

CASO STUDIO N.1

aggiornamento 09/01/2018

Villetta monofamiliare ad un piano

Infrastrutture Lombarde S.p.A.
Soggetta a direzione e coordinamento di



Sede legale e operativa:
via Pola, 12/14 _ 20124 Milano _ Italia
T +39. 02 67 97 17 11 _ **F** +39. 02 67 97 17 99
www.ilspa.it

P. IVA 04119220962
CF e Reg. Imp. Milano n. 04119220962
R.E.A. numero 1726615
Cap. Sociale 7.990.000 € _ Azionista unico



1 INTRODUZIONE

L'edificio oggetto di studio è una villetta monofamiliare a un piano. Vi è un'unica zona termica, con dispersioni verso l'esterno, verso il terreno (attraverso il basamento) e verso un sottotetto non climatizzato.

2 DATI GENERALI DELL'UNITÀ IMMOBILIARE

2.1 Piante e prospetti

In questa sezione sono riportati i disegni (piante e prospetti) dell'unità immobiliare in oggetto.

2.1.1 Pianta

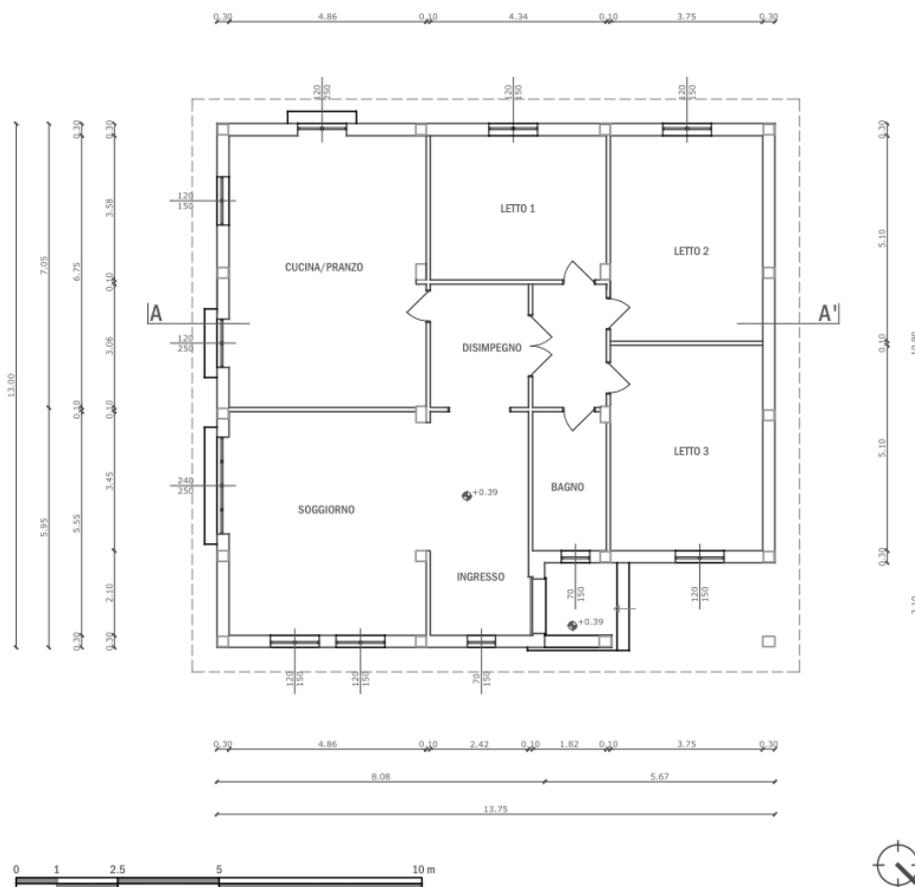


Figura 1 – Pianta

2.1.2 Prospetto nord-est

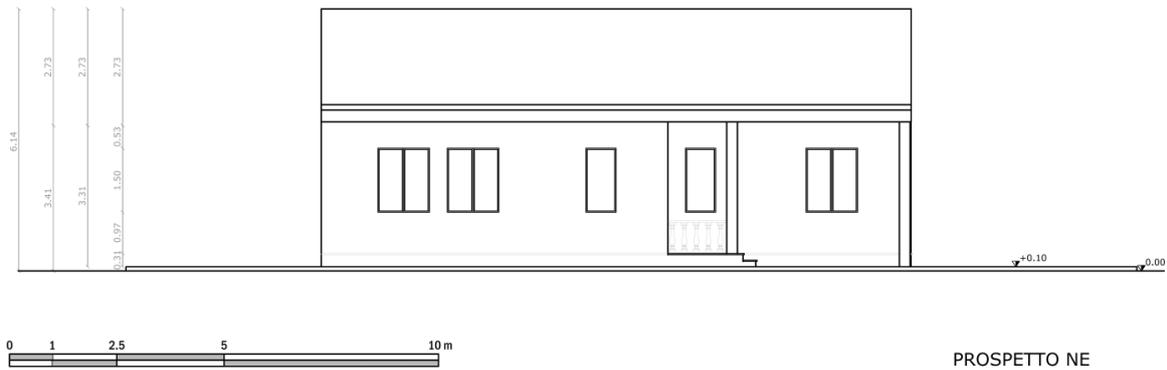


Figura 2 - Prospetto nord-est

2.1.3 Prospetto nord-ovest

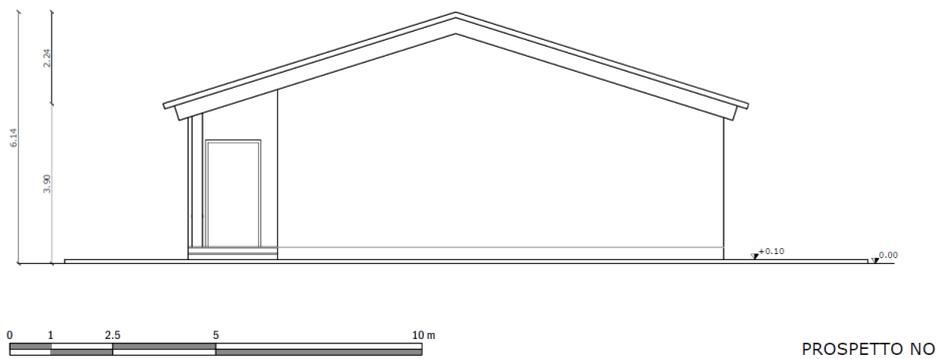


Figura 3 - Prospetto nord-ovest

2.1.4 Prospetto sud-est

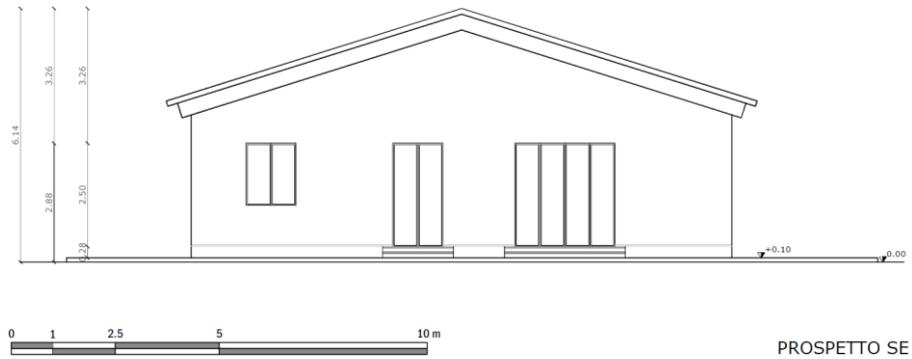


Figura 4 - Prospetto sud-est

2.1.5 Prospetto sud-ovest

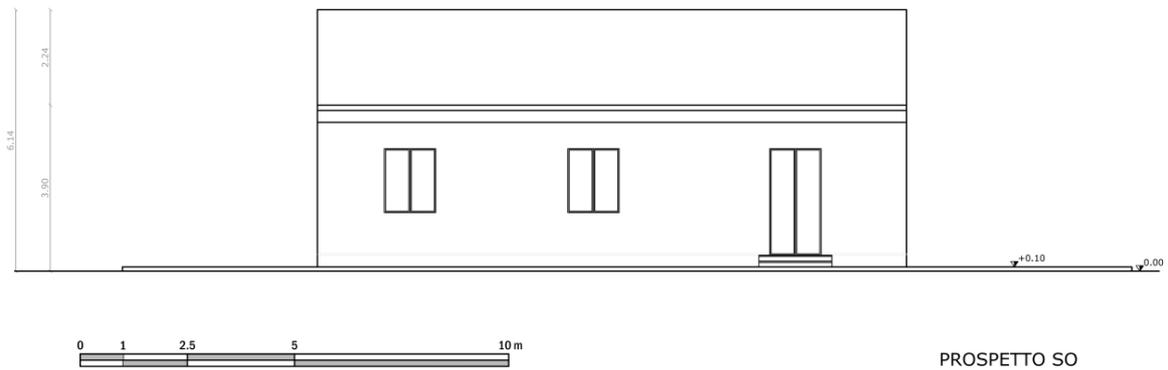


Figura 5 - Prospetto sud-ovest

2.1.6 Sezione A-A'

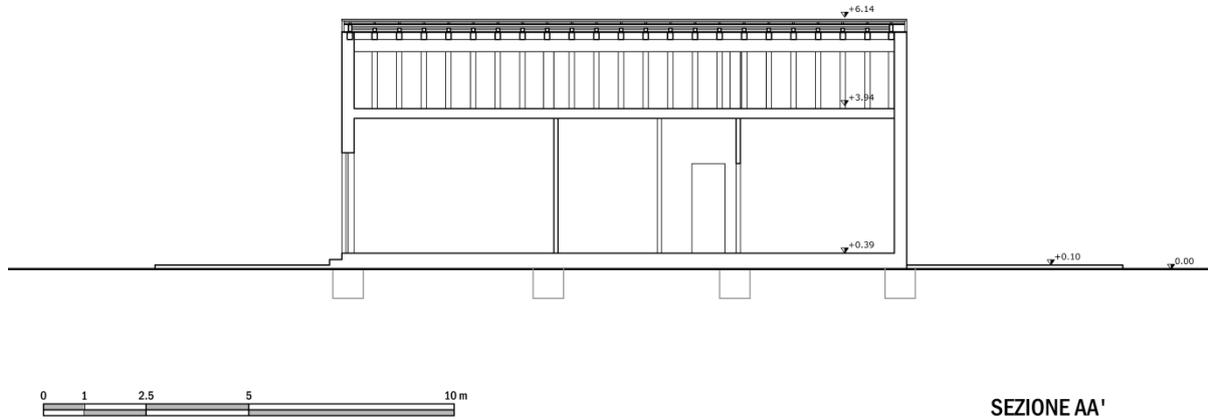


Figura 6 - Sezione A-A'

2.2 Informazioni generali

2.2.1 Dati relativi al contesto

Tabella 1 - Dati relativi al contesto

Grandezza	Descrizione/Valore
Destinazione d'uso	Residenziale
Categoria	E.1
Numero di unità immobiliari	1
Numero di piani riscaldati	1
Comune	Pioltello
Provincia	MI
Zona climatica	E
Gradi giorno	2404
Temperatura esterna di progetto invernale	- 5 °C
Altitudine	122 m
Inizio periodo convenzionale di riscaldamento	15 ottobre
Fine periodo convenzionale di riscaldamento	15 aprile
Numero di giorni di attivazione del riscaldamento	183

2.2.2 Dati relativi all'utenza

Tabella 2 - Dati relativi all'utenza

Grandezza	U.M.	Valore
Tipologia di ventilazione		Ventilazione naturale
Numero di ricambi d'aria medio giornaliero comprensivo di infiltrazioni	[h ⁻¹]	0,5
Temperatura interna prefissata per il riscaldamento	[°C]	20
Temperatura interna prefissata per il raffrescamento	[°C]	26

2.2.3 Proprietà geometriche principali

Tabella 3 - Proprietà geometriche principali della zona termica

ZONA TERMICA 1			
Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Superficie utile	A	[m ²]	147,85
Area lorda di pavimento	A _L	[m ²]	166,84
Altezza netta	h	[m]	3,31
Altezza lorda	h _L	[m]	3,94
Volume netto	V	[m ³]	489,38
Volume lordo	V _L	[m ³]	657,35
Superficie disperdente (verso esterno, terreno e sottotetto non climatizzato)	S	[m ²]	544,61
Rapporto S/V	S/V _L	[m ⁻¹]	0,828

3 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DI INVOLUCRO DELL'EDIFICIO

3.1 Componenti opachi verticali

Qui di seguito si riportano le stratigrafie dei componenti verticali opachi con le principali caratteristiche termiche.

3.1.1 Parete esterna (MCO0401 – Archivio CENED)

Tabella 4 - Stratigrafia della parete esterna

#	Descrizione degli strati (dall'interno verso l'esterno)	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/(kgK)]	μ -
1	Intonaco interno	0,020	0,700	(0,0286)	1400	1	11,111
2	Mattoni forati	0,080	-	0,2000	800	1	7
3	Intercapedine d'aria	0,150	-	0,1800	1,2	1	1
4	Muro in blocchi di cemento	0,050	0,500	(0,1000)	1400	1	20
	TOTALE	0,300	-	0,5086	-	-	-

Tabella 5 - Caratteristiche della parete esterna

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Spessore	d	[m]	0,30
Trasmittanza termica	U	[W/(m ² K)]	1,474
Colore	-	-	scuro
Fattore di assorbimento solare	α	-	0,9
Capacità termica interna	κ_i	kJ/(m ² K)	54,7
Trasmittanza termica periodica	Y_{ie}	[W/(m ² K)]	1,099

3.1.2 Cassonetto isolato

Si utilizza il valore convenzionale per “cassonetto isolato”.

Tabella 6 - Caratteristiche del cassonetto

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Spessore	d	[m]	-
Trasmittanza termica	U	[W/(m ² K)]	1,000
Colore	-	-	scuro
Fattore di assorbimento solare	α	-	0,9
Capacità termica interna	κ_i	kJ/(m ² K)	25

3.1.3 Parete interna (archivio utente)

Tabella 7 - Stratigrafia della parete interna

#	Descrizione degli strati (dall'interno verso l'esterno)	d	λ	R	ρ	c	μ
		[m]	[W/(m·K)]	[m ² ·K/W]	[kg/m ³]	[kJ/(kgK)]	-
1	Intonaco di calce e gesso	0,010	0,700	(0,0143)	1400	0,84	11,111
2	Mattoni forati (archivio utente)	0,080	-	0,2000	800	1	7
3	Intonaco di calce e gesso	0,010	0,700	(0,0143)	1400	0,84	11,111
	TOTALE	0,100	-	0,2286	-	-	-

Tabella 8 – Caratteristiche della parete interna

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Spessore	d	[m]	0,100
Trasmittanza termica	U	[W/(m ² K)]	2,047
Colore	-	-	-
Fattore di assorbimento solare	α	-	-

3.1.4 Porta esterna (scheda tecnica)

Tabella 9 – Caratteristiche della porta esterna

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Spessore	d	[m]	0,120
Trasmittanza termica	U	[W/(m ² K)]	1,650
Colore	-	-	scuro
Fattore di assorbimento solare	α	-	0,9
Capacità termica	κ_i	[kJ/(m ² K)]	35

3.2 Componenti opachi orizzontali ed inclinati

Qui di seguito si riportano le stratigrafie dei componenti orizzontali ed inclinati opachi con le principali caratteristiche termiche e geometriche.

3.2.1 Pavimento su terreno (archivio utente)

Tabella 10 - Stratigrafia del pavimento su terreno

#	Descrizione degli strati (dall'interno verso l'esterno)	d	λ	R	ρ	c	μ
		[m]	[W/(m·K)]	[m ² ·K/W]	[kg/m ³]	[kJ/(kgK)]	-
1	Porcellana (piastrelle)	0,010	1,000	(0,0100)	2300	0,84	2127,660
2	Massetto in calcestruzzo di argille espanse a struttura chiusa	0,060	0,650	(0,0923)	1600	0,92	76,923
3	Calcestruzzo (archivio utente)	0,220	0,930	(0,2366)	1800	1	150
4	Ghiaia grossa senza argilla	0,100	1,200	(0,0833)	1700	0,84	5,333
	TOTALE	0,390	-	0,4222	-	-	-

Tabella 11 – Caratteristiche del pavimento su terreno

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Spessore	d	[m]	0,390
Trasmittanza termica	U	[W/(m ² K)]	1,312 *
Colore	-	-	-
Fattore di assorbimento solare	α	-	-

* Calcolata considerando una resistenza termica liminare interna ed esterna pari a 0,17 m²K/W.

3.2.2 Solaio verso sottotetto (archivio utente)

Tabella 12 - Stratigrafia del solaio verso sottotetto

#	Descrizione degli strati (dall'interno verso l'esterno)	d	λ	R	ρ	c	μ
		[m]	[W/(m·K)]	[m ² ·K/W]	[kg/m ³]	[kJ/(kgK)]	-
1	Intonaco di calce e cemento	0,020	0,900	(0,0222)	1800	0,84	16,667
2	Blocco da solaio 2.1.07i	0,220	-	0,3300	1800	1	100
	TOTALE	0,240	-	0,3522	-	-	-

Tabella 13 – Caratteristiche del solaio verso sottotetto

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Spessore	d	[m]	0,240
Trasmittanza termica	U	[W/(m ² K)]	1,811
Colore	-	-	-
Fattore di assorbimento solare	α	-	-

3.2.3 Solaio verso esterno (archivio utente)

Tabella 14 - Stratigrafia del solaio verso esterno

#	Descrizione degli strati (dall'interno verso l'esterno)	d	λ	R	ρ	c	μ
		[m]	[W/(m·K)]	[m ² ·K/W]	[kg/m ³]	[kJ/(kgK)]	-
1	Intonaco di calce e cemento	0,020	0,900	(0,0222)	1800	0,84	16,667
2	Blocco da solaio 2.1.07i	0,220	-	0,3300	1800	1	100
3	Intonaco di calce e cemento	0,020	0,900	(0,0222)	1800	0,84	16,667
	TOTALE	0,240	-	0,3744	-	-	-

Tabella 15 – Caratteristiche del solaio verso esterno

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Spessore	d	[m]	0,260
Trasmittanza termica	U	[W/(m ² K)]	1,944
Colore	-	-	scuro
Fattore di assorbimento solare	α	-	0,9

3.2.4 Copertura (scheda tecnica)

Tabella 16 - Stratigrafia della copertura

#	Descrizione degli strati (dall'interno verso l'esterno)	d	λ	R	ρ	c	μ
		[m]	[W/(m·K)]	[m ² ·K/W]	[kg/m ³]	[kJ/(kgK)]	-
1	Tavolato in legno	0,019	0,130	(0,1461)	600	2,1	45
2	Barriera al vapore	0,001	0,170	(0,0059)	1100	1	100000
3	Pannello isolante in fibra di legno	0,160	0,039	(4,1026)	170	2,1	8
4	Tavolato in legno	0,019	0,130	(0,1461)	600	2,1	45
5	Telo traspirante	0,001	0,130	(0,0077)	700	1	60
6	Intercapedine areata*	0,070	-	-	-	-	-
7	Tegole*	0,040	-	-	-	-	-
	TOTALE	0,310	-	4,4084	-	-	-

* Lo strato non è considerato nel calcolo delle diverse grandezza termiche e geometriche

Tabella 17 – Caratteristiche della copertura

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Spessore**	d	[m]	0,200
Trasmittanza termica	U	[W/(m ² K)]	0,220
Colore	-	-	scuro
Fattore di assorbimento solare	α	-	0,9
Capacità termica	κ_i	[kJ/(m ² K)]	30,004
Trasmittanza termica periodica	Y _{ie}	[W/(m ² K)]	0,073

** Al netto degli strati 6 e 7

3.3 Componenti trasparenti

Tabella 18– Descrizione della tipologia dei componenti trasparenti dell'edificio – Tipo 1 (archivio CENED)

Grandezza	Descrizione
Tipo di vetro e spessore	Vetro singolo ($\epsilon = 0,89$) – archivio Cened
Tipo di telaio e spessore	Telaio in legno duro da 7 cm – archivio Cened
Tipo di chiusura oscurante	Chiusura avvolgibile in legno – Bassa permeabilità all'aria (valore personalizzato di resistenza addizionale $\Delta R=0,30$ m ² K/W)
Tipo di schermatura solare	Esterna - Chiusura avvolgibile in legno – Colore scuro

Tabella 19 – Descrizione della tipologia dei componenti trasparenti dell'edificio – Tipo 2 (scheda tecnica)

Grandezza	Descrizione
Tipo di vetro e spessore	Vetro doppio basso emissivo – $U_g=2,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ – Scheda tecnica
Materiale di riempimento dell'intercapedine	Aria
Tipo di telaio e spessore	Telaio in legno di abete da 6 cm – $U_t=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ – Scheda tecnica
Tipo di distanziatore	Alluminio
Tipo di chiusura oscurante	Chiusura avvolgibile in legno – Bassa permeabilità all'aria (valore personalizzato di resistenza addizionale $\Delta R=0,30 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$)
Tipo di schermatura mobile	Esterna - Chiusura avvolgibile in legno – Colore scuro

3.3.1 Finestra 70x150

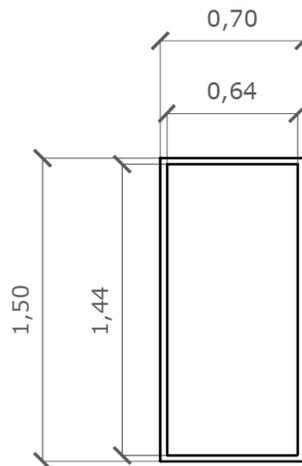


Figura 7 - Finestra 70x150

Tabella 20 – Caratteristiche geometriche della Finestra 70x150

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Larghezza del serramento	L	[m]	0,70
Altezza del serramento	H	[m]	1,50
Area del serramento	A_w	[m ²]	1,05
Area della superficie vetrata	A_g	[m ²]	0,92
Area occupata dal telaio	A_t	[m ²]	0,13
Lunghezza perimetrale della superficie vetrata	L_g	[m]	4,16
Coefficiente di riduzione dovuto al telaio	$1-F_F$	[-]	0,88
Doppio aggetto verticale	$\beta=\beta_{f,sx}=\beta_{f,dx}$	[°]	16
Aggetto orizzontale	α	[°]	5

Tabella 21 – Parametri prestazionali della Finestra 70x150

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Tipo di serramento	-	-	Tipo 1
Trasmittanza termica del vetro	U_g	$[W/(m^2K)]$	5,7
Trasmittanza di energia solare del vetro, incidenza normale	g_n	[-]	0,85
Fattore di riflessione solare della schermatura – radiazione diretta (b) e radiazione diffusa (d)	ρ_b ρ_d	[-]	0,3
Fattore di assorbimento solare della schermatura – radiazione diretta (b) e radiazione diffusa (d)	α_b α_d	[-]	0,7
Trasmittanza termica del telaio	U_t	$[W/(m^2K)]$	1,9
Trasmittanza termica del serramento	U_w	$[W/(m^2K)]$	5,230
Resistenza termica addizionale delle chiusure oscuranti	ΔR	$[m^2K/W]$	0,30

3.3.2 Porta-finestra 120x250

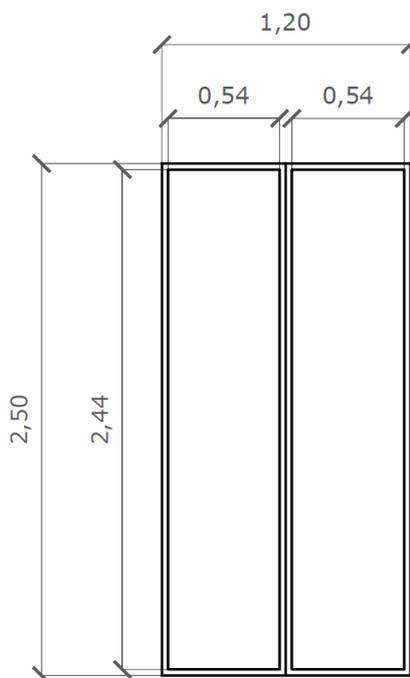


Figura 8 – Porta-finestra 120x250

Tabella 22 – Caratteristiche geometriche della Porta-finestra 120x250

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Larghezza del serramento	L	[m]	1,20
Altezza del serramento	H	[m]	2,50
Area del serramento	A_w	$[m^2]$	3,00
Area della superficie vetrata	A_g	$[m^2]$	2,64
Area occupata dal telaio	A_t	$[m^2]$	0,36
Lunghezza perimetrale della superficie vetrata	L_g	[m]	11,92

Coefficiente di riduzione dovuto al telaio	$1-F_F$	[-]	0,88
Doppio oggetto verticale	$\beta=\beta_{f,sx}=\beta_{f,dx}$	[°]	9
Aggetto orizzontale	α	[°]	5

Tabella 23 – Parametri prestazionali della Porta-finestra 120x250

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Tipo di serramento	-	-	Tipo 1
Trasmittanza termica del vetro	U_g	[W/(m ² K)]	5,7
Trasmittanza di energia solare del vetro, incidenza normale	g_n	[-]	0,85
Fattore di riflessione solare della schermatura – radiazione diretta (b) e radiazione diffusa (d)	ρ_b ρ_d	[-]	0,3
Fattore di assorbimento solare della schermatura – radiazione diretta (b) e radiazione diffusa (d)	α_b α_d	[-]	0,7
Trasmittanza termica del telaio	U_t	[W/(m ² K)]	1,9
Trasmittanza termica del serramento	U_w	[W/(m ² K)]	5,244
Resistenza termica addizionale delle chiusure oscuranti	ΔR	[m ² K/W]	0,30

3.3.3 Porta-finestra 240x250

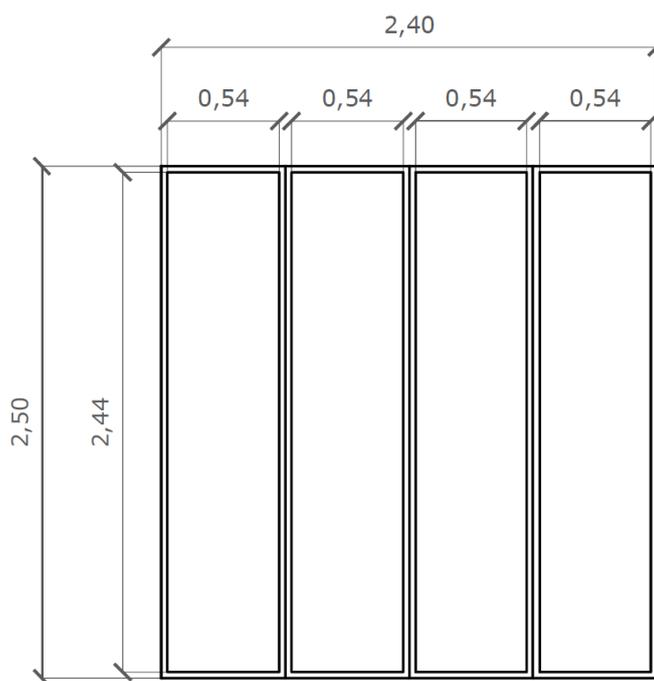


Figura 9 – Porta-finestra 240x250

Tabella 24 – Caratteristiche geometriche della Porta-finestra 240x250

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Larghezza del serramento	L	[m]	2,40
Altezza del serramento	H	[m]	2,50

Area del serramento	A_w	[m ²]	6,00
Area della superficie vetrata	A_g	[m ²]	5,27
Area occupata dal telaio	A_t	[m ²]	0,73
Lunghezza perimetrale della superficie vetrata	L_g	[m]	23,84
Coefficiente di riduzione dovuto al telaio	$1-F_F$	[-]	0,88
Doppio oggetto verticale	$\beta=\beta_{f,sx}=\beta_{f,dx}$	[°]	5
Aggetto orizzontale	α	[°]	5

Tabella 25 – Parametri prestazionali della Porta-finestra 240x250

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Tipo di serramento	-	-	Tipo 1
Trasmittanza termica del vetro	U_g	[W/(m ² K)]	5,7
Trasmittanza di energia solare del vetro, incidenza normale	g_n	[-]	0,85
Fattore di riflessione solare della schermatura – radiazione diretta (b) e radiazione diffusa (d)	ρ_b ρ_d	[-]	0,3
Fattore di assorbimento solare della schermatura – radiazione diretta (b) e radiazione diffusa (d)	α_b α_d	[-]	0,7
Trasmittanza termica del telaio	U_t	[W/(m ² K)]	1,9
Trasmittanza termica del serramento	U_w	[W/(m ² K)]	5,238
Resistenza termica addizionale delle chiusure oscuranti	ΔR	[m ² K/W]	0,30

3.3.4 Finestra 120x150 – Tipo 1

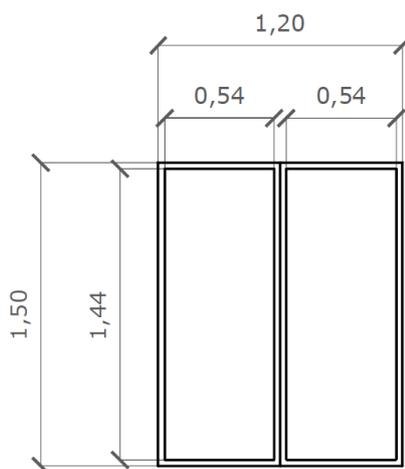


Figura 10 – Finestra 120x150 – Tipo 1

Tabella 26 - Caratteristiche geometriche della Finestra 120x150 – Tipo 1

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Larghezza del serramento	L	[m]	1,20
Altezza del serramento	H	[m]	1,50
Area del serramento	A_w	[m ²]	1,80
Area della superficie vetrata	A_g	[m ²]	1,56

Area occupata dal telaio	A_t	[m ²]	0,24
Lunghezza perimetrale della superficie vetrata	L_g	[m]	7,92
Coefficiente di riduzione dovuto al telaio	$1-F_F$	[-]	0,87
Doppio oggetto verticale	$\beta=\beta_{f,sx}=\beta_{f,dx}$	[°]	9
Aggetto orizzontale	α	[°]	9

Tabella 27 - Parametri prestazionali della Finestra 120x150 – Tipo 1

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Tipo di serramento	-	-	Tipo 1
Trasmittanza termica del vetro	U_g	[W/(m ² K)]	5,7
Trasmittanza di energia solare del vetro, incidenza normale	g_n	[-]	0,85
Fattore di riflessione solare della schermatura – radiazione diretta (b) e radiazione diffusa (d)	ρ_b ρ_d	[-]	0,3
Fattore di assorbimento solare della schermatura – radiazione diretta (b) e radiazione diffusa (d)	α_b α_d	[-]	0,7
Trasmittanza termica del telaio	U_t	[W/(m ² K)]	1,9
Trasmittanza termica del serramento	U_w	[W/(m ² K)]	5,193
Resistenza termica addizionale delle chiusure oscuranti	ΔR	[m ² K/W]	0,30

3.3.5 Finestra 120x150 – Tipo 2

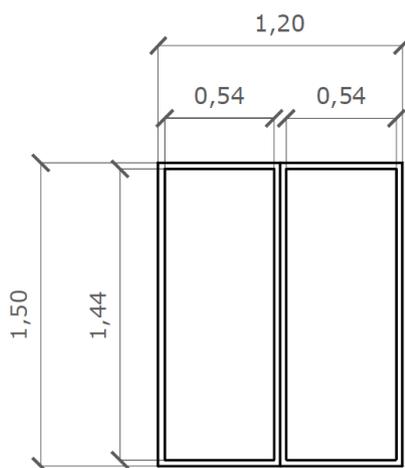


Figura 11 – Finestra 120x150 – Tipo 2

Tabella 28 - Caratteristiche geometriche della Finestra 120x150 – Tipo 2

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Larghezza del serramento	L	[m]	1,20
Altezza del serramento	H	[m]	1,50
Area del serramento	A_w	[m ²]	1,80
Area della superficie vetrata	A_g	[m ²]	1,56
Area occupata dal telaio	A_t	[m ²]	0,24
Lunghezza perimetrale della superficie vetrata	L_g	[m]	7,92

Coefficiente di riduzione dovuto al telaio	$1-F_F$	[-]	0,87
Doppio oggetto verticale	β	[°]	9
Aggetto orizzontale	α	[°]	9

Tabella 29 - Parametri prestazionali della Finestra 120x150 – Tipo 2

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Tipo di serramento	-	-	Tipo 2
Trasmittanza termica del vetro	U_g	[W/(m ² K)]	2,2
Trasmittanza di energia solare del vetro, incidenza normale	g_n	[-]	0,63
Fattore di riflessione solare della schermatura – radiazione diretta (b) e radiazione diffusa (d)	ρ_b ρ_d	[-]	0,3
Fattore di assorbimento solare della schermatura – radiazione diretta (b) e radiazione diffusa (d)	α_b α_d	[-]	0,7
Trasmittanza termica del telaio	U_t	[W/(m ² K)]	1,8
Trasmittanza termica del distanziatore	Ψ	[W/(mK)]	0,08
Trasmittanza termica del serramento	U_w	[W/(m ² K)]	2,499
Resistenza termica addizionale delle chiusure oscuranti	ΔR	[m ² K/W]	0,30

3.4 Ponti termici

I valori dei coefficienti di trasmittanza termica lineica sono ricavati dall'Abaco dei Ponti Termici regionale. In questa sezione del documento viene fornito un elenco dei ponti termici da considerare per il calcolo delle dispersioni dell'edificio.

Tabella 30 - Descrizione ponti termici

Ponte termico	Codice
Parete esterna non isolata con pilastro non isolato	PIL.004
Angolo sporgente non isolato con pilastro	ASP.004
Angolo rientrante non isolato senza pilastro	ARI.011
Angolo sporgente non isolato senza pilastro	ASP.011
Parete non isolata con solaio e trave non isolata	SOL.004
Serramento in mezzera su parete non isolata	SER.006
Displuvio isolato esternamente	DIS.001

Dato che il calcolo degli scambi termici per trasmissione, in questo studio di caso, è effettuato considerando le superfici disperdenti esterne, si ricorda che è necessario utilizzare il corrispondente valore di trasmittanza termica lineare, ovvero Ψ_e .

4 DESCRIZIONE DELLE ZONE TERMICHE CLIMATIZZATE

4.1 Zona termica

4.1.1 Superfici disperdenti

Qui di seguito l'elenco di tutte le superfici disperdenti costituenti l'involucro della zona.

4.1.1.1 Superfici disperdenti opache confinanti con l'esterno

Tabella 31 – Superfici disperdenti opache confinanti con l'esterno

COD.	Superficie	Orientamento	Superficie lorda esterna* [m ²]	Superficie netta interna [m ²]
ZT1-P.Op.1	Parete esterna	NE	25,94	18,37
ZT1-P.Op.2		NE	18,73	14,98
ZT1-P.Op.3		SE	38,62	28,11
ZT1-P.Op.4		SO	46,17	34,90
ZT1-P.Op.5		NO	4,76	3,28
ZT1-P.Op.6		NO	42,95	33,76
ZT1-P.Op.7	Porta esterna	NO	3,50	3,50
ZT1-P.Op.8	Cassonetto isolato	NE	1,24	1,24
ZT1-P.Op.9		SE	1,92	1,92
ZT1-P.Op.10		SO	1,44	1,44
ZT1-P.Op.11		NE	0,28	0,28
ZT1-P.Op.12		NE	0,48	0,48

* Al netto delle superfici di serramenti, cassonetti, porte ed altri elementi particolari

4.1.1.2 Superfici disperdenti trasparenti confinanti con l'esterno

Tabella 32 - Superfici disperdenti trasparenti confinanti con l'esterno

COD.	Superficie	Riferimento	Orientamento	Quantità	Superficie [m ²]	Cassonetti [m ²]
ZT1-P.Tr.1	Finestra 70x150	ZT1-P.Op.2	NE	1	1,05	0,28
ZT1-P.Tr.2		ZT1-P.Op.1	NE	1	1,05	0,28
ZT1-P.Tr.3	Porta-finestra 120x250	ZT1-P.Op.3	SE	1	3,00	0,48
ZT1-P.Tr.4		ZT1-P.Op.4	SO	1	3,00	0,48
ZT1-P.Tr.5	Porta-finestra 240x250	ZT1-P.Op.3	SE	1	6,00	0,96
ZT1-P.Tr.6	Finestra 120x150 – T.1	ZT1-P.Op.1	NE	2	3,60	0,96
ZT1-P.Tr.7		ZT1-P.Op.3	SE	1	1,80	0,48
ZT1-P.Tr.8	Finestra 120x150 – T.2	ZT1-P.Op.2	NE	1	1,80	0,48
ZT1-P.Tr.9		ZT1-P.Op.4	SO	2	3,60	0,96

4.1.1.3 Superfici disperdenti opache confinanti con ambienti non climatizzati o con il terreno

Tabella 33 – Superfici disperdenti opache confinanti con altri ambienti o con il terreno

COD.	Superficie	Ambiente confinante	Superficie lorda esterna* [m ²]	Superficie netta interna [m ²]
ZT1-P.Op.NC1.1	Solaio verso sottotetto	Sottotetto	166,84	151,05
ZT1-P.Op.T.1	Pavimento su terreno	Terreno	166,84	151,05

* Al netto delle superfici di serramenti, cassonetti, porte ed altri elementi particolari

4.1.2 Superfici opache interne

Tabella 34 – Superfici opache interne

COD.	Superficie	Interna alla zona / separazione tra due zone	Superficie netta [m ²]
ZT1-P.Op.Int.1	Parete interna	Interna alla zona (sup. di una faccia)	123,13

4.1.3 Elementi ombreggianti esterni fissi

4.1.3.1 Ostruzioni esterne

Si consideri la presenza di un fabbricato che ombreggia la facciata SO dell'edificio. Tale fabbricato si trova a una distanza di 10 m, ha un'altezza di 7 m e si estende per tutta la lunghezza della facciata SO.

Tabella 35 – Angoli di ostruzione esterna

COD.	Altezza da terra del baricentro [m]	Altezza dell'ostruzione [m]	Distanza [m]
ZT1-P.Op.4	1,97	7	10
ZT1-P.Op.10	3,08	7	10
ZT1-P.Tr.4	2,12	7	10
ZT1-P.Tr.9	1,62	7	10

4.1.3.2 Aggetti orizzontali

Nel prospetto si riportano i valori di angolo di ombreggiamento relativi all'aggetto rappresentato dalla copertura. Per le superfici trasparenti che presentano anche un aggetto dovuto alla rientranza rispetto al filo esterno della parete (indicato nella descrizione delle

stesse superfici) ai fini del calcolo si consideri l'angolo maggiore tra quello rappresentato da tale oggetto e quello riportato nel prospetto.

Tabella 36 – Angoli di oggetto orizzontale

COD.	Angolo α [°]
ZT1-P.Op.1	16
ZT1-P.Op.2	53
ZT1-P.Op.4	16
ZT1-P.Op.5	72
ZT1-P.Op.7	75
ZT1-P.Op.8	53
ZT1-P.Op.10	53
ZT1-P.Op.11	81
ZT1-P.Op.12	81
ZT1-P.Tr.1	59
ZT1-P.Tr.2	22
ZT1-P.Tr.4	19
ZT1-P.Tr.6	22
ZT1-P.Tr.8	59
ZT1-P.Tr.9	22

4.1.3.3 Aggetti verticali

Nel prospetto si riportano i valori di angolo di ombreggiamento relativi all'oggetto rappresentato dalla porzione rientrante ad angolo delle pareti (NO e NE). Per le superfici trasparenti che presentano anche un oggetto dovuto alla rientranza rispetto al filo esterno della parete (indicato nella descrizione delle stesse superfici) ai fini del calcolo si consideri l'angolo maggiore tra quello rappresentato da tale oggetto e quello riportato nel prospetto.

Tabella 37 – Angoli di oggetto verticale

COD.	Orientamento dell'oggetto	Angolo β [°]
ZT1-P.Op.2	dx	37
ZT1-P.Op.5	sx	80
ZT1-P.Op.7	sx	79
ZT1-P.Op.11	dx	71
ZT1-P.Op.12	dx	29
ZT1-P.Tr.1	dx	71
ZT1-P.Tr.8	dx	29

4.1.4 Ponti termici

Tabella 38 – Ponti termici

Codice	Lunghezza [m]	Parete/i a cui è attribuito	Ψ_e (nel caso di valutazione analitica dei PT) [W/(m·K)]	Note e altri dati
PIL.004	9 x 3,94	1x3,94 m -> ZT1-P.Op.1 1x3,94 m -> ZT1-P.Op.2 3x3,94 m -> ZT1-P.Op.3 2x3,94 m -> ZT1-P.Op.4 2x3,94 m -> ZT1-P.Op.6	-	La lunghezza si riferisce ai 9 pilastri intermedi $\lambda_{PIL} = 1,605 \text{ W/(mK)}$ $L_{PIL} = S_{PIL} = 0,25 \text{ m}$
ASP.004*	4 x 3,94	0,5x3,94 m -> ZT1-P.Op.1 0,5x3,94 m -> ZT1-P.Op.2 1x3,94 m -> ZT1-P.Op.3 1x3,94 m -> ZT1-P.Op.4 1x3,94 m -> ZT1-P.Op.6	-	La lunghezza si riferisce ai 4 pilastri d'angolo $\lambda_{PIL} = 1,605 \text{ W/(mK)}$ $L_{PIL} = 0,25 \text{ m}$
ARI.011*	1 x 3,94	0,5x3,94 m -> ZT1-P.Op.2 0,5x3,94 m -> ZT1-P.Op.5	-	$\lambda_{PIL} = 1,605 \text{ W/(mK)}$ $L_{PIL} = 0,25 \text{ m}$
ASP.011*	1 x 3,94	0,5x3,94 m -> ZT1-P.Op.1 0,5x3,94 m -> ZT1- P.Op.20,5x3,94 m -> ZT1-P.Op.5	-	$\lambda_{PIL} = 1,605 \text{ W/(mK)}$ $L_{PIL} = 0,25 \text{ m}$
SOL.004-1	53,50	4,04 m -> ZT1-P.Op.1 2,835 m -> ZT1-P.Op.2 6,5 m -> ZT1-P.Op.3 6,875 m -> ZT1-P.Op.4 1,05 m -> ZT1-P.Op.5 5,45 m -> ZT1-P.Op.6 26,75 m -> ZT1-P.Op.NC.1	-	
SER.006-1	49,60	7,60 m -> ZT1-P.Op.1 2,20 m -> ZT1-P.Op.2 11,30 m -> ZT1-P.Op.3 3,70 m -> ZT1-P.Op.4 2,20 m -> ZT1-P.Tr.1 2,20 m -> ZT1-P.Tr.2 3,70 m -> ZT1-P.Tr.3 3,70 m -> ZT1-P.Tr.4 4,90 m -> ZT1-P.Tr.5 5,40 -> ZT1-P.Tr.6 2,70 m -> ZT1-P.Tr.7	-	Serramento tipo 1 $\lambda_{eq, tel} = 0,16 \text{ W/(mK)}$ $L_{TEL} = 0,07 \text{ m}$
SER.006-2	16,20	2,70 m -> ZT1-P.Op.2 5,40 m -> ZT1-P.Op.4 2,70 m -> ZT1-P.Tr.8 5,40 m -> ZT1-P.Tr.9	-	Serramento tipo 2 $\lambda_{eq, tel} = 0,17 \text{ W/(mK)}$ $L_{TEL} = 0,06 \text{ m}$
SOL.004-2	53,5	8,08 m -> ZT1-P.Op.1 5,67 m -> ZT1-P.Op.2 13,00 m -> ZT1-P.Op.3 13,75 m -> ZT1-P.Op.4 2,10 m -> ZT1-P.Op.5 10,90 m -> ZT1-P.Op.6	-	

* La lunghezza di ogni pilastro d'angolo e di ogni angolo rientrante o sporgente è suddivisa tra le due pareti adiacenti corrispondenti, dal momento che ad ogni parete è assegnata metà della dispersione del relativo ponte termico.

4.1.5 Scambio termico verso il terreno

Per poter determinare lo scambio termico per trasmissione tra la zona termica e il terreno occorre calcolare la trasmittanza termica equivalente degli elementi disperdenti a contatto con il terreno. La tipologia di dispersione è "Pavimento verso terreno senza isolamento perimetrale".

Tabella 39 – Dati per il calcolo della trasmittanza equivalente

Grandezza	Simbolo	U.M.	Valore
Area del pavimento	A	[m ²]	166,84
Perimetro del pavimento	P	[m]	53,50
Spessore delle pareti perimetrali	w	[m]	0,3
Tipo di terreno	-	-	ghiaia
Conducibilità termica del terreno	λ	[W/(m·K)]	2
Resistenza termica della soletta a contatto con il terreno (escluse resistenze superficiali)	R _f	[m ² K/W]	0,4222
Resistenza termica superficiale interna	R _{si}	[m ² K/W]	0,17
Resistenza termica superficiale esterna	R _{se}	[m ² K/W]	0,17

4.1.6 Infiltrazioni, aerazione, ventilazione naturale e meccanica

Il valore medio dei ricambi d'aria è pari a 0,5 vol/h.

Non è presente alcun impianto di ventilazione meccanica controllata.

4.1.7 Fabbisogni nominali di entalpia

Non è presente alcun impianto di controllo dell'umidità dell'aria.

5 DESCRIZIONE DELLE ZONE NON CLIMATIZZATE

5.1 Sottotetto

Gli apporti interni si considerano trascurabili.

5.1.1 Superfici disperdenti

Qui di seguito è riportato l'elenco di tutte le superfici che separano gli ambienti non climatizzati dall'esterno.

5.1.1.1 Superfici disperdenti opache confinanti con l'esterno

Tabella 40 – Superfici disperdenti opache confinanti con l'esterno

COD.	Descrizione componente	Orientamento	Superficie lorda [m ²]
ZNC1-P.Op.1	Parete esterna	NO	13,73
ZNC1-P.Op.2		SE	13,73
ZNC1-P.Op.3	Copertura inclinata 18°	SO	93,74
ZNC1-P.Op.4		NE	93,74
ZNC1-P.Op.5	Solaio verso esterno*	orizzontale	11,91

* Solaio di copertura dell'ingresso dell'edificio.

5.1.2 Elementi ombreggianti esterni fissi

Non è presente alcun elemento ombreggiante.

5.1.3 Ponti termici

Tabella 41 – Ponti termici

Codice	Lunghezza [m]	Parete/i a cui è attribuito	Ψ_e (nel caso di valutazione analitica dei PT) [W/(m·K)]	Note e altri dati
DIS.001	1 x 13,75	0,5x13,75 m -> ZNC1-P.Op.3 0,5x13,75 m -> ZNC1-P.Op.4	-	

5.1.4 Infiltrazioni e aerazione, ventilazione naturale e meccanica

Il volume netto e la superficie utile totale del sottotetto sono pari rispettivamente a 151,49 m³ e 163,06 m².

6 IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACS

L'impianto prevede la presenza di uno scaldacqua dedicato alla produzione di acs.

6.1 Caratteristiche dell'impianto

6.1.1 Caratteristiche del sottosistema di distribuzione

Il calcolo è effettuato in modo forfettario.

L'impianto è del tipo "Sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76 con rete di distribuzione corrente totalmente in ambiente climatizzato".

6.1.2 Caratteristiche del sottosistema di generazione

Il generatore è uno scaldacqua a gas di tipo istantaneo per sola produzione di acqua calda sanitaria – Tipo B senza pilota, con bruciatore atmosferico. Lo scaldacqua è installato entro lo spazio riscaldato.

La potenza elettrica assorbita dal generatore è pari a 37 W. La potenza termica nominale è pari a 20 kW.

7 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

L'impianto è caratterizzato da un sistema di distribuzione idronico che alimenta dei radiatori installati nei diversi locali.

Il sottosistema di generazione è costituito da un generatore a gas metano.

7.1 Caratteristiche dell'impianto

7.1.1 Caratteristiche del sottosistema di erogazione e regolazione

Tabella 42 – Caratteristiche del sottosistema di erogazione e regolazione per riscaldamento

Sottosistema di erogazione	
Tipologia di sottosistema	Radiatori su parete esterna non isolata – S1 (priorità 1)
Numero di terminali e potenza	6 x 2 kW
Tipologia di ausiliari	Ausiliari non presenti
Potenza di progetto assorbita dai terminali	-
Sottosistema di regolazione	
Sottosistema di regolazione – S1 (radiatori)	Solo termostato di caldaia

7.1.2 Caratteristiche del sottosistema di distribuzione

Il calcolo è effettuato tramite i rendimenti tabulati.

Nella tabella seguente sono riepilogate le caratteristiche sottosistema di distribuzione.

Tabella 43 – Caratteristiche del sottosistema di distribuzione per riscaldamento

Descrizione del sottosistema	Impianto autonomo in edificio singolo (1 piano)
Posizione delle tubazioni	Tubazioni incassate a pavimento con distribuzione monotubo
Isolamento della rete di distribuzione orizzontale	D – Isolamento insufficiente, gravemente deteriorato o inesistente
Temperature di mandata e di ritorno di progetto	80°C – 50°C
Potenza di progetto della pompa di distribuzione	La pompa di distribuzione è installata a bordo del generatore (non è prevista una pompa relativa al sottosistema di distribuzione)

7.1.3 Caratteristiche del sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è caratterizzato dalla presenza di un generatore a gas metano, installato all'esterno dell'abitazione.

Il calcolo è effettuato con il metodo tabellare.

Nella tabella seguente sono riepilogate le caratteristiche del generatore.

Tabella 44 – Caratteristiche del generatore per riscaldamento

Tipologia di generatore	Generatore a gas di tipo standard Generatore monostadio Generatore atmosferico di tipo B classificato 2 stelle Generatore antecedente al 1996
Altezza del camino	< 10 m
Temperatura media in caldaia in condizioni di progetto	65 °C
Potenza termica nominale al focolare	24 kW

8 IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO

L'impianto è caratterizzato dalla presenza di un sistema multisplit con una unità esterna e cinque unità interne.

8.1 Caratteristiche dell'impianto

8.1.1 Caratteristiche del sottosistema di erogazione e regolazione

Tabella 45 – Caratteristiche del sottosistema di erogazione e regolazione per raffrescamento

Sottosistema di erogazione	
Tipologia di sottosistema	Unità interne per sistemi split
Potenza di progetto dei terminali di emissione	Pari a quella del generatore
Tipologia di ausiliari	Ausiliari inclusi calcolati nel sottosistema di generazione
Sottosistema di regolazione	
Sottosistema di regolazione	Controllo singolo ambiente Regolazione on-off

8.1.2 Caratteristiche del sottosistema di distribuzione

Il rendimento di distribuzione è unitario, in quanto le perdite di distribuzione sono comprese all'interno del rendimento di produzione del sistema multisplit.

8.1.3 Caratteristiche del sottosistema di generazione

Il sottosistema di generazione è caratterizzato dalla presenza di una macchina di tipo multisplit, con una unità esterna e cinque unità interne, installate rispettivamente in soggiorno, cucina e una in ogni camera. L'ingresso e il disimpegno sono collegate permanentemente al soggiorno e sono pertanto a temperatura controllata. Il bagno e l'ambiente di collegamento tra le camere sono considerati a temperatura controllata in quanto il loro volume è inferiore del 10% rispetto al volume netto complessivo dell'unità immobiliare.

Nella tabella seguente sono riepilogate le caratteristiche del generatore.

Tabella 46 – Caratteristiche del generatore per raffrescamento

Tipologia di generatore	Macchina multisplit ad espansione diretta con compressore elettrico Unità aria-aria
Sorgente fredda	Aria esterna
Pozzo caldo	Aria interna
Valori di EER ai diversi carichi: 100%, 75%, 50%, 25%	2,90; 3,14; 2,70; 2,30
Potenza frigorifera nominale	1,6 kW per ogni unità interna, per un totale di 8 kW

Temperatura bulbo umido aria interna	19°C
Velocità ventilatore	Alta (nominale)
Funzionamento compressore	velocità variabile
Sezione interna ad aria	non canalizzata
Sezione esterna ad aria	non canalizzata né insonorizzata

9 GENERATORI DI ENERGIA ELETTRICA

Non sono presenti generatori di energia elettrica.

10 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE

Non è previsto il calcolo dei fabbisogni di energia elettrica per illuminazione artificiale.

11 IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

Non è presente un impianto di ventilazione meccanica.

12 IMPIANTO DI TRASPORTO DI PERSONE E/O COSE

Non è previsto il calcolo dei fabbisogni di energia elettrica per il trasporto di persone e/o cose.