

# Note sulla produzione di acqua calda sanitaria per via termosolare e confronto con le fonti tradizionali

F. Andreoli, V. Romanello

Atomi per la Pace

Luglio 2015

## Premessa

Questo articolo vuole provare a quantificare analizzandoli nel dettaglio, con le dovute approssimazioni, i costi che una famiglia deve intraprendere nel tempo per poter utilizzare una certa quantità di acqua calda sanitaria (acs) giornaliera, scorporando questi costi per tipo di fonte energetica ed apparecchiature utilizzate nella produzione e/o integrazione civile di acqua calda partendo da un impianto di produzione solare termico commerciale ad accumulo realmente installato ed operativo dal 2010, facendo alla fine le dovute valutazioni e confronti sulla reale situazione di convenienza dell'impianto solare in oggetto.

Verrà simulata la produzione dell'impianto per varie tipologie di inclinazione dei pannelli e varie latitudini di installazione utilizzando i dati di irradiazione solare media del "Grande progetto Solare Termodinamico Enea" riportato a questo link:

<http://www.solaritaly.enea.it/index.php>

Verrà utilizzato il calcolo della radiazione globale giornaliera media mensile (rggmm), al suolo, su superficie inclinata sulla media quinquennale fornita dal sito con modello " ENEA-SOLTER " adottando le stesse specifiche dell'impianto realmente esistente per le varie tipologie di inclinazione e latitudine.

Nello specifico:

- 1) Nord Italia, latitudine di **Monza e Brianza** ( impianto reale e funzionante) – **Lombardia**;
- 2) Centro Italia, latitudine e longitudine della capitale **Roma** – **Lazio**;
- 3) Sud Italia, latitudine e longitudine di **Catania** - **Sicilia**.

Nei calcoli si terrà conto nel costo degli impianti:

- a) della loro installazione, manutenzione, aspettativa di vita ed eventuali riparazioni, ove possibile facendo riferimento a prezzi "*full service*" (tutto compreso) di mercato, tasse ed obblighi di legge dove presenti;
- b) il rendimento della cifra calcolata al punto sopra ipotizzando un rendimento del 3% fisso senza ricapitalizzazione degli interessi per un tempo pari alla durata media della tipologia dell'impianto considerato (mediamente 15 anni);

**c)** il costo reale della fornitura energetica al consumatore (bolletta elettricità, gas, ecc.) calcolando la resa energetica della fonte in KWh e considerando i rendimenti dichiarati dalle schede tecniche delle apparecchiature prese in esame (in caso di più apparecchiature si utilizzerà un rendimento medio ponderato).

Dove non sarà possibile utilizzare documentazione di bollette energetiche (legna o pellet) si utilizzeranno dei prezzi medi di mercato.

Vista la molto probabile esiguità del costo rispetto a quanto si sta valutando, e valutate le molteplici tipologie di installazione non si considererà nello studio:

- a)** il costo dell'acqua potabile;
- b)** eventuali costi di addolcimento e trattamento sanitario delle acque;
- c)** costi energetici di movimentazione acqua (pompe e similari);
- d)** probabili rincari energetici successivi alla data del presente lavoro.

I risultati di seguito riportati hanno carattere puramente informativo ed intendono fornire solo una grossolana analisi comparata dei costi da varie fonti.

Vogliamo rimarcare le innumerevoli variabili dovute alle tipologie di impianto, installazione, costi ed utilizzo personale oltre alle differenti e soggettive abitudini.

In particolare il consumo di acqua calda sanitaria è fluttuante e spesso incostante nel tempo.

Pensate solo alla differenza di consumo a persona tra un giovane ed un anziano, tra un single ed una famiglia magari con figli piccoli, al farsi una doccia rispetto al bagno, a chi mangia spesso fuori o da un parente e chi invece cucina a casa e lava quindi i piatti oppure all'ospitalità fornita ad un amico o un parente per un certo tempo magari lungo, alla nascita di uno o più figli in una famiglia: insomma le variabili sono tante e così difficili da valutare nello specifico che si è scelto di utilizzare dati di impianti commerciali e consumi medi a persona come nei link forniti sopra.

## **Dati utilizzati**

Per calcolare i costi di produzione energetica, verrà assunta una temperatura di acquedotto pari a 10°/15° gradi ed una temperatura media di acqua calda sanitaria di 40°/45° gradi allo scopo di utilizzare nei calcoli un salto termico ponderato di 30° gradi calcolando l'energia necessaria per produrre un litro di acqua calda sanitaria (acs) considerando ovviamente il rendimento dei vari impianti, compreso il solare termodinamico.

Dato che una caloria, pari a **4,1868 W·s** o **0,001163 W·h**, è necessaria per innalzare di un grado la temperatura di un grammo di acqua (semplificando al massimo), per ottenere un salto termico di 30 gradi in un litro di acqua è necessaria una energia pari a **34,89 W·h** o **0,03489 kWh**, valore che utilizzeremo nei successivi calcoli considerando i rispettivi rendimenti degli impianti sotto analisi.

Verrà considerato un utilizzo di acqua calda sanitaria per una famiglia di 4 persone pari a 300 litri giornalieri, valore omnicomprensivo riferito ad un alto confort di utilizzo.

<http://www.nucleosolare.com/soluzioni/riconversione-energetica/112.html>

<http://www.rossatogroup.com/guide/pompe-di-calore/progettazione/110-come-calcolare-il->

Si utilizzerà, rispetto alla radiazione globale giornaliera media mensile (rggmm), un rendimento pannelli e impianto termico solare pari al 50%, vedi specifiche del pannello installato (figura 1).

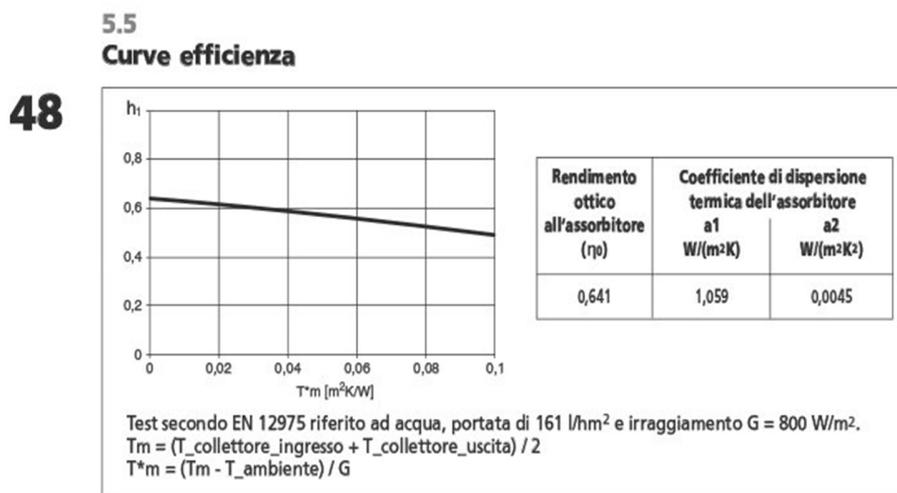


Figura 1 - Rendimento tipico dei pannelli solari piani

**Impianto solare a circolazione forzata** della Revis/Remeha tipo RE-SUN P per 2/4 persone con serbatoio di accumulo da 300 litri per tetto inclinato e tegole piane (figura 2) dal costo, di **4.250,00 €** +iva (installazione esclusa).

Si è voluta considerare l'installazione di materiale di qualità certificato e con una garanzia superiore ai 2 anni di legge.

Le spese di installazione dell'impianto sono considerate di circa **1.000 €** ed il costo annuale di manutenzione, controllo e riparazione full service nei 15 anni è indicato in **250 €** annui.

Si utilizzeranno nel caso, questi costi per tutte le altre latitudini ed inclinazione pannelli dell'impianto solare termico.



KIT RE-SUN P con bollitore	da 1 a 2 persone Bollitore da 200 L		da 2 a 4 persone Bollitore da 300 L		da 4 a 6 persone Bollitore da 400 L		da 6 a 8 persone Bollitore da 500 L		da 8 a 10 persone Bollitore da 700 L	
	Codice	Prezzo €	Codice	Prezzo €						
Tetto inclinato tegole piane	1 04 10 012	3.250,00	1 04 10 024	4.250,00	1 04 10 046	5.300,00	1 04 10 068	6.350,00	1 04 10 080	8.100,00
Tetto inclinato coppi o marsigliesi	1 04 11 012	3.250,00	1 04 11 024	4.250,00	1 04 11 046	5.300,00	1 04 11 068	6.350,00	1 04 11 080	8.100,00
Tetto piano 45°-60°	1 04 12 012	3.250,00	1 04 12 024	4.250,00	1 04 12 046	5.300,00	1 04 12 068	6.350,00	1 04 12 080	8.100,00

Impianto nello specifico così composto e fornito (figura 3), escluso materiale di consumo.

COMPOSIZIONE DEL KIT CON BOLLITORE	U. M.	da 1-2 persone	da 2-4 persone	da 4-6 persone	da 6-8 persone	da 8-10 persone
Pannelli RE-SUN P (piano)	N°	1	2	3	4	5
Superficie captante pannello	m <sup>2</sup>	2	4	6	8	10
Bollitore tipo DS	Lt	200	300	400	500	700
Vaso d'espansione	Lt	18	25	25	35	35
Valvola miscelatrice termostatica	l/min	6-25	6-25	10-60	10-60	10-60
Lunghezza max tubazioni (non incluso nel pacchetto)	m	25	25	25	25	25
Diametro tubazione consigliata	mm	12	15	15	18	18
Antigelo (da non diluire) necessario per imp.	Lt	13	17	19	25	30
Stazione solare 25/60	N°	1	1	1	1	1
Centralina Seitron ELIOS Midi	N°	1	1	1	1	1

#### STAFFAGGIO SECONDO IL TIPO DI TETTO

Tetto inclinato tegole piane+espansioni	1	1+1	1+2	1+3	1+4
Tetto inclinato coppi o marsigliesi+espansioni	1	1+1	1+2	1+3	1+4
Tetto piano 45° o 60°+espansioni	1	1+1	1+2	1+3	1+4

**Caldai a camera chiusa a gas metano** (figure 4 e 5) o gpl per la produzione di acqua calda sanitaria istantanea.

Si è volutamente preso in considerazione tipologie di impianti di una certa qualità, sicurezza e garanzia oltre ad un elevato confort nell'utilizzo.

scaldabagni istantanei

IDRABAGNO ESI



- Modulazione elettronica di fiamma
- Selettore di temperatura
- Diagnostica elettronica
- Kit antigelo opzionale
- Alimentazione elettrica a 230 V
- Grado di protezione elettrica IPX4D

Camera stagna/tiraggio forzato

CODICE	MODELLO	DIMENSIONI H X L X P (mm)	POTENZA TERMICA (kW)	PRODUZIONE SANITARIA (ltri/min.-0,1-25°C)	PREZZO IVA ESC. €
--------	---------	---------------------------------	----------------------------	---	----------------------

a ionizzazione - accensione elettronica

1100173 MTN 1100175 GPL	IDRABAGNO 13 ESI	640 x 400 x 246	22,5	13	752,00
1100183 MTN 1100185 GPL	IDRABAGNO 17 ESI	640 x 400 x 246	29	17	948,00

Per installazioni di Idrabagno ESI in condizioni di bassa temperatura (fino a -14°C) è disponibile il kit resistenze antigelo con coperture cod. 1100489 per 13 ESI o cod. 1100479 per 17 ESI

Figura 4 - Caldaia a gas metano(primo esempio)

Scaldabagni a camera stagna



CAT. II 2H3+  
(omologato per aria propanata)



CAT. II 2H3+  
(omologato per aria propanata)

turboMAG Tipo C tiraggio forzato

- Sistema Comfortronic
- Protezione antigelo fino a -10°C (accessorio)
- Display LCD
- Scambiatore con protezione in Supral

Modello	Potenza (kW)	Produzione H <sub>2</sub> O (litri/min)	Accensione	H/P/L (mm)	Gas	Codice	Prezzo Euro
turboMAG 19-2/D	19,5	8,0	Elettronica	682/276/252	Metano	35420	620,00
turboMAG 19-2/D	19,5	8,0	Elettronica	682/276/252	Liquido	35421	620,00
turboMAG 23-2/D	23,7	14,0	Elettronica	682/276/252	Metano	35422	710,00
turboMAG 23-2/D	23,7	14,0	Elettronica	682/276/252	Liquido	35423	710,00

Per installazione all'esterno prevedere kit antigelo (art. 0020016460)

turboMAG Tipo C tiraggio forzato

- \*\*\* Comfort ACS
- Controllo di fiamma a ionizzazione
- Accumulo preriscaldamento integrato
- Display LCD

Modello	Potenza (kW)	Produzione H <sub>2</sub> O (litri/min)	Accensione	H/P/L (mm)	Gas	Codice	Prezzo Euro
turboMAG 17-2/D A	29	16,6	Elettronica	742/370/410	Metano	35424	800,00
turboMAG 17-2/D A	29	16,6	Elettronica	742/370/410	Liquido	35425	800,00

MAC scaldabagni

Figura 5 - Caldaia a gas metano(secondo esempio)





*Stufa a pellet idro Ermetica, ideale per l'installazione in case passive o dove i tradizionali prodotti, che prelevano aria dall'ambiente, non possono essere installati. Costituita da una solida struttura in acciaio verniciato, con top e inserto superiore in ghisa e fianchi in acciaio verniciato. È dotata di un esclusivo sistema per il controllo minuzioso della combustione al fine di ottenere rendimenti sempre altissimi. Nuovo display digitale con comandi a sfioramento. Completa di circolatore, valvola di sicurezza, vaso di espansione chiuso e valvola anticondensa.*

A PARTIRE DA...

€ 3.050,00 + IVA

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

Dimensioni	51 x 59 x 120 cm - Peso: 190 kg
Potenza termica max d'ingresso	14,27 (Kw) - 12300 (Kcal/h)
Rendimento alla potenza nominale	94,68 %
Rendimento alla potenza ridotta	95,61 %



RIVENDITORE PIÙ VICINO A TE

Scopri il rivenditore più vicino a te!

Figura 7 - Termo caldaia a pellet

#### Termocamino a legna (figura 8).

Anche in questo caso non siamo a conoscenza di impianti dedicati esclusivamente alla produzione acqua calda sanitaria alimentati a legna.

La struttura comunque, come per il caso precedente, non può discostarsi da una termostufa a legna per il riscaldamento di adeguata potenza.

Utilizzeremo il prezzo medio di **4.000 €**, cifra non indicativa in quanto al prezzo finale del corpo va aggiunto il costo del rivestimento di carattere soggettivo e non quantificabile.

I costi di manutenzione annuale comprese spese per riparazioni nei 15 anni di vita media dell'impianto vengono qui valutati in **200 €** annui.

Per questa tipologia di impianto utilizzeremo un rendimento dell' 80%.



Focolare realizzato in Magnofix (speciale refrattario ad altissimo accumulo che ottimizza l'irraggiamento e migliora la combustione) e base in ghisa. Sistema della Doppia Combustione per ridurre le emissioni nocive ed aumentare la resa, sistema brevettato VDF per la perfetta gestione del tiraggio con risparmio sul consumo di legna, portina in vetro ceramico a scomparsa totale con scorrimento fluido e silenzioso.

A PARTIRE DA...  
**€ 3.180,00 + IVA**

**CARATTERISTICHE TECNICHE**

Dimensioni	100 x 67 x 165 cm - Peso: 235 kg
Potenza termica max d'ingresso	25,64 (Kw) - 22100 (Kcal/h)
Rendimento alla potenza nominale	78,4 %
Potenza termica Nominale	20,1 (Kw) - 17300 (Kcal/h)
Consumo orario	6,6 (kg/h)

RIVENDITORE PIÙ VICINO A TE  
 Scopri il rivenditore più vicino a lei

Figura 8 - Termocamino a legna

## Costi per scaldare un litro di acqua per tipologia di fonte energetica.

### Kilowattora elettrico

Il prezzo in bolletta per un utilizzo di una famiglia di 4 persone con contatore maggiorato a 5 KWh si aggira sui **28/29** centesimi di euro per KWh, anche qui comprensivo di balzelli ed oneri vari (figura 9).

$$0,29 \text{ [€/kWh]} / [ (1 \text{ [kWh]} / 0,03489 \text{ [kWh/l]}) * 0,95 ] = 0,0107 \text{ €/l}$$

Un litro di acqua calda a 40/45 gradi se prodotto con la corrente elettrica costa all'utente finale **0,0107 €.**

### Gas Metano

In Italia, il prezzo medio in bolletta comprensivo di accise e balzelli vari, è attualmente di circa un euro per metro cubo (figura 10), il quale può produrre bruciando al massimo una energia pari a **11 KWh.**

Il prezzo del KWh prodotto con il metano si può anche quantificare in **0,091 €**

$$1 \text{ [€/m}^3\text{]} / 11 \text{ [Kwh/m}^3\text{]} = \mathbf{0,091 \text{ €/kWh}}$$

$$1 \text{ [€/m}^3\text{]} / [ (11 \text{ [kWh/m}^3\text{]} / 0,03489 \text{ [kWh/l]}) * 0,9 ] = 0,0035 \text{ €/l.}$$

Fatti i dovuti calcoli e tenendo conto del rendimento, un litro di acqua calda a 40/45 gradi se prodotto con il gas metano costa all'utente finale **0,0035 €.**

### Pellet di legna

Il costo di un sacco di pellet da 15 chili si aggira sui 3-4 euro, dipende dalla quantità acquistata e dalla tipologia di pellet (marca).

L'energia estraibile dalla combustione di un chilogrammo di pellet, secondo quanto dichiarato sui vari sacchi è di **5 KWh (figura 11).**

Il prezzo del KWh prodotto con il pellet si può anche quantificare in **0,047 €.**

$$3,5 \text{ [€/sacco]} / (15 \text{ [kg/sacco]} * 5 \text{ [kWh/kg]}) = \mathbf{0,047 \text{ €/kWh.}}$$

$$0,047 \text{ [€/kWh]} / [ (1 \text{ [kWh]} / 0,03489 \text{ [kWh/l]}) * 0,85 ] = 0,00192 \text{ €/l.}$$

Un litro di acqua calda a 40/45 gradi se prodotto con una termostufa a pellet potrebbe costare

all'utente finale **0,0019 €**.

### Legna da ardere

Ci sono vari prezzi e tipologie di legna.

Secondo la nostra esperienza si può usare con profitto della robinia stagionata un anno che costa 10 euro al quintale (utilizzeremo questa cifra pertanto come stima ragionevole).

Un chilo di legna da ardere può produrre **5 kWh** (figura 12).

Il prezzo del kWh prodotto con la legna si può valutare in **0,02 €**.

$$10 \text{ [€/q]} / ( 5 \text{ [kWh/kg]} \times 100 \text{ [kg]}) = 0,020 \text{ €/kWh.}$$

$$0,02 \text{ [€/kWh]} / [ ( 1 \text{ [kWh]}/0,03489 \text{ [kWh/l]} ) \times 0,80 ] = 0,00087 \text{ €/l.}$$

Un litro di acqua calda a 40/45 gradi se prodotto con una termostufa a legna potrebbe costare all'utente finale **0,0009 €**.

Esempio di bollette energetiche, nello specifico elettricità e gas metano.  
Prezzo con contratto altro gestore per risparmiare un po'...



Fornitura di ENERGIA ELETTRICA - MERCATO LIBERO	
Periodo di riferimento Dicembre 2013-Gennaio 2014	
N. Documento: [REDACTED] DEL 13/03/2014	
Totale Servizi di vendita	88,46 €
Totale Servizi di rete	166,87 €
Totale al netto delle imposte	255,33 €
Totale imposte	24,38 €
Imponibile	279,71 €
IVA	27,97 €
Non soggetti	-0,18 €
<b>TOTALE</b>	<b>307,50 €</b>

TOTALE BOLLETTA/FATTURA	
DA PAGARE ENTRO IL <b>13/03/2014</b>	
Come da lei richiesto, il pagamento sarà addebitato sul suo c/c presso BANCO POPOLARE SOCIETA' COOPERATIVA il 13/03/2014.	
I pagamenti precedenti risultano effettuati regolarmente.	
CONSUMI FATTURATI	
<b>1.074 kWh</b>	
Consumo Fatturato	
	F0 F1 F2 F3
	0 275 347 452
<b>Letture al 31.01.2014 (Reale)</b>	<b>6.286 6.556 28.456</b>
Sul retro può trovare i dettagli	

I SUOI DATI	
CODICE CLIENTE	[REDACTED]
CLIENTE	[REDACTED]
CODICE FISCALE	[REDACTED]
Indirizzo di fornitura	[REDACTED]
PDD	[REDACTED]
Distributore locale	ENEL DISTRIBUZIONE S.P.A.
DATA INIZIO FORNITURA	01/03/2013
TIPO CONTRATTO	utenza domestica BT Residente-D3
POTENZA BRONNATA	4,5 kW
POTENZA DISPONIBILE	5,0 kW
TENSIONE	220 Volt
PREZZO UNITARIO	[REDACTED]

Figura 9 – Esempio di bolletta elettrica



Fornitura di GAS - MERCATO LIBERO	
Periodo di riferimento Aprile-Maggio 2014	
N. Documento: [REDACTED] DEL 11/07/2014	
Totale Servizi di vendita	79,59 €
Totale Servizi di rete	27,80 €
Totale al netto delle imposte	107,39 €
Totale imposte	30,95 €
Altri Oneri diversi dalla Fornitura	4,25 €
Imponibile	142,59 €
IVA	11,91 €
Non soggetti	0,04 €
<b>TOTALE</b>	<b>174,00 €</b>

TOTALE BOLLETTA/FATTURA	
DA PAGARE ENTRO IL <b>11/07/2014</b>	
Il pagamento deve essere effettuato entro il 11/07/2014, utilizzando esclusivamente il bollettino pre-marcato allegato al fine di evitare eventuali disallineamenti.	
I pagamenti precedenti risultano effettuati regolarmente.	
CONSUMI FATTURATI	
<b>192,080570 Smc</b>	
Sul retro può trovare i dettagli	

I SUOI DATI	
CODICE CLIENTE	[REDACTED]
CLIENTE	[REDACTED]
CODICE FISCALE	[REDACTED]
Indirizzo di Fornitura	[REDACTED]
DATA INIZIO FORNITURA	01/12/2013
TIPO CONTRATTO	Cliente Domestico
PREZZO UNITARIO	[REDACTED]

Figura 10 – Esempio di bolletta del gas metano



Scheda di pellet commerciale, prezzo 3,6€ per sacco da 15 chili acquisto in quantità superiore ai 100 sacchi.

Figura 11 – Scheda pellet commerciale

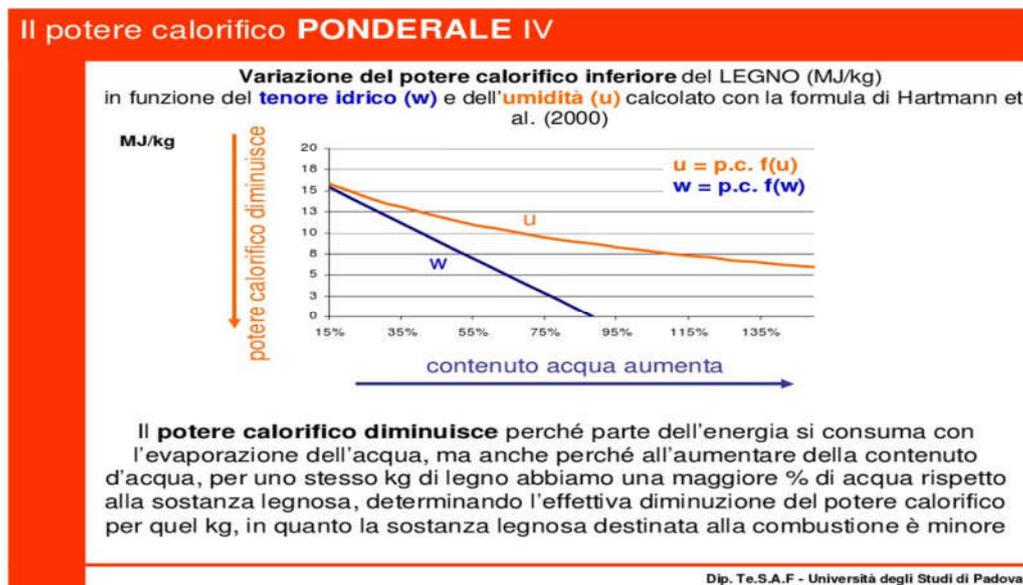


Figura 12 - Potere calorifico legna a seconda della stagionatura

**Potere calorifico legna da ardere stagionata** (massimo 20% umidità)

[http://www.progettofuoco.com/system/media/sezione\\_3/Grigolato.pdf](http://www.progettofuoco.com/system/media/sezione_3/Grigolato.pdf)

Calcoliamo i costi dei vari impianti iva, installazione e manutenzione comprensivi di interessi considerando una durata media dello stesso di 15 anni.

La cifra ottenuta ci servirà più avanti per quantificare il costo di ogni litro di acqua calda prodotto a seconda del tipo di impianto e del costo per KWh della fonte energetica utilizzata.

**Impianto solare RE-SUN P per quattro persone con bollitore da 300 litri** (figure 2 e 3)

4.250€ più iva al 10% = **4.650€** (costo materiale)

4.650€ più installazione 1.000€ = **5.650€** (spesa totale per installazione impianto)

Ipotizzando una durata dell'impianto pari a 15 anni, andremo ora ad aggiungere gli interessi in 15 anni, interessi che sommeremo alla spesa installazione per quantificare il costo impianto nei 15 anni.

5.650€ in 15 anni al 3% fisso non capitalizzato = **2.544€** (interessi in 15 anni);  
5.650€ (capitale) + 2.544€ (interessi) = **8194 €** (spesa capitale ed interessi in 15 anni);

Calcoliamo le spese di manutenzione e riparazione che abbiamo quantificato in 250 € annui.

250 € x 15 anni = **3.750 €** (spesa manutenzione e riparazioni in 15 anni).

Costo totale dell'impianto durante la sua vita media operativa :

8.194 € + 3.750 € = **11.944 €** (Costo totale dell'impianto comprensivo di spese in 15 anni).

Assumiamo dunque che per installare ed utilizzare l'impianto in oggetto "RE-SUN P" per quattro persone con bollitore da 300 litri si spendano in 15 anni: **11.944 €**.

### **Impianto di caldaia a camera chiusa per integrazione/produzione di acqua calda sanitaria alimentato a gas metano.**

Utilizzeremo la comoda cifra di 1.000 € comprensiva di iva ed installazione, cifra media viste le molteplici tipologie di caldaia ed installazione (esempio di figure 4 e 5).

1.000 € in 15 anni al 3% fisso non capitalizzato = **450 €** (interessi in 15 anni);  
1.000 € (capitale) + 450 € (interessi) = **1.450 €** (spesa capitale ed interessi in 15 anni).

Calcoliamo le spese di manutenzione e riparazione che abbiamo quantificato in 150 € annui.

150 € x 15 anni = **2.250 €** (spesa manutenzione e riparazioni in 15 anni).

Costo totale dell'impianto durante la sua vita media operativa:

1.450 € + 2.250 € = **3.700 €** (Costo totale dell'impianto comprensivo di spese in 15 anni).

Assumiamo dunque che per installare ed utilizzare l'impianto in oggetto, escluso costo energetico, si spendano in 15 anni: **3.700 €**.

### **Impianto di produzione acqua calda di termostufa alimentata eventualmente a pellet di legna (esempio figure 7 ed 11).**

Come precedentemente valutato, utilizzeremo il prezzo medio di **3.000 €** con una manutenzione annuale comprese spese per riparazioni nei 15 anni di vita dell'impianto di **200 €** annui (figura 7).

3.000 € in 15 anni al 3% fisso non capitalizzato = **1.350 €** (interessi in 15 anni);  
3.000 € (capitale) + 1.350€ (interessi) = **4.350 €** (spesa capitale ed interessi in 15 anni).

Calcoliamo le spese di manutenzione e riparazione che abbiamo quantificato in 200 € annui.

200 € x 15 anni = **3.000 €** ( spesa manutenzione e riparazioni in 15 anni).

Costo totale dell'impianto durante la sua vita media operativa :

4.350 € + 3.000 € = **7.350 €** (Costo totale dell'impianto comprensivo di spese in 15 anni).

Assumiamo dunque che per installare ed utilizzare l'impianto in oggetto, escluso costo energetico, si spendano in 15 anni: **7.350 €.**

### **Impianto di produzione acqua calda di termocamino alimentato esclusivamente a legna** (esempio figura 8).

Utilizzeremo il prezzo medio di **4.000 €** e **200 €** annui di manutenzione e riparazione come precedentemente valutato.

4.000 € in 15 anni al 3% fisso non capitalizzato = **1.801 €** (interessi in 15 anni);

4.000 € (capitale) + 1.801 € (interessi) = **5.801€** (spesa capitale ed interessi in 15 anni).

Calcoliamo le spese di manutenzione e riparazione che abbiamo quantificato in 200 € annui.  
200 € x 15 anni = **3.000 €** (spesa manutenzione e riparazioni in 15 anni).

Costo totale dell'impianto durante la sua vita media operativa:

5.801 € + 3.000 € = **8.801 €** (Costo totale dell'impianto comprensivo di spese in 15 anni).

Assumiamo dunque che per installare ed utilizzare l'impianto in oggetto, escluso costo energetico, si spendano in 15 anni: **8.801 €.**

### **Impianto di caldaia ad accumulo elettrico per integrazione/produzione di acqua calda sanitaria.** (esempio figura 6)

Costo di **300 €** non considerando volutamente la manutenzione e rottura data l'esiguità del costo apparecchiatura.

300 € in 15 anni al 3% fisso non capitalizzato = **153 €** (interessi in 15 anni)

300 € (capitale) + 153 € (interessi) = **453 €** (spesa capitale ed interessi in 15 anni)

Assumiamo dunque che per installare ed utilizzare l'impianto in oggetto, escluso costo energetico, si spendano in 15 anni: **453 €.**

### **Calcolo costi impianto per ogni litro di acs in 15 anni esclusi costi fonte energetica**

Tramite il foglio di calcolo allegato, abbiamo calcolato che per la latitudine di Monza e Brianza utilizzando un'inclinazione di 22° in un anno l'impianto solare RE- SUN P produca in 15 anni circa **1.186.586 litri** di acqua calda sanitaria con un salto termico di 30 gradi.

Dallo stesso foglio si legge che in 15 anni si debbano necessariamente produrre per integrare le necessità familiari circa **521.299 litri** di acqua calda.

Si noti anche che il surplus in 15 anni (acs mesi estivi non utilizzata) è di circa **214.198 litri.**

Passiamo ora a calcolare la spesa per litro dell'impianto solare:

11.944 € / 1.186.586 litri = 0,01€ di spesa impianto per ogni litro prodotto in 15 anni dall'impianto solare, a questa cifra si dovrà sommare la spesa impianto per l'integrazione gas, elettrico, pellet

o legna a seconda della scelta oltre alla spesa energetica per litro.

Calcoliamo ora la spesa per litro a seconda dell'impianto utilizzato per l'integrazione.

3.700 € / 521.299 litri = **0,0071 €** di spesa impianto per ogni litro integrato in 15 anni a gas.

7.350 € / 521.299 litri = **0,0141 €** di spesa impianto per ogni litro integrato in 15 anni a pellet.

8.801 € / 521.299 litri = **0,0169 €** di spesa impianto per ogni litro integrato in 15 anni a legna.

453 € / 521.299 litri = **0,0009 €** di spesa impianto per ogni litro integrato in 15 anni elettrico.

Quantifichiamo il costo energetico secondo fonte per integrazione acqua calda sanitaria.

Metano 0,0035 x 521.299 litri = **1.824 €** di spesa energetica per integrazione a gas metano.

Pellet 0,0019 x 521.299 litri = **990 €** di spesa energetica per integrazione a pellet.

Legna 0,0009 x 521.299 litri = **470 €** di spesa energetica per integrazione a legna.

Elettricità 0,0107 x 521.299 litri = **5.578 €** di spesa energetica per integrazione elettrica.

Abbiamo ora tutti i costi per quantificare il costo totale per litro a seconda delle varie tipologie di impianto dove il costo del solare è fisso, variano invece i costi dell'integrazione a seconda della tipologia di impianto e fonte energetica scelta, questo ovviamente sempre per la latitudine di Monza e Brianza nel Nord Italia riferito ad un'inclinazione dei pannelli di 22°.

Per le altre latitudini ed inclinazioni il foglio di calcolo è allegato al presente documento.

#### **Impianto solare con integrazione a gas metano, spesa in 15 anni impianti totale.**

11.944 € (solare) + 3.700 € (caldaia) + 1.824 € (gas consumato) = **17.468 € in 15 anni.**

#### **Impianto solare con integrazione a pellet, spesa in 15 anni impianti totale.**

11.944 € (solare) + 7.350 € (termostufa) + 990 € (pellet consumato) = **20.284 € in 15 anni.**

#### **Impianto solare con integrazione a legna, spesa in 15 anni impianti totale.**

11.944 € (solare) + 8.801 € (termocamino) + 470 € (legna consumata) = **21.215 € in 15 anni.**

#### **Impianto solare con integrazione elettrica, spesa in 15 anni impianti totale.**

11.944 € (solare) + 453 € (scaldabagno) + 5.576 € (consumo elettrico) = **17.973€ in 15 anni.**

Abbiamo detto nelle premesse che ad una famiglia di 4 persone per un confort medio alto servono 300 litri di acqua calda al giorno, possiamo quindi moltiplicare questa quantità di acs per i giorni che ci sono in 15 anni (5.475 giorni) affinché si possa valutare il costo per litro utilizzando le spese impianti ed energia integrazione totali della pagina precedente perché è vero che il sole è gratis ma gli impianti no e tutte le spese sopra riportate sono necessarie ad un utilizzo adeguato dell'acqua calda sanitaria.

Immaginatevi in una delle molte settimane di pioggia in primavera o autunno, o magari in una delle settimane di nebbia o neve invernali senza acqua...

#### **Costo per litro acs con solare ed integrazione gas metano.**

17.568 € / (300 litri x 5.475 giorni) = **0,0107 € litro**

#### **Costo per litro acs con solare ed integrazione a pellet di legna.**

20.284 € / (300 litri x 5.475 giorni) = **0,0123 € litro**

### Costo per litro acs con solare ed integrazione a legna stagionata.

21.215 € / (300 litri x 5.475 giorni) = 0,0129 € litro

### Costo per litro acs con solare ed integrazione elettrica.

17.973 € / (300 litri x 5.475 giorni) = 0,0109 € litro

Proviamo ora a calcolare il costo della nostra acqua calda se non avessimo in nessun modo installato un **impianto termico solare produzione** acqua calda.

Per prima cosa estrapoliamo i costi per impianto dai dati fin qui riportati, escludendo la spesa totale fissa del nostro impianto solare, sommandola poi al costo energetico per litro calcolato sopra a seconda della fonte energetica utilizzata per scaldare l'acqua, per la precisione **0,0035 €** per il gas, **0,0019** per il pellet, **0,0009** per la legna ed infine **0,0107** per la produzione tramite elettricità, moltiplicato per i litri consumati nei nostri 15 anni di vita impianto Viene fuori la seguente formula:

*Spesa totale = costo impianto + (spesa energetica moltiplicata i litri acs utilizzati negli anni)*

Partiamo ipotizzando un totale utilizzo gas metano per scaldare l'acqua in 15 anni.

3.700 € di impianto + ( 0,0035 di costo energetico per litro x (300 litri x 5475 giorni) =

3.700 + (0,0035 x 1.642.500) =

3.700 + 5.749 = **9.450 €**

Il costo totale per litro sarebbe invece stato di.

9.450€ / 1.642.500 = **0,0057€**

Se avessimo utilizzato esclusivamente una caldaia a gas metano per produrre l'acqua calda necessaria ai bisogni della famiglia di 4 persone per ottenere uno standard medio alto di confort, nei 15 anni calcolati avremmo speso, tra impianti e bollette **9.450 €**. (Fig.13)

### Costi ACS in 15 anni da Metano

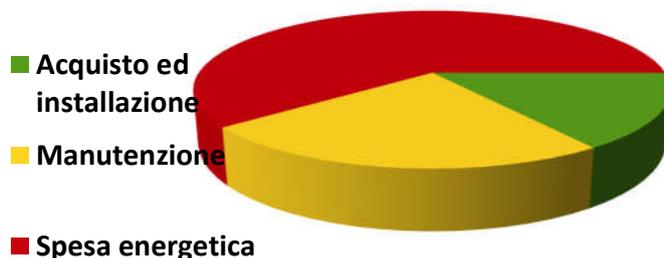


Figura 13 – Costi produzione acs in 15 anni esclusivamente da caldaia metano

### Cosa avremmo speso se fossimo andati esclusivamente a pellet di legna?

$7.350\text{€} + (0,0019 \times 1.642.500) = \underline{10.471\text{€}}$  (Fig.14)

Il costo totale per litro sarebbe invece stato di.

$10.471\text{€} / 1.642.500 = \underline{0,0064\text{€}}$

### Costi ACS in 15 anni Pellet

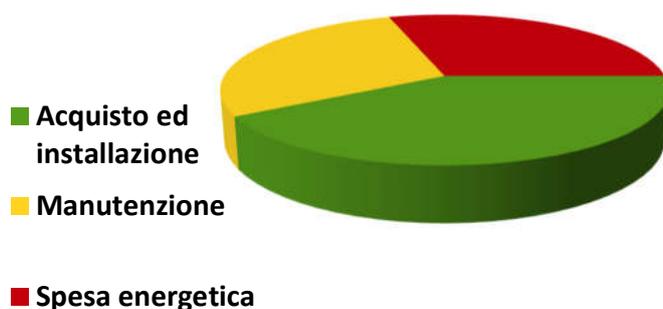


Figura 14 – costi produzione acs in 15 anni esclusivamente da caldaia pellet di legna

### Se fossimo andati esclusivamente a legna?

$8.801\text{€} + (0,0009 \times 1.642.500) = \underline{10.280\text{€}}$  (Fig.15)

Il costo totale per litro sarebbe stato di.

$10.280\text{€} / 1.642.500 = \underline{0,0062\text{€}}$

### Costi ACS in 15 anni Legna

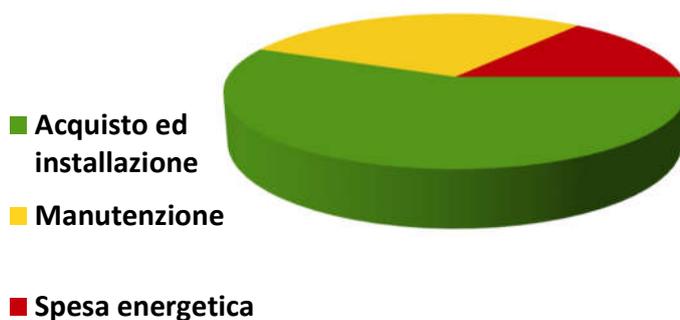


Figura 15 – Costi produzione acs in 15 anni esclusivamente da termocamino legna

### Invece se avessimo usato esclusivamente elettricità?

$453\text{€} + (0,0107 \times 1.642.500) = \underline{18.028\text{€}}$  (Fig.16)

Il costo totale per litro sarebbe stato di.

$18.028\text{€} / 1.642.500 = \underline{0,0109\text{€}}$

## Costi ACS in 15 anni Elettrico

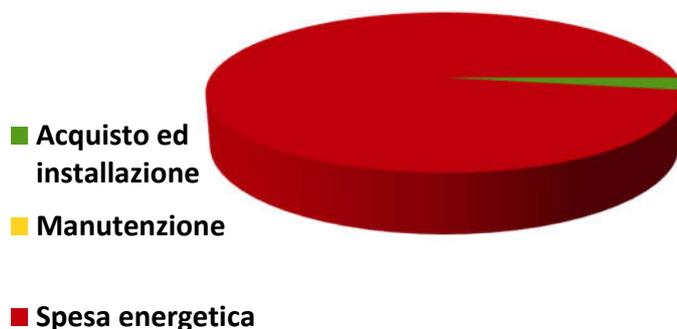


Fig.16 – Costi produzione acs in 15 anni esclusivamente da caldaia elettrica

Litri al giorno	Metano	Elettrico	Più economico
10	0,0710	0,0217	Elettrico
20	0,0373	0,0162	Elettrico
30	0,0260	0,0144	Elettrico
40	0,0204	0,0134	Elettrico
50	0,0170	0,0129	Elettrico
60	0,0148	0,0125	Elettrico
70	0,0131	0,0123	Elettrico
80	0,0119	0,0121	Metano
90	0,0110	0,0119	Metano
100	0,0103	0,0118	Metano
110	0,0096	0,0117	Metano
120	0,0091	0,0116	Metano
130	0,0087	0,0115	Metano
140	0,0083	0,0115	Metano
150	0,0080	0,0114	Metano
160	0,0077	0,0114	Metano
170	0,0075	0,0113	Metano
180	0,0073	0,0113	Metano
190	0,0071	0,0113	Metano
200	0,0069	0,0112	Metano
210	0,0067	0,0112	Metano
220	0,0066	0,0112	Metano
230	0,0064	0,0112	Metano
240	0,0063	0,0112	Metano
250	0,0062	0,0111	Metano
260	0,0061	0,0111	Metano
270	0,0060	0,0111	Metano
280	0,0059	0,0111	Metano
290	0,0058	0,0111	Metano
300	0,0058	0,0111	Metano
310	0,0057	0,0111	Metano
320	0,0056	0,0110	Metano
330	0,0055	0,0110	Metano
340	0,0055	0,0110	Metano
350	0,0054	0,0110	Metano
360	0,0054	0,0110	Metano
370	0,0053	0,0110	Metano
380	0,0053	0,0110	Metano
390	0,0052	0,0110	Metano
400	0,0052	0,0110	Metano

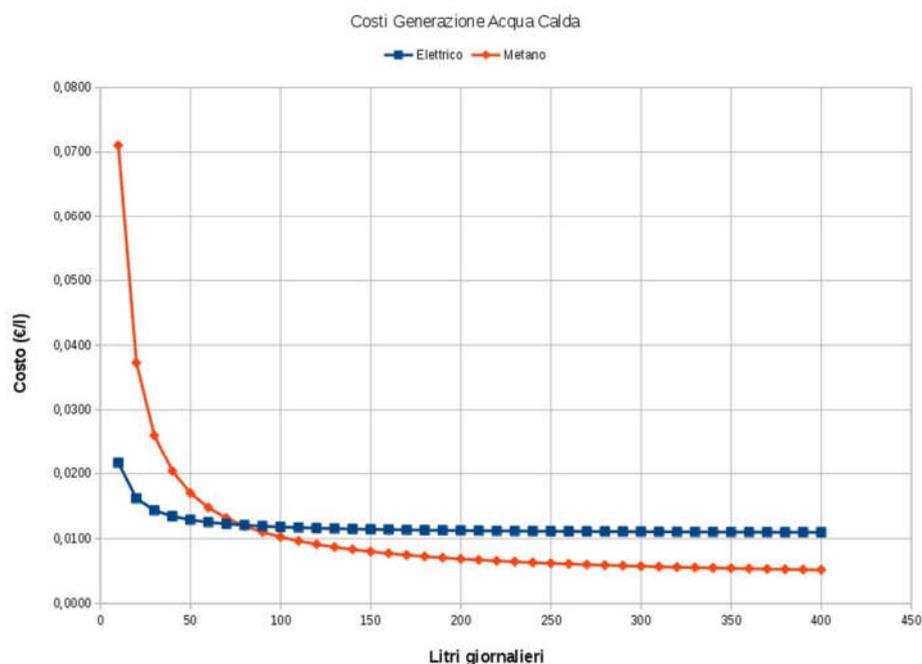


Figura 17 - Confronto tra costi metano ed elettrico in relazione ai litri consumati al giorno per 15 anni

Riassumiamo un pò di dati per la latitudine di Monza e Brianza e un inclinazione di 22°. Invitiamo tutti a fare dei calcoli per le altre latitudini ed inclinazione utilizzando il foglio dati. La sostanza non cambia perché anche se è vero che si produce più acs (e se ne butta via di più come surplus) in ogni caso serve un'integrazione e quindi, le spese impianto integrazione semplicemente si ammortizzano su meno litri mentre le spese del solare lo fanno su più litri.

Gli ordini di grandezza trattati non consentono grosse differenze di costo totale.

#### **Impianto solare con integrazione a gas metano**

spesa totale in 15 anni **17.468 €**, per litro acs prodotta **0,0107 €** per litro

Impianto esclusivamente gas metano, senza spese sostenute per impianto solare termico.

spesa totale in 15 anni **9.450 €**, per litro acs prodotta **0,0057 €** per litro

#### **Impianto solare con integrazione a pellet di legna**

spesa totale in 15 anni **20.284 €**, per litro acs prodotta **0,0123 €** per litro

Impianto esclusivamente pellet di legna, senza spese sostenute per impianto solare termico.

spesa totale in 15 anni **10.471 €**, per litro acs prodotta **0,0064 €** per litro

#### **Impianto solare con integrazione a legna**

spesa totale in 15 anni **21.215 €**, per litro acs prodotta **0,0129 €** per litro

Impianto esclusivamente a legna, senza spese sostenute per impianto solare termico.

spesa totale in 15 anni **10.280 €**, per litro acs prodotta **0,0062 €** per litro

#### **Impianto solare con integrazione elettrica**

spesa totale in 15 anni **17.973 €**, per litro acs prodotta **0,0109 €** per litro

Impianto esclusivamente elettrico, senza spese sostenute per impianto solare termico.

spesa totale in 15 anni **18.028 €**, per litro acs prodotta **0,0109 €** per litro

Un bel colpo d'occhio vero?

Una altra considerazione, se non avessimo speso i soldi dell'impianto solare e li avessimo tenuti al 3% di interesse fisso, nelle cifre impianto sopra esposte dovremmo considerare 11.944 € non spesi.

Volendo fare i pignoli, si potrebbe fare una operazione di fantia economia, si potrebbe togliere al costo per litro senza impianto solare, se non il totale, almeno gli interessi guadagnati dal non aver speso in 15 anni i nostri 5.650 € di impianto sommando a quella cifra la spesa annuale di 250 euro in manutenzione e riparazione nei nostri 15 anni.

Sarebbero 2.544 € di interessi più 3.750 € di manutenzioni e riparazioni non eseguite.

Se volessimo togliere dal costo per litro questi soldi (interessi su soldi non spesi e manutenzioni e riparazioni risparmiate) quanto dovremmo togliere per ogni litro?

**2.544 €** (*maturazione interessi soldi solare "non installato"*)+ **3.750 €** (*manutenzioni non eseguite*)

**2.544 + 3.750 = 6.294 €** (*cifra totale guadagnata e non spesa in 15 anni senza solare*)

Dovremmo ora dividere questa cifra per i litri utilizzati in 15 anni, appunto 1.642.500 litri

**6.294 € / 1.642.500 litri = 0,0038 €**

0,0038 € sono i soldi al litro da sottrarre al prezzo per litro per impianto senza solare...

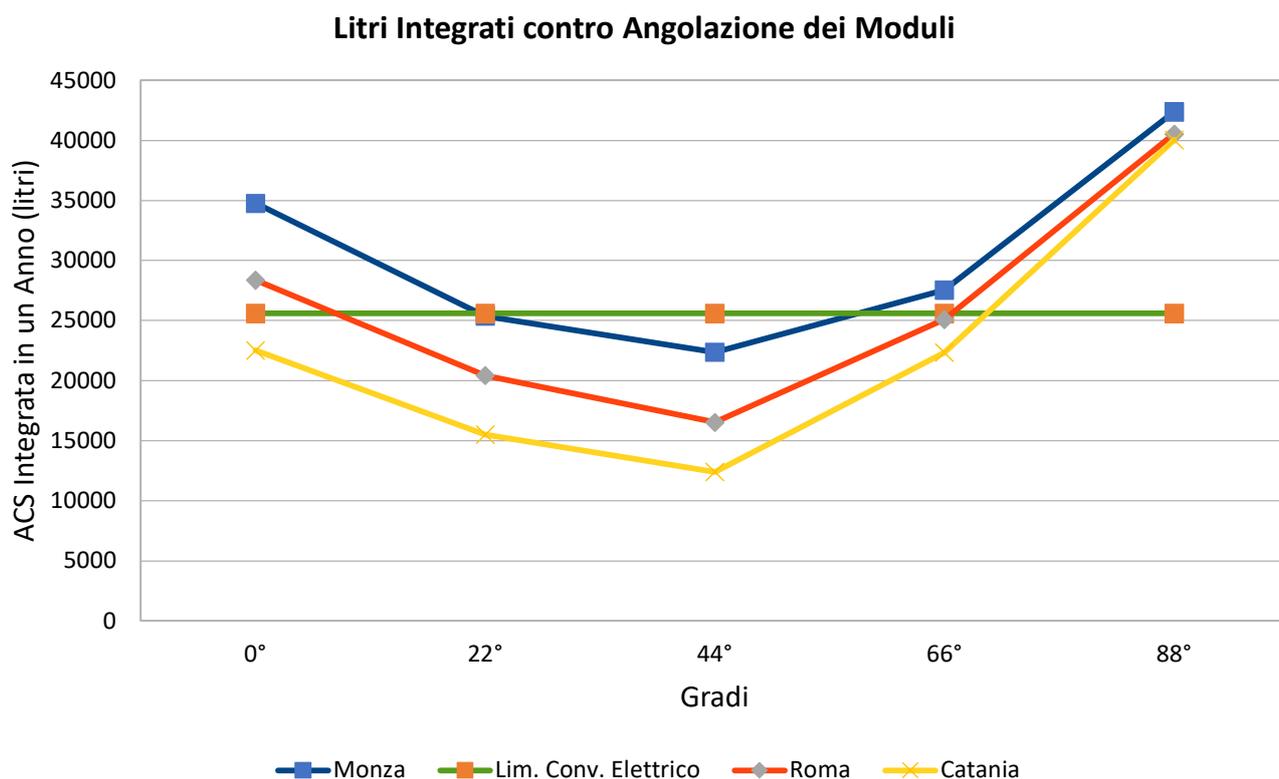


Fig.18 – Litri annui di ACS integrata verso angolazione dei moduli solari

In Fig. 18 infine sono riportati i litri di ACS integrata per anno alle varie latitudini contro l'angolo di inclinazione dei moduli solari: quello che si può osservare è che per questa specifica tipologia di impianto l'inclinazione che minimizza i litri di acqua integrata è pari a circa 44° (praticamente in tutta Italia), e che per una inclinazione ottimale l'integrazione più conveniente è elettrica, ma questo può non essere più vero con inclinazioni diverse (dettate da vincoli architettonici ad esempio) a seconda delle latitudini (il limite di circa 25600 litri annui per la convenienza elettrica su quella a metano è ricavata dalla Fig.17).

## Considerazioni

Abbiamo considerato l'impianto nel nord Italia, centro e sud utilizzando un impianto realmente esistente con inclinazione di 22° e funzionante calcolato per soddisfare, previa integrazione, i bisogni di una famiglia di 4 persone.

Interessante notare (Fig.17) il confronto tra i costi di produzione, in relazione al numero di litri giornalieri a persona prodotti, tra le due tipologie più utilizzate, appunto metano ed elettricità. Il metano inizia ad essere più conveniente rispetto all'elettrico quando si iniziano a superare i 70 litri al giorno di produzione totale nei 15 anni di aspettativa di vita dell'impianto. Questo dato trova riscontro nelle principali tipologie di installazioni dove l'elettrico la fa da padrone, ad esempio seconde case o tutte quelle situazioni presidiate occasionalmente o per poco tempo nell'arco dell'anno, magari un single che svolge molta attività esterna sportiva o lavorativa a cui quindi i 70 litri medi al giorno non sono necessari, anzi, potrebbero anche risultare eccessivi.

Vorremmo ora analizzare i costi che ci sarebbero per una famiglia di due persone o per un

single che volesse farsi installare un impianto di produzione acs solare con integrazione.

Le variabili sono decisamente troppe per poterle valutare tutte, possiamo però calcolare i costi, almeno per ordini di grandezza.

Vista la grande diffusione del gas metano, prenderemo in considerazione solo questa tipologia di impianto di integrazione lasciando al lettore la possibilità di cimentarsi con altre fonti energetiche.

Ci rifacciamo all'impianto per una o due persone, ricordando che in questo caso si utilizza un solo pannello da 2 metri quadrati invece che due (fig.2).

L'impianto con bollitore da 200 litri, costerebbe compreso iva, montaggio ed interessi al 3% per 15 anni 6.635 €, cifra a cui bisognerebbe aggiungere il costo della manutenzione e riparazione in 15 anni, (250 €/anno per 15 anni), ovvero 3.750 €.

Per l'impianto di integrazione a gas metano anche lui comprensivo di installazione, interessi e spese di manutenzione in 15 anni, 3.700 €.

Solo di impianti, installazione manutenzione e riparazione in 15 anni considereremo per una o due persone una cifra pari a  $6.635 + 3.750 + 3700 = 14.085$  €.

Rispetto all'impianto per 4 persone, di impianto si spenderebbero in meno poco più di 1.500€, cifra più che rispettabile.

A questi 14.085 € dobbiamo però aggiungere i costi energetici dell'acqua calda integrata tramite caldaia alle varie latitudini.

In 15 anni, secondo il foglio di calcolo su dati enea dovremmo integrare rispettivamente : nel

Nord Italia	<b>144.246</b> litri di acqua calda con una spesa di metano pari a	<b>504</b> €
Centro Italia	<b>43.386</b> litri di acqua calda con una spesa di metano pari a	<b>152</b> €
Sud Italia	<b>3.680</b> litri di acqua calda con una spesa di metano pari a	<b>13</b> €

Si noti l'esigua cifra di spesa energetica in 15 anni in confronto alla spesa di acquisto, installazione e manutenzione dell'impianto di integrazione a gas metano, impianto di "integrazione" a cui non si può rinunciare. Le giornate di cielo grigio e di pioggia, sono una componente meteorologica non controllabile dall'essere umano.

A puro scopo indicativo, pubblichiamo dei grafici per l'anno 2014 tratti da questo link:

<http://archivio-meteo.distile.it/quant-giorni-ha-piovuto-in-media/>

Sempre da quella pagina, abbiamo rilevato i giorni di pioggia del 2014 e la media degli ultimi cinque anni per Monza, Roma e Catania (Fig.19-21):

**Monza 139 giorni di pioggia nel 2014 a fronte di una media annuale di 126,6 giorni.**

**Roma 115 giorni di pioggia nel 2014 a fronte di una media annuale di 115,6 giorni.**

**Catania 92 giorni di pioggia nel 2014 a fronte di una media annuale di 92,4 giorni.**

Analizzando i dati, si ottengono risultati interessanti ed anche purtroppo disarmanti. Ad esempio, a Monza nel 2014 la media dei giorni di pioggia in un mese nel 2014 è stata di 11,6 arrivando a punte di 22.

A Roma invece abbiamo una media mensile di 9 giorni con delle punte di 18 giorni di pioggia in un mese.

A Catania, sempre nel 2014 va un pò meglio, la media mensile è di 7,7 giorni ma anche lì, i picchi si attestano sui 18 giorni di pioggia in un mese.

Come potete vedere, piove a tutte le latitudini e spesso per più giorni, aggiungeteci le giornate

nuvolose o la nebbia e la neve dove questa si presenta.

Ve la sentireste di stare senza acqua calda per quattro o cinque giorni? E se i giorni diventassero sei o sette, magari anche dodici, perché no?

Ecco perché non si può in nessun caso rinunciare all'impianto di integrazione acqua calda, non importa se siete a Monza o Roma o Catania, semplicemente a Catania utilizzeranno meno gas rispetto a Monza.

Dall'analisi sin qui esposta, si evidenziano alcune peculiarità della tecnologia solare termodinamica, sia di carattere pratico che economico.

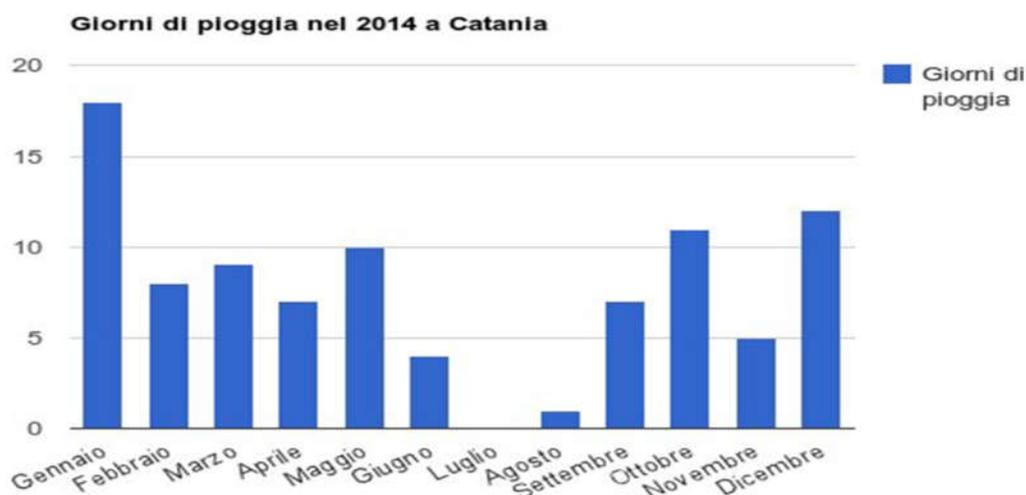
Al di là del costo per litro, pur indicativo e chiarificatore, quello che più di ogni altra cosa appare, sono i limiti della tecnologia stessa, limiti di ordine fisico e pratico. Questi limiti dipendono dalla disponibilità della radiazione solare, disponibilità legata al ciclo delle stagioni, alla variabilità del clima ed all'alternanza del giorno con la notte, variabili che non possono essere sotto nessun controllo umano o tecnologico, almeno per quanto ci è dato sapere attualmente.

Sempre estrapolando i dati a questo link:

<http://archivio-meteo.distile.it/quant-giorni-ha-piovuto-in-media/>

I 115 giorni di pioggia sui 365 dell'anno 2014 a Roma, con picchi di 22 giorni in un mese di pioggia, evidenziano a pieno la necessità di possedere, e quindi installare e manutenzionare, un impianto integrativo con tutte le problematiche e costi aggiuntivi al nostro impianto solare a loro legate.

Non stiamo valutando i giorni di copertura nuvolosa, di nebbie e neve dove e quando presenti, giorni caratterizzati da poca o nulla irradiazione solare e che quindi possono solo peggiorare la situazione considerata.



*Figura 19 - Giorni di pioggia nel 2014 a Catania*

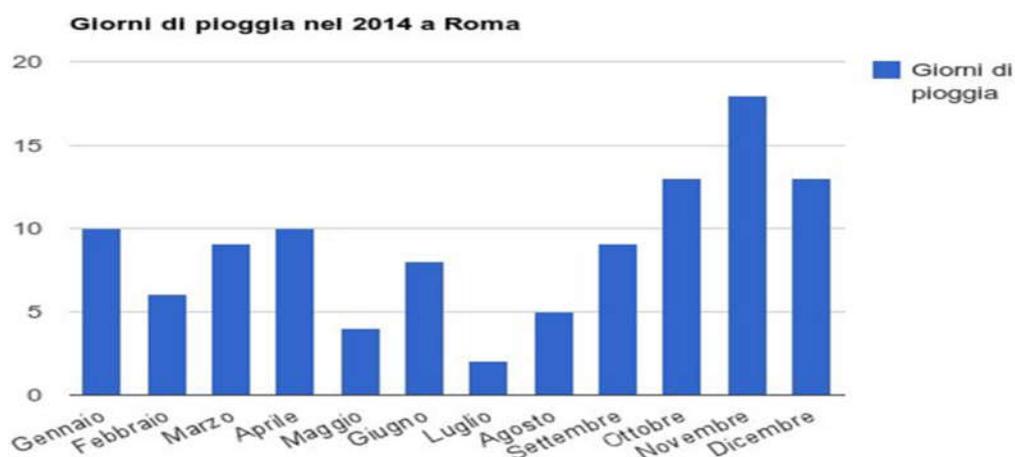


Figura 20 – Giorni di pioggia nel 2014 a Roma

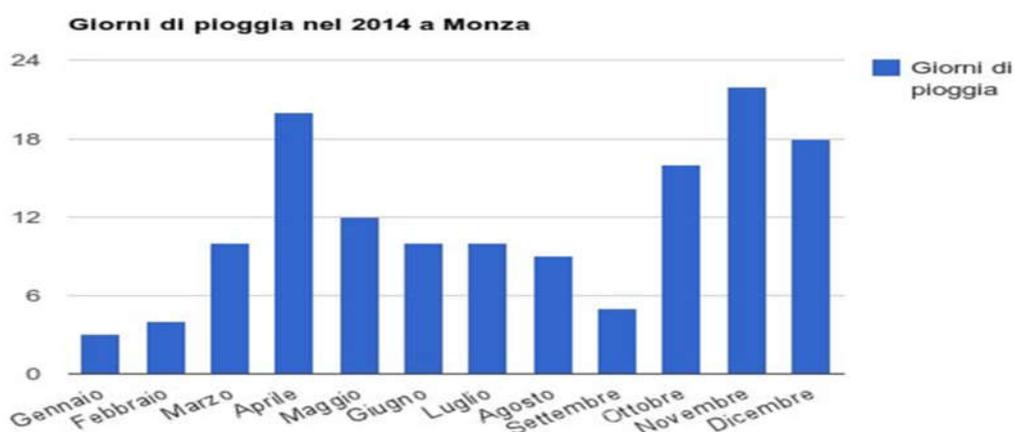


Figura 21 – Giorni di pioggia nel 2014 a Monza

Questi limiti si ripercuotono anche sul fattore economico, appare evidente che l'installazione di un impianto solare, vista la necessità di possedere un impianto di integrazione, ha il solo effetto di consumare meno gas metano, risparmio che viene pagato a caro, carissimo prezzo. L'uso dell'acqua calda, è difficilmente derogabile in un ordine civile, farne a meno non è accettabile in una società moderna sia per ragioni igienico sanitarie che di confort. Il sole è gratis, gli impianti, gli obblighi normativi e di sicurezza, la gestione degli stessi non sono in nessun modo gratuiti a nessuna latitudine italiana.

Non si capisce quindi la ragione economica, ecologica e pratica di possedere un impianto solare termico in aggiunta ad un impianto preesistente di produzione acqua calda sanitaria. Del primo se ne può fare a meno, del secondo in nessun modo no.

Ricordo inoltre che i dati forniti sono sempre indicativi e che sono dei dati "medi", questo vuol dire che in inverno c'è deficienza di acqua calda solare mentre in estate spesso c'è un bel surplus, acqua calda che semplicemente non riusciamo ad utilizzare, anzi, se l'impianto non è fatto più che bene, questi litri di acqua calda in più danno solo problemi.

Quanti litri di surplus acs di derivazione solare non potremmo utilizzare in 15 anni a seconda della latitudine sempre per un'inclinazione di 22°?

Nord Italia **184.842** litri di acqua calda sanitaria surplus in 15 anni non utilizzata  
Centro Italia **205.170** litri di acqua calda sanitaria surplus in 15 anni non utilizzata  
Sud Italia **232.370** litri di acqua calda sanitaria surplus in 15 anni non utilizzata  
Decisamente un bel pò di acqua calda di surplus.

Si potrebbe pensare che, sovradimensionando l'impianto si possa evitare la spesa dell'impianto di l'integrazione e relativi costi energetici...  
A tal scopo ci vengono in aiuto le tabelle riassuntive più avanti esposte, nello specifico:

Tabella 1

*Spesa totale impianto suddiviso per tipologia e consumo acqua integrazione (M B)*

Tabella 2

*Spesa totale impianto suddiviso per tipologia e consumo acqua integrazione (Roma)*

Tabella 3

*Spesa totale impianto suddiviso per tipologia e consumo acqua integrazione (CT)*

Tabella 4

*Produzione acqua calda sanitaria per tipologia e latitudine di posizionamento impianto comprensiva di integrazione e surplus.*

Tabella 5

*Costo per litro e metro cubo da derivazione solare ed impianto integrazione comprensivo di energia e spese in 15 anni.*

Grazie a queste tabelle il confronto appare facilitato ed immediatamente comprensibile.

A puro scopo informativo, ricordiamo che il costo di ogni pannello piano aggiuntivo da 2 metri quadrati si aggira sui 600 € a cui vanno aggiunti i costi dell'accumulatore di acqua calda e di impiantistica.

Come si può vedere dalle specifiche dell'immagine kit solare (*Fig.22*), la spesa, comprensiva di installazione, iva, manutenzione e riparazioni impianti nei 15 anni per tipologia di impianto a seconda del tipo di sovradimensionamento sarebbe pari a:

Kit da 400 litri accumulo, spesa impianto solare sovradimensionato: **12.205 €**

Data una produzione pari a 1.778.000 litri surplus compreso (*Tab.4*) ogni litro di acqua calda sanitaria prodotta avrebbe un costo di 0,00686 €;

Kit da 500 litri accumulo, spesa impianto solare sovradimensionato: **13.880 €**

Data una produzione pari a 2.281.000 litri surplus compreso (*Tab.4*) ogni litro di acqua calda sanitaria prodotta avrebbe un costo di 0,00608 €;

Kit da 700 litri accumulo, spesa impianto solare sovradimensionato: **16.671 €**

Data una produzione pari a 3.040.000 litri surplus compreso (*Tab.4*) ogni litro di acqua calda sanitaria prodotta avrebbe un costo di 0,00548 €;

Un single o una coppia di persone dovrebbero quindi spendere più di sedicimila euro per

provare ad evitare l'impianto di integrazione di quasivoglia fonte energetica nei 15 anni che, ricordo sono l'aspettativa di vita dell'impianto solare.

Indicativamente ci sarebbe anche da considerare la dispersione termica del serbatoio verso l'ambiente esterno (qualche KWh al giorno), come si può ricavare dalle specifiche di alcuni bollitori nella figura 17, per non complicare ulteriormente le valutazioni si è scelto di non tenerne conto considerando che la valutazione è volutamente fatta per ordini di grandezza.

#### RIELLO T200 V PLUS

##### DATI TECNICI

MODELLO	RIELLO T200 200 V PLUS	RIELLO T200 300 V PLUS	RIELLO T200 430 V PLUS	RIELLO T200 550 V PLUS	RIELLO T200 800 V PLUS	RIELLO T200 1000 V PLUS
Tipo bollitore	Vetrificato	Vetrificato	Vetrificato	Vetrificato	Vetrificato	Vetrificato
Disposizione bollitore	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
Disposizione scambiatore	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
Capacità bollitore	l	203	298	433	546	716
Diametro bollitore con isolamento	mm	605	605	755	755	1000
Diametro bollitore senza isolamento	mm	-	-	-	-	790
Altezza con isolamento	mm	1330	1840	1630	1980	1870
Spessore isolamento	mm	50	50	50	50	100
Sporgenza flangia	mm	35	35	35	35	35
Potenza max assorbita primario a 80°C	kW	50,2	80,7	92,6	92,6	93,8
Potenza max assorbita primario a 88°C	kW	60,7	96,9	117	117	113
Contenuto acqua serpentino	l	9,2	12,2	25,5	25,5	26,3
Superficie di scambio serpentino	m²	1,45	1,93	2,95	2,95	3,05
Produzione di acqua calda sanitaria (Δt 35°C) -primario a 80°C	l/h	1200	1954	2281	2281	2319
Produzione di acqua calda sanitaria (Δt 35°C) -primario a 88°C	l/h	1465	2355	2910	2910	2830
Pressione massima di esercizio serpentino	bar	10	10	10	10	10
Pressione massima di esercizio bollitore	bar	10	10	10	10	7
Temperatura massima di esercizio	°C	99	99	99	99	99
Dispersioni termiche (*)	kWh/24h	2,79	2,24	2,18	2,74	2,50
Dispersioni termiche (UNI TS 11300)	W/K	2,583	2,074	2,018	2,537	2,315
Peso netto con isolamento	kg	82	110	155	170	200

(\*) Con temperatura media bollitore = 60°C e temperatura ambiente = 20°C

Figura 22 – Specifiche tecniche dei bollitori

### Tabella 1 - Spesa totale impianto comprensivo di integrazione e consumo energetico suddiviso per tipologia di impianto e consumo acqua integrazione.

Riferimento a **Monza e Brianza** inclinazione pannello 22°

Spesa in 15 anni per impianto solare 200 litri per 1 o 2 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 300 litri per 2 o 4 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 400 litri per 4 o 6 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 500 litri per 6 o 8 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 700 litri per 8 o 10 persone
<b>10.385 €</b>	<b>11.944 €</b>	<b>12.205 €</b>	<b>13.880 €</b>	<b>16.671 €</b>
Spesa in 15 anni per impianto a metano per integrazione	Spesa in 15 anni per impianto a metano per integrazione	Spesa in 15 anni per impianto a metano per integrazione	Spesa in 15 anni per impianto a metano per integrazione	Spesa in 15 anni per impianto a metano per integrazione
<b>3.700 €</b>				
Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano
<b>1.468 €</b>	<b>1.332 €</b>	<b>1.442 €</b>	<b>1.597 €</b>	<b>2.774 €</b>
Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 1/2 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 2/4 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 4/6 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 6/8 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 8/10 persone
<b>15.553 €</b>	<b>16.976 €</b>	<b>17.347 €</b>	<b>19.177 €</b>	<b>23.145 €</b>

**Tabella 2 - Spesa totale impianto comprensivo di integrazione e consumo energetico suddiviso per tipologia di impianto e consumo acqua integrazione.**  
Riferimento a centro Italia (*Roma*) inclinazione pannello 22°

Spesa in 15 anni per impianto solare 200 litri per 1 o 2 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 300 litri per 2 o 4 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 400 litri per 4 o 6 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 500 litri per 6 o 8 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 700 litri per 8 o 10 persone
<b>10.385 €</b>	<b>11.944 €</b>	<b>12.205 €</b>	<b>13.880 €</b>	<b>16.671 €</b>
Spesa impianto a metano con consumo energetico in 15 anni 1 o 2 persone per integrazione	Spesa impianto a metano con consumo energetico in 15 anni 2 o 4 persone per integrazione	Spesa impianto a metano con consumo energetico in 15 anni 4 o 6 persone per integrazione	Spesa impianto a metano con consumo energetico in 15 anni 6 o 8 persone per integrazione	Spesa impianto a metano con consumo energetico in 15 anni 8 o 10 persone per integrazione
<b>3.700 €</b>				
Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano
<b>1.309 €</b>	<b>1.073 €</b>	<b>1.076 €</b>	<b>1.153 €</b>	<b>2.117 €</b>
Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 1/2 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 2/4 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 4/6 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 6/8 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 8/10 persone
<b>15.394 €</b>	<b>16.717 €</b>	<b>16.981 €</b>	<b>18.733 €</b>	<b>22.488 €</b>

**Tabella 3 - Spesa totale impianto comprensivo di integrazione e consumo energetico suddiviso per tipologia di impianto e consumo acqua integrazione.**  
Riferimento a sud Italia (*Catania*) inclinazione pannello 22°

Spesa in 15 anni per impianto solare 200 litri per 1 o 2 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 300 litri per 2 o 4 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 400 litri per 4 o 6 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 500 litri per 6 o 8 persone	Spesa in 15 anni per impianto solare 700 litri per 8 o 10 persone
<b>10.385 €</b>	<b>11.944 €</b>	<b>12.205 €</b>	<b>13.880 €</b>	<b>16.671 €</b>
Spesa impianto a metano con consumo energetico in 15 anni 1 o 2 persone per integrazione	Spesa impianto a metano con consumo energetico in 15 anni 2 o 4 persone per integrazione	Spesa impianto a metano con consumo energetico in 15 anni 4 o 6 persone per integrazione	Spesa impianto a metano con consumo energetico in 15 anni 6 o 8 persone per integrazione	Spesa impianto a metano con consumo energetico in 15 anni 8 o 10 persone per integrazione
<b>3.700 €</b>				
Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano	Spesa in 15 anni consumo energetico gas metano
<b>1.160 €</b>	<b>815 €</b>	<b>764 €</b>	<b>756 €</b>	<b>1.560 €</b>
Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 1/2 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 2/4 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 4/6 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 6/8 persone	Totale spesa, impianto solare ed integrazione gas metano e consumo energetico in 15 anni 8/10 persone
<b>15.245 €</b>	<b>16.459 €</b>	<b>16.669 €</b>	<b>18.336 €</b>	<b>21.931 €</b>

In giallo nelle tre tabelle superiori, la spesa impianto solare comprensiva di iva, installazione, interessi nei 15 anni, spese di manutenzione e riparazione per tipologia e grandezza di impianto solare (1/2 persone, 2/4 persone, 4/6 persone, 6/8 persone e 8/10 persone).

In verde, la spesa impianto integrazione metano comprensiva di iva, installazione, interessi nei 15 anni, spese di manutenzione e riparazione.

In rosa, la spesa energetica totale riferita al gas metano utilizzato nei 15 anni per riscaldare i litri di acqua necessari all'integrazione a seconda della tipologia di impianto e del consumo presunto per persona.

In ciano, il totale della spesa comprensivo di impianto solare ed impianto di integrazione comprensivo di manutenzione e riparazione sommato al consumo energetico necessario all'integrazione acqua calda necessaria nei 15 anni.

**Tabella 4 - Produzione acqua calda sanitaria (acs) per tipologia e latitudine di posizionamento impianto comprensiva del litri di integrazione e surplus**

	Impianto solare 200 litri 1 o 2 persone	Impianto solare 300 litri 2 o 4 persone	Impianto solare 400 litri 4 o 6 persone	Impianto solare 500 litri 6 o 8 persone	Impianto solare 700 litri 8 o 10 persone
<b>ACS prodotta in 15 anni MB (Monza e Brianza Nord)</b>	<b>675.598</b>	<b>1.261.810</b>	<b>1.777.966</b>	<b>2.281.165</b>	<b>3.039.776</b>
<b>ACS integrata in 15 anni MB (Monza e Brianza Nord)</b>	<b>419.402</b>	<b>380.690</b>	<b>412.034</b>	<b>456.335</b>	<b>792.724</b>
<b>ACS surplus in 15 anni MB (Monza e Brianza Nord)</b>	<b>0</b>	<b>89.385</b>	<b>248.827</b>	<b>421.225</b>	<b>338.212</b>
<b>ACS prodotta in 15 anni Roma (Roma centro Italia)</b>	<b>721.118</b>	<b>1.335.839</b>	<b>1.882.643</b>	<b>2.408.095</b>	<b>3.227.652</b>
<b>ACS integrata in 15 anni Roma (Roma centro Italia)</b>	<b>373.882</b>	<b>306.661</b>	<b>307.357</b>	<b>329.405</b>	<b>604.848</b>
<b>ACS surplus in 15 anni Roma (Roma centro Italia)</b>	<b>0</b>	<b>106.397</b>	<b>280.710</b>	<b>476.376</b>	<b>377.937</b>
<b>ACS prodotta in 15 anni CT (Catania sud Italia)</b>	<b>763.508</b>	<b>1.409.648</b>	<b>1.971.704</b>	<b>2.521.472</b>	<b>3.386.870</b>
<b>ACS integrata in 15 anni CT (Catania sud Italia)</b>	<b>331.492</b>	<b>232.852</b>	<b>218.296</b>	<b>216.028</b>	<b>445.630</b>
<b>ACS surplus in 15 anni CT (Catania sud Italia)</b>	<b>0</b>	<b>117.368</b>	<b>318.820</b>	<b>532.560</b>	<b>430.671</b>

**Tabella 5 - Costo per litro e metro cubo acs da derivazione solare ed impianto integrazione comprensivo di energia e spese valutate nei 15 anni**  
(impianto da 300 litri nord Italia)

Litri 1.261.810 acs solare Litri 380.690 integrati	<b>Solare acs</b> <i>impianto</i>	<b>Metano</b> <i>energia/impianto</i>	<b>Elettrico</b> <i>energia/impianto</i>	<b>Pellet</b> <i>energia/impianto</i>	<b>Legna</b> <i>energia/impianto</i>
costo per litro (€)	<b>0,0095</b>	<b>0,0035/0,0097</b>	<b>0,0107/0,0012</b>	<b>0,0019/0,0193</b>	<b>0,0009/0,0231</b>
costo per m <sup>3</sup> (€)	<b>9,5</b>	<b>3,5/9,7</b>	<b>10,7/1,2</b>	<b>1,9/19,3</b>	<b>0,9/23,1</b>

## Conclusioni

Il presente lavoro riporta una disamina analitica dei prezzi domestici di produzione dell'acqua calda sanitaria. In particolare si sono analizzati i costi di produzione di un dato quantitativo di acqua calda per usi sanitari di una famiglia (nello studio il numero di componenti è stato considerato un parametro, anche se il caso base ha considerato una famiglia numerosa per motivi di economicità di scala) per via solare termodinamica, con i dovuti costi di integrazione con le diverse fonti possibili: elettrica, a gas metano, a pellet ed a legna. Al fine di condurre uno studio parametrico si sono considerate varie latitudini in Italia (si è considerato il Nord (Monza), il Centro (Roma) ed il Sud (Catania)), e si sono considerate varie inclinazioni possibili dei pannelli (da 0° a 90°).

Si rileva come l'impianto di produzione elettrosolare non risulti praticamente mai conveniente dati gli alti costi di installazione e manutenzione che inevitabilmente si abbattano sulla produzione di acqua calda sanitaria prodotta (nonostante "il sole sia gratis", raccoglierlo non lo è affatto!), a meno di non incentivare pesantemente con sussidi statali tale forma di produzione energetica (ma è ovvio che qualsiasi forma di energia risulterebbe conveniente in questo caso); il costo dell'opzione solare infatti è paragonabile al riscaldamento elettrico, pur considerando l'elevato costo dell'energia elettrica in Italia.

Si è analizzato anche il caso in cui si volesse sovradimensionare l'impianto solare per poter fare a meno degli impianti di integrazione. Questa opzione oltre a comportare costi di installazione elevati e fuori mercato, comporterebbe anche il rischio aggiuntivo (non eliminabile) di dover fare del tutto a meno di acqua calda per alcuni giorni all'anno (a tutte le latitudini), salvo poi avere una sovrapproduzione di acqua calda sanitaria nei mesi più caldi ed assolati.

Il presente documento è corredato da un opportuno foglio di calcolo con cui ognuno può inserire i dati relativi al proprio impianto per i calcoli del caso.

Se a tutto questo si aggiunge una oggettiva complessità di gestione e manutenzione dell'impianto solare che lo rende poco adatto per persone digiune di conoscenze tecniche e di capacità di intervento, si può concludere che la via della provata convenienza di questa tipologia di impianti, al netto degli spot degli stakeholders coinvolti nel settore e dei politici in cerca di facili consensi, risulta ancora tutta da percorrere.

## Appendice: foglio di calcolo usato per questo studio