

STUDIO TECNICO  
**ING. GIOVANNI-LUCA GIANNUZZI**



## **COMUNE DI PRATO**

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'ASILO NIDO "ARCOBALENO"  
VIA ARCOBALENO - PRATO (PO)  
*Progetto Definitivo-Esecutivo*

# RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA



Siena, Gennaio 2017

IL TECNICO

**Ing. Giovanni-Luca Giannuzzi**

# INDICE

<b>1</b>	<b>INFORMAZIONI GENERALI.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>STATO ATTUALE (ANTE).....</b>	<b>4</b>
2.1	CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE DISPERDENTI (ANTE).....	4
2.2	ELABORAZIONE DATI E RISULTATI (ANTE) .....	8
<b>3</b>	<b>STATO MODIFICATO (POST).....</b>	<b>9</b>
3.1	CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE DISPERDENTI (POST).....	9
3.2	ELABORAZIONE DATI E RISULTATI (POST) .....	13
<b>4</b>	<b>CONFRONTO .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>RISPONDENZA A “CONTO ENERGIA TERMICO-GSE” .....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA ALLA NORMATIVA.....</b>	<b>16</b>

# 1 INFORMAZIONI GENERALI

Si riportano di seguito le informazioni generali necessarie per procedere alle verifiche del consumo energetico dell'edificio:

- *Ubicazione:* Comune di PRATO (PO)
- *Intervento relativo a:* "Riqualificazione energetica di edificio esistente, con interventi riguardanti pareti, infissi, copertura e centrale termica.
- *Classificazione dell'edificio,* in base alla categoria di cui all'art.3 del D.P.R. 412 del 26/08/93 e successive modifiche ed integrazioni: Scuola- E7;
- L'edificio rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico, ai fini dell'art.5, comma 15, del D.P.R. 412 del 26/08/93 e successive modifiche ed integrazioni (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia).
- I gradi giorno del Comune dell'intervento sono 1668 GG, determinati in base al D.P.R. 412 del 26/08/93 e successive modifiche ed integrazioni.
- La Zona climatica in cui ricade l'opera in oggetto è "D", pertanto il periodo di riscaldamento previsto per legge è di giorni 166 e precisamente dal 1/11 al 15/4.
- La temperatura minima di progetto dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti è di 0.00 °C.
- Le temperature medie mensili determinate in base alla norma UNI 10349 sono le seguenti:

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6.3	8.1	10.1	12.6	18.4	21.1	23.9	24.4	19.3	14.9	9.4	6.80

- Le Umidità Relative medie mensili esterne determinate in base alla norma UNI 10349 sono le seguenti:

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
77.80	71.60	76.70	77.80	78.70	67.50	55.80	67.30	72.50	74.40	79.00	83.80

## **2 STATO ATTUALE (ANTE)**

Si riportano di seguito i risultati della diagnosi energetica dell'edificio scolastico in oggetto, ubicato nel comune di Prato.

### **2.1 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE DISPERDENTI (ANTE)**

La struttura presenta elevate criticità dal punto di vista dell'efficienza energetica, soprattutto per quanto riguarda le caratteristiche di prestazione termica (chiusure opache verticali, orizzontali e trasparenti).

L'edificio è attualmente riscaldato da una centrale termica a metano di epoca relativamente recente. Il fabbisogno di ACS è significativo, considerando la particolare destinazione d'uso di asilo nido e la presenza della cucina all'interno.

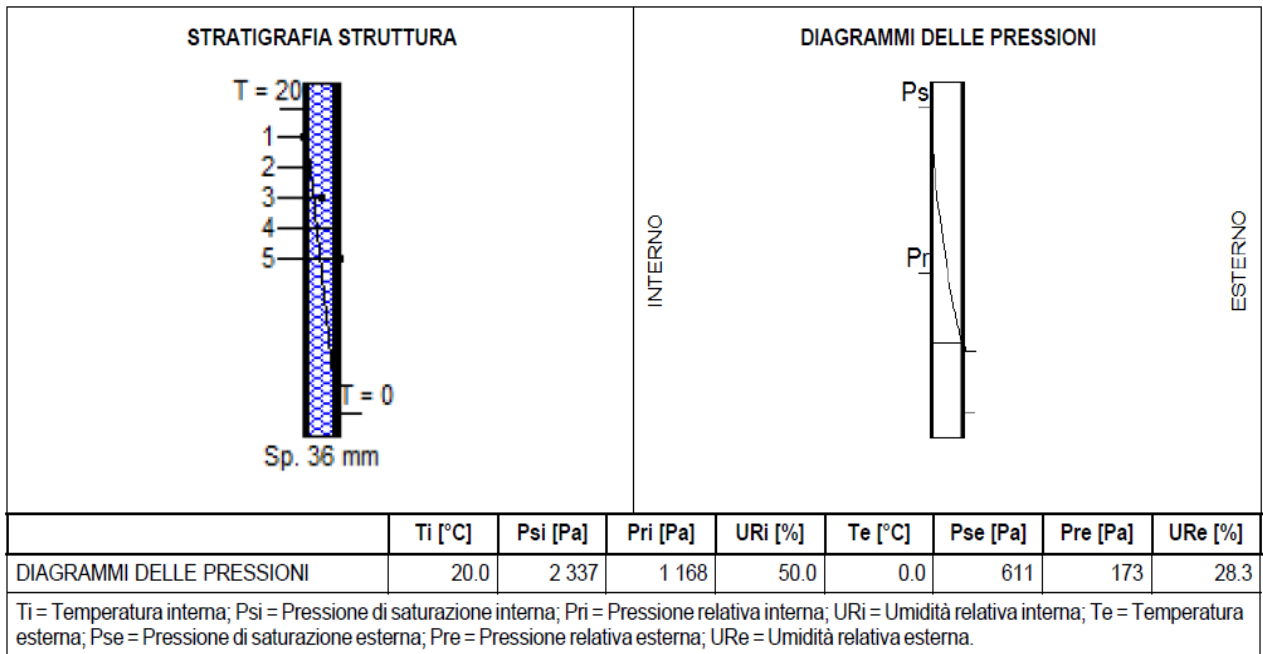
Gli interventi in progetto mirano ad una riduzione di Epi - Globale.

### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

**Codice Struttura:** A081 Sandwich  
**Descrizione Struttura:** Pannello sandwich alluminio

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Alluminio.	3	220.000	73 333.333	8.10	0.000	900	0.000
3	Poliuretani in lastre ricavate da blocchi - mv.25	30	0.034	1.137	0.75	1.900	1600	0.880
4	Alluminio.	3	220.000	73 333.333	8.10	0.000	900	0.000
5	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 1.050 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 7.199 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.953 W/m²K		
SPESSORE = 36 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 1.00				MASSA SUPERFICIALE = 17 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.95 W/m²K						SFASAMENTO = 0.37 h		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs. 192/05 e s.m.i..



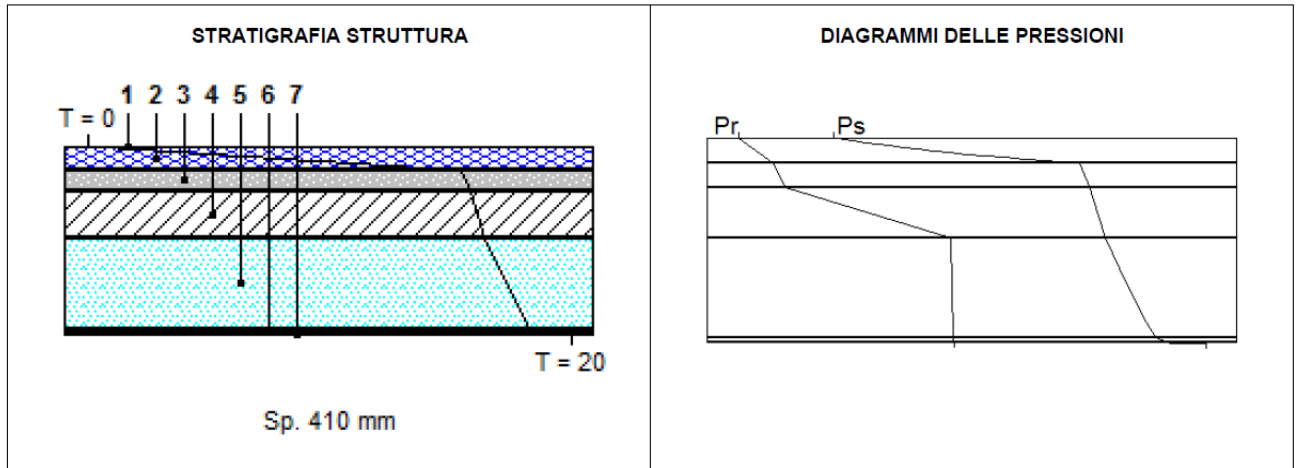
VERIFICA IGROMETRICA												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	82.30	79.70	73.00	72.50	70.20	70.30	64.70	65.70	73.50	76.80	82.80	83.20
Tcf1	5.60	6.90	10.40	14.30	18.00	22.30	25.00	24.70	21.60	16.10	10.90	6.80
URcf2	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
<b>Verifica Interstiziale</b>	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
<b>Verifica Superficiale</b>	NON VERIFICATA		Valore massimo ammissibile di U = 0.7057 W/m²K (mese critico: Gennaio).									

La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.  
 cf1 = Esterno  
 cf2 = Asilo nido

**Codice Struttura:** B081 Copertura Ante  
**Descrizione Struttura:** Solaio di copertura, con isolamento termico.

N.	DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]	
1	Adduttanza Superiore	0		25.000			0	0.040	
2	Polistirene espanso in lastre stampate - mv.30	50	0.039	0.770	1.50	3.150	1200	1.299	
3	Malta di cemento.	50	1.400	28.000	100.00	8.500	1000	0.036	
4	CLS di aggregati naturali - a struttura chiusa - pareti protette - mv.2400.	100	1.909	19.090	240.00	1.300	1000	0.052	
5	Strato d'aria orizzontale (flusso ASCENDENTE) da 20 cm	200	1.250	6.250	0.26	193.000	1008	0.160	
6	Cartongesso in lastre	10	0.210	21.000	9.00	23.000	1000	0.048	
7	Adduttanza Inferiore	0		10.000			0	0.100	
RESISTENZA = 1.734 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.577 W/m²K			
SPESSORE = 410 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA = 40.495 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 351 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.08 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.14				SFASAMENTO = 7.03 h			

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanz = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



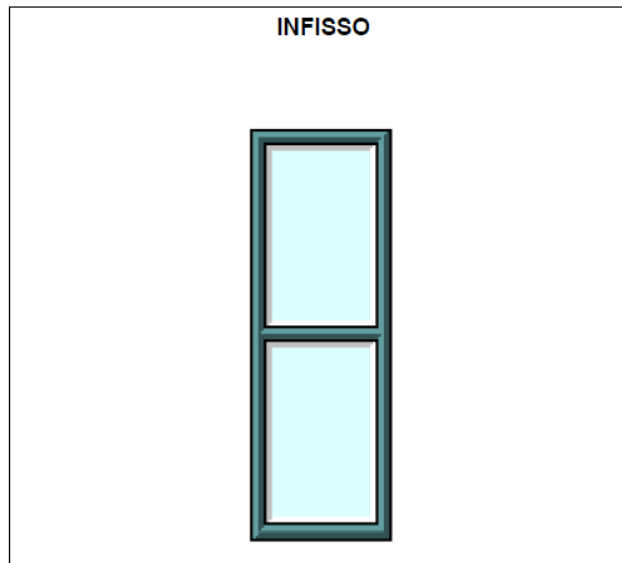
	Ts [°C]	Pss [Pa]	Prs [Pa]	URs [%]	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	0.0	611	173	28.3	20.0	2 337	1 168	50.0

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

VERIFICA IGROMETRICA													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
URcf1	77.80	71.60	76.70	77.80	78.70	67.50	55.80	67.30	72.50	74.40	79.00	83.80	
Tcf1	6.25	8.05	10.05	12.55	18.45	21.05	23.95	24.35	19.25	14.95	9.45	6.75	
URcf2	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
<b>Verifica Interstiziale</b>	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.										
<b>Verifica Superficiale</b>	VERIFICATA		Valore massimo ammissibile di U = 0.7366 W/m2K (mese critico: Gennaio).										
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.													
cf1 = Esterno													
cf2 = Asilo nido													

**Codice Struttura:** A081 Finestra Ante  
**Descrizione Struttura:** Finestra senza taglio termico e vetro singolo  
**Dimensioni:** L = 1.20 m; H = 2.15 m

SERRAMENTO SINGOLO								
DESCRIZIONE	Ag [m <sup>2</sup> ]	Af [m <sup>2</sup> ]	Lg [m]	Ug [W/m <sup>2</sup> K]	Uf [W/m <sup>2</sup> K]	kl [W/mK]	Uw [W/m <sup>2</sup> K]	Fg [-]
INFISSO	2.138	0.442	8.280	5.751	7.000	0.000	5.965	0.85
Ponte Termico Infisso-Parete: = 0 [W/mK]								
Fonte - Uf: da Prospetto B.2 UNI/TS 11300-1:2014; Ug: da Normativa								
Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmittanza termica superficie vetrata; Uf = Trasmittanza termica telaio; kl = Trasmittanza lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmittanza termica totale serramento; Fg = Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale.								



COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO	0.1712
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	0.130 m <sup>2</sup> K/W
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	0.040 m <sup>2</sup> K/W
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	7.700 W/m <sup>2</sup> K
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	25.000 W/m <sup>2</sup> K
<b>RESISTENZA TERMICA TOTALE</b>	<b>0.168 m<sup>2</sup>K/W</b>
<b>TRASMITTANZA TOTALE</b>	<b>5.965 W/m<sup>2</sup>K</b>
<b>TRASMITTANZA VETRO TOTALE</b>	<b>5.751 W/m<sup>2</sup>K</b>

## 2.2 ELABORAZIONE DATI E RISULTATI (ANTE)

Per gli edifici scolastici, la normativa prevede l'espressione del consumo unitario rispetto alla superficie riscaldata in m<sup>2</sup>.

### EODC: Asilo nido Arcobaleno

Edificio Pubblico o ad uso Pubblico	
Volume lordo	2 163.70 m <sup>3</sup>
Superficie lorda disperdente (1)	1 508.12 m <sup>2</sup>
Rapporto di Forma S/V	0.70 1/m
Volume netto	1 654.57 m <sup>3</sup>
Superficie netta calpestabile	517.05 m <sup>2</sup>
Altezza netta media	3.20 m
Superficie lorda disperdente delle Vetrate	114.59 m <sup>2</sup>
Capacità Termica totale	55 859.70 kJ/K
Periodo di riscaldamento	1 nov - 15 apr
Periodo di riscaldamento della Centrale Termica di riferimento	1 nov - 15 apr
Periodo di raffrescamento	13 giu - 29 ago
Periodo di raffrescamento della Centrale Termica di riferimento	13 giu - 29 ago
<small>(1) Superficie lorda disperdente = superficie che delimita il volume lordo riscaldato verso l'esterno e verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento</small>	

### Risultati

Durata del periodo di riscaldamento	166 G
Fabbisogno di Energia Termica Utile per Riscaldamento	82 156.94 kWh
Fabbisogno di Energia Primaria per il Riscaldamento	105 235.12 kWh
Fabbisogno di Energia Elettrica degli Ausiliari dell'impianto di Riscaldamento	154.30 kWh
Durata del periodo di raffrescamento	78 G
Fabbisogno di Energia Utile per Raffrescamento (solo involucro)	-7 285.76 kWh
Volumi di ACS	93.20 m <sup>3</sup>
Fabbisogno di Energia Termica per ACS	2 751.68 kWh
Fabbisogno di Energia Primaria per ACS	5 059.13 kWh
Fabbisogno di Energia Elettrica degli Ausiliari dell'impianto di ACS	75.86 kWh

### Calcolo di Potenza

Temperatura Esterna di Progetto	0.00 °C
Dispersione MASSIMA per Trasmissione	39.85 kW
Dispersione MASSIMA per Ventilazione	11.25 kW
Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa)	62.48 kW

### Dati Prestazione Energetica per la Certificazione

Indice di prestazione termica utile per raffrescamento	14.091 kWh/m <sup>2</sup> anno
Indice di prestazione termica utile per riscaldamento	158.895 kWh/m <sup>2</sup> anno
Indice di Prestazione Energetica per RISCALDAMENTO - EPI	203.529 kWh/m <sup>2</sup> anno
Indice di Prestazione Energetica per ACS - EPacs	9.785 kWh/m <sup>2</sup> anno
Classe Energetica Globale dell' EODC	E

### Tabella riepilogativa dei dati energetici principali

STATO ATTUALE	
<b>Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento - QPh</b>	105.235 (kWh/anno)
<b>EPI</b> (indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale)	203,53 (kWh/m <sup>2</sup> .anno)
<b>Classe Energetica Globale</b>	E



### **3 STATO MODIFICATO (POST)**

Gli interventi atti a riqualificare energeticamente l'edificio in oggetto sono:

1. Isolamento termico per le chiusure opache verticali ed orizzontali;
2. Sostituzione delle chiusure trasparenti con nuovi infissi a taglio termico e vetrocamera.
3. Installazione pompa di calore elettrica per riscaldamento ambienti.
4. Installazione impianti solari

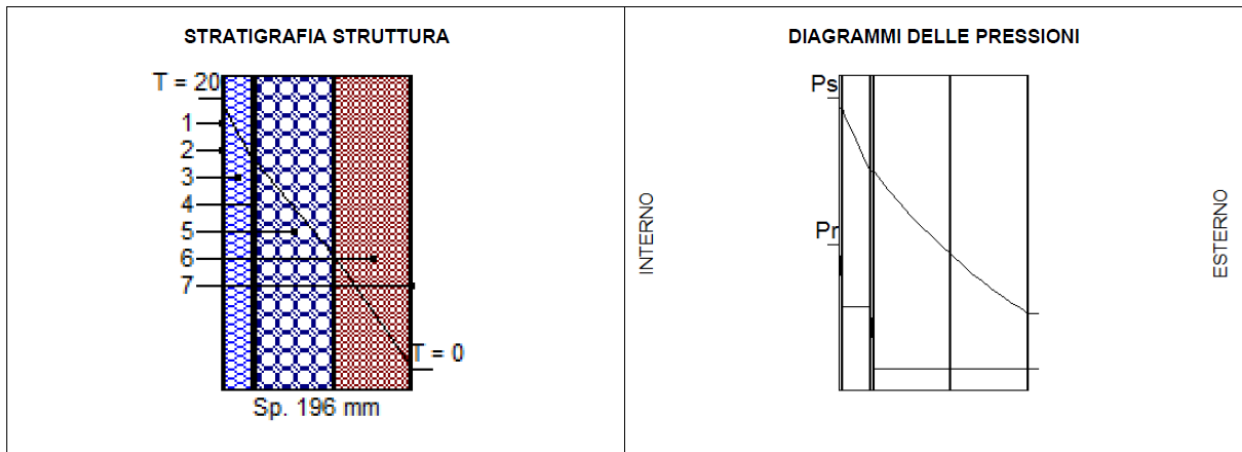
#### **3.1 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE DISPERDENTI (POST)**

L'intervento prevede la realizzazione di un cappotto esterno perimetrale sulle pareti esistenti, l'installazione di infissi ad elevata prestazione energetica, l'isolamento termico della copertura.

**Codice Struttura:** A081 Sandwich POST  
**Descrizione Struttura:** Pannello sandwich alluminio+cappotto

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Alluminio.	3	220.000	73 333.333	8.10	0.000	900	0.000
3	Poliuretani in lastre ricavate da blocchi - mv.25	30	0.034	1.137	0.75	1.900	1600	0.880
4	Alluminio.	3	220.000	73 333.333	8.10	0.000	900	0.000
5	Sughero (contenuto di umidità dal 2% al 4%) espanso con leganti - mv.130	80	0.051	0.635	10.40	18.000	2000	1.575
6	Fibre di vetro - pannelli semirigidi - appl. interne - mv.30.	80	0.045	0.563	2.40	150.000	1000	1.778
7	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 4.402 m²K/W				TRASMITTANZA = 0.227 W/m²K				
SPESSORE = 196 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 15.653 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 30 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.12 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.52				SFASAMENTO = 6.18 h		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	0.0	611	173	28.3

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

VERIFICA IGROMETRICA												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	77.80	71.60	76.70	77.80	78.70	67.50	55.80	67.30	72.50	74.40	79.00	83.80
Tcf1	6.30	8.10	10.10	12.60	18.40	21.10	23.90	24.40	19.30	14.90	9.40	6.80
URcf2	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
<b>Verifica Interstiziale</b>	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
<b>Verifica Superficiale</b>	VERIFICATA		Valore massimo ammissibile di U = 0.7401 W/m2K (mese critico: Gennaio).									

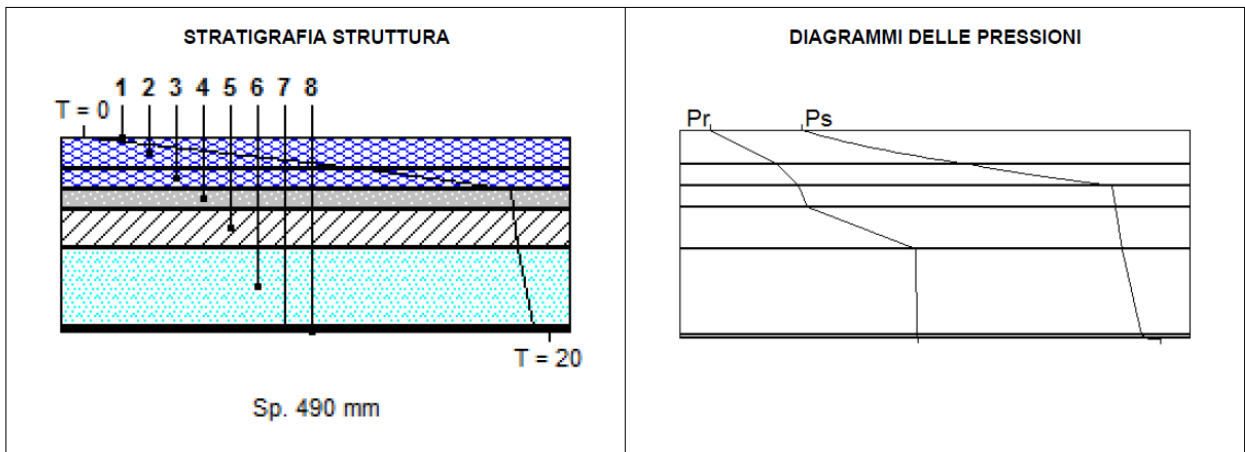
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.  
 cf1 = Esterno  
 cf2 = Asilo nido

**Codice Struttura:** B081 Copertura Post  
**Descrizione Struttura:** Solaio di copertura, con isolamento termico.

N.	DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Superiore	0		25.000			0	0.040
2	Poliuretani in lastre ricavate da blocchi - mv.50	80	0.029	0.358	4.00	1.700	1600	2.797
3	Polistirene espanso in lastre stampate - mv.30	50	0.035	0.700	1.50	3.150	1200	1.429
4	Malta di cemento.	50	1.400	28.000	100.00	8.500	1000	0.036
5	CLS di aggregati naturali - a struttura chiusa - pareti protette - mv.2400.	100	1.909	19.090	240.00	1.300	1000	0.052
6	Strato d'aria orizzontale (flusso ASCENDENTE) da 20 cm	200	1.250	6.250	0.26	193.000	1008	0.160
7	Cartongesso in lastre	10	0.210	21.000	9.00	23.000	1000	0.048
8	Adduttanza Inferiore	0		10.000			0	0.100

RESISTENZA = 4.661 m²K/W	TRASMITTANZA = 0.215 W/m²K
SPESSORE = 490 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA = 40.281 kJ/m²K
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.02 W/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 355 kg/m²
	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.11
	SFASAMENTO = 8.69 h

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmissione reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ts [°C]	Pss [Pa]	Prs [Pa]	URs [%]	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	0.0	611	173	28.3	20.0	2 337	1 168	50.0

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

VERIFICA IGROMETRICA												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	77.80	71.60	76.70	77.80	78.70	67.50	55.80	67.30	72.50	74.40	79.00	83.80
Tcf1	6.30	8.10	10.10	12.60	18.40	21.10	23.90	24.40	19.30	14.90	9.40	6.80
URcf2	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00

**Verifica Interstiziale** VERIFICATA La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

**Verifica Superficiale** VERIFICATA Valore massimo ammissibile di U = 0.7401 W/m²K (mese critico: Gennaio).

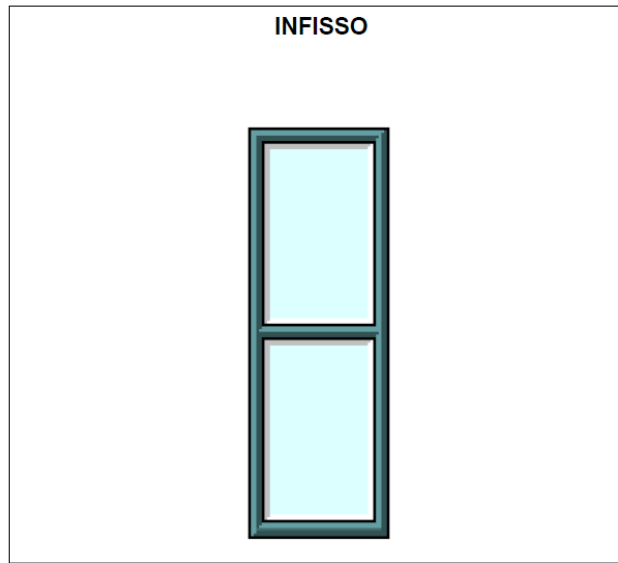
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

cf1 = Esterno

cf2 = Asilo nido

**Codice Struttura:** A081 Finestra Post  
**Descrizione Struttura:** Finestra con taglio termico e vetrocamera  
**Dimensioni:** L = 1.20 m; H = 2.15 m

SERRAMENTO SINGOLO								
DESCRIZIONE	Ag [m <sup>2</sup> ]	Af [m <sup>2</sup> ]	Lg [m]	Ug [W/m <sup>2</sup> K]	Uf [W/m <sup>2</sup> K]	kl [W/mK]	Uw [W/m <sup>2</sup> K]	Fg [-]
INFISSO	2.138	0.442	8.280	1.000	1.930	0.110	1.512	0.50
Ponte Termico Infisso-Parete: = 0 [W/mK]								
Fonte - Uf: fornita dal Produttore; Ug: da Prospetto B.1 UNI/TS 11300-1:2014								
Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmittanza termica superficie vetrata; Uf = Trasmittanza termica telaio; kl = Trasmittanza lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmittanza termica totale serramento; Fg = Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale.								



COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO	0.1712
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	0.130 m <sup>2</sup> K/W
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	0.040 m <sup>2</sup> K/W
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	7.700 W/m <sup>2</sup> K
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	25.000 W/m <sup>2</sup> K
<b>RESISTENZA TERMICA TOTALE</b>	<b>0.661 m<sup>2</sup>K/W</b>
<b>TRASMITTANZA TOTALE</b>	<b>1.512 W/m<sup>2</sup>K</b>
<b>TRASMITTANZA VETRO TOTALE</b>	<b>1.000 W/m<sup>2</sup>K</b>

### 3.2 ELABORAZIONE DATI E RISULTATI (POST)

Per gli edifici scolastici, la normativa prevede l'espressione del consumo unitario rispetto alla superficie riscaldata in m<sup>2</sup>.

**EODC:** Asilo nido Arcobaleno

Edificio Pubblico o ad uso Pubblico	
Volume lordo	2 033.04 m <sup>3</sup>
Superficie lorda disperdente (1)	1 474.53 m <sup>2</sup>
Rapporto di Forma S/V	0.73 1/m
Volume netto	1 654.57 m <sup>3</sup>
Superficie netta calpestabile	517.05 m <sup>2</sup>
Altezza netta media	3.20 m
Superficie lorda disperdente delle Vetrate	98.87 m <sup>2</sup>
Capacità Termica totale	24 859.76 kJ/K
Periodo di riscaldamento	1 nov - 15 apr
Periodo di riscaldamento della Centrale Termica di riferimento	1 nov - 15 apr
Periodo di raffrescamento	16 mag - 14 set
Periodo di raffrescamento della Centrale Termica di riferimento	16 mag - 14 set
(1) Superficie lorda disperdente = superficie che delimita il volume lordo riscaldato verso l'esterno e verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento	

#### Risultati

Durata del periodo di riscaldamento	166 G
Fabbisogno di Energia Termica Utile per Riscaldamento	23 448.79 kWh
Fabbisogno di Energia Primaria per il Riscaldamento	4 988.18 kWh
Fabbisogno di Energia Elettrica degli Ausiliari dell'impianto di Riscaldamento	68.56 kWh
Durata del periodo di raffrescamento	122 G
Fabbisogno di Energia Utile per Raffrescamento (solo involucro)	-6 923.92 kWh
Volumi di ACS	69.90 m <sup>3</sup>
Fabbisogno di Energia Termica per ACS	2 062.41 kWh
Fabbisogno di Energia Primaria per ACS	210.41 kWh
Fabbisogno di Energia Elettrica degli Ausiliari dell'impianto di ACS	160.19 kWh

#### Calcolo di Potenza

Temperatura Esterna di Progetto	0.00 °C
Dispersione MASSIMA per Trasmissione	10.08 kW
Dispersione MASSIMA per Ventilazione	11.25 kW
Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa)	29.61 kW

#### Dati Prestazione Energetica per la Certificazione

Indice di prestazione termica utile per raffrescamento	13.391 kWh/m <sup>2</sup> anno
Indice di prestazione termica utile per riscaldamento	45.351 kWh/m <sup>2</sup> anno
Indice di Prestazione Energetica per RISCALDAMENTO - EPI	9.647 kWh/m <sup>2</sup> anno
Indice di Prestazione Energetica per ACS - EPacs	0.407 kWh/m <sup>2</sup> anno
Classe Energetica Globale dell' EODC	A4

#### Tabella riepilogativa dei dati energetici principali

STATO MODIFICATO	
<b>Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento - QPh</b>	4.988 (kWh/anno)
<b>EPI</b> (indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale)	9,65 (kWh/m <sup>2</sup> .anno)
<b>Classe Energetica Globale</b>	A4

## 4 CONFRONTO

Dal confronto fra le analisi ANTE e POST interventi emergono i risultati di risparmio energetico inerenti il riscaldamento:

	<u>STATO ATTUALE</u>	<u>STATO MODIFICATO</u>
<b>Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento - QPh</b>	105.235 (kWh/anno)	4.988 (kWh/anno)
<b>EPI</b> (indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale)	203,53 (kWh/m <sup>2</sup> .anno)	9,65 (kWh/m <sup>2</sup> .anno)
<b>Classe Energetica Globale</b>	E	A4

## 5 RISPONDENZA A “CONTO ENERGIA TERMICO-GSE”

La riqualificazione energetica dell’edificio rispetta, nei singoli interventi che lo compongono, i requisiti tecnici minimi di cui al D.M. 28 dicembre 2012 (“Conto Energia Termico 2.0”).

2-3-2016

GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA

Serie generale - n. 51

ALLEGATO I

Criteria di ammissibilità degli interventi

1. Criteria di ammissibilità per interventi di piccole dimensioni di incremento dell’efficienza energetica di cui all’art. 4, comma 1. Nelle tabelle sottostanti si riportano i requisiti di soglia per l’accesso agli incentivi di cui all’art. 4, comma 1, del presente decreto.

Tabella 1 - Valori di trasmittanza massimi consentiti per l’accesso agli incentivi

Tipologia di intervento		Requisiti tecnici di soglia per la tecnologia	
Articolo 4, comma 1, lettera a)	i. Strutture opache orizzontali: isolamento coperture (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica B	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica C	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica D	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica E	$\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica F	$\leq 0,19 \text{ W/m}^2\text{*K}$
	ii. Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	$\leq 0,43 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica B	$\leq 0,40 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica D	$\leq 0,28 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica E	$\leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica F	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{*K}$
	iii. Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica B	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{*K}$
Zona climatica D		$\leq 0,26 \text{ W/m}^2\text{*K}$	
Zona climatica E		$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{*K}$	
Zona climatica F		$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{*K}$	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 10077-1), se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell’intervento.	Zona climatica A	$\leq 2,60 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica B	$\leq 2,60 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica C	$\leq 1,75 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica D	$\leq 1,67 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica E	$\leq 1,30 \text{ W/m}^2\text{*K}$
		Zona climatica F	$\leq 1,00 \text{ W/m}^2\text{*K}$

Tabella 2 - Requisiti tecnici di soglia minimi consentiti per l’accesso agli incentivi

Tipologia di intervento		Requisiti tecnici di soglia per la tecnologia
Articolo 4, comma 1, lettera c)	Installazione di generatori di calore a condensazione ad alta efficienza di potenza termica al focolare inferiore o uguale a 35 kW	Rendimento termico utile $\geq 93 + 2 \cdot \log P_n$ (*) (misurato secondo le norme UNI EN 15502)
	Installazione di generatori di calore a condensazione ad alta efficienza di potenza termica al focolare superiore a 35 kW	Rendimento termico utile $\geq 93 + 2 \cdot \log P_n$ (*) (misurato secondo le norme UNI EN 15502)

(\*)  $\log P_n$  è il logaritmo in base 10 della potenza nominale del generatore, espressa in kWt. Per valori di  $P_n$  maggiori di 400 kWt si applica il limite massimo corrispondente a  $P_n = 400 \text{ kWt}$ .

## **6 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA ALLA NORMATIVA**

Il sottoscritto Ing. Giovanni-Luca Giannuzzi, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Siena a n°715, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n.192 e s.m.i (di recepimento della Direttiva 2002/91/CE), **DICHIARA**

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel D.Lgs. 192/05 nonché dal decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;
- b) il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28;
- c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Siena, Gennaio 2017

IL TECNICO

Ing. Giovanni-Luca Giannuzzi