

# IL TETTO SOLARE FOTOVOLTAICO DA 1 A 10

*Tutto quello che avreste voluto sapere!*

## 1. Cos'è un tetto solare fotovoltaico?

Un impianto fotovoltaico permette di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica in corrente continua grazie all'effetto fotovoltaico. Tale fenomeno, scoperto per la prima volta intorno al 1860, si manifesta nei materiali detti "semiconduttori", il più conosciuto dei quali è il silicio, usato anche nella produzione di componenti elettronici. I vantaggi della tecnologia fotovoltaica possono riassumersi in:



- assenza di qualsiasi tipo d'emissione inquinante;
- risparmio dei combustibili fossili;
- estrema affidabilità poiché non esistono parti in movimento (vita utile superiore a 20 anni) con costi di manutenzione ridotti al minimo;
- modularità del sistema (per aumentare la taglia basta aumentare il numero dei moduli).

Gli svantaggi sono rappresentati da:

- variabilità ed aleatorietà della fonte energetica (il sole);
- elevato costo iniziale degli impianti.

*Impianto fotovoltaico per utenza isolata*

Le principali applicazioni dei sistemi fotovoltaici sono:

- impianti (con sistema d'accumulo) per utenze isolate dalla rete
- impianti per utenze collegate alla rete di bassa tensione
- centrali di produzione di energia elettrica, generalmente collegate alla rete in media tensione.

Nel seguito si farà riferimento esclusivamente alla seconda di queste applicazioni. In particolare, focalizzeremo l'attenzione sugli impianti fotovoltaici di piccola taglia, con potenza nominale non superiore a 20 kWp, installati sulle pertinenze della residenza dell'utente finale, connessi alla rete di distribuzione dell'energia elettrica in bassa tensione e finalizzati a generare l'energia necessaria a soddisfare totalmente o parzialmente i fabbisogni elettrici dell'utente stesso.



*"Tetto fotovoltaico" collegato alla rete BT*

Tale soluzione impiantistica è generalmente nota come "tetto fotovoltaico".



*Centrale fotovoltaica*

Per rendere compatibile l'energia generata dai moduli fotovoltaici con gli elettrodomestici e le apparecchiature utilizzate nelle abitazioni, occorre trasformare la corrente da continua in alternata alla frequenza e alla tensione di funzionamento della nostra rete elettrica. Questo si ottiene interponendo tra i moduli e la rete un inverter.

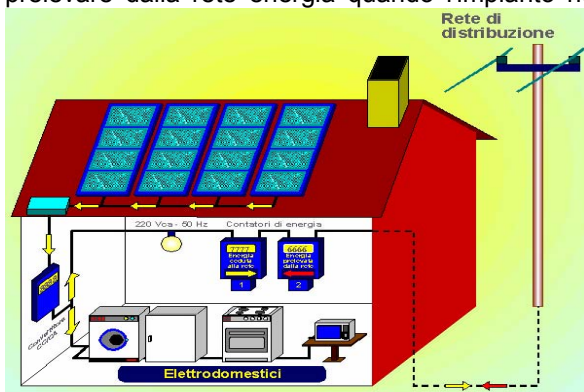
In definitiva un tetto fotovoltaico è composto da:

- moduli;
- struttura di sostegno per installare i moduli sul tetto, su un terrazzo, su una parete, etc.;
- inverter;
- quadri elettrici, cavi di collegamento.

## 2. Come funziona?

In Italia, per impianti con potenza nominale compresa tra 1 e 20 kW di picco, il rapporto contrattuale tra utente, proprietario dell'impianto, e la compagnia elettrica, competente per territorio, è regolato dalla Delibera n° 224 del 2000, emanata dall'Autorità dell'Energia elettrica e del Gas, che consente lo scambio sul posto dell'energia tra impianto fotovoltaico e rete in bassa tensione (modalità operativa comunemente nota come "net metering").

In sintesi, il provvedimento permette d'immettere in rete l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e non consumata dall'utente, misurata con un contatore addizionale installato a cura della società elettrica, così come prelevare dalla rete energia quando l'impianto non produce. Alla fine dell'anno si effettua un conguaglio tra energia assorbita ed energia immessa e l'utente, se in debito, integra la differenza. Non è prevista alcuna remunerazione dell'eventuale saldo positivo d'energia immessa in rete, risultante dal conguaglio annuale, ma questa quantità d'energia (kWh) può essere portata a credito per gli anni successivi. Se l'impianto è sovradimensionato rispetto ai consumi ed il credito è sistematico, esso viene di fatto perduto. Pertanto, è opportuno sottodimensionare leggermente l'impianto rispetto ai propri consumi. Il contratto impone, inoltre, il rispetto delle norme di qualità, sicurezza ed affidabilità, che garantiscono un funzionamento senza rischi per l'utilizzatore e per la rete.



Schema di "Tetto fotovoltaico" che scambia energia con la rete

## 3. A cosa serve un tetto solare ?

Come sopra anticipato, un "tetto fotovoltaico" con potenza non superiore a 20 kWp serve a coprire tutto o in parte il consumo elettrico dell'edificio sul quale è installato. In pratica, la produzione solare ridurrà il bisogno di elettricità rimpiazzando una parte dell'energia proveniente da impianti centralizzati che utilizzano prevalentemente combustibili fossili con un'energia rinnovabile rispettosa dell'ambiente. Giova sottolineare che la modalità del "net metering", pur non consentendo la "vendita" d'energia, libera il proprietario dell'impianto dall'assoggettamento ad una serie di obblighi fiscali e normativi.

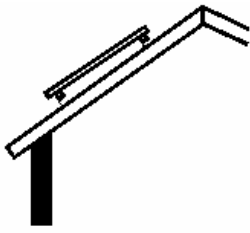
Chi, invece, guarda alla tecnologia fotovoltaica con un'ottica di opportunità di "business" può sempre realizzare impianti con potenza superiore a 20 kWp, proponendosi come produttore indipendente d'energia elettrica. In tal caso potrà vendere energia alla rete alle condizioni tecnico-economiche previste dalla normativa vigente.

## 4. Dove può essere installato?

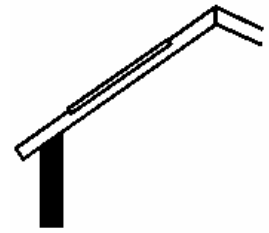
I moduli fotovoltaici possono essere collocati su qualsiasi pertinenza dell'immobile di proprietà dell'utente. La decisione in merito alla fattibilità tecnica si basa sull'esistenza nel sito d'installazione dei seguenti requisiti, che dovranno essere verificati dal progettista/installatore in sede di sopralluogo:

- disponibilità dello spazio necessario per installare i moduli (occorre uno spazio netto di circa 8-10 m<sup>2</sup> per ogni kWp di potenza installata);
- corretta esposizione ed inclinazione della suddetta superficie. Le condizioni ottimali per l'Italia sono:
  - esposizione SUD (accettata anche SUD-EST, SUD-OVEST, con limitata perdita di produzione)
  - inclinazione 30-35° gradi;
- assenza di ostacoli in grado di creare ombreggiamento.

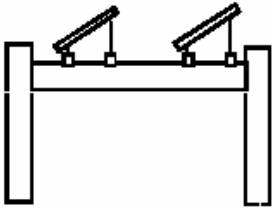
Le principali soluzioni tecniche e architettoniche per l'installazione di un impianto sono:



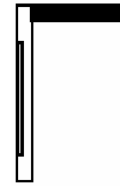
posa "retrofit" sopra il tetto



posa integrata nella copertura



posa su terrazzo



posa integrata in facciata verticale

## 5. Quanta elettricità produce ?



La produzione elettrica annua di un tetto solare può essere stimata abbastanza accuratamente attraverso un calcolo che tiene conto di:

- la radiazione solare annuale del luogo, che può essere correttamente valutata in tutto il mondo;
- un fattore di correzione calcolato sulla base dell'orientamento, dell'angolo d'inclinazione dell'impianto ed eventuali ombre temporanee;
- le prestazioni tecniche dei moduli fotovoltaici, dell'inverter e degli altri componenti dell'impianto;
- le condizioni operative dei moduli (con l'aumento della temperatura di funzionamento diminuisce l'energia prodotta).

La potenza di picco di un tetto solare si esprime in kWp (chilowatt di picco), cioè la potenza teorica massima che il tetto può produrre nelle condizioni standard di insolazione e temperatura dei moduli (1000 W/m<sup>2</sup> e 25°C).

La mappa a sinistra (Fonte:Phébus) mostra la produzione elettrica annua per un tetto solare fotovoltaico da 1 kWp (8-10m<sup>2</sup>), considerando le migliori condizioni locali d'installazione (30° SUD, assenza ombreggiamenti), con moduli cristallini in silicio d'uso corrente. Nella tabella sottostante (Fonte:Phébus) sono riportati i fattori di correzione

per inclinazione ed orientamento diversi da quelli ottimali (30° SUD) alle latitudini italiane. I riquadri colorati indicano posizioni da evitare, a meno di vincoli architettonici imposti.

La produzione prevista del tetto solare può anche essere rapportata al consumo elettrico annuo dell'utenza ed essere espressa in percentuale. Per esempio, 1 kWp in Italia centrale può coprire circa il 30 - 40% dei consumi elettrici di una famiglia.

FATTORI DI CORREZIONE PER LE DIVERSE SITUAZIONI DI INCLINAZIONE E ORIENTAMENTO					
INCLINAZIONE		☀️ —	☀️ ↘	☀️ ↙	☀️
ORIENTAMENTO		0°	30°	60°	90°
Est	☛	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est	☛☑	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud	☑	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ovest	☑☛	0,93	0,96	0,88	0,66
Ovest	☛☑	0,93	0,90	0,78	0,55

## 6. Quanto tempo può durare ?

Nelle analisi tecniche ed economiche si usa accreditare l'impianto di una vita complessiva di 20 anni. Nella pratica è opportuno considerare separatamente i componenti economicamente più rilevanti. I moduli monocristallini e policristallini, che sono attualmente i più venduti nel mondo, hanno una durata di vita da 25 a 30 anni, con una diminuzione delle prestazioni energetiche inferiore al 20%. Generalmente la garanzia, fornita dai produttori sul mantenimento delle prestazioni energetiche originarie, è di 10 -12 anni. I moduli amorfi di silicio, che sono meno costosi, hanno una perdita di rendimento del 30% nei primi mesi, per poi stabilizzarsi gradualmente. Per il futuro, la tecnologia più recente, quella dei "film sottili" dovrebbe unire i vantaggi di entrambe le altre tecnologie: il prezzo basso del silicio amorfo e l'alta efficienza e l'affidabilità dei prodotti cristallini.

Anche gli inverter, apparecchi ad elevata tecnologia, hanno una durata nel tempo abbastanza lunga. Tuttavia, l'estensione della garanzia può variare molto, a seconda della strategia del rivenditore e del fornitore. Il prezzo dell'inverter rappresenta generalmente una parte fra il 10% ed il 15% dell'investimento globale; il costo della sua sostituzione nel caso di danno dopo il periodo di garanzia va considerato all'interno del tempo di ammortamento dell'investimento. Un tetto fotovoltaico è un dispositivo completamente modulare, e la sostituzione di un qualsiasi componente è generalmente facile e veloce, anche quando il modulo è un tetto o una facciata integrata, a condizione che questa sostituzione sia prevista nella fase di progetto. Il futuro proprietario deve essere informato di queste cose al momento della stesura del progetto!



*modulo in silicio monocristallino con efficienza di trasformazione del 13,5 %, normalmente utilizzato dagli installatori della rete Enel.si*



*inverter della serie modulare ad alta efficienza e affidabilità utilizzato dagli installatori della rete Enel.si*

## 7. Quali autorizzazioni per l'installazione sono necessarie ?

In linea di principio un tetto fotovoltaico può essere installato senza alcuna autorizzazione: è sufficiente una semplice dichiarazione di inizio attività, che costituisce di fatto un'autorizzazione automatica, come richiesto per qualsiasi tipo di lavoro di manutenzione straordinaria. Se si tratta di un edificio in costruzione è preferibile integrare il tetto solare nella licenza stessa dell'edificio in costruzione. E' sempre consigliato d'informarsi presso gli uffici del comune per verificare che non ci siano ulteriori problemi riguardanti, ad esempio, la tinteggiatura dell'intonaco o l'aspetto esterno dell'immobile. Nel caso in cui l'impianto ricada in un'area protetta (incluse le zone immediatamente esterne alle aree protette), o con vincoli storici ed artistici, bisogna prendere tutte le necessarie precauzioni in anticipo. L'autorità competente sul territorio (l'ente locale, l'ente parco, la sovrintendenza ai beni culturali,...) dovrà seguire la situazione nella sua particolarità e rilasciare un "nulla osta". Se si dovrà intervenire in contesti condominiali, la maggiore difficoltà sta nel convincere la maggioranza dei condomini a concedere l'autorizzazione all'installazione del tetto solare in un luogo adatto e di proprietà comune. Converrà quindi valutare gli aspetti giuridici, in particolare per quanto riguarda l'utilizzo dell'elettricità prodotta che non può essere utilizzata da un utente diverso dal proprietario del contratto elettrico a cui si associa l'impianto fotovoltaico.



## 8. Esistono incentivi per l'installazione ?

In Italia, dal 2001 il programma Nazionale e Regionale "Tetti fotovoltaici" ha concesso contributi in conto capitale fino al 75 % (IVA esclusa) del costo d'impianto. Il programma è regolato da autonomi bandi regionali con una finestra temporale per la presentazione delle domande. Anche le singole Province autonomamente emanano bandi a valere sulla legge 10/91 che prevedono incentivi per impianti fotovoltaici. Infine, alcune Regioni inseriscono regolarmente gli impianti fotovoltaici tra quelli ammissibili a finanziamenti in conto capitale nell'ambito dei Programmi Operativi Plurifondo (POR).

Inoltre, risulta confermata fino al 31/12/2005 la possibilità di detrarre, per le sole persone fisiche in sede di dichiarazione IRPEF, il 36 % del costo dell'impianto effettivamente sostenuto (IVA inclusa) in dieci rate annuali.

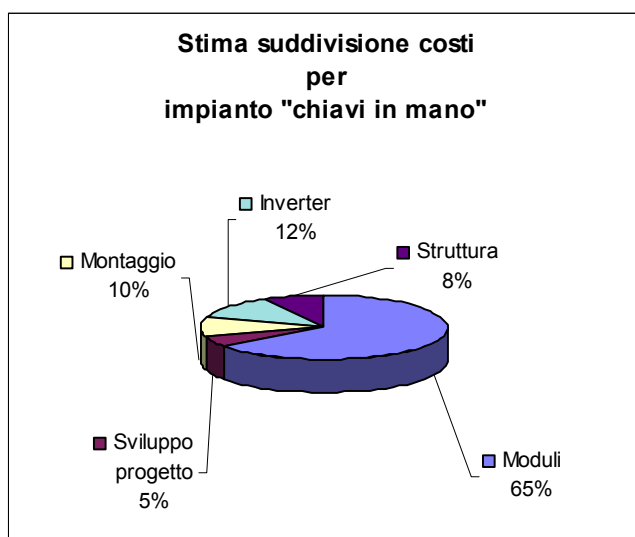
La normativa è, però, in fase di profonda modifica. Il decreto legislativo 387 del 29/12/2003 ha infatti stabilito per il fotovoltaico il passaggio dal meccanismo d'incentivazione con contributi in conto capitale a quello in conto energia, in analogia a quanto sperimentato con successo in Germania e in Giappone ed altri Paesi internazionali. Il nuovo meccanismo, regolato da un apposito decreto attuativo firmato dai ministri delle Attività Produttive e dell'Ambiente e pubblicato sulla Gazzetta ufficiale del 5 agosto 2005, prevede la remunerazione dell'energia prodotta dall'impianto con una tariffa incentivata. In particolare sono ammessi agli incentivi gli impianti con dimensione compresa tra 1 e 1000 kWp fino al raggiungimento di una potenza cumulativa installata di 100 MW (100.000 kWp). Per essi sono state stabilite le seguenti condizioni:

Dimensioni dell'impianto kWp	Modalità di utilizzo dell'energia	Tariffa incentivata * €/kWh	Durata incentivo Anni
Da 1 a 20	Scambio sul posto con la rete (net metering)	0,445	20
> 20 fino a 50	Autoconsumi o vendita dell'energia	0,46	20
> 50 fino a 1000	Autoconsumi o vendita dell'energia	0,49 **	20

\* I valori delle tariffe saranno aggiornati annualmente sulla base della variazione dell'indice ISTAT per i beni di consumo (FOI)

\*\* Per gli impianti con potenza superiore a 50 kWp è previsto un meccanismo di gara e l'inserimento in apposite graduatorie stabilite in base al minimo valore dell'incentivo richiesto, che può essere inferiore a quello massimo indicato in tabella. Gli incentivi saranno concessi fino al raggiungimento di una potenza cumulativa di 40 MW (40.000 kW). I restanti 60 MW sono riservati agli impianti con potenza compresa tra 1 e 50 kWp. Anche per questi ultimi saranno stabilite graduatorie, ma basate sulla sola data di presentazione della domanda di accesso agli incentivi.

## 9. Quanto costa un tetto solare?



Il costo del materiale (pannelli ed inverter) è diminuito dal 5 al 10% all'anno negli ultimi 10 anni: si spera che tale tendenza venga confermata anche nel prossimo decennio. Il costo d'installazione può variare, a seconda della situazione locale: fabbricati nuovi o già esistenti, posa in sovrapposizione o integrazione della copertura, regolamentazioni specifiche per i permessi di costruzione, norme di allacciamento alla rete, distanza pannelli-inverter e inverter-quadro utente, utilizzo di attrezzature durante il montaggio (gru, impalcature).

A inizio 2005, il costo standard "chiavi in mano" per un sistema di 1 kWp (8 - 10m<sup>2</sup>) si situa intorno ai 6.500 euro (IVA al 10 % esclusa). La maggior parte del costo

è dovuta all'investimento in materiali, di cui i moduli rappresentano la percentuale più alta. Naturalmente una corretta preventivazione commerciale non può prescindere da un sopralluogo che valuti accuratamente gli aspetti dipendenti dal sito d'installazione. Il costo annuo di manutenzione è in generale abbastanza basso: normalmente nelle analisi economiche si stima in circa l'1% del costo d'impianto, da conteggiare sull'intera vita minima, convenzionalmente fissata in 20 - 25 anni. In tale stima sono compresi anche gli eventuali costi di manutenzione straordinaria, dovuti alla sostituzione di qualche componente dell'impianto. Il costo di esercizio è limitato al canone annuo da pagare alla società elettrica per l'installazione di un secondo contatore (attualmente fissato in circa 30 euro).

## 10. In quanto tempo si recupera il capitale investito ?

Per una corretta analisi del ritorno economico del capitale investito nella realizzazione di un "tetto fotovoltaico" è necessario definire una configurazione d'impianto e ipotizzare i valori dei principali parametri coinvolti.

Sono stati simulati due scenari con differenti meccanismi d'incentivazione:

Scenario A      incentivi in conto capitale + detrazione 36% IRPEF su 10 anni  
Scenario B      incentivi in conto energia

### Impianto di riferimento:

- tetto fotovoltaico da 3 kWp (disponibilità di circa 25 – 30 m<sup>2</sup> di superficie netta)
- installazione su falda del tetto esistente
- non richiesta attrezzatura speciale per il montaggio (gru, impalcature)
- collegamento elettrico tra impianto fotovoltaico e impianto dell'utente non particolarmente complesso
- producibilità annua: 3600 kWh (installazione ottimale in zona soleggiata dell'Italia centrale)
- vita tecnica dell'impianto: 25 anni

### Costi:

- Investimento per impianto "chiavi in mano":      18.000 euro
- IVA:      1.800 euro
- manutenzione annua:      1 % Investimento
- esercizio annuo:      30 euro

### Valorizzazione energia prodotta:

- Scenario A (Bando Regionale):      0,18 euro/kWh (autoconsumi)
- Scenario B (Conto Energia):      0,63 euro/kWh x 20 anni (0,18 + 0,45)

### Copertura finanziaria:

- Scenario A :      70 % Investimento da contributo in conto capitale, 30 % Investimento + IVA da capitale proprio
- Scenario B:      100 % Investimento + IVA da capitale proprio

### Altri incentivi:

- 36 % detrazione IRPEF in 10 anni su capitale proprio investito (solo per scenario A)

### **Risultati dell'analisi:**

#### Scenario A (Bando Regionale):

Tempo di ritorno semplice del capitale investito:      11 anni  
Tempo di ritorno attualizzato al 2,5 % :      14 anni

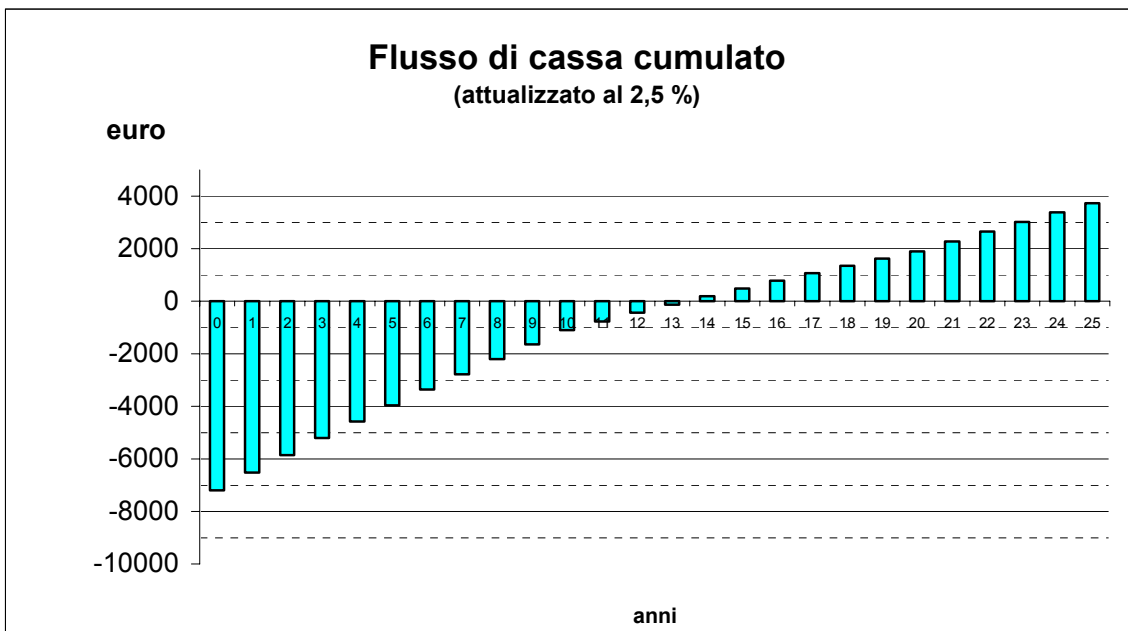
Rendimento del capitale investito : 6,9 %

Scenario B (Conto Energia):

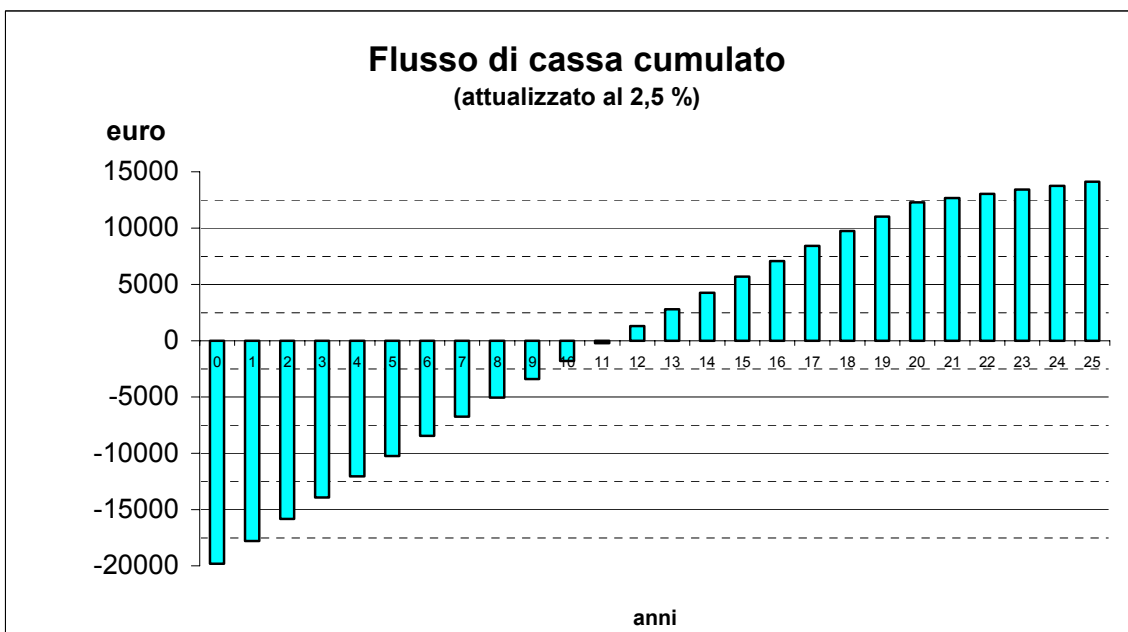
Tempo di ritorno semplice del capitale investito: 10 anni

Tempo di ritorno attualizzato al 2,5 % : 12 anni

Rendimento del capitale investito : 8,6 %



Scenario A (incentivi in conto capitale del 70 % da parte di Bando Regionale)



Scenario B (ipotesi d'incentivi in conto energia: 0,63 €/kWh x 20 anni)