

Studio di Fattibilità per un Progetto di Indipendenza Energetica

Percorso di Eccellenza in Energy Management
Università Carlo Cattaneo - LIUC

Studio di Progettazione:

Bonini Nicola
Brusa Pasquè Fabio
Catalfamo Giuseppe
Giacomini Marco
Maderna Laura

In collaborazione con



Agenda

- Parte elettrica:
 - Valutazioni Economiche
 - Valutazioni Tecniche

- Parte termica:
 - Valutazioni Economiche
 - Valutazioni Tecniche

Parte elettrica

SOLUZIONI:



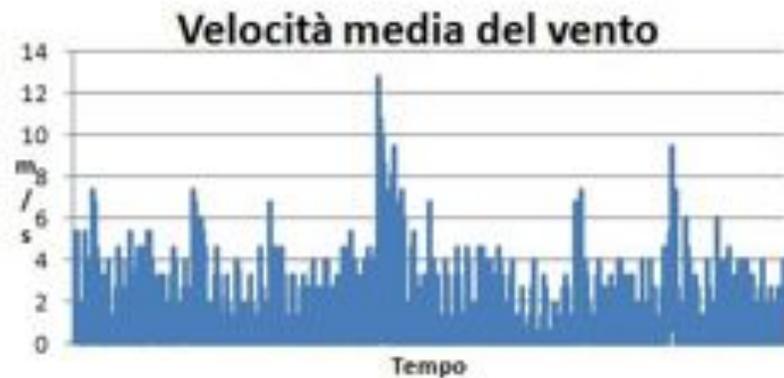
Solare Fotovoltaico



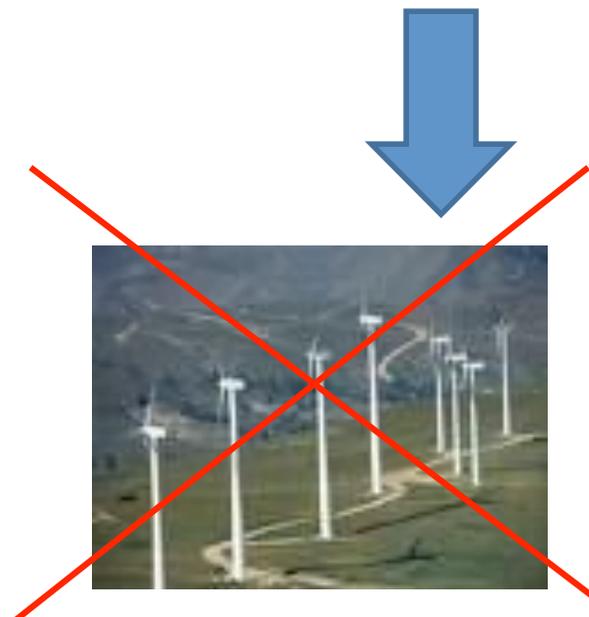
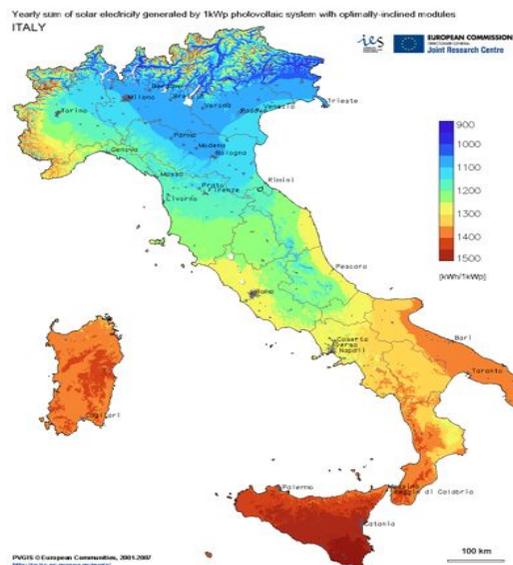
Impianto Eolico

Impianto Eolico

- Valore minimo accettabile della velocità del vento durante un anno per avviare lo studio di fattibilità di un impianto eolico: 5,5 m/s.



Il valore medio calcolato nel sito preso in considerazione è di:
1,135 m/s.



**Impianto eolico
non realizzabile**

Impianto Fotovoltaico

Le caratteristiche geografiche del sito



Lo stabile è localizzato in provincia di Varese ed è di recente costruzione. Le superfici esterne utilizzabili comprendono sia quelle della palazzina uffici, sia quelle dell'area produttiva.

Azimut: 45°

Tilt: 30°

Esposizione: sud-ovest

Latitudine: 45°49'05"

Longitudine: 08°49'30"

Coefficiente di riflessione del tetto : 0,23

Edificio		m ²	Tipologia
A	Uffici	450	Tetto curvo - ombreggiato da zona produttiva
B	Parte Alta	1.100	Shed
C	Parte Bassa	1.300	Shed
D	Terreno	10.000	

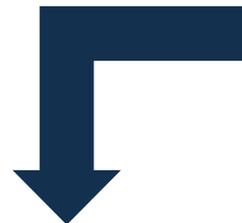
**Impianto
Fotovoltaico**



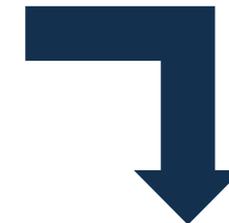
**Unica Soluzione
Tecnica
(100 kWp)**



**Soluzioni
Economiche**



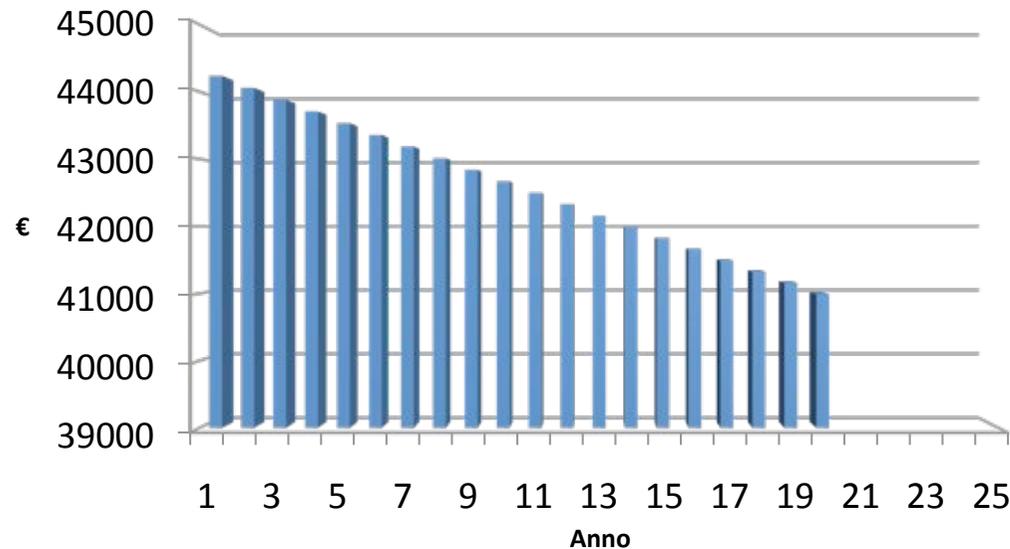
**Investimento
Autofinanziato**



**Investimento con
Finanziamento**

Valutazioni Economiche

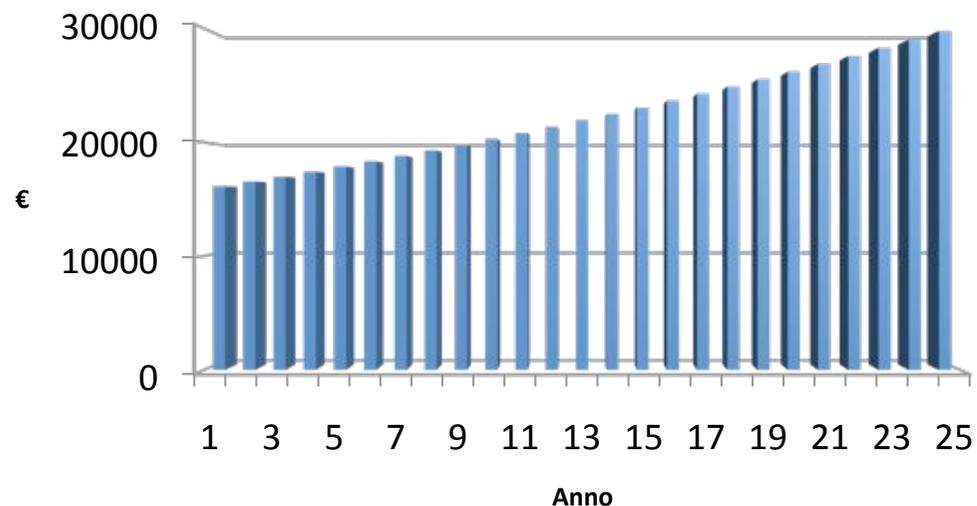
Ricavi



I **ricavi** derivano dal conto energia.

- Durata: 20 anni
- Tariffa: 0,384 €/kWh
- Riduzione dei ricavi a causa della perdita di efficienza.

Risparmi

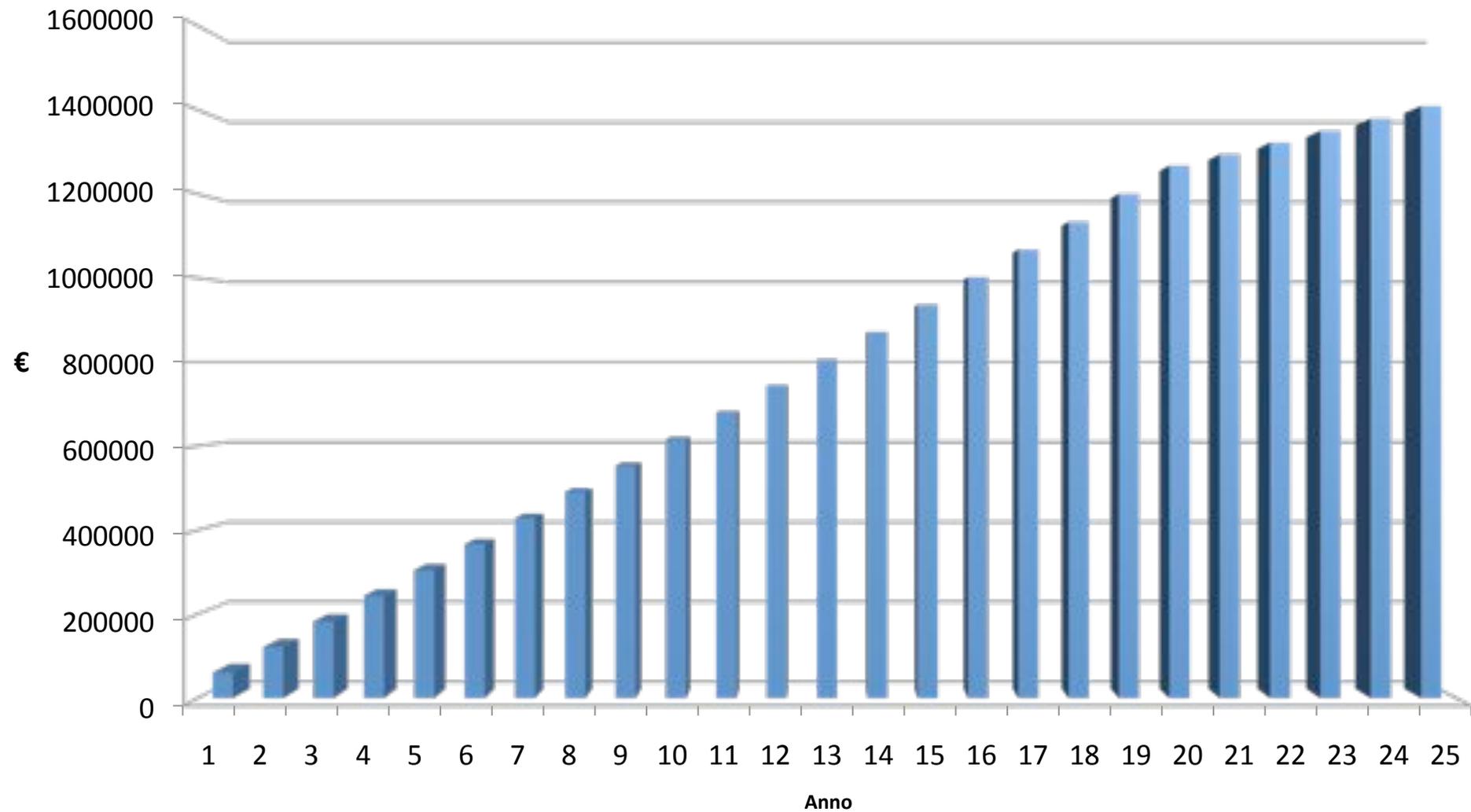


I **risparmi** derivano dall'energia autoprodotta.

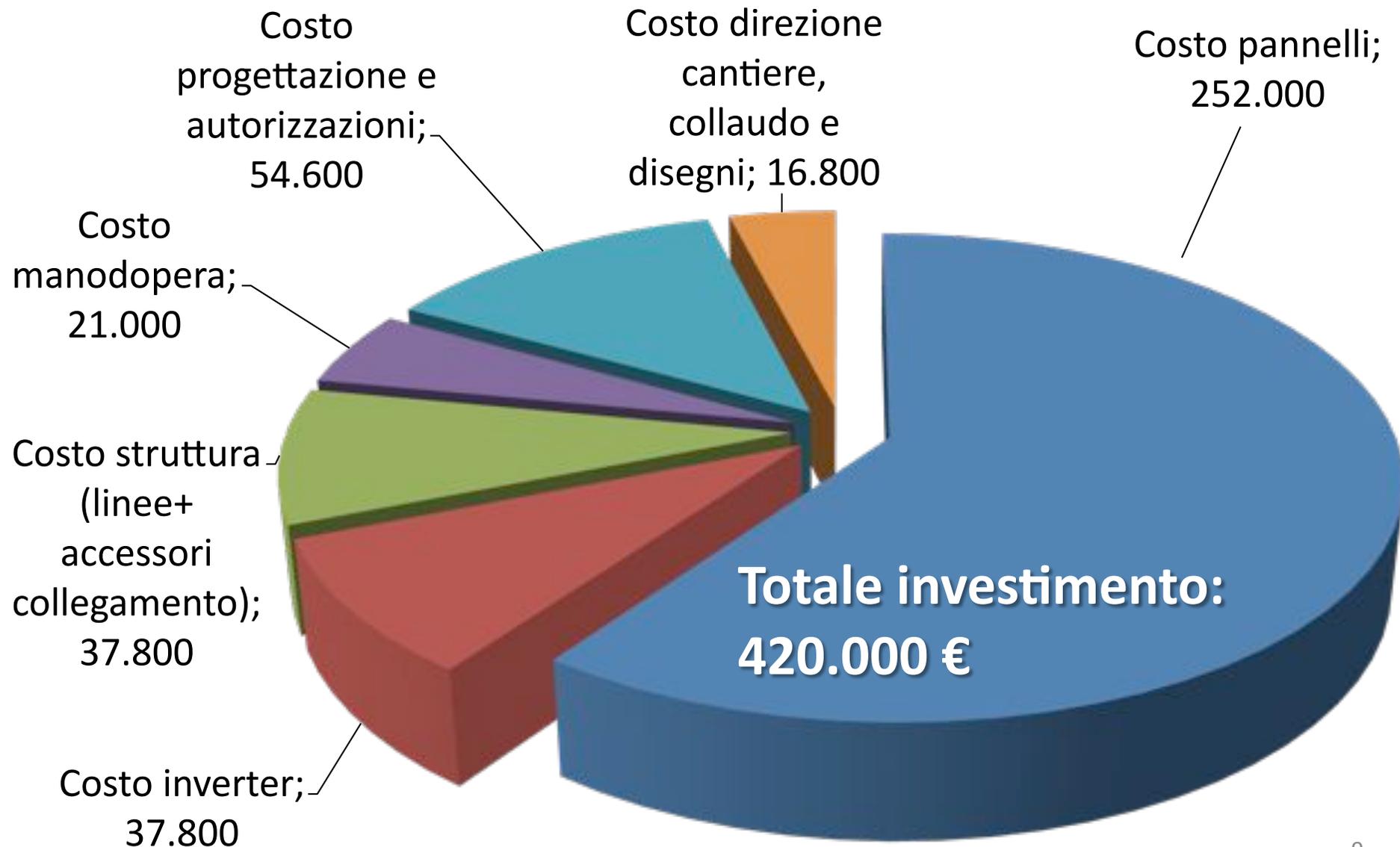
- Durata: 25 anni
- Risparmio: 0,14 €/kWh
- Aumento dei risparmi legati al tasso di inflazione dell'energia pari al 3%.

Valutazioni Economiche

Ricavi + risparmi cumulati



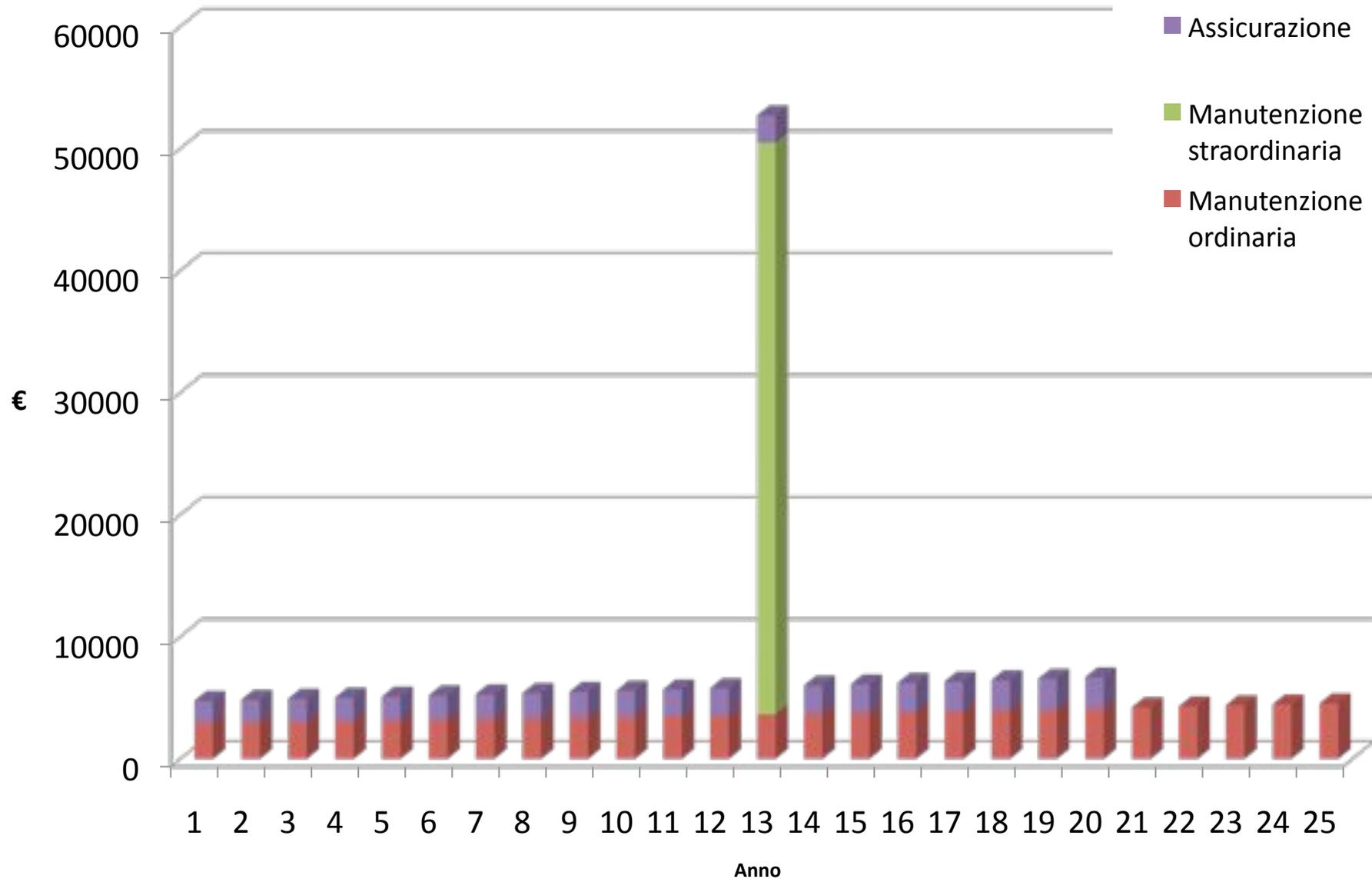
I costi dell'impianto fotovoltaico



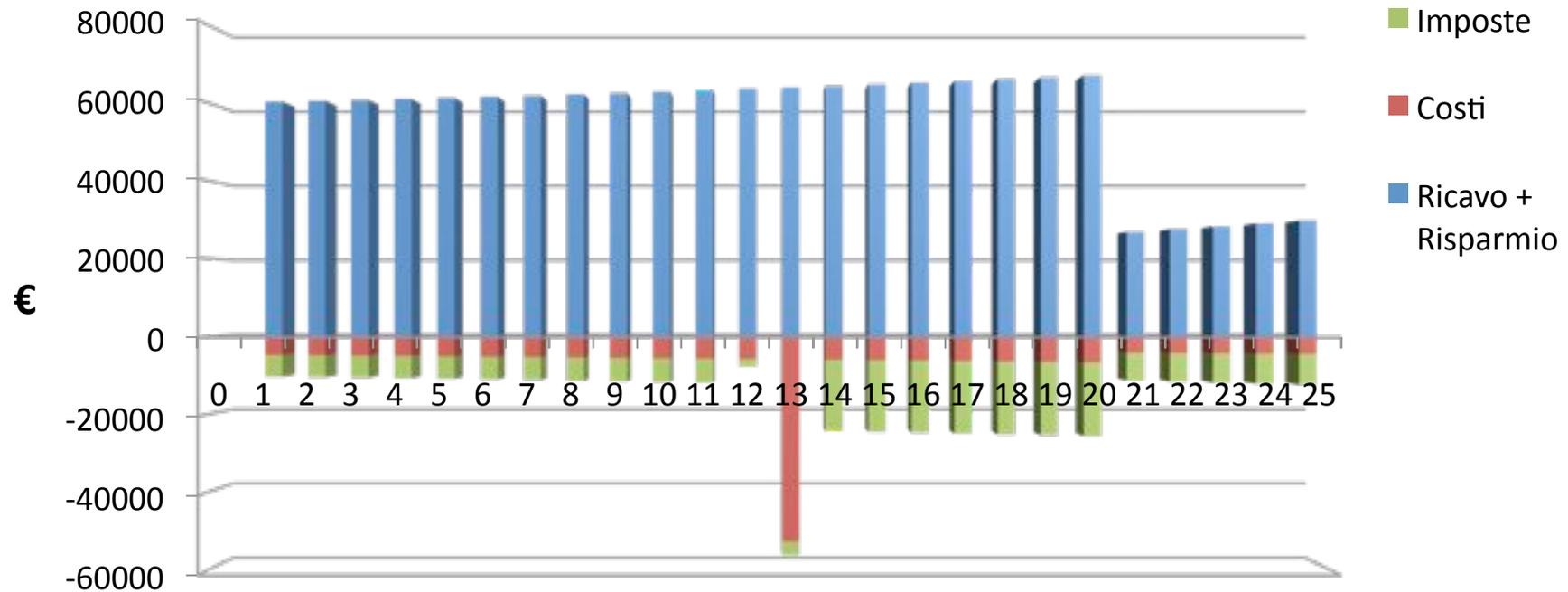
Costi Gestione Impianto

- 1. Costi di manutenzione ordinaria:** si sostengono annualmente e sono pari allo 0,7 % del valore dell'investimento.
- 2. Costi di manutenzione straordinaria:** si sostengono solo al 13° anno e sono legati alla sostituzione dei 4 inverter, pari al 9 % dell'investimento.
- 3. Costi di assicurazione:** si sostengono annualmente e sono pari a 18 €/kWp. I costi legati all'assicurazione si concludono con il ventesimo anno, quando termina il conto energia.
- 4. Tasso di inflazione:** tutti i costi tengono conto di un tasso di inflazione dell'1,80%.

Costi Gestione Impianto



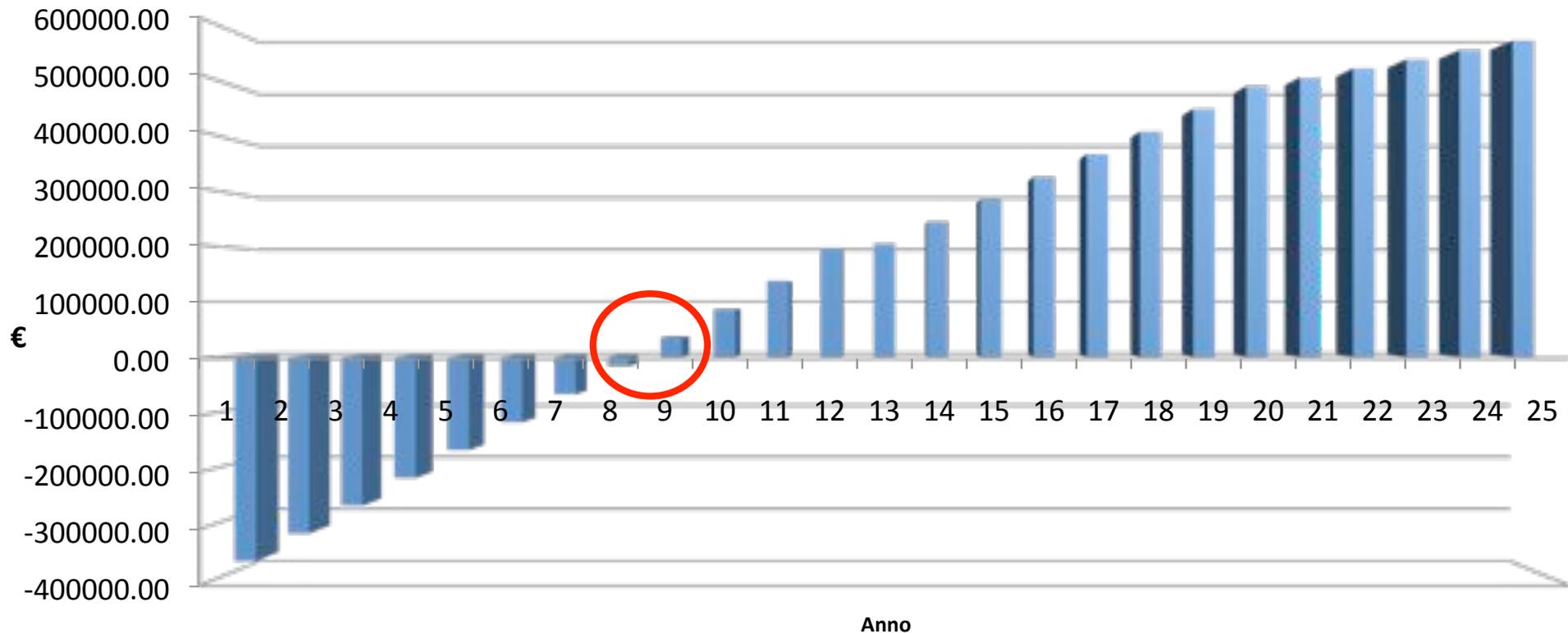
Impianto Autofinanziato



	Dare (€)	Avere (€)
Ricavi + Risparmi		1.409.128
Totale Avere		1.409.128
Costi	181.499	
Investimento	420.000	
Imposte	234.755	
Totale Dare	836.254	
TOTALE Avere-Dare		572.873

PBT e IRR

Flusso di cassa cumulato



➤ TBP → 8 anni

➤ IRR → 10%

➤ Van → 162.882 €

Impianto con Finanziamento 1/3

Condizioni Finanziamento:

Durata → 16 anni

Tasso → 4,5 %

Periodicità → mensile

Tipo Mutuo → fisso

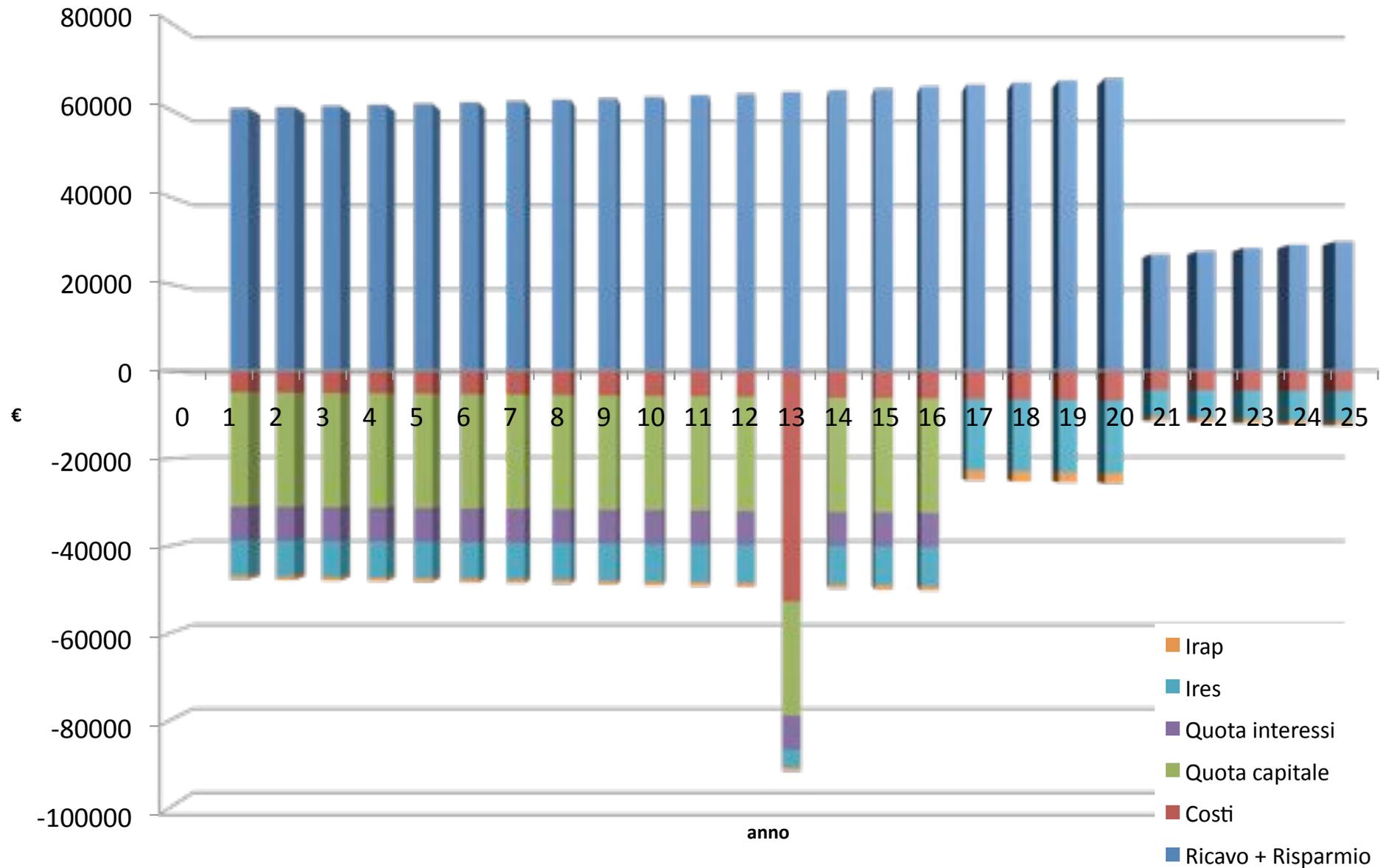
N° Rate → 192

Imposto Rata → 3.072 €

Quota capitale annuale	26.250 €
Quota interessi annuale	10.614 €
Quota interessi con detrazione annuale	7.748 €

Quota capitale totale	420.000 €
Quota interessi totale	169.824 €
Quota interessi totale con detrazione	123.972 €

Impianto con Finanziamento 2/3

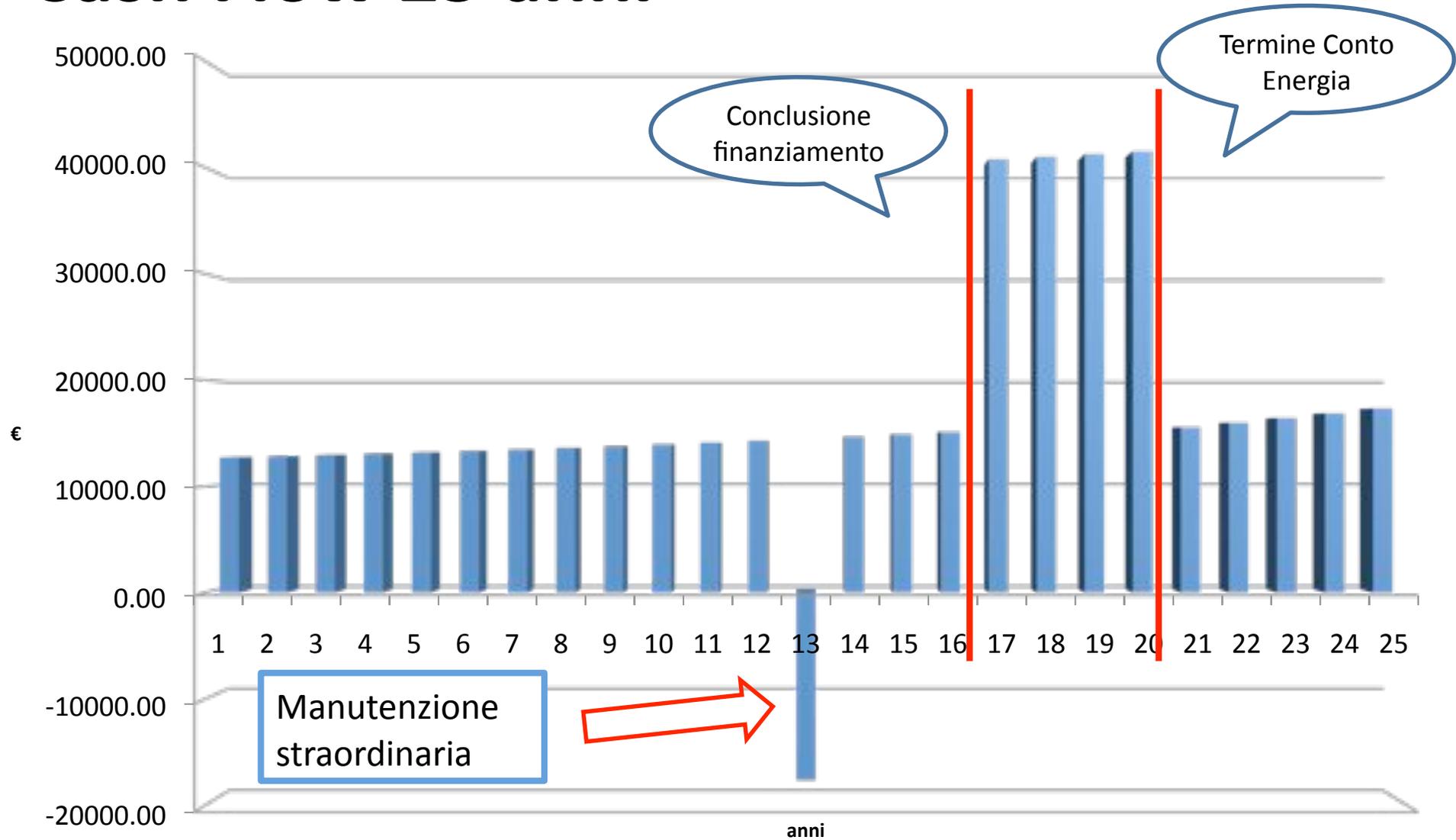


Impianto con Finanziamento 2/3

	DARE (€)	AVERE (€)
Risparmio		557.219
Ricavi		851.909
Totale Avere		1.409.128
Costi (manutenzione ord + straordinaria + assicurazione)	181.500	
Interessi da pagare	123.972	
Imposte	248.761	
Investimento	420.000	
Totale Dare	974.232	
<u>TOTALE Avere-Dare</u>		<u>434.897</u>

Impianto con Finanziamento 3/3

Cash Flow 25 anni

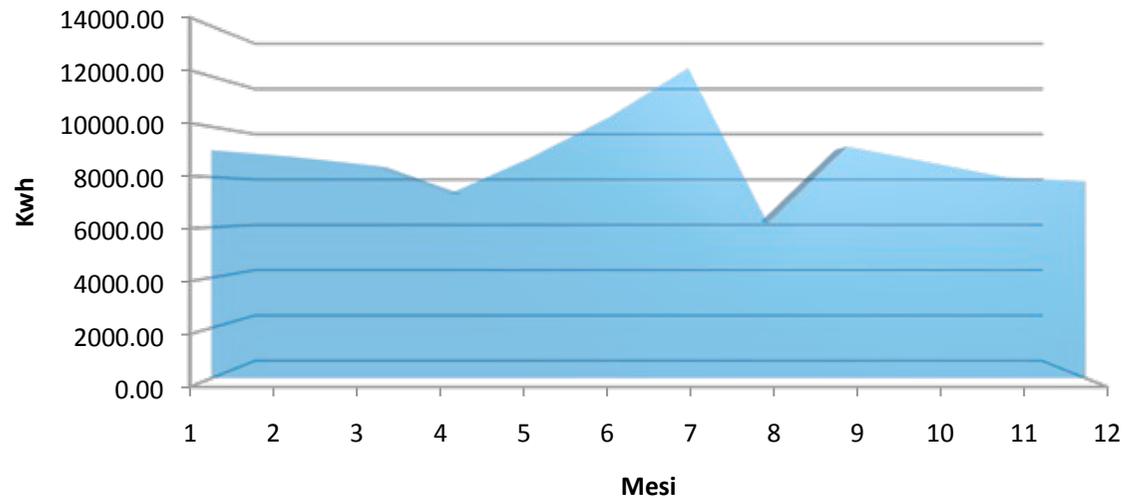


Analisi dei consumi mensili e annuali

Consumi mensili 2008	
Mese	kWh
gen-08	9.071
feb-08	8.812
mar-08	8.470
apr-08	7.333
mag-08	8.743
giu-08	10.365
lug-08	12.335
ago-08	6.167
set-08	9.215
ott-08	8.606
nov-08	7.983
dic-08	7.828
TOT 2008	104.933



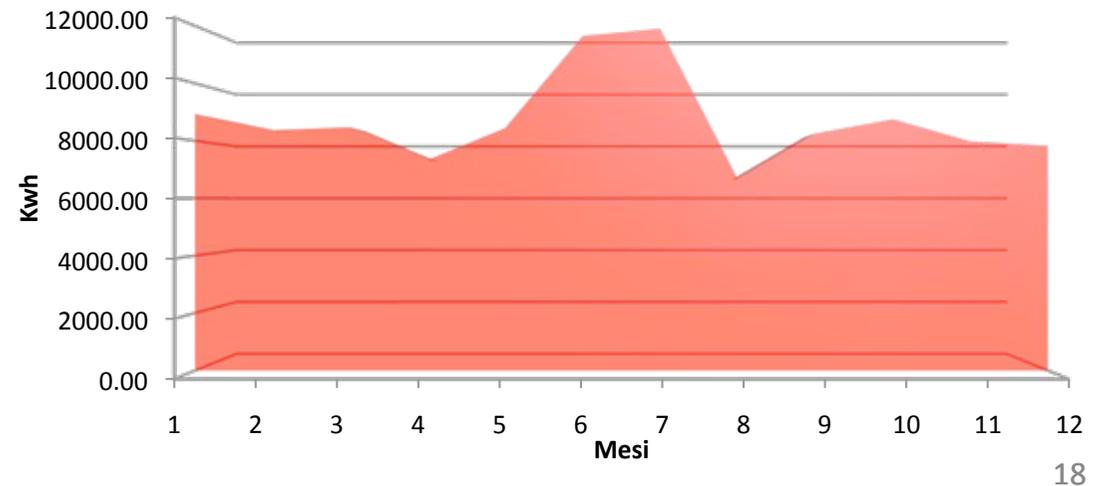
Consumo mensili 2008



Consumi mensili 2009	
Mese	kWh
gen-09	8.933
feb-09	8.370
mar-09	8.470
apr-09	7.333
mag-09	8.443
giu-09	11.654
lug-09	11.908
ago-09	6.671
set-09	8.255
ott-09	8.753
nov-09	7.983
dic-09	7.828
TOT 2009	104.606

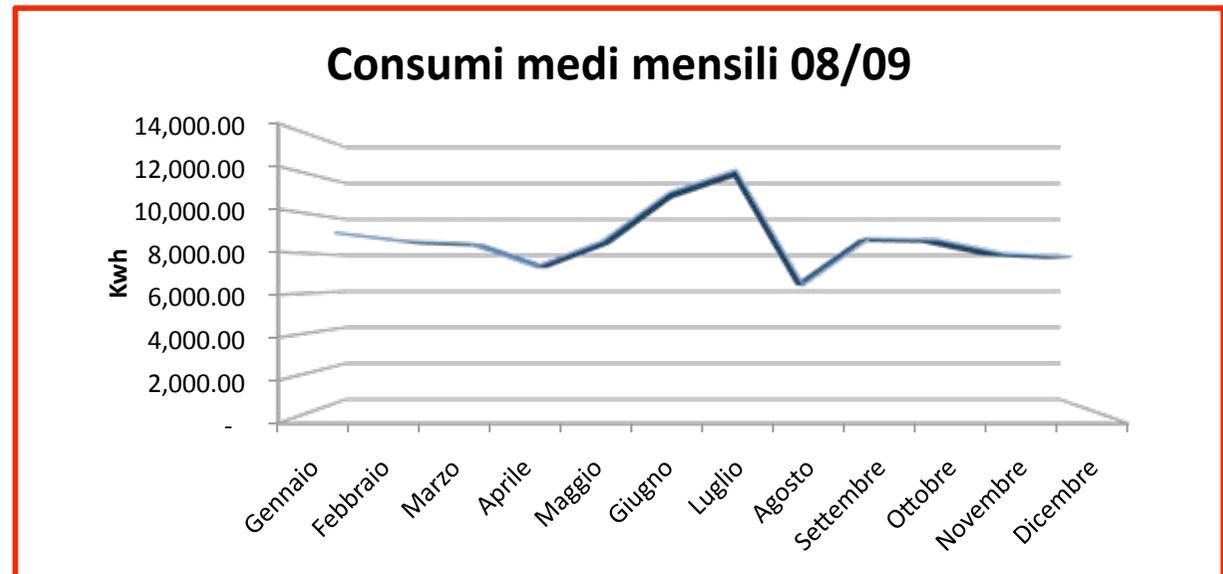
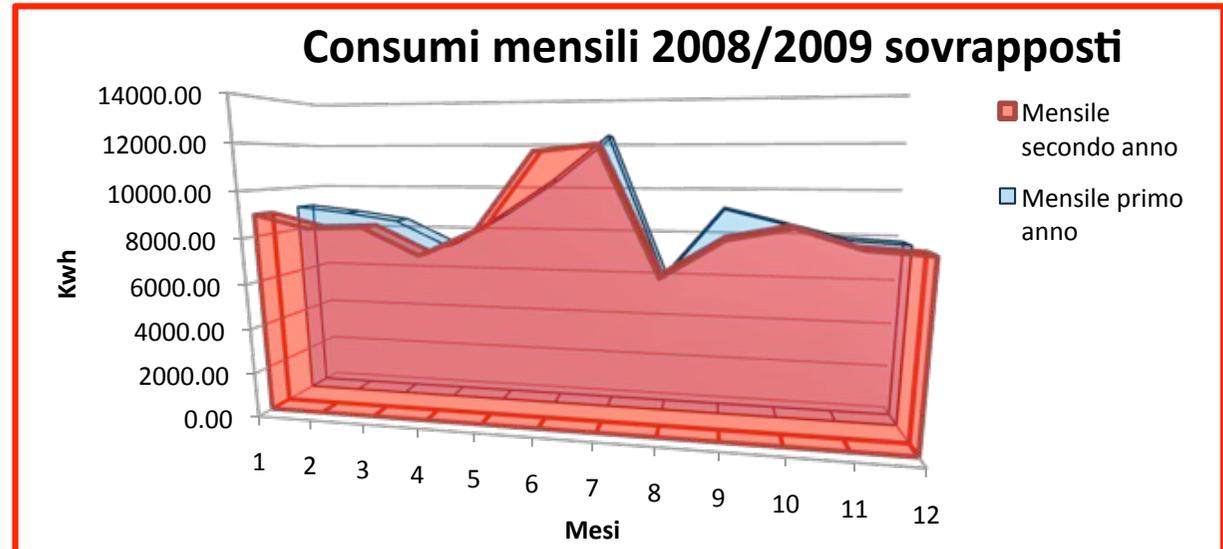


Consumi mensili 2009



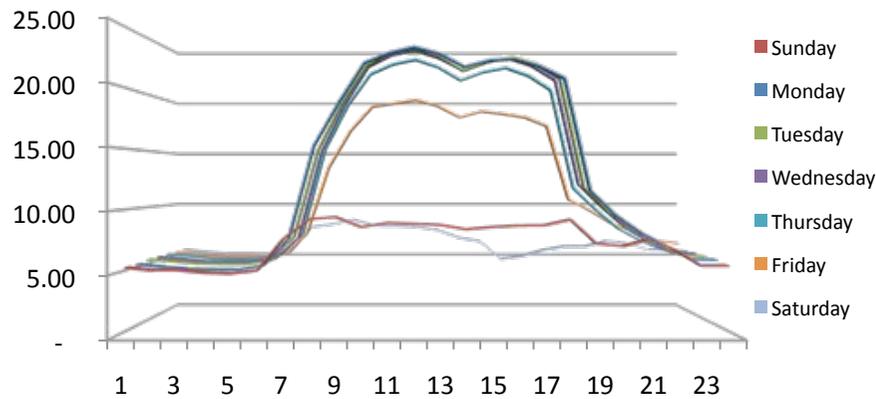
Analisi dei consumi mensili e annuali

Consumi medi mensili 08/09	
Mese	kWh
Gennaio	9.002
Febbraio	8.591
Marzo	8.470
Aprile	7.333
Maggio	8.593
Giugno	11.009
Luglio	12.121
Agosto	6.419
Settembre	8.735
Ottobre	8.679
Novembre	7.983
Dicembre	7.828
MEDIA 08/09	104.770

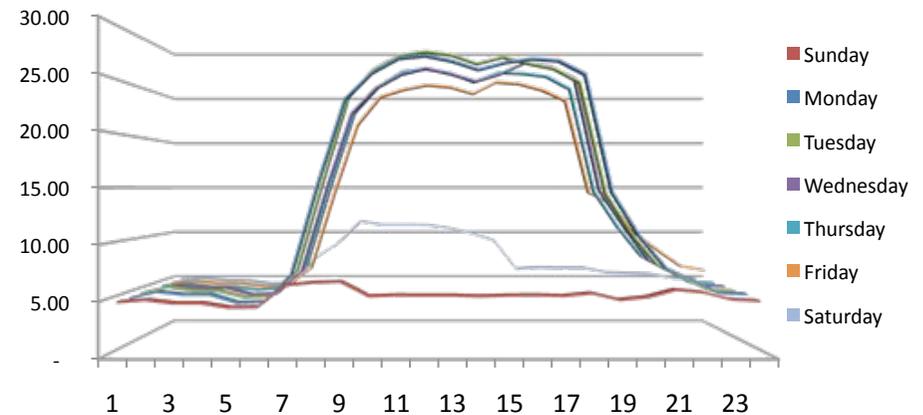


Analisi consumi giornalieri

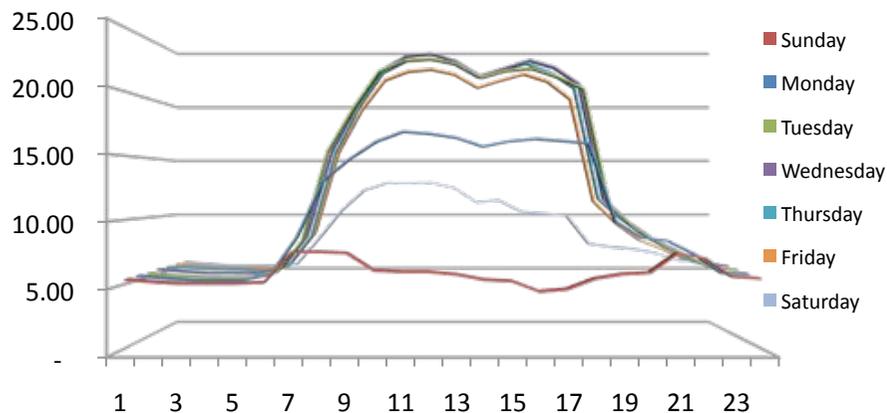
Valori orari medi giornalieri invernali 2008



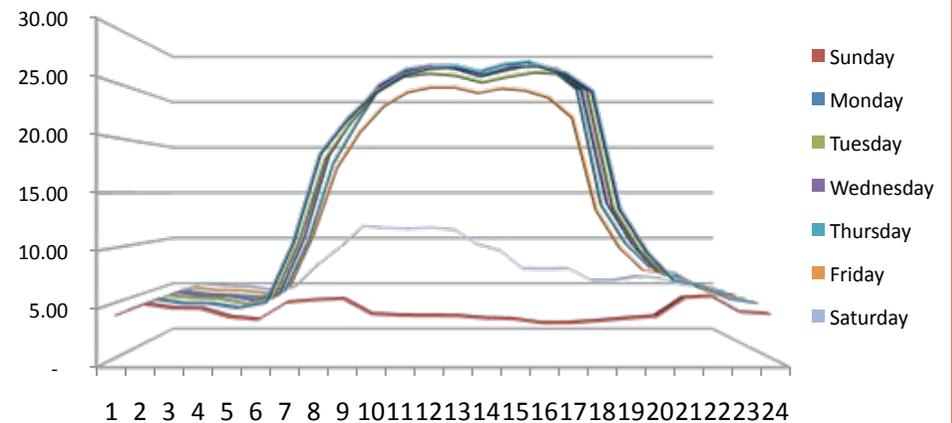
Valori medi orari giornalieri estivi 2008



Valori medi orari giornalieri invernali 2009



Valori medi orari giornalieri estivi 2009



Calcolo della producibilità per 1 kWp

Mese	Producibilità	
	Giornaliera	Mensile
	kWh	kWh
GENNAIO	1,6636	51,5714
FEBBRAIO	2,1646	60,6096
MARZO	3,0028	93,0853
APRILE	3,6688	110,0633
MAGGIO	4,2594	132,041
GIUGNO	4,4349	133,0456
LUGLIO	4,8342	149,8608
AGOSTO	4,2366	131,3343
SETTEMBRE	3,4928	104,7853
OTTOBRE	2,5712	79,7076
NOVEMBRE	1,8107	54,3221
DICEMBRE	1,6792	52,0542

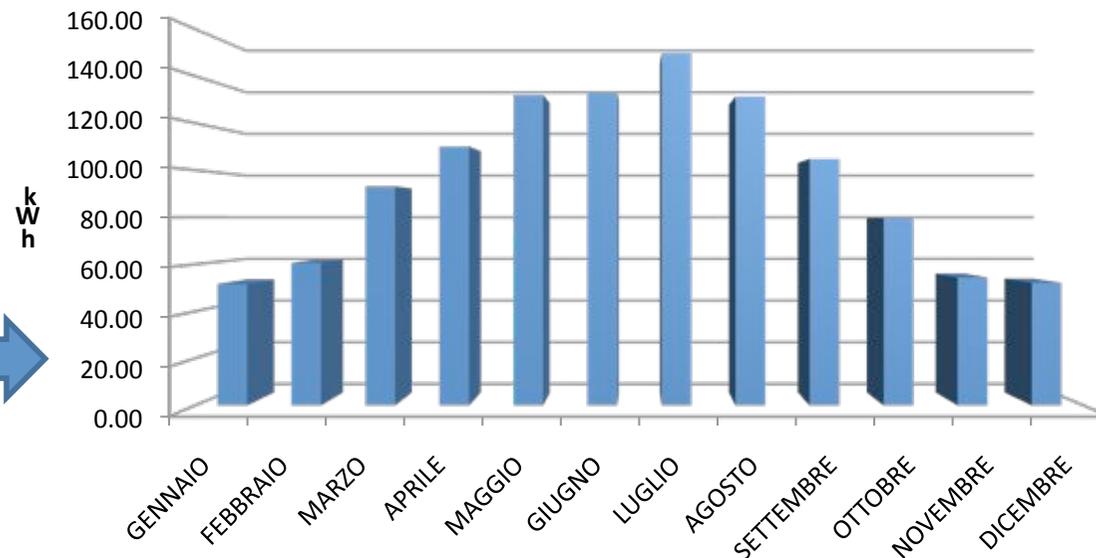


Producibilità per ogni kWp
 => **1.152,48 kWh/kWp**

Il grafico mostra la producibilità (kWh) di un ipotetico impianto da 1 kWp, installato nell'area presso cui è localizzata l'azienda manifatturiera.



Producibilità 1 kWp



Analisi potenza da installare

Per il corretto **dimensionamento** dell'impianto fotovoltaico sono necessari due dati fondamentali:

Consumi annuali (kWh) : 105.000

Producibilità (kWh/kWp) : 1.152,48

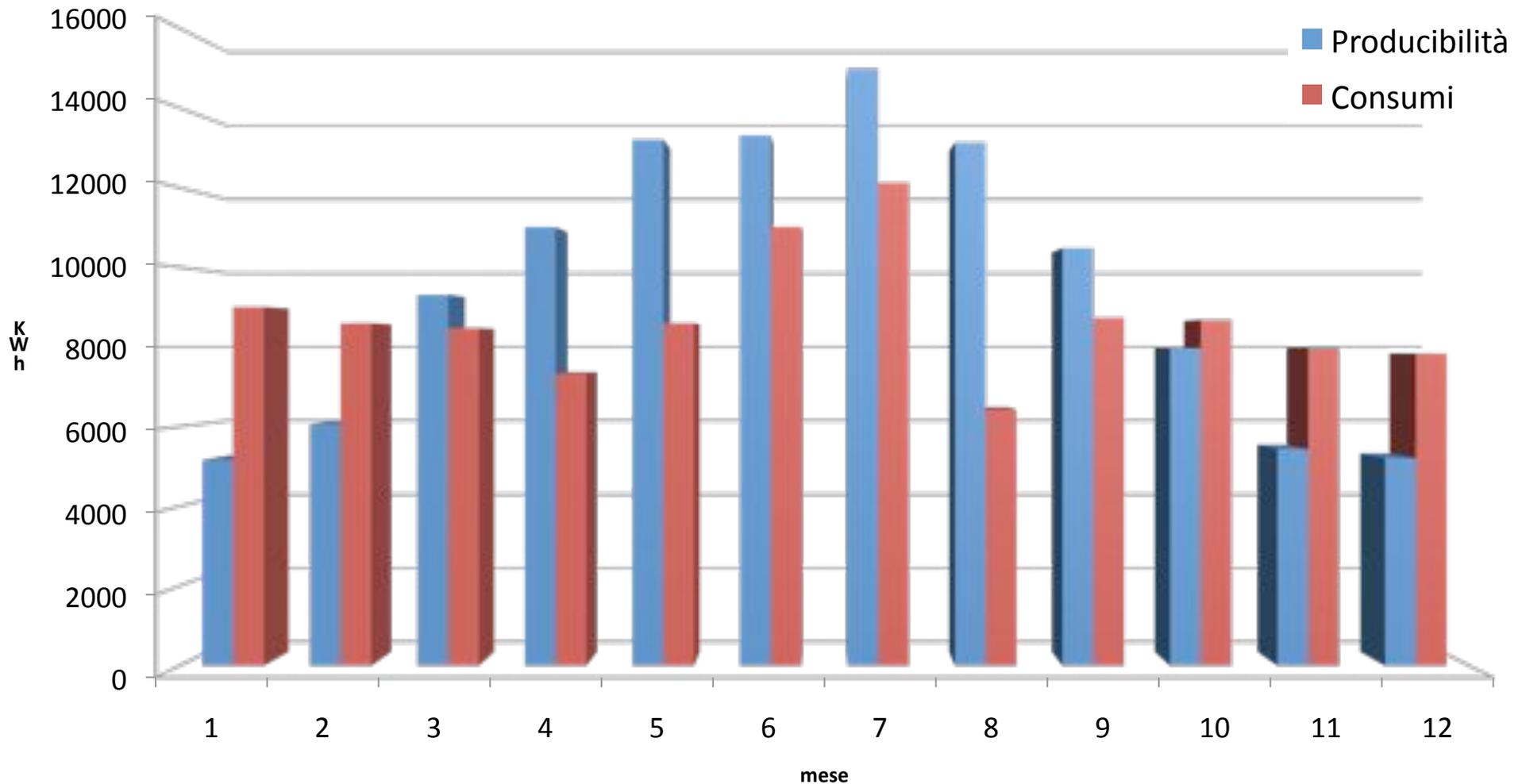
La **potenza da installare** viene calcolata come :

$$\frac{\text{Consumi annuali (kWh)}}{\text{Producibilità (kWh/kWp)}} = \frac{105.000}{1.152,48} = 91.07 \text{ kWp}$$

PROBLEMA:

Dato che ogni impianto fotovoltaico è caratterizzato da una **perdita di rendimento** durante il suo ciclo di vita, è stato deciso di installare **100 kWp** al posto che 92 kWp.

Producibilità vs Consumi



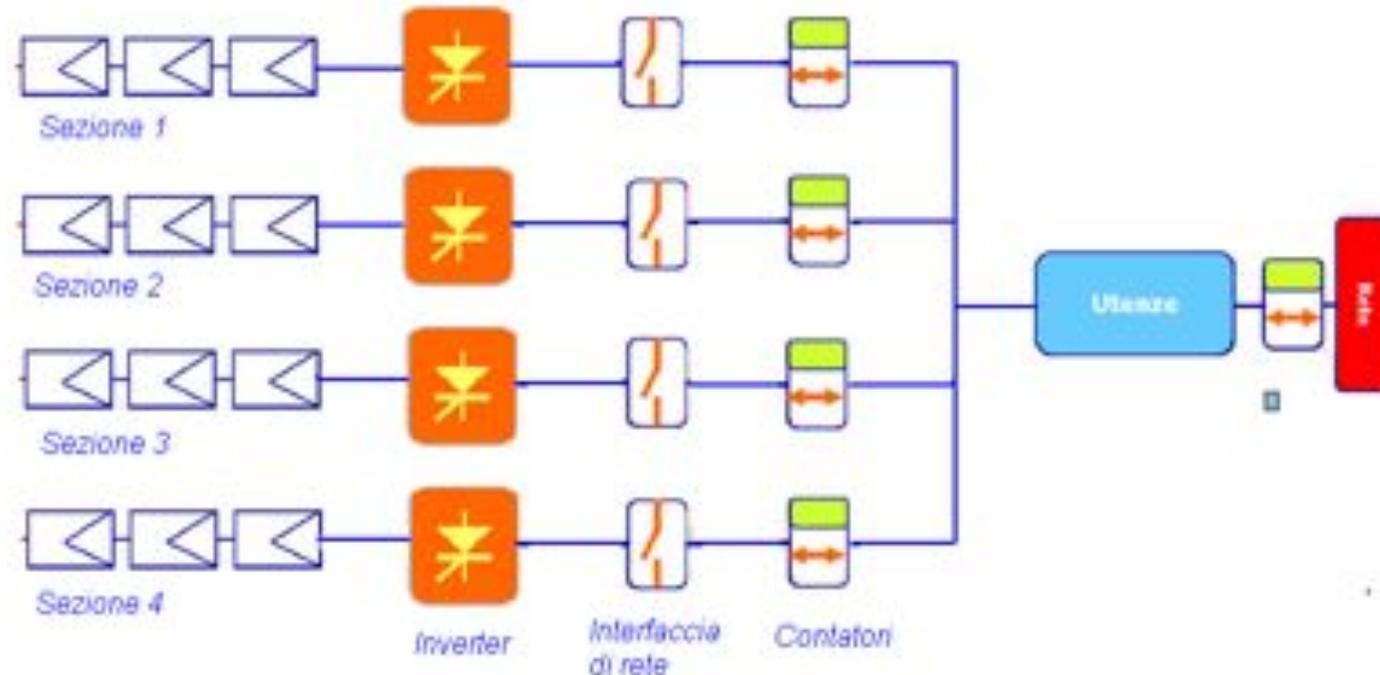
➤ Scambio sul posto → copertura totale consumi energia elettrica.

Producibilità vs Consumi

➤ Scambio sul posto → copertura totale consumi energia elettrica.

1. Quantità di energia elettrica **scambiata**;
2. Controvalore dell'energia elettrica **immessa** nella rete;
3. Valore in € dell'energia elettrica **prelevata** dalla rete.

Schema impianto fotovoltaico



- Connesso alla rete;
- Suddiviso in 4 sezioni, ciascuna gestita indipendentemente da un inverter per:
 - incrementare le flessibilità nella gestione dell'impianto fotovoltaico;
 - elevata resa energetica, grazie alla gestione capillare del generatore fotovoltaico;
 - elevata immunità dell'impianto al singolo guasto;
 - intervento di ripristino del guasto più rapido e semplice;
- Impianto parzialmente integrato con potenza > di 20 kWp;

Schema impianto fotovoltaico

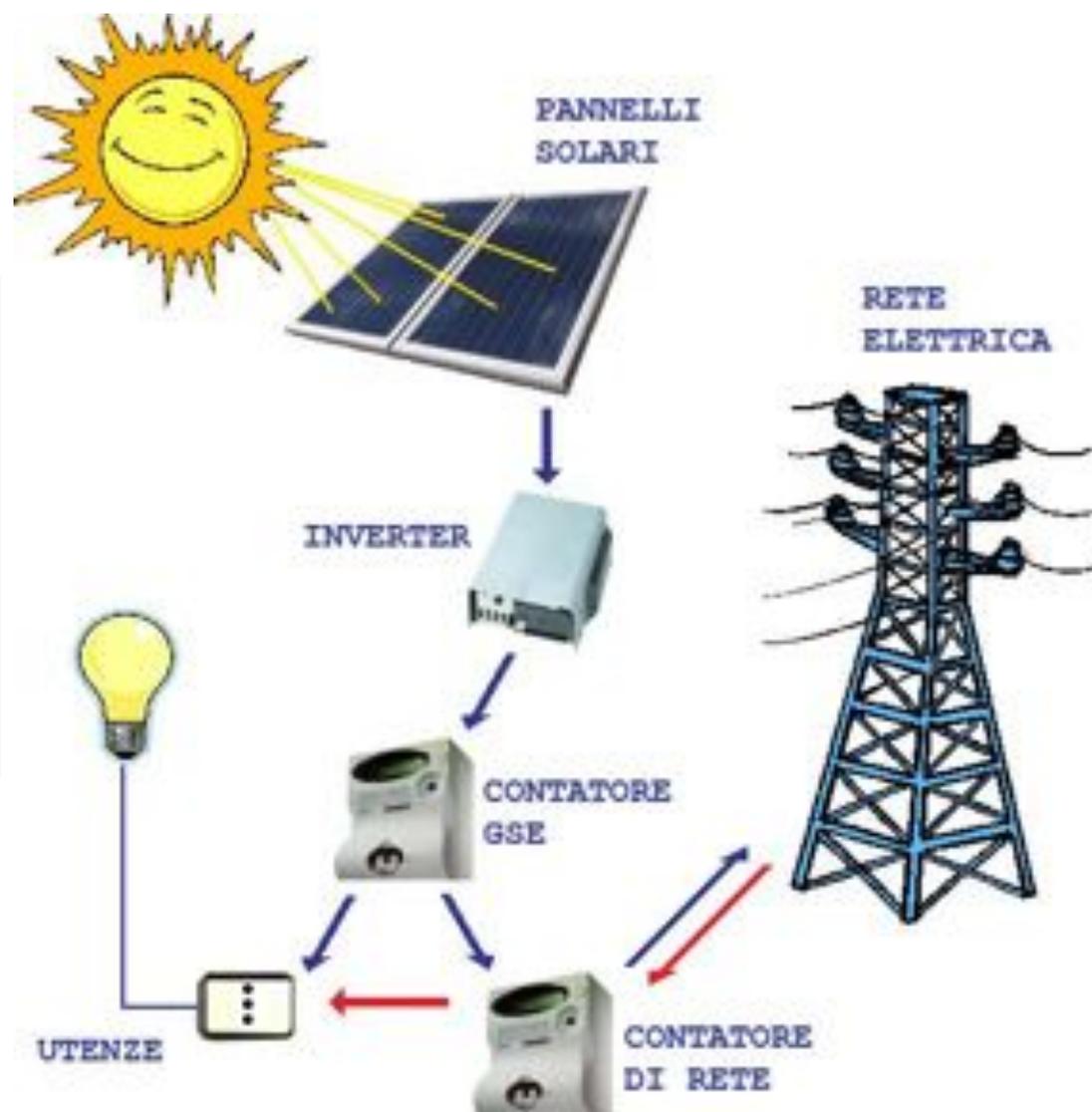


- Connesso alla rete;
- Suddiviso in 4 sezioni, ciascuna gestita indipendentemente da un inverter per:
 - incrementare le flessibilità nella gestione dell'impianto fotovoltaico;
 - elevata resa energetica, grazie alla gestione capillare del generatore fotovoltaico;
 - elevata immunità dell'impianto al singolo guasto;
 - intervento di ripristino del guasto più rapido e semplice;
- Impianto parzialmente integrato con potenza > di 20 kWp;

Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico

Componenti impianto fotovoltaico:

- A. [pannelli](#);
- B. [inverter](#);
- C. [connettori e cavi](#);
- D. [struttura di supporto](#).



- Schema impianto Fotovoltaico -

Pannelli

- Alta efficienza;
- Elevato rendimento: 14%;
- Perdita efficienza: 0,7 annuale;
- Qualità: elevato standard dei materiali;
- Sicurezza;
- Garanzia;
- Progettazione accurata;



Inverter

Caratteristiche:

- Inverter a modulazione di larghezza d'impulso (PWM)
- Rendimento massimo
- Rendimento PPM di oltre il 99 %
- Comando con processore di segnale digitale (DSP)
- Interessante rapporto prezzo-prestazioni
- Linea dedicata all'assistenza e servizio rapido



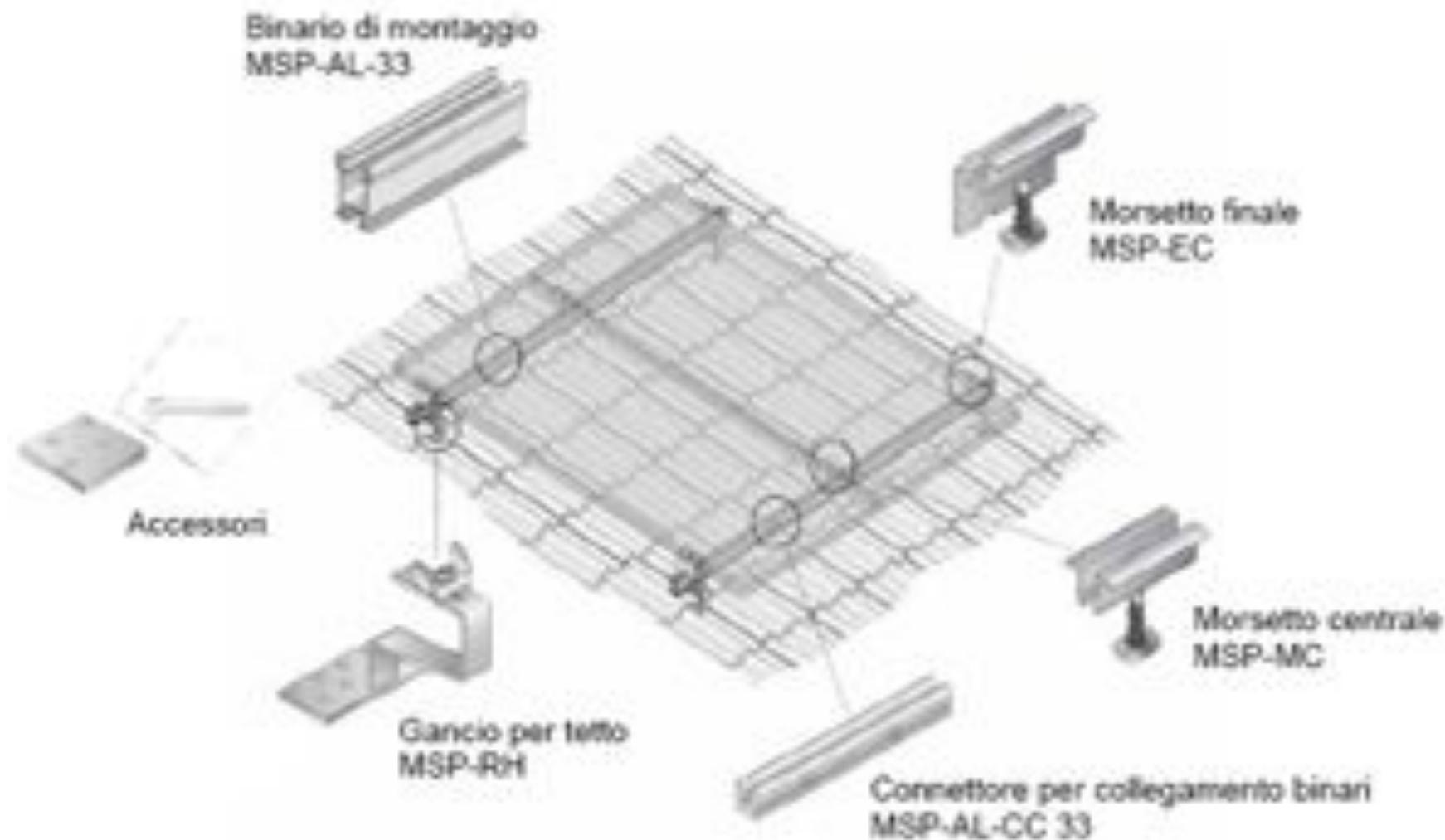
Connettori e cavi

- Connettori per il collegamento di pannelli fotovoltaici;
- Connettori per montaggio su inverter.

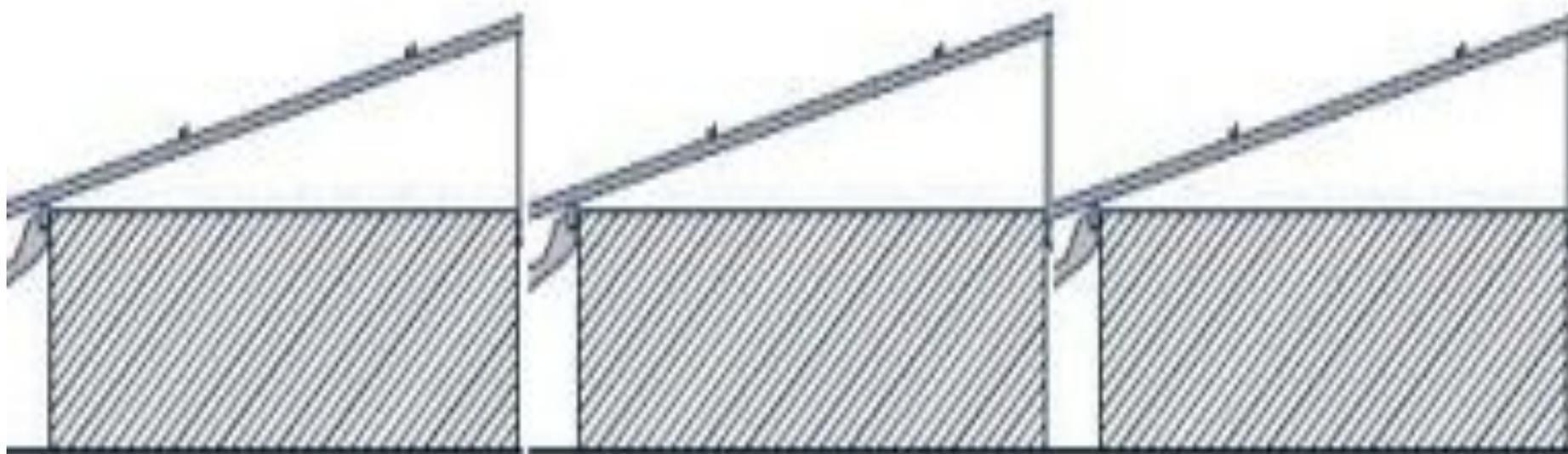
- nuovo test di durata che ne assicura una vita superiore ai 25 anni;
- nuova prova di resistenza alle basse temperature;
- nuova prova di resistenza alle alte temperature;



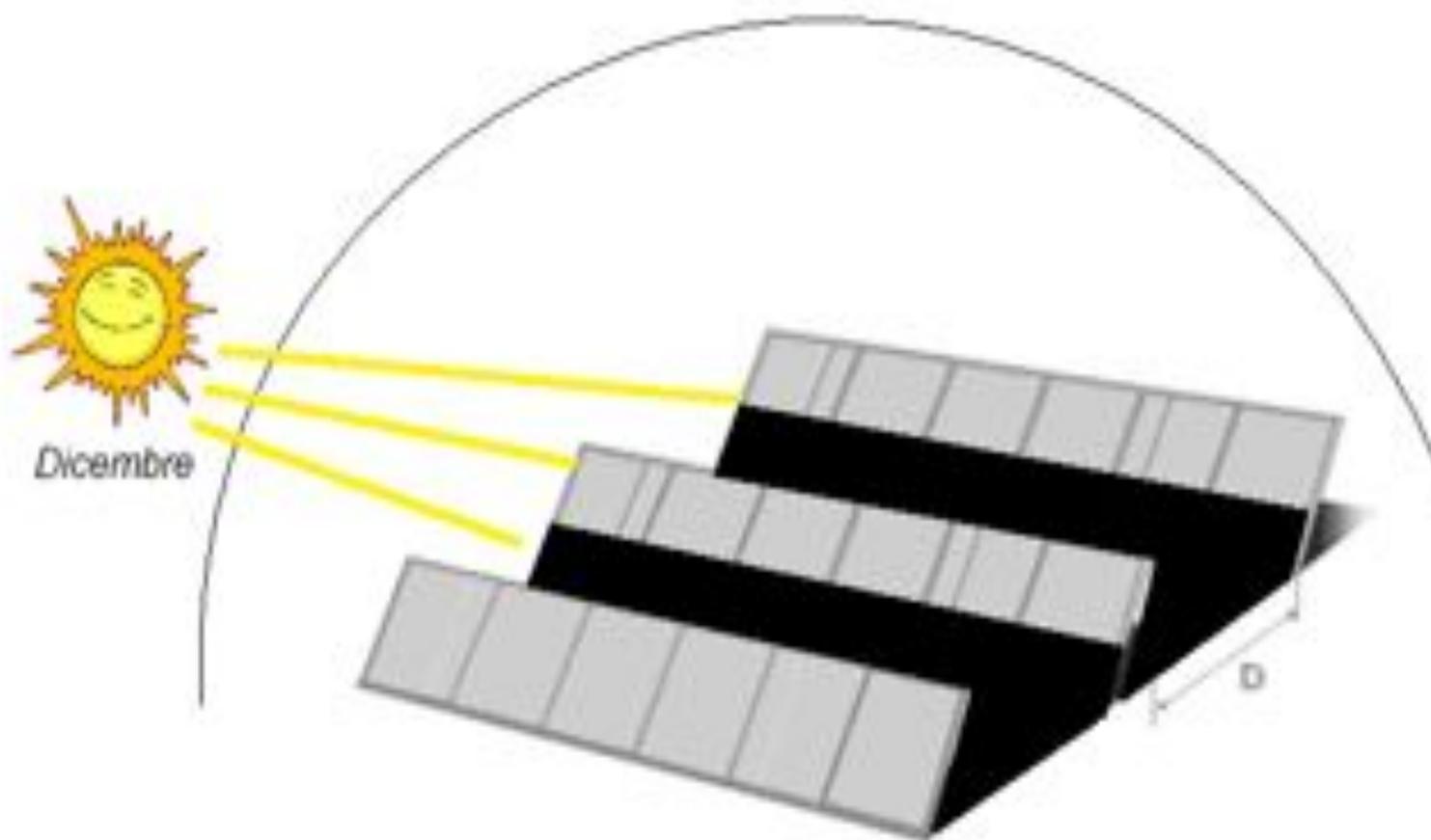
Struttura di supporto



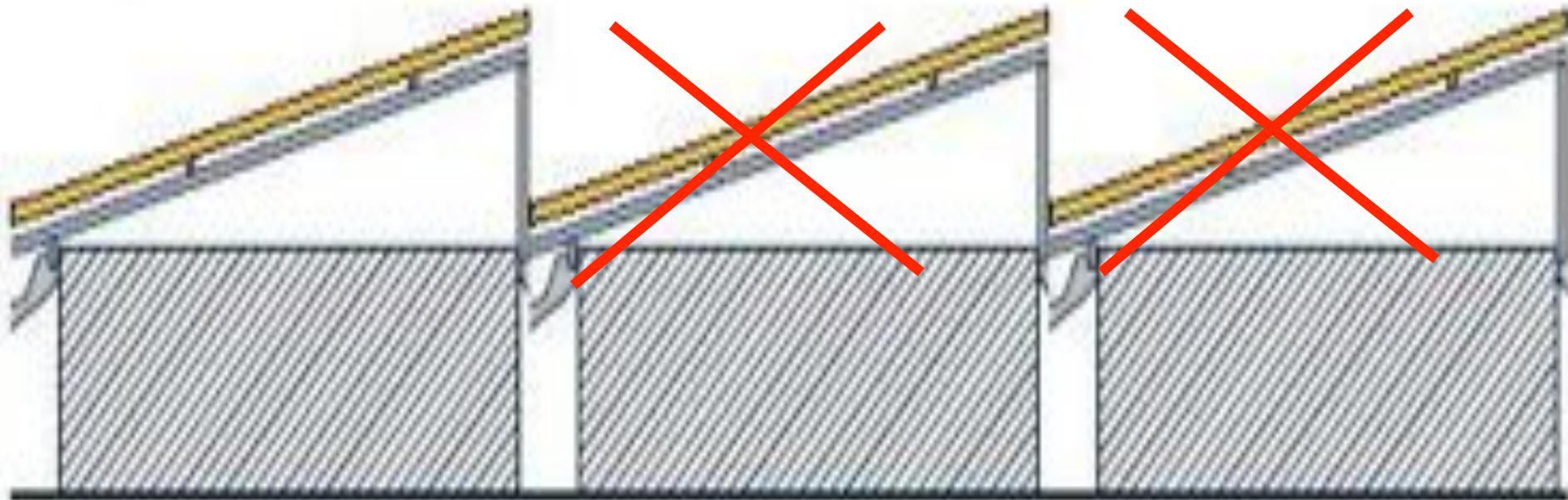
Superficie occupata e Ombreggiamento



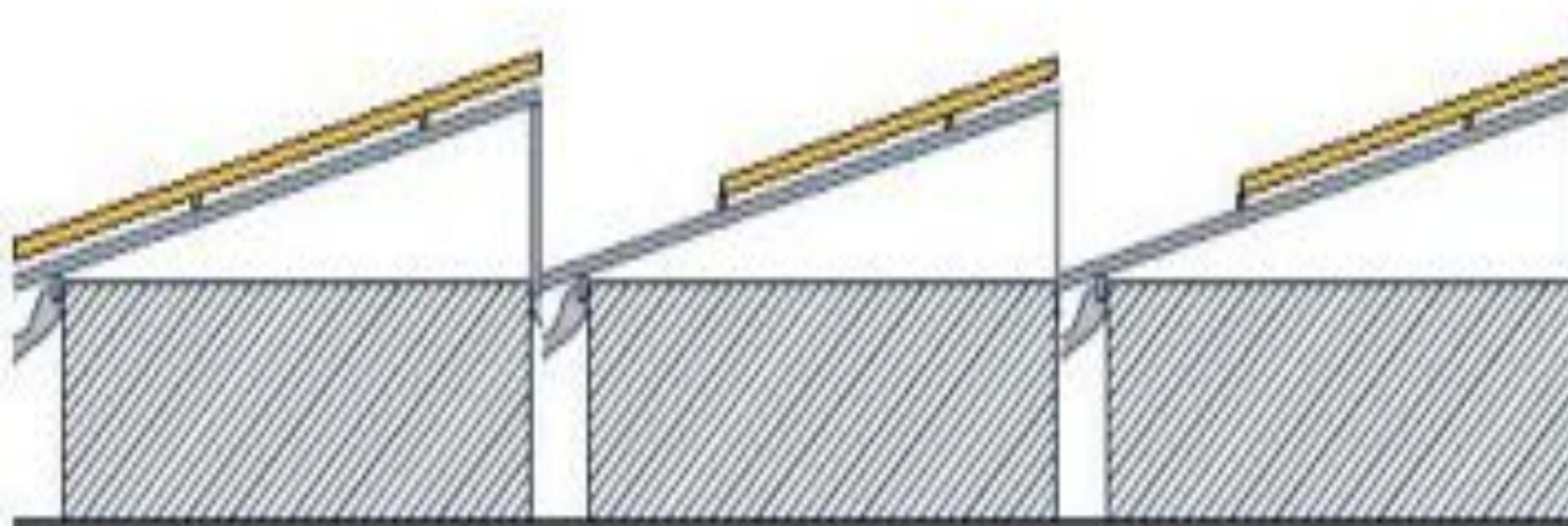
Superficie occupata e Ombreggiamento



Superficie occupata e Ombreggiamento



Superficie occupata e Ombreggiamento

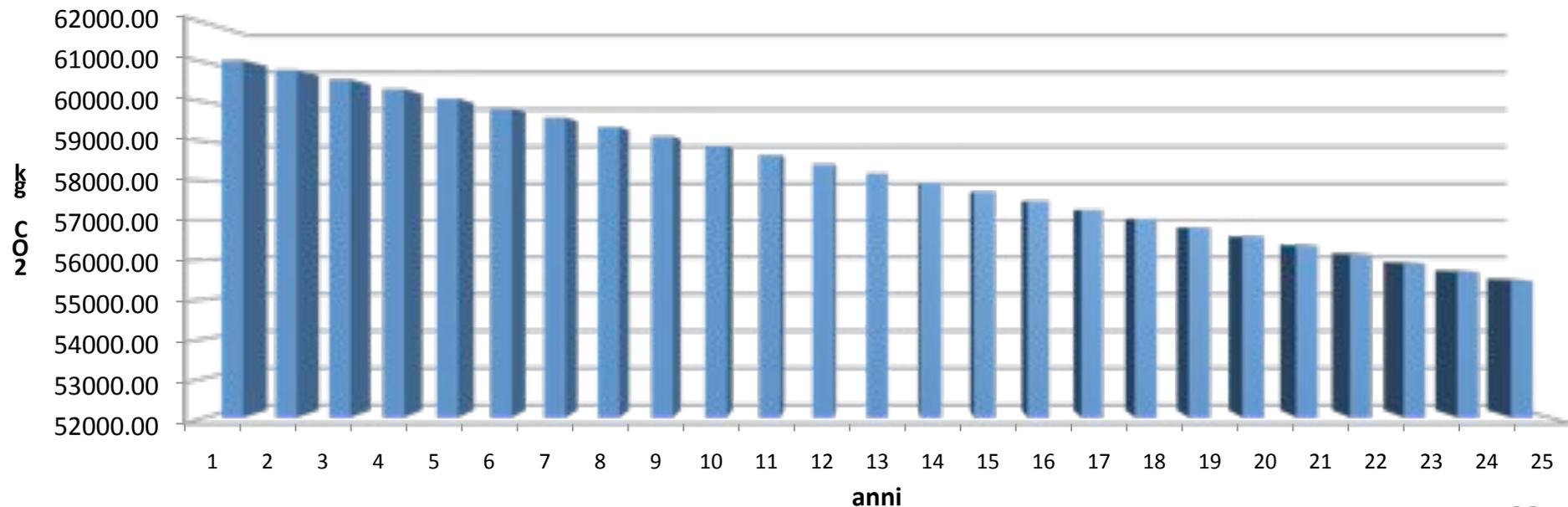


Vantaggi ambientali

Non bisogna dimenticare il vantaggio derivante all'**eco-sostenibilità** dell'impianto fotovoltaico legato alla riduzione delle emissioni di CO₂.

- Per produrre un kWh elettrico vengono **bruciati** mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di **combustibili fossili**;
- Per ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico sono **evitate emissioni** di 0,53 kg di anidride carbonica.

Emissioni evitate



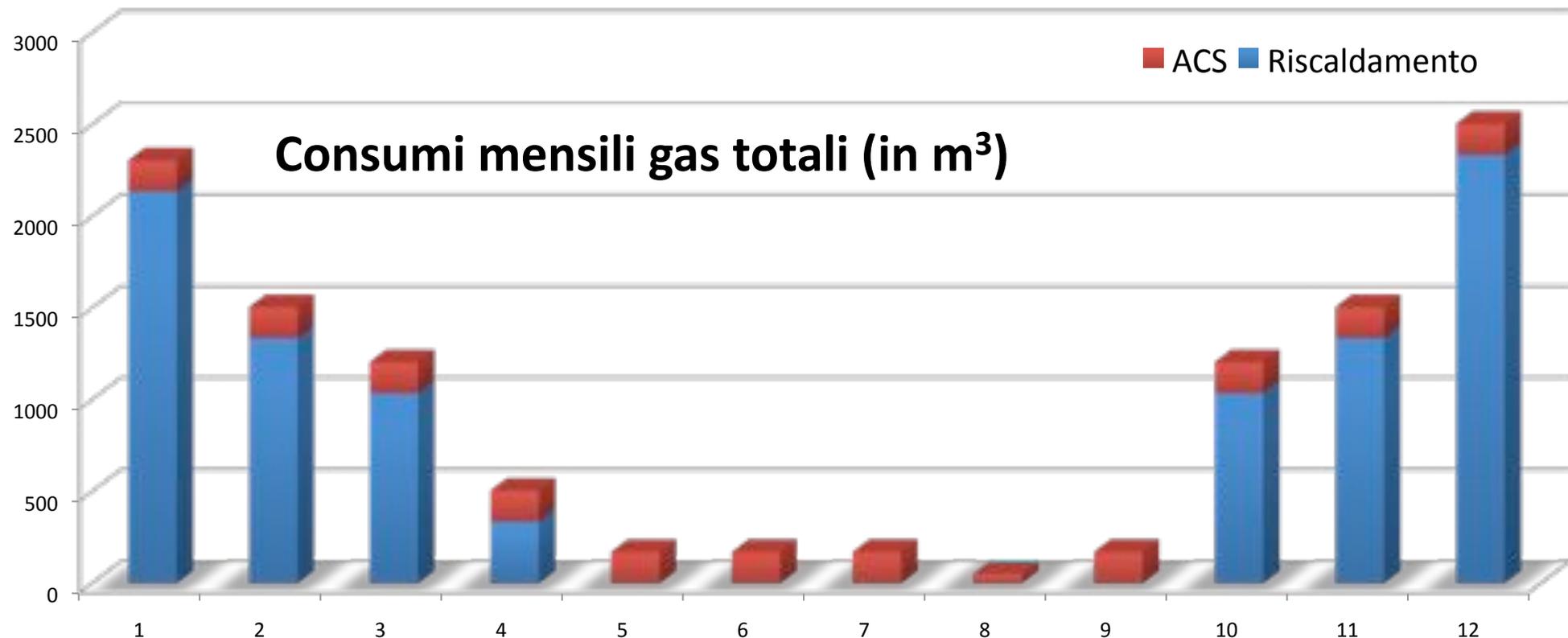
Parte Termica

Obiettivo:

- Ridurre i consumi di gas naturale annui dello stabilimento;
- Soddisfare i fabbisogni di riscaldamento e Acqua Calda Sanitaria;
- Rendere l'azienda simbolo di responsabilità ecologica.

Situazione attuale

- Attualmente il fabbisogno termico dello stabilimento è soddisfatto interamente da una caldaia a condensazione:
 - potenza nominale → 110 kW
 - rendimento → 98%.
- La caldaia è utilizzata per il riscaldamento della palazzina uffici dello stabilimento e per la produzione di acqua calda sanitaria.

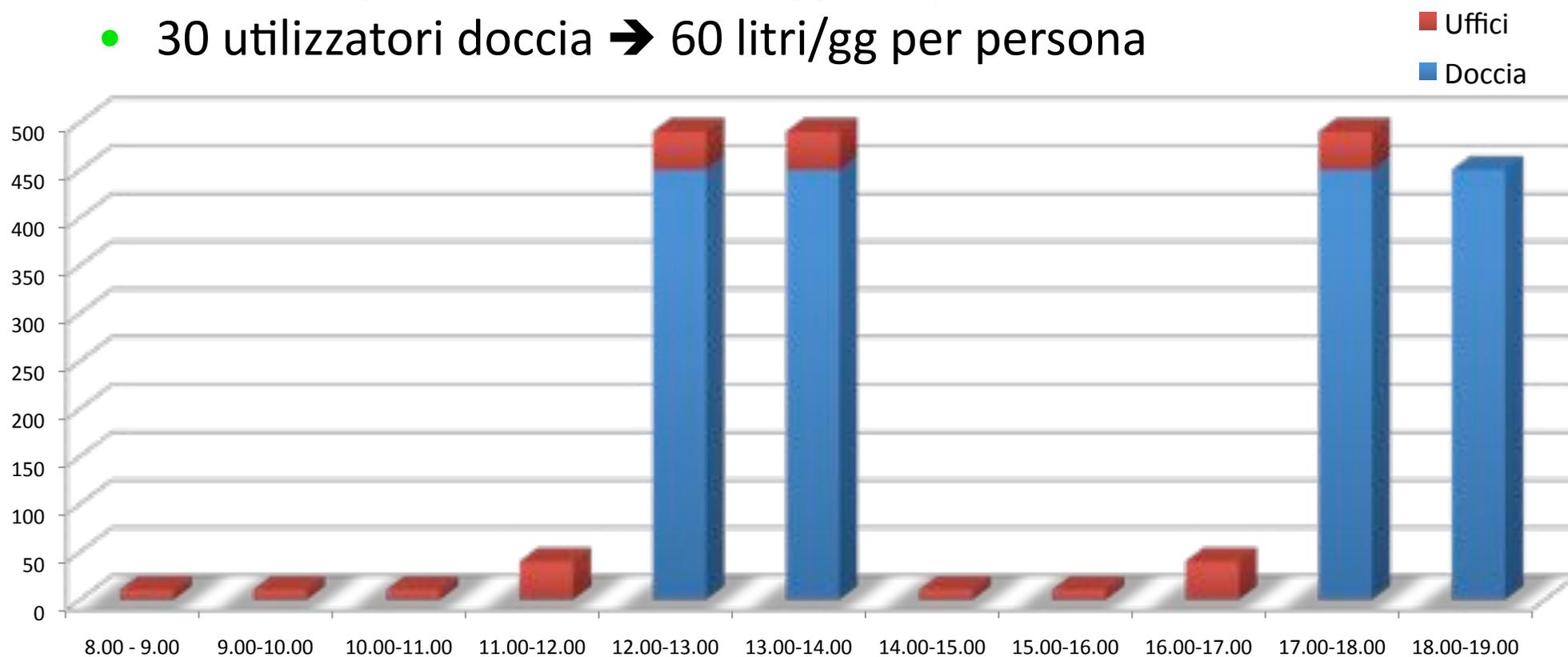


Situazione attuale

Acqua Calda Sanitaria

L' utilizzo di acqua calda sanitaria è così distribuito:

- 20 impiegati uffici → 10 litri/gg per persona
- 30 utilizzatori doccia → 60 litri/gg per persona



Il funzionamento attuale si distribuisce lungo i 5 giorni della settimana per un totale di 220 giorni all'anno.

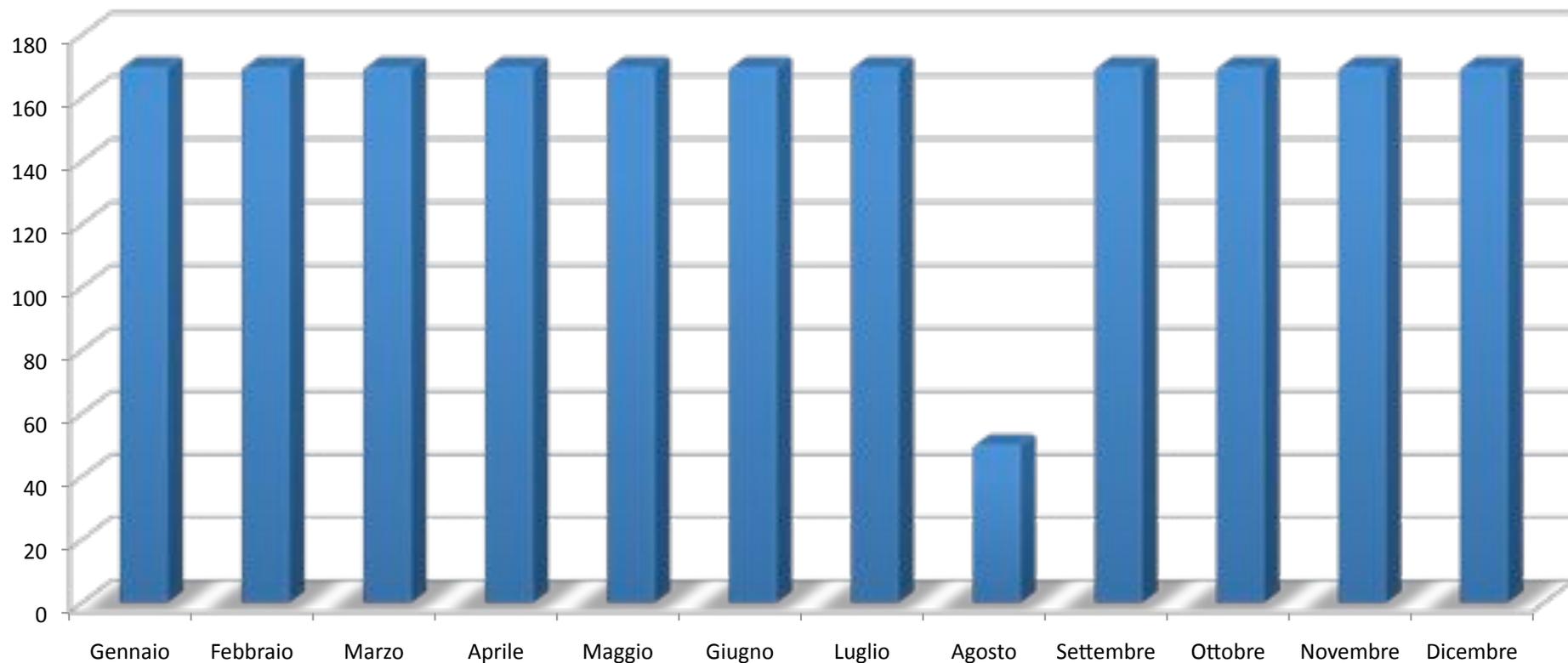
Situazione attuale

Acqua Calda Sanitaria

Consumi attuali per ACS

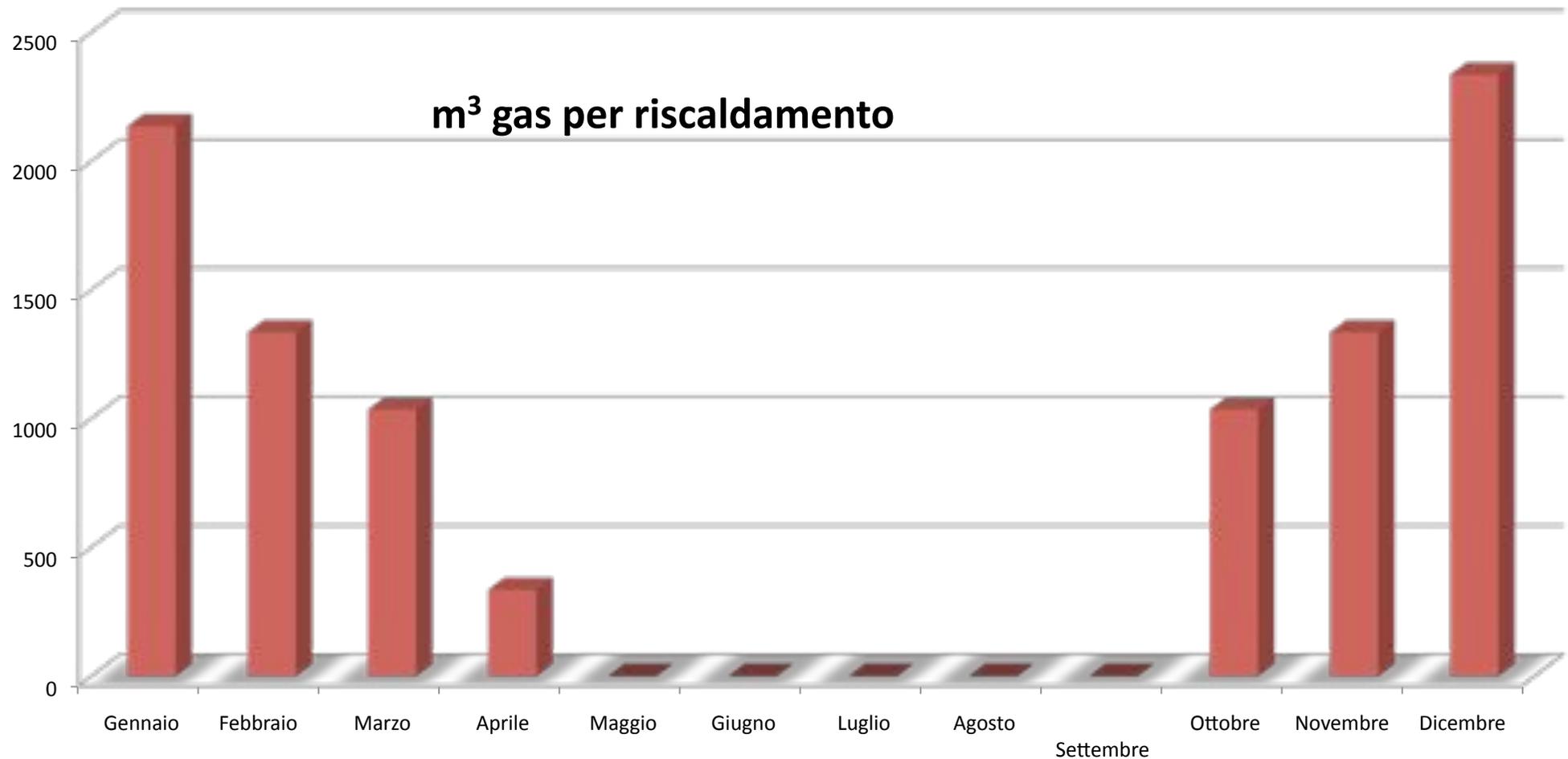
- Gas: 1.917 m³/anno
- Costi: 767 €/anno

m³ gas per ACS



Situazione attuale

Riscaldamento

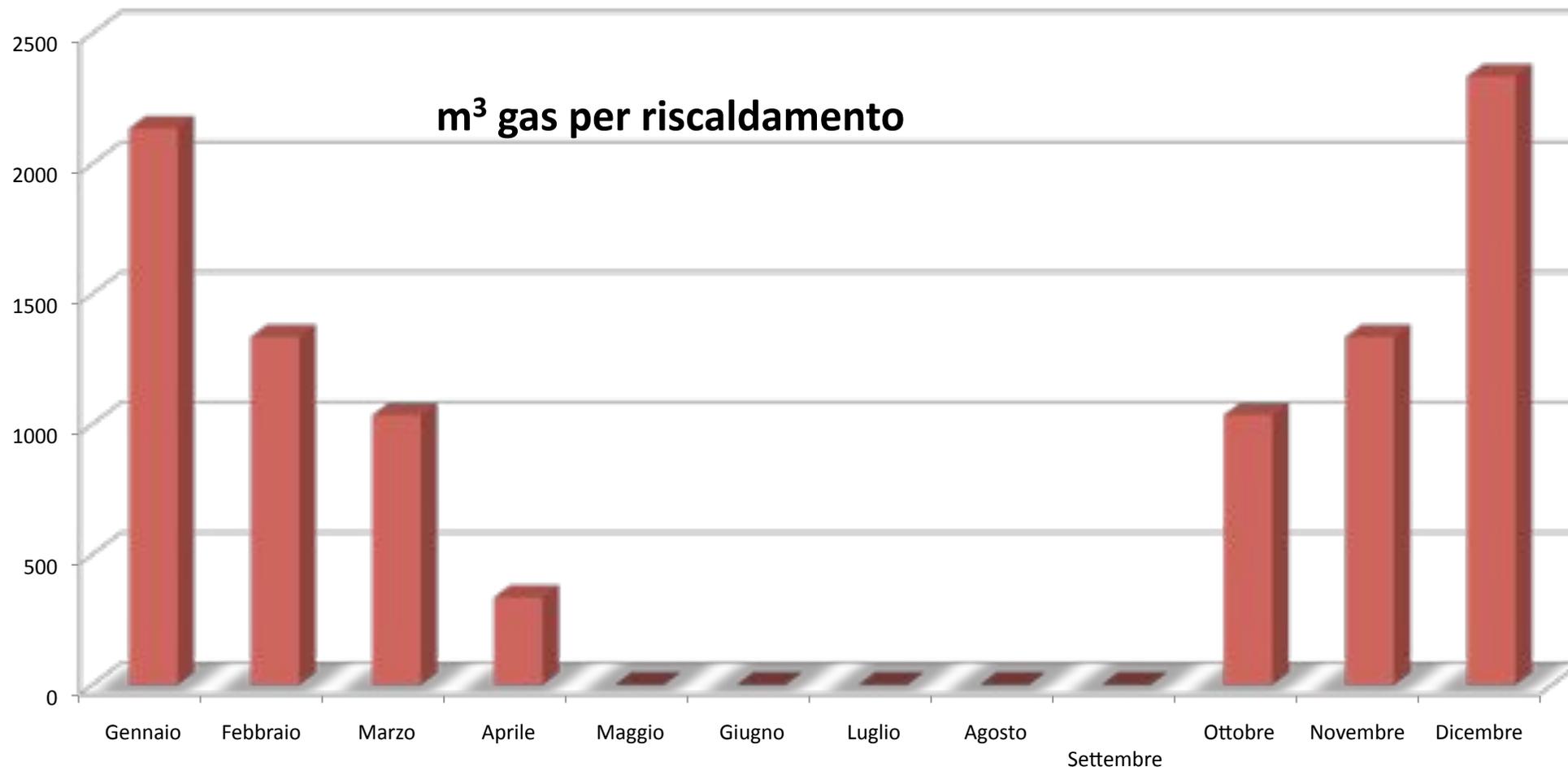


Consumi attuali per riscaldamento

- Gas: 9.542 m³/anno
- Costi: 3.817 €/anno

Situazione attuale

Riscaldamento



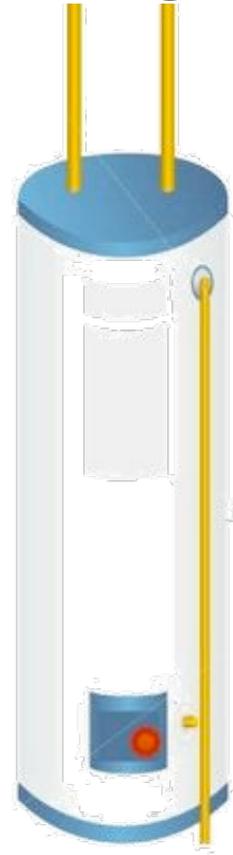
- L'edificio è riscaldato mediante radiatori;
- Per la zona geografica di riferimento, il riscaldamento entra in funzione nel periodo compreso tra 15 ottobre e 15 aprile.

Intervento proposto

Obiettivo:

1. Ridurre i consumi annui di gas naturale dello stabilimento

Caldaia
condensazione



Intervento proposto

Consumi di gas:

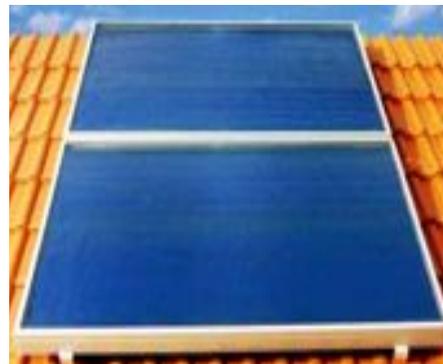
11.250 m³/anno

- 6.990 m³/anno

- 905 m³/anno



Caldaia
biomassa



Solare
Termico

Consumi finali:
3.355 m³/anno



Intervento proposto

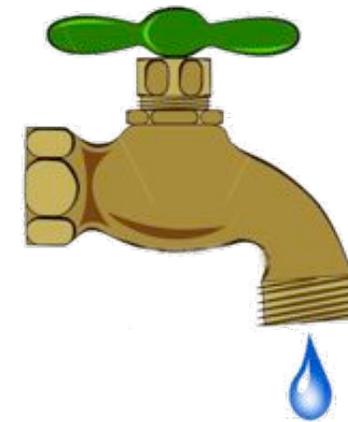
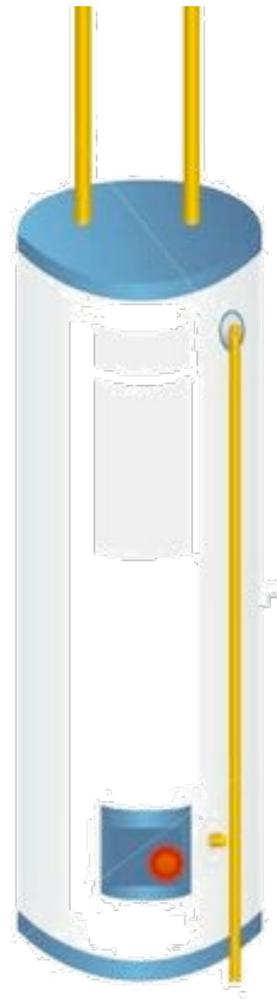
Obiettivo:

2. Soddisfare i fabbisogni di riscaldamento e Acqua Calda Sanitaria della palazzina uffici

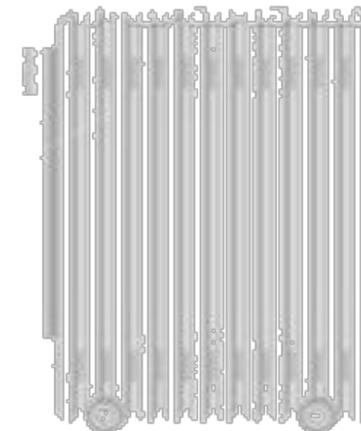


Come funziona?

Intervento proposto



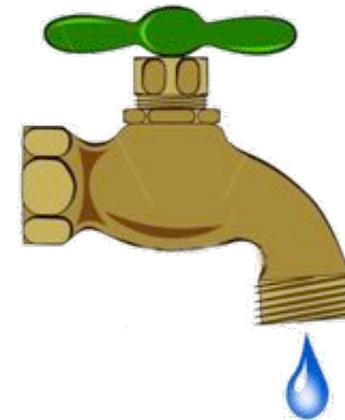
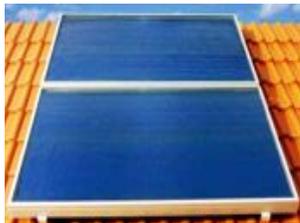
Situazione pre-intervento



Intervento proposto



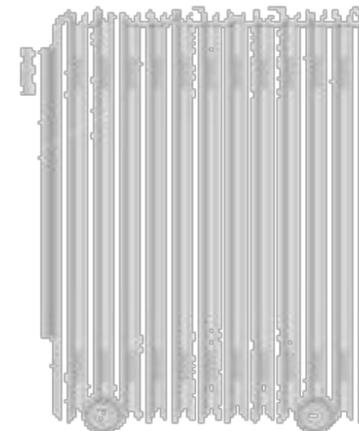
+



Situazione post-intervento

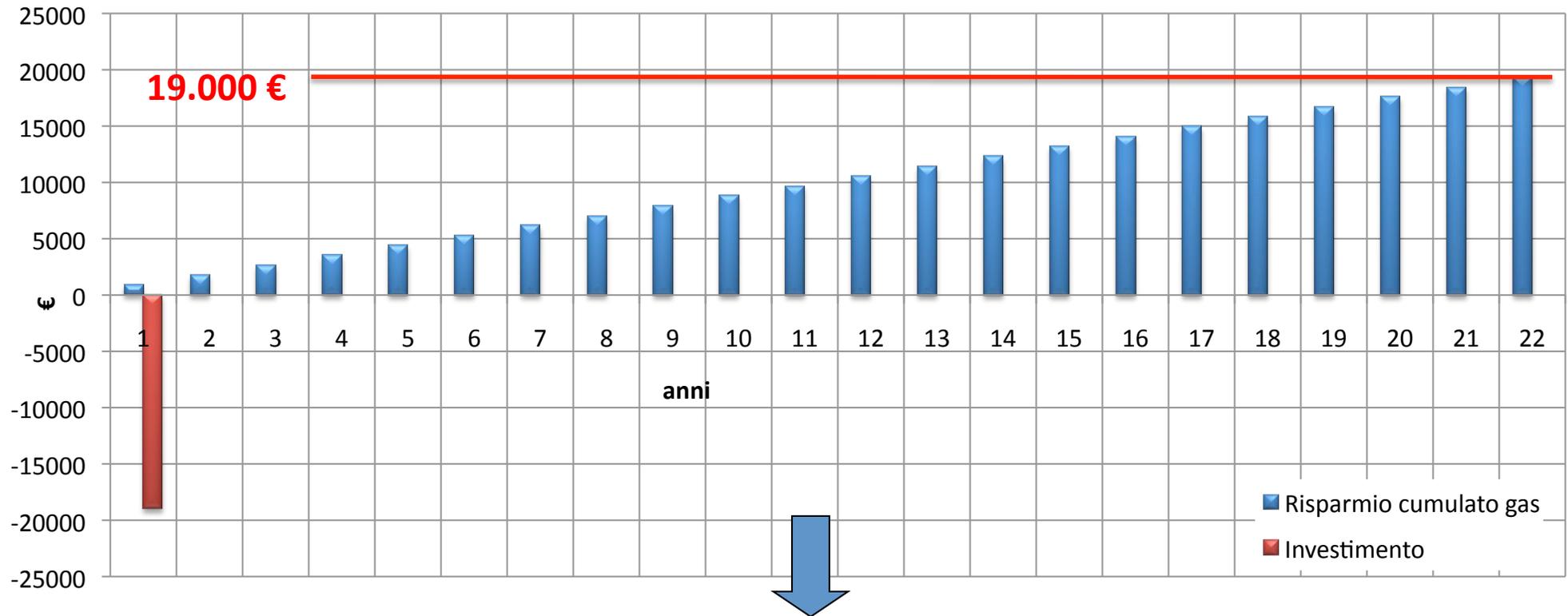


+



Valutazioni economiche

Risultati economici e PBT dell'investimento



Investimenti	
Caldaia a biomassa	14.500 €
Solare termico	4.500 €
Totale investimenti	19.000 €
Tempo PayBack	22 anni

Intervento proposto

Tecnologia: Solare Termico

Tra le varie alternative “verdi” si è scelto di adottare un impianto solare termico per le seguenti caratteristiche:

- La tecnologia impiegata gode del riconoscimento di detrazioni fiscali;
- L’installazione di un impianto di questo tipo non richiede interventi radicali sulla struttura dell’edificio;
- È una fonte di energia completamente gratuita e rinnovabile.

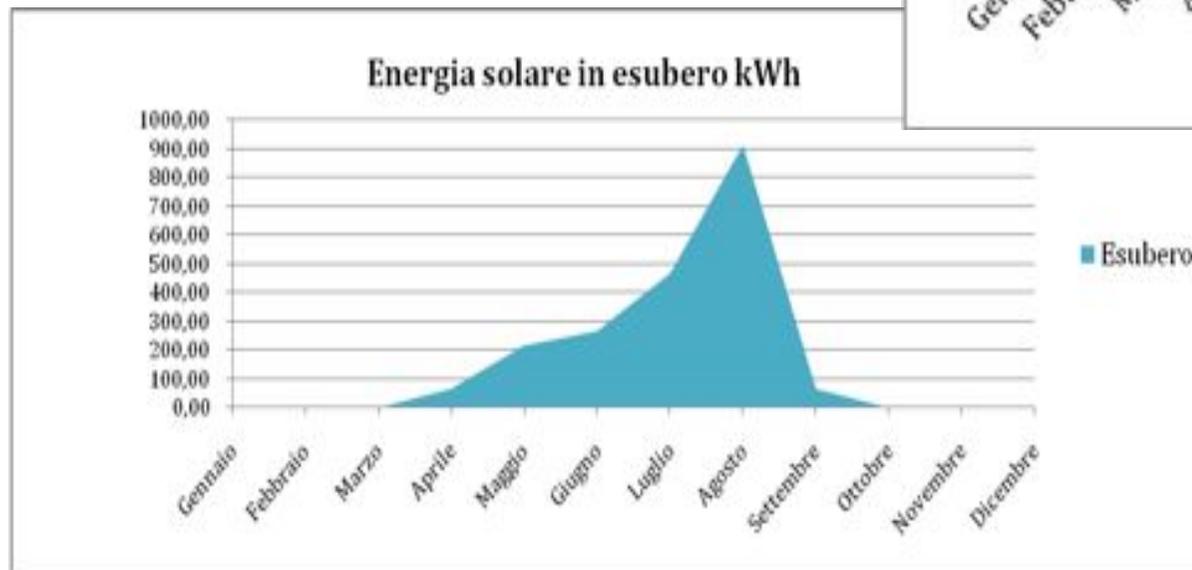
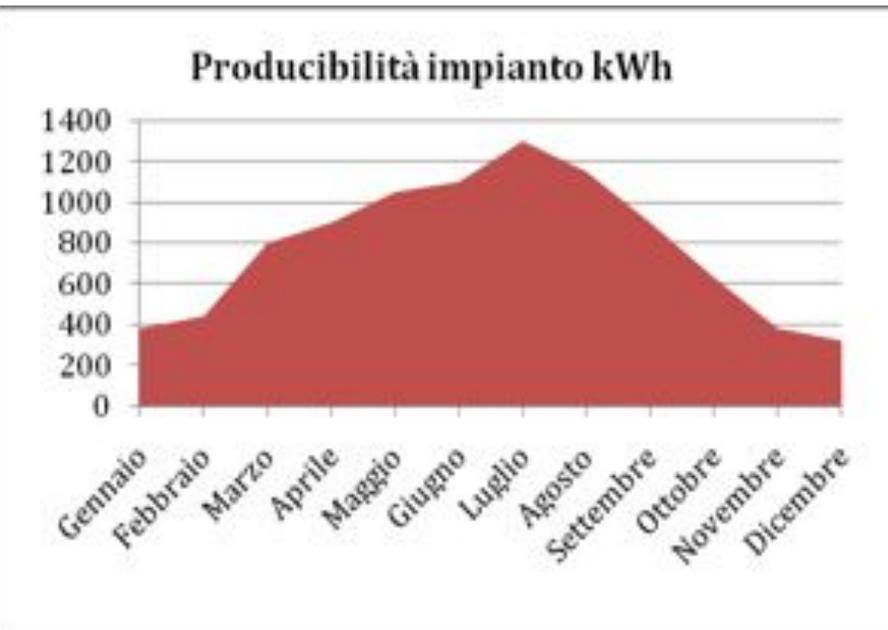


- Collettori piani a superficie vetrata
- Sistema a circolazione forzata
- Dimensionamento impianto: 12 kW

Intervento proposto

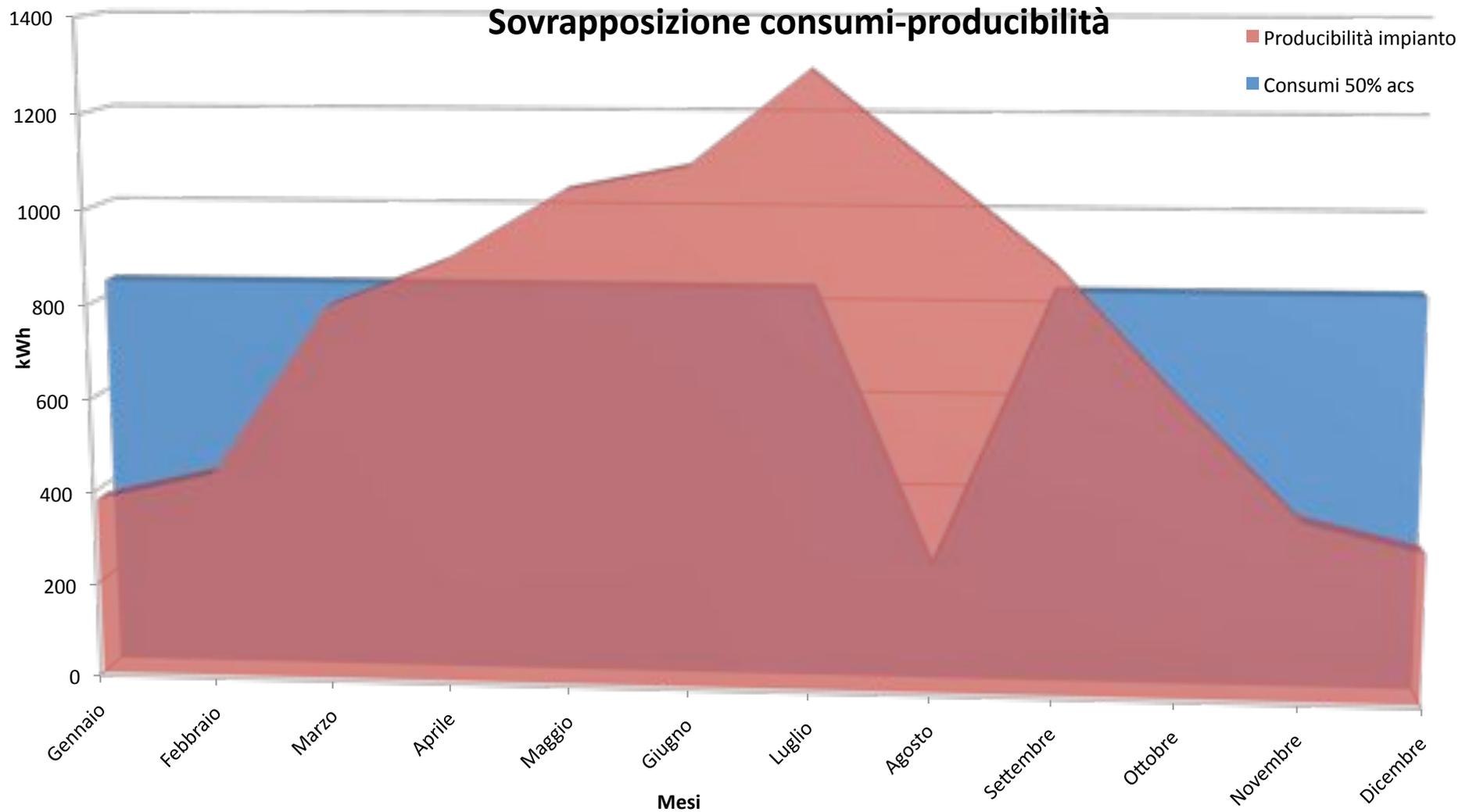
Acqua Calda Sanitaria

- Per evitare il sovradimensionamento dell'impianto, che rimarrebbe inutilizzato durante il periodo estivo, si è dimensionato il solare termico in modo per soddisfare il 50% degli attuali consumi su base annua, mentre la caldaia a condensazione compensa la produzione non coperta dal solare termico.



Intervento proposto

Acqua Calda Sanitaria

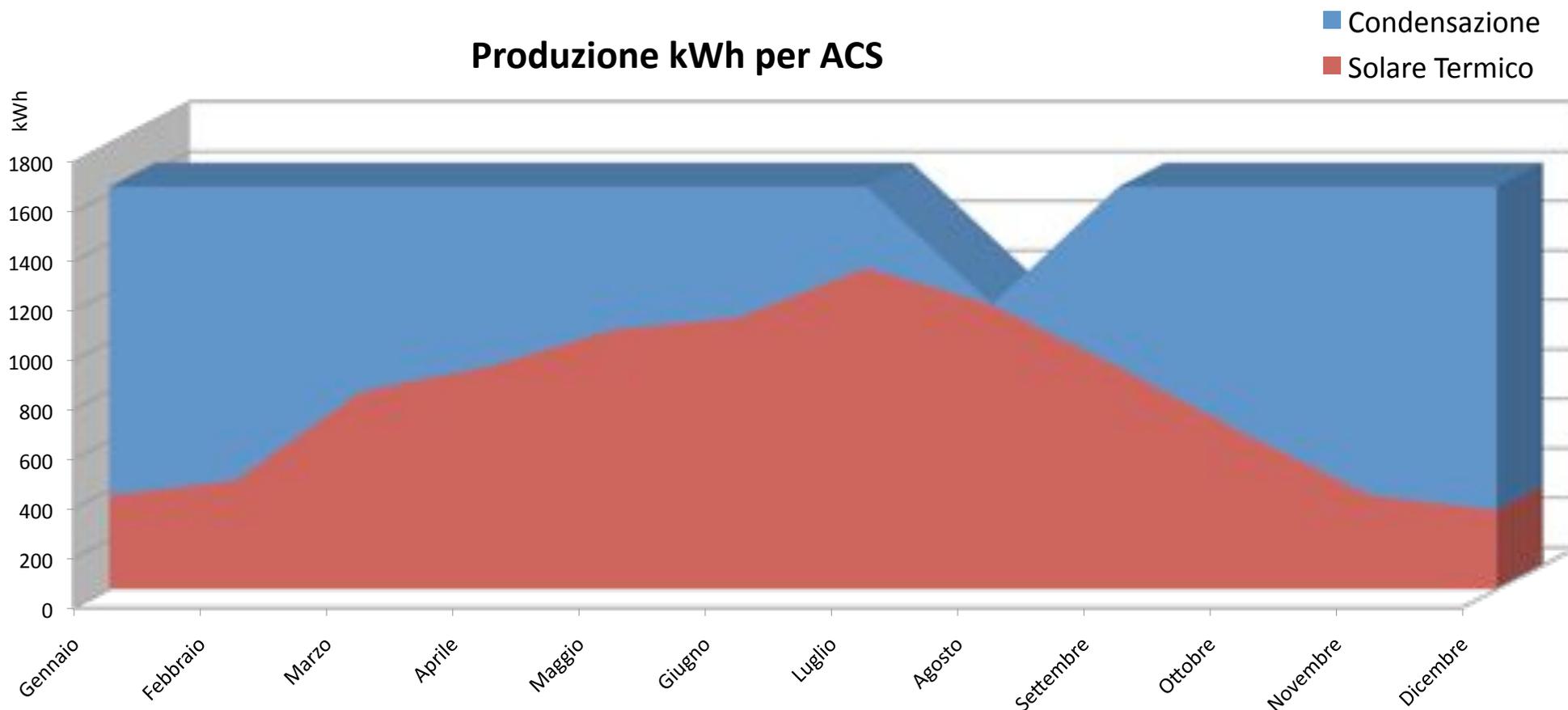


Intervento proposto

Acqua Calda Sanitaria

Copertura dei consumi

Produzione kWh per ACS



Gas utilizzato:

1.917 m³/anno



1.012 m³/anno

Intervento proposto

Acqua Calda Sanitaria

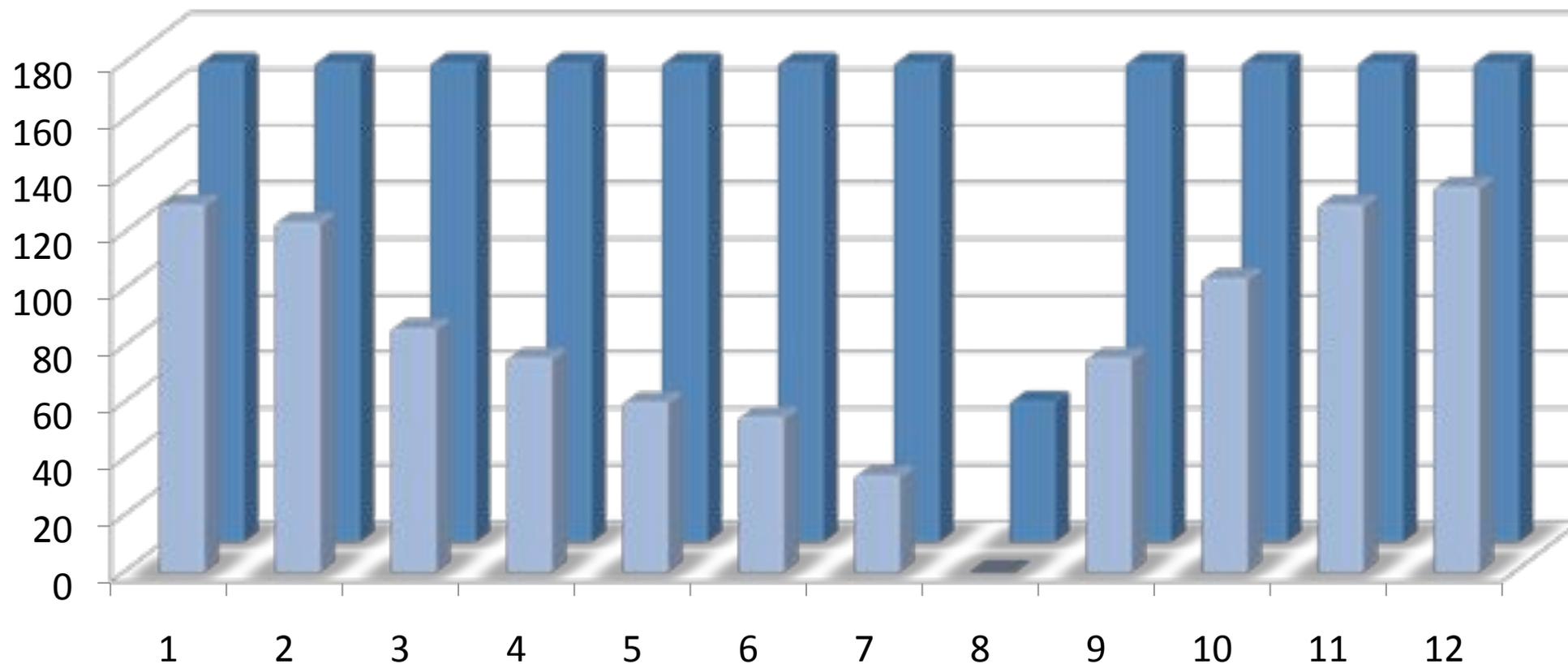
	m ³ gas prima	m ³ gas dopo	Risparmio gas m ³	Risparmio combustibile (€)
Gennaio	170	130	40	15,90
Febbraio	170	124	46	18,40
Marzo	170	86	83	33,40
Aprile	170	76	94	37,60
Maggio	170	60	109	43,80
Giugno	170	55	115	45,90
Luglio	170	34	136	54,30
Agosto	50	0	50	20,00
Settembre	170	76	94	37,60
Ottobre	170	104	66	26,30
Novembre	170	130	40	15,90
Dicembre	170	136	33	13,40
	1917	1012	905	362,00

Intervento proposto

Acqua Calda Sanitaria

Differenza consumi mensili gas per ACS (in m³)

Consumo gas dopo
Consumo gas prima



Intervento proposto

Tecnologia: Caldaia a biomasse

Tra le varie alternative “verdi” si è scelto di adottare una caldaia a biomasse per le seguenti caratteristiche:

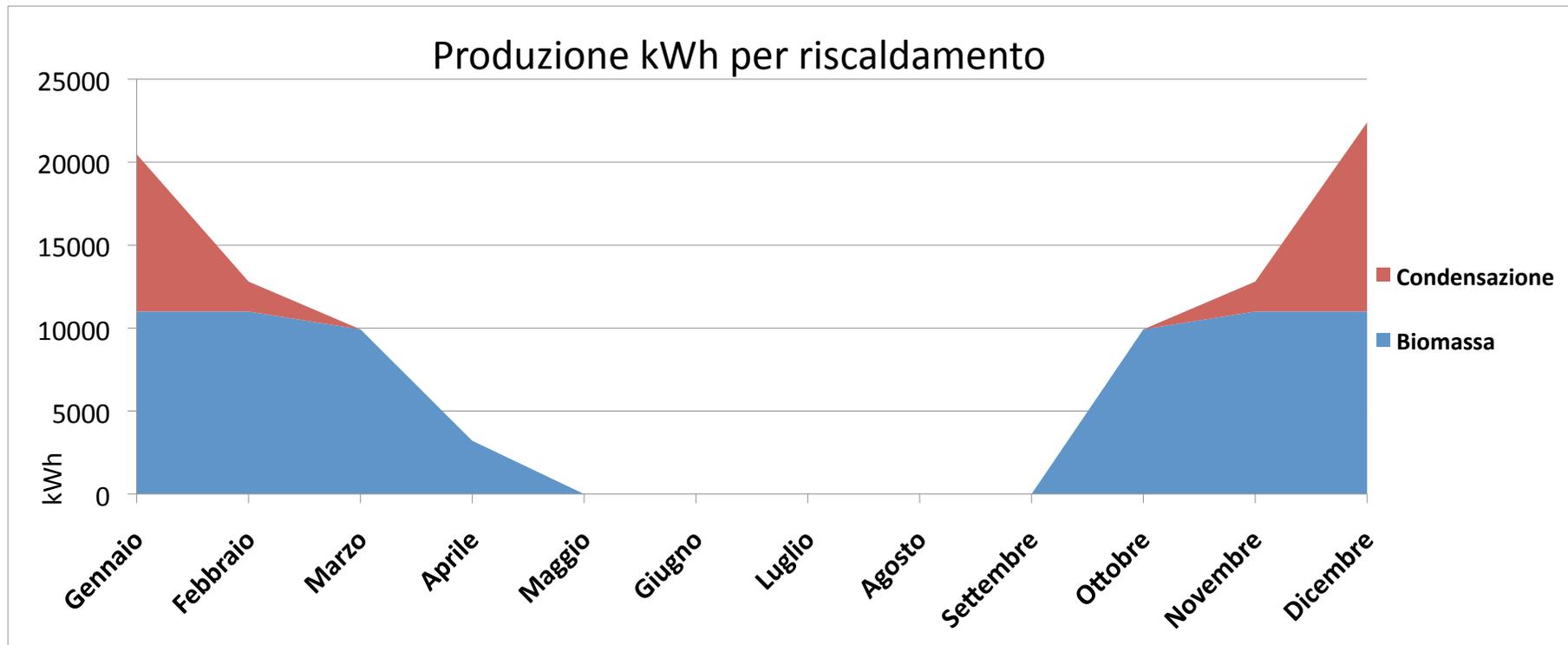
- A parità di calore prodotto, detiene un miglior rapporto €/kWh rispetto al gas;
- È integrabile a un impianto autonomo già esistente, avvalendosi di elementi già esistenti;
- Facilità di stoccaggio, tramite utilizzo di silos appositi che ne mantengono il basso grado di umidità



- Facile reperibilità
- Sicurezza e facilità di trasporto
- Bassi costi di acquisto e stoccaggio

Intervento proposto

Riscaldamento



- La caldaia a biomassa a pellet installata è da 55 kW, in parallelo con quella a condensazione già installata.
- Per le richieste maggiori del 50% del carico massimo la caldaia a biomassa lavora al massimo della sua potenzialità e la caldaia a condensazione lavora per la parte eccedente il 50% del fabbisogno.

Intervento proposto

Riscaldamento

	kWh Prodotti con caldaia a biomasse	kWh prodotti con caldaia a condensazione	m ³ consumati caldaia a condensazione	m ³ teorici caldaia a biomasse	costo teorico gas combustibile
Gennaio	11.000	9.477	988	1.147	459
Febbraio	11.000	1.803	188	1.147	459
Marzo	9.925	0	0	1.035	414
Aprile	3.210	0	0	335	134
Maggio	0	0	0	0	0
Giugno	0	0	0	0	0
Luglio	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0
Ottobre	9.925	0	0	1.035	414
Novembre	11.000	1.803	188	1.147	459
Dicembre	11.000	11.396	1.188	1.147	459
TOTALE	67.059	24.478	2.552	6.990	2.796

Intervento proposto

Riscaldamento

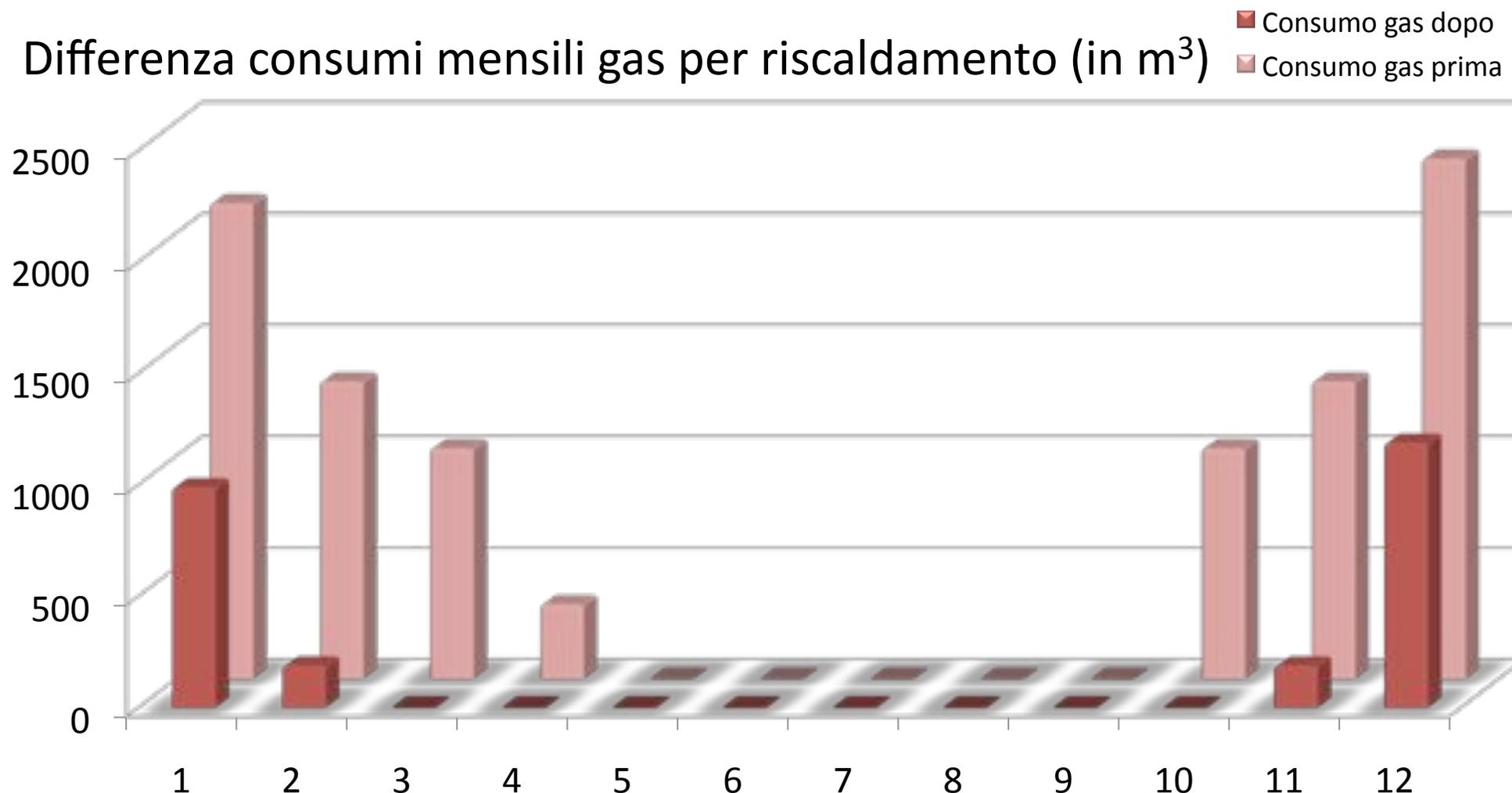
	kg	kg/BB	kg/h	euro/mese per le biomasse
Gennaio	2.200	110	11	374
Febbraio	2.200	110	11	374
Marzo	1.985	99	10	337
Aprile	642	32	3	109
Maggio	0	0	0	0
Giugno	0	0	0	0
Luglio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0
Ottobre	1.985	99	10	337
Novembre	2.200	110	11	374
Dicembre	2.200	110	11	374
TOT	13.412	671	67	2.280

Per arrivare ad un effettivo risparmio, sono stati calcolati i kg di pellet utilizzati per sopperire il consumo di gas, ottenendo così il valore dei pellet. Tale valore viene confrontato con il valore di gas che avrei consumato per produrre gli stessi kWh. Facendo la differenza tra € di gas e gli € di pellet si ottiene il risparmio di combustibile derivante dalla caldaia a biomasse.

Intervento proposto

Riscaldamento

Differenza consumi mensili gas per riscaldamento (in m³)



Gas utilizzato:

9.542 m³/anno

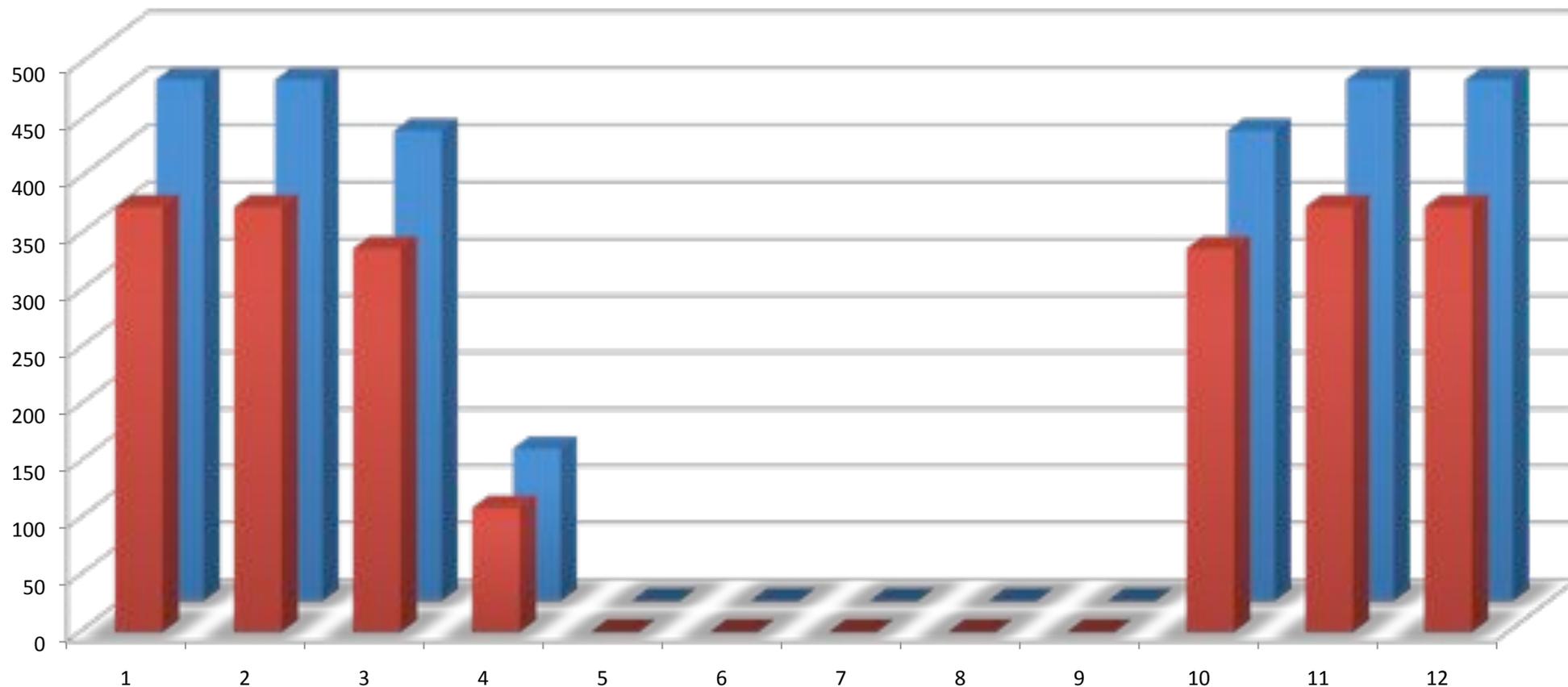


2.552 m³/anno

Intervento proposto

Riscaldamento

■ Pellet
■ Gas



Risparmio Biomassa	
Risparmio per gas	2.796 €
Costo per biomasse	2.280 €
Risparmio	516 €

Valutazione economica degli investimenti

IMPIANTO SOLARE TERMICO DIMENSIONATO CORRETTAMENTE	
Tipologia collettore	Collettore Piano
Circolazione	Forzata
m ² collettori	12
Investimento (€)	10.000
Detrazione 55% (€)	5.500
Costo residuo (€)	4.500
Risparmio gas m ³ /anno	905
Risparmio rispetto caldaia a gas (€)	362

IMPIANTO A BIOMASSA DIMENSIONATO CORRETTAMENTE	
Costo caldaia (€)	12.000
Costo silos (€)	1.500
Costo manodopera (€)	1.000
Totale (€)	14.500
Risparmio gas m ³ /anno	6.990
Risparmio rispetto caldaia a gas (€)	516

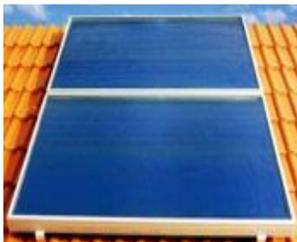
Emissioni

Obiettivo:

3. Rendere l'azienda simbolo di responsabilità ecologica



Emissioni



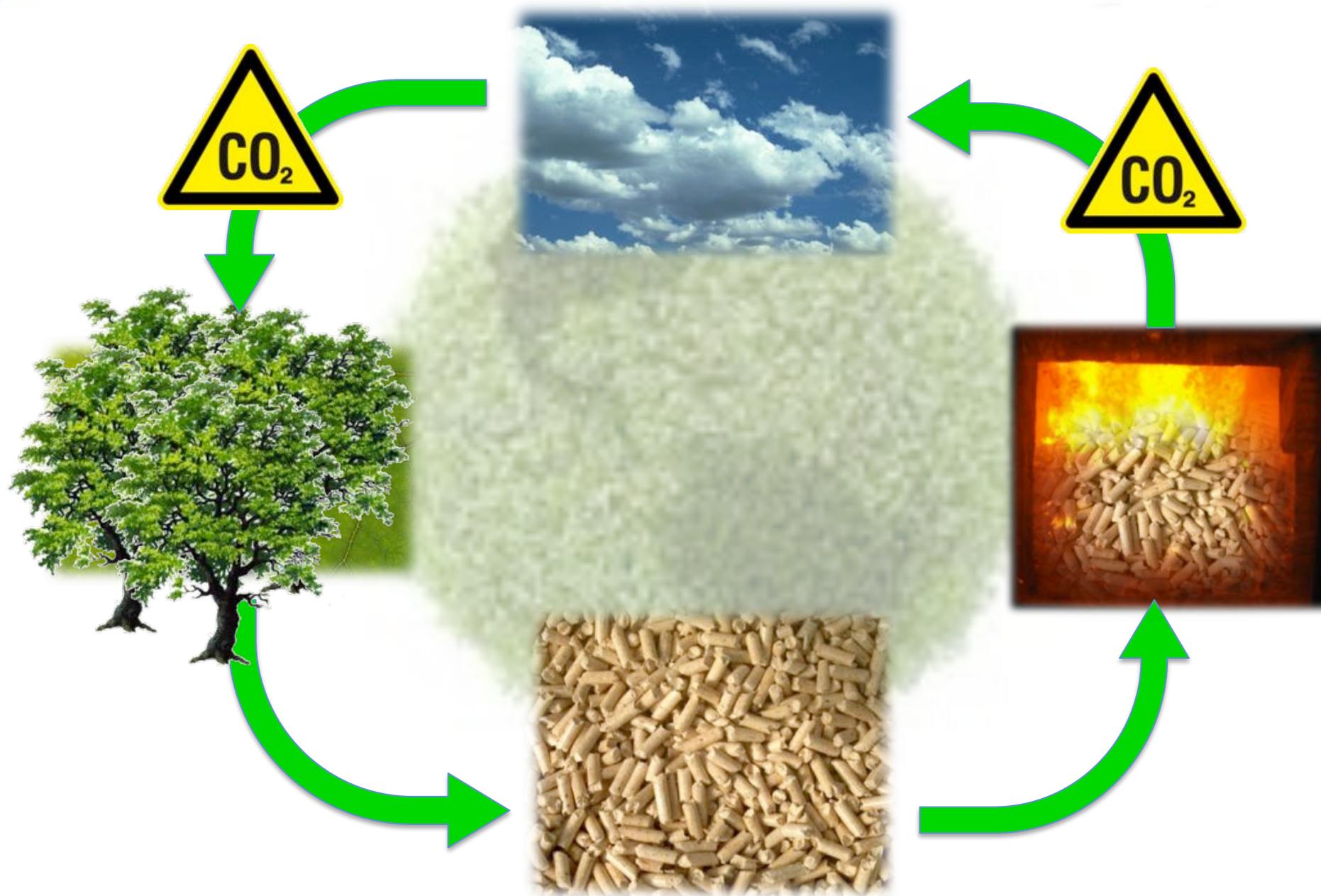
CO₂ immesso nell'atmosfera:

22 ton/anno



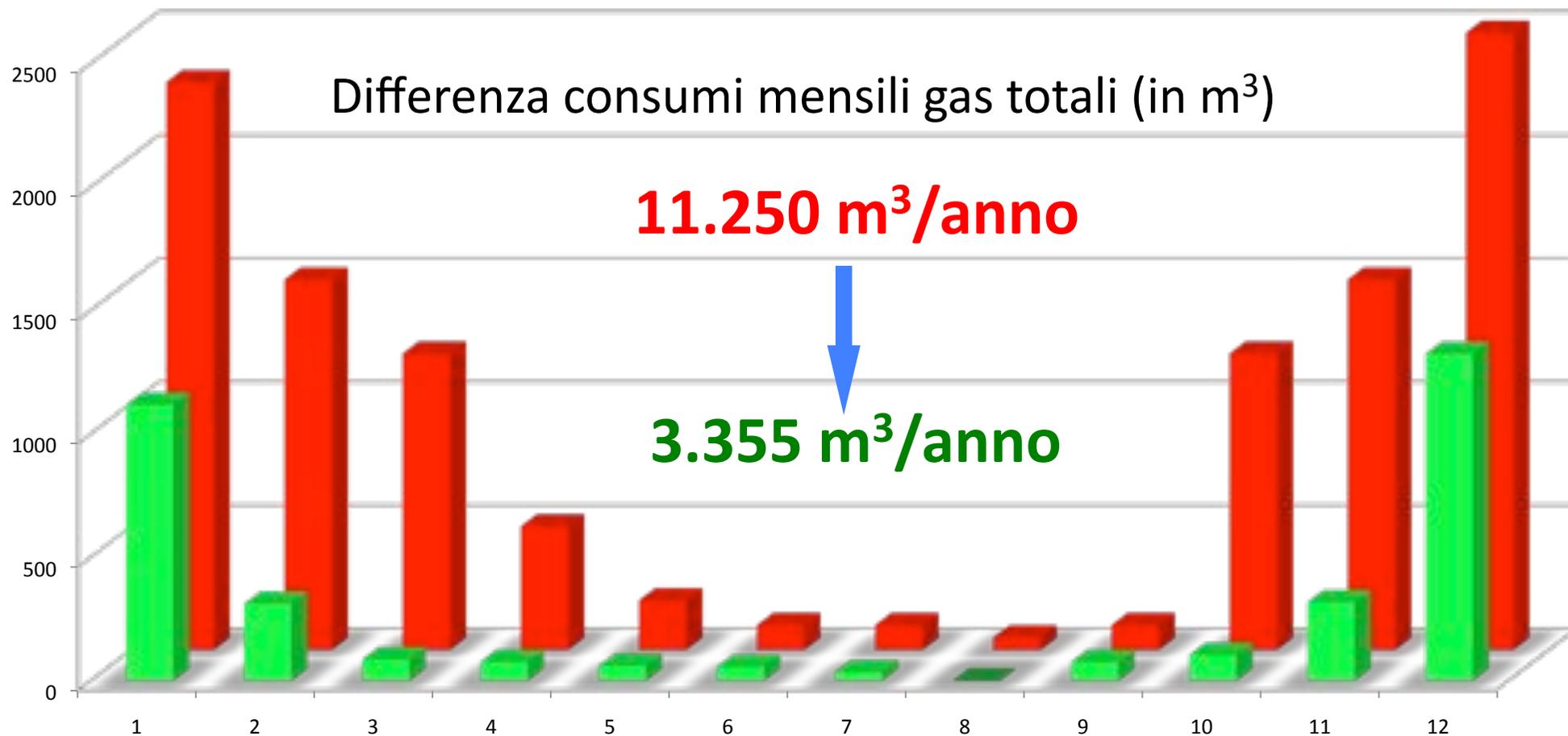
6.6 ton/anno

Emissioni



Conclusioni

■ Consumi finali
■ Consumi iniziali



11.250 m³/anno

3.355 m³/anno

Riscaldamento - 6.990 m³/anno

ACS - 905 m³/anno

***“A volte si paga tanto per cose che
si possono ottenere per niente”***

A. Einstein

Grazie per l'attenzione