



G.A.L. GIAROLO LEADER
P.za Risorgimento,3
15060 Stazzano (AL)

Manuale Guida per l'integrazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili negli edifici esistenti



Iniziativa Comunitaria / PSR 2007-2013
ASSE IV Leader
PSL "Crescere in rete"

Misura 323, Azione 3, Operazione 3A:
"Studio per l'integrazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili negli edifici esistenti"

Iniziativa Comunitaria / PSR 2007-2013

ASSE IV Leader PSL "Crescere in rete"

Misura 323, Azione 3, Operazione 3A:

"Studio per l'integrazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili negli edifici esistenti"

INDICE

PARTE PRIMA

INTRODUZIONE	Pag. 6
Motivazioni generali	Pag. 6
Motivazioni specifiche	Pag. 7
Obbiettivi di carattere generale	Pag. 7
Obbiettivi di carattere specifico	Pag. 7
Altri studi sul territorio in esame	Pag. 8
Ambiti territoriali oggetto di studio	Pag. 9
1 SITUAZIONE ATTUALE IN MERITO AL CONSUMO ENERGETICO	Pag. 10
1.1 Principali elementi di alterazione atmosferica e ambientale	Pag. 10
1.2 Conferenze internazionali in tema di sviluppo sostenibile	Pag. 10
1.3 La principale forma di energia: il sole	Pag. 13
1.4 Una nuova strategia architettonica	Pag. 13
1.5 Nuova alleanza uomo-natura	Pag. 14
2 LE FONTI DI ENERGIA RINNOVABILI	Pag. 15
2.1 ENERGIA IDROELETTRICA	Pag. 16
2.2 ENERGIA EOLICA	Pag. 18
2.3 ENERGIA GEOTERMICA	Pag. 21
2.4 ENERGIA DELLE MAREE	Pag. 22
2.5 ENERGIA SOLARE TERMICA	Pag. 24
2.6 ENERGIA SOLARE FOTOVOLTAICA	Pag. 26
3 LA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA	Pag. 29
3.1 la cella fotovoltaica	Pag. 29
3.2 il modulo fotovoltaico	Pag. 29
3.3 il generatore fotovoltaico	Pag. 30
4 I PIONIERI DELL'ENERGIA SOLARE	Pag. 31

Iniziativa Comunitaria / PSR 2007-2013

ASSE IV Leader PSL "Crescere in rete"

Misura 323, Azione 3, Operazione 3A:

"Studio per l'integrazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili negli edifici esistenti"

INDICE

PARTE SECONDA

INTRODUZIONE	Pag. 33
SISTEMA FOTOVOLTAICO	Pag. 35
SOLARE TERMICO	Pag. 35
ASPETTI AMBIENTALI E ARCHITETTONICI	
LA DOPPIA FUNZIONE DEL FOTOVOLTAICO	Pag. 36
TIPO - FORMA E COLORE DELLA CELLA	Pag. 37
1 RIFERIMENTI NORMATIVI - D.M. 6 Agosto 2010	Pag. 38
2 IL CONTO ENERGIA	Pag. 39
2.1 QUARTO CONTO ENERGIA	Pag. 40
2.2 QUINTO CONTO ENERGIA	Pag. 40
3 IMPIANTI FOTOVOLTAICI -TIPOLOGIE	Pag. 41
4 STORIA DEL FOTOVOLTAICO	Pag. 44
5 IL POTENZIALE ESTETICO-COMPOSITIVO DEL FOTOVOLTAICO	Pag. 45
6 RECUPERO E TRASFORMAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE	Pag. 47
6.1 La diffusione dell'architettura sostenibile	Pag. 48
6.2 Dalla tutela dell'ambiente allo sviluppo sostenibile	Pag. 49
7 CRITERI DI VALUTAZIONE PER L'INSERIMENTO DELLE ENERGIE RINNOVABILI	Pag. 50
7.1 CONSUMO DI ENERGIA DURANTE LA FASE DI COSTRUZIONE	Pag. 51
7.2 PRODUZIONE DI ENERGIA	Pag. 52
7.3 DEGRADO AMBIENTALE E PERDITA DELLE RISORSE	Pag. 53
7.4 UTILITA' SOCIALE E RECUPERO DEL PATRIMONIO EDILIZIO	Pag. 54
7.5 VANTAGGI ECONOMICI	Pag. 55
7.6 L'URGENZA DI INTERVENTO	Pag. 56
7.7 ELEMENTI ISTINTIVI-INTUITIVI E POETICI	Pag. 57
8 COSTRUIRE IN MANIERA DUREVOLE	Pag. 58
8.1 Costruzione piacevole	Pag. 58
8.2 Rispetto dell'edificio	Pag. 58
8.3 Azione dinamica	Pag. 59
9 PENSARE VERDE	Pag. 60

Iniziativa Comunitaria / PSR 2007-2013

ASSE IV Leader PSL "Crescere in rete"

Misura 323, Azione 3, Operazione 3A:

"Studio per l'integrazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili negli edifici esistenti"

INDICE

PARTE SECONDA

10 L'INTEGRAZIONE EDILIZIA DEL FOTOVOLTAICO IN ARCHITETTURA	Pag. 62
10.1 Il fotovoltaico come sfida progettuale	Pag. 62
10.2 Definizione di integrazione edilizia	Pag. 64
11 LA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA IN ARCHITETTURA	Pag. 66
11.1 Funzioni architettoniche dei moduli fotovoltaici	Pag. 66
11.2 Sistemi fotovoltaici come parte della "progettazione ecocompatibile"	Pag. 67
11.3 Sistemi ben integrati	Pag. 67
12 ESPERIENZE DI PROGETTAZIONE CON L'INTEGRAZIONE DEL FOTOVOLTAICO	Pag. 72
13 TIPOLOGIE DI INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA DELLA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA .	Pag. 78
P.1 Moduli fotovoltaici installati su tetti piani e terrazze	Pag. 80
P.2 Moduli fotovoltaici installati su tetti, facciate e balaustre in maniera complanare .	Pag. 82
P.3 Moduli fotovoltaici installati su elementi di arredo urbano, barriere acustiche, pensiline, pergole e tettoie	Pag. 85
T.1 Moduli fotovoltaici sostitutivi di materiali di rivestimento degli edifici	Pag. 87
T.2 Moduli fotovoltaici integrati in pensiline, pergole e tettoie	Pag. 92
T.3 Moduli fotovoltaici in sostituzione di superfici trasparenti degli edifici	Pag. 95
T.4 Moduli fotovoltaici integrati in barriere acustiche	Pag. 98
T.5 Moduli fotovoltaici integrati in elementi di illuminazione e strutture pubblicitarie .	Pag. 99
T.6 Moduli fotovoltaici integrati ai frangisole	Pag. 101
T.7 Moduli fotovoltaici integrati in balaustre e parapetti	Pag. 102
T.8 Moduli fotovoltaici integrati nelle finestre	Pag. 103
T.9 Moduli fotovoltaici integrati nelle persiane	Pag. 104
T.10 Moduli fotovoltaici installati come rivestimento o copertura	Pag. 105
14 ESEMPI DI NON INTEGRAZIONE	Pag. 106

Iniziativa Comunitaria / PSR 2007-2013

ASSE IV Leader PSL "Crescere in rete"

Misura 323, Azione 3, Operazione 3A:

"Studio per l'integrazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili negli edifici esistenti"

INDICE

PARTE TERZA

1 ABACO DELLE TIPOLOGIE DI INSERIMENTO ARCHITETTONICO NEL PATRIMONIO

EDILIZIO ESISTENTE DEL GAL GIAROLO	Pag. 108
S.1.A EDIFICI RESIDENZIALI - FACCIATE VERTICALI	Pag. 110
S.1.B EDIFICI RESIDENZIALI - FACCIATE VERTICALI	Pag. 111
S.1 EDIFICI PUBBLICI - FACCIATE VERTICALI	Pag. 112
S.1 EDIFICI PRODUTTIVI - FACCIATE VERTICALI	Pag. 113
S.2 EDIFICI RESIDENZIALI - COPERTURA	Pag. 114
S.2 EDIFICI PUBBLICI - COPERTURA	Pag. 118
S.2 EDIFICI PRODUTTIVI - COPERTURA	Pag. 119
S.3 EDIFICI RESIDENZIALI - VETRI FOTOVOLTAICI	Pag. 123
S.3 EDIFICI PUBBLICI - VETRI FOTOVOLTAICI	Pag. 124
S.3 EDIFICI PRODUTTIVI - VETRI FOTOVOLTAICI	Pag. 125
S.4 EDIFICI RESIDENZIALI - PARAPETTI	Pag. 126
S.4 EDIFICI PUBBLICI - PARAPETTI	Pag. 127
S.5 EDIFICI RESIDENZIALI - FRANGISOLE	Pag. 128
S.5 EDIFICI PUBBLICI - FRANGISOLE	Pag. 129
S.5 EDIFICI PRODUTTIVI - FRANGISOLE	Pag. 130
S.6 EDIFICI RESIDENZIALI - OSCURAMENTO	Pag. 131
S.6 EDIFICI PUBBLICI - OSCURAMENTO	Pag. 132
S.7 EDIFICI RESIDENZIALI - TETTOIE	Pag. 133
S.8 ARREDO URBANO	Pag. 134

PARTE PRIMA

INTRODUZIONE

La condizione ambientale planetaria attuale ci ha costretto a rivedere il nostro comportamento in materia di consumi energetici, e in particolar modo, ci ha messo di fronte alla necessità di attribuire alle fonti rinnovabili una rilevanza strategica per lo sviluppo futuro delle nostre attività produttive e delle soluzioni abitative. Pertanto, nell'ambito di una coerente e incisiva politica di sviluppo sostenibile dei nostri territori, si rende necessario sostenere la progressiva integrazione di tali fonti di energia rinnovabile all'interno del patrimonio edilizio esistente e nel mercato energetico attuale.

Con il presente documento si intende effettuare un'analisi delle possibilità e delle alternative presenti, ad oggi, sul mercato, per poi procedere a una circoscrizione del campo in merito alle tecnologie più adatte ad inserirsi nel territorio di intervento, ovvero quello del GAL Giarolo.

Più precisamente lo studio in oggetto è finalizzato, in accordo con *la Misura 323 - Tutela e riqualificazione del patrimonio rurale - Azione 3 - operazione A*, ad **indirizzare le azioni di progettazione** per un inserimento compatibile e integrato degli impianti di produzione di energie rinnovabili negli edifici esistenti, siano essi adibiti ad abitazione, o sedi di aziende, o ancora sedi di enti pubblici. La linea generale è quella della ricerca e della garanzia di un'ottica di **qualità architettonica** e di **sostenibilità ambientale**, nell'ambito dell'impegno del GAL verso la **valorizzazione dei caratteri tipici** del proprio territorio di appartenenza.

Il presupposto di partenza è quello che le fonti rinnovabili possono fornire un rilevante contributo allo sviluppo di un sistema energetico più sostenibile, incrementare il livello di consapevolezza e partecipazione dei cittadini, contribuire alla tutela del territorio e dell'ambiente e fornire opportunità di crescita economica. Queste considerazioni rappresentano in sintesi le motivazioni che stanno alla base della politica di promozione dell'inserimento di tali tecnologie nel patrimonio edilizio esistente.

Motivazioni generali

La disponibilità di energia condiziona il progresso economico e sociale dei territori in cui viviamo, ma il modo con cui l'energia viene resa disponibile può condizionare negativamente l'ecosistema e quindi la qualità della vita. In un passato non troppo lontano si è assistito a comportamenti generalizzati in cui le nazioni industrializzate prelevavano e consumavano le fonti fossili a un ritmo indiscriminato e progressivamente le nazioni emergenti le prendevano ad esempio e tendevano ad imitarle. Il pericolo maggiore, nel breve e nel medio termine, oltre a quello dell'esaurimento di tali fonti (che pure è importante dato che attualmente le fonti fossili vengono consumate ad un ritmo che è di centinaia di migliaia di volte superiore a quello con cui si sono prodotte), è quello di provocare danni irreversibili all'ambiente. Pertanto, singole nazioni, come pure gli organismi sovranazionali, si sono mossi negli ultimi anni per trovare gli strumenti più adeguati per **coniugare progresso e salvaguardia dell'ambiente**, nella consapevolezza della portata planetaria del problema.

Uno degli strumenti disponibili per realizzare questo obiettivo è l'uso più esteso delle fonti rinnovabili di energia, che sono in grado di garantire un impatto ambientale più contenuto di quello prodotto dalle fonti fossili. Pertanto, è importante avviare da subito il loro graduale inserimento nel sistema energetico e nell'apparato di edificazioni esistenti e nelle realizzazioni future.

Proiezioni al 2020 indicano che le fonti rinnovabili potrebbero coprire, per quella data, dal 20% al 30% del fabbisogno energetico mondiale. La natura diffusa delle fonti rinnovabili consente di coniugare produzione di energia, presidio e gestione del territorio, contribuendo a contrastare i fenomeni di spopolamento e degrado. Per la stessa ragione, le fonti rinnovabili offrono la possibilità di un più diretto coinvolgimento delle popolazioni e delle amministrazioni locali, con l'attuazione del concetto **“pensare globalmente, agire localmente”**.

Motivazioni specifiche

Riduzione del costo ambientale della produzione energetica

Il valore delle fonti rinnovabili in termini di riduzione del costo ambientale della produzione energetica è indubbio, sebbene anche le fonti rinnovabili presentino un costo ambientale, di entità limitata nel caso dell'idroelettrico, e ancor più limitato nel caso dell'eolico e delle tecnologie solari. Diverso è il discorso per le fonti che richiedono combustione in aria, come appunto i rifiuti e le biomasse. Pertanto, è inopportuno trasformare, tout-court, il danno ambientale della produzione energetica da fonti convenzionali in un valore dell'energia rinnovabile, mentre è opportuno procedere in una valutazione puntuale dei benefici specifici di ogni singola tecnologia in relazione con il contesto di inserimento della stessa.

Sicurezza del sistema energetico e tutela del territorio

Il potenziale nazionale rinnovabile non ancora utilizzato è considerevole: seppure non sia disponibile una stima precisa per ciascuna fonte. Per quanto riguarda *il solare*, in particolare per la conversione in elettricità, il giacimento potenziale è il dato stimato più interessante, e trova il principale limite allo sfruttamento nei costi degli impianti di produzione. Lo sfruttamento di questo "giacimento rinnovabile" a nostra disposizione aumenterà la sicurezza del sistema energetico nazionale, con interessanti ripercussioni in ambito locale. Oltre ai benefici ambientali connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti, rilevanti sono, per il nostro paese, quelli connessi ad un migliore uso, presidio e tutela del territorio.

Obiettivi di carattere generale

Gli obiettivi generali del lavoro si possono riassumere in:

- **Promozione** di un approccio responsabile sulle operazioni che investono il territorio, attraverso un coinvolgimento di tutte le componenti sociali; in particolar modo negli interventi di introduzione di impianti di energia rinnovabile in contesti rurali e di impianto storico, facendo fronte alle esigenze di tipo economico senza trascurare quelle di tutela paesaggistico - ambientale.
- **Elaborazione e diffusione** a progettisti e pianificatori locali, di uno strumento concreto in grado di agevolare processi di progettazione e procedure autorizzative.
- **Sensibilizzazione** degli operatori pubblici e privati locali all'uso responsabile delle energie alternative.

Obiettivi di carattere specifico

Finalità specifiche dell'*Azione 3a*, in coerenza con il tema unificante della riqualificazione del patrimonio rurale, sono indicate in:

- Ricerca delle più opportune soluzioni di integrazione degli interventi di inserimento di forme di energia rinnovabile nell'ambito dei valori tradizionali del territorio e nel patrimonio architettonico.
- Strategie di "messa in rete" dei patrimoni locali, possibili con l'avvio di investimenti nel settore energetico, al fine di incrementare l'omogeneità tipologica degli interventi.
- Offerta di supporti operativi alle azioni di progettazione, assicurando anche a tale livello integrazione di contenuti.

Ai fini delle suddette richieste, è stato predisposto il presente manuale, con la volontà di offrire uno strumento operativo, con carattere metodologico e tecnico, che consenta la definizione di linee guida per la progettazione, da introdurre nella normativa di pianificazione e/o edilizia comunale. Tale strumento, "**Manuale per l'integrazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili negli edifici esistenti**", è inerente l'intero territorio del GAL Giarolo comprendente 51 comuni.

L'iniziativa di approfondimento tematico proposta dal GAL si pone in linea di continuità è integra una politica di rinnovamento e di sviluppo locale avviata con l'iniziativa Leader Plus, che ha come principale obiettivo il rafforzamento della capacità progettuale e gestionale locale, indirizzandola verso l'integrazione delle risorse e degli interventi in un'ottica di coordinamento verso strategie comuni.

In primis, bisogna sottolineare l'importanza evidenziata nel miglioramento dell'attrattività, e della capacità di accoglienza, dei territori rurali "marginalizzati", ma già investiti da elementi di compromissione - attuali o potenziali - che si configurano come elementi "detrattori". In linea generale, pertanto, gli obiettivi del progetto sono riconducibili alla richiesta di stesura di un manuale che garantisca l'acquisizione da parte degli enti pubblici associati al GAL, di procedure, metodi ed indicatori idonei alla valutazione dell'inserimento di progetti di infrastrutturazione energetica nel patrimonio architettonico rurale locale.

Altri studi sul territorio in esame

Recentemente, sul territorio in esame, sono stati svolti alcuni studi significativi:

1. Provincia di Alessandria – Regione Piemonte – Unione Europea: **Architettura rurale in Provincia di Alessandria – Studio e manualistica per il recupero e restauro di edifici rurali secondo le tipologie costruttive tradizionali** (regolamento CEE 2081/93 obiettivo 5b);
2. Regione Piemonte – Comunità Montana Valli Curone Grue Ossona: **Manuale per il recupero degli edifici rurali secondo le tipologie tradizionali**;
3. Regione Piemonte – GAL Giarolo Leader Plus: **Manuale Guida per il recupero degli elementi tipici dell'architettura, dei manufatti della tradizione rurale montana e degli insediamenti montani** (iniziativa comunitaria Leader Plus 2000-2006);
4. **Manuale per l'individuazione ed il recupero degli elementi tipici del patrimonio naturale** (iniziativa comunitaria Leader Plus 2007-2013).

Va sottolineato come, i primi due manuali, affrontino lo studio del territorio dal punto di vista storico, architettonico e urbanistico, ponendo maggiormente l'attenzione sul patrimonio edilizio e sui metodi propedeutici al suo recupero. Il terzo manuale, affronta più dettagliatamente i temi urbanistici, sottolineando i diversi sistemi insediativi e le relazioni ritenute fondative di tali sistemi. Il quarto manuale concentra l'attenzione sul paesaggio e sul patrimonio naturalistico, in esso i nuclei abitati e gli elementi architettonici passano in secondo piano, o meglio vengono considerati in relazione alla loro influenza sul patrimonio naturale. La presente proposta tecnica fa riferimento agli studi precedenti, partendo dalle delimitazioni territoriali e tipologiche precedentemente individuate, si intende integrare gli aspetti tecnologici connaturati all'inserimento delle energie rinnovabili tenendo in egual conto le esigenze economiche, urbanistiche, architettoniche e paesaggistiche già analizzate. L'obiettivo è di ricercare l'integrazione metodologica delle conoscenze già acquisite e di quelle da acquisire, che consenta la "messa in rete" necessaria per assicurare l'omogeneità degli interventi operativi. Inoltre si vuole porre l'attenzione sulle trasformazioni dei sistemi antropici, sia di carattere insediativo che produttivo, e sulle nuove opportunità offerte dalle tecnologie moderne per sfruttare al meglio le forme di energia "pulita". Sempre più spesso si assiste a inserimenti di tali sistemi di produzione di energia in modo non integrato, mutando l'estetica dell'edificio e le forme del paesaggio naturale. In particolare va posta l'attenzione ove risultino riscontrabili elementi di compromissione in atto o in fieri, o addirittura elementi "detrattori". **È evidente come la diffusione tali forme di energia sia auspicabile, e anzi, sia da promuovere fortemente in un'ottica di rispetto ecologico che coinvolge tutto il pianeta; va però sottolineato che ciò non deve comportare la progressiva perdita dei caratteri tipologici dell'architettura rurale, ne tantomeno, deve portare alla modificazione dei paesaggi naturali cari alla memoria dei luoghi.**

Ambiti territoriali oggetto di studio

L'area su cui si estende il territorio del GAL Giarolo si può suddividere nei seguenti ambiti geografici:

- Zona di pianura e basso collinare del Tortonese
- Valli Curone-Grue-Ossona
- Valli Borbera-Spinti
- Media Valle Scrivia
- Zona del Gaviese
- Zona della Valle Orba

Indicazioni specifiche in ordine alla caratterizzazione del territorio per ambiti omogenei sono stati acquisiti sulla scorta delle analisi e delle definizioni contenute nei suddetti riferimenti tematici precedentemente citati, e più precisamente nel **Manuale Guida per il recupero degli elementi tipici dell'architettura, dei manufatti della tradizione rurale montana e degli insediamenti montani** (iniziativa comunitaria Leader Plus 2000-2006), e nel **Manuale per l'individuazione ed il recupero degli elementi tipici del patrimonio naturale** (iniziativa comunitaria Leader Plus 2007-2013). In essi è già stata riportata una caratterizzazione paesaggistico-ambientale in virtù della specificità di alcuni elementi quali l'altitudine, la morfologia del territorio, i principali aspetti che conformano il paesaggio naturale e antropico, ponendo a confronto casi di alte, medie e basse valli. Entrambe i manuali inquadravano le informazioni raccolte secondo un approccio metodologico per "formati standard", o meglio schede tematiche, utili per una sinterizzazione di ogni componente indagata, contenenti linee guida e principi generali per le prime indicazioni pratiche rivolte ai soggetti pubblici e privati. Tale metodo è stato valutato molto positivamente, per cui, la proposta progettuale terrà conto di tale metodo e lo svilupperà in forma grafica e analitica in merito al tema in oggetto.



Le aree tematiche secondo cui è stato precedentemente analizzato l'intero territorio del GAL Giarolo sono identificate nelle:

- Componenti naturali e paesaggistiche
- Componenti antropiche (viabilità e insediamenti)
- Componenti visivo-percettive

Alla luce del tema in oggetto si propone di rileggere tali componenti nell'ottica dell'inserimento di forme di energia rinnovabile negli edifici della tradizione storica rurale dei territori afferenti al GAL Giarolo, allo scopo di proseguire, nello studio dei luoghi, con una metodologia già affermata, e garantire una lettura su più livelli.

Lo studio propone in primo luogo la sistematizzazione delle caratterizzazioni dei diversi contesti di intervento – acquisiti attraverso l'esame dei precedenti Manuali Guida del GAL Giarolo e altri sviluppati durante la fase di screening del territorio in esame – per “unità tematiche” ambientali (parti del territorio che presentano caratteri di identità per topografia, esposizione, componenti pedologiche, usi antropici) al fine di:

- associare alle diverse unità tematiche “scale” di opportunità di integrazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili negli edifici esistenti;
- definire, a partire dalle tipologie costruttive tipiche, tecniche, materiali, forme e tipi di impianto che si adattino agli edifici del patrimonio architettonico locale o quanto meno che non si configurino quali elementi “detrattori” rispetto ai canoni tradizionali delle edificazioni locali.

L'aspetto della infrastutturazione energetica dovrà essere introdotto anche in fase analitica, con l'individuazione delle tipologie di impianti allo stato di fatto. Si ritiene inoltre opportuno introdurre, antecedentemente alla fase propositiva, sintetiche considerazioni in ordine a più generali tematiche quali:

- sistema natura-tecnologia
- sistema società-tecnologia
- sistema individuo e habitat umano-tecnologia.

Questo in considerazione del fatto che la tecnologia, strumento di sviluppo, può essere anche elemento di destabilizzazione dell'ambiente, di trasformazione dei valori della società, di risoluzione di fabbisogni anche elementari attraverso alti gradi di artificialità. Con questo non si intende negare il valore della tecnologia, se mai avanzare riflessioni sull'uso indiscriminato e talora non responsabile dei prodotti tecnologici, indipendentemente dagli aspetti locali e dalle caratteristiche e sensibilità ambientali. In altri termini non si tratta soltanto di valutare l'adattabilità di impianti tecnologici complessi e tipicamente urbani (hard) a contesti rurali e montani ad elevata naturalità e storicità, ma in primis indagare sulla potenzialità energetica del sito, sulla effettiva possibilità di implementare la stessa attraverso tecnologie soft, anche riferibili alle tradizioni e alle economie locali.

Una primaria riflessione merita il concetto di progressiva divergenza tra il “**baricentro costruttivo**” e il “**baricentro energetico**” dell'edificio: in passato essi coincidevano, in quanto il focolare o la cucina rurale rappresentavano l'unica fonte energetica dell'edificio; ai giorni nostri il nuovo baricentro energetico si potrebbe individuare nella centrale termica adiacente all'edificio. Questo ci porta a pensare a come il sistema energetico legato all'abitare abbia subito notevoli trasformazioni che hanno sempre più allontanato il sistema produttivo energetico dall'edificio stesso con relativa creazione di infrastrutture di trasporto di tale energia. Alcune tecnologie di produzione di energia rinnovabile, come ad esempio il fotovoltaico, ristabiliscono una linea diretta tra la produzione e il consumo dell'energia.

Con riferimento alle indicazioni preliminari sopra esposte, si è proceduto alla definizione di un quadro metodologico per le ricerche e le indagini sul campo necessarie nei diversi contesti del territorio in esame, con il primario obiettivo di conseguire:

- La **definizione della identità dei luoghi**, specificatamente a livelli territoriale, di sistema insediativo, di tipologie di edificazione, di componenti costruttivi della tradizione locale;
- L'**integrazione**, in termini di supporti meta-progettuali alla infrastrutturazione energetica e di conseguenti linee-guida, delle schede tematiche e della matrice di sintesi proposte nei Manuali precedenti.

Nella operazioni preliminari, volte alla stesura del presente manuale, si possono sintetizzare due fasi:

1. fase analitica
2. fase propositiva

La prima, con riferimento ad unità tematiche di habitat significative, individuate per le diverse aree omogenee del GAL a seguito di screening preliminare, ha comportato le seguenti attività:

- formazione di abachi delle tipologie costruttive tipiche e omogeneizzazione degli schemi distributivi
- osservazioni e dati circa la struttura spaziale ed i dimensionamenti per tipologia costruttiva.

Con riferimento a **tecniche e tipi di impianti** per la produzione di energie rinnovabili:

- disamina critica delle tecnologie industrializzate e degli impianti disponibili sul mercato o ricerca di soluzioni tipologiche e morfologiche complementari o alternative, che in ranges prestazionali equipollenti favoriscano la compatibilità con l'edificato tradizionale e con le risorse energetiche naturali dei siti di inserimento
- documentazione di esempi di inserimento in edifici storici.

In particolare si propone l'analisi di tutte le forme di energia rinnovabile disponibile sul mercato, per poi successivamente analizzare quelle più propriamente integrabili per il territorio del GAL Giarolo: per ciascuna fonte rinnovabile è stata redatta una scheda riassuntiva di descrizione inerente le tecnologie, tipologie di impianto, vantaggi e svantaggi, ecc. Questo al fine di offrire un panorama generale della situazione energetica attuale, e poter in seconda analisi, definire i metodi più opportuni per il territorio in esame.

FORME DI ENERGIA RINNOVABILE	
ELEMENTI	TIPOLOGIA
ACQUA	ENERGIA IDROELETTRICA ENERGIA DELLE MAREE
ARIA	ENERGIA EOLICA
TERRA	ENERGIA GEOTERMICA
SOLE	ENERGIA SOLARE TERMICA ENERGIA SOLARE FOTOVOLTAICA

La fase propositiva, conclusione dell'intero processo di elaborazione, ha portato attraverso l'attività di valutazione in sede di GAL, alla definizione di obiettivi strategici comuni:

- valutazione di fabbisogni, opportunità, minacce (avvio di un percorso di condivisione di strategie di gestione ambientale da parte delle amministrazioni locali);
- valutazione concreta delle risorse (economiche, organizzative, tecniche), degli incentivi disponibili e proponibili, delle procedure operative per l'attuazione ed il monitoraggio;
- concertazione di regole generali con carattere di indirizzo e/o normativo.

1 SITUAZIONE ATTUALE IN MERITO AL CONSUMO ENERGETICO

Le moderne esigenze di confort abitativo e l'evoluzione tecnologica dell'ambito produttivo hanno portato a un consumo sempre maggiore di energia. Essa apporta notevoli benefici al nostro stile di vita, sebbene sia ormai noto come le più diffuse modalità di reperimento energetico sono responsabili di una serie di effetti negativi, non ultima la sensibile alterazione ambientale su scala planetaria. La maggior parte dell'energia di cui abbiamo bisogno per i nostri usi quotidiani, siano essi domestici o produttivi, o ancora necessari ai nostri spostamenti, viene ricavata quasi esclusivamente dai combustibili fossili, attraverso il processo di combustione con formazione di anidride carbonica, cui è da ascrivere il lento riscaldamento del pianeta per "effetto serra".

1.1 Principali elementi di alterazione atmosferica e ambientale

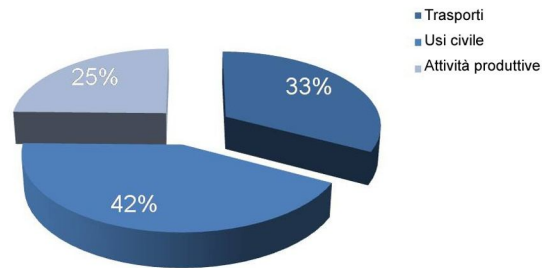
Per lo svolgimento delle sue principali **attività quotidiane**, l'uomo produce una serie di gas nocivi che vanno ad alterare l'equilibrio atmosferico ed ambientale. Un grande contributo, oltre agli **usi domestici**, alla proliferazione di questi gas è dato dai processi di combustione derivanti dai **mezzi di trasporto** utilizzando combustibili fossili; essi producono ossidi di carbonio, ossidi di azoto, ossidi di zolfo e idrocarburi. Non bisogna però trascurare l'apporto in negativo garantito dalle **attività industriali**, le quali producono inoltre clorofluorocarburi, piombo, mercurio, ecc.

L'insieme di questi agenti rappresentano la causa di una serie di danni ambientali come l'inquinamento delle città, le piogge acide e la rarefazione dello strato protettivo di ozono.

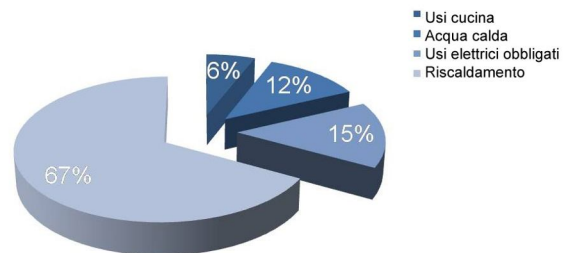
1.2 Conferenze internazionali in tema di sviluppo sostenibile

Una tale situazione planetaria non poteva passare inosservata ai governi dei paesi maggiormente industrializzati, i quali sono i principali responsabili della condizione attuale, determinata dai loro modelli di sviluppo economico. Ormai da tempo si assiste all'organizzazione di convegni internazionali che hanno al centro del dibattito il futuro **"sostenibile" del nostro pianeta**: Le Conferenze di Kyoto, di Rio de Janeiro, di Johannesburg e di Bonn, rappresentano i principali momenti di riflessione internazionale sul tema, e attraverso il lavoro svolto si è giunti, non senza incontrare grandi difficoltà, alla redazione dei tratti dei **nuovi modelli di sviluppo sostenibile** che possano garantire alle generazioni future uno stock di "risorse ambientali" almeno pari a quelle attuali. L'ipotesi sostenuta è quella della previsione che entro il 2020 le energie rinnovabili dovranno coprire almeno il 20% della produzione di energia, arrivando nel 2050 a superare la quota del 50%. La strategia proposta è quella di **promuovere al massimo il ricorso a fonti energetiche alternative** che siano allo stesso tempo in grado di soddisfare le esigenze di incremento della qualità della vita dell'**"habitat tecnologico"** in cui viviamo senza compromettere l'**habitat naturale** con cui ci relazioniamo. A livello mondiale, quindi, non c'è più solo attenzione ai problemi del degrado ambientale ma si sente il bisogno di impostare programmi che forniscano indirizzi per un'alternativa ecologica e per un futuro sostenibile. Il problema energetico è diventato soprattutto il problema delle risorse alternative, e l'utilizzo del solare e di tecnologie sia innovative, sia tradizionali, che consentano il risparmio energetico da una parte e una vivibilità migliore dall'altra, è diventato la strategia culturale e politica per il nuovo millennio.

Ripartizione del consumo di energia nei principali settori



Ripartizione del consumo di energia nel settore domestico
Rapporto ENEA 2004



Gli usi elettrici obbligati comprendono illuminazione, elettrodomestici



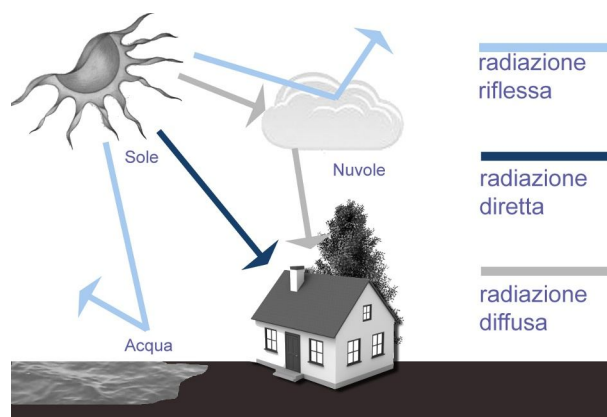
1.3 La principale forma di energia: il sole

Dalle considerazioni precedentemente esposte e per le sue caratteristiche di rinnovabilità ed ecocompatibilità, **l'energia solare** rappresenta probabilmente la risposta più adeguata che oggi la tecnologia moderna sia in grado di offrire. Inoltre, in relazione al notevole sviluppo tecnologico dei sistemi di captazione, **il fotovoltaico** si offre come la tecnologia principe per la produzione di energia elettrica e la progettazione bioclimatica. Essa rappresenta inoltre il miglior strumento di integrazione delle nuove tecnologie per l'intervento nelle nuove realizzazioni, ma ancor meglio consente un inserimento sulle strutture edilizie esistenti. In linea di massima il principio da sostenere è quello di rendere compatibili con l'ambiente la maggior parte delle azioni antropiche, è in questo ci viene in soccorso l'ormai diffusa possibilità di sfruttare la grande quantità di energia che ci arriva dal sole, senza però prescindere da un basilare concetto di razionalizzazione degli usi energetici. Per capire come questa fonte di energia sia basilare per l'esistenza sul pianeta, basti pensare a come quasi tutte le fonti di energia sul nostro pianeta hanno la stessa origine,

ovvero **l'irraggiamento solare**, ad esempio i combustibili fossili (carbone, petrolio, gas naturali) derivano dalla trasformazione di materiali organici che, senza il processo di fotosintesi che trae energia dall'irraggiamento del sole, non avrebbero potuto formarsi. L'energia idraulica, che sfrutta le cadute idriche, non potrebbe esistere senza il ciclo evaporativo dell'acqua il quale trae a sua volta dall'irraggiamento solare l'energia necessaria. Senza il sole non avremmo energia eolica né energia solare termica e fotovoltaica, non avremmo biomasse. Un'altra riflessione da attuarsi è sul concetto di **rinnovabilità**, in quanto in realtà tutte le forme di energia sono rinnovabili, la differenza sta nella "velocità" con cui esse si riproducono: quelle fossili necessitano di milioni di anni, mentre le altre, che vengono definite più propriamente "rinnovabili", in rapporto alle precedenti, hanno una velocità o capacità di accumulo praticamente infinita; esse rappresentano il futuro della produzione energetica e le loro tecnologie sono in costante via di sviluppo e di maturazione tecnologica tendente a renderne i costi comparabili con quelle da fonti tradizionali.

1.4 Una nuova strategia architettonica

Nel corso degli ultimi anni si è assistito a un progressivo diffondersi del ricorso agli impianti fotovoltaici integrati nell'edilizia, il quale ha fatto registrare un sensibile incremento nel mercato mondiale e un conseguente incremento delle forme di energia pulita all'interno delle nostre città. Abbiamo visto modificarsi i tetti dei palazzi, e dove prima c'era un manto rossastro di coppi, improvvisamente è comparsa una distesa bluastro dall'impatto altamente tecnologico. A volte l'inserimento ci è parso armonioso, o addirittura migliorativo dell'estetica della costruzione, a volte invece non ha portato gli esiti visivi e percettivi sperati. Le ragioni che spiegano questo enorme interesse per il settore variano da paese a paese e riguardano questioni ambientali, tecnologiche, architettoniche e sociali. Affrontare i prossimi anni in maniera responsabile vorrà dire coinvolgere i prodotti dell'architettura e registrare un sensibile incremento nel mercato i parametri della progettualità in una nuova etica del progetto, in cui la sopravvivenza dell'ambiente e dell'uomo siano un'unica e inderogabile esigenza. E' impossibile pensare ad un risparmio energetico scisso da tutti quei fattori che rendono l'architettura e l'agire umano strettamente collegati all'ambiente e alle sue forme rinnovabili. Sicuramente l'architettura non potrà essere da sola il soggetto propugnatore di un cambiamento ecologico dei comportamenti umani ma potrebbe contribuire notevolmente alla rifondazione ideologica del concetto di vivibilità e alla generazione di una nuova spazialità più strettamente legata all'ambiente.

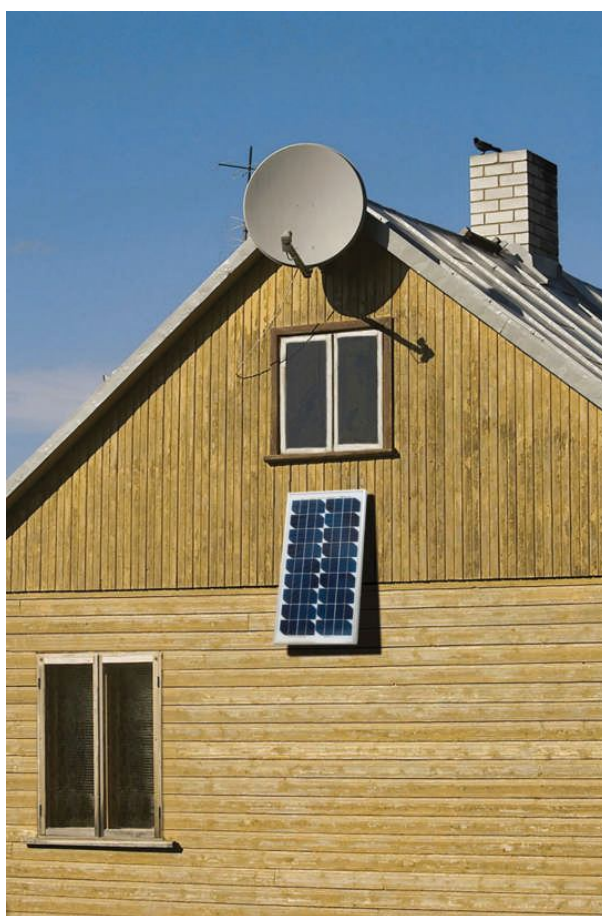


1.5 Nuova alleanza uomo-natura

È ormai diffusa la conoscenza di come all'emergere di ogni nuova crisi petrolifera e al corrispettivo aumento dei prezzi sia conseguente la "riscoperta" di nuove forme di energia o almeno di quelle che in termini di costi possono competere con il fossile, ma è anche vero che una coscienza ecologica più consapevole, in questi ultimi anni, ha saputo riflettere in maniera più efficace, non solo riferendosi a questioni economiche di libero mercato, su una nuova alleanza uomo-natura. Si possono citare gli innumerevoli convegni internazionali incentrati su queste tematiche, i molteplici impegni assunti dalla maggioranza dei governi, i protocolli di intesa che hanno aperto non solo il dibattito, ma coinvolto le coscienze di una nuova generazione sui danni irreversibili che una cultura del disimpegno ambientale ha prodotto negli ultimi decenni. Attuare una sinergia fra linguaggio, innovazione tecnologica, natura ed ecologia del costruito significa attivare nuovi processi al fine di relazionare più strettamente il sistema architettonico all'ambiente. Ormai sono a disposizione dei progettisti e degli appassionati del settore, innumerevoli realizzazioni che portano la firma dei più rappresentativi architetti, le quali dimostrano la possibilità di intraprendere nuovi percorsi nell'architettura, mettendo la tecnologia al servizio di un'integrazione controllata con l'ambiente.

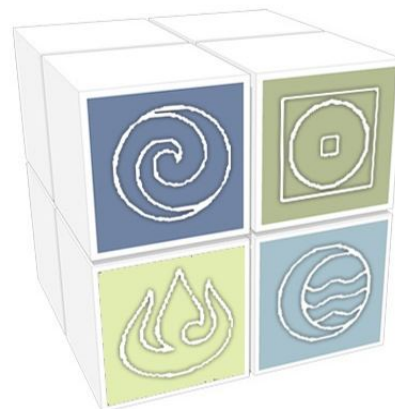
La necessità che l'architettura si incontri e si confronti con l'ambiente, per quanto già acquisita nella progettazione come impegno culturale e ideologico, conduce anche ad amalgamare l'innovazione tecnologica alla naturalità, avendo come sfida principale la vivibilità umana odierna e futura, attraverso l'abbassamento del degrado ambientale, e nelle migliori delle ipotesi il recupero di situazioni compromesse.

Tutto ciò non può prescindere dall'uso di tecnologie energetiche che siano sostitutive, o quanto meno integrative, di quelle a forte impatto ambientale. La più vicina e adeguata all'architettura è quella fotovoltaica, la quale può essere intesa come una nuova pelle energetica dell'edificio oppure un elemento compositivo innovativo, capace, sotto l'abile guida di progettisti attenti al tema, di rinnovare l'immagine di edifici non più rispondenti ai requisiti tecnologici moderni.



2 LE FONTI DI ENERGIA RINNOVABILI

In prima istanza bisogna precisare cosa si intenda per fonti rinnovabili, ovvero possono considerarsi **Rinnovabili** tutte quelle **fonti di energia il cui sfruttamento avviene in un tempo paragonabile a quello necessario per la sua rigenerazione** o che, alternativamente, siano virtualmente inesauribili (es. sole, vento,...). A differenza dei combustibili fossili, che sono destinati all'esaurimento in tempi finiti, le fonti rinnovabili possono essere considerate inesauribili perché sempre disponibili e sfruttabili mediante opportune tecnologie. Da queste considerazioni discende che le principali fonti di energia rinnovabile sono ricavabili da elementi quali:



ARIA ACQUA TERRA SOLE

I quali convogliati in specifici sistemi tecnologici danno origine a:

- Energia Idroelettrica
- Energia Eolica
- Energia geotermica
- Energia delle maree
- Energia Solare

L'utilizzo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia costituisce un'importante risorsa sotto diversi aspetti che riguardano sia la produzione pulita di energia elettrica, sia la salvaguardia dell'ambiente, nonché una serie di positive ricadute socioeconomiche che questi suoi aspetti sono in grado di produrre.

A livello energetico i benefici riscontrabili sono:

- riduzione della dipendenza da fonti energetiche fossili
- ampliamento del mix energetico

A livello ambientale i benefici riscontrabili sono:

- riduzione delle emissioni che alterano il clima (i cosiddetti "gas serra")
- ricadute positive a livello della salubrità locale
- sostenibilità ambientale e salvaguardia dei diversi ecosistemi

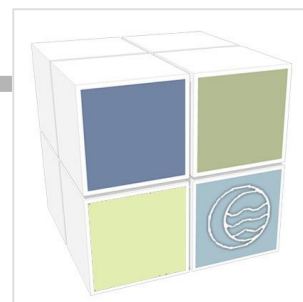
A livello socio-economico i benefici riscontrabili sono:

- riduzione della dipendenza dalle forniture energetiche estere dato che l'Italia dipende dall'estero per la stragrande maggioranza dei combustibili fossili
- riduzione delle oscillazioni dei prezzi dei combustibili perché una energia sempre disponibile non è controllabile dalle logiche di mercato
- creazione di nuovi posti occupazionali

Verranno di seguito analizzate puntualmente, sebbene in maniera sintetica, le fonti rinnovabili disponibili sul mercato e già sfruttate da opportune tecnologie, limitando poi la trattazione specifica a quelle per le quali esiste, nel territorio del GAL Giarolo, un potenziale interessante, e per le quali lo stato dell'arte tecnologico e le relative prospettive risultano attraenti per il breve-medio e lungo periodo in relazione al patrimonio edilizio esistente nei territori oggetto di intervento.

2.1 ENERGIA IDROELETTRICA

ACQUA

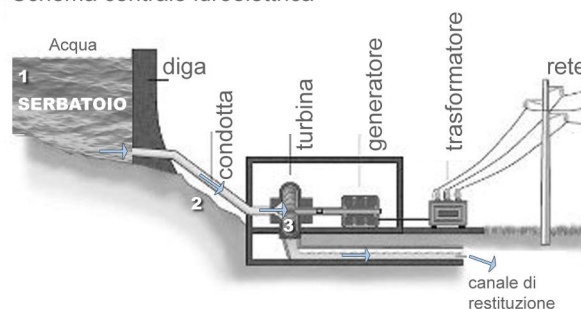


DEFINIZIONE

Per centrale idroelettrica si intende una serie di opere di ingegneria idraulica posizionate in una determinata successione, accoppiate ad una serie di macchinari idonei allo scopo di ottenere la produzione di energia elettrica da masse di acqua in movimento. L'energia prodotta dalle centrali idroelettriche è da classificarsi a tutti gli effetti come energia rinnovabile in quanto, almeno in teoria, l'acqua può essere riutilizzata infinite volte per lo stesso scopo senza subire un processo di depurazione. L'energia idroelettrica è storicamente una fra le prime fonti rinnovabili ad essere utilizzata su larga scala e rappresenta ad oggi quasi il 20% della produzione mondiale di elettricità. Si ottiene sfruttando la caduta dell'acqua presente all'interno di un bacino ad una determinata quota che, per gravità, trasforma la sua energia potenziale in energia cinetica azionando una turbina posta a valle. Quindi una centrale idroelettrica è costituita schematicamente da tre elementi principali:

1. Un **sistema di captazione ed accumulo** dell'acqua ad una quota elevata;
2. **Condotte e canali di adduzione** per il trasporto dell'acqua dal sistema di captazione alla turbina;
3. Una **turbina** che, azionata dall'acqua in movimento, trasforma l'energia idraulica in energia meccanica e poi in energia elettrica.

Schema centrale idroelettrica



TIPOLOGIE DI IMPIANTO

In funzione delle diverse tipologie di impianto si può fare un'ulteriore classificazione degli stessi:

- Ad **acqua fluente**: impianti installati in prossimità dei corsi d'acqua di una certa rilevanza e non stagionali con il vantaggio di non necessitare di bacini d'accumulo e di funzionare in maniera continuativa. La produzione di energia è in funzione della portata del corso d'acqua. L'acqua utilizzata per produrre l'energia viene restituita, a valle della turbina, al suo alveo naturale attraverso un canale di restituzione. È di fondamentale importanza conoscere approfonditamente le peculiarità del corso d'acqua, al fine di dimensionare al meglio l'impianto per ottimizzarne la produzione e garantire un deflusso minimo vitale, necessario per salvaguardare gli ecosistemi legati al corso d'acqua stesso.
- A **bacino**: le centrali a bacino, ovvero la maggior parte delle centrali esistenti, sono caratterizzate da un serbatoio idrico naturale o più sovente un bacino con sbarramento artificiale (diga). Tra il bacino a monte e la turbina deve essere presente un salto altimetrico funzione delle specifiche caratteristiche della potenza e del sito. Tali centrali possono essere messe in esercizio o arrestate attraverso dei sistemi di paratoie mobili.
- Ad **accumulo con sistemi di pompaggio**: analoghe a quelle a bacino con la differenza che il bacino funge da serbatoio in quota che viene ricaricato d'acqua non da monte ma mediante il sollevamento elettromeccanico dell'acqua a valle. Semplificando lo schema si tratta di un impianto con due serbatoi collocati a quote differenti, collegati tra loro da una condotta, a valle della quale si trova la turbina. Nei momenti in cui la richiesta elettrica è elevata o massima (carichi di punta) l'acqua nel serbatoio superiore viene rilasciata a valle per produrre l'energia elettrica richiesta; nei periodi di minor richiesta (notte) l'acqua, dal serbatoio a valle, viene ripompata al serbatoio superiore per essere riutilizzata nel momento di carichi elevati.
- Entro i **condotti di adduzione dell'acqua potabile**: alcune tipologie di turbina possono anche essere inserite entro i condotti principali di adduzione dell'acqua potabile per produrre energia elettrica. Questa soluzione consente un minore impatto sull'ambiente, sia a livello visivo (assenza di particolari opere civili) che in termini di salvaguardia degli ecosistemi collegati a bacini naturali e corsi d'acqua.

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLA POTENZA

La **potenza** di un impianto idroelettrico dipende da: il **salto**, o prevalenza, ovvero dislivello esistente fra la quota a cui è disponibile la risorsa idrica da sfruttare e il livello a cui la stessa viene restituita dopo il passaggio attraverso l'impianto e la **portata**, ovvero la massa d'acqua che fluisce attraverso l'impianto nell'unità di tempo.

In base alla POTENZA, si distinguono:		In base alla CADUTA, si distinguono:		In base alla PORTATA, si distinguono:	
Nomenclatura	Potenza	Nomenclatura	Altezza caduta	Nomenclatura	Portata
Microimpianti	$P < 100 \text{ KW}$	Bassa caduta	$h < 50\text{m}$	Piccola portata	$Q < 10 \text{ m}^3/\text{s}$
Mini impianti	$100 \text{ KW} < P < 1 \text{ MW}$	Media caduta	$50 \text{ m} < h < 250\text{m}$	Media portata	$10 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 100\text{m}^3/\text{s}$
Piccoli impianti	$1 \text{ MW} < P < 10 \text{ MW}$	Alta caduta	$250 \text{ m} < h < 1000\text{m}$	Grande portata	$100 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 1000\text{m}^3/\text{s}$
Grandi impianti	$P > 10 \text{ MW}$	Altissima caduta	$h > 1000\text{m}$	Altissima portata	$Q > 1000 \text{ m}^3/\text{s}$

IMPIANTI MINI-IDRO

Le maggiori possibilità di nuove installazioni idroelettriche sono attualmente su piccola scala, attraverso il ricorso a impianti classificabili come mini-idro, cioè con taglia inferiore a 10 MW. Il mini-idro è considerato uno dei settori dove è possibile operare maggiori sviluppi in quanto garantiscono:

- **Copertura della domanda elettrica nazionale.** Pur essendo di limitata potenza unitaria, possono diventare complessivamente molto numerosi, e quindi apportare un contributo non trascurabile;
- **Salvaguardia dell'ambiente.** Gli impianti idroelettrici di piccola taglia sono caratterizzati da modalità costruttive e organizzative di scarso impatto sul territorio; inoltre possono essere gestiti, almeno per l'ordinario funzionamento, anche da piccole comunità ed anche integrati in un uso plurimo ed equilibrato della risorsa acqua;
- **Tutela del territorio:** la presenza di piccoli impianti sul territorio induce all'osservazione e manutenzione del territorio;
- **Tecnologia:** nel caso delle taglie "micro" le tecnologie sono più innovative e stanno mostrando ampi margini di sviluppo;
- **Costi di installazione e tempi di ritorno di investimento competitivi** rispetto ad altre fonti di energia rinnovabili, grazie anche alle forme di incentivazione.

CARATTERISTICHE

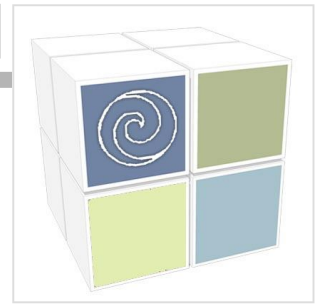
In Italia i grandi impianti hanno già sfruttato gran parte delle potenzialità presenti nel nostro paese. Il mini ed il micro-idroelettrico hanno ancora un'interessante potenzialità di sviluppo. Pur essendo di limitata potenza unitaria, possono diventare sistemi di produzione decentrata che consentono di contribuire alla copertura della domanda elettrica su scala locale. I costi sono variabili in funzione dei siti e delle dimensioni dell'impianto in quanto risultano dipendenti dall'entità delle opere civili necessarie. Le centrali idroelettriche hanno la particolarità di poter essere attivate e disattivate in pochi minuti con l'immediata apertura delle saracinesche idrauliche, dando quindi la possibilità di coprire facilmente gli improvvisi picchi di richiesta che si possono verificare.

SVANTAGGI

Un problema connesso alle centrali idroelettriche è il progressivo interramento in cui vanno incontro i bacini di accumulo, che devono essere periodicamente dragati. Problemi ambientali possono essere costituiti dal fatto che gli sbarramenti bloccano il trasporto solido dei fiumi alterando l'equilibrio tra l'apporto solido e l'attività erosiva nel corso d'acqua a valle fino al mare dove, si assiste al fenomeno dell'erosione delle coste. Grandi bacini idroelettrici possono in alcuni casi avere impatti ambientali e socio-economici di diversa entità o gravità sulle zone circostanti e lo studio di fattibilità deve essere particolarmente accurato soprattutto per quanto concerne l'analisi puntuale della geologia dei versanti non tralasciando alcun particolare.

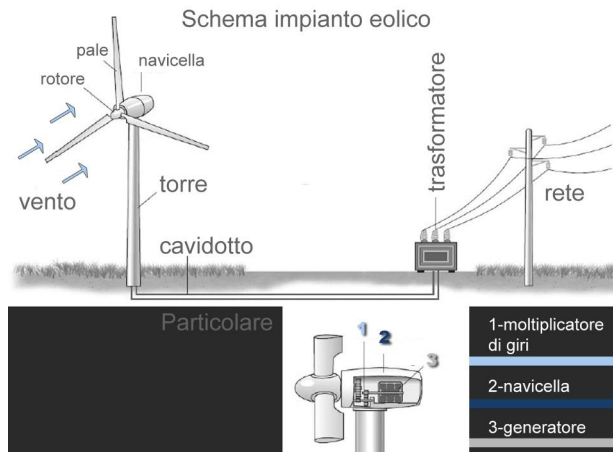
2.2 ENERGIA EOLICA

ARIA



DEFINIZIONE

L'energia eolica è il prodotto della conversione dell'energia cinetica del vento in altre forme di energia (elettrica o meccanica). Oggi viene per lo più convertita in energia elettrica tramite una centrale eolica, mentre in passato l'energia del vento veniva utilizzata immediatamente sul posto come energia motrice per applicazioni industriali e pre-industriali (mulini a vento). Di fatto è stata la prima forma di energia rinnovabile scoperta dall'uomo dopo il fuoco. Gli impianti eolici che sempre più di frequente vediamo nelle nostre campagne, comparsi per la prima volta a metà degli anni '80, sfruttano l'energia del vento per produrre energia meccanica o energia elettrica. Le pale delle macchine eoliche vengono messe in rotazione dal movimento dell'aria. L'energia così ottenuta può azionare generatori elettrici (aerogeneratori) o macchine operatrici come ad es. le pompe (aeromotori). L'energia prodotta da un aerogeneratore dipende dalla velocità del vento e dall'area "spazzata" dalle pale, ecco perché si tende a costruire rotori di dimensioni sempre maggiori. La tecnologia odierna non consente di costruire rotori con diametri superiori a 100 metri e altezze di torre maggiori di 180 metri; le dimensioni maggiori sono tra l'altro quelle delle macchine off-shore mentre le più grandi macchine on-shore hanno diametri di rotore di circa 100 metri e altezze di torre di circa 130 metri. Le pale della macchina sono fissate su un mozzo che si posiziona controvento. Il mozzo, a sua volta, è collegato a un albero sul quale sono collegati un freno e il generatore elettrico da cui si dipartono i cavi elettrici diretti alle utenze da alimentare o alla rete. Questi elementi sono un supporto-cuscinetto che le consente di ruotare e posizionarsi in base alla direzione del vento. La navicella viene completata da un sistema di controllo di potenza, che interrompe il funzionamento della macchina in caso di vento eccessivo (cut off). L'intera navicella è poi posizionata su di una torre di altezza variabile che può essere a traliccio o tubolare.



TIPOLOGIE DI IMPIANTO

Aerogeneratori ad asse orizzontale: Gli aerogeneratori tradizionali hanno l'asse di rotazione orizzontale. Questa caratteristica è il limite principale alla realizzazione di macchine con dimensioni molto maggiori di quelle attualmente prodotte; infatti la crescita dell'altezza e l'aumento del diametro del rotore che ne deriva, è la maggiore causa delle complicazioni statiche dell'installazione che impone fondazioni complesse e sistemi di sicurezza più sofisticati e costosi.

Aerogeneratori ad asse verticale: Un generatore eolico ad asse verticale è una macchina eolica caratterizzata da una più elevata resistenza alle forti raffiche di vento (per la ridotta quantità di parti mobili nella sua struttura), ha inoltre il vantaggio di sfruttare qualsiasi direzione del vento senza doversi orientare. Le macchine eoliche ad asse verticale sono state progettate e realizzate già nei primi decenni del '900; la loro minore efficienza rispetto a quelle ad asse orizzontale ne ha, tuttavia, limitato l'impiego, nonostante sia in atto una loro rivalutazione attraverso studi e ricerche che hanno portato alla realizzazione di diversi prototipi per i quali si è riusciti ad ottenere un funzionamento, in ore all'anno, maggiore rispetto a quelle ad asse orizzontale, con un rendimento complessivo maggiore.

SITI DI INSTALLAZIONE

Prerequisito indispensabile all'installazione dei generatori eolici, è la presenza continua e regolare del vento, che ne determina anche la produttività. Perché ci sia una proficua produzione energetica la velocità del vento può oscillare tra un minimo di 3-5 m/s (cut in) e 20-25 m/s (cut off). Al di sopra della velocità massima indicata, l'aerogeneratore viene bloccato dal sistema rotture meccaniche. I rendimenti massimi si ottengono generalmente per velocità del vento di circa 12-14 m/s. Prima di installare un aerogeneratore occorre quindi studiare la località compiendo rilevazioni anemometriche per un periodo adeguato, in modo da avere un quadro esaustivo e puntuale sulle caratteristiche del vento nella località individuata: frequenza, intensità, direzione e ogni altro dato saliente utile ad una corretta valutazione.

MINI E MICRO-EOLICO

Anche nel settore eolico, a fronte della ricerca tecnologica e dell'installazione di grossi impianti di potenza, si diffonde sempre più capillarmente anche nel nostro paese, in virtù dei recenti incentivi nazionali, la generazione distribuita: esiste infatti sul mercato un sempre maggior numero di produttori che propone il micro eolico, con generatori fino a 3 kW (un rotore della potenza di 500 W ha un diametro di poco più di 1 metro) e il mini eolico con generatori fino a 30 kW (torre sui 20 metri e pale da 10 metri di diametro); si tratta di piccole macchine in grado di coprire i fabbisogni elettrici di piccole utenze (aziende agricole, insediamenti turistici, strutture ricettive, imprese artigianali, utenze domestiche, ecc.) con potenze, dimensioni costi ed impatti più ridotti.

0	3KW	30KW
MICROEOLICO	MINIEOLICO	EOLICO INDUSTRIALE

Il punto di forza del piccolo eolico è proprio quello di sfruttare quell'energia che altrimenti andrebbe sprecata: in questo senso vanno rivalutate e valorizzate anche le turbine ad asse verticale che permettono di essere installate in zone anche con ventosità ridotte o con problemi di turbolenza, spesso caratteristiche dei contesti urbani. Gli aerogeneratori possono essere collegati alla rete (grid-connected) o direttamente alle utenze isolate (stand alone) nel caso in cui risultasse antieconomico creare una rete elettrica dedicata di raccordo con quella principale; in quest'ultimo caso l'energia prodotta e non consumata viene immagazzinata in un sistema di accumulo o batteria. Le macchine eoliche allacciate alla rete di bassa tensione possono invece integrare l'energia prodotta con l'energia della rete elettrica oppure vendere alla rete l'energia prodotta. Gli impianti per autoconsumo possono risultare economicamente convenienti per alimentare utenze isolate in zone ventose. Gli impianti molto più grandi riescono a sfruttare economie di scala e incentivi alla produzione di energia elettrica che ne fanno la tecnologia più competitiva rispetto alle fonti tradizionali. La Sardegna è tra le regioni maggiormente dotate di potenzialità nel settore eolico, come evidenziato dalle diverse campagne anemometriche, dagli atlanti del vento e dal sempre crescente numero di progetti approvati. È comunque auspicabile che oltre ad i grossi impianti di potenza vengano proposti numerosi progetti atti a favorire la diffusione di mini e microeolico.

COSTI E BENEFICI

I costi di installazione di un aerogeneratore sono in funzione delle sue dimensioni e variano significativamente da paese a paese e da impianto a impianto. La concorrenza presente sul mercato e la ricerca tecnologica sui materiali tuttavia favoriscono un continuo ribasso dei prezzi. Oggi, il costo di un kWh di energia elettrica prodotto da eolico è ben 5 volte inferiore rispetto a quello prodotto dalle prime centrali negli anni '80. È quindi probabile che nel prossimo futuro tenda ulteriormente a diminuire. I costi di gestione e manutenzione crescono con il tempo dal 2% dell'investimento per i primi 10 anni al 3% per i successivi 10. La produzione di energia elettrica attraverso i generatori eolici consente di evitare l'utilizzo di qualsiasi combustibile fossile azzerando le emissioni in atmosfera di gas a effetto serra e di altri inquinanti. L'energia impiegata durante la vita utile di un impianto viene recuperata in pochi anni di funzionamento. Il micro-eolico, a differenza dell'eolico tradizionale che può avere un forte impatto visivo, ha dimensioni contenute e non interferisce col paesaggio. E' tuttavia opportuno procedere con una valutazione progettuale che tenga presente le caratteristiche del sito di installazione.

LE MODALITÀ DI CONNESSIONE

1. Scambio sul posto

Il minieolico fino a 20 kW può beneficiare del regime di scambio sul posto tra l'energia prodotta dall'impianto e quella consumata attraverso la rete elettrica. Con lo scambio sul posto l'utente non è vincolato ad utilizzare l'energia nel momento in cui viene prodotta grazie alla connessione con la rete elettrica a bassa tensione che funge da sistema di accumulo: l'energia prodotta in eccesso rispetto al proprio fabbisogno elettrico viene immessa in rete, mentre nelle ore di mancata produzione dell'impianto, per avverse condizioni, essa viene prelevata dalla rete.

2. Vendita diretta

Nel caso di impianti di grandi dimensioni o di microeolico in cui il consumo è molto inferiore alla produzione, si può operare in regime di vendita diretta al distributore locale di energia, l'energia prodotta viene pagata secondo le tariffe di mercato.

CARATTERISTICHE

Il vento è una fonte di energia rinnovabile e sostenibile, a basso impatto ambientale rispetto ad altre fonti energetiche. Alcune caratteristiche intrinseche alla tecnologia ne evidenziano i vantaggi:

- Non viene prodotto il gas serra CO₂, se non in quantità minime in rapporto alla costruzione dell'impianto.
- Non si verifica una variabilità dei costi dovuta ad aumenti del prezzo del combustibile.
- Una volta determinato il costo di costruzione dell'impianto risulta fattibile determinare i tempi di ammortamento.
- I costi di mantenimento e smantellamento sono relativamente bassi, molti componenti sono riciclabili e riutilizzabili.

SVANTAGGI

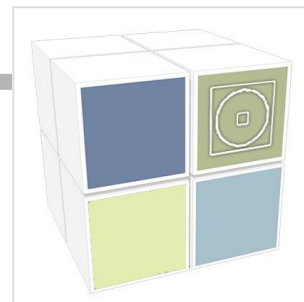
Sempre per motivazioni intrinseche alla tecnologia eolica e per motivi di sicurezza ed efficienza, i generatori eolici possono operare solo in particolari condizioni di vento. L'energia eolica viene prodotta a intermittenza e perciò non è programmabile. Tale situazione fa sì che il settore eolico non possa sostituire completamente fonti tradizionali quali i combustibili fossili o l'energia idroelettrica, per i quali la potenza erogata è costante o direttamente controllabile in base alle esigenze. Inoltre:

- I luoghi più ventosi e quindi più adatti alle installazioni sono le cime, i crinali di colline e montagne o le coste. Gli impianti moderni, sebbene siano anche esteticamente apprezzabili, per le loro grandi dimensioni risultano visibili da grande distanza e possono causare un turbamento del paesaggio.
- Esiste il rischio di mortalità da impatto per gli uccelli migratori, in particolare per gli impianti più grandi.
- Il rumore di una turbina eolica, dovuto essenzialmente al vento incidente sulle pale, secondo alcuni studi favorirebbe, nei residenti di abitazioni nelle immediate vicinanze, la cosiddetta "sindrome da pala eolica", un insieme di disturbi a sfondo neurologico.



2.3 ENERGIA GEOTERMICA

TERRA



DEFINIZIONE

Con il termine geotermia si identifica sia quell'energia conservata negli strati più profondi del sottosuolo in forma di magma e vapore/acqua ad alta pressione, sia le proprietà di accumulo e inerzia termica del terreno. Esistono siti particolari dove si sono venuti a creare punti di debolezza della crosta terrestre e acqua e vapore ad alta pressione, riscaldati dagli strati profondi del terreno, risalgono in canali naturali con potenze tali da riuscire ad azionare turbine in grado di generare elettricità. Questi siti, non sono particolarmente diffusi e lo sfruttamento di questi geyser comporta non poche difficoltà tecniche dovute, in particolar modo, all'alto contenuto di zolfo che rende il vapore piuttosto corrosivo e di odore particolarmente sgradevole.

STORIA

La prima utilizzazione dell'energia geotermica per produrre energia elettrica avvenne il 4 luglio 1904 in Italia per merito del principe Piero Ginori Conti che sperimentò il primo generatore geotermico a Larderello in Toscana. L'energia geotermica costituisce oggi meno dell'1% della produzione mondiale di energia. Tuttavia, con il solo geotermico, secondo lo studio del MIT, si potrebbe soddisfare il fabbisogno energetico planetario con sola energia pulita per i prossimi 4000 anni rendendo quindi inutile qualsiasi altra fonte non rinnovabile attualmente utilizzata.

CARATTERISTICHE

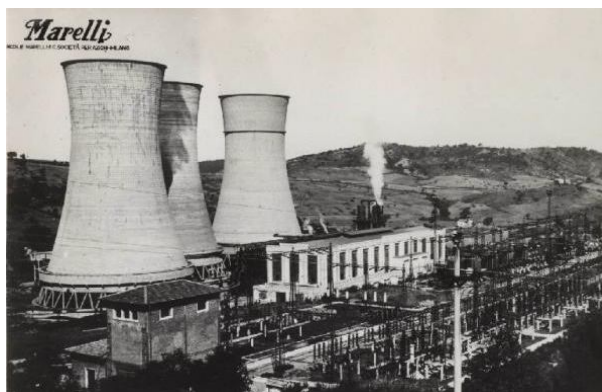
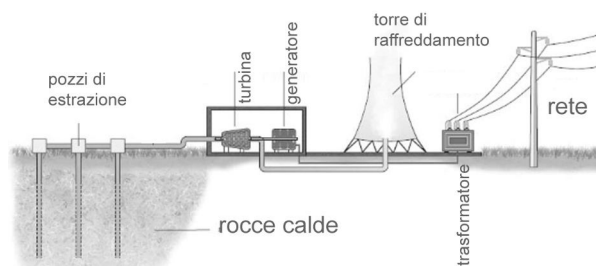
Dal punto di vista della generazione di energia elettrica, la geotermia consente di trarre dalle forze naturali una grande quantità di energia rinnovabile e pulita. Queste centrali inoltre non comportano un danno all'ambiente, poiché considerate non inquinanti. Un ulteriore vantaggio è il possibile riciclaggio degli scarti, favorendo il risparmio. Naturalmente la trivellazione rappresenta una buona parte del costo di realizzazione.

SVANTAGGI

La fonte geotermica riceve in particolar modo due critiche:

- Dalle centrali geotermiche fuoriesce insieme al vapore anche il tipico odore sgradevole causato dall'idrogeno solforato. Un problema particolarmente avverso alla popolazione residente nei pressi di una centrale geotermica. Il problema è risolvibile mediante l'installazione di particolari impianti di abbattimento.
- L'impatto esteriore delle centrali può recare alcuni problemi paesaggistici. La centrale si presenta, infatti, come un groviglio di tubature anti-estetiche. Il problema paesaggistico può essere risolto unendo l'approccio funzionale dei progetti ingegneristici con quello di un'architettura rispettosa del paesaggio e del comune senso estetico.

Schema centrale geotermica



LE CENTRALI GEOTERMICHE

Per lo sfruttamento del calore geotermico esistono al mondo ormai da diverso tempo le centrali geotermiche. Il flusso di vapore proveniente dal sottosuolo, liberamente oppure canalizzato tramite perforazione geologica in profondità, produce una forza tale da far muovere una turbina; l'energia meccanica della turbina viene infine trasformata in elettricità tramite un alternatore. I sistemi geotermici possono essere a vapore dominante, quando l'alta temperatura determina la formazione di accumuli di vapore, o ad acqua dominante, se l'acqua rimane allo stato liquido. Nel primo caso l'energia geotermica può essere utilizzata per produrre energia elettrica, inviando il vapore, attraverso dei vaprodotti, a una turbina collegata a un generatore di corrente. Se il fluido non raggiunge una temperatura sufficientemente elevata, l'acqua calda potrà essere utilizzata per la produzione di calore per esempio in impianti di teleriscaldamento.



LA GEOTERMIA A BASSA ENTALPIA

La geotermia a bassa entalpia sfrutta il sottosuolo come serbatoio di calore. Nei mesi invernali il calore viene trasferito in superficie, viceversa in estate il calore in eccesso, presente negli edifici, viene dato al terreno. Questa operazione è resa possibile dalle pompe di calore, motori che tutti noi conosciamo nella forma più diffusa rappresentata dai frigoriferi. Impianti di questo tipo non necessitano di condizioni ambientali particolari, infatti non sfruttano né le sorgenti naturali d'acqua calda, né le zone in cui il terreno ha temperature più alte della media a causa di un gradiente geotermico più elevato. Quello che questa tecnologia sfrutta è la temperatura costante che il terreno ha lungo tutto il corso dell'anno. Normalmente, già ad un metro di profondità, si riescono ad avere circa 10-15 °C. A questo punto si utilizza la pompa di calore che sfrutta la differenza di calore fra il terreno e l'esterno per assorbire calore dal terreno e renderlo disponibile per gli usi umani. Più questa differenza è alta migliore è il rendimento. Per rendere l'impianto ambientalmente più compatibile ed energeticamente autosufficiente, si può abbinare ad un impianto fotovoltaico che produrrà l'energia necessaria per alimentare la pompa di calore. Lo stesso impianto può essere utilizzato per raffrescare gli edifici, facendo funzionare la pompa di calore al contrario, quindi assorbendo il calore dalla superficie e trasferendolo al sottosuolo. L'alternanza del funzionamento estate/inverno permette di non raffreddare sensibilmente la zolla di terreno in cui sono situate le sonde. Uno dei primi impianti costruiti in Italia, che integra il geotermico con il fotovoltaico e il solare termico è stato realizzato a Porretta Terme, un piccolo Comune della Provincia di Bologna.

SONDE GEOTERMICHE

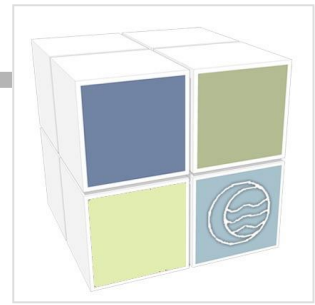
Per trasferire il calore dal terreno si utilizzano delle sonde geotermiche: tubi ad U costituiti da materiali con alta trasmittanza termica nei quali passa un liquido che assorbe il calore e lo porta in superficie o nel sottosuolo. Le sonde possono essere di due tipi:

- verticali
- orizzontali

Nel primo caso la sonda scende nel terreno andando verso temperature più elevate e necessitando di macchinari particolari per il carotaggio del terreno; nel secondo caso è necessario un terreno sufficientemente pianeggiante nel quale i tubi vengono posati a seguito di un semplice scavo ad una profondità non elevata ma anche sul fondo di un lago artificiale o naturale sfruttando, in questo caso il calore dell'acqua.

2.4 ENERGIA DELLE MAREE

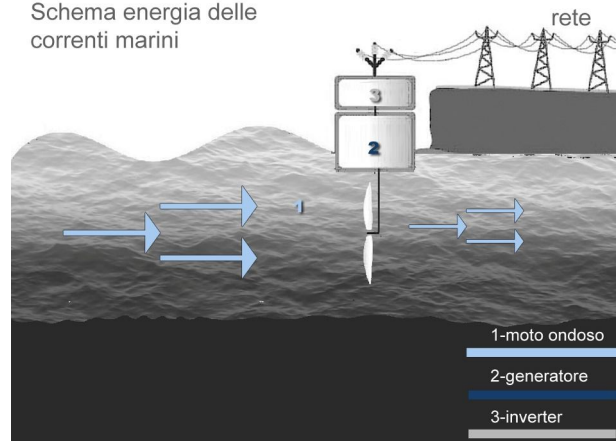
ACQUA



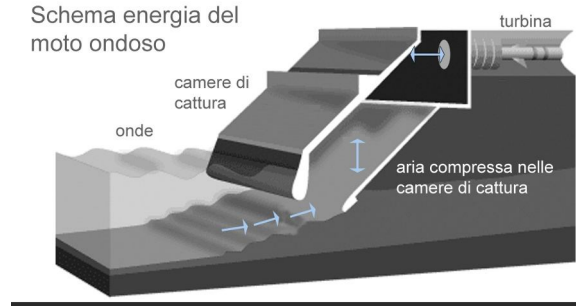
DEFINIZIONE

Con energia marina, energia oceanica o energia pelagica si intende l'energia racchiusa in varie forme nei mari e negli oceani. L'acqua, in particolare quella del mare, racchiude una energia notevole che, finora, non è stata ancora sfruttata in larga scala per la produzione di energia elettrica. Esistono tuttavia numerose realizzazioni: dai sistemi che sfruttano l'andamento alternante delle onde per azionare turbine in grado di generare elettricità a quelli che sfruttano la forza d'impatto dei flutti per muovere meccanismi a pistoni, sempre con lo scopo di trasmettere il movimento ad un alternatore capace di generare elettricità. In Francia è attiva una centrale che sfrutta la grande escursione della marea per azionare delle turbine sia durante la salita della marea che durante la fase di discesa. Esistono apposite turbine sommerse costituite da un rotore ad asse verticale che producono energia meccanica, poi trasformata in energia elettrica, attraverso lo sfruttamento delle correnti marine. La tecnologia di sfruttamento è tale che è possibile sviluppare una potenza di 4kW sfruttando una superficie di un solo metro quadrato di una corrente con velocità media di 3 metri al secondo .E' una potenza specifica considerevole a tal punto che l'Unione Europea ha di recente concluso uno studio che identifica circa 100 siti suscettibili di essere utilizzati per la produzione di energia elettrica dalle correnti marine. Esistono, infine, sistemi che sfruttano la differenza di temperatura tra i diversi strati del mare: l'energia solare assorbita dalla superficie del mare riscalda le acque superficiali che possono raggiungere i 25-28 gradi, mentre quelle situate, per esempio, ad una profondità di 600 metri non superano i 6-7 gradi. Posizionando opportuni scambiatori di calore tra la superficie e il fondo marino è possibile organizzare dei cicli termodinamici di potenza utilizzando fluidi di lavoro come l'ammoniaca o il fluoro che vaporizzano e condensano a questi livelli di temperatura. Il vapore generato muove una turbina collegata con un generatore di elettricità. All'uscita della turbina i vapori fluiscono in un condensatore dove, raffreddati dall'acqua aspirata dal fondo, tornano allo stato liquido. Una differenza di 20 gradi centigradi è già sufficiente per produrre in modo economicamente vantaggioso energia elettrica.

Schema energia delle correnti marine



Schema energia del moto ondoso



TECNOLOGIE NOTE

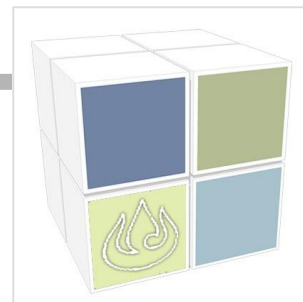
L'energia presente nei mari e negli oceani può essere estratta con diverse tecnologie: fluidodinamiche (correnti, onde, maree) e di gradiente (termico e salino). Ad oggi sono stati sperimentati molti sistemi di estrazione di questa energia ed alcuni sono già in uno stadio precommerciale:

- Energia delle correnti marine
- Energia a gradiente salino (osmotica)
- energia mareomotrice (o delle maree)
- energia del moto ondoso
- energia talassotermica (OTEC)

Diversi ricercatori indicano come l'energia oceanica possa provvedere ad una parte sostanziale della energia rinnovabile a livello globale.

2.5 ENERGIA SOLARE TERMICA

SOLE

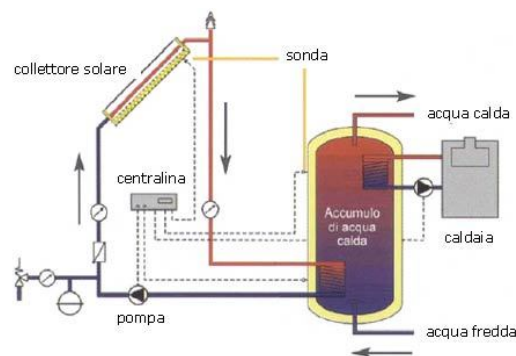


DEFINIZIONE

L'energia solare è la fonte primaria di energia sulla Terra che rende possibile la vita. L'energia solare è infatti quella normalmente utilizzata dagli organismi autotrofi, cioè quelli che eseguono la fotosintesi, detti anche "vegetali" (da cui derivano i combustibili fossili); gli altri organismi viventi sfruttano invece l'energia chimica ricavata dai vegetali o da altri organismi che a loro volta si nutrono di vegetali e quindi in ultima analisi sfruttano anch'essi l'energia solare, seppur indirettamente. Da essa derivano più o meno direttamente quasi tutte le altre fonti energetiche disponibili all'uomo quali i combustibili fossili, l'energia eolica, l'energia del moto ondoso, l'energia idroelettrica, l'energia da biomassa con le sole eccezioni dell'energia nucleare, dell'energia geotermica e dell'energia delle maree. Dal punto di vista energetico si tratta di un'energia alternativa ai classici combustibili fossili, rinnovabile e pulita. Può essere opportunamente sfruttata attraverso diverse tecnologie e a diversi fini anche se in diverse sue tecnologie di sfruttamento soffre di variabilità e intermittenza di produzione ovvero non piena programmabilità dovuta ai cicli giorno-notte e alla copertura nuvolosa.

Il solare termico è una tecnologia che permette la conversione diretta dell'energia solare in energia termica che può essere utilizzata proficuamente sia per la produzione di acqua calda sanitaria che per la climatizzazione degli ambienti confinati. Si possono individuare tre elementi principali che costituiscono un impianto solare termico:

- il collettore solare che rappresenta un particolare scambiatore di calore in grado di trasferire l'energia proveniente dal sole al liquido che circola al suo interno. Il fluido circolante al suo interno è generalmente acqua, miscele di acqua e sostanze antigelo, olio o aria. Non tutta la radiazione incidente sul pannello può essere raccolta, una parte viene persa, per creare collettori sempre più efficienti si interviene sulle superfici (scure e poco riflettenti) e sul gas all'interno (pannelli sottovuoto).
- il serbatoio: l'acqua via via scaldata confluisce in un serbatoio di accumulo, adeguatamente coibentato, in cui viene temporaneamente immagazzinata prima di essere utilizzata, la circolazione da e verso il serbatoio può essere naturale (serbatoio posizionato al di sopra del pannello) o forzata (tramite una pompa, in questo caso il serbatoio può essere posizionato in qualunque punto).
- il circuito dell'impianto: trasferisce il calore assorbito dal collettore solare all'utenza finale per gli usi preposti, solitamente sono presenti delle valvole che dirigono l'acqua prodotta o direttamente all'impianto idricosanitario (nei mesi estivi) o alla caldaia, se presente, per preriscaldare l'acqua nei mesi invernali.



IL RENDIMENTO DELL'IMPIANTO

Il collettore assorbe, nell'arco dell'anno, la radiazione solare massima se orientato a sud. L'angolo di inclinazione va invece scelto in funzione del tipo di necessità che si intende soddisfare e della località. Un importante elemento che migliora il rendimento globale dell'impianto solare termico è un serbatoio con adeguato spessore e qualità di isolamento che deve essere dimensionato in funzione delle reali esigenze di utilizzo dell'utenza. Per quanto riguarda i collettori sono disponibili, oltre ai classici cosiddetti "in aria", collettori sottovuoto ad alta efficienza in cui non essendo presente aria, ci sono meno dispersioni termiche, questo tipo di collettori, più costosi dei precedenti, sono consigliabili laddove vi siano basse temperature e/o si voglia utilizzare l'impianto anche per il riscaldamento dell'edificio, in tutti gli altri casi possono sorgere dei problemi dovuti alle alte temperature in periodo estivo che devono essere evitati con raffreddatori od ombreggiamenti sul pannello.

PRINCIPALI APPLICAZIONI DEL SOLARE TERMICO

Notoriamente i pannelli solari termici vengono utilizzati prevalentemente per la produzione di acqua calda per usi sanitari, riscaldamento e preriscaldamento di acqua di processo (fino a 60-70°C). Esistono anche pannelli solari, che utilizzano aria quale fluido termo vettore, il cui impiego è finalizzato al pre-riscaldamento ed alla ventilazione degli ambienti o all'essiccazione di prodotti agroalimentari. L'aria, una volta raggiunta la temperatura richiesta, è resa direttamente disponibile, non avendo liquidi in movimento, questi pannelli non presentano rischi di gelo o surriscaldamento; sono particolarmente affidabili ed hanno bassi costi di acquisto e manutenzione. Utilizzando i pannelli con collettori sottovuoto e apposite pompe di calore è possibile condizionare gli ambienti non solo riscaldando ma anche rinfrescando l'aria. Esistono infine tecnologie sottovuoto e a concentrazione per la fornitura di calore di processo a bassa e media temperatura (fino a 250°C), in queste ultime la radiazione "diretta" del sole viene concentrata tramite superfici specchiate verso i collettori in cui passa il fluido da riscaldare, questo può poi trasferire il suo elevato calore all'acqua con opportuni scambiatori o produrre vapore da utilizzarsi per generare energia elettrica.

DIMENSIONAMENTO E COSTI

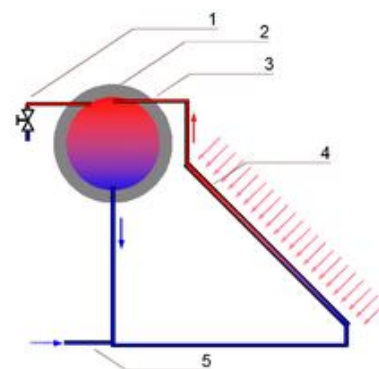
La produzione di acqua calda per usi sanitari con collettori solari sia piani che sottovuoto rappresenta ormai una tecnologia matura ed affidabile con una vita utile anche di oltre 20 anni, in grado di ottenere tempi di ritorno dell'investimento relativamente brevi (3-7 anni), funzionali alla tipologia di impianto, al grado di insolazione delle località e al rendimento dell'impianto. Un impianto a circolazione forzata tipo, dimensionato per soddisfare il 70% del fabbisogno di acqua calda sanitaria per una famiglia di 4 persone, richiede una superficie di collettori che oscilla, in base al rendimento dell'impianto, tra 3 e 5 mq, un volume di accumulo medio tra 200 e 400 lt ed un costo di impianto tra 2700 e 4500 €.

INCENTIVAZIONI

Per l'installazione dei pannelli solari sono previste agevolazioni sia come applicazione di una aliquota IVA ridotta al 10%, sia consistenti detrazioni IRPEF di tutte le spese ammissibili.

PANNELLO SOLARE TERMICO

Il **pannello solare termico** (detto anche **collettore solare**) è un dispositivo atto alla conversione della radiazione solare in energia termica e al suo trasferimento, per esempio, verso un accumulatore per un uso successivo. Non va confuso con il pannello solare fotovoltaico che serve per la produzione di corrente elettrica.



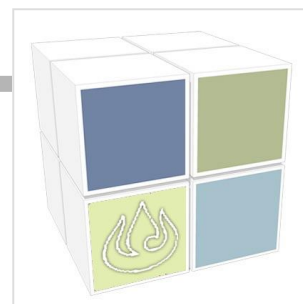
Schema di un pannello solare:

- 1) Valvola;
- 2) Serbatoio di accumulo;
- 3) Condotto di inserimento;
- 4) Pannello di assorbimento;
- 5) Condotto di inserimento dell'acqua fredda.

STORIA: L'ideazione di pannelli solari termici può risalire all'Impero romano che già conosceva un metodo per sfruttare l'irraggiamento solare per mezzo dell'effetto serra creato dai vetri con cui venivano chiuse le finestre delle case. Nel Cinquecento però Leonardo Da Vinci aveva ampliato lo studio di parabole per concentrare l'energia solare per applicarlo all'industria dell'epoca; nel Settecento, Lavoisier riuscì a fondere il platino, il cui punto di fusione è di 1780 °C, riscaldandolo tramite la concentrazione di raggi solari. Nel 1767 fu inventato un primo tipo di pannello solare da una pentola di legno foderata di sughero nero, utilizzata dagli americani per cucinare. Essa raggiungeva i 109 °C per mezzo di un sistema di tre strati nella parte alta della pentola. Nel 1830 in Inghilterra John Herschel perfezionò il sistema ideato da Horace-Bénédict de Saussure da cui nacque una tecnica di cottura chiamata oggi *solar cooking*. L'americano Clarence Kemp brevettò nel 1891 il primo pannello solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria; questo sistema ebbe un grande successo e si diffuse facilmente a seguito della crisi energetica del 1973. Dopo la Prima Guerra Mondiale, a partire dal 1920 negli USA si diffuse un sistema a circolazione naturale che forniva acqua calda durante il giorno. Nel 1935, sempre in America, fu costruito il primo edificio riscaldato tramite un impianto di pannelli solari termici.

2.6 ENERGIA SOLARE FOTOVOLTAICA

SOLE



DEFINIZIONE

I pannelli fotovoltaici sono in grado di trasformare la radiazione solare in energia elettrica. Ciò è reso possibile grazie all'impiego di particolari materiali semiconduttori (in prevalenza silicio) opportunamente trattati. I pannelli solari si suddividono in due categorie principali:

- silicio cristallino
- silicio amorfo (film sottile)

Il **silicio cristallino** si presenta come una superficie rigida, perfettamente piana, viene prodotto con tecnologie molto sofisticate, simili a quelle utilizzate per produrre i chip dei computer.

PRO

È attualmente quello più utilizzato in virtù del fatto che presenta rendimenti più elevati rispetto alle altre tecnologie (fino al 17%) con conseguente minor ingombro di superficie a parità di potenza installata.

CONTRO

Ha anche costi elevati legati alla complessità del processo produttivo. La produzione si suddivide in silicio monocristallino e policristallino: il primo ha rese migliori ma costi superiori, anche se le attuali politiche di mercato stanno sempre più riducendo queste differenze. L'elemento base del pannello è la cella fotovoltaica in grado di produrre una potenza di circa 1,5 Watt in condizioni standard. Un modulo fotovoltaico - tipo è generalmente costituito da 36 o 72 celle ed eroga, in condizioni standard, circa 50W (modulo a 36 celle).

Il **silicio amorfo** e i film sottili sono realizzati depositando materiale a comportamento fotovoltaico su superfici che possono essere piane, curve, irregolari o addirittura flessibili.

PRO

Viene sfruttata per applicazioni più particolari (es. tegole fotovoltaiche) o allorquando non vi sia una esposizione ottimale e si abbiano a disposizione ampie superfici. Ha pertanto una maggiore versatilità e permette soluzioni architettoniche più variegate.

CONTRO

Si tratta di una tecnologia a efficienza più bassa.

Nei primi bandi di incentivazione in conto energia queste tecnologie non erano contemplate fra quelle finanziabili e ciò ha determinato una loro minore diffusione, di contro però, presentando il vantaggio di una maggiore versatilità nell'integrazione architettonica (che consente di ottenere la maggior tariffa incentivante prevista dal nuovo conto energia), una discreta resa in presenza di luce diffusa e risentendo meno anche dell'effetto negativo della temperatura, attualmente stanno avendo una significativa diffusione.

La continua ricerca e lo sviluppo di nuovi materiali in questi ultimi anni ha evidenziato che i dispositivi fotovoltaici realizzati con un singolo materiale semiconduttore riescono a sfruttare solo una piccola parte dello spettro solare. La ricerca è quindi sempre più orientata verso la tecnologia delle celle multistrato (a doppia e tripla giunzione) in cui vengono sovrapposti più strati ciascuno dei quali ha risposte diverse allo incrementare i rendimenti dei moduli e risolvere il problema legato al sempre più problematico approvvigionamento del silicio.



L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Gli impianti fotovoltaici si distinguono in sistemi isolati (stand-alone) e sistemi collegati alla rete (grid connected). L'energia elettrica che viene prodotta dal generatore fotovoltaico è in corrente continua (CC), per poter essere utilizzata nelle abitazioni dai diversi dispositivi domestici deve essere convertita in corrente alternata (AC) tramite un dispositivo elettronico, detto inverter. Per gli impianti collegati in rete, la presenza dell'inverter è indispensabile, mentre potrebbe non esserlo per gli impianti stand-alone, nel caso in cui le apparecchiature alimentate funzionino in corrente continua. Mentre gli impianti isolati sono adatti a piccole realtà che non hanno a disposizione la rete elettrica (case di campagna, roulotte, ecc.), quelli connessi alla rete sono i più importanti dal punto di vista della diffusione e degli incentivi. Gli impianti di tipo domestico vengono solitamente installati sulle coperture, parallelamente alla falda o, ancora meglio, in sostituzione delle tegole. Al contrario, gli impianti più potenti sono solitamente posizionati a terra o sui tetti piani di grossi stabilimenti, su apposite strutture. Nel caso largamente più diffuso del fotovoltaico cristallino, si tratta di pannelli che presentano un notevole peso per la presenza delle protezioni trasparenti in vetro e delle cornici metalliche di protezione, di questo occorre tener conto in sede di dimensionamento delle strutture di supporto e di scelta del tipo di installazione (in particolare su edifici di costruzione non recente).

LA PRODUCIBILITÀ DEL FOTOVOLTAICO

Un campo fotovoltaico è costituito dall'insieme di più moduli fotovoltaici, opportunamente collegati in serie e in parallelo, al fine di ottenere la producibilità di energia elettrica richiesta, in condizioni di sicurezza. La potenza nominale di un impianto fotovoltaico prende anche il nome di potenza di picco (Wp). La quantità di energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico dipende da numerosi fattori:

- le condizioni climatiche della località in cui viene installato l'impianto
- la radiazione solare incidente sui moduli
- la temperatura di esercizio di moduli
- l'inclinazione e orientamento dei moduli
- la superficie captante dell'impianto
- l'efficienza e la qualità dei singoli moduli
- l'efficienza e la qualità dei dispositivi posti tra il generatore FV e il carico
- gli eventuali ombreggiamenti

La situazione ottimale è quella che permette di installare i pannelli con direzione Sud, inclinazione sull'orizzonte di circa 30° (la cifra esatta dipende dalla latitudine, più si va verso nord e più aumenta), senza ostacoli che possano creare ombreggiamenti sui pannelli. Tuttavia, poiché queste condizioni raramente si verificano in contemporanea, sta al progettista dell'impianto trovare la migliore ottimizzazione in base al sito in cui si vuole installare l'impianto. In Italia, nelle condizioni ideali, l'impianto fotovoltaico produce in media annualmente, per ogni KW di picco installato, una energia variabile dai 1000 kWh del nord ai circa 1400 kWh del meridione. In Provincia di Oristano questo dato si attesta intorno a 1350 kWh.

DIMENSIONAMENTO E COSTI

La produzione di energia elettrica da fotovoltaico dipende dall'irraggiamento solare della località di installazione. Per un impianto domestico il dimensionamento dell'impianto, fatto in funzione del reale fabbisogno di energia elettrica, mediamente è di circa di 3 KWp. Il costo di un impianto di queste dimensioni si aggira attorno ai 18-20.000 € chiavi in mano e presuppone un ingombro di circa 25 metri quadri (con pannelli cristallini ad elevato rendimento); in Provincia di Oristano un impianto di queste dimensione produce mediamente 4000 kWh/anno.

INCENTIVAZIONE PER GLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI, IL "CONTO ENERGIA"

Con il cosiddetto "conto energia" lo stato ha indicato un meccanismo di incentivazione che remunera i kWh di elettricità prodotta dall'impianto a tariffe maggiorate rispetto a quelle di mercato. Col nuovo decreto si punta quindi a valorizzare la produzione di energia e l'utilizzo ottimale dell'impianto. Il conto energia costituisce la fonte di ricavo principale per il soggetto responsabile dell'impianto fotovoltaico poiché comporta l'erogazione di un incentivo proporzionale alla produzione di energia elettrica. Un'ulteriore fonte di ricavo è costituita dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta dall'impianto e non auto consumata, che viene quindi immessa in rete, e che costituisce pertanto una fonte di ricavo esplicita. Per meglio chiarire supponiamo che in un anno l'impianto abbia prodotto 4.000 kWh, il GSE compensa questa produzione con una tariffa media intorno a 0,40 €/kWh, di fatto, con la sola produzione, l'elettricità ha già fruttato circa $4000 \times 0,40 = 1600 \text{€}$. L'energia immessa in rete e non utilizzata appartiene ancora a chi l'ha prodotta, e se ha scelto come modalità di connessione alla rete lo scambio sul posto, viene remunerata dal GSE, secondo le modalità definite dall'AEEG del Contributo in Conto Scambio, oppure può essere ceduta in rete e ritirata dal GSE, secondo le modalità del Ritiro Dedicato, oppure venduta sul mercato elettrico.



LE MODALITÀ DI CONNESSIONE

Sotto i 20 kWp, a livello contrattuale, ci sono due possibilità di connessione alla rete:

1. Scambio sul posto;
2. Cessione in rete o vendita.

Al di sopra dei 20 kWp si può essere connessi con la sola modalità di cessione in rete o vendita (recentemente è stata estesa a 200 kW la potenza massima fino a cui gli impianti alimentati a fonti rinnovabili potranno accedere allo scambio sul posto).

1. Scambio sul posto

Questa modalità di connessione risulta la più semplice perché non vincola l'utente ad utilizzare l'energia nel momento in cui questa viene prodotta ma permette di utilizzare la rete elettrica come fosse un accumulatore di energia da cui prelevare nelle ore in cui il proprio impianto non produce (la notte o durante periodi di scarsa insolazione). Nel sistema saranno installati due contatori. Il primo rileva e registra l'energia totale prodotta dall'impianto fotovoltaico, mentre il secondo contatore "bidirezionale" o doppio contatore rileva e registra l'energia scambiata (immessa e/o prelevata) con la rete alla quale l'impianto è collegato. Lo scambio sul posto è alternativo alla vendita di energia elettrica, pertanto l'energia immessa in rete con questo sistema non può essere venduta.

2. Cessione in rete o vendita dell'energia prodotta

Per la vendita dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico si possono utilizzare due diverse modalità:

- "indiretta" mediante la stipula di una convenzione di ritiro dedicato con il GSE, ai sensi della delibera AEEG n. 280/07;
- "diretta" attraverso la vendita in borsa o ad un grossista (contratto bilaterale).

Entrambe risultano convenienti, o per grandi impianti (a cui è precluso lo scambio sul posto) o per situazioni in cui l'energia prodotta è molto superiore a quella consumata.

3 LA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA

Sviluppata alla fine degli anni 50 nell'ambito dei programmi spaziali, per i quali occorreva disporre di una fonte di energia affidabile ed inesauribile, la tecnologia fotovoltaica si va oggi diffondendo molto rapidamente anche per applicazioni terrestri, come l'alimentazione di utenze isolate o gli impianti installati sugli edifici e collegati ad una rete elettrica preesistente. Il funzionamento dei dispositivi fotovoltaici si basa sulla capacità di alcuni materiali semiconduttori, opportunamente trattati, di convertire l'energia della radiazione solare in energia elettrica in corrente continua senza bisogno di parti meccaniche in movimento. Il materiale semiconduttore quasi universalmente impiegato oggi a tale scopo è il silicio.

3.1 La cella fotovoltaica

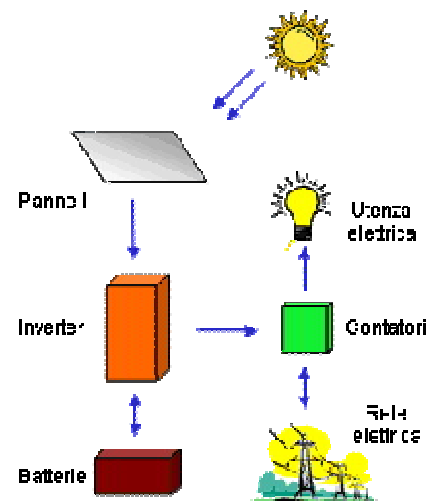
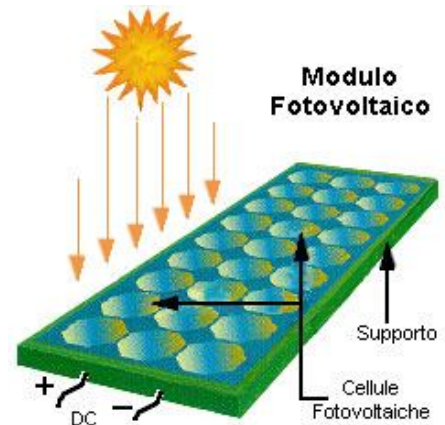
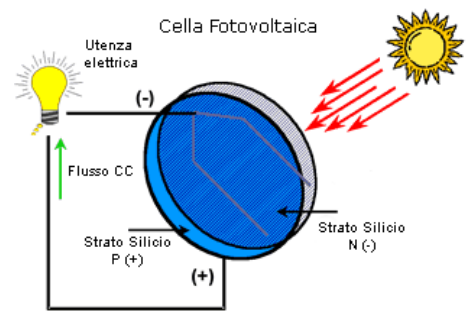
Il componente base di un impianto è la cella fotovoltaica. Tutte le celle fotovoltaiche sono realizzate in silicio. A seconda delle caratteristiche il silicio è definito monocristallino, policristallino o amorfo. Le caratteristiche del silicio sono:

- **Monocristallino:** orientamento identico per tutti i cristalli (ottenuto attraverso trattamenti speciali) e il colore uniforme.
- **Policristallino:** costituito da un agglomerato di cristalli con orientamenti diversi ed ha un aspetto screziato. E' meno costoso e meno efficiente del monocristallino.
- **Amorfo:** rendimento inferiore ai due precedenti, ma si presta anche per superfici curve o in strati molti sottili per realizzare celle flessibili.

La cella fotovoltaica è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, vale a dire quando essa si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1000 W/m². La potenza in uscita da un dispositivo fotovoltaico quando esso lavora in condizioni standard prende il nome di potenza di picco (Wp) ed è un valore che viene usato come riferimento. L'output elettrico reale in esercizio è in realtà minore del valore di picco a causa delle temperature più elevate e dei valori più bassi della radiazione. Più celle assemblate e collegate tra di loro in una unica struttura formano il modulo fotovoltaico.

3.2 Il modulo fotovoltaico

Il modulo fotovoltaico è il componente elementare dei sistemi fotovoltaici ed è ottenuto dalla connessione elettrica in serie di più celle in silicio cristallino assemblate fra uno strato superiore di vetro ed uno strato inferiore di materiale plastico (Tedlar) e racchiuse da una cornice di alluminio. Nella parte posteriore del modulo è collocata una scatola di giunzione in cui vengono alloggiati i diodi di by-pass ed i contatti elettrici. Il modulo fotovoltaico è una struttura robusta in grado di garantire molti anni di funzionamento. Il modulo fotovoltaico ha una dimensione che varia da circa mezzo metro quadro a poco più di un metro quadro. Anche la potenza varia da 40-50 Watt fino a 150-200 Watt per ogni singolo modulo. A seconda della tensione necessaria all'alimentazione delle utenze elettriche, più moduli possono poi essere collegati in serie in una "stringa". La potenza elettrica richiesta determina poi il numero di stringhe da collegare in parallelo per realizzare finalmente un generatore fotovoltaico.



3.3 Il generatore fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico è il cuore del sistema in tutte le configurazioni descritte; produce corrente a tensione continua (per il collegamento in rete è necessario trasformare la tensione continua in alternata). Un generatore fotovoltaico comprende una gran varietà di componenti tra cui: i moduli fotovoltaico, le strutture portanti e i materiali di fissaggio, diodi di bypass e diodi di blocco, fusibili, sistemi di protezione da sovraccarico (parafulmine), interruttori, cavi e scatola di giunzione. Il trasferimento dell'energia dal sistema fotovoltaico all'utenza avviene attraverso ulteriori dispositivi, necessari per trasformare ed adattare la corrente continua prodotta dai moduli alle esigenze dell'utenza finale. Il complesso di tali dispositivi prende il nome di BOS (Balance of System). Un componente essenziale del BOS, se le utenze devono essere alimentate in corrente alternata, è l'inverter, dispositivo che converte la corrente continua in uscita dal generatore fotovoltaico in corrente alternata. L'energia prodotta viene consumata dall'utenza elettrica o scambiata con la rete elettrica locale o nazionale grazie ad un sistema di contatori

4 I PIONIERI DELL'ENERGIA SOLARE

È importante ricordare come nel passato ci siano state alcuni individui di tutte le professioni e culture - inventori, visionari, filosofi, fisici, matematici, chimici, ingegneri, architetti, che, per necessità, prima dell'introduzione dei combustibili fossili, per lungimiranza poi, hanno aperto con il loro ingegno e la loro determinazione nuove prospettive per l'uso dell'energia solare rinnovabile.

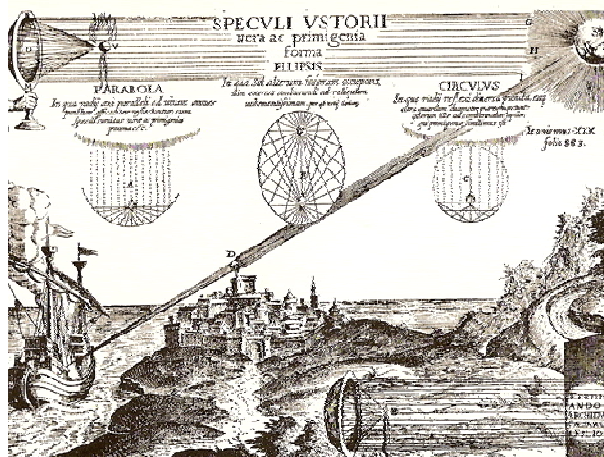
Di molti di essi, vissuti in quella che potremmo definire l'”**Era solare primitiva**” durata fino all'ultima rivoluzione scientifica e all'introduzione dell'uso dei combustibili fossili, non sappiamo nemmeno il nome, ma beneficiamo ancora oggi del loro valido contributo alla diffusione di tali forme di energia. Questi “ignoti pionieri solari” dell'antichità ci hanno lasciato un'immensa eredità, testimoniata spesso nelle fonti storiche e in modo spettacolare nelle evidenze archeologiche, come per le città solari del Mediterraneo antico, che, come giustamente afferma lo storico John Perlin, possono essere di grande ispirazione nella progettazione delle città solari del futuro.

Per capire il valore di queste antiche tecnologie giunte fino ai nostri giorni basta soffermarsi sull'eredità dell'inventore di circa 2000 anni fa del **vetro trasparente piano per finestre**. Da una lettera di Seneca del 65 d.C. apprendiamo dell'introduzione di questa tecnologia solare nell'antica Roma, ma di quel pioniere che ne fu l'artefice non abbiamo notizie. Invece abbiamo preziose testimonianze archeologiche, tra cui spiccano quelle giunte a noi perché sepolte dalle ceneri del Vesuvio che ricoprono l'antica città di Pompei, che ci consentono di vedere ancora oggi come apparissero quei vetri antichissimi, i predecessori di quelli attuali. Utilizzati ogni giorno, in ogni parte del mondo, da milioni e milioni di esseri umani, i vetri costituiscono quindi una delle più diffuse, straordinarie ed efficienti tecnologie solari per difendere gli ambienti interni dal freddo e dai venti e illuminarli e riscaldarli con la radiazione solare che li attraversa. Si tratta di un contributo importante ai nostri consumi energetici. La sorte dell'anonimo inventore del vetro purtroppo riguarda anche altri numerosi pionieri solari dell'antichità che contribuirono, con le loro avanzate soluzioni tecniche per il loro tempo, al fiorire di grandi civiltà e culture utilizzando la sola energia solare rinnovabile e che, a un attento osservatore, dall'agricoltura agli edifici, vi possono contribuire anche oggi. Per alcuni di quei pionieri la storia ne ha assicurato la memoria, come per Socrate (470-399 a.C.), il grande filosofo greco conosciuto per averci raccontato in che modo costruire una casa capace di utilizzare l'energia solare; per Archimede (287-212 a.C.), per la leggenda che gli attribuisce di aver distrutto la flotta romana con degli specchi capaci di concentrare la radiazione solare; per Marco Vitruvio (90-20 a.C.), per i suoi scritti sull'architettura solare.

Con gli scienziati e gli ingegneri del rinascimento comincia a muovere i primi passi l'era solare moderna. Leonardo da Vinci (1452-1519) nel 1515 cominciò a costruire un gigantesco specchio tramite cui sfruttare i raggi del sole per applicazioni industriali. Giovanni Magini utilizzò uno specchio sferico per fondere i metalli. Jerome Cardano (1501-1576), Giovan Battista Della Porta (1540-1615), Bonaventura Cavalieri (1598-1647), Gian Domenico Cassini (1625-1712) furono coinvolti in famose dispute sulla leggenda degli specchi di Archimede, alle quali non si sottrasse lo stesso Galileo Galilei (1564-1642). Con l'ultima rivoluzione scientifica nasce la consapevolezza umana circa l'immensità dell'energia proveniente dal sole, che, curiosamente, aveva fino a quel momento colpito l'immaginazione umana nelle religioni, nelle tradizioni, nella poesia e nell'arte solo per la sua componente visibile all'occhio umano. Ci vorranno tuttavia alcuni secoli prima di arrivare a comprendere su base scientifiche moderne il funzionamento del nostro astro e la natura intima della luce da esso emanata.



Dipinto di Giulio Parigi (1599), Stanzino delle Matematiche - Galleria degli Uffizi, Firenze



A questi traguardi contribuiranno decine e decine di scienziati, tra i quali alcuni di grandissimo calibro, quali Newton (1642-1727), con la teoria corpuscolare della luce; Huygens (1629-1695) con quella ondulatoria e con il suo "Traité de la lumière"; Maxwell (1831-1879) con la descrizione della luce come "costituita dalle ondulazioni trasversali dello stesso mezzo che è causa dei fenomeni elettrici e magnetici"; Einstein (1879-1955) con la spiegazione nel 1905 dell'effetto fotoelettrico e l'introduzione del concetto dei quanti di luce.

Questa successione di straordinarie scoperte scientifiche sulla natura intima della luce, accompagnate allo stesso tempo da importanti progressi tecnologici, furono alla base della scoperta nel 1953 da parte di tre scienziati statunitensi dei laboratori Bell, Pearson, Chapin e Fuller, della cella fotovoltaica al silicio, la più rivoluzionaria delle tecnologie dell'era solare moderna, capace di convertire direttamente in energia elettrica la radiazione solare senza parti in movimento.

Come il vetro piano per finestre inventato nell'antica Roma, anche la cella fotovoltaica è fabbricata a partire dalla stessa materia prima: la comune sabbia o silice.