COMUNE DI CASTEL SAN GIORGIO
provincia di Salerno

Unione Europea

POR CAMPANIA FESR 2014-2020

REGIONE CAMPANIA

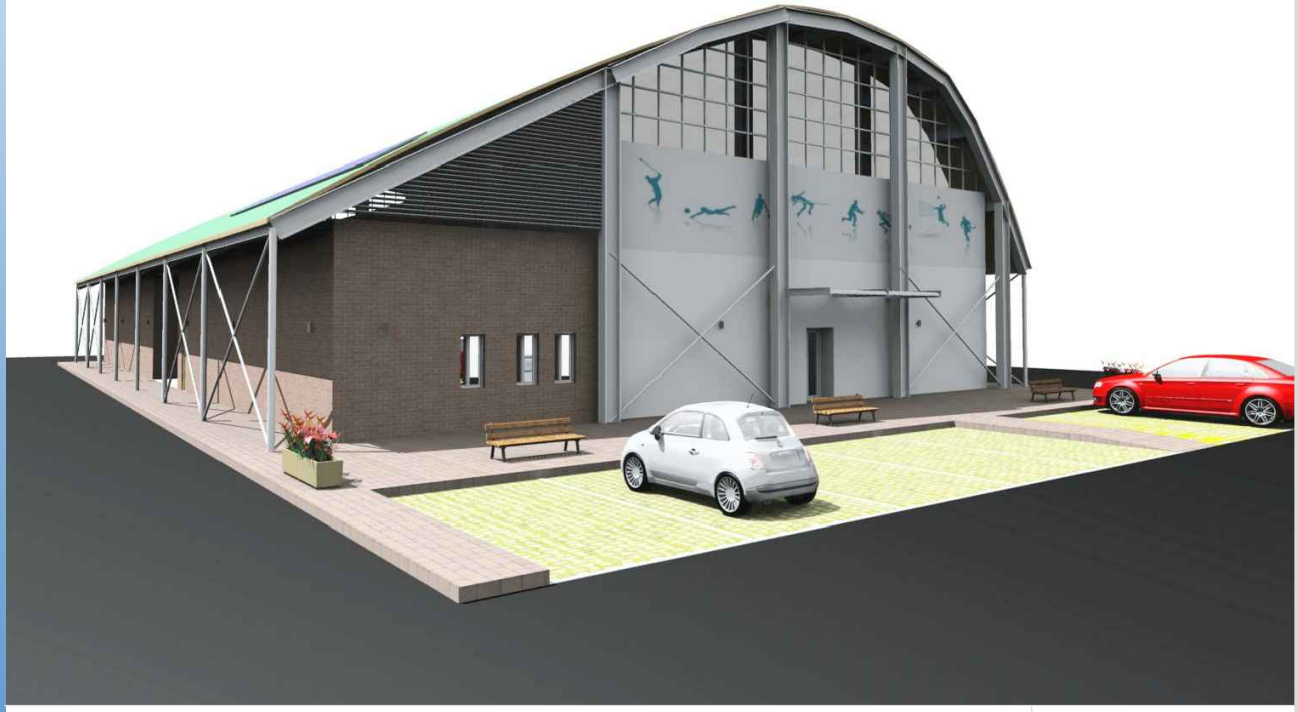
PROGETTO ESECUTIVO

decreto legislativo n. 50/2016

INTERVENTO DI SOSTITUZIONE EDILIZIA DI UNA PALESTRA SITA IN VIA G. DELLA MONICA

Piano triennale di edilizia scolastica (P.T.E.S.) della Regione Campania 2018-2020

Sindaco: Avv. Paola Lanzara
Ass. lavori pubblici: Franco Longanella
Ass. edilizia scolastica: Arch. Mena Pascariello



elaborato

RELAZIONE IMPIANTO SOLARE TERMICO

36

scala

1:A

data

Giugno 2018

Progettazione

Ing. Paolo Sorrentino

Verifica e validazione

IL R.U.P.
Arch. j. Carmine Russo

Piazza A. Amabile, 1
C.A.P. 84083
Castel San Giorgio (SA)
C.F. 80021560653
P.Iva 00264860651
Tel. 081 5163211
Fax. 081 5161900

REALIZZAZIONE IMPIANTO SOLARE TERMICO

Impianto per produzione di acqua calda ad uso sanitario

1 DATI GENERALI

Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto	**SOLARE TERMICO PALESTRA**
Indirizzo	**VIA G. DELLA MONICA**
CAP - Comune	**84083 Castel San Giorgio (SA)**

Committente

Ragione Sociale	**Comune di CASTEL SAN GIORGIO**
Indirizzo	**P.zza A. Amabile**
CAP - Comune	**84083 Castel San Giorgio (SA)**

Tecnico

Ragione Sociale	**SORRENTINO & FRASCI**
Nome Cognome	**Ing. PAOLO SORRENTINO**
Qualifica	**Ingegnere**
CAP - Comune	**84083 Castel San Giorgio (SA)**

2 PREMESSA

2.1 Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "SOLARE TERMICO PALESTRA", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia senza emissioni di sostanze inquinanti.

2.2 Emissioni

Considerando l'energia annua fornita dall'impianto, 7.007,7 kWh, valgono le considerazioni successive.

2.2.1 Attenzione per l'ambiente

L'impianto solare consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e che contribuiscono all'effetto serra.

2.2.2

2.2.3 Risparmio di combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il TEP. I risparmi sul combustibile sono conteggiati in base al fattore di conversione dei MWh in TEP che è 0.073 TEP/MWh.

Risparmio sul combustibile

Risparmio di combustibile in TEP	
TEP risparmiate in un anno	0.51
TEP risparmiate in 20 anni	10.24

Fonte dei dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

2.3 Normativa di riferimento

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

- Legge 09/01/91, n. 10, "Norma per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- D.P.R. 26/08/93, n. 412, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10".
- D. Lgs. 29/12/03, n. 387: attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- D. Lgs. 19/08/05, n. 192: attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D. Lgs. 29/12/06, n. 311: disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 03/03/11 n. 28, "Attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE".
- Decreto 28/12/12, Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di effi cienza energetica di piccole dimensioni.
- Decreto interministeriale 16 febbraio 2016, aggiornamento delle discipline per l'innovazione dei piccoli interventi di incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili cui al DM 28 dicembre 2012.
- Piani Energetici Comunali e Regionali.
- UNI 8211:1981 - Impianti di riscaldamento ad energia solare – Terminologia, funzioni, requisiti e parametri per l'integrazione negli edifici.
- UNI 10349-1:2016 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici. Parte 1: 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 10349-2:2016 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici. Parte 2: Dati di progetto.
  UNI 10349-3:2016 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici. Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici.
- UNI EN ISO 9488:2001 - Energia solare – Vocabolario.
- UNI EN 12976-1:2006 - Impianti solari termici e loro componenti. Impianti prefabbricati. Parte 1: Requisiti generali.
- UNI EN 12976-2:2006 - Impianti solari termici e loro componenti. Impianti prefabbricati. Parte 2: Metodi di prova.
- UNI/TS 11300-2:2014, Prestazioni energetiche degli edifici. 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 11300-4:2016 - Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 4: utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- UNI EN 15316-4-3:2008 - Impianti di riscaldamento degli edifici. Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto. Parte 4-3: Sistemi di generazione del calore, sistemi solari termici.
- UNI EN 12975-1:2011 - Impianti solari termici e loro componenti. Collettori solari. Parte 1: Requisiti generali.
- UNI EN 12977-1:2012 - Impianti solari termici e loro componenti. Impianti assemblati su specifica. Parte 1: Requisiti generali per collettori solari ad acqua e sistemi combinati.
- UNI EN 12977-2:2012 - Impianti solari termici e loro componenti. Impianti assemblati su specifica.

Parte 2: Metodi di prova per collettori solari ad acqua e sistemi combinati.
- UNI EN 12977-3:2012 - Impianti solari termici e loro componenti. Impianti assemblati su specifica. Parte 3: Caratterizzazione delle prestazioni dei serbatoi di stoccaggio acqua per impianti di riscaldamento solare.
- UNI EN ISO 9806:2014 - Energia solare. Collettori solari termici. Metodi di prova.
- D.Lgs. 81/2008 (Testo Unico Sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.M. 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

3 SITO DI INSTALLAZIONE

3.1 Premessa

Il dimensionamento dell'impianto è stato effettuato, come di seguito descritto, tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo).

3.2 Disponibilità della fonte solare

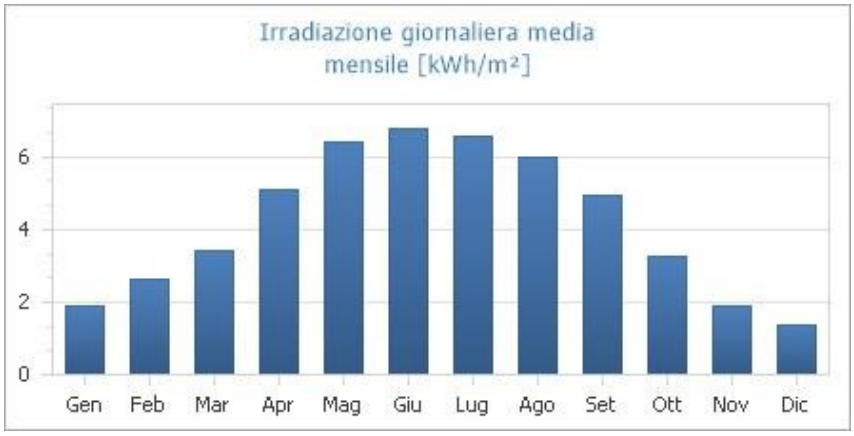
3.2.1 Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di CASTEL SAN GIORGIO (SA) avente latitudine 40°.7814 N, longitudine 14°.6983 E e altitudine di 90 m s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.89	2.64	3.39	5.11	6.39	6.78	6.56	6.00	4.92	3.25	1.89	1.36



Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m² - Fonte dei dati: UNI 10349:2016

3.3 Dati climatici

Temperatura media mensile [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
10.2	9.2	11.5	14.9	18.5	22.5	24.9	25.4	21.6	17.2	12.0	10.4

Umidità relativa media mensile [%]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
76.6	73.8	83.4	73.0	77.2	71.7	71.1	66.9	71.2	72.4	72.9	75.8

Velocità vento media mensile [m/s]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

3.4 Fattori morfologici e ambientali

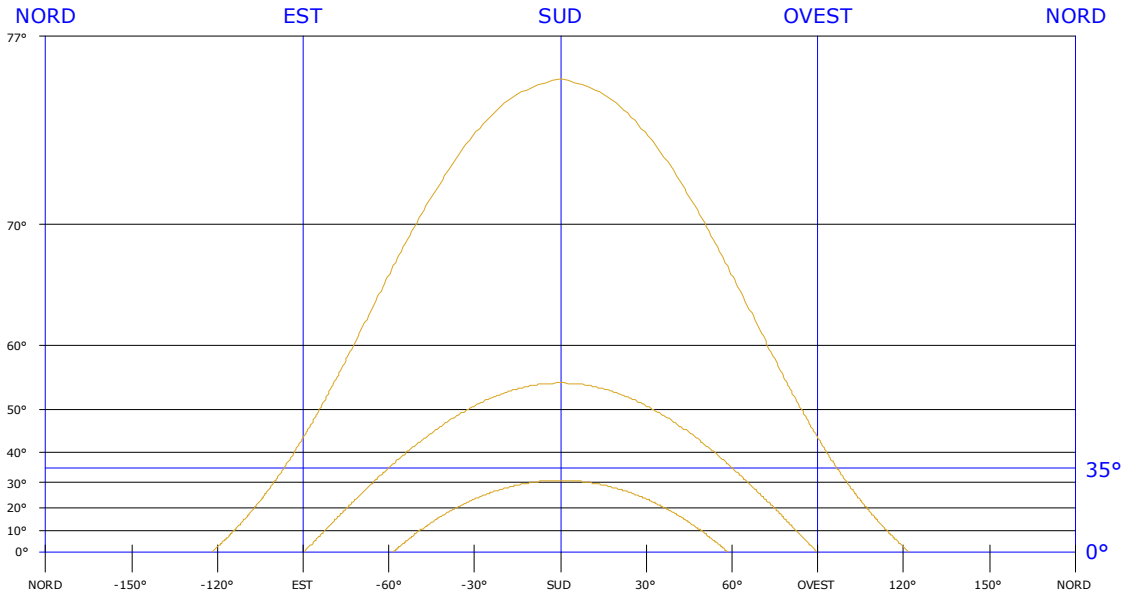
3.4.1 Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a: **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di CASTEL SAN GIORGIO:

DIAGRAMMA SOLARE



3.4.2 Albedo

Inoltre, per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono individuati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477:

Valori di albedo medio mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

L'Albedo medio annuo è: **0.20**

4 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

4.1 Procedura di calcolo

4.1.1 Criterio generale di progetto

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto solare termico è quello di ottimizzare il rapporto fra costi di realizzazione ed energia prodotta, tenendo conto dei dati relativi a:

- fabbisogni dell'utente;
- orientamento e inclinazione delle superfici;
- condizioni climatiche;
- globalità del progetto.

Nella generalità dei casi, l'impianto è esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita l'impianto stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Poiché i collettori solari termici variano molto in termini di costo e di prestazioni, ed essendo l'energia solare una fonte aleatoria, i collettori sono realisticamente considerati integrativi rispetto alle tecnologie tradizionali, ovvero forniscono direttamente solo una parte dell'energia necessaria all'utenza, quella percentuale che prende il nome di percentuale di copertura del fabbisogno energetico annuo.

Aumentando la percentuale di copertura, il costo dell'impianto cresce, mentre l'energia prodotta aumenta meno rapidamente: per questo motivo occorre bilanciare attentamente i costi da sostenere e l'energia prodotta e un impianto solare termico difficilmente sarà progettato per soddisfare il 100 % del fabbisogno energetico.

4.2 Fabbisogno ACS

L'impianto è utilizzato per la produzione di acqua calda ad uso sanitario; di seguito sono descritti i fabbisogni dell'utenza presi a riferimento per i calcoli delle componenti dell'impianto.

Temperatura acqua di rete [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
14.4	14.3	14.0	14.8	16.0	17.2	18.6	19.5	19.6	18.3	16.8	14.9

Fabbisogno (Manuale)	
Temperatura di utilizzo ACS	**40 °C**

Fabbisogno giornaliero medio annuo: **1 000.0 [l]**

Energia mensile [kWh]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
922.8	836.7	937.2	879.1	865.1	795.3	771.4	738.9	711.6	782.2	809.3	904.8

4.3 Impianto

4.3.1 Descrizione

L'impianto, denominato "SOLARE TERMICO PALESTRA", è utilizzato per produzione di acqua calda ad uso sanitario.

E' composto da 6 collettori KLOBEN, mod. SKY 8 CPC 658, un serbatoio CORDIVARI, mod. VASO INERZ. WC VT 300 da 300 l.

4.3.2 Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali dell'impianto	
Identificativo dell'impianto	**SOLARE TERMICO PALESTRA**
Indirizzo	**VIA G. DELLA MONICA**
CAP - Comune - Provincia	**84083 CASTEL SAN GIORGIO (SA)**
Latitudine	**40°.7814 N**
Longitudine	**14°.6983 E**
Altitudine	**90 m**
Superfici	
Numero superfici disponibili	**1**
Estensione totale disponibile	**20.75 m²**
Superficie collettori	**4.76 m²**
Posizionamento dei collettori sulle superfici	**Complanare**
Caratteristiche impianto	
Numero collettori	**2**
Num. collettori x num. stringhe	**1 x 2**
Numero serbatoi	**1**
Volume di accumulo totale	**300 l**
Volume di accumulo specifico	**50 l/m²**
Posizionamento e irradiazione sul piano dei collettori	
Orientazione dei collettori (Azimut)	**0°**
Inclinazione dei collettori (Tilt)	**25°**
Irradiazione solare annua	**1 687.38 kWh/m²**
Totali	
Irradiazione annua totale	**14 781.42 kWh**
Fabbisogno energetico annuo	**9 954.4 kWh**
Energia fornita annua	**7 007.7 kWh**
Efficienza dell'impianto	**47.4 %**
Copertura del fabbisogno	**70.4 %**

Il periodo di utilizzo dell'impianto (in giorni) è riportato nella tabella successiva:

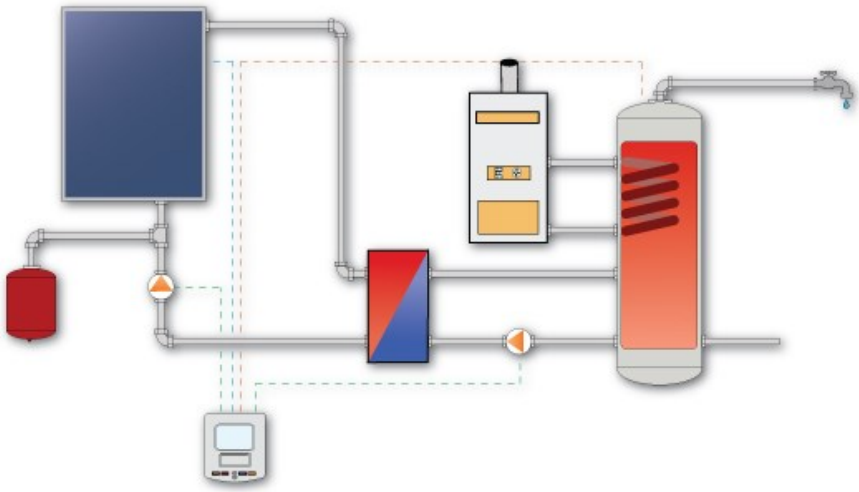
Giorni di utilizzo

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot. annuo
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

Specifiche degli altri componenti dell'impianto *SOLARE TERMICO SCUOLA MEDIA*

4.3.3 Schema dell'impianto

Produzione ACS

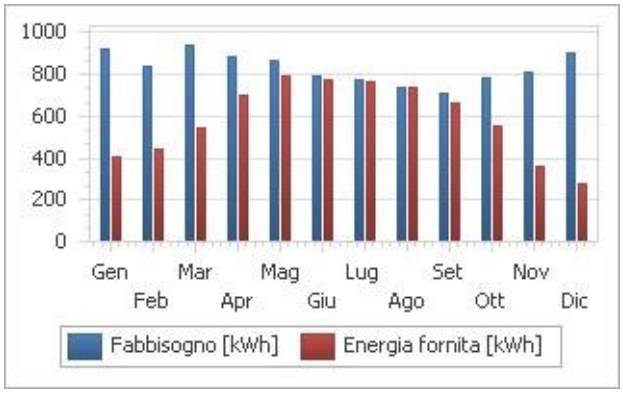


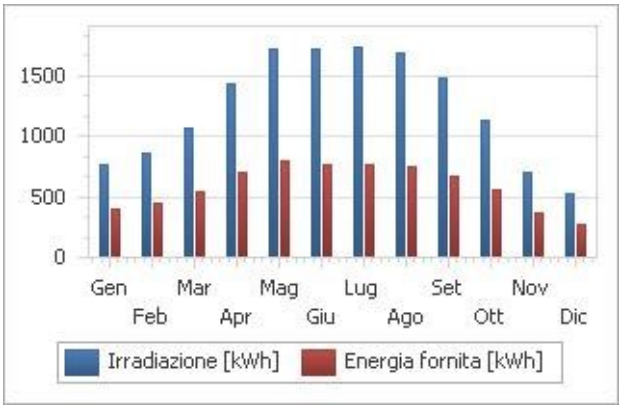
Impianto per produzione di acqua calda ad uso sanitario

4.3.4 Risultati

Mese	Irradiazione [kWh]	Fabbisogno [kWh]	Energia Fornita [kWh]	Copertura [%]	Efficienza [%]
Gennaio	763.08	922.8	401.4	43.5	52.6
Febbraio	851.12	836.7	441.8	52.8	51.9
Marzo	1 059.08	937.2	546.4	58.3	51.6
Aprile	1 432.26	879.1	695.4	79.1	48.6
Maggio	1 718.97	865.1	793.3	91.7	46.1
Giugno	1 708.20	795.3	769.9	96.8	45.1
Luglio	1 732.55	771.4	767.5	99.5	44.3
Agosto	1 689.10	738.9	738.9	100.0	43.7
Settembre	1 482.19	711.6	666.1	93.6	44.9
Ottobre	1 121.54	782.2	550.7	70.4	49.1
Novembre	693.79	809.3	358.5	44.3	51.7

Dicembre	529.54	904.8	277.8	30.7	52.5
Totale	**14 781.42**	**9 954.4**	**7 007.7**	**70.4**	**47.4**





5 SPECIFICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

5.1.1 Collettore

Dati Generali	
Codice	**C.0146**
Marca	**KLOBEN**
Modello	**SKY 8 CPC 658**
Tipo	**A tubi**
Prezzo	**€ 0.00**
Caratteristiche meccaniche	
Lunghezza	**1603 mm**
Larghezza	**910 mm**
Spessore	**140 mm**
Peso	**29 kg**
Superficie totale	**1.46 m²**
Superficie apertura	**1.27 m²**
Superficie assorbitore	**1.27 m²**
Altre caratteristiche meccaniche	
Portata minima	**0.0 l/h**
Portata nominale	**40.0 l/h**
Portata massima	**0.0 l/h**
Contenuto di liquido	**1.1 l**

Massima Pressione	**6 bar**
Percentuale Glicole	**0.0 %**
Temperatura di stagnazione	**200.0 °C**
Caratteristiche energetiche	
Eta0	**0.718**
a1	**0.974 W/m²K**
a2	**0.0050 W/m²K²**
K1 [50°]	**0.000**
K2 [50°]	**0.000**
Tipo di vetro	**---**
Certificazioni - Garanzie - Note	
Certificazione	

5.1.2 Fluido termovettore

Dati Generali	
Percentuale glicole	**30.0 %**
Calore specifico glicole	**2 510.0 J/(kg K)**
Temperatura di congelamento	**-15.0 °C**
Calore specifico fluido	**3 683.2 J/(kg K)**

5.1.3 Dati Tubazioni

Dati Generali	
Lunghezza tubi in ingresso	**10.0 m**
Lunghezza tubi in uscita	**10.0 m**
Diametro esterno tubi	**20.0 mm**
Spessore isolamento	**20.00 mm**
Conducibilità termica isolamento	**0.040 W/(m K)**
Portata	**27.4 l/(h m²)**

5.1.4 Scambiatore di calore

Dati Generali	
Efficienza	**90.0 %**

5.1.5 Centralina

Dati Generali	
Prezzo	**€ 0.00**

5.1.6 Vaso di espansione

Dati Generali	
Volume	**0.0 l**
Prezzo	**€ 0.00**

5.1.7 Pompa collettori

Dati Generali	
Potenza	**0.00 kW**
Portata	**0.0 m³/h**
Prezzo	**€ 0.00**

5.1.8 Pompa serbatoio

Dati Generali	
Potenza	**0.00 kW**
Portata	**0.0 m³/h**
Prezzo	**€ 0.00**

5.1.9 Serbatoio 1

Dati Generali	
Codice	**S.0453**
Marca	**CORDIVARI**
Modello	**VASO INERZ. WC VT 300**
Prezzo	**€ 0.00**
Caratteristiche meccaniche	
Altezza	**2 498 mm**
Diametro	**1050 mm**
Volume	**1 500 l**

Temperatura massima supportata	**90 °C**
Pressione massima supportata	**8 bar**
Peso	**213 kg**

6 DEFINIZIONI

Acqua calda sanitaria (ACS)

L'acqua normalmente utilizzata per il consumo del bagno e della cucina. Proviene dall'acquedotto e viene riscaldata tramite riscaldatori (scaldabagni, caldaie, ecc.) che utilizzano combustibili tradizionali come gas, gasolio, legna, carbone o energia elettrica prodotta da centrali termoelettriche oppure con energia solare (attraverso impianti solari).

Angolo di inclinazione (o di Tilt)

Angolo che si forma tra il piano orizzontale e la posizione del collettore solare installato.

Angolo di orientazione (o di azimut)

L'angolo di orientazione del piano del collettore solare rispetto al meridiano corrispondente. In pratica, esso misura lo scostamento del piano rispetto all'orientazione verso SUD (per i siti nell'emisfero terrestre settentrionale) o verso NORD (per i siti nell'emisfero meridionale). Valori positivi dell'angolo di azimut indicano un orientamento verso ovest e valori negativi indicano un orientamento verso est (CEI EN 61194).

Circolazione naturale

La movimentazione del fluido nel collettore avviene grazie a moti convettivi spontanei: il fluido termovettore (acqua) circola per convezione naturale sfruttando il principio fisico della dilatazione termica dei fluidi per cui l'acqua sale verso l'alto e riscalda il serbatoio posizionato sopra i collettori solari.

Circolazione forzata

Il fluido termovettore (acqua) circola con l'ausilio di una pompa elettrica controllata da una centralina elettronica. In questo caso l'acqua riscaldata dai collettori solari viene spinta meccanicamente all'interno dei serbatoi che quindi possono trovarsi in qualsiasi locale dell'abitazione.

Copertura

Il solare termico deve essere visto come un sistema integrativo per la produzione di energia termica, a causa dell'aleatorietà della risorsa solare (ad esempio a causa del maltempo). La percentuale di energia termica che si può produrre con il solare termico è quindi una frazione dell'energia totale consumata. Tale percentuale è chiamata fattore di copertura del fabbisogno termico.

Efficienza del collettore solare

L'efficienza di un collettore solare è definita come il rapporto fra la potenza termica utile ceduta al fluido termovettore e la potenza solare incidente. L'efficienza dipende dalle caratteristiche del collettore nonché dalla temperatura media del fluido, dalla temperatura ambiente e dalla radiazione incidente.

Irradiazione

Rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

Irraggiamento solare

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare (CEI EN 60904-3).

Impianto solare termico

Sistema in grado di trasformare l'energia irradiata dal sole in energia termica, ossia calore, che può essere utilizzato negli usi quotidiani, quali ad esempio il riscaldamento dell'acqua per i servizi o il riscaldamento degli ambienti.

Fluido termovettore

Dove non vi è pericolo di gelo si utilizza l'acqua come liquido termovettore all'interno del circuito solare. Nelle zone a rischio di gelo si usa invece una miscela acqua - glicole.

Radiazione solare

Integrale dell'irraggiamento solare (in kWh/m^2), su un periodo di tempo specificato (CEI EN 60904-3).

Scambiatore di calore

A serpentino oppure ad intercapedine. Nei sistemi solari è la superficie attraverso la quale avviene la cessione del calore accumulato dal fluido vettore all'acqua sanitaria.

Serbatoio di accumulo

Serbatoio che raccoglie l'acqua calda e la mantiene fino al suo utilizzo.

Sistemi aperti

Il fluido che circola all'interno del collettore è la stessa acqua che arriva all'utenza.

Sistemi chiusi

Due circuiti separati per il fluido termovettore e l'acqua da scaldare.

Superficie solare lorda

Superficie totale dei collettori solari; da intendersi come definita dalla UNI EN ISO 9488:2001 (misurata considerando le dimensioni esterne del collettore stesso).

TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio)

E' una unità di misura delle fonti di energia: 1 TEP equivale all'energia ottenuta dalla combustione di 1 tonnellata di petrolio, cioè 10.000.000 kCal. Si tratta di una unità di misura convenzionale che consente di esprimere in una unità di misura comune le varie fonti energetiche, tenendo conto del loro diverso potere calorifico.