

*Cristiano Mastella*

# **LA SOSTENIBILITÀ NEL PARCO DEI COLLI EUGANEI**

*Ideazione e supervisione di*  
Silvio Bartolomei

*Cura editoriale di*  
Marilena Righetti

*Con la collaborazione di*  
Tomaso Bianchini  
Alessandro Bergamo  
Lucia Delaini  
Eugenio Sarti

*Si ringrazia il Comitato Esecutivo dell'Ente Parco  
e in particolare il Direttore Silvio Bartolomei  
che hanno voluto questo testo*

	Premessa	4
	Prefazione	5
1.	Cenni generali	7
1.	Il perché di questo testo	8
1.2	La sostenibilità a partire dai Parchi	8
1.3	Cenni sul Parco dei Colli Euganei	11
2.	Il percorso verso la sostenibilità	13
2.1	L'uomo e l'ambiente	14
2.2	Riconoscere la sostenibilità	16
2.2.1	Verso uno sviluppo sostenibile	16
2.2.2	La sostenibilità ambientale e l'equilibrio sostenibile	17
2.3	Sviluppo sostenibile nel Parco Colli Euganei	18
2.3.1	Il Parco Colli Euganei	18
2.3.2	Il Progetto di registrazione EMAS	19
2.3.3	Il Progetto "Boschi"	21
2.3.4	Altri Progetti	22
3.	<b>Il sole come fonte di energia</b>	<b>23</b>
3.1	<b>La questione ambientale</b>	<b>24</b>
3.2	<b>Sistemi fotovoltaici per la produzione elettrica</b>	<b>29</b>
3.2.1	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>29</b>
3.2.2	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>30</b>
3.2.3	<b>Un esempio realizzato nel Parco Colli Euganei</b>	<b>35</b>
3.2.3	<b>D.L. 28/07/2005 "Conto Energia": forme di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.</b>	<b>37</b>
3.3	<b>Pannelli solari per il riscaldamento e per l'acqua sanitaria</b>	<b>41</b>
3.3.1.	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>41</b>
3.3.2.	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>42</b>
3.3	<b>Esperienze nel Parco Colli Euganei</b>	<b>44</b>
4.	<b>Il fuoco come fonte di calore</b>	<b>47</b>
4.1	<b>La questione ambientale</b>	<b>48</b>
4.2	<b>L'impiego di caldaie a biomassa per il riscaldamento, per l'acqua sanitaria e per la cottura dei cibi</b>	<b>50</b>
4.2.1	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>50</b>
4.2.2	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>52</b>
4.2.3	<b>Applicazioni possibili nel territorio del Parco Colli Euganei</b>	<b>58</b>
4.2.4	<b>Esperienza individuata nel Parco Colli Euganei</b>	<b>60</b>
5.	<b>Il vento come fonte di energia</b>	<b>61</b>
5.1	<b>La questione ambientale</b>	<b>62</b>
5.2	<b>Il vento per generare energia</b>	<b>63</b>
5.2.1	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>63</b>
5.2.2	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>64</b>
	<b>Impianti eolici ad asse verticale a vele</b>	<b>64</b>
5.2.3	<b>Esperienze realizzate nell'area Parco Colli Euganei</b>	<b>69</b>
	<b>Normativa di riferimento a livello regionale</b>	<b>70</b>

<b>6.</b>	<b>La terra come fonte di energia e calore</b>	<b>71</b>
<b>6.1</b>	<b>La questione ambientale</b>	<b>72</b>
<b>6.2</b>	<b>L'energia dalla terra: la geotermia</b>	<b>75</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>75</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>77</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Applicazioni possibili nel territorio del Parco Colli Euganei</b>	<b>79</b>
<b>6.3</b>	<b>L'energia dalla terra: geotermia idrotermale</b>	<b>80</b>
<b>6.3.1</b>	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>81</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>81</b>
<b>6.3.3</b>	<b>Applicazioni realizzate e possibili nel territorio del Parco Colli Euganei</b>	<b>84</b>
<b>6.3.4</b>	<b>Normativa</b>	<b>85</b>
<b>7.</b>	<b>L'acqua una risorsa da proteggere</b>	<b>87</b>
<b>7.1</b>	<b>La questione ambientale</b>	<b>88</b>
<b>7.2</b>	<b>La fitodepurazione: un sistema efficiente per lo smaltimento degli scarichi fognari</b>	<b>92</b>
<b>7.2.1</b>	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>92</b>
<b>7.2.2</b>	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>94</b>
<b>7.2.3</b>	<b>Esperienze realizzate nell'area Parco Colli Euganei</b>	<b>98</b>
<b>7.3</b>	<b>Il recupero, il riuso dell'acqua piovana e il risparmio dell'acqua potabile</b>	<b>100</b>
<b>7.3.1</b>	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>100</b>
<b>7.3.2</b>	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>102</b>
<b>7.3.3</b>	<b>Applicazioni possibili nel territorio del Parco Colli Euganei</b>	<b>105</b>
<b>7.4</b>	<b>La realizzazione di biolaghi o biostagni e riuso delle sorgenti</b>	<b>106</b>
<b>7.4.1</b>	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>106</b>
<b>7.4.2</b>	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>107</b>
<b>7.4.3</b>	<b>Applicazioni possibili nel territorio del Parco Colli Euganei</b>	<b>109</b>
<b>8.</b>	<b>L'acqua come fonte di energia</b>	<b>111</b>
<b>8.1</b>	<b>Centrali di microidraulica</b>	<b>112</b>
<b>8.1.1</b>	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>112</b>
<b>8.1.2</b>	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>112</b>
<b>8.1.3</b>	<b>I mulini nel territorio del Parco Colli Euganei</b>	<b>114</b>
<b>9.</b>	<b>La casa una risorsa per l'uomo</b>	<b>115</b>
<b>9.1</b>	<b>La casa ecologica</b>	<b>116</b>
<b>9.1.1</b>	<b>Perché questa tecnologia?</b>	<b>116</b>
<b>9.1.2</b>	<b>Cosa bisogna sapere</b>	<b>117</b>
<b>9.1.3</b>	<b>Gli edifici passivi</b>	<b>122</b>
<b>9.1.4</b>	<b>Un esempio realizzato nel Parco Colli Euganei</b>	<b>123</b>
<b>9.1.5</b>	<b>Normativa</b>	<b>126</b>
	<b>Riferimenti Bibliografici</b>	<b>127</b>
	<b>Link</b>	<b>128</b>

## Premessa

Ringrazio Silvio Bartolomei che ha ideato questa pubblicazione e Cristiano Mastella che l'ha realizzata. Nella sua attività editoriale il Parco Regionale dei Colli Euganei, grazie alla preziosa attività dell'ufficio Educazione Naturalistica, ha sempre unito la finalità educativa e promozionale a quella informativa, sia in materia ambientale che economica.

Questa vocazione parte dall'analisi ambientale che evidenzia la particolare natura del Parco che raccoglie in circa 18700 ettari di superficie un territorio fortemente antropizzato, ma nello stesso tempo dotato di un ricchissimo patrimonio storico paesaggistico e naturalistico.

Il rapporto tra uomo e ambiente nella storia si è manifestato spesso controverso e probabilmente troppo spesso si è risolto nel favorire i bisogni, reali o meno, del primo. Oggi si percepisce il desiderio sempre più insistente di trovare un equilibrio che garantisca un futuro all'uomo e alle sue attività proprio attraverso la cura e la valorizzazione ambientale.

Un passo significativo in questa direzione è stato fatto sicuramente con l'istituzione del Parco Regionale dei Colli Euganei, investito del ruolo di tutore e promotore del patrimonio naturalistico e delle tradizioni culturali dei 15 Comuni che gravitano nell'area del Parco.

Oggi le esigenze di salvaguardia ambientale e culturale vanno lette e interpretate con sempre maggior attenzione per non rischiare di banalizzare e rendere vani gli interventi. La improcrastinabile necessità di riduzione dell'inquinamento, la richiesta di risparmio energetico, il bisogno di recuperare uno stile di vita più sobrio e sereno possono contare su nuove tecnologie che mirano in particolare verso lo sfruttamento delle energie rinnovabili.

Sostenibilità è il termine che racchiude questa nuova concezione dove l'ambiente è sviluppo e, come tale, unica vera garanzia di un futuro. Parole che diventano concrete in questo volume che, partendo dai quattro elementi fondanti (fuoco, terra, aria, acqua), ne descrive le singolarità e ne evidenzia le enormi potenzialità proponendo esemplificazioni attuate e attuabili dal cittadino comune e, ancor più, dall'amministrazione pubblica.

Ci sembra che questo lavoro apra un nuovo percorso per garantire la salvaguardia dell'ambiente e nel contempo migliorare la qualità della vita nell'ambito del Parco.

***Il Presidente del Parco  
Chiara Matteazzi***

## Prefazione

Per tutto il corso della sua storia, il territorio del Veneto ha subito gli interventi dell'uomo che ha impresso nel paesaggio dei segni le cui tracce si possono oggi ancora decifrare. La pluralità e l'incredibile ricchezza dei suoi ambienti naturalistici e paesaggistici sono appunto il risultato di processi di antropizzazione, colonizzazione e uso primario del suolo che se, da una parte, hanno prodotto il benessere dei cittadini veneti, hanno però dall'altra determinato un uso intensivo del territorio da cui sono conseguite le ben note problematiche di inquinamento e precarietà energetica.

In questo contesto di urgenza ambientale, il sistema dei parchi e delle aree naturali protette costituisce oggi una parte fondamentale della rete ecologica istituita per la tutela e la valorizzazione della nostra regione. Il parco diventa quasi un simbolo di coscienza e responsabilità civile, dove l'intervento umano e la salvaguardia dell'ambiente si intersecano, dando vita ad un binomio cultura-natura il cui potenziamento è di centrale importanza per fare del Veneto un'area in grado di affermarsi nello spazio di sviluppo europeo. Infatti, le vecchie leve competitive, basate su un tipo di industrializzazione estensiva che faceva un uso sostenuto di risorse non sempre rinnovabili, hanno perso nel contesto moderno gran parte della loro efficacia, e vanno di conseguenza sostituite con forme più sostenibili di sviluppo. Si inseriscono in questo contesto tutte le iniziative volte alla formazione del capitale umano, al rafforzamento della ricerca, all'elaborazione di nuove tecnologie, alla valorizzazione delle aree ad elevata naturalità che costituiscono le vie strategiche da percorrere in futuro. Si profila all'orizzonte un nuovo tipo di economia, basata sulla conoscenza, l'innovazione, l'identità, la storia e la creatività delle genti venete. Di questa economia il sistema dei parchi è una parte fondamentale, perché diffonde l'idea di un ambiente naturale in cui l'uomo è coinvolto e integrato, perché promuove stili di vita ecocompatibili, perché offre l'opportunità di sviluppare un turismo ecosostenibile : di tutto ciò le comunità locali non potranno che avvantaggiarsi. Se saprà stimolare la curiosità dei suoi lettori e accrescerne l'impegno concreto nell'ambito delle nuove forme di sviluppo regionale, questo libro avrà assolto alla sua funzione e se ne riterrà soddisfatto l'autore per aver contribuito alla diffusione di idee utili alla creazione del cosiddetto Terzo Veneto.

***L'Assessore ai Parchi della  
Regione Veneto  
Stefano Valdegamberi***



*Io sono me più il mio ambiente  
e se non preservo quest'ultimo non preservo me stesso.*  
**José Ortega y Gasset**

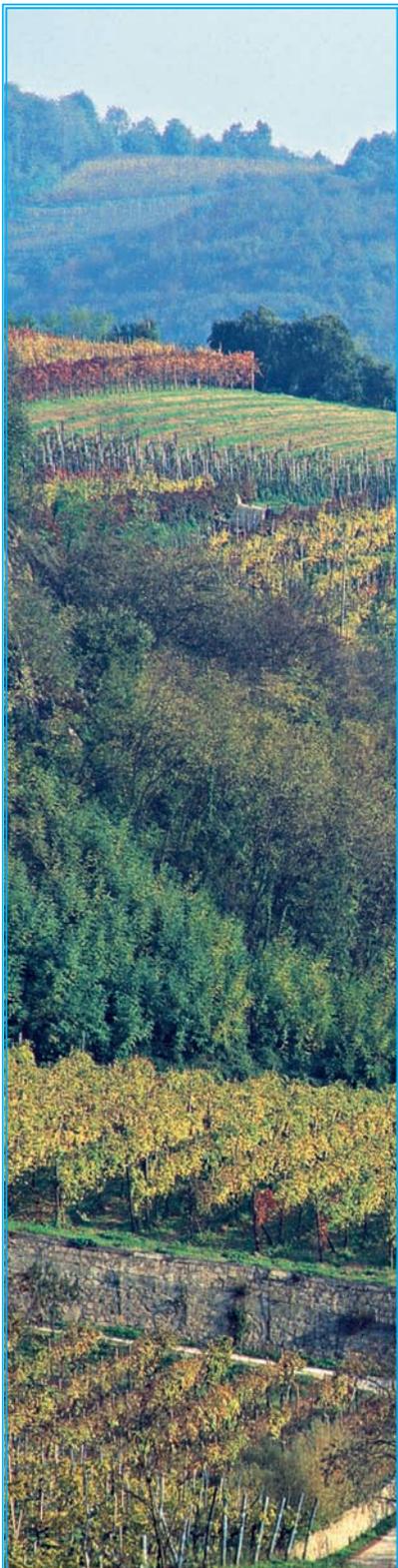
*La salvaguardia del territorio  
è il saggio uso della terra e delle sue risorse  
per il bene duraturo degli uomini.*  
**Gifford Pinchot**



## **Cenni generali**

*<io potrei con molti altri esempi spiegar la ricchezza della natura nel produr suoi effetti con maniere inescogitabili da noi, quando il senso e l'esperienza non lo ci mostrasse. La quale [l'esperienza] ancor talvolta non basta a supplire alla nostra incapacità>*

**G. Galilei "il Saggiatore"**



Colli Euganei

## 1.1 Il perché di questo testo

Nel frammento citato in epigrafe, Galileo riferisce una realtà di fatto che purtroppo ai nostri giorni è spesso ignorata: la natura, con le sue leggi e i suoi sottili legami, i suoi equilibri e la sua capacità di autoregolazione, si presenta ai nostri occhi come un organismo perfetto in sé, capace di sopravvivere nel migliore dei modi, grazie ad un complesso di meccanismi che nessun uomo, anche se geniale, sarebbe in grado di elaborare per intero.

Gli antichi ne erano assai consapevoli, come testimonia il fatto che la maggior parte della filosofia greca (ad esempio, ma così anche qualsiasi credenza antica, mitologica, religiosa, filosofica, fisica che fosse) prenda le mosse dai "principi massimi naturali", quelli che conosciamo come "elementi": fuoco, aria, terra, acqua.

Attualmente però il sistema naturale è in grave crisi, ma non in seguito ad un cedimento del suo ritmo infallibile, bensì a causa dell'intromissione dell'uomo: infatti la tensione umana a migliorare le proprie condizioni di vita servendosi dei propri mezzi, in primo luogo della capacità di adattare l'ambiente a sé, ha richiesto e richiede al biosistema un prezzo molto alto che aumenta sempre più col passare del tempo.

In altre parole, lo sviluppo e il progresso umani devono la loro esistenza ed evoluzione ad una seria compromissione del sistema-natura.

Sono infatti evidenti i risultati dello sfruttamento dell'uomo sul Pianeta, che vengono identificati oggi nei cosiddetti "problemi ambientali".

L'errore di fondo sta appunto nella tendenza a considerare tali (e quanti!) disagi come dei problemi dell'ambiente, come se non ci riguardassero.

Questo testo vuole evidenziare innanzitutto la necessità di una soluzione concreta della questione ambientale, dato che è stata sollevata dall'uomo: in quanto uomini abbiamo il dovere di rimediare, per quanto sia possibile.

## 1.2 La sostenibilità a partire dai Parchi

Il termine "sostenibilità" oggi è abusato e ha assunto diverse interpretazioni.

Sostenibilità nell'accezione odierna significa adoperarsi affinché il nostro modello di vita sia compatibile con le risorse a disposizione sul pianeta e con la possibilità del sistema di "accogliere" e rigenerare i nostri prodotti di scarto.

Ma allora diventa fondamentale porsi alcune domande:

- Quale stile di vita e di sviluppo è compatibile con il Pianeta?

- Chi potrà avere accesso a uno stile di vita sufficiente?

- Quante risorse naturali e per quanto tempo avremo ancora a disposizione?

- Quanto il sistema Terra sarà in grado di sopportare i nostri prodotti di scarto (sia solidi che liquidi che gassosi).

A tali domande da diversi decenni si sta cercando di dare risposta, con accordi internazionali, protocolli d'intesa, convegni, simposi e tavole rotonde.

È superfluo rammentare come molti popoli vivano in condizioni insostenibili dal punto di vista economico e sociale. E come il nostro ambiente venga diffusamente depredato per permettere ad una minima parte dell'umanità di mantenere un certo livello di vita.

Ma tale disquisizione può diventare sterile e legata alle diverse opinioni nei confronti dell'umanità e dell'ambiente, se non fosse che stanno diventando pericolosamente attuali le pressioni per una migliore qualità della vita da parte di tutte le popolazioni del pianeta, per motivi diversi:

- per i paesi in via di sviluppo prevale la necessità di sopravvivenza, di domanda di beni primari, di accesso ad un minimo di condizioni per garantire per sé e per i propri figli una vita sufficientemente vivibile;

- per i paesi del primo mondo nasce la necessità di vivere senza inquinamento, senza impatti con il proprio territorio tali da condizionare la vita propria e dei propri figli (discariche, TAV, cave, ecc.)

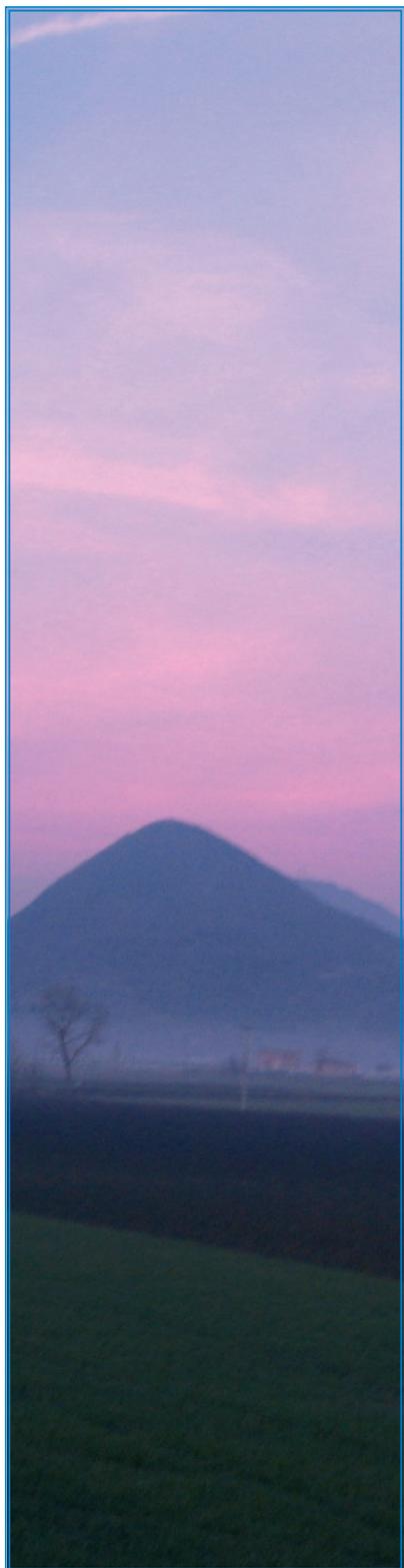
Sembra quindi che entrambe le istanze portino alla ricerca di un modello di sviluppo differente da quello proposto fino ad ora che tenga conto di altri valori oltre a quello strettamente economico. Molta più gente è disposta a pagare qualcosa di più di tasca propria o magari ad avere un minor numero di servizi e benefici piuttosto che pagare poi in termini di qualità della vita.

Quindi sostenibilità oggi diventa un fondamento su cui impostare nuove politiche di gestione dell'economia, di relazione sociale, di sviluppo lavorativo e di gestione del territorio.

Ciò non può essere demandato però al politico di turno, ma richiede la nostra partecipazione, con l'accettazione delle limitatezze del nostro pianeta (cosa non



Colli Euganei



Colli Euganei

facile dopo il senso di onnipotenza che ci ha pervaso per diversi decenni nel periodo del boom economico), e la consapevolezza del nostro ruolo in un possibile percorso sostenibile.

Avere comportamenti sostenibili oggi significa avere compreso che dobbiamo porci dei limiti che nessun "governatore" ci potrà imporre, ma che nascono dalla nostra consapevolezza, dalla volontà di preservare la salute e la qualità della vita nostra e dei nostri figli, per la sorte dell'umanità e per la bellezza del pianeta. Non si tratta solamente di una necessità di tipo etico-morale, ma anche e soprattutto della volontà di allontanare quanto più possibile un pericolo davvero immediato: non è più fisicamente possibile pensare di continuare sulla linea del progresso cieco alle esigenze naturali.

Si rende necessaria la presa di coscienza da parte dell'uomo che non ci sono risorse sufficienti a permetterci uno stile di vita basato su un movimento unilaterale di materie prime dalla Terra all'uomo.

Non possiamo credere di avere a disposizione una riserva di risorse inesauribile. Al contrario: nelle condizioni attuali, dobbiamo orientarci verso una politica di risparmio delle risorse naturali. Sia i danni apportati dal nostro uso della natura, sia la scarsità di materiali rimasti ci spingono a cercare una strada alternativa, più in linea con le esigenze degli ecosistemi, che possa garantire a noi e alle generazioni future una migliore qualità della vita (che è legata indissolubilmente alla qualità degli ecosistemi con cui siamo in stretta relazione).

Inoltre vivere in modo sostenibile oggi significa adoperarsi per sviluppare tutte quelle attività e tecnologie che possano rendere più vivibile il territorio in cui viviamo, che possano essere realizzate con comportamenti individuali o interventi normativi o azioni pubbliche, il tutto però con una evidente chiarezza d'intenti degli obiettivi da raggiungere.

Da una simile necessità nasce il concetto di Sviluppo Sostenibile, che trova una delle sue formulazioni in "Agenda 21", elaborata durante la conferenza di Rio de Janeiro sul tema "Ambiente e Sviluppo" del 1992.

In tale documento venivano definite le linee generali per il raggiungimento di uno sviluppo sostenibile a livello globale e a livello locale ("Agenda 21", ovvero "le cose da fare nel XXI secolo").

Perché tali linee generali non rimangano soltanto delle idee, bisogna agire in maniera concreta e tangibile realizzando azioni e progetti sostenibili: essi possono essere perfettamente rispondenti alle esigenze di vita attuale.

I Parchi, proprio per la loro vocazione naturalistica e

di difesa ambientale, rappresentano un contesto in cui è forte la richiesta di una migliore qualità della vita e sono per questo un laboratorio ottimale per sperimentare e adottare tecnologie e stili di vita sostenibili.

### 1.3 Cenni sul Parco dei Colli Euganei

Il parco si propone di tutelare e promuovere le attività tradizionali e quelle compatibili con le esigenze della tutela dell'ambiente naturale.

È un "laboratorio permanente" per la tutela ambientale, non soltanto quindi un'area in cui le specie viventi possono vivere in perfetto equilibrio, ma anche un sistema per la valorizzazione delle attività agricole e dei prodotti tipici del territorio.

All'interno sono presenti numerosi tipi di vegetazione che vanno dalla macchia mediterranea ai boschi di castagni o di querce, o ai boschi misti a roverella. Tra le specie faunistiche protette è possibile ammirare una grande varietà di volatili: dai piccoli e vivaci pettirossi fino a specie più imponenti come lo sparviero o il barbagianni. Anche i prodotti dell'attività agricola sono tutelati: l'olio d'oliva, ad esempio (il cui pregio varrà presto la denominazione I.G.T.), o i diversi tipi di formaggi, come il Grana Padano o le caciotte a pasta molle anche insaporite con erbe. Queste caratteristiche sono il risultato di un clima e una morfologia difficilmente riscontrabili in altre zone limitrofe.

La caratteristica forma conica dei numerosi colli rivela subito la loro origine vulcanica. L'attività eruttiva che diede vita a gran parte dei rilievi si manifestò in un arco di tempo valutabile in una decina di milioni di anni. Le prime eruzioni, sia di tipo effusivo che esplosivo, si manifestarono in ambiente sottomarino nel corso dell'Eocene superiore (circa 43 milioni di anni fa). Non si tratta tuttavia di vere forme vulcaniche, ma piuttosto del risultato dell'esumazione, da parte dell'erosione, di masse subvulcaniche che solidificarono in vicinanza della superficie, al di sotto di una coltre sedimentaria in prevalenza cretacea ed eocenica («Scaglia rossa» e «Marne euganee»). I Colli Euganei sono quindi edifici subvulcanici estinti messi a giorno dall'erosione, che ha asportato gran parte della potente copertura sedimentaria e parte delle sottostanti rocce eruttive.

I depositi alluvionali hanno occupato e sommerso la parte inferiore dei versanti, separando ed isolando tra loro i vari colli dal più elevato nucleo centrale costituito dal monte Venda (601 m).

*I Colli Euganei emergono dalla pianura come rilievi isolati a Sud Est di Padova sfiorando la provincia di Vicenza per la quasi totalità del versante occidentale. Il Parco regionale dei Colli Euganei si estende per oltre 18.000 ettari all'interno di un territorio appartenente a 15 comuni, tutti in provincia di Padova.*

*I comuni sono: Arquà Tetrarca, Baone, Battaglia Terme, Montegrotto Terme, Cinto Euganeo, Galzignano Terme, Lozzo Atestino, Rovolon, Teolo, Torreggiana, Vo, Abano Terme, Cervarese S. Croce, Este, Monselice.*



Le esperienze individuate nel testo sono riportate nello schema seguente:

Sistema fotovoltaico



Pompa eolica per l'acqua



Serra a energia geotermica



Viti con pali di legno e Sistema di recupero acqua



Edificio con impianto solare termico anni '70



Pompa alimentata da energia fotovoltaica e Secondo impianto eolico



Mulino in restauro con utilizzo di energia idraulica



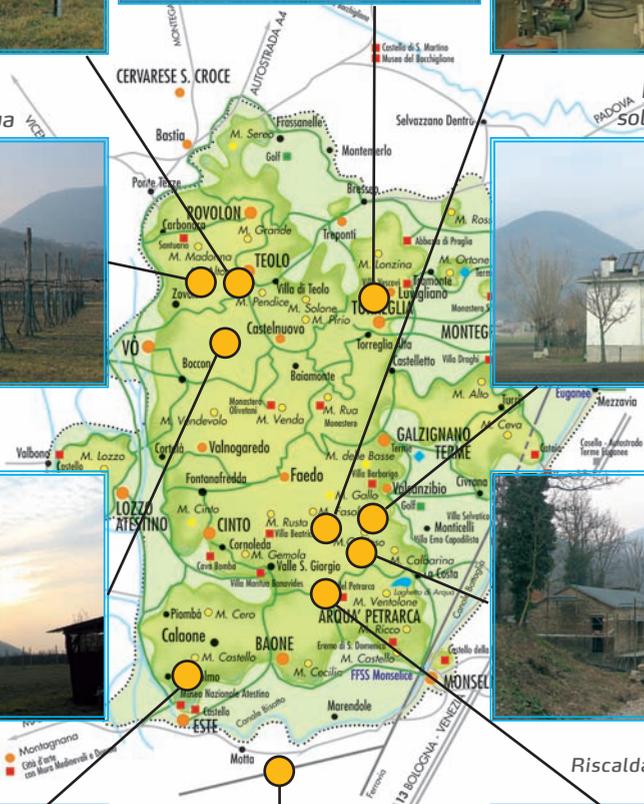
Asilo biocompatibile



Serra a energia geotermica



Riscaldamento a Biomassa e Fanghi Termali





## ***Il percorso verso la sostenibilità***

*<le cose fuori dal loro stato naturale  
né vi si adagiano né vi durano>  
G. Vico "la scienza nuova"*

Il nostro stile di vita sta accelerando la velocità di degrado ambientale e di dispersione dell'energia utile; ciò significa ridurre il periodo di sopravvivenza di molte specie, compresa la nostra. Queste questioni aprono il tema dello sviluppo sostenibile. Il vero grande "vulnus" dell'intera problematica ambientale è quello di un'economia etica fondata sull'equilibrio sostenibile che consenta alle future generazioni di valutare liberamente le scelte e le soluzioni da porre in essere.

## 2.1 L'uomo e l'ambiente



*L'avanzata del deserto...*

Effetto serra, scomparsa delle foreste, riduzione della biodiversità, desertificazione, contaminazione dell'acqua dolce, dei suoli, dell'atmosfera e degli oceani con sostanze tossiche, sono elementi di una crisi che mette in pericolo gli equilibri del nostro pianeta. Questa crisi è in larga misura responsabilità di alcuni comportamenti dell'uomo. Prodotta dalle attività economiche che dovrebbero dare risposte ai bisogni umani ma sono diventate invece, per effetto della logica del mercato, una minaccia per le generazioni future, tale crisi si intreccia con gli squilibri tra il Nord e il Sud del pianeta, tra ricchi e poveri di ogni società; è ormai evidente che anche in una visione egocentrica, che mira solo al proprio benessere, i meccanismi e le priorità dell'economia vanno ripensati puntando all'eliminazione della povertà.

L'uomo, come tutte le specie, interagisce con l'ambiente modificandolo. Se però il mutamento dell'ambiente causato dall'uomo in epoche storiche poteva essere un fatto marginale per il "sistema Terra" nel suo complesso, data la scarsità di popolazione, con l'incremento demografico massiccio degli ultimi decenni e l'industrializzazione, la distruzione dell'ambiente ha assunto una dimensione globale di proporzioni allarmanti. Tutto ciò ha convinto i governi, soprattutto dei paesi sviluppati, che è necessario cercare strategie per porre rimedio a questo fenomeno. È soltanto da una quindicina d'anni che si parla di sviluppo in termini di sostenibilità (Commissione Brundtland, 1987). Questo rispecchia una maggior attenzione al problema della profonda iniquità nell'uso delle risorse a livello planetario.

Infatti, mentre nei paesi ricchi si inquina l'ambiente per produrre beni di consumo in parte superflui, nei paesi poveri la distruzione ambientale avviene o per motivi di sopravvivenza legati ai bisogni primari, oppure per motivi economici riconducibili alla dipendenza dai paesi ricchi. Ci si rende conto dunque di una nuova urgenza: il problema dei limiti di crescita umana per una Terra divenu-

ta improvvisamente troppo piccola per una popolazione tanto numerosa.

In sostanza, in questo nuovo approccio alla "gestione della madre Terra" si evidenziano tre linee di intervento: l'uso razionale e responsabile delle risorse (compreso il riciclaggio), l'impiego di risorse rinnovabili e la massima riduzione degli sprechi.

Anche il Rapporto 1998 del Programma delle Nazioni Unite sullo Sviluppo (UNDP) è interamente dedicato ai consumi ineguali e lancia un grido d'allarme sulla necessità di "cambiare i modelli di consumo di oggi per lo sviluppo di domani". Nella parte dedicata alla produzione dei rifiuti scopriamo che, anche in questo campo, "i benestanti dei Paesi industrializzati e dei Paesi del Sud ne producono la maggiore quantità, mentre i poveri di tutto il mondo pagano le conseguenze di questo dissennato spreco di risorse."

Il cambiamento di direzione non può che essere mondiale: i paesi del sud del mondo prima ancora che sostenibilità domandano sviluppo anche se ciò, portato ai nostri standard, potrebbe portare il pianeta molto più velocemente al collasso. Attualmente infatti la tecnologia e il sistema di vita del sud del mondo sono "energivore" e poco rispettose dell'ambiente; su tali aspetti però si sorvola quando la necessità primaria è la sopravvivenza.

Negli ultimi anni stanno maturando dei forti cambiamenti di mentalità:

- dal sud del mondo si fa pressante la richiesta di equità sociale, salute, occupazione, disponibilità di cibo, qualità ambientale.
- dai paesi del nord emerge la necessità di una miglior qualità di vita, di tempo libero/liberato, di salvaguardia della natura.

E allora gli orizzonti che si stanno affacciando prepotentemente a tutti i livelli della politica e dell'economia riguardano tre grandi temi: i nuovi stili di vita, la produttività e la politica economica.

I nuovi stili di vita implicano la riduzioni dei consumi per riequilibrare le risorse sulla Terra (il 20% della popolazione mondiale si appropria dell'80% delle risorse mondiali) per dare più valore alla persona e ai rapporti umani. Le modalità concrete possono essere moltissime, ad esempio riciclare e riparare gli oggetti diminuendo lo spreco di risorse e i rifiuti, ridurre la quantità di oggetti di consumo privilegiando in alcuni settori la proprietà collettiva piuttosto che quella privata, usare risorse rinnovabili invece di quelle non rinnovabili, valorizzare i mezzi di trasporto ecologici (biciclette, tram elettrici).



*L'attività estrattiva...*



Ciclisti su percorso ciclabile



M. Venda, sentiero per diversamente abili (macchinetta elettrica)

La produttività deve condurre le aziende e i privati a produrre beni durevoli su base locale riducendo le distanze per i trasporti e controllandone il fattore di inquinamento e gli scarti prodotti che devono entrare come voce tra i costi (esternalità).

Non ultime la liberazione del tempo e la valorizzazione del lavoro, affinché l'uomo possa gestirle a misura della sua vocazione e in relazione armonica con i suoi simili e con l'ambiente.

Tutto ciò non può che ricadere inevitabilmente in una politica economica che miri a garantire i bisogni fondamentali a tutti con il contributo di tutti, incoraggiando l'autoproduzione, la commercializzazione di prodotti e l'attività delle imprese su base locale, e incidendo sul commercio internazionale per garantire guadagni equi ai produttori.

È un processo in cui le politiche dei vari settori (economico, commerciale, energetico, agricolo, industriale) devono trovare sinergie per creare uno sviluppo sostenibile.

## 2.2 Riconoscere la sostenibilità

Le scelte concrete che ci accingiamo a illustrare sono sostenute da idee generali che fanno parte della cultura della sostenibilità.

Essa si basa su tre conoscenze:

- **Cos'è lo sviluppo sostenibile**
- **Cos'è la sostenibilità ambientale**
- **Cos'è l'equilibrio sostenibile**

### 2.2.1 Verso uno sviluppo sostenibile

A partire dagli anni '70 del secolo scorso i paesi industrializzati hanno iniziato a porsi domande per comprendere la capacità di sopportazione del nostro pianeta e per individuare le strategie per affrontare e risolvere i problemi ambientali.

Il termine "sviluppo sostenibile" viene coniato nel 1987 dalla *Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo sviluppo*: si intende così promuovere una società che sia in grado di gestire la crescita della popolazione e della propria economia senza intaccare il capitale naturale ed energetico, con particolare attenzione alle dimensioni di giustizia e reciprocità verso le popolazioni del pianeta appartenenti alla generazione attuale e nei confronti delle generazioni future.

I percorsi internazionali sullo sviluppo sostenibile ini-

ziano a Rio de Janeiro nel giugno 1992 e vedono nascere Agenda 21: i principi in essa esposti tracciano i propositi per migliorare ambiente, economia e società. In seguito a ciò ogni soggetto pubblico e privato deve essere responsabilizzato per proporre e realizzare delle azioni mirate a realizzare i principi di sostenibilità. A partire da questi principi di fondo sono stati firmati degli importanti accordi per affrontare delle urgenti problematiche ambientali come il "Protocollo di Montreal" per la riduzione di CFC, gas responsabili del "buco nell'ozono" e il "Protocollo di Kyoto" per la Convenzione sui cambiamenti climatici, finalizzato alla riduzione dell'emissione dei gas responsabili dell'effetto serra (in special modo l'anidride carbonica).

Lo sviluppo sostenibile rappresenta una nuova visione del concetto di sviluppo e consente una rilettura delle leggi ed ordinamenti che l'uomo si è posto. Il concetto *keynesiano* della crescita economica illimitata è fallito perché la limitatezza delle risorse naturali disponibili impongono di rivedere l'agire dell'uomo alla luce di limiti oggettivi (fisico ambientali) sia alla luce dell'innovazione e del progresso tecnologico che consenta oggi e meglio consentirà domani di risolvere le problematiche ambientali.

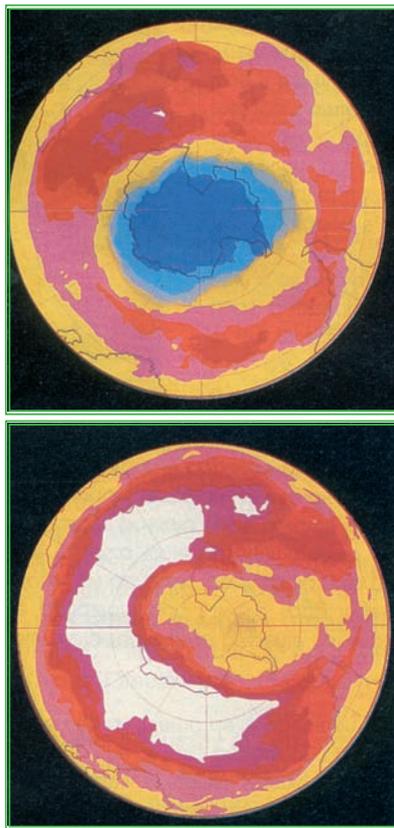
Lo sviluppo sostenibile è un indice sintetico su cui economisti, sociologi e politologi dovranno confrontarsi e formulare delle proposte che permettano di incidere sulla qualità della vita nel pianeta.

Lo sviluppo sostenibile non è semplicemente protezione ambientale, ma qualcosa di articolato, complesso e oggi ancora scientificamente e operativamente "nebuloso" ma inderogabile e imprescindibile.

### 2.2.2 La sostenibilità ambientale e l'equilibrio sostenibile

Gli esseri umani, al di là della loro organizzazione sociale, politica ed economica, hanno bisogno di materiali naturali per soddisfare le necessità alimentari, abitative, energetiche e igieniche ed in generale per

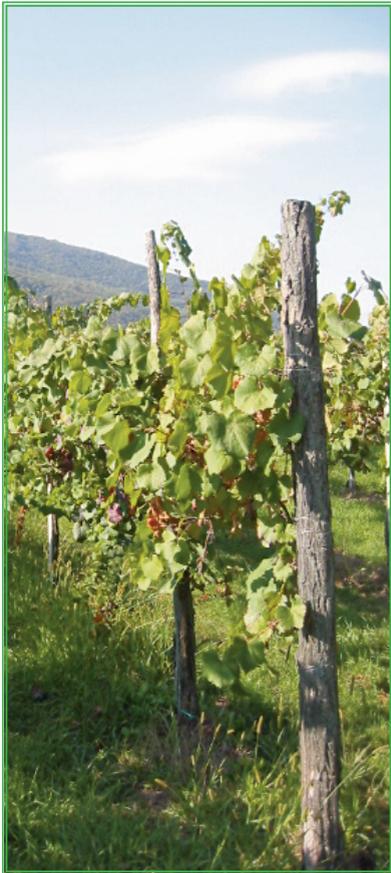
Buco dell'ozono in Antartide.  
Si evidenzia la rarefazione dello strato di ozono nelle diverse stagioni



1. John Maynard Keynes, primo Barone Keynes di Tilton (Cambridge, 5 giugno 1883 - 21 aprile 1946), da molti considerato il più grande economista del XX secolo, ha influenzato grazie alle sue idee sia l'economia che la politica. Nel suo principale lavoro, "la Teoria Generale" argomenta che il livello della domanda aggregata in un'economia moderna è determinato da una serie di fattori, dalla propensione al consumo (la percentuale di un aumento di reddito che i cittadini scelgono di spendere per l'acquisto di beni e servizi) alla propensione al risparmio (la percentuale di aumenti nel reddito dedicata invece al risparmio), l'investimento in beni capitali (a sua volta dipendente dal tasso di interesse, che ne influenza il costo e il tasso di rendimento atteso), e il livello del tasso di interesse. La principale argomentazione di Keynes è che in un'economia funestata da una debole domanda aggregata (come nel caso della Grande depressione), con una sentita difficoltà a procedere verso la crescita del reddito nazionale, il governo - o, più in generale, il settore pubblico - ha la possibilità di incrementare la domanda aggregata tramite la spesa pubblica per l'acquisto di beni e servizi



Emissione di gas di una attività produttiva sui Colli Euganei



Vigneto biologico sui Colli Euganei

raggiungere un buon livello di qualità della vita. Poiché lo sviluppo economico dipende anche e soprattutto dalle risorse naturali della Terra, è indispensabile mantenerne la riproducibilità attraverso un uso razionale, che tenga conto dei meccanismi ciclici degli ecosistemi e delle capacità di carico ambientale cioè, in sostanza, di ciò che facciamo pagare all'ambiente per soddisfare il nostro benessere. La sostenibilità ambientale presuppone l'attenzione alla qualità ambientale, per non ridurre la capacità rigenerativa del Sistema Terra nel lungo periodo. Tra i parametri da considerare nel determinare il grado di sviluppo devono essere inclusi il controllo della salute, la disponibilità di cibo, la qualità delle acque e l'uso di tecnologie compatibili. Garantire questo significa realizzare un equilibrio sostenibile tra la domanda e la capacità del Sistema Terra di sopportare tale pressione.

Il primo fondamento della sostenibilità si riferisce agli sprechi. Sprecare oggi (energia, acqua, luce) non è solo un insulto verso i poveri, ma anche un comportamento che preclude alle generazioni future gli stessi nostri diritti.

Diventa quindi fondamentale mettere in atto tutte le strategie possibili per ridurre gli sprechi e per impiegare in maniera ottimale le risorse non rinnovabili ancora presenti sul pianeta e gestire al meglio le risorse rinnovabili.

## 2.3 Sviluppo sostenibile nel Parco Colli Euganei

### 2.3.1 Il Parco Colli Euganei

Nel 1968 Lucio Susmel<sup>2</sup> scrive sul Gazzettino "che fare di questo territorio vasto più di 20000 ettari in cui la sola attività, l'agricoltura, si trova in stato fallimentare", in cui "scarse sono le precipitazioni, appena 750 millimetri, e con una produttività potenziale di legno pari a poco più della metà di quella delle Prealpi?" E aggiunge: "a tutto questo si è sommato nei secoli lo sfruttamento sovente malaccorto delle terre che ha messo in moto processi di erosione e di degradazione, abbassando la fertilità originaria dove la circoscritta civiltà delle ville e dei conventi non basta a riparare alla miseria diffusa

2. Lucio Susmel, laureatosi a Firenze in Scienze Forestali ottiene la docenza e l'incarico prima presso questa Università quindi a Padova dove conclude la carriera come professore emerito di Ecologia.

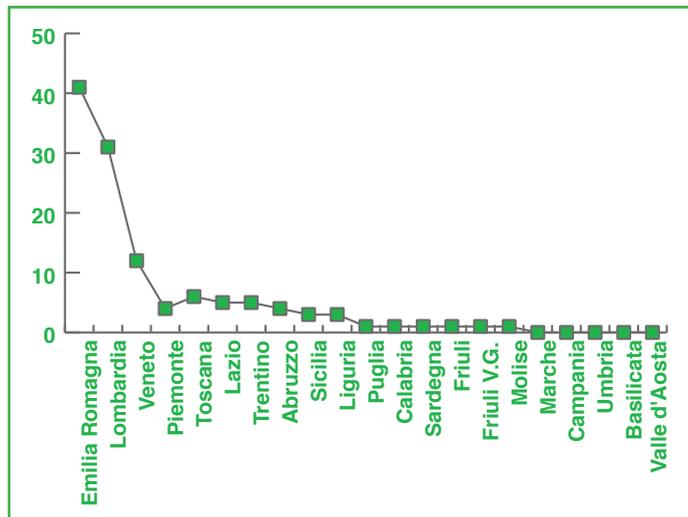
nei campi e al dissesto generale del ceduo superstite", e parlando a proposito di una commissione interdisciplinare del "Consorzio per la valorizzazione dei Colli Euganei" aggiungeva ancora "lo scottante problema delle cave, che seguitano a sfregiare il territorio collinare, potrebbe forse trovare una soluzione". Il Parco Regionale Colli Euganei è nato molti anni dopo, istituito con L. R. 10.10.1989 n. 38.

Nell'ultimo trentennio l'agricoltura di pregio ha avuto uno sviluppo notevole, i boschi sono tutelati, le cave sono state bloccate, si sono individuate delle aree da salvaguardare (SIC e ZPS)<sup>3</sup>, la flora e la fauna sono protette, il turismo ha avuto una rilevante crescita. Tutti questi aspetti positivi devono peraltro essere mantenuti nel tempo. A questo scopo l'Ente Parco ha progettato e progetta una serie di attività per mantenere e migliorare lo stato di naturalità del territorio e nel contempo lo sviluppo delle attività umane compatibili con l'ambiente.

In quest'ottica si inseriscono il Progetto EMAS, il Progetto Boschi e i Progetti LIFE Natura.

### 2.3.2 Il Progetto di registrazione EMAS

EMAS (Eco Management and Audit Scheme) è il Sistema Comunitario di Ecogestione e rappresenta l'espressione più evidente del nuovo indirizzo di poli-



Colli Euganei

La distribuzione delle certificazioni EMAS nelle regioni italiane (dati relativi a marzo 2003)

3. Siti di Importanza Comunitaria e Zone a Protezione Speciale previsto nell'allegato A della D.G.R. n. 448 del 21.02.2003. Direttiva 92/43 del Consiglio CE; Direttiva 79/409 del Consiglio CE; DPR n. 357/97- Regolamento di attuazione della direttiva 92/43 CEE; DGR n. 4824 del 21.12.98 - Designazione ZPS e segnalazione SIC; DM 03.04.2000 - Elenco SIC e ZPS;

tica ambientale assunto dall'Unione Europea, tendente a promuovere la capacità di enti ed organizzazioni, pubbliche e private, di sviluppare su base volontaria una propria responsabilità nei confronti della tutela dell'ambiente. Il sistema sta raccogliendo in Europa un generale consenso. Il miglioramento delle prestazioni ambientali e dei rapporti con il pubblico e le istituzioni, le maggiori garanzie in termini di sicurezza, la razionalizzazione dei processi di produzione aumentano infatti il vantaggio competitivo delle imprese che vi aderiscono.



Il "Progetto di Registrazione territoriale EMAS dei Comuni appartenenti al Bacino Termale Euganeo del Parco Regionale dei Colli Euganei" nasce come applicazione dei principi costitutivi del Parco stesso espressi dalla Legge Regionale n. 38/89 che prevede l'adozione da parte dell'Ente di un Piano Ambientale con il duplice scopo di assicurare la necessaria tutela e valorizzazione dell'ambiente e di sostenere lo sviluppo economico e sociale dell'area. Su tali propositi si sta sviluppando, all'interno del territorio di competenza del Parco Regionale dei Colli Euganei un progetto innovativo di gestione integrata del territorio con lo scopo ultimo di diffondere e promuovere uno sviluppo sostenibile. Fin dal suo nascere, l'iniziativa è stata favorevolmente accolta anche in ambito europeo e inserita all'interno del Programma Comunitario (INTERREG IIIB CADSES – progetto IPAM -Toolbox –) che prevede la realizzazione di linee guida per le buone pratiche di gestione integrata di aree protette che hanno una valenza naturalistica ed economico-turistico.



Il progetto di registrazione EMAS voluto dal Parco prende avvio formalmente il 10 Gennaio 2003 con la sottoscrizione di un accordo di programma tra il Parco Regionale dei Colli Euganei nel ruolo di coordinatore e promotore delle attività, i 5 Comuni del Bacino Termale Euganeo (Abano Terme, Battaglia Terme, Galzignano Terme, Montegrotto Terme e Teolo), la Provincia di Padova, l'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), e l'Agenzia Regionale per i settori Agricolo, Forestale e Agro-Alimentare (Veneto Agricoltura). L'Accordo formalizza l'impegno di ogni singolo ente al raggiungimento del comune obiettivo finale di gestione integrata del



territorio definendo in modo puntuale ruoli, responsabilità e risorse.

L'obiettivo principale che il progetto si prefigge è il conseguimento – al termine di un complesso iter di verifica convalidato da parte di un comitato interministeriale – della Registrazione EMAS dei 5 Comuni del Bacino Termale Euganeo, riconoscimento che attesta l'eccellenza nella gestione ambientale del territorio. Il progetto, nella sua globalità, consentirà inoltre agli enti che governano l'Area Termale Euganea di:

- gestire il territorio in maniera integrata e coordinata
- monitorare e migliorare le prestazioni dei soggetti operanti sul territorio;
- sensibilizzare tutte le parti interessate al miglioramento ambientale;
- promuovere il territorio e le sue attività in ambito nazionale ed internazionale fornendo un'immagine di zona che attua azioni di tutela e protezione ambientale e che fornisce al turista e al visitatore aree in linea con le sue aspettative;
- rispondere a specifiche esigenze dei settori economici (ad es. azioni legate ai piani di tutela e salvaguardia nel settore termale).
- estendere le metodologie utilizzate e risultati conseguiti a tutti i Comuni che insistono nel territorio del Parco.

### 2.3.3 Il "Progetto Boschi"

Il Progetto "Boschi" è un progetto tematico previsto dal Piano Ambientale del Parco Regionale dei Colli Euganei, e ha lo scopo di fornire indicazioni concernenti le azioni di conservazione, mantenimento e qualificazione del patrimonio boschivo del Parco.

L'Ente Parco ha previsto la realizzazione di tale progetto abbinandolo ad una pianificazione integrale del territorio boschivo attraverso una nuova gestione delle proprietà forestali private, costituito dal Piano di Riordino Forestale, recentemente introdotto dalla regione Veneto.

La gestione forestale deve infatti garantire la conservazione e migliorare lo stato dei boschi, senza dimenticare le esigenze del uomo che vive nel territorio. Questo progetto mira alla tutela e allo sfruttamento pianificato e ragionato del bosco: i traguardi che si vogliono raggiungere sono molteplici e riguardano sia aspetti turistici che economico ambientali.

È proprio dello sfruttamento del bosco per scopi energetici che ci occuperemo di seguito. Il bosco può fornire una notevole quantità di materiale rinnovabile, a

*Colli Euganei: utilizzazione boschiva*





Colli Euganei: utilizzazione boschiva

basso impatto ambientale, utilizzato come combustibile. Inoltre non presenta alcun pericolo per il trasporto e lo stoccaggio, cosa che non si può dire per i derivati del petrolio, se si considerano i numerosi imprevisti, come incidenti di trasporto e conseguenti riversamenti nell'ambiente.

Lo slogan: *"Chi riscalda con la legna protegge il bosco"* non è un controsenso.

I nostri boschi hanno bisogno di cura: oltre al legno in tronchi, nel bosco si possono recuperare diverse tipologie di scarti ideali per la combustione. Anche la lavorazione dei tronchi produce materiale residuo che costituisce una fonte d'energia sostenibile. Inoltre la crescita della domanda di legna da ardere rafforza l'economia forestale. Questi fattori compensano ampiamente i costi leggermente più elevati rispetto all'energia fossile: a conti fatti, l'energia del legno è conveniente e giova all'economia.

### 2.3.4 Altri Progetti

1. Il Parco ha adottato un progetto specifico<sup>4</sup>, volto alla valutazione dell'integrità delle fasce fluviali all'interno del suo territorio. Tale progetto ha determinato l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) delle vie d'acqua del Parco, attraverso la descrizione di parametri morfologici, strutturali e biotici dell'ecosistema analizzato, interpretati facendo riferimento all'ecologia fluviale, individuando le funzioni e gli eventuali allontanamenti dalla funzionalità massima degli ecosistemi.

2. Tra le attività caratteristiche dell'Ente Parco, alcune riguardano la tutela delle acque superficiali e sorgive. L'Ente Parco, in collaborazione con il Genio Civile Regionale, ha definito delle prescrizioni per le nuove costruzioni e per le infrastrutture, le opere di copertura, intubazione, interrimento degli alvei e dei corsi d'acqua, gli interventi di canalizzazione, derivazione delle acque, le ostruzioni degli stessi mediante dighe o altri sbarramenti. L'Ente Parco disciplina gli interventi in materia incentivando l'uso di tecniche più sostenibili secondo i principi dell'ingegneria naturalistica, promuovendo il recupero e la rinaturalizzazione delle rive fluviali.

4. Finanziato nel 2002 con i fondi del Piano di Sviluppo Rurale della Regione Veneto 2000-2006 rispetto alla produzione di energia a combustione



## **Il sole come fonte di energia**

*Per ogni cosa c'è un momento, e un tempo per ogni azione  
sotto il sole. C'è un tempo per nascere e  
un tempo per morire, un tempo per piantare e un tempo per  
raccogliere ciò che si è piantato.*

**La Bibbia Ecclesiaste (v. 3, 1)**

## 3.1 La questione ambientale

Dalla figura si nota come l'energia solare sia alla base di ogni tipo di energia rinnovabile, di conseguenza ogni energia d'impiego dipende dal sole

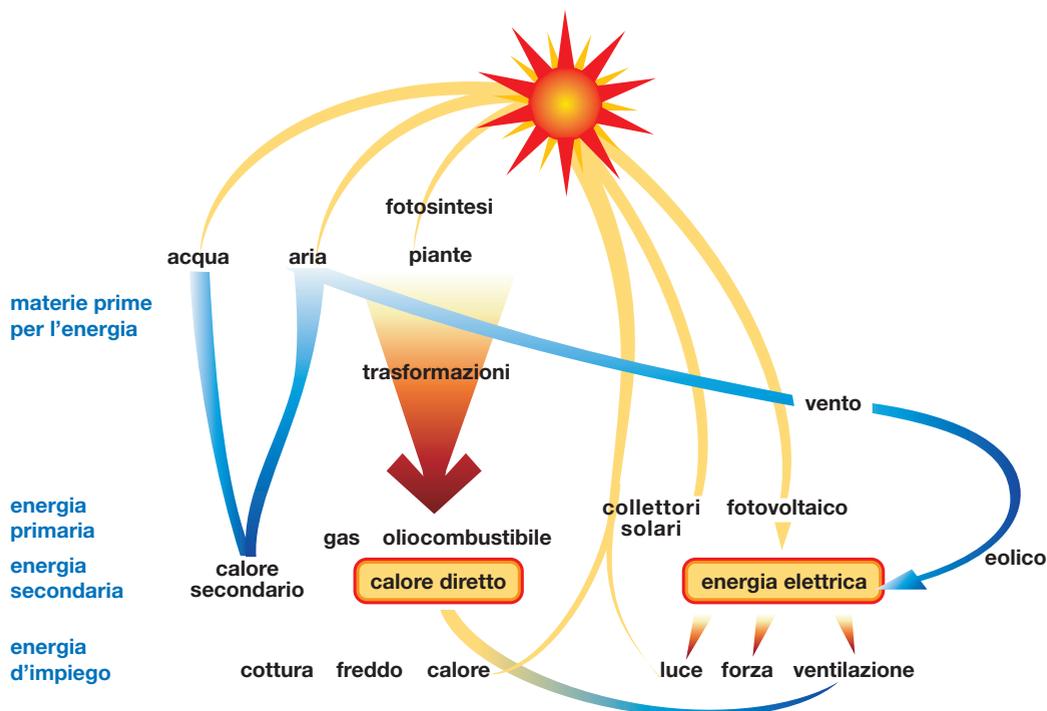
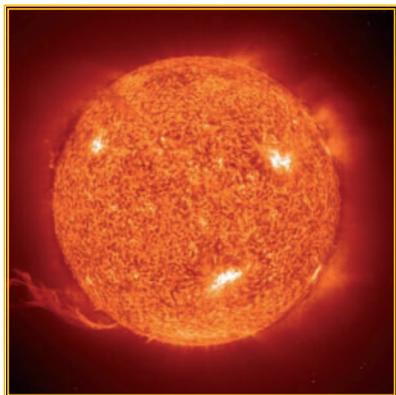


Immagine del sole con macchie solari e protuberanze



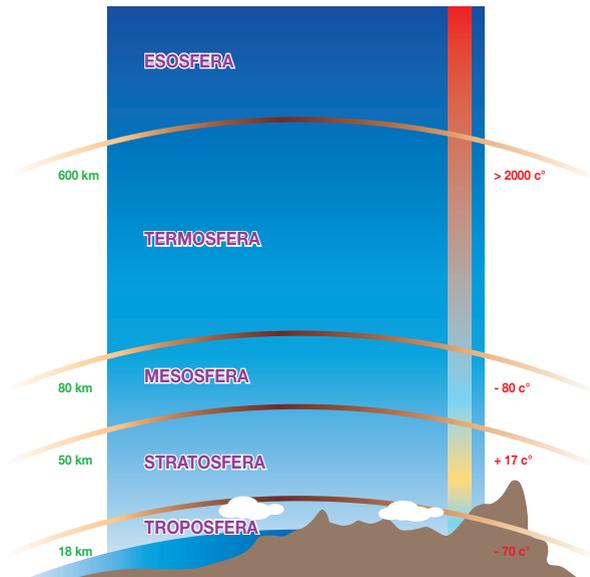
la rete alimentare e dà origine al vento, alla pioggia, alle correnti marine.

L'uomo ha adattato il suo stile di vita alla disponibilità di energia solare. Per esempio, per ovviare alla discontinuità dell'irraggiamento solare, nel passato si migrava alla ricerca di climi più caldi; in altri casi il calore solare era alla base della conservazione e essiccazione del cibo nelle stagioni più favorevoli.

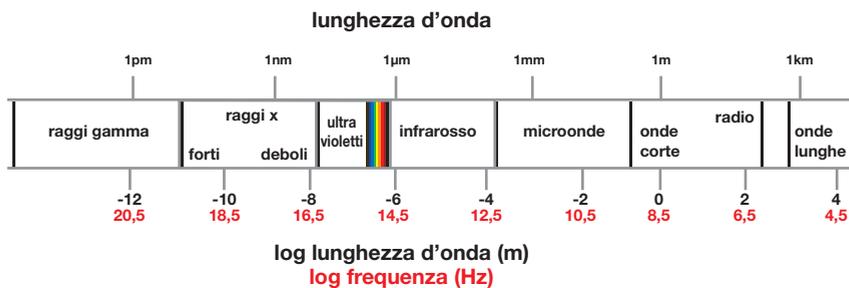
Il Sole è una fonte praticamente inesauribile di energia: considerando l'arco di tempo tra la comparsa della vita sul nostro pianeta e la sua più ottimistica durata nei futuri milioni di anni, siamo ancora in una minima frazione del tempo di emissione del Sole. Lo studio delle altre stelle appartenenti alla nostra e ad altre galassie ci dà garanzie sulla continuità di questa emissione. L'età del Sole è di circa 5 miliardi di anni e

per altri cinque potrà emettere energia. Il Sole emette energia elettromagnetica. La radiazione elettromagnetica si estende dai raggi X fino alle onde radio; la gamma dello spettro visibile corrisponde a circa il 50% dell'intera energia emessa dal Sole e raggiunge la superficie terrestre in 8 minuti e mezzo illuminandola e riscaldandola: essa è valutata in  $1366 \text{ W/m}^2$  di superficie terrestre esposta perpendicolarmente ai raggi del Sole (**costante solare**).

Le **radiazioni ultraviolette** non raggiungono la superficie terrestre in quanto vengono assorbite dall'ozonofera, un sottile strato di gas che si trova nell'alta atmosfera. La radiazione corpuscolare invece, costituita di particelle ionizzate, dà luogo al "vento solare", fenomeno che causa disturbi della **ionosfera** chiamati aurore boreali.



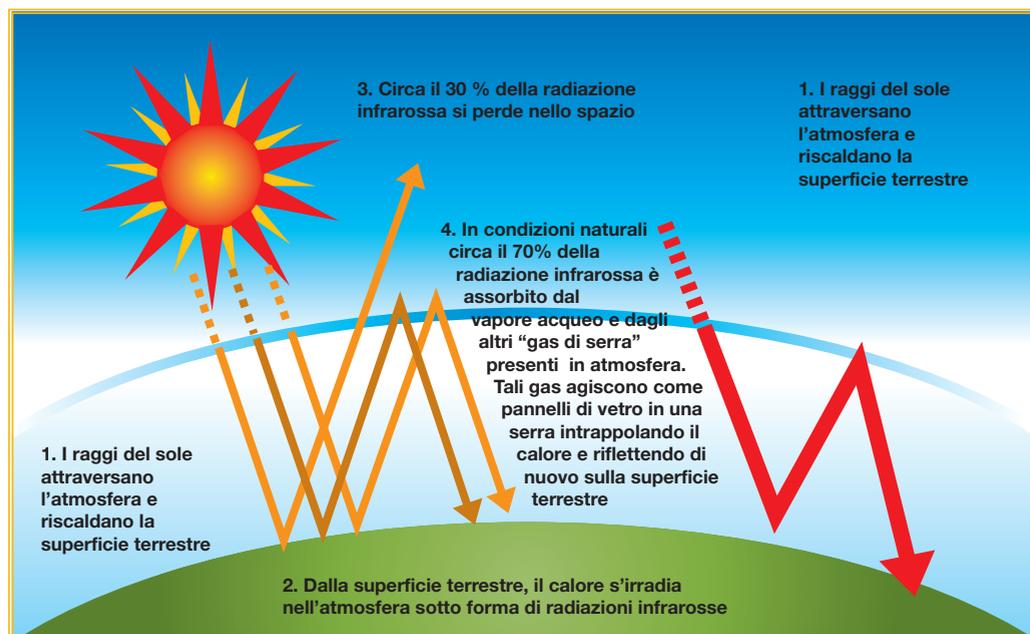
Stratificazione dell'atmosfera



Uno degli effetti più conosciuti dell'irraggiamento solare è l'effetto serra: è un fenomeno senza il quale la vita come la conosciamo adesso non sarebbe possibile. Questo processo consiste in un riscaldamento del pianeta per effetto dell'azione dei cosiddetti gas serra, composti presenti nell'aria a concentrazioni relativamente basse (anidride carbonica, ( $\text{CO}_2$ ) vapor acqueo, metano, ecc.). I gas serra permettono alle radiazioni solari di passare attraverso l'atmosfera mentre ostacolano il passaggio verso lo spazio di parte delle radiazioni infrarosse provenienti dalla superficie della Terra e dalla bassa atmosfera (il calore riemesso); in pratica si comportano come i vetri di una serra e favoriscono la regolazione ed il mantenimento della temperatura terrestre ai valori odierni. Questo processo è sempre avvenuto naturalmente e fa sì che la temperatura della Terra sia circa  $33^\circ\text{C}$  più calda di quanto lo sarebbe senza la presenza di questi gas.

*Rappresentazione dello spettro della luce. La luce visibile ne comprende una minima parte e racchiude i colori dell'arcobaleno*

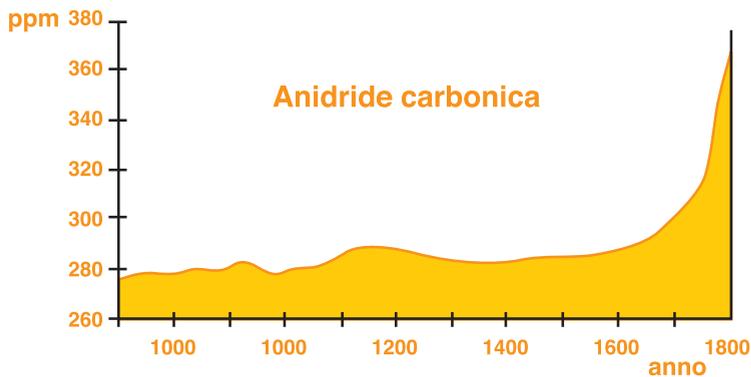
Dall'inizio della Rivoluzione Industriale, la concentrazione atmosferica dell'anidride carbonica è aumentata del 30% circa, la concentrazione del gas metano è più che raddoppiata e la concentrazione dell'ossido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) è cresciuta del 15%. Inoltre ciò che è più allarmante è che i dati recenti indicano che le velocità di crescita delle concentrazioni di questi gas hanno subito un'impennata e ciò sta comportando un notevole surriscaldamento della superficie terrestre.



Nei Paesi più sviluppati, i combustibili fossili utilizzati per i trasporti, per il riscaldamento negli edifici e per l'alimentazione delle numerose centrali energetiche sono responsabili in misura del 95% delle emissioni dell'anidride carbonica, del 20% di quelle del metano e del 15% per quanto riguarda l'ossido nitroso.

L'aumento dello sfruttamento agricolo, le varie produzioni industriali e le attività minerarie contribuiscono ulteriormente per una buona fetta alle emissioni in atmosfera. Il danno è ancora più evidente se si pensa che nel corso degli incendi intenzionali che colpiscono ogni anno le foreste tropicali viene emessa una quantità totale di anidride carbonica paragonabile a quella delle emissioni dell'intera Europa. Se le emissioni globali di  $\text{CO}_2$  fossero mantenute come in questi ultimi anni, le concentrazioni atmosferiche raggiungerebbero i 500 ppm<sup>1</sup> per la fine di questo secolo, un valore che è

1. ppm= parti per milione

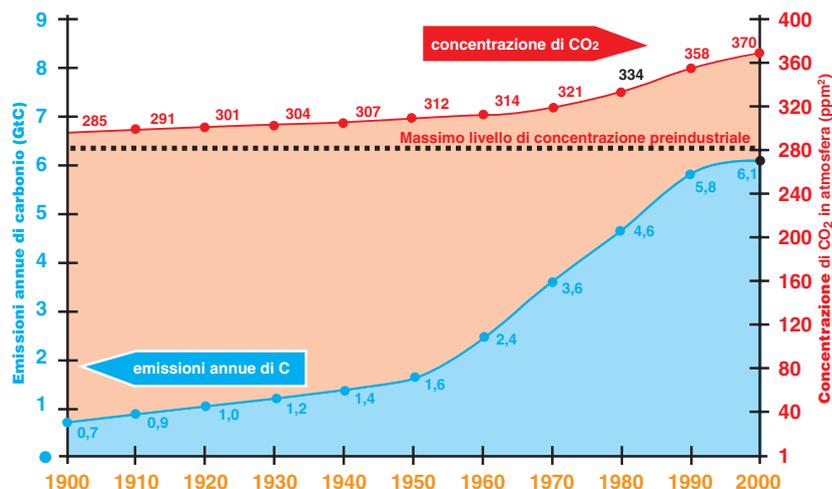


Questo grafico dimostra come la CO<sub>2</sub> sia aumentata in modo significativo nel periodo della Rivoluzione Industriale

quasi il doppio di quello pre-industriale (280 ppm). Si ritiene che il clima della Terra sia destinato a cambiare perché le attività umane stanno alterando la composizione chimica dell'atmosfera. Le enormi emissioni di gas serra dovute all'azione umana stanno causando un aumento della temperatura terrestre e determinando, di conseguenza, dei profondi mutamenti a carico del clima sia a livello planetario che locale.

Il Comitato Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ritiene che la temperatura media del pianeta sia aumentata di circa 0,6°C dal 1861.

Inoltre, sulla base delle tendenze attuali di emissione



C'è una stretta relazione tra le emissioni di carbonio (C) e la concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera

dei gas serra, vi è la stima di un ulteriore aumento della temperatura terrestre tra 1,4 e 5,8°C nel periodo fra il 1990 e il 2100.

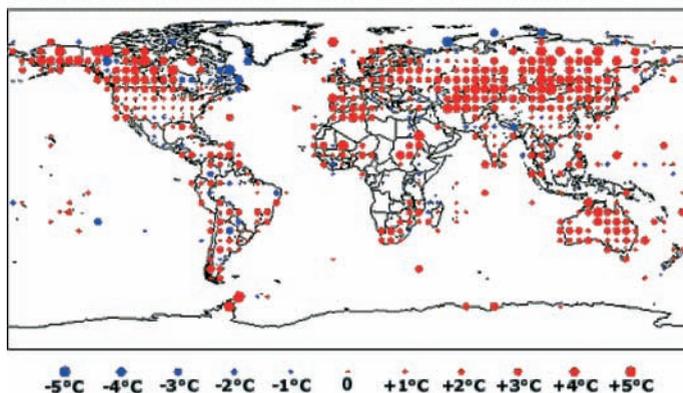
L'aumento del calore e quindi dell'evaporazione dai grandi bacini idrici comporta un aumento corrispondente della quantità d'acqua in atmosfera e quindi un aumento delle precipitazioni. Alcuni ricercatori ritengono che queste siano cresciute di circa l'1% su tutti i

continenti nell'ultimo secolo. Le aree poste ad altitudini più elevate mostrano incrementi più consistenti, al contrario le precipitazioni sono diminuite in molte aree tropicali. In ogni caso si nota una maggiore intensità delle piogge e dei fenomeni meteorologici più violenti (come le tempeste e gli uragani) con un conseguente aumento delle inondazioni e delle erosioni a carico del terreno. Il riscaldamento globale comporta anche una diminuzione complessiva delle superfici glaciali.

Le grandi masse di ghiaccio della Groenlandia e dei ghiacciai continentali stanno arretrando notevolmente; ultimamente anche i ghiacci dell'Antartide hanno iniziato una inarrestabile riduzione.

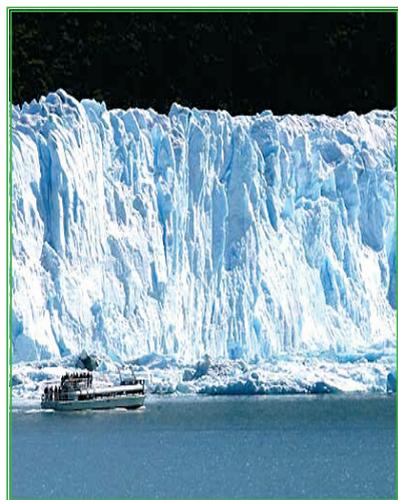
L'aumento del volume oceanico causato dallo scioglimento dei ghiacci provoca anche l'innalzamento del livello medio del mare: negli ultimi cento anni è cre-

### Temperatura media annua globale (periodo 1950-1999)



Fonte: Global Historical Climate Network, National Oceanic and Atmospheric Admin. (USA)

Effetto di scioglimento dei ghiacci con iceberg



sciuto approssimativamente di 15-20 cm, ed è previsto per la fine del secolo un aumento tra i 0,5-2 metri.

Questo fenomeno provoca sia gravi danni alle città costiere sia una evidente riduzione dei suoli coltivati.

Inoltre in molte zone tropicali, dove la temperatura registra un sostanziale innalzamento, già si assiste ad una riduzione dell'umidità del suolo che comporta una diminuzione nella resa agricola: molte aree, anche in Europa, sono a rischio di desertificazione.

Tutti questi effetti sono già scientificamente evidenti per i molti dati ottenuti a riguardo e si ipotizza un inasprimento della situazione attuale nel caso in cui le concentrazioni dei gas serra aumentassero con l'attuale trend. Lo scenario che si può ipotizzare è impressionante: i deserti potrebbero espandersi in terre che ora sono semiaride; le foreste, i polmoni della terra, diminuirebbero ulteriormente nella loro estensio-

ne; intere popolazioni, ora in regime di sussistenza, non avrebbero più risorse idriche a disposizione; città costiere e numerose isole scomparirebbero.

È indubbio che le ricadute sociali ed economiche non tarderanno a farsi sentire pesantemente.

Quindi diventa prioritario rivalutare l'energia solare riducendo nel contempo tutto ciò che possa comportare l'emissione di gas serra, in primis i combustibili fossili.

## 3.2 Sistemi fotovoltaici per la produzione elettrica

### 3.2.1 Perché questa tecnologia?

Per energia solare si intende l'energia raggiante sprigionata dal Sole e trasmessa a tutto lo spazio circostante, quindi anche alla Terra, sotto forma di radiazione elettromagnetica.

L'energia elettrica che si può produrre utilizzando l'energia solare viene chiamata **energia fotovoltaica**. Presenta degli enormi vantaggi: è gratuita e non inquinante.

La produzione di energia è più abbondante durante la stagione estiva e decresce durante la stagione invernale in relazione all'inclinazione dei raggi solari. L'energia elettrica prodotta mediante i sistemi fotovoltaici si può inserire nel Progetto Conto Energia (par. 3.2.4) e può essere venduta al gestore immettendola nella rete elettrica esistente e può essere utilizzata riducendo o annullando la spesa per la corrente elettrica consumata.



L'energia prodotta da sistemi fotovoltaici presenta numerosi vantaggi tra cui l'abbattimento delle emissioni inquinanti in quanto, per ogni kWh prodotto con il Sole, si evita l'immissione in atmosfera di 530 g di CO<sub>2</sub><sup>5</sup>, la minor dipendenza dalla rete e la riduzione del carico sulla rete elettrica nazionale, la possibilità di realizzare un impianto modulare tarato sulle reali esigenze del-

*Oggi l'energia solare è utilizzata per i nuovi sistemi di produzione di energia elettrica e termica*

5. Rispetto alla produzione di energia a combustione

Utilizzo di cellule fotovoltaiche per l'illuminazione pubblica



Cellule fotovoltaiche



l'utente, riducendo costi e sprechi, e infine una manutenzione a basso costo e di lunga durata.

### 3.2.2 Cosa bisogna sapere

Un dispositivo fotovoltaico è in grado di trasformare direttamente la luce solare in energia elettrica, sfruttando l'effetto fotoelettrico, noto fin dal 1800 ma dimostrato nel 1905 da Albert Einstein che, per questo motivo, ottenne nel 1921 il premio Nobel. Il principio di funzionamento si basa sulla proprietà che hanno alcuni materiali semiconduttori opportunamente trattati, come il silicio (Si), di liberare energia elettrica quando sono colpiti da radiazione luminosa.

La luce, è composta da particelle, corpuscoli, d'energia: i fotoni. (v.pag. 25) Quando un fotone colpisce gli atomi di materiali come il silicio, permette ad uno dei suoi elettroni di allontanarsi e di muoversi all'interno del materiale.

La tipica **cella fotovoltaica** è costituita da un sottile strato (di spessore di 0,25-0,35 mm circa) di silicio mono- o poli-cristallino che costituisce il materiale semiconduttore. Una faccia di questo strato viene "drogata" con atomi di boro per creare un eccesso di cariche libere di segno positivo; l'altra faccia viene drogata da atomi di fosforo per creare un eccesso di cariche libere di segno negativo.

Nella zona di contatto tra i due strati si determina un campo elettrico che separa le cariche elettriche di segno opposto. La luce solare stimola la circolazione di tali cariche dando luogo a corrente elettrica.

Il rendimento complessivo dei moduli si aggira sul 10-13%, con valori più alti per quelli costituiti da silicio mono-cristallino rispetto al poli-cristallino. Un insieme di moduli, collegati elettricamente in serie per fornire la tensione richiesta, costituisce una stringa. Più stringhe, collegate generalmente in parallelo per fornire la potenza richiesta, costituiscono il generatore fotovoltaico.

Esistono altri tipi di moduli definiti "a film sottile" di silicio amorfo. In questo caso si tratta di una unica enorme cella di dimensioni simili ad un intero modulo cristallino ottenuta per deposizione gassosa di uno o più strati di silicio e agenti di drogaggio tipo P e N (come nei microchip elettronici).

Rispetto alla tecnologia che utilizza il silicio cristallino i vantaggi di quella con silicio amorfo sono:

- la possibilità di creare moduli di forme e curvature diverse su supporti di tipo flessibile: questa caratte-

ristica li rende interessanti per sostituire le tegole di coperture delle case con soluzioni creative per l'architettura

- un rendimento più alto nel ciclo di un anno in zone poco soleggiate cioè con luce diffusa piuttosto che diretta
- una influenza minore degli ombreggiamenti parziali sui tetti fotovoltaici.

Nonostante questa tecnologia preveda in futuro prezzi accessibili rispetto alla tecnologia del modulo cristallino, vanno tenuti presenti alcuni problemi che nel tempo potranno senz'altro essere risolti:

- il rendimento è generalmente inferiore con buone condizioni annuali di irraggiamento
- si nota una graduale leggera perdita di rendimento nel corso degli anni: la garanzia di rendimento da parte dei costruttori è all'80% delle prestazioni dopo 20 anni, mentre è al 90% nel caso dei cristallini
- i costi restano ancora elevati

Attualmente esistono due tipi di impianti fotovoltaici: quelli isolati (stand-alone), nei quali l'energia prodotta alimenta direttamente un impianto elettrico e la parte in eccedenza viene accantonata in una serie di accumulatori e quelli connessi alla rete elettrica (grid-connected), nei quali l'energia viene usata per alimentare la richiesta dell'utente o immessa nella rete di distribuzione, con la quale lavora in regime di interscambio. Quest'ultimo tipo di impianto è stato finanziato nel passato dal programma nazionale "Tetti fotovoltaici", mentre il riferimento attuale è il decreto Scajola denominato "Conto Energia". (par. 3.2.4)

*In questa abitazione sono abbinati pannelli fotovoltaici (in basso e in alto a destra) e pannelli solari termici (in alto a sinistra)*



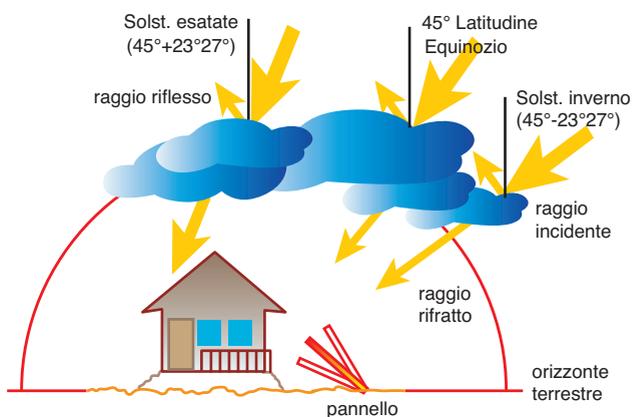
La corrente prodotta potrà essere utilizzata per accendere lampadine, per azionare motori o per caricare degli accumulatori, esattamente come quella generata con gli altri usuali sistemi. Ogni modulo è dotato di un diodo (un dispositivo che permette il passaggio della corrente in una sola direzione) per evitare che il modulo si trasformi da generatore a dissipatore di energia.

Se si richiede corrente alternata (caso più comune) è necessario inserire un'apparecchiatura detta inverter in grado di trasformare la corrente continua in alternata. Più moduli possono collegarsi fra loro per formare un generatore fotovoltaico avente le caratteristiche di potenza e tensione desiderate.

Gli impianti fotovoltaici sono ormai utilizzati comunemente. Si va, per esempio, dall'alimentazione degli orologi, dei giocattoli, delle calcolatrici tascabili (circa un decimo di watt) fino ai grandi sistemi con potenze di alcuni megawatt (MW) connessi alla rete ENEL (a Serre, in provincia di Salerno esiste un impianto da 3,3 MW). Sono insostituibili per dare energia a ponti radio isolati sulle montagne o a sistemi per il rilevamento degli incendi nei boschi.

Sono utilizzati negli impianti di pompaggio dell'acqua, ed in quelli di dissalazione dell'acqua di mare (a Lampedusa, a Lipari), per l'illuminazione di strade isolate, aeroporti, aree archeologiche (a Sovana, in provincia di Siena) o negli impianti di ricarica degli accumulatori di auto elettriche (a Palermo).

*L'atmosfera è colpita dalla radiazione solare con vari angoli d'incidenza in diversi periodi dell'anno alle nostre latitudini. In inverno la quota dell'energia che giunge al suolo è nettamente inferiore a quella che arriva nel periodo estivo. L'inclinazione dei pannelli tiene conto di questi fattori.*



Per quanto riguarda l'utenza domestica l'uso dei sistemi fotovoltaici può rendere autonoma una casa privata oppure far funzionare piccoli congegni elettrici quali pompe per l'acqua, piccoli sistemi di climatizzazione, cancelli elettrici, mettendoli al riparo da fenomeni di blackout.

POTENZA EFFETTIVA CALCOLATA IN FUNZIONE DELL' INSOLAZIONE MEDIA GIORNALIERA DI PADOVA

Insolazione media giornaliera	Insolazione media annua	coefficiente	Potenza prodotta nella zona di Padova	Potenza effettiva
$i = 3,6 \text{ kWh/m}^2/\text{gg}$	$l = i \cdot 365 \text{ gg}$ $l = 3,6 \text{ kWh/m}^2/\text{gg} \cdot 365 \text{ gg}$ $= 1300 \text{ kWh/m}^2/\text{anno}$	$Cf=12\%$	$Pp = l \cdot cf$ $1300 \text{ kWh/m}^2/\text{anno} \times 12\%$ $P = 160 \text{ kWh/m}^2/\text{anno}$	$P_e=100-120 \text{ kWh/m}^2/\text{anno}$

Quello che in molti altri paesi (in testa a tutti la Germania) è oramai consuetudine, come l'installazione di pannelli fotovoltaici e la vendita dell'energia alla rete, in Italia è da poco diventata realtà grazie alla emanazione del Decreto Scajola del 28/07/2005 e modifiche seguenti denominato comunemente "Conto energia", come descritto nel paragrafo 3.2.4. Tale decreto permette di rendere economicamente vantaggioso lo sviluppo del fotovoltaico perchè si può ammortizzare in circa 10 anni le spese per l'installazione.

**Quanta energia è opportuno produrre con i pannelli fotovoltaici?**

È necessario eseguire un'analisi dei consumi abituali dell'abitazione o, in mancanza di altri dati, è possibile assumere il valore statistico di  $Q=2500 \text{ kWh/anno}$  che rappresenta il consumo medio delle famiglie italiane. Si calcola così la superficie (A) dei pannelli necessari con la formula seguente:

$$A = Q / I \times \rho$$

dove:

$I=3,6$  è l'irraggiamento medio nella zona dei Colli Euganei;

$\rho=0.075$  rappresenta il rendimento reale di un pannello in silicio amorfo.

365 sono i giorni di utilizzo in un anno,

da cui:

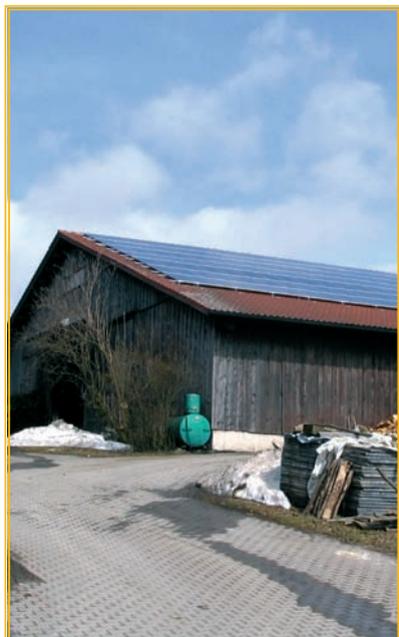
$$A = 2500 / (3.6 \times 0.075 \times 365) = 25 \text{ m}^2$$

Si può verificare di seguito il risultato precedente applicato alla zona dei Colli Euganei, con moduli fotovoltaici in silicio poli-cristallino con una installazione fissa rivolta a Sud inclinati a  $30^\circ$  con le caratteristiche riportate in tabella:



TABELLA GENERALE DELLE PRESTAZIONI DI UN MODULO DA 70 W

Potenza di picco (Wp)	watt	70
Corrente di corto circuito (Isc)	amp	4.46
Tensione di circuito aperto (Voc)	volt	21
Tensione al punto di massima potenza (Vmp)	volt	17.2
Corrente al punto di massima potenza (Imp)	amp	4.12
Corrente tipica alla tensione di batteria (12,5V)	amp	4.25
Tensione massima di sistema	volt	600



Pannelli fotovoltaici su tettoia di capannone agricolo

Si calcola la tensione continua accettabile per il convertitore DC/AC: un tipico inverter ammette in ingresso una tensione variabile tra 99 V e 170 V. Una installazione di 9 moduli in serie (che prende il nome di stringa) dà alla massima potenza una tensione (V) sostenibile dall'inverter considerato:

$$V = V_{mp} \times n^{\circ} \text{ di moduli} = 17.2V \times 9 = 155 \text{ volt}$$

Per ottenere la corrente necessaria si collegano in parallelo 5 di tali stringhe, ottenendo un complesso di pannelli fotovoltaici composto da  $5 \times 9 = 45$  moduli. Le misure dei pannelli presi in considerazione è di 1.130 m. x 0,524 m.

La superficie complessiva ( $A_S$ ) è di:

$$A_S = 1.130 \text{ m} \times 0.524 \text{ m} \times 45 = 26 \text{ m}^2$$

corrispondente all'incirca al valore calcolato precedentemente. La potenza nominale installata (P) è:

$$P = 45 \times 70W = 3150 \text{ W}$$

Si noti che tale potenza è maggiore di quella effettivamente ottenibile (i dati si riferiscono a condizioni standard).

### Che costi si devono sostenere con l'installazione dei pannelli fotovoltaici?

Vediamo ora a quanto ammonta la spesa di un impianto che soddisfi le esigenze medie di una famiglia di quattro persone. Nella tabella sottoriportata vengono indicati i costi dell'impianto descritto, in cui i prezzi sono da considerarsi IVA esclusa.

Una valutazione dei costi al Kwh può essere fatta con la formula seguente:

$$C = (Q_A + Q_M) / W = (653,00 \text{ €} + 225,00\text{€}) / 2500 \text{ kWh} = 0,35 \text{ €/kWh}$$

Prezzi dei vari componenti l'impianto, IVA esclusa	
Moduli	14300,00 €
Inverter	2000,00 €
Accessori e cavi	600,00 €
Installazione	3000,00 €
Supporti vari	900,00 €
Spese di progetto	800,00 €
<b>TOTALE</b>	<b>21600,00 €</b>

Nella formula si è assunto:

$Q_A$  = quota annua per la reintegrazione del capitale investito, il cui valore si ricava:

$$Q_A = C_i \times r / ((1 + r)^N - 1) = 21600 \times 0,05 / ((1 + 0,05)^{20} - 1) = 653 \text{ €}$$

$C_i$  = capitale investito = 21600 €

$r$  = saggio di interesse annuo = 5% (interesse 2% + svalutazione 3%)

$N$  = numero di anni di vita utile dell'impianto = 20 (gli impianti sono semplici e robusti; i costruttori garantiscono i moduli fino a 25 anni).

$Q_M$  = quota annua per manutenzione = 225 € (in realtà l'impianto non richiede manutenzione, ma è prudente prevedere la sostituzione di qualche parte dell'impianto).

$$W = \text{energia prodotta in un anno} = 3,6 \times 365 \times 25 \times 0,075 = 2500 \text{ kWh/anno}$$

Si tenga in considerazione che in presenza di incentivi statali o regionali il costo al kWh scende drasticamente, e risulta paragonabile a quello dell'energia acquistata dalla rete, oppure con il "Conto energia" la spesa verrà ammortizzata in un tempo congruo e può diventare un interessante investimento economico.

### 3.2.3 Un esempio realizzato nel Parco Colli Euganei

All'interno del Parco nel comune di Montegrotto, vicino a uno dei numerosi colli vulcanici, in posizione invidiabile per paesaggio ed esposizione solare è stata individuata una realizzazione di impianto fotovoltaico per un sistema di alimentazione di una pompa idraulica applicata ad un pozzo.

Si tratta del primo passo di un progetto più ampio di sistema fotovoltaico che permetterà di rendere autonoma anche l'abitazione. I pannelli sono stati montati su delle strutture fisse nel prato antistante senza creare impatto paesaggistico sul contesto ambientale.

Il modulo fotovoltaico è realizzato in silicio mono-cristallino.

Le celle sono sottoposte ad uno speciale trattamento antiriflesso che limita così la riflessione dei raggi solari ed aumenta, di conseguenza, l'efficienza delle celle e il rendimento del modulo.

Inoltre la superficie del modulo è protetta da un vetro temperato ad elevata trasmittanza, resistente agli urti e agli agenti atmosferici.

#### Pompa Idraulica Sommersa

L'alimentazione elettrica fornisce energia a una pompa sommersa a corrente continua in acciaio inossidabile, di piccola potenza ed elevato rendimento, alimentabile con tensioni comprese tra 20V e 70V, correnti comprese tra 1A e 4A, potenze comprese tra 20W e 280W, ed adatta a prevalenze comprese tra 0 e 150 metri.

Funziona mediante un sistema di pistoni contrapposti equilibrati azionati da camme e rullini in bagno d'olio mossi da un motore c.c. a magneti permanenti dotato di spazzole speciali di lunga durata, raffreddato ad aria. Il tutto è sigillato e completamente isolato dall'acqua.

Viene normalmente costruita in tre versioni: con camma di 3 mm, con camma di 2,6 mm per medie prevalenze e medie portate, con camma di 2 mm per alte prevalenze e piccole portate.

Può essere alimentata direttamente da due o quattro pannelli solari fotovoltaici di tipo comune (12V), oppure mediante batterie di accumulatori a 24V. Le portate sono comprese tra i 600 e 11000 litri/giorno. È richiesto anche un dispositivo elettronico di sicurezza e controllo chiamato "controller".

La pompa ha un diametro di 98 mm, una lunghezza di 760 mm, pesa circa 13 kg e viene fornita dotata di un attacco rapido per tubi in polietilene da 25 mm. Per il funzionamento della pompa sono necessari circa 50 watt, questa potenza la si può ottenere da quattro pannelli fotovoltaici di circa 75 x 52 cm e dal peso di circa 4 kg ognuno.

**UBICAZIONE**

Montegrotto Terme (PD)

**TIPOLOGIA IMPIANTO**

Pannello solare fotovoltaico

**CARATTERISTICHE TECNICHE**

Dimensioni pannello..... 75X52 cm

Numero pannelli..... 4

Potenza di picco per pannello..... 50 watt

Resistenza all'impatto della grandine...24mm a 80 km/h

**UTILIZZO**

Alimentazione di una pompa elettrica che estrae acqua da un pozzo

**RIFERIMENTI**

sig. Renzo Bortoli

**VANTAGGI**

semplicità di progetto;  
 facilità di installazione e di manutenzione;  
 ridotto impatto visivo e rumorosità nulla

**SVANTAGGI**

dipendenza dalle condizioni meteo  
 necessità di posizionamento in zone soleggiate

**COSTI DI REALIZZAZIONE**

1600 € (costo dei 4 moduli fotovoltaici  
 compresa l'installazione)

Il costo di questo pannello è di circa 350-400 € e in genere viene garantita un'efficienza dell'85% per 25 anni. La tabella riporta possibili prestazioni, tipicamente estive, ottenibili ad una latitudine di circa 40° nord con una insolazione di almeno 7,0 kW/m<sup>2</sup>.

Le portate giornaliere invernali (insolazione di circa 5,2 kW/m<sup>2</sup>) sono pari circa al 73% delle portate giornaliere estive. Le migliori prestazioni vengono raggiunte dopo alcune ore di rodaggio.

Nelle realizzazioni di questo tipo è importante rilevare oltre ai vantaggi individuali anche quelli ambientali. Con una potenza di picco di 1 kWp (orientati a Sud con inclinazione 30°), l'emissione di CO<sub>2</sub> in un anno corrisponderebbe a 530 g di CO<sub>2</sub>. Nel tempo di vita dall'impianto (media di 40 anni) si stima facilmente l'emissione di CO<sub>2</sub> evitata pari a 21200 kg.

Modello di pannello fotovoltaico



**TABELLA GENERALE DELLE PRESTAZIONI DELLA POMPA ASSOCIATA**

CAMMA mm	N. PANNELLI/ WATT	P R E V A L E N Z A					
		0 MT Lt/GIORNO	25 MT Lt/GIORNO	50 MT Lt/GIORNO	75 MT Lt/GIORNO	100 MT Lt/GIORNO	150 MT Lt/GIORNO
3	4x65W	11.000 (1.470L/h)	6.500 (970L/h)	4.000 (570L/h)			
2,6	4x50W	8.000 (920L/h)	4.900 (700L/h)	2.800 (360L/h)			
	4x65W	8.800 (950L/h)	6.100 (770L/h)	4.500 (660L/h)	2.600 (370L/h)		
2	2x50W	3.200 (350L/h)	1.850 (270L/h)	1.140 (220L/h)	450 (180L/h)		
	2x65W	3.400 (360L/h)	2.200 (280L/h)	1.600 (230L/h)	1.100 (200L/h)	820 (170L/h)	
	4x50W	6.500 (690L/h)	4.200 (520L/h)	2.900 (420L/h)	1.900 (300L/h)	1.400 (180L/h)	
	4x65W	6.900 (700L/h)	4.800 (550L/h)	3.600 (460L/h)	2.700 (390L/h)	2.200 (330L/h)	1.400 (230L/h)

### 3.2.4 D.L. 28/07/2005 "Conto Energia": forme di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.

Il decreto in questione, atteso da tempo, attua la normativa comunitaria e nazionale relativa alla promozione delle fonti rinnovabili di energia e rappresenta un tentativo di estendere al nostro paese il sistema tedesco di incentivazione del solare fotovoltaico, che mostra risultati incoraggianti: la Germania ha raggiunto i 400 MW, contro i 20 MW di potenza installata in Italia. Il sistema di incentivazione si definisce in "conto energia", perché finanzia l'effettiva produzione di energia, a differenza del sistema in "conto capitale", come era invece il precedente programma "10000 tetti fotovoltaici" che sosteneva le spese d'investimento iniziale. Il decreto non è di semplice e univoca interpretazione, ma è possibile fin da ora tracciare qualche valutazione non conclusiva e sicuramente suscettibile di revisione in corso di concretizzazione.

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

1. Decreto del Ministro delle Attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio (di seguito: DECRETO), recante criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici, in attuazione dell'art. 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.
2. Decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti

- energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità." (di seguito: DECRETO QUADRO)
3. Delibera n. 224/00 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas "Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW." (di seguito: DELIBERA SCAMBIO SUL POSTO)
  4. Delibera n. 34/05 dell' Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas "Modalità e condizioni economiche per il ritiro dell'energia elettrica di cui all'art. 13, commi 3 e 4 del decreto legislativo 29 dicembre 2003 n. 387 e al comma 41 della legge 23 agosto 2004 n. 239." (di seguito:DELIBERA PREZZI RITIRO ENERGIA ELETTRICA)
  5. Testo integrato delle disposizioni dell' Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, allegato alla deliberazione dell'Autorità 30 gennaio 2004, n. 5/04. (di seguito: TESTO INTEGRATO).

Ai fini dell'incentivazione, il DECRETO fissa tre fasce, in funzione della potenza installata dell'impianto:

1. Non superiore a 20 kW.
2. Tra 20 kW e 50 kW.
3. Superiore a 50 kW, fino a 1000 kW.

Le tariffe incentivanti sono riconosciute fino a quando gli impianti installati raggiungeranno una potenza nominale cumulata di 100 MW, ripartita al 60% per gli impianti delle fasce 1. e 2. e al 40% per gli impianti della fascia 3.

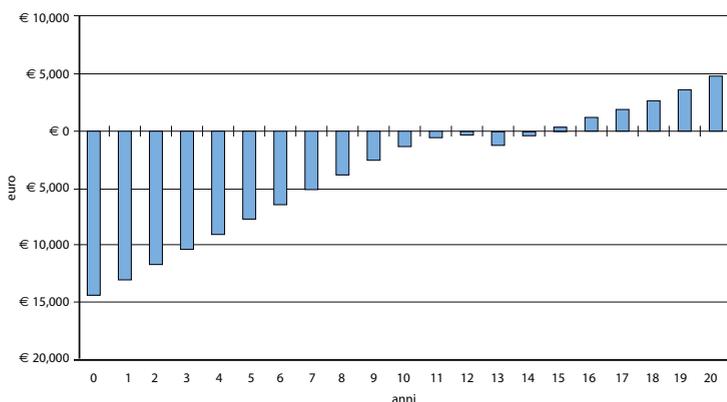
L'art. 5 del Decreto prevede che l'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici di potenza nominale non superiore a 20 kW benefici della disciplina di cui all'art.6 del Decreto Quadro, cioè delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia, determinate dall'Autorità per l'Energia elettrica e il Gas. In altre parole, l'utente non può vendere l'energia prodotta, ma solo scambiarla con il gestore. L'Autorità, con la Delibera Scambio sul Posto ha stabilito che lo scambio sul posto dell'energia elettrica consegnata e riconsegnata tra utente e gestore venga effettuato annualmente attribuendo all'energia fotovoltaica ceduta alla rete le stesse tariffe fissate dal gestore per la fornitura dell'energia elettrica (suddivisa secondo le diverse fasce orarie). Effettuata la compensazione a titolo di scambio, qualora permanga un saldo positivo viene riportato a credito negli anni successivi. In aggiunta a questo regime, l'art. 5 del Decreto ha ora fissato delle tariffe agevolate per l'energia ceduta alla rete: **0,445 €/kWh** per 20 anni,

per le domande relative al 2005 e il 2006, lo stesso valore decurtato però del 2% all'anno per le domande successive al 2006. Dopo 20 anni termina il regime incentivante e rimane solo lo scambio sul posto.

Per quanto riguarda gli impianti di potenza superiore ai 20 kW, l'art. 6 del Decreto stabilisce che l'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici di questo tipo sia ritirata alle condizioni fissate dall'Autorità ai sensi dell'art.13 comma 3 del Decreto Quadro. L'Autorità ha determinato tali condizioni con la Delibera Prezzi Ritiro Energia Elettrica. Il gestore della rete riconosce ai produttori un prezzo pari a una delle componenti del prezzo di cessione dall'Acquirente unico alle imprese distributrici per la vendita al mercato vincolato, definita nel Testo Integrato. In aggiunta al riconoscimento di queste condizioni, l'energia elettrica prodotta ha diritto per vent'anni a una tariffa incentivante di **0,46 €/kWh** per le taglie tra i 20 kW e i 50 kW e di **0,49 €/kWh** per quelle superiori ai 50 kW. Anche qui è prevista una decurtazione del 2% l'anno per gli impianti realizzati dopo il 2006. Dopo 20 anni termina il regime incentivante e rimane solo il regime Acquirente unico.

Il caso riportato è relativo a un impianto di 3 kW: fissato in 25 anni il tempo di vita di un impianto fotovoltaico, i dati in ingresso per effettuare il calcolo sono il **tasso d'inflazione e il tasso di sconto, la potenza dell'impianto, la produzione unitaria, l'investimento iniziale.**

La definizione del tasso d'inflazione è necessaria in quanto il Decreto ha stabilito che le tariffe incentivanti saranno aggiornate ogni anno in funzione dell'andamento del costo della vita determinato dall'ISTAT. Il tasso di sconto è il parametro fondamentale per attualizzare i futuri ricavi della vendita di energia al netto del costo dell'impianto, per determinare cioè il **Valore Attuale Netto (VAN)** della produzione. Naturalmente, questi sono i dati in ingresso più aleatori e difficili da stabilire. Si è applicato l'attuale tasso d'inflazione del 2% e il tasso di sconto che viene in genere consigliato nella progettazione di questi impianti, nella misura del 5%. La produzione unitaria è la quantità di energia prodotta dall'impianto per ogni unità di potenza, cioè per ogni kW.



Flusso di cassa (senza finanziamento) progressivo

Si è assunto un dato medio nazionale intorno ai 1300 kWh/kW e, applicando una riduzione per perdite d'efficienza durante il tempo di vita, si sono inseriti nei calcoli 1200 kWh/kW.

L'investimento iniziale è stato valutato in 6000 €/kW per gli impianti fino a 50 kW senza considerare i costi di manutenzione, del resto molto limitati per questo tipo d'impianti.

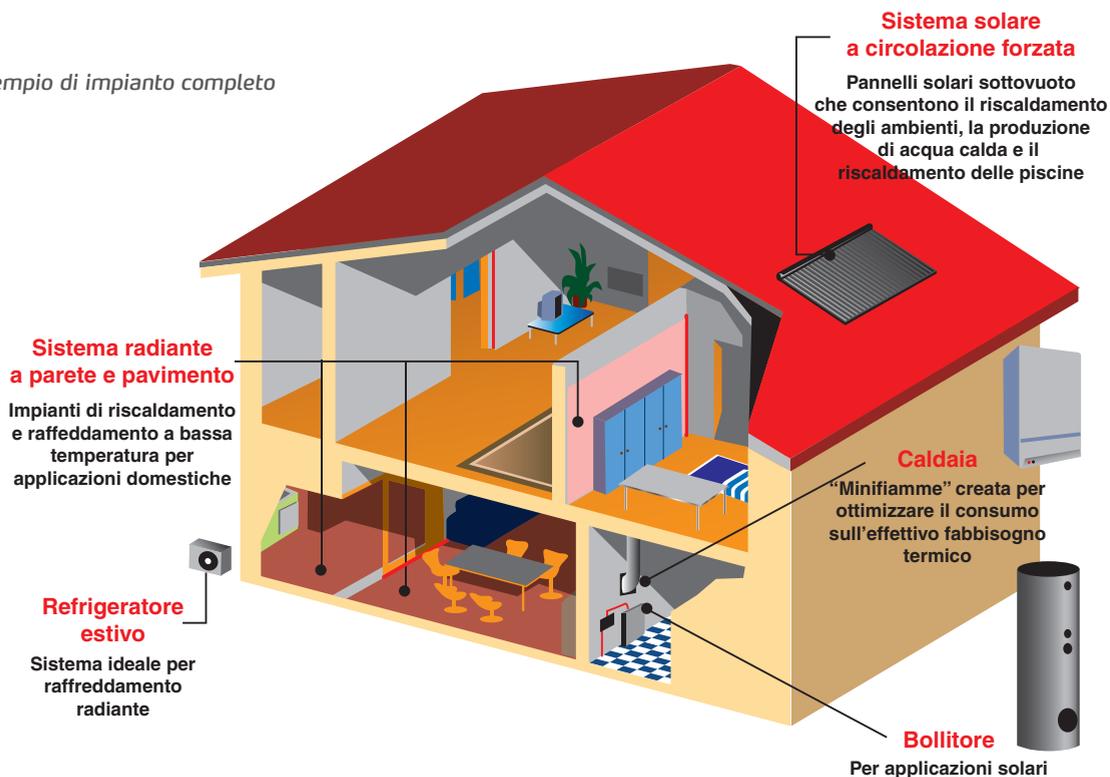
**I tempi di ritorno dell'investimento** sono risultati di undici anni per le potenze sotto i 50 kW.

Ma se i tempi di ritorno sono dello stesso ordine di grandezza, il VAN è di circa 11.000 € per l'impianto "familiare" da 3kW, e circa 165.000 € per quello intermedio da 50 kW.

Il 17/02/2006 è uscito un nuovo decreto che ha modificato alcuni aspetti della normativa precedente, tra cui:

- è stato stabilito un limite di 85 Mwh/anno di domande che potranno essere accettate per l'incentivazione;
- per i sistemi da 1-20 Kwh la tariffa incentivante verrà pagata solo fino al raggiungimento dell'energia consumata su base annuale;
- le domande saranno presentate solo in alcuni mesi: marzo, giugno, settembre, dicembre;
- non ci sarà l'adeguamento Istat delle tariffe incentivanti.

*Esempio di impianto completo*



## 3.3 Pannelli solari per il riscaldamento e per l'acqua sanitaria

### 3.3.1 Perché questa tecnologia?

Il Sole può regalarci energia da utilizzare fino a valori che arrivano all' 80-95 % del totale per il riscaldamento dell'acqua calda che tutti i giorni utilizziamo per lavarci le mani, per fare la doccia, per lavare le stoviglie o gli indumenti, collegando il proprio impianto solare anche all'ingresso dell'acqua calda della lavatrice o della lavastoviglie. Se l'abitazione è dotata di un sistema di riscaldamento a bassa temperatura mediante pannelli radianti (serpentine poste sotto il pavimento o a parete, all'interno delle quali scorre acqua calda) il collegamento a questo sistema consente un recupero dell'investimento iniziale nel giro di pochi anni. I risultati sono ottimi anche in zone meno soleggiate se i prodotti sono di buona qualità, e l'impianto è ben dimensionato.

Nell'ambito delle strategie da adottare previste dal protocollo di Kyoto l'impiego dell'energia solare è uno dei sistemi più efficaci. La produzione di acqua calda per usi sanitari con collettori solari rappresenta una tecnologia matura, affidabile, tecnologicamente semplice e consente considerevoli risparmi economici.

### 3.3.2 Cosa bisogna sapere

L'origine dell'idea che sta alla base del pannello solare è molto antica: ne abbiamo testimonianza nell'ambito dell'assedio di Siracusa (414 a.C.) durante il quale il famoso Archimede difese, secondo la leggenda, la

#### I collettori a piastra

Sono composti da una cella termicamente isolata, coperta da un vetro protettivo in grado di sopportare pioggia, grandine e temperature rigide, filtra i raggi solari e crea l'effetto serra per intrappolare il calore. All'interno della cella si trova l'assorbitore di calore vero e proprio, che è una lastra metallica scura, detta anche piastra captante, o corpo nero assorbente, sulla quale sono saldati i tubi all'interno dei quali circola un liquido termoconvettore (per esempio composto da acqua e glicole propilenico atossico). Questo liquido, riscaldato dal calore solare, sale alla cima del collettore e va nel serbatoio dove, tramite uno scambiatore, cede il calore all'acqua da riscaldare contenuta all'interno e distribuita ai diversi punti di presa. A questo punto il liquido termoconvettore raffreddato scende ed il processo ricomincia da capo.



Schema di un collettore a piastra

Nella tabella sono rappresentati i dati dell'intensità della radiazione solare media<sup>6</sup> a Padova

Intensità della radiazione solare giornaliera media mensile diretta più diffusa sul piano orizzontale [MJ/ m<sup>2</sup>]

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEM.	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
PADOVA	4,6	7,8	12,4	16,1	20,4	22,5	24,4	20,2	14,7	9,2	5,3	4,3

Intensità della radiazione solare globale su superficie esposta a SUD [MJ/ m<sup>2</sup>]

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEM.	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
PADOVA	8,2	11,0	12,3	10,6	10,2	9,9	11,0	11,8	12,6	11,7	9,0	8,4

6. Somma delle componenti misurate a terra su un piano orizzontale della radiazione solare diretta e diffusa per effetto delle nubi ed altri costituenti atmosferici. Spettro di lunghezza d'onda compreso tra 0,3 e 3,0 nm

### I collettori a tubo sottovuoto

Sono composti da tubi di vetro speciale sottovuoto (le estremità di un tubo di vetro interno e di uno esterno vengono fuse tra loro e l'aria è estratta dall'intercapedine) ricoperti da uno strato altamente selettivo che trasforma la luce solare in calore. In questo caso l'assorbitore di calore è di forma circolare ed è alloggiato all'interno della cavità sottovuoto dei tubi stessi; in questo modo il fluido termoconduttore evapora e, cedendo il suo calore all'estremità superiore del tubo, si condensa e ritorna in basso. A differenza dei pannelli a piastra, questa tipologia di collettori sottovuoto non conduce calore, essendo l'aria il migliore isolamento, per cui non si verificano perdite per convezione e conduzione e pertanto il loro rendimento è superiore (circa 10-20%) rispetto ai precedenti. Inoltre, vista la loro maggiore resa, richiedono una minore superficie esposta rispetto alle altre tipologie di pannelli e sono capaci di trattenere il calore accumulato anche in condizioni atmosferiche molto rigide, garantendo prestazioni elevate e costanti durante l'intero arco dell'anno; per questi motivi possono essere utilizzati anche in zone con un'insolazione medio-bassa o con condizioni climatiche particolarmente rigide durante l'inverno, come in alta montagna o nei paesi nordici. Generalmente sono forniti con concentratori a specchio retrostanti i tubi sottovuoto, in modo da sfruttare al massimo la radiazione solare.

città dalle navi romane convogliando i raggi solari su di esse con enormi specchi, facendole così bruciare. Anche solo il gioco puerile che consiste nel bruciare un foglio di carta con una lente di ingrandimento che concentra i raggi solari dà un'idea dell'enorme potenziale dell'energia solare. Tutte le abitazioni che dispongono di uno spazio soleggiato (tetto inclinato, tetto terrazzato, giardino ben esposto, ecc.) possono essere dotate di un sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria.

L'impiego di spazi aperti su terrazzamenti non ombreggiati del giardino rappresenta la soluzione meglio integrata in un contesto paesaggistico.

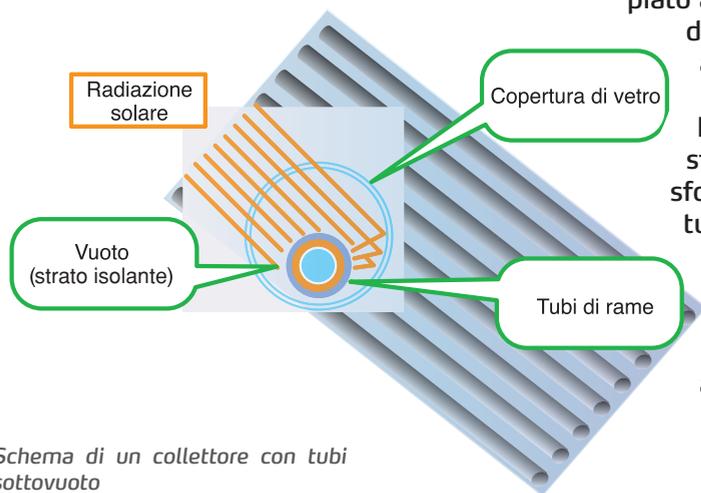
La soluzione che prevede di posizionare i pannelli sui tetti è di fatto la più praticata. Sarà quindi importante studiare un adeguato inserimento nel tetto, al fine di ridurre l'impatto ambientale: i pannelli solari devono essere preferenzialmente rivolti verso Sud con una variazione di circa  $\pm 30^\circ$  ed inclinati di circa  $40/45^\circ$  rispetto al piano orizzontale. Si deve tenere presente la portata del tetto per evitare sovraccarichi.

Il funzionamento del sistema a collettori solari per il riscaldamento dell'acqua è molto semplice e rispetta tutti i requisiti richiesti da un impianto ecologico. L'acqua riscaldata dai collettori solari raggiunge temperature comprese fra i 40 e i 70°C, così che può essere utilizzata in cucina, in bagno, per la piscina e per integrare gli impianti di riscaldamento degli ambienti: il solare termico risulta quindi particolarmente idoneo per l'impiego nei sistemi di circolazione dei fluidi a bassa temperatura (30-35°C) utilizzati nel pavimento, nelle pareti e nei soffitti.

Il solare termico può essere facilmente adottato sia nelle progettazioni ex novo (nel qual caso è accoppiato a provvedimenti che limitano le dispersioni termiche e sfruttano altri contributi solari passivi) sia nelle ristrutturazioni.

Esistono diversi sistemi per sfruttare l'energia solare e trasformarla in acqua calda da usare tutti i giorni (note a margine):

- i collettori a piastra
- i collettori a tubo sottovuoto
- collettori monoblocco o ad accumulo



Schema di un collettore con tubi sottovuoto

Gli impianti solari si dividono in due famiglie a seconda che la circolazione dell'acqua sia regolata dal gradiente termico, oppure sia generata da una pompa:

- **impianti a circolazione naturale** sono consigliati nel caso in cui il nucleo familiare sia di 2/3 persone nel nord Italia, o 3/4 al sud o si abbia a disposizione un tetto piano, o un sottotetto robusto. I sistemi a circolazione naturale sono molto semplici, richiedono scarsa manutenzione e possono essere realizzati impiegando qualunque tipo di pannello solare.

Tutti i sistemi a circolazione naturale si basano sul principio che il fluido del circuito primario, riscaldato dal sole, si dilata, diventa più leggero e tende a salire verso l'alto, provocando un movimento naturale.

Nei sistemi a circolazione naturale, se non si è impiegato un pannello con serbatoio integrato, il serbatoio di accumulo dell'acqua deve essere sempre posizionato più in alto del pannello ed a breve distanza dal medesimo, con una leggera pendenza delle tubazioni di collegamento per facilitare il trascinarsi e l'espulsione dell'aria. È buona norma privilegiare l'installazione di sistemi a circolazione naturale in tutte le situazioni in cui non vi sia un chiaro impedimento tecnico.

- **impianti a circolazione forzata** sono indicati per un numero di 3 o più utenti, oppure se non si ha a disposizione un sottotetto molto robusto. Sono definiti sistemi a circolazione forzata perché, a differenza dei precedenti, in questi il liquido del circuito primario è spinto da una pompa.

L'installazione dei sistemi a circolazione forzata è necessaria in tutte le situazioni in cui il serbatoio di accumulo dell'acqua non possa essere posizionato ad un livello più alto dei pannelli solari.

Questi sistemi sono più complessi, più costosi dei precedenti e sono soggetti ad una più accurata manutenzione che deve essere eseguita da personale specializzato.

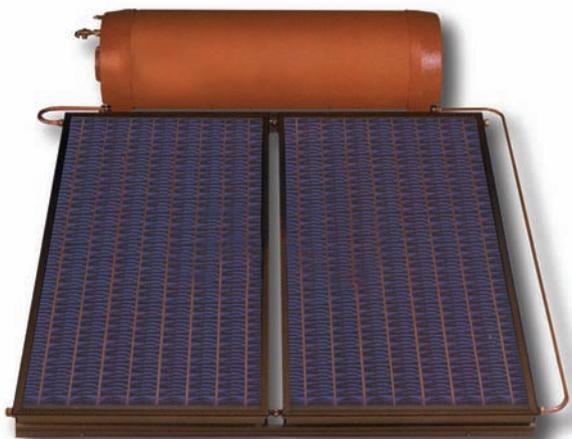
Il sistema più semplice, comune ed economico per produrre acqua calda a uso sanitario è costituito da uno o due collettori con una superficie di circa 2 metri quadrati ciascuno, per persona (in base a un consumo giornaliero individuale stimato in 60 litri d'acqua calda a 45°C). Il rendimento dei pannelli solari è aumentato di un buon 30% nell'ultimo

#### Collettori monoblocco o ad accumulo

I collettori ad accumulo, detti anche monoblocco, sono di costruzione molto semplice rispetto alle precedenti categorie e sono prevalentemente composti da un serbatoio in acciaio inox che viene esposto direttamente al sole, solitamente sono asserviti da un collettore piano integrato.

Il serbatoio solitamente è dipinto di nero, termicamente coibentato e coperto da una lastra di materiale trasparente termoisolante, può anche essere montato direttamente in una cavità del tetto in cui si trova uno specchio solare concavo che riflette la luce; vengono collegati direttamente alla rete dell'acqua fredda e calda senza l'ausilio di scambiatori di calore e pompe e possono essere collegati ad una caldaia a gas ausiliaria, che interviene automaticamente quando la temperatura scende al di sotto di quella richiesta. Rispetto alle precedenti tipologie hanno un costo più modesto, sono compatti, maneggevoli, occupano poco spazio e possono essere installati senza l'ausilio di tecnici specializzati.

Generalmente il loro uso è limitato alla sola produzione di acqua calda sanitaria e, inoltre, durante la notte o nei giorni con scarsi apporti solari possono raffreddarsi facilmente.



Schema di un collettore monoblocco o ad accumulo



Serbatoio di accumulo e pompe per il ricircolo acqua.

decennio, rendendo competitive molte applicazioni nell'edilizia, nel terziario e nell'agricoltura. Un metro quadrato di collettore solare può scaldare a 45-60 °C fino ad un massimo di 300 litri d'acqua in un giorno, a seconda dell'efficienza che varia con le condizioni climatiche e stagionali e con la tipologia di collettore.

Prima di dimensionare un impianto è necessario conoscere il grado di comfort che si vuole ottenere, si deve cioè valutare il numero di litri d'acqua che ogni membro della famiglia consuma quotidianamente che può variare da 35 a 75 litri al giorno.

Occorre inoltre prevedere un consumo per persona di circa 10 litri di acqua calda, per cucinare i pasti e per lavare le stoviglie. Se si vuole collegare la lavatrice e la lavastoviglie al circuito solare, bisogna aumentare il fabbisogno di circa 20 litri di acqua calda per ogni lavaggio.

### 3.3.3 Esperienze nel Parco Colli Euganei

Produrre acqua calda direttamente dal Sole è un modo semplice e relativamente poco costoso e per queste ragioni le realizzazioni presenti all'interno del Parco sono più numerose rispetto a altre forme di sfruttamento di energie alternative. Visti i costi iniziali non troppo elevati, questa tecnologia è ammortizzabile in un breve periodo, terminato il quale la spesa iniziale si trasforma in un vero investimento.

Si sono individuate delle esperienze già realizzate da tempo e quindi non tecnologicamente avanzate e altre dove è stata rilasciata la concessione edilizia ma non sono ancora state eseguite.

La prima esperienza realizzata nel 1975 è stata individuata in località Valcalaona nel comune di Cinto Euganeo, con l'adozione di pannelli a piastra posizionati sul tetto a 60° sull'orizzontale in 3 elementi da 2,40 m<sup>2</sup> ciascuno.

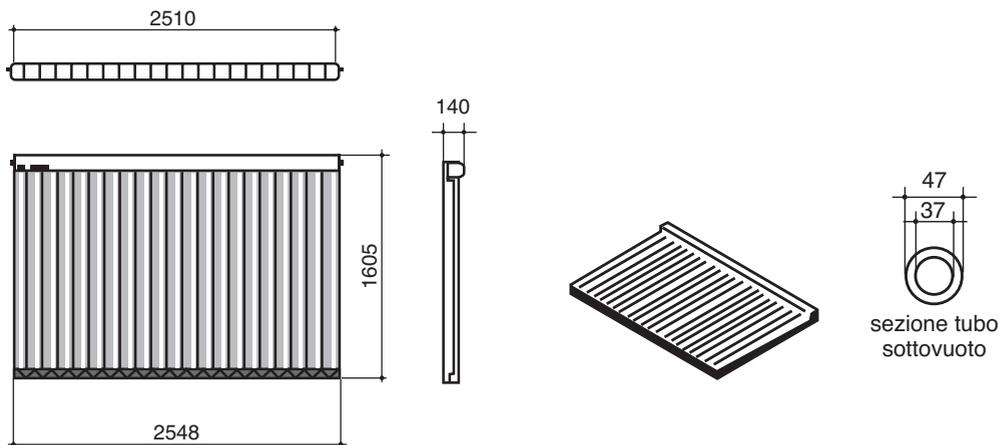
L'impiego è solo ad uso sanitario e viene azionato solo nei mesi da aprile ad ottobre con circolazione forzata. L'acqua viene convogliata in un serbatoio da 300 litri. L'utilizzo in questi mesi copre completamente la richiesta delle 5 persone residenti in un edificio con superficie di 240 m<sup>2</sup>.

L'impianto è stato finanziato con un mutuo agevolato da parte dell'Enel che è stato ammortizzato in bolletta in 4 anni. Il proprietario è stato ampiamente soddisfatto della realizzazione, e della durata nel tempo (circa 30 anni).

Il secondo impianto, non ancora realizzato, situato nel

Pannelli solari a Valcalaona.





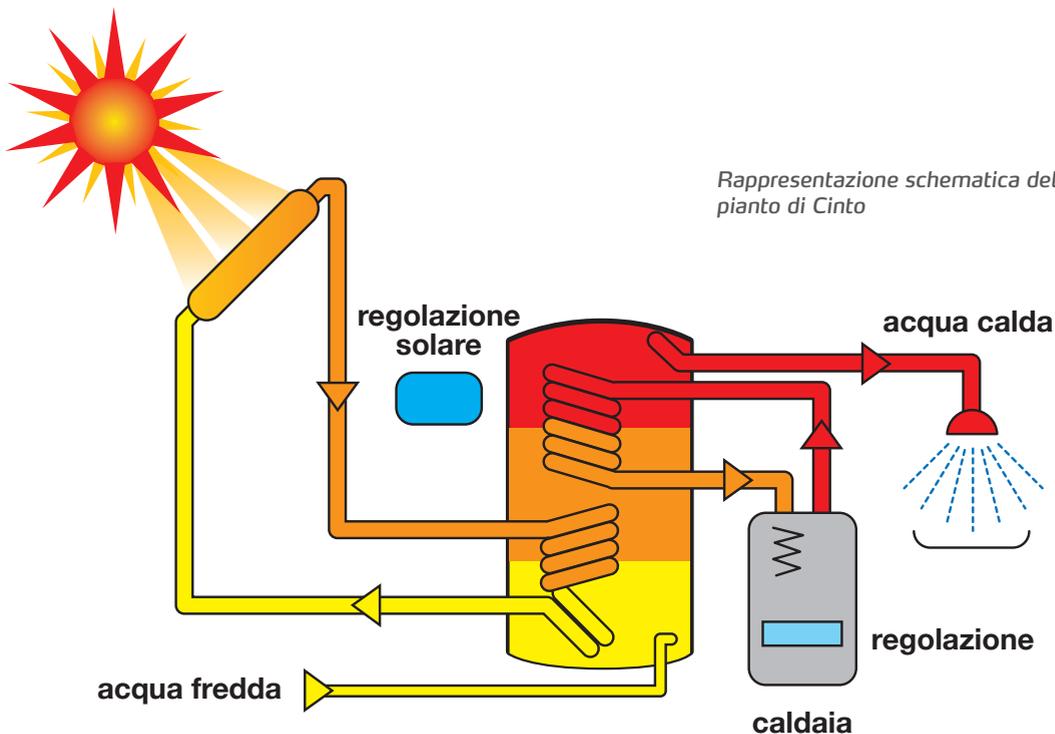
capoluogo di Cinto Euganeo, è stato progettato con due pannelli sottovuoto di circa  $3,5 \text{ m}^2$  l'uno con circolazione del fluido forzata, associato a un serbatoio da 400 litri.

L'intercapedine interna dei pannelli è resa selettiva per l'assorbimento della radiazione solare per mezzo di una verniciatura metallica speciale multistrato, creata utilizzando prodotti completamente riciclabili.

L'unità di assorbimento è formata da un circuito in rame curvato a forma di "U", posizionato a contatto con appositi assorbitori di calore in alluminio, che ne aumentano la superficie di scambio di calore.

Tutta la lunghezza di ogni unità è racchiusa in un sin-

*Schema di pannello utilizzato nell'esempio e relativi ingombri. Sono previsti 21 tubi per ogni pannello, saldati all'estremità, al cui interno è provocato il vuoto.*



*Rappresentazione schematica dell'impianto di Cinto*

golo tubo di vetro, ed ogni unità viene poi connessa in parallelo ad un collettore situato sulla testata del pannello, che raccoglie il fluido vettore che scorre in ogni circuito. Il collettore solare è collegato ad un serbatoio d'accumulo dell'acqua, l'isolamento termico è garantito da 50 mm di materiale isolante.

È presente inoltre, un vaso di espansione da 10 bar con una capacità di 24 litri, un fluido termovettore ed anti-gelo specifico per sistemi sottovuoto, e la pompa da 12 volt che garantisce la circolazione del fluido all'interno dell'impianto.

#### UBICAZIONE

Cinto Euganeo (PD)

#### TIPOLOGIA IMPIANTO

Solare termico

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

Numero utenti ..... 4

Capacità serbatoio..... 400 l

Numero pannelli..... 2

Dimensione di un singolo pannello.... 160x234x14 cm

Superficie lorda..... 3.76 m<sup>2</sup>

Superficie netta..... 3.30 m<sup>2</sup>

#### UTILIZZO

Produzione di acqua calda per usi sanitari

#### RIFERIMENTI

Sig. Romito Giorgio

#### VANTAGGI

semplicità di progetto;

facilità di installazione e di manutenzione;

sistemi di controllo passivi a sicurezza intrinseca;

ridotto impatto visivo e ridotta rumorosità

si può accoppiare a caldaie alimentate a gas, pellet, biomassa

possibilità di realizzare impianti per il riscaldamento con pannelli radianti a bassa temperatura

#### SVANTAGGI

Variabilità stagionale dell'insolazione

Difficoltà a fronteggiare improvvise grosse richieste di acqua calda nelle ore meno soleggiate

#### COSTI DI REALIZZAZIONE

4500 € (in assenza di contributi statali) comprensiva di pannello solare degli accessori.

#### RIPETIBILITÀ DELL'ESPERIENZA

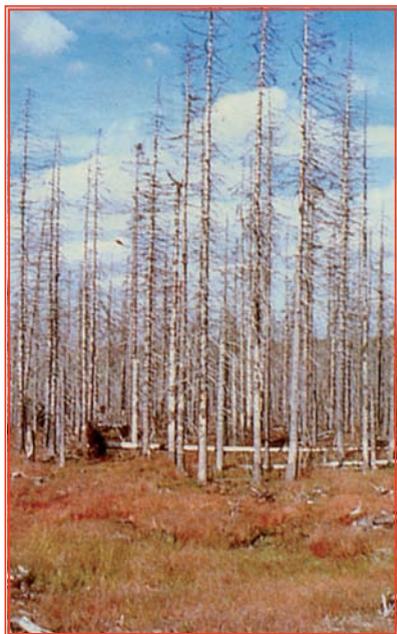
ottima, con la possibilità di poter installare l'impianto solare rivolto a sud



## **Il fuoco come fonte di calore**

*<le cose fredde si scaldano, il caldo si fredda,  
l'umido si secca, ciò che è arido si inumidisce>*

**Eraclito**



Piogge acide in un bosco di conifere

## 4.1 La questione ambientale

Attraverso la combustione del legno, il fuoco fornisce illuminazione, riscaldamento, protezione, possibilità di cuocere il cibo. L'esigenza di quantità sempre maggiori di combustibile ha spinto l'uomo ad utilizzare le risorse della Terra (legname, carbone, petrolio etc.). Il progressivo miglioramento delle tecniche di combustione ha permesso di ottenere grandi quantità di energia in modo costante. Ciò ha reso possibile creare, nelle abitazioni, un comfort artificiale senza dipendere dal ciclo discontinuo del Sole: in questo modo l'uomo e l'architettura hanno cominciato a prendere le distanze dalla natura.

La combustione delle risorse energetiche (come nelle centrali termoelettriche, nei mezzi di trasporto, nel riscaldamento domestico) libera diversi gas inquinanti e particelle solide contenenti sostanze dannose come l'anidride solforosa, l'anidride carbonica o le polveri sottili (gli ormai famosi PM<sub>10</sub>).

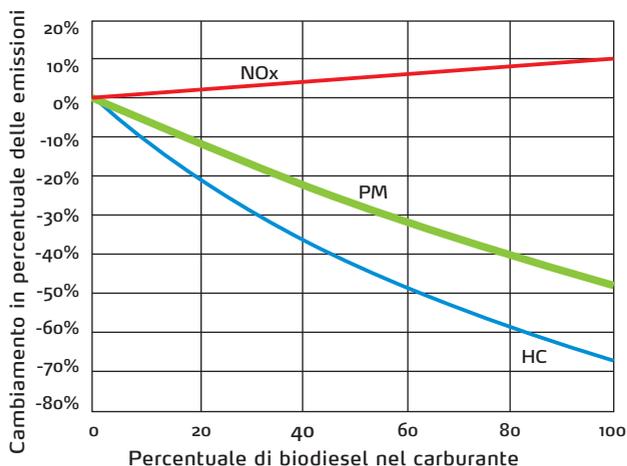
Esse comportano molti danni per l'uomo a livello respiratorio, ma gli effetti si fanno sentire anche indirettamente, con l'accumulo di inquinanti nella catena alimentare. La combinazione chimica di alcune di queste sostanze con l'acqua porta alla formazione delle "piogge acide". Inoltre la combustione è causa

dell'"effetto serra" legato alla crescente produzione di biossido di carbonio, metano e ossidi di azoto in quantità superiore a quella che il sistema vegetale è in grado di riassorbire.

La biomassa<sup>7</sup> utilizzabile ai fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili o trasformati in altre sostanze (solide, liquide o gassose) di più facile utilizzo negli impianti di conversione.

Altre forme di biomassa possono, inoltre, essere costituite dai residui delle coltivazioni destinate all'alimentazione umana o animale (pa-

Emissioni nocive del biodiesel rispetto ai carburanti tradizionali



Sviluppo del biodiesel in Italia

7. Per biomassa si intende ogni sostanza organica derivante direttamente o indirettamente dalla fotosintesi clorofilliana

glia) o piante espressamente coltivate per scopi energetici, tra cui la canna da zucchero per la produzione di alcol etilico, come si usa oramai da tempo in alcuni paesi come il Brasile, e il biodiesel. Le più importanti tipologie di biomassa sono residui forestali, scarti dell'industria di trasformazione del legno (trucioli, segatura, etc.) scarti delle aziende zootecniche, gli scarti dei mercati, ed i rifiuti solidi urbani.

Lo sfruttamento a fini energetici delle biomasse può assumere un ruolo strategico, contribuendo ad uno sviluppo sostenibile ed equilibrato del pianeta ed un impiego diffuso potrebbe comportare notevoli ricadute a livello economico, ambientale ed occupazionale. Verrebbero valorizzati i residui agro industriali con possibili sviluppi di nuove imprese. Questo potrebbe significare nuove opportunità di sviluppo e la riduzione di surplus agricoli attraverso la sostituzione di colture tradizionali con colture energetiche. Non ultimo, si potrebbe raggiungere l'autonomia energetica locale di aziende agricole o della lavorazione del legno. In tale ottica la campagna della Commissione Europea per il decollo delle fonti energetiche rinnovabili (Take off Campaign) individua l'energia da biomasse come uno dei settori chiave per il raggiungimento degli obiettivi previsti dal Libro Bianco Europeo<sup>8</sup>.

La biomassa è l'unica fonte di energia presente in natura rinnovabile in tempi non lunghissimi e, se bruciata correttamente, emette la stessa quantità di anidride carbonica assorbita dalla pianta durante la crescita. Rimangono aperti alcuni dubbi sulla diffusione della coltivazione delle biomasse nei paesi in via di sviluppo, dove potrebbe comportare un nuovo pressante interesse da parte di lobby economiche sulle superfici agricole di tali paesi, con il ripetersi di fenomeni di allontanamento dalle campagne (inurbamento delle città) ed emarginazione sociale.

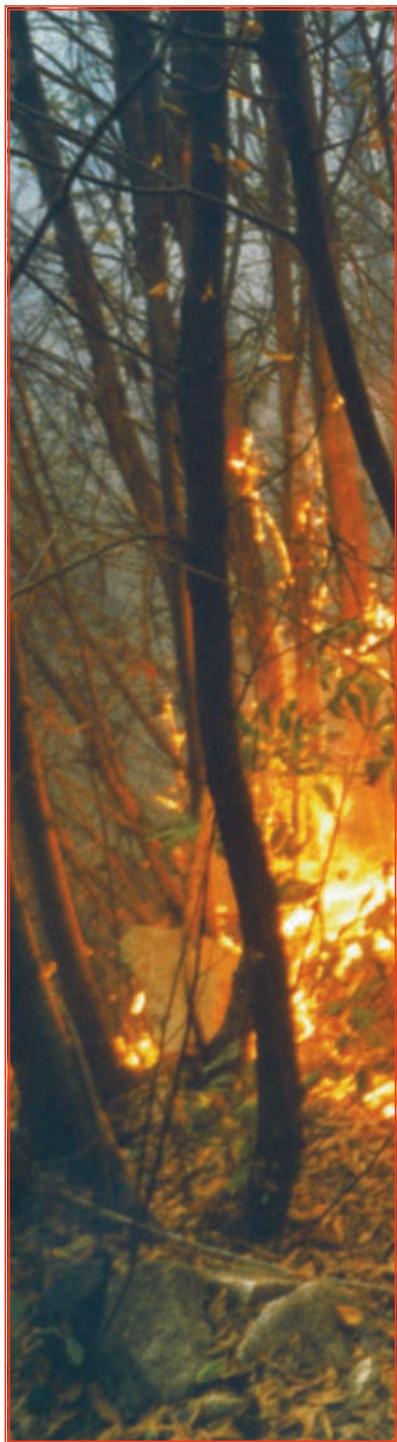
### 4.1.1 Incendi nei Colli Euganei

Gli incendi boschivi interessano spesso il Parco dei Colli Euganei: sono infatti una delle minacce maggiori per questo territorio. Gli incendi, oltre a causare un danno economico diretto per la perdita della produzione di legname, comportano gravi danni ambientali, quali



Incendio sui Colli Euganei

8. La promozione dell'elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili è un obiettivo altamente prioritario a livello della Comunità, come illustrato nel Libro bianco sulle fonti energetiche rinnovabili, confermato dal Consiglio nella risoluzione dell'8 giugno 1998 sulle fonti energetiche rinnovabili, e dal Parlamento europeo nella risoluzione sul Libro bianco Direttiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'8 maggio 2003 sulla promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti.



Incendio sui Colli Euganei

lo sconvolgimento del paesaggio naturale, il degrado di habitat essenziali alla sopravvivenza della fauna selvatica e la distruzione della vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea alla quale si associano l'erosione del suolo, frane e cadute di sassi. Dal 1991 ad oggi nel Parco dei Colli Euganei la superficie percorsa dal fuoco è stata pari a circa 167 ettari. La superficie interessata da incendio nel 2003 (52,43 ettari) è stata purtroppo superiore anche a quella del 1991 (41,17 ettari) e del 1992 (31,86 ettari), anni in cui i Colli sono stati particolarmente colpiti dagli incendi. A titolo di esempio solo nel 2003, in totale, si sono verificati ben 21 incendi, con una recrudescenza particolare nei mesi estivi.

Quando si parla di funzione protettiva del bosco si è soliti riferirsi a quella idrogeologica, legata quindi alle interazioni che il bosco ha con il suolo e il substrato nei processi di circolazione dell'acqua. In realtà la scomparsa di un bosco durante un incendio comporta la perdita di energia, che si era accumulata nel tempo per mezzo della fotosintesi clorofilliana, e il rilascio nell'atmosfera di anidride carbonica. Mediante la fotosintesi clorofilliana sulla Terra vengono fissate complessivamente circa 2.10<sup>11</sup> tonnellate di carbonio all'anno sotto forma di materiale vegetale, con un contenuto energetico equivalente a 70 miliardi di tonnellate di petrolio, circa 10 volte l'attuale fabbisogno energetico mondiale.

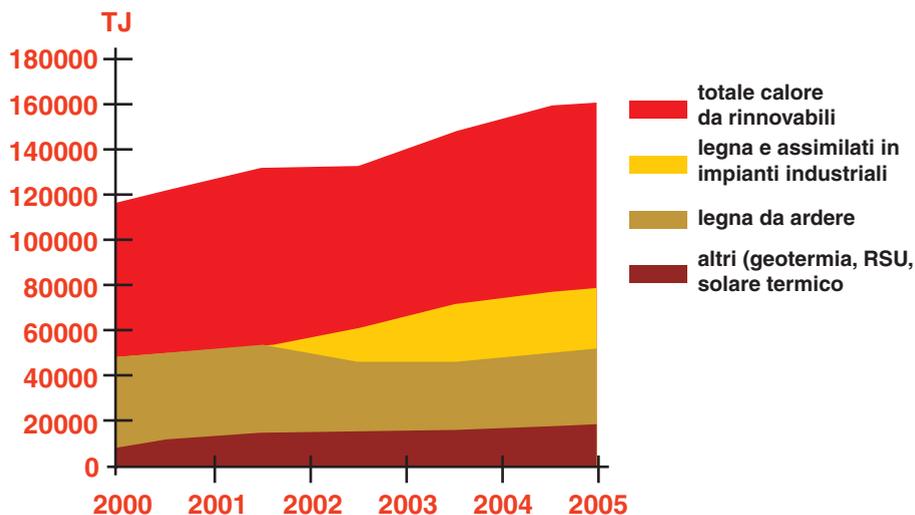
L'adesione dell'Italia al protocollo di Kyoto riporta d'attualità i problemi connessi alla captazione del carbonio nel manto vegetale. Questo nuovo interesse è anche legato alla possibilità, peraltro ancora incerta, di poter partecipare alla redistribuzione dei fondi della "carbon tax"<sup>9</sup> e all'avvio di alcuni nuovi progetti europei (Decisione n. 647/2000/CE - progetto SAVE; Decisione n. 646/2000/CE - progetto ALTENER).

## 4.2 L'impiego di caldaie a biomassa per il riscaldamento, per l'acqua sanitaria e per la cottura dei cibi

### 4.2.1 Perché questa tecnologia?

La biomassa rappresenta la forma più sofisticata di accumulo dell'energia solare. Questa, infatti, consente alle piante di convertire la CO<sub>2</sub> atmosferica in materia

9. Tassa istituita con disegno di legge collegato alla Finanziaria '99 per ridurre le emissioni da anidride carbonica, mediante una serie di ritocchi alle aliquote applicate ai prezzi di tutte le fonti di energia.



organica, tramite il processo di fotosintesi. In questo modo vengono fissate complessivamente circa 2·10<sup>11</sup> tonnellate di carbonio all'anno. La biomassa è ampiamente disponibile in molti ambienti e rappresenta una risorsa pulita e rinnovabile.

La combustione del legno o delle biomasse, causa un inquinamento ambientale ridotto dovuto essenzialmente alla produzione di CO<sub>2</sub> che può essere neutralizzato attraverso nuove piantumazioni.

Naturalmente va fatto un attento bilancio tra la massa di materiale organico bruciato e quello prodotto dalle nuove colture nello stesso lasso di tempo. Questo significa che non sarebbe ragionevolmente possibile utilizzare il materiale organico come unica alternativa al petrolio ma certamente va considerato come contributo significativo per un riequilibrio nell'uso delle fonti energetiche.

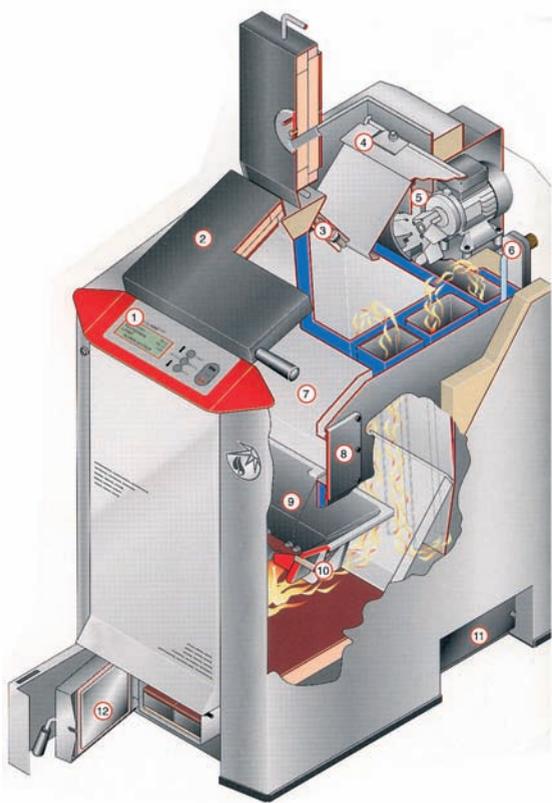
Nel corso del tempo il legno è stato sostituito anche come materiale da costruzione, soppiantato da calcestruzzo, acciaio, alluminio, plastica, materiali solo apparentemente più efficienti ed inesauribili.

Infatti la produzione e la lavorazione dei nuovi materiali da costruzione richiedono un consumo di energia molto più elevato. Va tenuto presente infatti che le fonti energetiche non rinnovabili richiedono maggior energia nel processo di produzione, trasporto, distribuzione. Tale perdita è chiamata "energia grigia".

Il legno nel corso della sua vita accumula energia e CO<sub>2</sub>, e al contrario richiede poca energia di produzione se usato come materiale da costruzione e libera poca "energia grigia" se utilizzato come combustibile. Uti-



Caldaia a pellets



Spaccato della stufa: si noti il serbatoio del combustibile (9) e il percorso dell'aria durante la fase di riscaldamento. (da 11 a 6)

lizzando l'energia contenuta negli scarti della lavorazione per alimentare il processo stesso di produzione, il bilancio energetico è quasi in pareggio. Se inoltre il processo di essiccazione avviene impiegando tecnologie solari, il bilancio diventa perfino in attivo. Una volta utilizzato come materiale da costruzione il legno ha una vita che varia da pochi anni a molti secoli durante i quali non perde il proprio contenuto energetico e va considerato come una riserva accantonata di energia.

Se si considerano tutti questi risvolti è ovvia conseguenza una rivalutazione della risorsa derivante dalle biomasse e una ricollocazione tra le fonti energetiche alternative.

#### 4.2.2 Cosa bisogna sapere

Oggi si sta riscoprendo il piacere del calore generato dal fuoco utilizzando quanto di più moderno la tecnologia ci fornisce nel rispetto dell'ambiente. Il mercato offre molti tipi di stufe, realizzate in diversi materiali e con svariate tecnologie.

Tutte hanno delle caratteristiche comuni:

una presa d'aria, una camera di combustione in materiale ad alta resistenza termica, i condotti (giri di fumo) che percorrono l'intera struttura, collegando il focolare alla canna fumaria. Attraversandoli, i fumi prodotti dalla combustione scaldano le pareti della stufa che trasmettono poi il calore all'ambiente per irraggiamento. Quindi, più sono lunghi e articolati i giri di fumo migliore sarà il risultato. La canna fumaria, che richiama l'aria al focolare, allo stesso tempo crea una colonna ascendente per cui i fumi vengono convogliati all'esterno. Ogni canna fumaria deve essere indipendente, e va garantita una opportuna lunghezza per garantire il tiraggio. Le pareti della canna devono essere interamente rivestite in materiale refrattario o inox che la protegga dagli sbalzi termici, dalla condensa, dai depositi di fuliggine che si formano durante la fase di raffreddamento dei fumi.

I materiali impiegati per la realizzazione delle stufe sono molto eterogenei: si va dai materiali classici usati da secoli a materiali che beneficiano delle ultime tecnologie. I materiali comunque più utilizzati sono in genere la ghisa, la ceramica, la pietra ollare, la maiolica e la terracotta, tutti questi materiali vengono poi integra-

ti con strutture in acciaio e con dispositivi di sicurezza e di regolazione estremamente moderni e sicuri. Il calore prodotto può diffondersi per irraggiamento o per convezione. Le stufe tradizionali sfruttano il primo principio, in base al quale la fonte di calore emette onde infrarosse che si propagano nell'ambiente. Questi modelli, hanno un rendimento proporzionale alle loro dimensioni.

Molte delle stufe più moderne sono a convezione (ricircolo) naturale o forzata: nel primo caso, l'aria è diffusa gradualmente, senza strumenti ausiliari; nel secondo caso, un elettroventilatore consente una circolazione più rapida e uniforme. Pur scaldando parzialmente anche per irraggiamento, queste stufe restano più fredde delle altre e sono perciò più sicure. Hanno inoltre un'ottima resa, superiore a quelle a irraggiamento, consumano meno legna ma producono più condensa e devono essere installate più vicine alla canna fumaria.

Ottime, infine, sono le stufe a doppia o (post) combustione, che recuperano i fumi di scarico e, con una nuova immissione di aria, generano una seconda fiamma: questo significa ottenere più calore con la stessa quantità di combustibile e minori emissioni inquinanti.

In commercio si trovano impianti destinati al riscaldamento della casa e impianti che svolgono funzioni diverse: le termocucine a legna sono molto versatili e sono ideali per ambienti non troppo ampi; cuociono i cibi sia alla piastra che al forno, riscaldano la casa con collegamenti all'impianto dei termosifoni, producono acqua calda sanitaria. Come le stufe a legna, possono essere rivestite di piastrelle in ceramica, in metallo, smaltate e vetrificate.

Le potenze in gioco possono variare da 6 a 30 kW, riuscendo a coprire le più svariate esigenze. Le termocucine dispongono di sistemi per la regolazione dell'aria comburente primaria e secondaria, alcune di esse dispongono di un regolatore automatico di tiraggio con il quale si può regolare l'aria comburente diminuendo o aumentando la combustione, adeguandola alle varie necessità di riscaldamento o di cottura.

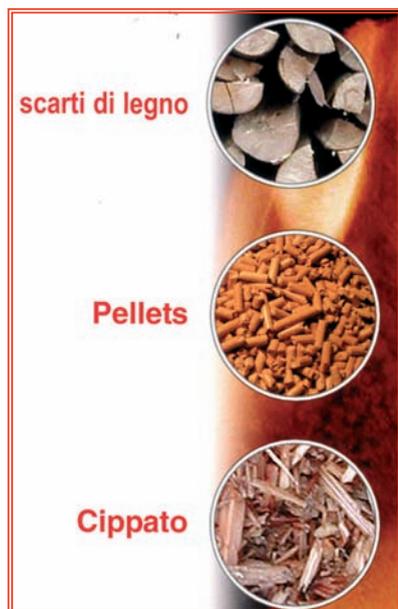
Queste stufe non usano come combustibile solamente la legna tradizionale, ma sono progettate per utilizzare prodotti ottenuti dagli scarti di produzione civile e non, opportunamente trattati per fornire ottime prestazioni in termini di potere calorico.

I combustibili più comuni sono:

**LEGNA:** non tutti i tipi di legna sono uguali, alcuni sono più indicati di altri ad essere bruciati nelle stufe. Sono da preferire legni duri come faggio, acero o quer-

*Stufa a legna con mattonelle in maiolica*





cia che bruciano lentamente e non sono resinosi. In ogni caso la legna deve essere asciutta e secca, perché quando contiene umidità ha una resa inferiore e produce molto fumo. Da evitare assolutamente legna verniciata, laccata o cerata perché bruciando sprigiona gas nocivi alla salute.

**PELLET:** ricavato dagli scarti della lavorazione del legno, si presenta sotto forma di piccoli cilindri, con un tasso di umidità inferiore al 3-4% (rispetto al 20-40% della legna tradizionale) e resa termica quasi del 90%. Economico e pratico, non sporca ed è venduto in sacchi da 15 kg, poco ingombranti. Le stufe a pellet sono ad alto rendimento e a basse emissioni. E' un dispensatore elettronico a prelevare il pellet dal serbatoio e ad alimentare così, in automatico, la camera di combustione. Il fuoco brucia a così alte temperature che anche i fumi vengono consumati, con il risultato di una combustione molto pulita. Interessante è il fatto che queste stufe hanno bisogno di una presa d'aria e di un foro di emissione a parete ma non necessitano di canna fumaria vera e propria.

**MAIS:** tra i combustibili migliori in natura, il mais (o granturco) non inquina, è molto abbondante in natura; è economico e relativamente facile da reperire, da trasportare e da immagazzinare. Presenta un'umidità massima del 5%, una resa che raggiunge il 90% e un residuo secco pari a quello del pellet. Si usa in stufe appositamente costruite per questa combustione che però funzionano anche a pellet e a gusci di nocciole, mandorle, noci ecc.

COMBUSTIBILI A CONFRONTO	
COMBUSTIBILE	POTERE CALORICO
Legna di faggio ( con umidità 15%)	3500 kcal/kg
Pellets	4225 kcal/kg
Mais	6180 kcal/kg
Altra biomasse	4500 kcal/kg
Metano	8250 kcal/m <sup>3</sup>
Gasolio	8670 kcal/kg
GPL	6210 kcal/l

**ALTRE BIOMASSE VEGETALI:** gusci di noci, nocciole, mandorle e pinoli, noccioli di pesca, tralci e semi d'uva e ramaglia di potature, opportunamente sminuzzati o tritati, sono un ottimo combustibile naturale, ecologico, economico, caratterizzato da un tasso di umidità minimo (ne sono quasi privi) e da un potere termico molto alto (pari, quando non superiore, a quello del pellet).

### Costi e finanziamenti delle stufe

I prezzi delle stufe da interni non sono molto alti. Dipendono in genere dal materiale utilizzato, dal design e dalla caratteristica degli accessori (organi di controllo, automatismi vari) e oscillano dai 2500,00 € ai 6500,00 €, IVA esclusa. Come si può dedurre dalla tabella sul fabbisogno energetico e relativi costi, il risparmio medio, ottenibile utilizzando materiali derivati dal legno o

Confronto tra i diversi poteri calorici di alcune fonti energetiche

FABBISOGNO ENERGETICO ANNUALE E RELATIVI COSTI PER UNA ABITAZIONE TIPO: 26.000.000 kcal/anno	COMBUSTIBILE	RENDIMENTO	QUANTITA' COMBUSTIBILE	COSTO UNITARIO	COSTO TOTALE (IVA compresa)
	Metano	89%	3498 m <sup>3</sup>	0.62 €/m <sup>3</sup>	2168 €
	G.P.L.	89%	4647 l	0.74 €/l	3439 €
	Gasolio	87%	3388 kg	0.77 €/kg	2609 €
	Legna (cippato) <sup>10</sup>	85%	9060 kg	0.06 €/kg	544 €
	Pellet	85%	7077 kg	0.15 €/kg	1061 €

da materiali di scarto, rende l'investimento facilmente ammortizzabile in pochi anni. Bisogna ricordare inoltre che secondo la legge 449 del 27 dicembre 1997, tutti i contribuenti hanno la possibilità di detrarre dall' IRPEF il 41% e dall' IVA il 20% delle spese sostenute per effettuare opere interne finalizzate al risparmio energetico (possibilità collegata alle finanziarie prorogata per ora fino al 31 dicembre 2006, che troverà facilmente una ulteriore continuità). Questo significa che l'acquisto di una stufa con rendimento termico superiore al 70%, prevede una detrazione che verrà calcolata in rapporto al costo della stufa, IVA compresa, con tutti gli accessori necessari all'installazione, la mano d'opera e altre spese collegate. Tutte le stufe a pellets e quelle a post-combustione godono di queste agevolazioni.

### Costi di un sistema di riscaldamento a biomassa per una abitazione

Vogliamo analizzare l'investimento con i costi di esercizio e i tempi di ammortamento di un impianto di 20 kW usato per riscaldare e produrre acqua calda ad uso sanitario.

Il fabbisogno energetico stimato per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda è di 45000 kWh/anno, pari a:

4700 m<sup>3</sup>/anno di metano;

4500 litri/anno di gasolio;

6250 litri/anno di gpl;

130 quintale/anno di legna da ardere stagionata).

L'impianto considerato è costituito da una caldaia a fiamma inversa da 20 kW, e centralina di regolazione con un accumulatore inerziale di 1000 litri. Il costo del boiler da 300 litri è stato stimato di circa 13000,00 € + IVA 20% (compresa l'installazione) = 15600,00 €.

È possibile detrarre l'IRPEF (41%) per un totale di 5630,00 € cosicché la cifra da ammortizzare diventa: 15600,00- 5630,00 = 10270,00 €.

*Stima del costo annuo, per il riscaldamento di un'abitazione media (100 mq e quattro persone), in base a diversi combustibili utilizzati (dati ricavati da pubblicazioni del settore)*

10. È la derivazione dall'inglese Chips "pezzettini" nel nostro caso sono pezzettini di legno ricavati dagli scarti di segherie che lavorano piante prive di sostanze inquinanti quali vernici, ecc.

Se il costo per la legna è di 11,00 € al quintale e il fabbisogno ipotizzato è di 130 quintali, risulta una spesa annua di 1430,00 €.

Con il metano avremmo dovuto bruciare 4700 m<sup>3</sup> al costo di 0,52 €/m<sup>3</sup> spendendo 2440,00 €.

La prima soluzione porta un risparmio di 1010,00 € annui e questo significa un tempo di ammortamento per l'investimento dell'impianto di 8,2 anni.

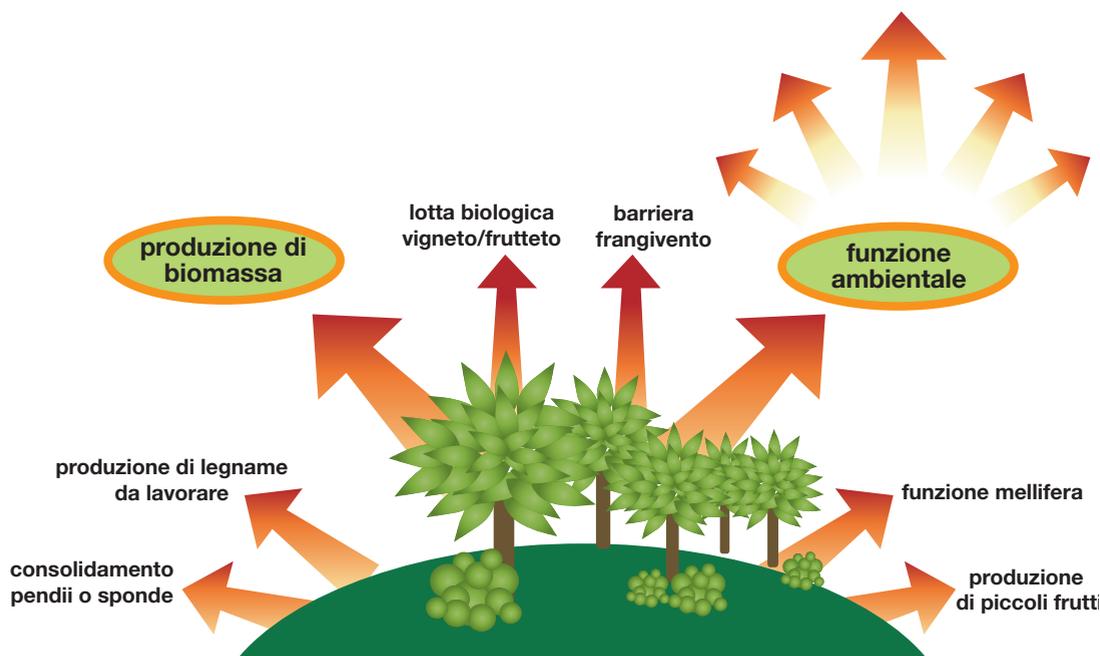
Il confronto con il gasolio porta risultati ancora più incoraggianti. Il costo annuo si aggirerebbe intorno ai 3735,00 €, considerando il costo del combustibile pari a 0,83 €/L e un fabbisogno annuo di 4500 litri. Il risparmio annuo rispetto alla legna è di circa 2300,00 €. In questo caso il tempo necessario per ammortizzare la spesa dell'impianto scende a 3,6 anni.

Con GPL, addirittura, la spesa annua è di 3870,00 € se si stima un costo pari a 0,62 €/L e un fabbisogno di 6250 litri. Il risparmio annuo rispetto alla legna sale a 2440,00 € annui e il tempo di ammortamento scende a 3,4 anni. Nel fortunato caso in cui ci sia la possibilità di reperire la legna in modo autonomo i tempi di ammortamento si riducono sensibilmente e la legna si trasforma in uno degli investimenti migliori.

### Impatto ambientale della combustione della legna

È convinzione comune che la combustione della legna sia molto inquinante: questo è vero solo per le vec-

qualità ambientale, naturale  
e paesaggistica



Entità delle emissioni inquinanti prodotte dalla combustione della legna da parte di tre diverse tipologie di bruciatori (fonte: rapporto sull'energia del governo austriaco)

Emissioni di inquinanti dalla combustione della legna (mg/MJ)					
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	CO	Polveri
Legno ciocchi vecchia tecnologia	10	50	1000	6000	70
Legno ciocchi nuova tecnologia	10	42	9	366	14
Legno sminuzzato nuova tecnologia	16	45	2	16	4

chie caldaie tradizionali, dove la combustione non è ottimizzata, come si può osservare nella tabella delle emissioni per i diversi tipi di tecnologie.

Questo non vale per le moderne caldaie ad alta tecnologia, progettate per ottenere una combustione quasi perfetta della legna e con emissioni comparabili a quelle delle caldaie a combustibile convenzionale.

Emissioni prodotte da caldaie a gasolio, gas e cippato/pellets mg/Kwh			
	gasolio	gas naturale	cippato/pellets
CO	10	150	250
SO <sub>2</sub>	350	20	20
NO <sup>x</sup>	350	150	350
POLVERI	20	0	150
COV	5	2	10

Confrontate le emissioni prodotte da una moderna caldaia a cippato o pellets di legno con quelle alimentate con gasolio o con gas naturale.

Da questi dati è possibile rilevare che le caldaie a legna hanno emissioni di SO<sub>2</sub> simili o inferiori ai sistemi convenzionali, leggermente maggiori per quanto riguarda NO<sub>x</sub> e CO, mentre sono più alte, ma comunque accettabili, le emissioni di polveri.

Le emissioni atmosferiche non sono gli unici impatti ambientali che devono essere considerati.

La produzione del combustibile e il suo trasporto aumentano considerevolmente l'inquinamento complessivo e quindi in un bilancio ambientale vanno considerati anche questi aspetti.

Le emissioni atmosferiche relative all'intero ciclo di vita dei combustibili sono state calcolate dall'Istituto Tedesco di Ecologia applicata Öko Institut ([www.oeko.de](http://www.oeko.de)).

I risultati sono stati ottenuti ipotizzando che i pellets vengano trasportati "su gomma" per una distanza massima di circa 300 km e conteggiando le emissioni relative al processo di produzione e smaltimento del-

Emissioni inquinanti prodotte da diverse tipologie di caldaie e diversi tipi di combustibile

## Emissioni di inquinanti dal sistema combustibile/caldaia (mg/MJ)

	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	Polveri
Gasolio	195	205	40	12
Metano	160	18	90	10
Pellets	13	50	20	30

Emissioni inquinanti prodotte dal sistema combustibile/bruciatore considerando l'intero ciclo di vita dei combustibili, dal reperimento al trasporto alla distribuzione

le caldaie. Dal confronto si può notare come i pellets diano la migliore performance per quanto riguarda le emissioni di CO<sub>2</sub> e CO.

Le emissioni di SO<sub>2</sub> risultano essere significativamente più basse rispetto a quelle imputabili alle caldaie a gasolio, ma più alte se comparate a quelle a gas. Le emissioni di polveri sono invece leggermente maggiori, ma ammontano a non più di 30 kg all'anno.

### 4-2-3 Applicazioni possibili nel territorio del Parco Colli Euganei

#### I boschi dei Colli Euganei come fonte di biomassa

Per conoscere quanto materiale (legna in tronchi da ardere e ramaglie) si può ricavare dalle aree boschive dei Colli Euganei e la sua gestione è necessario avvalersi dei dati relativi ai diversi comuni (vedi tabella a pagina seguente).

Dalla colonna 4 si deduce la superficie di bosco utilizzata mediamente in un anno da ogni comune per il taglio delle piante. La percentuale è ovviamente minore in quei comuni (Battaglia Terme, Monselice, Abano Terme, Este) con sviluppo prevalentemente pianeggiante mentre i comuni inseriti in un territorio più articolato possono disporre di maggior superficie boschiva.

Lo sfruttamento ottimale dell'intera area boschiva è ostacolato dal fatto che esistono zone difficilmente raggiungibili e zone non sfruttabili per l'eccessiva pendenza. Inoltre vi sono aree destinate a restare incontaminate perché habitat di qualche specie di fauna o flora particolare.

L'area realmente sfruttabile è quindi ridotta di circa il 30%. Se i 9000 m<sup>3</sup> di legname prelevati annualmente nel Parco fossero tutti destinati alla produzione di legna da ardere, ad un prezzo di 130 €/m<sup>3</sup> (fonte Dossier Caldaie a biomasse per impianti di riscaldamento domestico - realizzato da ITABIA-Adiconsum) si po-

I boschi, grazie alla loro diffusione omogenea all'interno del Parco svolgono una molteplicità di funzioni.

Oltre alla semplice produzione del legno, si riconosce una funzione turistica, ricreativa e paesaggistica.

Non dimentichiamo inoltre che un bosco in piena salute funge anche da polmone verde per le aree urbane adiacenti.

Le operazioni di gestione boschiva che i singoli proprietari eseguono periodicamente (pulizia del bosco, taglio di arbusti e alberi, potatura di siepi), sono sottoposte ad autorizzazione dall'Ente Parco, alla quale può seguire un sopralluogo, per una indicazione degli alberi da tagliare.

Tale attività di controllo è stata condotta nel corso dell'ultimo decennio da vari Enti: Corpo Forestale dello Stato, Ente Parco, Servizi Forestali Regionali. Annualmente viene prelevata dai boschi una massa legnosa pari a circa 9000 m<sup>3</sup>, quantità certamente rilevante nel panorama delle utilizzazioni forestali del Veneto.

L'impatto visivo è limitato (le aree di prelievo non superano i 300 m<sup>2</sup>) e non compromette la stabilità dei versanti o l'erosione del sottobosco. Il prelievo di massa corrisponde a circa il 60-70% di quanto annualmente il bosco rifornisce con la sua crescita complessiva.

Per ciò che riguarda la funzione turistica e ricreativa diretta (quando è il bosco in sé a costituire l'elemento d'attrazione principale per il turista che sceglie quella

destinazione) bisogna precisare che alcuni boschi veneti come la Foresta del Cansiglio, la Foresta di Somadida, i boschi della Val Visdende, rappresentano aree sottoposte a vincoli di protezione (parchi, riserve, oasi) con un richiamo molto superiore a quello delle altre aree forestali.

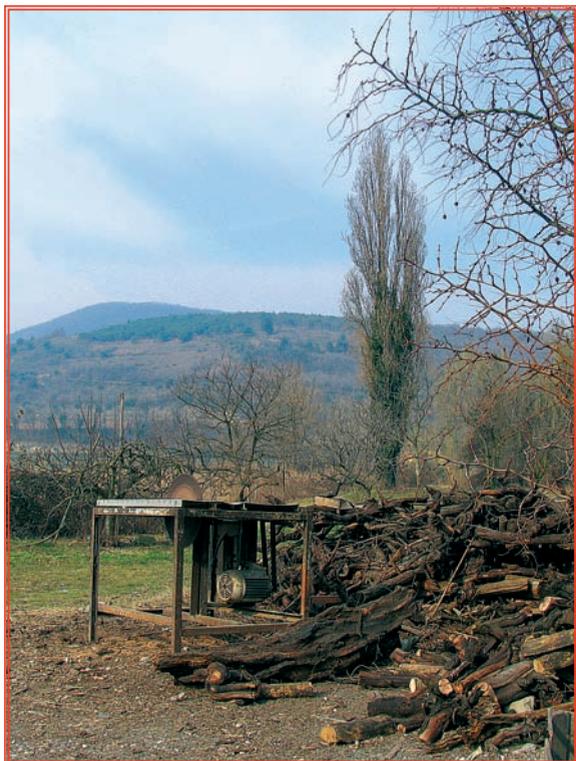
Altri boschi, come quelli dei Colli Euganei, sono visitati dal turista non come elemento d'interesse principale, ma in quanto inseriti in un contesto di ambienti e paesaggi interessanti nel loro complesso. Infatti, i Colli costituiscono un'area di primario interesse turistico nel Veneto, sia per i cittadini dell'area padovana, che visitano i Colli soprattutto durante il fine settimana nel corso di tutto l'anno, particolarmente in primavera, sia per i turisti dell'area termale che frequentano i Colli da marzo a tutto giugno e da settembre a fine ottobre.

trebbero ricavare 1.170.000,00 €. Sicuramente molto di questo legno potrebbe essere destinato a scopi più "nobilitati", utilizzandolo, ad esempio, in edilizia con un ricavo economico molto maggiore o ritornando all'uso di pali in legno di castagno come supporto per le viti, come prevede uno dei progetti del Parco. Si è sperimentato che questo tipo di legno non necessita di trattamenti chimici per resistere alle intemperie e agli attacchi di insetti e parassiti per la sua elevata presenza di tannino.

#### UTILIZZAZIONI BOSCHIVE MEDIE NELL'ULTIMO DECENNIO NEI COLLI EUGANEI

Comuni	superficie forestale	numero medio domande annualmente presentate	superficie media annualmente utilizzata	massa media utilizzata	percentuale di superficie comunale utilizzata	superficie media percorsa con ogni intervento	massa media utilizzata in ogni intervento	massa media per ettaro utilizzata per ogni intervento
1	2	3	4	5	6	7	8g	
	ha	n	ha	t	%	ha	t	t
Abano Terme	23,39	1,0	1,60	38,4	6,84	1,6	38,4	24
Arquà Petrarca	318,36	2865,37	220,8	1,69	0,19	7,7	41	
Baone	544,67	72,1	12,19	913,8	2,24	0,17	12,7	75
Battaglia Terme	165,13	3,9	1,52	84,9	0,92	0,39	21,7	56
Cinto Euganeo	647,39	80,8	20,36	1387,6	3,15	0,25	17,2	68
Este	41,83	3,9	0,73	43,1	1,75	0,19	11,0	59
Galzignano	621,7	92,9	23,69	1707,2	3,81	0,25	18,4	72
Lozzo Atestino	164,84	33,7	5,98	390,2	3,63	0,18	11,6	65
Monselice	191,42	8,5	1,51	65,7	0,79	0,18	7,7	44
Montegrotto Terme	280,45	29,8	8,84	463,3	3,15	0,30	15,5	52
Rovolon	363,57	31,7	7,43	450,4	2,04	0,23	14,2	61
Teolo	924,5	82,7	23,60	1473,8	2,55	0,29	17,8	62
Torreglia	618,73	54,3	22,12	1185,1	3,58	0,41	21,8	54
Vò Euganeo	366,57	48	12,78	798,8	3,49	0,26	16,3	62
Media nei comuni	376,61	40,9	10,55	658,8	2,8	0,26	16,1	62
TOTALE del Parco	5272,55	572,3	146,11	9223,0	2,77	0,26	16,1	63

La tabella mostra quanto del territorio dei Colli Euganei, ricoperto da boschi, viene annualmente utilizzato. I dati si riferiscono alla media sugli ultimi dieci anni (fonte: Progetto Boschi del Parco Regionale dei Colli Euganei, Roberto Del Favero)



Preparazione di biomassa per l'inverno

Bosco dei Colli Euganei

#### 4-2-4 Esperienza individuata nel Parco Colli Euganei

Molteplici sono le esperienze individuate nel Parco in cui vengono impiegate caldaie a biomassa. In particolare è stata individuata una casa di due piani costruita circa 100 anni fa con spessi muri in pietra che ne assicurano una buona coibentazione sia in estate che in inverno. Il fabbisogno termico per il riscaldamento invernale viene soddisfatto da una termocucina installata al piano terreno della casa. La termocucina misura 85 x 64 x 85 cm, il focolare 25 x 51 x 40 cm, il forno 30 x 42 x 27 cm.

Viene utilizzata nell'arco dell'intero anno per cucinare e, durante l'inverno, per assicurare la produzione di acqua calda destinata ai termoconvettori. Viene caricata con legna di proprietà più volte al giorno. Il consumo di legna si aggira intorno ai 2,5 kg/h.





## **Il vento come fonte di energia**

*<qui in altum mittit lapidem, super caput eius cadet>  
(se qualcuno lancia in aria una pietra, gli cadrà in testa)*

**Ecclesiastico, 27,25**

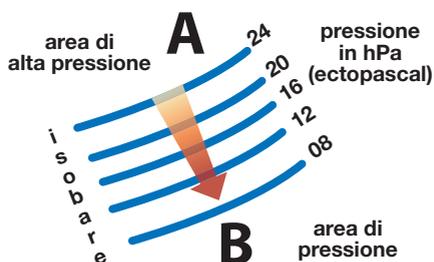
*<nessuna sporcizia viene dal cielo>*

**Talmud**

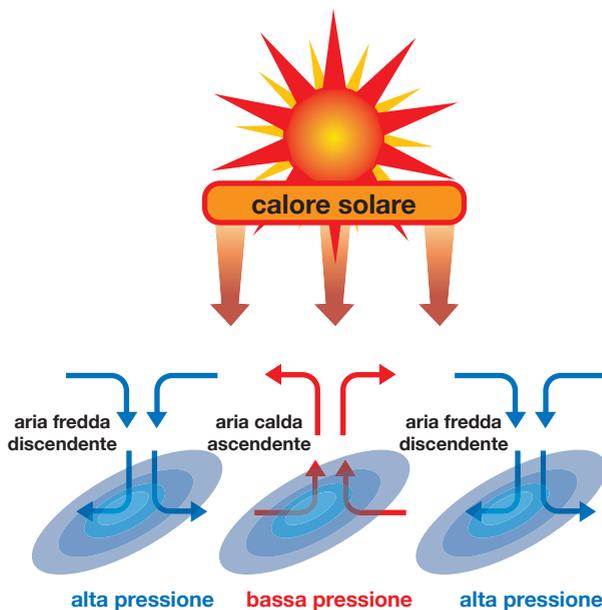
## 5.1 La questione ambientale

La qualità dell'aria che respiriamo nelle città, e ormai anche nelle campagne, sui colli e sui monti è in notevole e rapido peggioramento; numerose sono le amministrazioni comunali "costrette" a prendere decisioni di limitazione al traffico e di regolamentazione degli impianti di riscaldamento. Questa situazione di crisi ha portato in primo piano il problema della qualità dell'aria; infatti i bollettini sulla qualità dell'aria sono sempre più presenti nei quotidiani e nelle previsioni meteo. Non ci basta più sapere se domani pioverà, dobbiamo essere informati anche su quello che respiriamo come le polveri, i monossidi e ossidi di carbonio e azoto, l'anidride solforosa, il benzene e altri composti.

Quando poi le previsioni meteo prevedono vento, tutti tiriamo un sospiro di sollievo: il vento ci renderà l'aria respirabile mettendo in movimento le masse d'aria e liberando gli strati inferiori dell'atmosfera dalla morsa delle polveri sottili. Ma il vento non ha soltanto questa funzione purificatrice e, come in un tempo ormai remoto in cui i mulini a vento erano una importante fonte di energia, oggi riacquista questa funzione di produttore di energia elettrica "pulita": **l'energia eolica**. Il vento è aria in movimento generato da differenze di pressione atmosferica e di temperatura. La pressione atmosferica è legata alla temperatura delle masse

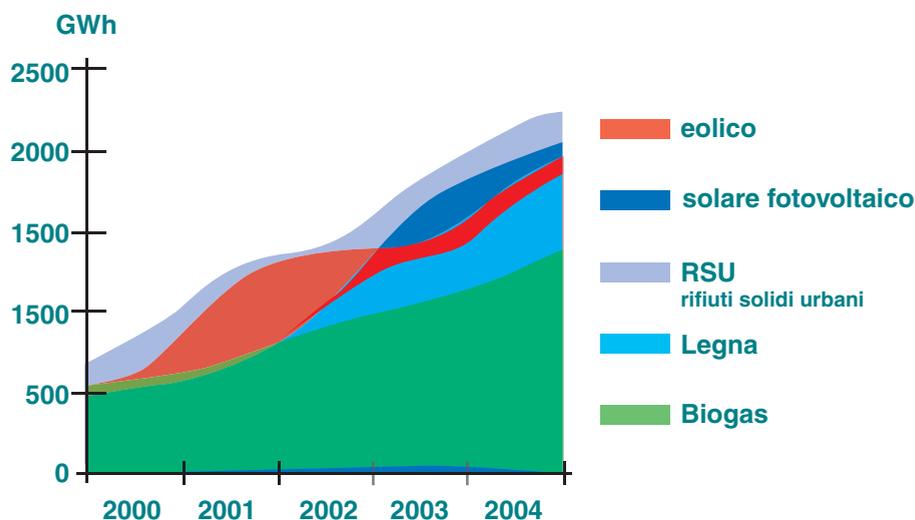


l'aria si sposta dalla zona di alta pressione A verso la zona di bassa pressione B



d'aria che possono essere calde e quindi meno dense e più leggere, o fredde e quindi più dense e pesanti. A questo fattore termico si aggiungono i fattori dinamici che inducono i movimenti vorticosi delle masse d'aria come la rotazione terrestre. La pressione può variare sensibilmente nel corso della giornata in uno stesso luogo; le differenze di pressione atmosferica tra due località fanno convergere masse d'aria dalle zone di alta pressione verso le zone di bassa pressione dando origine al vento, la cui velocità dipende appunto da questa differenza.

L'eolico sta avendo uno sviluppo esponenziale in tutto il mondo ed in Europa in particolare con un tasso di crescita costante del 20-25% annuo. Anche il nostro paese ha una importante risorsa eolica che ora è in notevole crescita come si desume dal grafico sottoriportato.



## 5.2 Il vento: generatore di energia

*<"che giganti?" domandò Sancio Panza.  
 "quelli là, rispose Don Chisciotte, con le braccia lunghe.  
 Alle volte alcuni le hanno di quasi due leghe."  
 "badi bene, sa" rispose Sancio "che quelli là non sono  
 giganti, ma mulini a vento, e quelle che paion braccia, son  
 le ali, che mosse dal vento fanno andare la macina">  
 M. de Cervantes "Don Chisciotte"*

### 5.2.1 Perché questa tecnologia?

Il vento è una fonte di energia inesauribile e totalmente pulita ma rispetto ad altre forme di energia

### Il vento nel Veneto

I venti dominanti nel Veneto sono determinati dalle condizioni bariche che si susseguono durante l'anno. La direzione del vento è determinata dalla posizione dei nuclei di alta e bassa pressione mentre la sua velocità dipende dalla differenza di pressione tra essi. Le condizioni meteorologiche più frequenti nelle stagioni Autunno, Inverno e Primavera sono caratterizzate dalla presenza di una circolazione depressionaria (quindi di bassa pressione) con minimo sulla Calabria e, in tale situazione, sono attivi venti orientali. Spesso il Veneto è interessato da situazioni anticicloniche che nel trasferimento dal nord delle Alpi verso sud inducono correnti sostenute (come la bora).

Pertanto quando c'è vento la direzione che mostra la maggiore frequenza sul nostro territorio è compresa tra orientale e quella nord-orientale. Un contributo significativo ai venti nord-orientali è dato dalla bora e dallo scirocco. Esso infatti risale come vento da SE alto Adriatico, ma poi ruota in senso antiorario per provenire da NE.

alternativa, ha un andamento instabile nel tempo perché dipende dalle condizioni meteorologiche.

Per questo motivo prima di realizzare un impianto eolico si devono considerare l'intensità, la direzione e la durata del fenomeno per evitare che l'impianto rimanga inutilizzato per mancanza di vento.

La generazione di energia elettrica per via eolica presenta l'indiscutibile vantaggio ambientale di non immettere nell'atmosfera sostanze inquinanti, polveri, calore.

L'energia eolica è stata largamente utilizzata sin dall'antichità nella navigazione a vela, per la ventilazione dei cereali e l'essiccazione dei prodotti dell'agricoltura e della pesca. I primi mulini a vento comparvero nelle aree considerate culla delle più grandi civiltà: la Mesopotamia, la Cina, l'Egitto. Il re di Babilonia Hammurabi progettò, nel 17esimo secolo a.C., di irrigare la pianura mesopotamica per mezzo dei mulini a vento. Si trattava probabilmente di mulini ad asse verticale simili a quelli tuttora in funzione in quei paesi. L'invenzione della dinamo, da parte del belga Gramme, nella metà del 19° secolo, aprì nuovi orizzonti all'utilizzazione dell'energia idraulica ed eolica e nel 1887 il francese Duc de La Peltrie costruì il primo aerogeneratore realizzato in Europa e destinato alla produzione di energia elettrica. Dopo le prime applicazioni si diede il via allo sfruttamento dell'energia eolica nell'industria.

### 5.2.2 Cosa bisogna sapere

Lo sfruttamento dell'energia eolica presuppone innanzitutto una conoscenza approfondita dei meccanismi fisici che provocano e regolano il vento terrestre. Il primo passo fondamentale è l'individuazione di siti aventi caratteristiche ottimali per quanto riguarda lo sfruttamento dell'energia eolica. La misurazione della direzione e intensità del vento deve avvenire per un periodo di tempo sufficientemente lungo (almeno un anno) in modo tale da garantire una resa sicura dell'impianto. La percentuale di tempo in cui il vento ha velocità sufficiente, l'uniformità di quest'ultima e la direzione prevalente consentono un corretto funzionamento dell'aerogeneratore.

Le aree dove direzione e intensità del vento sono costanti entro limiti accettabili, sono principalmente nelle valli alpine, in cima ai promontori e nelle zone costiere dove le differenze di temperatura tra mare e terra instaurano un movimento di masse d'aria con andamento periodico.



L'area dei colli Euganei si trova abbastanza vicina al mare e risente, anche se in maniera ridotta, dell'andamento periodico giornaliero dei venti (brezza di terra e di mare). Tuttavia la morfologia dei colli Euganei non favorisce l'incanalamento dell'aria nelle valli, come si può verificare nelle Alpi, per cui è difficile sfruttare con continuità il potenziale energetico contenuto nel vento.

Il problema più rilevante comunemente associato agli aerogeneratori è l'impatto ambientale legato al fattore estetico.

I fattori da tenere in considerazione sono:

- **impatto visivo.** E' inevitabile, come per molte altre opere dell'uomo, tipo i viadotti autostradali, o i tralicci dell'alta tensione, ma può essere minimizzato attraverso una buona progettazione. La elevazione degli elementi è elemento indispensabile per ragioni di sfruttamento del vento.

- **utilizzo del territorio.** Una centrale eolica impegna 0,10-0,15 km<sup>2</sup> /MW (7-10 MW/km<sup>2</sup>) di cui solo l'1% è occupato fisicamente dagli impianti e il resto dalle strade di accesso.

- **emissioni acustiche:** i livelli accettabili, per impianti di piccola-media taglia, sono stimati a queste distanze di riferimento: 300-400 metri dalle abitazioni, 400-500 metri dalle aree residenziali e 1000 metri dalle aree residenziali turistiche.

- **interferenze elettromagnetiche:** tale impatto ha origine da parti metalliche in rotazione. Poiché le macchine dell'attuale generazione hanno pale costruite con materiali non metallici il fenomeno non è particolarmente significativo.

- **salvaguardia di flora e fauna.** Una buona progettazione può limitare e azzerare qualunque impatto sulla componente floro-faunistica. Impianti di grandi dimensioni sono sottoposti per legge a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) per il problema del rumore e del danno recato alla fauna.

La scelta appropriata del luogo deve tener conto dell'impatto visivo che, se possibile, deve essere attenuato. Per installazioni singole si scelgono colori leggeri e intonati al cielo, tenendo conto del variare delle stagioni. Il limite di potenza erogabile da un aerogeneratore sta nella densità dell'aria che, se ridotta, genera potenze limitate in relazione alle dimensioni della turbina

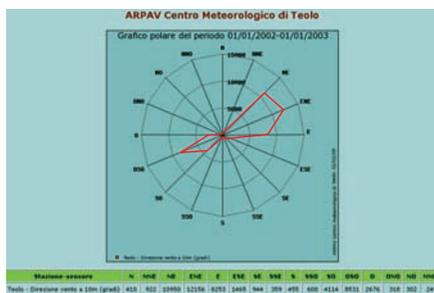
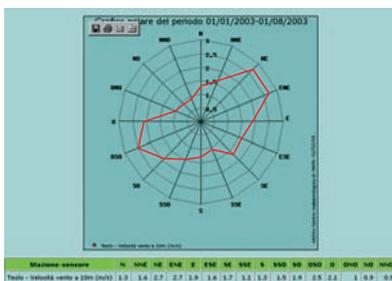
### Il vento sui Colli Euganei

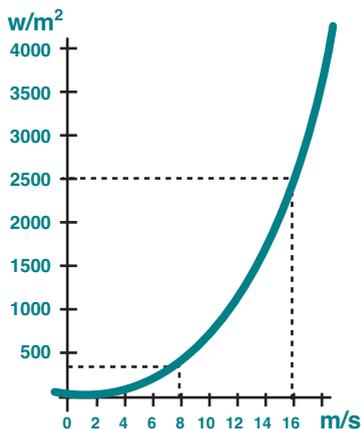
La stazione meteorologica di Teolo, sulla sommità di un cono vulcanico a 158 m s.l.m., tra le cime più alte di Rocca Pendice, risulta particolarmente ventosa con venti agenti principalmente lungo la direttrice NE-SO. I venti sostenuti, tanto da superare i 10 m/s, tendono ad essere più frequenti nel semestre freddo e provengono generalmente da NE. In questo sito l'anemometro è posizionato a 10 m dal suolo. La media del vento calcolata dalla stazione negli anni 1998-2001 è di 2,3 m/s.

Velocità del vento	Frequenza annuale
0.5 ÷ 1.5 m/s	32%
1.5 ÷ 2.5 m/s	32%
2.5 ÷ 3.5 m/s	20%
> 3.5 m/s	16%

Dati Arpav stazione meteo di Teolo

Grafico polare vento anni 2002/2003





Densità di potenza

eolica. Per avere un'idea dei rapporti in gioco basti considerare che la densità dell'aria, pari a circa  $1.225 \text{ kg/m}^3$  ha un rapporto di  $1/816$  rispetto a quella media dell'acqua. Accade così che una potenza generata di  $1 \text{ MW}^{11}$  rappresenti quasi il limite inferiore per una turbina idraulica, ma sia una potenza di tutto rispetto per un aerogeneratore.

La potenza che fluisce attraverso un impianto eolico è calcolata secondo la seguente formula:

$$P = \frac{1}{2} d V^3 \pi (r_R - r_M)$$

Dove:

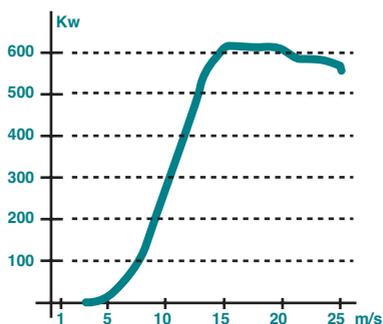
- d è la densità dell'aria
- V la velocità del vento
- $r_R$  il raggio del rotore e
- $r_M$  il raggio della gondola.
- $\pi$  costante = 3.14

La potenza varia quindi secondo il cubo della velocità del vento e dipende dalla densità dell'aria.

Gli aerogeneratori sono progettati per entrare in rotazione ad una velocità del vento superiore a 3-5 m/s e per arrestarsi per velocità del vento maggiori di 25 m/s per ragioni di sicurezza strutturale. All'esterno di questo intervallo essi non generano potenza. È usuale esprimere la potenza per unità di superficie colpita (densità di potenza).

La curva di potenza indica come varia la produzione di energia elettrica in funzione della velocità del vento. Il principio funzionale di un generatore eolico è costituito da un sistema di pale messo in rotazione dall'energia del vento che genera un moto rotatorio trasmesso ad una dinamo<sup>12</sup>. Esistono anche generatori C.A. asincroni con raddrizzatore e inverter.

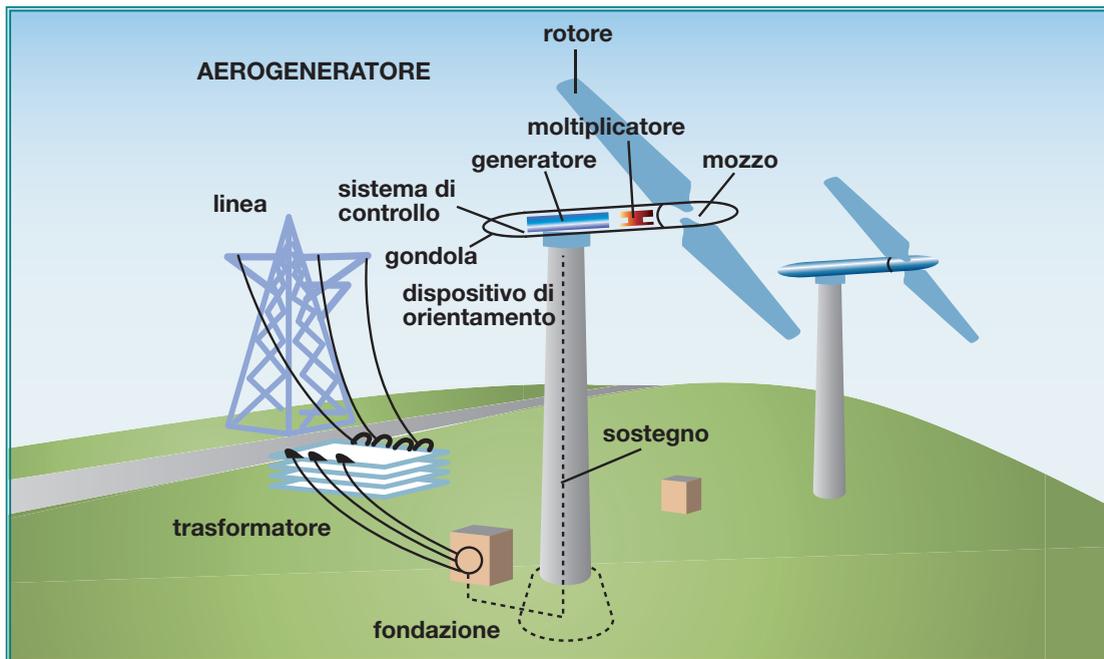
Un aerogeneratore è costituito da una struttura metallica di sostegno, traliccio o tubo, che porta alla sua sommità la gondola (o navicella); nella gondola sono contenuti l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico e i dispositivi ausiliari. All'estremità dell'albero lento e all'esterno della gondola è fissato il rotore costituito da un mozzo sul quale sono montate le pale. L'aerogeneratore raggiunge la massima potenza quando il vento arriva a circa 17 m/s (50-60 km/h).



Curva di potenza

11. Megawatt=1.000.000 watt

12. Convertitore di energia meccanica in energia elettrica



I rotori possono essere classificati in base alla disposizione dell'asse di rotazione rispetto alla direzione del vento in:

- macchine ad asse orizzontale, parallelo alla direzione del vento;
- macchine ad asse orizzontale, posto di traverso al vento;
- macchine ad asse verticale, nelle quali l'asse del rotore è perpendicolare al terreno e alla direzione del vento.

Il rotore è costituito da un certo numero di pale fissate su di un mozzo e progettate per sottrarre al vento parte della sua energia cinetica e trasformarla in energia meccanica di rotazione.

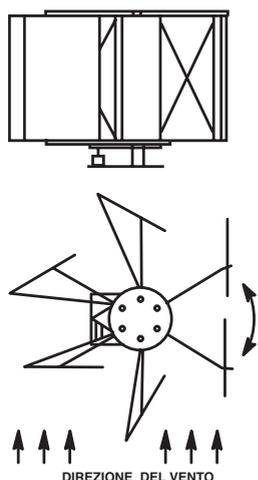
Per usi "domestici" viene spesso usato un generatore multipala: il suo rotore è costituito da un alto numero di pale in lamiera metallica, generalmente 18 o più, disposte a raggiera su un mozzo e ad angolo rispetto al piano di rotazione, come una grande ventola. Il diametro medio varia da 1,5 fino a 6 metri. L'asse del rotore è parallelo alla direzione del vento e ruota su un piano perpendicolare al sostegno.

Le caratteristiche di questi modelli sono l'alta velocità di rotazione, l'uso di tutta l'area frontale, l'elevato coefficiente di portanza<sup>13</sup>. Sono utilizzati principalmente per produrre elettricità e per mettere in movimento pompe d'aspirazione per l'acqua di falda. Presentano però difficoltà di realizzazione e grandi ripercussioni negative

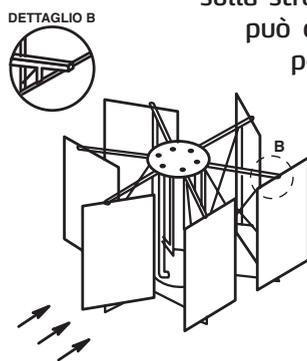
Campo eolico



13. Forza utile perpendicolare alla velocità del vento



Rappresentazione schematica della turbina a vele o pale a geometria variabile



sulla struttura per minimi errori progettuali. Si può creare un sistema ibrido, così da superare alle giornate di calma di vento, con un impianto a pannelli fotovoltaici. L'installazione di un generatore eolico insieme ad un impianto fotovoltaico non connesso a rete è particolarmente conveniente in quanto permette di avere una maggiore autonomia in inverno. Normalmente, infatti, mentre l'energia solare in inverno diminuisce, il vento aumenta. Inoltre i generatori eolici producono energia anche di notte. L'energia dall'impianto combinato così realizzato sarà più costante tutto l'anno.

L'energia eolica è l'energia rinnovabile meno costosa. Negli ultimi 15 anni il costo di produzione è diminuito di circa l'85%. Gli impianti di piccole dimensioni costano nell'ordine dei 1500-2500 € al kW di potenza nominale (per la turbina). Questo è dovuto anche al fatto che, a differenza degli aerogeneratori più grandi, non c'è ancora un mercato sviluppato, senza contare il problema dei ritardi nella formulazione di normative che permettano l'allacciamento alla rete elettrica di tali sistemi.

Costi di realizzazione per un impianto da 1 kw

Componenti	Prezzo (€)
Turbina eolica da 1 kW	2 500,00
Torre Standard Tilt-Up controventata da 9 m	800,00
Gruppo batterie da 5,3 kWh (n°4 batterie in serie da 6V)	400,00
Inverter da 1500 W, 230 V, 50 Hz	1 200,00
Totale:	4 900,00

### Impianti eolici ad asse verticale a vele

Esistono oggi nuovi impianti eolici come la "turbina a vele o pale a geometria variabile". La rotazione delle vele avviene attorno ad un asse verticale e il sistema è progettato affinché una parte delle vele offrano tutta la superficie perpendicolarmente alla direzione del vento (vele responsabili del movimento) e le altre si dispongano parallelamente alle linee di flusso in modo tale da ottimizzare la resa dell'impianto. Possono essere installati sui tetti di capannoni e case, a terra o su tralicci e il funzionamento è garantito anche con disponibilità di vento molto leggero, fino a 1 m/s. La macchina è dotata di sistemi di controllo che ga-

rantiscono la sicurezza e il corretto funzionamento in presenza di forte vento, mettendo le vele in posizione di stallo, impedendo così il movimento della turbina in condizioni pericolose. La struttura portante è realizzata in metallo o in lega leggera, mentre le pale sono dello stesso materiale utilizzato per le vele delle barche, e possono essere colorate a piacere.

### 5.2.3 Esperienze realizzate nell'area Parco Colli Euganei

All'interno del Parco dei Colli Euganei ci sono pochissimi esempi di impianti eolici di piccole dimensioni attivi. Ma se un occhio attento scorre lungo i profili più segreti del territorio, scoprirà che l'aria che lambisce i dossi impervi e boscosi dei colli viene imbrigliata tra le eliche che, silenziose ma operose, trasformano l'energia del vento in movimento meccanico e il loro movimento in energia.

Si tratta perlopiù di rotorii usati per alimentare mediante un sistema di ingranaggi meccanici delle pompe, allo scopo di emungere acqua dal sottosuolo e immagazzinarla in apposite vasche interrate per far fronte ai periodi di siccità. In particolare a Luvigliano nel Comune di Torreggia, ai piedi del monte Loncina, di origine vulcanica, coperto da boschi di castagni, c'è un impianto funzionante, immerso nel verde di una tenuta privata con giardino e vigneto. Su una torre metallica alta circa 15 metri è posta la girante, con pale in lamiera zincata sagomata.

La regolazione automatica dell'orientazione della girante è realizzata mediante un timone posto su un perno verticale tenuto in posizione da una grossa molla tarata.

Quando la forza del vento diventa eccessiva la girante vince la tensione e fa scattare la molla che la porta in una posizione di sicurezza salvaguardando l'impianto. L'impianto aziona una pompa idraulica.

Un semplice meccanismo trasforma il moto rotatorio dell'asse in moto rettilineo alternato di una lunga asta la quale mette in azione uno stantuffo di una pompa sommersa. Questo tipo di pompa può essere posto anche in pozzi molto profondi, di oltre 100 metri. L'acqua pompata va a riempire sei vasche da 1000 litri l'una che, all'occorrenza, servono per l'irrigazione dei campi o per altri usi agricoli.

I dati tecnici relativi ad impianti di questo tipo sono riassunti nella tabella e si riferiscono ad una velocità del vento di 6 m/s (circa 22 Km/h) e ad un diametro

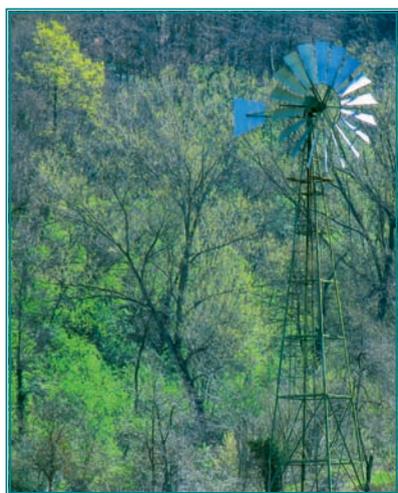


*Mini turbina esposta in occasione di "Verona Città Sostenibile" del 27-28/4/2004 davanti al palazzo della Gran Guardia in piazza Bra a Verona*

## TABELLA GENERALE DELLE PRESTAZIONI DELLA POMPA

Prevalenza <sup>14</sup> m	Diametro della pompa mm	Portata oraria l/h
Da 0 a 4	135	5500
Da 5 a 12	125	4700
Da 13 a 17	115	4000
Da 18 a 22	110	3600
Da 23 a 30	100	3000
Da 31 a 38	90	2400

Corrispondenza tra prevalenza, diametro della pompa e portata a pieno regime



Impianto eolico per l'estrazione dell'acqua

della girante di 4 metri.

In base alla profondità della falda acquifera e alla quota relativa al piano campagna delle vasche si potrà dimensionare il diametro della pompa idraulica e prevedere la portata oraria a pieno regime. L'aerogeneratore non genera direttamente elettricità ma aziona una pompa tramite un sistema meccanico di ingranaggi, e quindi non ha molto senso parlare di potenza erogata ma risulta più comodo considerare la portata d'acqua, fortemente influenzata dalla velocità del vento. L'impianto in esame ha 23 anni ed è ancora perfettamente funzionante in quanto la manutenzione è estremamente ridotta (periodici interventi di lubrificazione dei vari organi meccanici e il controllo del livello dell'olio della pompa).

L'età dell'impianto rende difficile fare oggi considerazioni economiche sui costi sostenuti all'epoca della sua realizzazione. Possiamo pertanto prendere ad esempio i costi di un impianto attuale pari a 4.900 €/kW.

Ai costi della macchina si devono sommare i costi per l'installazione: fondazioni, realizzate in cemento armato, strade di accesso, ed eventualmente trasformatore, cavi elettrici per la connessione alla rete.

14. La prevalenza indica la quota alla quale la pompa è in grado di spingere l'acqua: questo dato è molto utile se si deve rifornire d'acqua vasche poste in alto o nei casi in cui i serbatoi siano posti sul tetto dell'abitazione.

## Normativa di riferimento a livello regionale

La Legge Regione Veneto n° 10 del 26.03.1999 e successive modifiche assoggetta gli impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento agli art. 7-c.2 e, se la procedura di verifica è positiva, agli art. 10 e 12 anche per ubicazioni in aree sensibili o aree naturali protette.

La Provincia è l'Autorità competente per la procedura di VIA (Valutazione Impatto Ambientale), sia per il giudizio di compatibilità ambientale sia per quanto previsto dall'art. 12 (rilascio di pareri, nulla osta, autorizzazioni ed assensi, per le materie riguardanti la VIA e per gli aspetti urbanistici, necessari per l'autorizzazione definitiva del progetto).

Il D.Lgs. 387 del 29.12.2003, che recepisce la direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, prevede la razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative.

L'art. 12-c.1 prevede che le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da energie rinnovabili siano di pubblica utilità. Al comma 3 del medesimo è previsto che la costruzione e l'esercizio di questo tipo di impianti compresi gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento, riattivazione e le infrastrutture ad esse correlate, siano soggetti ad un'autorizzazione unica, rilasciata dalla Regione.



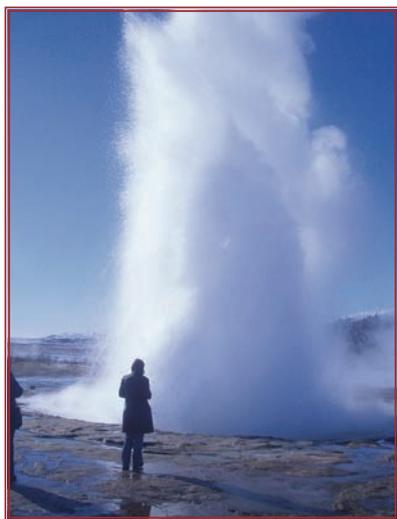
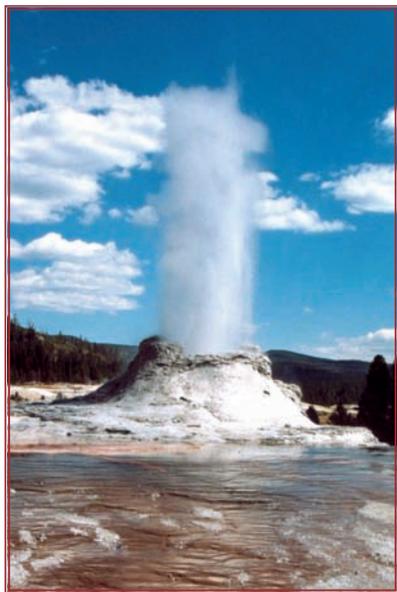
## **La terra come fonte di energia e calore**

*<omnia quae de terra sunt, in terram convertentur>  
(tutto ciò che viene dalla terra, tornerà alla terra)*

**Ecclesiastico 40, 41 e 41, 10**

*<e la Terra sentii, nell'Universo.  
Sentii fremendo, ch'è del cielo anch'ella>  
**Pascoli, "Il bolide"***

## 6.1 La questione ambientale



*Geyser in eruzione*

La Terra, la sua superficie e i suoi costituenti solidi, rocce e minerali, sono quotidianamente sottoposti ad un processo di aggressione da parte degli agenti naturali e ad opera dell'uomo. In particolare l'estrazione e l'utilizzo di risorse energetiche quali petrolio, carbone e gas naturale comporta l'immissione in atmosfera di enormi volumi di anidride carbonica.

Il ruolo del petrolio e l'utilizzo di combustibili fossili nell'insidiare la stabilità climatica sono la prima causa di emissione di anidride carbonica che provoca l'effetto serra e rappresenta una grave minaccia per la sicurezza dell'umanità. Inoltre la forte dipendenza dal petrolio della nostra società comporta costi e rischi enormi; alimenta le rivalità geopolitiche, le guerre civili e le violazioni dei diritti umani.

La sicurezza economica delle nazioni che offrono e acquistano petrolio è compromessa dalle oscillazioni del prezzo e dalle stesse opportunità di rifornimento. Per questi motivi è improrogabile ridurre la dipendenza dal petrolio e dalle fonti fossili, migliorare l'efficienza degli impieghi di energia, dare impulso alla ricerca, scommettere su innovazione e formazione.

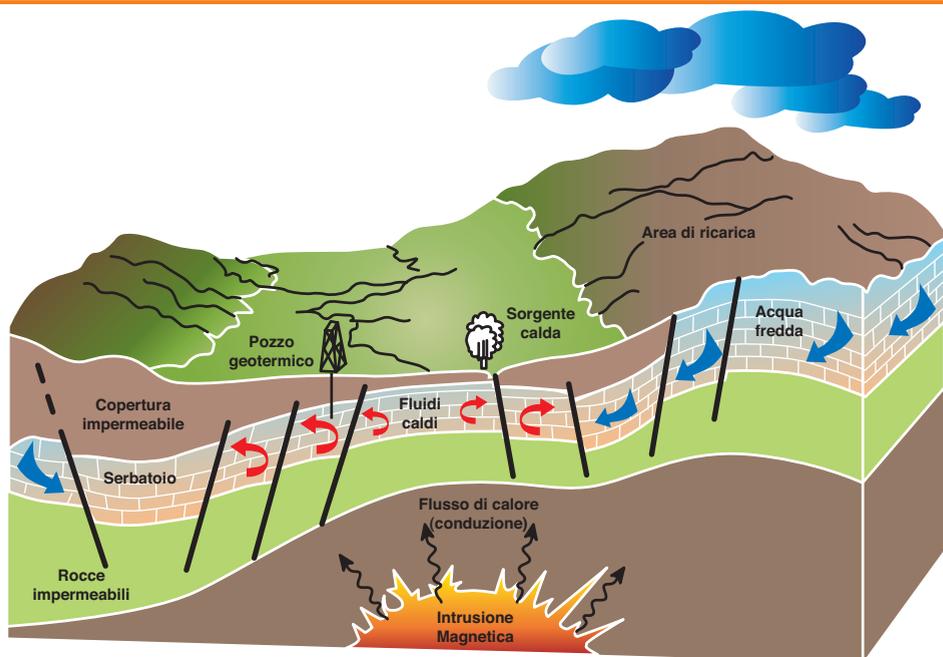
Fortunatamente la terra cela anche altre risorse sotterranee, che sono usualmente considerate (dati i tempi geologici di esaurimento) di tipo rinnovabile e possono essere utilizzate senza creare pregiudizio per l'ambiente.

Un esempio è rappresentato dalle risorse geotermiche. Il sottosuolo è più caldo della superficie terrestre e in alcune zone si raggiungono temperature molto elevate anche a minime profondità: i vulcani, i geysir, le sorgenti di acqua calda e molti altri fenomeni sono l'espressione superficiale di questo calore.

Questa forma di energia può essere sfruttata per scopi pratici, per produrre elettricità oppure utilizzare direttamente il calore. Esse sono da tempo conosciute, come ad esempio a Larderello in Toscana, dove la prima lampadina ad accendersi grazie all'energia elettrica prodotta dal vapore geotermico porta la data del 1904.

Dal punto di vista ambientale la geotermia è da considerare una risorsa a basso inquinamento perché composta dal 95% di acqua (liquida o sotto forma di vapore) e da circa il 5% di gas - per lo più anidride carbonica e zolfo che vengono scaricati nell'atmosfera.

Il vapore che arriva dai pozzi alla centrale entra a pressione altissima nella turbina a cui è collegato l'a



ternatore, facendola ruotare. L'alternatore trasforma l'energia meccanica in energia elettrica e il vapore esce dalla turbina a pressione e temperature più basse rispetto a quando è entrato.

A questo punto viene condensato e trasformato in un liquido che, attraverso i pozzi di reiniezione, viene rimandato nello stesso serbatoio geotermico da cui è stato prelevato sotto forma di vapore. La fonte di energia è reintegrata e il ciclo continua.

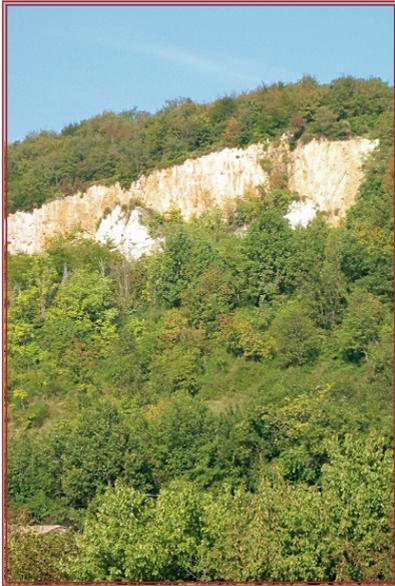
La centrale geotermoelettrica di Larderello sfrutta una anomalia della temperatura della crosta terrestre che interessa un'area circoscritta, (un'altra famosa area è l'Islanda dove lo strato di crosta terrestre è molto sottile) ma è chiaro come anche in aree più stabili vi sia nel sottosuolo una grande energia "pulita" data dal

*Schema di una anomalia termica con riscaldamento di fluidi e gas.*

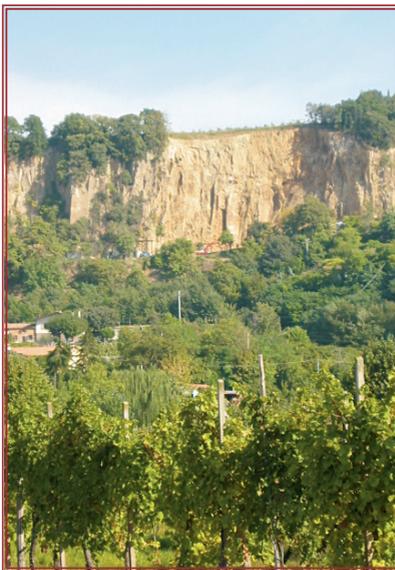


*Impianti esterni della centrale geotermica di Larderello, in Toscana. Il nostro Paese è stato il primo ad installare centrali geotermoelettriche e ancora oggi mantiene una delle prime posizioni mondiali in questo settore, con una produzione che arriva a coprire l'1,5% del fabbisogno elettrico nazionale*

Ex cava di sedimenti calcarei (scaglia rossa) e biancone) a Cinto Euganeo



Cava di trachite di Zovon



gradiente della temperatura che aumenta con la profondità. Il gradiente geotermico medio (ossia l'aumento di temperatura con la profondità) è in media uguale a 3,3 °C per ogni 100 metri.

L'area termale euganea, localizzata in provincia di Padova nei comuni di Abano Terme, Montegrotto Terme, Battaglia Terme e Galzignano Terme, possiede un'estensione di circa 23 km<sup>2</sup>. La zona di sfruttamento idrotermale è suddivisa in 120 concessioni minerarie, dove si trovano in estrazione circa 250 pozzi, con una produzione globale media di circa 800 l/s. La profondità dei pozzi varia da un minimo di circa 100 m ad un massimo di circa 900 m (campo di Abano). I fluidi termali, riscaldati per gradiente geotermico, vengono estratti dal campo di Abano ad una temperatura variabile dai 75° agli 86° C, da quello di Montegrotto variabile dai 70° agli 82° C ed in quello di Battaglia-Galzignano dai 65° ai 75° C.

Attualmente l'estrazione dei fluidi avviene entro il substrato roccioso.

La copertura quaternaria sovrastante è rappresentata da materiali argilloso-limosi e sabbiosi.

I livelli limoso-argillosi rappresentano il 40% dei terreni alluvionali carotati nel pozzo geognostico Aponus 2, sito nel centro di Abano (ANTONELLI al., 1993), il 25% comprende dei limi ed il 25% delle sabbie, il restante 10% è costituito da conglomerati a clasti vulcanici e detrito ad elementi calcarei.

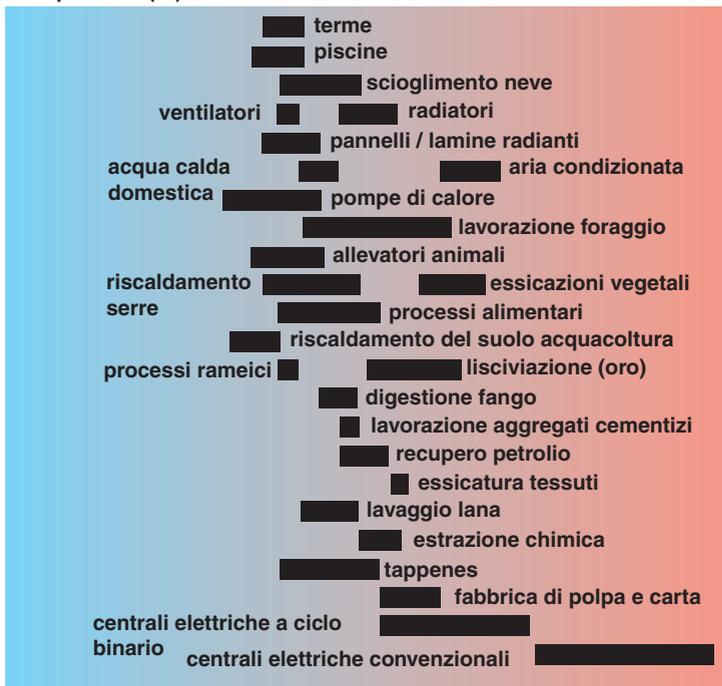
Nel sottosuolo dell'area euganea la formazione sedimentaria più recente incontrata è quella delle Marne euganee (Oligocene inf- Eocene inf.), seguita dalla Scaglia rossa (Eocene inf.- Cretaceo sup.), dal Biancone (Cretaceo sup-Giurese sup.), dal Rosso Ammonitico (Giurassico medio- Giurassico sup.) ed infine dai Calcari grigi (Giurassico inf.).

Si rinvencono inoltre rocce vulcaniche appartenenti a due cicli eruttivi: il primo dall'Eocene superiore all'Oligocene inferiore, con lave e breccie basaltiche, il secondo dall'Oligocenico inferiore costituito da corpi subvulcanici di composizione riolitica, trachitica e latitica.

Proprio come pensavano gli antichi greci la terra risulta dalla condensazione degli altri elementi, racchiudendo in questo modo dentro di sé l'energia dell'aria, del fuoco e dell'acqua, che se adeguatamente gestite possono essere utilizzate dall'uomo come fonte energetica alternativa a quella dei combustibili fossili.

Di seguito si riportano le possibili utilizzazioni delle risorse geotermiche.

Temperatura (c°) 0 20 40 60 80 100 120 140 200 350



## 6.2 L'energia dalla terra: la geotermia

*ÆOLUS HIC CLAUSO  
VENTORUM CARCERE REGNAT  
ÆOLIA*

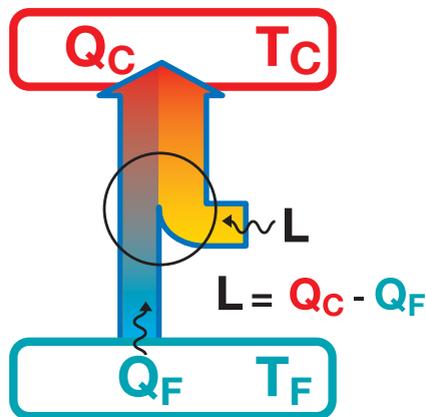
Scritta antica all'entrata della sala Æolia che significa: "Eolo (re del vento) è rinchiuso in questo carcere e vi regna".

Villa Trento Carli Costozza di Longare

### 6.2.1 Perché questa tecnologia?

Il termine geotermia deriva dal greco (geos = terra; thermos = calore), e si riferisce al calore interno della Terra, dovuto sia alla compressione verso il nucleo, sia al lento decadimento dei minerali radioattivi contenuti nel mantello.

Il calore terrestre si dissipa con lenta regolarità verso la superficie della terra ed è percepibile dall'aumento progressivo della temperatura delle rocce con la profondità. Nella maggior parte delle aree terrestri, le



Principio di funzionamento della pompa di calore

$Q$  = quantità di calore

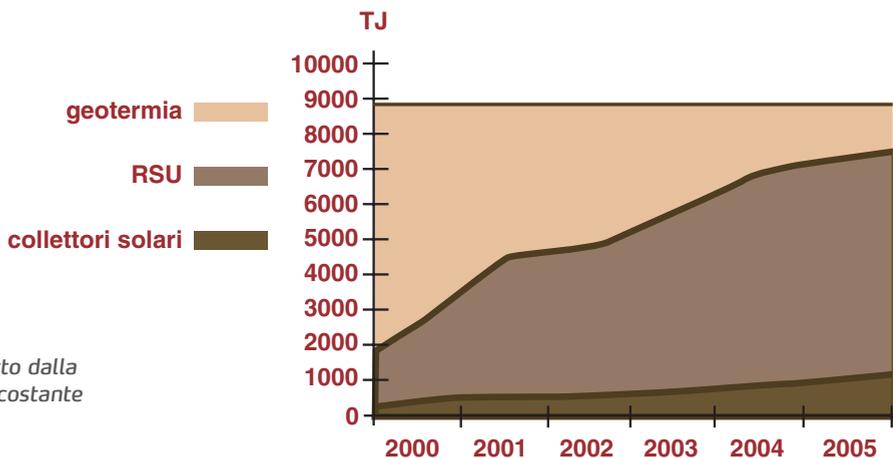
$T$  = temperatura

$F$  = fredda

$C$  = calda

$L$  = lavoro

L'uso di calore prodotto dalla geotermia è rimasto costante nel tempo.



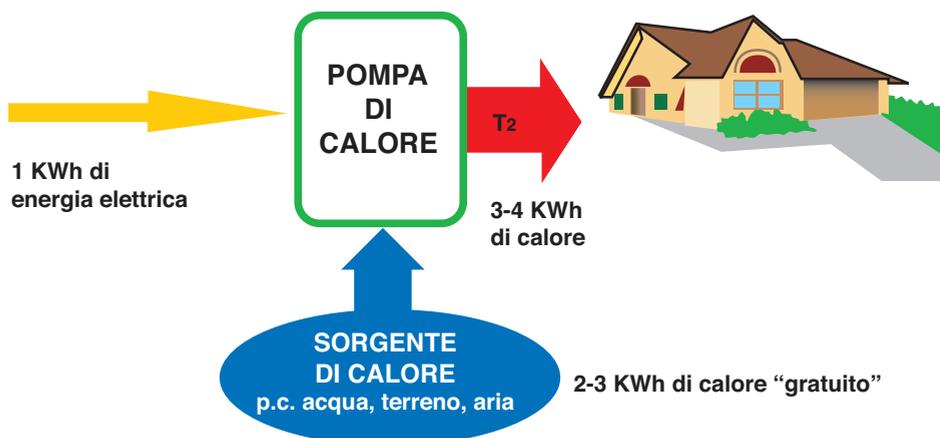
rocce hanno una temperatura di circa 25-30 °C a 500 m di profondità, e di 35-45°C a 1000 m. In altre zone, dove le condizioni geologiche sono più "favorevoli" (crosta terrestre più sottile, vulcanismo e/o fratture tettoniche), le temperature alle stesse profondità possono anche superare i 200°C.

L'energia termica può essere veicolata verso la superficie terrestre grazie ai fluidi idrogeotermici. Le acque meteoriche infiltrate nel sottosuolo, una volta riscaldate a contatto con le rocce calde, risalgono in superficie fino a formare le sorgenti calde, i soffioni boraciferi e i bacini termali.

I bacini termali, possono contenere acqua in fase vapore ad elevato contenuto energetico.

Una centrale geotermica permette il risparmio pressoché totale di emissioni gassose rispetto ad un impianto a combustibili fossili; si hanno infatti:

- Emissioni di solfuri pari a 0,2 kg/MWh, contro i 4,7 kg/MWh degli impianti ad olio combustibile e 5,4 kg/MWh degli impianti a carbone.
- Emissione di anidride carbonica (dovuta ai gas non



condensabili) di 45 kg/MWh, contro i 660 kg/MWh degli impianti ad olio combustibile e 900 kg/MWh degli impianti a carbone.

- Emissione nulla di ossidi di azoto.

L'energia geotermica è una risorsa diffusa in ampie zone del territorio italiano, costantemente disponibile nel tempo e a bassissimo impatto ambientale.

Le possibilità di sfruttamento di questa risorsa sono solo parzialmente immaginabili: la tecnologia può ancora fare grandi passi avanti in questo settore e convogliare l'energia per gli usi più disparati.

Il periodo di emissione del calore terrestre è illimitato rispetto alla scala temporale umana e quindi l'energia geotermica è da considerarsi, a tutti gli effetti, una risorsa energetica rinnovabile e disponibile per le generazioni future.

## 6.2.2 Cosa bisogna sapere

### La tecnologia dei sistemi delle pompe di calore geotermiche e degli scambiatori con il terreno

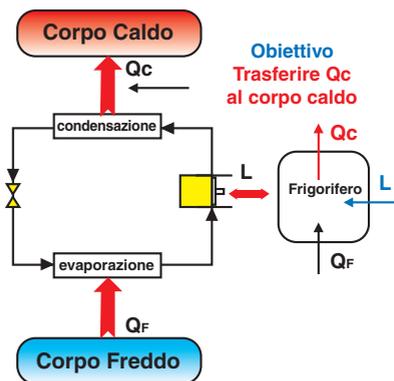
L'energia contenuta nell'aria, nell'acqua e nelle rocce non può essere impiegata direttamente. Una prima modalità per lo sfruttamento del calore terrestre, anche a temperature relativamente basse (20-40°C), si ottiene dall'impiego di macchine che permettono di aumentare le temperature del fluido scambiatore e di renderle così usufruibili in maniera diffusa.

Tali macchine prendono il nome di pompe di calore e sono una valida alternativa alla caldaia a olio o a gas. La pompa di calore è in grado di trasferire calore, da un corpo  $Q_F$  a temperatura più bassa ( $T_f$ ) ad un corpo  $Q_C$  a temperatura più alta ( $T_c$ ) utilizzando il lavoro ( $L$ ) prodotto dal compressore. Con questo sistema si riesce a trasferire energia, sotto forma di calore, proprio da quei corpi che ne hanno immagazzinata una notevole quantità ma che non potrebbe essere sfruttata naturalmente.

L'efficienza di una pompa di calore è misurata dal coefficiente di prestazione "COP" (Coefficient Of Performance), dato dal rapporto tra energia resa (calore ceduto al mezzo da riscaldare) ed energia elettrica consumata. Un valore del COP pari a 3, ad esempio, indica che per ogni kW d'energia elettrica consumata, la pompa di calore renderà 3-4 kW d'energia termica all'ambiente da riscaldare; uno di questi fornito dall'energia elettrica e gli altri due prelevati dall'ambiente esterno.

Sono considerati sufficienti i valori  $COP > 3$  per le pompe di calore aria-acqua (con presa d'aria a 2°C e forn-

### Pompa di Calore



## VERIFICA DEL RISPARMIO OTTENIBILE UTILIZZANDO LA POMPA DI CALORE RISPETTO AL TRADIZIONALE RISCALDAMENTO A METANO

costo per la fornitura di un Kw di energia	energia elettrica	0,18 €/Kw	1 Kw di calore prodotto con l'energia elettrica costa	0,18 €	con la pompa di calore si ottengono fino a 4 Kw di calore con 1Kw di energia elettrica (0.18/4)	0.045 €
	con il metano	0,061 €/Kw	1 Kw di calore prodotto con il metano costa			0.061 €
				risparmio percentuale sul riscaldamento utilizzando la pompa di calore		26%

Verifica del effettivo risparmio che si ottiene installando una pompa di calore per riscaldare uno o più locali

tura d'acqua a 35°C), COP>4,0 per pompe di calore a sonda geotermica (con sonda a 0°C e fornitura d'acqua a 35°C) e COP>4,5 per pompe di calore acqua-acqua (con acqua di prelievo del calore a 10°C e fornitura d'acqua a 35°C).

La pompa è costituita da un circuito chiuso (composto da un compressore, un condensatore, una valvola di espansione ed un evaporatore), percorso dal fluido refrigerante (come R-134a, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, ecc.), molto simile a quello presente nei climatizzatori o nei frigoriferi.

La pompa di calore può essere impiegata anche per il raffrescamento estivo mediante un ciclo invertibile, se equipaggiata con una valvola di inversione.

Se misuriamo la temperatura del suolo sotto i nostri piedi a diverse profondità e tracciamo il suo andamento otteniamo un grafico simile a quello in figura. Sappiamo che la temperatura dell'aria esterna raggiunge in Italia un valore minimo durante i mesi di gennaio e febbraio e un valore massimo tra luglio ed agosto, con andamento sinusoidale.

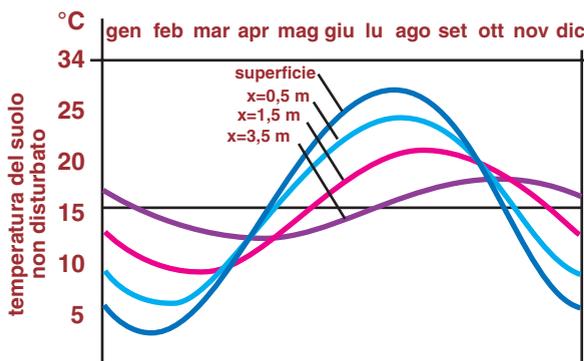
Mano a mano che si scende in profondità la curva del grafico si appiattisce e i valori minimo e massimo si spostano in avanti nel tempo. La tipologia di suolo e le condizioni meteorologiche cambiano la temperatura alle diverse profondità e di conseguenza anche la possibilità di estrarre più o meno energia da questo "magazzino" illimitato che è il sottosuolo.

A quote inferiori a 1,0-1,5 m la temperatura della terra non subisce rilevanti variazioni termiche.

Questo fatto può essere sfruttato facendo circolare acqua in serpentine di

tubi interrati.

A contatto con la terra, l'acqua nei tubi interrati scambia calore con il sottosuolo. La temperatura che assu-



Variazione della temperatura in funzione del periodo dell'anno in relazione alla profondità dalla superficie

me dipende dalla dimensione della superficie di contatto (dalla lunghezza dei tubi) e dalla velocità del flusso. Secondo una regola generale, il sistema delle serpentine richiede un'area da 2 a 3 volte maggiore della superficie dei locali da riscaldare. Nelle figure si riportano tre esempi di cui due con serpentina nel terreno per il riscaldamento e per il raffreddamento e uno con circuito inserito in pozzi perforati in falda.

Con la pompa di calore, utilizzando un kWh di elettricità, riusciamo a generarne 3 o 4 kWh di calore.

Considerando i diversi costi che l'utente deve sostenere per ottenere 1 kWh di calore servendosi di metano, si rileva che il prezzo di 1 kWh di calore prodotto con la pompa di calore il risparmio è del 26% rispetto al metano, nonostante la corrente elettrica sia più cara del gas.

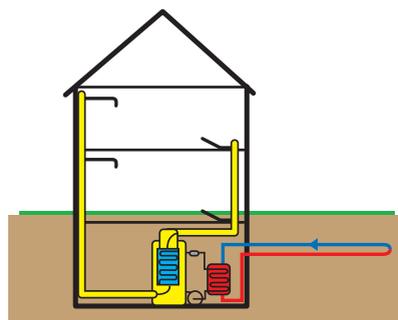
Le cose diventano estremamente più vantaggiose se la pompa di calore viene collegata ad un impianto fotovoltaico: si può allora risparmiare sul costo dell'energia elettrica e inoltre il sistema diventa completamente sostenibile. Purtroppo i prezzi per questo tipo di impianto sono ancora elevati, ma sfruttando gli eventuali incentivi e gli sgravi fiscali la realizzazione del progetto potrebbe diventare competitiva.

Al risparmio sul combustibile occorre sommare il risparmio sulla manutenzione periodica: infatti, mentre una caldaia tradizionale deve essere revisionata almeno ogni anno, una pompa di calore ben installata può lavorare per anni senza un avvertibile decadimento di prestazioni e senza particolari manutenzioni.

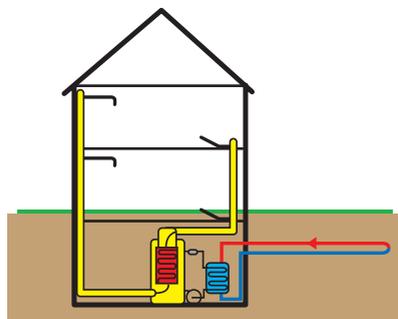
### 6.2.3 Applicazioni possibili nel territorio del Parco Colli Euganei

Nel territorio dei Colli Euganei sono numerose le ville e gli edifici con una progettazione architettonica e ingegneristica assolutamente originale. Per rifarsi ad un'esperienza simile a quella descritta nel paragrafo precedente bisogna però riferirsi ai vicini Colli Berici, nelle immediate adiacenze di Villa Trento-Carli, nella frazione di Costozza di Longare (VI). Vi si trova la grotta Carli, scavata nel monte, da cui esce una corrente di aria fresca che investe tutto l'edificio.

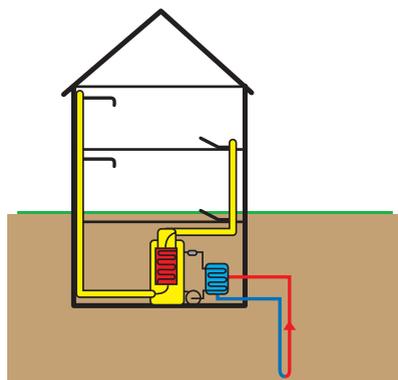
La cantina è il vero fulcro dell'"Æolia", in quanto per mezzo dei "ventidotti" (cunicoli sotterranei lunghi alcune migliaia di metri) sfruttando la differenza di pressione atmosferica, convogliano l'aria sempre a temperatura costante oscillante tra i 10°C e i 14°C durante tutto l'arco dell'anno, donando alla casa una piacevole freschezza



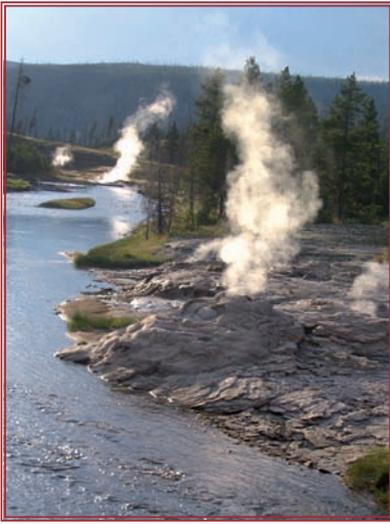
*Pompa di calore con serpentina orizzontale nel terreno, per il raffreddamento estivo*



*Pompa di calore con serpentina orizzontale nel terreno, per il riscaldamento invernale*



*Pompa di calore con pozzi perforati in falda per il riscaldamento invernale*



Geyser e fumarole a Yellowstone (USA)

estiva e una mite temperatura nei periodi invernali. Di essa si parla in numerosi scritti sia come luogo di origine dei ventidotti sia come cantina vastissima.

Nel 1550 Francesco Trento pensò di condurre l'aria ai suoi fabbricati attraverso un cunicolo per avere fresco in estate e tepore in inverno. Il ventidotto principale è grande abbastanza da permettere il passaggio di un uomo di media statura, e copre un percorso sotterraneo di 140 m raggiungendo villa Æolia, e palazzo Morlini-Trento. Lungo tutto il percorso con diramazioni diverse esso distribuisce l'aria ai vari fabbricati, costituendo il più antico impianto di aria condizionata che la storia ci tramanda.

La grotta o covolo dei venti in villa Æolia venne e viene tuttora usata come cantina.

I sistemi ad energia geotermica GHP (Geothermal Heat Pump, pompe di calore geotermiche) possono essere applicati ad una vasta gamma di costruzioni come le abitazioni residenziali, villette, edifici commerciali, scuole, piscine, serre e capannoni, hotel e uffici, sia nel caso di condizionamento ad aria sia nell'uso di pannelli radianti. Le abitazioni o gli edifici con pompe di calore geotermiche sono caratterizzati da una elevatissima efficienza energetica. Il fatto che lo scambio di energia avvenga con un mezzo, il terreno, relativamente più freddo dell'aria esterna d'estate e più caldo d'inverno, permette di ottenere risparmi sui consumi energetici fino al 70-75% rispetto ai sistemi tradizionali a combustione. In estate il calore estratto dall'ambiente, quando ci si trova nella modalità di raffrescamento, può essere utilizzato per avere acqua calda quasi a costo zero.

## 6.3 L'energia dalla terra: geotermia idrotermale

*"...non abbino ad essere impediti detti bagni, ma si abbino sempre a lasciar godere ad ognuno per la comune salute".*

Nel 1718 l'Ufficio della Sanità del Comune di Este emanò un proclama in cui, poichè qualcuno aveva impedito l'uso delle acque, la Comunità ribadiva che si preoccupava di garantire la libera fruizione delle acque termali che sgorgano nella valle che si stende ai piedi dei colli, tra il monte Cero e il monte di Lozzo. Le acque calde della Valcalaona.

### 6.3.1 Perché questa tecnologia?

La risorsa energetica presente nel sottosuolo può essere definita pulita e illimitata a patto che la gestione della risorsa geotermica sia regolata ed eco-compatibile, cioè permettendo al circuito idrotermale di ricaricarsi: il rischio è quello di depauperare le falde acquifere in modo irrimediabile.

Lo sfruttamento idrotermale diretto è forse il metodo più semplice per l'utilizzo del calore. È possibile attingere alla risorsa geotermale attraverso pozzi unici o multipli (pozzi di produzione) e richiede una concessione dal Servizio Regionale del Veneto "Geologia e Ciclo dell'acqua".

### 6.3.2 Cosa bisogna sapere

La miglior soluzione per attingere a queste risorse è quella di utilizzare l'energia geotermica dell'acqua termale per il riscaldamento delle serre o per scopi terapeutici in strutture idonee. Un ulteriore campo di possibile applicazione potrebbe essere quello degli edifici privati: la legge non lo permette soprattutto a causa del depauperamento delle falde che deriverebbe da un prelievo incontrollato. Ma è anche vero che l'acqua utilizzata in una prima fase dagli alberghi termali, rilasciata nei fossati, potrebbe essere ulteriormente prelevata (la temperatura di rilascio è di circa 30°C) e utilizzata per integrare il sistema di riscaldamento degli edifici.

La temperatura dell'acqua calda può essere messa in relazione con la profondità di provenienza dalla formula di Desio (modificata):

$$P = P_e + (T - T_a) / G$$

dove:

**P** = profondità di provenienza dell'acqua

**P<sub>e</sub>** = spessore della zona di eterotermia annuale (in m)

**T** = temperatura media dell'acqua termale (in °C)

**T<sub>a</sub>** = temperatura media dell'acqua d'infiltrazione (in°C) pari a quella media dell'aria diminuita di 2-3° C.

**G** = gradiente geotermico (in °C/m)

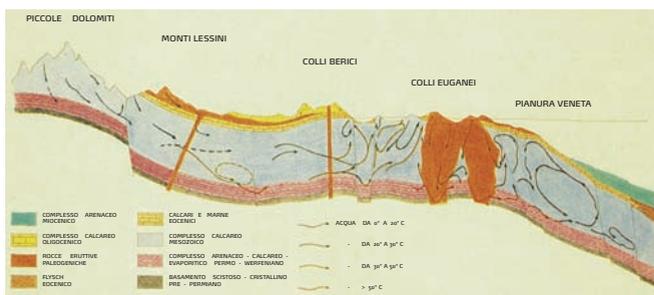
Il valore P che si ottiene è chiamato "profondità teorica minima": la formula, infatti, non tiene conto del raffreddamento che l'acqua subisce nell'ascesa e dell'eventuale mescolamento con acque fredde appartenenti alle falde più superficiali.



*Scarico di acqua termale utilizzata dagli alberghi in una canaletta di scolo*

*Esempio di canale di scolo delle acque termali utilizzate dagli alberghi*





Concrezioni saline e sorgenti calde dovute alla risalita sotterranea di acque calde nel parco di Yellowstone (USA)

## Termalismo nei Colli Euganei

L'origine del termalismo euganeo sicuramente non è da mettere in relazione con la passata attività vulcanica, cessata ormai da troppo tempo. Viceversa, accurate ricerche e analisi hanno stabilito che le acque termali sono di natura meteorica e raggiungono la superficie terrestre in un'area montana individuata nel territorio delle Piccole Dolomiti. Qui

iniziano la percolazione all'interno di sistemi di fratture delle rocce sedimentarie.

Le acque sotterranee possono così raggiungere una profondità di circa 3000 metri, dove incontrano nella zona dei Colli Euganei un basamento cristallino costituito da corpi intrusivi di epoca Paleogenica, che funziona da barriera impermeabile e costringe le acque ormai termali a risalire rapidamente in superficie, sospinte dalla pressione idraulica dell'intero bacino sotterraneo.

Tali acque hanno una temperatura media di 75°C, e contengono numerosi sali provenienti dallo scioglimento delle rocce: cloro, sodio, potassio, magnesio, zolfo, bromo, iodio, silicio, oltre che piccole percentuali di elementi radioattivi. Si stima che il tempo necessario alle acque per compiere l'intero percorso descritto sia di almeno 25 anni. Quando arrivano in superficie il loro contenuto salino è direttamente proporzionale alla temperatura. Nei pozzi più caldi, che possono raggiungere gli 87°C, le sostanze minerali disciolte sono dell'ordine di 56 g/L. Quest'acqua è fondamentale per la preparazione, in apposite vasche, del fango vegeto-minerale, ottenuto dalla spontanea mineralizzazione di particolari alghe microscopiche. È questo l'elemento curativo caratteristico del bacino termale. Abitata fin dai tempi più remoti, la zona dei Colli Euganei ebbe un grande sviluppo in epoca romana, proprio in virtù della presenza delle terme. In particolare era noto il centro termale di Montegrotto, che divenne un luogo di cura della nobiltà del tempo.

L'acqua termale estratta viene rilasciata nel terreno, poiché la legge impedisce la reimmissione in falda per il rischio di peggiorare la qualità della falda stessa. Infatti, la struttura dei pozzi di acqua termale, spesso realizzata in maniera impropria, prevede la comunicazione tra falde altrimenti separate, con rischio di contaminazione tra di esse. Tale operazione comporterebbe inoltre un abbassamento della temperatura dell'acqua della falda termale a causa del mescolamento con la falda freatica più fredda.

## Le serre

Gli usi agricoli dei fluidi geotermici comprendono l'applicazione in agricoltura a cielo aperto ed il riscaldamento di serre. L'acqua calda può essere usata nell'agricoltura a cielo aperto per irrigare e/o riscaldare il suolo. Il maggior problema dell'irrigazione con acqua calda sta nel fatto che, per ottenere una variazione utile della temperatura del suolo, è necessaria una grande quantità di acqua a temperatura non troppo elevata per non danneggiare le piante. Questo però può causare allagamenti del terreno. L'impiego più comune dell'energia geotermica in agricoltura è, comunque, il riscaldamento di serre, già sviluppato su larga scala in molti paesi. La coltivazione di verdure e fiori fuori stagione o in climi non propri può essere realizzata avendo a disposizione una vasta gamma di tecnologie per ottenere ottime condizioni di crescita, basate sulla miglior temperatura di sviluppo di ciascuna pianta oltre che sulla quantità di luce, sulla concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'ambiente della serra, sull'umidità del terreno e dell'aria.

Le serre più semplici sono ricoperte da un unico involucro (in genere un telo di plastica), ma recentemente sono stati adottati in alcune serre due involucri separati da uno strato d'aria. Quest'ultimo sistema riduce la perdita di calore attraverso le pareti del 30-40%, migliorando notevolmente il rendimento complessivo.

Il riscaldamento delle serre può essere:

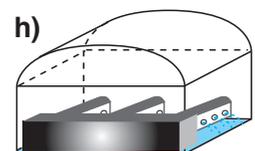
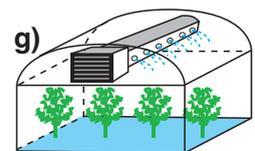
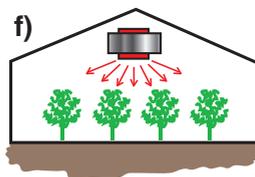
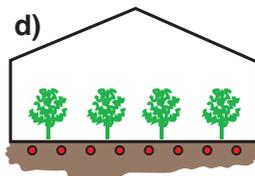
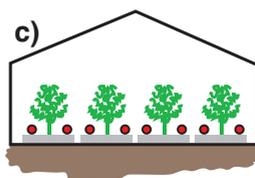
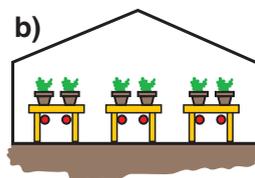
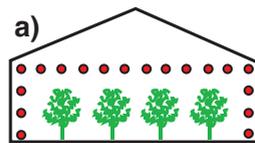
- a circolazione forzata d'aria in scambiatori di calore
- a circolazione d'acqua calda in tubi posti sopra o nel terreno, o anche in condotte alettate situate lungo le pareti o sotto i bancali
- con una combinazione di questi sistemi

L'uso dell'energia geotermica per il riscaldamento delle serre può ridurre significativamente i costi operativi che in alcuni casi rappresentano il 35% del costo dei prodotti (verdure, fiori, piante da appartamento, piantine da sviluppo).

## I bagni termali

I bagni termali sono sicuramente la forma più antica di sfruttamento dell'energia geotermica.

Inizialmente si sfruttavano le sorgenti d'acqua calda che arrivavano in superficie. In seguito non si è tardato ad aumentare la portata a temperature più elevate, costruendo pozzi. Le perforazioni geotermiche profonde permettono di pompare l'acqua termale in superficie e di sfruttarla per diversi scopi di riscaldamento, secondo un sistema a "cascata". Una perforazione di produzione apporta acqua termale calda in superficie tramite una pompa immersa; uno scambiatore di calore così come



Vari modelli di diffusione del calore nelle serre



Esempio di utilizzo delle acque termali per il riscaldamento delle serre di Baone (Val Calaona) e Galzignano Terme

una pompa di calore a valle permettono d'ottenere la temperatura di riscaldamento desiderata. Il circuito di riscaldamento alimenta le utenze tramite un condotto di riscaldamento a distanza.

### 6-3-3 Applicazioni realizzate e possibili nel territorio del Parco Colli Euganei

#### Serre di Val Calaona

La Val Calaona che scende verso Este, con la sua campagna scura per la presenza di torba, tagliata dal canale Bisatto, tra resti preistorici di epoca pre-romana e resti di centuriazione romana, circondata da colline e castagneti, era un tempo frequentatissima per lo stabilimento termale. Era famoso per la sua acqua terapeutica contenente acido solforico, acido carbonico, bicarbonati e cloruri utili nella cura delle gastropatie.

La sua attività iniziò già nei primi anni del secolo scorso quando servì da ospedale e luogo di cura per i soldati feriti al fronte della Prima Guerra Mondiale. Ancor oggi, in qualche casa della zona, si possono trovare le vasche

in trachite dove essi si immergevano per ristorarsi. La struttura dello stabilimento giace ora semidistrutta e tristemente abbandonata. L'acqua di origine termale che per decenni era servita a scopi terapeutici viene ora utilizzata per riscaldare le serre di una cooperativa ortofrutticola. Per poter accedere alla risorsa si è dovuto ottenere una deroga alla legge regionale che disciplina l'uso dell'acqua a solo scopo terapeutico. Tali serre coprono una superficie di 10.000 m<sup>2</sup>.

#### Serre di San Bartolomeo

Allo stesso modo presso i Bagni di San Bartolomeo a Torreglia sono sorte le serre della Euganea Floricoltori, che usano i tre pozzi profondi anche più di 100 metri con una portata complessiva di circa 120 m<sup>3</sup>/h. L'acqua calda estratta, per la forte tendenza a formare incrostazioni e per le sue proprietà corrosive confluisce ad uno scambiatore di calore dove scambia il calore con un circuito in parallelo di acqua dolce. Quest'acqua viene a sua volta riscaldata e inviata ad alimentare un circuito interno chiuso di acqua e aria calda formato da condotte

<b>UBICAZIONE</b>	
Baone, Comune di (PD)	
<b>TIPOLOGIA IMPIANTO</b>	
pozzo per riscaldamento serra Valcalaona	
<b>CARATTERISTICHE TECNICHE</b>	
profondità del pozzo	65 m
<b>UTILIZZO</b>	
riscaldamento di serre per fiori	
<b>RIFERIMENTI</b>	
Coop. Ortofrutticola srl	
<b>VANTAGGI</b>	
semplicità di progetto;	
facilità di installazione e di manutenzione;	
sistemi di controllo passivi a sicurezza intrinseca;	
ridotto impatto visivo e ridotta rumorosità	
<b>SVANTAGGI</b>	
sono deroghe alla legge regionale di concessione delle acque termali ad uso esclusivamente terapeutico	
<b>COSTI DI REALIZZAZIONE</b>	
non verificabili	
<b>RIPETIBILITÀ DELL'ESPERIENZA</b>	
difficile, esistono sui colli altri esempi di serre	

interrate nelle serre, lungo i bancali dei fiori e di manici forati aerei. Questo complesso sistema mantiene 35.000 m<sup>2</sup> di serra a una temperatura ideale di circa 20° C. L'acqua termale di risulta viene smaltita nel canale consortile a circa 30° C.

### **Sfruttamento delle acque dei fossati "termali"**

Nella zona di Abano Terme il prelievo d'acqua calda di scarico degli stabilimenti termali dai fossati per l'integrazione dell'impianto del riscaldamento privato è frequente. Quest'uso non è ben definito perché la concessione è piuttosto aleatoria in quanto non esiste una specifica normativa che regola l'utilizzo d'acque calde dai fossati. Il problema riguarda soprattutto la proprietà dei singoli fossi, non sempre ben definita, e la poca chiarezza nelle normative che complica il rilascio dell'autorizzazione. La situazione non può naturalmente essere protratta a lungo e necessita probabilmente di una risposta da parte di tutti i soggetti coinvolti: ciò permetterà di realizzare una corretta regolamentazione della situazione attuale e uno sfruttamento più organico della risorsa.

A conferma della valenza di tale risorsa, e come esempio di buona pratica, il Comune di Abano Terme riscalda il proprio Palazzetto dello Sport tramite il calore recuperato dalle piscine comunali che sono a loro volta alimentate da un pozzo autorizzato a scopi terapeutici.



*Palazzetto dello sport di Abano Terme*

## **6.3.4 Normativa**

Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell'edilizia.

Di seguito sono riportate le principali norme nazionali e regionali relative allo sfruttamento ed utilizzo delle risorse geotermiche. In provincia di Padova sono attive, secondo l'iter previsto dalla L.R. 10 ottobre 1989 n.40, (n. di concessioni minerali) relative all'utilizzo di acqua termale.

### **Quadro normativo generale**

Legge 9 dicembre 1986, n.896 - Recante disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche.

Legge 9.1.1991 n.9 - Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali (in particolare art.15).

DPR 27.5.1991 n.395 - Regolamento di attuazione della legge 9 dicembre 1986, n.896, recante disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche.

Decreto legislativo 31.3.1998 n.112 - Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997 n.59.

Legge regione Veneto 10 ottobre 1989 n. 40.

La presente legge disciplina la ricerca, la coltivazione e l'utilizzo delle acque minerali e termali allo scopo di tutelarle e valorizzarle nel preminente interesse generale.

### **Campo di applicazione**

Le funzioni amministrative riguardanti le risorse geotermiche d'interesse nazionale sono esercitate

dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato. L. 896/1986 art.1

Sono considerate risorse geotermiche d'interesse nazionale quelle economicamente utilizzabili per la realizzazione di un progetto geotermico tale da assicurare una potenza erogabile complessiva di almeno 20.000 kW termici, alla temperatura convenzionale dei reflui di 25 °C.

L. 896/1986 art.4

Coltivazione di risorse geotermiche, inclusi gli impianti e le infrastrutture, finalizzata alla produzione industriale dei fluidi geotermici a fini energetici.

L. 896/1986 art.11

Il rilascio della concessione di coltivazione non esonera il richiedente dall'assolvimento di ogni altro obbligo previsto dalla legislazione vigente prima di dar corso alla realizzazione delle opere previste dal progetto di coltivazione.

Autorità competente prima del decentramento operato con la riforma Bassanini:

L. 896/1986 artt. 1-7

Le funzioni amministrative riguardanti le risorse geotermiche d'interesse nazionale sono esercitate dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato.

Norme di tutela

D.P.R. 395/1991 art. 32 (Concessione di coltivazione). Al titolare del permesso di ricerca, ottenuto ai sensi dell'art.6, che mediante perforazione di pozzi abbia rinvenuto risorse geotermiche riconosciute di interesse nazionale, è concessa la coltivazione se la relativa capacità produttiva e gli altri elementi di valutazione geo-mineraria disponibili giustificano tecnicamente lo sviluppo del giacimento scoperto

L.9/1991 art. 15 (Ricerca e coltivazione geotermica).

Il permesso di ricerca di cui all'art. 4 della L. 896/86 e la concessione di coltivazione di cui all'art. 11 della medesima legge sono subordinati all'effettuazione del ripristino dello stato originario dei luoghi a seguito di eventuale incidente o di sistemazione idrogeologica e di risanamento paesaggistico a seguito dei lavori. A questo scopo è richiesta la prestazione da parte degli interessati di garanzie patrimoniali reali o personali, in relazione all'entità dei lavori programmati.

Successivamente:

D.Lgs. 112/1998 art. 34.

Le funzioni degli uffici centrali e periferici dello Stato relative alle concessioni di coltivazione delle risorse

geotermiche sulla terraferma sono delegate alle regioni.

Legge regione Veneto 10 ottobre 1989 n. 40.

La presente legge disciplina la ricerca, la coltivazione e l'utilizzo delle acque minerali e termali allo scopo di tutelarle e valorizzarle nel preminente interesse generale.

D.Lgs. 112/1998 art. 35.

Agli adempimenti relativi alla valutazione di impatto ambientale (VIA) dei progetti di coltivazione delle risorse geotermiche provvedono le regioni, a decorrere dall'entrata in vigore delle leggi regionali in materia

Norme di tutela

D.P.R. 395/1991 art. 32. (Concessione di coltivazione).

Al titolare del permesso di ricerca, ottenuto ai sensi dell'art.6, che mediante perforazione di pozzi abbia rinvenuto risorse geotermiche riconosciute di interesse nazionale, è concessa la coltivazione se la relativa capacità produttiva e gli altri elementi di valutazione geo-mineraria disponibili giustificano tecnicamente lo sviluppo del giacimento scoperto

L.9/1991 art. 15. (Ricerca e coltivazione geotermica).

Il permesso di ricerca di cui all'art. 4 della L. 896/86 e la concessione di coltivazione di cui all'art. 11 della medesima legge sono subordinati all'effettuazione della remissione in pristino dello stato originario dei luoghi a seguito di eventuale incidente o di sistemazione idrogeologica e di risanamento paesistico a seguito dei lavori.

A questo scopo è richiesta la prestazione da parte degli interessati di garanzie patrimoniali reali o personali, in relazione all'entità dei lavori programmati.

D.Lgs. 112/1998 art. 34.

Le funzioni degli uffici centrali e periferici dello Stato relative alle concessioni di coltivazione delle risorse geotermiche sulla terraferma sono delegate alle regioni.

D.Lgs. 112/1998 art. 35.

Agli adempimenti relativi alla valutazione di impatto ambientale (VIA) dei progetti di coltivazione delle risorse geotermiche provvedono le regioni, a decorrere dall'entrata in vigore delle leggi regionali in materia



## **L'acqua una risorsa da proteggere**

*<si, come ciascuno sa, la meditazione e l'acqua sono sempre congiunte [...]. Perché gli antichi Persiani consideravano sacro il mare? Perché i Greci gli assegnavano un dio a sé, e fratello di Zeus? Certo tutto questo non è senza significato. E ancora più profondo è il senso della favola di Narciso, che non potendo afferrare la tormentosa, dolce immagine che vedeva nella fonte, vi si immerse ed annegò.*

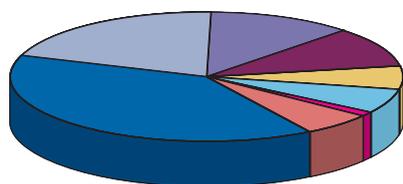
*Ma quella dolce immagine, anche noi la vediamo in tutti i fiumi e oceani. È l'immagine dell'inafferrabile fantasma della vita, e questa è la chiave di tutto>*

**H. Melville, "Moby Dick"**

## 7.1 La questione ambientale

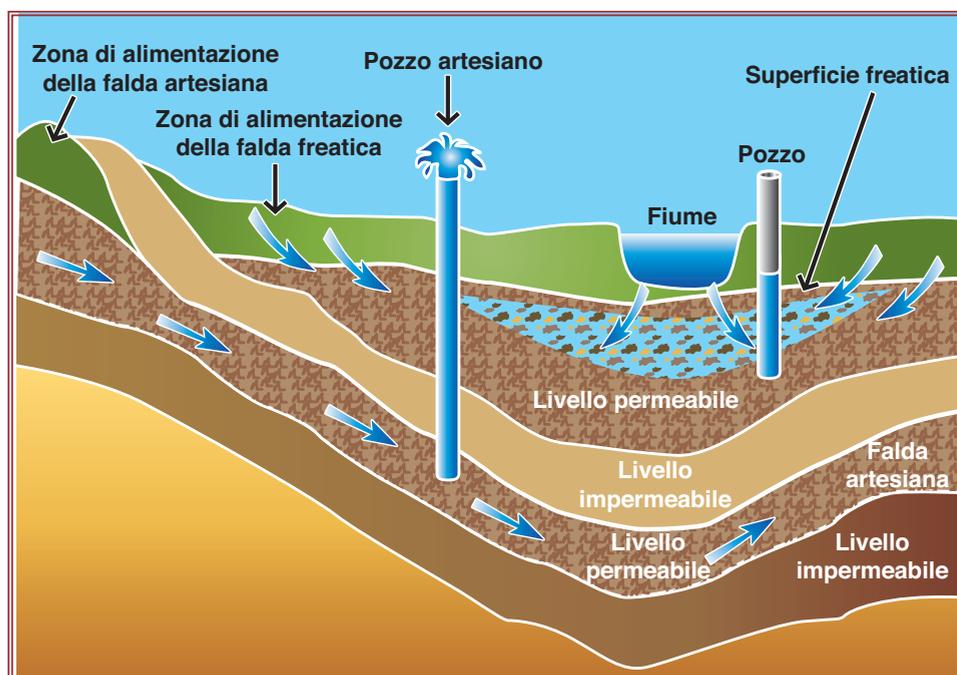
Tutto ciò che è vita necessita d'acqua per generarsi o per continuare a vivere. La componente più consistente della nostra alimentazione è l'acqua. Il corpo umano è formato al 60-70% di acqua e ogni giorno esso richiede due litri e mezzo di liquidi per il ricambio dell'organismo. In caso di emergenza un essere umano può sopravvivere alcune settimane senza mangiare ma senza acqua sopravvive per pochi giorni. Soltanto una minima parte dell'acqua dolce presente sulla Terra è effettivamente utilizzabile e le risorse idriche tradizionalmente usate (corsi d'acqua e falde idriche sotterranee) si stanno deteriorando per l'inquinamento diffuso dovuto a scarichi fognari, industriali, di allevamento, e dall'uso eccessivo di concimi e pesticidi in agricoltura. Inoltre le falde acquifere sotterranee hanno lunghi tempi di ricarica, e non recuperano la rapida sottrazione a cui sono sottoposte.

Sul nostro pianeta l'acqua non è distribuita uniformemente e di conseguenza in molti paesi non si riesce ad avere una quantità di acqua sufficiente né per le necessità individuali né per l'agricoltura e per le attività economico-industriali. Un miliardo di persone nel mondo è senza acqua potabile, 1,7 miliardi non ha una fornitura d'acqua costante. Ogni anno nel mondo si registrano oltre 5 milioni di vittime per malattie legate



- Bagni e doccia - 39%
- Sciacquoni - 20%
- Lavatrici - 12%
- Lavastoviglie - 10%
- Lavaggio - 6%
- Cucina - 6%
- Consumo umano - 1%
- Altri usi - 6%

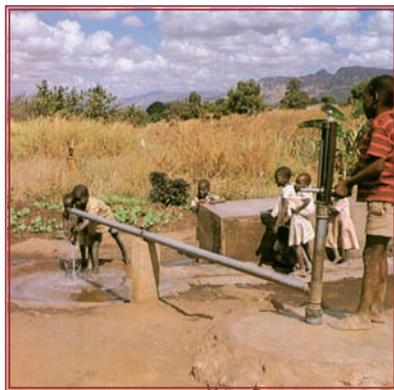
Percentuali di uso dell'acqua negli usi domestici



alla carenza o alla non potabilità dell'acqua, che potrebbero in gran parte essere evitate. I problemi idrici sono estremamente gravi soprattutto in Africa dove si stima che la penuria d'acqua coinvolga 300 milioni di individui. Secondo la Banca Mondiale, i Paesi del Sud del Mondo dovranno investire 600 miliardi di dollari per affrontare la crisi dell'acqua. Gli specialisti del settore definiscono nazioni "in stress d'acqua" quelle con una disponibilità di acqua potabile che va da 1.000 a 1.600 m<sup>3</sup> per abitante per anno, e nazioni povere d'acqua quelle con meno di 1000 m<sup>3</sup> delle risorse idriche sotterranee: nel mondo attualmente vi sono da 30 a 40 nazioni appartenenti al primo gruppo e 20 al secondo. In questo scenario si comprende come molte guerre e conflitti mondiali hanno tra le cause principali, oltre alle questioni petrolifere, quelle legate al possesso e allo sfruttamento delle risorse idriche.

## 7.1.1 La questione ambientale in Italia

In Italia la necessità media d'acqua di un cittadino di un centro abitato di medie dimensioni è di circa 500 litri al giorno (tenendo conto anche dei consumi industriali di produzione), mentre il consumo casalingo è di circa 250 litri al giorno. Si registrano sprechi dovuti sia a "perdite" nelle rete di distribuzione, numerose e diffuse da nord a sud (50-60%), sia all'impiego diffuso di irrigazione di orti e giardini con acqua potabile, sia al radicamento di comportamenti collettivi di spreco (lavare la frutta e verdura con acqua corrente, il bagno nella vasca rispetto all'uso della doccia, il lavaggio dell'automobile con acqua potabile, lo scorrimento d'acqua nell'attesa della temperatura ideale, ecc.). Per contro il prezzo dell'acqua potabile italiana è circa un quinto di quello tedesco, un terzo di quello svedese e meno della metà di quello inglese. Tale situazione caratterizzata da alti consumi, notevoli sprechi e sottostima della risorsa, compromette il modello di sviluppo sostenibile della società moderna. La situazione viene aggravata dalla vulnerabilità del patrimonio idrico a causa di innumerevoli fonti di inquinamento e da alcuni preoccupanti segnali di modificazione delle condizioni climatiche anche nel nostro paese. Gli effetti allarmanti e talvolta drammatici delle vicende meteorologiche mostrano quanto le previsioni di cambiamenti climatici, tanto avversate o minimizzate in passato, stiano invece cominciando a manifestarsi con preoccupante puntualità. L'assenza di precipitazioni, protrattasi per alcuni mesi nell'estate 2003, non ha fatto che riaprire le molte piaghe che solo un paese come



*La carenza d'acqua è un problema sempre più grave nel Sud del mondo.*

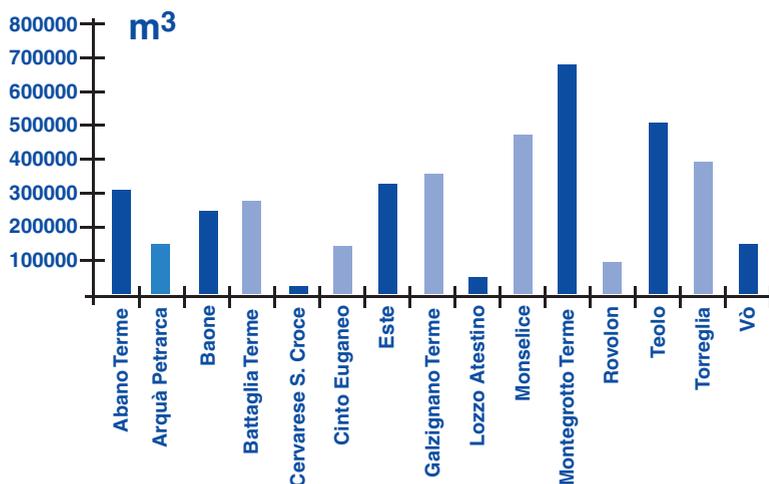


*Nel Nord del mondo lo spreco d'acqua è a livelli insostenibili.*

*Effetti della siccità*



Consumi totali d'acqua in metricubi per comune nel 2001 nel Parco dei Colli Euganei (fonte Rapporto sullo stato dell'Ambiente nel Parco)



il nostro, nel suo complesso ricco di risorse idriche (anche se non equamente distribuite) si è permesso di tollerare troppo a lungo. Il 45% della popolazione italiana soffre episodicamente di difficoltà nell'approvvigionamento di acqua e al Sud la percentuale sale fino al 78%.

Si sta verificando la chiusura di molti pozzi ad uso potabile che prelevano acqua delle falde superficiali e sempre più spesso da falde profonde a causa dell'inquinamento, derivante dal superamento dei limiti di legge di sostanze chimiche disciolte nelle acque. Inoltre molti corsi d'acqua superficiali sono stati inquinati in maniera tale da produrre eutrofizzazione degli specchi d'acqua lacustri e marini.

Oltre tutti questi aspetti va considerato l'enorme potenziale energetico dell'acqua che sin dall'inizio della

rivoluzione industriale ha permesso la produzione di energia, in modo sicuro ed affidabile. Si pensi ai mulini ad acqua utilizzati per macinare i cereali, per muovere segherie o telai, oppure per spremere l'olio.

Attualmente la forza idraulica viene utilizzata essenzialmente per la produzione di energia elettrica.

Da più di un secolo dighe e centrali idroelettriche fanno parte del paesaggio delle nostre montagne, contribuendo a consolidare nel nostro immaginario l'idea che l'energia idroelettrica è una risorsa energetica pulita, disponibile e rinnovabile.

D'altra parte però gli impianti di grosse dimensioni con invasi per milioni di metri cubi d'acqua, hanno anche

Foto storica del Vajont



un impatto negativo sul territorio di tipo ecosistemico, paesaggistico e socioeconomico.

Si ricordi il disastro del Vajont e molte altre situazioni dove si è verificato (e si sta ripetendo in molti paesi extraeuropei) un cambiamento forzato anche della geografia dei paesi delle vallate montane a volte sommersi.

## 7.1.2 La questione ambientale nei Colli Euganei

Il territorio dei Colli Euganei presenta caratteristiche difficili per il recupero delle risorse idriche sia per il dissesto idrogeologico sia per il carattere scarsamente drenante dei terreni.

Quest'ultimo aspetto comporta anche il rischio di allagamenti che, in casi eccezionali, si possono trasformare in vere e proprie alluvioni.

La gestione dell'acqua è ormai da tempo una emergenza che, oggi, assume nuovi connotati imprescindibili dalla questione della sostenibilità ambientale. I consumi attuali per ogni comune nel territorio del Parco e la necessità d'acqua potabile (riportati nel grafico della pag. precedente), sono stati riportati nel Modello Strutturale degli Acquedotti della Regione Veneto.

*Consumi domestici di acqua potabile  
Fonte: Regione Veneto, Modello strutturale degli acquedotti*

### FABBISOGNO IDROPOTABILE STIMATO AL 2015 PER I COMUNI RICADENTI NEL PARCO

TIPOLOGIA DI USO	FABBISOGNO
<b>POPOLAZIONE RESIDENTE</b>	
- nei centri	200 l/g per ab
- nei nuclei	200 l/g per ab
- in case sparse	250 l/g per ab
<b>POPOLAZIONE FLUTTUANTE</b>	
- popolazione alberghiera in area termale	1000 l/g per ab
- in zona turistica	750 l/g per ab
- nelle altre aree	500 l/g per ab
- case private	280 l/g per ab
<b>ALTRE STRUTTURE</b>	
- esercizio pubblico	2500 l/g per ab
- ospedali	1200 l/g per ab
- usi civili (servizi, mense, ecc)	70 l/g per ab
- scuole	50 l/g per ab
<b>ALLEVAMENTI</b>	
- capo minuto	10 l/g per ab
- capo grosso	70 l/g per ab

## 7.2 La fitodepurazione: un sistema efficiente per lo smaltimento degli scarichi fognari

*"Della torba che trovasi appiè de' Colli Euganei " Titolo di una memoria fisico-economica dell'abate Alberto Fortis membro pensionario dell'Accademia di Padova, 1795*

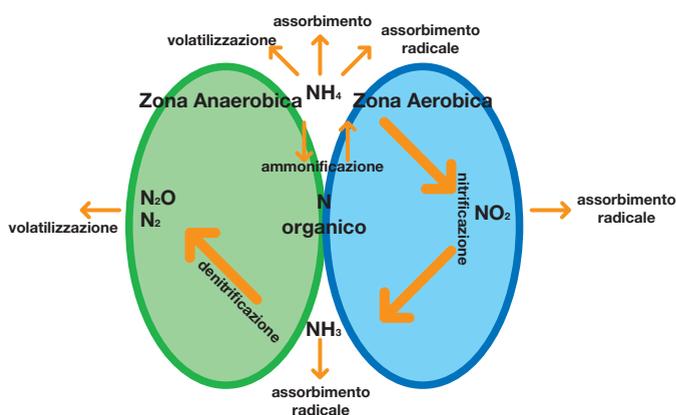
### 7.2.1 Perché questa tecnologia?

Le zone umide naturali rappresentano da sempre il sistema migliore per il trattamento delle acque di scarico prodotte dagli insediamenti umani. Nella maggior parte dei casi però le paludi sono state trasformate in una sorta di bacino di accumulo e non in veri e propri sistemi di trattamento, ottenendo quindi un irreversibile degrado della loro qualità. Le zone umide sono sempre state storicamente considerate come malsane ed inadatte alla vita umana. Le normative sulla tutela delle acque prescrivono che si debbano raccogliere e depurare gli scarichi fognari prima dell'immissione nelle acque superficiali o sotterranee.

Ogni Comune del Parco Colli Euganei è impegnato a trovare delle soluzioni efficaci al problema dello smaltimento degli scarichi riducendo l'impatto sul territorio e

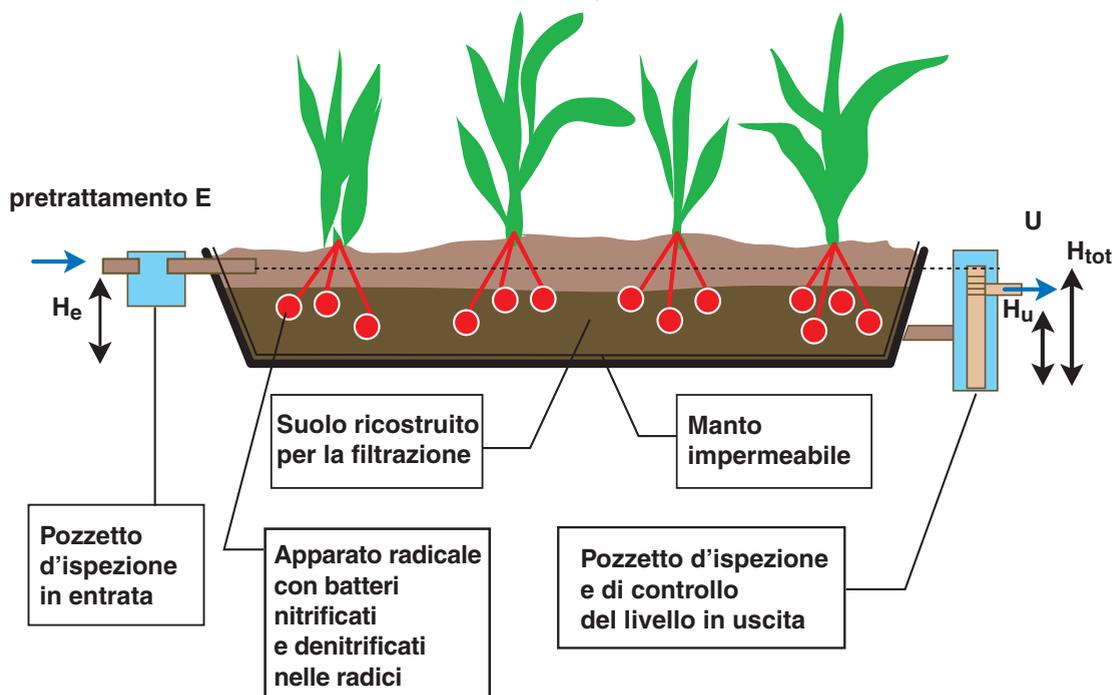
adottando metodologie di depurazione naturale come la **fitodepurazione**, attuata da una speciale convivenza (simbiosi) tra batteri e piante. L'adozione di tradizionali vasche Imhoff o di impianti ad ossidazione totale (contenenti fanghi attivi) non garantiscono un effluente sufficientemente depurato. Le vasche Imhoff non garantiscono un trattamento sufficiente mentre il secondo tipo di impianto, pur promettendo maggiori garanzie, presenta spesso difficoltà gestionali.

La fitodepurazione è una "tecnologia verde" che permette di ovviare a tali problemi permettendo, oltre a un risparmio energetico (per un impiego ridotto o nullo di pompe o di agitatori, etc.), un



Inquinante	Meccanismi di rimozione
Solidi sospesi	Sedimentazione (P) Filtrazione
Solidi colloidali	Metabolismo batterico (P) Adsorbimento Filtrazione
BOD <sub>2</sub>	Metabolismo batterico (P)  Sedimentazione
Azoto	Metabolismo batterico (P) Assorbimento delle piante Sedimentazione
Fosforo	Adsorbimento (P) Metabolismo batterico Precipitazione Assorbimento delle piante Sedimentazione
Batteri e virus	Decadimento naturale (P) Metabolismo delle piante Sedimentazione
(P): effetto primario	

Schema Fitodepurazione



Il dissesto idrogeologico porta a danni sulle infrastrutture con costi notevoli per la comunità.



Piante usate nella fitodepurazione:  
*Phragmites Australis*



consistente abbattimento della carica microbica patogena. Gli erbicidi e i cationi metallici vengono assorbiti nell'apparato radicale delle piante, l'azoto e il fosforo sono invece assorbiti dalle alghe e dalle piante acquatiche superiori e trasformati in gas rilasciati in atmosfera. Si ottiene così un recupero delle acque reflue che possono confluire nell'irrigazione superficiale dei campi.

Nella zona del Parco sono attualmente in funzione 16 depuratori a fanghi attivi, per una capacità effettiva di 124.500 A.E.<sup>15</sup> e 8 vasche Imhoff, per una capacità effettiva di 1.200 A.E. È in fase di realizzazione un impianto di fitodepurazione. Esistono solo alcuni progetti in fase di studio.

Gli impianti basati sulla fitodepurazione si adattano molto bene per la depurazione degli scarichi reflui delle case sparse e dei centri abitati minori non facilmente collegabili con un collettore alla fognatura pubblica. Presentano grandi vantaggi perché sono estremamente versatili e a basso impatto ambientale.

Nel Parco dei Colli, la fitodepurazione è consigliabile per le seguenti caratteristiche intrinseche alla zona:

- il territorio ha una morfologia collinare a rischio di dissesto idrogeologico che rende il collettamento fognario in certi ambiti complesso da realizzare; si rende allora necessario ipotizzare la depurazione in loco.
- la vocazione "turistica" alterna periodi di alta e di bassa stagione e di conseguenza il carico di reflui è estremamente variabile, in particolare per il prodotto delle attività alberghiere, che richiede tecnologie versatili inserite nel territorio come alternativa e integrazione del sistema esistente.

### 7.2.2 Cosa bisogna sapere

La fitodepurazione è un sistema di trattamento dei reflui a ridotto impatto ambientale basato principalmente su processi biologici. Gli impianti sono costituiti da ambienti umidi riprodotti artificialmente in bacini impermeabilizzati, attraversati con diversi regimi di flusso dalle ac-

15. A.E.: Abitante Equivalente. Per abitante equivalente si intende la quantità di carico inquinante corrispondente a quella prodotta da un individuo nell'arco delle 24 ore per un anno. Tale carico corrisponde circa a 60 g di BOD<sub>5</sub> (domanda biochimica di ossigeno in 5 gg misurata in g di ossigeno) o 130 g di COD (domanda chimica di ossigeno).

que reflue che vengono opportunamente raccolte.

Tali sistemi sono caratterizzati dalla presenza di specie vegetali tipiche delle zone umide (macrofite igrofile), radicate ad un substrato di crescita o flottanti sullo specchio d'acqua. La fitodepurazione è un processo spontaneo che si riscontra nelle aree umide naturali e che sfrutta le capacità depuranti dei suoli attraverso processi fisici, chimici e biologici. Si susseguono infatti una fase di filtrazione, una di assorbimento e una di assimilazione da parte degli organismi vegetali con la conseguente degradazione batterica.

Il refluo subisce un iniziale trattamento primario per mezzo di vasche di decantazione o vasche Imhoff. In seguito il liquame filtrato viene distribuito mediante una tubazione disperdente in un medium (ghiaietto e ghiaie a determinata permeabilità), sul quale sono presenti specie vegetali scelte a seconda del loro potere depurativo.

La vegetazione apporta ossigeno e permette quindi lo svolgersi dei processi degradativi di ossidazione.

L'assorbimento delle sostanze di inquinanti dal terreno riduce in modo consistente la concentrazione nelle acque in uscita e, attraverso i meccanismi di evapo-traspirazione, riduce anche il quantitativo totale delle acque che comunque vengono scaricate depurate nei corpi idrici superficiali o sotterranei (fiumi, laghi, ecc.).

Il suolo dal canto suo svolge attivamente un'azione di filtrazione meccanica e chimica: esso rappresenta un complesso sistema di competizione biologica nei confronti delle cariche batteriche presenti nei reflui.

La parte argillosa del terreno ha una grande capacità di adsorbimento di alcuni composti.

La microfauna del terreno degrada il carico organico presente nel refluo ed è responsabile della rimozione del carbonio, della nitrificazione dell'azoto ammoniacale e della denitrificazione delle altre forme azotate. Esse sono poi trasformate in nutrienti disponibili per le specie vegetali presenti nel sistema e in gas liberati in atmosfera.

Tutto il processo permette in ultima analisi che gli inquinanti vengano trasformati in nutrienti e infine in biomassa vegetale ma, soprattutto, la stabilizzazione della sostanza organica permette di condurre il refluo depurato verso riutilizzazioni secondarie.

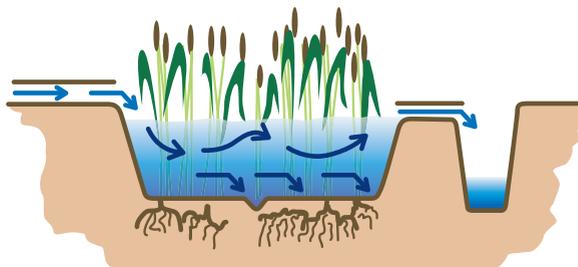
Si deve considerare inoltre che questo sistema permette la veloce crescita del manto vegetale che, come è ben noto, attiva i processi di fotosintesi clorofilliana e libera in atmosfera ossigeno.

I sistemi di fitodepurazione possono essere suddivisi in base alla direzione di scorrimento dell'acqua in:



*Fitodepurazione a flusso superficiale*

Schema generale di un impianto per fitodepurazione a flusso superficiale



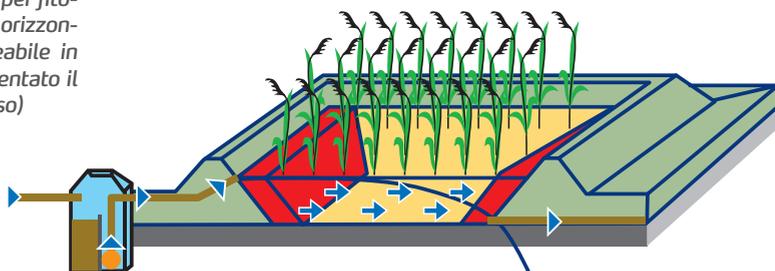
**SISTEMI A FLUSSO SUPERFICIALE:** consistono in vasche o canali dove la superficie dell'acqua è esposta all'atmosfera ed il suolo, costantemente sommerso, costituisce il supporto per le radici delle piante emergenti. Un esempio è rappresentato da alcuni tipi di lagunaggi o "constructed wetlands" inglesi.

I sistemi a lagunaggio sono costituiti da vasti bacini al cui interno viene immesso periodicamente il liquame da trattare; questo subisce nel corso del tempo una biodegradazione da parte di una comunità microbica la cui composizione dipende principalmente dal sistema adottato.

**SISTEMI A FLUSSO SUB-SUPERFICIALE:** in essi la superficie dell'acqua non è mai esposta a contatto diretto con l'atmosfera; a loro volta si distinguono in :

- **Orizzontali**, in cui l'acqua si depura in una o più vasche contenenti materiale inerte con granulometria prescelta al fine di assicurare una adeguata conducibilità idraulica (i mezzi di riempimento comunemente usati sono la sabbia, ghiaia, pietrisco); tali materiali inerti costituiscono il supporto su cui si sviluppano le radici delle piante emergenti (comunemente utilizzate le *Phragmites australis* ovvero cannuccia di palude); il fondo delle vasche si impermeabilizza facendo uso di uno strato di argilla, in idonee condizioni idrogeologiche, o, di membrane sintetiche (HDPE o LDPE); il flusso di acqua rimane costantemente al di sotto della superficie della vasca e scorre in senso orizzontale grazie ad una leggera pendenza del fondo del letto (circa 1%) ottenuta con uno strato di sabbia sottostan-

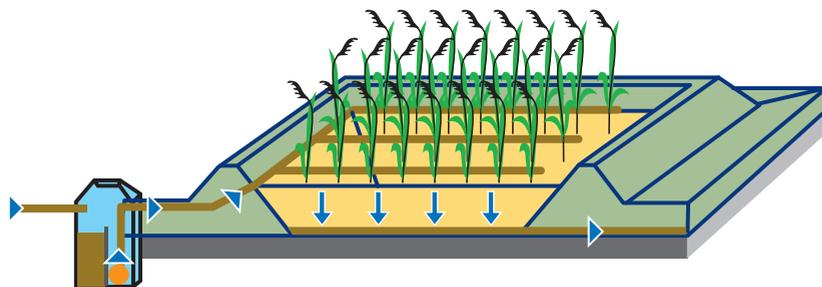
Schema generale di un impianto per fitodepurazione a flusso sommerso orizzontale (in giallo il livello impermeabile in HDPE mentre in rosso è rappresentato il materiale di riempimento ghiaioso)



te il manto impermeabilizzante.

I sistemi a flusso sommerso assicurano una buona protezione termica dei liquami nella stagione invernale, specie nel caso si possano prevedere frequenti periodi di copertura nevosa.

- **Verticali**, dove il refluo da trattare scorre vertical-



Schema generale di un impianto per la fitodepurazione a flusso sommerso verticale.

mente nel medium di riempimento (percolazione) e viene immesso nelle vasche con carico alternato discontinuo.

Questi sistemi, ancora relativamente nuovi, hanno la prerogativa di consentire una notevole diffusione dell'ossigeno anche negli strati più profondi delle vasche, e di alternare periodi di condizioni ossidanti a periodi di condizioni riducenti.

Le esperienze estere su tali sistemi mostrano che non si rilevano fenomeni di intasamento quando si ha adeguato sviluppo della vegetazione.

La superficie necessaria è di circa 3-5 m<sup>2</sup> per abitante per la fitodepurazione orizzontale e 0.5-1 m<sup>2</sup> per quella verticale in relazione alle condizioni climatiche della zona in cui vengono inseriti questi impianti.

Recentemente le nuove configurazioni impiantistiche prevedono l'utilizzo di sistemi combinati con lo scopo di ridurre le superfici necessarie, ottimizzando i costi e i rendimenti.

Questi sistemi garantiscono un elevato grado di depurazione, come si vede in tabella.

Le piante acquatiche più utilizzate nei sistemi di fitodepurazione sono numerose come la *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Juncus effusus*, *Congloemeratus Typha latifolia*, *Glyceria maxima*.

In Italia, grazie alla sensibilità di alcune amministrazioni locali, sta nascendo una consistente attenzione verso una oculata gestione degli scarichi.

Sono infatti già in funzione vari impianti di fitodepurazione che testimo-

*In tabella viene indicato il grado di depurazione delle acque di scarico che si ottiene con un impianto di fitodepurazione.*

#### GRADO DI DEPURAZIONE, CON LA FITODEPURAZIONE

SOSTANZA	% DI RIMOZIONE
BOD <sub>5</sub> domanda biologica di ossigeno	70-90
SST solidi sospesi totali	70-90
Azoto Azoto nitrico	50-80
Fosforo	30-50
Batteri	90-99

## ALCUNE SPECIE DI PIANTE UTILIZZATE IN FITODEPURAZIONE E RELATIVE CONDIZIONI AMBIENTALI A LORO FAVOREVOLI

Specie	Temperatura °C		Salinità massima mg/l	pH ottimale
	Desiderabile	Germinazione dei semi		
Typha	10-30	10-24	30	4-10
Phragmites	12-33	10-30	45	2-8
Juncus	16-26		20	5-7.5
Schoenoplectus	16-27		20	4-9
Car	14-32			5-7.5

*Alcune specie di piante utilizzate in fitodepurazione e le condizioni ambientali favorevoli alla loro vita.*

niano la validità dell'azione depurativa, l'economicità della gestione e la tutela del paesaggio, tanto più importante in aree di pregio ambientale.

### 7.2.3 Esperienze realizzate nell'area Parco Colli Euganei

Attualmente all'interno del territorio Parco Colli Euganei è in fase di realizzazione un impianto di fitodepurazione a Teolo.

Questa opera si colloca nel contesto di un piano di risanamento ambientale del territorio comunale ed in particolare nell'area collinare.

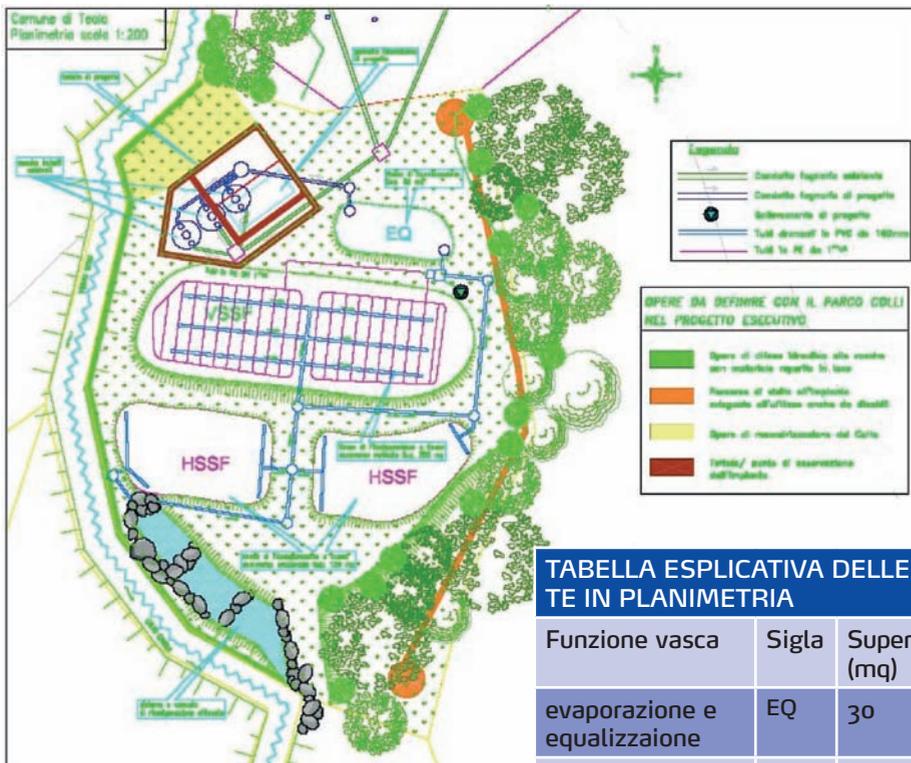
Infatti come già accennato la particolarità di tali impianti consiste nell'adattamento ad un contesto morfologico irregolare dove un collettamento fognario diventa complesso sia per le quote relative e la conseguente necessità di creare dislivelli, sia per la frequente possibilità di fenomeni di dissesto idrogeologico a danno delle tubazioni.

Con questo progetto si intende dare soluzione ai vari inconvenienti igienico-sanitari relativi ai "calti", cioè a quei corsi d'acqua superficiali caratteristici dei colli, che ricevono gli scarichi delle vasche Imhoff poste a servizio della rete fognaria delle zone non collegate all'impianto di depurazione comunale. L'impianto, ben inserito nel paesaggio, sorgerà in una località a valle dell'abitato e servirà un'utenza pari a 150-200 abitanti equivalenti.

Verrà realizzato un sistema di fitodepurazione ibrido: una prima parte dell'impianto sarà a flusso subsuperficiale verticale<sup>16</sup>, mentre la seconda a flusso som-

16. vasche indicate in planimetria con la sigla VSSF

17. vasche indicate in planimetria con la sigla HSSF



**TABELLA ESPLICATIVA DELLE SIGLE INDICATE IN PLANIMETRIA**

Funzione vasca	Sigla	Superficie (mq)	Profondità (ml)
evaporazione e equalizzazione	EQ	30	15
fitodepurazione a flusso verticale	VSSF	195	1,9
fitodepurazione a flusso orizzontale	HSSF	68+68=136	0,8

merso orizzontale<sup>17</sup> come ampiamente descritto nei paragrafi precedenti.

Il trattamento delle acque sarà secondo tre fasi:

- Sedimentazione mediante vasche Imhoff esistenti
- Accumulo e omogeneizzazione delle acque reflue, qualora se ne ravvisi l'esigenza
- Trattamento biologico di depurazione mediante fitodepurazione.

L'acqua che uscirà dall'impianto sarà depurata, ma carente di ossigeno a causa del processo di purificazione: per ovviare a questo inconveniente è stata prevista, nella depressione adiacente l'impianto, una serie di piccole cascatelle che permetteranno un rimescolamento tra acqua e aria.

La dimensione dell'impianto è di 340 m<sup>2</sup>, 200 dei quali a flusso verticale. I rimanenti 140 m<sup>2</sup> sono suddivisi in due vasche a flusso orizzontale da 70 m<sup>2</sup> ciascuna. Nelle vasche a flusso orizzontale l'altezza del letto fitodepurante è circa 0,8 m, mentre nelle vasche a flusso verticale è pari a 1,9 m. Le vasche saranno realizzate o in rilevato o in scavo, secondo che la natura dei terreni e le esigenze generali lo consentano.

Spese previste per la realizzazione del impianto che sorgerà nel comune di Teolo.

#### TABELLA RIASSUNTIVA DELLE SPESE PREVISTE

Lavori a base d'asta		€
	lavori	126000,00
	oneri e costi sicurezza	8820,00
	<b>TOTALE A</b>	<b>134820,00</b>
Spese in diretta		
	Rilievi e Accertamenti	6741,00
	Acquisizione aree, servitù	2696,40
	Spese per progettazione	10111,50
	Spese per direzione lavori	3370,50
	Coordinamento	3370,50
	Imprevisti	6540,10
	<b>Totale B</b>	<b>32830,00</b>
	<b>TOTALE A+B</b>	<b>167650,00</b>

Il costo stimato per quest'opera è di 167650,00 € che equivale a una spesa di circa 840 € a persona (con 200 abitanti equivalenti).

## 7.3 Il recupero, il riuso dell'acqua piovana

*"Et che il il gorgo et lo curiotto via da un cavo a l'altro fra le confine de una parte et de l'altra dritto su fino al calto segundo che va al curiotto" (da anonimo, accordo per la sistemazione dei mulini di Torreglia del 29 ottobre 1559) da "I mulini ad acqua dei Colli Euganei" Claudio Grandis 2001*

### 7.3.1 Perché questa tecnologia?

Il recupero e il riciclaggio delle acque meteoriche rappresenta sistemi in grado di offrire un immediato contributo alla soluzione dei problemi dello spreco, della penuria e dei crescenti costi dell'approvvigionamento idrico.

Esistono oggi impianti di tipo modulare molto evoluti. Lo sviluppo più avanzato ci viene dalla Germania dove le problematiche sopra accennate hanno raggiunto livelli così elevati da innescare aumenti dei prezzi dell'acqua potabile tali da sviluppare in breve sia la ricerca che l'applicazione di nuove tecnologie. L'utilizzo di serbatoi per l'accumulo di acque piovane contribuisce al

processo di contenimento delle piene e inoltre è finalizzato al risparmio e riutilizzo delle acque piovane. Nelle nostre abitazioni il consumo di acqua si trasforma spesso in spreco.

L'adozione di provvedimenti normativi da parte dell'Amministrazione pubblica è quindi una necessità perché i comportamenti dei singoli cittadini siano orientati diversamente. La tecnologia si sviluppa seguendo la crescente sensibilità della popolazione e delle amministrazioni proponendo sistemi di risparmio, riutilizzo, recupero dell'acqua veramente efficaci secondo criteri di efficienza, economicità e semplicità.

La premessa necessaria a qualsiasi considerazione sul problema delle risorse idriche si basa sul principio che, prima di investire denaro per aumentare la quantità d'acqua disponibile, è indispensabile risparmiare acqua limitandone l'uso all'effettivo bisogno. Buone abitudini quotidiane, spesso inconsapevoli e accorgimenti apparentemente banali possono portare a risparmi considerevoli che nel tempo si traducono in un abbattimento della spesa familiare per l'acqua.

La tecnologia attuale offre molte soluzioni per il risparmio di acqua potabile, tra cui l'impiego delle cassette di risciacquo a doppio pulsante miscelatore, aeratori applicati ai rubinetti, rubinetti temporizzati.

Altri piccoli accorgimenti di tipo comportamentale come innaffiare le piante di sera, quando l'acqua evapora più lentamente, aiutano il risparmio complessivo.

Il riutilizzo dell'acqua prevede l'adozione di sistemi di decantazione dai quali deve essere rimessa in circolo tramite collettori idraulici abbastanza semplici. Il recupero dell'acqua invece riguarda l'acqua piovana. Tale sistema è un accorgimento usato fin dall'antichità in molte aie, o nelle terrazze.



*Sanitari con doppio pulsante miscelatore e aeratore per rubinetti*



*Il sistema di recupero dell'acqua nell'antichità era più sentito di oggi*

## ACQUA RISPARMIATA A SECONDA DEGLI ACCORGIMENTI ADDOTTATI

ACCORGIMENTO	RISPARMIO IN LITRI
Frangiflutti al rubinetto	1000÷2000 litri/anno per persona
Erogazione differenziato per quantità per il WC	2000÷10000 litri/anno per famiglia
Utilizzo di lavatrici e lavastoviglie a pieno carico	7000÷11000 litri/anno per famiglia
Doccia piuttosto che bagno	150÷180 litri per volta
Lavare la verdura in ammollo piuttosto che con acqua corrente	4.000 litri annui per famiglia
Lavaggio auto senza acqua corrente dal tubo di gomma	200 litri per volta
Lavare i denti o radersi senza l'acqua corrente continua del rubinetto	2500 litri/anno per persona
Aggiustare un WC che perde	100 litri al giorno
Aggiustare un rubinetto che gocciola	5÷15 litri al giorno

Risparmio d'acqua potabile a seconda degli accorgimenti adottati (dati estrapolati dal Servizio Acquedotti del Comune di Bologna nel decennio 1985-1995)

Il principio di base è la canalizzazione delle acque piovane raccolte da una superficie in un serbatoio o in una cisterna idonei per stoccare questa preziosa risorsa. Si tratta per esempio di dotare il giardino di una vasca sotterranea di basso costo e di una pompa dalla quale si preleva acqua per abbeverare le piante.

### 7.3.2 Cosa bisogna sapere

Mediante la raccolta dal tetto, è possibile convogliare l'acqua dalle grondaie e collegarla tramite un collettore, che attraverso un filtro convoglia le acque in serbatoi sotterranei di polietilene, di vetroresina o di cemento di volume variabile che devono essere provviste di troppo pieno e di protezione contro l'ingresso di piccoli animali.

Mediante una pompa sommersa le acque vengono aspirate e fatte passare attraverso una vasca di decantazione per separare la parte solida. Le acque possono così essere dirette nel sistema di irrigazione del giardino e dell'orto.

L'acqua può confluire mediante una distribuzione interna anche alle vaschette WC, alla lavatrice o alla doccia, dove non è necessaria l'acqua potabile. In questi casi viene prelevata utilizzando un galleggiante ad una decina di centimetri sotto la superficie per evitare impurità. Mediante una elettrovalvola, si garantisce una commutazione con l'acqua di rete quando il livello è sotto il minimo.

Il serbatoio rappresenta una delle parti più im-

schema recupero dell'acqua piovana e dell'acqua di risciacquo



1. Acqua piovana
2. Acqua di risciacquo da lavandino
3. Acqua di risciacquo da wc
4. Cisterna interrata
5. Acqua per irrigazione

portanti dell'intero sistema per il recupero dell'acqua piovana. La scelta del modello dipende essenzialmente dal luogo di collocazione.

Usualmente sono realizzati in polietilene ad alta densità e possono avere capienza variabile tra i 1000 e i 10.000 litri. Il serbatoio è dotato di un "passo d'uomo" ossia di un sistema di accesso al serbatoio con un chiusino stagno per eseguire operazioni di manutenzione e controllo.

L'immissione delle acque filtrate avviene con una tubazione verticale terminante con un tratto ripiegato verso l'alto in modo da non creare turbolenze sul fondo che potrebbero rimettere in

sospensione il materiale eventualmente depositato. Il "troppo pieno" consente di immettere l'acqua nel sistema di scarico quando si è raggiunto il livello massimo. Esso ha la forma a sifone in modo da evitare il ritorno di odori e una valvola di non ritorno per evitare la contaminazione delle acque invasate.

Per dimensionare il serbatoio di accumulo occorre valutare sia il fabbisogno idrico sia la piovosità della zona. La quantità d'acqua piovana che è possibile captare in un anno è data dalla seguente formula:

$$V = \varphi S P \eta$$

dove:

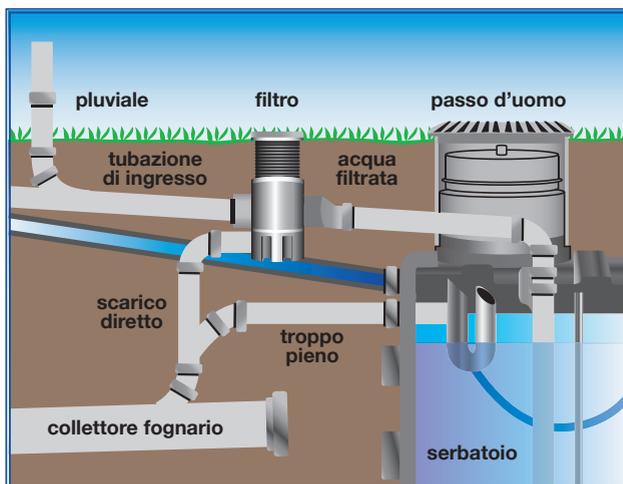
V quantità d'acqua piovana che può essere raccolta (m<sup>3</sup>);

$\varphi$  coefficiente di deflusso (0,8 per coperture rigide; 0,6 per coperture con ciottoli e ghiaia; 0,4 per giardini pensili)

S superficie complessiva da cui si raccoglie la pioggia (m<sup>2</sup>);

P altezza annuale di pioggia (m);

$\eta$  efficienza del filtro (dato fornito dal costruttore).



Schema impiantistico per il recupero dell'acqua piovana

#### COEFFICIENTE DI DEFLUSSO CORRISPONDENTE A DIFFERENTI TIPOLOGIE DI SUPERFICIE

NATURA DELLA SUPERFICIE	COEFF. DI DEFLUSSO %
tetto duro spiovente	80-90
tetto piano non ghiaioso	80
tetto piano ghiaioso	60
tetto verde intensivo	30
superficie lastricata	50
asfaltatura	80
tetto verde estensivo	50

Coefficienti di deflusso



Cementificazione e asfalto riducono la permeabilità del suolo

I vantaggi che vengono offerti dall'installazione di impianti di raccolta dell'acqua piovana per uso individuale si riflettono a livello privato ma anche sugli interventi pubblici: si evitano i sovraccarichi della rete fognaria e quindi diminuisce lo smaltimento in caso di precipitazioni di forte intensità, e contribuiscono ad aumentare l'efficienza dei depuratori sottraendo al deflusso importanti quote di liquido.

Inoltre contribuiscono a ridurre il rischio idraulico trattengono e disperdendo in loco l'eccesso d'acqua piovana (ad esempio durante forti temporali) che non viene assorbita dal terreno, specie nelle aree urbanizzate, a causa della progressiva impermeabilizzazione dei suoli (strade asfaltate, aree edificate, ecc.).

Questi benefici sono talmente consistenti che, anche in Italia, alcune amministrazioni comunali stanno adottando forme di incentivazione, come ad esempio sconto sul pagamento degli oneri di urbanizzazione, per quanti adottino sistemi di recupero e riciclaggio delle acque piovane.

L'impiego di acqua piovana (prevalentemente povera di sali) permette inoltre di avere un'assenza di depositi calcarei nelle condutture e sulle resistenze elettriche delle macchine di lavaggio (lavatrice, lavastoviglie) con un risparmio sui consumi di elettricità e un uso più moderato di detersivi (fino al 50%) per la minor durezza dell'acqua di origine piovana.

Si stima che nelle abitazioni private circa il 50% del fabbisogno giornaliero d'acqua potrebbe essere sostituito con acqua piovana.

#### COSTO NETTO DI UN SERBATOIO PER L'ACQUA PIOVANA COMPLETO DI ANNESSI

SERBATOIO	COSTO in €
9000 litri	3541,00
7500 litri	2903,00
6000 litri	2307,00
4500 litri	1767,00
3000 litri	1394,00
2000 litri	1015,00

#### SERBATOIO CON ATTACCO A BOCCHETTONE PER CARICO ACQUA E TROPPOPIENO, ELEMENTO BASE

SERBATOIO	COSTO in €
750 litri	235,00
1000 litri	295,00

Costi indicativi di serbatoi a differente capacità di immagazzinamento

### 7-3-3 Applicazioni possibili nel territorio del Parco Colli Euganei

Nell'area del Parco Colli Euganei da sempre la civiltà contadina ha imposto la costruzione di sistemi di raccolta delle acque piovane: vasche e serbatoi erano frequenti nel territorio e tuttora, a causa della penuria d'acqua per alcuni periodi, in vaste aree il recupero dell'acqua piovana rimane l'unica possibilità soprattutto per i fabbisogni in agricoltura.

In alcune ville storiche (ad esempio Villa Foscolo o Renier a Monticelli, frazione di Monselice) si adottavano sistemi di raccolta delle acque dall'aia o dal selciato del piazzale antistante la villa.

Il suo tipico aspetto a dorso di mulo permetteva di convogliare l'acqua piovana in un pozzo dove una serie di filtri in sabbia erano predisposti per la depurazione, da qui confluiva in una grande vasca sotterranea ubicata nelle cantine della Villa. Con una pompa manuale l'acqua veniva fatta risalire al piano superiore. In questa vasca, che poteva contenere fino a circa 5000 litri, era sempre presente dell'acqua, anche nei periodi di maggiore siccità.

Questo sistema semplice mostra la necessità e l'abitudine della civiltà contadina a concepire l'acqua come un bene prezioso da non sprecare. Solo oggi, in relazione agli ultimi eventi siccitosi e al degrado qualitativo delle risorse idriche, si sta recuperando questa modalità tesa ad un loro utilizzo più oculato e sostenibile.

#### Calcolo del volume del serbatoio di accumulo

Per il calcolo del volume di un serbatoio di raccolta di acque piovane si devono considerare le precipitazioni efficaci: nelle nostre zone in un anno cadono mediamente da 700 a 900 mm di acqua.

La distribuzione delle piogge è caratterizzata da due massimi, uno primaverile e l'altro autunnale e da due minimi, in estate e in inverno.

Nel periodo estivo e invernale non sono rari periodi di siccità.

La mitezza del clima euganeo è dovuta soprattutto all'insolazione che raggiunge valori massimi per le esposizioni a sud.

La formula descritta nel paragrafo precedente si può applicare ad un caso ipotetico di un edificio avente 200 m<sup>2</sup> di superficie coperta.

Con un filtro con efficacia del 95%, se si hanno 843 mm di pioggia annuale su un tetto in lamiera si può



*Chiosstro con sistema di raccolta acque piovane*

ottenere un apporto di acqua piovana ( $V$ ) pari a:

$$V = \varphi S P \eta$$

Da cui:

$$V = 0,8 \times 200 \text{ m}^2 \times 0,843 \text{ m/anno} \times 0,95 = 128,136 \text{ m}^3/\text{anno}$$

$$V = 128.136 \text{ litri/anno}$$

Considerato che il fabbisogno annuale d'acqua per una abitazione di 4 persone con impianto tradizionale è di circa  $200 \text{ m}^3$  ( $200.000$  litri/anno) si vede come l'apporto di acqua calcolato soddisfi per il 64% le esigenze dell'utenza, e quindi, essendo il fabbisogno idrico superiore alla quantità di acqua piovana che può essere raccolta, il calcolo della capienza del serbatoio si dovrà fare tenendo conto anche della durata del periodo di assenza di precipitazioni nella zona.

Si è stimata tale durata in circa 25 giorni nei quali è necessario garantire sempre una riserva. Si ricava di conseguenza il volume del serbatoio  $V_s$ :

$$V_s = \text{fabbisogno annuo} \times \text{numero giorni periodo secco} / 365 \text{ giorni} = 200.000 \text{ litri} \times 25 \text{ giorni} / 365 \text{ giorni} = 13.700 \text{ litri.}$$

L'immagazzinamento di acqua potrebbe essere quindi realizzato con l'impiego di due serbatoi di circa  $7.000$  litri ciascuno.

Lago con canneto fitodepurante



## 7.4 La realizzazione di biolaghi o biostagni e riuso delle sorgenti

### 7.4.1 Perché questa tecnologia?

Il territorio dei Colli Euganei non presenta significativi corsi d'acqua, le precipitazioni non sono abbondanti e sono inoltre concentrate.

Nonostante una certa carenza d'acqua, ogni colle, ogni rilievo presenta alla sua base numerose sorgenti, lame d'acqua, fontane spesso con bassa portata, secche per mesi, ma caratteristiche e necessarie in un territorio da sempre votato alla ricerca e al risparmio d'acqua per l'agricoltura e un tempo non lontano per un suo uso potabile.

La civiltà contadina si era fatta gelosa custode delle proprie riserve d'acqua assegnando anche alle più piccole e nascoste sorgenti un nome proprio come "ea Possa dea Volpe" a quella de "el Mato" dal "Bevaroeo dee Tortore" alla "Fontanea de Nano Peseta". Ogni paese, ogni contrada aveva la propria scorta

d'acqua che veniva custodita e preservata come un tesoro prezioso.

In seguito all'intenso pompaggio ad uso idropotabile le falde si sono abbassate di livello. A questo si è aggiunto l'uso indiscriminato di pesticidi in agricoltura, e la mancanza di cura delle prese d'acqua, fattori che hanno portato a un lento e inesorabile abbandono delle sorgenti.

Nel frattempo è aumentata la richiesta di acqua per piscine private che rischiano di alterare la tipicità del Parco con la diffusione di specchi d'acqua artificiali, e che richiedono cospicue quantità d'acqua. Il riuso o ripristino di antiche sorgenti e la costruzione di biolaghi possono essere delle utili alternative.

### 7.4.2 Cosa bisogna sapere

Con i termini biolago o ecopiscina si intendono dei **biotopi** in cui i sistemi tradizionali di depurazione e trattamento delle acque per la balneazione sono sostituiti con impianti che utilizzano sapientemente la flora e la fauna, in modo da riprodurre artificialmente l'ambiente fluviale e lacustre.

I biolaghi sono specchi d'acqua privi di cloro ed altri disinfettanti chimici. Si può così migliorare la bellezza paesaggistica del sito creando un microclima capace di mitigare la temperatura.

Applicando tecnologie e accorgimenti particolari, il biolago può essere utilizzato per la balneazione, l'itticoltura e come riserva d'acqua.

Il biolago è una piscina naturale di facile realizzazione e manutenzione, dove le piante acquatiche sostituiscono l'uso del cloro e di altri prodotti chimici e convivono con i microrganismi presenti.

L'assenza totale di qualsiasi prodotto chimico o anti-alga conferisce all'acqua una vitalità ed un profumo molto apprezzato durante la balneazione nella stagione estiva. Inoltre l'assoluta assenza di sostanze chimiche garantisce un'acqua pura che non provoca allergie, e decisamente più sicura per la balneazione dei bambini.

L'alternanza stagionale viene vissuta in maniera spontanea, senza dover intervenire con svuotamenti o coperture invernali. Si arricchisce così l'ambiente con un paesaggio acquatico dove è piacevole sostare, in qualsiasi momento e in tutte le stagioni.

#### **Struttura e funzionamento del biolago**

Il biolago può essere composto di due parti: un'area



*Prelievo intensivo dagli acquiferi con abbassamento delle falde*

balneabile con una zona destinata alle piante acquatiche depurative, e un altro laghetto di rigenerazione, distinto dal primo, che funge da filtro.

## PERIODICI CONTROLLI PER UN BIOLAGO IN PERFETTE CONDIZIONI

PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO	INVERNO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- controllo pompe, luci,</li> <li>- togliere foglie morte</li> <li>- taglio di parti morte o rotte delle piante acquatiche</li> <li>- rimessa a dimora piante galleggianti e sommerse</li> <li>- controllo animali, rane, tritoni</li> <li>- sostituzione parti di piante deperite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- controllo livello acqua</li> <li>- pulizia dalle erbacce</li> <li>- potature, sfoltimento e riordino piante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- controllo malattie piante</li> <li>- taglio di parti morte o rotte delle piante acquatiche</li> <li>- sostituzione parti di piante deperite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- controllo pompe, luci, filtri</li> <li>- controllo animali (rane e tritoni)</li> </ul>

Esempi di biolago



L'acqua, per caduta, dal lago principale giunge al lago di rigenerazione, dove viene depurata dalla zona radicale delle piante e lentamente raggiunge il fondo del lago filtrata da sassi, sabbie e zeoliti.

Tramite una pompa l'acqua pulita è riavviata al ruscello del lago principale dove con una serie di piccole cascate viene riossigenata.

Il biolago può anche essere formato da una sola area, ma in questo caso una porzione del lago deve essere destinata alla flora e fauna che svolgono le funzioni depurative.

Il biolago è un impianto davvero ecologico: funziona con una pompa a basso consumo magari alimentato da pannelli fotovoltaici, non inquina con acque di scarico colme di sostanze chimiche, funziona a circuito chiuso e il consumo di acqua potabile, una volta riempita, si limita all'aggiunta periodica per riequilibrare il livello perso per evaporazione.

Si hanno così costi minori di gestione e durata illimitata: con il tempo, infatti, nel micro-ambiente si instaura un habitat di flora e fauna che si rigenera seguendo i ritmi naturali dell'ambiente come se fosse quello di un fiume, poiché è riprodotto esattamente

### Piante lacustri

Vivono sulle sponde in acqua dalla minima profondità, e non soffrono per brevi periodi di abbassamento del livello. Le notevoli capacità di resistere a condizioni di elevato inquinamento biologico e chimico delle acque fanno della *Typha latifolia* una delle poche specie in grado di colonizzare perfino le fogne a cielo aperto. Per tale motivo sono ampiamente utilizzate nei moderni impianti di fitodepurazione.

lo stesso ecosistema. Solitamente i quattro tipi di piante più utilizzati in questi sistemi sono:

- **piante sommerse**
- **piante ombreggianti**
- **piante lacustri**
- **piante emerse.**

### 7.4-3 Applicazioni possibili nel territorio del Parco Colli Euganei



Esempi di piante utilizzate nel biolago: sommersa, ombreggiante, emersa e lacustre.

All'interno del Parco Colli Euganei sono presenti numerose sorgenti di acque fredde poste lungo il perimetro dei singoli colli dove l'acqua scaturisce dal contatto tra le rocce vulcaniche o carbonatiche e i sedimenti alluvionali di fondo valle e di pianura.

Sono presenti inoltre alcune sorgenti termali e alcuni laghi e stagni alimentati dalle stesse sorgenti.

Passando dal borgo medievale di Arquà Petrarca lungo strette e tortuose strade impreziosite ai lati da filari di ulivi e vigneti, si arriva alla località la Costa; circondato da canneto e custode di antichi resti di palafitte della civiltà Terramare, si cela il laghetto termale della Costa. Esso rappresenta un residuo di un lago di ben più vaste dimensioni che lambiva gli Euganei fino a tempi geologici recenti (Oligocene<sup>18</sup>). Attualmente è alimentato in parte da acque termali solfatico-carbonatiche, e in parte da acque fredde.

All'interno del Parco esistono circa 250 sorgenti, alcune con portate modeste (spesso inferiori al litro al secondo) e molte scaturigini sparse in tutto il territorio.

#### Piante sommerse

Queste piante sono le più importanti per l'equilibrio biologico nel laghetto. Arricchiscono l'acqua di ossigeno ed eliminano le sostanze nocive.

In modo specifico le piante a crescita veloce, come *Elodea* e *Ceratophyllum* sono diretti concorrenti nutrizionali delle alghe, e perciò particolarmente indicate per il biologo. *Elodea* sp., cresce molto velocemente ed è la specie che più di altre arricchisce di ossigeno l'acqua. Non si nutrono del substrato ma assorbono le sostanze nutritive direttamente dall'acqua e fanno pulizia.

#### Piante ombreggianti

Possiedono grandi foglie, e tra queste, le più conosciute sono il fior di loto e le *Nymphaeae*. Il fior di loto è, insieme alle ninfee, la più bella delle piante acquatiche dei nostri laghi; ha radici striscianti dalle quali sorgono le grandi foglie glauche, rotondeggianti, pelate, spesso piegate a coppa, portate da lunghi piccioli che le fanno emergere dall'acqua anche più di un metro. I fiori, formati da numerosi petali rosa, sono grandi, molto vistosi e si innalzano sopra il fogliame con bellissimo effetto. Questo insieme, peraltro molto decorativo, contribuisce ad ombreggiare la superficie dell'acqua, riducendo notevolmente sia la formazione delle alghe sia l'eccessivo riscaldamento dell'acqua.

#### Piante emerse

Sviluppano una vegetazione più o meno alta, sopra il livello dell'acqua. Molte di loro hanno grandi capacità di filtrazione e assorbimento. Le essenze vegetali adottate nella fitodepurazione a flusso subsuperficiale sono le macrofite radicate emergenti fra cui si citano *Phragmites*, *Scyrpus*, *Typha*, *Juncus*, *Carex*): esse sono indicate per la buona capacità di crescita in terreni di varia natura e granulometria, in differenti condizioni climatiche, la buona

18. Oligocene è la terza suddivisione dell'era cenozoica, nella scala dei tempi geologici. Si estende da circa 37 a 26 milioni di anni fa

resistenza a carichi organici elevati e ad eventuali sostanze tossiche presenti nei reflui, la grande capacità di assorbire nutrienti (carbonio, azoto e fosforo), che vengono immagazzinati soprattutto nelle parti sommerse (radici e rizomi), il notevole sviluppo dell'apparato radicale e rizomatoso che, diffondendosi nel medium di crescita, fornisce un'ampia superficie di contatto con il refluo, i grossi vasi interni per il trasporto dei gas, che conferisce a queste piante una buona efficienza nel trasferimento dell'ossigeno dalle parti aeree alle parti sommerse ovvero alle radici e ai rizomi. Una piccola quantità di ossigeno viene rilasciata nella microsfera adiacente alle radici, con evidenti benefici. L'importanza delle parti emergenti, che nella *Phragmites australis* possono raggiungere i 3 metri di altezza, è legata alla protezione che queste offrono al medium di riempimento e quindi al refluo che scorre al suo interno. Inoltre garantiscono l'attenuazione della velocità del vento: diminuisce i rischi di risospensione, in particolare nei sistemi FWS, e l'attenuazione dei picchi di temperatura: è benefica sia perché evita shock alle popolazioni batteriche dovuti a sbalzi improvvisi, sia perché offre una protezione termica in inverno, per cui il sistema opera a temperature superiori a quelle esterne, anche di 7 - 8°C, mantenendo l'attività batterica efficiente.

Alcune sono usate come fontane, altre sono collegate a vasche di raccolta dalle forme più varie, ricavate nella roccia o costruite direttamente dall'uomo.

Queste piccole sorgenti sono state abbandonate in buona parte, altre ancora sono rimaste senza alimentazione a causa dell'abbassamento generale di tutte le falde.

Riportare queste sorgenti all'antico utilizzo, anche idropotabile, rappresenta un possibile obiettivo che gli organi competenti assieme ai singoli cittadini e associazioni locali possono ottenere con un dispendio minimo di risorse.

Nondimeno si ribadisce la concreta possibilità di fruire di queste acque per realizzare biolaghi o biostagni al fine di valorizzare il paesaggio, diminuire lo spreco d'acqua delle piscine e l'uso di cloro, e realizzare un luogo di educazione all'ambiente, in particolar modo al ciclo dell'acqua e al ciclo della vita in uno stagno.



Lago Costa

#### 7.4.4. Normativa

D.Lgs. n. 152/99 (Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole).

Il D.Lgs. 11/05/99 n.152 di recepimento della Direttiva CEE 91/271 (trattamento delle acque reflue urbane) e della Direttiva CEE 91/676 (protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati di origine agricola) ha modificato l'impostazione della precedente normativa di settore.

L'emanazione di un Testo Unico che si integrasse e coordinasse il complesso quadro normativo vigente ha comportato l'abrogazione di diversi testi di legge. Tra i più importanti segnaliamo:

Legge 152/2006 Testo Unico sull'Ambiente Piano di Tutela delle acque Regione Veneto (in adozione)

Il DPR 236/1988 in materia di acque destinate al consumo umano.

La Legge 36/94 (Legge Galli) in materia di tutela delle risorse idriche.

Gli impianti di fitodepurazione dei liquami civili, opportunamente dimensionati e realizzati, consentono al refluo depurato in uscita un abbattimento del carico organico superiore al 90% e comunque conforme ai limiti di legge imposti dai D.lgs.152/99 e 258/00 (Tab.3, All.5,ex Tab.A D.lgs. 319/76).



## **L'acqua come fonte di energia**

*"nelli pochi mesi che s'attrova acqua sufficiente è possibile  
far girare altra roda a copedello per macinare formento.....  
con l'acqua stessa che serve alla roda esistente"  
da Giacomo Cavalli, 1753 (richiesta al Senato veneziano di  
aggiunta seconda ruota a copedello al Molin de Mezo a Teo-  
lo) da "I mulini ad acqua dei Colli Euganei"  
Claudio Grandis 2001*

## 8.1 Centrali di microidraulica

### 8.1.1. Perché questa tecnologia?

L'energia idraulica rappresenta una delle risorse energetiche più pulite. In molte aree geografiche dove l'acqua è facilmente reperibile, è sempre stata sfruttata dall'uomo prima per i mulini ad acqua e poi per le centrali idroelettriche. Un impiego vantaggioso richiede delle condizioni favorevoli, come:

- una discreta massa d'acqua (m) imbrigliata con invasi
- un consistente dislivello (h) con cascata o con tubazione per mezzo dei quali si ottiene l'energia potenziale gravitazionale prodotta dove g è accelerazione di gravità e vale  $9.8 \text{ m/s}^2$

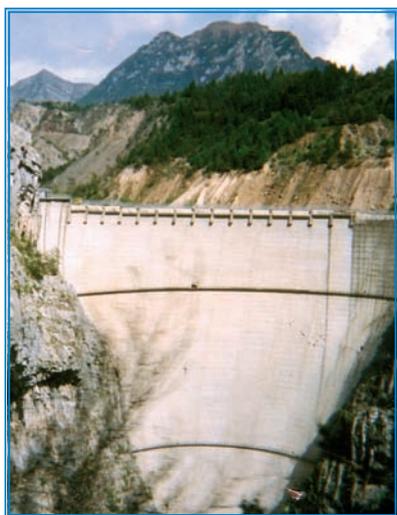
$$E_{pg} = mgh$$

Per ottenere il massimo di energia spesso si sono attuate scelte ad elevato impatto ambientale.

Basti pensare all'allagamento di aree agricole e pastorali dove si sono creati bacini idroelettrici in aree vallive e gli spostamenti di intere comunità locali, quando queste occupavano piccoli centri abitati nei fondovalle.

Se le scelte si indirizzassero verso la riduzione dei bacini di accumulo creando numerose e diffuse "microcentrali" ad uso locale si potrebbe ottenere una buona efficienza produttiva con un impatto paesaggistico minimo.

È questo il principio che sta alla base della produzione di energia idroelettrica che ha già reso attuali le microcentrali elettriche a livello familiare e di piccole comunità montane, imbrigliando l'acqua di piccoli corsi con interventi che rendono scarso o nullo l'impatto ambientale.



*Impatto ambientale delle grandi dighe  
Diga del Vajont*

### 8.1.2 Cosa bisogna sapere

L'elemento fondamentale di una microcentrale (come di ogni altra centrale idroelettrica) è il gruppo turbina-generatore. La turbina è nella maggior parte dei casi una ruota palettata con palette anche a "cucchiaio", che vengono spinte dal flusso d'acqua in uscita dall'ugello ad elevata pressione. Il generatore è quasi sempre un alternatore avvolto anche asincrono.

Il principio di funzionamento è dato da una parte mobile detta rotore (fissata sull'asse della turbina messa in movimento dall'acqua corrente) costituita da magneti permanenti che hanno la funzione di indurre un campo magnetico sulla parte fissa della macchina (statore): sulle bobine (filo

conduttore avvolto allo statore), in seguito alla rotazione del rotore ed alla conseguente variazione del campo magnetico, si generano delle tensioni indotte. Le microcentrali idroelettriche operano in regolazione automatica a potenza costante. Il gruppo turbina-generatore trasforma l'energia idraulica in energia elettrica in modo costante e continuativo, indipendentemente dalle richieste degli utilizzatori elettrici. Un sistema di regolazione provvede a controllare, istante per istante, le condizioni di carico degli utilizzatori ed a deviare su dei sistemi dissipativi, quali per esempio resistenze elettriche, l'energia non direttamente utilizzata: tale energia può in questo modo essere recuperata sotto forma di calore, sia per il riscaldamento diretto dei locali, sia per riscaldare l'acqua per scopi igienico-sanitari.

Si realizza così un sistema di cogenerazione, ossia di produzione di energia elettrica e di energia termica. È possibile una regolazione secondaria con azionamento manuale, che permette di operare sulla portata d'acqua per adattare la turbina ad eventuali variazioni stagionali della disponibilità idrica.

Queste microcentrali utilizzano delle turbine di due tipi denominate "Pelton" e "Banki" a flusso incrociato". Le Pelton sono adatte per portate limitate di circa 0,5 l/s e per salti superiori a 20 metri. Le turbine "Banki" sono adatte per salti da 7-60 metri ma con portate maggiori, da 20 a 800 l/s. La potenza (P) misurata in kW ottenuta dalla centrale idroelettrica dipende essenzialmente da due parametri fondamentali: la portata e la caduta.

Essa è calcolabile con la formula:

$$P = g \times Q \times h \times \eta$$

Dove:

Q = portata (m<sup>3</sup>/s)

h = salto motore (m)

$\eta$  = rendimento totale che tiene conto delle perdite di energia dovute al moto dell'acqua nella condotta, nella turbina e delle perdite nell'alternatore e nelle trasmissioni meccaniche.

In tale formula si assume il rendimento  $\eta = 0.60$

Per le microcentrali si può usare in prima approssimazione la formula semplificata:

$$P = Q \times h / 170$$

Dove:

Q = portata (l/s)

La spesa per la realizzazione di queste centrali dipende dalle caratteristiche del luogo dove se ne prevede la realizzazione, dalle caratteristiche dei manufatti necessari all'imbrigliamento, al convogliamento e allo

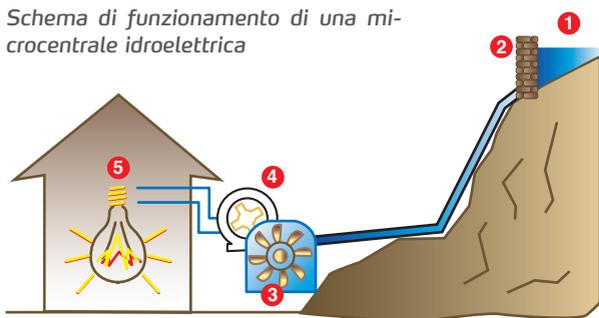


Le microcentrali possono essere realizzate anche con piccoli salti d'acqua



Turbina Pelton e relativo sistema di iniezione

Schema di funzionamento di una microcentrale idroelettrica



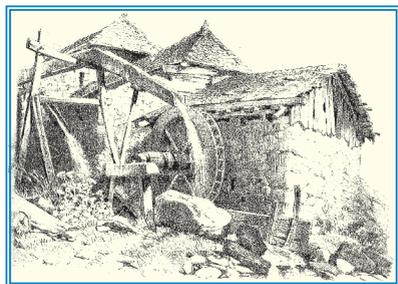
1. Fonte d'acqua
2. Sistema di dighe
3. Turbina
4. Alternatore
5. Utilizzatore

scarico dell'acqua utilizzata. I benefici ambientali legati alla realizzazione di impianti di microidraulica sono notevoli.

Spesso questo sistema è l'unico realizzabile per fornire energia elettrica in zone molto isolate. Inoltre il cittadino trova in questa tecnologia un valido sostegno a una politica di distribuzione sul territorio della produzione di energia elettrica. Questo implica una responsabilità maggiore delle comunità interessate rispetto all'uso dell'acqua e una evidente riduzione del consumo di combustibili fossili.

scarico dell'acqua utilizzata. I benefici ambientali legati alla realizzazione di impianti di microidraulica sono notevoli.

### 8.1.3 I mulini nel territorio del Parco Colli Euganei



Ristrutturazione del vecchio mulino di Rio Giare



Nell'area dei colli Euganei erano assai diffusi i mulini terragni detti a "coppedello", con caduta d'acqua dall'alto con movimento e rotazione oraria della ruota grazie alla presenza di cassette o coppe (coppelle) poste all'estremità delle pale. Essi traggono la loro caratteristica soluzione costruttiva dalla peculiare conformazione del territorio dei colli. Il reticolo idrografico è formato dai tipici "caldi" e rii a carattere torrentizio, disposti a raggiera attorno alle maggiori asperità presenti nel territorio, e dalle sorgenti di acque fredde disposte ai piedi dei rilievi. Questa conformazione permette di convogliare e stoccare le acque in piccoli invasi detti gorghi.

Tipica era la macinazione del grano bianco e del "zalo" (mais), anche se spesso tale operazione poteva avvenire solamente per poche ore (tipicamente al mattino) fino ad esaurimento della riserva idrica.

L'epoca dei mulini è terminata a metà del XX secolo, e molti sono purtroppo andati distrutti o hanno subito modificazioni d'uso consistenti che ne hanno mascherato l'originaria struttura tanto da rendere impossibile un loro restauro. Vi è un unico rudere di ruota a coppedello presso Valle San Giorgio lungo il rio Giare, attualmente in fase di restauro. Di esso è auspicabile il recupero come museo dell'acqua e dell'attività contadina. Difficile invece pensare ad un utilizzo del Rio Giare per creare energia elettrica con il suo salto d'acqua di circa 5 metri o di altri corsi d'acqua di portata analoga; infatti nel territorio del Parco i corsi d'acqua sono stagionali, con portate effimere e con limitati salti d'acqua, tali da rendere assai difficoltoso un ripristino delle antiche condotte e delle sorgenti o la realizzazione di nuovi invasi per realizzare microcentrali idroelettriche.



## **La casa una risorsa per l'uomo**

**<dalla conchiglia si può capire il mollusco, dalla casa l'inquilino>  
V. Hugo "i Burgravi"**

**<une maison est une machine à habiter>  
<una casa è una macchina per abitare>  
Le Corbusier "vers une architecture"**

## 9.1 La casa ecologica

### 9.1.1 Perché questa tecnologia?

La diffusione della **bioedilizia** ha come obiettivo di ridurre i consumi energetici e le emissioni inquinanti dovute ai materiali usati nella costruzione.

La bioedilizia concepisce l'abitare ed il costruire, nel rispetto dell'ambiente e della salute dell'uomo, con tecnologie e prodotti a basso impatto ambientale che, durante tutto l'arco della loro "esistenza", non producano effetti indesiderati e dannosi sugli ecosistemi. Questo implica l'impiego di materiali "sani", che non rilascino sostanze tossiche di alcun genere.



Realizzazione di una casa ecologica

Questi materiali sono in genere patrimonio dell'esperienza tradizionale e artigianale e sono "naturali", cioè con l'esclusione o la riduzione di additivi chimici che possono essere stati ottenuti sintetizzandoli artificialmente e quindi difficilmente biodegradabili.

Un particolare riguardo si ha per la manutenzione e la riciclabilità di questi materiali, riducendo il più possibile l'impiego di nuovi materiali da costruzione con il diffondersi delle cave.

Anche le costruzioni hanno un

loro ciclo di vita: un muro in mattoni si può integrare, se ne possono sostituire dei pezzi, adoperare il materiale per sottofondazioni, ecc. In epoche passate intere costruzioni adoperavano i materiali delle preesistenti abitazioni.

Non secondario nella bioedilizia è l'aspetto psicologico dell'abitare, in quanto la casa non è certo concepita come un contenitore, ma come ambiente di crescita, di relax, di armonia con se stessi e di relazione con l'esterno. Il comfort è legato alle sensazioni percepite dal nostro organismo come temperatura, umidità, correnti d'aria, rumori e luminosità.

Un edificio ecologico è costruito con materiali a basso impatto ambientale, perlopiù di origine naturale, quindi facilmente riciclabili una volta terminata la vita dell'edificio, possibilmente reperiti in siti vicini al cantiere per limitare i costi di trasporto e le emissioni ad esso legate. È da privilegiare il recupero di edifici vecchi piuttosto che l'espansione edilizia su nuove aree.

Il fabbisogno energetico per metro quadrato annuo

(kWh/m<sup>2</sup>/anno) necessario per il riscaldamento e la produzione di acqua calda è un indicatore dell'efficienza energetica degli edifici. Nelle regioni climatiche caratterizzate da estati calde si deve considerare anche l'eventuale fabbisogno energetico per il raffrescamento estivo.

Va inclusa inoltre nella progettazione la valutazione dei risparmi energetici per l'illuminazione e il calore ottenuti con una opportuna esposizione all'illuminazione del sole.

## 9.1.2 Cosa bisogna sapere

La costruzione di un edificio ecologico ha come scopo la riduzione dell'energia finalizzata al benessere di chi vi abita, e l'impiego di materiali riciclabili a basso impatto ambientale.

Questi obiettivi si raggiungono, con l'impiego di materiali naturali e con una buona progettazione che tenga conto del terreno in cui si edificherà, dell'esposizione rispetto al sole e delle modalità di esecuzione.

### Scelta del luogo e dell'orientazione

La scelta del sito su cui posizionare l'impianto deve tener conto delle emissioni di radon dal sottosuolo, aspetto spesso ignorato dai costruttori.

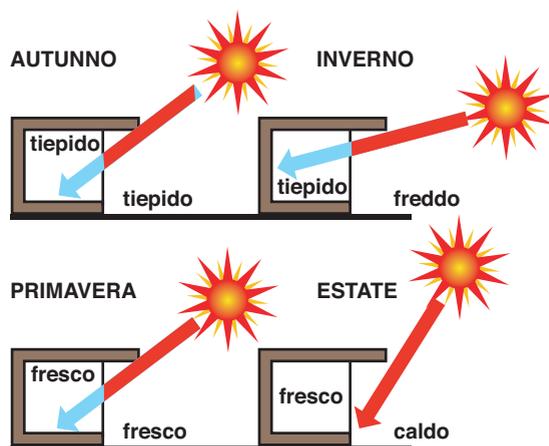
Va inoltre analizzata l'inclinazione del Sole durante le diverse stagioni che può essere sfruttata per regolare il microclima dell'edificio e favorire l'illuminazione delle stanze.

Durante la stagione calda il Sole è alto sull'orizzonte, i raggi incidono la superficie terrestre ( alla nostra latitudine alle ore 12 ) con un angolo di circa 60°, mentre in inverno l'angolo scende a circa 20°.

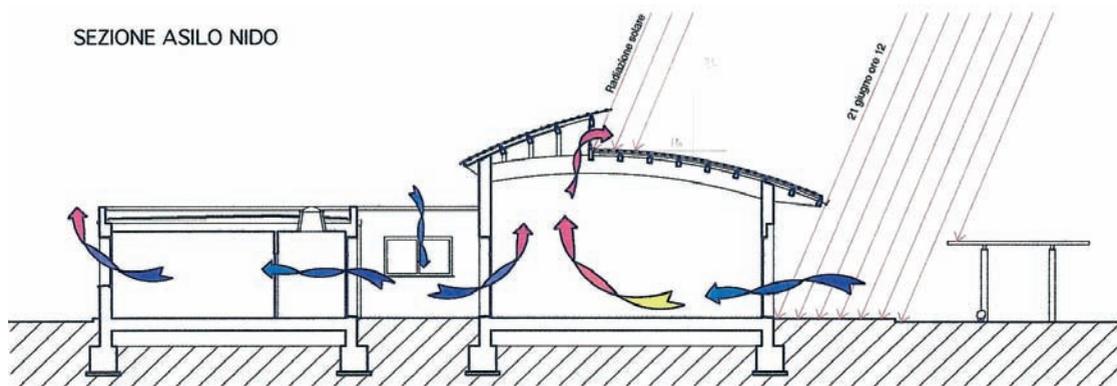
Considerando queste semplici regole si può far in modo che le stanze della vita diurna rimangano in ombra d'estate e ben illuminate in inverno, contribuendo così a mantenerle fresche nel periodo estivo e a riscaldarle in quello invernale. I raggi solari che penetrano in una stanza producono un innalzamento della temperatura nella zona di incidenza, mentre il resto della stanza rimane momentaneamente più freddo, questo produce moti convettivi che tendono a ristabilire l'equilibrio termico.

Quando i raggi solari entrano in una stan-

*Influenza dell'inclinazione dei raggi solari sulla regolazione del microclima di una stanza*



## SEZIONE ASILO NIDO



## SCHEMA DI FUNZIONAMENTO ESTIVO

*Schema della circolazione dell'aria in un edificio ecologico.*

za attraverso il vetro di una finestra, riscaldano le superfici illuminate; da qui nasce anche l'importanza di usare materiali per il pavimento e le pareti con un buon calore specifico di modo che queste, scaldandosi, emettano raggi infrarossi che non vengono filtrati dal vetro verso l'esterno e rimangono intrappolati nella stanza contribuendo ad aumentarne la temperatura (effetto serra).

Applicando questo principio ad un appartamento si può regolare il microclima, collegando con opportuni condotti d'aerazione o le varie stanze e i vari piani in modo che le zone riscaldate dai raggi solari mettano in moto l'aria che distribuirà così il calore alle zone più fredde della casa.

## Tipi di materiali

Fino a un centinaio di anni fa i materiali da costruzione erano tutti "naturali": legno, pietra, mattoni, terra cruda o cotta. Oggi per alcuni di essi, come la pietra, i costi risultano proibitivi sia per il materiale in sé sia per la manodopera specializzata richiesta e i tempi di posa abbastanza lunghi.

L'impiego del legno, invece, presenta notevoli vantaggi se utilizzato come materiale da costruzione vero e proprio e come materiale per la realizzazione di altre opere utili al completamento della costruzione, dal tetto alle scale ai serramenti: è veloce nella posa, leggero, elastico, isolante termico e acustico, riciclabile. Viene impiegata sovente l'argilla o la terra cruda, come materiale naturale per eccellenza, con ottime doti di traspirabilità, facile da lavorare ed esteticamente gradevole. Con questo materiale si possono realizzare pareti, intonaci pavimenti e pannelli decorativi. Per gli intonaci sia interni che esterni si possono utilizzare inoltre la calce e colori naturali a base di calce o silicati.

*Pannello realizzato impastando fibre di legno e cemento*



## Isolamento termico

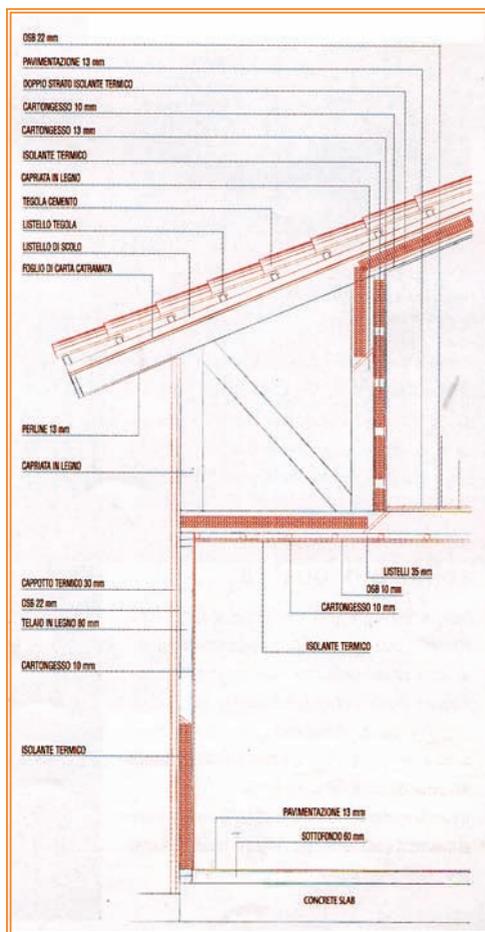
I materiali destinati all'isolamento dell'edificio sono di vario genere, sintetici o naturali. I primi sono ad esempio il poliuretano (PUR) e il polistirene (PS), mentre i naturali possono essere dei pannelli ottenuti dall'impasto di fibra di legno e cemento o i pannelli di sughero, generalmente più costosi, o altre fibre vegetali quali fibre di cocco o canapa lavorate in modo naturale. Possono essere inseriti nelle intercapedini dei muri oppure applicati come rivestimento interno o esterno e poi intonacati.

Un'alternativa al legno vero e proprio è la fibra di cellulosa, ottenuta dal riciclaggio della carta, che viene venduta in sacchi oppure iniettata in pressione nelle intercapedini dei muri quando si opera in edifici già esistenti.

L'utilizzo di questo materiale offre caratteristiche isolanti simili a quelle del legno, è in grado di trattenere almeno il doppio dell'energia di un isolante minerale. I fattori che devono essere presi in considerazione nel valutare l'isolamento dell'edificio sono la **conduttività termica**  $\lambda^{19}$  che deve essere il minimo possibile (fibra di cellulosa  $\lambda=0.037$ , poliuretano  $\lambda=0.030$ ), lo **sfasamento termico**  $\phi$  tra notte e giorno che deve assumere un valore il più grande possibile (fibra di cellulosa  $\phi=6.2$  ore, poliuretano  $\phi 1.1$  ore) e la **capacità termica**  $c^{20}$  che deve che deve assumere un valore il più grande possibile (fibra di cellulosa  $c=2400$  J/kg/°K, poliuretano  $c=400$  J/kg/°K, dove K è la temperatura in gradi Kelvin).

## Tetti ventilati

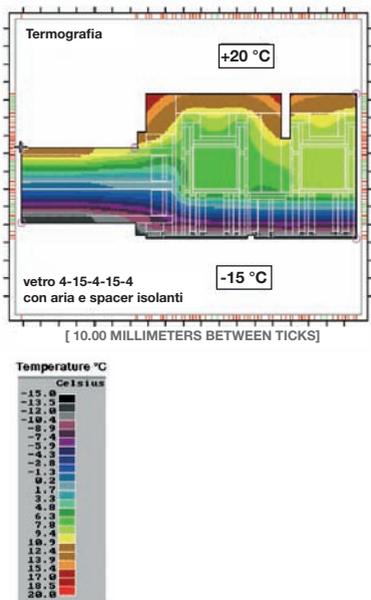
Un altro aspetto da tenere in considerazione è la copertura della casa, soprattutto se si desidera ricavare una zona abitabile nel sottotetto. Una copertura che difenda dalla calura estiva deve prevedere la possibilità di smaltire l'elevata temperatura che si raggiunge all'interno a causa dell'insolazione intensa nelle ore più calde e si ottiene creando una circolazione d'aria sotto il manto di copertura con i tetti ventilati. Essi sfruttano i movimenti naturali dell'aria calda che, più leggera di quella fredda, tende a salire mettendo



Vari tipi di sistemi di isolamento negli edifici

19. La Conduttività Termica è una caratteristica intrinseca di ogni materiale e rappresenta il flusso di calore che in condizioni di regime stazionario passa attraverso una parete di materiale omogeneo dello spessore di 1m, su 1m<sup>2</sup> di superficie e per una differenza di 1K di temperatura tra le due facce opposte e parallele della parete di materiale considerato

20. La capacità termica è la quantità di calore che un corpo scambia con l'ambiente quando la sua temperatura cambia di 1 grado.



Termografia di un serramento composto da tre vetri e due intercapedini con una differenza di temperature tra l'interno e l'esterno di 35 gradi

in moto un sistema convettivo che richiama aria più fresca dall'esterno.

I risultati possono essere notevoli: si possono registrare fino a 5-7 gradi in meno di temperatura dopo dieci ore di insolazione estiva.

Vengono applicati pannelli che presentano canalizzazioni per il movimento dell'aria, o ricreano intercapedini realizzate con listelli di legno, oppure col sollevamento dei coppi con appositi sostegni fissati al tavolato sottostante, e la previsione di uno sfianto sul colmo del tetto in modo tale da permettere la libera circolazione dell'aria. Il costo per la realizzazione di un tetto ventilato è comparabile ad un buon tetto tradizionale perché differisce solo il metodo di assemblaggio.

## Serramenti

Un altro aspetto da non sottovalutare è la scelta dei serramenti in quanto essi rappresentano il punto debole della parete, mettendo in contatto l'interno dell'abitazione e l'esterno.

Gli elementi caratteristici di un serramento sono il telaio vero e proprio realizzato generalmente in profilati di alluminio rivestiti in legno oppure completamente in legno, e la superficie vetrata. Il telaio è composto da una parte fissa su quattro lati (nel caso di una finestra) e un'altra parte mobile, l'anta vera e propria, ad una o due specchiature. Il vetro utilizzato nei moderni infissi rappresenta un buon sistema per attenuare il flusso termico, sia in ingresso che in uscita, grazie a spessori maggiori del vetro o all'impiego del doppio o triplo vetro con camere d'aria (vetrocamera) che fungono da isolante.

La differenza la fa l'intercapedine che arriva fino a 18 mm: 4-12-4 (quattro mm di vetro, 18 mm di camera d'aria e 4 mm di vetro); inoltre l'intercapedine stessa può essere sottovuoto o riempita con gas inerti, come il cripton oppure lo xenon. Uno dei fattori significativi per valutare un vetro è il coefficiente di trasmissione termica  $k$  che per doppi vetri va da  $k=2.5 \text{ W/m}^2$  per doppi vetri a scarsa intercapedine (4-12-4) a  $k=1.1 \text{ W/m}^2$  (con gas inerti e 4-18-4) fino ai tripli vetri con gas inerti a  $K=0.5-0.7 \text{ W/m}^2$ .

## Pitture e vernici

La scelta delle pitture e delle vernici rappresenta un ulteriore elemento ecologico. Questi prodotti contengono solitamente materiali che possono risultare tossici, quali il piombo, il mercurio e il cromo; queste sostanze possono venire a contatto con le persone per via aerea o per contatto.

Pensiamo ad esempio alla polvere che si stacca dai

muri, al contatto prolungato con superfici verniciate o con marmi lucidati a piombo. Oggi è possibile usare per la tinteggiatura della casa prodotti a base di grassello di calce stagionato, la cui resa estetica ne permette l'uso anche in edifici antichi addizionato con terre o ossidi naturali qualora si voglia conferire un particolare colore alla pittura. La calce permette una buona traspirazione ed è un efficace battericida grazie all'elevata basicità (pH 13).

### Elettrodomestici e materiali elettrici

Optare per un edificio ecologico comporta anche una serie di scelte legate alla vita quotidiana che vi si svolge. Per esempio si dovranno valutare con oculatezza i costi di gestione e, tra questi, quelli relativi agli impianti elettrici e al consumo degli elettrodomestici. Ogni elettrodomestico è contraddistinto da una classe di consumo energetico.

I prodotti di classe A danno il miglior rapporto tra prestazioni e consumo energetico. Oggi esistono sul mercato prodotti con ulteriori specificazioni che offrono un'ampia scelta.

Il consumatore è invitato quindi ad una scelta obiettiva che terrà conto della qualità che, ovviamente, è legata a prezzi più o meno elevati.

Lo stesso discorso vale per le lampadine. In commercio esistono prodotti che a parità di luminosità consumano fino a otto volte in meno e durano decine di volte in più delle comuni lampadine a incandescenza. In questo caso, come per gli elettrodomestici di classe A, il costo è leggermente superiore ma è giustificato da un ammortamento di pochi mesi più lungo. Per illuminare vani privi di finestre si può ricorrere a lucernari che convogliano la luce del Sole attraverso condotti in alluminio rivestiti di materiale super riflettente: la luce, con questo sistema, può raggiungere la stanza desiderata anche compiendo percorsi non rettilinei.

### Impianti elettrici e idraulici

Per il principio di precauzione si devono evitare per quanto possibile campi elettrici e magnetici. Gli impianti elettrici sostenibili si realizzano passando i fili (laddove possibile) sul perimetro esterno dell'abitazione, evitando passaggi elettrici nelle zone di maggior stazionamento diurno e notturno (tavola da pranzo, divani, letti, ecc.), con cavi schermati che consentono così l'abbattimento dei campi magnetici.

La presenza inoltre di disgiuntori elettrici automatici assicura assenza di tensione nei circuiti da essi serviti nei periodi in cui non sono utilizzati: ciò riduce ulteriormente la produzione di campi elettrici e magnetici.

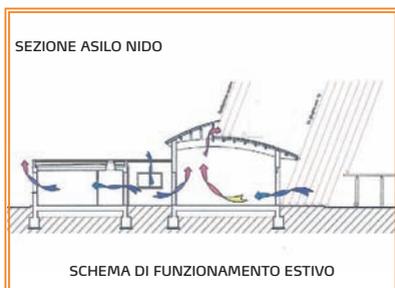
<b>Energia</b>		Condizionatore d'aria
Costruttore		<b>Panasonic</b>
Unità esterna		CU-TE12DKE
Unità interna		CS-TE12DKE
<b>Bassi consumi</b>		<b>A</b>
<b>Alti consumi</b>		
Consumo annuo di energia, kWh in modalità raffreddamento <small>(il consumo dipende dal clima e dalle modalità d'uso dell'apparecchio)</small>		<b>450</b>
Potenza refrigerante kW		<b>3.50</b>
Indice di efficienza energetica <small>Pieno regime (la più elevata possibile)</small>		<b>3.9</b>
Tipo	Solo raffreddamento — Raffreddamento/ riscaldamento —	←
	Raffreddamento ad aria — Raffreddamento ad acqua —	←
Potenza di riscaldamento kW		<b>4.80</b>
Efficienza energetica in modalità riscaldamento <small>A: bassi consumi G: alti consumi</small>		<b>A</b> ABCDEFG
Rumore <small>[dB(A) re 1 pW]</small>		
<small>Gli opuscoli illustrativi contengono una scheda particolareggiata</small>		
<small>Norma EN 14511 Condizionatore d'aria Direttiva 2002/31/CE Etichettatura energetica</small>		

Lampada ecologica a basso consumo



## CONSUMI ENERGETICI PER ALCUNE CLASSI DI EDIFICI IN kWh/m<sup>2</sup>/a

Edifici convenzionali non corrispondenti alle normative sul risparmio energetico	220-250
Edifici convenzionali corrispondenti alle più recenti normative	80-100
Edifici a basso consumo energetico	30-50
Edifici passivi	< 15
Edifici a consumo energetico zero	0



### 9.1.3 Gli edifici passivi

Le nostre abitazioni sono macchine “energivore”, cioè ad elevato consumo di energia.

Gli edifici passivi, rispetto a quelli convenzionali, offrono un’alta qualità abitativa ma consumano meno del 10% dell’energia per il riscaldamento di un edificio normale in quanto sono predisposti per l’utilizzo di risorse rinnovabili, quali il Sole ed il recupero del calore generato in casa.

Un edificio passivo si può definire tale se il suo fabbisogno energetico per il riscaldamento scende al di sotto di 15 kWh/m<sup>2</sup>/a, ben inferiore a quello tipico degli edifici convenzionali per i quali il fabbisogno medio è 120 kWh/m<sup>2</sup> e può anche superare 250 kWh/m<sup>2</sup>/a. Le perdite di calore sono così minime che gli apporti solari attraverso finestre e vetrate, il calore recuperato dall’aria in uscita e il calore prodotto da sorgenti interne (persone, apparecchiature, macchinari, illuminazione artificiale) può coprire quasi tutto il fabbisogno termico del riscaldamento invernale. Di conseguenza non occorre necessariamente un impianto di riscaldamento convenzionale.

I modelli costruiti hanno dimostrato che un edificio passivo può essere realizzato a costi compatibili a quelli degli edifici normali.

Lo standard di un edificio passivo si ottiene tramite i seguenti dispositivi:

- ottimale orientamento dell’edificio verso il Sole
- ottimale rapporto tra superficie dell’involucro e volumetria (S/V)
- efficace isolamento termico dell’involucro
- finestre con telai e vetri termici
- impermeabilità dell’involucro
- ventilazione meccanica controllata

La maggior parte del fabbisogno energetico di un edificio passivo è coperta dagli apporti solari e pertanto questi edifici sono normalmente esposti verso Sud, nel nostro emisfero.

L'alto costo dell'isolamento termico viene controbilanciato dai risparmi energetici nell'esercizio dell'edificio. Di notevole vantaggio è una costruzione "a secco", perché così l'immissione di umidità nell'edificio è molto limitata e il periodo di asciugamento molto breve. Un edificio costruito con intelaiatura in legno, quando le dimensioni lo consentono, permette anche un ridotto tempo di costruzione.

Gli elementi come i balconi costituiti da una struttura indipendente, senza un diretto contatto con l'edificio stesso, permettono di annullare o ridurre i ponti termici. La ventilazione negli edifici passivi è meccanica e controllata. Questo significa che l'involucro deve essere impermeabile al vento che rappresenta una infiltrazione incontrollata d'aria fredda.

### 9.1.4 Un esempio realizzato nel Parco Colli Euganei

Nel Parco dei Colli è stato progettato, realizzato e da poco inaugurato ad Este un asilo nido comunale con modalità bio-eco-compatibili. Si è cercato di realizzare un intervento per favorire il comfort bioclimatico dei bambini realizzando un generale benessere nei locali della scuola.

#### Illuminazione naturale

L'orientamento degli edifici è sull'asse est-ovest, in modo tale da garantire la migliore esposizione solare, progettando quindi gli uffici e le cucine verso nord e le sezioni didattiche verso sud: ciò garantisce illuminazione naturale e calore per buona parte dell'anno. Sono state realiz-



Schema di illuminazione naturale



Fase di costruzione del tetto ventilato

zate inoltre delle forature verticali circolari nell'interno dell'edificio (pozzi di luce) per l'illuminazione naturale e quindi la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico dovuta agli impianti luminosi. Durante l'estate si sono previsti un sistema di ombreggiatura orientabile alle finestre e sistemi esterni di alberatura e pergolati.

### Involucro edilizio

Si sono scelti materiali di provata durabilità senza emissione di sostanze inquinanti e riciclabili. I materiali presentano caratteristiche chimiche di neutralità e sono gradevoli al tatto. In particolare le pareti esterne degli edifici scolastici sono stati realizzati con elementi in laterizio polarizzato pesante, di spessore 35 cm, con intonaci a base di calce naturale per migliorare il rendimento energetico degli edifici.

Al piano terra il solaio è di tipo aerato che consente un efficace isolamento termico dall'umidità del terreno e una protezione dalle eventuali emissioni di gas radon provenienti dal sottosuolo.

Nei locali didattici, sottoposti ad un maggior irraggiamento solare, il tetto è stato realizzato privilegiando la ventilazione naturale. Il soffitto è stato pennellato con strati fonoisolanti di legno-magnesite e di sughero. Le tinteggiature interne ed esterne sono a base di calce naturale, di resine, di olii vegetali e di terre colorate naturali.

Caldaia a condensazione



### Riscaldamento e ventilazione naturale degli edifici

Il riscaldamento radiante a pavimento garantisce temperature ideali nei locali anche con basse temperature d'esercizio (26-27°C), perché il calore è distribuito con omogeneità e con minime dispersioni. Esso è alimentato da caldaie del tipo "a condensazione"<sup>22</sup> con rendimenti molto alti che permettono un consistente risparmio energetico.

Sono stati predisposti gli attacchi per pannelli solari termici che potranno integrare le ulteriori richieste energetiche.

Inoltre particolari camini, in grado di garantire un ricambio continuo dell'aria interna, assicurano una ventilazione naturale insieme ad ampi infissi con sistema a vasistas.

22. Nelle caldaie a condensazione una parte del calore latente di condensazione viene trasferita all'impianto di riscaldamento; inoltre raffreddando maggiormente i fumi che escono dalla caldaia a 45-50°C anziché ad oltre 100°C di una caldaia tradizionale. Diminuisce anche il calore disperso attraverso i fumi stessi ed il mantello: in questo caso il rendimento passa dall' 80% di una caldaia convenzionata al 95% di una caldaia a condensazione.



Aree esterne per l'infiltrazione delle acque meteoriche nell'asilo di Este

### Impianto elettrico e illuminazione bioecocompatibile

Tutte le linee elettriche interne alla scuola sono state idoneamente schermate e sono stati impiegati i disgiuntori di rete per ridurre l'effetto dei campi elettrici e magnetici.

### Risparmio idrico e qualità dell'acqua

L'acqua passa attraverso un piccolo impianto dissabbiatore e uno di addolcimento per la riduzione del calcare prima di raggiungere i punti di distribuzione interna. Le rubinetterie sono state progettate con degli idonei miscelatori aria-acqua e a tempo per limitare gli sprechi.

Anche le cassette dei WC avranno sistemi di erogazione a due tasti per un uso più appropriato degli scarichi (7-15 litri a seconda dell'uso).

Si realizzerà in seguito invece un sistema di recupero delle acque meteoriche mediante serbatoi interrati ad uso irriguo del giardino e per gli scarichi dei wc.



Comfort nell'asilo di Este

### Conservazione della permeabilità del suolo

Per controllare il deflusso delle acque superficiali ed evitare il rischio di allagamenti persistenti i parcheggi presentano una pavimentazione alveolata in polietilene riciclato riempita di terriccio che ha prodotto un manto erboso stabile e gradevole alla vista.

### Gradimento complessivo dell'intervento

L'edificio è ben collocato nel contesto urbano di Este, e rappresenta un buon modello ripetibile per altre opere analoghe o a differente vocazione.

La scuola materna e l'asilo nido sono in piena attività, e le insegnanti hanno espresso un giudizio assai favorevole sulle scelte adottate.

## 9.1.5 Normativa

### ISOLAMENTO TERMICO

Riferimenti normativi: Legge 09 Gennaio 1991 n° 10 (ex L n° 373) "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia", DPR 26 Agosto 1993 n° 412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia", DM 30 Luglio 1986 "Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici".

Riferimenti tecnici: norme UNI 10351 "Materiali da costruzione. , Conduttività termica e permeabilità al vapore", UNI 10355 "Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo", UNI 7357 "Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento degli edifici" UNI EN ISO 10077-1 "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo semplificato", UNI 10345 "Riscaldamento e raffreddamento degli edifici. Trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati. Metodo di calcolo".

### IMPIANTI ELETTRICI

Riferimenti normativi: DM 16 marzo 2001 n° 106 (servizio IAR).

### ILLUMINAZIONE NATURALE

Riferimenti normativi: Circolare Ministeriale n. 3151 del 22 maggio 1967; DM 18 febbraio 1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica"; DM 5 luglio 1975 "Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1966 relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari dei locali di abitazione".

### INERZIA TERMICA

Riferimenti tecnici: UNI 10375 " Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti".

### CERTIFICAZIONE ENERGETICA

In tutti gli Stati membri dell'Unione Europea, a partire dal 2006, tutti i locatori e i venditori di immobili, in caso di compravendita, dovranno rilasciare agli

acquirenti un certificato che riporti i consumi energetici per il riscaldamento e per la produzione d'acqua calda, nonché le emissioni di CO<sub>2</sub> secondo la certificazione, prevista dalla Direttiva 2002/91/CE del 16 dicembre 2002. Il certificato deve inoltre riportare informazioni sull'involucro edilizio, sugli impianti tecnologici installati e sulle possibilità di miglioramento dell'efficienza energetica.

La certificazione riguarda per ora solo gli edifici residenziali e pubblici, nuovi o ristrutturati, con una metratura superiore ai 1.000 m<sup>2</sup>.

Il fabbisogno energetico, misurato in kWh/m<sup>2</sup>, deve essere calcolato in base alla norma EN 832 in considerazione della zona climatica e della tipologia del fabbricato.

La direttiva non impone particolari standard energetici e lascia questo compito ai singoli Stati membri. La validità del certificato è di 10 anni. Abilitati a certificare saranno gli organismi e professionisti accreditati.

Con questa normativa l'UE vuole rendere più trasparente il mercato immobiliare fornendo agli utilizzatori informazioni sugli impianti e sul loro rendimento, stimolare il risparmio energetico migliorando le prestazioni energetiche degli immobili. Questo nuovo standard energetico e tecnologico potrà così contribuire alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Alle Amministrazioni Comunali sono assegnate competenze in base alla legge n° 10 del 9/1/91 e ai decreti attuativi tra cui il più importante è il DPR 412 26/8/93 che attribuisce ai comuni un ruolo di primaria importanza, con compiti sia propositivi che di controllo e coordinamento.

La legge detta le norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di:

- uso razionale dell'energia;
  - risparmio energetico;
  - sviluppo ed impiego di fonti rinnovabili di energia.
- All' art. 27 si prevede l'emanazione di norme che limitino i consumi di energia elettrica degli edifici. Di interesse specifico è il DM 22/6/83 "Definizione dei criteri generali tecnico - costruttivi e tipologie per l'edilizia" che facilita l'impiego di fonti di energia rinnovabili o il risparmio e/o il recupero di energia, che possono concretizzarsi tramite la riduzione della produzione di rifiuti, l'incremento di biomasse vegetali ma, allargando il panorama di azione, si potrà incrementare la mobilità pubblica e diminuire quella privata e impegnare risorse per utilizzare l'energia in modo efficiente in ogni settore.

# Riferimenti Bibliografici

## GENERALI

- "Lo sviluppo sostenibile", Edizioni Cultura della Pace, Firenze 1991
- AA.VV., "Architettura e natura", Mazzotta, 1994, Milano.
- AA.VV., "Ecologia delle aree urbane", Guerini & Associati, 1990, Milano.
- Bullo Pietro, "Energia dal vento", Editoriale Delfino, 1981, Milano.
- Cometta Enrico, "L'energia solare: utilizzazione ed impieghi pratici", Editoriale Delfino, 1977, Milano.
- E. U. von Weizsäcker, A. B. Lovins, L. H. Lovins, "Fattore 4, come ridurre l'impatto ambientale moltiplicando per quattro l'efficienza della produzione", Edizioni Ambiente
- Edifici passivi: Quando la terra riscalda e raffredda L'installatore italiano, n. 11, dicembre 2002
- Ente Parco Colli Euganei, Settore Certificazione EMAS
- Fonti: pp 39-41 del testo "Che cos'è lo sviluppo sostenibile?", di Enzo Tiezzi, Nadia Marchettini - Donzelli Editore, Roma, 1999
- G. De Leo, R.M. Gafà, F. Gaburro, P. Amadei, Luci ed ombre di EMAS a dieci anni dal Regolamento CEE 1836/93: quali prospettive per il futuro. U.O. promozione tecnologica, Settore Promozione e Sviluppo. ARPA della Lombardia. Via Restelli 1, 20134 (Mi).
- Ing. Mario Del Chicca, "Il risparmio energetico nelle abitazioni", Provincia di Parma, maggio 2004
- L'installatore italiano, "Edifici passivi: Quando la terra riscalda e raffredda", n. 11 dicembre 2002 Mario Grosso, "Il raffrescamento passivo degli edifici", Maggioli, 1997, Dogna (RSM).
- Per i grafici e approfondimenti sugli indicatori di sostenibilità ambientale: "Che cos'è lo sviluppo sostenibile?", di Enzo Tiezzi, Nadia Marchettini - Donzelli Editore, Roma, 1999
- Fonti: pp 86-90 del testo sopraindicato Fonti: pp 43-44, \*pp 37, \*\* pp25 del testo "Che cos'è lo sviluppo sostenibile?", di Enzo Tiezzi, Nadia Marchettini - Donzelli Editore, Roma, 1999 Sauli Graziano, "Ingegneria e naturalistica", AIPIN.
- Steadman Paul, "Energia e ambiente costruito", Mazzotta, 1978, Milano.
- Tutto ECO - il trova Futuro -, biobank 2004 Van Dresser Peter, "Case solari locali", Franco Muzzio Editore, 1979, Padova.

- Wienke U. Edifici passivi standard - requisiti - esempi, Alinea 2002 Wright David, "Abitare con il Sole", Franco Muzzio Editore, 1981, Padova.

## RISCALDAMENTO A LEGNA CASA ENERGIA

anno V n 5 pag 79-89

- ILSOLETRECENTOSESSANTAGRADI Newsletter di ISES ITALIA - Sezione dell'International Solar Energy Society - inserto N 3 - settembre 2003

## EOLICO

- "Fonti rinnovabili di energia: potenzialità e applicazioni in provincia di Verona" Provincia di Verona, Arpav DAP di Verona

## ACQUA

- Claudio Grandis, I mulini ad acqua dei Colli Euganei, Il Prato 2001.
- Dal Rapporto Bruntland - 1987.
- Dati climatici Centro Meteorologico Arpav di Teolo
- Dati Istat, in Statistiche Ambientali, ediz. 1991.
- Dati Servizio Acquedotti del Comune di Bologna.
- Fonti rinnovabili di energia, Provincia di Verona-Arpav
- Dipartimento Provinciale di Verona Gastone Cusin, Le sorgenti dei Colli Euganei, Francisci Editori 2001.
- Rapporto sullo stato dell'Ambiente nel Parco
- TETTO&PARETI, tecnologie e prodotti sostenibili per l'involucro casa, settembre 2003, periodico ideato e diretto da Gianni Cecchinato, Cà Zorzi Edizioni, Forlì.

## GEOTERMIA

- "Fonti rinnovabili di energia: potenzialità e applicazioni in provincia di Verona" Provincia di Verona, Arpav DAP di Verona "Realizzato un inventario per ricerche geotermiche sul territorio nazionale" osservatorio Ricerca&società.
- CNR Firenze di Paolo Squarci Direttore dell'Istituto Internazionale per le Ricerche
- Geotermiche del CNR, Pisa Energia dal cuore della terra Ecologicamente compatibile? Abbastanza, purché si tengano in considerazione alcune regole Modus vivendi n. 39-2002 Articolo di Silvia Perdichizzi

## LINK

### Generale

<http://www.parcocollieuganei.com>

<http://www.miw.it/Principi.htm>

[www.sganawa.org/mario/Pdc/testo.htm](http://www.sganawa.org/mario/Pdc/testo.htm)

[http://www.enel.it/enelsi/famiglia/f\\_climamico\\_pompecalore.asp](http://www.enel.it/enelsi/famiglia/f_climamico_pompecalore.asp)

<http://www.agenda21.it/ita/A21verde/archivio/emas/home.htm>

[http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Certificazione\\_ambientale/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Certificazione_ambientale/)

[http://www.dnv.it/certificazione/sistemi gestione/ambiente/ISO\\_14001/index.asp](http://www.dnv.it/certificazione/sistemi gestione/ambiente/ISO_14001/index.asp)

### Sistema fotovoltaico

<http://www.thermosolar.it>

[http://www.greensolar.it/il\\_fotovoltaico.htm](http://www.greensolar.it/il_fotovoltaico.htm)

<http://www.minambiente.it>

<http://www.enitecnologie.it/>

### Casa biologica

<http://www.bioarchitettura.org>

<http://www.ilsola360gradi.it>

<http://www.edilportale.com>

<http://www.lacasaditerra.com>

<http://www.professionearchitetto.it>

<http://www.miniwatt.it>

<http://www.passiv.de>

### Riscaldamento a legna

<http://www.enea.it/>

<http://www.fuocoelegna.it/>

<http://www.ilsola360gradi.it>

<http://www.holzenergie.ch>

<http://www.isesitalia.it/homed.html>

### Acqua

<http://www.costruireabitaresano.it/default.htm>

<http://www.consorziocer.it/present.html>

[www.arpa.emr.it/parma/imprese\\_scarichi\\_fluxor.htm](http://www.arpa.emr.it/parma/imprese_scarichi_fluxor.htm)

[www.ftodepurazione.it/](http://www.ftodepurazione.it/)

### Terra

<http://www.geotherm.it/azienda.htm>

[www.isesitalia.it](http://www.isesitalia.it)

[www.enea.it](http://www.enea.it)

[www.erga.it](http://www.erga.it) (E.N.E.L.)

<http://www.unipd.it/1000annidiscienza/visita/ortobotanico/terra/termali.html>

<http://www.collieuganei.biz/baone.htm>

**Realizzazione grafica e stampa**

Grafiche Turato, Rubano (PD) - tel. 049 630933

Finito di stampare nel mese di novembre 2006