

Mauro Chessa (Ordine dei Geologi della Toscana)

Aspetti generali della sostenibilità della geotermia con particolare riferimento all'esperienza amiatina.

La produzione di energia elettrica attraverso lo sfruttamento dei campi geotermici viene comunemente percepita come aprioristicamente 'sostenibile', dato che sfrutta una risorsa intrinsecamente rinnovabile, come il calore terrestre, e non comporta processi di combustione o di altro tipo che generano scorie e gas.

La realtà è diversa per ambedue gli aspetti.

Se pur assumiamo per vero che il calore disponibile è virtualmente inesauribile (ma anche questa affermazione non è del tutto veritiera per quanto riguarda le porzioni superficiali della crosta terrestre) bisogna tener conto del fatto che il calore, per essere sfruttato, ha la necessità di essere veicolato. Le rocce infatti sono pessimi conduttori termici (una colata lavica di 50 m di spessore può impiegare fino a 150 anni per raffreddarsi completamente proprio perché il calore si trasferisce molto lentamente dalla base verso la sommità). Il veicolo che trasporta il calore è costituito essenzialmente dall'acqua, in forma liquida o di vapore. L'acqua è tutt'altro che inesauribile, quindi la sostenibilità dello sfruttamento di un campo geotermico con i metodi tradizionali è strettamente legata alla disponibilità di acqua nel sottosuolo.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, cioè la formazione di sottoprodotti e rifiuti quali scorie e gas, è certamente vero che la geotermia non ne produce (salvo quelli legati alla manutenzione degli impianti ed alla loro predisposizione), ma è altrettanto vero che quella tradizionale ne trasferisce in grande quantità dalle profondità alla superficie.

Le centrali geotermiche tradizionali infatti funzionano facendo girare le turbine con il vapore estratto dal sottosuolo, questo vapore viene poi condensato, separando la parte liquida da quella gassosa, definita 'incondensabile'. La parte liquida può essere convenientemente re immessa ma la parte incondensabile è di difficile gestione.

Per avere un'idea del problema è opportuno sapere che il contenuto di gas incondensabili presente nel fluido può giungere al 20% in peso.

Il bacino geotermico dell'Amiata è costituito da due orizzonti, in quello superficiale (tra i 400 e i 1000 mt di profondità) i gas incondensabili sono composti per il 97% circa in peso di anidride carbonica (CO₂), 0,3% di idrogeno solforato (H₂S), 0,02% d'idrogeno (H₂), 1,5% di metano (CH₄), 1,2% di azoto (N₂), 0,2% di ammoniaca (NH₃), 0,02% di boro (H₃BO₃); nell'orizzonte profondo (tra i 2500 e i 3500 mt di profondità), che è quello attualmente sfruttato, i gas incondensabili sono composti per il 97,3% circa in peso di anidride carbonica (CO₂), 0,1% di idrogeno solforato (H₂S), 0,05% d'idrogeno (H₂), 0,9% di metano (CH₄), 0,1% di azoto (N₂), 1,5% di ammoniaca (NH₃), 3,7% di boro (H₃BO₃).

Si tratta quindi di una miscela di sostanze che favoriscono l'effetto serra e di altre che sono pericolose per la salute umana e per l'integrità ambientale.

Torno al primo aspetto della sostenibilità della geotermia, cioè la disponibilità di acqua, perché per l'Amiata è una questione particolarmente importante e dibattuta nella comunità tecnico-scientifica, oltre ad essere elemento di forte preoccupazione per le popolazioni locali.

Mi risulta che nel campo pozzi di Larderello sia già in funzione un sistema artificiale che ripasce l'acquifero termale con quello superficiale, che è assai meno capace rispetto a qualche anno fa.

Sull'Amiata, oltre ai 2 orizzonti termali che ho prima citato, vi è un terzo livello acquifero non termale, che è quello contenuto nelle rocce di superficie. Il M. Amiata, essendo un edificio vulcanico, è costituito dall'apparato che si è andato a formare con le colate e le intrusioni che poggia ed emerge dalle rocce sottostanti, il contatto tra le rocce vulcaniche ed il loro basamento è concavo, quindi l'apparato forma un perfetto corpo acquifero poggiante su una sorta di catino impermeabile. Le copiose sorgenti amiatine sono conosciute e sfruttate da molto tempo, il nome Monte Amiata pare derivare da Mons ad Meata, cioè monte delle sorgenti. Queste sorgenti oggi alimentano un sistema di acquedotti che soddisfa le esigenze di 700.000 abitanti equivalenti distribuiti nelle province di Grosseto, Siena e Viterbo.

La questione, per quanto riguarda la geotermia, è se ci sia e quale sia il rapporto tra l'acquifero sfruttato ad uso idropotabile ed il sottostante sistema caldo. L'elemento di preoccupazione sta nel fatto che negli ultimi trenta anni la portata delle sorgenti si è ridotta moltissimo, secondo alcuni dati negli anni '70 si aveva la disponibilità di circa 300 milioni di mc di acqua all'anno, oggi di 90 milioni di mc.

La sensibile diminuzione della portata è da alcuni letta come la conseguenza del variato regime delle precipitazioni, negando alcuna significativa interferenza tra orizzonte geotermico e falda superficiale, altri invece sostengono che i circa 5 milioni di tonnellate di vapore all'anno estratti per il funzionamento delle centrali stia prosciugando la falda superficiale.

Su questo punto si sono espressi recentemente due studi finanziati dalla Regione Toscana che sono approdati a conclusioni diametralmente opposte, quello del 2006 del dott. Andrea Borgia ha mostrato una stretta correlazione tra sfruttamento geotermico e portata delle sorgenti. In particolare è stata verificata una corrispondenza puntuale tra la portata di vapore estratta dal campo geotermico superficiale di Bagnore e la portata della Galleria Nova delle sorgenti del Fiora.

Il secondo studio più recente svolto dall'università di Siena (Gaggi et al. - 2008), ha invece stabilito che le variazioni di portata delle sorgenti sono da attribuirsi alle variazioni climatiche e non allo sfruttamento geotermico.

Un ulteriore studio, condotto dalla dott.a Manzella dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR, ha prodotto dati che potrebbero confermare un notevolissimo abbassamento della falda, anche se la stessa dott.a Manzella ha suggerito letture diverse, legate essenzialmente alla presenza di rocce superficiali impermeabili che confinerebbero verso l'alto la falda abbassando la superficie rispetto alla quota che raggiungerebbe se non fosse confinata.

Per fornire un elemento di chiarezza la Regione ha finanziato nel 2009 la realizzazione di un piezometro, cioè di un sondaggio attraverso il quale determinare sia la posizione della falda sia il suo chimismo, che avrebbe dovuto raggiungere i 600 m di profondità nel novembre scorso.

In realtà la perforazione è ferma da mesi alla profondità di 150 m, senza trovare acqua.

Personalmente, da geologo, ho difficoltà a comprendere il perché di questo andamento incerto di una indagine che dovrebbe fornire un elemento di valutazione determinante. Tanto più che i risultati fin qui acquisiti lasciano spazio ad interpretazioni preoccupanti: gli studi di impatto ambientale eseguiti da ENEL per lo sfruttamento di Bagnore e Piancastagnaio davano la presenza della falda ad una profondità di 90-100m in quel luogo, inoltre la presenza di rocce assai fratturate, addirittura

interessata da cavità, smentisce - fino alla profondità indagata - la lettura dei dati della dott.a Manzella, secondo la quale la falda sarebbe confinata da rocce impermeabili e non effettivamente depressa, in fine è stata rilevata la presenza di anidride carbonica fino alla bocca del pozzo, che potrebbe essere indice di un passaggio di gas dall'acquifero termale a quello superficiale. Questi elementi non vanno sottovalutati e meritano un tempestivo approfondimento, prima di impegnare ingenti capitali nello sviluppo di sistemi di sfruttamento geotermico che potrebbero potenzialmente risultare inadeguati rispetto alle caratteristiche del campo geotermico. La settimana prossima dovrebbe riprendere la perforazione, sperando che il fatto di aver intitolato il cantiere a Davide Lazzeretti non comporti che debba morire ammazzato come il '*profeta dell'Amiata*'.

La questione dell'eventuale interferenza tra acquifero superficiale e orizzonte termale è assai importante non solo per quanto riguarda la riduzione delle portate ma anche per altri aspetti: l'acquifero superficiale infatti funziona da coperchio per quello termale, con la propria pressione e con i rapporti di equilibrio idrodinamici contribuisce in maniera determinante a confinarne l'emanazione dei gas e dei fluidi. Se viene meno questa interazione si produce la diffusione di sostanze pericolose nell'acquifero superficiale (in particolare Arsenico e Boro). Secondo Borgia questa interazione sarebbe già compromessa e ciò sarebbe la causa di fenomeni pericolosi, in particolare della rottura di equilibri che avrebbero prodotto sismicità locale ed eruzioni termali. I fenomeni di cui parlo sono i seguenti:

- Giugno 1992, esplosione in zona Torrente Senna (Piancastagnaio, SI), danni a vegetazione e cose;
- Aprile 2000, forti scosse a Piancastagnaio e Abbadia SS (SI), molti danni, nessuna vittima;
- Settembre 2000, esplosione in zona Podere del Marchese, evacuati gli abitanti, morti quasi tutti gli animali domestici e selvatici presenti in loco e buona parte della vegetazione anche dopo un anno;
- Settembre 2002, esplosione in zona Lavinacci (Piancastagnaio, SI), evacuati gli abitanti;
- Novembre 2003, emissioni straordinarie di gas in località Pietrineri (Castiglion d'Orcia, SI), un uomo ne resta vittima con il suo cane;
- Anni 2004 - 2006, varie scosse tra Piancastagnaio e Abbadia San Salvatore chiaramente percepite dalla popolazione;
- Settembre 2007, eruzione di vapore, acqua e gas dal camino dell'Ermeta (Abbadia SS, SI), danni alla vegetazione;
- Novembre 2007 - gennaio 2008, emissioni incontrollate dal pozzo Bagnore 22 (Arcidosso, SI), danneggiata la Comunità di Merigar;
- Dicembre 2007, gennaio e aprile 2008 – crisi idrica ai pozzi dell'Acqua Gialla e dei Renai (Abbadia SS, SI), alle sorgenti dell'Ermicciolo (Vivo d'Orcia, SI) e Castiglion d'Orcia, si rende necessario l'approvvigionamento idrico mediante le autobotti;
- Aprile 2008, varie scosse in zona Abbadia SS e Piancastagnaio (SI) anche queste chiaramente percepite dalla popolazione.

Questi fenomeni hanno interpretazioni diverse, in particolare l'INGV nel 2001, in seguito ad una convenzione con la Regione, condusse un'analisi storica che portò a concludere che nel periodo '97 – 2000 si è verificata un'attività sismica maggiore, che tuttavia non può considerarsi anomala rispetto al quadro sismotettonico della zona, e che l'incremento degli episodi era imputabile ad una sorta di compensazione del lungo periodo d'inattività sismica che ha interessato la zona dagli anni '50 in poi.

Per contro - per ciò che vale come prova scientifica - va ricordato che la Corte di Cassazione, con la sentenza del 9 marzo 2009, ha definitivamente stabilito che l'eruzione di vapori e gas velenosi verificatosi a Piancastagnaio nel settembre 2000 in località "Podere del Marchese" è diretta conseguenza delle attività di sfruttamento della geotermia da parte di Enel. Secondo la sentenza il fenomeno si verificò per l'interazione tra il sistema naturale (fratturazione persistente, sismicità diffusa e sistema idrotermale) e le operazioni di pompaggio di acqua effettuate dai tecnici Enel nel pozzo PC4.

Non può infine essere trascurato il fatto che il collega Micheli, funzionario della Regione Toscana, preso atto di tutti gli studi fin'ora disponibili, è giunto alla conclusione che *«vi siano sufficienti elementi a supporto del modello concettuale che prevede il collegamento tra la falda freatica superficiale e geotermia profonda. L'attuale anomalo andamento della superficie della falda, che è utilizzata a fini acquedottistici, suggerisce una situazione di criticità e di disequilibrio della stessa (ricarica indotta a favore del campo geotermico, con possibile risalita di gas dal campo geotermico verso l'alto)»*.

É quindi evidente che, pur senza voler sposare alcuna tesi prima che si sia giunti ad un quadro conoscitivo fondato su dati definitivi (come quelli che potrebbe fornire il piezometro, magari accompagnato da altri, così come una rete di sismografi e un sistema per il monitoraggio di eventuali fenomeni di subsidenza), si possa ammettere che ci sono elementi che raccomandano cautela nello sfruttamento di un contesto geotermico particolarmente delicato, che - qualsiasi ne sia la causa, naturale o artificiale - è capace di dare manifestazioni pericolose per la popolazione e l'integrità ambientale.

La Regione si sta muovendo con tre iniziative:

- affidando nel 2009 un nuovo incarico di 600.000 E all'Università di Firenze per la modellazione matematica del sistema geotermico;
- andando a costituire un "comitato tecnico per la geotermia dell'Amiata" costituito da luminari, il cui bando è scaduto nel novembre scorso, che credo debba insediarsi a breve;
- stipulando un accordo con l'ENEL (aprile 2009), con investimenti complessivi pari a 650 milioni di euro, comprende anche fondi per svolgere studi ed indagini.

Tutto questo dovrebbe auspicabilmente dare frutti significativi prima che la assai più consistente parte dell'investimento vada a consolidare un sistema di sfruttamento che, come ho detto prima, potrebbe risultare potenzialmente inadeguato. Delle due l'una: o gli approfondimenti conoscitivi sono uno spreco di denaro o sono necessari per comprendere meglio la situazione e quindi potrebbero fornire valutazioni, se non ostative, quantomeno condizionanti i prossimi investimenti sugli impianti ed in generale la politica energetica regionale.

Il secondo grande tema della sostenibilità dello sfruttamento della geotermia Amiata, cioè la dispersione di sostanze inquinanti, non è certo meno dibattuto.

L'attenzione e la preoccupazione della popolazione residente su questo tema sono elevatissime, tanto che l'associazione Gruppo d'Intervento Giuridico o.n.l.u.s. ha inoltrato pochi giorni fa (30 dicembre 2009) un ricorso alla Commissione europea, al Ministero dell'ambiente, alla Regione Toscana, alle Province di Grosseto e Siena, ai Sindaci di vari comuni riguardo l'ampliamento dell'utilizzo delle risorse geotermiche nell'area del Monte Amiata.

Vi sono numerosi studi e una consistente mole di dati raccolti da ARPAT e da vari istituti che vengono declinati secondo l'orientamento di chi li interpreta.

Ciò che può essere affermato con sufficiente determinazione è che in passato i sistemi per lo sfruttamento geotermico non tenevano in gran conto il problema dell'emissione delle sostanze inquinanti: secondo il prof. Brunori, le centrali emettevano ogni anno 5.000 tonnellate di acido solfidrico (H₂S), 1 tonnellata di mercurio, 18 tonnellate di acido borico, 150-200 kg. di arsenico, 3.000 tonnellate di ammoniaca, oltre a radon e antimonio (*Danni forestali da emissioni geotermiche*, 2004).

Vari studi (Baldi 1988, Ferrara et al. 1994, Bacci et al. 2000 e Loppi 2001) hanno evidenziato significativi fenomeni di bio-accumulo di mercurio e dell'acido solfidrico nell'intorno delle centrali.

Una ulteriore dozzina di studi, che evito di elencare, concludono che vi sono alti rischi per la salute delle persone che siano cronicamente esposte a concentrazioni di H₂S in atmosfera pari a quelle che sono state rilevate nell'area di Abbadia San Salvatore e Piancastagnaio.

La stessa ARPAT, pur non descrivendo situazioni allarmanti nelle conclusioni dei propri resoconti, pubblica dati che mostrano qualche elemento di preoccupazione in merito ad acido solfidrico, mercurio, arsenico, oltre a Ammoniaca e acido borico, che nei report ARPAT vengono definiti “*inquinanti con caratteristiche tossicologiche, che sono presenti nelle emissioni con flussi di massa significativi, ma non sono ancora normati.*”. Nelle considerazioni finali l'ARPAT, oltre a sottolineare l'esigenza di colmare le mancanze legislative circa le sostanze non previste, ha auspicato di considerare anche il flusso di massa complessivo delle centrali, in ragione della concentrazione degli impianti in ambiti di territorio circoscritti e quindi sottoposti ad un effetto addizionale delle emissioni.

In fine non è certo da trascurare il fatto che vengono liberati oltre 500.000 tonnellate di CO₂ e 5.000 tonnellate di metano all'anno, con indubbi effetti negativi sull'effetto serra.

La pressione della popolazione e delle istituzioni, oltre allo sviluppo di nuove tecnologie, ha condotto all'adozione di dispositivi di abbattimento quali gli AMIS, che agiscono su acido solfidrico e mercurio, ed alla chiusura della centrale PC2 di Piancastagnaio, l'unica delle cinque in funzione sull'Amiata rimasta a scaricare direttamente in atmosfera senza utilizzare il sistema Amis.

Ma non è sufficiente, lo studio svolto dai ricercatori senesi, pur pesantemente contestato dalle associazioni amiatine perché considerato troppo tenero con l'ENEL, ha consigliato sia un miglioramento dell'efficacia degli Amis, sia l'abbattimento dei sali di boro che si sciolgono nelle acque di deflusso dei pozzi geotermici, sia la chiusura mineraria dei pozzi non più utilizzati, sia lo smantellamento delle strutture in disuso, sia la prosecuzione da parte dell'Arpat del monitoraggio della qualità dell'aria, comprendendo anche gli inquinanti (come il boro e l'ammoniaca) per i quali la legge non prevede limiti.

Questo, a grandi linee, è il quadro della geotermia amiatina. Se questa possa essere considerata attualmente sostenibile dipende essenzialmente da come si voglia misurare la sostenibilità. Da un punto di vista rigorosamente economico è chiaro che la geotermia è un grande affare perché l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili comporta tre benefici: a) il valore di mercato dell'energia immessa in rete, b) il contributo Cee dai certificati verdi, c) la possibilità per chi la produce di aumentare pariteticamente i Kw prodotti da combustibile fossile (carbone, petrolio).

Se ampliamo la valutazione della sostenibilità al bilancio ambientale le cose si complicano assai perché anche solo l'impatto degli impianti sul territorio è pesante, se poi risultassero fondate le conseguenze sulla falda idropotabile e sulla salute degli abitanti il bilancio si sposterebbe nel campo negativo.

Ma per limitare la soggettività della valutazione è bene rifarsi a criteri codificati: è ormai consolidato, nelle definizioni della sostenibilità e dello sviluppo sostenibile, il rilievo che hanno non solo gli aspetti materiali ma anche l'influenza che i processi hanno sulle popolazioni. Nel 2001 l'UNESCO ha incorporato nel concetto di sviluppo sostenibile anche esigenze umane immateriali, indicando che lo sviluppo va inteso "*non solo come crescita economica, ma anche come un mezzo per condurre una esistenza più soddisfacente sul piano intellettuale, emozionale, morale e spirituale*". (Art 1 e 3, Dichiarazione Universale sulla Diversità Culturale, UNESCO, 2001).

Ma più pertinente è la definizione di sviluppo sostenibile fornita nel 1994 dall'ICLEI (organismo collaterale alla Commissione Europea: International Council for Local Environmental Initiatives), secondo il quale è lo "*sviluppo che offre servizi ambientali, sociali ed economici di base a tutti i membri di una comunità, senza minacciare l'operabilità dei sistemi naturali, edificato e sociale da cui dipende la fornitura di tali servizi*". Questa definizione stride sia con l'osservazione oggettiva, fornita dall'IRPET, secondo la quale i comuni geotermici toscani sono fra i più poveri e desolati della regione, sia con il fatto che una parte non trascurabile della popolazione amiatina percepisce il proprio territorio impoverito, persino violentato, dallo sfruttamento geotermico.

Questa ampia percezione della sostenibilità impone una riflessione sulla geotermia amiatina e certamente una particolare attenzione alle nuove tecnologie che potrebbero ridurre in maniera significativa le problematiche dello sfruttamento con i metodi tradizionali. D'altro canto credo che nessun imprenditore investirebbe sulla produzione di pannelli solari di un tipo obsoleto, non basta l'etichetta della *green energy* o la supposta rinnovabilità delle fonti a rendere intelligente qualsiasi soluzione e qualsiasi investimento. Bisogna invece fare attenzione perché chi ha in magazzino molti pannelli solari obsoleti ha tutto l'interesse a venderli rapidamente.

Alcuni degli interventi di oggi mettono in evidenza come la ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie abbia già reso disponibili soluzioni innovative ed interessanti. Non entrerà nel merito di questi aspetti che non fanno parte del tema del mio intervento, voglio però ricordare che in questo campo la capacità d'innovazione italiana non è seconda a nessuno: proprio in questo periodo, grazie a tecnologie tutte italiane per la perforazione di pozzi a grande profondità, gli islandesi stanno realizzando un progetto che comporta il raggiungimento della profondità di 5.000 metri nei campi geotermici. A fronte della tecnologia esplorativa che sappiamo esportare dobbiamo sconsolatamente registrare che dell'Amiata non abbiamo ancora un quadro idrogeologico e strutturale compiuto, tanto che – come ho detto nella prima parte – non siamo ancora riusciti a finire un sondaggio a 600 m per ottenere informazioni preziose a stabilire se abbia ragione chi sostiene che lo sfruttamento geotermico stia svuotando e contaminando le falde o chi dice l'esatto contrario.

Concludo lasciando a voi decidere se la geotermia amiatina sia sostenibile; per parte mia - da geologo - posso però affermare che il livello di conoscenza di questa importantissima risorsa sul quale la comunità tecnico-scientifica dibatte e lavora, non è né sostenibile né dignitoso, anche nella prospettiva dei futuri importanti investimenti.