

## SOMMARIO

---

* La posizione dell'UGI sulla geotermia per il Ddl n. 3297 ("Ddl Marzano")	p. 1
* Editoriale: Il nuovo logo dell'UGI	p. 3
* Informazioni dal Consiglio	p. 3
* Nascita e primi passi dell'industria geotermoelettrica: <i>Il Centenario</i>	p. 4
* Energie rinnovabili e Sviluppo sostenibile nella liberalizzazione del mercato elettrico in Italia ( <i>2a parte</i> )	p. 6
* Otto nuovi gruppi geotermoelettrici in esercizio nell'area Larderello - Travale/ Radicondoli – Montieri	p.11
* L'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG) del CNR	p.13
* Le pompe di calore geotermiche: Note introduttive	p.17
* Notizie in breve	p.24
* Eventi internazionali fino al 2005	p.26
* Assemblea generale UGI 2003	p.27
* Quote UGI 2003	p.27

*Inserito: Norme per la stampa sul Notiziario*

## ORGANI DELL'UGI

---

* Consiglio direttivo:
<i>Carlo Piemonte</i> (Presidente)
<i>Raffaele Cataldi</i> (Vice Presidente)
<i>Giuseppe Macaluso</i> (Segretario)
<i>Maurizio Girelli</i> (Tesoriere)
<i>Muzio Bernardini</i>
<i>Claudio Calore</i>
<i>Dario Molinari</i>
* Collegio dei Revisori dei Conti:
<i>Giorgio Borghetti</i>
<i>Giorgio Cimino</i>
* Comitato di Redazione del Notiziario:
<i>Maurizio Girelli</i> (Capo Redattore)
<i>Raffaele Cataldi</i>
<i>Mario Gaia</i>
<i>Umberto Rossi</i>

---

## **LA POSIZIONE DELL'UGI SULLA GEOTERMIA PER IL Ddl n. 3297**

Per fornire elementi utili alla discussione in aula del Progetto di legge n.3297 ("Riordino del settore energetico, nonché deleghe al Governo in materia di produzione di energia elettrica, di stoccaggio e vendita di GPL, e di gestione dei rifiuti radioattivi"), meglio noto come Ddl Marzano, per gli aspetti riguardanti la geotermia il Consiglio direttivo dell'UGI ha inviato agli esponenti di Governo e di Opposizione sotto indicati la lettera aperta di seguito riportata.

- **Per l'Area di Governo:**

- On.le Antonio Marzano, Ministro delle Attività Produttive;
- On. le Altero Matteoli, Ministro dell'Ambiente e della tutela del Territorio;
- Ing. Alessandro Ortis, Direttore Generale Energia e Risorse Minerarie;
- Ing. Domenico Martino, Direttore U.N.M.I.G./Area F-Uff. 1 della Direzione Generale Energia e Risorse Minerarie del Ministero delle Attività Produttive;
- Dott.ssa Rosaria Romano, Area C-Uff. 2 (Mercato Elettrico) della Direzione Generale Energia e Risorse Minerarie del Ministero delle Attività Produttive.

- **Per l'Area della Opposizione:**

- On.le Pier Luigi Bersani
- On.le Enrico Letta;
- Gruppo dei Deputati DS / X Commissione Attività Produttive.

1. L'Italia dispone di un notevole potenziale geotermico, con risorse di alta e bassa temperatura, concentrato soprattutto nella fascia pre-appenninica tosco-laziale-campana, nella Valle padana, nella Sicilia orientale, nella Sardegna meridionale, ed in alcune delle isole minori del Tirreno; ma si trova anche in diverse zone di altre regioni,

2. Nelle condizioni di mercato e di tecnologia attuali, le prospettive di sviluppo per la generazione di energia geotermo-elettrica con unità di potenza di oltre 3 MWe sono limitate alle odierne aree di sfruttamento ed alle zone vicine. Per esse si può prevedere fino al 2010 un aumento massimo, in condizioni di sostenibilità della fonte per tempi sufficientemente lunghi, del 25 % rispetto ai livelli attuali, cioè a dire, da circa 850 a circa 1100 MWe di capacità installata. Per raggiungere questo obiettivo, però, sono necessari, almeno per alcune delle aree di produzione, adeguati provvedimenti legislativi ed opportune misure di sostegno.

3. Le prospettive suddette potrebbero migliorare sensibilmente per il medio-lungo periodo se il costo del petrolio si attestasse stabilmente oltre i 30 \$/barile, oppure se per motivi di preservazione ambientale si dovesse passare (come per altro è auspicabile) da quello attuale ad uno scenario di sviluppo ecologicamente trainato (*environmentally-driven development*). Benché non priva di problemi, che sono comunque facilmente risolvibili in quanto i relativi mezzi tecnici esistono, la generazione di elettricità con fluidi geotermici ha infatti un impatto ambientale decisamente più lieve di quello causato da centrali termiche ad olio combustibile o carbone.

4. Le risorse geotermiche di media e bassa temperatura per usi diretti di vario tipo (riscaldamento di ambienti, processi industriali, serre, ed altri), semplici o plurimi, hanno un potenziale enorme; il loro limitato sviluppo attuale a fini pratici è quindi in gran parte dovuto alla scarsa competitività economica derivante dal ridotto costo del petrolio negli anni passati. Si tratta però di risorse indigene non solo sostenibili, ma anche eco-compatibili e socialmente accettabili, in quanto praticamente esenti da problemi di impatto ambientale. Pertanto, nel disegno di legge in oggetto, il loro sviluppo andrebbe promosso, incoraggiato, e sostenuto al massimo grado possibile. Come obiettivo prudente per il 2010 può essere indicato il valore di 400.000 tep/anno (con un incremento cioè del 65-70% rispetto ai livelli attuali di circa 240.000 tep/anno).

5. Oltre a raggiungere i livelli indicati, i prossimi anni dovrebbero costituire per la geotermia un periodo di preparazione per più ambiziosi traguardi, da raggiungere attraverso azioni di rilancio ad ampio spettro, con programmi incentivati di ricerca applicata, sperimentazione, dimostrazione e sviluppo, aventi di mira il miglioramento delle tecnologie attuali e la verifica della fattibilità di tecnologie più avanzate, tanto nel settore degli usi elettrici che in quello degli usi diretti. Le risorse di calore naturale per puntare a più ambiziosi traguardi futuri, infatti, nel paese esistono, e le competenze tecnico-scientifiche per il loro sviluppo pure. Il Consiglio direttivo dell'UGI auspica perciò che il DDL in oggetto ne voglia tener conto.

Milano, 20/1/2003

## **Editoriale: Il nuovo logo dell'UGI**

*Comitato di Redazione*

I lettori possono notare che, oltre a contenere un inserto con le Norme di stampa, questo numero doppio del Notiziario reca a fianco del titolo il nuovo logo dell'UGI. E siccome la preparazione delle Norme ha richiesto più tempo di quanto era stato inizialmente previsto, per poterle divulgare tra i soci appena terminate, il Comitato di Redazione ha deciso di unificare i numeri 4 e 5 del Notiziario. Questa soluzione, per altro, consente anche di ottimizzare l'uscita dei 3 numeri/anno del Notiziario, portandone la cadenza alla fine dei mesi di Marzo, Luglio, e Novembre, che per il lavoro di edizione finale e stampa di ogni numero corrispondono a date più agevoli rispetto a quelle precedentemente fissate di fine Aprile, fine Agosto, e fine anno.

Per quanto riguarda il logo, i criteri base di riferimento indicati dal Consiglio direttivo dell'UGI per l'approntamento del bozzetto sono: globalità del calore terrestre, sua possibile utilizzazione a vari livelli di temperatura, semplicità e simmetria grafica, e facilità di riconoscimento sia a colori che in bianco e nero. Su questa base, è stato chiesto a cinque persone (soci dell'UGI, e non) di preparare un certo numero di bozzetti, e ne sono stati così ottenuti ben 28; tra di essi, il Consiglio ha scelto all'unanimità quello predisposto da un esperto di grafica pubblicitaria, che (avendone fatto omaggio all'UGI) si ringrazia qui vivamente.

Il logo è costituito da un guscio stilizzato a forma di "G" (iniziale di geotermia) che si chiude quasi interamente su sé stessa per avvolgere un nocciolo interno, dando nell'insieme l'idea di una sezione verticale della sfera terrestre. L'asta della "G" allude all'uso di pozzi che penetrano il nocciolo, e simula perciò la possibilità di spillare da esso calore a diversi livelli di temperatura. Questi diversi livelli sono rappresentati con sfumature di colore via via più intenso dall'esterno verso l'interno, dai toni del

bianco-rosa tenue in prossimità del guscio a quelli rosso cupo al centro del nocciolo.

Infine, il colore verde scuro del guscio allude alla geotermia come fonte di *energia verde*.

Si tratta quindi di un logo che riflette tutti i criteri di riferimento indicati dal Consiglio.

I soci che volessero utilizzare il logo per propri biglietti da visita con la dicitura *Membro dell'UGI* possono chiedere al Segretario un fac-simile a colori da copia dell'originale, che sarà inviato loro in omaggio su supporto elettronico.

Inoltre, la versione a colori del logo compare sull'originale da cui vengono tratte le copie su carta del Notiziario; per cui, i soci che a partire dal prossimo n. 6 preferiscono ricevere via e-mail copia in originale del Notiziario possono farne richiesta al Segretario.

---

## **Informazioni dal Consiglio**

*Giuseppe Macaluso (Segretario UGI)*

La 5<sup>a</sup> riunione del Consiglio Direttivo dell'UGI si è svolta il 21 Settembre 2002 a Castelnuovo Val di Cecina (PI), nel cuore dell'area dove storicamente si è sviluppata la geotermia in Italia.

La riunione è stata ospitata dal Comune di Castelnuovo V.C. Ad essa hanno presenziato anche il Presidente della Comunità Montana Alta Val di Cecina ed il Sindaco del Comune di Pomarance, invitati dal Consigliere Bernardini, nella sua qualità di Sindaco di Castelnuovo V.C.

Il Consiglio ha discusso le iniziative da adottare per contribuire alle celebrazioni del *Centenario* del primo esperimento di produzione geotermoelettrica, iniziative descritte più diffusamente nella seconda parte dell'articolo seguente.

Sono stati discussi i criteri per la preparazione delle norme per la pubblicazione di articoli sul Notiziario e sono stati poi definiti i termini di riferimento per l'approntamento del nuovo logo dell'UGI, di cui si riferisce nell'Editoriale a lato.

Successivamente il Consiglio ha discusso lo stato delle attività 2002-2003. Oltre alle attività già in corso ed a quelle dette sopra, verranno sviluppate quelle relative a:

- nuove affiliazioni, soprattutto corporate;
- contatti con istituzioni, enti locali ed esponenti politici che operano nel settore dell'energia, in relazione (non solo, ma anche) a quanto necessario per l'organizzazione delle iniziative UGI riguardanti le celebrazioni del Centenario;
- partecipazione alle attività dell'IGA ed alla organizzazione dell'European Geothermal Congress 2003;
- partecipazione a convegni ed eventi italiani di interesse geotermico, quali Convegno di Vicenza, VII Conferenza sull'Ambiente della Regione Toscana, ed altri.

Inoltre, verranno avviati contatti con il Museo della Scienza e della Tecnica di Milano, con l'obiettivo di stipulare un accordo di collaborazione.

Infine, per quanto riguarda il progetto comunitario denominato "Geothernet", l'UGI ha ultimato la preparazione dell'Annuario Geotermico Europeo ("European Geothermal Directory"), che i soci UGI riceveranno su supporto digitale unitamente al notiziario IGA.

---

## **Nascita e primi passi dell'industria geotermoelettrica: *Il Centenario***

*Raffaele Cataldi (Vice-Presidente UGI)*

### ***Gli inizi***

L'esperimento effettuato a Larderello dal Principe Piero Ginori Conti per verificare la possibilità di utilizzare il calore della Terra per produrre energia elettrica, è una pietra miliare nella storia della tecnologia geotermica.

Genero del Conte Florestano de Larderel (nipote di Francesco, creatore dell'industria borica nella zona che da lui prese nome), Piero Ginori Conti avviò nel **1903** studi e tests

di laboratorio volti a verificare la fattibilità di usare il vapore naturale per produrre energia meccanica, nonché a definire il ciclo termodinamico più idoneo e la tecnologia economicamente più conveniente per sfruttare il fluido dei pozzi per estrarre acido borico e generare, al tempo stesso, energia elettrica. Da questo secondo punto di vista, le conclusioni degli studi indicarono che era necessario adottare il così detto "ciclo indiretto". Pertanto, al fine di confermare sul campo tali conclusioni, utilizzando un piccolo scambiatore di calore ad acqua alimentato da uno dei pozzi di Larderello, il **15/7/1904** Piero Ginori Conti ottenne vapore puro con cui azionò un motore a pistoni accoppiato ad una dinamo da 10 kW, alla quale erano state collegate cinque lampadine di pochi watts ciascuna.

L'immediato successo di questo esperimento portò alla costruzione nel **1905** di un prototipo di motore geotermico Cail a pistoni collegato ad una dinamo da 20 kW, che permise di illuminare per molti anni il palazzo principale ed altre residenze di Larderello. Seguì poi nel **1908** l'installazione di un piccolo gruppo geotermico Neville, costituito ancora da un motore a pistoni e da una dinamo da 20 kW, con cui vennero elettrificati alcuni degli impianti di produzione borica della zona. Erano entrambi gruppi sperimentali che operavano secondo il "ciclo indiretto".

Le indicazioni sul comportamento dei pozzi e dei relativi impianti di superficie, ottenute con questi due gruppi, fornirono alla Soc. Franco Tosi molti elementi di base utili a progettare la prima vera centrale geotermica del mondo. Alternatore a parte, essa era costituita da una turbina da 250 kWe alimentata da vapore puro ottenuto mediante scambiatori di calore, che poteva operare a pressione massima del fluido di 3 atm abs a bocca pozzo. Entrata in esercizio nel **1913**, questa centrale permise di elettrificare tutti gli impianti chimici e, gradualmente (tra il 1914 ed il 1916), alcuni dei centri abitati della zona boracifera, la città di Volterra, ed i paesi di Pomarance e Saline di Volterra.

## ***Il Centenario***

L'esperimento delle cinque lampadine, e la dimostrazione data dai due gruppi sperimentali da 20 kWe di poter produrre energia geotermoelettrica in modo continuativo e sicuro, rappresentano un punto di svolta, ed hanno una rilevanza che trascende quella della semplice innovazione tecnologica nell'uso del calore naturale. La foto che ritrae quel primo esperimento è un'immagine tanto familiare per coloro che negli ultimi cento anni si sono occupati di geotermia, da esser considerata come il simbolo stesso della produzione di energia elettrica con calore della Terra; l'evento in essa immortalato costituisce quindi un ideale lasciato per tutti i geotermici del mondo. In questa luce, il Centenario rappresenta una ricorrenza che, culturalmente parlando, interessa tutta la comunità geotermica internazionale.



Il primo esperimento di produzione di energia elettrica con fluidi geotermici, effettuato a Larderello dal Principe Piero Ginori Conti nel 1904

Per contribuire alle manifestazioni con cui la famiglia geotermica italiana si accinge ora a celebrare quell'evento, il Consiglio direttivo dell'UGI ha enucleato due iniziative complementari tra loro, riguardanti la ricostruzione storica dei principali passi attraverso cui si è sviluppata nei secoli la geotermia in Italia. Esse sono:

- alcune conferenze sull'impatto che la presenza di manifestazioni naturali, e l'uso del calore terrestre e dei suoi

sottoprodotti, hanno avuto fin dall'antichità sulla evoluzione delle condizioni socio-economiche nei territori interessati da quelle manifestazioni, con particolare riguardo alla Regione boracifera; e

- la pubblicazione di un volume speciale sulla storia della geotermia in Italia, dalle origini alla prima metà del XX secolo.

Considerando l'intervallo di tempo in cui si verificarono i primi passi della produzione di energia geotermoelettrica, le iniziative suddette si svolgeranno a partire dal 2003, e dureranno poi fino al 2005. Le conferenze saranno svolte in 2-3 città della Toscana aventi uno stretto legame con gli sviluppi della geotermia. La prima conferenza, che si terrà verso settembre-ottobre di quest'anno, ha per tema *La geotermia in Italia: dalla Preistoria al tempo di Roma*; le altre conferenze saranno su temi riguardanti periodi storici medievali e recenti.

Il Consiglio direttivo dell'UGI ha già avviato contatti per far confluire le suddette iniziative nel quadro di un programma di manifestazioni più ampio da svolgere in collaborazione con, o con il sostegno di altre Parti interessate alla celebrazione del Centenario, ivi inclusi: la Regione Toscana, la Provincia di Pisa ed altre Istituzioni regionali e provinciali, l'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR, l'Enel GreenPower, alcuni Comuni e Comunità montane della Regione boracifera, i discendenti delle famiglie De Larderel e Ginori Conti, alcune Industrie e Compagnie di servizio che hanno operato per lo sviluppo della geotermia in Italia, le Associazioni dei lavoratori elettrici in Toscana (ARCA ed ANSE), ed altre eventuali Parti, sia nazionali che internazionali.

A quest'ultimo riguardo, il Consiglio dell'UGI inviterà l'International Geothermal Association (IGA) ad aderire alle manifestazioni in parola in rappresentanza di tutta la comunità geotermica mondiale che in essa si riconosce.

## Energie rinnovabili e Sviluppo sostenibile nella liberalizzazione del mercato elettrico in Italia (2a parte)

Renato Papale (Enel GreenPower)

**Nota di Redazione.** La prima parte di questo articolo, pubblicata nel n.3 del Notiziario (Sett.'02), tratta i seguenti argomenti: i) i concetti base dello sviluppo sostenibile; ii) le ER nel quadro delle fonti di energia; iii) incentivi dati alle ER prima del Decreto Bersani; e iv) le ER nel contesto del mercato elettrico italiano ed il Decreto Bersani.

Gli acronimi usati nella prima, e ripresi in questa seconda parte dell'articolo, sono: AEEG (Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas), CIP6 (Delibera n. 6 del Comitato Interministeriale Prezzi), CV (Certificati Verdi), ER (Energie Rinnovabili), MICA (Ministero Industria, Commercio ed Artigianato), ed RSU (Rifiuti Solidi Urbani); gli altri acronimi usati qui di seguito, sono spiegati nel testo. La figura di questa seconda parte è numerata in ordine progressivo con quelle della prima parte.

### Inquadramento internazionale

I meccanismi di promozione delle ER compatibili con il libero mercato basato sulla concorrenza si ispirano al principio del cosiddetto Renewable Portfolio Standard (Portafoglio Verde Standard), adottato da alcuni degli Stati USA a partire dai primi anni '90, con regolamentazione autonoma nei vari Stati. Questo principio è alla base anche del Decreto Bersani e di altre iniziative europee nel settore delle ER.

Si tratta di un obbligo, imposto ai fornitori di energia elettrica, di inserire in portafoglio quote percentuali di ER annualmente fissate dallo Stato; in genere, vengono anche fissate le quote per ciascuna fonte.

In Europa, gli strumenti legislativi dei Paesi UE sono differenti da caso a caso; alcuni di essi (Germania e Spagna), infatti, non hanno introdotto il meccanismo dei Certificati Verdi e mantengono sistemi di incentivazione anziché di promozione del mercato; altri Paesi, che pure hanno adottato il sistema dei CV, fanno ricadere l'obbligo di acquisto su soggetti differenti. Il sistema di promozione dell'uso delle ER introdotto in Italia dal Decreto Bersani sembra il più efficace a garantire la trasparenza dei criteri adottati e la semplicità dei controlli.

Per dare una migliore idea del differente quadro legislativo esistente in questo settore negli attuali Paesi UE, si analizzano, in particolare, i casi di Danimarca ed UK.

In Danimarca, il così detto *Electricity Supply Bill* (Decreto per la Fornitura di Elettricità), emesso nel Marzo 1999, ha fissato l'obiettivo di copertura da ER del 27% dei consumi elettrici al 2003, e del 50% al 2030, con le seguenti condizioni:

- obbligo di acquisto dei CV da parte dei consumatori;
- multa di 3,6 €cent/kWh per mancato acquisto della quota di CV spettante a ciascun consumatore;
- istituzione di un fondo, alimentato dalle multe, da utilizzare per interventi di sostegno del prezzo dei CV, mediante acquisto pubblico sul mercato, al prezzo minimo di 1,3 €cent/kWh;
- apertura al commercio dei CV a livello europeo.

In UK, che parte da un livello molto basso di elettricità prodotta con ER, l'obiettivo di copertura dei consumi elettrici da ER è fissato al 5% per il 2003, ed al 10% per il 2010, a queste condizioni:

- obbligo di acquisto dei CV (detti ROCs, *Renewables Obligation Certificates*) da parte dei fornitori di energia elettrica;
- introduzione di un *buy out price* (costo del mancato acquisto) di 5 €cent/kWh per mancato acquisto della quota di ROCs fissata;
- esenzione per gli acquirenti di ROCs dalla Tassa per gli effetti causati sul Cambiamento del Clima (la così detta *Climate Change Levy*, introdotta nell'Aprile 2001), pari ad 1 €cent/kWh per l'energia non ER immessa in rete;
- istituzione di un fondo a favore dei fornitori, alimentato dal suddetto *buy out price*.

Bisogna infine ricordare brevemente che in Belgio ed Olanda (ove la normativa sui CV è entrata in funzione nel 2001), l'obbligo di acquisto dei CV ricade sui fornitori di energia elettrica. In Francia, invece, non ci sono meccanismi di promozione del mercato

giacché, com'è noto, la liberalizzazione del mercato elettrico non è stata attuata.

### ***Il “Libro Bianco” ed il “Libro Verde” della UE, e gli obiettivi posti per l'Italia***

L'Unione Europea è intervenuta spesso sui temi della sicurezza energetica e della riduzione dell'inquinamento ambientale, ed ha dichiarato come sue priorità in questo settore:

- la progressiva liberalizzazione dei mercati energetici nei Paesi membri;
- la realizzazione di un mercato unico europeo dell'elettricità; e
- l'impegno dei governi nazionali su comuni obiettivi ambientali, ed in particolare la ratifica da parte di ciascuno di essi del Protocollo di Kyoto.

In particolare, il “Libro Bianco” del 1997 indicava gli obiettivi di quota ER da raggiungere entro il 2010 per ciascuno degli Stati membri; l'obiettivo d'insieme era di arrivare per quell'anno ad una quota del 12% di ER, pari al raddoppio rispetto alla quota di produzione da ER del 1995.

L'obiettivo del 12 % è stato confermato nel Novembre 2000 dal “Libro Verde”, che si è poi tradotto nella Direttiva 2001/77/CE del 27 Settembre 2001; essa impone agli Stati membri il termine del 27 Ottobre 2003 per comunicare l'accoglimento o meno della Direttiva stessa e per presentare alla UE una relazione sulle azioni intraprese nella direzione ivi indicata.

L'obiettivo esposto per l'Italia nel suddetto “Libro Verde” è di arrivare nel 2010 ad una produzione di elettricità da ER pari al 25%, oppure al 22% dei consumi, a seconda che questi si mantengano, rispettivamente, al di sopra o al di sotto della soglia annua di 340 TWh.

### ***Il Decreto Bersani progressivamente a regime: suoi obiettivi di fondo***

In Italia, i prossimi anni saranno per la generazione di elettricità un periodo di regime transitorio, durante il quale coesisteranno sul mercato sia energia prodotta da impianti nuovi alimentati con ER (per la quale saranno emessi CV Bersani), sia energia prodotta da

altri impianti nuovi che però avevano ottenuto l'ammissione al programma di finanziamento CIP6 già prima della promulgazione del citato Decreto MICA. Entrambi questi tipi di energia saranno ancora remunerati dal GRTN (Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale) sulla base delle tariffe incentivate; per essi, tuttavia, il GRTN emetterà CV che venderà ad un prezzo amministrato, pari alla differenza tra quello medio di acquisto dell'energia prodotta con ER nel quadro del CIP6 ed i ricavi da vendita della stessa energia.

Per la scarsa presenza iniziale sul mercato di CV non emessi dal GRTN, e dato che l'offerta di CV del GRTN è per il momento sufficiente a soddisfare l'obbligo di acquisto da parte dei fornitori, ci si attende che la dinamica domanda-offerta nel breve periodo non influenzi di fatto il valore del CV, che si attesterà quindi, presumibilmente, intorno a quello amministrato. E ciò dovrebbe verificarsi anche per l'azione congiunta di un'altra norma del Decreto MICA, in base alla quale il GRTN può emettere CV “allo scoperto”, da ricoprire entro i successivi 3 anni, nel caso che la domanda sia superiore all'offerta.

Dunque, ancora per qualche anno, non sarà il mercato con i suoi meccanismi domanda-offerta a stabilire il valore del CV; nel seguito, però, questo valore sarà fortemente governato dalla fissazione della quota d'obbligo.

Per concludere, gli obiettivi di fondo (che sono pure gli aspetti positivi) del Decreto Bersani sono:

- superamento del meccanismo del CIP6 (che faceva ricadere solo sullo Stato l'onere di incentivare lo sviluppo delle ER nella produzione di elettricità);
- passaggio da un regime incentivato ad uno di promozione del mercato dell'energia elettrica prodotta con ER;
- ruolo dello Stato di orientamento e di regolazione di tale mercato;
- creazione di meccanismi di competitività, per favorire lo sviluppo tecnologico e l'entrata di nuovi operatori nel mercato dell'energia;

- criterio di addizionalità, ovvero di premio allo sviluppo dell'uso delle ER per la produzione di energia elettrica;
- oggettività dei criteri di promozione, e trasparenza nella certificazione delle ER;
- apertura alla commercializzazione di CV da altri Paesi europei, in base a principi di reciprocità.

### **Limiti del Decreto Bersani**

Insieme agli aspetti positivi detti sopra, emerge anche qualche limite del meccanismo introdotto dal Decreto Bersani per promuovere il maggiore uso possibile delle ER per la produzione di energia elettrica.

1. Il più evidente di essi è che il Decreto in parola non prevede sanzioni pecuniarie per i produttori e gli importatori di elettricità inadempienti. Infatti, per chi trasgredisce l'obbligo di acquisto di CV, è prevista in prima istanza una diffida da parte della AEEG ed, in caso di reiterazione, l'eventuale limitazione della partecipazione al mercato dell'energia. Questa appare però una misura punitiva eccessiva che, potendo costituire un danno non solo per il soggetto inadempiente ma anche per il mercato stesso dell'energia, risulta di fatto una misura inapplicabile.

Sarebbe stato meglio, dunque, fissare una multa (come in Danimarca) o un prezzo di riscatto (e cioè un *buy out*, come in UK), che avrebbero il vantaggio di definire il prezzo massimo di mercato del CV, e di finanziare anche un fondo per la stabilizzazione del mercato in caso di eccesso di offerta.

2. Altro limite è la "pezzatura" di ogni CV, fissata in 100 MWh: una quantità di energia, questa, adatta per impianti industriali, ma che esclude dal mercato dei CV i piccoli produttori di elettricità da fonti ER. Questi piccoli produttori, invece, potrebbero in realtà crescere oltre ogni aspettativa, e contribuire così in maniera rilevante al raggiungimento degli obiettivi fissati per il medio-lungo periodo (un esempio per tutti a tale riguardo: se le 25mila aziende agrituristiche italiane si dotassero tutte di un aerogeneratore *miniWind* da 20kW, il contributo di generazione sarebbe di 1 TWh/anno).

3. La possibilità di un effettivo scambio dei CV sul mercato internazionale è, oggi come

oggi, solo teorica, in quanto limitata da principi di reciprocità che sono spesso più apparenti che reali. Basti pensare a questo proposito alla diversa definizione stessa di ER nei vari Paesi, e citare poi, come esempio per tutti, l'inserimento della termo-valorizzazione dei RSU nel Decreto Bersani; fatto questo che premia le aziende municipalizzate italiane, ma che rende dissimili le nostre normative da quelle di altri Paesi. Si sente quindi la mancanza di una armonizzazione dei criteri di definizione delle ER, che dovrebbe nascere in ambito UE.

4. Vanno infine segnalate altre difficoltà, che pur derivando da situazioni esterne al Decreto Bersani, rischiano di comprometterne gli obiettivi. Le principali di esse sono:

- i pesanti iter burocratico-amministrativi necessari ad ottenere l'autorizzazione alla costruzione degli impianti ed alla loro connessione in rete;
- la remunerazione nell'uso delle ER. In realtà, l'effetto livellante del prezzo dei CV venutosi a creare nell'attuale regime transitorio per la presenza sul mercato di CV del GRTN a prezzo amministrato ed indifferenziato, ed in quantitativi sufficienti a coprire la domanda, potrebbe causare una promozione delle fonti ER molto squilibrata rispetto all'effettiva disponibilità delle risorse di ciascuna fonte.

### **Due scenari per il 2010**

È attualmente in discussione alla Commissione Attività Produttive della Camera un Disegno di Legge del Governo (il cosiddetto DDL Marzano) il cui testo, e molti degli emendamenti presentati, vanno nella direzione di superamento di alcuni dei limiti sopra esposti. L'iter legislativo si chiuderà probabilmente entro l'estate 2003.

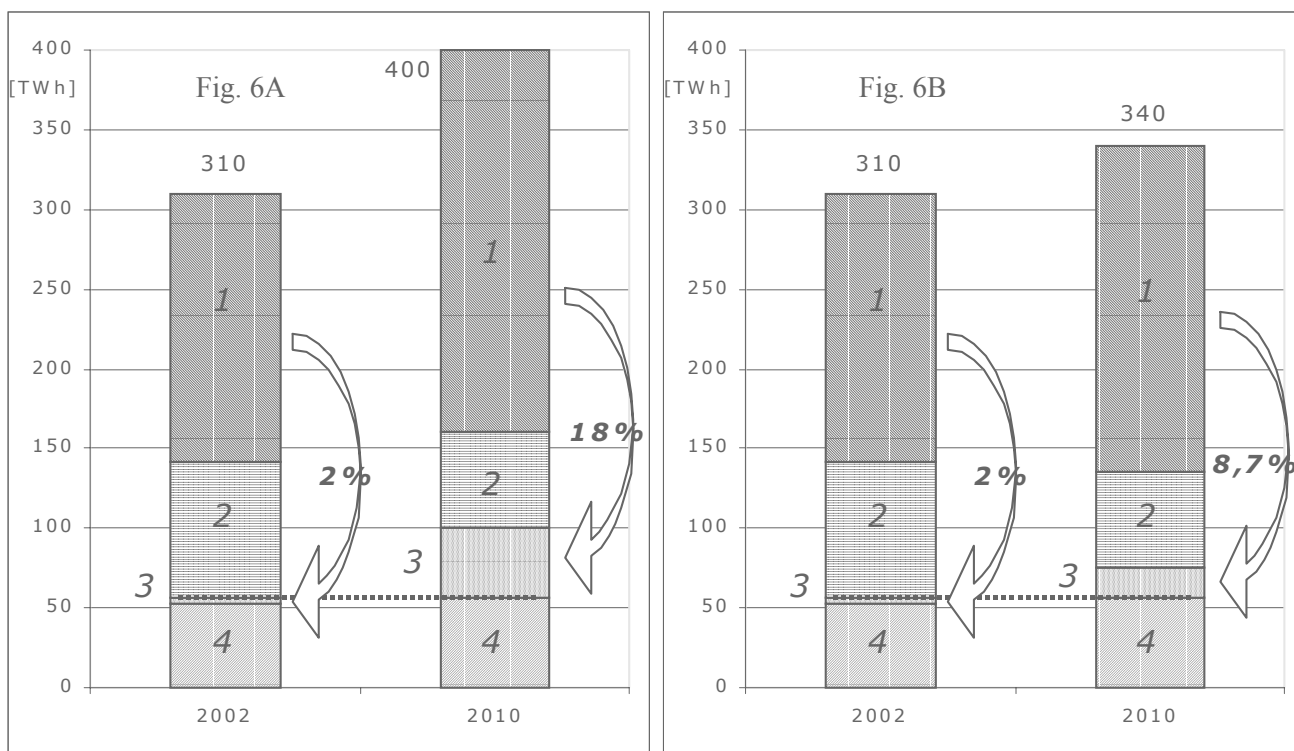
La maggiore incertezza sul futuro sviluppo delle ER per la produzione di energia elettrica in Italia resta però, come si è detto, legata al trend temporale della quota d'obbligo, che per il 2002 fu fissata nel 1999 dal Decreto Bersani al 2%. Questo valore è concordemente ritenuto insufficiente per l'immediato futuro; ma resta da vedere di quanto esso potrà aumentare effettivamente

col tempo da qui al 2010. Conviene però osservare che da questo aumento dipende la remuneratività attesa degli investimenti in ER, e dunque la propensione all'investimento del sistema industriale.

In definitiva, dall'andamento temporale di questo parametro dipende la reale capacità del Paese di raggiungere gli obiettivi indicati dal "Libro Verde" e ripresi dalla citata Direttiva 2001/77/CE, che indica per l'Italia due alternative:

- produzione di elettricità da ER pari al 25% dei consumi, se questi risulteranno superiori a 340 TWh/anno; oppure
- produzione elettrica da ER pari al 22% dei consumi, se questi saranno meno di 340 TWh/anno.

Tenendo presenti queste due alternative, e dato che tra il 2002 ed il 2010 corrono 8 anni (che è proprio il periodo di regime dei CV per ciascun impianto), è immediato concludere che nel 2010 tutta l'energia prodotta con fonti ER da impianti oggi in esercizio sarà ormai esclusa dai CV, mentre tutta l'offerta di CV proverrà da impianti non ancora in esercizio. Ed allora, anche se con qualche approssimazione, è semplice calcolare quale dovrebbe essere la quota d'obbligo nel 2010 per i CV, necessaria a colmare il divario tra la produzione attuale da ER e quella che si dovrebbe raggiungere secondo le due alternative suddette. Ciò premesso, si possono tracciare i due scenari rappresentati in **Figura 6** (A e B) e fare le seguenti considerazioni.



**LEGENDA :**

1. Energia con obbligo di CV (fossile +importazione +quota cogenerazione non esente)
2. Quota di cogenerazione esente dall'obbligo di acquisto di CV
3. Energia Rinnovabile in regime di Certificati Verdi
4. ER esclusa dai CV (oltre 8 anni)

**Fig. 6 -** Ipotesi di sviluppo 2002-2010 delle fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica, secondo le due alternative (A e B) riferite alla Direttiva 2001/77/CE del Settembre 2001, descritte nel testo

1) Nel primo scenario (Fig. 6/A), si è ipotizzata una crescita che porti in otto anni i consumi totali di energia elettrica dai circa 310 TWh del 2002 a 400 TWh nel 2010. Quest'ultimo valore, indicato da molti analisti, corrisponde ad una crescita industriale moderata, non accompagnata da alcuna misura di riduzione dei consumi né di aumento dell'efficienza energetica. In questo caso, l'obiettivo del 25% indicato dalla UE si tradurrebbe in una produzione da ER nel 2010 di ben 100 TWh, e cioè 43 TWh in più della quota attuale. Per sostenere questo risultato, la quota d'obbligo di acquisto di CV dovrebbe crescere fino a raggiungere in quell'anno un valore di poco inferiore al 18%, molto al di sopra del 2% attuale: il tasso d'incremento della quota d'obbligo dovrebbe essere del 2% annuo, a partire dal 2003.

2) Nel secondo scenario (Fig. 6/B), si è supposto il contenimento dei consumi entro 340 TWh nel 2010; questo obiettivo deve essere considerato non come una limitazione allo sviluppo del Paese, ma come il risultato di una auspicabile politica di riduzione degli sprechi e di miglioramento della efficienza energetica. In questo caso, l'obiettivo di produzione da ER nel 2010 (22% di 340 TWh) corrisponderebbe a circa 75 TWh; quindi, l'incremento necessario rispetto alla quota di ER attuali (57 TWh nel 2002) sarebbe di quasi 18 TWh: valore ben più contenuto e raggiungibile di quello di 43 TWh calcolato per il primo scenario. Comunque sia, in questo secondo scenario, la quota d'obbligo delle ER nel 2010 è poco meno del 9%. D'altra parte, le stime di capacità del sistema industriale nazionale e di quelle relative alla disponibilità di risorse rinnovabili indicano che questo secondo scenario è realistico, sia per gli obiettivi quantitativi, sia per quelli temporali.

3) I dati di cui sopra e la rappresentazione grafica di essi fatta nelle Figure 6/A e 6/B sono affetti da approssimazioni derivanti in parte dalla base di riferimento di 310 TWh assunta per il consumo totale di elettricità nel 2002 (che al momento di consegnare questo articolo non è ancora noto con precisione), e soprattutto dalla necessità di fare alcune ipotesi semplificative.

La prima di esse riguarda l'effettiva quota di energia prodotta da fonti ER nel 2002: una parte di tale quota, infatti, generata in impianti piccoli o piccolissimi, viene immessa sulle reti di media o bassa tensione, e dunque sfugge alle misurazioni del GRTN; pertanto, i 57 TWh di ER considerati per il 2002 appaiono un valore credibile, ma incerto.

Si è inoltre trascurata (in prima approssimazione) una pesante discordanza tra la normativa europea e quella italiana: il Decreto Bersani premia difatti con emissione di CV la termodistruzione dei rifiuti, che la UE esclude dal novero delle ER.

Altra semplificazione nel calcolo riguarda la cogenerazione, che è parzialmente esente dall'obbligo di acquisto dei CV; non potendo prevedere l'evoluzione di questo componente della produzione, che è certamente in crescita ma soggetto ad una progressiva riduzione dell'esenzione, si è ipotizzato che la quota esente si attesti nel 2010 intorno a 60 TWh.

Infine, non è stata considerata la probabile diminuzione di producibilità degli impianti da fonti rinnovabili oggi esistenti (diminuzione dovuta cioè a cause diverse, quali: obsolescenza tecnica, riduzione dell'idraulicità per cambiamenti climatici, declino naturale dei campi geotermici, ed altri).

Nonostante queste approssimazioni, i due scenari sopra tracciati delineano una forbice di possibilità che nell'insieme costituisce una ragionevole ipotesi di lavoro.

### **Conclusioni**

- La liberalizzazione del mercato ha reso necessario passare da un regime di incentivi ad uno di promozione. Il Decreto Bersani realizza questo obiettivo con anticipo rispetto ad altri Paesi europei, ed è sostanzialmente in linea con le migliori esperienze a livello mondiale.
- Alcuni limiti al Decreto Bersani, dovuti in parte anche al permanere degli effetti di precedenti meccanismi (per tutti, il CIP 6/92) produrranno incertezze nel quadro economico del settore elettrico ancora per qualche anno, e potrebbero quindi scoraggiare nuovi investimenti.
- Entro l'estate 2003 si concluderà probabilmente l'iter di approvazione del DDL Marzano (che, tra l'altro, contiene

anche alcuni positivi affinamenti del meccanismo) e ad Ottobre scade il termine per l'accoglimento della Direttiva europea 2001/77/CE. Dopo di che, gli scenari futuri di tutto il settore energetico, ed in particolare di quello dello sviluppo delle ER per la produzione di elettricità, dovrebbero essere (almeno per alcuni anni) un poco più chiari.

- Più specificatamente, l'indice più rilevante dello sviluppo delle ER è l'andamento temporale della quota d'obbligo per i CV, che concordemente tutti indicano dover seguire un andamento crescente, a partire dall'attuale 2% annuo.
- I due scenari tracciati nelle Figure 6/A e 6/B, benché approssimati, rappresentano ipotesi di lavoro che danno un'idea dello sforzo da compiere nei prossimi anni; sforzo che richiede ora decisioni politiche coraggiose ed urgenti.

A questo proposito, si nota che il testo base del DDL in discussione propone un incremento dello 0,35% a partire dal 2005 (che porterebbe al 4,1% nel 2010, sicuramente insufficiente al perseguimento degli obiettivi del "Libro Verde"). Il più risoluto degli emendamenti presentati propone invece un incremento dello 0,75% a partire dal 2003 (che porterebbe all'8% nel 2010); si tratta di un valore sostanzialmente in linea con lo scenario di Figura 6/B (date le approssimazioni con cui è calcolato) ma insufficiente da solo, se non accompagnato da misure atte a contenere i consumi entro i 340 TWh.

---

## **Otto nuovi gruppi geotermoelettrici in esercizio nell'area Larderello - Travale/Radicondoli - Montieri**

*Guido Cappetti (Enel GreenPower)*

### ***Sintesi della situazione fino al 2000***

L'utilizzazione a scala industriale delle risorse geotermiche per la produzione di energia elettrica, avviata a Larderello nel 1913 con l'entrata in esercizio di una unità da 250 kW<sub>e</sub>, iniziò a crescere in modo sostenuto a partire dalla fine degli anni '30 (interrotta solo dagli eventi bellici del 1944, quando tutti gli impianti furono distrutti) e fino all'inizio

degli anni '70 (**Fig.1**).

In questo periodo, i pozzi perforati nelle aree di Larderello, Travale-Radicondoli e Monte Amiata avevano profondità che andavano da poche centinaia di metri fino a circa 1500 m, ed interessavano il serbatoio carbonatico sottostante alle formazioni di copertura costituite prevalentemente dalle così dette "argille scagliose".

La perforazione, avviata nelle zone centrali e più produttive dei vari campi si era poi estesa arealmente nel corso degli anni fino a raggiungere i margini produttivi del serbatoio carbonatico; per cui, verso la metà degli anni '70 si pose il problema di come mantenere e possibilmente incrementare, la produzione di fluido, che stava iniziando a declinare a causa del lungo ed intenso periodo di produzione di fluido.

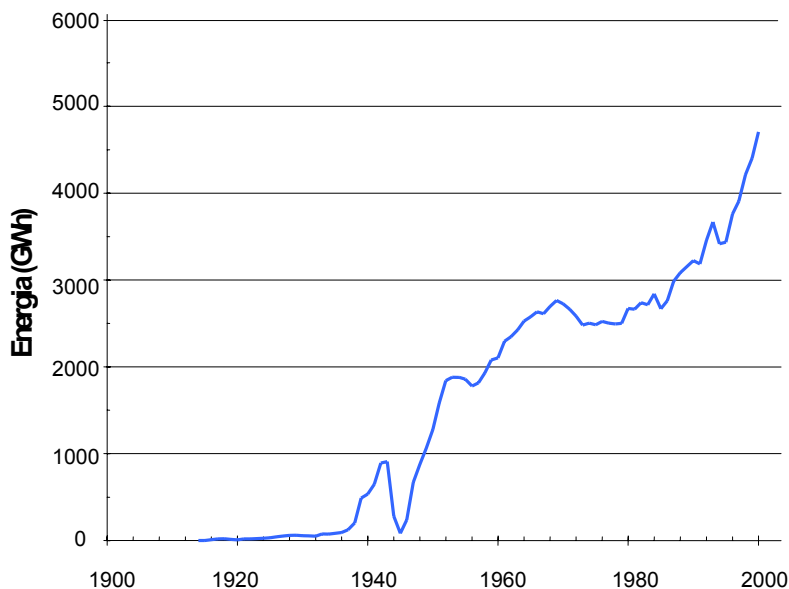
A tale scopo furono avviate due differenti strategie: l'*esplorazione profonda* (3000 – 4000 m), per verificare la presenza di orizzonti produttivi all'interno del basamento metamorfico sottostante al serbatoio carbonatico; e la *reiniezione* di vapore condensato ed acqua nel serbatoio per incrementare la produzione di vapore dai pozzi già in esercizio.

Ambedue le strategie hanno avuto successo ed hanno permesso di incrementare sensibilmente la produzione di fluido, e quindi di energia elettrica, nelle stesse aree in esercizio da molti anni (Fig.1).

La perforazione di pozzi profondi ha permesso di reperire fluido a maggiori temperature e pressioni, e di estendere arealmente le zone di produzione sviluppate fino alla fine degli anni '70.

Le conoscenze acquisite hanno consentito di verificare che i due campi geotermici di Larderello e Travale/Radicondoli, in passato considerati tra loro distinti, fanno parte dello stesso sistema geotermico. I pozzi profondi perforati ai due estremi di tali campi hanno infatti evidenziato la continuità di un serbatoio a vapore dominante con gli stessi valori di temperatura e pressione di strato: 300-350°C e 70 bar, almeno alle profondità fino ad oggi raggiunte con i pozzi.

Nell'area del Monte Amiata, invece, i pozzi esplorativi profondi hanno verificato la



**Fig. 1** - Andamento della produzione geotermoelettrica in Italia dal 1913 al 2000

presenza di un serbatoio a liquido dominante tra 2500 e 4000 m, con una pressione di circa 200 bar alla profondità di 3000 m, e con temperature di 300÷350 °C.

La reiniezione nel campo di Larderello, avviata verso la fine degli anni '70, ha permesso di verificare che le acque immesse in alcuni pozzi vengono vaporizzate all'interno del serbatoio a spese della enorme quantità di energia termica immagazzinata nelle rocce; pertanto, il vapore così generato incrementa effettivamente la produzione dei pozzi circostanti.

I risultati positivi delle due strategie hanno rivalutato il potenziale geotermico dei campi che erano in esercizio da molti anni, ed avviato quindi nuovi programmi sia per ulteriori sviluppi (perforazioni aggiuntive ed installazione di nuove centrali), sia per il rinnovamento degli impianti (sostituzione di centrali ormai obsolete con nuove unità caratterizzate da maggiore efficienza). Di conseguenza, nel periodo 1979-2000 sono stati installati, nelle aree di Larderello, Travale/Radicondoli e Monte Amiata 31 nuovi gruppi con potenza di targa compresa tra 8 e 60 MWe, che hanno permesso di raggiungere una potenza efficiente totale al Dicembre 2000, di 631 MWe.

### ***I più recenti sviluppi***

Gli esiti incoraggianti (in alcuni casi superiori anche alle aspettative) dei nuovi sondaggi profondi perforati sia all'interno che ai

margini dell'area di Larderello-Travale/Radicondoli, assieme alla consolidata verifica degli effetti positivi della reiniezione nelle aree più centrali del campo di Larderello, hanno permesso di avviare verso la fine degli anni '90 una ulteriore e più intensiva fase di sviluppo e rinnovamento degli impianti, con l'installazione e l'entrata in esercizio, nella sola area di Larderello-Travale/Radicondoli-Montieri, nel corso dell'anno 2002, di ben 8 nuovi gruppi, con potenza di targa compresa tra 10 e 60 MWe

Con sei di questi nuovi gruppi, che hanno sostituito impianti in esercizio da ormai molti anni e

considerati quindi obsoleti, è stato praticamente completato il programma di rinnovamento degli impianti avviato verso la fine degli anni '80; le altre due unità, invece, sono state installate nell'ambito di nuovi progetti di sviluppo nelle aree di Sesta e Montieri, dove i pozzi esplorativi avevano evidenziato l'estensione del serbatoio profondo a vapore dominante con buoni, ed in alcuni casi eccellenti, valori di produttività.

Degli otto gruppi installati, due sono di fabbricazione Ansaldo (20 e 60 MWe di targa) in quanto facenti parte di un ordine precedentemente assegnato, mentre per la fornitura degli altri sei gruppi fu fatta nel 2000 una gara internazionale a cui hanno partecipato i maggiori e più referenziati costruttori mondiali.

La gara fu impostata per la fornitura della linea d'asse completa (turbina, generatore, condensatore ed estrattore gas) per sei unità con potenza di targa compresa tra 10 e 40 MWe, con l'opzione di ulteriori tre unità nello stesso intervallo di potenza. Si è trattato del più grande ordine mai emesso per la fornitura di gruppi geotermoelettrici.

La gara era condizionata sia dal prezzo di offerta sia dall'impegno per la fornitura del macchinario in tempi stretti. Era infatti previsto un tempo di 17 mesi dalla aggiudicazione dell'ordine all'avviamento della prima centrale e di procedere poi con un

avviamento al mese per le restanti cinque centrali. Vincitore della gara è risultato il gruppo General Electric–Nuovo Pignone.

Nel Novembre 2001 fu aperto il primo dei sei cantieri; nel periodo Maggio-Ottobre 2002 è stata completata l'installazione e sono entrate in esercizio le sei nuove unità (2x10 MWe + 2x20 MWe + 2x40 MWe), per un totale di 140 MWe di potenza di targa. Tali unità sono corredate di un avanzato sistema di controllo, di supervisione e di telediagnostica, che consentirà di ottenere una più elevata affidabilità.

Gli stretti tempi di fornitura hanno reso necessario un intenso sforzo organizzativo per il coordinamento dei vari cantieri che operavano contemporaneamente; in alcuni di essi, infatti, erano simultaneamente in corso i lavori di smantellamento dei vecchi gruppi, il ripristino degli edifici (ed in qualche caso anche delle torri di raffreddamento) e l'installazione dei nuovi gruppi.

E' da evidenziare infine che anche in questa occasione l'Enel GreenPower non si è limitata ad assegnare una fornitura "chiavi in mano", ma ha curato direttamente con proprio personale la progettazione e, per ben cinque degli otto gruppi, anche le attività di montaggio ed avviamento all'esercizio.

In conclusione, con i nuovi sei gruppi della suddetta gara, e gli altri due gruppi Ansaldo da 20 e 60 MWe prima menzionati, la capacità aggiuntiva entrata in esercizio nell'anno 2002 è stata di 175,5 MWe a fronte di 107,5 MWe smantellati, portando così a 699 MWe la potenza geotermoelettrica totale efficiente in Italia all'inizio del corrente anno. Ulteriori programmi di sviluppo sono già stati predisposti per l'area del Monte Amiata, mentre nuovi programmi di esplorazione ai margini delle aree di Larderello – Travale – Montieri sono già attivati.

---

## L'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR

*Piero Manetti (Direttore dell'IGG-CNR)*

### ***Costituzione, struttura ed informazioni generali***

L'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG) fa

parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) ed è stato costituito mediante provvedimento del CNR n. 15767 del 22/1/2001. Operativo dal 1/1/2002, nella sua composizione attuale l'IGG deriva dall'accorpamento dei seguenti precedenti organi di ricerca del CNR:

- IIRG/Istituto internazionale per le ricerche geotermiche (Pisa)
- Istituto di geocronologia e geochimica isotopica (Pisa)
- Centro di studio per la geologia strutturale e dinamica dell'Appennino (Pisa)
- Centro di studio di geologia dell'Appennino e delle catene perimediteranee (Firenze)
- Centro di studio per la minerogenesi e la geochimica applicata (Firenze)
- Centro di studio per la cristallochimica e la cristallografia (Pavia)
- Centro di studio per la geodinamica alpina (Padova)
- Centro di studio sulla geodinamica delle catene collisionali (Torino)
- Centro di studio per gli equilibri sperimentali in minerali e rocce (Roma).

L'IGG ha sede principale a Pisa e Sezioni territorialmente distinte a Firenze, Padova, Pavia, Roma e Torino. Organi direttivi dell'IGG sono il Direttore, il Comitato d'Istituto ed il Consiglio Scientifico.

In seguito a provvedimento del CNR del 20/12/2001, e con mandato fino al 31/12/2005, è stato nominato **Direttore** dell'IGG lo scrivente. Per regolamento, sono stati nominati dal Consiglio Direttivo del CNR il 7/2/2002, su mia proposta, i seguenti **Responsabili di Sezione**: Dr. Angelo Minissale (Firenze), Prof. Giuliano Bellieni (Padova), Dr. Elio Cannillo (Pavia), Dr. Carlo Aurisicchio (Roma), e Dr. Riccardo Polino (Torino).

Del **Comitato d'Istituto** fanno parte, oltre al Direttore ed ai 5 Responsabili di Sezione, anche 5 rappresentanti eletti dai ricercatori e dai tecnologi: Dr. Giovanni Gianelli (Pisa), Dr.ssa Giovanna Moratti (Firenze), Dr.ssa Maria Teresa Pareschi (Pisa), Dr.ssa Sonia Tonarini (Pisa), Prof. Riccardo Vannucci (Pavia), ed un rappresentante eletto dal personale tecnico-amministrativo, Sig.

Antonio Caprai (Pisa).

Il **Consiglio Scientifico**, nominato dal Presidente del CNR il 3/4/2002, è costituito da: Prof. Marcello Bernabini (Roma), Prof. Michael Robert Carroll (Camerino), Prof. Carlo Doglioni (Roma), Prof. Stefano Merlino (Pisa), e Prof. Tom Paces (Servizio Geologico, Praga).

Il **personale** afferente all'IGG è attualmente costituito da 101 ricercatori, tecnici ed amministrativi del CNR, e da 77 professori e ricercatori universitari, che hanno aderito all'Istituto; ad essi vanno aggiunti 18 contrattisti ed assegnisti di ricerca, e 22 collaboratori a titolo gratuito. Con i suoi 218 collaboratori l'IGG rappresenta una delle maggiori realtà scientifiche operanti in Italia nel settore delle Scienze della Terra.

La **sede** dell'IGG è ubicata presso l'Area della Ricerca del CNR, Via G. Moruzzi 1 - 56124 Pisa; telefono Segreteria: Tel. 050/3152382; Fax: 050/315 2323 o 2322; indirizzo e-mail: [igg@igg.cnr.it](mailto:igg@igg.cnr.it); sito web: <http://www.igg.cnr.it/>. Su questo sito si possono trovare notizie sull'Istituto, le sue Sezioni, le pubblicazioni, le attività editoriali, e tutte le possibilità analitiche dei suoi laboratori.

### **Compiti**

I compiti dell'IGG sono le attività di ricerca, valorizzazione e trasferimento tecnologico, e formazione ed informazione, relative alle seguenti tematiche: comprensione dei processi geologici che interessano il sistema Terra mediante studi geodinamici, geochimici, geofisici e di caratterizzazione dei materiali geologici; svolgimento di analisi utili a mitigare i rischi di natura geologica, e previsione e mitigazione degli effetti dei cambiamenti globali; ed individuazione di risorse naturali per uno sviluppo sostenibile. In particolare, l'IGG svolgerà ricerche atte a comprendere come si è comportato il sistema Terra nel passato, come si sta comportando attualmente, e quale sarà la sua evoluzione futura. Verranno prodotti a questo scopo diversi modelli rappresentativi dei processi fondamentali che avvengono sulla superficie ed all'interno del nostro pianeta, da utilizzare anche ai fini della mitigazione dei rischi naturali, della conservazione degli equilibri globali, e della individuazione e corretta

gestione delle risorse.

Più in particolare, le principali linee di ricerca dell'Istituto riguardano le seguenti grandi tematiche: *geodinamica, materiali geologici, geochimica e geologia isotopica, territorio e rischi geologici ed ambientali, e georisorse*.

Per quanto riguarda la **geodinamica**, le ricerche saranno concentrate sullo studio dei margini continentali e delle aree oceaniche, e sulla evoluzione delle catene montuose durante le fasi sin- e post- collisionali, anche attraverso lo sviluppo di modelli analogici. Particolare attenzione sarà posta al riconoscimento delle strutture attive, che rivestono grande importanza ai fini della valutazione dei rischi geologici.

Lo studio dei **materiali geologici** riguarderà la genesi di minerali e rocce, e la caratterizzazione di materiali naturali e sintetici con speciale riguardo alle loro proprietà ed applicazioni. I risultati delle ricerche permetteranno di risolvere problematiche petrografiche e mineralogiche, con applicazioni estese anche al settore dei beni culturali, dell'ambiente e delle georisorse.

La **geochimica** e la **geologia isotopica** indagherà sul comportamento profondo della Terra attraverso lo studio dell'origine dei magmi e dei meccanismi mediante i quali avviene il flusso di materia tra mantello e zolle continentali. Particolare attenzione verrà data alla ricostruzione temporale dei processi geologici; aspetto fondamentale, questo, per comprendere i processi geodinamici del passato ed in atto.

Gli studi su **territorio, rischi geologici ed ambientali** saranno concentrati essenzialmente sulla circolazione dei fluidi sia in aria che nel sottosuolo. Verranno, tra l'altro, studiati gli effetti del degassamento del biogas, allo scopo di ottimizzare i sistemi di captazione. Lo studio della circolazione dei fluidi in profondità verrà utilizzato anche ai fini della riduzione del rischio sismico. Saranno inoltre messe a punto metodologie di indagine per la valutazione dei rischi legati a processi di scorrimento superficiale. Una parte significativa delle attività in questo settore riguarderà anche le problematiche legate alla rappresentazione geologica alla media e grande scala.

Le ricerche di base per l'individuazione di *georisorse* avranno differenti obiettivi. Uno dei principali riguarda il miglioramento delle conoscenze delle strutture profonde di aree geotermiche e dei fluidi in esse contenuti; e ciò allo scopo di contribuire a dare una risposta su quale ruolo energetico possa assumere nel futuro l'estrazione del calore contenuto nelle strutture cristalline profonde inesplorate, per le quali esiste l'obbligo scientifico, da parte di una struttura pubblica di ricerca, di approfondire la conoscenza. Saranno inoltre modellizzate le interazioni fluido-roccia, anche ai fini della riduzione dell'immissione di anidride carbonica nell'atmosfera. Tra le aree ad alto potenziale geotermico e giacimentologico, particolare attenzione sarà rivolta allo studio delle intrusioni granitiche e dei vulcani che interessano il margine tirrenico. Infine, dato che le risorse idriche costituiscono una dei beni naturali più limitati e ad alta vulnerabilità, una importante parte delle attività di ricerca dell'IGG riguarderà la loro dinamica superficiale e profonda, nonché i processi di inquinamento, utilizzando principalmente metodologie geochimiche ed idrogeologiche.

#### *Attività nel campo della geotermia*

Essendo l'energia geotermica uno dei principali interessi scientifici del settore georisorse, e data la natura del Notiziario UGI, si fornisce qui qualche informazione aggiuntiva a questo riguardo.

Nel settore georisorse dell'IGG è confluito tutto il personale scientifico dell'ex-IIRG con il suo know-how e tutte le sue attrezzature. In campo geotermico, pertanto, l'IGG, contando anche su altre sue componenti, ha competenze geologiche, petrografiche, mineralogiche, geofisiche, geochimiche, idrogeologiche, di fisica del serbatoio e di modellistica concettuale e numerica, sia per i sistemi di alta temperatura (produzione di energia elettrica) che per quelli di media e bassa temperatura (usi diretti). L'IGG può quindi contribuire all'esplorazione per individuare nuovi sistemi geotermici ed effettuare, tra l'altro, studi su: origine dei sistemi geotermici e loro stato naturale (pre-sfruttamento); effetti indotti dallo sfruttamento; reiniezione nei serbatoi geotermici (ricarica artificiale) e loro

ricarica naturale; iniezione di fluidi in rocce calde per il recupero di calore in aree caratterizzate da alto flusso di calore, ma bassa permeabilità; flusso di calore terrestre ed influenza della circolazione di fluido su di esso; caratterizzazione geotermica del territorio; e problematiche ambientali legate direttamente o indirettamente alla geotermia.

L'IGG, inoltre, ha nel suo complesso una importante rete di laboratori, alcuni dei quali dotati di apparecchiature uniche in Italia. Sono disponibili tra altri: una microsonda ionica e l'ICP-MS con ablazione laser (presso la sezione di Pavia), tre microsonde elettroniche (presso le sezioni di Firenze, Roma e Padova), uno spettrometro per misure di età col metodo  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , spettrometri di massa per misure isotopiche di ossigeno, carbonio, elio, stronzio, neodimio, piombo e trizio, diffrattometri, fluorescenze a RX, e microscopi elettronici. I laboratori, oltre ad essere utilizzati per i compiti istituzionali, sono a disposizione della comunità scientifica essenzialmente attraverso collaborazioni; ma possono effettuare anche prestazioni per conto di terzi. Questi laboratori, oltre a sviluppare nuove metodologie analitiche e strumentazioni, forniscono pure supporto analitico e logistico per campionamenti di fluidi e misure di parametri chimico-fisici alle varie linee di ricerca. Per lo svolgimento delle ricerche suddette, che (oltre ad analisi petrografiche e petrofisiche di minerali e rocce, nonché analisi chimiche ed isotopiche di acque, gas e roccia) comporta anche indagini geofisiche, l'Istituto può contare inoltre su: attrezzature per misurare la temperatura in pozzi profondi fino a 2000 m; un sistema di magnetotellurica MT-V5; un gravimetro; e strumenti per la misura della conducibilità termica su campioni di rocce.

Per quanto riguarda in particolare il laboratorio di modellistica numerica geotermica ed ambientale sono stati sviluppati o sono disponibili (in collaborazione con il Lawrence Berkeley National Laboratory dell'Università della California e la Società Aquater del Gruppo ENI) simulatori tridimensionali di serbatoio, all'avanguardia nel mondo, che servono per la modellazione del flusso sotterraneo, non-isotermo e multifase, di miscele di fluidi e del trasporto di soluti, accoppiato anche a reazioni

chimiche (interazione fluido-roccia) o alla geomeccanica.

L'IGG ha un ruolo importante anche nella formazione di personale geotermico. È infatti operante dal 1970 il programma di formazione **Scuola Internazionale di Geotermia** che ha dato applicazione ad una risoluzione della 15<sup>a</sup> Conferenza Generale dell'UNESCO. In più di 30 anni di vita, la Scuola ha svolto, per oltre 800 allievi provenienti da tutti i continenti, numerosi corsi di specializzazione in Italia e all'estero sui più svariati temi di ricerca ed utilizzazione dell'energia geotermica. Oltre che nei corsi di specializzazione, la Scuola ha maturato esperienza nella organizzazione di congressi internazionali e nella preparazione di testi didattici e di manuali.

Bisogna infine ricordare che l'IGG continua ad essere attivo anche nella disseminazione in ambito internazionale della informazione geotermica; è infatti editore della rivista **Geothermics**, pubblicata e distribuita dalla Elsevier Science Ltd.-Pergamon, Oxford, UK. La rivista è l'unico periodico internazionale dedicato esclusivamente alla geotermia. Essa ha iniziato l'attività nel 1970 con la pubblicazione degli atti dell'U.N. Symposium on the "Development and Utilization of Geothermal Resources", ed è ora divenuta bimestrale con circa 800 pagine/anno; la rivista copre quindi tutti gli aspetti delle scienze geotermiche, dalla ricerca di base a quella applicata, ivi incluse le tecnologie di utilizzazione e l'ambiente. L'Istituto possiede, inoltre, una delle biblioteche geotermiche più complete al mondo.

In conclusione, l'IGG è una struttura pubblica in grado di condurre e di coordinare in maniera organica ed innovativa, anche avvalendosi di validi contatti nazionali e internazionali, non solo la ricerca geotermica di base, ma anche quella applicata di sostegno all'attività industriale nel settore delle Scienze della Terra. Nel 2002, l'IGG si è associato alla Unione Geotermica Italiana (UGI) allo scopo di contribuire alla diffusione della conoscenza della geotermia in Italia ed a promuoverne lo sviluppo, al fine di diminuire l'uso di fonti di energia importate ed il loro impatto sull'ambiente.

### ***Orientamenti per le prossime attività operative***

La confluenza di nove organi differenti in un unico Istituto ha reso innanzitutto necessario riorganizzare i rispettivi programmi di attività, costituiti inizialmente da più di 100 temi di ricerca; e ciò con l'obiettivo di realizzare il rafforzamento degli scambi tra sedi e competenze diverse, e poter quindi giungere ad una loro sinergia operativa. A questo scopo, è iniziata la preparazione di progetti che costituiranno l'attività di ricerca per il triennio 2003-2005; essi verranno organizzati per il futuro secondo il modello operativo previsto per i progetti cofinanziati dal MIUR. In quest'ottica, sarà individuato, per un triennio, un Responsabile di Progetto e delle Unità Operative impegnate nello svolgimento delle relative attività; Unità che saranno composte da personale di più Sezioni, con varie e diversificate competenze.

I progetti che si conta di realizzare nell'ambito delle linee tematiche di ricerca prima indicate sono:

- **Geodinamica:**
  - 1) Evoluzione tettono-metamorfica delle catene alpino-himalayane;
  - 2) Evoluzione neogenico-quadernaria delle catene perimediteranee.
- **Materiali geologici:**
  - 1) Proprietà chimico-fisiche dei minerali e dei loro equivalenti sintetici, e loro applicazioni tecnologiche;
  - 2) Contributo alla conoscenza dei processi geologici che presiedono alla genesi ed evoluzione di rocce magmatiche e metamorfiche;
  - 3) Minerali e rocce di valore economico: aspetti giaciture, caratteristiche tecnologiche e strutturali utili al miglioramento qualitativo dei prodotti industriali finiti, o al recupero di beni di valore storico-culturale.
- **Geologia isotopica e Geocronologia:**
  - 1) Subduzione di placche crostali nel mantello;
  - 2) Cronologia dei processi geologici nella litosfera continentale.
- **Territorio, rischi geologici ed ambientali:**
  - 1) Valutazione dell'impatto di una discarica nell'ambiente: effetti del degassamento del biogas ed ottimizzazione dei sistemi di captazione;
  - 2) Studio dei processi di scorrimento superficiale, analisi morfologiche e valutazione della pericolosità;

3) Problematiche legate alla rappresentazione di carte geologiche alla media e grande scala.

• **Georisorse:**

- 1) Risorse geotermiche ed acque termali;
- 2) Georisorse solide;
- 3) Studio delle acque ad uso idropotabile della Toscana Meridionale (M. Amiata e bacini superficiali).

**Conclusioni**

I compiti assegnati all'IGG, e quindi le attività per esso previste ed in parte già avviate, coprono uno spettro ben più ampio di quello coperto dall'ex IIRG per quasi 40 anni; non tutte le ricerche dell'IGG riguardano infatti temi direttamente connessi allo studio ed allo sviluppo della geotermia nel nostro paese. Molte di tali ricerche, tuttavia, associate ai più ampi mezzi operativi che le rendono possibili, consentiranno di realizzare importanti sinergie tra campi collaterali delle Scienze della Terra, che avranno sicuramente una ricaduta positiva anche nelle attività di ricerca proprie del settore geotermico; basti pensare, per fare solo un esempio, agli studi di geodinamica regionale ed al loro rapporto di causa-effetto con il regime termico ed i processi ignei che si instaurano nella crosta terrestre a piccola profondità. Ecco perchè si è voluto presentare in questo primo articolo una panoramica, sintetica ma completa, di tutti i compiti ed attività del neoformato Istituto. Seguiranno però altri articoli per informare i lettori del Notiziario sui risultati di temi di ricerca riguardanti da vicino gli aspetti della geotermia, che saranno svolti nel quadro di programmi nazionali, comunitari, ed internazionali.

Infine, dato il ruolo che le risorse indigene non convenzionali di energia, ivi incluse prioritariamente quelle geotermiche, dovrebbero poter assumere nel quadro energetico del paese (*ndr: vedi in questo stesso numero del Notiziario la "Lettera aperta" ed il paragrafo "Due scenari per il 2010" nell'articolo di Papale*), si auspica che il riordino recentemente avviato degli Enti di Ricerca controllati dal MIUR (e quindi anche dell'IGG quale organo del CNR), voglia tener conto della importanza della ricerca in questo settore vitale della nostra economia. Le risorse non convenzionali di energia, e con esse le attività di R&D che ne rendono possibile lo sviluppo, dovrebbero perciò

ricevere nel suddetto riordino la più alta considerazione del Governo e di tutte le forze politiche.

---

**Le pompe di calore geotermiche:  
Note introduttive**

*Renato Lazzarin (Università degli Studi di Padova - Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi industriali)*

**Nota di redazione.** Il Prof. Lazzarin è uno dei maggiori esperti mondiali di pompe di calore; tecnologia, questa, che da oltre dieci anni si è affermata anche nel settore geotermico in molti paesi del mondo, ma che in Italia è poco conosciuta ed ancor meno applicata. E poiché la diffusione delle pompe di calore geotermiche per il condizionamento di ambienti (riscaldamento d'inverno e raffrescamento d'estate) potrebbe dare in molte zone d'Italia un significativo contributo al risparmio di energia ed alla riduzione dei consumi di fonti energetiche ad alto impatto ambientale, per cominciare a disseminare informazioni sul tema, il Comitato di Redazione ha chiesto al Prof. Lazzarin di preparare questo primo articolo per il Notiziario. Seguirà poi un secondo articolo in uno dei prossimi numeri, con il quale lo stesso autore illustrerà la situazione delle pompe di calore geotermiche nel mondo e le loro prospettive di sviluppo nel nostro paese, con un cenno anche ai relativi costi.

**Concetti generali**

La pompa di calore è un dispositivo che consente di innalzare il livello di temperatura dell'energia termica prelevata da una sorgente la cui temperatura non ne consenta un utile impiego. Per questo funzionamento è necessaria la fornitura di un'adeguata quantità di energia di migliore qualità, quasi sempre energia elettrica, che si ritroverà all'utilizzazione assieme a quella prelevata dalla sorgente a basso livello termico. Uno dei parametri caratteristici della pompa di calore è il *COP (Coefficient of Performance)*, che è il rapporto fra l'energia termica che la macchina mette a disposizione per l'utilizzazione ( $Q_u$ ) e l'energia pregiata necessaria per assicurarne il funzionamento ( $L$ ). Il primo principio della Termodinamica applicato al sistema pompa di calore assicura che l'energia termica utile è pari alla somma dell'energia pregiata più quella prelevata ( $Q_e$ ) dalla sorgente fredda:

$$COP = \frac{Q_u}{L} = \frac{Q_e + L}{L} = \frac{Q_e}{L} + 1$$

La relazione mostra che il *COP* è sempre maggiore dell'unità, tanto più quanta più energia termica viene prelevata dalla sorgente fredda. Com'è noto, negli ultimi anni vi è stata in vari settori industriali e civili di molti paesi, ivi inclusi il nostro (ma in Italia non certo in campo geotermico), un'importante diffusione delle pompe di calore, in particolare tramite i condizionatori del tipo *split* che con poche modifiche consentono il funzionamento nella modalità pompa di calore impiegando come sorgente fredda l'aria esterna.

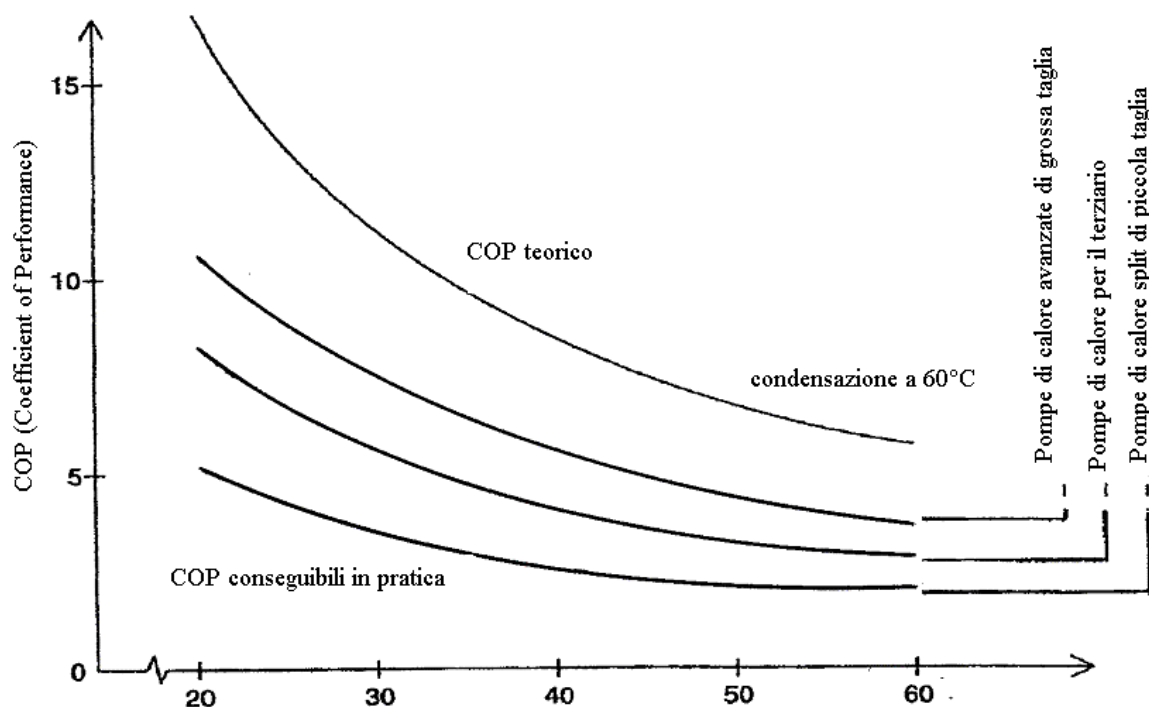
E' evidente l'interesse sia dal punto di vista energetico che economico ad ottenere i valori di *COP* più alti possibili: esso infatti costituisce una sorta di moltiplicatore dell'energia pregiata fornita, e consente di mettere a disposizione energia utile in misura multipla (anche tripla o quadrupla) dell'energia elettrica richiesta per il funzionamento della macchina.

L'analisi termodinamica condotta con il

secondo principio consente di definire il limite massimo ottenibile di *COP* in funzione soltanto delle temperature estreme della pompa di calore, vale a dire la temperatura dell'energia termica utile prodotta  $T_1$  e quella della sorgente fredda  $T_2$ :

$$COP = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

Il comportamento delle macchine reali è anch'esso fortemente dipendente dai livelli di temperatura: le inefficienze del funzionamento reale impediscono il raggiungimento del *COP* massimo previsto, consentendo di ottenerne una frazione dell'ordine del 40-50%. Più precisamente, l'andamento del *COP* può essere descritto con le curve illustrate in **Fig. 1** dove, a confronto con i valori massimi ideali, si vedono quelli effettivamente conseguibili, per valori più alti, relativi alle macchine di grossa potenzialità (normalmente di esecuzione più accurata e di dimensionamento più generoso delle superfici di scambio), e per valori più bassi, riguardanti i piccoli sistemi domestici di tipo *split*.



**Fig. 1** - *COP* teorico e *COP* praticamente ottenibili da pompe di calore elettriche in funzione dell'incremento di temperatura

Come si vede, le curve sono ottenute ipotizzando una temperatura di 60°C per il calore utile, adatta per molte applicazioni di riscaldamento invernale, ponendo come variabile indipendente il divario di temperatura entro la pompa di calore. L'andamento della capacità risulta altrettanto penalizzante al crescere del divario di temperatura.

Il grafico di Fig. 1 suggerisce le seguenti immediate considerazioni:

**1.** *Prima di compiere qualsiasi sforzo per ricercare sorgenti termiche a livelli di temperatura più convenienti, è consigliabile selezionare con cura i sistemi di riscaldamento, in modo da abbassare la temperatura di fornitura dell'energia termica.* E' infatti privo di senso pensare a sistemi che utilizzano la massima temperatura consentita dalla macchina (di solito fra 50 e 60 °C), quando ci si può rivolgere a sistemi che, adeguatamente dimensionati, consentono di lavorare a temperature non superiori a 35 °C: basti pensare a pavimenti o soffitti radianti, ovvero a sistemi ad aria calda.

**2.** *L'aria esterna, sorgente termica cui si fa abitualmente ricorso per la pompa di calore, è probabilmente la più sfavorevole dal punto di vista termodinamico, dal momento che al suo diminuire aumenta il fabbisogno, mentre la pompa di calore presenta capacità e COP decrescenti.*

In realtà, l'aria esterna presenta l'unico grosso vantaggio della facile disponibilità, mentre altre caratteristiche sono decisamente svantaggiose: si pensi al problema del brinamento delle batterie, quando gela a contatto delle pareti fredde dell'evaporatore l'acqua contenuta nell'aria trattata fino ad ostacolare il passaggio dell'aria attraverso la batteria stessa, costringendo a prevedere periodici cicli di sbrinamento. Ovvero, si pensi al rumore connesso al passaggio di relativamente elevate volumetrie d'aria attraverso la batteria, o al costo energetico della sua movimentazione. Per questi motivi, ci si è rivolti in passato, e lo si farà sempre di più in futuro, a sorgenti fredde alternative rispetto all'aria esterna. Fra queste, un posto di rilievo spetta alle sorgenti fredde di natura geologica, vale a dire alle acque sotterranee

ed al terreno, come di seguito descritti.

### ***Le acque sotterranee***

A parità di temperatura con l'aria, l'acqua presenta caratteristiche di scambio termico di gran lunga migliori ed una capacità termica decisamente maggiore non solo, ed è ovvio, a parità di volume, ma anche a parità di massa: ad esempio, una riduzione di temperatura di 10 °C può comportare una variazione di entalpia di 10 kJ/kg per l'aria, e di 42 kJ/kg per l'acqua. L'aria può riacquistare la parità solo se varia il suo contenuto in vapore d'acqua. Inoltre, la movimentazione dell'acqua è generalmente meno costosa dal punto di vista energetico, e presenta minori problemi di rumore e di ingombro.

Bisogna sottolineare che prima ancora di ricorrere alle acque sotterranee varrebbe la pena per un paese come il nostro, dove esistono innumerevoli località costiere ed in alcune zone molti corsi d'acqua (Pianura Padana, ad esempio), considerare il possibile ricorso alle acque superficiali (fiumi, laghi, mare) con problematiche sia di tipo tecnico che normativo non marginali, ma comunque risolubili. In alternativa, le acque sotterranee possono fornire considerevoli vantaggi sia dal punto di vista energetico che economico.

L'impiego delle acque sotterranee, d'altra parte, è tutt'altro che scevro di problemi tecnici; ma è confortato da una vastissima sperimentazione che, per la numerosità di realizzazioni di grandi dimensioni, si può considerare oramai una tecnica matura.

Il paese leader in questo campo è senza dubbio l'Olanda, dove, per promuovere questa tecnologia ad elevato risparmio energetico, è risultato decisivo l'intervento del NOVEM (*Agenzia Olandese per l'Energia e l'Ambiente*).

L'acqua sotterranea (acqua di pozzo) è largamente impiegata in Italia nei raffreddamenti in ambito industriale; ma ciò avviene con limitazioni via via più severe nei confronti sia del prelievo in pozzo che dello scarico in rete fognaria. La limitazione nel prelievo è spesso legata al progressivo abbassamento della falda; ma i moderni sistemi di utilizzazione termica delle acque sotterranee prevedono la reiniezione dell'acqua nella falda, sia per limitare o

annullare il suddetto fenomeno dell'abbassamento, che per sfruttare la falda con funzioni di accumulo stagionale.

Purtroppo in Italia è proprio questa operazione di reiniezione quella maggiormente controversa. Va detto innanzitutto che la perforazione del terreno e la possibilità di estrarre acqua dalle falde sotterranee richiede l'autorizzazione delle Autorità Provinciali e Regionali. Se la trivellazione supera i 30 metri di profondità deve essere comunicata al Servizio Geologico Nazionale. Se si intende prelevare fino ad un modulo d'acqua (100 litri/sec) le autorizzazioni vengono concesse dalle Regioni. Se durante la trivellazione si trova un acquifero si deve fare la denuncia di scoprimento d'acqua con i dati tecnici (livello statico e dinamico, ecc.) al Magistrato delle Acque, facendo domanda di sfruttamento. La domanda viene accolta solo dopo aver interpellato tutti gli enti interessati (Comuni, Aziende d'acquedotto, ecc.); ma viene data in ogni caso la precedenza agli usi potabili ed irrigui della risorsa idrica.

D'altra parte, mentre lo scarico dell'acqua nella rete fognaria è regolamentato dalla legge Merli, la possibile reiniezione in falda per scopi geotermici è difficile da reperire nella legislazione italiana. Se ne fa cenno nel DL 132/92, dove all'Art. 8 si afferma che "*lo scarico consistente nella reiniezione nella stessa falda per scopi geotermici [...] è soggetto a preventiva autorizzazione [...] ai sensi della legge 319/76 [legge Merli]*". Tuttavia, dato che tale legge non tratta di utilizzazioni geotermiche, bisogna considerare l'aggiornamento previsto dal DL 245/96 che modifica come segue l'articolo sopra menzionato: "*lo scarico diretto consistente nella reiniezione nella stessa falda o iniezione in altre falde, che uno studio idrogeologico dimostri confinate e costantemente inadatte a qualsiasi altro uso, in particolare ad usi domestici o agricoli, di acque utilizzate a scopi geotermici [...] è consentito in deroga ai divieti stabiliti dall'Art. 6 [del DL 132/92]*".

Si tratta però di capire se l'utilizzo dell'acqua come sorgente fredda di una pompa di calore possa essere considerato geotermico, atteso

che le leggi 896/86 e DPR 395/91 forniscono le seguenti definizioni di risorsa geotermica:

a) "*l'energia termica derivante dal calore terrestre estraibile mediante fluidi geotermici*";

b) "*fluidi da processi naturali di accumulo e riscaldamento che vengono estratti sotto forma di vapore, acqua calda, salamoia o gas caldi*".

In altre parole, si pone la seguente domanda: un'acqua a temperatura, ad esempio, di 10-12°C si può considerare calda? Da colloqui con funzionari del Dipartimento per la Geologia e le Attività Estrattive della Regione Veneto sembra che la forzatura possa essere accettata. In tal caso per acque geotermiche a profondità non superiore a 400 metri e con potenze termiche complessive inferiori a 2000 kW, l'interlocutore è proprio l'Autorità Regionale appena citata, che concede l'autorizzazione previa domanda corredata di relazione tecnica in cui si forniscano i dati necessari alla valutazione (finalità dell'operazione, composizione chimica dell'acqua prima e dopo, portate, pressioni, sistemi impiegati, apparecchiature di sicurezza, ecc.).

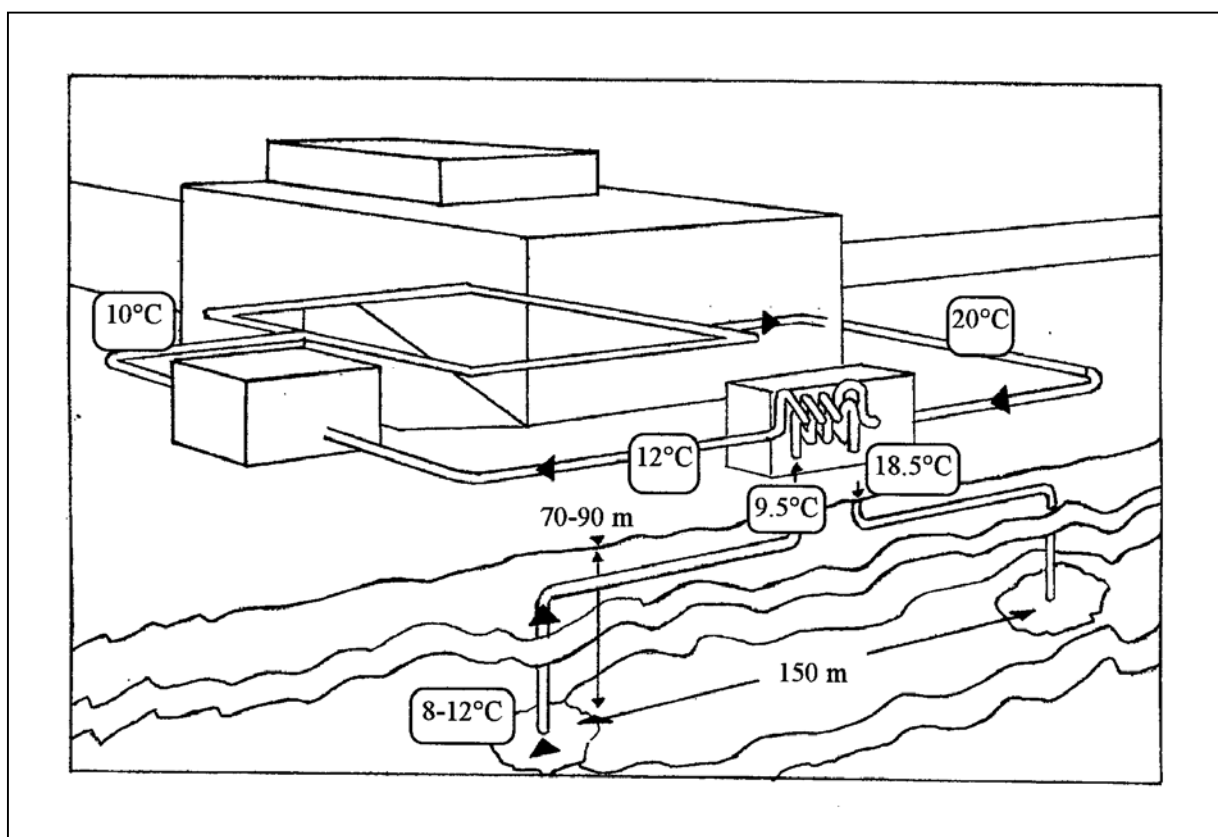
Dal punto di vista tecnico, una volta accertate la disponibilità e le caratteristiche dell'acquifero, si tratta di stabilire, in funzione delle esigenze dell'edificio da condizionare termicamente, la portata d'acqua necessaria, e quindi il numero e la dimensione dei pozzi. Spesso sono sufficienti due pozzi: uno di prelievo invernale ed immissione estiva, e l'altro di prelievo estivo e di immissione invernale. Per evitare il corto-circuito dell'acqua è opportuno che i due pozzi siano distanziati sufficientemente in funzione della velocità dell'acqua nella falda.

Questo tipo di applicazione viene spesso indicata come UTES (*Underground Thermal Energy Storage*), intendendo con questa definizione che l'acquifero può diventare parzialmente una sorta di accumulo stagionale che riceve energia termica nella stagione estiva per cederla in quella invernale. Non è questa la sede per fornire dettagli su questa tecnologia, basti qualche dato su una delle ormai numerose applicazioni operanti nel

Nord Europa (Paesi Bassi, Germania, Svezia) da alcuni anni.

L'esempio che si vuole qui proporre è quello del *Groene Hart Hospital* situato nella città di *Gouda* (proprio la città dell'omonimo formaggio olandese), il cui funzionamento estivo è schematizzato in **Fig. 2**. I due pozzi, distanziati di circa 150 metri, possono fornire fino a 60 m<sup>3</sup>/h d'acqua. Il pozzo "caldo", ad una temperatura media invernale di prelievo di circa 15 °C, permette prima di tutto il preriscaldamento dell'aria di rinnovo ed il

funzionamento di pompe di calore con una temperatura media di reimmissione di 7,2 °C. L'acqua movimentata nella stagione invernale è pari a 47.000 m<sup>3</sup> con un flusso energetico di circa 425 MWh. D'estate, l'acqua è disponibile fra 8 e 12 °C e viene reimpressa nel pozzo a circa 17 °C, consentendo spesso un raffreddamento diretto senza ricorso a macchine frigorifere (*free cooling*). L'accumulo freddo rende disponibile su base stagionale circa 310 MWh frigoriferi.



**Fig. 2** - Schema d'impianto del sistema UTES del Groene Hart Hospital di Gouda, Olanda

Il sistema può comportare dei problemi quando l'aria vada deumidificata, ma si può ovviare ad essi lasciando all'accumulo freddo solo il carico sensibile, ed a *chiller* tradizionali il carico latente; *chiller* che possono lavorare con *COP* elevatissimi, date le temperature molto favorevoli del pozzo freddo. L'esperienza del *Groene Hospital* indica che il costo iniziale dell'accumulo freddo è dello stesso ordine di grandezza della potenza frigorifera convenzionale sostituita

(circa 630 kW), e quindi i vantaggi economici dell'applicazione possono essere molto rilevanti.

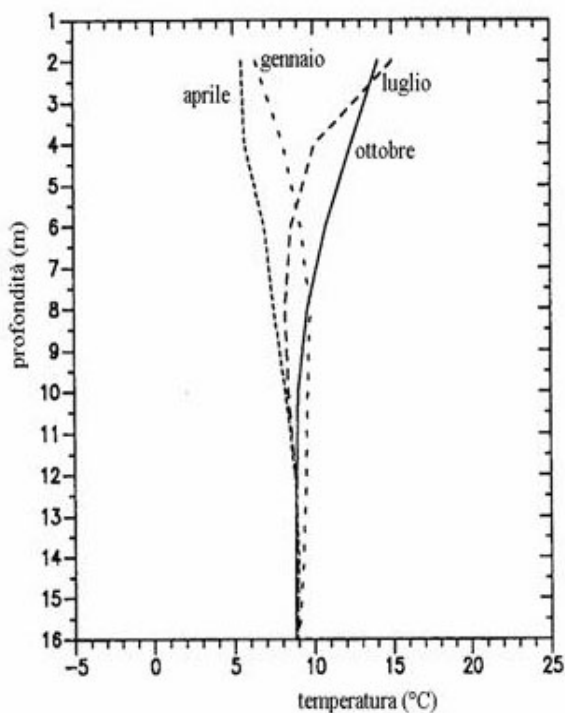
#### **Il terreno**

Alle nostre latitudini, un sistema molto impiegato per evitare il congelamento dell'acqua nelle tubazioni di distribuzione è quello di interrare ad una certa profondità contando sullo smorzamento delle oscillazioni di temperatura, non solo su base giornaliera,

ma anche stagionale. Già a qualche metro di profondità la temperatura del terreno si stabilizza ad un valore prossimo alla media annuale della temperatura dell'aria (**Fig. 3**). A profondità maggiori entra in gioco, ed anzi prevale, l'energia termica endogena: oltre i 30 metri di profondità si riscontra in media un incremento di temperatura di circa 1 °C ogni 30 m. Questa media deriva da situazioni molto differenziate: in alcuni casi l'incremento può essere anche solo di mezzo grado ogni 100 m, mentre capita di avere incrementi per lo stesso intervallo di profondità anche notevolmente più alti della media.

L'utilizzazione del terreno come sorgente fredda per la pompa di calore si realizza interrando un tubo o più tubi di adeguata lunghezza, vuoi con uno scambio termico indiretto con l'evaporatore della macchina mediante la circolazione di un liquido, vuoi anche con la tecnica dell'espansione diretta, realizzando l'evaporatore entro i tubi interrati.

Le tecniche dei tubi a terreno si dividono in due categorie: a *tubi orizzontali* ed a *tubi verticali*.



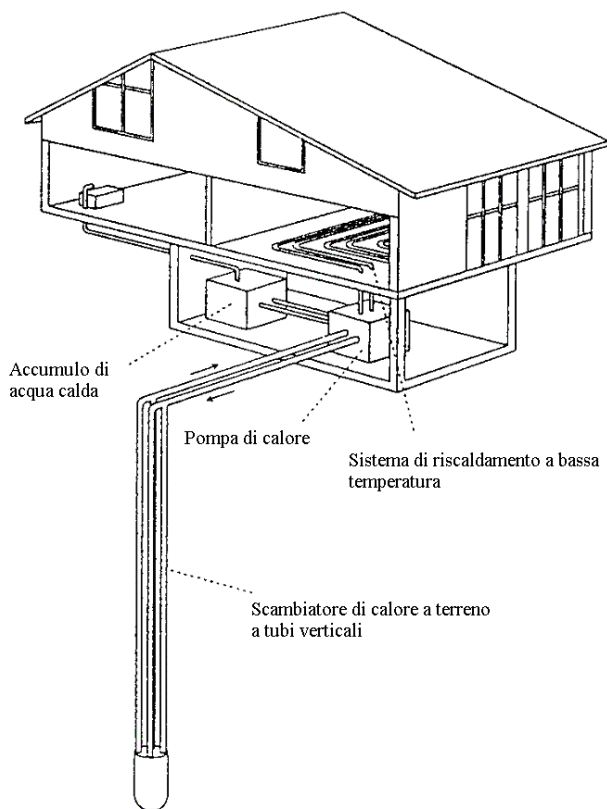
**Fig. 3** - Andamento tipico della temperatura nel terreno in funzione della profondità in diversi periodi dell'anno, alle nostre latitudini

I *sistemi a tubi orizzontali* vengono interrati generalmente a piccola profondità (0,8-1,5 m) ed hanno perciò bisogno di solito di un'ampia superficie sgombra da edifici. Operando in queste condizioni, la pompa di calore si confronta con una temperatura più stabile di quella dell'aria esterna, non risente delle oscillazioni giornaliere, e le variazioni di temperatura sono smorzate e ritardate di fase. Questo ritardo di fase può essere, in funzione della profondità e della natura del terreno, dell'ordine di qualche mese, sì che la temperatura più bassa si può verificare alla fine della stagione del riscaldamento.

Benché il terreno risenta del prelievo termico della pompa di calore, e si vada quindi raffreddando progressivamente, esso per lo più ritorna dopo pochi mesi alla temperatura originaria per gli scambi termici con l'atmosfera; perciò, da questo punto di vista, il terreno è una vera e propria sorgente fredda.

I *sistemi a tubi verticali* utilizzano una o più perforazioni con profondità variabili da valori minimi di 10 m a valori che ormai possono facilmente superare i 100 m (**Fig. 4**). Le temperature del terreno non risentono quasi più degli effetti superficiali e spesso risultano molto favorevoli per sfruttare differenze di temperatura utili maggiori di quelle che si possono ottenere con i sistemi a tubi orizzontali. Inoltre, la superficie di pianta richiesta è molto più ridotta del caso precedente, e per la perforazione dei pozzi possono essere utilizzati in certi casi gli stessi pali di fondazione dell'edificio.

Va rilevato che il raffreddamento indotto nel terreno dal suo impiego come sorgente fredda, può a volte (a seconda del tipo di terreno e del dimensionamento del sistema) non essere bilanciato dal calore proveniente dalle formazioni circostanti. In questo modo, la sorgente terreno si raffredda progressivamente fino a raggiungere una condizione di equilibrio ad una temperatura più bassa rispetto a quella del terreno indisturbato. Ecco allora che si preferisce considerare il terreno come un accumulo di grandi dimensioni che può trovare valida utilizzazione nell'impiego annuale come sorgente fredda della pompa di calore, o come pozzo termico della macchina frigorifera con ampie possibilità all'inizio della stagione calda di lavorare in *free-cooling*.



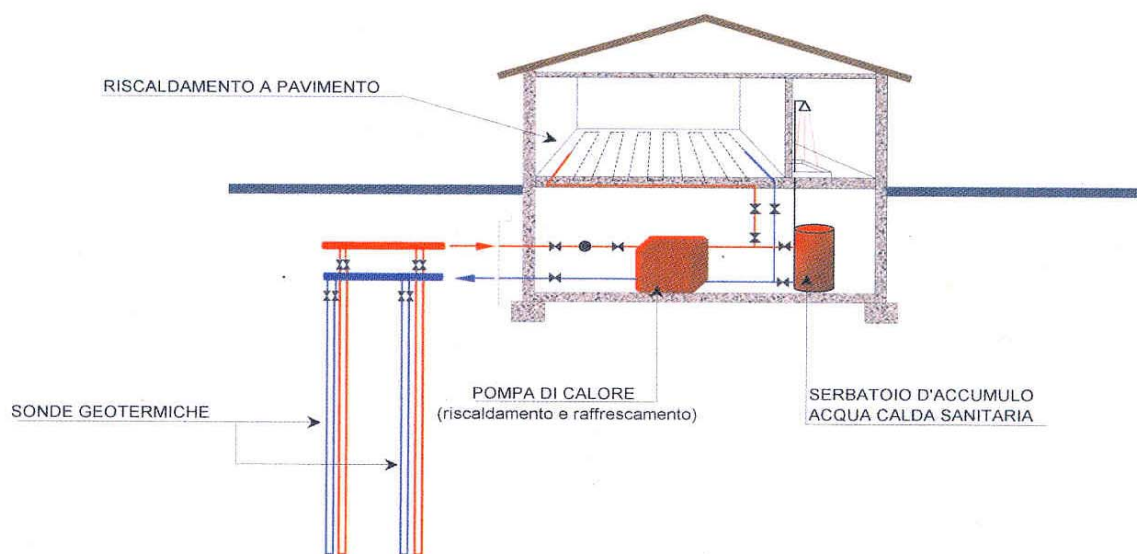
**Fig. 4** - Tipica applicazione di uno scambiatore a tubo verticale

### Conclusioni

Le moderne tecniche di perforazione consentono di ottenere una notevole riduzione dei costi, tanto più che alcune ditte si sono specializzate proprio nella realizzazione di trivellazioni e nell'inserimento di scambiatori a terreno a tubi verticali per pompe di calore.

Il paese che ha più rapidamente sviluppato questa tecnologia è la Svizzera, dove si stima siano installate 15.000 pompe di calore a terreno a tubi verticali che utilizzano come sorgente fredda circa 20.000 perforazioni per una lunghezza complessiva valutata in 2.000 km (dati 1998). Le realizzazioni si sono moltiplicate negli ultimi anni anche in Germania ed Austria, nonché negli USA ed in altri paesi.

Sarebbe ora che anche il nostro paese traesse profitto da queste tecnologie ormai sperimentate, che consentono rilevanti risparmi energetici. Esse potrebbero trovare in Italia applicazione non solo nella modalità del riscaldamento invernale, ma anche in quella della climatizzazione estiva, con potenziali lunghi periodi, in entrambi i casi, di operazioni di ridottissimo costo energetico (*free-cooling*), come illustrato in **Fig. 5**. Torneremo su questo punto in un prossimo articolo.



**Fig.5** - Schema di funzionamento estate-inverno di una pompa di calore geotermica a tubi verticali

## Notizie in breve

### *Il Convegno di Vicenza*

Promosso ed elegantemente organizzato dalla Federmanager di Vicenza nella splendida cornice della Villa di Caldogno, il 25/10/02 si è svolto un importante convegno denominato *La geotermia, risorsa del territorio*. Hanno partecipato ad esso oltre cento persone, tra cui autorità locali, esperti da varie regioni d'Italia, ed una folta delegazione di Dirigenti d'Industria della ALDAI di Milano.

Scopo del convegno era di rinnovare l'interesse a livello regionale e locale per l'uso integrato delle copiose falde d'acqua termale di cui il sottosuolo veneto dispone, ivi inclusi la balneo-terapia, il condizionamento degli ambienti (riscaldamento in inverno e raffrescamento in estate) ed altri usi plurimi. In particolare, scopo della riunione era di illustrare la possibile ripresa da parte dell'AIM (Aziende Industriali Municipalizzate) dello sfruttamento dell'acqua a 67 °C di un pozzo che aveva alimentato l'impianto di teleriscaldamento geotermico della città di Vicenza, sospeso nel 1996 per ragioni non tecniche (vedi articolo di Cozzini nel Notiziario UGI n. 3, pag. 2).

Dopo l'introduzione del Presidente della Federmanager di Vicenza Ing. L. Aldighieri, lo scrivente ha dato l'adesione al Convegno del Consiglio dell'UGI, ha illustrato gli scopi e le attività dell'UGI stessa, ed ha auspicato lo svolgimento di simili Convegni e progetti in altre zone d'Italia.

Sono state poi tenute le seguenti relazioni tecniche: 1) *Il Veneto e l'energia geotermica* (R. Carella, consulente); 2) *Il progetto geotermico di Vicenza* (P. Leoni, AIM, Vicenza); 3) *Le pompe di calore geotermiche* (R. Lazzarin, Università di Padova); 4) *La geotermia a Ferrara: esperienze di una Azienda Energetica Multiutility* (C. Artioli, AGEA/Azienda Gas, Energia ed Ambiente, Ferrara); 5) *Possibile riscaldamento geotermico di un settore della città di Padova* (I. Battisti, APS/ Multiutility Company, Padova).

Per l'eventuale richiesta delle relazioni, i riferimenti degli autori possono essere ottenuti tramite la Segreteria della Federmanager di Vicenza (Sig.ra Mariarosa Gallo): E-mail: [adaiv@tin.it](mailto:adaiv@tin.it)

(R. Cataldi)

### *La VII Conferenza sull'Energia e l'Ambiente della Regione Toscana (Firenze 12-13/12/02)*

Organizzata dall'Assessore all'Ambiente della Regione Toscana Dr. T. Franci e dal suo staff, ed aperta dal Presidente del Consiglio Regionale Dr. R. Nencini, la Conferenza in oggetto aveva quest'anno per tema *La Toscana e l'Ambiente: Strategie per la Sostenibilità e l'Integrazione delle politiche*. Essa si è svolta a Firenze il 12 e 13 /12/2002 con la partecipazione di molti esponenti politici ed istituzionali, autorità regionali e provinciali della Toscana, dirigenti di grandi e piccole industrie, rappresentanti di associazioni professionali, culturali ed ambientali, nonché di un numeroso pubblico, ivi inclusi molti studenti. In particolare, erano presenti le Agenzie ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana), ARRR (Agenzia Regionale per il Recupero delle Risorse) ed ARSIA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione Agricolo-forestale), l'Istituto Regionale per la Programmazione Economica della Toscana (IRPET), ed il Laboratorio per la Meteorologia e la Modellistica Ambientale (LaMMA).

La Conferenza è iniziata con una sessione generale denominata *Da Rio a Johannesburg: strategie regionali per la sostenibilità in una prospettiva globale. L'impronta ecologica della Toscana*, con un intervento di apertura dell'Assessore Franci, cui sono seguiti gli interventi dei rappresentanti del World Wide Fund for Nature, del Ministero dell'Ambiente, della Commissione dell'Unione Europea, della Regione Toscana, dell'Università di Firenze, e della ARPAT. Essa è poi proseguita con le seguenti sessioni tematiche parallele: *Ambiente ed Agricoltura, Ambiente e Salute, Ambiente e Trasporti, ed Ambiente e Industria*.

Nella sessione di chiusura, presieduta dal Presidente della Regione Toscana Dr. C. Martini, vi sono state prima la presentazione da parte dell'Assessore Franci del Piano Regionale di Azione Ambientale (PRAA), e successivamente una Tavola Rotonda cui hanno partecipato i rappresentanti delle categorie economiche e sociali, di istituzioni ed enti locali, delle Associazioni del Tavolo di Concertazione della Toscana, nonché delle Università e degli Istituti di Ricerca operanti in Toscana. Sono seguiti infine numerosi interventi liberi.

Collateralmente alle sessioni, erano organizzati stands espositivi e punti d'informazione dei diversi uffici del Dipartimento delle Politiche Territoriali ed Ambientali (ivi incluse Energia e Geotermia), del Dipartimento Diritto alla Salute e Politiche di Solidarietà, del Dipartimento dello Sviluppo Economico, dell'Area extra-dipartimentale per lo Sviluppo Sostenibile, dell'Area inter-dipartimentale Sistema Regionale di Protezione Civile, nonché del Centro funzionale della Regione Toscana.

L'Unione Geotermica Italiana, rappresentata alla Conferenza dallo scrivente e da un altro membro del Consiglio, per la distribuzione di proprio materiale informativo e per colloqui con partecipanti interessati a conoscere il pensiero dell'UGI su problemi particolari della geotermia e sul prossimo evento del "Centenario" (ved. relativo articolo in questo stesso numero del Notiziario), si è potuta avvalere dello stand del Dipartimento delle Politiche Territoriali ed Ambientali, che qui si ringrazia vivamente.

Si è trattato di un evento di grande rilevanza politica e strategica nel settore delle principali attività umane in rapporto all'impatto da esse indotto sul territorio. Ne è risultato un quadro d'insieme che vede la Toscana come una Regione di eccellenza nella "performance" ambientale integrata, dove le suddette attività (da quelle agricole a quelle industriali, dai sistemi di trasporto a quelli di comunicazione, dalla formazione alla creazione di infrastrutture, ed altre), e quindi le relative politiche di settore in relazione anche alla

salvaguardia della salute, concorrono a formare un sistema uomo-ambiente-territorio interdependente, integrato e sostenibile di sviluppo, basato sul contributo concomitante di tutte le politiche pubbliche in materia di ecologia. Una conferenza, in definitiva, che può essere presa a modello per altri eventi dello stesso tipo.

Alcuni documenti ed interventi della Conferenza possono essere visionati sul nuovo sito web Ambiente e Territorio della Regione Toscana alla pagina [www.rete.toscana.it/sett/pta](http://www.rete.toscana.it/sett/pta). Su tale pagina si trovano anche i collegamenti a quelle dei vari uffici del Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali, tra cui l'Area Energia, ivi inclusa la geotermia.

*(C. Calore, membro del Consiglio direttivo dell'UGI, e primo ricercatore del CNR/IGG, Pisa)*

### ***Nuova importante scoperta vulcanologica***

Durante una campagna di ricerca per lo studio dei fondali marini condotta da scienziati americani e di altri paesi (oceanografi, geologi, biologi, ed altri), ca. 200 km a Sud dell'Arcipelago delle Tonga (Pacifico meridionale) è stata recentemente scoperta una catena vulcanica sottomarina prima ignota. Essa è formata da una ventina di edifici (alcuni coalescenti tra loro), imbasati su un fondo oceanico di natura basaltica, da cui si elevano fino a 1000-1800 m dal pelo dell'acqua. Alcuni edifici hanno forma sub-conica; altri invece mostrano crateri e caldere sommitali a fresca morfologia, diametro fino a 2 km, e fenomeni di degassamento in atto. Si tratta di una struttura di formazione recente, probabilmente ancora attiva, e quindi potenzialmente pericolosa per gli effetti di maremoto che una eruzione potrebbe causare sulle isole del vicino arcipelago, molte delle quali a vocazione turistica.

La notizia è tratta dal Notiziario dell'Osservatorio Vulcanologico e Geotermico delle Isole Azzore, che invita a disseminarla anche tra gli esperti di geotermia. Chi fosse interessato a saperne di più può consultare i siti [www.usgs.org](http://www.usgs.org) ed <http://hvo.wr.usgs.gov>

*(R. Cataldi)*

## **Principali eventi internazionali fino al 2005**

**8<sup>th</sup> Field Workshop on Volcanic Gases, 26/3-1/4/2003; Nicaragua e Costa Rica.** Contact: Wilfried Strauch, INETER; Apart. Postal 2110 Managua, Nicaragua. Tel. 505/2/492.76; Fax 505/2/496.987. E-mail [wil.gf@ineter.gob.ni](mailto:wil.gf@ineter.gob.ni); Website: <http://ineter.gob.ni/geofisica>

**International Conference on Cleaner Energy Systems through Utilization of Renewable Geothermal Energy Resources, 31/3-2/4/2003, Cracow, Poland.** Contact: Mrs. Grazyna Holojuk; Tel. & Fax +48/12/632.6717. E-mail [grazia@min-pan.krakow.pl](mailto:grazia@min-pan.krakow.pl)

**European Geothermal Conference 2003, 25-30/5/03, Szeged, Hungary.** Contact: Dr. Franciska Karman. E-mail [fanni@chemres.hu](mailto:fanni@chemres.hu); Conference Secretariat: Diamond Congress Ltd.- EGC2003 Secretariat; H-1255 Budapest, P.O. Box 48, HU. Tel.+36/1/2147701; Fax +36/1/201 2680. E-mail [diamond@diamond-congress.hu](mailto:diamond@diamond-congress.hu); Website: <http://www.diamond-congress.hu/egc2003>

**European Current Research on Fluid Inclusions-Ecrofi XVII, 4-9/6/2003, Budapest, Hungary.** Contact: Dr. Csaba Szabo Dep.t of Petrology and Geochemistry; Eotvos University, Pazmany Peter setany 1/c; 1117 Budapest, Hungary. Tel. +36/1/209.0555 ext. 8338; Fax +36/1/381.2108. E-mail [ecrofi17@geology.elte.hu](mailto:ecrofi17@geology.elte.hu); Website: <http://ecrofi17.geology.elte.hu>

**First International Energy and Environment Symposium, 13-17/7/2003, Izmir, Turkey.** Contact: Prof. Airif Hepbasli, Faculty of Engineering, Mechanical Engin. Dep.t, Ege Univ.; 35100 Bornova, Izmir, TR. E-mail [hepbasli@bornova.ege.edu.tr](mailto:hepbasli@bornova.ege.edu.tr); Website: <http://bornova.ege.edu.tr/-hepbasli>

**International Geothermal Conference: Multiple Integrated Use of Geothermal Resources-IGC 2003, 14-17/9/2003, Reykjavik, Iceland.** Contact: Dr E. T. Eliasson. Tel. +354/ 588 4430. E-mail [ete@jardhitafelag.is](mailto:ete@jardhitafelag.is); Website: <http://www.jardhitafelag.is/igc/>

**7<sup>th</sup> International Conference on Gas Geochemistry, ICGG7, 22-26/9/2003 ; Freiberg, Germany.** Website: <http://www.copernicus.org/ICGG7>

**Structures in the Continental Crust and Geothermal Resources, 24-27/9/2003, Siena.** Contact: Dr. Liotta (Università di Bari), Dr. A. Brogi (Università di Siena); Fax 0577/233.938. E-mail [geothermics@unisi.it](mailto:geothermics@unisi.it)

**SITH2003 / Société Internationale des Techniques Hydrothermales, 25/9-1/10/2003, Beppu, Japan.** Kyoto University; Noguchibaru, Beppu 874-0903, Japan. Tel. +81/97/722.0713; Fax +81/97/722.0965. E-mail [yusa@bep.vgs.kyoto-u.ac.jp](mailto:yusa@bep.vgs.kyoto-u.ac.jp)

**GRC 2003 Annual Meeting on International Collaboration for Geothermal Energy in the Americas; 12-15/10/2003, Morelia, Michoacán, Mexico.** E-mail [grc@geothermal.org](mailto:grc@geothermal.org) Website: <http://www.geothermal.org/calendarofevent.html>

**32<sup>nd</sup> International Geological Congress, 16-26/8/2004, Firenze.** Contact: M. Moscatelli, Newtours SpA, Via San Donato 20, 50127 Firenze. E-mail [newtours@newtours.it](mailto:newtours@newtours.it); Website: <http://www.newtours.it>

**World Geothermal Congress WGC2005, Antalya, Turkey, 24-29/4/2005.** Contact: IGA Secretariat, Pisa; Tel. 050/535.891; E-mail [igasec@prod.enel.it](mailto:igasec@prod.enel.it) o [bertani.ruggero@enel.it](mailto:bertani.ruggero@enel.it); Website: [www.WGC2005.org](http://www.WGC2005.org)

## **Assemblea generale UGI 2003**

Si anticipa che l'Assemblea generale dell'UGI 2003 verrà tenuta il 31/05/03 a Pisa presso il CNR-IGG, in Via Moruzzi n. 1., alle h. 10.30. L'ordine del giorno verrà comunicato a tutti i soci con apposita comunicazione scritta, secondo quanto previsto dall'Art. 10.2 dello Statuto

## **Quote UGI 2003**

Ai soci che non hanno ancora versato la quota del corrente anno si ricorda che in base all'Art. 8 dello Statuto il versamento deve essere fatto entro il 31 Marzo di ogni anno. Si prega pertanto tutti coloro che non lo hanno ancora fatto di voler regolarizzare al più presto la loro posizione. Ciò anche perché, in virtù dell'accordo di affiliazione collettiva firmato il 1/2/02 (Ved. Notiziario UGI n. 2), il Consiglio dovrà comunicare all'IGA entro il 30/ 6 p.v. l'elenco dei soci UGI intitolati a diventare o contemporaneamente membri dell'IGA, ricevendone i relativi doppi benefici con il pagamento della sola quota di iscrizione all'UGI.

Le quote di associazione per il 2003 sono quelle stesse dello scorso anno, e cioè:

- Socio individuale ..... 30 Euro
- Socio corporato (Enti, Società, ecc.) ..... 110 Euro
- Membri affiliati (studenti tra 16 e 28 anni) ... 15 Euro

Il versamento può essere effettuato tramite banca sul conto corrente indicato nel nuovo modulo di iscrizione in ultima pagina, oppure manualmente ad uno dei membri del Consiglio che ne rilascerà ricevuta.

### **EUROPEAN GEOTHERMAL DIRECTORY**

*In questo ed in precedenti numeri del Notiziario si è data notizia che l'UGI era stato incaricato dalla Unione Europea di curare la parte del Progetto Geothernet detta European Geothermal Directory. Dato che il lavoro è ora terminato, e che la UE ha già dato il benestare alla diffusione dei risultati, il Consiglio Direttivo è lieto di inviare in omaggio il dischetto con i dati. Per questioni logistiche di spedizione, i soci dell'UGI riceveranno il CD insieme al notiziario IGA. Per altri interessati, presso la sede operativa dell'UGI ed il Segretario sono ancora disponibili un certo numero di copie.*

\*\*\*\*\*

### **NUOVO INDIRIZZO DELLA SEDE UGI**

Si informano i soci che la sede operativa di Milano si è trasferita.  
I nuovi recapiti sono i seguenti:

**Via Juvara, n. 9; 20129 Milano**  
**Tel.+ fax: 02/2668.1855; E-mail: [ugi.info@tin.it](mailto:ugi.info@tin.it)**

# MODULO per l'ISCRIZIONE all'UGI - Anno 2003 (\*)

## 1) SOCI INDIVIDUALI ED AFFILIATI (Art. 5 dello Statuto)

NOME: ..... COGNOME: .....

TITOLO: ..... PROFESSIONE: .....

POSIZIONE DI LAVORO: .....

(c/o, ove ricorra il caso) .....

## 2) SOCI CORPORATI (Art. 5 dello Statuto)

NOME e/o SIGLA: .....

RAGIONE SOCIALE: .....

RAPPRESENTANTE: .....

## 3) RECAPITO (per tutti)

INDIRIZZO: .....

TELEFONO: ..... FAX: .....

E-mail: .....

## 4) MODALITA' DI ISCRIZIONE (Art. 2 del Regolamento)

Per tutte le categorie di socio, specificare se la richiesta di iscrizione viene presentata:  
(barrare la relativa casella)

1. a seguito di invito da parte di un membro del Consiglio   
(se sì, indicare il nome del consigliere: .....);

2. a seguito di invito da parte di due soci presentatori   
(se sì, indicare il nome dei due soci: ..... e .....);

3. direttamente su mia domanda

## 5) AUTORIZZAZIONE AL TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI

*Ai sensi della legge n. 675/96, autorizzo il trattamento dei miei dati personali solo per le finalità istituzionali dell'UGI.*

Data ..... Firma del richiedente .....

Il modulo (accompagnato dalla copia di bonifico della quota annuale) può essere inviato per posta, o fax, o E-mail a:

UGI / UNIONE GEOTERMICA ITALIANA

Via F. Juvara 9; 20129 Milano; Tel. e Fax 02-26681855; E-mail: [ugi.info@tin.it](mailto:ugi.info@tin.it)

Cod.Fisc. 97281580155

Le quote annuali sono: 30, 15, e 110 EUR, per i soci individuali, affiliati e corporati, rispettivamente.

Il bonifico va fatto sul c/c 13193 c/o Banca Nazionale del Lavoro; Corso V. Emanuele, n. 30; 20100 Milano (Cod. ABI 1005; Cod. CAB 1608).

(\*) Il periodo di iscrizione va dal 1 gennaio al 31 dicembre di ciascun anno