

Il sole tra i banchi

II FOTOVOLTAICO
Tecnologie e incentivi



Con il patrocinio di

Provincia di Viterbo

Comune di Viterbo



Always  **n**
L'energia intorno a te

PREMESSE

La campagna “**Il sole tra i banchi**”, iniziativa di Always on S.r.l. in collaborazione con Synergie Srl, si pone due obiettivi: promuovere **la conoscenza delle energie rinnovabili e della tecnologia fotovoltaica** nonché stimolare il diffondersi di una visione culturale differente in ambito energetico, incentivando nuove prospettive, originali idee imprenditoriali e innovativi ambiti di ricerca.

L’attuazione della campagna “**Il sole tra i banchi**” può costituire un supporto alle azioni intraprese sia nei paesi dell’Unione Europea che in ambito nazionale per il raggiungimento degli obiettivi di **green economy** basilari per i piani di sviluppo di politica economica ed industriale.

È ormai giunto il momento che nei ruoli di responsabilità del settore pubblico e privato, nella ricerca, in ambito industriale e tra i decisori politici s’inizino ad adottare nuove strategie di lavoro, comunicazione e formazione per un futuro più sostenibile.



1 CHE COS'E' IL FOTOVOLTAICO

1.1 Perché è importante usare l'energia del sole?

Il sole è l'unica fonte di energia primaria sulla Terra e gode di alcune peculiarità che lo rendono unico nel panorama energetico. È disponibile ovunque. È gratuito. Le caratteristiche intrinseche del clima mediterraneo, inoltre, fanno sì che in Italia il sole sia una fonte di energia molto generosa.

Duplica il vantaggio nell'utilizzo di energia derivante da fonti rinnovabili, come l'energia solare:

- ✓ **Non c'è impatto sull'ambiente.** L'impianto durante il funzionamento non crea emissioni di gas in grado di alimentare l'effetto serra. Per ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico si evita l'emissione di 0,531 kg di CO¹;
- ✓ **Garantisce un risparmio economico.** L'energia viene prodotta praticamente a costo 0, evitando il ricorso a fonti energetiche tradizionali di origine fossile, come il petrolio, il gas o il carbone.

Curiosità

Per produrre un kWh elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili con conseguente immissione nell'aria di circa 0,53 kg di CO₂ (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione).

1.2 La tecnologia fotovoltaica

La tecnologia fotovoltaica consente di trasformare la luce solare in energia elettrica, sfruttando il cosiddetto effetto fotovoltaico. Infatti alcuni materiali semiconduttori, opportunamente trattati, sono in



grado di generare elettricità se colpiti dalla radiazione solare. Ciò si verifica senza l'uso di combustibili o di parti meccaniche in movimento.

Il dispositivo più elementare in grado di compiere una tale conversione è la cella fotovoltaica capace di erogare tipicamente 1/1,5W di potenza quando è investita da una radiazione di 1000 W/m^2 . (condizioni standard di irraggiamento).

Il modulo fotovoltaico non è altro che la somma di più celle assemblate e collegate in serie tra loro in un'unica struttura. La potenza dei moduli è determinata dalla Tensione x Corrente (Volts x Ampere = Watt). Il campo fotovoltaico è formato da un insieme di moduli, connessi elettricamente tra loro. Mentre il sistema fotovoltaico è il frutto dell'unione tra il campo fotovoltaico e altri componenti meccanici, elettrici ed elettronici.



Curiosità

La tensione ai morsetti di un modulo fotovoltaico è determinata dal numero di celle collegate in serie, nello specifico dalla somma delle tensioni delle singole celle. La corrente è, invece, determinata dalla corrente erogata dalla singola cella. La potenza in uscita da un dispositivo Fotovoltaico, in condizioni standard di lavoro, prende il nome di potenza di picco (Wp). Questo rappresenta il valore di riferimento. L'output elettrico reale in esercizio è in realtà inferiore al valore di picco a causa delle temperature più elevate e dei valori più bassi della radiazione.



1.3 Produzione di moduli fotovoltaici

L'elemento principale presente nelle celle Fotovoltaiche è il silicio. In natura il silicio non esiste in forma pura, ma solo in combinazione con altri elementi. Per la produzione di celle Fotovoltaiche però il silicio deve essere purissimo. Ed è proprio il processo di purificazione a costituire la fase più impegnativa e dispendiosa per la realizzazione di un sistema fotovoltaico. Nel dettaglio. Dalle purissime barre di silicio si ottengono dei dischetti molto fini successivamente lisciati mediante levigatura e trattamento con acido.



Un altro metodo consiste nel ricoprire una piastra di vetro di atomi di silicio mediante spruzzamento catodico (silicio amorfo). Un ulteriore processo utilizzato è la 'drogatura'. Consiste nell'aggiunta programmata di impurità sotto forma di atomi estranei ai dischetti di silicio. Il dischetto così trattato può considerarsi una cella Fotovoltaica, poiché già possiede le proprietà di semiconduttore che lo rendono funzionante. Per raggiungere la potenza desiderata e per proteggere le celle dagli agenti atmosferici (vento, neve, pioggia, ghiaccio, ecc.), esse vengono collegate elettricamente, inserite in un telaio metallico e protette da una lastra di vetro.



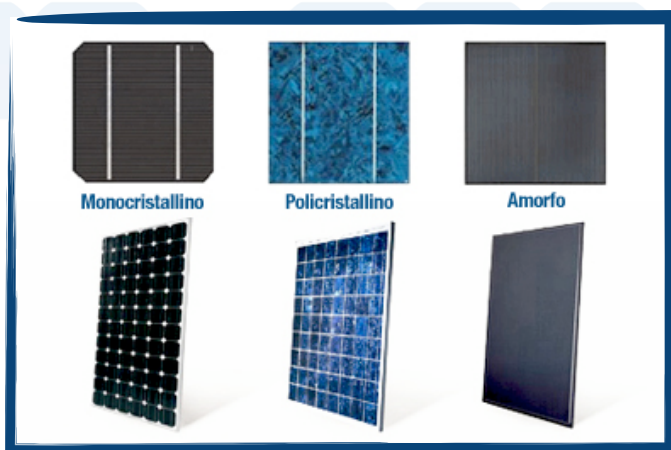
I vari tipi di celle solari

A seconda del processo di produzione utilizzato, si distinguono i seguenti tipi di celle fotovoltaiche:

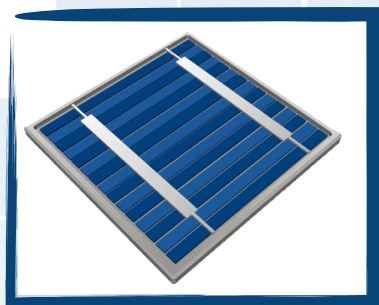
a) Celle monocristalline: prodotte tagliando una barra monocristallina, sono caratterizzate da un'omogenea colorazione blu. Vantaggi: alto rendimento. Svantaggi: costo elevato a causa del loro complicato processo di produzione.

b) Celle poli(multi)-cristalline: colate in blocchi e poi tagliate a dischetti, sono riconoscibili grazie a un disegno ben distinguibile dovuto ai cristalli presenti all'interno. Vantaggi: Costo inferiore. Svantaggi: minore rendimento.

c) Celle amorphe: prodotte mediante spruzzamento catodico di atomi di silicio su una piastra di vetro, sono riconoscibili per via del caratteristico colore scuro. Vantaggi: si adattano al caso di irradiazione diffuso (cielo coperto, ecc). Sono realizzabili in qualsiasi forma geometrica, circolare, ottagonale, convessa. Svantaggi: rendimento inferiore.



Circa il 90% dei moduli fotovoltaici sono in **silicio cristallino (mono e poli)**, il semi-conduttore più diffuso sulla superficie del pianeta. In termini di efficienza, i moduli in silicio monocristallino presentano in media valori dal 2% al 5% superiori rispetto al poli-cristallino. Il restante 10% del mercato è coperto da moduli in **film sottile**, che utilizzano materiali a basso costo come vetro, metallo, plastica. Il tutto si combina a quantità minime di semiconduttore ad alto costo, che gode di una capacità superiore di assorbimento della luce solare rispetto al silicio cristallino. Il modulo fotovoltaico è costituito da un insieme di celle fotovoltaiche, collegate tra loro in serie o in parallelo.



Più moduli, connessi elettricamente in serie e installati meccanicamente nella loro sede di funzionamento, compongono una stringa. La stringa è il campo fotovoltaico di base. La tecnica di collegamento elettrico tra le singole parti è fondamentale per garantire un elevato rendimento del sistema. Uno dei vantaggi della tecnologia fotovoltaica è

proprio la sua struttura modulare. Per aumentare la potenza di un impianto è sufficiente aumentare il numero di moduli. La corrente elettrica generata dai moduli fotovoltaici è di tipo continuo, proprio come quella delle batterie. Per questo, per essere utilizzata dai nostri elettrodomestici e per essere immessa nella rete elettrica nazionale, deve essere trasformata in corrente alternata, **l'inverter è l'apparecchiatura che opera questa trasformazione**. Con la denominazione potenza nominale o di picco s'intende la potenza che un impianto fotovoltaico può erogare quando opera in condizioni ottimali standard di radiazione incidente: 1.000 W/mq, temperatura delle celle: 25 °C. La sua unità di misura è il Wpicco, per



cui vale $W_p \times h / \text{anno} = Wh/\text{anno}$. Per ottenere il valore dell'energia elettrica prodotta dalle celle basta moltiplicare la potenza di picco per le ore di funzionamento complessive annue alla massima potenza. Il valore della potenza di picco complessiva per ogni impianto si ottiene, invece, moltiplicando il valore della potenza di picco di ciascun modulo per il numero di moduli installati. L'energia prodotta da un impianto fotovoltaico è garantita in media per 20/25 anni, ma si stima che l'impianto possa continuare a produrre correttamente fino a 30/35 anni. La perdita di rendimento dell'impianto va dal 10% in 12 anni, al 20% in 20/25 anni.

Curiosità

Solitamente il colore delle celle fotovoltaiche è il blu scuro dovuto al rivestimento antiriflettente in ossido di titanio, fondamentale per ottimizzare la captazione dell'irraggiamento solare. Le celle di colori differenti in genere implicano una perdita d'efficienza.

1.4 Sistemi fotovoltaici

I sistemi fotovoltaici si dividono in due tipi:

1. Sistemi "**Stand Alone**" o con accumulo, quando l'unica fonte di energia utilizzata per alimentare un'utenza isolata è l'energia solare fotovoltaica;
2. Sistemi "**Grid Connected**" o connessi in rete, quando l'energia elettrica prodotta con il sistema fotovoltaico viene immessa direttamente nella rete dell'utente in modo da effettuare lo scambio di energia elettrica con il fornitore.



Sistemi fotovoltaici "Stand Alone"

Il generatore fotovoltaico genera energia elettrica soltanto durante il giorno. In questo tipo d'impianto l'energia può essere utilizzata in modo indipendente solo se accumulata in una batteria. Il sistema "stand alone" viene dimensionato in base al fabbisogno energetico giornaliero dell'utenza, tenendo conto dell'insolazione più bassa tipica dei mesi invernali che comporta una diminuzione di produzione. Il sistema "stand alone" è la soluzione più efficace per elettrificare utenze rurali altrimenti difficilmente elettrificabili, Questo sistema comporta alcuni svantaggi: manutenzione costante nel tempo, rabbocco periodico dell'elettrolita, sostituzione delle batterie ogni 8 - 10 anni, nel caso di batterie stazionarie.

Sistemi "Grid Connected"

Il Grid Connected" o sistema collegato in parallelo alla rete è invece dimensionato in base all'effettivo fabbisogno energetico annuale dell'utenza. In pratica l'impianto produrrà nell'arco di un anno tanta energia quanta ne consuma l'utente. Questi impianti cedono all'utenza o alla rete pubblica tutta l'energia che producono. Ciò comporta un aumento notevole del rendimento con conseguente effettivo risparmio energetico, nonché un investimento facilmente ammortizzabile nel tempo. Questi impianti sono completamente automatici, non richiedono alcuna manutenzione periodica e non necessitano di particolare preparazione specifica.

Gli **impianti fotovoltaici connessi in rete, inoltre, consentono la vendita o l'acquisto** di energia elettrica, a seconda che l'impianto ne produca in eccesso o in difetto rispetto al fabbisogno energetico dell'utenza.



1.5 Come scegliere un impianto fotovoltaico?

Per capire quale impianto, in termini di potenza, è più adatto alle proprie esigenze, è necessario calcolare l'effettivo fabbisogno di energia elettrica. Per stimare indicativamente la potenza di picco (in kWp) necessaria a coprire totalmente il proprio fabbisogno annuo bisogna tenere conto del luogo in cui si vuole installare l'impianto. In Italia un impianto fotovoltaico di 1 kWh di potenza nominale, orientato in condizioni ottimali in assenza di ombreggiamento e non dotato di dispositivo di inseguimento del sole, produce in un anno una media di:

- ✓ 1.100 kWh/anno nelle regioni settentrionali (1.300 kWh/anno massimo);
- ✓ 1.200 kWh/anno nelle regioni centrali (1.400 kWh/anno massimo);
- ✓ 1.300 kWh/anno nelle regioni meridionali (1.600 kWh/anno massimo).

Utente	Luogo	Consumo medio energia	Impianto minimo necessario
Famiglia 4 persone	Nord Italia	3.000 kwh	$3000 \text{ kwh} / 1.100 \text{ kWh} = 2,8 \text{ kWp}$
Famiglia 4 persone	Sud Italia	3.000 kwh	$3000 \text{ kwh} / 1.300 \text{ kWh} = 2,3 \text{ kWp}$



1.6 Che dimensioni avrà l'impianto?

La superficie richiesta per l'installazione di moduli in silicio cristallino è di circa 7 mq al chilowatt, circa la metà rispetto al film sottile. Un impianto da 3 kW richiede quindi 20 mq di tetto, mentre uno in film sottile 40 mq.

Il numero dei moduli necessari per realizzare l'impianto desiderato dipende da due fattori:

1. La tecnologia dei moduli;
2. Le condizioni che influenzano la produzione di energia dai moduli.

1.7 Le condizioni che influenzano la produzione di energia dai moduli

I dati esposti sulla produzione energetica a livello locale in Italia sono dati indicativi. La produzione reale dei pannelli fotovoltaici dipende, a parità di potenza e qualità tecniche dei moduli, dalle caratteristiche del luogo in cui s'installa l'impianto.

La produzione reale è un elemento fondamentale perché incide sui tempi di ritorno dell'investimento. I fattori che maggiormente determinano la produzione reale sono:

- ✓ **L'assenza o la presenza di ombreggiamenti** derivanti da parti dell'edificio stesso, da alberi nelle vicinanze, ecc. I sopralluoghi che precedono l'installazione hanno l'obiettivo di rilevare possibili ombreggiamenti, vicini e lontani, dal luogo in cui si vuole posizionare l'impianto.
- ✓ **L'inclinazione e l'orientamento della superficie captante** sono parametri fondamentali affinché l'impianto fotovoltaico sia



efficace e garantisce un buon rendimento. La disposizione del modulo si descrive riferendosi a due angoli: l'angolo di Azimuth, o angolo di orientazione rispetto alla direzione Sud e l'angolo di Tilt, o angolo di inclinazione rispetto alla giacitura orizzontale. Alla nostra latitudine, la disposizione che garantisce la massima produzione energetica annuale e di conseguenza la massima convenienza economica è data da un orientamento Azimuth di 0° (orientamento a Sud) e Tilt di circa 30° . Se s'interviene su edifici già esistenti con superfici che non sono correttamente orientate per accogliere i moduli fotovoltaici, si perde parte dell'energia che, in condizioni ottimali, il sistema potrebbe produrre. Ad esempio, un impianto orientato verso Est o Ovest, con una inclinazione di 30° comporta una perdita di circa il 10% dell'energia massima ottenibile rispetto all'orientamento a Sud. Nel caso d'impianti applicati su superfici verticali, invece, se l'orientamento è a Sud si perde circa $1/3$ dell'irraggiamento solare annuale disponibile. Mentre se l'orientamento è verso Est o Ovest si può sfruttare solo il 55% dell'energia disponibile (rispetto alle condizioni ottimali di orientamento a Sud inclinato a 30°). Ne deriva che le condizioni ideali per installare un impianto fotovoltaico sono: orientamento Sud e inclinazione 30° .



1.9 Costi dell'impianto

Il costo dell'impianto fotovoltaico è determinato da:

- ✓ La potenza nominale installata;
- ✓ Il tipo d'impianto scelto;
- ✓ La tecnologia utilizzata;
- ✓ Le spese relative a lavori extra impiantistici/edili/burocratici;
- ✓ Il costo della manutenzione ordinaria annuale;
- ✓ I costi aggiuntivi facoltativi relativi alle polizze di furto e incendio, o all'assicurazione sulla mancata produzione in caso di guasto e/o mancanza di soleggiamento adeguato, o al sistema d'allarme.

2 COS'È IL CONTO ENERGIA

2.1 Cos'è il Conto Energia?

Il "Conto **Energia**" è il meccanismo d'incentivazione statale specifico del fotovoltaico. È aperto a tutti gli utenti d'impianti fotovoltaici connessi alla rete di distribuzione con potenza non inferiore a 1 kWp.



Il 4° Conto Energia, operativo dal maggio 2011, è l'ultimo e definitivo testo normativo in materia, e prevede una serie di obiettivi e pianificazioni in vigore fino al 2016. Gli obiettivi fissati dal nuovo DL sono molto ambiziosi: **23.000 MWp a fine 2016**. Un traguardo importante, che permetterà al settore dell'energia alternativa



d'incrementare il suo sviluppo, permettendo all'Italia di entrare a far parte dei paesi leader del fotovoltaico.

2.2 Come funziona / Le tariffe

Il Conto Energia non sostiene i costi della realizzazione dell'impianto, ma **premia la produzione di energia fotovoltaica**, permettendo all'inizio di ammortizzare i costi d'installazione e, in seguito, di guadagnare. Il meccanismo, infatti, consente ai titolari degli impianti di ricevere per **20 anni** un premio proporzionale all'energia prodotta.

Il sistema d'incentivazione del fotovoltaico in Conto Energia prevede una **tariffa fissa del kWh** in centesimi di euro come premio per ogni kWh prodotto da un impianto fotovoltaico. La tariffa, una volta assegnata, non varia nei 20 anni successivi, senza aggiornamenti dovuti al tasso d'inflazione. Le

tariffe incentivanti si differenziano in funzione della potenza, del tipo d'installazione e del momento della messa in rete. Le tariffe incentivanti saranno ridotte in modo progressivo e differenziato a

partire dal 1 giugno 2011, fino ad azzerarsi nel 2017.



Non c'è solo il Conto Energia. Chi volesse installare un impianto fotovoltaico può usufruire delle seguenti agevolazioni:

- ✓ L'IVA ridotta al 10% sulle voci di spesa relative all'impianto (progettazione, installazione e impiantistica) per chi realizza impianti fotovoltaici;



- ✓ Premio di 5 centesimi di euro per kWh in caso d'impianti fotovoltaici in sostituzione di coperture in eternit;
- ✓ Premio del 10% per gli impianti con un costo di investimento, che sia, almeno per il 60%, riconducibile a una produzione realizzata all'interno dell'UE.

2.3 Come si accede al nuovo Conto Energia?

Ecco i passi da seguire per accedere al nuovo Conto Energia:

Una volta che l'impianto fotovoltaico installato è entrato in esercizio si richiede al GSE (Gestore Servizi Elettrici) l'accesso al Conto Energia. Il GSE, previa valutazione della pratica ed entro i termini previsti dalla legge, comunica al soggetto responsabile la tariffa incentivante. In seguito alla comunicazione non resterà che firmare la convenzione pubblicata dal Gestore Servizi Elettrici che legherà il soggetto responsabile ed il GSE, quindi lo stato italiano, per 20 anni. Ottenuto il Conto Energia, il soggetto responsabile inizierà a ricevere dal GSE, tramite bonifico bancario, un ricavo per ogni kWh di energia elettrica prodotta dal suo impianto. Il soggetto responsabile potrà decidere come disporre dell'energia prodotta dal suo impianto scegliendo tra tre ipotesi:

- ✓ **cessione totale:** tutta l'energia prodotta viene immessa in rete e venduta al Gestore di rete
- ✓ **cessione parziale:** solo l'esubero viene immesso in rete e venduto al Gestore di rete
- ✓ **scambio sul posto:** su base annua, il valore dell'energia elettrica immessa in rete compenserà totalmente i costi dell'energia elettrica prelevata dalla rete.



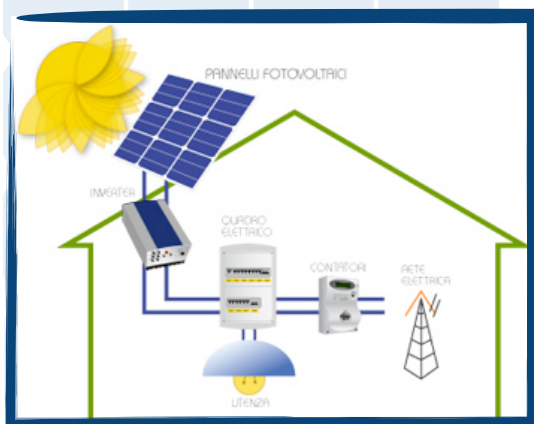
2.4 Il fotovoltaico fa risparmiare? Una valutazione economica.

L'investimento dell'utente per l'installazione di un impianto fotovoltaico comporta due forme di ricavo:

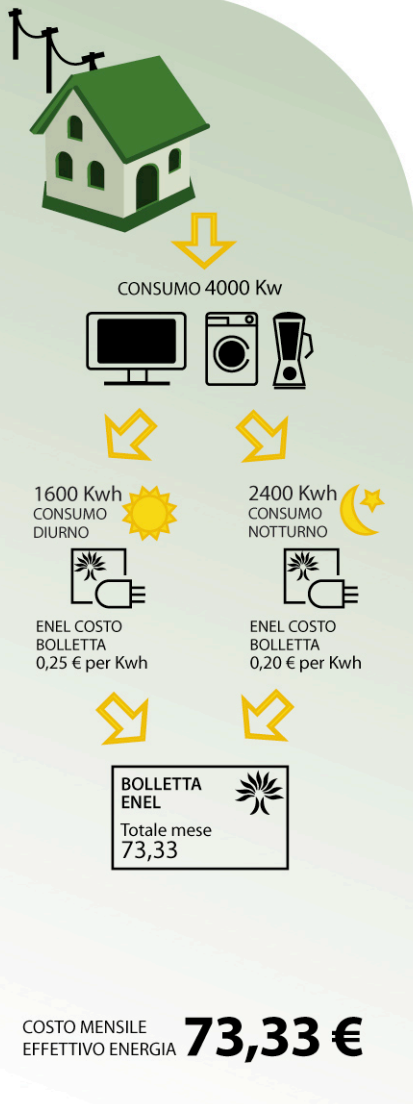
- ✓ Il **ricavo del Conto Energia**, proporzionale alla produzione di energia elettrica;
- ✓ La **valorizzazione dell'energia elettrica prodotta** dall'impianto, sia nel caso dell'**autoconsumo**, anche con lo scambio sul posto (consigliato per piccoli impianti) o nel caso della **vendita** (conveniente per grandi impianti). L'autoconsumo permette di **risparmiare** sulla bolletta elettrica, costituendo

allo stesso tempo una fonte di ricavo implicita. Mentre la vendita di energia elettrica prodotta e non consumata costituisce una fonte di ricavo chiaramente esplicita. Una valutazione più accurata dovrebbe

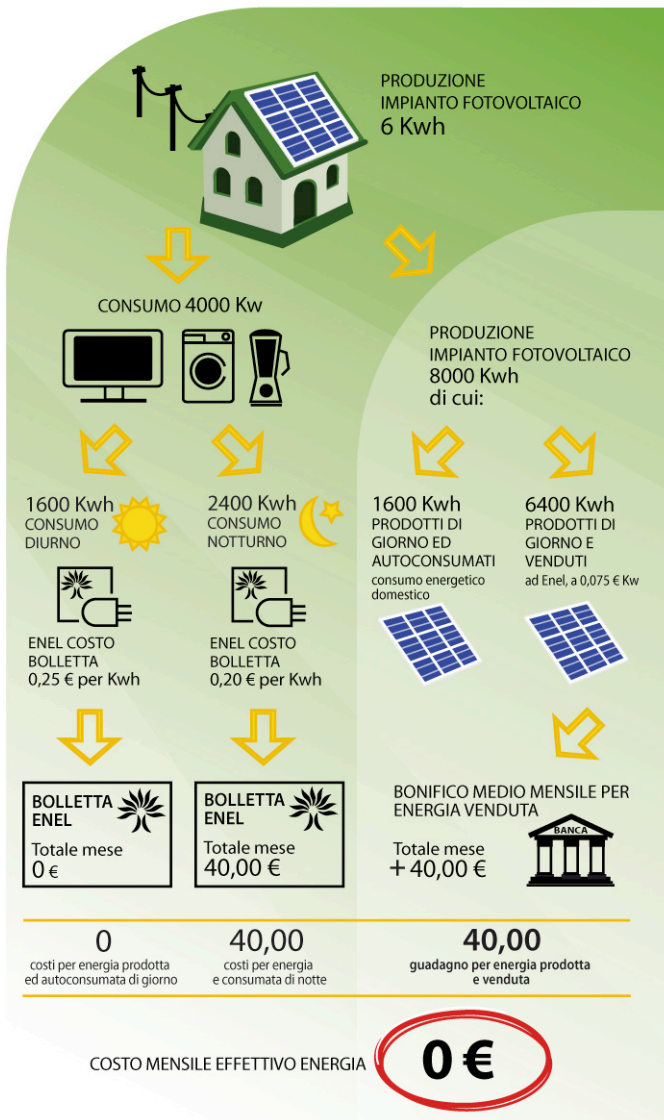
comprendere anche l'analisi di altre voci di spesa: aumenti del costo dell'energia elettrica e del costo del denaro, perdita di rendimento dell'impianto, spese di manutenzione ordinaria e straordinaria, pagamento di un tasso d'interesse nel caso in cui per installare si richieda un finanziamento, eventuali spese notarili, se richieste dalla banca, per la dichiarazione di cessione del credito.



ESEMPIO SENZA IMPIANTO INSTALLATO



ESEMPIO CON IMPIANTO INSTALLATO



La produzione di un impianto fotovoltaico installato nell'area geografica dell'alto Lazio con orientamento ottimale (azimut 180° ed inclinazione 30°) produce circa 1350 Kwh (valore medio annuo) per ogni Kwh installato.



3. LA PROPOSTA ALWAYS ON

4 DA SAPERE

4.1 Piccolo glossario dell'energia

Energia

L'energia è la capacità di compiere un lavoro. Noi ci muoviamo grazie all'energia prodotta dal cibo che mangiamo. Anche il "calore" è una forma di energia. L'unità di misura dell'energia è il J (joule) oppure il kcal (chilocaloria) o il kWh (chilowattora).

Potenza

È il lavoro nell'unità di tempo, ovvero la quantità di energia scambiata nell'unità di tempo. Si misura in W (watt) e nei suoi multipli, es. kW (chilowatt). Il chilowatt di picco (kWp) è l'unità di misura della potenza massima degli impianti fotovoltaici.

Wattora (Wh)

Esprime l'energia fornita dalla potenza di 1 watt nell'intervallo di 1 ora. Es: un forno elettrico della potenza di 1.000 Watt, cioè 1 chilowatt (1kW), se tenuto acceso per due ore consuma $1 \times 2 = 2$ chilowattora (2 kWh).



4.2 Per approfondire

Conto Energia:

www.gse.it

Sito istituzionale del Gestore della rete elettrica, dove è possibile scaricare la documentazione necessaria alla richiesta di incentivo del Conto Energia e trovare tutte le informazioni relative allo scambio sul posto.

Numero verde GSE da telefono fisso **800.19.99.89**

Numero GSE da telefono mobile: **06.80114340-60**

Email: chiarimenti.fotovoltaico@gse.it

Conto Energia - Scambio sul Posto

Numero verde (da telefono fisso): **800.19.99.89**

Numero da telefono mobile: **06.80114300 - 4400**

Email: ritirodedicato@gse.it scambiosulposto@gse.it

Normative:

www.autorita.energia.it

Sito dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas.

www.agenziaentrate.gov.it



Il sole  *tra i banchi*

Always on
L'energia intorno a te

Con il patrocinio di

Provincia di Viterbo



Comune di Viterbo



Per informazioni sui
servizi di Always-on

Numero verde

800 911 384

Per informazioni sul
progetto Gaia

Numero verde

800 126 440