

Energia geotermica o geoscambio?

Matteo Cultrera

Transmark Renewables - NL
m.cultrera@transmark-renewables.com

Premessa

Cosa si intende per sistema geotermico? Un sistema a circuito chiuso rappresenta un impianto geotermico? Quali differenze ci sono tra geoscambio ed energia geotermica?

Nel tentativo di fornire almeno parzialmente delle risposte a queste domande risulta utile partire dal significato etimologico di “geotermia”. “Geotermia” deriva dalle desinenze greche “γη” (terra) e “θερμος”, ovvero “caldo”. Con il termine “caldo” gli antichi si riferivano a manifestazioni naturali caratterizzate da elevate temperature, come sorgenti termali, fumarole, soffioni.

Ai giorni nostri, il corretto utilizzo dell'aggettivo “caldo” è determinato dal contesto, come dimostra l'esempio che segue. Una sorgente può essere percepita “calda” nel periodo invernale, quando le temperature esterne scendono per lungo tempo al di sotto dello zero; l'acqua viene percepita come “fredda” nei torridi giorni del solleone. In realtà la temperatura della sorgente è sempre la medesima (12-13 °C).

Gradiente geotermico

La genesi del calore terrestre è un argomento largamente dibattuto, in quanto non sono tecnologicamente ipotizzabili indagini dirette oltre i 12-15 Km di profondità, a fronte di un raggio medio terrestre di oltre 6378 Km. Le diverse teorie finora enunciate tengono conto sostanzialmente dei dati geofisici (gravimetria, velocità e tipi di onde sismiche, campi magnetici terrestri) e delle informazioni desunte dallo studio mineralogico e geochimico di corpi celesti come condriti e meteoriti. Infatti, si ipotizza che la composizione dei suddetti corpi celesti sia rappresentativa della composizione geochimica media terrestre.

Il bilancio netto tra flussi di calore in entrata nel “sistema Terra” (principalmente radiazioni solari) e quelli in uscita (flusso di calore geotermico) risulta negativo: ovvero la quantità di calore rilasciata verso l'esterno è maggiore di quella ricevuta. Ne deriva che la Terra si sta gradualmente raffreddando.

Il calore terrestre è rappresentato dalla sommatoria di una serie di “sorgenti” quali:

- calore prodotto attraverso il decadimento radioattivo (80%);
- il calore residuo legato al primordiale accrescimento planetario, stimabile attorno al 20%;

Altre sorgenti di calore potrebbero essere elencate, ma il loro contributo è trascurabile.

Il cosiddetto gradiente geotermico rappresenta la variazione della temperatura con la profondità e - nota la temperatura T_1 alla profondità Z_1 e la temperatura T_2 alla profondità Z_2 - è

descritto dall'equazione:

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{T_2 - T_1}{Z_2 - Z_1}$$

La figura 1 illustra schematicamente la distribuzione della temperatura all'interno della Terra. Al passaggio tra il nucleo interno e quello esterno la temperatura raggiunge il punto di fusione; per tale ragione si suppone che il nucleo esterno sia sostanzialmente liquido, come risulta dallo studio della propagazione delle onde sismiche.

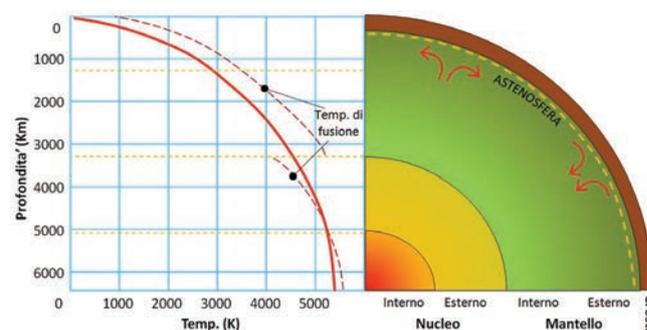


Fig.1: distribuzione semplificata delle temperature all'interno della Terra.

Relativamente al calore terrestre, il contributo maggiore è fornito soprattutto dagli elementi radioattivi presenti nel mantello e nella crosta terrestre, quali Uranio, Torio e Potassio. Il calore generato nel mantello costituisce il motore innescante i moti convettivi attivi alla base della litosfera (formata dalla crosta terrestre e parte esterna del mantello esterno). Tali moti convettivi astenosferici regolano la deriva dei continenti.

La crosta terrestre è suddivisa in crosta continentale (di spessore medio 15-50 Km) e crosta oceanica (5-8 km). Il movimento delle diverse placche tettoniche è sostanzialmente legato ai margini divergenti (formazione di nuova crosta oceanica) ed a quelli passivi (subduzione o collisione e conseguente risalita di magma).

Relativamente alle profondità raggiungibili dalle tecnologie oggi disponibili il gradiente geotermico mediamente corrisponde a 2.5-3.0 °C ogni 100 m. Esistono aree di anomalia geotermica negativa in corrispondenza di bacini sedimentari progressivamente ricoperti da sedimenti relativamente giovani; inoltre, esistono aree di anomalia geotermica positiva (con gradienti che possono essere maggiori o minori della media) in corrispondenza dei margini continentali attivi e passivi. Il sistema dinamico astenosferico consente, pertanto, la presenza di un gradiente geotermico disomogeneo sulla superficie

terrestre. In particolare, le anomalie geotermiche sono strettamente legate alla risalita di rocce fuse (magma) e/o all'assottigliamento della litosfera.

Sistemi geotermici

Un sistema geotermico è rappresentato da un volume del sottosuolo, il quale è identificato da condizioni al contorno (limiti del sistema) di tipo geometrico e geotermico, quali: temperatura, entalpia, gradiente geotermico e/o flusso geotermico, limiti geologici. Il dominio del sistema geotermico è definibile in termini di entropia, proprietà termiche e fisiche (conducibilità e capacità termica, porosità effettiva, ecc.), trasporto del calore. All'interno di un sistema geotermico vanno esplicitate le fasi (liquido e/o vapore) ed le diverse componenti fluide e solide.

Il metodo storicamente utilizzato dalla comunità scientifica per la classificazione dei diversi sistemi geotermici si fonda sull'entalpia del sistema geotermico. L'entalpia – per semplicità – può essere relazionata alla temperatura del sistema stesso.

La fig. 2 illustra la distinzione di sistemi a bassa, media ed alta entalpia, secondo le classificazioni formulate da diversi autori.

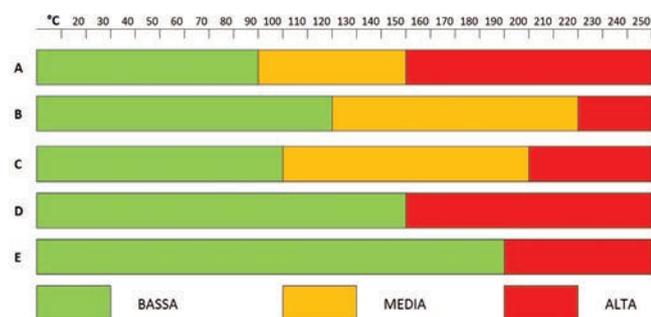


Fig.2: Classificazione dei sistemi geotermici in base alla temperatura secondo le classificazioni fornite da: A-(Muffler e Cataldi, 1978); B-(Hochstein, 1990); C-(Benderitter e Cormy, 1990); D-(Nicholson, 1993); E-(Axelsson e Gunnlaugsson, 2000).

Attualmente una distinzione tra i diversi sistemi geotermici proviene sia dalla normativa giuridica (direttive europee, norme nazionali, regionali e regolamenti provinciali) che da quella tecnica (e.g. norme UNI, ASHRAE, associazioni internazionali, etc.).

Alcune classificazioni prendono in considerazione altri aspetti, quali il contenuto dei fluidi, la loro fase ed il contesto geodinamico (Huenges, 2010).

Dal punto di vista dello sfruttamento economico, risulta utile distinguere tra i sistemi che consentono di produrre energia da quelli che consentono un risparmio energetico (fig. 3). Si distinguono quindi:

- **Sistemi geotermici in senso stretto** dai quali è possibile estrarre fluidi per la generazione di energia elettrica (processo attuabile mediante centrali geotermiche);

- **Sistemi di geoscambio** attraverso i quali è possibile scambiare ad immagazzinare calorie e frigorifici (per mezzo di scambiatori di calore e le pompe di calore).

Tale classificazione non rappresenta un vincolo fisso. Infatti, alcuni sistemi un tempo utilizzati soltanto per lo scambio del calore (e.g. uso diretto dei fluidi), oggi - grazie alle migliorate tecnologie - sono sfruttabili per la produzione di energia elettrica.

Per tale ragione la fig. 3 rappresenta una semplice schematizzazione dei diversi sistemi geotermici. Inoltre i confini tra un sistema e l'altro non sono mai da considerarsi come assoluti e definiti.

In conclusione, per chiarezza è opportuno specificare sempre e comunque se il sistema geotermico cui ci si riferisce è relativo alla produzione di **energia elettrica oppure al geoscambio**.

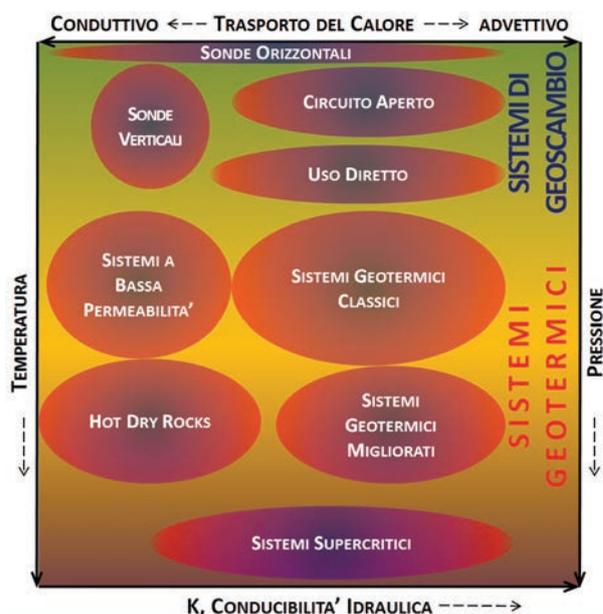


Fig.3: classificazione dei sistemi geotermici per i diversi utilizzi delle risorse geotermiche.

BIBLIOGRAFIA

- Axelsson G. e Gunnlaugsson E. (2000) - Long-term Monitoring of High- and Low-Enthalpy Fields under Exploitation. In World Geothermal Congress (ed. G. Association), pp. 226, Kokonoe, Kyushu, Japan.
- Benderitter Y. e Cormy G. (1990) - Possible approach to geothermal research and relative costs. In Small geothermal resources. A guide to the development and utilization (eds. M. H. Dickson e M. Fanelli), pp. 59-69. UNITAR, New York.
- Hochstein M. P. (1990) - Classification and assessment of Geothermal resources. In Small geothermal resources. A guide to the development and utilization (eds. M. H. Dickson e M. Fanelli), pp. 31-59. UNITAR/UNDP, Rome.
- Huenges E. (2010) - Geothermal Energy Systems. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA., Weinheim.
- Muffler P. e Cataldi R. (1978) - Methods for regional assessment of geothermal resources. Geothermics 7(2-4), 53-89.
- Nicholson K. (1993) - Geothermal Fluids. Springer-Verlag.