

Geologia

V
u
l
c
a
n
e
s
i
m
o



l a z i a l e

PREMESSA

Il Vulcano Laziale è una struttura montuosa che si trova a Sud/Est della capitale, a metà strada tra gli Appennini ed il Tirreno. In questa zona, sono localizzati una serie di paesi, meglio conosciuti come “Castelli Romani”.

L'area fu popolata già in età preromana e tutt'oggi è possibile vedere resti di antichi insediamenti romani sul monte Tuscolo, nei pressi della via Tuscolana e presso le conche di Albano e Nemi. Da ricordare, che sulle pendici del vulcano, fu fondata l'antica città di Albalonga, che secondo la leggenda, costituirà il nucleo, da cui successivamente nascerà la città di Roma.

Il clima mite e la fertilità del terreno, data dalla grande concentrazione di minerali nelle lave che prevalentemente lo compongono, ha consentito per oltre due millenni, alle popolazioni del luogo, la coltivazione di vitigni, che costituiscono la base dell'economia, insieme al turismo.

Per patrimonio artistico, sono da ricordare le città di Frascati, Grottaferrata, Marino e Castel Gandolfo, tuttora residenza estiva dei papi.

Per la notevole biodiversità e per le grandi risorse naturalistiche e paesaggistiche, l'area del Vulcano Laziale, oggi fa parte di un Parco Naturale: il “Parco dei Castelli Romani”.

Notevoli sono anche le fonti di acque minerali.

VULCANISMO



La nascita e lo sviluppo di un'attività vulcanica sono legati alla temperatura e alla pressione litostatica delle parti più profonde della crosta terrestre o del mantello superiore. Per l'alta temperatura, parte del materiale fonde o è vicino al fenomeno di fusione e, per la sua minore densità nei confronti del materiale circostante tende a muoversi verso l'alto per isostasia. Se, come conseguenza dei movimenti della litosfera, la pressione litostatica in qualche parte della crosta diminuisce o addirittura si annulla, il materiale già fuso e quello che, proprio a causa della caduta di pressione, fonde rapidamente, può risalire in superficie e dar luogo a fenomeni vulcanici. Le condizioni per avere vulcanismo in superficie si verificano facilmente e sono il presupposto indispensabile per la formazione di una nuova crosta oceanica o per l'accrescimento della crosta continentale.

In Italia, com'è ben noto, ci sono molti vulcani collocati prettamente sulle coste tirreniche dalla Toscana alla Sicilia. Molti di essi hanno costituito dei complessi vulcanici imponenti, ma sono ormai totalmente estinti da qualche decina di migliaia di anni, come il Monte Amiata o la catena dei grandi complessi vulcanici del Lazio: monti Vulsini, Monti Cimini, Monte di Vico, Monti Sabatini, Colli Albani e Roccamonfina, ai quali si sono aggiunti i Monti della Tolfa e le Isole Pontine. Altri vulcani, invece, sono in piena attività, come l'Etna, il più grande vulcano attivo dell'Europa, e le Isole Eolie; o sono in fase di temporaneo riposo, come i Campi Flegrei, Ischia e il Vesuvio.

IL VULCANESIMO LAZIALE

Il “Vulcano Laziale” è un enorme edificio vulcanico, alto quasi mille metri, che caratterizza il paesaggio dei Castelli Romani, formato dall'accumulo dei prodotti dell'attività vulcanica, segnata da fasi effusive alterne ad eventi esplosivi. L'evoluzione dell'edificio centrale è stata accompagnata da un'attività eccentrica diffusa, mentre il ciclo dell'intero complesso, si è concluso con una serie di violentissime esplosioni di tipo freatico.

La storia del Vulcano è lunga e complessa; schematizzando al massimo, possiamo distinguere un'attività centrale ed una legata ad apparati eccentrici. Per la prima attività, possiamo ulteriormente schematizzare quattro fasi.

La prima fase, molto importante, anche se incerta e mal conosciuta, inizia nel Pleistocene, più di 700.000 anni fa, con numerose e violente esplosioni, accompagnate da manifestazioni effusive. Si formano così i primi prodotti vulcanici, sopra ghiaie marine e continentali, sabbie ed argille, che costituiscono una zona pianeggiante posta tra il mare e la base degli Appennini. Questi prodotti più antichi del Vulcano laziale, non sono però i primi, dato che l'inizio dell'attività non è direttamente documentabile, essendo i suoi resti interamente ricoperti dai prodotti successivi. Si tratta di piroclastiti di aspetto granulare e di colore grigio (“tufi grigi granulati”) rinvenibili in modesti affioramenti verso Pomezia. Colate di lava leucitica, dello stesso periodo, sono visibili in località Acqua Acetosa (Albano Laziale), sulla via Laurentina e in località Vallerano.

La seconda fase (500.000 anni fa), è caratterizzata da almeno cinque gigantesche esplosioni, ricollegabili tutte con l'apparato centrale, ed intervallate da periodi più tranquilli. In questa fase viene emessa una gigantesca quantità di piroclastiti diverse, fino alla formazione di un'enorme cono vulcanico, avente alla base un diametro di circa 60 km, ed esteso dai Monti Tiburtini al mare.

La successione delle piroclastiti è la seguente:

- pozzolane inferiori o pozzolane rosse di San Paolo;
- pozzolane intermedie o pozzolane nere o pozzolane delle Tre Fontane;
- tufo lionato o tufo litoide rosso fulvo;
- pozzolane superiori o pozzolane grigie o pozzolanelle;
- tufo a occhio di pesce o di Villa Senni.

In seguito a quest'ultima esplosione, la parte centrale dell'edificio, sprofonda in una vasta caldera, ampia 15 km. Tra la seconda e la terza fase, si ha un periodo di stasi, con paleosuoli (ricchi di resti fossili).

La terza fase (500-300.000 anni fa) vede, all'interno di tale caldera, la formazione di un nuovo cono vulcanico, avente un diametro alla base, di circa 20 km, e costituito da colate laviche alternate a piroclastiti. Si tratta de “l'apparato Tuscolano-Artemisio”, con alla sommità una

caldera ampia 10 km, derivata dal collasso della sottostante camera magmatica, avvenuto verso la fine dell'attività esplosiva di questa terza fase. I prodotti emessi sono delle periclastiti di color marrone ("tufo marrone dell'Artemisio"), delle scorie saldate prive di stratificazioni ("Sperone") e di lapilli di vario colore ("lapilli policromi").

Dopo un periodo di quiete, segue l'ultima fase (70-60.000 anni fa), con lo sviluppo di un nuovo cono all'interno della precedente caldera, sempre costituito da lave e piroclastiti: "l'apparato delle Faete". La sua base ha un diametro di 5 km, è alto non più di 500 m ed è troncato alla sommità da un cratere largo 1500 m: i "Campi di Annibale".

Importanti strutture di questa fase, sono i coni di scorie di Monte Iano e Monte Cavo, databili circa a 270.000 anni fa e la colata di lava leucitica di Capo di Bove. Contemporaneamente all'attività centrale, si ha lo sviluppo di numerose bocche eccentriche, indipendenti dal cono centrale, attraverso catastrofiche manifestazioni esplosive, di tipo freatomagmatico (magma ricco di acqua, colate accompagnate da vapori). Si pensa che esse siano dovute al brusco contatto, in profondità, tra le acque, circolanti nelle rocce carbonatiche sottostanti la camera magmatica ed il magma stesso, molto caldo. Quest'ultimo "perfora" l'intero spessore delle rocce sovrastanti, frantumandole e lanciandole in aria, come proiettili, per dar luogo a piroclastiti grigie granulari ("Peperino").

Strutture tuttora visibili, di queste enormi esplosioni, verificatesi verso la fine dell'attività del Vulcano Laziale, sono le conche di Albano e Nemi, occupate dagli omonimi laghi, e le valli di Ariccia e Marciana, mentre il cratere di Castiglione, sulla via Prenestina, testimonia un'attività eccentrica più antica.

Datazioni assolute, effettuate su frammenti d'albero inglobati nelle piroclastiti grigie, prodotte dall'esplosione del cratere di Albano, indicano che tale attività è finita circa 60.000 anni fa, concludendo anche il ciclo dell'intero complesso vulcanico.

Attualmente, come ultime tracce di un lontano vulcanesimo, restano alcune sorgenti minerali fredde contenenti anidride carbonica ed acido solfidrico, ubicate verso Tivoli e Lavinio.

ESCURSIONE AL LAGO DI ALBANO E NEI PRESSI DEL DIVINO AMORE



Il 6 marzo 2003 ci siamo recati nei pressi del Divino Amore dove sono visibili piroclastiti ricollegabili alla seconda fase del vulcanismo laziale.

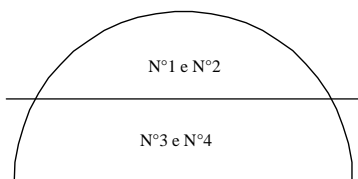
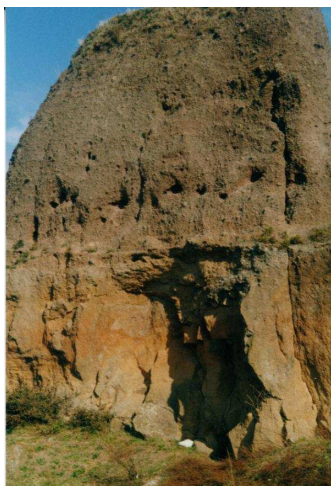
Abbiamo riscontrato una stratificazione di materiali piroclastici in alcune collinette. Da una di queste abbiamo prelevato quattro campioni:

N.1 e N.2

Questi campioni sono stati prelevati nella parte sommitale dell'accumulo di materiali piroclastici. I due campioni hanno un colore marroncino e si presentano con un aspetto ghiaioso, con classi diverse per dimensioni e grado di arrotondamento. Tali sedimenti sono poco cementati.

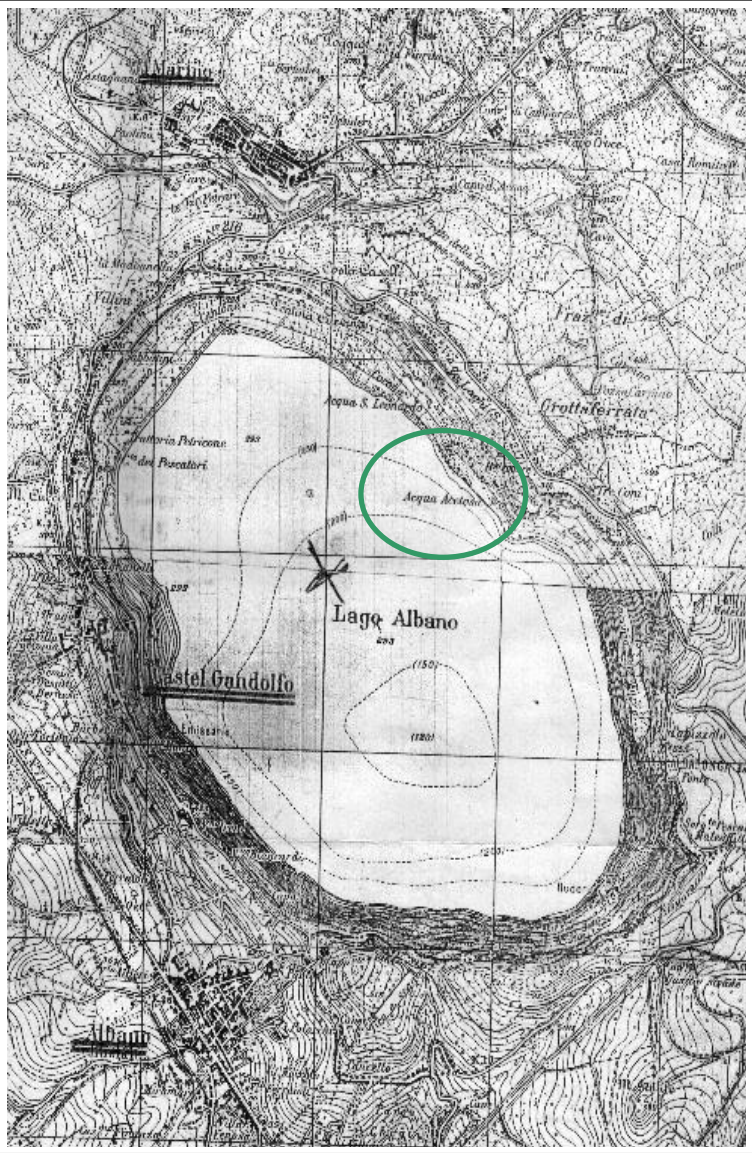
N.3 e N.4

Prelevati nella parte inferiore della collinetta i due campioni appaiono di roccia compatta, con una colorazione avana tendente al giallo (indicante presenza di ferro). Sono evidenti strutture subverticali. Notiamo frammenti vetrosi e presenza di diversi tipi di clasti.



N.5 e N.6

Sono stati prelevati nella collinetta più ad ovest rispetto alla prima in cui notiamo un contatto tra due formazioni diverse, giallo avana e marroncina. In particolare il campione n.6 è stato prelevato nella zona di confine.





Abbiamo raccolto altri campioni nella zona del Lago di Albano, in particolare lungo una parete rocciosa all'Acqua Acetosa.

N.7

La roccia presa in esame, presenta fenocristalli di leucite, si tratta di una lava leucitica. Da questo strato di lava leucitica, abbiamo prelevato tre diversi campioni:

7a

Il campione esaminato ha una colorazione sul grigio, la pasta di fondo è microcristallina con presenza di qualche fenocristallo di colore bianco latte; questi minerali hanno una conformazione a rosetta e appartengono alla famiglia dei feldispatoidi, trattasi di leucite.

Questo campione si è cristallizzato da una lava basica o ultrabasica e la presenza di feldispatoidi implica la scarsa presenza di quarzo. La roccia presenta una struttura porfirica e quindi trattasi di roccia effusiva.

7b

Questo campione è di natura basica, ed essendo di colorazione grigiastra denota una maggiore presenza di minerali sialici. Ritroviamo infatti la presenza di fenocristalli di leucite e quindi di una struttura porfirica, si tratta di una roccia effusiva.

La roccia presenta dei piccoli fori (parte esterna scoriacea), ciò testimonia che la roccia in esame è stata sottoposta a forti pressioni e degassazione.

7c

La colorazione, grigio scuro, della roccia, indica la formazione basica o ultrabasica. Presenta dei fenocristalli leucitici di colore bianco di varie dimensioni.

Anche questo campione ha una struttura scoriacea, ma tuttavia i fori, rispetto al primo campione, sono di dimensioni ridotte e meno numerosi, quindi è stata sottoposta ad una azione di degassazione minore. Infine per via di una pasta di fondo microcristallina è caratterizzata da una struttura porfirica.

In sovrapposizione allo strato di lava leucitica si notano dei livelli di piroclastiti dello spessore di due metri. Alcuni di questi presentano diffusi processi di ossidazione (colore rosso).

STRATIGRAFIA DELLA PARETE ROCCIOSA



N.8

Questo campione è stato prelevato nello strato ancora superiore dove notiamo lave compatte senza nessuna presenza di fenocristalli di leucite. In sovrapposizione a questa colata lavica più recente si vedono enormi strati di materiale piroclastico con diffusi fenomeni erosivi di tipo eolico.

N.9

Prelevato nella stessa zona, lungo un piano di faglia, presenta una colorazione biancastra e una struttura cristallina compatta, caratteristica degli elementi metamorfosati (probabile frammento di carbonato di calcio).



Faglia ed intruso di roccia carbonatica

Il campione numero 9 prelevato in località Albano, lungo il piano di faglia, è un incluso biancastro di natura incerta.

Ipotizziamo la natura carbonatica dell'incluso. Dopo averlo macinato,

in un mortaio in ceramica, riducendolo in polvere, lo facciamo reagire con dell'acido cloridrico (HCl). Immediatamente, notiamo la reazione chimica e la liberazione di gas. L'incluso quindi, è certamente di natura carbonatica, in quanto gli acidi reagiscono in modo immediato con il carbonato di calcio.

Possiamo giustificare la presenza di questo incluso carbonatico nella colata leucitica (in prossimità della faglia) ipotizzando una risalita del materiale sedimentario.

La presenza della faglia indica le forti tensioni, di tipo rotazionale, cui l'area è stata sottoposta. La zona, di grande instabilità, è formata da una stratificazione di materiale sedimentario sovrastato da lave leucitiche. Probabilmente questi inclusi carbonatici, sono stati sollevati in seguito alla formazione della faglia, durante la risalita del magma. Questi elementi carbonatici hanno una struttura così compatta, proprio perché sono elementi ricristallizzati.

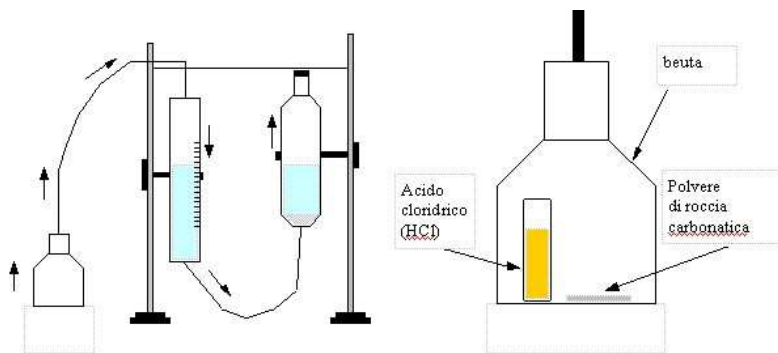
Calcimetria

Dopo aver appurato la natura carbonatica dell'incluso, procediamo con l'esame calcimetrico per scoprire la percentuale di carbonato di calcio presente. Misuriamo la quantità di $H_2O + CO_2$ che viene liberata dal campione, facendolo reagire con dell'**acido cloridrico** (HCl).

-Reazione chimica: $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2CO_3$

$H_2O + CO_2$;

-Temperatura durante l'analisi: 22,5 °C;



Dopo aver frantumato, all'interno di un mortaio in ceramica, un frammento di roccia carbonatica ($CaCO_3$, 762 mg), mettiamo la polvere ottenuta, all'interno di una beuta insieme ad una fialetta con dell'acido cloridrico (HCl). La beuta è collegata attraverso un tubicino a due contenitori formanti tra loro un sistema di vasi comunicanti. Eguagliamo i livelli dell'acqua dei due contenitori e controlliamo che i livelli siano uguali. La reazione tra la polvere di roccia carbonatica e l'acido cloridrico, porta alla formazione di $CaCl_2$ e di H_2CO_3 , quest'ultimo si scompone ulteriormente formando del gas CO_2 .

Il gas che si libera, finisce, attraverso il sistema di tubicini, all'interno del primo contenitore graduato contenente acqua; sotto la spinta del gas, l'acqua passa attraverso un tubicino, al secondo contenitore.

Osservando la scala graduata, notiamo un abbassamento del livello dell'acqua di 70 mm³, tale volume è appunto equivalente al volume del gas. Possiamo quindi dire che il campione è di tipo carbonatico ed esattamente si tratta di calcare marnoso (82% di $CaCO_3$).

ESCURSIONE AI MONTI SIMBRUINI



Durante la gita ai monti Simbruini, abbiamo notato numerose faglie dove si è accumulato materiale erosivo. Sono state rilevate delle rocce metamorfiche, già in parte ricristallizzate con dei pigmenti rossi, certamente di natura ferrosa. Le rocce carbonatiche dei monti simbruini, caratterizzano l'ambiente di origine marina con facies pelagica. Presentano litotipi con aspetto massivo, intercalati a livelli sempre di natura carbonatica con stratificazione orizzontale dello spessore di qualche centimetro. Questi ultimi presentano una colorazione sempre sull'avana, ma leggermente più scura. Prendendo dei campioni dallo strato superiore, e da quello inferiore, si nota che i diversi strati sono forse dovuti alle variazioni climatiche, e quindi ai diversi apporti di sedimenti.



Abbiamo trovato degli intrusi di natura arenacea in mezzo a rocce carbonatiche. La loro presenza può essere spiegata con l'erosione, a causa dell'acqua, della calcarenite (roccia carbonatica con una grossa percentuale di arenaria) che nel tempo ha diluito la parte carbonatica.

Nel piano di faglia, dove scorre l'Aniene, è possibile notare il lavoro di erosione dell'acqua e, sempre vicino al fiume, osserviamo una stratificazione (dal basso verso l'alto);



1° strato: sabbioso
2° strato: argilloso

3° strato: alternanza di nuovo di sabbie
4° strato: argilloso

Questi strati sono anch'essi dovuti al cambiamento di clima che influenza l'agitarsi del mare. Infatti, quando le acque sono più calme, prevale la componente argillosa; quando invece sono più agitate, quella sabbiosa. Nella stessa zona abbiamo rinvenuto dell'argilla nera ricca di grafite.

Dalle rive del fiume, è possibile scorgere il monastero di S. Benedetto, l'unico rimasto di dodici monasteri esistenti nella zona.



Su alcune rocce, sulle rive del fiume, si possono notare dei licheni (vengono detti pionieri poiché sono i primi a crescere sulle rocce) dei muschi e delle alghe.

Sulla strada per Monte Autore abbiamo osservato altre faglie (con presenza di rocce calcaree) e dei campi solcati dal carsismo.

Sul monte Autore, in prossimità della vetta, abbiamo rinvenuto, una cristallizzazione di aragonite. L'aragonite cristallizza nel sistema rombico con forma allungata.



Su alcune rocce, in questa zona, è evidente l'azione erosiva del vento.

Le cause dell'erosione, oltre a quella chimica e a quella

delle acque selvagge, sono principalmente:

- termoclastismo, dovuta a variazioni climatiche;
- clioclastismo, dovuta al gelo e al disgelo;
- bioclastismo, dovuta a licheni, muschi, alghe e alle radici degli alberi.

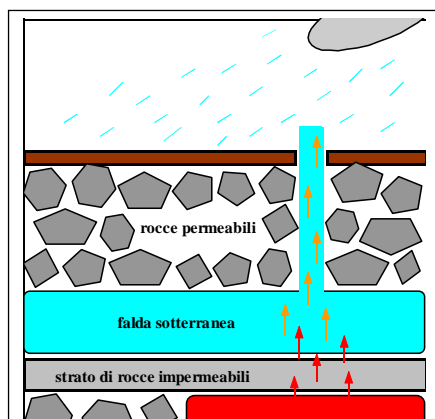
CENTRALE GEOTERMICA DI LARDERELLO



La zona geografica tra Lazio e Toscana, è caratterizzata da fenomeni di vulcanesimo secondario, quali sorgenti di acque sulfuree, calde e boracifere. Alcune volte, se i minerali contenuti nelle acque non sono particolarmente corrosivi, e se la falda interessata non si trova a notevoli profondità è possibile utilizzare questa risorsa naturale, per produrre, senza nessun inquinamento, dell'energia elettrica.

La zona di Larderello, era una zona già sfruttata in età romana, per prelevare minerali importanti (come il boro). Nel XIX secolo, il ricercatore - imprenditore Larderel (da cui prende nome la zona), ebbe l'idea di sfruttare le conosciute sorgenti boracifere, ai fini industriali. Solo secondariamente, venne l'idea di usare questa fonte energetica naturale, per produrre energia elettrica (in quegli anni l'Italia si avviava ad un forte sviluppo industriale ed era forte la richiesta di energia).

Così si formò il primo polo geotermico di Larderello (il primo nel mondo di questo genere), che oggi, fornisce energia per un'area grande all'incirca come quella fiorentina.



Perché si formano queste sorgenti di acqua calda?

Nelle zone in cui in passato, l'attività vulcanica ha avuto esiti importanti, è facile trovare fenomeni di vulcanesimo secondario.

Nella zona di Larderello, si sono create condizioni favorevoli, per cui, l'acqua piovana, che passando per uno strato di rocce permeabili, trovando un altro strato, questa volta di rocce impermeabili, andava a formare delle falde sotterranee. La vicinanza con una ingente fonte di calore, quale il magma fuso, riscalda la falda, facendo risalire l'acqua verso la superficie. Quando poi trova un passaggio, si vengono a sviluppare, a secondo dei casi, grandi o piccoli soffioni (a secondo della temperatura e della pressione).

Queste falde sono di tre



tipi diverse: solo acqua calda; acqua calda e vapore, solo vapore (questo naturalmente, a seconda della vicinanza con la fonte di calore).

Quali sono gli usi?

Per quanto riguarda gli usi, l'acqua riscaldata in questo modo, può essere usata per il riscaldamento durante i periodi invernali e per generare energia geotermica in centrale.

I costi

Fare perforazioni è qualcosa di molto costoso ed anche se esistono diverse zone, dove cercare queste falde, esiste un problema: non sempre queste falde possono venire utilizzate, questo perché, in molti casi, nelle acque vi sono disciolti minerali corrosivi, che non permettono la canalizzazione, in grandi o medie tubature. Questo è il motivo di base, per cui, pur se la geotermia è una grande risorsa per produrre energia elettrica, essa viene messa da parte, preferendo altri tipi di sorgenti di calore, per poter mettere in funzione le turbine delle centrali termiche.



Qual è l'impatto ambientale di una centrale geotermica?



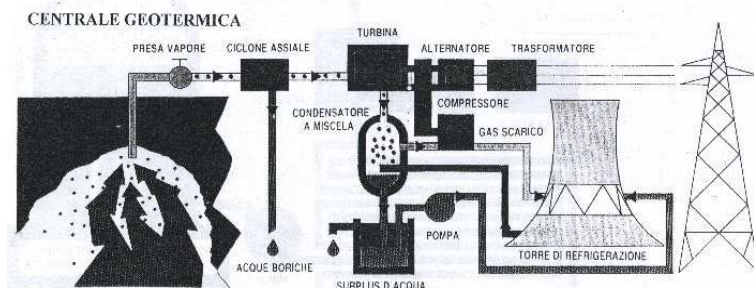
Pur se l'inquinamento di una centrale geotermica è uguale a zero, il fatto che essa esista, comporta comunque un forte impatto ambientale. Questo forte impatto ambientale è dovuto alle tubature ed alle grandi torri di raffreddamento, che deturpano il paesaggio. In alcuni casi però, come è accaduto per Larderello, la creazione della centrale, ha dato alla valle una flora ed una vegetazione, che i vapori, che prima fuoriuscivano dal terreno, non avevano dato. Nel caso di Larderello poi, si sta cercando di dipingere di verde le tubature, in modo tale, da ridurre drasticamente l'impatto visivo.

Come funziona una centrale geotermica?

ha la caldaia.

Per sfruttare le acque freatiche (le falde acquifere calde sotterranee), si fanno delle perforazioni. Il vapore, viene incanalato in una tubatura e "purificato" dai minerali (nel caso di Larderello boraciferi: biossido di carbonio, solfuro di idrogeno, acido bórico, ammoniaca, metano, idrogeno e gas rari), all'interno di un ciclone assiale.

Il vapore passa dunque, all'interno di una turbina, che producendo movimento, fa sì che attraverso l'alternatore, si produca energia elettrica (se c'è una bobina che ruota all'interno di un campo magnetico, c'è corrente).



Il gas viene condensato e raffreddato all'interno di una torre di raffreddamento ed attraverso una pompa, l'acqua viene direttamente reiniettata nel terreno.

La corrente prodotta, per essere facilmente trasportata, senza dispersioni provocate dal calore (per effetto Joule), viene trasportata a grandi tensioni. Per questo, all'interno di una centrale, vi è un trasformatore, che porta la corrente prodotta, a bassa intensità.