



CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

IV DIREZIONE - Servizi Tecnici Generali
Servizio Edilizia Scolastica

AMPLIAMENTO DELL'ISTITUTO SUPERIORE
"I.C.E. VAINICHER" DI LIPARI (ME)
C.U.P. B66B14000020002
- PROGETTO ESECUTIVO -

ELABORATI

1

Relazione tecnica di calcolo - Fonti rinnovabili

R.11

PROGETTISTI:

Arch. Domenico CALARCO

Arch. Caterina MARINO

Arch. Matteo VENUTO

Geom. Fortunato CHIESINI

STRUTTURISTA:

Ing. Giovanni LENTINI

IMPIANTISTA:

Ing. Giovanni PARISI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Carmelo BATTAGLIA

Messina, 31/08/2021

Revisione 01 - 21/01/2022

Visti ed approvazioni

APPROVAZIONE IN LINEA TECNICA

(ai sensi dell'art. 26 comma 8 D.Lgs. 50/2016)

PROVVEDIMENTO n° 24 del 14.10.2022

Il Responsabile del Procedimento

(Ing. Carmelo BATTAGLIA)

VALIDATO

(ai sensi dell'art. 26 comma 8 D.Lgs. 50/2016)

PROVVEDIMENTO n° == del 12.10.2022

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO

Solare termico e fotovoltaico

Comune	Lipari (Me) – 98055
Edificio	Istituto Istruzione Superiore “ISA CONTI ELLER VAINICHER”
Indirizzo	Via Prof. T. Carnevale
Committente	CITTA METROPOLITANA DI MESSINA IV DIREZIONE “Servizi Tecnici Generali”
Progettista	Ing. Giovanni Parisi

IMPIANTO SOLARE TERMICO

INDICE

	IMPIANTO SOLARE TERMICO
1	- DATI DI PROGETTO
1.1	Norme
1.2	- Località (UNI 10349)
1.3	- Utenza (UNI EN ISO 13790, UNI/TS 11300-2)
2	- DATI DELL'IMPIANTO
2.1	- Destinazione dell'impianto
2.2	- Dati del campo solare
2.3	- Dati degli scambiatori e degli accumuli solari
2.4	- Dati della fonte ausiliaria convenzionale
3	- RISULTATI DI CALCOLO
3.1	- RIEPILOGO DEI PRINCIPALI RISULTATI
3.2	- DETTAGLI DEL CALCOLO DELLA FRAZIONE SOLARE

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO

Solare termico

1 DATI DI PROGETTO

1.1 NORME

DESCRIZIONE	NORMA
CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA	UNI EN ISO 13790:2008
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI <ul style="list-style-type: none">PARTE 2: DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA E DEI RENDIMENTI PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE, PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA, PER LA VENTILAZIONE E PER L'ILLUMINAZIONE IN EDIFICI NON RESIDENZIALI	UNI/TS 11300- 2:2014
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI <ul style="list-style-type: none">PARTE 4: UTILIZZO DI ENERGIE RINNOVABILI E DI ALTRI METODI DI GENERAZIONE PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE E LA PRODUZIONE DI ACQUACALDA SANITARIA	UNI/TS 11300- 4:2016
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI <ul style="list-style-type: none">CALCOLO DELL'ENERGIA PRIMARIA E DELLA QUOTA DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI	UNI/TS 11300- 5:2016
RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO DEGLI EDIFICI <ul style="list-style-type: none">DATI CLIMATICI - MEDIE MENSILI PER LA VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE TERMO-ENERGETICA DELL'EDIFICIO E METODI PER RIPARTIRE L'IRRADIANZA SOLARE NELLA FRAZIONE DIRETTA E DIFFUSA E PER CALCOLARE L'IRRADIANZA SOLARE SU DI UNA SUPERFICIE INCLINATA	UNI 10349-1:2016

1.2 LOCALITÀ (UNI 10349)

DATI GEOGRAFICI				
		Alt.	Lat.	Grad
		[m.s.l.]	[Deg]	[°C/m]
Comune	Lipari	44,00	38,47	
Stazione di rilevamento dei dati climatici				0,007

Dati climatici medi mensili utilizzati per il calcolo													
DESCRIZIONE	U.M.	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura media mensile Ta	[°C]	11,75	10,85	12,55	15,25	19,45	23,15	26,15	25,95	23,35	19,35	16,05	12,45
Irradiazione media mensile H	[MJ/m²]	7,40	8,70	13,50	17,00	23,70	25,30	25,10	22,50	15,30	11,90	8,10	5,50

Valori mensili della temperatura dell'acqua di rete T _m e relativi fattori di correzione per f-chart													
DESCRIZIONE	U.M.	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura acqua di rete T _m	[°C]	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07
(Xc/X)a.c.s	-												

1.3 UTENZA (UNI EN ISO 13790, UNI/TS 11300-2)

Fabbisogni mensili/annui per riscaldamento Q _{in,d} , per produzione a.c.s. Q _{in,s,w} , totale L [MJ]												
Fabbisogno totale L = Q _{in,s,w} + Q _{in,d}												
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
34 746	35 368	24 122	960	992	960	992	992	960	992	960	32 235	

2 DATI DELL'IMPIANTO

2.1 DESTINAZIONE DELL'IMPIANTO

- PRODUZIONE A.C.S. Sì No
- RISCALDAMENTO Sì No
- PRODUZIONE A.C.S. + RISCALDAMENTO Sì No

2.2 DATI DEL CAMPO SOLARE

Dati dei collettori solari componenti il campo solare										
Cod. Prod.	Tipo	Area lorda	Area netta	Inclinaz. $\beta(^{\circ})$	Azimuth $\gamma(^{\circ})$	Fluido	Portata $\dot{m} _{use}$	$F_R U_L _{use}$	$F_R(\tau\alpha)_n _{lu}$	Q.tà
-	-	[m ²]	[m ²]	[deg]	[deg]	-	[kg/s]	[W/(m ² ·K)]	-	n°
CORDIVARI – ASA 2,5 OR 2 CONN	Collettore PIANO	2,50	2,32	10,0		Acqua	0,03	3,560	0,720	8

(*) $0^{\circ} \leq \beta \leq 90^{\circ}$; - per $\beta = 0^{\circ} \rightarrow$ collettore sul piano orizzontale

(**) - $180^{\circ} \leq \gamma \leq +180^{\circ}$; per $\gamma = 0 \rightarrow$ collettore verso S; per $\gamma = -90 \rightarrow$ collettore verso E; per $\gamma = 90 \rightarrow$ collettore verso O

Dati globali del campo solare					
Tipo di collegamento	Area lorda A_c	Area netta	Portata \dot{m}	$F_R U_L$	$F_R(\tau\alpha)_n$
	[m ²]	[m ²]	[kg/s]	[W/(m ² ·K)]	-
Parallelo	20,00	18,56	0,06	3,56	0,72

2.3 DATI DEGLI SCAMBIATORI E DEGLI ACCUMULI SOLARI

Dati degli accumuli solari					
Funzione Produttore	Tipo serbatoio (*)	Volume totale V_{acc}	Volume solare $V_{acc,sol}$	Volume specifico $M = V_{acc,sol}/A_c$	$(X_c/X)_{V_{acc,sol}}$
-	-	[dm ³]	[dm ³]	[dm ³ / m ²]	-
Acqua calda sanitaria + Riscaldamento	Monovalente	1 441,73	1 441,73	Variabile su base mensile	Variabile su base mensile
Acqua calda sanitaria + Riscaldamento	Bivalente	1 910,17	1 910,17	Variabile su base mensile	Variabile su base mensile

(*) *Monovalente: il serbatoio è fisicamente destinato solo all'accumulo solare;*

Bivalente: il serbatoio è destinato nella parte bassa all'accumulo solare e nella parte alta ad altra funzione.

2.4 DATI DELLA FONTE AUSILIARIA CONVENZIONALE

Specifiche del generatore: CLIVET - WBAN 162	
Tipo	Pompa di calore a ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico
Lato esterno	Aria
Fluido lato utenze	Acqua
Potenza termica utile di riscaldamento [kW]	51,50
Potenza elettrica assorbita [kW]	15,50
Coefficiente di prestazione (COP o GUE)	3,280

3 RISULTATI DI CALCOLO

3.1 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI RISULTATI

Climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
$Q_{H,d,in}$	9 429,03	9 623,56	6 477,32									8 731,32	34 261,20
$Q_{W,d,in}$	222,68	201,01	223,23	266,57	275,45	266,57	275,45	275,45	266,57	275,45	266,57	222,78	3 037,79
$Q_{H,i,s}$	52,77	47,79	52,21									52,67	205,44
$Q_{W,i,s}$	1,25	1,00	1,80	52,27	54,01	52,27	54,01	54,01	52,27	54,01	52,27	1,34	430,53
$Q_{H,gn,out}$	9 481,80	9 671,35	6 529,53									8 783,99	34 466,70
$Q_{W,gn,out}$	223,93	202,00	225,03	318,84	329,47	318,84	329,47	329,47	318,84	329,47	318,84	224,12	3 468,32
$Q_{gn,out}$	9 705,72	9 873,35	6 754,56	318,84	329,47	318,84	329,47	329,47	318,84	329,47	318,84	9 008,12	37 935,00
$Q_{H,sol,out}$	438,31	537,72	1 084,13									241,72	2 301,87
f_H	0,05	0,06	0,17									0,03	0,75
$Q_{H,res}$	9 043,48	9 133,63	5 445,40									8 542,28	32 164,80
$Q_{W,sol,out}$	9,47	10,46	36,21	292,40	311,20	310,72	329,47	329,47	311,29	310,96	259,67	5,29	2 516,60
f_W	0,04	0,05	0,16	0,92	0,94	0,97	1,00	1,00	0,98	0,94	0,81	0,02	0,75
$Q_{W,res}$	214,46	191,54	188,82	26,44	18,27	8,12			7,55	18,51	59,17	218,83	951,72

LEGENDA (CLIMATIZZAZIONE INVERNALE E PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA PER IL SERVIZIO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE (Include le perdite del sistema di accumulo nel caso di serbatoio bivalente)	$Q_{H,d,in}$	[kWh]
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA PER IL SERVIZIO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA (Include le perdite del sistema di accumulo nel caso di serbatoio bivalente)	$Q_{W,d,in}$	[kWh]
PERDITE DEL SISTEMA DI ACCUMULO (Nulle nel caso di serbatoio bivalente)	$Q_{i,s}$	[kWh]
FABBISOGNO APPLICATO ALL'IMPIANTO SOLARE TERMICO PER IL SERVIZIO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	$Q_{H,gn,out}$	[kWh]
FABBISOGNO APPLICATO ALL'IMPIANTO SOLARE TERMICO PER IL SERVIZIO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	$Q_{W,gn,out}$	[kWh]
FABBISOGNO APPLICATO ALL'IMPIANTO SOLARE TERMICO	$Q_{gn,out}$	[kWh]
ENERGIA SOLARE PRODOTTA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	$Q_{H,sol,out}$	[kWh]
FRAZIONE COPERTA DEL FABBISOGNO APPLICATO PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	f_H	[-]
ENERGIA A COPERTURA DEL FABBISOGNO PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	$Q_{H,res}$	[kWh]
ENERGIA SOLARE PRODOTTA PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	$Q_{W,sol,out}$	[kWh]
FRAZIONE COPERTA DEL FABBISOGNO APPLICATO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	f_W	[-]
ENERGIA A COPERTURA DEL FABBISOGNO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	$Q_{W,res}$	[kWh]

3.2 DETTAGLI DEL CALCOLO DELLA FRAZIONE SOLARE

Climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
$Q_{H,gn,out}$	9 481,80	9 671,35	6 529,53									8 783,99	34 466,70
$Q_{W,gn,out}$	223,93	202,00	225,03	318,84	329,47	318,84	329,47	329,47	318,84	329,47	318,84	224,12	3 468,32
$Q_{gn,out}$	9 705,72	9 873,35	6 754,56	318,84	329,47	318,84	329,47	329,47	318,84	329,47	318,84	9 008,12	37 935,00
P_H	0,98	0,98	0,97									0,98	0,92
P_W	0,02	0,02	0,03	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,02	0,08
ΔT_H	88,25	89,15	87,45	92,90	83,16	74,57	67,61	68,08	74,11	83,39	91,05	87,55	
X_H	0,43	0,38	0,61									0,46	
Y_H	0,07	0,08	0,21									0,06	
ΔT_W	88,25	89,15	87,45	92,90	83,16	74,57	67,61	68,08	74,11	83,39	91,05	87,55	
X_W	0,49	0,44	0,69	13,26	11,87	10,65	9,65	9,72	10,58	11,90	13,00	0,52	
Y_W	0,07	0,08	0,21	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,40	0,06	
$Q_{H,so,out}$	438,31	537,72	1 084,13									241,72	2 301,87
$Q_{W,so,out}$	9,47	10,46	36,21	292,40	311,20	310,72	329,47	329,47	311,29	310,96	259,67	5,29	2 516,60

LEGENDA (CLIMATIZZAZIONE INVERNALE E PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FABBISOGNO APPLICATO ALL'IMPIANTO SOLARE TERMICO PER IL SERVIZIO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	$Q_{H,gn,out}$	[kWh]
FABBISOGNO APPLICATO ALL'IMPIANTO SOLARE TERMICO PER IL SERVIZIO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	$Q_{W,gn,out}$	[kWh]
FABBISOGNO APPLICATO ALL'IMPIANTO SOLARE TERMICO	$Q_{gn,out}$	[kWh]
RAPPORTO TRA IL FABBISOGNO DOVUTO AL RISCALDAMENTO ED IL FABBISOGNO TOTALE	P_H	[-]
RAPPORTO TRA IL FABBISOGNO DOVUTO PER ACQUA CALDA SANITARIA ED IL FABBISOGNO TOTALE	P_W	[-]
DIFFERENZA DI TEMPERATURA DI RIFERIMENTO PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	ΔT_H	[°C]
FATTORE ADIMENSIONALE PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	X_H	[-]
FATTORE ADIMENSIONALE PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	Y_H	[-]
DIFFERENZA DI TEMPERATURA DI RIFERIMENTO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	ΔT_W	[°C]
FATTORE ADIMENSIONALE PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	X_W	[-]
FATTORE ADIMENSIONALE PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	Y_W	[-]
ENERGIA SOLARE PRODOTTA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	$Q_{H,so,out}$	[kWh]
ENERGIA SOLARE PRODOTTA PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	$Q_{W,so,out}$	[kWh]

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

INDICE

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO
1	DATI DI PROGETTO
1.1	Norme di riferimento
2	LEGENDE
2.1	Legenda simboli
2.2	Legenda pedici vettori energetici
3	DATI DI PROGETTO
3.1	Località (UNI 10349)
4	DATI DELL'IMPIANTO
4.1	Dati generali
4.2	Dati dei vettori energetici
4.3	DATI DEI SINGOLI GENERATORI PARZIALI
4.3.1	Generatore parziale
5	CALCOLO ENERGETICO
5.1	Calcolo dell'energia elettrica prodotta dal singolo generatore parziale
5.2	Calcolo dell'energia elettrica prodotta dall'intero impianto fotovoltaico
5.3	Calcolo dell'energia elettrica prodotta dall'intero impianto fotovoltaico ed utilizzata dall'edificio
5.4	FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA
5.4.1	Fabbisogni di energia primaria per vettore energetico e totale
5.5	Rendimento dell'impianto fotovoltaico
5.6	Emissioni di CO2
5.6.1	Emissioni di CO2 per vettore energetico e totale
5.7	Dati mensili ed annuali del generatore

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO

Solare fotovoltaico

1 DATI DI PROGETTO

1.1 NORME DI RIFERIMENTO

DESCRIZIONE	NORMA
<ul style="list-style-type: none">Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici	UNI 10349
<ul style="list-style-type: none">Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per il riscaldamento di ambienti e la preparazione di acqua calda sanitaria	UNI/TS 11300-4
<ul style="list-style-type: none">Prestazioni energetiche degli edifici – Calcolo dell’energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili	UNI/TS 11300-5
<ul style="list-style-type: none">Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Parte 1: Valutazione dell’energia raggiante ricevuta	UNI/TR 11328-1
<ul style="list-style-type: none">Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell’impianto – Parte 4-6: Sistemi di generazione del calore, sistemi fotovoltaici	UNI EN 15316-4-6

2 LEGENDE

2.1 Legenda simboli

SIMBOLO / FORMULA	U.M.	DESCRIZIONE
z	[m]	Altitudine s.l.m
φ	[°]	Latitudine
δ	[°]	Gradiente verticale di temperatura
$\theta_{e,avg}$	[°C]	Temperatura giornaliera media mensile dell'aria esterna
H_h	[MJ/m ²]	Irradiazione solare giornaliera media mensile sul piano orizzontale
ρ	-	Riflettanza delle superfici
$W_{pv,tot}$	[kW _p]	Potenza di picco complessiva dell'impianto
f_p	-	Fattore di conversione in energia primaria
k_{em}	[kgCO ₂ /kWh]	Fattore di emissione per la CO ₂
$A_{pv,sm}$	[m ²]	Area del singolo modulo fotovoltaico, al netto del telaio
K_{pv}	[kW _p /m ²]	Fattore di potenza di picco
$W_{pv,sm}$	[kW _p]	Potenza di picco del singolo modulo
n_m	-	Numero complessivo di moduli del singolo generatore parziale
$W_{pv,gp}$	[kW _p]	Potenza di picco del singolo generatore parziale
f_{pv}	-	Fattore di efficienza
β	[°]	Angolo che il modulo forma con il piano orizzontale
γ	[°]	Angolo di azimuth del modulo: angolo formato dalla normale al piano del collettore e dal piano meridiano del luogo
E_{pv}	[kWh/m ²]	Irradiazione solare mensile incidente sull'impianto fotovoltaico
N	-	Numero progressivo del giorno medio del mese
δ	°	Angolo di declinazione del sole
T, U, V, T_h, U_h	-	Funzioni intermedie di calcolo
ω_s	°	Angolo orario del tramonto astronomico
H_o	[MJ/m ²]	Irradiazione extra atmosferica orizzontale giornaliera
K_T	-	Indice di soleggiamento reale
ω_1'	°	Angolo orario del comparire del sole
ω_1''	°	Angolo orario dello scomparire del sole
ω_2'	°	Angolo orario del comparire del sole
ω_2''	°	Angolo orario dello scomparire del sole
\bar{H}_{bh}	[W/m ²]	Irradiazione giornaliera diretta sul piano orizzontale. Valore medio mensile.
G_o	[W/m ²]	Costante solare, pari a 1.367 W/m ² (valore più recente fornito dal Duffie Beckman 3a edizione 2006, aggiornato rispetto al precedente valore di 1.353 W/m ² di cui al UNI/TR 11328:2009, tratto quest'ultimo da UNI 8477-1:1983)

\bar{H}_b	[W/m ²]	Irradiazione giornaliera diretta sul piano dei moduli. Valore medio mensile.
\bar{R}_b	-	Rapporto tra irradiazione giornaliera diretta sul piano dei moduli e sul piano orizzontale. Valore medio mensile.
\bar{R}	-	Rapporto tra irradiazione giornaliera totale (diretta+diffusa+riflessa) sulla superficie dei moduli e sul piano orizzontale. Valore medio mensile.
\bar{H}	[MJ/m ²]	Irradiazione giornaliera totale (diretta+diffusa+riflessa) sulla superficie dei collettori. Valore medio mensile.
$E_{pv,gp}$	[kWh/m ²]	Irradiazione solare mensile incidente sul singolo generatore parziale dell'impianto fotovoltaico
$E_{el,pv,out,gp}$	[kWh]	Energia elettrica prodotta dal singolo generatore parziale
$E_{el,pv,out}$	[kWh]	Energia elettrica prodotta dall'intero impianto fotovoltaico, somma di quella prodotta dai singoli generatori parziali presenti
$Q_{el,del,qa}$	[kWh]	Energia elettrica fornita all'edificio, limitatamente alla quota abbattibile con la produzione fotovoltaica, secondo i vincoli previsti da UNI/TS 11300-4. In base a tali vincoli, essa coincide con la somma del fabbisogno di energia elettrica di pompe di calore per climatizzazione e produzione di a.c.s., degli ausiliari degli impianti di produzione di energia dell'edificio e di illuminazione dell'edificio, nel caso di destinazioni non residenziali.
$Q_{el,exp} \equiv Q_{en,el,prod,gn,i}$	[kWh]	Energia elettrica autoprodotta ed utilizzata dall'edificio, secondo i vincoli previsti da UNI/TS 11300-4. Per valutazioni A1 ed A2, essa non può essere superiore alla $Q_{el,del,qa}$. Essa coincide con la $Q_{en,el,prod,gn,i}$ riportata nella relazione tecnica della centrale cui appartiene il generatore fotovoltaico, dove gn,i è il pedice che lo identifica.
Q_{sol}	[kWh]	Energia solare immessa nel sottosistema di generazione solare fotovoltaico
Q_p	[kWh]	Fabbisogno di energia primaria
η	-	Rendimento dell'impianto fotovoltaico
M_{net,CO_2}	[kg]	Produzione netta di CO ₂

2.2 Legenda pedici vettori energetici

PEDICE	DENOMINAZIONE VETTORE ENERGETICO
en,sol	Energia solare
en,el	Energia elettrica

3 DATI DI PROGETTO

3.1 Località (UNI 10349)

DATI GEOGRAFICI				
		Alt.	Lat.	Grad
		[m.s.l.]	[Deg]	[°C/m]
Comune	Lipari	44,00	38,47	0,007
Località di riferimento				

DATI CLIMATICI ED AMBIENTALI													
DESCRIZIONE	U.M	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura media mensile Ta	[°C]	11,75	10,85	12,55	15,25	19,45	23,15	26,15	25,95	23,35	19,35	16,05	12,45
Irradiazione media mensile H	[MJ/m ²]	7,40	8,70	13,50	17,00	23,70	25,30	25,10	22,50	15,30	11,90	8,10	5,50
Riflettività mensile del terreno circostante	-	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

4 DATI DELL'IMPIANTO

4.1 Dati generali

Numero di generatori parziali:	[-]	1
Potenza di picco complessiva $W_{pv,tot}$	[kW _p]	19,80

4.2 Dati dei vettori energetici

Vettore energetico	f_p	k_{em}
	-	[kgCO ₂ /kWh]
Energia elettrica	2,1740	0,4332
Energia solare		

4.3 DATI DEI SINGOLI GENERATORI PARZIALI

4.3.1 Generatore parziale

DATI DEI MODULI FOTOVOLTAICI											
Costruttore	Modello	Tipo di modulo	$A_{pv,sm}$	K_{pv}	$W_{pv,sm}$	Tipo di integrazione	f_{pv}	n_m	$W_{pv,gp}$	$\beta(^{\circ})$	$\gamma(^{\circ})$
-	-	-	[m ²]	[kW _p /m ²]	[kW _p]	-	-	-	[kW _p]	[^o]	[^o]
		Pannello policristallino	1,70	0,130	0,30	Moduli moderatamente ventilati	0,8	66	19,8		

(*) $\beta > 0$ per inclinazione dal piano orizzontale verso l'alto - per $\beta = 0^{\circ}$ → collettore sul piano orizzontale

(**) per $\gamma = -90$ → collettore verso E; per $\gamma = 90$ → collettore verso O

5 CALCOLO ENERGETICO

5.1 Calcolo dell'energia elettrica prodotta dal singolo generatore parziale

ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DAL SINGOLO GP [kWh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
$E_{el,pv,out,gp}$	946,3	1004,9	1726,3	2103,8	3030,6	3130,9	3209,7	2877,2	1893,4	1521,7	1002,4	703,3	23150

5.2 Calcolo dell'energia elettrica prodotta dall'intero impianto fotovoltaico

ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DALL'IMPIANTO [kWh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
$E_{el,pv,out}$	946,3	1004,9	1726,3	2103,8	3030,6	3130,9	3209,7	2877,2	1893,4	1521,7	1002,4	703,3	23150

5.3 Calcolo dell'energia elettrica prodotta dall'intero impianto fotovoltaico ed utilizzata dall'edificio

ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DALL'IMPIANTO ED UTILIZZATA DALL'EDIFICIO [kWh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
$Q_{el,del,ga}$													
$Q_{el,exp} \equiv$													
$Q_{en,el,prod,gn,i}$	946,3	1004,9	1726,3	2103,8	3012,9	2917,2	3004,7	2877,2	1893,4	1521,7	1002,4	703,3	22714

5.4 FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA

5.4.1 Fabbisogni di energia primaria per vettore energetico e totale

ENERGIA ELETTRICA [kWh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
$Q_{p, en, el}$	2 057,2	2 184,5	3 753,0	4 573,6	6 588,6	6 806,5	6 977,8	6 255,0	4 116,2	3 308,2	2 179,2	1 529,0	50 329

ENERGIA SOLARE [kwh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Q_{sol}	7 149,6	7 592,2	13 043,3	15 895,0	22 898,2	23 655,5	24 250,8	21 738,8	14 305,5	11 497,4	7 573,5	5 313,9	174 914
$Q_{p, en, sol}$													

ENERGIA TOTALE [kwh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Q_p	-1 845,2	-1 959,5	-3 366,3	-4 102,3	-5 909,8	-6 105,2	-6 258,8	-5 610,5	-3 692,1	-2 967,3	-1 954,6	-1 371,5	-45 143

5.5 Rendimento dell'impianto fotovoltaico

RENDIMENTO DELL'IMPIANTO [-]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
η	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

5.6 Emissioni di CO2

5.6.1 Emissioni di CO2 per vettore energetico e totale

ENERGIA ELETTRICA [kg]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
M _{net} CO _{2, en, el}	410	435	748	911	1 313	1 356	1 390	1 246	820	659	434	305	10 029

ENERGIA SOLARE [kg]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
M _{net} CO _{2, en, sol}													

ENERGIA TOTALE [kg]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
M _{net} CO ₂	-410	-435	-748	-911	-1 313	-1 356	-1 390	-1 246	-820	-659	-434	-305	-10 029

5.7 Dati mensili ed annuali del generatore

Mese	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico [kWh]	946,3	1 004,9	1 726,3	2 103,8	3 030,6	3 130,9	3 209,7	2 877,2	1 893,4	1 521,7	1 002,4	703,3	23 150
Energia elettrica fornita per ausiliari [kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energia elettrica utilizzata dall'edificio [kWh]	5 503,8	5 230,1	4 514,4	2 916,2	3 012,9	2 917,2	3 004,7	3 010,0	2 921,4	3 036,9	2 974,7	5 354,8	44 397
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico ed utilizzata dall'edificio [kWh]	946,3	1 004,9	1 726,3	2 103,8	3 012,9	2 917,2	3 004,7	2 877,2	1 893,4	1 521,7	1 002,4	703,3	22 713,9
Energia elettrica in eccesso rispetto ai fabbisogni [kWh]					17,8	213,7	205,0						436,5
Rendimento [-] (*)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Emissioni di CO ₂ [kg CO ₂]	-409,9	-435,3	-747,8	-911,3	-1 312,9	-1 356,3	-1 390,4	-1 246,4	-820,2	-659,2	-434,2	-304,7	-10 029
Quota rinnovabili [kWh]	946,3	1 004,9	1 726,3	2 103,8	3 012,9	2 917,2	3 004,7	2 877,2	1 893,4	1 521,7	1 002,4	703,3	22 713,9

(*) Per il generatore fotovoltaico ci si riferisce al rendimento elettrico complessivo dell'impianto

Mese	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Progetto fotovoltaico: Nuovo impianto fotovoltaico													
Q _{El,pv} [kWh]	946,3	1 004,9	1 726,3	2 103,8	3 030,6	3 130,9	3 209,7	2 877,2	1 893,4	1 521,7	1 002,4	703,3	23 150

Centrale Termica: Centrale Termica														
Servizio: Riscaldamento	r _{el,PV} [-]	0,431	0,465	0,322									0,413	
	Q _{el} [kWh]	2 372,40	2 431,56	1 451,79									2 212,47	8 468,21
	Q _{el,used} [kWh]	407,89	467,17	555,16									290,59	1 720,81
	Q _{el,del,gross} [kWh]	1 964,51	1 964,39	896,62									1 921,88	6 747,40
	Q _{el,surplus} [kWh]													
	Q _{el,rdel,an} [kWh]													
	Q _{el,exp,an} [kWh]													
Servizio: Raffrescamento	r _{el,PV} [-]													
	Q _{el} [kWh]													
	Q _{el,used} [kWh]													
	Q _{el,del,gross} [kWh]													
	Q _{el,surplus} [kWh]													
	Q _{el,rdel,an} [kWh]													
	Q _{el,exp,an} [kWh]													
Servizio: Acqua calda sanitaria	r _{el,PV} [-]	0,015	0,014	0,016	0,012	0,014	0,014	0,013	0,012	0,009	0,009	0,012	0,015	
	Q _{el} [kWh]	80,67	72,45	71,44	35,94	43,56	40,44	38,56	35,39	26,52	26,28	34,74	81,93	587,94
	Q _{el,used} [kWh]	13,87	13,92	27,32	25,93	43,56	40,44	38,56	33,83	17,19	13,17	11,71	10,76	290,26
	Q _{el,del,gross} [kWh]	66,80	58,53	44,12	10,01				1,56	9,33	13,11	23,04	71,17	297,68
	Q _{el,surplus} [kWh]					0,26	2,96	2,63						5,85
	Q _{el,rdel,an} [kWh]													5,85
	Q _{el,exp,an} [kWh]													
Servizio: Ventilazione meccanica	r _{el,PV} [-]	0,221	0,210	0,269	0,403	0,403	0,403	0,404	0,404	0,403	0,400	0,395	0,227	
	Q _{el} [kWh]													
	Q _{el,used} [kWh]													
	Q _{el,del,gross} [kWh]													
	Q _{el,surplus} [kWh]													
	Q _{el,rdel,an} [kWh]													
	Q _{el,exp,an} [kWh]													
Servizio: Illuminazione	r _{el,PV} [-]	0,303	0,283	0,356	0,529	0,527	0,528	0,527	0,529	0,533	0,536	0,539	0,313	
	Q _{el} [kWh]	1 668,81	1 477,95	1 609,25	1 542,95	1 587,39	1 539,39	1 584,20	1 592,64	1 557,54	1 628,68	1 602,59	1 678,50	19 069,90
	Q _{el,used} [kWh]													
	Q _{el,del,gross} [kWh]													
	Q _{el,surplus} [kWh]													
	Q _{el,rdel,an} [kWh]													
	Q _{el,exp,an} [kWh]													

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FATTORE DI RIPARTIZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA PER OGNI SERVIZIO DELLE CENTRALI TERMICHE SERVITE	$r_{el,PV}$	[-]
ENERGIA ELETTRICA COMPLESSIVAMENTE ASSORBITA DALLA CENTRALE TERMICA PER LO SPECIFICO SERVIZIO	Q_{el}	[kWh]
ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DA FOTOVOLTAICO ED UTILIZZATA PER LO SPECIFICO SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMICA	$Q_{el,uesd}$	[kWh]
ENERGIA ELETTRICA IMPORTATA DALLA RETE ELETTRICA ED UTILIZZATA PER LO SPECIFICO SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMICA	$Q_{el,del,gross}$	[kWh]
ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA IN ECCESSO E CONSEGNA TA ALLA RETE ELETTRICA RIFERITA ALLO SPECIFICO SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMICA	$Q_{el,surplus}$	[kWh]
ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA IN ECCESSO E CONSEGNA TA ALLA RETE ELETTRICA E REIMPORTATA RIFERITA ALLO SPECIFICO SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMICA	$Q_{el,rdel,an}$	[kWh]
ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA IN ECCESSO E NON REIMPORTATA RIFERITA ALLO SPECIFICO SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMICA	$Q_{el,exp,an}$	[kWh]