PROGETTO DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO - SCUOLA DELL'INFANZIA SAN DONATO

Progettista: ARCH PAOLO BOSCHI | ARCH. SERENA PALOSCHI Collaboratori: ARCH. CHIARA TUCCINI | ARCH. ELEONORA BOLDRINI

STATO ATTUALE





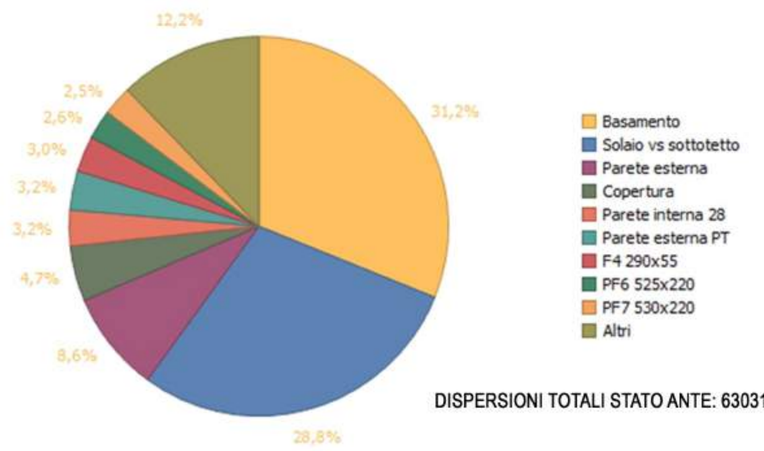

Dati edificio

Anno di costruzione	1987
Superficie utile riscaldata	422 m²
Volume lordo riscaldato	1.033 m³
Rapporto S/V	0,837 m⁻¹
Zona climatica	D – 1.916 GG
Struttura portante	C.A. ottagonale + doppio vol.
Classe energetica ante	F
EPgl,nren ante	445 kWh/m²a

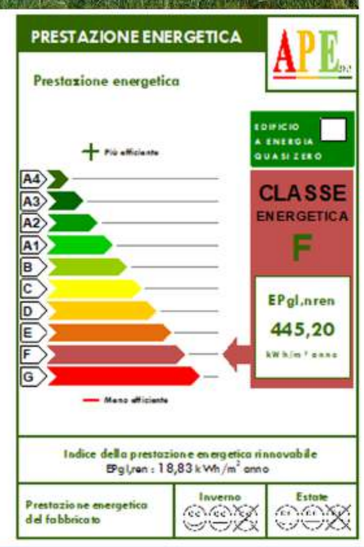
Principali criticità

- Forma ottagonale con doppio volume centrale – S/V 0,837 sfavorevole
- Solai in laterocemento non isolati: U basamento 1,63 – solaio vs sottotetto 1,85 W/m²K
- Serramenti alluminio senza taglio termico, doppio vetro bassa qualità (U ≈ 4,0-5,9 W/m²K)
- Cordoli e pilastri c.a. – elevati ponti termici lineici (ψ fino a −49 W/mK)
- Caldaia Sime Rx 26 Ce Iono 60,7 kW – classe BACS D – assenza VMC
- Boiler elettrico ACS Ariston 1,2 kW (rendimento 75%) – assenza schermature

DISPERSIONI PER TIPOLOGIA DI STRUTTURA



DISPERSIONI TOTALI STATO ANTE: 63031,82W



INTERVENTI IN PROGETTO

Involucro opaco

- Cappotto esterno lana di roccia sp. 12 cm – pareti verticali
- Insufflaggio lana di vetro sp. 18 cm – solaio verso sottotetto
- Isolamento basamento dall'intradosso con lana di roccia sp. 12 cm
- Isolamento copertura doppio volume con lana di roccia sp. 14 cm (intradosso)

Chiusure trasparenti e schermature

- Nuovi infissi alluminio taglio termico Uf = 1,6 W/m²K | vetro argon Ug = 1,0
- Frangisole orientabili su facciate sud, est e ovest (Fs = 0,20-0,21)

Impianti termici e rinnovabili

- PdC R290 aria/acqua COP 4,55 riscaldamento – COP 4,50 raffrescamento
- PdC monoblocco ACS 0,65 kW COP 4,19 – sostituzione boiler elettrico
- VMC bilanciata recupero entalpico η = 84% – portata 500 m³/h
- BACS Building Automation classe B – controllo per singolo ambiente + climatica
- Fotovoltaico 24,38 kWp (102 m²) – inclinazione 12°, orientamento Sud

INVOLUCRO OPACO

STATO ANTE

Parete esterna

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	δ_v x 10¹² [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,50	0,900		1 800	9,65	0,017
2	Mattone forato di laterizio (250*100*250) spessore 100	10,00		3,704	780	21,444	0,270
3	Mattone semipieno di laterizio (250*120*50) spessore 250	25,00		2,703	1 516	21,444	0,370
4	Malta di calce o di calce e cemento	1,50	0,900		1 800	9,65	0,017
Spessore totale		38,00					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	1,186	Resistenza termica totale	0,843
Trasmittanza termica periodica [W/m²K]	0,247		
Sfasamento [h]	11,53		
Smorzamento	0,208		
Capacità termica interna [kJ/m²K]	51,770		

Massa superficiale: 457,000 kg/m²

Copertura

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	δ_v x 10¹² [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Terracotta	3,00	1,000		2 000	4,825	0,030
2	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m³)	2,00	1,060		1 700	1,93	0,019
3	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20	18,00		3,333	1 022	21,444	0,300
4	Malta di calce o di calce e cemento [3]	2,00	0,900		1 800	8,773	0,022
Spessore totale		25,00					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	1,956	Resistenza termica totale	0,511
Trasmittanza termica periodica [W/m²K]	1,125		
Sfasamento [h]	6,47		
Smorzamento	0,575		
Capacità termica interna [kJ/m²K]	76,962		

Massa superficiale: 277,960 kg/m²

Basamento

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	δ_v x 10¹² [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Pavimentazione interna - gres	1,50	1,470		1 700	27,571	0,010
2	Malta di cemento	2,00	1,400		2 000	8,773	0,014
3	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m³)	6,00	1,060		1 700	1,93	0,057
4	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20	18,00		3,333	1 022	21,444	0,300
5	Malta di calce o di calce e cemento [1]	2,00	0,900		1 800	8,773	0,022
Spessore totale		29,50					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	1,630	Resistenza termica totale	0,613
Trasmittanza termica periodica [W/m²K]	0,547		
Sfasamento [h]	8,52		
Smorzamento	0,336		
Capacità termica interna [kJ/m²K]	67,193		

Massa superficiale: 311,460 kg/m²

STATO POST

Parete esterna

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	δ_v x 10¹² [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,50	0,900		1 800	10	0,017
2	Mattone forato di laterizio (250*100*250) spessore 100	10,00		3,704	780	21	0,270
3	Mattone semipieno di laterizio (250*120*50) spessore 250	25,00		2,703	1 516	21	0,370
4	Malta di calce o di calce e cemento	1,50	0,900		1 800	10	0,017
5	Rockwool - Frontrock PRO	12,00	0,034		80	193	3,529
Spessore totale		50,00					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,229	Resistenza termica totale	4,373
Trasmittanza termica periodica Y_{IE}[W/m²K]			0,009
Sfasamento [h]			15,503
Smorzamento			0,040
Capacità termica [kJ/m²K]			48,574

Massa superficiale: 466,60 kg/m²

Copertura

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	δ_v x 10¹² [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Terracotta	3,00	1,000		2 000	5	0,030
2	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m³)	2,00	1,060		1 700	2	0,019
3	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20	18,00		3,333	1 022	21	0,300
4	Malta di calce o di calce e cemento [3]	2,00	0,900		1 800	9	0,022
5	Rockwool - Pannello Acoustic 225 PLUS	14,00	0,033		70	193	4,242
6	Dupont Tyvek Enercor Roof	0,10	0,500		950	0	0,002
Spessore totale		39,10					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,210	Resistenza termica totale	4,756
Trasmittanza termica periodica Y_{IE}[W/m²K]			0,048
Sfasamento [h]			10,516
Smorzamento			0,229
Capacità termica [kJ/m²K]			6,735

Massa superficiale: 288,71 kg/m²

Basamento

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	δ_v x 10¹² [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Pavimentazione interna - gres	1,50	1,470		1 700	28	0,010
2	Malta di cemento	2,00	1,400		2 000	9	0,014
3	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m³)	6,00	1,060		1 700	2	0,057
4	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20	18,00		3,333	1 022	21	0,300
5	Malta di calce o di calce e cemento [1]	2,00	0,900		1 800	9	0,022
6	Rockwool - Frontrock PRO	12,00	0,034		80	193	3,529
Spessore totale		41,50					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,241	Resistenza termica totale	4,143
Trasmittanza termica periodica Y_{IE}[W/m²K]			0,022
Sfasamento [h]			12,757
Smorzamento			0,092
Capacità termica [kJ/m²K]			60,736

Massa superficiale: 321,06 kg/m²

CHIUSURE TRASPARENTI

STATO ANTE

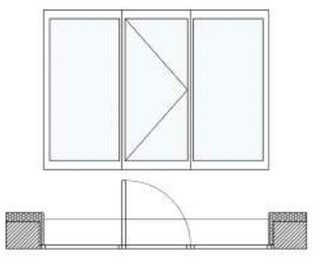
Trasmittanza circa 2,4 W/m2K



ESEMPIO DI INFISSO ATTUALE

STATO POST

Trasmittanza circa 1,4 W/m2K



ESEMPIO DI INFISSO IN PROGETTO

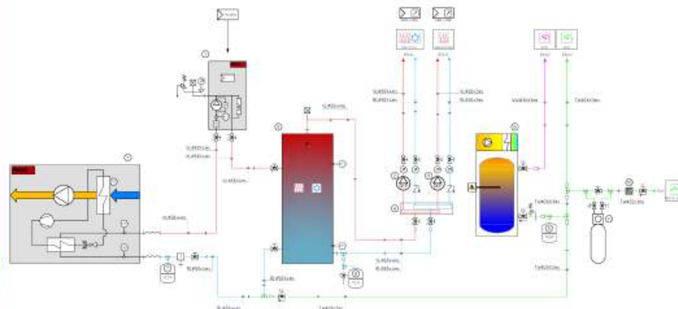
IMPIANTI

STATO ANTE

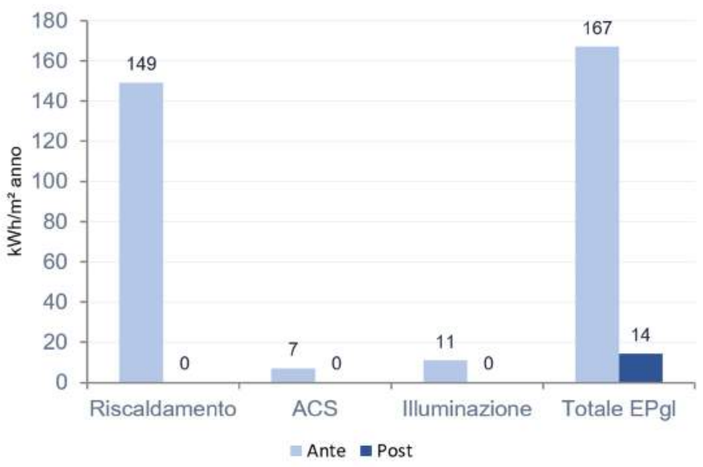
Sottosistema di generazione¶

Generatore¶	Descrizione¶	Pot nominale [kW]¶	Immagine¶
GeneratoreCombustione¶	Caldaia a basamento Sime Rx 26 Ce Iono¶ codice catasto: 0000757345¶	60,70¶	

STATO POST



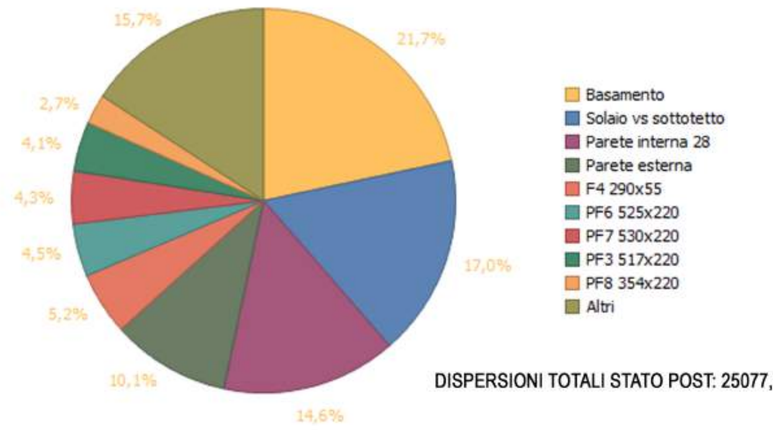
STATO POST INTERVENTO



−91,7%	F → A4
Riduzione EPgl,tot	Salto di classe APE
~26	−27,8 t/a
EPgl,nren post [kWh/m²a]	CO_2 risparmiata
24,4 kWp	~5 anni
Fotovoltaico installato	Payback fotovoltaico

ANTE: **Classe F** 445,20 kWh/m²a
POST: **Classe A4** 26,62 kWh/m²a

DISPERSIONI PER TIPOLOGIA DI STRUTTURA



DISPERSIONI TOTALI STATO POST: 25077,72W



COESIONE ITALIA 21-27 SCUOLA E COMPETENZE
Cofinanziato dall'Unione europea
Ministero dell'Istruzione e del Merito
Comune di Santa Maria a Monte
GSE Gestore Servizi Energetici
Regione Toscana