

# edilportale<sup>®</sup>

## TOUR 2016

Efficienza energetica e comfort abitativo  
Tecnologie non invasive e sicurezza  
Sostenibilità economica e ambientale

in collaborazione con



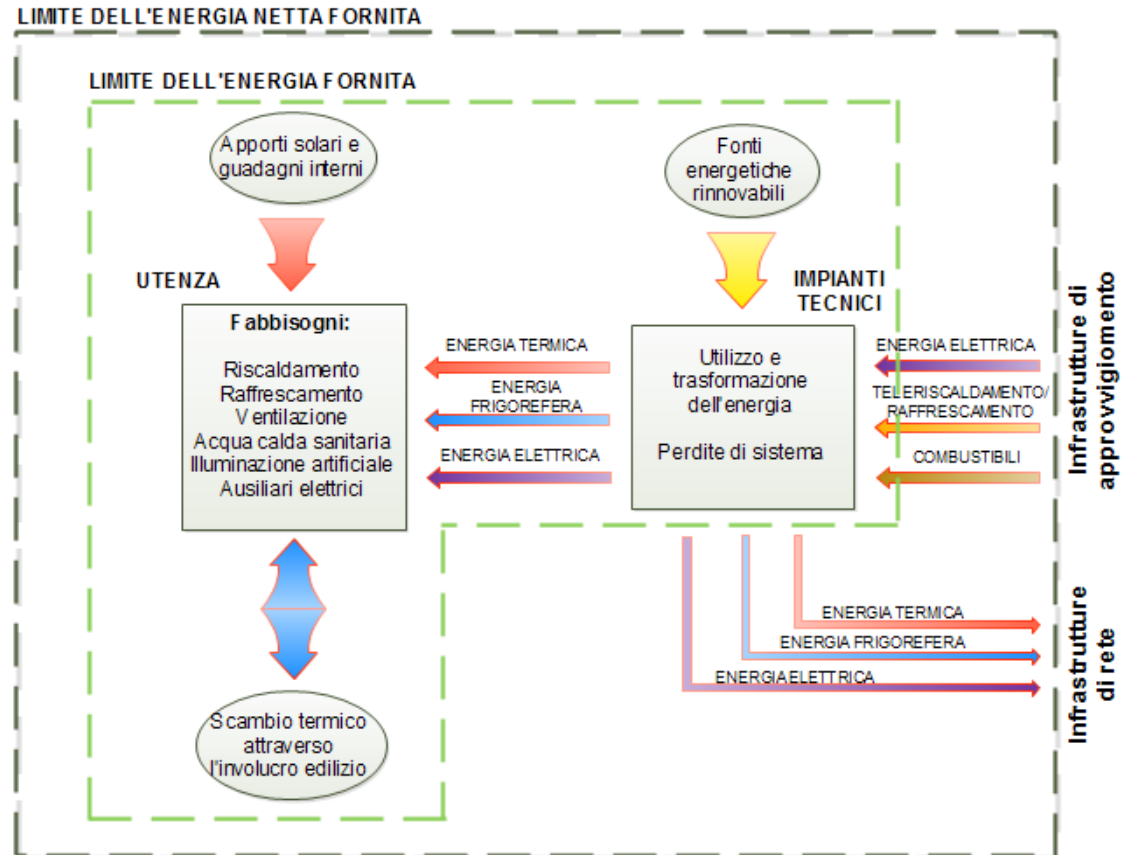
**Brescia, 09 giugno 2016**

**Impianti Alimentati Da Fonti Rinnovabili**

**Claudio Del Pero**

Per la definizione normativa di **fonte energetica rinnovabile (FER)** si può fare riferimento al del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387: «*fonti energetiche rinnovabili o fonti rinnovabili: le fonti energetiche rinnovabili non fossili (eolica, solare , geotermica, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomasse, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas)*»

**Net Zero Energy User :**  
 “il consumo totale annuale di energia primaria è uguale o inferiore alla produzione energetica ottenuta in loco con le energie rinnovabili”



I criteri attualmente vigenti sul territorio nazionale in merito allo sfruttamento di fonti rinnovabili in edilizia derivano dal D.Lgs. 3 Marzo 2011, n°28 che riporta **gli obblighi per i nuovi edifici o gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti**. In particolare il decreto stabilisce che è necessario fornire mediante FER, rispetto alla somma del consumo per **ACS, riscaldamento e raffrescamento**:

- **il 20 %** quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata **dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013**;
- **il 35 %** quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata **dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016**;
- **il 50 %** quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal **1° gennaio 2017**.

**La configurazione impiantistica classica** con un generatore alimentato **esclusivamente** con combustibili fossili (ed esempio una caldaia a gas naturale) **non è più attuabile**;

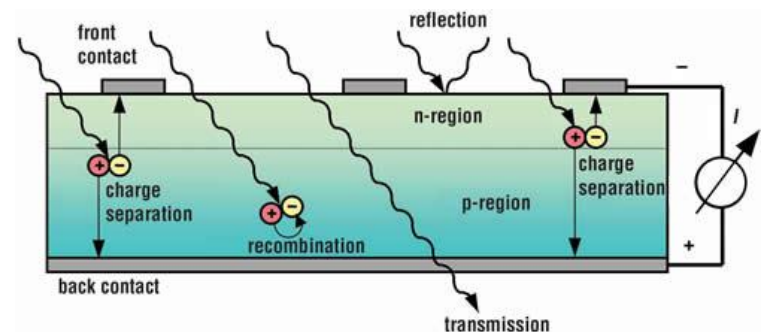
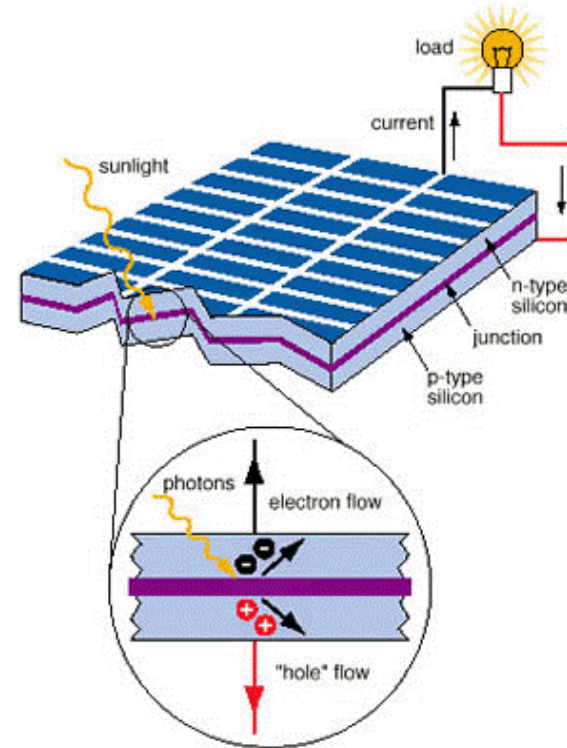


ENERGIA SOLARE  
Impianti Solari Fotovoltaici

## Il Fotovoltaico - Principio di Funzionamento

L'effetto fotovoltaico consiste nella **conversione diretta dell'energia solare in energia elettrica**, attraverso l'interazione dei fotoni contenuti nella radiazione luminosa con gli elettroni di valenza di materiali semiconduttori come il silicio.

La capacità di generare energia fotovoltaica di alcuni materiali può essere esaltata **aggiungendo opportuni additivi**. Ad esempio, per il silicio, si effettua il drogaggio con fosforo e boro.

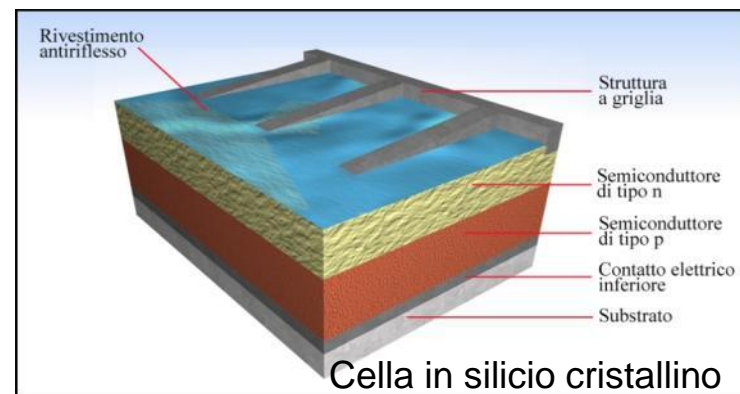


Il dispositivo di base del processo fotovoltaico è la cella, generalmente composta da un sottile strato di materiale semiconduttore, rivestito anteriormente da un trattamento antiriflesso e dotato di contatti elettrici sulle due facce.

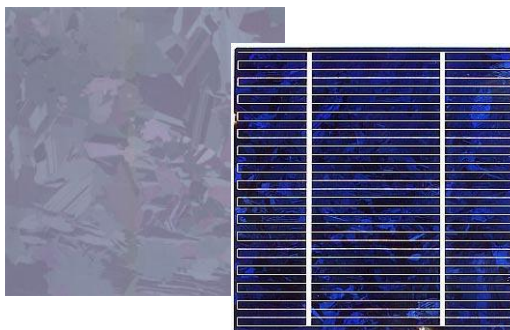
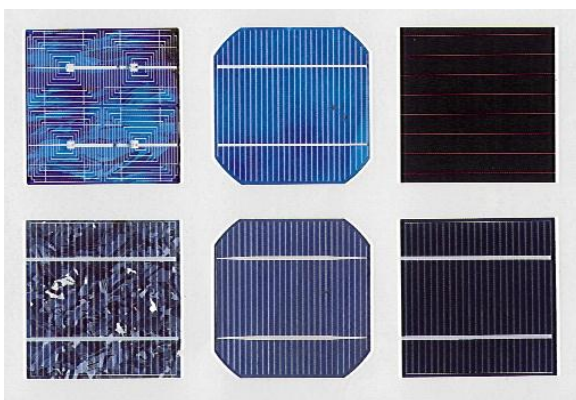
$$\eta_{\text{cella}} = \frac{P_{\text{cella}}}{\text{ISTC} \times A_{\text{cella}}}$$



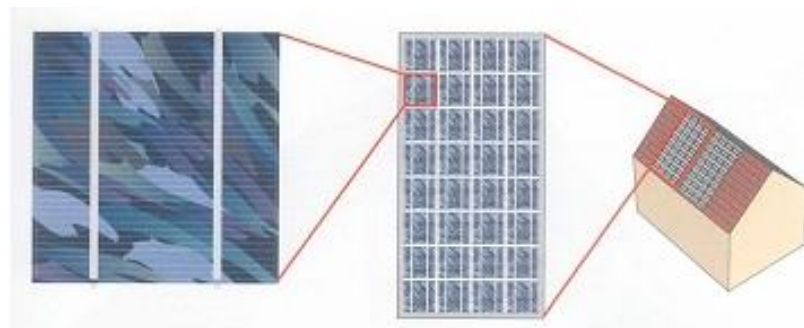
10-22 %



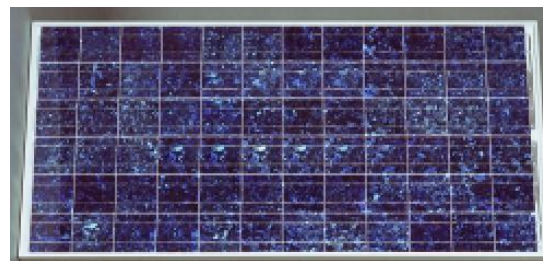
La cella fotovoltaica può essere realizzata con **diversi materiali** (principalmente silicio cristallino) e con differenti finiture superficiali.



L'**unità funzionale** di un impianto fotovoltaico è rappresentata dal **modulo**, che si realizza tramite l'aggregazione di più celle in un'unica struttura maneggevole e resistente, con caratteristiche elettriche adeguate ad un impiego di media e larga scala.



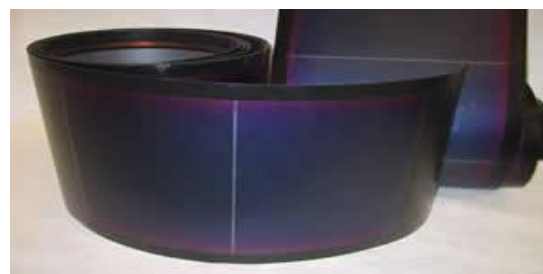
Modulo al silicio monocristallino



Modulo al silicio policristallino



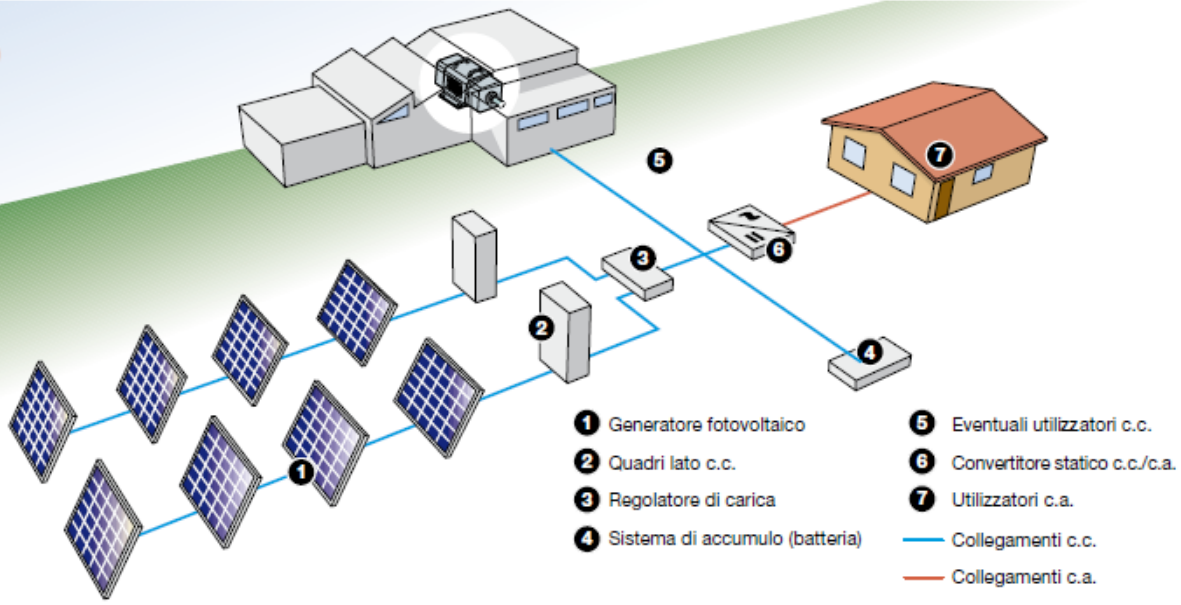
Modulo CIGS (film sottile)



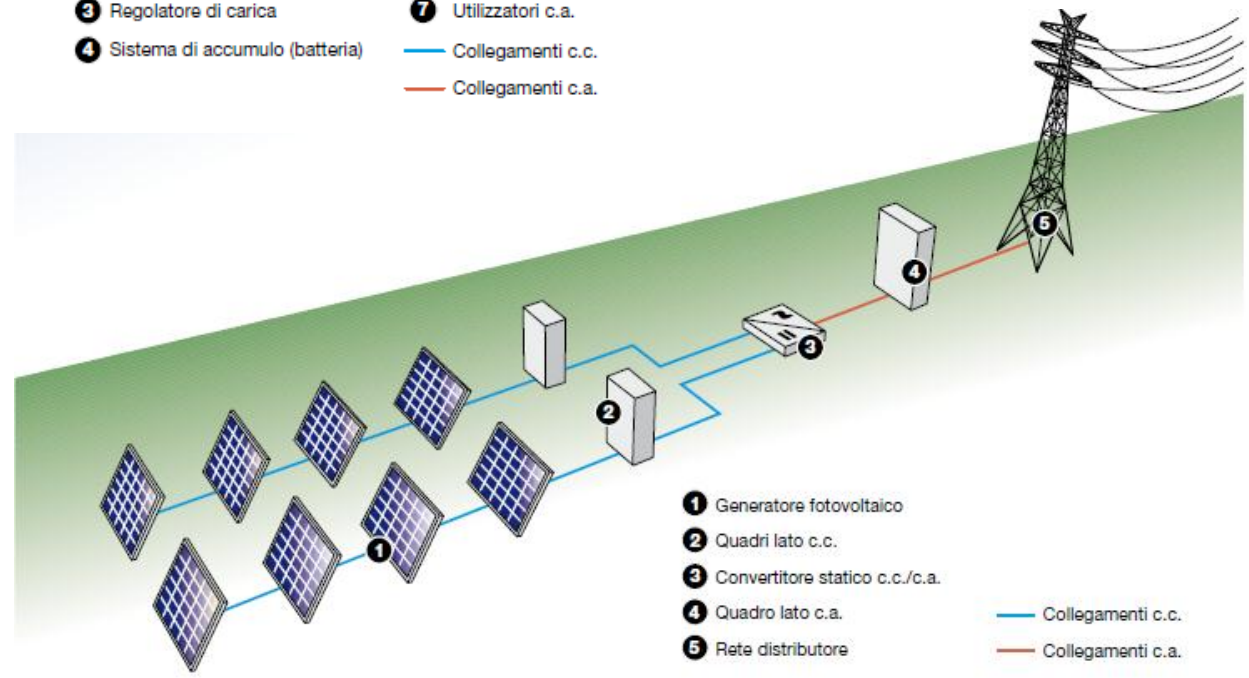
Modulo flessibile al silicio amorfo

## Il Fotovoltaico - Configurazioni impiantistiche

Impianti "stand alone"



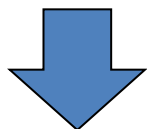
Impianti "grid connected"



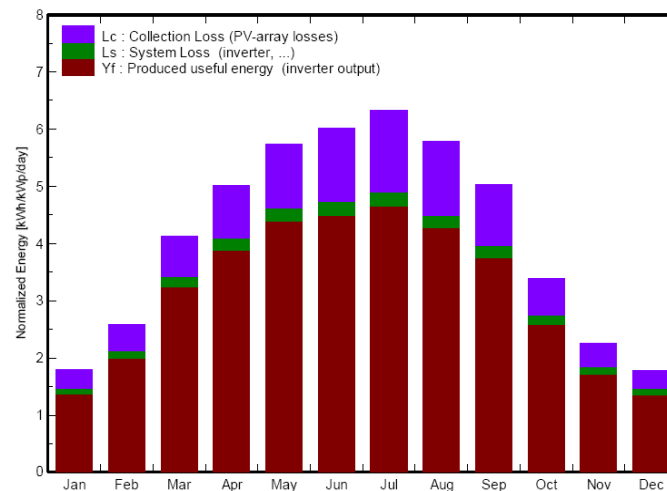


Il consumo medio di **energia elettrica** di un'unità abitativa in Italia è pari a circa **3000 kWh/anno**.

L'**irradiazione media annua** (H) incidente su una superficie priva di ombreggiamenti, collocata a **Roma**, orientata verso Sud ed inclinata di **30°** rispetto al piano orizzontale è pari a circa **1650 kWh/m<sup>2</sup>**.

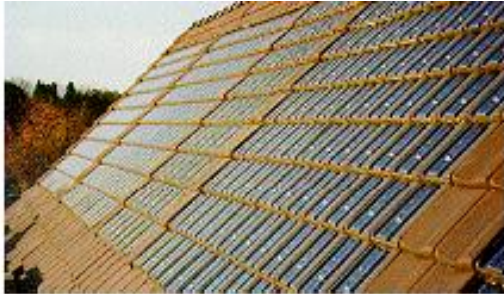


In tali condizioni il fabbisogno di energia indicato può essere generato da un impianto fotovoltaico con **potenza pari a circa 2,5 kW<sub>p</sub>**, caratterizzato da una superficie captante variabile approssimativamente tra **15 e 20 m<sup>2</sup>**, in base all'efficienza dei moduli fotovoltaici scelti.



Trascurando il costo del denaro, **quindi senza attualizzare i flussi di cassa** l'installazione di un impianto fotovoltaico consente di **“acquistare anticipatamente”** l'energia elettrica prodotta dall'impianto stesso nell'arco della sua vita utile.

Localizzazione	Nord	Centro	Sud
Potenza [kW <sub>p</sub> ]	3	3	3
Producibilità specifica [kWh/kW <sub>p</sub> ]	1.100	1.250	1.400
Producibilità totale [kWh] (in 25 anni, con decadimento pari allo 0,5% annuo)	78.375	89.063	99.750
Costo specifico di realizzazione [€/kW <sub>p</sub> ] (chiavi in mano, IVA inclusa)	2.200	2.200	2.200
Costo totale di realizzazione [€]	6.600	6.600	6.600
Costo di gestione e manutenzione (in 25 anni, IVA inclusa)	2.475	2.475	2.475
Costo totale ripartito sull'energia prodotta [€/kWh]	<b>0,116</b>	<b>0,102</b>	<b>0,091</b>



## Il Fotovoltaico - Esempi Applicativi



Aula "Nervi"  
Città del Vaticano



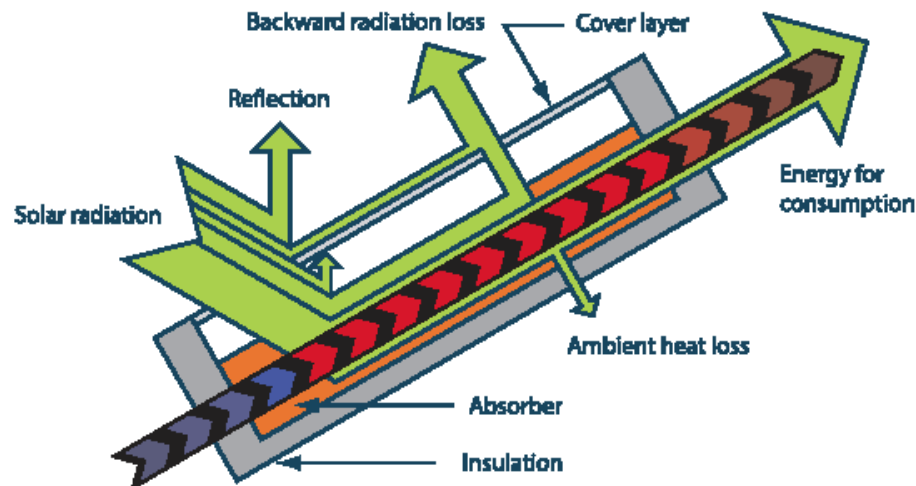
Hotel  
"Industriel"  
Francia

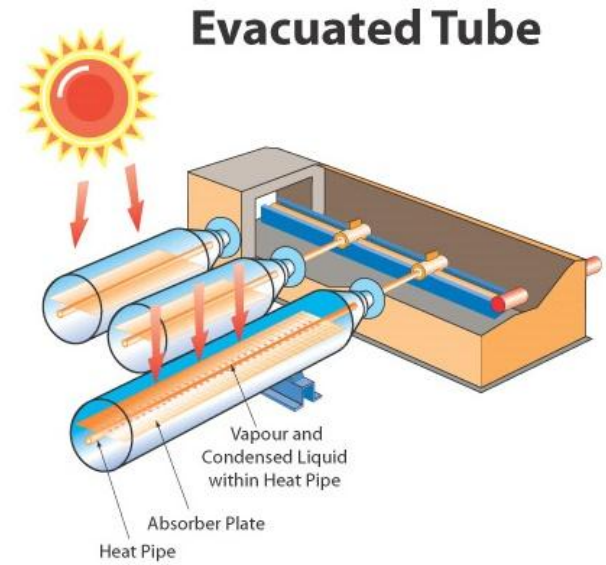
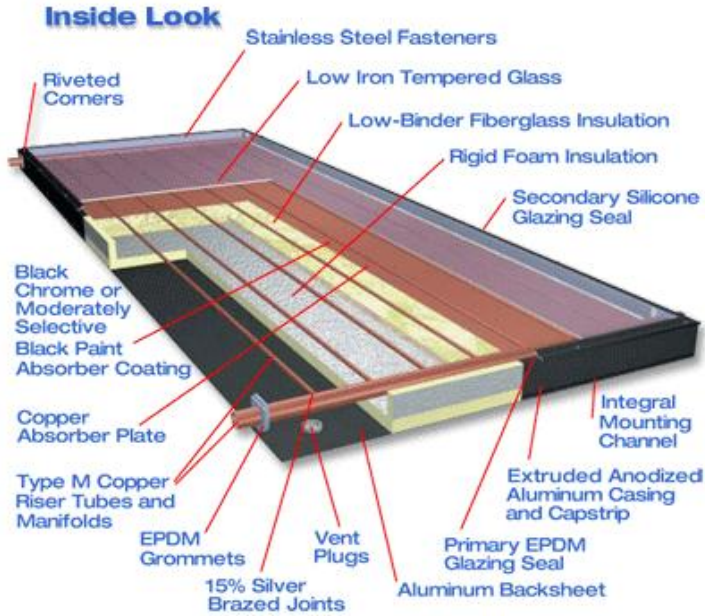


ENERGIA SOLARE  
Impianti Solari Termici

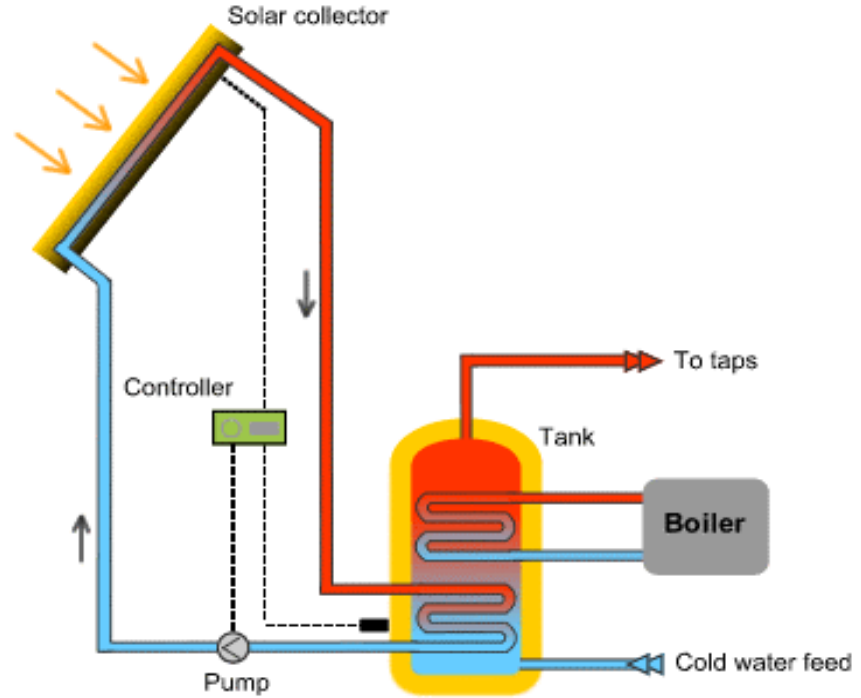
Un collettore solare è un dispositivo atto alla **conversione della radiazione solare in energia termica** ed al suo successivo trasferimento, ad esempio, verso un accumulatore termico.

Nella sua forma più semplice, un collettore solare può essere costituito da una superficie esposta al sole: la radiazione è assorbita da tale superficie e convertita in energia termica. L'assorbitore è tipicamente dotato di canalizzazioni nelle quali viene fatto circolare un fluido termovettore.





Serbatoi di  
accumulo con  
scambiatori di  
calore



Tubazioni coibentate



Circolatori



Centraline di controllo

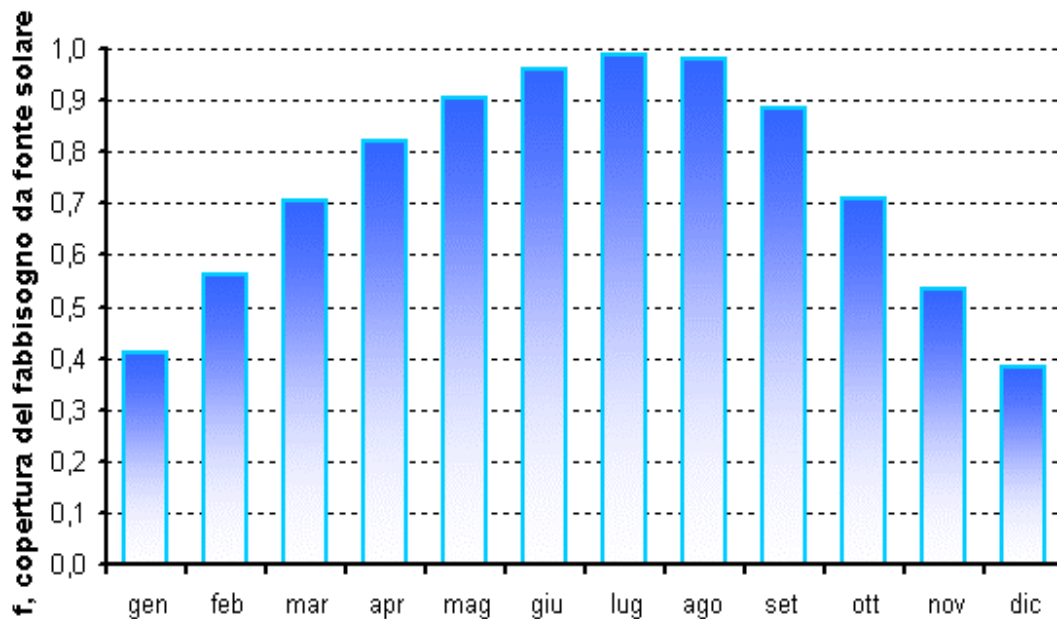




Il dimensionamento ottimale dal punto di vista tecnico-economico di un impianto solare termico prevede una **copertura del fabbisogno di ACS pari a circa 60-70% su base annua**.

Ciò corrisponde, indicativamente, a circa **0,5-1 m<sup>2</sup> di collettori piani per persona**, a seconda del contesto climatico e dell'utenza servita.

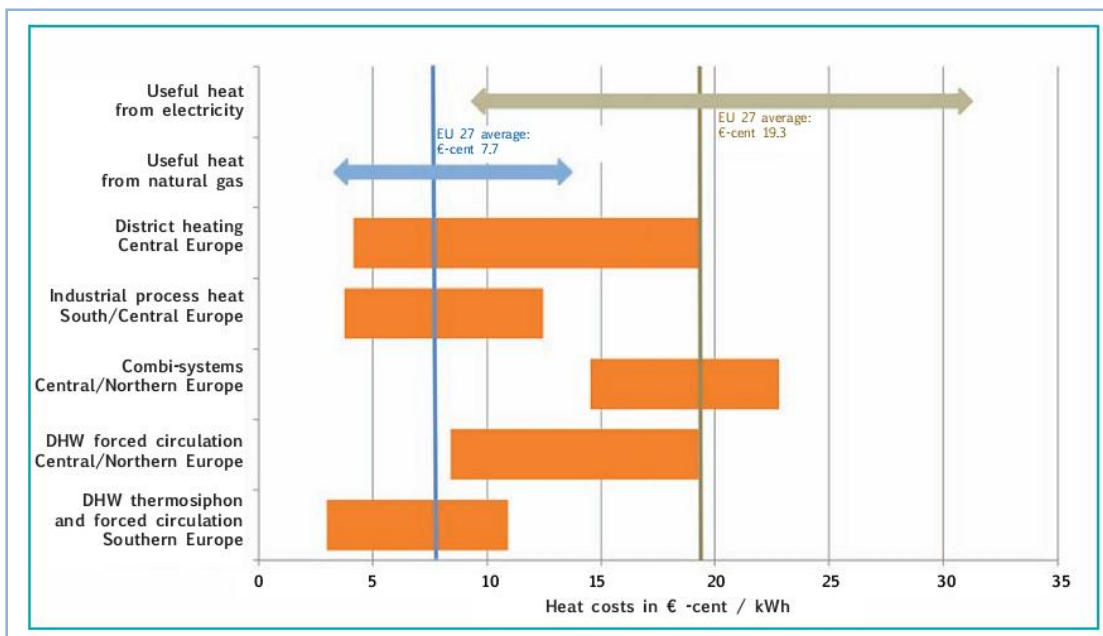
Il risparmio di energia primaria ottenibile ed i conseguenti benefici economici legati all'installazione di un impianto solare termico dipendono anche dalla tipologia e dall'efficienza del sistema ausiliario integrato (boiler elettrico, caldaia a gas metano ecc.).



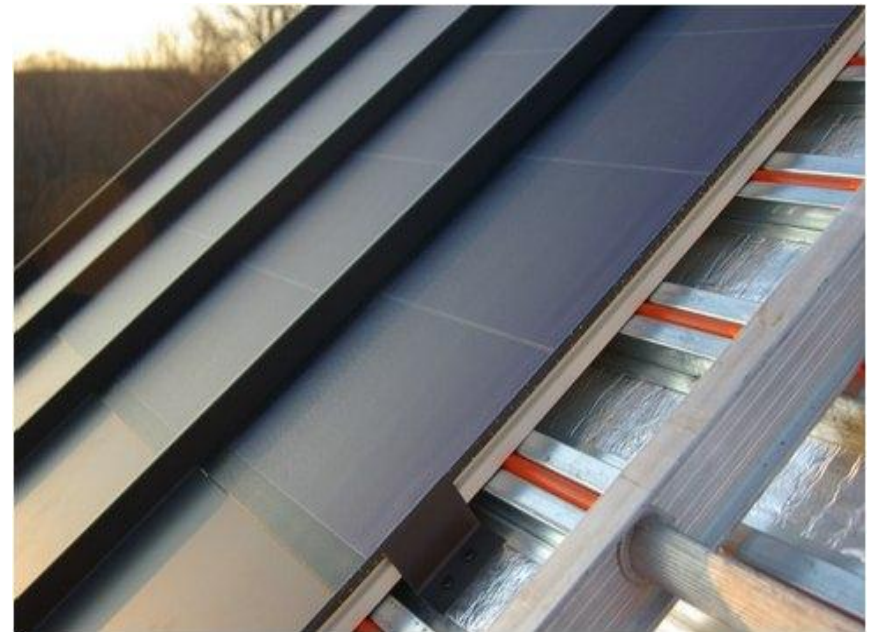
Il costo di installazione di un impianto a **circolazione forzata** è pari, in Italia, a **circa 700-1000 €/m<sup>2</sup> di collettori solari**.

Costo di generazione dell'energia termica per la produzione di ACS:

- caldaia a gas naturale → **0,11 – 0,12 €/kWh<sub>T</sub>**
- boiler elettrico → **0,24 – 0,27 €/kWh<sub>T</sub>**
- impianto solare termico → **0,065 – 0,09 €/kWh<sub>T</sub>**
- pompa di calore ad aria + fotovoltaico → **0,065 – 0,08 €/kWh<sub>T</sub>**



I costi sono riferiti al Centro Italia (Roma) e calcolati tenendo in considerazione anche l'investimento iniziale e gli oneri di gestione e manutenzione di ciascuna soluzione tecnica



## Il Solare Termico – Esempio Virtuoso

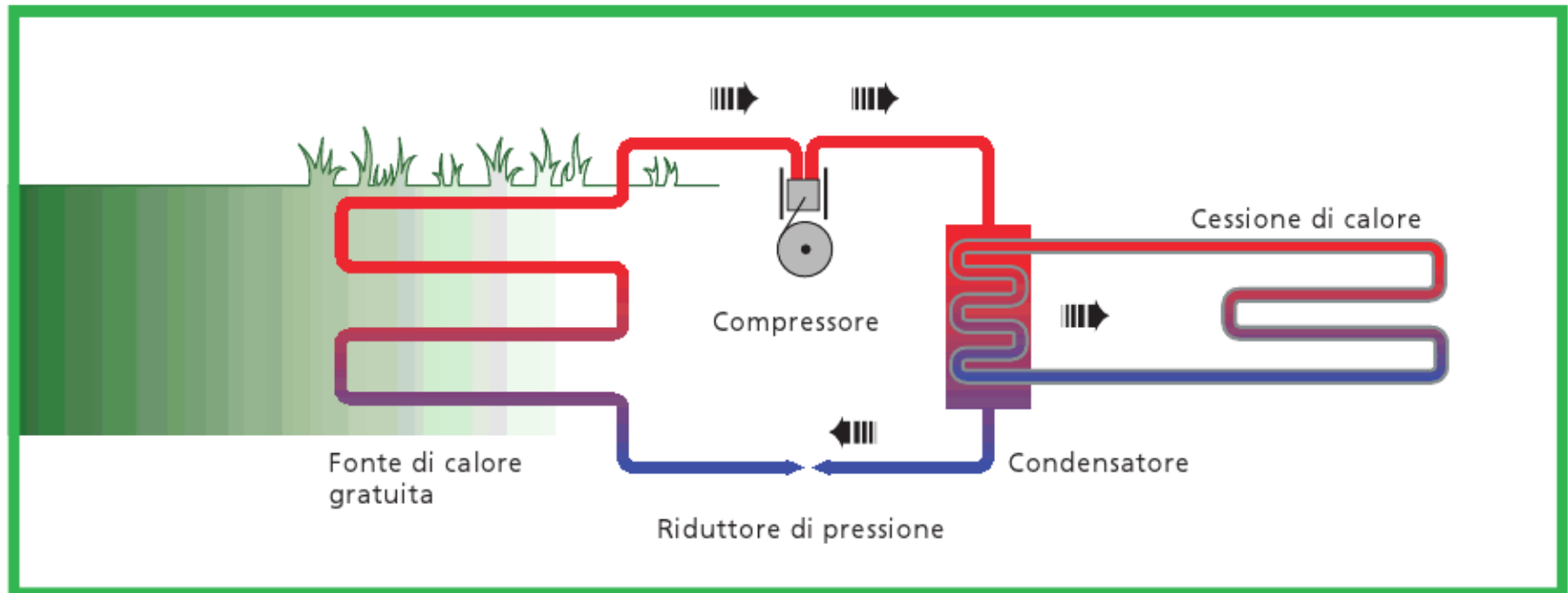
### Impianto Solare Ibrido Presso il Centro Ricerche Fiat



## ENERGIA GEOTERMICA ED AEROTERMICA

## Energia Geotermica ed Aerotermica – La Pompa di Calore

Dal punto di vista del bilancio energetico, **l'energia sottratta alla sorgente termica rappresenta la quota parte di energia rinnovabile** che, per poter essere utilizzata, richiede la presenza una tecnologia apposita, **la pompa di calore**, la quale compie un ciclo termodinamico tra un **ambiente a temperatura inferiore** (sorgente rinnovabile) e un **ambiente a temperatura superiore** (utenza).

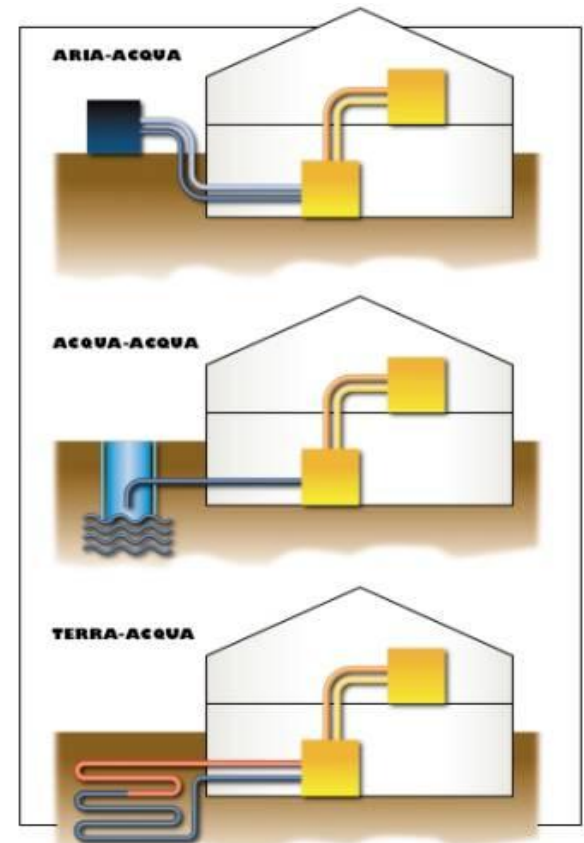
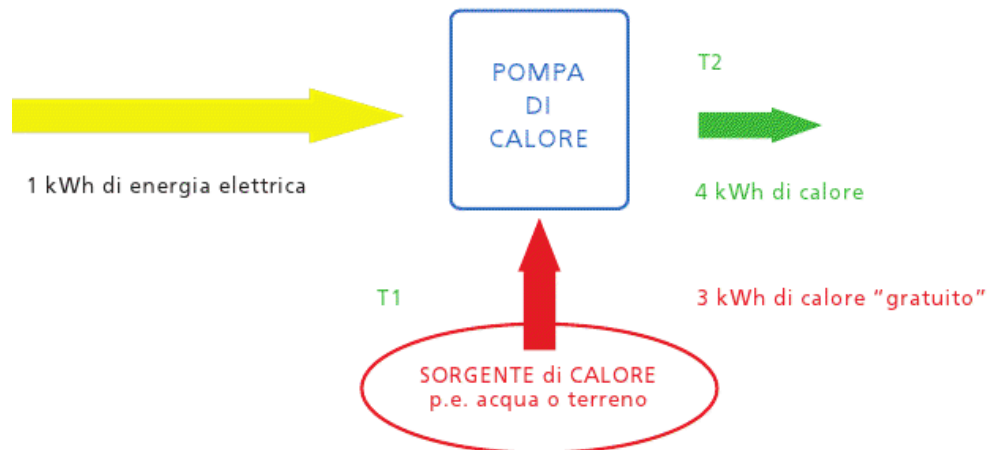


## Energia Geotermica ed Aerotermica – Meccanismo di scambio termico

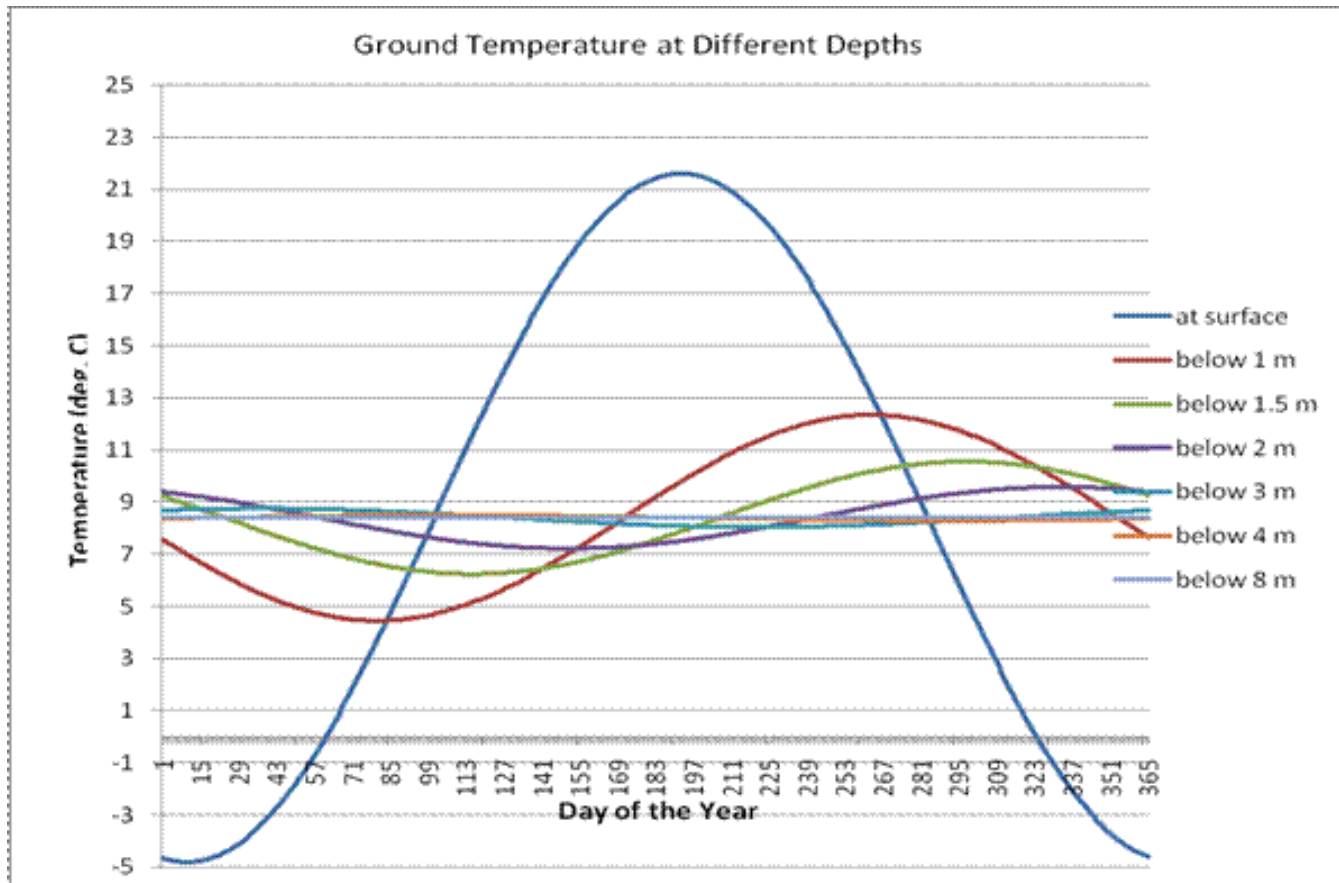
Le pompe di calore, in generale, possono sfruttare differenti fonti di calore ambientale, quali **aria esterna**, **calore del terreno**, **acqua di falda/superficiale** o **calore di scarto**.

Le tipologie di pompa di calore si differenziano in base al tipo di fluido termovettore utilizzato per lo scambio all'evaporatore ed al condensatore secondo la seguente classificazione:

- **aria-aria;**
- **aria-acqua;**
- **acqua-aria;**
- **acqua-acqua.**



## Energia Geotermica ed Aerotermica – Meccanismo di scambio termico

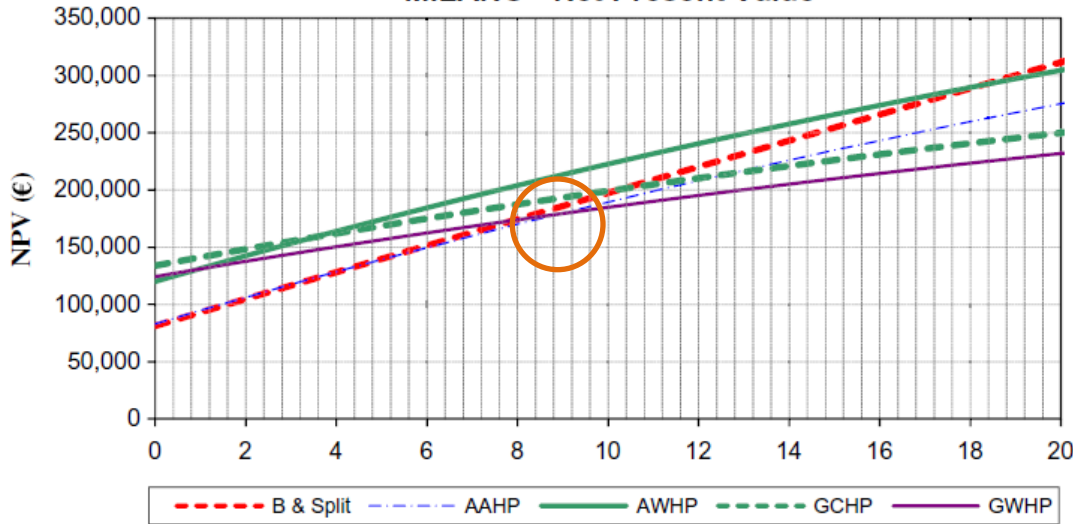


A profondità superiori a 20 metri la temperatura del terreno **può ritenersi praticamente costante** durante tutto l'arco dell'anno.



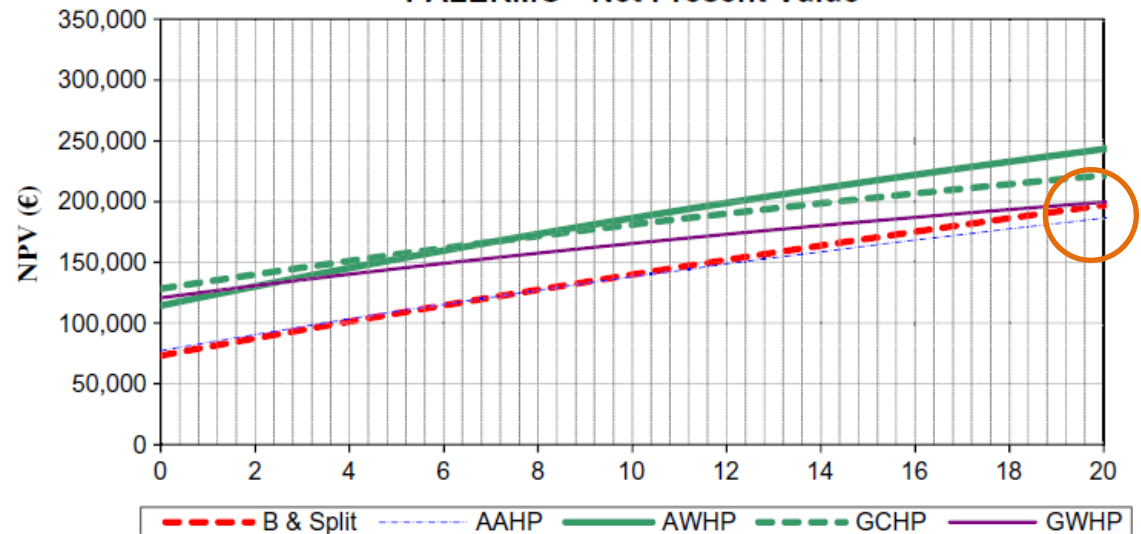
## Energia Geotermica ed Aerotermica – Valutazioni Economiche

MILANO - Net Present Value



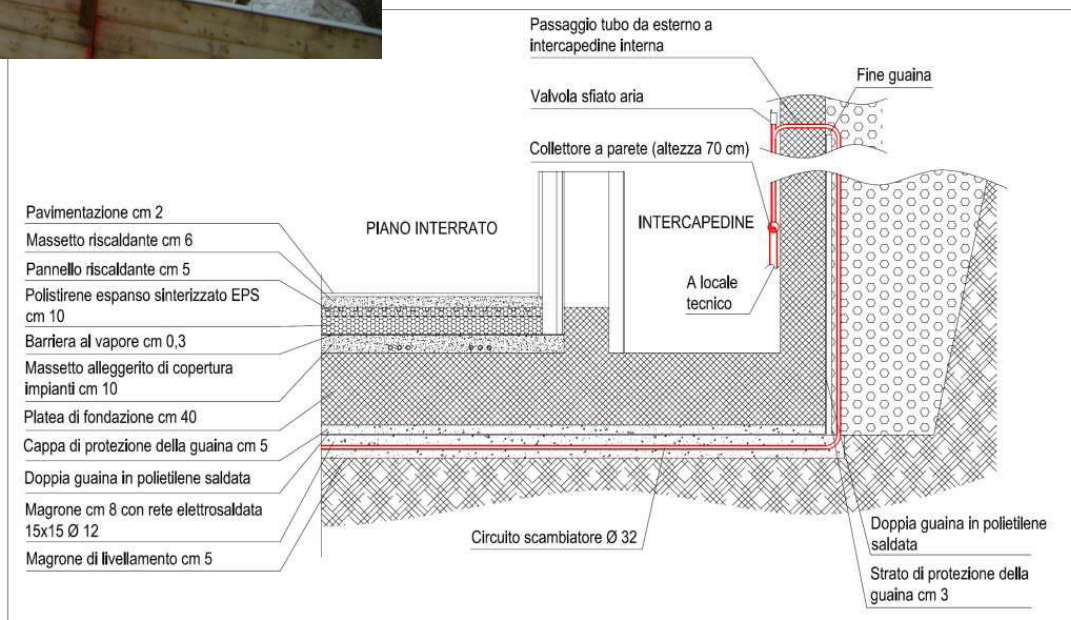
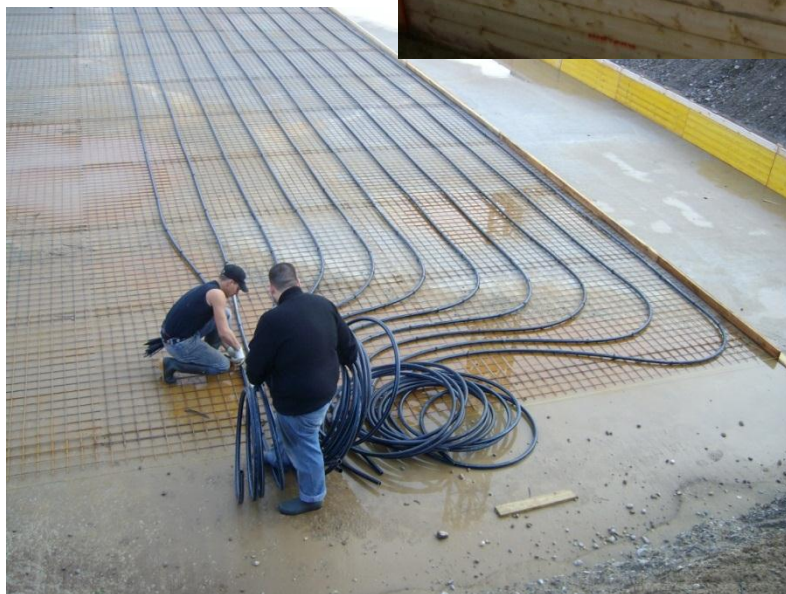
1. Caldaia a gas + split
2. PDC Aria-Aria
3. PDC Aria-Acqua
4. PDC Acqua-Acqua (sonde)
5. PDC Acqua-Acqua (pozzi)

PALERMO - Net Present Value



## Energia Geotermica ed Aerotermica – Esempi Applicativi

Lo scambiatore di calore orizzontale è realizzato con un tubo multistrato  $\phi$  32 annegato nella soletta di fondazione.



ALTRE FONTI RINNOVABILI SFRUTTABILI IN EDILIZIA

ENERGIA EOLICA E DA BIOMASSE

Secondo la direttiva 2009/28/CE, si intende per biomassa “la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall’agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l’acquacoltura, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani”.

Le biomasse possono essere utilizzate in ambito civile mediante:

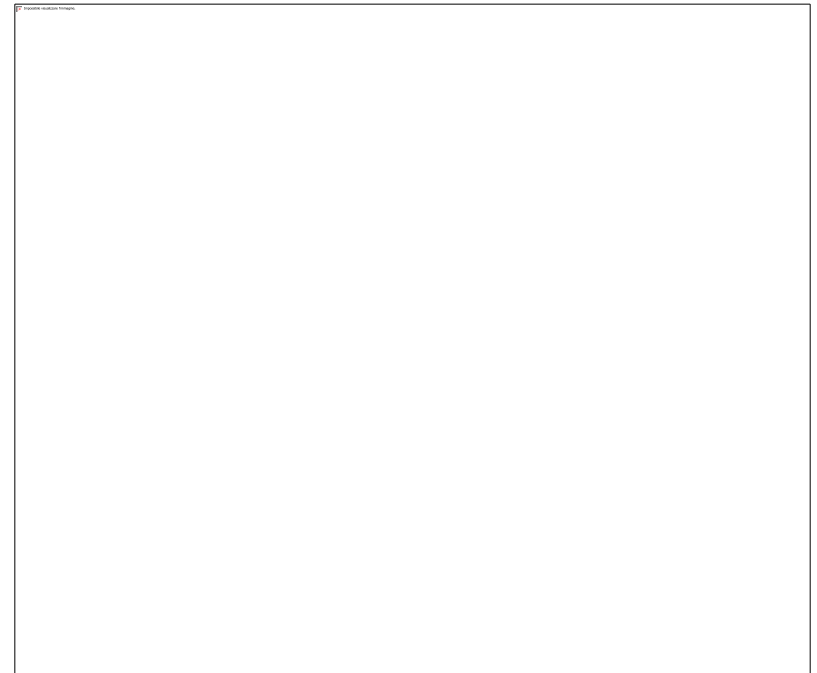
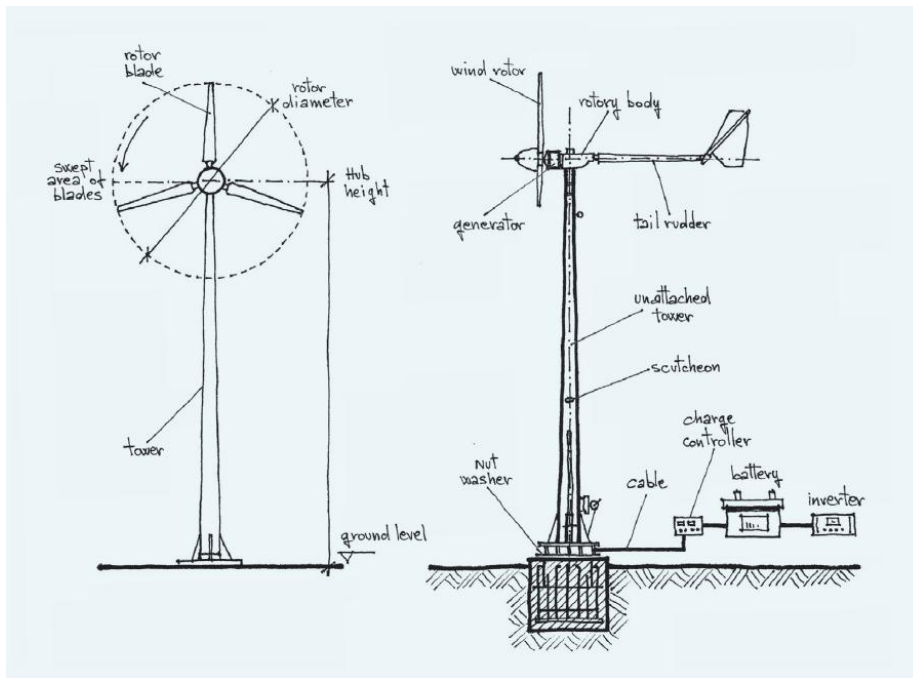
- **Caldaie;**
- **Impianti di cogenerazione.**



È fondamentale analizzare la **disponibilità di biomassa a livello locale**, al fine di favorire la “filiera corta”.

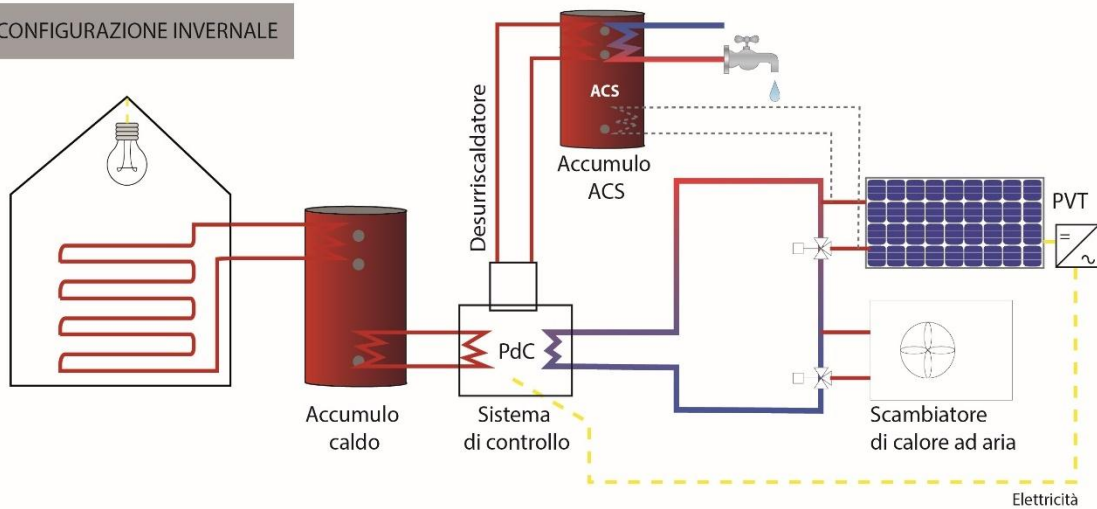
Gli impianti si classificano principalmente per il posizionamento dell'asse di rotazione delle pale:

- generatori eolici ad **asse orizzontale**, in cui il rotore deve essere orientato attivamente o passivamente (ovvero mediante l'uso di servomotori elettrici o utilizzando la stessa forza del vento) in modo perpendicolare alla direzione di provenienza del vento;
- generatori eolici ad **asse verticale**, indipendenti dalla direzione di provenienza del vento.

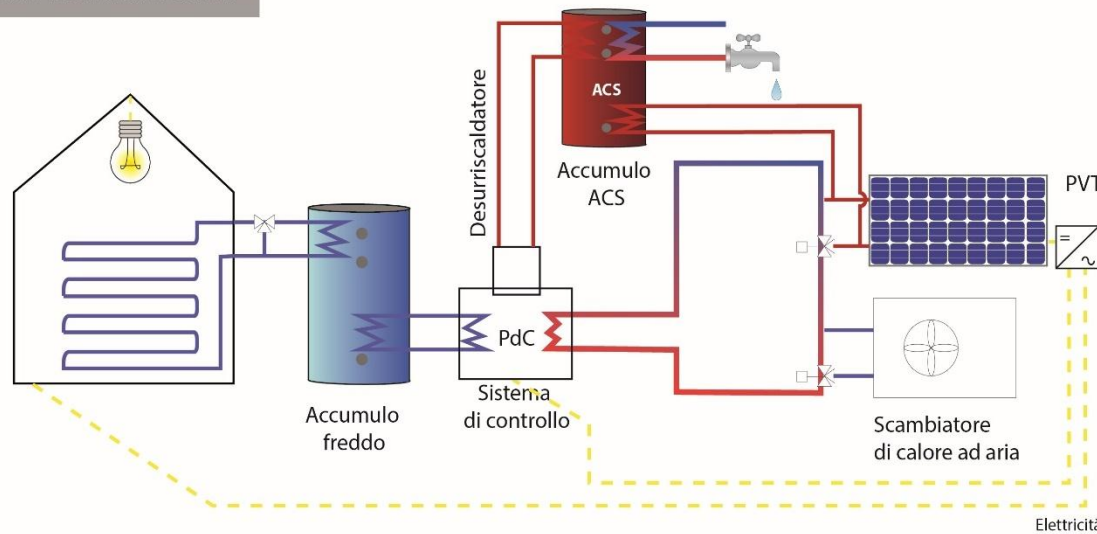


ABBINAMENTI SINERGICI

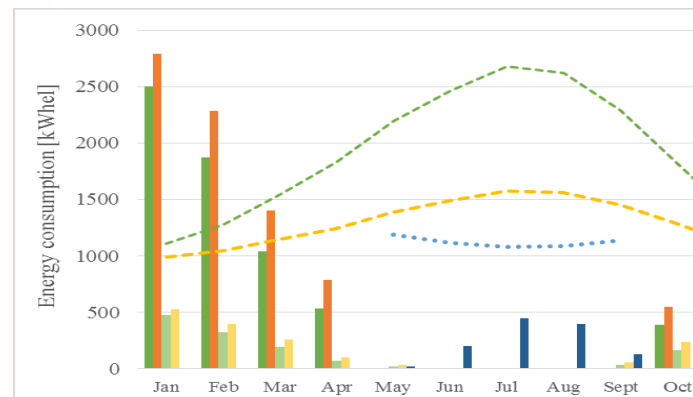
CONFIGURAZIONE INVERNALE



CONFIGURAZIONE ESTIVA



Pompa di calore con integrazione solare mediante PV-T ad acqua



- Heating - PVT-SAHP
- Heating - HP
- DHW - PVT-SAHP
- DHW - HP
- Cooling
- COP PVT-SAHP
- COP - HP
- ... EER

Grazie per l'attenzione