



Valutazione preliminare

**Impianto solare fotovoltaico "grid connected"
in regime di Scambio sul posto in Conto Energia**

Potenza nominale: 1.9 kWp

Sito di installazione: Quarto (Napoli)



Napoli, 30 luglio 2008

Il progettista:

ing. Erminio Di Martino





Indice

	pag.
Premessa	3
1. Introduzione	4
2. Sito di installazione	5
3. Irraggiamento solare medio del sito di installazione	7
4. Consumo annuo di energia elettrica	9
5. Dati relativi all'impianto proposto	10
6. Costo approssimativo dell'impianto	12
7. Valutazione economica:	13
• Ipotesi	13
• Ricavi	14
• Costo delle bollette dell'energia elettrica	14
• Profilo fiscale	15
• Valutazione senza finanziamento bancario	16
• Valutazione con finanziamento bancario	18
Allegato 1: terminologia	22
Allegato 2: normativa	23





Premessa

Nelle pagine che seguono e' presentato un **esempio di valutazione preliminare** per la realizzazione di un impianto fotovoltaico in provincia di Napoli, che copre i consumi di una **famiglia media** e le consente di **soddisfare il proprio fabbisogno di energia elettrica** senza assorbirla dalla rete in bassa tensione per un tempo di alcune decine di anni.

La presente valutazione va considerata come indicazione su quali informazioni sono fornite al cliente per consentirgli di eseguire le proprie valutazioni sulla convenienza dell'impianto.

Essa e' redatta in accordo con la forma che realmente utilizziamo per presentare ai nostri clienti la proposta preliminare di impianto, sottolineando che sono necessarie ulteriori indagini mirate a completare la valutazione e definire meglio le caratteristiche dell'impianto.

Le informazioni contenute in questo documento sono affette da un "adeguato" **livello di incertezza**: l'indagine condotta per la valutazione, sebbene siano stati usati dati reali, **non contiene il contributo** di alcuni elementi che possono rivelarsi importanti per il calcolo dell'energia prodotta (quali, ad esempio, i rilievi di ombreggiamento locale e clinometrico).

Per qualunque chiarimento, per una precisa valutazione tecnico-economica del vostro potenziale impianto fotovoltaico, per informazioni, non esitate a contattarci:

web: <http://www.ingerminiodimartino.it>

e-mail: info@ingerminiodimartino.it

tel: **+39 333 201 9 201** (ing. Erminio Di Martino)

esempio di valutazione preliminare





1. Introduzione

La valutazione preliminare ha lo scopo di riportare informazioni sui principali componenti dell'impianto, sulla sua estensione fisica, sui principali costi di realizzazione e un'analisi economica approssimata dei costi e benefici, il tutto finalizzato ad essere un **utile supporto alla decisione** di realizzare o no l'impianto in oggetto.

Resta inteso che le analisi sono approssimate e consentono di avere solo un'idea di massima della composizione dell'impianto che sarà eventualmente realizzato, ed un'idea dell'ordine di grandezza della spesa cui si va incontro, oltre al beneficio economico-finanziario ottenibile dall'uso dell'impianto abbinato all'incentivo **Conto Energia** e alla normativa fiscale associata.

In particolare si sottolinea che:

- le scelte iniziali dei componenti e la loro interconnessione **potrebbero cambiare** durante la fase di progettazione, in accordo con una migliore definizione delle caratteristiche dell'impianto a valle del sopralluogo sul sito di installazione.
- il **costo dell'impianto e' solo indicativo**, potrebbe variare a seconda dei componenti scelti e di eventuali difficoltà aggiuntive da considerare in fase di progettazione e realizzazione. Il costo indicato serve come orientamento sui costi da sostenere.
- i dati sull'eventuale finanziamento da parte degli Istituti di Credito e' **puramente indicativo**. I dati effettivi dipendono dal particolare prodotto finanziario scelto.
- eventuali spese di allacciamento, le spese di installazione dei nuovi contatori da parte del distributore di energia elettrica, per l'eventuale modifica della posizione del contatore dell'energia, le spese di istruttoria per l'eventuale finanziamento, le spese per le richieste della tariffa incentivante al GSE, e tutte le altre spese accessorie necessarie per gli adempimenti burocratici previsti dalla normativa **non sono stati presi in considerazione**. In prima approssimazione possono essere considerati inclusi nella cifra che sarà indicata come costo dell'installazione dell'impianto in quanto il grado di approssimazione sulla cifra indicata dovrebbe coprire tali spese e renderle trascurabili al solo fine di valutare quanto e' conveniente realizzare l'impianto fotovoltaico.





2. Sito di installazione

Dati disponibili relativi al comune in cui si trova il sito di installazione:

codice ISTAT			latitudine			longitudine			altitudine			superf [hm ²]	popolaz 1991	nome del comune	sigla prov
reg	prov	com							cas com	min	max				
15	63	63	40	52	44	14	8	44	55	34	250	1417	30587	Quarto	NA

Dalle mappe satellitari e' possibile riportare la posizione geografica del sito:

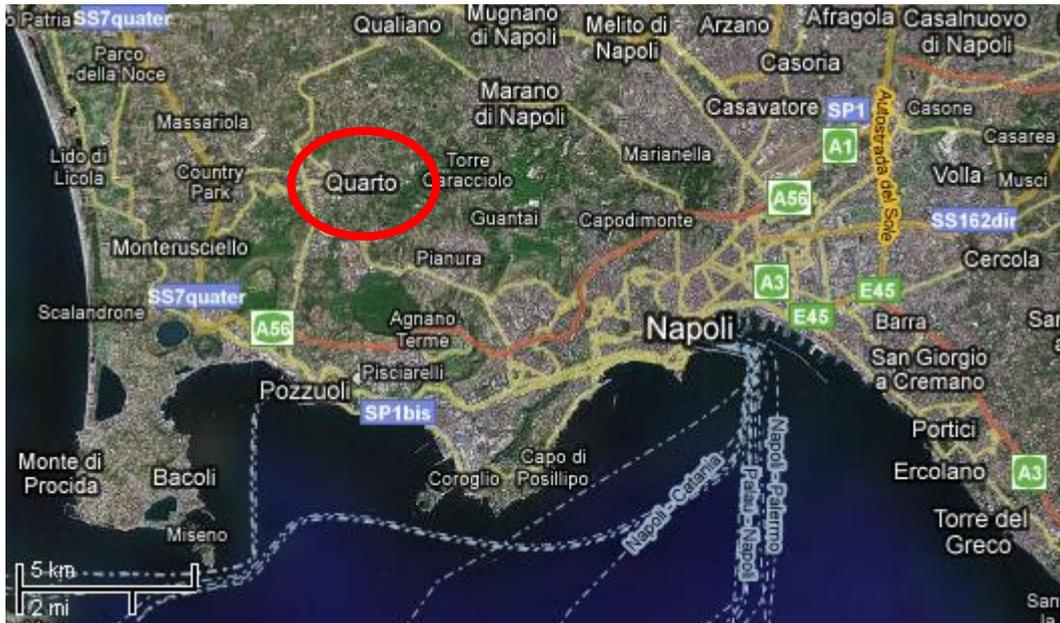


figura 2.1: posizione geografica di Quarto(NA)

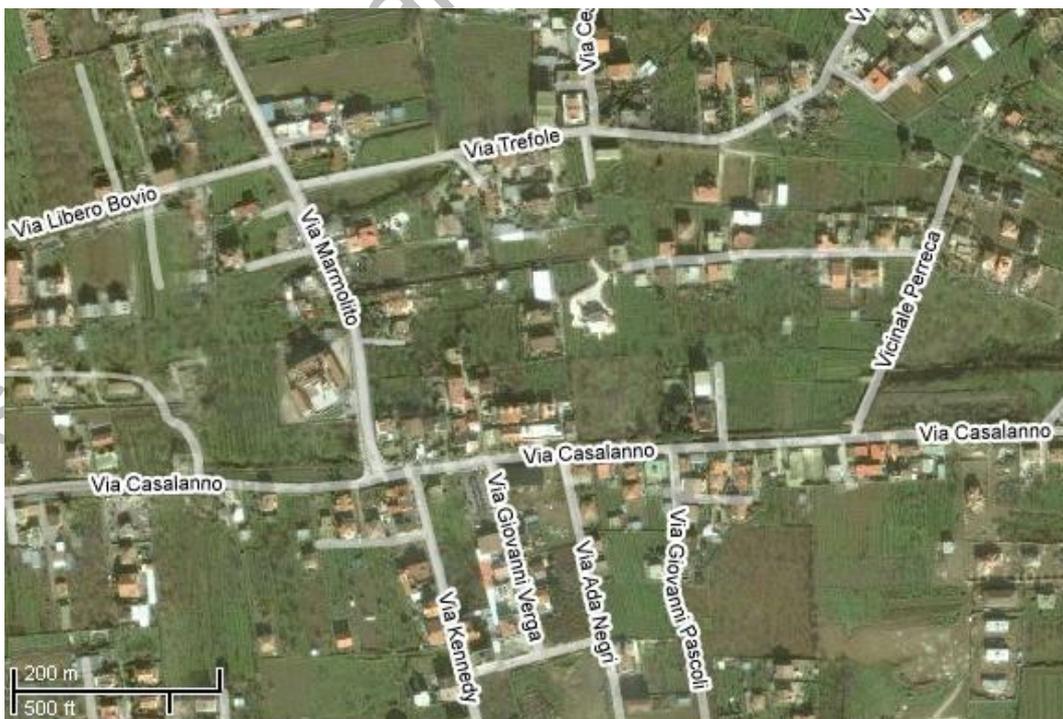


figura 2.2: posizione della strada in cui si trova il sito di installazione





L'area a disposizione per l'installazione dell'impianto e' relativa al tetto piano dell'edificio.

Al momento della redazione della presente relazione non e' stato eseguito un sopralluogo sul sito di installazione. Mancano, pertanto, le indicazioni di orientamento dell'area e le sue dimensioni esatte, nonche' i rilievi di ombreggiamento locale e clinometrico, necessari per la corretta progettazione del generatore fotovoltaico.

In assenza di un rilievo della effettiva disponibilita' ed estensione delle superfici di installazione e del loro orientamento rispetto alla radiazione solare e rispetto alla presenza di eventuali ostacoli, si assumera' di poter installare i moduli fotovoltaici nella migliore posizione, col miglior orientamento possibile e con l'inclinazione desiderata.

esempio di valutazione preliminare





3. Irraggiamento solare medio del sito di installazione:

Nella seguente tabella e' riportata la **radiazione incidente sul piano orizzontale** relativa alla Provincia di Napoli, estratta dalle tabelle **UNI 10349** (valori medi giornalieri su base mensile):

Mese	Gor [kWh/(mq*giorno)] radiazione globale sul piano orizzontale
gennaio	1,86
febbraio	2,67
marzo	3,86
Aprile	5,25
maggio	6,58
giugno	7,31
Luglio	8,11
agosto	6,64
settembre	4,94
ottobre	3,56
novembre	2,11
dicembre	1,61

Elaborando i dati iniziali in base al metodo di calcolo riportato nella norma **UNI 8477-1** si perviene alla valutazione della **radiazione incidente sul piano dei moduli** per unita' di superficie.

Si ottengono i seguenti valori per le medie dell'energia globale incidente giornaliera, mensile ed annuale:

- Angolo di tilt dei moduli: **30°**
- Azimut: **0°** (moduli orientati a sud)

Mese	radiazione globale sul piano dei moduli		
	G [kWh/(mq*giorno)] media giornaliera	Gm [kWh/(mq*mese)] media mensile	Ga [kWh/(mq*anno)] media annuale
gennaio	3.12	96.8	1890 kWh/(mq*anno)
febbraio	3.87	108.1	
marzo	4.80	148.9	
aprile	5.63	168.8	
maggio	6.33	196.2	
giugno	6.66	200.0	
luglio	7.56	234.4	
agosto	6.85	212.4	
settembre	5.90	177.0	
ottobre	5.10	158.0	
novembre	3.43	102.9	
dicembre	2.80	86.7	
media	5.18 kWh/(mq*giorno)	157.5 kWh/(mq*mese)	

Quindi sui moduli fotovoltaici incide, sul piano inclinato dei moduli, una radiazione pari a circa **1890 kWh per ogni metro quadrato ogni anno.**





I seguenti istogrammi riportano i precedenti risultati in forma grafica:

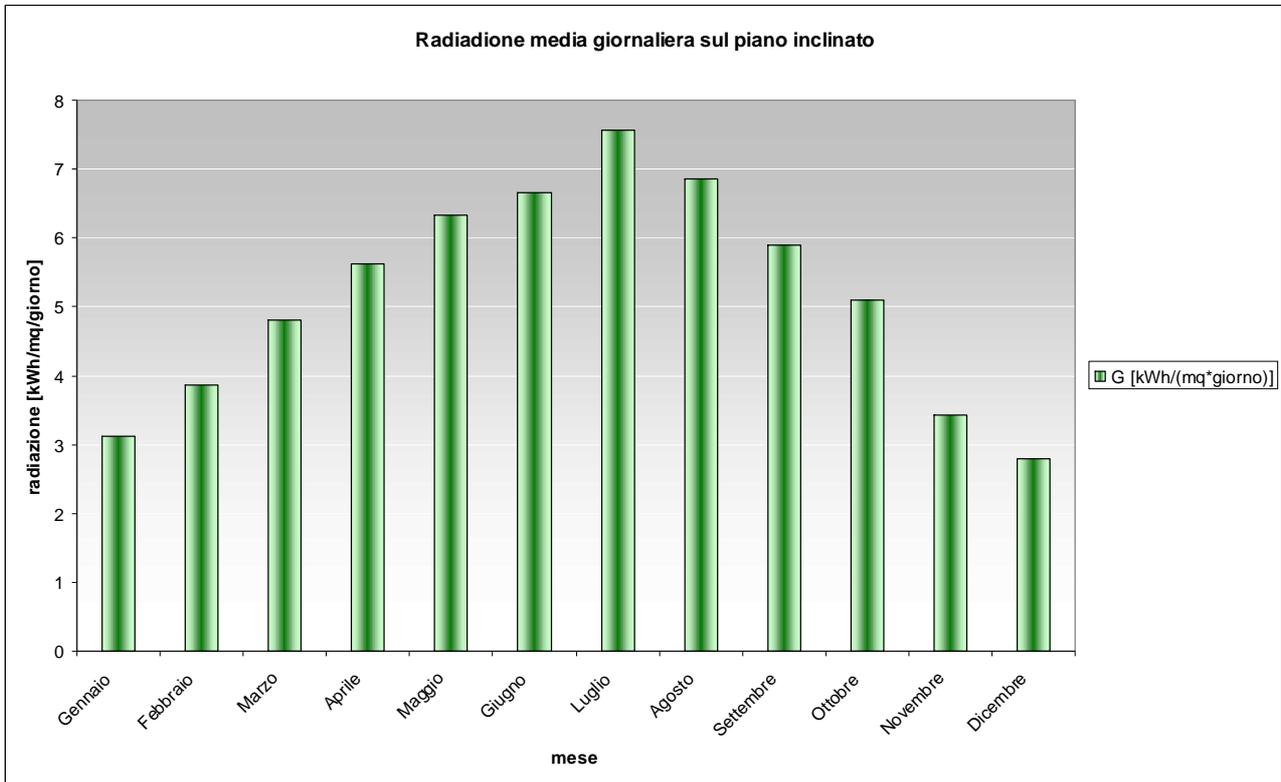


figura 3.1: radiazione solare media giornaliera sul piano dei moduli

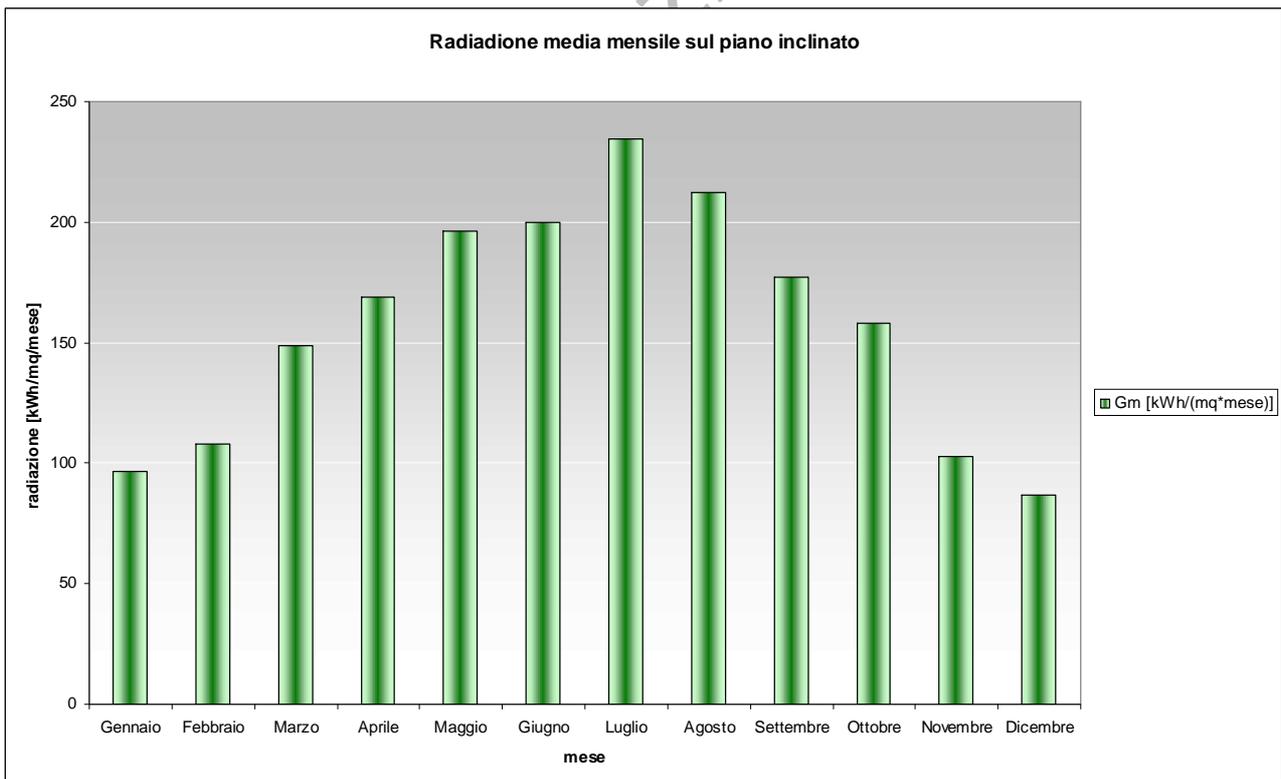


figura 3.2: radiazione solare media mensile sul piano dei moduli





4. Consumo annuo di energia elettrica

Una valutazione precisa dei consumi elettrici annui non e' possibile al momento della stesura della presente valutazione preliminare.

Essa richiederebbe la visione delle bollette elettriche relative agli ultimi anni, per valutare sia il **consumo medio** di energia sia il **costo medio** dell'energia per la successiva analisi economica.

E' tuttavia possibile valutare in maniera approssimata i consumi dalla conoscenza di analoghi casi conosciuti, in base alle abitudini ed il numero degli utenti.

Nel seguito si assumerà che l'energia mediamente consumata in un anno sia:

$$E = \sim 2200 \text{ kWh/anno}$$

Si ipotizza che il consumo sia **distribuito uniformemente** nel corso dell'anno.

Inoltre si assume che l'energia consumata sia **costante nel tempo** (la stessa quantità ogni anno).

Per l'analisi economica si assume un costo approssimativo dell'energia elettrica (IVA inclusa) pari a:

$$C = 0.18 \text{ €/kWh}$$

ed un tasso di incremento della tariffa elettrica pari al **3.5%/anno**, valore attualmente ottimistico che darà origine ad una valutazione per difetto dei vantaggi economici ricavati dall'installazione dell'impianto.

In figura 4.1 e' riportato l'andamento delle bollette annuali dell'energia elettrica nelle ipotesi appena riportate, nel caso **non** sia installato l'impianto fotovoltaico.

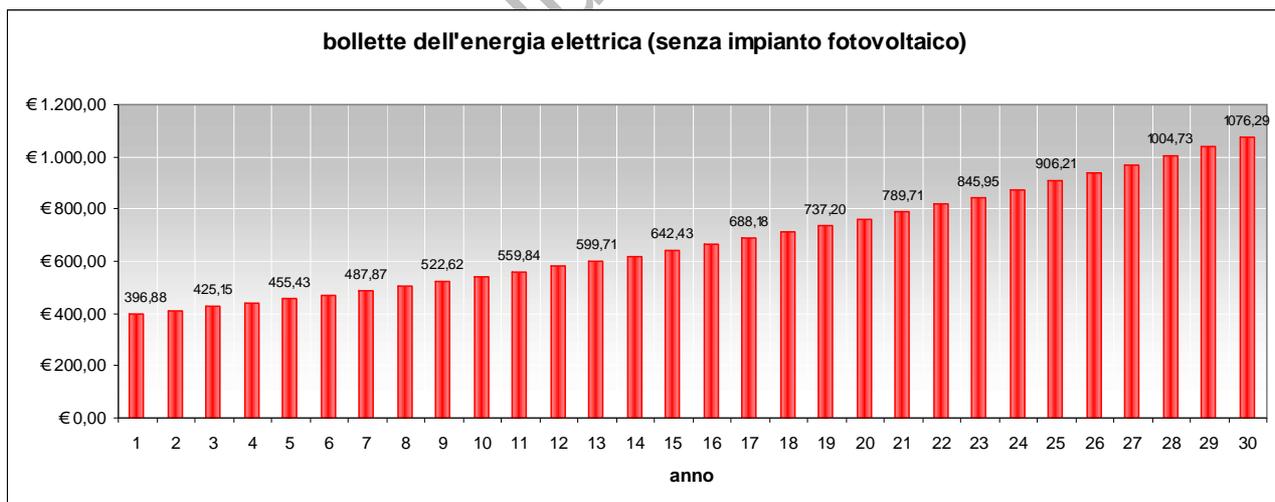


figura 4.1: bollette dell'energia elettrica senza installazione dell'impianto fotovoltaico





5. Dati relativi all'impianto proposto

Potenza nominale di picco:

$$P_p = 1.90 \text{ kWp}$$

Produttività annua dell'impianto (al netto dell'efficienza dell'impianto):

$$E_p = \sim 2850 \text{ kWh/anno}$$

Essa corrisponde a **~1500 kWh/kWp**, valore che, per la latitudine considerata, probabilmente approssima per difetto la realtà, perciò il successivo dimensionamento e la valutazione dei benefici economici risultano marginati rispetto ad abbassamenti impreveduti dell'efficienza.

Ipotesi sull'efficienza del sistema:

- 1) L'efficienza dei moduli fotovoltaici è quella letta sul datasheet dei moduli scelti come riferimento (**13.7%**).
- 2) L'efficienza dell'inverter è quella "europea" letta dal datasheet del convertitore scelto (**91.8%**).
- 3) Le perdite sulle varie parti del sistema sono valutate in media, basandosi su valori di letteratura riconosciuti come ragionevoli ai fini del dimensionamento di massima dell'impianto.
- 4) In assenza di sopralluogo sul sito di installazione **non** sono considerate perdite per ombreggiamento.

L'efficienza complessiva stimata per l'impianto è **10.9%**.

Si sottolinea l'importanza del sopralluogo per la stima delle ombre, poiché esse possono ridurre di molto la produttività dell'impianto fotovoltaico.

Schema di principio dell'impianto e componenti:

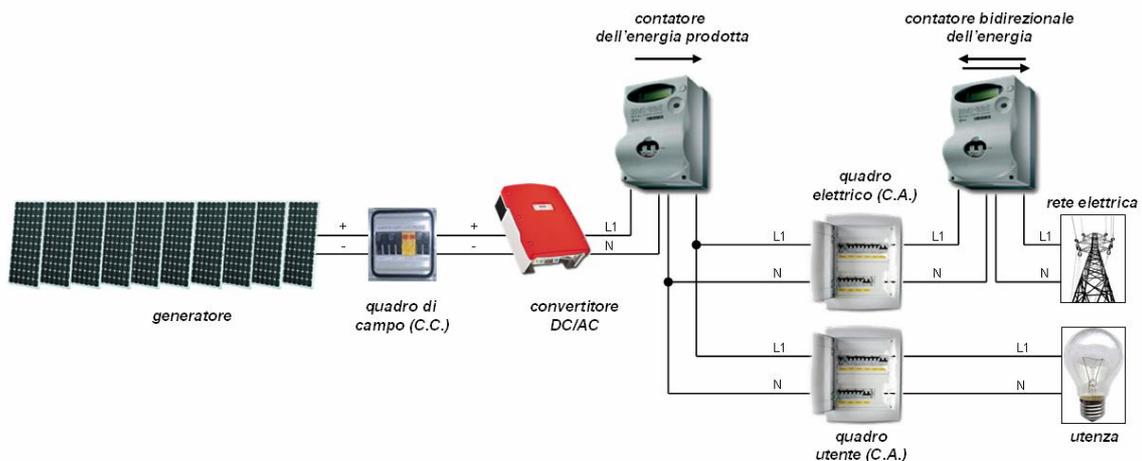


figura 5.1: schema di principio dell'impianto

- 1) L'impianto è **monofase**, come possibile per potenze inferiori a 6kWp ed in accordo con l'attuale contratto per la fornitura di energia elettrica dell'utenza da servire.
- 2) **10 moduli fotovoltaici policristallini** con potenza nominale 190Wp, tutti collegati in un'unica stringa.
- 3) Area complessiva dei moduli fotovoltaici **~14mq**.
- 4) **1 inverter** (marca, tipo, modello) adeguato al collegamento dei moduli prescelti.
- 5) Contatore energia prodotta (per il Conto Energia).
- 6) Contatore bidirezionale per la contabilizzazione dell'energia scambiata con la rete elettrica.
- 7) Supporti per moduli fotovoltaici (di tipo adeguato al posizionamento dei moduli sul tetto piano).
- 8) Cavi e quadri elettrici.





Energia prodotta VS Consumi:

Per il primo anno, il rapporto tra energia prodotta ed energia consumata mese per mese e' riportato in figura 5.2. La producibilita' non copre completamente i consumi invernali, ma complessivamente nel corso dell'anno e' sufficiente a coprire e superare i consumi annui presunti.

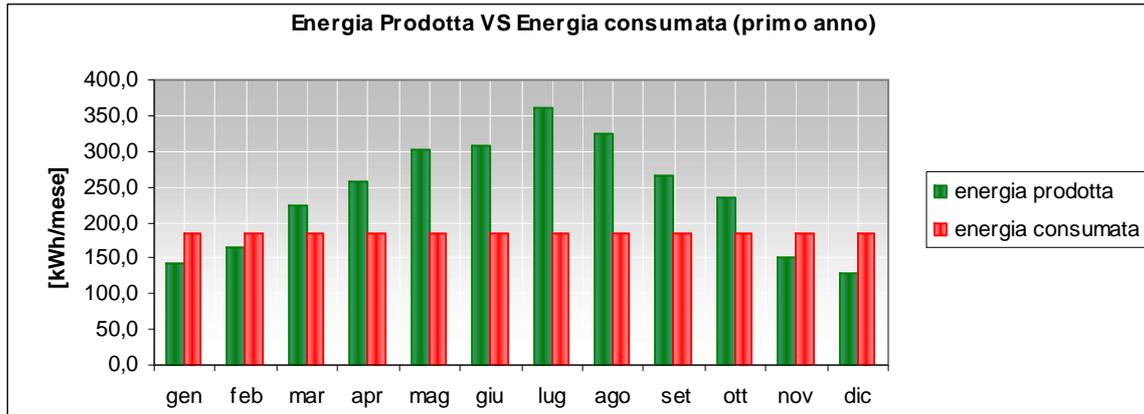


figura 5.2: produzione di energia e consumi durante il primo anno

In figura 5.3 sono riportati gli andamenti dell'energia prodotta nel corso degli anni e quella consumata (costante per ipotesi).

La stima tiene conto di un **decadimento di produttivita' dell'1.0%/anno**, che porta la producibilita' dell'impianto dai **2850kWh/anno** iniziali a **~2360kWh/anno** dopo 20 anni (alla fine del Conto Energia), ed a **~2130kWh/anno** dopo 30 anni.

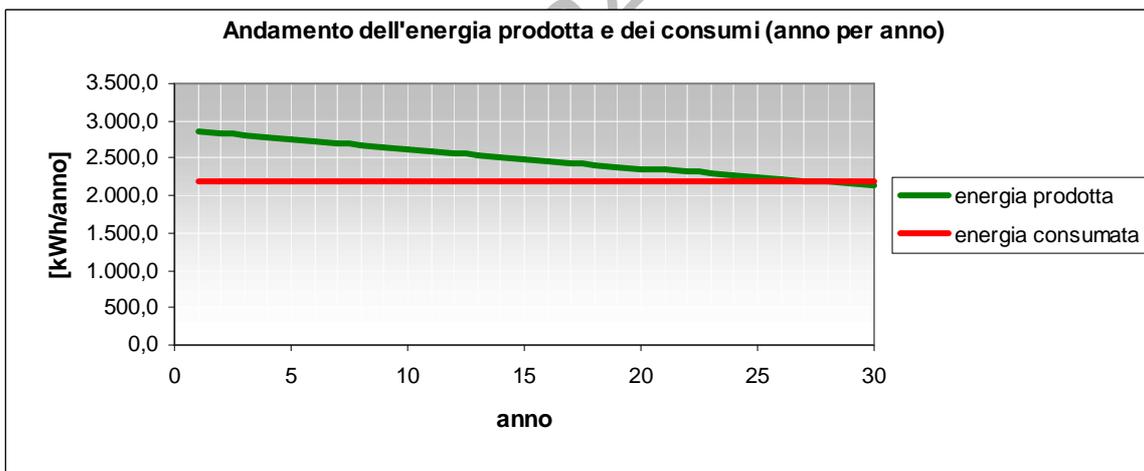


figura 5.3: andamento dell'energia annua prodotta rispetto ai consumi (costanti) in 30 anni

Anche considerando la **perdita annua dell'1% sull'energia prodotta** dall'impianto (e limitatamente all'ipotesi di consumi costanti), solo dopo 28 anni di funzionamento l'energia prodotta in un anno diventa inferiore a quella consumata.

Per tutta la prima parte di vita dell'impianto i consumi di energia elettrica saranno coperti dalla produzione di energia dell'impianto fotovoltaico (con lo Scambio sul Posto **non si paghera' piu' la bolletta elettrica**).

Solo verso la fine della vita dell'impianto una parte dell'energia annua consumata sara' assorbita dalla rete elettrica (al posto della bolletta ci sara' un **conguaglio a fine di ogni anno** per pagare l'energia assorbita dalla rete elettrica, al quale partecipa l'eventuale eccedenza di energia prodotta nei tre anni precedenti).

Maggiori dettagli saranno mostrati nella sezione della "**Valutazione Economica**".





6. Costo approssimativo dell'impianto:

Costo approssimativo dell'impianto "chiavi in mano":

Puo' essere valutato un costo approssimativo per ogni kWp (dipendente dalla taglia dell'impianto) compreso tra 6500 e 7500 Euro (IVA 10% esclusa).

Cio' corrisponde ad un costo dell'impianto "chiavi in mano" compreso tra **13600€** e **15700€** (IVA 10% inclusa).

Il costo e' dovuto in gran parte ai moduli fotovoltaici.

Costo approssimativo assunto per le prossime analisi:

Nelle analisi a seguire sara' considerato un costo complessivo dell'impianto pari a **15000€ (IVA inclusa)**.

Esso, pur essendo in linea con il costo di un impianto del tipo considerato, ha validita' puramente indicativa.

esempio di valutazione preliminare





7. Valutazione economica:

Ipotesi:

Costo dell'impianto:	15000 € (iva inclusa)
Regime:	Scambio sul Posto
Anno di attivazione dell'impianto:	2008
Integrazione Architettonica:	Parziale
Tariffa:	0.44 €/kWh
Tariffa elettrica (senza iva):	0.164 €/kWh
Tariffa elettrica (con iva):	0.180 €/kWh
Tasso inflazione annuo energia:	3.5%
Tasso inflazione annuo:	2.0%
Tasso di attualizzazione:	5.0%
Consumi annui costanti:	2200 kWh/anno
Decadimento di produttività:	1.0%/anno
Manutenzione ordinaria:	0.75%/anno (dell'investimento iniziale)
Manutenzione straordinaria: (prevista al 10° anno)	10% (dell'investimento iniziale)

Note:

- l'ipotesi sulla tariffa elettrica può risultare fortemente approssimata a causa della mancata consultazione delle bollette elettriche degli ultimi anni.
- tutte le ipotesi di natura fiscale ed economica sono considerate ragionevoli in media, ma vanno opportunamente confermate o modificate in base ad informazioni più precise relative al caso specifico.
- Il costo di manutenzione ordinaria sopra riportato può risultare valutato in eccesso poiché impianti fotovoltaici senza elementi mobili richiedono un basso livello di manutenzione (pulizia annuale della superficie dei moduli per prevenire l'abbassamento di efficienza).
- Per la manutenzione straordinaria si considera la sostituzione dell'inverter dopo 10 anni di funzionamento dell'impianto.
- Le valutazioni non tengono conto nel dettaglio delle spese relative ad eventuali spese di allacciamento, le spese di installazione dei nuovi contatori da parte del distributore di energia elettrica, per l'eventuale modifica della posizione del contatore dell'energia, le spese di istruttoria per l'eventuale finanziamento, le spese per le richieste della tariffa incentivante al GSE, e tutte le altre spese accessorie necessarie per gli adempimenti burocratici previsti dalla normativa. In prima approssimazione, comunque, possono essere considerati inclusi nella cifra indicata come costo dell'impianto: ciò è ragionevole nell'ottica di usare la presente relazione al solo fine di valutare quanto è conveniente realizzare l'impianto fotovoltaico.





Ricavi:

- La **tariffa incentivante del Conto Energia** dura 20 anni.
- **Risparmio sulla bolletta dovuto allo Scambio sul Posto:** alla fine dell'anno viene eseguito un conguaglio tra energia prodotta ed assorbita, si paga la bolletta della sola eccedenza di energia assorbita dalla rete. Lo Scambio sul Posto resta per tutta la vita dell'impianto.

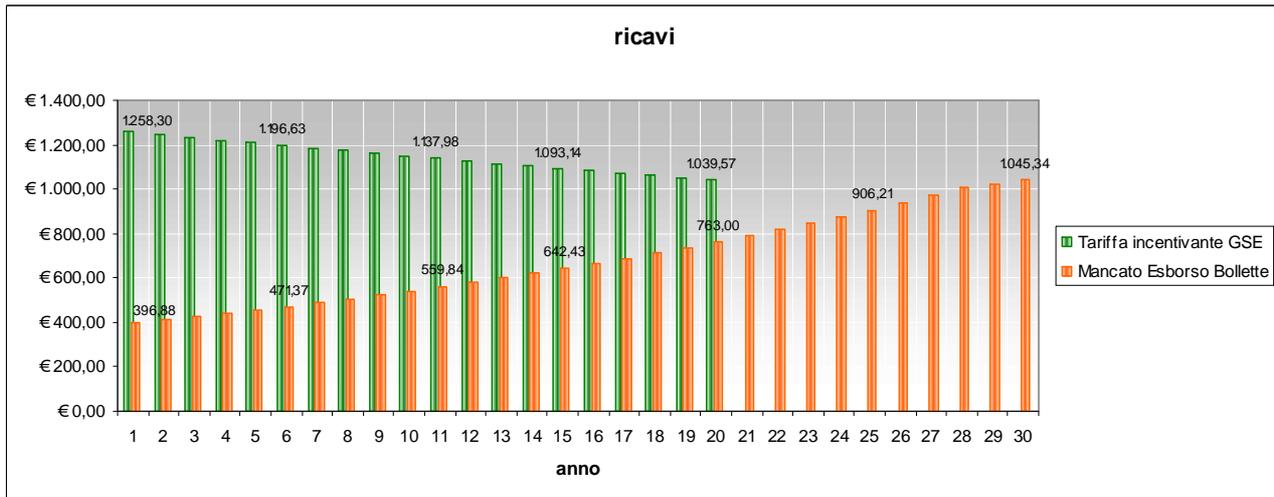


figura 7.1: andamento temporale dei ricavi ottenuti dall'impianto, in termini di tariffa incentivante (20 anni) e di mancato esborso economico per le bollette dell'energia elettrica

Note:

- il "mancato esborso bollette" cresce nel tempo per l'incremento del costo dell'energia ipotizzato.
- il premio della tariffa incentivante del GSE decresce nel tempo a causa del decadimento di efficienza previsto per l'impianto.

Costo delle bollette dell'energia elettrica:

Nelle ipotesi di lavoro (sui consumi di energia, sul costo dell'energia elettrica, sul decadimento di prestazioni dell'impianto), si raggiunge la **parita' tra energia prodotta e consumata** durante il 28° anno di vita dell'impianto.

Grazie al credito di energia accumulato nei precedenti 3 anni (previsto dalla normativa sullo Scambio sul Posto), solo dal 29° anno in poi si paga un conguaglio di energia consumata.

Il costo dell'energia consumata in eccesso e' riportato in figura 7.2, si tratta di valori trascurabili rispetto al risparmio mostrato dall'istogramma del "Mancato Esborso Bollette" di figura 7.1).

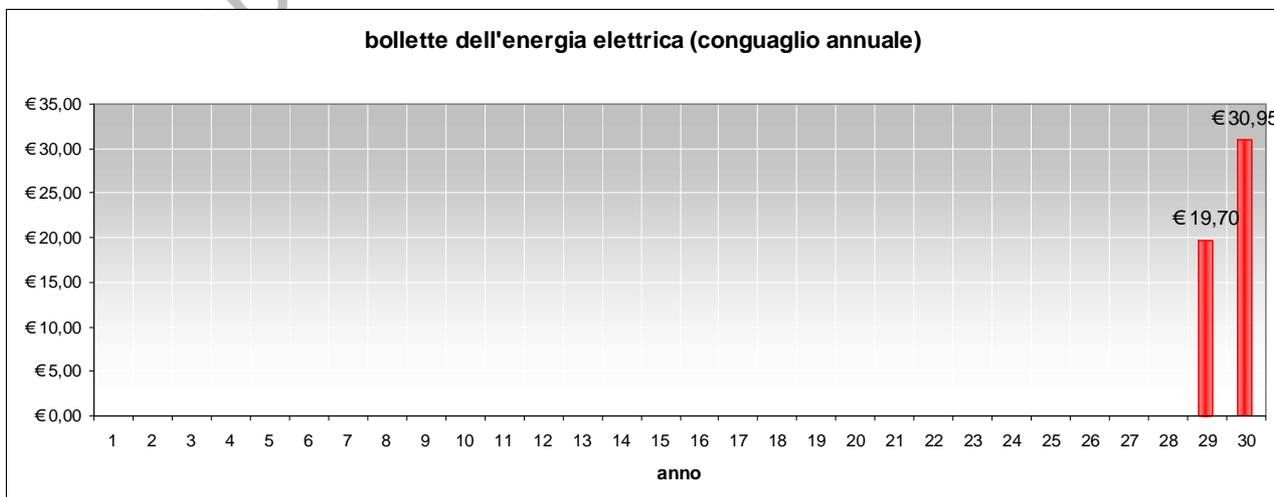


figura 7.2: valutazione delle bollette annue dell'energia elettrica per 30 anni





Profilo fiscale (Agenzia delle Entrate, Circolare 46/E, del 19/07/2007):

Il profilo fiscale previsto dalla Circolare 46/E (19/07/2007) dell'Agenzia delle Entrate per il caso analizzato (persona fisica che realizza un impianto fotovoltaico in regime di Scambio sul Posto di potenza inferiore a 20kWp, posizionato sull'abitazione principale) non prevede l'applicazione dell'IRPEF alla tariffa incentivante percepita dall'utente, in quanto essa e' vista come **contributo a fondo perduto**.

Inoltre la tariffa incentivante non e' **mai sottoposta ad IVA**.

Nella presente valutazione stiamo considerando un regime di **Scambio sul Posto**, pertanto non c'e' energia venduta alla rete.

Non sono previsti benefici fiscali derivanti dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

		Persona fisica P < 20kWp Scambio sul Posto Impianto su abitazione
sulla tariffa incentivante	IVA	mai
	IRPEF + IRAP	no
	Ritenuta 4%	non applicabile
sull'energia venduta	IVA	non applicabile
	IRPEF + IRAP	no
impianto	detraibilita' IVA sull'acquisto	non applicabile
	ammortamento	no

Le imposte considerate nelle seguenti valutazioni economiche sono limitate alle **accise** ed **addizionali comunali e provinciali** previste dalla normativa vigente in materia (Dlgs n.26 del 2 febbraio 2007, di attuazione della direttiva 2003/96/CE, che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione del prodotto energetico).

Nel caso in esame **non sono applicate le accise**, esistono **solo le addizionali comunali e provinciali**.





Valutazione economica senza finanziamento bancario:

Componenti dei Ricavi, dei Costi e delle Imposte:

- **Tariffa incentivante** Conto Energia per 20 anni (non sottoposta ad IRPEF).
- I costi comprendono il **risparmio sul costo delle bollette** dell'energia elettrica (come costo evitato).
- Il decimo anno e' previsto un ciclo di **manutenzione straordinaria** (costo = 10% di quello iniziale).
- **Assicurazione dell'impianto** con costo annuo (indicativo) di 30 €/kWp per 15 anni.
- Le imposte (poco visibili nella scala rappresentata) comprendono le **addizionali comunali e provinciali** previste dalla normativa, si aggirano sui 20 €/anno.

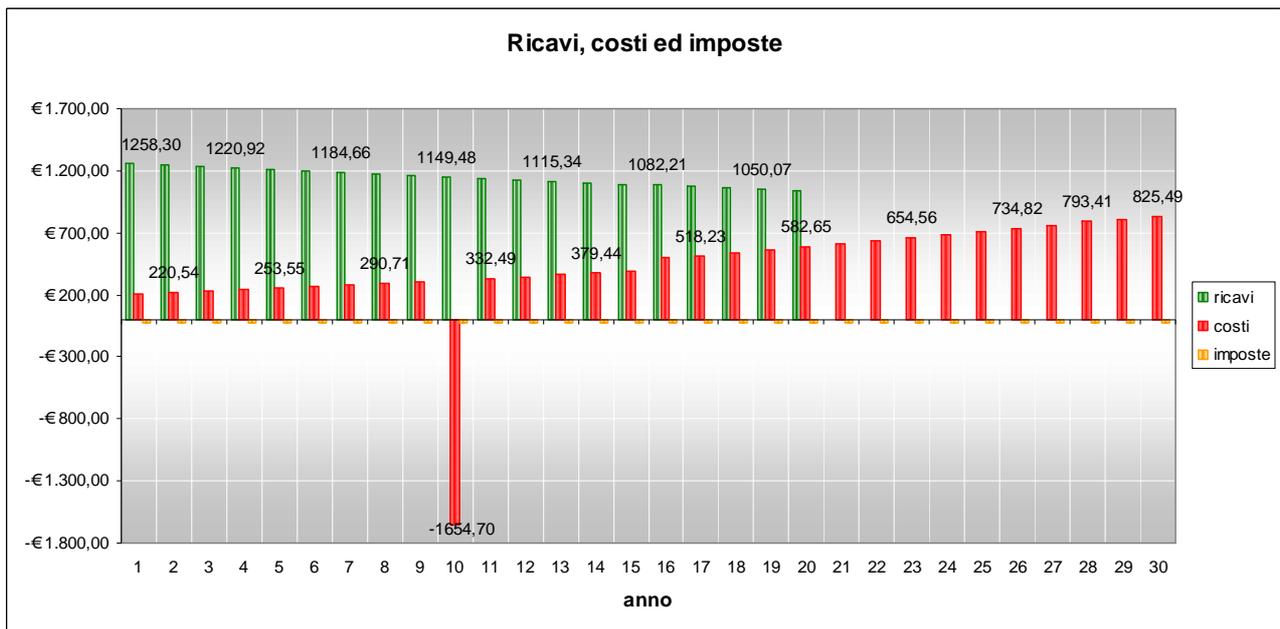


figura 7.3: Andamento temporale di ricavi, costi ed imposte (entrate positive, uscite negative)

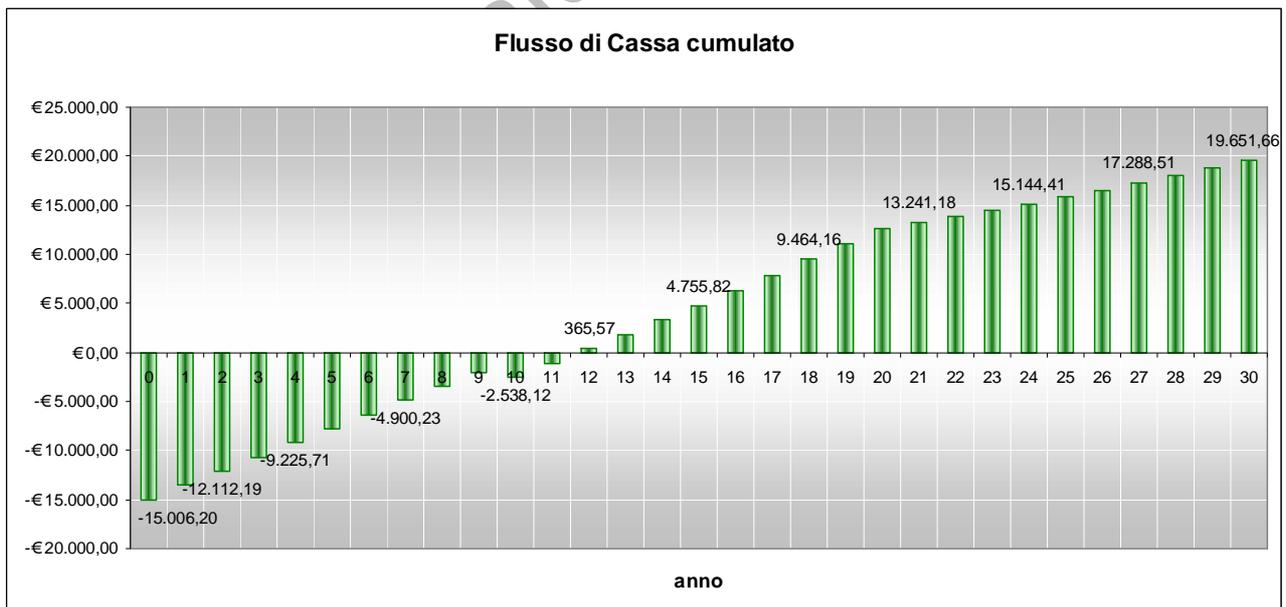


figura 7.4: flusso di cassa cumulato

Il 12° anno si recupera l'investimento iniziale e, considerando anche il risparmio conseguito grazie all'impianto sull'energia elettrica, si comincia a guadagnare.

Un adeguato confronto deve essere eseguito rispetto alla figura 4.1 delle bollette dell'energia elettrica; il confronto e' riportato in figura 7.5.



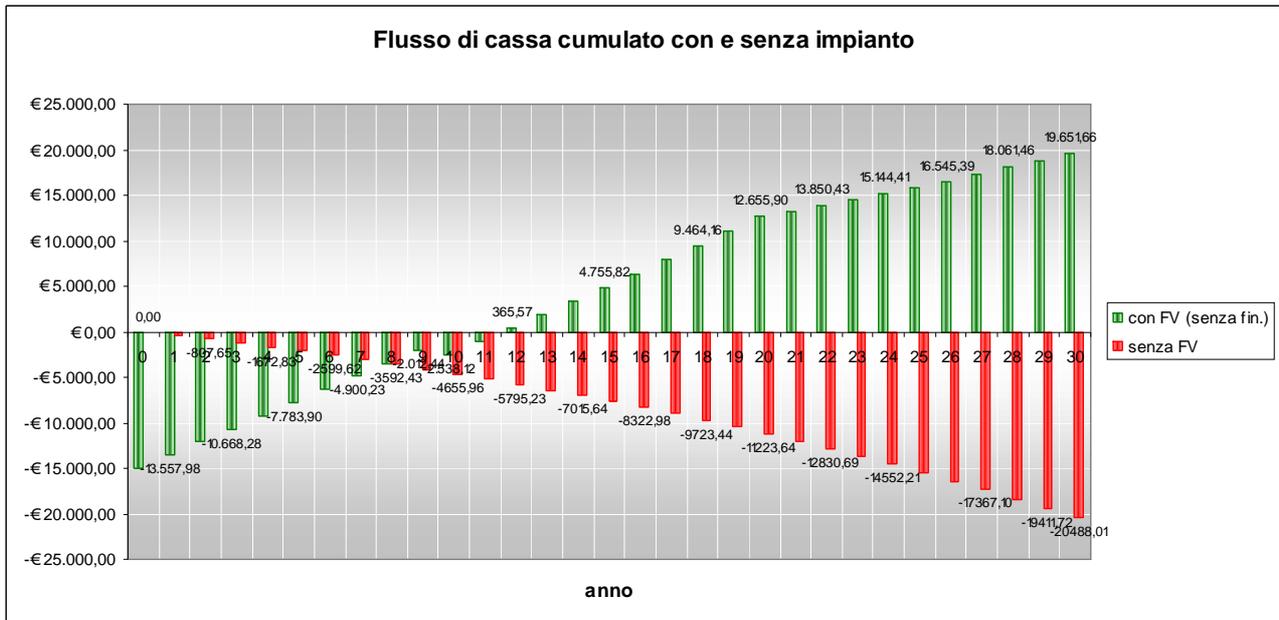


figura 7.5: Confronto tra il flusso di cassa cumulato senza e con impianto fotovoltaico (senza finanziamento bancario)

Dal confronto tra i due flussi di cassa si puo' riassumere che, nelle ipotesi di lavoro utilizzate (volutamente restrittive per considerare un caso non troppo favorevole), dopo i 30 anni considerati:

- 1) **senza** impianto fotovoltaico l'utenza ha complessivamente speso **~20500 €** di energia elettrica,
- 2) **con** l'installazione dell'impianto fotovoltaico il flusso di cassa complessivo e' di **~19600 €** (alle quali, a rigore, andrebbero sottratte le bollette residue di figura 7.2, che trascuriamo). Si ricorda che esso comprende il mancato esborso per le bollette.

La differenza tra i due casi rende evidente il risparmio che l'utente consegue dalla installazione dell'impianto fotovoltaico.

Riepilogo:

• Investimento iniziale:	15000 €
• Tempo di recupero del capitale investito:	12 anni
• Flusso di Cassa cumulato dopo 20 anni (fine Conto Energia):	+12600 €
• Flusso di Cassa cumulato dopo 25 anni:	+15800 €
• Flusso di Cassa cumulato dopo 30 anni:	+19600 €





Valutazione economica con finanziamento bancario:

Componenti dei Ricavi, dei Costi e delle Imposte:

- **Tariffa incentivante** Conto Energia per 20 anni (non sottoposta ad IRPEF).
- I costi comprendono il **risparmio sul costo delle bollette** dell'energia elettrica (come costo evitato).
- Il decimo anno e' previsto un ciclo di **manutenzione straordinaria** (costo = 10% di quello iniziale).
- **Assicurazione sull'impianto** con costo annuo di 30 €/kWp per 15 anni.
- Le imposte (poco visibili nella scala rappresentata) comprendono le **addizionali regionali e provinciali** previste dalla normativa, si aggirano sui 20 €/anno.

Ipotesi sul finanziamento bancario:

- E' indispensabile sottolineare che i dati relativi al finanziamento **sono puramente indicativi**, non collegati a nessun mutuo realmente esistente, ne' ad un particolare Istituto di Credito.
- Finanziamento del **100%**
- Tasso di interesse annuo: **6.5%**
- Durata del finanziamento: **12 anni**

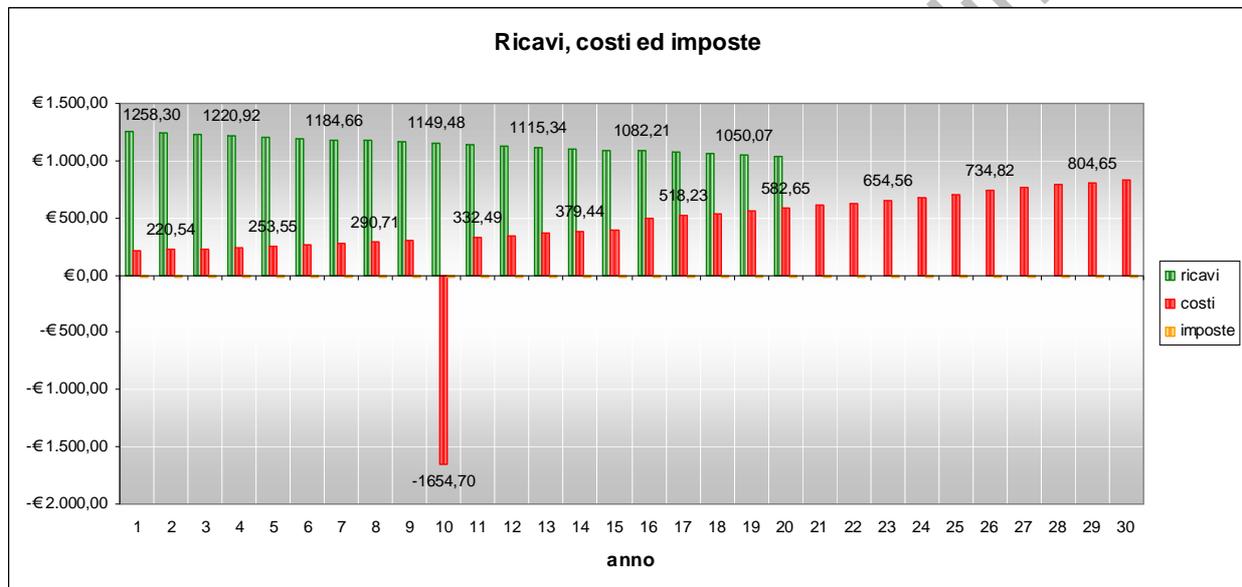


figura 7.6: Andamento temporale di ricavi, costi ed imposte (entrate positive, uscite negative)

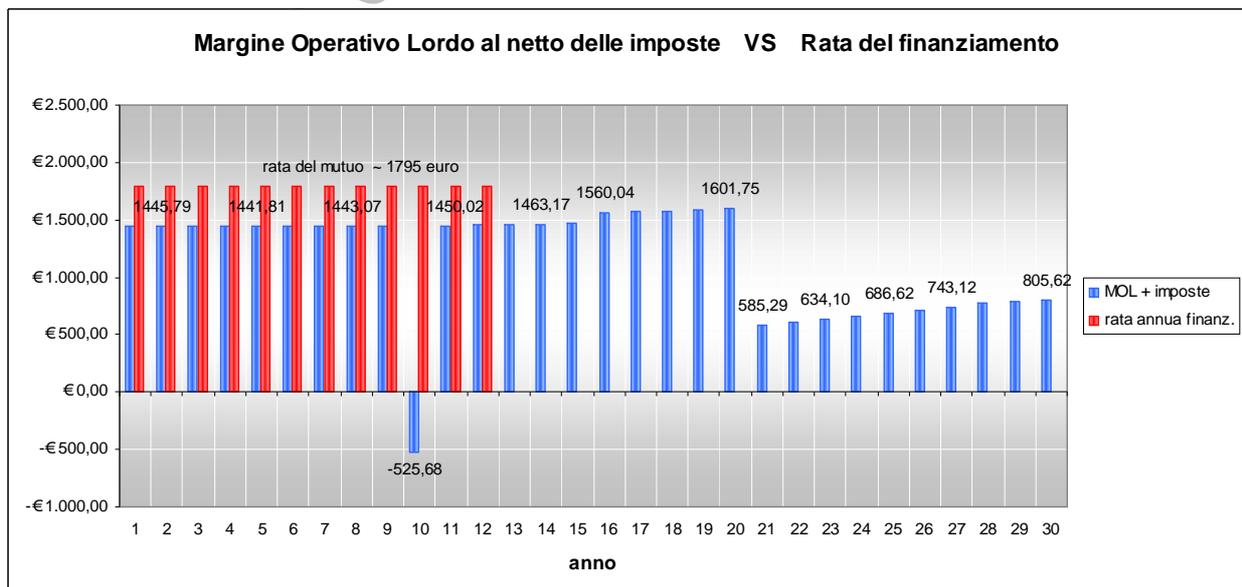


figura 7.7: Andamento temporale della rata del mutuo e del Margine Operativo Lordo + imposte





Dalla figura 7.7 si desume che **la rata del mutuo non e' coperta dai ricavi**.

In figura 7.8 e' riportata la differenza tra la rata del mutuo ed i ricavi del Conto Energia anno per anno.

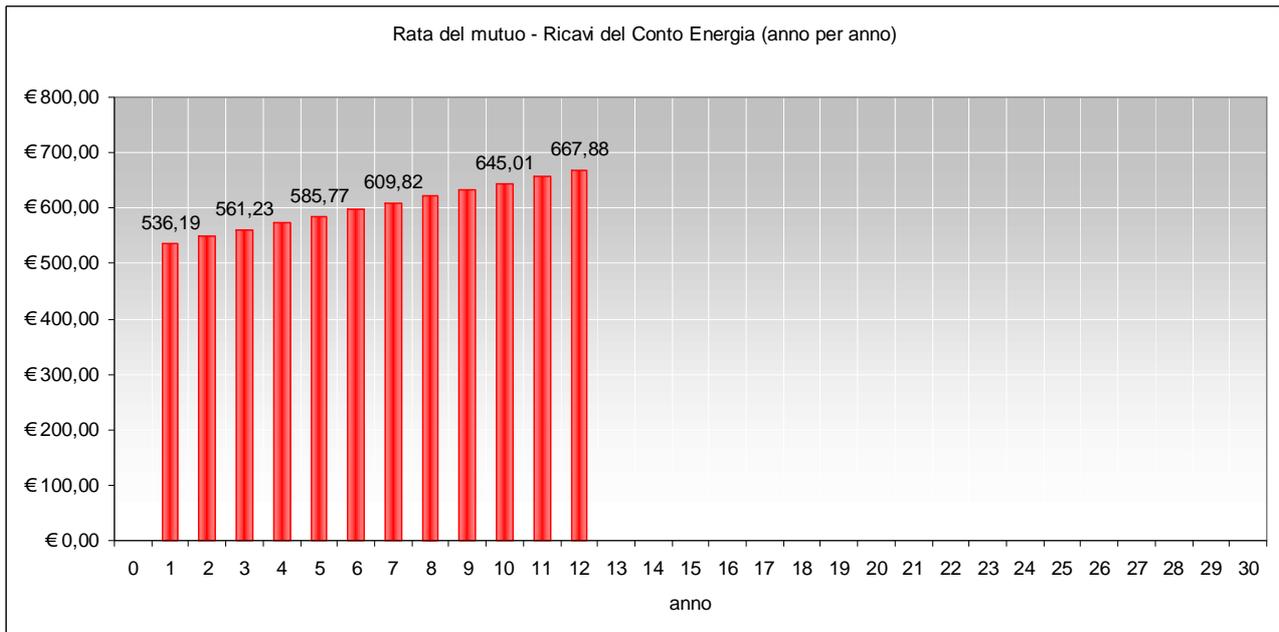


figura 7.8: Differenza tra la rata del mutuo e i ricavi del Conto Energia

A causa della parziale copertura della rata del mutuo da parte degli incentivi, il flusso di cassa (anno per anno), riportato in figura 7.9, ha valori negativi durante la durata del finanziamento.

Essi non coincidono con i valori riportati nella figura 7.8 perche' nel flusso di cassa sono considerate tutte le componenti di entrate ed uscite economiche diverse dal caso di assenza di impianto fotovoltaico.

Ad esempio, viene portato in conto anche il Mancato Esborso per le Bollette dell'energia elettrica che, a tutti gli effetti, costituiscono un risparmio sui costi che compensa parzialmente la spesa da sostenere per il mutuo.

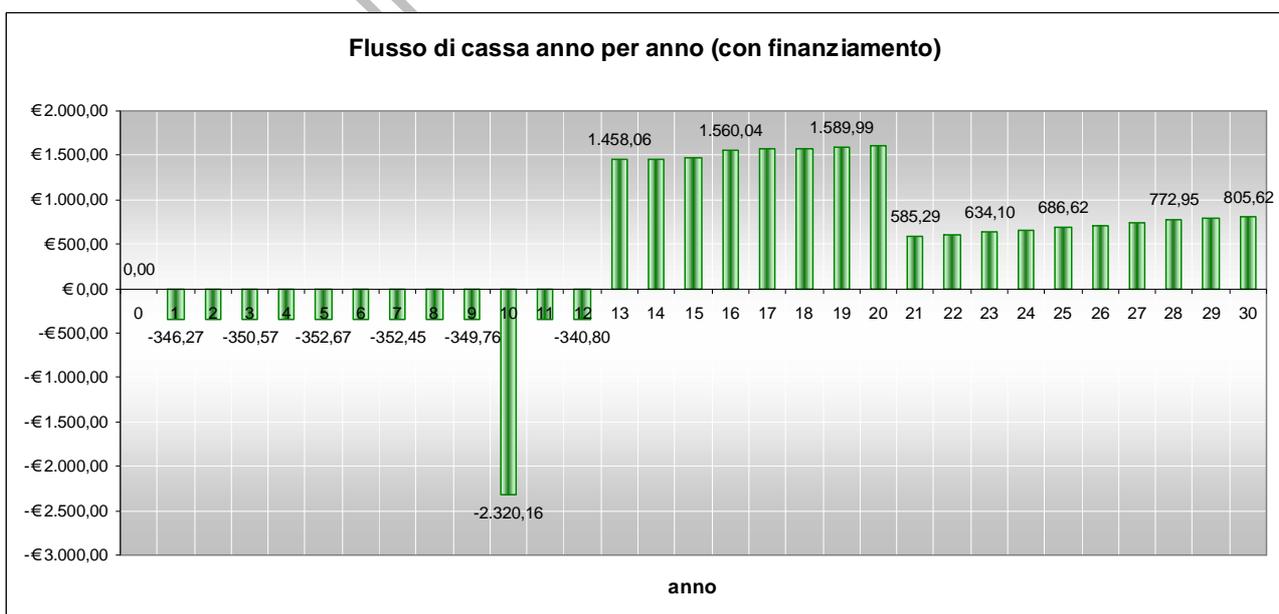


figura 7.9: Andamento temporale del flusso di cassa (anno per anno) in caso di finanziamento





Il flusso di cassa cumulato e' mostrato in figura 7.10.

Dopo la fine del finanziamento la pendenza si inverte, segnalando l'incremento delle entrate, e in pochi anni il bilancio diventa positivo.

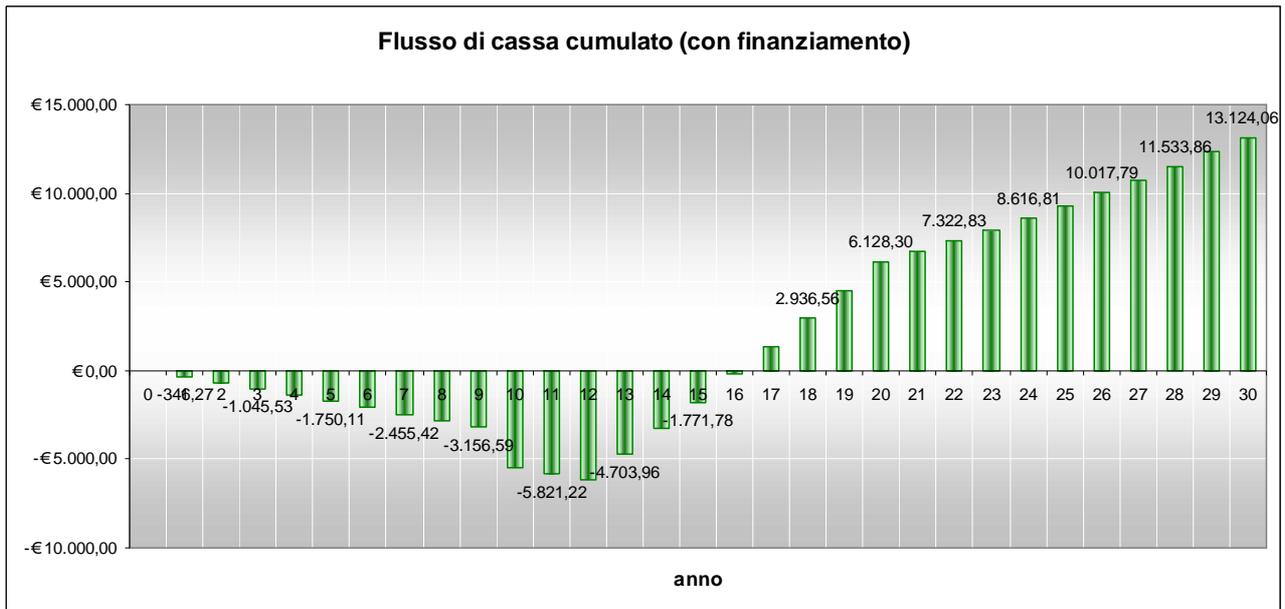


figura 7.10: Andamento temporale del flusso di cassa cumulato in caso di finanziamento

Un confronto piu' significativo ed adeguato va fatto rispetto alla spesa per le bollette dell'energia elettrica nel corso dei 30 anni considerati nel caso di assenza dell'impianto fotovoltaico (dalla figura 4.1); il confronto e' riportato in figura 7.11.

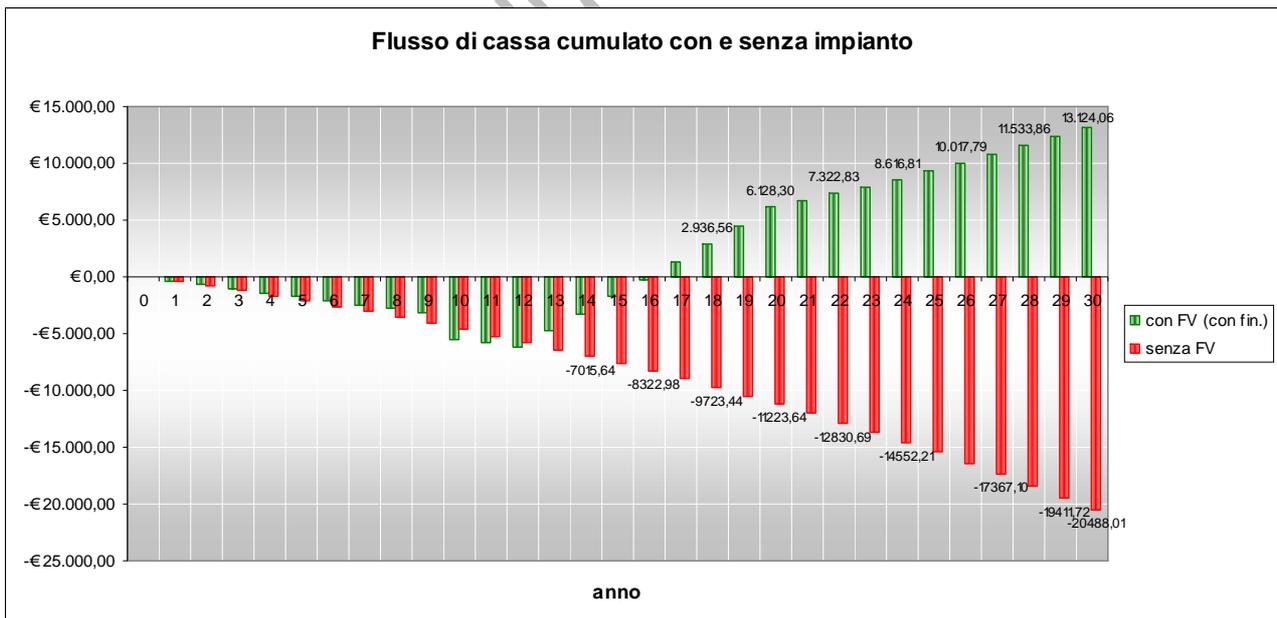


figura 7.11: Confronto tra il flusso di cassa cumulato senza e con impianto fotovoltaico (usando finanziamento bancario)

Dal confronto tra i due flussi di cassa si puo' riassumere che, nelle ipotesi di lavoro utilizzate (volutamente restrittive per considerare un caso non troppo favorevole), dopo i 30 anni considerati:





- 1) **senza** impianto fotovoltaico l'utenza ha complessivamente speso **~20500 €** di energia elettrica,
- 2) **con** l'installazione dell'impianto fotovoltaico il flusso di cassa complessivo e' di **~13100 €** (alle quali, a rigore, andrebbero sottratte le bollette residue di figura 7.2, che trascuriamo). Si ricorda che esso comprende il mancato esborso per le bollette.

La differenza tra i due casi rende evidente il risparmio che l'utente consegue dalla installazione dell'impianto fotovoltaico.

Riepilogo:

• Investimento iniziale:	~0 € (100% finanziato)
• Rata del finanziamento:	~1800 €/anno
• Tempo di recupero del finanziamento:	17 anni
• Flusso di Cassa cumulato dopo 20 anni (fine Conto Energia):	+6130 €
• Flusso di Cassa cumulato dopo 25 anni:	+9300 €
• Flusso di Cassa cumulato dopo 30 anni:	+13100 €

Nota:

in questo caso nell'investimento iniziale (0 €) sicuramente non sono incluse le spese per gli adempimenti burocratici necessari e le operazioni preliminari descritti nel capitolo "**Introduzione**".





Allegato 1: terminologia

Qui di seguito si riportano le definizioni di alcuni termini riguardanti gli impianti fotovoltaici.

Angolo di Azimut:

angolo tra la normale al piano di captazione solare (modulo fotovoltaico) ed il piano del meridiano terrestre che interseca il piano di captazione in un punto centrale (direzione nord-sud). Esso esprime quindi l'orientamento del piano dei moduli fotovoltaici rispetto alla direzione nord-sud. L'angolo di Azimut e' positivo per orientamento verso Est, negativo per orientamento verso Ovest.

Angolo di tilt (inclinazione):

angolo tra il modulo fotovoltaico ed il piano orizzontale (piano tangente alla superficie terrestre nel punto considerato). Esso e' positivo se l'inclinazione e' rivolta verso l'equatore, negativo se rivolta verso il polo.

Campo fotovoltaico:

l'insieme di tutti i sottocampi che costituiscono l'impianto fotovoltaico

Cella fotovoltaica:

dispositivo base allo stato solido che converte la radiazione solare in elettricità in corrente continua.

Condizioni standard:

condizioni in cui l'irraggiamento della radiazione solare e' pari a 1000W/mq, con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1.5, e temperatura di 25°C.

Convertitore statico c.c./c.a. (inverter):

apparecchiatura di conversione e trasferimento della potenza da una rete in corrente continua ad una rete in corrente alternata

Distributore dell'energia elettrica:

azienda titolare della gestione ed esercizio della rete in bassa tensione (BT) di distribuzione dell'energia elettrica agli utenti.

Impianto fotovoltaico connesso alla rete o "grid connected":

sistema di produzione dell'energia elettrica costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature destinate a convertire l'energia contenuta nella radiazione solare in energia elettrica da consegnare alla rete di distribuzione in corrente alternata monofase o trifase.

I componenti fondamentali dell'impianto sono:

- il generatore fotovoltaico vero e proprio, costituito dal campo fotovoltaico
- il sistema di condizionamento della potenza

Modulo fotovoltaico:

insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente e sigillate meccanicamente dal costruttore in un'unica struttura. Costituisce l'unita' minima singolarmente maneggiabile e rimpiazzabile del campo fotovoltaico.

Potenza di picco:

e' la potenza espressa in Wp (Watt di picco), erogata nel punto di massima potenza nelle condizioni standard dal componente o sottosistema fotovoltaico.

Quadro di campo o Quadro "in continua" o Quadro di parallelo stringhe:

e' un quadro elettrico in cui sono convogliate le terminazioni elettriche di piu' stringhe fotovoltaiche per il loro collegamento in parallelo. Esso contiene anche dispositivi di sezionamento e protezione.

Quadro di consegna o di interfaccia o Quadro "in alternata":

e' un quadro elettrico in cui e' effettuato il collegamento elettrico del gruppo di conversione statica in parallelo alla rete elettrica in bassa tensione. Esso contiene apparecchiature di sezionamento, interruzione, protezione e misura.

Rete pubblica di bassa tensione (BT):

rete di distribuzione dedicata alla distribuzione pubblica in corrente alternata, di tipo monofase o trifase, con tensione nominale da oltre 50V fino a 1000V.

Sottocampo fotovoltaico:

una o piu' stringhe fotovoltaiche associate e distinte in base a determinate caratteristiche, cosi' come puo' essere l'occupazione geometrica del suolo, oppure le cui stringhe sono interconnesse elettricamente per dare la potenza nominale in ingresso al sistema di condizionamento della potenza (PCS).

Sistema di condizionamento della potenza (PCS):

e' costituito dal componente principale (il convertitore statico c.c./c.a. o inverter) e da un insieme di apparecchiature di comando, misura, controllo e protezione affinche' l'energia venga trasferita alla rete elettrica con i necessari requisiti di qualita' ed in condizioni di sicurezza sia per gli impianti che per le persone.

Stringa fotovoltaica:

un insieme di moduli connessi elettricamente in serie per raggiungere la tensione di utilizzo idonea al sistema di condizionamento della potenza (PCS).

Utente:

persona fisica o giuridica che usufruisce del servizio di fornitura dell'energia elettrica. Tale servizio e' regolato da un contratto di fornitura stipulato col Distributore dell'energia elettrica.





Allegato 2: normativa

Qui di seguito si riporta una lista necessariamente parziale della normativa di riferimento utilizzata nel dimensionamento e progettazione di massima di un impianto fotovoltaico.

Qualora le sottoelencate norme tecniche siano aggiornate o modificate si devono applicare le norme piu' recenti.

normativa di riferimento conto energia

- **Decreto Legge 387/03**: Attuazione della Direttiva 2001/77/CE sulla promozione delle fonti rinnovabili
- **Delibera AEEG 28/06**: Condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 kW, ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n.387
- **Decreto Ministeriale 19/02/2007**: Criteri e modalita' per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387
- **Delibera AEEG 88/07**: Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione
- **Delibera AEEG 89/07**: Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV.
- **Delibera AEEG 90/07**: Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.
- **Decreto legge 311/06**: 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.
- **Decreto legge 192/05**: Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia.
- **Decreto Ministeriale 28/07/2005**: Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
- **Decreto Ministeriale 06/02/2006**: Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
- **Testo coordinato delle integrazioni e modifiche apportate con Deliberazione AEEG n.40/06 alla Deliberazione AEEG n. 188/05**
- **Delibera AEEG 260/06**: Modificazione ed integrazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n.188/05 in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici
- **Legge 244/07 (Finanziaria 2008)**: Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2008)

normativa di riferimento energia solare

- **UNI 8477-1**: Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- **UNI 10349**: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici
- **UNI EN ISO 9488**: Energia solare – Vocabolario

normativa tecnica per gli impianti fotovoltaici

- **CEI 82: Sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia solare**
 - CEI EN 60904-1 (CEI 82-1)**: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
 - CEI EN 60904-2 (CEI 82-2)**: Dispositivi fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni per le celle solari di riferimento
 - CEI EN 60904-3 (CEI 82-3)**: Dispositivi fotovoltaici Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
 - CEI EN 61173 (CEI 82-4)**: Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia. Guida
 - CEI EN 60891 (CEI 82-5)**: Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in silicio cristallino. Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento
 - CEI EN 60904-6 (CEI 82-6)**: Dispositivi fotovoltaici Parte 6: Requisiti dei moduli solari di riferimento
 - CEI EN 61194 (CEI 82-7)**: Parametri caratteristici dei sistemi fotovoltaici (FV) autonomi
 - CEI EN 61215 (CEI 82-8)**: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
 - CEI EN 61727 (CEI 82-9)**: Sistemi fotovoltaici (FV) Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
 - CEI EN 60904-5 (CEI 82-10)**: Dispositivi fotovoltaici. Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto
 - CEI EN 61725 (CEI 82-11)**: Espressione analitica dell'andamento giornaliero dell'irraggiamento solare
 - CEI EN 61646 (CEI 82-12)**: Moduli fotovoltaici (FV) a film sottili per usi terrestri. Qualificazione del progetto e approvazione di tipo
 - CEI EN 60904-7 (CEI 82-13)**: Dispositivi fotovoltaici Parte 7: Calcolo dell'errore di disadattamento spettrale nelle prove dei dispositivi fotovoltaici
 - CEI EN 61345 (CEI 82-14)**: Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)
 - CEI EN 61724 (CEI 82-15)**: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
 - CEI EN 61829 (CEI 82-16)**: Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino. Misura sul campo delle caratteristiche IV
 - CEI EN 61277 (82-17)**: Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica. Generalità e guida
 - CEI EN 61701 (82-18)**: prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)
 - CEI EN 50380 (82-22)**: Foglio informativo e dati di targa per moduli fotovoltaici

normativa tecnica per la protezione dai fulmini

- **CEI 81: Protezione contro i fulmini**
 - CEI 81-1**: Protezione delle strutture contro i fulmini
 - CEI 81-3**: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei comuni d'Italia, in ordine alfabetico. Elenco dei comuni
 - CEI 81-4**: Protezione delle strutture contro i fulmini – Valutazione del rischio dovuto al fulmine.
 - CEI EN 50164-1 (CEI 81-5)**: Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
 - CEI 81-8**: Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione
- **CEI EN 61643-11 (CEI 37-8)**: Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove

