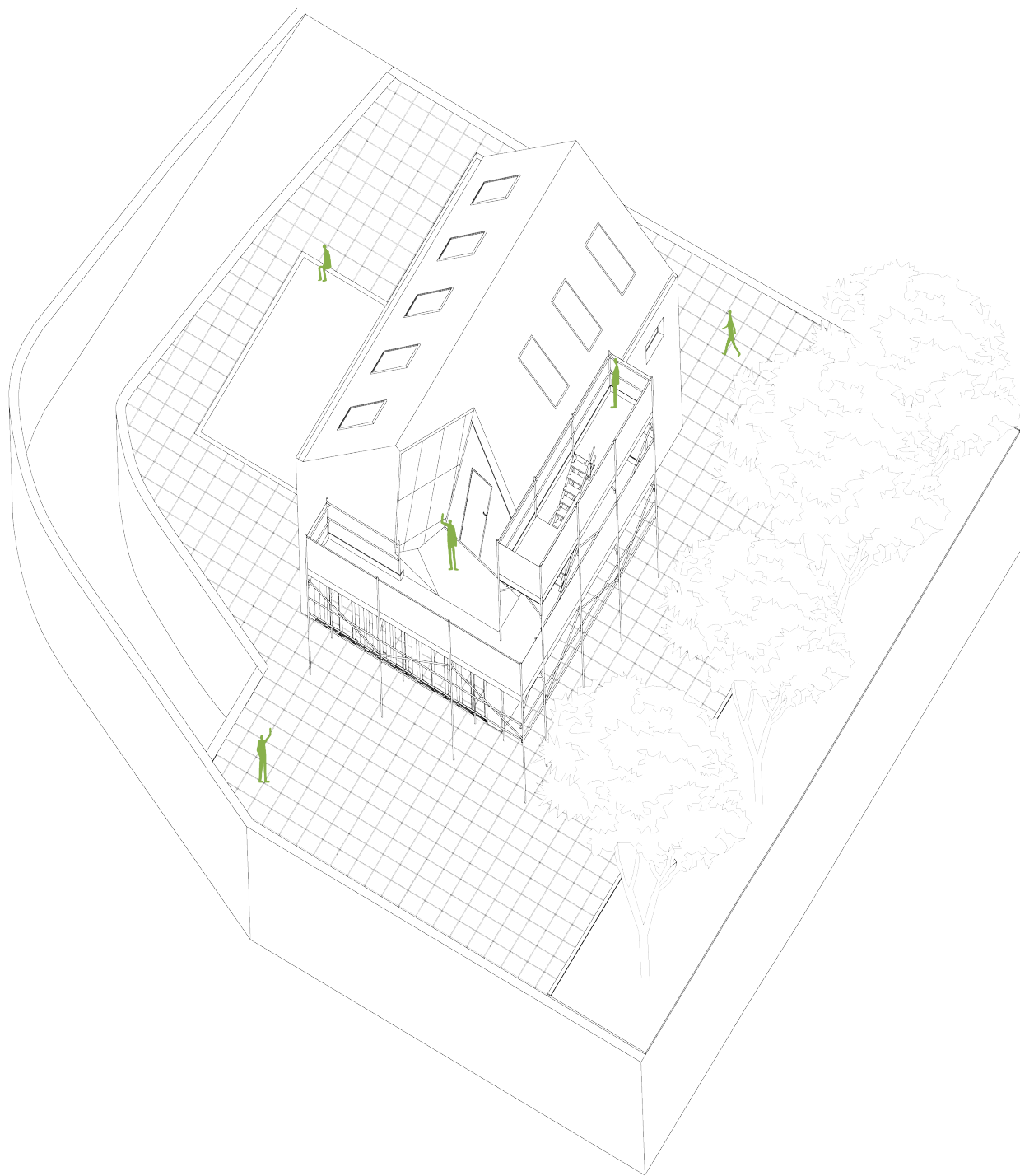


PROGETTAZIONE FISICO TECNICA DELL'EDIFICIO: ANALISI ENERGETICA ED IMPIANTISTICA

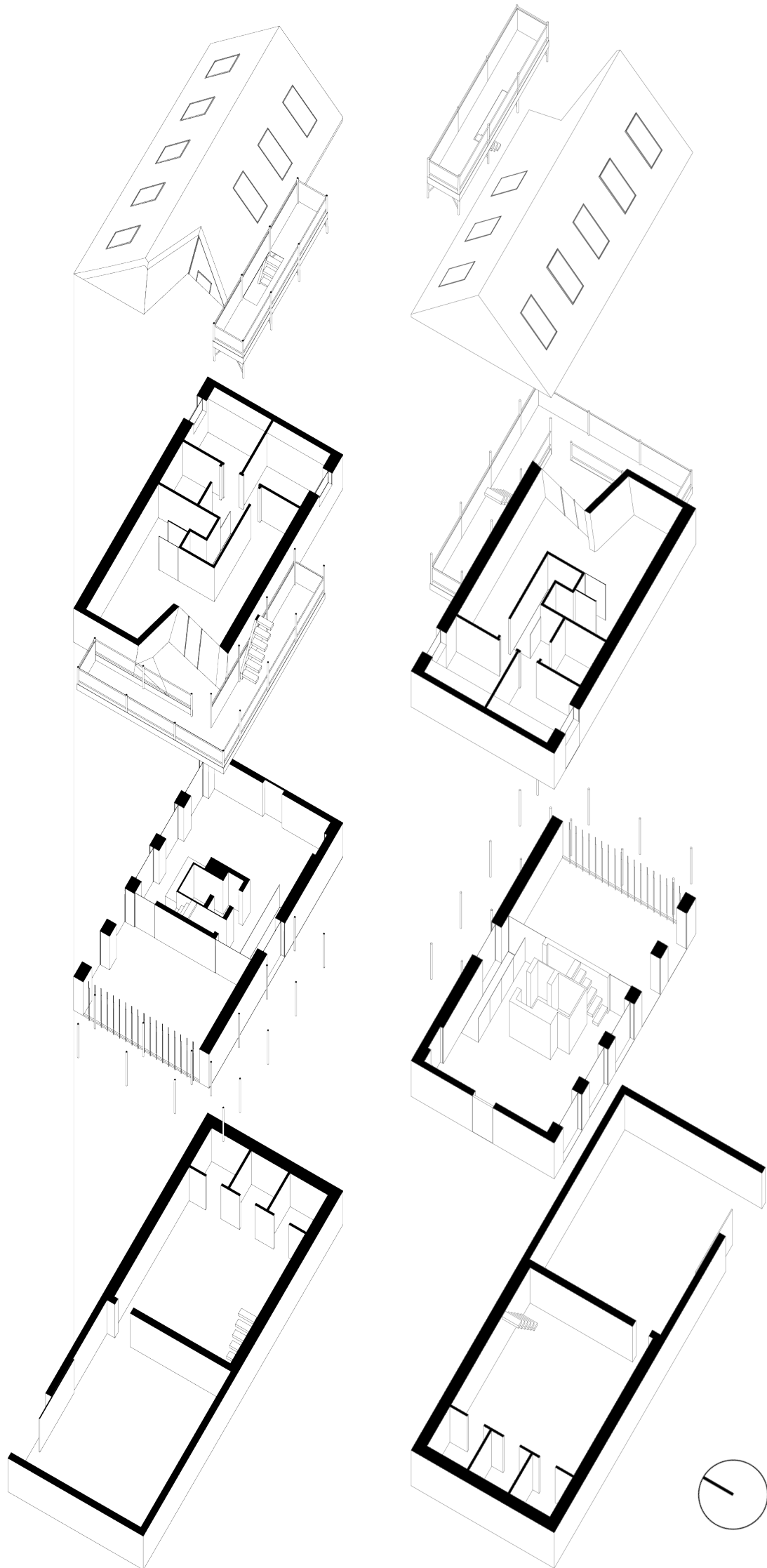


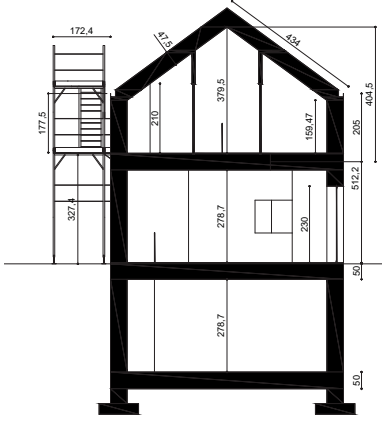
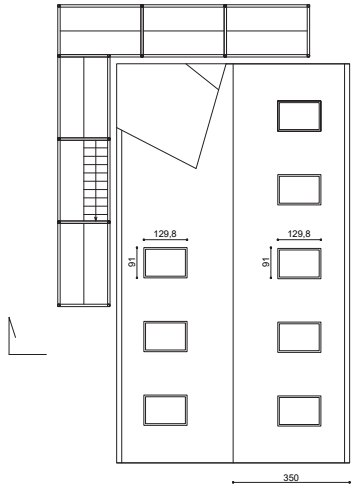
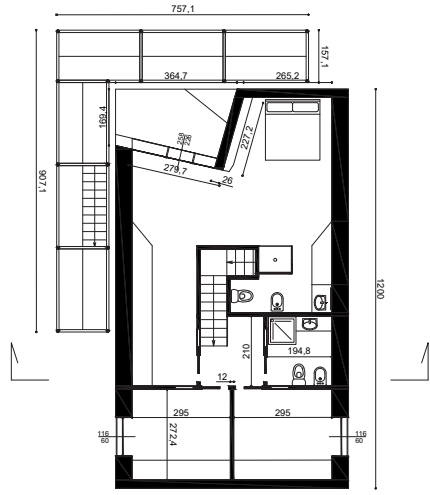
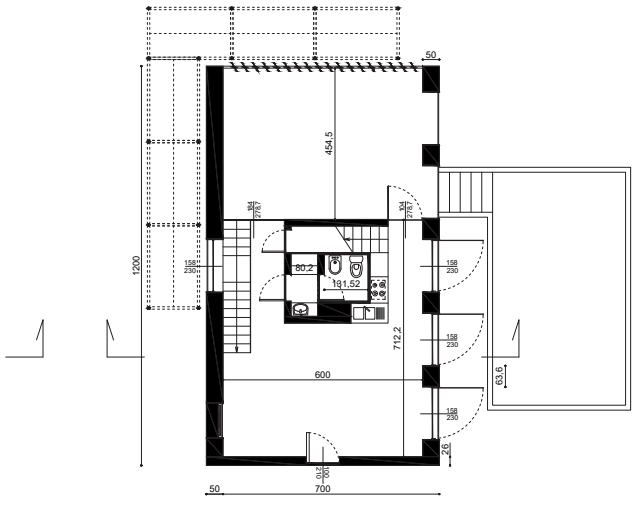
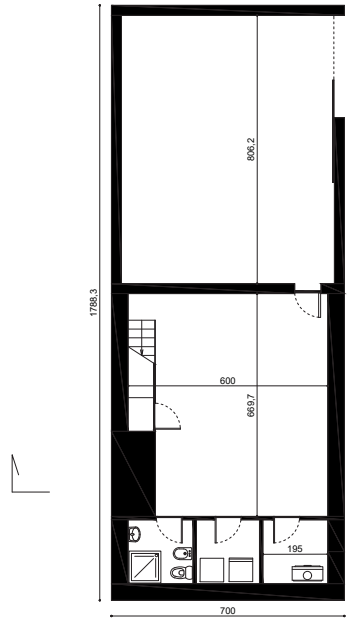
INDICE

descrizione del progetto	3	Q_v	35
		Q_{int}	36
solare e fotovoltaico	5	Q_{sol}	37
$Q_{gn,out}$	6	$\Phi_{sol,o}$	38
X	7	$\Phi_{sol,w}$	40
Y	9		
$Q_{sol,out}$	10	calcolo consumi verifiche e certificazione	43
$Q_{sol,aux}$	11	E_{delH}	44
$Q_{int,out}$	12	E_{delC}	45
$E_{el,amorfo}$	13	$E_{p,H}$	46
$E_{el,monocristallino}$	14	$E_{p,C}$	47
$E_{el,tot}$	15	$E_{P,Hg}$	48
carico termico di progetto	16	$E_{P,Cg}$	49
Φ_{HL}	18	$E_{del,ACS}$	50
Φ_T	19	$E_{p,gIACS}$	51
H_T	20	$E_{P,gIACS}$	51
Φ_v	24	bilancio energia elettrica	52
H_v	25	bilancio E_p	54
Φ_{RH}	26	verifiche di legge	55
fabbisogni	27	classificazione e indici	57
$Q_{H/c}$	28	schede prodotti	58
η_{gn}	29	tabelle stratificazione componenti	61
η_{loss}	30		
Q_t	31		
H_t	32		

Chieri, Italia

Questo studio architettonico per un committente privato è stato modellato dalle richieste stesse del cliente, dal contesto e dalle restrizioni di carattere urbanistico. La casa doveva avere una forma definita "tradizionale" per quanto riguardava la facciata verso la strada (Est), l'edificio è stato dunque progettato nel modo più tradizionale possibile: una casa a "forma di casa". Il volume costruibile era limitato, quindi è stato progettato una sorta di porticato al piano terra (una delle richieste del cliente) che, integrato alla struttura principale, permette di risparmiare volume costruibile, mantenendo tuttavia la forma caratteristica. Dal secondo piano, verso Ovest, è possibile vedere le Alpi, questa vista spettacolare è stata valorizzata dall'unica facciata irregolare, che modellata come una roccia alpina, permette di incorniciare perfettamente la vista, massimizzare l'efficienza dei pannelli solari e di permettere l'accesso ai due piani di terrazza sull'elemento tradizionale, usato tuttavia in modo non convenzionale, dell'impalcatura. Tutte le aperture sono state concordate con il committente a seconda delle sue esigenze in termini di luce naturale, così come l'orientamento della casa.





SOLARE E FOTOVOLTAICO

Caratteristiche dell'edificio utili all'inserimento di impianto solare termico e fotovoltaico

Sito: Chieri, Italia

(45°0'31" Nord, 7°49'39" Est,
Quota: 282 m.s.l.m.)

Numero di piani climatizzati: 3

Superficie utile: 156,8 m²

Volume netto totale: 432,8 m³

Orientamento tetto: Nord-Sud

Area falda sud libera: 35,95 m²

Angolo d'inclinazione falda sud:

35,8°

Caratteristiche dell'impianto per il solare termico:

-Impianto a circolazione forzata (necessità di ausiliari elettrici)

① -Utilizzo di collettori solari sottovuoto "HV12 Tecnologia U-pipe"¹

-Utilizzo di 2 collettori solari ciascuno con superficie di apertura pari a 1,89 m²

-Utilizzo di accumulo pari a 189 l

Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico:

-Impianto di tipo grid-connected

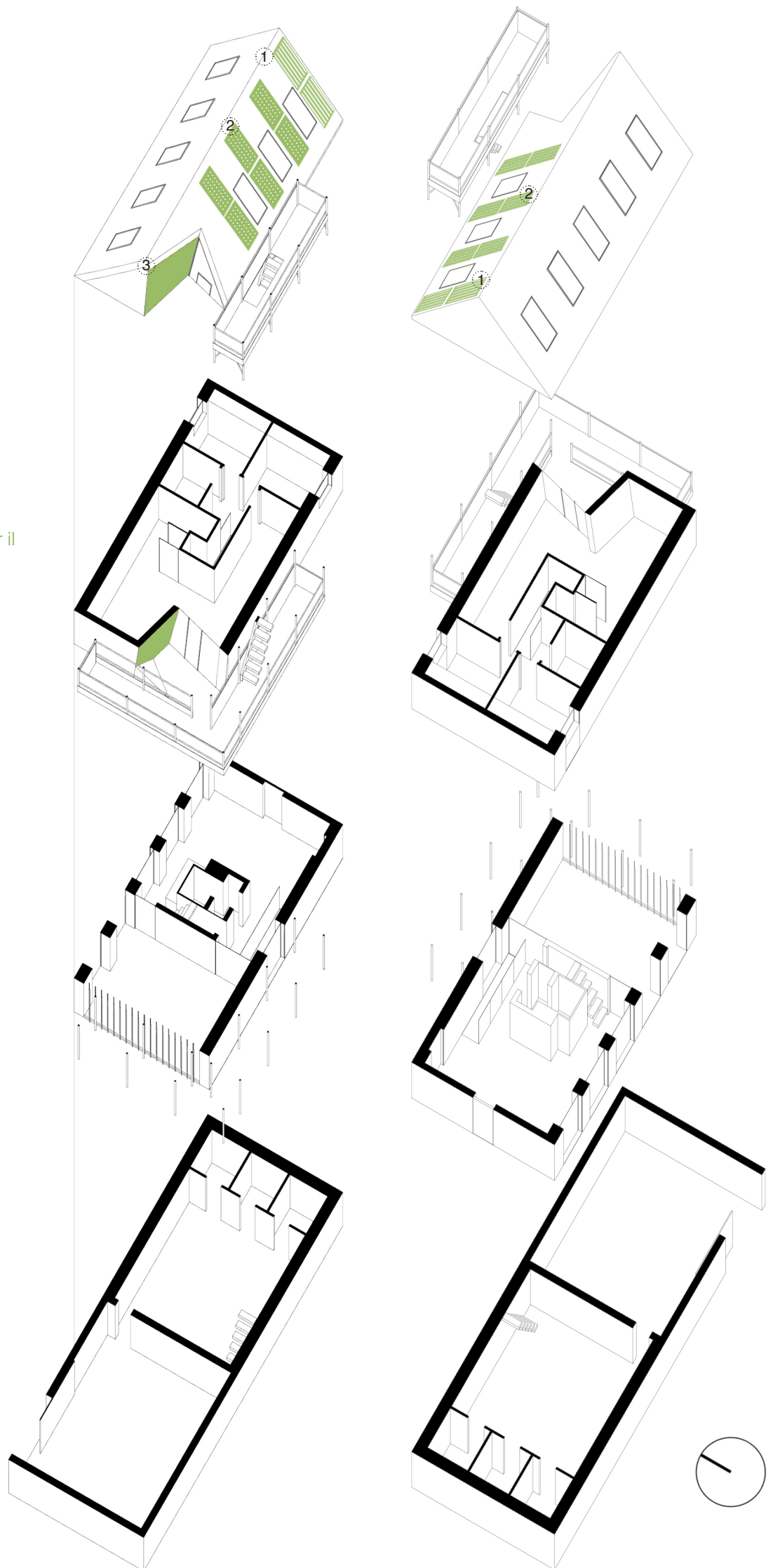
② -Utilizzo di pannelli con silicio monocristallino 60 celle "XM 60/156 I+"²

-Superficie occupata dai 6 pannelli fotovoltaici con silicio monocristallino: 9,77 m²

③ -Utilizzo di pannelli con silicio amorfo a film sottile "Integral Plate"³

-Superficie occupata dai pannelli fotovoltaici con silicio amorfo: 10,14 m²

-Superficie totale occupata dai pannelli fotovoltaici: 19,91 m²



1 cfr. scheda tecnica, SUNERG solar energy, Solare termico 2016

2 cfr. scheda tecnica, SUNERG solar energy, Fotovoltaico e Mini Eolico

3 Ibid

Fabbisogno energetico mensile di ACS (kWh)

Mese	Q _{gn,out} (kWh)
Gennaio	203,41
Febbraio	183,72
Marzo	203,41
Aprile	196,84
Maggio	203,41
Giugno	196,84
Luglio	203,41
Agosto	203,41
Settembre	196,84
Ottobre	203,41
Novembre	196,84
Dicembre	203,41
Totale	2394,95

$$Q_{gn,out} = \rho_w * c_w * (V * \Delta t) * G$$

UNI/TS 113000

massa volumica dell'acqua (kg/m³)

$$\rho_w = 1000$$

volume acqua giornaliero richiesto (m³/giorno)

$$V = (a * S_u + b) / 1000$$

Superficie utile S _u [m ²]	S _u <= 35	35 < S _u <= 50	50 < S _u <= 200	S _u > 200
Parametro a [litri/(m ² × giorno)]	0	2,667	1,067	0
Parametro b [litri/giorno]	50	-43,33	36,67	250

differenza tra temperatura di erogazione dell'ACS e temperatura dell'acquedotto (°C)

$$\Delta t = 40 - t_o$$

Mese	t _o (°C)
Gennaio	1,6
Febbraio	3,6
Marzo	7,9
Aprile	12,1
Maggio	16,5
Giugno	20,1
Luglio	22,9
Agosto	21,9
Settembre	18,5
Ottobre	12,8
Novembre	6,9
Dicembre	3,0
media	12,32

giorni del mese

$$G = n_g$$

Mese	G (-)
Gennaio	31
Febbraio	28
Marzo	31
Aprile	30
Maggio	31
Giugno	30
Luglio	31
Agosto	31
Settembre	30
Ottobre	31
Novembre	30
Dicembre	31

Rapporto tra le dispersione del circuito dei collettori e fabbisogno energetico mensile di ACS

$$X = (A \cdot U_{loop} \cdot 0,8 \cdot \Delta t \cdot f_{st} \cdot t_m) / Q_{gn,out} \cdot 1000$$

UNI/TS 113000

area apribile dei collettori (m²)

$$A = A(\text{da scheda tecnica}) \cdot n^{\circ} \text{unit\`a}$$

coefficiente di dispersione termica del circuito dei collettori a tubi sottovuoto (W/m²K)

$$U_{loop} = 2,62 + 5/A$$

differenza temperatura di riferimento (°C)

$$\Delta t = 108,21 - 2,32 \cdot t_{e,avg,m}$$

coefficiente di correzione della capacit\`a di accumulo

$$f_{st} = (A \cdot V_{ref} / V_{sol})^{0,25}$$

Mese	X (-)
Gennaio	5,04
Febbraio	4,82
Marzo	4,34
Aprile	3,87
Maggio	3,38
Giugno	2,97
Luglio	2,66
Agosto	2,77
Settembre	3,15
Ottobre	3,79
Novembre	4,45
Dicembre	4,89

$$A = 1,89 \cdot 2 = 3,78$$

- Collettori piani vetrati $U_{loop} = 4,60 + \frac{5}{A}$ [W/(m²K)]

- Tubi sottovuoto $U_{loop} = 2,62 + \frac{5}{A}$ [W/(m²K)]

Mese	ΔT (°C)
Gennaio	104,498
Febbraio	99,858
Marzo	89,882
Aprile	80,138
Maggio	69,93
Giugno	61,578
Luglio	55,082
Agosto	57,402
Settembre	65,29
Ottobre	78,514
Novembre	92,202
Dicembre	101,25

$$f_{st} = (A \cdot 75 \text{ l/m}^2 / 50 \text{ l/m}^2)$$

$$f_{st} = 1,11$$

ore del mese (h)

$t_m = (\text{da tabella})$

Mese	t_m
Gennaio	744
Febbraio	672
Marzo	744
Aprile	720
Maggio	744
Giugno	720
Luglio	744
Agosto	744
Settembre	720
Ottobre	744
Novembre	720
Dicembre	744

fabbisogno energetico mensile di ACS

$Q_{gn,out} = (\text{cfr. tabella } Q_{gn,out})$

Rapporto tra energia solare assorbita e fabbisogno energetico mensile di ACS

$$Y = (A \cdot IAM \cdot \eta_p \cdot 0,8 \cdot H_d \cdot n_g) / Q_{gn,out} \cdot 1000$$

UNI/TS 113000

area apribile dei collettori (m²)

$$A = A(\text{da scheda tecnica}) \cdot n^\circ \text{unit\`a}$$

modificatore dell'angolo di incidenza

$$IAM = (\text{da norma per tubi sottovuoto})$$

rendimento del collettore a perdite nulle

$$\eta_p = (\text{da norma per tubi sottovuoto})$$

irraggiamento solare giornaliero medio mensile sul piano del collettore (kW/m²*giorno)

$$H_d = (\text{da PVGIS a sud a } 35,8^\circ)$$

giorni del mese

$$n_g = (\text{cfr. tabella } Q_{gn,out})$$

fabbisogno energetico mensile di ACS

$$Q_{gn,out} = (\text{cfr. tabella } Q_{gn,out})$$

Mese	Y (-)
Gennaio	1,03
Febbraio	1,61
Marzo	2,16
Aprile	2,21
Maggio	2,48
Giugno	2,63
Luglio	2,85
Agosto	2,63
Settembre	2,24
Ottobre	1,53
Novembre	1,07
Dicembre	1,00

$$A = 1,89 \cdot 2 = 3,78$$

-collettori vetrati piani	IAM=0,94 [-]
-collettori a tubi sottovuoto con assorbitore piano	IAM=0,97 [-]
-collettori a tubi sottovuoto con assorbitore circolare	IAM=1,00 [-]

- Collettori piani vetrati	$\eta_0 = 0,78$ [-]
- Tubi sottovuoto	$\eta_0 = 0,90$ [-]

Mese	Hd (Wh/mq)
Gennaio	2480
Febbraio	3890
Marzo	5210
Aprile	5340
Maggio	5970
Giugno	6350
Luglio	6880
Agosto	6340
Settembre	5410
Ottobre	3690
Novembre	2590
Dicembre	2400

Energia solare mensile ottenuta (kWh)

$$Q_{sol,out} = Q_{gn,out} * f_{sol}$$

Mese	Qsol,out (kWh)
Gennaio	109,96
Febbraio	154,57
Marzo	213,26
Aprile	213,85
Maggio	238,67
Giugno	241,37
Luglio	260,53
Agosto	251,50
Settembre	222,70
Ottobre	174,45
Novembre	117,27
Dicembre	107,42
Totale	2305,55

UNI/TS 113000

rapporto tra energia solare mensile ottenuta

e fabbisogno energetico mensile di ACS

$$f_{sol} = a * X + b * Y + c * X^2 + d * Y^2 + e * X^3 + f * Y^3$$

Mese	f _{sol} (-)
Gennaio	0,54
Febbraio	0,84
Marzo	1,05
Aprile	1,09
Maggio	1,17
Giugno	1,23
Luglio	1,28
Agosto	1,24
Settembre	1,13
Ottobre	0,86
Novembre	0,60
Dicembre	0,53

coefficienti di correlazione

a=(da tabella)

b=(da tabella)

c=(da tabella)

d=(da tabella)

Coefficienti di correlazione	Tipo di sistema	
	Sistema collegato ad accumulo	Sistema diretto (riscaldamento a pannelli)
a	1,029	0,863
b	-0,065	-0,147
c	-0,245	-0,263
d	0,0018	0,008
e	0,0215	0,029
f	0	0,025

rapporto tra dispersioni del circuito dei collettori

e fabbisogno energetico mensile di ACS

X=(cfr. tabella X)

rapporto tra energia solare assorbita e fabbisogno

energetico mensile di ACS

Y=(cfr. tabella Y)

fabbisogno energetico mensile di ACS (kWh)

Q_{gn,out} = (cfr. tabella Q_{gn,out})

Fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari (kWh)

$$Q_{sol,aux} = W_{aux} * t_{aux} / 1000$$

Mese	Qsol,aux (kWh)
Gennaio	6,04
Febbraio	9,48
Marzo	12,70
Aprile	13,01
Maggio	14,55
Giugno	15,47
Luglio	16,77
Agosto	15,45
Settembre	13,18
Ottobre	8,99
Novembre	6,31
Dicembre	5,85
Totale	137,80

UNI/TS 113000

potenza nominale complessiva dei circolatori (W)

$$W_{aux} = 68,9$$

$$W_{aux} = 50 + 5A$$

ore di funzionamento del circolatore mensili (h)

$$t_{aux} = 2000 * I_{sol} / \sum I_{sol}$$

Mese	taux (h)
Gennaio	87,71
Febbraio	137,58
Marzo	184,26
Aprile	188,86
Maggio	211,14
Giugno	224,58
Luglio	243,32
Agosto	224,23
Settembre	191,34
Ottobre	130,50
Novembre	91,60
Dicembre	84,88

irradianza solare per il mese considerato (kW/m²)

$$I_{sol} = H_d / 24$$

Mese	Isol (W/mq)
Gennaio	103,33
Febbraio	162,08
Marzo	217,08
Aprile	222,50
Maggio	248,75
Giugno	264,58
Luglio	286,67
Agosto	264,17
Settembre	225,42
Ottobre	153,75
Novembre	107,92
Dicembre	100,00
Totale	2356,25

Fabbisogno di energia termica di integrazione (kWh)

$$Q_{int,out} = Q_{gn,out} - Q_{sol,out}$$

UNI/TS 113000

Mese	Q _{int,out} (kWh)
Gennaio	93,44
Febbraio	29,15
Marzo	0,00
Aprile	0,00
Maggio	0,00
Giugno	0,00
Luglio	0,00
Agosto	0,00
Settembre	0,00
Ottobre	28,96
Novembre	79,58
Dicembre	95,98
Totale	327,11

fabbisogno energetico mensile di ACS (kWh)

$$Q_{gn,out} = (\text{cfr. tabella } Q_{gn,out})$$

Mese	Q _{gn,out} (kWh)
Gennaio	203,41
Febbraio	183,72
Marzo	203,41
Aprile	196,84
Maggio	203,41
Giugno	196,84
Luglio	203,41
Agosto	203,41
Settembre	196,84
Ottobre	203,41
Novembre	196,84
Dicembre	203,41
Totale	2394,95

energia solare mensile ottenuta (kWh)

$$Q_{sol,out} = (\text{cfr. tabella } Q_{sol,out})$$

Mese	Q _{sol,out} (kWh)
Gennaio	109,96
Febbraio	154,57
Marzo	213,26
Aprile	213,85
Maggio	238,67
Giugno	241,37
Luglio	260,53
Agosto	251,50
Settembre	222,70
Ottobre	174,45
Novembre	117,27
Dicembre	107,42
Totale	2305,55

Energia elettrica prodotta mensilmente dal fotovoltaico amorfo (kWh)

$$E_{el,a} = (H_d * n_d * W_{pv} * f_{pv}) / I_{ref} * 1000$$

Mese	Eel amorfo (kWh)
Gennaio	31,62
Febbraio	44,80
Marzo	66,43
Aprile	65,89
Maggio	76,12
Giugno	78,35
Luglio	87,72
Agosto	80,84
Settembre	66,75
Ottobre	47,05
Novembre	31,96
Dicembre	30,60
Totale	708,13

UNI/TS 113000

irraggiamento solare giornaliero medio mensile sul piano del collettore (Kw/m²*giorno)

$$H_d = (\text{cfr. tabella } Y)$$

giorni del mese

$$n_g = (\text{cfr. tabella } Q_{gn,out})$$

potenza di picco (kW)

$$W_{pv} = K_{pv} * A_{utile}$$

fattore di potenza di picco (kW/ m²)

$$K_{pv} = (\text{da scheda tecnica})$$

area utile netta (m²)

$$A_{utile} = A_{pannelli} - A_{telai} (\text{da scheda tecnica})$$

fattore di efficienza

$$f_{pv} = (\text{da tabella})$$

$$W_{pv} = 0,06 * 9,14$$

$$W_{pv} = 0,55$$

$$K_{pv} = 0,06$$

$$A_{utile} = 10,14 - 1$$

$$A_{utile} = 9,14$$

Grado di ventilazione dei moduli fotovoltaici	f_{pv} [-]
Moduli non ventilati	0,70
Moduli moderatamente ventilati	0,75
Moduli molto ventilati o con ventilazione forzata	0,80

Energia elettrica prodotta mensilmente dal fotovoltaico monocristallino (kWh)

$$E_{el,m} = (H_d * n_d * W_{pv} * f_{pv}) / I_{ref} * 1000$$

Mese	Eel monocristallino (kWh)
Gennaio	169,02
Febbraio	239,46
Marzo	355,08
Aprile	352,20
Maggio	406,87
Giugno	418,81
Luglio	468,89
Agosto	432,09
Settembre	356,81
Ottobre	251,48
Novembre	170,82
Dicembre	163,57
Totale	3785,09

UNI/TS 113000

irraggiamento solare giornaliero medio mensile sul piano del collettore (Kw/m²*giorno)

$$H_d = (\text{cfr. tabella Y})$$

giorni del mese

$$n_g = (\text{cfr. tabella } Q_{gn,out})$$

potenza di picco (kW)

$$W_{pv} = K_{pv} * A_{utile}$$

$$W_{pv} = 0,03 * 9,77$$

$$W_{pv} = 2,93$$

fattore di potenza di picco (kW/ m²)

$$K_{pv} = (\text{da scheda tecnica})$$

$$K_{pv} = 0,3$$

area utile netta (m²)

$$A_{utile} = A_{pannelli} - A_{telai} (\text{da scheda tecnica})$$

$$A_{utile} = 10,77 - 1$$

$$A_{utile} = 9,77$$

fattore di efficienza

$$f_{pv} = (\text{da tabella})$$

Grado di ventilazione dei moduli fotovoltaici	f_{pv} [-]
Moduli non ventilati	0,70
Moduli moderatamente ventilati	0,75
Moduli molto ventilati o con ventilazione forzata	0,80

Energia elettrica prodotta mensilmente dal
fotovoltaico totale (kWh)

$$E_{el,tot} = E_{el,a} + E_{el,m}$$

UNI/TS 113000

Energia elettrica prodotta mensilmente dal
fotovoltaico amorfo (kWh)

$$E_{el,a} = (\text{cfr. tabella } E_{el,a})$$

Energia elettrica prodotta mensilmente dal
fotovoltaico monocristallino (kWh)

$$E_{el,m} = (\text{cfr. tabella } E_{el,m})$$

Mese	Eel tot (kWh)
Gennaio	200,64
Febbraio	284,26
Marzo	421,50
Aprile	418,09
Maggio	482,99
Giugno	497,16
Luglio	556,61
Agosto	512,93
Settembre	423,57
Ottobre	298,53
Novembre	202,78
Dicembre	194,17
Totale	4493,22

Mese	Eel amorfo (kWh)
Gennaio	31,62
Febbraio	44,80
Marzo	66,43
Aprile	65,89
Maggio	76,12
Giugno	78,35
Luglio	87,72
Agosto	80,84
Settembre	66,75
Ottobre	47,05
Novembre	31,96
Dicembre	30,60
Totale	708,13

Mese	Eel monocristallino (kWh)
Gennaio	169,02
Febbraio	239,46
Marzo	355,08
Aprile	352,20
Maggio	406,87
Giugno	418,81
Luglio	468,89
Agosto	432,09
Settembre	356,81
Ottobre	251,48
Novembre	170,82
Dicembre	163,57
Totale	3785,09

CARICO TERMICO DI PROGETTO INVERNALE

Zona abitazione, caratteristiche dimensionali e funzionali:

- Superficie utile P.-1° : 49,4 m²
- Superficie lorda P.-1° : 66,6 m²
- Superficie utile P.T. : 40,5 m²
- Superficie lorda P.T. : 51,8 m²
- Superficie utile P.1° : 66,9 m²
- Superficie lorda P.1° : 77,4 m²
- Superficie utile totale: 156,8 m²
- Altezza netta P.-1° : 2,7 m
- Altezza lorda P.-1° : 2,9 m
- Altezza netta P.T. : 2,7 m
- Altezza lorda P.T. : 2,9 m
- Altezza media netta P.1° : 2,7 m
- Altezza media lorda P.1° : 3,2 m
- Volume netto totale: 432,8 m³
- Volume lordo totale: 696,5 m³
- ⁷Indice di affollamento: 0,04 persone/ m²
- Numero di servizi: 3

Zona non riscaldata (garage/ deposito), caratteristiche dimensionali e funzionali:

- Superficie utile: 51,2 m²
- Superficie lorda: 60,4 m²
- Altezza netta: 2,7 m
- Altezza lorda: 3,2 m
- Volume netto: 89,6 m³
- Volume lordo: 193,2 m³

Zona riscaldata sotto il livello di terra, caratteristiche dimensionali e funzionali:

- Superficie utile: 49,4 m²
- Superficie lorda: 66,6 m²
- Altezza netta: 2,7 m
- Altezza lorda: 3,2 m
- Volume netto: 132,8 m³
- Volume lordo: 213,1 m³



Involucro opaco, caratteristiche termofisiche:

(cfr. da tabelle "Calcolo dei parametri termici e della prestazione igrotermica dei componenti edilizi" secondo le norme UNI EN ISO 13786:2008 e UNI EN ISO 13788:2003, pag 61)

- ① - Solaio superiore di copertura: Struttura in latero cemento isolata con lamiera grecata, gradazione chiara
 $U = 0,157 \text{ W/m}^2\text{K}$, $s = 48,5 \text{ cm}$

- ② $\kappa_i = 45,2 \text{ KJ/m}^2\text{K}$
 - Pareti esterne e parete confinante con garage/deposito: Muratura in laterizio con isolamento dall'esterno, rivestita con intonaco, colorazione chiara

- ③ $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, $s = 50 \text{ cm}$, $\alpha = 0,3$, $\kappa_i = 45,7 \text{ KJ/m}^2\text{K}$
 - Solaio interpiano: Struttura in latero cemento isolata

- ④ $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$, $s = 50 \text{ cm}$
 $\kappa_i = 32,5 \text{ KJ/m}^2\text{K}$
 - Solaio inferiore su terreno:

- ⑤ $U_{\text{floor}} = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$, $s = 86 \text{ cm}$
 $\kappa_i = 34,2 \text{ KJ/m}^2\text{K}$
 - Partizione interne:

- ⑥ Tramezzo in laterizio
 $s = 15 \text{ cm}$, $\kappa_i = 41 \text{ KJ/m}^2\text{K}$
 - Parete controterra: Struttura in calcestruzzo isolata con vermiculite espansa
 $U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$, $s = 50 \text{ cm}$
 $\kappa_i = 29,2 \text{ KJ/m}^2\text{K}$

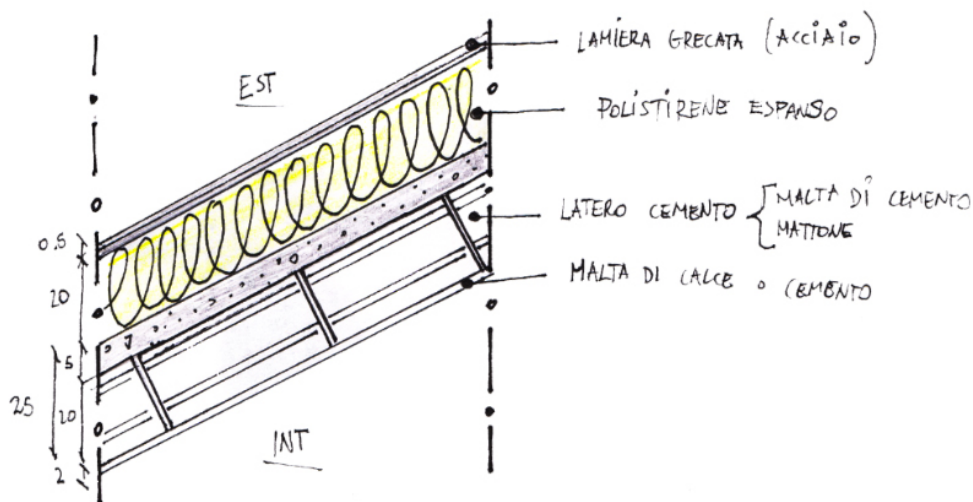
Involucro trasparente, caratteristiche termofisiche:

- Telaio in legno ($U_t = 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$), triple vetrate, vetro chiaro con trattamento basso-emissivo con riempimento in Krypton ($U_g = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$), distanziatore metallico
 - TSET 0,5

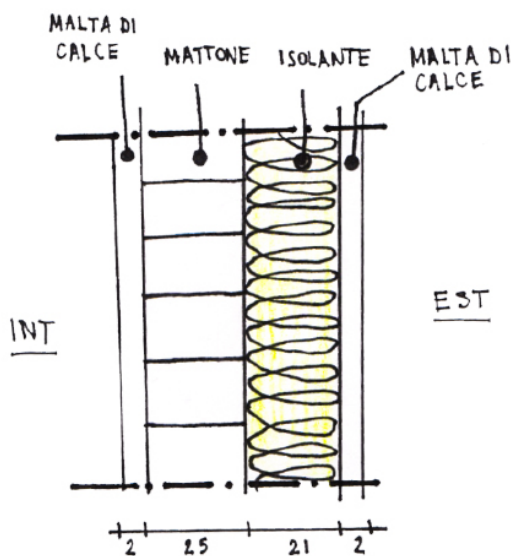
- Trasmissione elemento trasparente (comprensiva di telaio)

$U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

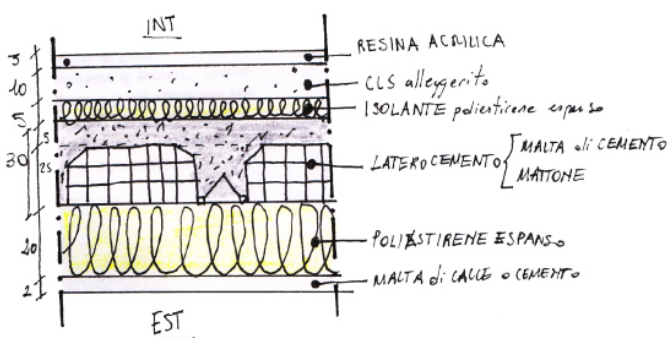
COPERTURA



INVOLUCRO



SOLAIO



carico termico di progetto (W)

ϕ_{hl} (W)
8704,01563

$$\Phi_{HL} = \Phi_T + \Phi_V + \Phi_{RH}$$

UNI/EN/ISO 12831:2006

dispersioni termiche per trasmissione (W)

$$\Phi_T = H_t * \Delta_t$$

ϕ_t (W)
3990,29203

dispersioni termiche per ventilazione (W)

$$\Phi_V = H_v * \Delta_t$$

ϕ_v (W)
2060,04708

potenza di ripresa richiesta (W)

$$\Phi_{RH} = A_i * f_{RH}$$

ϕ_{rh} (W)
1763,19

dispersioni termiche per trasmissione (W)

ϕ_t (W)
3990,29203

$$\Phi_T = H_t \cdot \Delta_t$$

UNI/EN/ISO 12831:2006

coefficiente di scambio termico per trasmissione (W/K)

H_t (W/K)
142,5104297

$$H_t = H_{t,ie} + H_{t,iue} + H_{t,ig}$$

differenza di temperatura tra temperatura interna dello spazio riscaldato ed esterna convenzionale di progetto invernale (°C)

$$\Delta_t = 20 - (-8)$$

$$\Delta_t = 28$$

$$\Delta_t = t_{int,i} - t_e \text{ (da tabella)}$$

coefficiente di scambio termico per trasmissione (W/K)

Ht (W/K)
142,5104297

$$H_T = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig}$$

UNI/EN/ISO 12831:2006

coefficiente di scambio termico per trasmissione dallo spazio riscaldato verso l'esterno attraverso l'involucro dell'edificio (W/K)

$$H_{T,ie} = \sum_k U_k * A_k * e_k + \sum_i \Psi_i * l_i * e_i$$

coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso le superfici (W/K)

$\sum_k U_k * A_k * e_k$ (da tabella prospetto NA.3)

Ht,ie (W/K)
123,38

Fattore di esposizione $e_i = e_j$							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1,20	1,20	1,15	1,10	1,00	1,05	1,10	1,15

U considerate	U (W/mqK)	A (mq)	e (-)	U*A*e (W/K)
parete sud	0,16	49,02	1,00	7,60
parete est	0,16	41,08	1,15	7,32
parete nord	0,16	33,96	1,20	6,32
parete ovest	0,16	27,53	1,10	4,69
tetto	0,16	81,31	1,00	12,93
serramenti sud	1,22	4,42	1,00	5,38
serramenti est	0,80	2,11	1,15	1,94
serramenti nord	1,22	11,88	1,20	17,34
serramenti ovest	1,22	13,87	1,10	18,56
lucernai	1,22	11,68	1,00	14,21
solaio sopra	0,12	27,20	1,20	3,92
solaio sotto	0,12	15,03	1,20	2,16
totale				102,38

coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso i ponti termici (W/K)

$\sum \Psi_i \cdot l_i \cdot e_i$ (cfr. da tabella)

singoli elementi	riferimento	ψ (W/mK)	l (m)	$\psi \cdot l$ (W/K)
serramento tipo a (porta)	5.3-A2	0,14	6,20	0,86
serramento tipo b (porta finestra)	5.3-A2	0,14	7,84	1,09
serramento tipo c (finestrella)	5.3-A2	0,14	3,50	0,49
serramento tipo d (porta patio piccola)	5.3-A2	0,14	6,68	0,93
serramento tipo e (porta patio grande)	5.3-A2	0,14	8,28	1,15
serramento tipo f (vetrata)	5.3-A3	0,12	10,02	1,19
lucernai	5.3-A3	0,12	5,02	0,59
balcone sud	1.1-I2	0,25	1,11	0,28
balcone ovest	1.1-I2	0,25	3,07	0,77
nodo copertura muro nord	3.2-Z2	-0,04	12,00	-0,51
nodo copertura muro sud	3.2-Z2	-0,04	10,00	-0,43
nodo copertura muro est	3.2-Z2	-0,04	8,22	-0,35
nodo copertura muro ovest	3.2-Z2	-0,04	11,04	-0,47
nodo facciata solaio	EN ISO 14683	0,00		
nodo parete parete nord-est	EN ISO 14687	-0,05	4,89	-0,24
nodo parete parete nord-ovest	EN ISO 14688	-0,05	4,89	-0,24
nodo parete parete sud-est	EN ISO 14689	-0,05	4,89	-0,24
nodo parete parete sud-ovest	EN ISO 14690	-0,05	5,00	-0,25
nodo parete interna parete esterna	EN ISO 14691	0,00		0,00
nodo parete solaio terra nord	3.4-A7	0,16	7,41	1,18
nodo parete solaio terra est	3.4-A7	0,16	7,00	1,11
nodo parete solaio terra sud	3.4-A7	0,16	7,41	1,18
nodo spacco pannelli solari facciata		-0,05	3,86	-0,19

ponti termici	e (-)	$\psi \cdot l \cdot e$ (W/K)	solo positivi (W/K)
serramenti sud	1,00	1,58	1,58
serramenti est	1,15	0,99	0,99
serramenti nord	1,20	4,51	4,51
serramenti ovest	1,10	3,60	3,60
tetto	1,00	4,75	4,75
balcone sud	1,00	0,28	0,28
balcone ovest	1,10	0,84	0,84
nodo copertura muro nord	1,20	-0,61	0
nodo copertura muro sud	1,00	-0,43	0
nodo copertura muro est	1,15	-0,40	0
nodo copertura muro ovest	1,10	-0,52	0
nodo facciata solaio		0,00	0
nodo parete parete nord-est	1,18	-0,29	0
nodo parete parete nord-ovest	1,15	-0,28	0
nodo parete parete sud-est	1,08	-0,26	0
nodo parete parete sud-ovest	1,05	-0,26	0
nodo parete interna parete esterna		0,00	0
nodo parete solaio terra nord	1,20	1,41	1,41
nodo parete solaio terra est	1,15	1,28	1,28
nodo parete solaio terra sud	1,00	1,18	1,18
nodo spacco pannelli solari facciata	1,05	-0,20	0
totale			21,00

contiene 1*tipo c+1*tipo b
 contiene 1*tipo a
 contiene 1*tipo c+3*tipo b
 contiene 1*tipo f+1*tipo d+1*tipo e
 contiene 8*lucernari

coefficiente di scambio termico per trasmissione dallo spazio riscaldato verso l'esterno attraverso lo spazio non riscaldato (W/K)

$$H_{T,ue} = \sum_k U_k * A_k * b_u + \sum_i \Psi_i * I_i * b_u$$

coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso le superfici (W/K)

$$\sum_k U_k * A_k * b_u \text{ (da tabella prospetto D.4)}$$

H_{T,iue} (W/K)
6,60

Spazio non riscaldato	<i>b_u</i>
Seminterrato	0,5
senza finestre/porte esterne	0,8
con finestre/porte esterne	0,8

U considerate	U (W/mqK)	A (mq)	<i>b_u</i>	H _{T,iue} (W/K)
tramezzo garage-interrato	0,31	14,94	0,8	3,70512

coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso i ponti termici (W/K)

$$\sum_i \Psi_i * I_i * b_u \text{ (cfr. da tabella)}$$

ponti termici	riferimento	Ψ (W/mK)	I (m)	<i>b_u</i>	H _{T,iue} (W/K)
angolo tramezzo-garage-locale riscaldato*2	3.1-11	0,474	7,64	0,8	2,897088

coefficiente di scambio termico per trasmissione dallo spazio riscaldato verso il terreno in condizioni di regime permanente (W/K)

$$H_{T,ig} = f_{g1} * f_{g2} * (\sum_k A_k * U_{eq,k}) * G_w$$

fattore di correzione di variazione annuale di temperatura esterna

$$f_{g1} = \text{(da prospetto D.4.3)}$$

fattore di riduzione della temperatura

$$f_{g2} = (t_{int} - t_{m,e}) / (t_{int} - t_e)$$

H_{T,ig} (W/K)
12,53

$$f_{g1} = 1,45$$

$$f_{g2} = 0,275$$

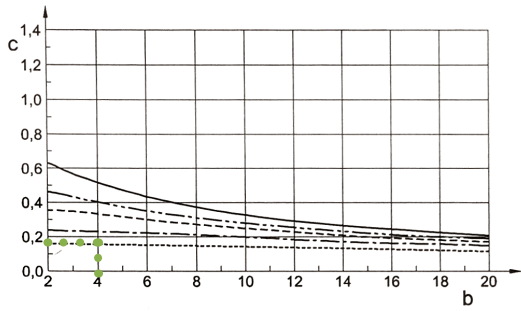
fattore che tiene conto della distanza dell'influenza dell'acqua del sottosuolo

$$G_w = \text{(da prospetto D.4.3)}$$

trasmissione termica equivalente dell'elemento dell'edificio

$$U_{eq} = \text{(da prospetto D.6)}$$

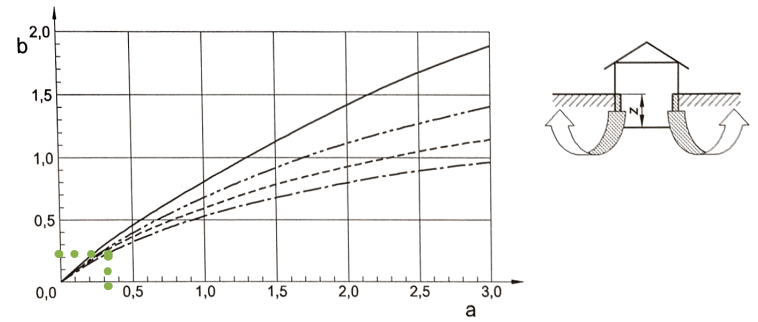
- b) Valore B' [m]
 c) $U_{equiv,bf}$ [$W/m^2 \times K$]
- a
 - - - $U = 2 W/m^2 \times K$
 - - - $U = 1 W/m^2 \times K$
 - - - $U = 0,5 W/m^2 \times K$
 - - - $U = 0,25 W/m^2 \times K$



$$G_w = 1$$

elemento considerato	Ufloor (W/mqK)	Ueq (W/mqK)	Ueq*A
solaio su terra	0,30	0,20	13,05
parete laterale *2	0,31	0,21	12,95
parete fondo	0,31	0,21	5,43

- a) Valore U delle pareti [$W/m^2 \times K$]
 b) $U_{equiv,bw}$ [$W/m^2 \times K$]
- $z = 0 m$
 - - - $z = 1 m$
 - - - $z = 2 m$
 - - - $z = 3 m$



parametro caratteristico (m)

$$B' = A_g / 0.5 * P$$

elemento considerato	A (mq)	P (m)	B'
solaio su terra	66,60	33,00	4,04
parete laterale *2	62,60	51,20	2,45
parete fondo	26,26	21,50	2,44

dispersioni termiche per ventilazione (W)

ϕ_v (W)
2060,04708

$$\Phi_v = H_v * \Delta_t$$

UNI/EN/ISO 12831:2006

coefficiente di scambio termico per ventilazione (W/K)

$$H_v = V_i * \rho * c_p$$

H_v (W/k)
73,57311

differenza di temperatura tra temperatura interna dello spazio riscaldato ed esterna di progetto invernale (°C)

$$\Delta_t = t_{int,i} - t_e \text{ (da tabella)}$$

$$\Delta_t = 20 - (-8)$$

$$\Delta_t = 28$$

coefficiente di scambio termico per ventilazione (W/K)

Hv (W/k)
73,57311

$$H_v = V_i \cdot \rho \cdot c_p$$

UNI/EN/ISO 12831:2006

portata d'aria dello spazio riscaldato (m³/h)

$$V_i = V_{\min,i}$$

portata d'aria necessaria per la ventilazione (m³/h)

$$V_{\min,i} = n_{\min} \cdot V_i$$

tasso minimo di ventilazione esterna (h⁻¹)

$$n_{\min} = (\text{prospetto NA.7})$$

volume dello spazio riscaldato (m³)

$$V_i = \sum_i A_i \cdot h_i$$

massa volumica dell'aria (kg/m³) per capacità

termica specifica dell'aria (kJ/kgK)

$$\rho \cdot c_p = 0,34$$

n (h ⁻¹)	0,5
V (mc)	432,783
portata volumica (mc/h)	216,3915

$$n_{\min} = 0,5$$

$$V_i = 432,78$$

potenza di ripresa (W)

ϕ_{rh} (W)

1763,19

$$\Phi_{RH} = A_i * f_{RH}$$

UNI/EN/ISO 12831:2006

area del pavimento dello spazio riscaldato
(m²)

$A_i = 156,8$

fattore di correzione dipendente dal tempo
del riscaldamento successivo e dal calo della
temperatura interna previsto (Wm²)
 $f_{RH} =$ (da prospetto NA.11b)

prospetto NA.11b Fattore di ripresa f_{RH} per edifici residenziali - Abbassamento notturno per un massimo di 8 h

Tempo di ripresa (h)	f_{RH} (W/m ²)		
	Caduta di temperatura impostata per l'attenuazione (K)		
	1 ¹⁾	2	3
	Massa dell'edificio	Massa dell'edificio	Massa dell'edificio
	alta	alta	alta
1	11	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13

CALCOLO DEI FABB-SOGNI ENERGETICI

Involucro edilizio, caratteristiche dimensionali:

Involucro opaco:

- Parete esposta a Nord: 36,1 m²
- Parete esposta a Sud: 48 m²
- Parete esposta a Est: 43,8 m²
- Parete esposta a Ovest: 28,8 m²
- Area falda Sud: 35,9 m²
- Area falda Nord: 45,3 m²
- Parete verso garage/deposito: 16,7 m²
- Solai inferiore su terreno: 60,4 m²

Involucro trasparente:

- Serramenti esposti a Nord: 19,1 m²
- Serramenti esposti a Sud: 8,8 m²
- Serramenti esposti a Ovest: 13,6 m²
- Involucro trasparente totale: 41,6 m²

Gli apporti solari gratuiti:

Ipotesi posizione sole: ore 12
(45°0'31" Nord, 7°49'39" Est,
Quota: 282 m.s.l.m.)



fabbisogno energetico invernale (MJ)

fabbisogno energetico estivo (MJ)

$$Q_H = Q_{\text{loss}} - Q_{\text{gn}} * \eta_{\text{gn}}$$

$$Q_C = Q_{\text{gn}} - Q_{\text{loss}} * \eta_{\text{loss}}$$

mese	QH (MJ)	QC (MJ)
gennaio	8276,03	
febbraio	6276,10	
marzo	4333,36	
aprile	1690,84	
maggio		1,63
giugno		184,25
luglio		1416,14
agosto		602,00
settembre		2,64
ottobre	1919,60	
novembre	5220,04	
dicembre	7576,45	

UNI/TS 11300:2014

dispersioni di calore tra ambiente interno ed

esterno (MJ)

$$Q_{\text{loss}} = Q_t + Q_v$$

mesi	Qls (MJ)
gennaio	9850,557552
febbraio	7896,259003
marzo	6394,090231
aprile	3973,317801
maggio	4942,813803
giugno	2882,566019
luglio	1459,348976
agosto	2024,549802
settembre	3768,368905
ottobre	3774,830956
novembre	6771,737892
dicembre	9102,936716

apporti di calore (MJ)

$$Q_{\text{gn}} = Q_{\text{int}} + Q_{\text{sol}}$$

mesi	Qgn (MJ)
gennaio	1641,385
febbraio	1707,909
marzo	2188,650
aprile	2444,279
maggio	2815,646
giugno	2946,623
luglio	3086,448
agosto	2777,155
settembre	2306,368
ottobre	1965,205
novembre	1612,967
dicembre	1586,380

fattore di utilizzazione degli apporti

$$\eta_{gn} = \begin{cases} \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H + 1}} & \text{per } \gamma_H \geq 0 \wedge \gamma_H \neq 1 \\ \frac{a_H}{a_H + 1} & \text{per } \gamma_H = 1 \end{cases}$$

mese	η_{gn}
gennaio	1,000
febbraio	1,000
marzo	1,000
aprile	0,994
maggio	
giugno	
luglio	
agosto	
settembre	
ottobre	0,998
novembre	1,000
dicembre	1,000

UNI/TS 11300:2014

termine di η

$$\gamma_H = Q_{gn} / Q_{loss}$$

mese	γ_H
gennaio	0,160
febbraio	0,205
marzo	0,322
aprile	0,578
maggio	
giugno	
luglio	
agosto	
settembre	
ottobre	0,493
novembre	0,229
dicembre	0,168

termine di η

$$a_H = 1 + t/15$$

costante di tempo termica dell'edificio (h)

$$t = C_m / H$$

t (h)
100,3286275

aree per capacità termiche areiche interne (KJ/K)

$$C_m = \sum A_j * K_{i,j}$$

componente edilizio	A (mq)	K (kJ/(mqK))
parete contro terreno	62,74	70,60
solaio contro terreno	56,45	34,20
involucro	165,65	45,70
solaio	105,13	32,40
tetto	63,13	45,20

coefficiente di scambio termico (W/K)

$$H = H_t + H_v$$

Ht (W/K)	121,060
Hv (W/k)	73,57311

fattore di utilizzazione delle perdite

$$\eta_{\text{loss}} = \begin{cases} 1 & \text{per } \gamma_C < 0 \\ \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C+1)}} & \text{per } \gamma_C > 0 \wedge \gamma_C \neq 1 \\ \frac{a_C}{a_C + 1} & \text{per } \gamma_C = 1 \end{cases}$$

mese	η_{ls}
gennaio	
febbraio	
marzo	
aprile	
maggio	0,533
giugno	0,891
luglio	1,000
agosto	0,983
settembre	0,573
ottobre	
novembre	
dicembre	

UNI/TS 11300:2014

termine di η

$$\gamma_C = Q_{\text{gn}} / Q_{\text{loss}}$$

mese	γ_C
gennaio	
febbraio	
marzo	
aprile	
maggio	0,534
giugno	0,955
luglio	1,970
agosto	1,280
settembre	0,574
ottobre	
novembre	
dicembre	

termine di η

$$a_C = 8,1 + t/17 - 13 * A_w / A_f$$

area delle finestre (m²)

$$A_w = \sum_i A_i$$

$$A_w = 43,9$$

area del pavimento (m²)

$$A_f = \sum_i A_i$$

$$A_f = 156,8$$

dispersioni termiche per trasmissione (MJ)

$$Q_t = (H_t * \Delta t) * t$$

mesi	Qt (MJ)
gennaio	6224,686344
febbraio	4977,254692
marzo	4009,685795
aprile	2466,775942
maggio	3070,760734
giugno	1757,427162
luglio	848,4685004
agosto	1216,611109
settembre	2338,107647
ottobre	2356,011788
novembre	4273,548228
dicembre	5752,947013

UNI/TS 11300:2014

coefficiente di scambio termico per trasmissione (W/K)

$$H_t = H_{tie} + H_{tue} + H_{tig}$$

Ht (W/K)
121,060

differenza di temperatura (°C)

$$\Delta t = t_{int, setH/c} - t_e \text{ (da tabella)}$$

	Regime termico	t_e	t_i	Apporti solari e interni
Calcolo di progetto invernale	Stazionario	$t_{e,c,inv}^*$	20° C	NO
Calcolo di progetto estivo	Variabile	$t_{e,c,est}^{**}$	26° C	SI, condizioni massime
Calcolo di verifica dei consumi	Quasi stazionario/variabile §	§ §	20° C - - 26° C	SI, condizioni medie
Calcolo in regime di libera evoluzione della temperatura	Variabile	t_e^{\sim}	-	SI, condizioni medie

durata del mese in megasecondi (Ms)

$$t = (n_d * s / \text{giorno}) / 10^6$$

mese	giorni	t (Ms)
gennaio	31	2,678
febbraio	28	2,419
marzo	31	2,678
aprile	30	2,592
maggio	31	2,678
giugno	30	2,592
luglio	31	2,678
agosto	31	2,678
settembre	30	2,592
ottobre	31	2,678
novembre	30	2,592
dicembre	31	2,678

coefficiente di scambio termico per trasmissione(W/K)

Ht (W/K)
121,060

$$H_t = H_{tie} + H_{tue} + H_{tig}$$

UNI/TS 11300:2014

coefficiente di scambio termico per trasmissione verso lo spazio esterno (W/K)

Hie (W/K)
106,920

$$H_{tie} = b_{tr,ie} (\sum_k U_k * A_k + \sum_i \Psi_i * I_i)$$

fattore di correzione della temperatura

$$b_{tr,x} = 1$$

coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso le superfici (W/K)

$$\sum_k U_k * A_k$$

U analizzata (i-e)	U (W/mqK)	A (mq)	bx	A*U*bu (W/K)
parete sud	0,155	49,020	1,0	7,598
parete est	0,155	41,080	1,0	6,367
parete nord	0,155	33,960	1,0	5,264
parete ovest	0,155	27,530	1,0	4,267
tetto	0,159	81,310	1,0	12,928
serramenti sud	1,217	4,420	1,0	5,377
serramenti est	0,800	2,110	1,0	1,688
serramenti nord	1,217	11,880	1,0	14,453
serramenti ovest	1,217	13,870	1,0	16,875
lucernai	1,217	11,680	1,0	14,210
solaio sopra	0,120	27,200	1,0	3,264
solaio sotto (dell'interrato)	0,120	15,030	1,0	1,804
totale				94,096

coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso i ponti termici (W/K)

$$\sum_i \Psi_i \cdot I_i$$

ponte termico analizzato (i-e)	ψ (W/mK)	l (m)	bx	$\psi \cdot l \cdot b_u$ (W/K)
serramento tipo f (vetrata)	0,119	10,020	1,0	1,190
lucernai	0,118	5,020	1,0	0,593
balcone sud	0,250	1,110	1,0	0,278
balcone ovest	0,250	3,070	1,0	0,768
nodo copertura muro nord	-0,043	12,000	1,0	-0,511
nodo copertura muro sud	-0,043	10,000	1,0	-0,426
nodo copertura muro est	-0,043	8,220	1,0	-0,350
nodo copertura muro ovest	-0,043	11,040	1,0	-0,471
nodo facciata solaio	0,000		1,0	0,000
nodo parete parete nord-est	-0,050	4,890	1,0	-0,245
nodo parete parete nord-ovest	-0,050	4,890	1,0	-0,245
nodo parete parete sud-est	-0,050	4,890	1,0	-0,245
nodo parete parete sud-ovest	-0,050	5,000	1,0	-0,250
nodo parete interna parete esterna	0,000		1,0	0,000
nodo parete solaio terra nord	0,159	7,406	1,0	1,178
nodo parete solaio terra est	0,159	7,000	1,0	1,113
nodo parete solaio terra sud	0,159	7,406	1,0	1,178
nodo spacco pannelli solari facciata	-0,050	3,860	1,0	-0,193
serramenti sud				1,576
serramenti est				0,862
serramenti nord				3,756
serramenti ovest				3,269
totale				12,824

coefficiente di scambio termico per trasmissione verso uno spazio non riscaldato (W/K)

$$H_{t,iue} = b_{tr,ue} (\sum_k U_k \cdot A_k + \sum_i \Psi_i \cdot I_i)$$

fattore di correzione della temperatura

$$b_{tr,ue} = 0,8$$

coefficiente di scambio termico per trasmissione verso lo spazio non riscaldato attraverso

le superfici (W/K)

$$\sum_k U_k \cdot A_k$$

H_{iue} (W/K)
6,602

U analizzata (i-ue)	U (W/mqK)	A (mq)	bx	A*U*b _u (W/K)
tramezzo garage-interrato	0,310	14,940	0,800	3,705

coefficiente di scambio termico per trasmissione verso lo spazio non riscaldato attraverso

i ponti termici (W/K)

$$\sum_i \psi_i * I_i$$

ponte termico analizzato (i-ue)	ψ (W/mK)	l (m)	b _x	$\psi * I * b_u$ (W/K)
angolo tramezzo-garage-locale riscaldato*2	0,474	7,640	0,800	2,897

coefficiente di scambio termico per trasmissione verso il terreno (W/K)

$$H_{t,ig} = b_{tr,ig} (U * A + \psi * I)$$

fattore di correzione della temperatura

$$b_{tr,ig} = 0,45$$

coefficiente di scambio termico per trasmissione verso il terreno (W/K)

$$U * A$$

H _g (W/K)
14,140

U analizzata (i-g)	Uequivalente*A (W/K)	b _g	H _g (W/K)
solaio su terra	13,046	0,450	5,871
parete laterale *2	12,946	0,450	5,826
parete fondo	5,431	0,450	2,444
totale			14,140

dispersioni termiche per ventilazione (MJ)

$$Q_v = (H_v * \Delta t) * t$$

mesi	Qv (MJ)
gennaio	3625,871208
febbraio	2919,00431
marzo	2384,404436
aprile	1506,541859
maggio	1872,053069
giugno	1125,138857
luglio	610,8804753
agosto	807,9386931
settembre	1430,261258
ottobre	1418,819168
novembre	2498,189665
dicembre	3349,989703

UNI/TS 11300:2014

coefficiente di scambio termico per trasmissione (W/K)

$$H_v = (\text{cfr. tabella } \Phi_v)$$

Hv (W/k)	73,57311
----------	----------

differenza di temperatura (°C)

$$\Delta t = t_{\text{int, setH/C}} - t_e \text{ (da tabella)}$$

	Regime termico	t_e	ξ	Apporti solari e interni
Calcolo di progetto invernale	Stazionario	$t_{e,c,inv}^*$	20° C	NO
Calcolo di progetto estivo	Variabile	$t_{e,c,est}^{**}$	26° C	SI, condizioni massime
Calcolo di verifica dei consumi	Quasi stazionario/variabile §	§ §	20° C - - 26° C	SI, condizioni medie
Calcolo in regime di libera evoluzione della temperatura	Variabile	$t_e^{\bar{}}$	-	SI, condizioni medie

durata del mese in megasecondi (Ms)

$$t = (n_d * s / \text{giorno}) / 10^6$$

mese	giorni	t (Ms)
gennaio	31	2,678
febbraio	28	2,419
marzo	31	2,678
aprile	30	2,592
maggio	31	2,678
giugno	30	2,592
luglio	31	2,678
agosto	31	2,678
settembre	30	2,592
ottobre	31	2,678
novembre	30	2,592
dicembre	31	2,678

apporti interni (MJ)

$$Q_{int} = (\Phi_{int}) * t$$

mese	Q _{int} (MJ)
gennaio	1205,280
febbraio	1088,640
marzo	1205,280
aprile	1166,400
maggio	1205,280
giugno	1166,400
luglio	1205,280
agosto	1205,280
settembre	1166,400
ottobre	1205,280
novembre	1166,400
dicembre	1205,280

UNI/TS 11300:2014

flusso termico medio generato nella zona climatizzata (W)

$$\Phi_{int} = (\text{da norma paragrafo 13.1.1})$$

$$\Phi_{int} = 450$$

durata del mese in megasecondi (Ms)

$$t = (n_d * s / \text{giorno}) / 10^6$$

mese	giorni	t (Ms)
gennaio	31	2,678
febbraio	28	2,419
marzo	31	2,678
aprile	30	2,592
maggio	31	2,678
giugno	30	2,592
luglio	31	2,678
agosto	31	2,678
settembre	30	2,592
ottobre	31	2,678
novembre	30	2,592
dicembre	31	2,678

apporti solari (MJ)

$$Q_{sol} = (\sum \Phi_{sol,o} + \Phi_{sol,w}) * t$$

mese	Qsol (MJ)
gen	436,104775
feb	619,2694686
mar	983,3696219
apr	1277,878577
mag	1610,36571
giu	1780,223417
lug	1881,168085
ago	1571,875496
set	1139,968458
ott	759,9254301
nov	446,5673159
dic	381,0998338

UNI/TS 11300:2014

flusso termico solare attraverso la componente opaca (W)

$$\Phi_{sol,o} = F_{sh} * \alpha_s * R_{se} * U * A * I_{sol}$$

mese	totale
gen	24,96
feb	36,27
mar	47,67
apr	56,85
mag	66,30
giu	75,19
lug	78,97
ago	69,19
set	55,42
ott	39,54
nov	23,63
dic	22,36

flusso termico solare attraverso la componente trasparente (W)

$$\Phi_{sol,w} = F_{shob} * F_{shgl} * g_{gl} * (1 - F_f) * A * I_{sol}$$

durata del mese in megasecondi (Ms)

$$t = (n_d * s / \text{giorno}) / 10^6$$

mese	giorni	t (Ms)
gennaio	31	2,678
febbraio	28	2,419
marzo	31	2,678
aprile	30	2,592
maggio	31	2,678
giugno	30	2,592
luglio	31	2,678
agosto	31	2,678
settembre	30	2,592
ottobre	31	2,678
novembre	30	2,592
dicembre	31	2,678

flusso termico solare attraverso la componente opaca (W)

$$\Phi_{sol,o} = F_{sh} * \alpha_s * R_{se} * U * A * I_{sol}$$

mese	nord	sud	est	ovest	totale
gen	4,82	15,22	3,49	1,44	24,96
feb	7,95	19,97	5,53	2,82	36,27
mar	11,58	23,86	8,06	4,17	47,67
apr	15,99	25,09	10,44	5,33	56,85
mag	21,45	26,52	12,20	6,15	66,30
giu	25,64	28,82	13,87	6,86	75,19
lug	26,27	30,63	14,78	7,30	78,97
ago	20,78	29,05	12,89	6,47	69,19
set	14,45	26,04	9,78	5,15	55,42
ott	9,22	20,96	6,31	3,05	39,54
nov	5,21	13,52	3,44	1,46	23,63
dic	4,07	14,08	3,02	1,19	22,36

UNI/TS 11300:2014

fattore di ombreggiamento

$$F_{sh} = F_{hor} * \min (F_{ov}; F_{fin})$$

Fob (ponderato)					
mese	nord	sud	est	ovest	
gen		1,00	0,94	1,00	0,63
feb		1,00	0,92	1,00	0,78
mar		1,00	0,91	1,00	0,79
apr		1,00	0,89	1,00	0,78
mag		1,00	0,89	1,00	0,77
giu		1,00	0,89	1,00	0,75
lug		1,00	0,89	1,00	0,75
ago		1,00	0,89	1,00	0,77
set		1,00	0,90	1,00	0,80
ott		1,00	0,92	1,00	0,74
nov		1,00	0,94	1,00	0,65
dic		1,00	0,94	1,00	0,60

fattore di ombreggiamento per ostruzioni esterne

$$F_{hor} = 0 \text{ (casa isolata)}$$

fattore di ombreggiamento per aggetti orizzontali

$$F_{ov} =$$

Fov (verticale)										
mese	nord	sud sotto sinistra	sud sopra sinistra	sud al sole	sud pannelli	est	ovest sopra destra	ovest sopra sinistra	ovest sotto	
gen		1,00	0,83	0,78	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,83
feb		1,00	0,77	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,72
mar		1,00	0,70	0,61	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,71
apr		1,00	0,60	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,63
mag		1,00	0,55	0,51	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60
giu		1,00	0,56	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57
lug		1,00	0,53	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57
ago		1,00	0,56	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60
set		1,00	0,65	0,55	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,69
ott		1,00	0,75	0,68	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,76
nov		1,00	0,82	0,76	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,81
dic		1,00	0,86	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85

fattore di ombreggiamento per oggetti verticali

$$F_{fin} =$$

mese	Ffin (orizzontale)								
	nord	sud sotto sinistra	sud sopra sinistra	sud al sole	sud pannelli	est	ovest sopra destra	ovest sopra sinistra	ovest sotto
gen	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,42	1,00	0,43
feb	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	1,00	0,66	1,00	0,66
mar	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	1,00	0,67	1,00	0,68
apr	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,79	1,00	0,80
mag	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	1,00	0,85	1,00	0,85
giu	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	1,00	0,86	1,00	0,86
lug	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	1,00	0,86	1,00	0,86
ago	1,00	1,00	1,00	1,00	0,81	1,00	0,82	1,00	0,82
set	1,00	1,00	1,00	1,00	0,79	1,00	0,74	1,00	0,74
ott	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	1,00	0,59	1,00	0,60
nov	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,46	1,00	0,47
dic	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,38	1,00	0,39

fattore di assorbimento delle pareti

$\alpha_s =$ (secondo il colore della parete)

α nord/est/ovest (ponderata)	0,300
α sud (ponderata)	0,373

resistenza termica superficiale esterna (m²K/W)

$R_{se} =$ (media ponderata)

R	0,040
---	-------

trasmittanza termica della parete (W/m²K)

$U_{se} =$ (media ponderata)

U nord (ponderata)	0,157
U est/ovest (ponderata)	0,155
U sud (ponderata)	0,157

area della parete (m²)

A = (media ponderata)

A nord (totale opaca)	81,49
A sud (totale opaca)	83,91
A est (totale opaca)	43,89
A ovest (totale opaca)	28,78

irradianza solare media mensile (W/m²)

$I_{sol} =$ (da tabella di UNI 10349-1:2016)

lato	I_{sol}											
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
N+H	31,360	51,715	75,339	104,005	139,483	166,775	170,847	135,133	93,072	59,941	33,888	26,472
E/O	42,700	67,700	98,700	127,900	149,400	169,900	181,000	157,900	119,800	77,300	42,100	37,000
S+H	82,736	110,372	134,117	143,357	151,668	164,513	175,699	166,591	147,831	116,423	73,752	76,112

flusso termico solare attraverso la componente trasparente (W)

$$\Phi_{sol,w} = F_{sh,ob} * F_{sh,gl} * g_{gl} * (1 - F_f) * A * I_{sol}$$

Φ (W)					
mese	N	O	S	H	totale
gen	2,02813632	55,72944878	21,46946219	58,63637369	137,863421
feb	3,146499878	87,21901163	24,83678678	104,5097739	219,7120722
mar	3,97063674	118,3325151	26,03237574	171,1408372	319,4763648
apr	5,08651164	157,3617728	23,53994899	250,1745083	436,1627418
mag	7,322456295	180,406879	22,93086548	324,277881	534,9380817
giu	8,953048598	195,0638593	24,56709524	383,0412261	611,6252292
lug	8,75716191	194,4598988	23,64545691	396,5130984	623,3756161
ago	6,58909566	172,0530973	22,9005771	316,1423669	517,6851369
set	4,725471555	137,3868611	24,97881397	217,2900086	384,3811552
ott	3,510148163	94,41906582	23,06503636	123,1930065	244,1872568
nov	2,28382686	67,9679053	17,24160531	61,15936857	148,652706
dic	1,709425148	52,14094204	19,07328907	47,00356617	119,9272224

UNI/TS 11300:2014

fattore di ombreggiamento

$$F_{sh,ob} = F_{hor} * \min(F_{ov}; F_{fin})$$

mese	F _{ob}						
	nord	nord tetto	sud sotto sinistra	sud al sole	sud tetto	ovest sopra destra	ovest sotto
gen	1,00	1,00	0,83	1,00	1,00	0,42	0,43
feb	1,00	1,00	0,77	1,00	1,00	0,66	0,66
mar	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,67	0,68
apr	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	0,79	0,63
mag	1,00	1,00	0,55	1,00	1,00	0,85	0,60
giu	1,00	1,00	0,56	1,00	1,00	0,86	0,57
lug	1,00	1,00	0,53	1,00	1,00	0,86	0,57
ago	1,00	1,00	0,56	1,00	1,00	0,82	0,60
set	1,00	1,00	0,65	1,00	1,00	0,74	0,69
ott	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,59	0,60
nov	1,00	1,00	0,82	1,00	1,00	0,46	0,47
dic	1,00	1,00	0,86	1,00	1,00	0,38	0,39

fattore di ombreggiamento per ostruzioni esterne

$$F_{hor} = 0 \text{ (casa isolata)}$$

fattore di ombreggiamento per schermature

$$F_{sh,gl} = \frac{[(1 - f_{sh,with}) \cdot g_{gl} + f_{sh,with} \cdot g_{gl+sh}]}{g_{gl}}$$

mese	F _{sh}			
	N	O	S	H pond
gen	1	0,7237045	0,43948	0,778110625
feb	1	0,61709	0,43256	0,780429625
mar	1	0,564922	0,4391965	0,788848188
apr	1	0,573998	0,484812	0,81049525
mag	1	0,561152	0,559676	0,84220225
giu	1	0,533724	0,597192	0,85762
lug	1	0,499439	0,553817	0,842446375
ago	1	0,506296	0,465036	0,805972
set	1	0,538236	0,431699	0,787963375
ott	1	0,58312	0,404278	0,771524875
nov	1	0,789355	0,418426	0,770554
dic	1	0,702598	0,40488	0,761479

frazione di tempo di utilizzazione della schermatura

$$F_{sh\ with} = (\text{da tabella prospetto 21})$$

Fsh,with					
mese	N	O	S	H pond	
gen		0,00	0,39	0,81	0,30
feb		0,00	0,55	0,82	0,31
mar		0,00	0,63	0,81	0,30
apr		0,00	0,62	0,74	0,28
mag		0,00	0,64	0,62	0,23
giu		0,00	0,68	0,56	0,21
lug		0,00	0,73	0,62	0,23
ago		0,00	0,72	0,76	0,29
set		0,00	0,67	0,82	0,31
ott		0,00	0,60	0,86	0,32
nov		0,00	0,30	0,84	0,32
dic		0,00	0,42	0,86	0,32

trasmissione di energia solare totale dei vetri

$$g_{gl} = g_{gl,n} * F_w$$

mesi	ggl				
	S	O	N	H	
gen		0,49	0,42	0,44	0,39
feb		0,47	0,43	0,44	0,41
mar		0,44	0,44	0,44	0,44
apr		0,40	0,45	0,43	0,45
mag		0,37	0,45	0,41	0,46
giu		0,37	0,45	0,40	0,46
lug		0,36	0,45	0,40	0,46
ago		0,38	0,45	0,42	0,46
set		0,42	0,44	0,44	0,44
ott		0,46	0,44	0,44	0,42
nov		0,48	0,43	0,44	0,39
dic		0,4885	0,417	0,44	0,372

TSET

$$g_{gl,n} = (\text{da scheda tecnica})$$

TSET (triplo vetro con krypton)
0,500

variazione della trasmissione di energia

$$F_w = (\text{da tabella prospetto 20})$$

Mese	Vetro singolo				Doppio vetri				Triplo vetro			
	S	E/O	N	Orizz.	S	E/O	N	Orizz.	S	E/O	N	Orizz.
Gen.	0,904	0,902	0,902	0,876	0,978	0,861	0,901	0,812	0,972	0,833	0,880	0,770
Feb.	0,967	0,923	0,932	0,902	0,950	0,890	0,901	0,851	0,937	0,868	0,880	0,817
Mar.	0,933	0,932	0,931	0,931	0,897	0,904	0,901	0,895	0,872	0,884	0,879	0,871
Apr.	0,888	0,938	0,921	0,949	0,833	0,912	0,890	0,923	0,796	0,894	0,868	0,906
Mag.	0,852	0,941	0,895	0,955	0,787	0,916	0,854	0,933	0,747	0,898	0,828	0,918
Giu.	0,838	0,941	0,877	0,955	0,770	0,915	0,831	0,934	0,731	0,898	0,802	0,920
Lug.	0,835	0,941	0,877	0,956	0,766	0,915	0,831	0,935	0,724	0,898	0,801	0,921
Ago.	0,861	0,940	0,905	0,952	0,797	0,915	0,870	0,928	0,756	0,898	0,846	0,912
Set.	0,911	0,935	0,930	0,940	0,865	0,907	0,899	0,909	0,833	0,888	0,877	0,887
Ott.	0,957	0,925	0,931	0,912	0,933	0,894	0,900	0,865	0,915	0,872	0,878	0,833
Nov.	0,981	0,912	0,931	0,880	0,971	0,876	0,901	0,818	0,964	0,851	0,879	0,776
Dic.	0,987	0,903	0,932	0,858	0,982	0,862	0,901	0,789	0,977	0,834	0,880	0,744

trasmissione di energia quando la schermatura è utilizzata

$$g_{gl+sh} = (\text{da tabella prospetto B.6}) * g_{gl}$$

Fattori di riduzione (g_{gl+sh}/g_{gl}) per alcuni tipi di tenda

Tipo di tenda	Proprietà ottiche della tenda		Fattori di riduzione con	
	assorbimento	trasmissione	tenda interna	tenda esterna
Veneziane bianche	0,1	0,05	0,25	0,10
		0,1	0,30	0,15
		0,3	0,45	0,35
Tende bianche	0,1	0,5	0,65	0,55
		0,7	0,80	0,75
		0,9	0,95	0,95
Tessuti colorati	0,3	0,1	0,42	0,17
		0,3	0,57	0,37
		0,5	0,77	0,57
Tessuti rivestiti di alluminio	0,2	0,05	0,20	0,08

mese	ggl+sh				
	N	O	S	H	
gen		0,17	0,15	0,15	0,13
feb		0,16	0,15	0,15	0,14
mar		0,15	0,15	0,15	0,15
apr		0,14	0,16	0,15	0,16
mag		0,13	0,16	0,14	0,16
giu		0,13	0,16	0,14	0,16
lug		0,13	0,16	0,14	0,16
ago		0,13	0,16	0,15	0,16
set		0,15	0,16	0,15	0,16
ott		0,16	0,15	0,15	0,15
nov		0,17	0,15	0,15	0,14
dic		0,17	0,15	0,15	0,13

area netta finestra

$$(1-F_f) * A_f =$$

Ff
0,1

A finestrata (mq)										
nord	sud sotto sinistra	sud sopra sinistra	sud al sole	sud pannelli	est	ovest sopra destra	ovest sopra sinistra	ovest sotto	A tot	
11,190	3,730	0,000	0,690	0,000	0,000	5,610	0,000	5,130	41,620	
0,690			4,380					2,900		
7,300										

irradianza solare media mensile (W/m²)

$$I_{sol} = (\text{da tabella di UNI 10349-1:2016})$$

I sol												
lato	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
N+H	31,360	51,715	75,339	104,005	139,483	166,775	170,847	135,133	93,972	59,941	33,888	26,472
E/O	42,700	67,700	98,700	127,900	149,400	169,900	181,000	157,900	119,800	77,300	42,100	37,000
S+H	82,736	110,372	134,117	143,357	151,668	164,513	175,699	166,591	147,831	116,423	73,752	76,112

CALCOLO DEI CONSUMI VERIFICHE SUL RISPARMIO ENERGETICO CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Dimensionamento, ubicazione e caratteristiche del locale per centrali termica:

Requisiti:

- Una parete confinante con uno spazio a cielo libero
- Le strutture orizzontali e verticali devono essere REI 120 (60); le porte devono aprirsi verso l'esterno ed essere autorichiodenti
- L'altezza del locale deve essere almeno pari a 2,5 m; la distanza minima della caldaia dalle pareti è 60 cm; la distanza minima della caldaia dal soffitto deve essere di almeno 100 cm
- La presenza di vani/disimpegni aerei per evitare la fuoriuscita di fumi, polveri, gas e odori



Energia delivered per riscaldamento (kWh)

Edel H (kWh)

11504,84

$$E_{delH} = Q_H / \eta_H$$

UNI/TS 11300:2014

fabbisogno energetico invernale (kWh)

$$Q_H = Q_{loss} - Q_{gn} * \eta_{gn} \text{ (cfr tabella } Q_H)$$

rendimento globale per riscaldamento

$$\eta_H = \eta_e * \eta_{rg} * \eta_d * \eta_{gn}$$

rendimento di emissione

$$\eta_e = \text{(da tabella prospetto 17, 18)}$$

rendimento di regolazione

$$\eta_{rg} = \text{(da tabella prospetto 20)}$$

rendimento di distribuzione

$$\eta_d = \text{(da tabella prospetto 21)}$$

rendimento di generazione

$$\eta_{gn} = \text{(da convezione esercizio)}$$

η_H

0,8521149

η_e

0,98

η_{rg}

0,98

η_d

0,975

η_{gn}

0,91

Energia delivered per raffreddamento (kWh)

Edel C (kWh)	98,25
--------------	-------

$$E_{delC} = Q_C / \eta_C$$

UNI/TS 11300:2010

fabbisogno energetico estivo (kWh)

$$Q_C = Q_{gn} - Q_{loss} * \eta_{loss} \text{ (cfr tabella } Q_C)$$

rendimento globale per riscaldamento

$$\eta_C = \eta_e * \eta_{rg} * \eta_d * SEER$$

η_C
6,23904

rendimento di emissione

$$\eta_e = \text{(da tabella prospetto 6)}$$

η_e
0,97

rendimento di regolazione

$$\eta_{rg} = \text{(da tabella prospetto 7)}$$

η_{rg}
0,96

rendimento di distribuzione

$$\eta_d = \text{(da appendice A)}$$

η_d
1

rendimento di generazione

$$SEER = \text{(da scheda tecnica)}$$

SEER
6,7

Energia primaria per riscaldamento (kWh)

EpH tot (kWh)
12080,09

$$E_{p,H} = E_{p,Hren} + E_{p,Hnren}$$

DM 26-06-2015

Energia primaria per riscaldamento (caldaia a gas) rinnovabile (kWh)

EpH ren (kWh)
0,00

$$E_{p,Hren} = E_{del,H} (\text{cfr tabella } E_{del,H}) * f_{ren}$$

fattore di conversione di energia primaria rinnovabile per caldaia a gas (kWh)

f _{p,ren}
0

$$f_{ren} = (\text{da tabella DM})$$

Energia primaria per riscaldamento (caldaia a gas) non rinnovabile (kWh)

EpH nren (kWh)
12080,09

$$E_{p,Hnren} = E_{del,H} (\text{cfr tabella } E_{del,H}) * f_{nren}$$

fattore di conversione di energia primaria non rinnovabile per caldaia a gas (kWh)

f _{p,nren}
1,05

$$f_{nren} = (\text{da tabella DM})$$

Energia primaria per raffrescamento (kWh)

EpC tot (kWh)
237,7556738

$$E_{p,C} = E_{p,Hren} + E_{p,Hnren}$$

DM 26-06-2015

Energia primaria per raffrescamento (sistema split) rinnovabile (kWh)

EpC ren (kWh)
46,1756887

$$E_{p,Cren} = E_{del,C} (\text{cfr tabella } E_{del,C}) * f_{ren}$$

fattore di conversione di energia primaria rinnovabile per energia elettrica (kWh)

0,47

$$f_{ren} = (\text{da tabella DM})$$

Energia primaria per raffrescamento (sistema split) non rinnovabile (kWh)

EpC nren (kWh)
191,5799851

$$E_{p,Cnren} = E_{del,C} (\text{cfr tabella } E_{del,C}) * f_{nren}$$

fattore di conversione di energia primaria non rinnovabile per energia elettrica (kWh)

1,95

$$f_{nren} = (\text{da tabella DM})$$

Energia primaria per riscaldamento su unità di pavimento (kWh/m²)

EPH tot (kWh/m ²)
77,04

$$E_{P,Hgl} = E_{P,Hren} + E_{P,Hnren}$$

DM 26-06-2015

Energia primaria rinnovabile per riscaldamento su unità di pavimento (kWh/m²)

EPH ren (kWh/m ²)
0,00

$$E_{P,Hren} = E_{p,Hren} \text{ (da tabella } E_{p,Hren}) / A$$

Area pavimento spazi climatizzati (m²)

$$A = 156,8$$

Energia primaria non rinnovabile per riscaldamento su unità di pavimento (kWh/m²)

EPH nren (kWh/m ²)
77,04

$$E_{P,Hnren} = E_{p,Hnren} \text{ (da tabella } E_{p,Hnren}) / A$$

Energia primaria per raffrescamento su unità di pavimento (kWh/m²)

EPC tot(kWh/m ²)
1,52

$$E_{P,Cgl} = E_{P,Cren} + E_{P,Cnren}$$

DM 26-06-2015

Energia primaria rinnovabile per raffrescamento su unità di pavimento (kWh/m²)

EPC ren(kWh/m ²)
0,29

$$E_{P,Cren} = E_{p,Cren} \text{ (da tabella } E_{p,Cren}) / A$$

Area pavimento spazi climatizzati (m²)

$$A = 156,8$$

Energia primaria non rinnovabile per raffrescamento su unità di pavimento (kWh/m²)

EPC nren(kWh/m ²)
1,22

$$E_{P,Cnren} = E_{p,Cnren} \text{ (da tabella } E_{p,Cnren}) / A$$

Energia delivered per produzione ACS (kWh)

$$E_{del,ACS} = 2565,1$$

$$E_{del,ACS} = E_{del,sol} + E_{del,int} + E_{del,aux}$$

UNI/TS 11300:2014

energia delivered dei pannelli solari (kWh)

$$E_{del,sol} = Q_{sol,out} \text{ (cfr tabella } Q_{sol,out} \text{)}$$

Edel sol (kWh)
2067,834024

energia delivered di integrazione da caldaia (kWh)

$$E_{del,int} = Q_{int,out} / \eta_{gn}$$

Edel int (kWh)
359,4629111

rendimento di generazione della caldaia

$$\eta_{gn} = \text{(da convezione esercizio)}$$

η_{gn}
0,91

energia delivered ausiliario (kWh)

$$E_{del,aux} = Q_{sol,aux} \text{ (cfr tabella } Q_{sol,aux} \text{)}$$

Edel aux (kWh)
137,8

Energia primaria per produzione ACS (kWh)

	Ep w (kWh)
ren	2132,60
nren	646,15
tot	2778,75

$$E_{p,glACS} = E_{p,renACS} + E_{p,nrenACS}$$

DM 26-06-2015

Energia primaria rinnovabile per produzione ACS (kWh)

$$E_{p,renACS} = E_{del,sol} * f_{p,ren} (=1 \text{ pannelli solari}) + E_{del,int} * f_{p,ren} (\text{cfr tabella da caldaia}) + E_{del,aux} * f_{p,ren} (\text{cfr tabella en elettrica})$$

	Ep sol (kWh)	Ep int (kWh)	Ep aux (kWh)
ren	2067,83	0,00	64,77

Energia primaria non rinnovabile per produzione ACS (kWh)

$$E_{p,nrenACS} = E_{del,sol} * f_{p,nren} (=1 \text{ pannelli solari}) + E_{del,int} * f_{p,nren} (\text{cfr tabella da caldaia}) + E_{del,aux} * f_{p,nren} (\text{cfr tabella en elettrica})$$

	Ep sol (kWh)	Ep int (kWh)	Ep aux (kWh)
nren	0,00	377,44	268,71

Energia primaria per produzione ACS su unità di pavimento(kWh)

EPw ren (kWh/mq)	13,60
EPw nren (kWh/mq)	4,12
EPw tot (kWh/mq)	17,72

$$E_{P,glACS} = (E_{p,renACS} + E_{p,nrenACS}) / A$$

DM 26-06-2015

bilancio energia elettrica

giorni	E pv (kWh)	E processo (kWh)	E illum (kWh)	E aux (kWh)	E del clima (kWh)	E rete (kWh)	E rete acq (kWh)	E rete vend (kWh)	E autoconsumo (kWh)
gennaio	31,00	200,64	213,08	93,22	6,04	0,00	111,70	111,70	0,00
febbraio	28,00	284,26	192,46	84,20	9,48	0,00	1,88	1,88	0,00
marzo	31,00	421,50	213,08	93,22	12,70	0,00	-102,51	0,00	102,51
aprile	30,00	418,09	206,20	90,21	13,01	0,00	-108,66	0,00	108,66
maggio	31,00	482,99	213,08	93,22	14,55	0,45	-161,69	0,00	161,69
giugno	30,00	497,16	206,20	90,21	15,47	8,20	-177,07	0,00	177,07
luglio	31,00	556,61	213,08	93,22	16,77	63,05	-170,50	0,00	170,50
agosto	31,00	512,93	213,08	93,22	15,45	26,80	-164,38	0,00	164,38
settembre	30,00	423,57	206,20	90,21	13,18	0,12	-113,85	0,00	113,85
ottobre	31,00	298,53	213,08	93,22	8,99	0,00	16,76	0,00	16,76
novembre	30,00	202,78	206,20	90,21	6,31	0,00	99,95	0,00	99,95
dicembre	31,00	194,17	213,08	93,22	5,85	0,00	117,98	0,00	117,98

Edel (tot annuale) (kWh)	4493,22	2508,80	1097,60	137,80	98,63		348,26	998,66	3842,83
Edel/mq (tot annuale / area pavimento) (kWh/mq)	28,66	16,00	7,00	0,88	0,63		2,22	6,37	24,51

UNI EN 15603:2008

EPe ren	1,04	6,37	24,51
EPe nren	4,33	0,00	0,00
EPe tot	5,37	6,37	24,51

produzione fotovoltaici (kWh)

$$E_{pv} = (\text{cfr tabella } E_{pv})$$

energia di processo (kWh)

$$E_{processo} = (\text{da tabella C.1})$$

Number of rooms	1	2	3	4	5	6
Number of occupants	1	1,5	2	3	4	5
Refrigerator	250*	250*	270*	270*	170*	170*
Freezer	0	0	0	0	200	200
Dishwasher	110	150	210	260	320	330
Oven	30	40	80	80	80	80
Washing machine	70	100	130	200	270	330
Dryer	130	200	260	390	525	660
Cooker	220	240	260	300	340	380
Other equipment	130	150	160	220	270	290
Total in kWh	690	880	1120	1450	2005	2270
Floor area	40	60	80	110	140	170
Rounded total in kWh/m ²	24	19	17	16	16	14

energia di illuminazione (kWh)

$$E_{illum} = (\text{convenzione esercitazione})$$

energia degli ausiliari (kWh)

$$E_{aux} = (\text{cfr tabella } E_{del,aux})$$

energia per climatizzazione (kWh)

$$E_{del,C} = (\text{cfr tabella } E_{del,C})$$

energia integrata dalla rete (kWh)

$$E_{rete\ acq} = E_{del,C} + E_{aux} + E_{illum} + E_{processo} - E_{pv}$$

per $E_{rete\ acq} > 0$

$$E_{rete\ acq} = 0$$

per $E_{rete\ acq} < 0$

energia venduta alla rete (kWh)

$$E_{\text{rete vend}} = E_{\text{pv}} - E_{\text{del,C}} - E_{\text{aux}} - E_{\text{illum}} - E_{\text{processv}}$$

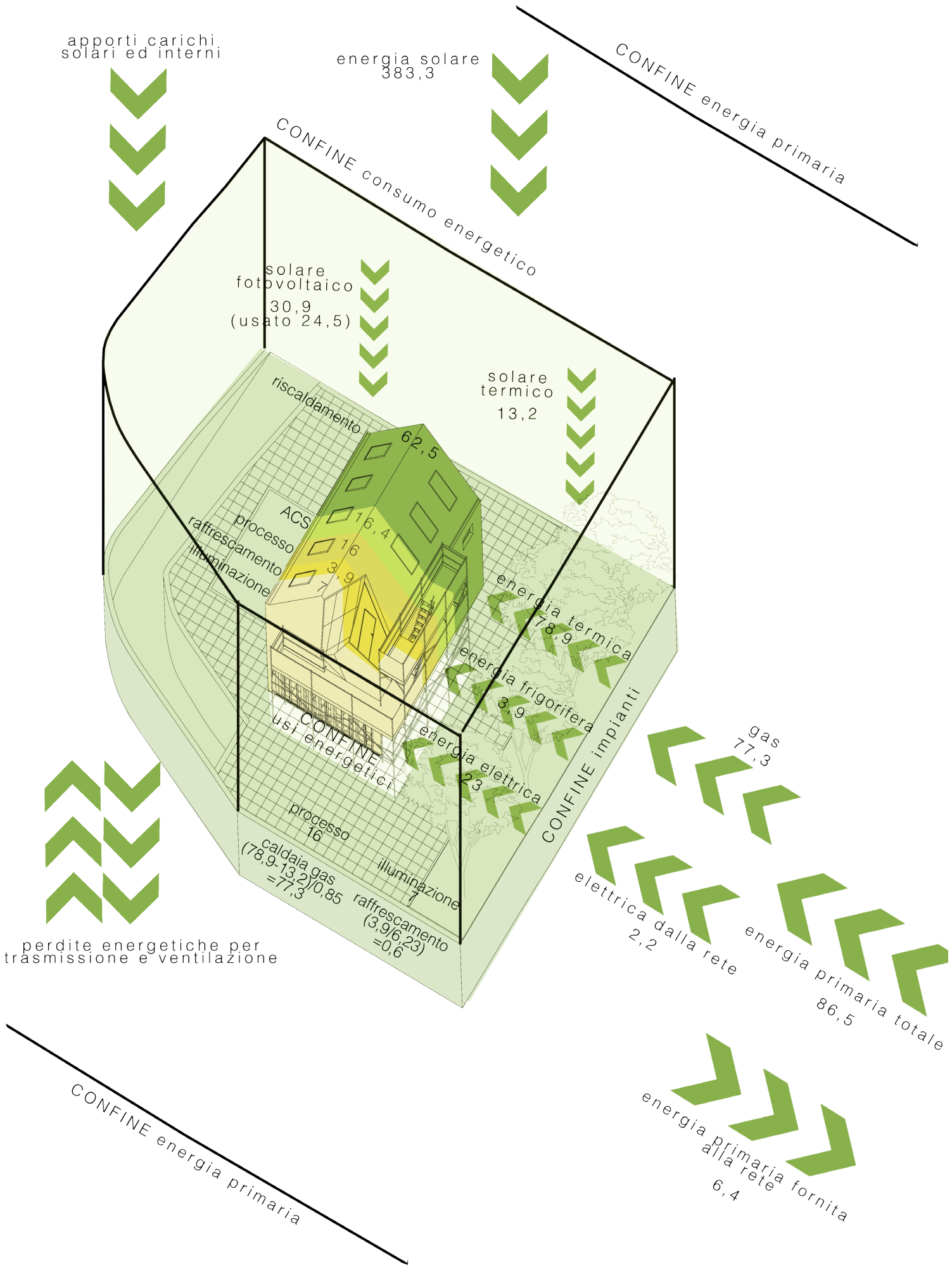
per $E_{\text{rete vend}} > 0$

$$E_{\text{rete vend}} = 0$$

per $E_{\text{rete acq}} < 0$

energia autoprodotta ed autoconsumata (kWh)

$$E_{\text{autoconsumo}} = E_{\text{del,C}} + E_{\text{aux}} + E_{\text{illum}} + E_{\text{processo}} - E_{\text{retevend}}$$



DM 26/06/2015 e D.Lgs

coefficiente medio globale di scambio termico
 $Ht(W/Km^2) = Ht(W/K) / \Sigma A$ (sup. disperdente totale dell'involucro)

area solare equivalente estiva

$$A_{sol,est} = \sum_k F_{sh,ob} \times g_{gl+sh} \times (1 - F_F) \times A_{w,p} \times F_{sol,est} \quad [m^2]$$

dove:

$F_{sh,ob}$ è il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie vetrata k-esima, riferito al mese di luglio;

g_{gl+sh} è la trasmittanza di energia solare totale della finestra calcolata nel mese di luglio, quando la schermatura solare è utilizzata;

F_F è la frazione di area relativa al telaio, rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato;

$A_{w,p}$ è l'area proiettata totale del componente vetrato (area del vano finestra);

$F_{sol,est}$ è il fattore di correzione per l'irraggiamento incidente, ricavato come rapporto tra l'irradianza media nel mese di luglio, nella località e sull'esposizione considerata, e l'irradianza media annuale di Roma, sul piano orizzontale.

produzione termica da fonti rinnovabili

Coefficiente medio globale di scambio termico	
A (i-e)	319,09
A (i-ue)	14,94
A (i-g)	155,46
totale (mq)	489,49
Ht=Hx+Hg (W/K)	
	121,060
Ht (W/Kmq)	0,247
Ht max ammissibile (W/Kmq)	0,5
verificata?	si

da normativa (S disp/V=489mq/432mc=1,13m⁻¹) (zona climatica E)

verificata se 0,5>0,247

Area solare equivalente estiva	
Isol Roma (H a luglio) (W/mq)	250,00
Isol Chieri (H a luglio) (W/mq)	277,80
Fsol, est (mq)	1,11
Ff	0,1

Fsol, est=Isol Chieri/Isol Roma

Fob					
mese	nord	sud sotto sinistra	sud al sole	ovest sopra destra	ovest sotto
lug	1,00	0,53	1,00	0,86	0,57

A finestrata (mq)					
nord	sud sotto sinistra	sud al sole	ovest sopra destra	ovest sotto	
11,19	3,73	0,69	5,61	5,13	
0,69		4,38		2,9	
7,3					
19,18	3,73	5,07	5,61	8,03	

gg+sh					
mesi	S	O	N	H	
lug		0,13	0,16	0,14	0,16

Asol, est (mq)					
nord	sud sotto sinistra	sud al sole	ovest sopra destra	ovest sotto	totale
2,69	0,25	0,64	0,76	0,72	5,06

Asol, est/Asup utile	0,03
Asol, est/Asup utile ammissibile	0,03

verificata?	si
-------------	----

produzione termica da fonti rinnovabili		verifica
(EPH/C/w ren)/(EPH/C/w tot)	0,159074171	no
(EPw ren)/(EPw tot)	0,767494357	si

verificata se 0,15>0,35

verificata 0,76>0,5

edificio di riferimento

si modificano le U dei componenti edilizi e i rendimenti degli impianti di emissione

mese	Qgn	Qls	η_{gn}	QH (MJ)
gennaio	1574,53	10083,36	1,00	8508,83
febbraio	1620,17	8061,19	1,00	6441,03
marzo	2060,97	6491,68	1,00	4430,97
aprile	2296,93	3990,79	0,99	1709,41
maggio	2638,06	4968,21		
giugno	2751,73	2839,46		
luglio	2874,93	1365,91		
agosto	2591,85	1963,50		
settembre	2162,72	3782,46		
ottobre	1859,31	3813,12	1,00	1958,15
novembre	1551,71	6922,08	1,00	5370,39
dicembre	1526,49	9319,27	1,00	7792,78

mese	Qgn	Qls	$\eta_{C,gn}$	QC (MJ)
gennaio	1574,53	10083,36		
febbraio	1620,17	8061,19		
marzo	2060,97	6491,68		
aprile	2296,93	3990,79		
maggio	2638,06	4968,21	0,53	1,72
giugno	2751,73	2839,46	0,90	204,15
luglio	2874,93	1365,91	1,00	1509,33
agosto	2591,85	1963,50	0,99	656,11
settembre	2162,72	3782,46	0,57	2,78
ottobre	1859,31	3813,12		
novembre	1551,71	6922,08		
dicembre	1526,49	9319,27		

	edificio di riferimento	nostro edificio	verificata	
η_C	2,32	6,23	sì	verificata se 2,32 < 6,23
η_w	0,85	0,91	sì	verificata se 0,85 < 0,91

edificio di riferimento		nostro edificio		verificata
EPH ren (kWh/m ²)	0,00	EPH ren (kWh/m ²)	0	
EPH nren (kWh/m ²)	75,72	EPH nren (kWh/m ²)	77,04	
EPH tot (kWh/m ²)	75,72	EPH tot (kWh/m ²)	77,04	no

non viene verificato perché l'efficienza della caldaia utilizzata nell'ambito dell'esercizio (0,91), è minore rispetto all'efficienza del caso di riferimento (0,95)

edificio di riferimento		nostro edificio		verificata
EPC ren(kWh/m ²)	0,85	EPC ren(kWh/m ²)	1,52	
EPC nren(kWh/m ²)	3,52	EPC nren(kWh/m ²)	1,22	
EPC tot(kWh/m ²)	4,37	EPC tot(kWh/m ²)	0,29	sì

verificata se 4,37 > 0,29

edificio di riferimento		nostro edificio	
EPw ren (kWh/mq)	13,60	EPw ren (kWh/mq)	13,6
EPw nren (kWh/mq)	4,29	EPw nren (kWh/mq)	4,12
EPw tot (kWh/mq)	17,89	EPw tot (kWh/mq)	17,72

DM 26/06/2015

classificazione energetica

EP nren el+C	4,33
EP nren w	4,12
EP nren H	77,04
EP nren tot	86,71
classificazione energetica	classe A1

indici di prestazione energetica

ind. Pre. Inver. dell'invol.	ind. Pre. Estiva. dell'invol.
media	alta

fotovoltaico amorfo

Sistema Plate

Plate System | Système Plate



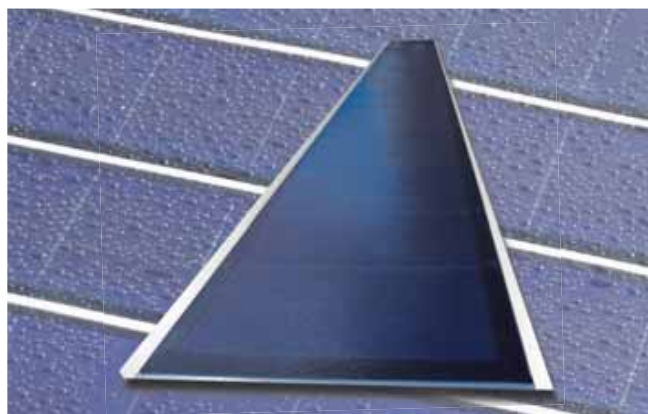
Plate

Dimensioni max / Dimensions max

300/5600 mm x 440 mm x 4,8 mm



Made in Italy



Modelli <small>Types Modèles</small>	PVL128T PLATE	PVL136T PLATE	PVL144T PLATE
Caratteristiche tecniche <small>Technical features Caracteristiques techniques</small>			
Wp <small>Wp Wc</small>	128+/-5%	136+/-5%	144+/-5%
Dimensioni (P/L/A) in mm <small>Dimensions (P/L/H) Dimensions (P/L/H)</small>	5600x440x4,8	5600x440x4,8	5600x440x4,8
Peso in Kg/mq <small>Weight kg/sq.mt Poids kg/mq</small>	9,84	9,84	9,84
Mq/kWp <small>Sq.mt/kWp Mq/kWc</small>	19,25	18,12	17,11

Flessibilità Flexibility | Polyvalences

- Sistema adattabile a diverse soluzioni architettoniche
Suitable for many architectural solutions
Convient à différentes solutions architecturales

Il sistema PLATE è la soluzione ideale per realizzare impianti fotovoltaici su coperture piane o a volta con manto impermeabile in membrana, può essere ancorato alle zavorre o agli omega grazie alle alette laterali oppure incollato direttamente alla copertura in guaina con un adesivo professionale. Il modulo è costituito da laminati flessibili UNI-SOLAR® incollati da Sunerg Solar su una lamiera piatta rivestita di alluminio zincato (aluzink) con uno spessore di mm 8/10. La soluzione Plate è adattabile a differenti tipi di tetto ed è altamente resistente alla corrosione.

Semplice Easy | Facile

- Semplice da installare
Easy to install
Facile à installer

Plate system is an ideal solution to realize photovoltaic system on flat roofing or domed with a waterproof mantle membrane, it can be anchored to ballast or to omega thanks to side wing flap or directly glued to membrane roofing with professional bonding agent. Module is made up by flexible UNISOLAR® laminate glued on Sunerg Solar flat galvanized aluminum sheet (aluzink) with a thickness of mm8/10. Plate solution is suitable to different kind of roof with a highly corrosion resistance.

Leggerezza Light | Leger

- Su richiesta versione laminato base in alluminio
Aluminium plate on request
Bac aluminium sur requete

Le système Plate est la solution idéale pour les systèmes photovoltaïques sur les toits plats avec des membranes imperméables, peut être ancré sur le lests ou sur les omégas grace aux ailes latérales ou collé directement sur le revêtement du toit avec un adhésif professionnel. Le module se compose de panneaux flexibles UNISOLAR® collé par Sunerg Solar sur une tôle plate revêtue de aluminium zingué avec une épaisseur de 8 / 10 mm. Le Plate est adaptable aux différentes toitures et il est très résistant à la corrosion.

Garanzia Warranty | Garantie

- Garanzia Sunerg 20 anni sull'incollaggio
Glueing Sunerg warranty 20 years
Garantie Sunerg 20 ans sur le collage

fotovoltaico monocristallino

Modulo fotovoltaico monocristallino 60 celle

Monocrystalline photovoltaic module 60 cells / Module photovoltaïque monocristallin 60 cellules



SERIE X-MAX

XM 60/156 I+

280/285/290/295/300 Wp

Dimensioni/Dimensions

1645 mm x 990 mm x 46 mm/35 mm

Peso/Weight 22 Kg / 17,9 Kg

MODULO MONOCRISTALLINO 60 CELLE AD ALTA EFFICIENZA EFFICIENZA MAX 18,42%

60 CELLS MONO-CRYSTALLINE HIGH EFFICIENCY
PHOTOVOLTAIC SOLAR MODULES

MODULE PHOTOVOLTAÏQUE MONOCRISTALLIN A 60 CELLULES
AVEC HAUT RENDEMENT



SCARICA LA SCHEDA TECNICA NELL'AREA DOWNLOAD DEL NOSTRO SITO INTERNET
DATA SHEET ON DOWNLOAD AREA IN OUR WEBSITE

www.sunergsolar.com

Sunerg Solar _ la differenza sta nella scelta

300 WP MAX

Unità esterne



MXZ-2D33VA
MXZ-2D42VA(2)
MXZ-2D53VA(2)



MXZ-3E54VA
MXZ-3E68VA
MXZ-4E72VA



MXZ-4E83VA
MXZ-5E102VA



MXZ-6D122VA

MODELLO		Set	MXZ-2D33VA	MXZ-2D42VA	MXZ-2D53VA	MXZ-3E54VA	MXZ-3E68VA
		N. unità interne	2	2	2	DA 2 A 3	DA 2 A 3
		Unità esterna	MXZ-2D33VA	MXZ-2D42VA(2)	MXZ-2D53VA(2)	MXZ-3E54VA	MXZ-3E68VA
Alimentazione	Tensione/Freq./Fasi	V/Hz/n°	230/50/1	230/50/1	230/50/1	230/50/1	230/50/1
Raffreddamento	Capacità nominale (min/max) T=+35°C	kW	3,3 (1,1-3,8)	4,2 (1,1-4,3)	5,3 (1,1-5,6)	5,4 (2,9-6,8)	6,8 (2,9-8,4)
	Potenza assorbita nominale T=+35°C	kW	0,90	1,00	1,54	1,35	2,19
	Carico teorico (PdesignC) T=+35°C	kW	3,3	4,2	5,3	5,4	6,8
	SEER ¹		5,5	6,7	7,1	6,4	5,6
	Classe di efficienza energetica		A	A++	A++	A++	A+
	Consumo energetico annuo ¹	kWh/a	211	219	262	295	425
Riscaldamento Stagione media	Capacità nominale (min/max) T=+7°C	kW	4,0 (1,0-4,1)	4,5 (1,0-4,8)	6,4 (1,0-7,0)	7,0 (2,6-9,0)	8,6 (2,6-10,6)
	Potenza assorbita nominale T=+7°C	kW	0,96	0,93	1,70	1,59	2,38
	Carico teorico (Pdesignh) T=-10°C	kW	2,7	3,2	4,5	5,0	6,8
	SCOP ²		4,1	4,2	4,2	4,0	3,9
	Classe di efficienza energetica		A+	A+	A+	A+	A
	Consumo energetico annuo ¹	kWh/a	926	1065	1507	1751	2466
	Capacità dichiarata	a Tdesignh kW	2,1	2,7	3,7	4,0	5,4
		a Tbivalent kW	2,4	3,0	4,0	4,5	6,0
	a Tol kW	1,7	2,3	3,3	3,2	4,4	
	Potenza termica di back-up (elbuTj) kW	0,6	0,5	0,8	1,0	1,4	
Unità esterna	Dimensioni	A x L x P mm	550 x 800 (+69) x 285 (+59,5)			710 x 840 (+30) x 330 (+66)	
	Peso	Kg	32	37	37	57	57
	Pressione sonora	min / max dB(A)	49-50	46-51	50-53	50-53	50-53
	Potenza sonora	Nominale dB(A)	63	60	64	64	64
Massima corrente assorbita		A	10,0	12,2	12,2	18,0	18,0
Linee frigorifere	Diametri	Liquido/Gas mm	6,35x2/9,52x2	6,35x2/9,52x2	6,35x2/9,52x2	6,35x3/9,52x3	6,35x3/9,52x3
	Lunghezza max (totale/ogni ramo)	m	20/15	30/20	30/20	50/25	60/25
	Dislivello max (UI sopra UE / UI sotto UE)	m	10/10	15/10	15/10	15/10	15/10
Campo di funz. garantito	Raffreddamento	°C	-10 ~ +46	-10 ~ +46	-10 ~ +46	-10 ~ +46	-10 ~ +46
	Riscaldamento	°C	-15 ~ +24	-15 ~ +24	-15 ~ +24	-15 ~ +24	-15 ~ +24
Refrigerante (GWP)²			R-410A (1975)	R-410A (1975)	R-410A (1975)	R-410A (1975)	R-410A (1975)

^{1,2,3} Note di riferimento vedi ultima pagina.

TABELLE DI STRATIFICAZIONE DEI COMPONENTI

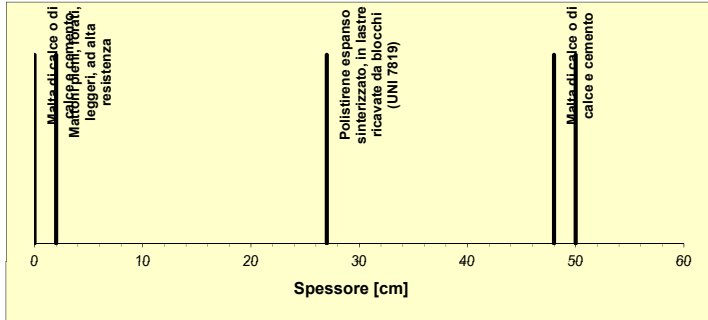
Involucro

Tipo di componente		Chiusura verticale						
Stratigrafia (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² C/W]	opz. $\lambda \rightarrow R$	
Strato liminare interno						0,13		
I Malta di calce o di ca	2,0	1800	9	840	0,900			
II Mattoni pieni, forati, leggeri, ad alta resistenza	25,0	600	27	840	0,250			
III Polistirene espanso	21,0	30	3	1250	0,040			
IV Malta di calce o di ca	2,0	1800	9	840	0,900			
V								
VI								
VII								
VIII								
IX								
X								
Strato liminare esterno						0,04		

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammettenza termica interna (Y_i)	3,303 W/(m ² K)	2,55 h
Ammettenza termica esterna (Y_{se})	2,355 W/(m ² K)	5,21 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{pe})	0,026 W/(m²K)	11,76 h
Capacità termica areica interna (κ_i)	45,7 kJ/(m²K)	
Capacità termica areica esterna (κ_{se})	32,4 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	6,464 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,155 W/(m²K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,169	

Spessore (s)	50,0 cm
Massa superficiale (m)	228 kg/m ²
Sfasamento (φ)	12,24 h

LEGENDA	
s	= spessore
ρ	= massa volumica
μ	= fattore di resistenza al vapore
c	= calore specifico
λ	= conducibilità termica
R	= resistenza termica



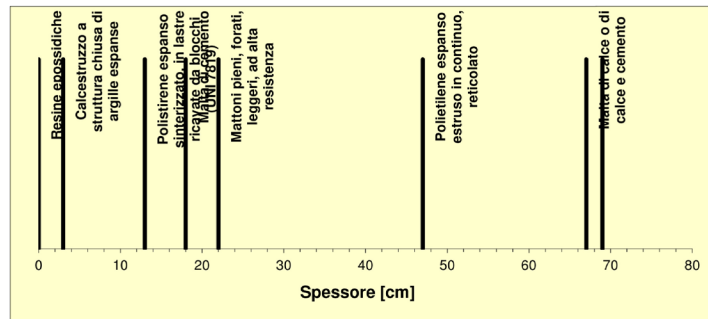
solaio

Tipo di componente		Partizione orizzontale						
Stratigrafia (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² C/W]	opz. $\lambda \rightarrow R$	
Strato liminare interno						0,13		
I Resine epossidiche	3,0	1200	3	920	0,200			
II Calcestruzzo a struttura chiusa di argille espansive	10,0	100	3	880	0,310			
III Polistirene espanso	5,0	30	3	1250	0,040			
IV Malta di cemento	4,0	2000	9	840	0,900			
V Mattoni pieni, forati, leggeri, ad alta resistenza	25,0	600	27	840	0,250			
VI Polietilene espanso	20,0	33	1	2100	0,040			
VII Malta di calce o di ca	2,0	1800	9	840	0,900			
VIII								
IX								
X								
Strato liminare esterno						0,13		

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammettenza termica interna (Y_i)	2,369 W/(m ² K)	3,45 h
Ammettenza termica esterna (Y_{se})	2,286 W/(m ² K)	4,33 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{pe})	0,002 W/(m²K)	4,14 h
Capacità termica areica interna (κ_i)	32,5 kJ/(m²K)	
Capacità termica areica esterna (κ_{se})	31,4 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	8,049 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,124 W/(m²K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,016	

Spessore (s)	50,0 cm
Massa superficiale (m)	320 kg/m ²
Sfasamento (φ)	19,86 h

LEGENDA	
s	= spessore
ρ	= massa volumica
μ	= fattore di resistenza al vapore
c	= calore specifico
λ	= conducibilità termica
R	= resistenza termica



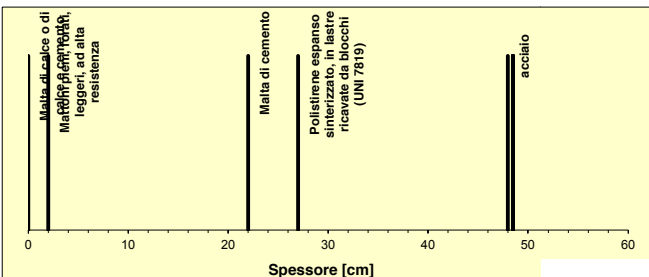
tetto

Tipo di componente		Partizione orizzontale						
Stratigrafia (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² C/W]	opz. $\lambda \rightarrow R$	
Strato liminare interno						0,13		
I Malta di calce o di ca	2,0	1800	9	840	0,900			
II Mattoni pieni, forati, leggeri, ad alta resistenza	20,0	600	27	840	0,250			
III Malta di cemento	5,0	2000	9	840	0,900			
IV Polistirene espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi (UNI 7819)	21,0	30	3	1250	0,040			
V acciaio	0,5	7800		52	22,000			
VI								
VII								
VIII								
IX								
X								
Strato liminare esterno						0,13		

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammettenza termica interna (Y_i)	3,275 W/(m ² K)	2,60 h
Ammettenza termica esterna (Y_{se})	0,391 W/(m ² K)	3,54 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{pe})	0,014 W/(m²K)	11,38 h
Capacità termica areica interna (κ_i)	45,2 kJ/(m²K)	
Capacità termica areica esterna (κ_{se})	5,5 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	6,388 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,157 W/(m²K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,092	

Spessore (s)	48,5 cm
Massa superficiale (m)	301 kg/m ²
Sfasamento (φ)	12,62 h

LEGENDA	
s	= spessore
ρ	= massa volumica
μ	= fattore di resistenza al vapore
c	= calore specifico
λ	= conducibilità termica
R	= resistenza termica

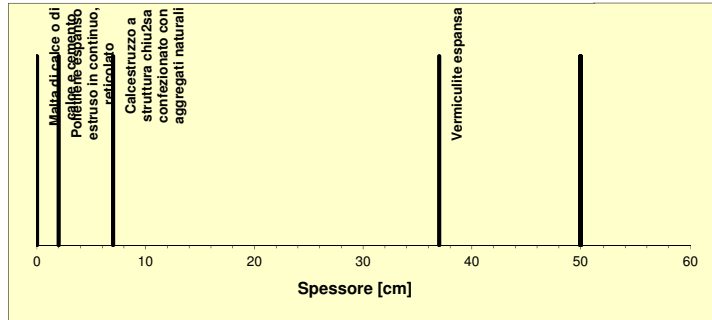


muro contro terra

Tipo di componente		Partizione orizzontale						
Stratigrafia (int-est)		s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² C/W]	opz. $\lambda \rightarrow R$
Strato liminare interno							0,13	
I	Malta di calce o di ca	2,0	1800	9	840	0,900		
II	Poliuretano espanso estruso in continuo, reticolato	5,0	33	1	2100	0,048		
III	Calcestruzzo a strutti	30,0	2200	3	880	1,480		
IV	Vermiculite espansa	13,0	80	63	840	0,077		
V								
VI								
VII								
VIII								
IX								
X								
Strato liminare esterno							0,13	

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammettenza termica interna (Y_i)	2,122 W/(m ² K)	3,52 h
Ammettenza termica esterna (Y_{ee})	0,594 W/(m ² K)	1,30 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{pe})	0,007 W/(m ² K)	11,32 h
Capacità termica areica interna (κ_i)	29,2 kJ/(m ² K)	
Capacità termica areica esterna (κ_e)	8,2 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	3,215 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,311 W/(m ² K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,023	

Spessore (s)	50,0 cm	
Massa superficiale (m)	708 kg/m ²	
Sfasamento (ϕ)	12,68 h	



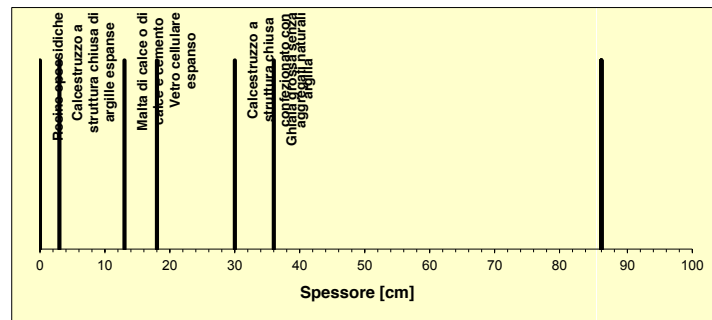
LEGENDA	
s	= spessore
ρ	= massa volumica
μ	= fattore di resistenza al vapore
c	= calore specifico
λ	= conducibilità termica
R	= resistenza termica

solaio contro terra

Tipo di componente		Partizione orizzontale						
Stratigrafia (int-est)		s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² C/W]	opz. $\lambda \rightarrow R$
Strato liminare interno							0,13	
I	Resine epossidiche	3,0	1200	3	920	0,200		
II	Calcestruzzo a struttura chiusa di argille espanse	10,0	100	3	880	0,310		
III	Malta di calce o di ca	5,0	1800	9	840	0,900		
IV	Vetro cellulare espanso	12,0	130	0,00000188	840	0,055		
V	Calcestruzzo a struttura chiusa confezionato con aggregati naturali	6,0	2200	3	880	1,480		
VI	Ghiaia grossa senza argilla	50,0	1700	38	840	1,200		
VII								
VIII								
IX								
X								
Strato liminare esterno							0,13	

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammettenza termica interna (Y_i)	2,491 W/(m ² K)	2,26 h
Ammettenza termica esterna (Y_{ee})	4,916 W/(m ² K)	1,21 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{pe})	0,002 W/(m ² K)	0,23 h
Capacità termica areica interna (κ_i)	34,2 kJ/(m ² K)	
Capacità termica areica esterna (κ_e)	67,6 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	3,427 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,292 W/(m ² K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,007	

Spessore (s)	86,0 cm	
Massa superficiale (m)	1134 kg/m ²	
Sfasamento (ϕ)	23,77 h	



LEGENDA	
s	= spessore
ρ	= massa volumica
μ	= fattore di resistenza al vapore
c	= calore specifico
λ	= conducibilità termica
R	= resistenza termica