Fabbisogno di potenza delle zone termiche

Zona	Descrizione	Φ <sub>tr</sub> [W]	Φ <sub>ve</sub> [W]	Φ <sub>rh</sub> [W]	Φ <sub>hl</sub> [W]	Φ <sub>hl sic</sub> [W]
1	Piano 2° - zona intervento	11866	3536	0	15402	15402
Totale:		<b>11866</b>	<b>3536</b>	<b>0</b>	<b>15402</b>	<b>15402</b>

### Legenda simboli

V	Volume lordo
V <sub>netto</sub>	Volume netto
S <sub>u</sub>	Superficie in pianta netta
S <sub>lorda</sub>	Superficie in pianta lorda
S	Superficie esterna lorda (senza strutture di tipo N)
S/V	Fattore di forma
Φ <sub>tr</sub>	Potenza dispersa per trasmissione
Φ <sub>ve</sub>	Potenza dispersa per ventilazione
Φ <sub>rh</sub>	Potenza dispersa per intermittenza
Φ <sub>hl</sub>	Potenza totale dispersa
Φ <sub>hl sic</sub>	Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

## FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE INVERNALE secondo UNI EN ISO 13790 e UNI TS 11300-1

### Dati climatici della località:

Località	<b>Lonato del Garda</b>
Provincia	<b>Brescia</b>
Altitudine s.l.m.	<b>188</b> m
Gradi giorno	<b>2399</b>
Zona climatica	<b>E</b>
Temperatura esterna di progetto	<b>-7,2</b> °C

### Irradiazione solare giornaliera media mensile:

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

### Zona 1 : Piano 2° - zona intervento

### Temperature esterne medie e numero di giorni nella stagione considerata:

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	2,5	3,0	8,1	10,8	-	-	-	-	-	11,1	7,2	3,0
N° giorni	-	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31

### Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	<b>Vicini presenti</b>		
Stagione di calcolo	<b>Convenzionale</b>	dal	<b>15 ottobre</b>
Durata della stagione	<b>183</b>	giorni	al <b>15 aprile</b>

### Dati geometrici:

Superficie in pianta netta	<b>164,20</b> m <sup>2</sup>
Superficie esterna lorda	<b>379,55</b> m <sup>2</sup>
Volume netto	<b>779,95</b> m <sup>3</sup>
Volume lordo	<b>1083,97</b> m <sup>3</sup>
Rapporto S/V	<b>0,35</b> m <sup>-1</sup>

## COEFFICIENTI DI DISPERSIONE TERMICA STAGIONE INVERNALE

### Zona 1 : Piano 2° - zona intervento

#### **H<sub>T</sub>: Coefficiente di scambio termico per trasmissione da locale climatizzato verso esterno:**

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K] Ψ [W/mK]	Sup.[m²] Lungh [m]	H <sub>T</sub> [W/K]
M5	Muro pietra esistente	1,903	155,96	296,9
W1	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	36,40	49,2
Totale				<b>346,0</b>

#### **H<sub>U</sub>: Coefficiente di scambio termico per trasmissione da locale climatizzato verso locali non climatizzati:**

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K] Ψ [W/mK]	Sup.[m²] Lungh [m]	b <sub>tr, U</sub> [-]	H <sub>U</sub> [W/K]
S5	Copertura corpo aula magna	0,187	187,19	0,70	24,5
Totale					<b>24,5</b>

#### **H<sub>ve</sub>: Coefficiente di scambio termico per ventilazione:**

Nr.	Descrizione locale	Ventilazione	V <sub>netto</sub> [m³]	q <sub>ve,0</sub> [m³/h]	f <sub>ve,t</sub> [-]	H <sub>ve</sub> [W/K]
1	A2 Aula sud	Naturale	251,61	75,48	0,60	25,2
2	A2 Aula nord	Naturale	293,79	88,14	0,60	29,4
3	A2 Corridoio	Naturale	234,55	70,37	0,60	23,5
Totale						<b>78,0</b>

#### Legenda simboli

U	Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
Sup.	Superficie dell'elemento disperdente
Lungh.	Lunghezza del ponte termico
b <sub>tr, X</sub>	Fattore di correzione dello scambio termico
V <sub>netto</sub>	Volume netto del locale
q <sub>ve,0</sub>	Portata minima di progetto di aria esterna
f <sub>ve,t</sub>	Fattore di correzione per la ventilazione in condizioni di riferimento

## DISPERSIONI ORDINATE PER COMPONENTE STAGIONE INVERNALE

### Zona 1 : Piano 2° - zona intervento

#### INTERA STAGIONE

##### Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
M5	Muro pietra esistente	1,903	155,96	18432	80,1	2167	86,7	3586	41,8
S5	Copertura corpo aula magna	0,187	187,19	1519	6,6	-	-	-	-
Totali				<b>19951</b>	<b>86,7</b>	<b>2167</b>	<b>86,7</b>	<b>3586</b>	<b>41,8</b>

##### Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
W1	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	36,40	3053	13,3	334	13,3	5004	58,2
Totali				<b>3053</b>	<b>13,3</b>	<b>334</b>	<b>13,3</b>	<b>5004</b>	<b>58,2</b>

#### Mese : OTTOBRE

##### Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
M5	Muro pietra esistente	1,903	155,96	1074	80,1	183	86,7	377	41,7
S5	Copertura corpo aula magna	0,187	187,19	89	6,6	-	-	-	-
Totali				<b>1163</b>	<b>86,7</b>	<b>183</b>	<b>86,7</b>	<b>377</b>	<b>41,7</b>

##### Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
W1	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	36,40	178	13,3	28	13,3	528	58,3
Totali				<b>178</b>	<b>13,3</b>	<b>28</b>	<b>13,3</b>	<b>528</b>	<b>58,3</b>

#### Mese : NOVEMBRE

##### Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
M5	Muro pietra esistente	1,903	155,96	2736	80,1	315	86,7	461	41,5
S5	Copertura corpo aula magna	0,187	187,19	225	6,6	-	-	-	-
Totali				<b>2961</b>	<b>86,7</b>	<b>315</b>	<b>86,7</b>	<b>461</b>	<b>41,5</b>

##### Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
W1	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	36,40	453	13,3	48	13,3	649	58,5
Totali				<b>453</b>	<b>13,3</b>	<b>48</b>	<b>13,3</b>	<b>649</b>	<b>58,5</b>

### **Mese : DICEMBRE**

#### Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
M5	Muro pietra esistente	1,903	155,96	3755	80,1	316	86,7	332	41,6
S5	Copertura corpo aula magna	0,187	187,19	309	6,6	-	-	-	-
Totali				<b>4064</b>	<b>86,7</b>	<b>316</b>	<b>86,7</b>	<b>332</b>	<b>41,6</b>

#### Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
W1	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	36,40	622	13,3	49	13,3	466	58,4
Totali				<b>622</b>	<b>13,3</b>	<b>49</b>	<b>13,3</b>	<b>466</b>	<b>58,4</b>

### **Mese : GENNAIO**

#### Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
M5	Muro pietra esistente	1,903	155,96	3865	80,1	345	86,7	309	41,7
S5	Copertura corpo aula magna	0,187	187,19	319	6,6	-	-	-	-
Totali				<b>4184</b>	<b>86,7</b>	<b>345</b>	<b>86,7</b>	<b>309</b>	<b>41,7</b>

#### Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
W1	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	36,40	640	13,3	53	13,3	433	58,3
Totali				<b>640</b>	<b>13,3</b>	<b>53</b>	<b>13,3</b>	<b>433</b>	<b>58,3</b>

### **Mese : FEBBRAIO**

#### Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
M5	Muro pietra esistente	1,903	155,96	3391	80,1	350	86,7	613	41,5
S5	Copertura corpo aula magna	0,187	187,19	280	6,6	-	-	-	-
Totali				<b>3671</b>	<b>86,7</b>	<b>350</b>	<b>86,7</b>	<b>613</b>	<b>41,5</b>

#### Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
W1	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	36,40	562	13,3	54	13,3	862	58,5
Totali				<b>562</b>	<b>13,3</b>	<b>54</b>	<b>13,3</b>	<b>862</b>	<b>58,5</b>

## **Mese : MARZO**

### Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
M5	Muro pietra esistente	1,903	155,96	2628	80,1	451	86,7	953	41,8
S5	Copertura corpo aula magna	0,187	187,19	217	6,6	-	-	-	-
Totali				<b>2845</b>	<b>86,7</b>	<b>451</b>	<b>86,7</b>	<b>953</b>	<b>41,8</b>

### Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
W1	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	36,40	435	13,3	69	13,3	1325	58,2
Totali				<b>435</b>	<b>13,3</b>	<b>69</b>	<b>13,3</b>	<b>1325</b>	<b>58,2</b>

## **Mese : APRILE**

### Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
M5	Muro pietra esistente	1,903	155,96	982	80,1	207	86,7	542	42,3
S5	Copertura corpo aula magna	0,187	187,19	81	6,6	-	-	-	-
Totali				<b>1063</b>	<b>86,7</b>	<b>207</b>	<b>86,7</b>	<b>542</b>	<b>42,3</b>

### Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K]	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	%Q <sub>H,tr</sub> [%]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	%Q <sub>H,r</sub> [%]	Q <sub>sol,k</sub> [kWh]	%Q <sub>sol,k</sub> [%]
W1	Nuovo serramento alluminio 130x280	1,351	36,40	163	13,3	32	13,3	740	57,7
Totali				<b>163</b>	<b>13,3</b>	<b>32</b>	<b>13,3</b>	<b>740</b>	<b>57,7</b>

### Legenda simboli

U	Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
Sup.	Superficie dell'elemento disperdente
Lungh.	Lunghezza del ponte termico
Q <sub>H,tr</sub>	Energia dispersa per trasmissione
%Q <sub>H,tr</sub>	Rapporto percentuale tra il Q <sub>H,tr</sub> dell'elemento e il totale dei Q <sub>H,tr</sub>
Q <sub>H,r</sub>	Energia dispersa per extraflusso
%Q <sub>H,r</sub>	Rapporto percentuale tra il Q <sub>H,r</sub> dell'elemento e il totale dei Q <sub>H,r</sub>
Q <sub>sol,k</sub>	Apporto solare attraverso gli elementi opachi e finestrati
%Q <sub>sol,k</sub>	Rapporto percentuale tra il Q <sub>sol,k</sub> dell'elemento e il totale dei Q <sub>sol,k</sub>

## ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE

### Dettaglio perdite e apporti

#### Zona 1 : Piano 2° - zona intervento

#### Energia dispersa per trasmissione e ventilazione:

Mese	$Q_{H,trT}$ [kWh]	$Q_{H,trG}$ [kWh]	$Q_{H,trA}$ [kWh]	$Q_{H,trU}$ [kWh]	$Q_{H,trN}$ [kWh]	$Q_{H,rT}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]
Ottobre	1252	0	0	89	0	212	282
Novembre	3189	0	0	225	0	363	719
Dicembre	4377	0	0	309	0	365	986
Gennaio	4506	0	0	319	0	398	1015
Febbraio	3953	0	0	280	0	404	891
Marzo	3064	0	0	217	0	520	691
Aprile	1145	0	0	81	0	239	258
<b>Totali</b>	<b>21485</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1519</b>	<b>0</b>	<b>2501</b>	<b>4843</b>

#### Apporti termici solari e interni:

Mese	$Q_{sol,k,c}$ [kWh]	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	$Q_{int,k}$ [kWh]
Ottobre	377	528	268
Novembre	461	649	473
Dicembre	332	466	489
Gennaio	309	433	489
Febbraio	613	862	441
Marzo	953	1325	489
Aprile	542	740	236
<b>Totali</b>	<b>3586</b>	<b>5004</b>	<b>2885</b>

#### Legenda simboli

$Q_{H,trT}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso esterno
$Q_{H,trG}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso terreno
$Q_{H,trA}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali a temperatura fissa
$Q_{H,trU}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali non climatizzati
$Q_{H,trN}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali vicini
$Q_{H,rT}$	Energia dispersa per extraflusso da locale climatizzato verso esterno
$Q_{H,ve}$	Energia dispersa per ventilazione
$Q_{sol,k,c}$	Apporti solari diretti attraverso le strutture opache
$Q_{sol,k,w}$	Apporti solari diretti attraverso gli elementi finestrati
$Q_{int,k}$	Apporti interni

## FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE

### Sommaro perdite e apporti

#### **Zona 1 : Piano 2° - zona intervento**

Categoria DPR 412/93	<b>E.7</b>	-	Superficie esterna	<b>379,55</b>	m <sup>2</sup>
Superficie utile	<b>164,20</b>	m <sup>2</sup>	Volume lordo	<b>1083,97</b>	m <sup>3</sup>
Volume netto	<b>779,95</b>	m <sup>3</sup>	Rapporto S/V	<b>0,35</b>	m <sup>-1</sup>
Temperatura interna	<b>20,0</b>	°C	Capacità termica specifica	<b>165</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Apporti interni	<b>4,00</b>	W/m <sup>2</sup>	Superficie totale	<b>379,56</b>	m <sup>2</sup>

#### Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	Q <sub>H,tr</sub> [kWh]	Q <sub>H,r</sub> [kWh]	Q <sub>H,ve</sub> [kWh]	Q <sub>H,ht</sub> [kWh] <sub>t</sub>	Q <sub>sol,k,w</sub> [kWh]	Q <sub>int</sub> [kWh]	Q <sub>gn</sub> [kWh]	τ [h]	η <sub>u, H</sub> [-]	Q <sub>H,nd</sub> [kWh]
Ottobre	964	212	282	1457	528	268	796	38,8	0,945	706
Novembre	2954	363	719	4036	649	473	1122	38,8	0,993	2922
Dicembre	4354	365	986	5706	466	489	955	38,8	0,999	4752
Gennaio	4515	398	1015	5929	433	489	921	38,8	0,999	5008
Febbraio	3620	404	891	4915	862	441	1303	38,8	0,994	3620
Marzo	2327	520	691	3538	1325	489	1814	38,8	0,953	1808
Aprile	684	239	258	1181	740	236	977	38,8	0,849	351
<b>Totali</b>	<b>19418</b>	<b>2501</b>	<b>4843</b>	<b>26761</b>	<b>5004</b>	<b>2885</b>	<b>7888</b>			<b>19168</b>

#### Legenda simboli

Q <sub>H,tr</sub>	Energia dispersa per trasmissione dedotti gli apporti solari diretti attraverso le strutture opache (Q <sub>sol,k,H</sub> )
Q <sub>H,r</sub>	Energia dispersa per extraflusso
Q <sub>H,ve</sub>	Energia dispersa per ventilazione
Q <sub>H,ht</sub>	Totale energia dispersa = Q <sub>H,tr</sub> + Q <sub>H,ve</sub>
Q <sub>sol,k,w</sub>	Apporti solari attraverso gli elementi finestrati
Q <sub>int</sub>	Apporti interni
Q <sub>gn</sub>	Totale apporti gratuiti = Q <sub>sol</sub> + Q <sub>int</sub>
Q <sub>H,nd</sub>	Energia utile
τ	Costante di tempo
η <sub>u, H</sub>	Fattore di utilizzazione degli apporti termici



# IMPIANTO IDRICO-SANITARIO

L'intervento non prevede la realizzazione di nuovi impianti ma il mero smantellamento e ripristino di quelli esistenti.

In ogni caso, si riportano di seguito i parametri di riferimento da assumere per i calcoli progettuali.

Ai fini del corretto dimensionamento degli impianti idrico-sanitari si è tenuto conto delle portate indicate nella seguente tabella:

APPARECCHIO	ACQUA FREDDA Q [lt/s]	ACQUA CALDA Q [lt/s]	TOTALE Q [lt/s]
Lavabo	0.10	0.10	0.15
Bidet	0.10	0.10	0.15
Doccia	0.15	0.15	0.20
Lavello	0.15	0.15	0.20
Cassetta vaso WC	0.30	-	0.30
Orinatoio	0.075	-	0.075
Idrantino lavaggio 1/2"	0.20	-	0.20

Al fine di contenere le perdite di carico e la rumorosità nelle tubazioni di alimentazione la velocità massima consentita sarà quella indicata nella seguente tabella:

DIAMETRO TUBAZIONE	VELOCITA' MAX [m/s]
1/2"	0.70
3/4"	0.90
1"	1.20
1"1/4	1.50
1"1/2	1.70
2"	2.00
2"1/2	2.30
3"	2.40
4"-5"-6"	2.50

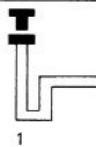
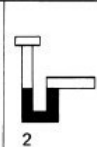
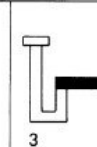
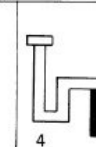
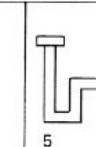
La pressione utile minima necessaria a monte delle utenze idrosanitarie, necessarie al corretto funzionamento degli apparecchi, dovrà essere pari a quella indicata nella seguente tabella:

APPARECCHIO	PRESSIONE MINIMA [kPa]
Lavabo	50
Bidet	50
Doccia	50
Lavello	50
Cassetta vaso WC	50
Orinatoio	50

Ai fini del dimensionamento della rete di scarico, invece, verranno considerati i seguenti parametri relativi alle unità di scarico (UNI EN 12056):

APPARECCHIO	UNITA' DI SCARICO [l/s]
Lavabo	0.50
Bidet	0.50
Doccia senza tappo	0.60
Doccia con tappo	0.80
Lavello	0.80
WC con cassetta da 6 lt	2.00
WC con cassetta da 7.5 lt	2.00
WC con cassetta da 9 lt	2.50
Orinatoio a parete	0.20
Orinatoio con valvola di cacciata	0.50
Orinatoio con cassetta	0.80

In funzione della portata del singolo apparecchio idrosanitario si avrà che i diametri minimi con il quale realizzare i sifoni, il tratto di allacciamento orizzontale (canotto) ed il tratto verticale saranno quelli riportati nella seguente tabella:

Gruppo d'unità di scarico	Intensità di scarico Q	Dettagli dei sifoni				
						
	l/sec.	ø mm	"	ø mm	ø mm	ø mm
1	0,25	25	1"	25	32	40
2	0,50	32	1 1/4"	32	40	50
4	1,00	40	1 1/2"	32	50	63
6	1,50	50	2"	40	63	90
10	2,50			75-90	90-110	110
						40

**Dettagli:**  
1 Allacciamento all'apparecchio (piletta)  
2 Sifone  
3 Allacciamento orizzontale (canotto)  
4 Allacciamento verticale e obliquo  
5 Ventilazione secondaria

Per quanto concerne i diametri minimi delle diramazioni di scarico a servizio del singolo apparecchio si farà riferimento alla seguente tabella:

APPARECCHIO	DIAMETRO NOMINALE DN [mm]
Lavabo	40
Bidet	40
Doccia	50
Lavello	50
WC	110
Piletta a pavimento	63
Vasca da bagno	50
Orinatoio	40
Lavastoviglie	50
Lavatrice	75

Le diramazioni di scarico dovranno essere realizzate nel rispetto dei limiti geometrici indicati nella seguente tabella:

PARAMETRO	DIRAMAZIONI VENTILATE	DIRAMAZIONI NON VENTILATE
Lunghezza	$\leq 10$ m	$\leq 4$ m
Dislivello tra attacco sifone e tratto orizzontale	$\leq 3$ m	$\leq 1$ m
Pendenza orizzontale	$\geq 0.50\%$	$\geq 1\%$
N. max curve a $90^\circ$ (*)	Nessun limite	3

(\*) esclusa la curva di raccordo al sifone

I diametri minimi dei raccordi di ventilazione dei singoli apparecchi dovranno essere almeno pari ai valori riportati di seguito:

APPARECCHIO	DIAMETRO NOMINALE DN [mm]
Lavabo	40
Bidet	40
Doccia	40
Lavello	40
Vasca	40
WC singolo	63
WC in batteria	110

Per quanto riguarda il dimensionamento degli impianti, si terrà conto della probabilità di funzionamento contemporaneo dei vari apparecchi presenti. La portata di dimensionamento di ciascun tronco, pertanto, sarà inferiore alla somma algebrica delle portate dei singoli apparecchi, secondo la seguente relazione:

$$Q_{\text{tot}} = k * (\sum Q_i)^{1/2}$$

in cui

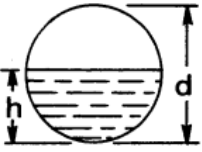
$Q_{\text{tot}}$  portata di progetto che percorre il tronco di tubazione in esame

$k$  coefficiente di contemporaneità = 0.70

$Q_i$  portate singole degli apparecchi che scaricano nel tronco di tubazione in esame

Infine, per quanto riguarda il dimensionamento delle diramazioni di scarico agli apparecchi, si tiene conto anche della pendenza del collettore che trasporta le acque reflue fino alla colonna di scarico. Si considera per tali collettori un riempimento ( $h/d=0.5$ ) pari al 50% e si raccomanda una pendenza minima del 1%. Definita la pendenza e calcolata l'intensità  $Q_{\text{tot}}$ , si definisce il diametro della diramazione in base alla tabella seguente:

↓

 $h/d = 0,5$	pendenze in %				
	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %	2,5 %
$\phi$ mm	portata Q in l/sec.				
34/40***	0,11	0,15	0,19	0,22	0,24
44/50***	0,21	0,30	0,37	0,43	0,48
57/63***	0,43	0,61	0,75	0,87	0,98
69/75***	0,72	1,03	1,26	1,46	1,64
83/90	1,05	1,53	1,88	2,18	2,44
101/110	1,95	2,79	3,42	3,96	4,43
115/125	2,85	4,05	4,97	5,75	6,43
147/160	5,70	8,23	10,10	11,68	13,07
187/200	10,43	14,80	18,16	21,00	23,49
234/250	18,93	26,86	32,94	38,07	42,59
295/315	35,00	49,62	60,85	70,32	78,66

\* secondo la formula di Prandtl-Colebrook con  
 $k_b = 1,0$  mm.

\*\* apparecchi idrosanitari, industriali, da laboratorio

\*\*\* solo per scarichi senza w.c.

## 2. CALCOLI IMPIANTI ELETTRICI

*Adeguamento sismico I.I.S. Cerebotani – Lonato del Garda (BS)*



## INTRODUZIONE

L'intervento non prevede la realizzazione di nuovi impianti ma il mero smantellamento e ripristino di quelli esistenti.

In ogni caso, si riportano di seguito i parametri di riferimento da assumere per i calcoli progettuali.

## PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La tensione nominale supererà i 50V, valore efficace in c.a. e 120V in c.c. non ondulata.

## PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La resistenza di terra sarà coordinata con i dispositivi di protezione; nel caso in questione (sistema TT) sarà soddisfatta la relazione:

$$R_a \times I_a \leq 50V$$

dove:

- $R_a$  è la somma delle resistenze, misurate in ohm, del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse;
- $I_a$  è l'intensità di corrente, in ampere, che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro un tempo di 0,4 secondi.

Quando, come nel caso in oggetto, il dispositivo di protezione è un differenziale,  $I_a$  è la corrente differenziale nominale  $I_{DN}$ .

## MODALITA' DI PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Le caratteristiche di funzionamento dei dispositivi di protezione risponderanno alle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

dove:

$I_b$  = corrente di impiego del circuito

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_z$  = portata in regime permanente della conduttura

$I_f$  = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

## MODALITA' DI PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti (interruttori automatici con sganciatori magnetici, fusibili di tipo gG o aM) verranno scelti in modo da soddisfare le due seguenti condizioni:

- il potere di interruzione del dispositivo non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta di installazione:

$$I_{cc} < p.d.i.$$

- le correnti provocate da un cortocircuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile

La formula approssimata (a favore della sicurezza) che viene verificata ai fini del soddisfacimento delle condizioni di cui sopra è la seguente:

$$I^2t < K^2S^2 (A^2s)$$

dove:

$I^2t$  = energia specifica passante lasciata passare dal dispositivo di protezione (dato rilevabile dalle caratteristiche di intervento fornite dal costruttore)

$K^2S^2$  = energia specifica dissipata in calore dal conduttore ovvero sopportabile dal cavo;

$S$  = sezione del conduttore in mm<sup>2</sup>

$K$  = costante dipendente dal materiale conduttore e dal tipo di isolante:

- 115 per cavi in rame isolati in PVC;
- 135 per cavi in rame isolati in gomma naturale e butilica;
- 143 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato

## INTERRUTTORI AUTOMATICI E DIFFERENZIALI

Gli interruttori da installare sui quadri bt avranno portata e potere di interruzione o chiusura adeguati. La portata sarà non inferiore al 130% del carico previsto ma la portata nominale dell'interruttore sarà inferiore a circa il 20% della portata nominale della linea in uscita da esso. Il potere di interruzione sarà non inferiore a quello valutabile nel punto di installazione in relazione al sistema di distribuzione.

## ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'impianto di illuminazione di sicurezza sarà realizzato nel rispetto della norma C.E.I. 64-8 sezione 752.56.5 che richiede un illuminamento minimo non inferiore a 5 lux ad un metro da terra presso le vie di uscita e lungo il percorso per raggiungerle.



## IMPIANTO DI TERRA

Trattandosi di utilizzatori con consegna in bt (sistema distribuzione TT) la protezione contro i contatti indiretti è realizzata mediante interruzione dell'alimentazione tramite interruttori differenziali coordinati con l'impianto di terra secondo la relazione:

$$R \leq 50/I$$

dove:

**50 V** = Massimo valore della tensione che può manifestarsi nell'impianto di terra quando viene chiamato a disperdere la corrente in caso di guasto;

**I** = Corrente di intervento entro 0.4 secondi del dispositivo di protezione.

Dalla formula di cui sopra si ricava che la resistenza potrà essere al massimo di:

$$R \leq 50 / 1 = 50 \Omega$$

Se come organo di protezione si considera un interruttore differenziale da 1 A la resistenza di terra può essere di 50  $\Omega$ .

## CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Il conduttore di protezione PE avrà avere le sezioni minime seguenti:

- $S_{PE} = S_{FASI}$                       se:  $S_{FASI} \leq 16\text{mm}^2$
- $S_{PE} = 16\text{mm}^2$                       se:  $16\text{mm}^2 \leq S_{FASI} \leq 35\text{mm}^2$
- $S_{PE} = S_{FASI}/2$                       se:  $S_{FASI} \geq 35\text{mm}^2$

## COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI PRINCIPALI

I conduttori avranno sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6  $\text{mm}^2$ .

## CALCOLI ILLUMINOTECNICI ESEGUITI

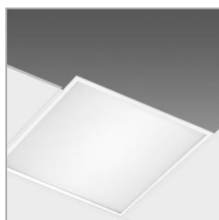
Si allegano i calcoli eseguiti per i nuovi corpi illuminanti.

## Calcolo Illuminotecnico

I.I.S. "L. Cerebotani" Comune di Lonato del Garda, via G. Galilei, 1

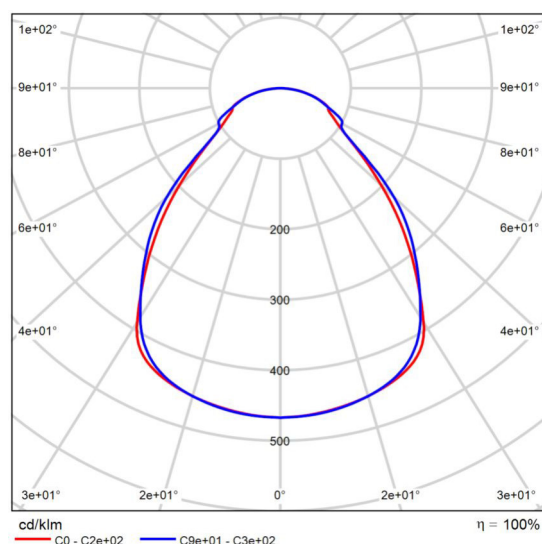
## Scheda tecnica prodotto

Disano Fosnova PanelTech HP A2 LED 54w 4k CLD CELL-E BIANCO



Articolo No.	PanelTech High Performance - UGR&lt;19 - A2
P	57.0 W
$\Phi$ Lampadina	5300 lm
$\Phi$ Lampada	5300 lm
$\eta$	100.00 %
Efficienza	93.0 lm/W
CCT	4000 K
CRI	93

La qualità superiore dell'illuminazione a LED è oggi più vicina e accessibile, grazie a un prodotto rivoluzionario che offre, a costi contenuti, la luce ideale per uffici, centri commerciali, strutture alberghiere, sanitarie e in generale per tutti gli ambienti che necessitano di un'illuminazione costante. I led sono posizionati sul perimetro della plafoniera, all'interno della cornice in alluminio che funge da dissipatore. L'illuminazione è diffusa in modo uniforme dallo schermo prismatico per evitare la possibilità di abbagliamento diretto. &nbsp;&nbsp;&nbsp; Cablaggio: rapido, non è necessario aprire l'apparecchio.&nbsp;&nbsp;&nbsp; Montaggio: Ad incasso solo in appoggio sui traversini o a sospensione Accensione immediata con assenza di tremolio e assoluta silenziosità di funzionamento. Risparmio energetico di oltre il 50% rispetto alle tradizionali plafoniere a tubi fluorescenti. Assenza di emissioni elettromagnetiche e interferenze RF. Nessun rischio per l'ambiente per l'assenza di materiali contenenti mercurio o piombo. Normativa: Prodotti in conformità alle vigenti norme EN60598-1 CEI 34-21, sono protetti con il grado IP40IK05 secondo le EN 60529. Installabili su superfici normalmente incombustibili. Lastra interna: in PMMA. Diffusore: estruso in tecnopolimero



CDL polare

Valutazione di abbagliamento secondo UGR												
p Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
p Pareti	50	30	50	30	30	30	50	30	50	30	30	
p Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade					
2H	2H	16.6	17.8	16.9	18.1	18.3	16.9	18.1	17.2	18.3	18.5	
	3H	17.9	18.9	18.2	19.2	19.5	18.1	19.2	18.4	19.4	19.7	
	4H	18.5	19.5	18.9	19.8	20.1	18.7	19.7	19.0	19.9	20.2	
	6H	19.1	20.1	19.5	20.4	20.7	19.2	20.1	19.5	20.4	20.7	
	8H	19.4	20.3	19.7	20.6	20.9	19.4	20.3	19.7	20.6	20.9	
4H	12H	19.5	20.4	19.9	20.7	21.0	19.5	20.4	19.8	20.7	21.0	
	2H	16.8	17.8	17.1	18.1	18.4	17.1	18.1	17.4	18.4	18.6	
	3H	18.2	19.1	18.6	19.4	19.8	18.4	19.3	18.8	19.6	19.9	
	4H	19.1	19.9	19.5	20.2	20.6	19.2	19.9	19.6	20.3	20.7	
	6H	20.0	20.6	20.4	21.0	21.4	19.9	20.6	20.3	21.0	21.4	
8H	8H	20.3	20.9	20.7	21.3	21.8	20.2	20.8	20.6	21.2	21.7	
	12H	20.6	21.2	21.0	21.6	22.0	20.4	21.0	20.9	21.4	21.9	
	4H	19.3	20.0	19.8	20.4	20.8	19.4	20.0	19.8	20.4	20.8	
	6H	20.4	20.9	20.8	21.3	21.8	20.3	20.8	20.8	21.2	21.7	
	8H	20.9	21.3	21.3	21.8	22.3	20.7	21.2	21.2	21.6	22.1	
12H	12H	21.3	21.7	21.8	22.2	22.7	21.1	21.5	21.6	22.0	22.5	
	4H	19.4	20.0	19.8	20.4	20.8	19.4	20.0	19.9	20.4	20.8	
	6H	20.5	20.9	20.9	21.4	21.8	20.4	20.9	20.9	21.3	21.8	
	8H	21.0	21.4	21.5	21.9	22.4	20.9	21.3	21.4	21.7	22.2	
	Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.4					
S = 1.5H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.6					
S = 2.0H		+0.8 / -0.8					+0.9 / -0.8					
Tabella standard		BK06					BK06					
Addendo di correzione		3.5					3.7					
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 5300lm Flusso luminoso sferico												

Diagramma UGR (SHR: 0.25)

## Scheda tecnica prodotto

Disano Fosnova PanelTech HP A2 LED 54w 4k CLD CELL-E BIANCO

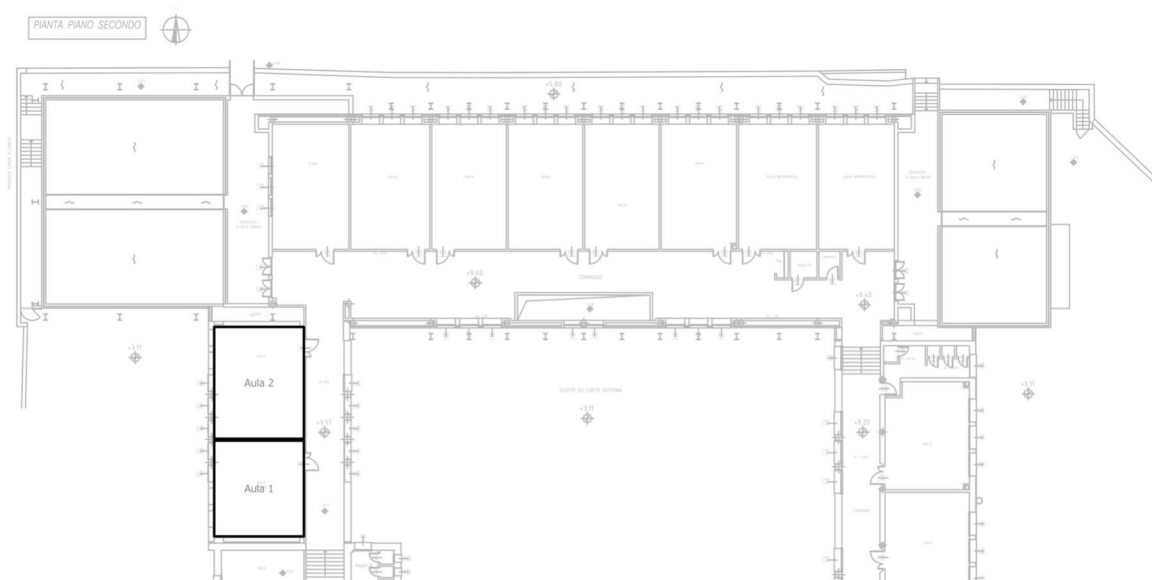
prismatizzato ad alta trasmittanza. Classificazione rischio  
fotobiologico: Gruppo esente Vita media dei led superiore a 50.000  
ore. L80B20 Fattore di potenza:  $\geq 0.95$  COD: 22184812-00 UGR $\leq 19$   
COD: 22184815-00 NON UGR $\leq 19$

Edificio 1

**Lista lampade** $\Phi_{\text{totale}}$   
74200 lm $P_{\text{totale}}$   
798.0 WEfficienza  
93.0 lm/W

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	$\Phi$	Efficienza
14	Disano	PanelTech High Performanc e - UGR<19 - A2	Fosnova PanelTech HP A2 LED 54w 4k CLD CELL-E BIANCO	57.0 W	5300 lm	93.0 lm/W

Edificio 1 · Piano Secondo

**Elenco dei locali**

Edificio 1 · Piano Secondo

**Elenco dei locali**

## Aula 1

<b>P<sub>totale</sub></b> 342.0 W	<b>A<sub>Locale</sub></b> 52.97 m <sup>2</sup>	<b>Valore di allacciamento specifico</b> 6.46 W/m <sup>2</sup> = 1.87 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Locale)	<b>E<sub>orizzontale</sub> (Superficie utile)</b> 344 lx
--------------------------------------	---	--	---

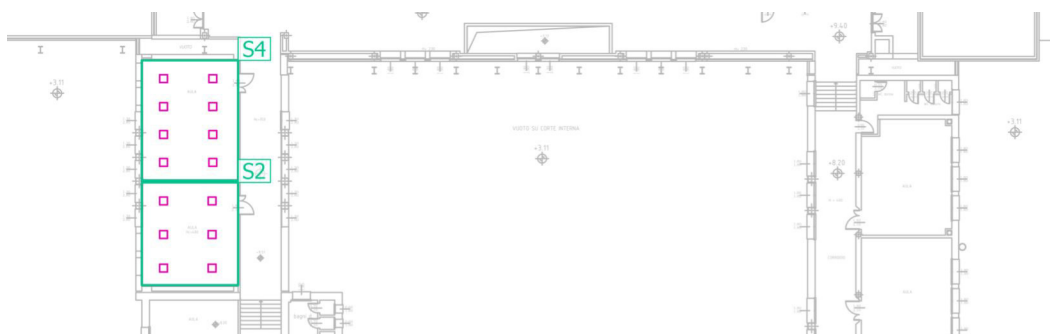
Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ <sub>Lampada</sub>
6	Disano	PanelTech High Performanc e - UGR<19 - A2	Fosnova PanelTech HP A2 LED 54w 4k CLD CELL-E BIANCO	57.0 W	5300 lm

## Aula 2

<b>P<sub>totale</sub></b> 456.0 W	<b>A<sub>Locale</sub></b> 61.85 m <sup>2</sup>	<b>Valore di allacciamento specifico</b> 7.37 W/m <sup>2</sup> = 1.81 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Locale)	<b>E<sub>orizzontale</sub> (Superficie utile)</b> 408 lx
--------------------------------------	---	--	---

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ <sub>Lampada</sub>
8	Disano	PanelTech High Performanc e - UGR<19 - A2	Fosnova PanelTech HP A2 LED 54w 4k CLD CELL-E BIANCO	57.0 W	5300 lm

Edificio 1 · Piano Secondo

**Oggetti di calcolo**



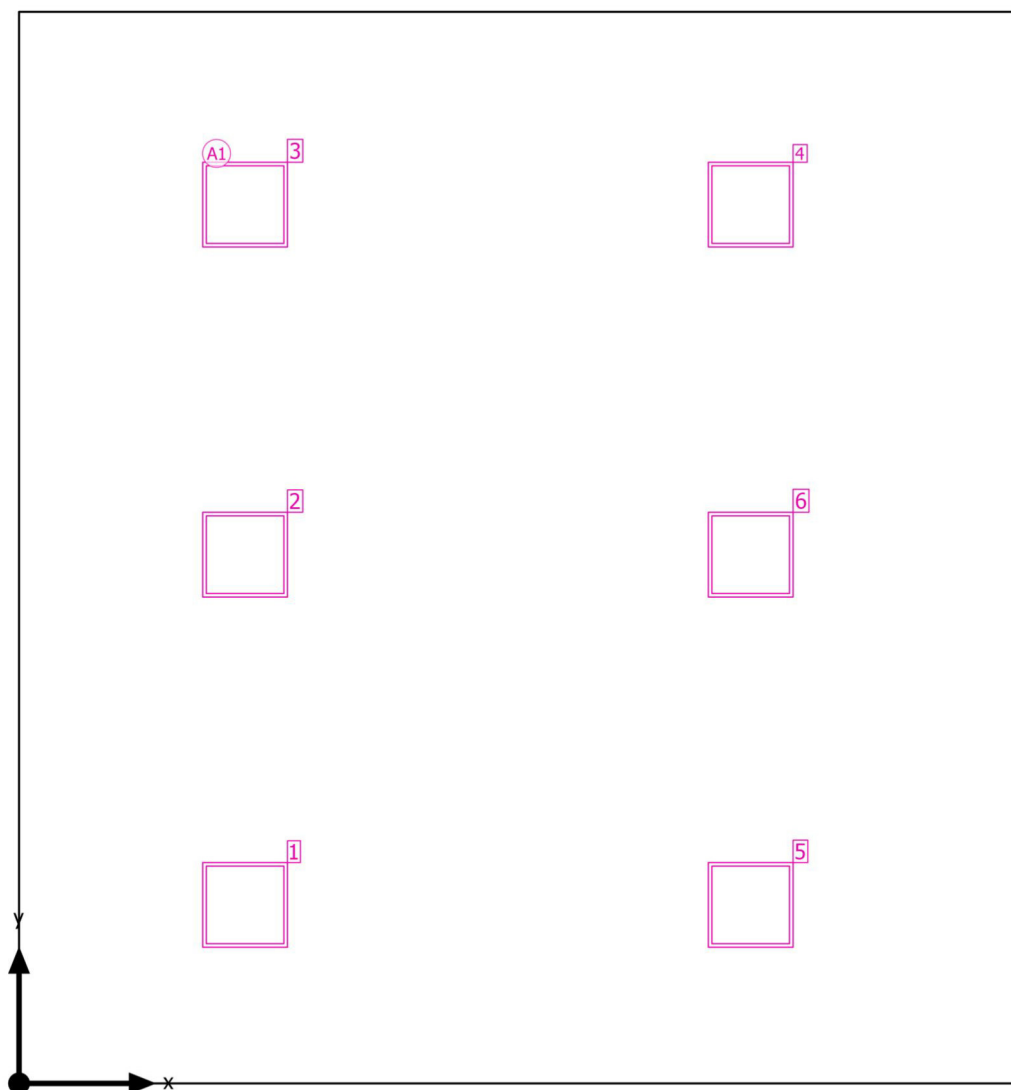
Edificio 1 · Piano Secondo

**Oggetti di calcolo**

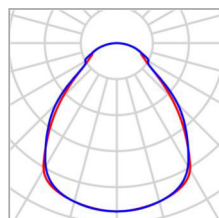
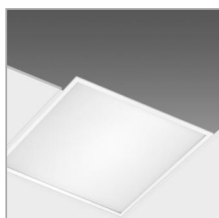
Superfici utili

Proprietà	$\bar{E}$ (Nominale)	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
Superficie utile (Aula 1) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	344 lx ( $\geq 300$ lx) ✓	179 lx	429 lx	0.52	0.42	S2
Superficie utile (Aula 2) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	408 lx ( $\geq 300$ lx) ✓	205 lx	521 lx	0.50	0.39	S4

Edificio 1 · Piano Secondo · Aula 1

**Disposizione lampade**

Edificio 1 · Piano Secondo · Aula 1

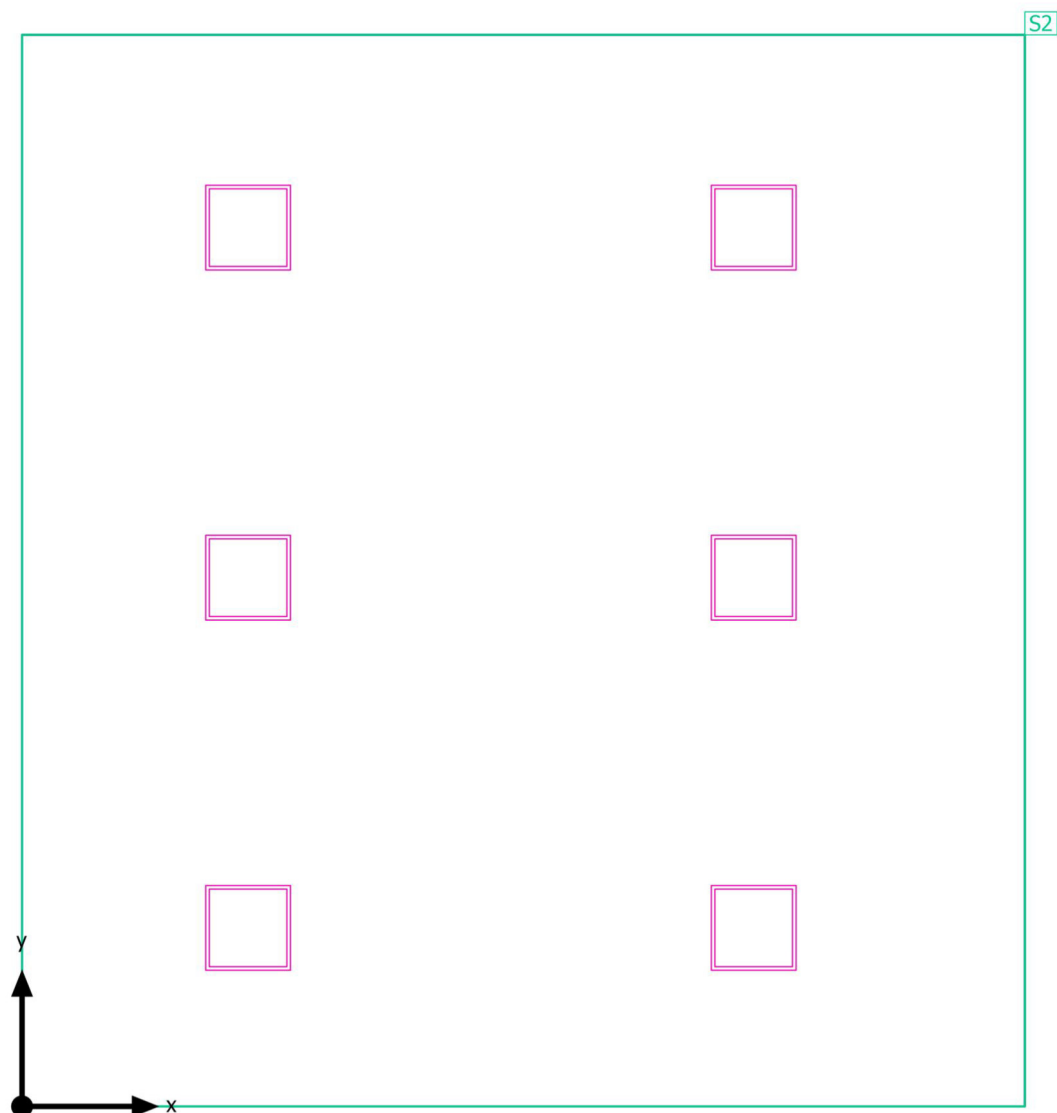
**Disposizione lampade**

Produttore	Disano
Articolo No.	PanelTech High Performance - UGR<19 - A2
Nome articolo	Fosnova PanelTech HP A2 LED 54w 4k CLD CELL-E BIANCO

6 x Disano Illuminazione Fosnova PanelTech HP A2 LED 54w 4k CLD CELL-E BIANCO

Tipo	Disposizione in campo	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	1.587 m, 1.254 m, 4.343 m	1.587 m	1.254 m	4.343 m	1
direzione X	2 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali	1.587 m	3.712 m	4.343 m	2
		1.587 m	6.171 m	4.343 m	3
direzione Y	3 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali	5.137 m	6.171 m	4.343 m	4
		5.137 m	1.254 m	4.343 m	5
Disposizione	A1	5.137 m	3.712 m	4.343 m	6


Edificio 1 · Piano Secondo · Aula 1

**Oggetti di calcolo**

Edificio 1 · Piano Secondo · Aula 1

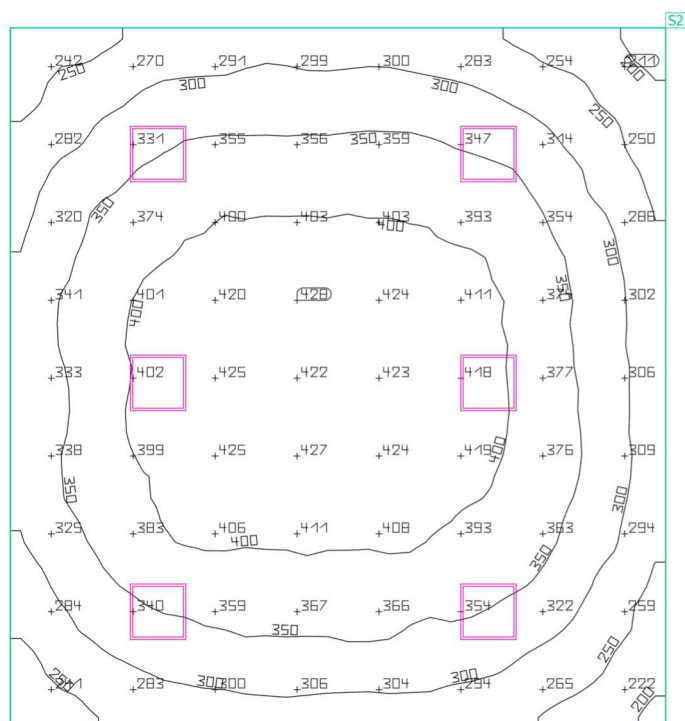
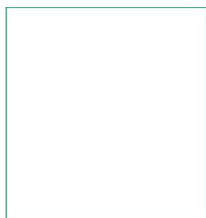
**Oggetti di calcolo**

Superfici utili

Proprietà	$\bar{E}$ (Nominale)	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
Superficie utile (Aula 1) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	344 lx ( $\geq 300$ lx) 	179 lx	429 lx	0.52	0.42	S2

Profilo di utilizzo: Istituti scolastici - scuola materna, scuola preparatoria, Stanze da gioco

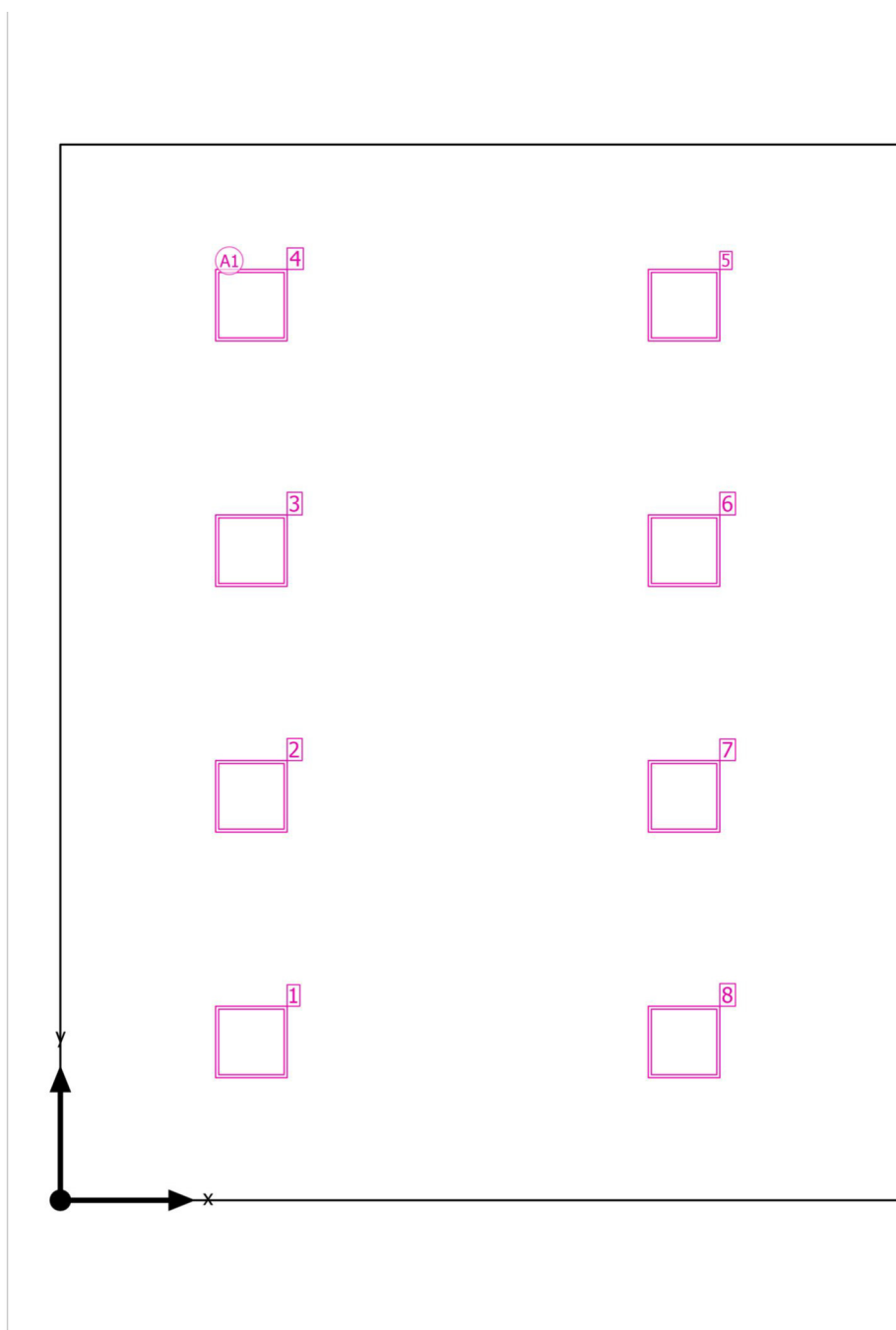
Edificio 1 · Piano Secondo · Aula 1

**Superficie utile (Aula 1)**

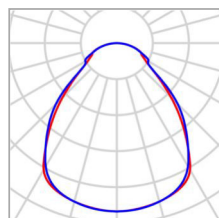
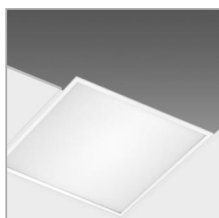
Proprietà	$\bar{E}$ (Nominale)	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
Superficie utile (Aula 1)	344 lx	179 lx	429 lx	0.52	0.42	S2
Illuminamento perpendicolare (adattivo)	( $\geq 300$ lx)					
Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	✓					

Profilo di utilizzo: Istituti scolastici - scuola materna, scuola preparatoria, Stanze da gioco

Edificio 1 · Piano Secondo · Aula 2

**Disposizione lampade**

Edificio 1 · Piano Secondo · Aula 2

**Disposizione lampade**

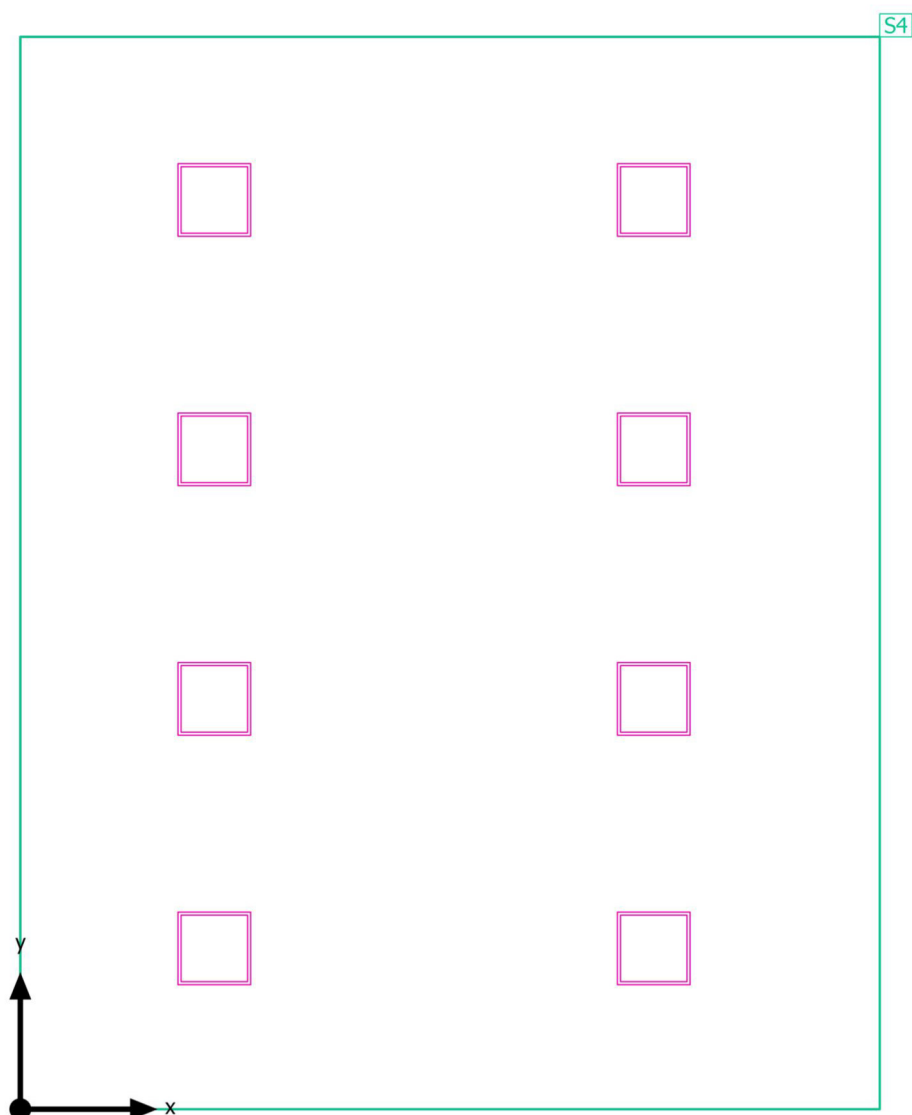
Produttore	Disano
Articolo No.	PanelTech High Performance - UGR<19 - A2
Nome articolo	Fosnova PanelTech HP A2 LED 54w 4k CLD CELL-E BIANCO

8 x Disano Illuminazione Fosnova PanelTech HP A2 LED 54w 4k CLD CELL-E BIANCO

Tipo	Disposizione in campo	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	1.589 m, 1.318 m, 4.343 m	1.589 m	1.318 m	4.343 m	1
direzione X	2 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali	1.589 m	3.362 m	4.343 m	2
		1.589 m	5.405 m	4.343 m	3
direzione Y	4 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali	1.589 m	7.449 m	4.343 m	4
		5.189 m	7.449 m	4.343 m	5
Disposizione	A1	5.189 m	5.405 m	4.343 m	6
		5.189 m	3.362 m	4.343 m	7
		5.189 m	1.318 m	4.343 m	8




Edificio 1 · Piano Secondo · Aula 2

**Oggetti di calcolo**

Edificio 1 · Piano Secondo · Aula 2

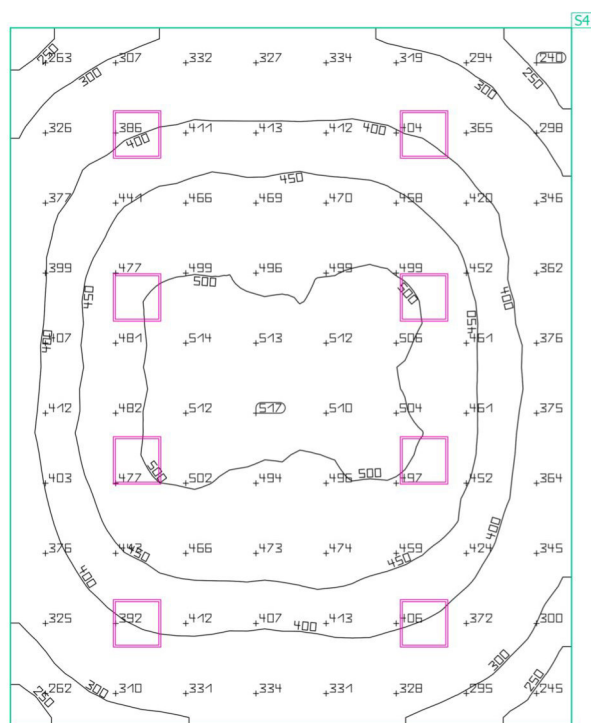
**Oggetti di calcolo**

Superfici utili

Proprietà	$\bar{E}$ (Nominale)	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
Superficie utile (Aula 2) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	408 lx ( $\geq 300$ lx) 	205 lx	521 lx	0.50	0.39	S4

Profilo di utilizzo: Istituti scolastici - scuola materna, scuola preparatoria, Stanze da gioco

Edificio 1 · Piano Secondo · Aula 2

**Superficie utile (Aula 2)**

Proprietà	$\bar{E}$ (Nominale)	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
Superficie utile (Aula 2)	408 lx	205 lx	521 lx	0.50	0.39	S4
Illuminamento perpendicolare (adattivo)	(≥ 300 lx)					
Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	✓					

Profilo di utilizzo: Istituti scolastici - scuola materna, scuola preparatoria, Stanze da gioco