

Cliente

HB S.R.L.
Via Vespucci n.7
36071 Arzignano (VI)
C.F. e P.I. 01895880241

Progetto



PERMESSO DI RICERCA GEOTERMICO “ARZIGNANO”
Istanza di Permesso di Ricerca prot. R.V. nr. 181727 del 24/4/2014

PROGRAMMA DEI LAVORI

Prima Fase – Esplorazioni preliminari
Progetto Definitivo

elaborato

PL.F1.PD.RT.00

Scala

-

Codice progetto

C113/F1/A

Archivio

titolo

Relazione Tecnica
del Programma dei Lavori

Progettazione



Ing. Vanni Carraro

Consulenze Ambientali

Vigonza (PD) – viale del Lavoro n. 2F
Arzignano (VI) – Via Vespucci n.7
Tel. 049/0998202 Fax. 049/8930090
consulenze.ambientali.pd@gmail.com
P. IVA 04703450280



Geol. Roberto Cavazzana

M6 ENGINEERING s.r.l.

36045 Lonigo (VI), Via Fabio Filzi, 21
45100 Rovigo, Via Verdi, 1
Tel. 0425 460577 Fax. 0425 415011
Email: info@studiom6.it
P.IVA 03568500247

Il presente documento è di esclusiva proprietà di M6 s.r.l. e non può essere copiato, riprodotto o consegnato a terzi senza autorizzazione. This drawing is exclusive property of M6 s.r.l. and it is forbidden to copy, print or give it to third parties without authorization.

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. OBIETTIVO DELL'INIZIATIVA	4
3. AREA DEL PERMESSO DI RICERCA	5
4. STATO DELLE CONOSCENZE	7
4.1 Inquadramento geografico.....	7
4.2 Inquadramento geologico generale.....	9
4.3 Inquadramento geologico e strutturale profondo dell'area di studio	12
4.4 Risorse geotermiche dell'area di studio.....	21
5. ASSENZA DI INSTABILITA' GEOSTRUTTURALI (ex art. 4 comma 3 L.896/86).....	27
6. TEMI DI RICERCA CHE SI INTENDONO SVILUPPARE.....	28



1. INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica è riferita al Programma dei Lavori relativo alla richiesta di Permesso di Ricerca geotermico denominato “Arzignano” riguardante la ricerca e la valutazione delle risorse geotermiche presumibilmente presenti nei pressi del Paese di Arzignano situato all’imbocco della Valle del Chiampo in Provincia di Vicenza.

In particolare la presente relazione costituisce elemento documentale del Progetto Definitivo degli interventi di prima fase (1^a Fase) del Progetto geotermico in oggetto.

Il Progetto Definitivo di 1^a Fase contiene i dettagli progettuali degli interventi di indagine preliminare che si intende attuare e che devono essere autorizzati dal punto di vista ambientale e per tale motivo costituisce parte integrante dell’istanza di V.I.A. presentata ai sensi della L.R. 10/99 dal proponente.

Il Proponente HB srl ha presentato domanda di istanza di Permesso di Ricerca geotermica di cui al prot. della regione Veneto nr. 7464 del 9/1/2014 ottenendo, previo espletamento della procedura normativa di riferimento, autorizzazione di istanza di PdR in data 24/4/2014 prot. R.V. nr. 181727.

Ai sensi del D.lgs 22/2010 del D.lgs 152/2006 l’istanza di permesso di ricerca deve essere sottoposta a verifica di assoggettabilità alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale sulla quale alla data odierna risulta competente la Provincia di Vicenza.

Il presente Progetto di prima fase si inserisce nell’iter Progettuale Amministrativo previsto dalla DGRV n. 985 del 18 giugno 2013 che regola l’ottenimento del permesso di ricerca e la concessione mineraria per lo sfruttamento delle risorse geotermiche di interesse locale secondo quanto previsto dal combinato disposto D.lgs 22/2010 e dalla L.R. 40/89.



Sostanzialmente l'attività di prima fase è finalizzata alla esplorazione delle risorse geotermiche potenziali mediante studi a tavolino e rilievi e indagini in situ di superficie necessari per caratterizzare il serbatoio geologico profondo e per la valutazione preliminare qualitativa della risorsa.

Il presente Progetto è redatto in osservanza alle prescrizioni del DPR n. 395/1991, regolamento di attuazione della L. n. 896/1986 recante disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche (Parte 2 – testo vigente).

Si evidenzia che questa prima fase non prevede la perforazione del pozzo geotermico esplorativo profondo.

Successivamente, in caso di esiti positivi della esplorazione di prima fase, il progetto proseguirà con la esplorazione diretta e la definizione quantitativa di tali risorse e poi eventualmente con il suo sfruttamento a fini di produzione di energia elettrica e/o termica mediante soluzioni tecnologiche ed impiantistiche adeguate alle caratteristiche della risorsa ed alle richieste delle utenze.

2. OBIETTIVO DELL'INIZIATIVA

Il progetto geotermico denominato “ARZIGNANO” ha come obiettivo di prima fase la ricerca e la valutazione delle risorse geotermiche presumibilmente presenti nei pressi del Paese di Arzignano ed aree limitrofe.

Successivamente, in caso di esiti positivi della ricerca, il progetto proseguirà con la fase di utilizzo di tali risorse a fini di produzione di energia elettrica e/o termica mediante soluzioni tecnologiche ed impiantistiche adeguate alle caratteristiche della risorsa ed alle richieste delle utenze.

Il Progetto servirà a valutare tecniche di coltivazione della risorsa geotermica con centrali a ciclo binario già disponibili in commercio (ciclo Rankine ORC, ciclo Kalina) e ad

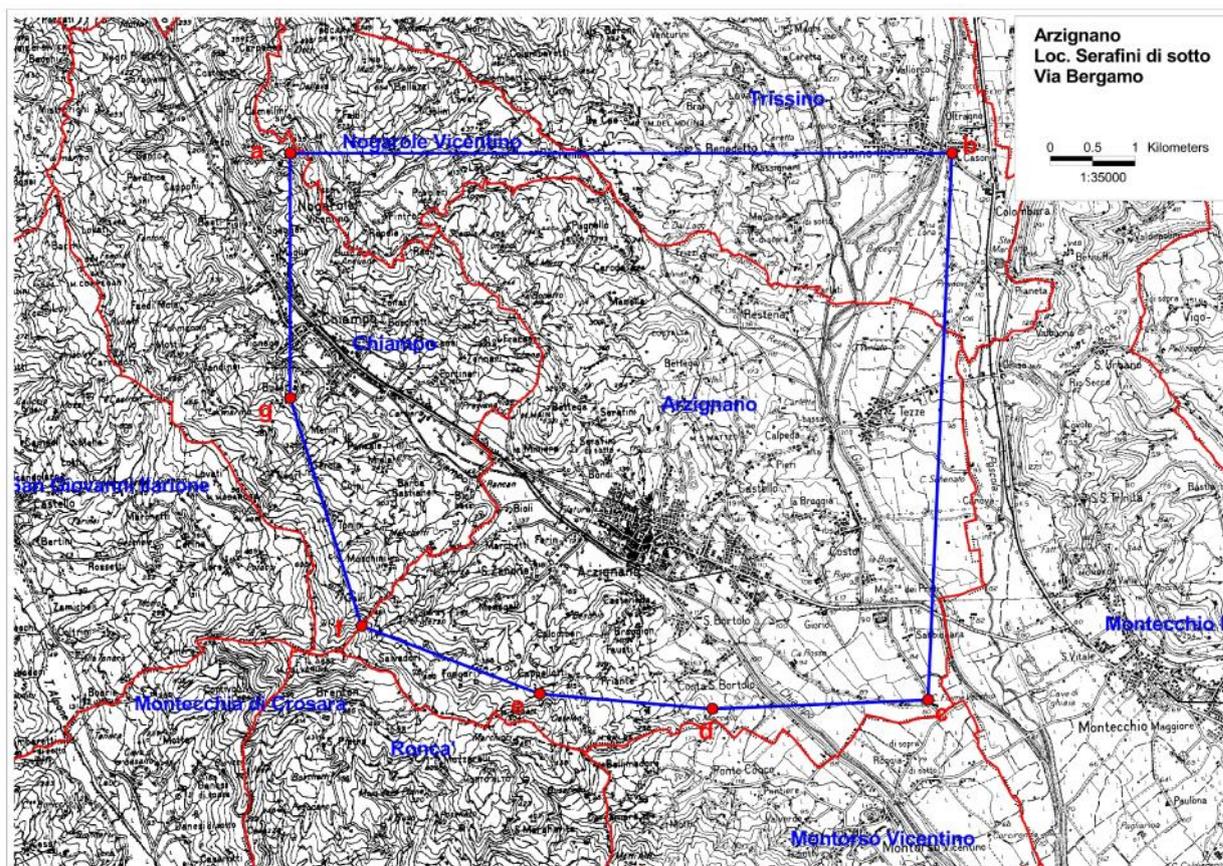


individuare le tecnologie nel campo degli scambiatori di calore e dei fluidi di lavoro per ottimizzare il rendimento di questo tipo di centrali.

3. AREA DEL PERMESSO DI RICERCA

La ricerca è localizzata in un'area, denominata "Arzignano" con una superficie complessiva di circa 47 Km² come di seguito individuata e raggiungerà la profondità di circa 3.500 m.

L'area del permesso di ricerca di circa 53,30 km² (fig. 2) è stata tracciata secondo le disposizioni dell'art.9 del D.P.R. 27/05/1991 n. 395 ed è individuata dai vertici riportati nelle tabelle sottostanti.



Allo stato attuale non esistono aree confinanti o prossime con permessi di ricerca o concessioni geotermiche vigenti.

Localizzazione geografica dell'area di ricerca:

Regione:	Veneto (46,96 kmq)
Provincia:	Vicenza (46,96 Kmq)
Comuni interessati:	Arzignano, Chiampo, Nogarole Vicentino, Trissino.
Superficie complessiva area di ricerca	46,96 Kmq
Denominazione Area di ricerca	"Arzignano"

Di seguito si riportano le coordinate geografiche dei vertici espresse in coordinate geografiche (Sistema di riferimento WGS 84).

vertice	Longitudine W	Latitudine N
a	11° 16' 45.0463"	45° 33' 48.8916"
b	11° 22' 44.4163"	45° 33' 41.5583"
c	11° 22' 22.5800"	45° 30' 11.8449"
d	11° 20' 25.3972"	45° 30' 10.7660"
e	11° 18' 52.0764"	45° 30' 18.4693"
f	11° 17' 16.4851"	45° 30' 46.5130 "
g	11° 16' 41.2440"	45° 32' 14.8362 "



4. STATO DELLE CONOSCENZE

La fattibilità del progetto è basata sulla presupposta esistenza nell'area del PDR di risorse geotermiche qualitativamente idonee ad uno sfruttamento energetico e termico.

La presenza di fluidi potenzialmente utilizzabili è stata supposta sulla base di informazioni geologiche di base; tuttavia fino ad ora nessuna valutazione in senso quantitativo è disponibile per la zona di ricerca ed è difficile allo stato attuale estrapolare dati da situazioni "analoghe".

Ne segue che per pianificare un intervento industriale del valore di diversi milioni di euro, è necessario acquisire preliminarmente ogni dato disponibile ed acquisire alcuni parametri essenziali con indagini mirate. Si tratta di attività propedeutiche di tipo conoscitivo ed analitico che saranno effettuate nell'ambito del presente PDR.

4.1 Inquadramento geografico

L'area del permesso di ricerca in oggetto ricade nei bacini idrografici del Torrente Chiampo e del Fiume Guà.

La morfologia è collinare solcata da strette valli fluviali e degrada velocemente procedendo da NNW a SSE secondo la direzione di sviluppo delle aste idrografiche principali fino a sfociare in zona di raccordo con l'alta pianura alluvionale aperta. Le quote sono comprese fra circa 700 e 90 m.s.l.m..

Secondo la Suddivisione Orografica Internazionale Unificata del Sistema Alpino (SOIUSA) la zona di studio appartiene alle Alpi Orientali, Gruppo Alpi Sud-orientali, Sezione Prealpi Venete (n.32), sottosezione Prealpi Vicentine (Altipiani, Piccole Dolomiti, Monti Lessini).

Le forme di rilievo sono movimentate anche se



non accidentate. In particolare si possono riconoscere le seguenti tipologie fiografiche.

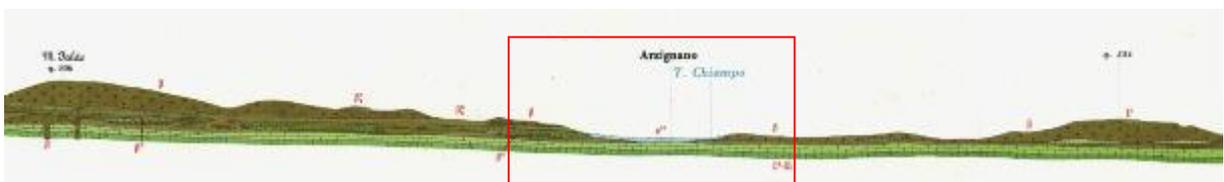
- Il paesaggio predominante nella zona di studio è di tipo collinare vulcanico con tavolati. Si tratta di rilievi collinari con forme tabulari o a sommità arrotondata, originati da attività vulcanica. L'energia di rilievo può arrivare a media, alta. I litotipi principali sono costituiti da basalti, tufiti, e in subordine argille, limi e sabbie, ghiaie. Il reticolo idrografico è parallelo o dendritico. Le componenti fisico-morfologiche principali sono plateau vulcanici più o meno scolpiti con depositi argillosi alla sommità e fasce detritiche di versante, valli incise e strette. Le coperture di suolo prevalenti sono boschi, terreni agricoli, vegetazione arbustiva e/o erbacea.
- Si riscontrano poi le pianure di fondovalle lungo le valli del Chiampo e dell'Alpone. Si tratta di aree sub-pianeggianti all'interno di valli fluviali; sono allungate secondo il decorso del fiume principale e di ampiezza variabile anche se generalmente limitata. L'altimetria è variabile, non distintiva ma con una bassa energia di rilievo. I litotipi prevalenti sono limi, sabbie, ghiaie. Il reticolo idrografico è di tipo canalizzato. Le componenti fisico-morfologiche sono caratterizzate dal corso d'acqua, argini, aree golenali e pianure inondabili.
- Infine troviamo il passaggio della pianura aperta di raccordo (alta pianura alluvionale) caratterizzata da aree pianeggianti o sub-pianeggianti a sviluppo esteso ed a geometria variabile, non limitato all'interno di una valle. L'energia di rilievo è bassa. I litotipi prevalenti sono limi, sabbie, ghiaie. Il reticolo idrografico in questa zona è per lo più canalizzato. Le componenti fisico-morfologiche principali sono terrazzi alluvionali, corsi d'acqua, argini, aree golenali. In subordine: aree di bonifica, conoidi alluvionali piatte, piccole e basse colline. La copertura del suolo è essenzialmente rappresentata da territori agricoli, zone urbanizzate, strutture antropiche grandi e/o diffuse (industriali, commerciali, estrattive, cantieri, discariche, reti di comunicazione), zone umide.



4.2 Inquadramento geologico generale

La zona di studio è inserita nella porzione più orientale della struttura geologica lessinea, costituita da un esteso tavolato leggermente arcuato, immergentesi sotto la coltre alluvionale della pianura padana verso SSE (nella zona di studio).

La disposizione mono-clinale risulta tettonicamente disturbata e complicata da numerose dislocazioni, sia per faglia che per piega e piega-faglia (nella parte più settentrionale, fuori zona di studio).



Carta geologia generale e profilo geologico generale (linea sottile blu) interessante l'area di studio
Carta Geologica d'Italia F.49 scala 1:100.000



Nel quadro tettonico generale si rileva come i lineamenti strutturali lessinei possano essere identificati in un complesso di fratture e faglie con disposizione a ventaglio, il cui vertice si trova a Nord della regione lessinea propriamente detta.

Verso levante, dove risulta inserita la zona di studio, predominano i disturbi tettonici con direzione parallela a quella della «linea Schio- Vicenza» (NNGSSE). (M. CORSI & G. O. GATTO, 1965; G. PICCOLI, 1965).

Fuori zona di studio in corrispondenza delle dislocazioni principali si notano numerose complicazioni tettoniche minori, alcune parallele, altre trasversali rispetto a quelle maggiori.

Nell'area di studio si rilevano le probabili faglie sul versante sinistro delle valli del Chiampo e dell'Alpone con direzioni di sviluppo NNO-SSE e che rappresentano le prosecuzioni di quelle rinvenibili nelle alte valli del Chiampo e dell'Agno.

I terreni geologici affioranti sono per lo più legate a manifestazioni vulcaniche di tipo basico (basalti olivinici, basalti augitici, ecc.) e la loro età va dal Cretaceo terminale (o Paleocene) all'Oligocene e forse localmente al Miocene inferiore. Secondo C BURRI (1961) le lave sono di provenienza profonda, simatica, e anche se esistettero focolai locali, questi dovevano essere situati a notevole profondità.

In particolare affiora una estesa copertura di basalti colonnari compatti o bollosi, talora scoriacei (miocene inferiore- cretaceo inferiore).

Localmente e con diffusione molto minore affiorano tufi e ialoclastiti basaltici, spesso gradati, talora fossiliferi stratificati e rimaneggiati (Cretaceo superiore).

In prossimità di Chiampo, sui versanti di fondovalle affiorano sottili ed allungati lembi di calcari bianco-avorio selciferi, talora marnosi, ben stratificati (Biancone - Cretaceo inferiore) e calcari marnosi rossastri fittamente stratificati selciferi (scaglia Rossa – Cretaceo).



Le formazioni quaternarie che si ritrovano nella zona dei rilievi lessinei sono rappresentate esclusivamente da depositi continentali.

Le alluvioni fluviali sono costituite da elementi calcareo-dolomitici con una notevole abbondanza di materiali vulcanici (basalti e vulcaniti basiche in generale).

Oltre a questi depositi alluvionali lessinei recenti, si ritrovano, nei tronchi superiori delle valli (Agnò, Chiampo, Illasi), lembi di terrazzi cementati riferibili ad un ciclo nettamente più antico.

La grande conoide atesina deve aver sbarrato lo sbocco delle valli che scendono dai Lessini (Valpantena, Val Squaranto, Progno di Mezzane, Illasi, Chiampo e Guà), talora anche risalendole per breve tratto, determinando la formazione di bacini lacustri successivamente colmati da depositi prevalentemente argilloso-torbosi. A questi depositi fini si sono sovrapposte le alluvioni grossolane dei corsi d'acqua attuali che, in alcuni casi (Guà ed Illasi), poterono dilagare ampiamente al di sopra dell'antica barriera costituita dalle alluvioni fluvio-glaciali dell'Adige.

Detriti di falda e coni detritici sono frequenti ai piedi dei versanti più ripidi costituiti dalle formazioni basaltiche.

Nella zona marginale di pianura, di cui è presente un lembo marginale all'interno dell'area di studio, si possono riscontrare alluvioni terrazzate grossolane e minute.

L'idrografia collinare è condizionata dall'assetto tettonico generale e dalle caratteristiche litologiche delle formazioni rocciose. Il sistema idrografico fondamentale è pertanto costituito da valli dirette secondo la massima pendenza della regione monoclinale, orientate da NNO a SSE. A queste si affianca un sistema di valli minori affluenti, normali o quasi alle maggiori, che convogliano le acque nei bacini principali.

Le caratteristiche dei vari torrenti sono pressoché uguali. Nella parte superiore del loro corso drenano bacini collettori discretamente ampi, indi percorrono valli per lo più strette fino ad arrivare in valli larghe, in generale occupate da alluvioni abbondanti e permeabilissime.



Dal punto di vista della permeabilità le rocce in superficie possono essere classificate sostanzialmente impermeabili soprattutto dove insistono ammassi rocciosi basaltici meno fratturati e depositi di terreni coerenti (argille e limi).

Per quanto riguarda le precipitazioni, con massimi in primavera ed autunno, si può osservare che siamo prossimi alle zone a maggiore piovosità delle Prealpi Venete.

L'abbondanza delle precipitazioni, la predominanza in certe zone di rocce impermeabili il profilo longitudinale molto inclinato sono fattori sfavorevoli per la sicurezza idraulica in occasione delle piene. Tuttavia nelle basse valli ed in condizioni normali, incontrando materiali alluvionali permeabilissimi, i vari torrenti rimangono senz'acqua e sono talvolta pensili per la maggior parte del loro tragitto terminale.

Diversa è invece la situazione idrogeologica che si riscontra all'interno delle valli in prossimità del loro sbocco in pianura. Qui la prima falda acquifera di una certa importanza si trova spesso a molte decine di metri di profondità. Inoltre, dato che gli antichi depositi lacustri fini ed impermeabili, molto superficiali, hanno uno spessore notevole, può succedere che le falde siano in pressione (artesiane).

4.3 Inquadramento geologico e strutturale profondo dell'area di studio

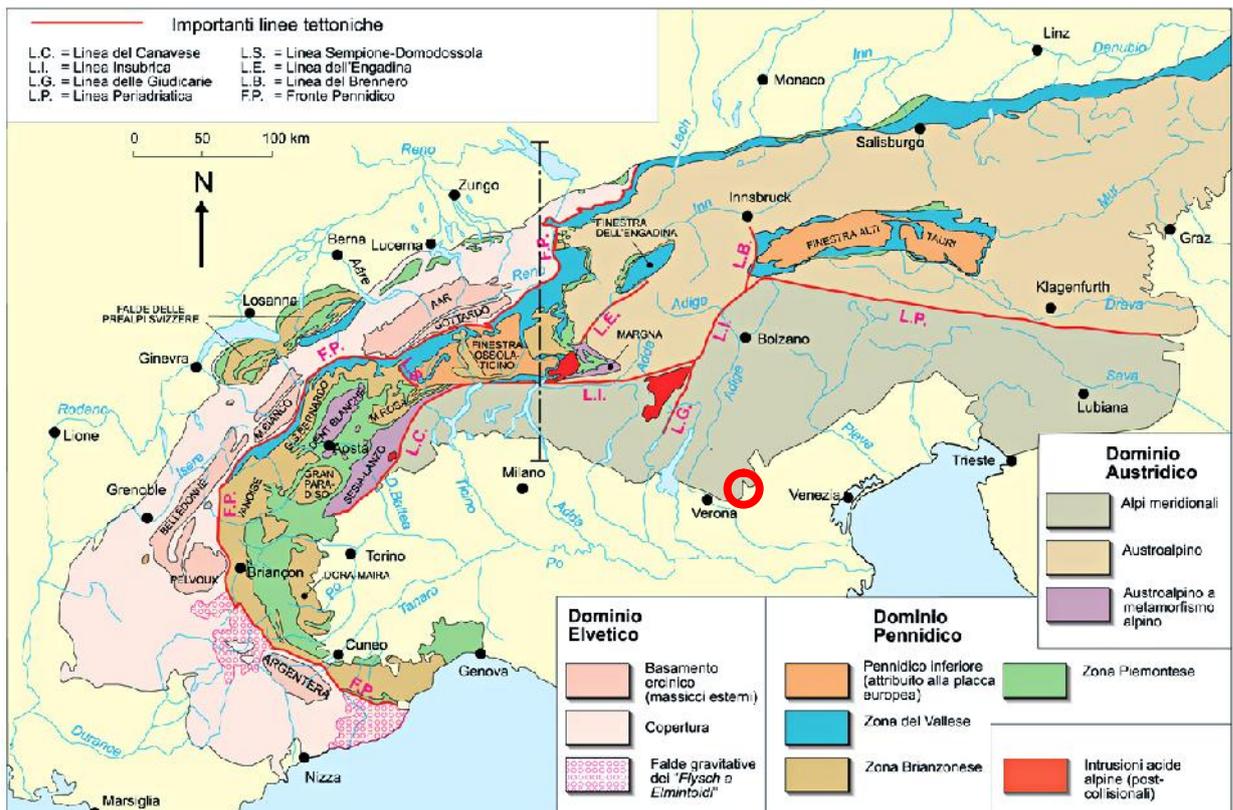
Nel presente paragrafo si descrivono le caratteristiche generali della tettonica e geologia profonda del distretto nel quale è inserita la zona di studio.

Poichè si tratta di argomenti complessi e molto specialistici si usa volutamente un linguaggio semplificato (per quanto possibile) per facilitare la comprensione anche ai non addetti ai lavori di alcuni aspetti di base che possono influenzare la presente ricerca.

Da un punto di vista geologico generale le Alpi vengono suddivise considerando la posizione dei suoi maggiori elementi strutturali rispetto alla principale lineazione tettonica chiamata Linea



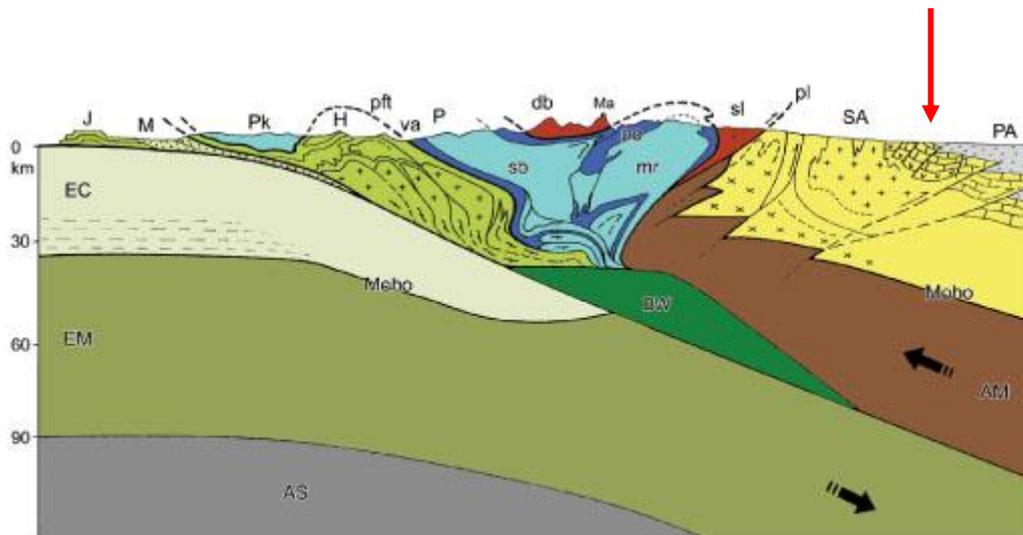
Insubrica o linea Periadriatica. Si tratta di una importante linea di sutura (zona di taglio) ben riconoscibile a scala regionale, sviluppata con orientamento prevalente est-ovest attraverso tutte le Alpi (LP, LI).



Questa linea rappresenta il contatto in superficie tra le vecchie placche tettoniche Adria ed Eurasia. A nord della linea periadriatica si riconoscono tre grandi domini paleogeografici: l'Elvetico, il Pennidico e l'Austroalpino, caratterizzati da diverso grado di metamorfismo.

A sud di questa linea si trovano le unità piegate e sovrascorse del Sudalpino costituito da falde di rocce sedimentarie sudvergenti in assenza di metamorfismo alpino.

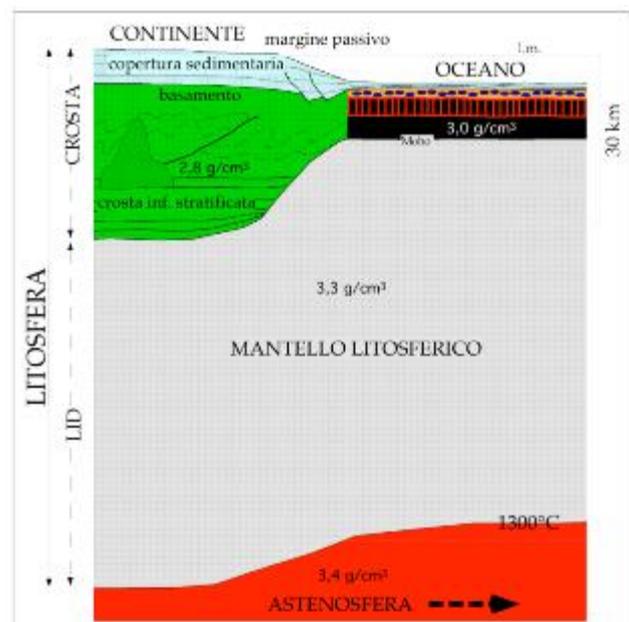




Sezione geologica profonda NW-SE attraverso le Alpi con la struttura a doppia vergenza; colori e sigle sono le stesse della figura precedente. Dal Piazz et al (2003).

Prima di affrontare gli aspetti della geologia profonda è utile ricordare che la litosfera è costituita dalla crosta e dal mantello litosferico (LID).

La crosta e il mantello litosferico sono separati dalla discontinuità Moho («Moho»; Mohorovičič, 1910), al di sotto della quale, cioè nel mantello, la velocità di propagazione delle onde sismiche P (longitudinali) accelera bruscamente da circa 6,8÷7 km/s a circa 8÷8,2 km/s. La velocità delle onde S (trasversali) passa da 3,9 km/s nella crosta inferiore a 4,5 km/s nel mantello.



Stratigrafia schematica della crosta e della litosfera continentale e oceanica (C. Dogliani)



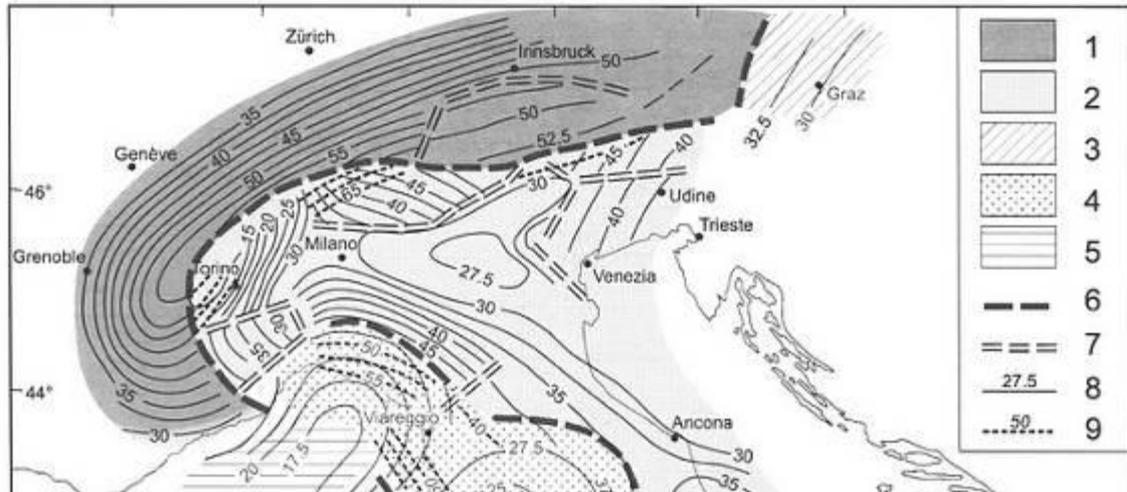
La litosfera parte quindi dalla superficie terrestre e arriva in profondità fino all'isoterma di circa 1300°C. Oltre questa temperatura, il mantello inizia a fondere leggermente, per cui il mantello sottostante la litosfera è detto astenosfera, o canale a bassa velocità perché, per effetto della fusione parziale, le onde P e S rallentano rispettivamente alle velocità di 7,9 km/s e 4,4 km/s. La base della litosfera è interpretata non tanto come una variazione chimica, ma principalmente come un cambio di fase.

La crosta continentale presenta uno spessore maggiore di quella oceanica data la sua minore densità di circa $2,7 \div 2,8 \text{ g/cm}^3$, con la Moho a profondità media di circa 30÷40 km, con ispessimenti al di sotto dei cratoni e degli orogeni fino a circa 70 km, e assottigliamenti nei margini continentali passivi fino a circa 15 km.

L'andamento della moho è molto importante per gli scopi geotermici in quanto il suo comportamento regola direttamente il flusso di calore endotermico (ad es le forti anomalie del flusso di calore sotto la Toscana ed il Lazio e sotto il Tirreno centro-meridionale sono dovute ad assottigliamento della Crosta dovuto a deformazione ad opera del mantello con risalita diapirica della astenosfera a 15-20 km; Serri et al. (1993), Panza et al., 1982).

I dati disponibili indicano per l'area delle Alpi Meridionali e quindi per la zona di studio una profondità della Moho di circa 30 km.





Carta delle isobate della Moho per l'Italia, equidistanza 2.5 km (da R. Cassinis et alii, 2003). Tipi crostali: 1 Zolla europea; 2 Zolla afro adriatica; 3 Bacini della Stiria e Pannonico; 4 Crosta di transizione ligure-toscana-peritirrenica. Lo stesso simbolo è stato usato per il "rift" di Pantelleria; 5 Crosta oceanica e suboceanica; 6 Fronti di sovrascorrimento della Moho; 7 Linee di discontinuità verticali nel mantello superiore; 8 Isobate della Moho; 9 Isobate della Moho in subduzione.

E' interessante sapere che la crosta continentale è costituita dal basso verso l'alto da:

- una crosta inferiore femica, in genere stratificata da processi magmatici e metamorfici;
- una crosta superiore, per lo più costituita da rocce di vario grado metamorfico e intrusioni granitiche dovute a precedenti orogenesi
- da una copertura sedimentaria di spessore variabile tra 0 e 15 km.

La copertura sedimentaria è costituita da sedimenti depositi durante innalzamenti eustatici o subsidenza epirogenica all'interno dei cratoni, oppure da sedimenti sin-rift sia intraplacca che di margine continentale passivo.

In prossimità di orogeni, la parte superiore della copertura è composta da sedimenti di avanfossa (flysch e molasse) (ad es. la pianura padana è un bacino molassico composito, la cui parte meridionale corrisponde all'avanfossa degli Apennini).



All'interno della Crosta continentale esiste un'altra importante discontinuità detta discontinuità di Conrad (Conrad, 1925) che rappresenta l'interfaccia crosta superiore / crosta inferiore; rigida la prima con temperature $T < 400$ °C, duttile la seconda con $T > 400$ °C.

I dati attualmente disponibili indicano per l'area delle Alpi Meridionali una profondità della Conrad attestata sui 15-20 km di profondità.

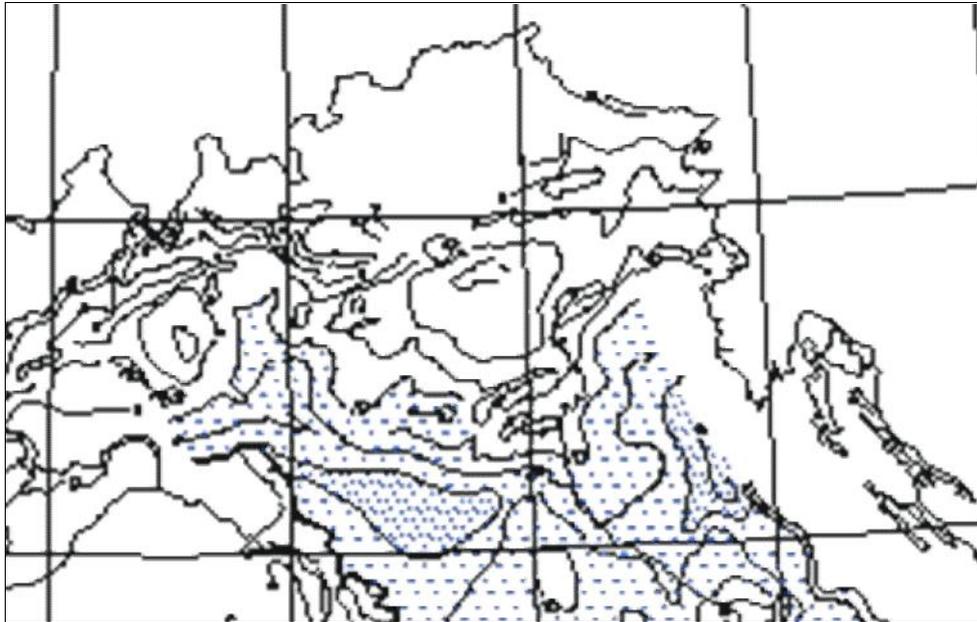
Più difficile è interpretare la profondità della discontinuità fra la copertura sedimentaria e la crosta superiore (questo perché i parametri di riferimento sono molto simili fra di loro; velocità da 6,6 a 6,7 km/s, densità da 2,7 a 2,8 g/cm³).

Per tale scopo si può fare riferimento alle anomalie magnetiche dalle quali si ricava il basamento magnetico. Con il termine basamento magnetico (b.m.) si intende il marker connesso con le anomalie magnetiche (a.m.) più profonde, quando per esse non c'è una chiara evidenza per un'origine intrasedimentaria. Sotto il b.m. dovrebbe, in genere, essere esclusa la presenza di rocce sedimentarie. Di solito esso è di poco superiore al tetto del cristallino.

Il rilievo aeromagnetico d'Italia e dei mari circostanti, realizzato dall'AGIP (1970-1980), ha permesso di ricavare – mediante l'interpretazione integrata con prospezione sismica, gravimetrica e perforazioni – preziose informazioni sulla presenza di corpi magmatici infrasedimentari e sulle caratteristiche del b.m.: profondità, faglie e natura magnetica (susceptività).

Secondo Cassano (Cassano et al., 1996) Il b.m. nella Pianura padana si mantiene in generale sui 7-9 km, mentre tende a salire a 4-5 km nell'area dei Berici-Euganei e sprofonda verso i 12 km lungo il margine dell'Appennino. Il b.m. rispecchia quindi nelle grandi linee l'aspetto strutturale della Pianura padana (Pieri e Groppi, 1981).





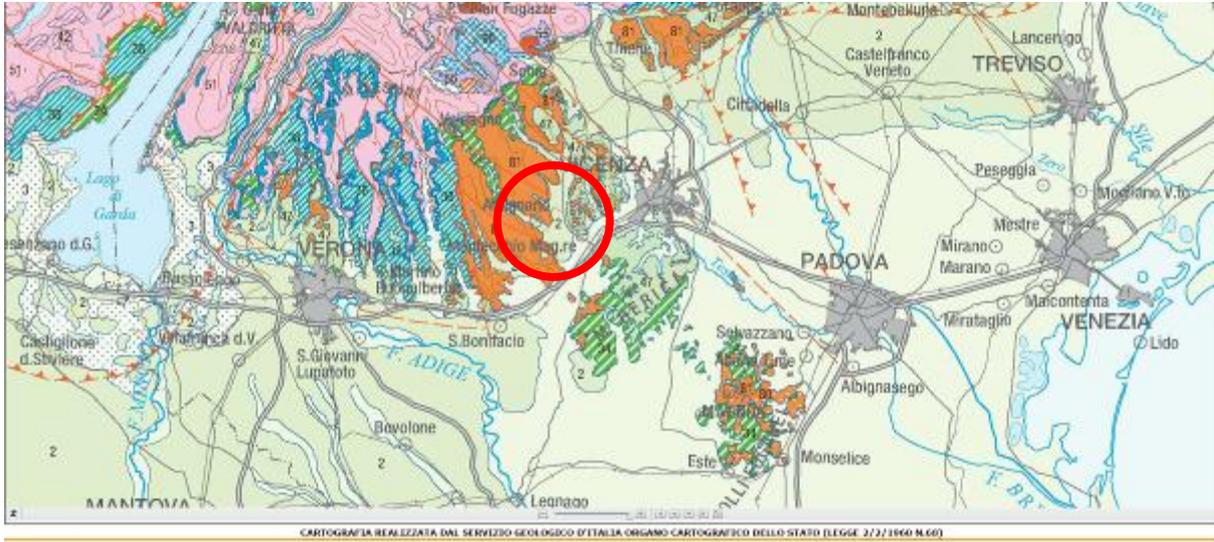
Isobate del basamento magnetico (intervallo 2 km; dalla carta AGIP, ed. 1982).

Da un punto di vista sismotettonico l'area è interessata da faglie prevalentemente trascorrenti, disposte NO-SE.

La fascia Schio Vicenza separa strutture plicative ad est (terminazione occidentale del sistema della Valsugana VV, flessura pedemontana FP in Fig. 2.8), dai Lessini posti ad ovest. Questi rappresentano un settore meno deformato, ponte, per alcuni autori, all'avampaese indeformato che si estende a NE di Venezia; in quest'area infatti il Pliocene non risulta piegato, e immerge dolcemente verso sud nella direzione del centro bacino (p. es. Fantoni et al., 2002; Fantoni e Franciosi, 2009).

Per la Schio Vicenza è documentata invece una significativa attività quaternaria (Pellegrini, 1988; Tosi et al., 2007a).





Si fa anche riferimento agli studi della Provincia Autonoma di Trento che ha analizzato la struttura e le proprietà sismiche della crosta terrestre nel settore delle Alpi Meridionali centro-orientali, determinate a partire da uno studio di tomografia sismica a scala crostale. L'analisi è basata su 436 terremoti, aventi magnitudo locale compresa tra 1.1 e 5.3, occorsi tra il gennaio 1994 ed il dicembre 2007. I dati utilizzati riguardano le registrazioni sismiche ottenute dalla Rete Sismometrica ed Accelerometrica della Provincia Autonoma di Trento, a loro volta opportunamente integrate con le registrazioni di altre stazioni sismiche poste in aree limitrofe al Trentino e gestite da altre reti di monitoraggio. Nell'area di studio, la scala dei domini geologici principali e delle strutture tettoniche è del medesimo ordine di grandezza della risoluzione ottenuta dalla tomografia sismica (circa 10–15 km in direzione orizzontale e 5 km in profondità).

Il volume crostale investigato mostra importanti variazioni laterali, in termini di velocità delle onde sismiche di tipo P (VP) ed S (VS), interpretate come variazioni di tipo litologico e strutturale.

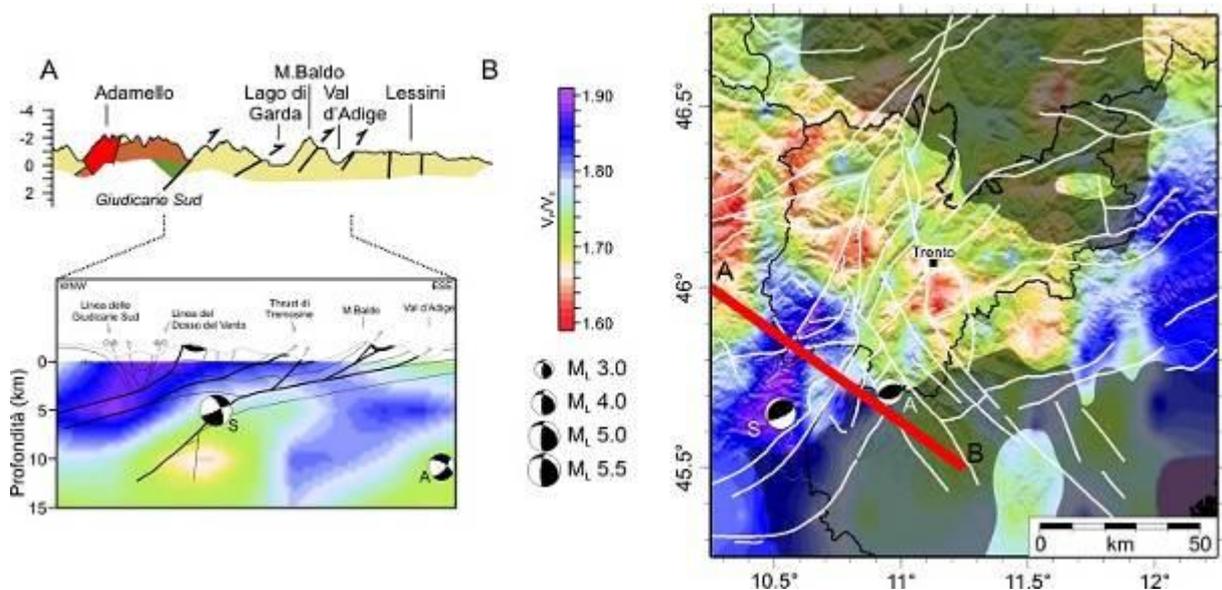
Corpi crostali ad elevata velocità ($VP > 6.3\text{--}6.5$ km s⁻¹) rappresentano i complessi di tipo magmatico in profondità, mentre le coperture sedimentarie mostrano velocità inferiori ($VP = 5.5$ –



6.3 km/s), in buon accordo a quanto riportato nella letteratura scientifica anche per altre zone delle Alpi.

Il rapporto VP/VS è molto utile per caratterizzare il grado di fratturazione e/o presenza di fluidi all'interno della crosta terrestre. Si osservano elevati valori di tale parametro (VP/VS= 1.80–1.90) in corrispondenza di strutture geologiche attive, come ad esempio le Giudicarie meridionali, suggerendo un'elevata fratturazione delle rocce ed una probabile presenza di fluidi lungo tali fratture.

In corrispondenza dei Monti Lessini l'interpretazione dei dati risulta più incerta, tuttavia in prima analisi sembra si possa individuare la presenza di una zona con presenza di fluidi pressurizzati ad una profondità di circa 4-5 km.



Sezione crostale lungo le Giudicarie meridionali (vedi traccia A–B in mappa). Nella sezione in alto è riportata la geologia semplificata, con litologia (colore) e faglie principali (linee nere) (verde: basamento Sudalpino; marrone: vulcaniti, granitoidi e rocce sedimentarie di età Permo-Carbonifera; rosso: plutoni e vulcaniti di età Terziaria; giallo: coperture sedimentarie delle Alpi Meridionali). Nella sezione in basso e nella mappa a lato i colori rappresentano il rapporto tra le velocità delle onde sismiche P ed S (VP/VS). Sono riportati anche i meccanismi focali del terremoto di Salò (S, 24 novembre 2004) ed Avio (A, 29 ottobre 2011), classificati in base alla magnitudo locale (ML). La geologia sovrapposta alla sezione è ricavata da Picotti et al., 1995 (Mem. Sci. Geol. 47, 95–109). La mappa si riferisce ad una profondità di 5 km s.l.m.; le aree oscurate rappresentano quelle dove il risultato dalla tomografia sismica non è interpretabile; le linee in colore bianco sono le faglie principali. (Provincia Autonoma di Trento).



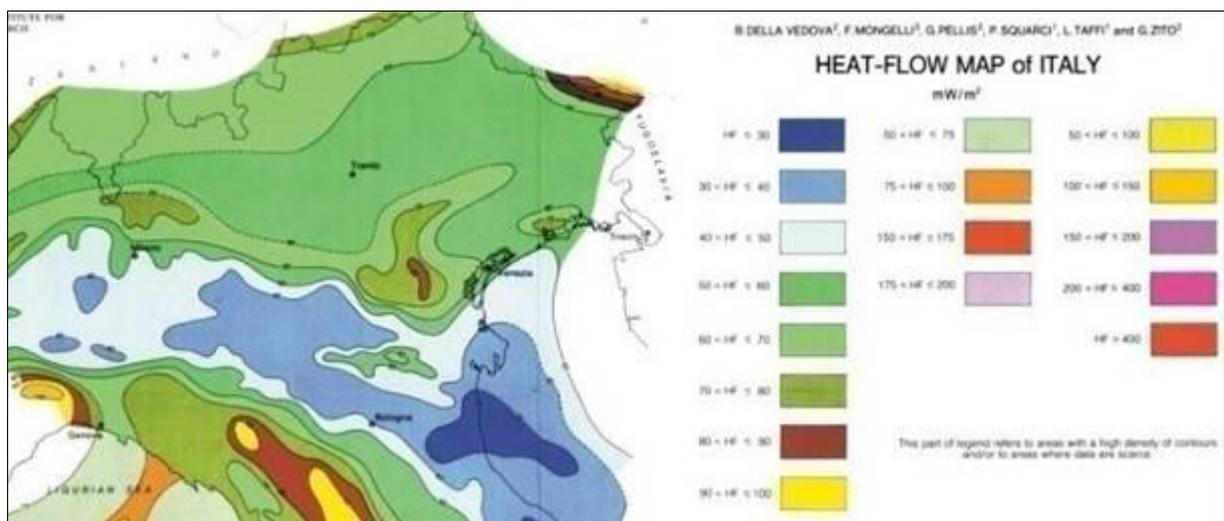
4.4 Risorse geotermiche dell'area di studio

Il calore geotermico è prevalentemente di origine radiogenica per processi di decadimento radioattivo che avvengono nel mantello ed in parte nella litosfera.

Il flusso geotermico che raggiunge la superficie è pari a circa 65 mW/mq e può variare sensibilmente a seconda delle anomalie dei processi endogeni e delle caratteristiche termiche degli strati sotterranei. Occorre inoltre considerare che la temperatura nel sottosuolo cresce con la profondità con un incremento medio di 25 – 35 °C ogni Km.

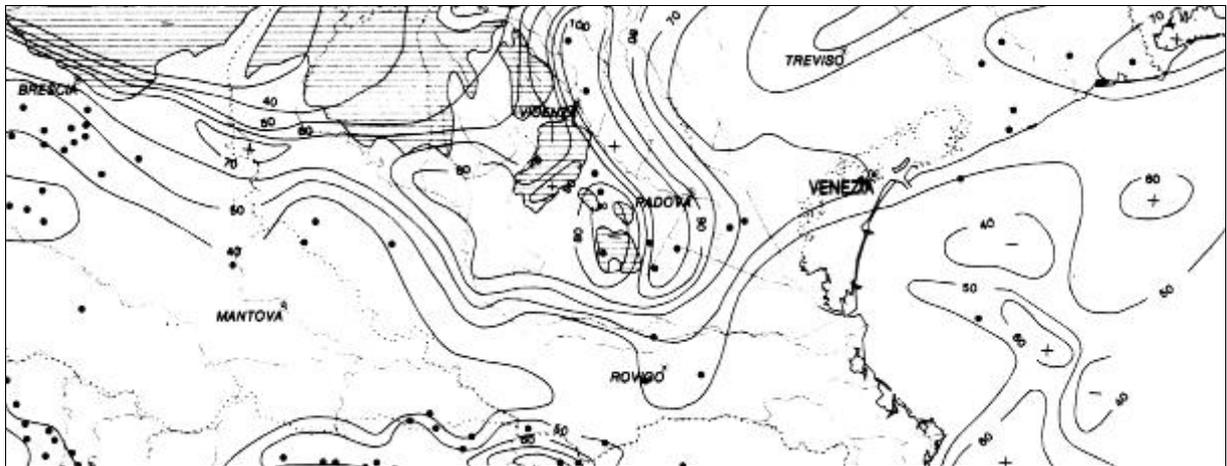
E' noto che l'Italia è ricca di situazioni di gradiente geotermico anomalo (in seguito alle sue caratteristiche geologiche e tettoniche; i valori del flusso di calore variano fra 30 e 100 mW/mq con picchi fino a 450 mW/mq nel settore tirrenico) e detiene un importante know-how tecnologico nell'utilizzazione delle fonti energetiche geotermiche.

Sulla base dei dati disponibili la zona di studio presenta valori del flusso geotermico compresi fra 70 e 80 mW/mq individuando una leggera anomalia positiva per il presente progetto di ricerca.



Flusso di calore in Italia (CNR IIRG)





Carta del flusso di calore superficiale CNR IIRG 1994 – formazioni carbonati che affioranti, arre di ricarica degli acquiferi profondi

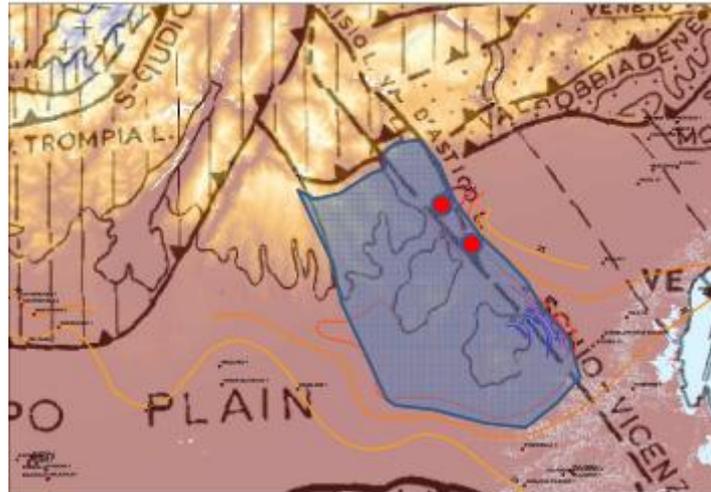
L'energia termica accumulata nelle zone endogene viene in genere resa disponibile a profondità accessibili da vettori termici presenti nella crosta terrestre e denominati fluidi geotermici. I fluidi geotermici sono essenzialmente composti da acqua meteorica o di origine marina che penetra nel sottosuolo e si riscalda a contatto con le rocce calde.

Di conseguenza i serbatoi geotermici sono costituiti da rocce nelle quali l'acqua piovana si infiltra in profondità e si scalda circolando a contatto con rocce calde nelle fratture o nei pori di rocce permeabili. I più importanti acquiferi ospitanti acque di circolazione geotermica sono contenuti in rocce carbonatiche che sono presenti a varie profondità, fino a più di 3.000 m, ed essi risultano generalmente molto permeabili per fratturazione.

Nel nostro caso si individua per l'area di studio la presenza di un sistema geotermico idrotermale ad acqua dominante facente capo all'avamposto più occidentale dei sistemi geotermici del Sudalpino orientale ai quali appartengono anche i distretti termali Berico-Euganei.



Più in dettaglio l'area è inserita nel serbatoio potenziale geotermico dell'Horst di Trento caratterizzato da anomalie geotermiche positive con presenza di acque dolci o salmastre all'interno dei serbatoi carbonatici.



(Fabio Carlo Molinari – Luca martelli)

Ad es il Pozzo AGIP Vicenza 1 (pallino rosso a nord) individua acque dolci con temperature di 67-68 °C C a testa pozzo (potenziale geotermico di 6/7 MWt alla rete di teleriscaldamento cittadina).

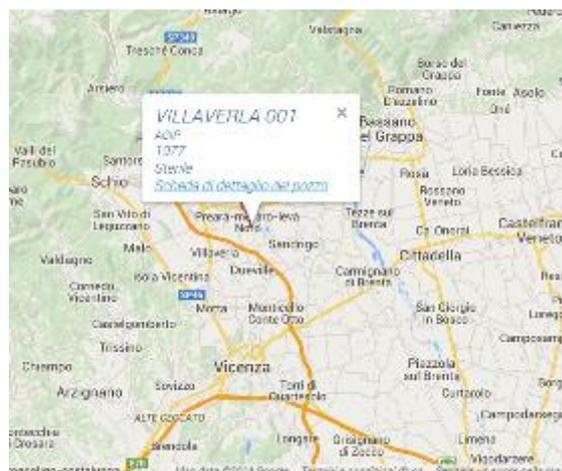
“Il pozzo Vicenza 1 è stato perforato nel 1983, nell'area Nord della città, per alimentare il nuovo e innovativo teleriscaldamento di Vicenza, raggiungendo la zona produttiva tra i 1.500 m e 2.150 m di profondità dal piano campagna. L'acquifero appare esteso, con potenziale produttivo molto maggiore rispetto all'estrazione di un singolo pozzo. La temperatura a fondo pozzo raggiunge 72°C con valori di produzione che si attestano a 68°C a testa pozzo. La qualità dell'acqua geotermica è buona, con livello di salinità relativamente basso tra quelle geotermiche. La salinità è costituita da bicarbonati di calcio e magnesio con presenza di cloruro di sodio a livello delle acque di acquedotti. Il contenuto di gas radon richiede l'areazione degli ambienti di scarico per evitare “effetti accumulo” potenzialmente dannosi. Allo stesso modo la presenza del gas idrogeno solforato può essere recepito per il caratteristico odore, ma è tollerabile e non dannoso alla salute se limitato a basse concentrazioni nell'aria.



L'acqua geotermica presenta, in assenza di estrazione, un livello idrostatico di -18 m dal piano campagna. Le pompe calate nel pozzo hanno provato l'estrazione continua di 120 m³/h abbassando il livello dinamico a -96,7 m. La portata dipende dalla pompa: sulla base dei rilievi e delle valutazioni della capacità dell'acquifero effettuate da Agip in fase di perforazione del pozzo, sembra possibile aumentare la portata degli emungimenti fino a circa 120/150 m³/h. La portata massima è ora tuttavia limitata dalla concessione regionale di sfruttamento a 100 m³/h" (Paolo Zuccato – AIM Servizi a rete - L'articolo è stato pubblicato sulla rivista "Il riscaldamento urbano", organo ufficiale di AIRU, n.51 giugno 2013).

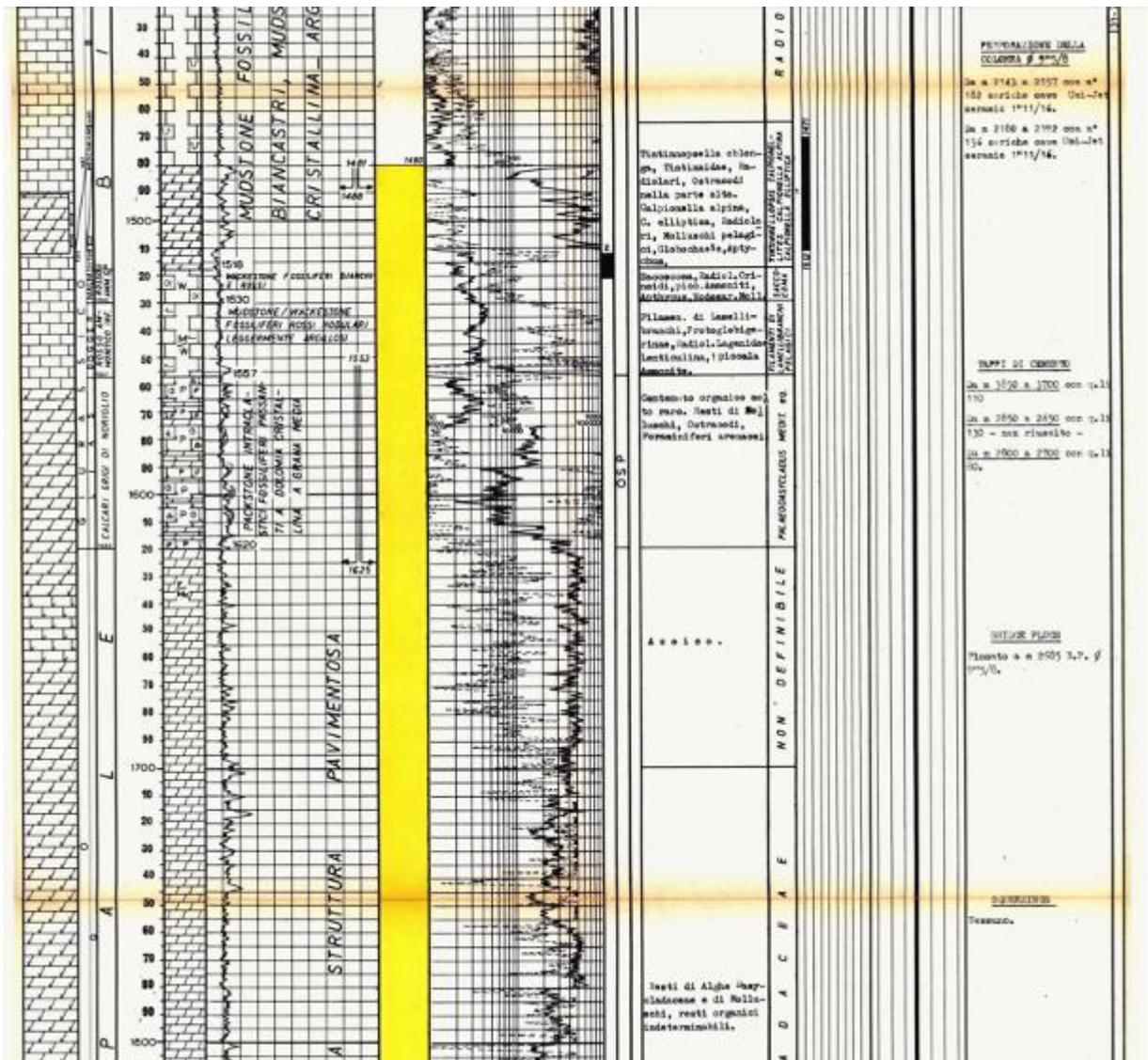
Altra fonte di informazione di dati geotermici profondi viene dall'esplorazione del pozzo Villaverla 1 perforato dall'AGIP nel 1977 ubicato come da figura che raggiunto la profondità di 4235 m.

Qui si sono riscontrate acque debolmente salmastre nelle dolomie fratturate (Dolomia Principale) posizionate fra 1480 m e 2880 m; le temperature del serbatoio sono attestate sugli 80° mentre a fondo foro le temperature geotermiche sono di 127 °C.



Ubicazione ed alcuni dati tratti dal pozzo AGIP Villaverla 1





Alcuni stralci di dati tratti dal Pozzo AGIP Villaverla 1

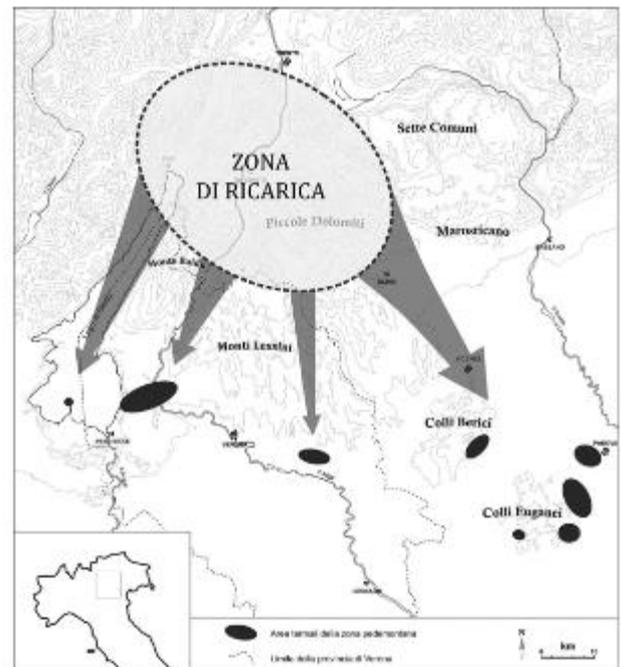
TEMPERATURE DAI LOGS ELETTRICI	
A m	382 = 44° C
"	1287 = 62° C
"	2812 = 77° C
"	4231 = 144° C
Statiche calcolate	
A m	1287 = 78° C
"	2812 = 80° C
"	4231 = 127° C



Il circuito geotermico di interesse sembra sia da localizzarsi nei serbatoi carbonatici profondi con una origine meteorica dei fluidi termalizzati potenzialmente sfruttabili, appartenenti al sistema euganeo-berico.

Infatti, studi idrochimici sugli isotopi stabili dell'ossigeno individuano le principali aree di ricarica poste ad una altitudine di 1.000 – 1500 m da cui si verifica l'infiltrazione delle acque meteoriche che rende attiva la circolazione dei fluidi

Il modello idrotermale individua le aree di alimentazione nella retrostante cerchia alpina. In particolare, la zona di alimentazione del bacino si individua nell'area prealpina delle Piccole Dolomiti in cui le acque meteoriche, infiltrandosi, raggiungono profondità di 3.000 - 4.000 m ove si riscaldano per il normale gradiente geotermico e fluiscono in direzione Sud-Est all'interno del complesso carbonatico lessineo-berico-euganeo.



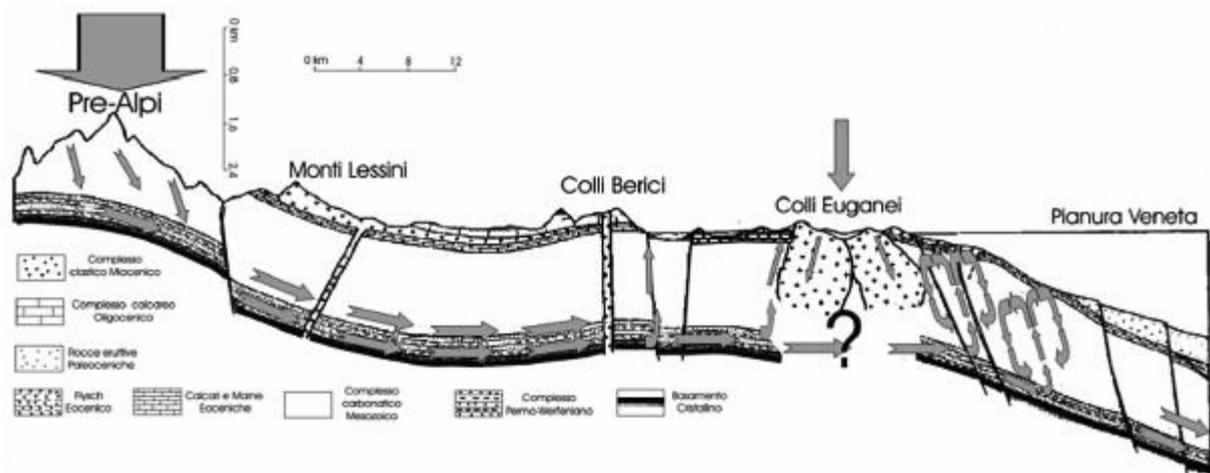
Posizione schematica della principale area di ricarica del sistema idrotermale del Veneto occidentale da cui si dipartono i sottobacini che alimentano le aree di affioramento termale ubicate nella fascia pedemontana: Sirmione, distretti A e B del veronese, aree termali dei M. Berici e dei Colli Euganei (disegno S. Zannotti).

Viene quindi ad instaurarsi una circolazione idrica primaria sviluppata prevalentemente lungo discontinuità (faglie) e/o condotti carsici più o meno verticali ed una circolazione secondaria, ad andamento più orizzontale, legata ad una più diffusa fatturazione della roccia serbatoio. (Piccoli et al.



(1976) e di Dal Piaz et al.(1994).

Come limite inferiore del sistema di circolazione dei fluidi viene considerato il complesso roccioso permo-werfeniano giacente al di sopra del basamento scistoso-cristallino del Paleozoico che ne rappresenta il più basso livello acquicludente.



Il circuito geotermico euganeo (Piccoli et al., 1973)

5. ASSENZA DI INSTABILITA' GEOSTRUTTURALI (ex art. 4 comma 3 L.896/86)

Il permesso di ricerca riguarda un'area non caratterizzata da particolari condizioni di instabilità geostrutturali, come tale classificata con decreto del Presidente della Regione Veneto.



6. TEMI DI RICERCA CHE SI INTENDONO SVILUPPARE

Il Progetto di Ricerca servirà ad individuare le risorse geotermiche profonde eventualmente presenti e valutare conseguentemente le tecniche di coltivazione della risorsa con centrali a ciclo binario già disponibili in commercio (ciclo Rankine ORC, ciclo Kalina) ed ad approfondire le tecnologie nel campo degli scambiatori di calore e dei fluidi di lavoro per ottimizzare il rendimento di questo tipo di centrali a scopo termico e/o elettrico.

L'obiettivo principale è quindi rappresentato dalla installazione di una centrale a ciclo binario, di potenza inferiore a 1 MW elettrico, per produzione di energia elettrica a bassissimo impatto ambientale. In aggiunta si mira a verificare la possibilità di un uso multiplo a cascata della risorsa geotermica anche per altre tipologie (ad es. elettrico-termico).

Negli impianti binari il fluido geotermico è utilizzato esclusivamente come fluido termovettore che ha il compito di somministrare calore ad un fluido terzo, generalmente di natura organica, che evolve all'interno di un ciclo di potenza. Grazie alle caratteristiche termodinamiche dei fluidi organici questa tipologia d'impianto è adatta allo sfruttamento di sorgenti geotermiche a bassa temperatura.

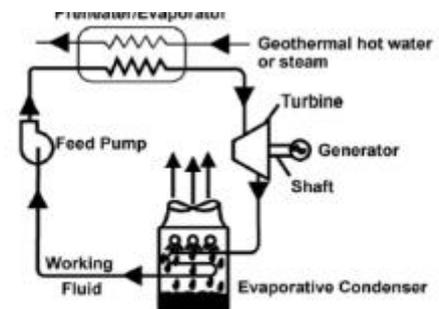
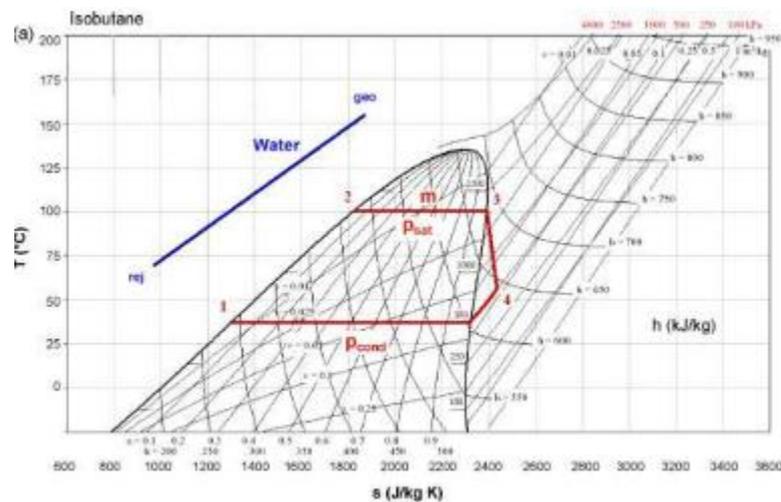


Figure 2. Schematic of the binary cycle (Rankine cycle) (Nichols, 1986).





Presentazione ciclo termodinamico del fluido organico sul piano T-s Tratta da:
Franco A., Villani M. - *Optimal design of binary cycle power plants for water-dominated, medium-temperature geothermal fields – Geothermics 2009*

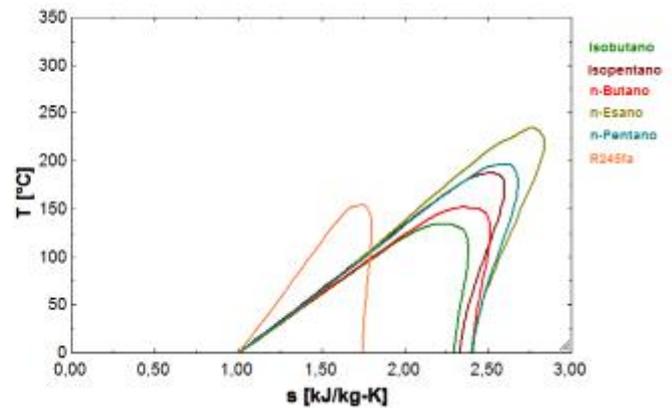
I fluidi organici sono sostanze con elevato peso molecolare, calore latente di evaporazione inferiore rispetto all'acqua, basse temperature critiche e di ebollizione.

Grazie a tali proprietà essi consentono di:

- Ridurre il calore richiesto durante la fase di evaporazione
- Ridurre il livello di temperatura e pressione all'evaporatore
- Evitare la presenza di vapore saturo allo scarico della turbina grazie alla pendenza positiva della curva limite superiore sul piano termodinamico T-s (fluidi secchi)
- Aumentare la pressione di condensazione
- Aumentare la densità del fluido allo scarico dell'espansore
- Ridurre le portate volumetriche
- Ridurre il rapporto d'espansione



Fluido	T _c [°C]	P _c [bar]
Isopentane	187,24	33,69
n-Butano	151,97	37,96
n-Esano	234,7	30,58
n-Pentano	196,54	33,64
Toluene	318,6	41,26
R245fa	154,01	36,51
Acqua	373,95	220,64



Alcune caratteristiche dei fluidi organici impiegati negli impianti binari

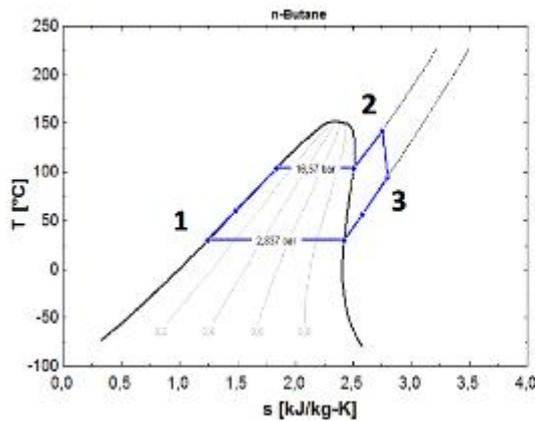
Sulla base delle caratteristiche dell'impianto di potenza, gli impianti binari si distinguono in:

- Impianti binari tradizionali
- Impianti binari a doppio livello di pressione
- Impianti binari a doppio fluido
- Impianti binari con ciclo Kalina

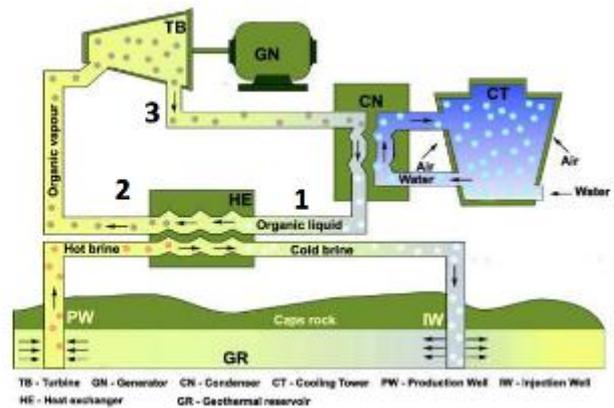
Di seguito si riportano alcune schematiche informazioni sui vari tipi di impianti binari tratte dalle schede informative del Corso di Gestione delle Risorse Energetiche A.A. 2011/2012 D.E.TE.C - Dipartimento di Energetica, TERMOFLUIDODINAMICA applicata e Condizionamenti ambientali - UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II.



Nell'impianto binario tradizionale il fluido geotermico, prelevato dal pozzo, è inviato in uno scambiatore di calore dove cede energia sotto forma di calore ad un fluido organico opportunamente scelto che evolve in un ciclo rankine tradizionale (ciclo ORC).

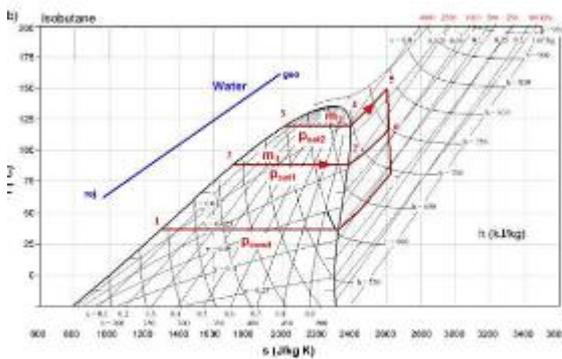


Rappresentazione ciclo termodinamico del fluido organico sul piano

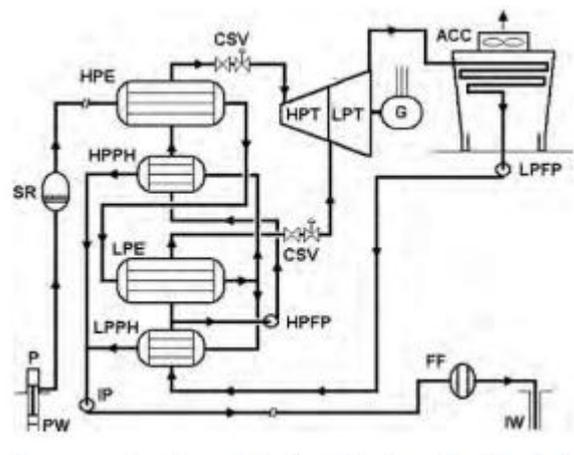


Rappresentazione schematica impianto binario

Negli impianti Binari a doppio livello di pressione il liquido geotermico è inviato in scambiatori di calore disposti in cascata per riscaldare un fluido organico che evolve all'interno di un ciclo rankine a doppio livello di pressione.



Rappresentazione ciclo termodinamico del fluido organico sul piano T-s

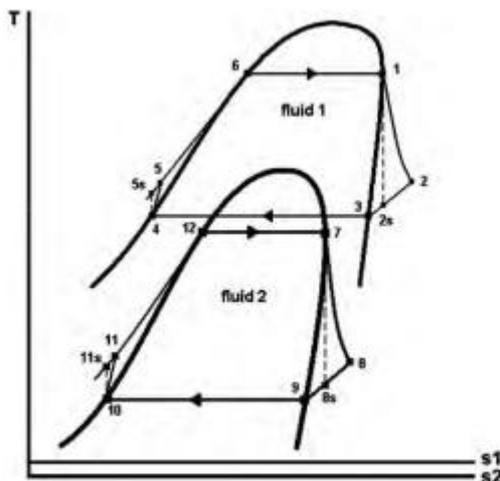


Rappresentazione schematica impianto binario con doppio livello di pressione
Geothermal Power Plants – Ronald Di Pippo

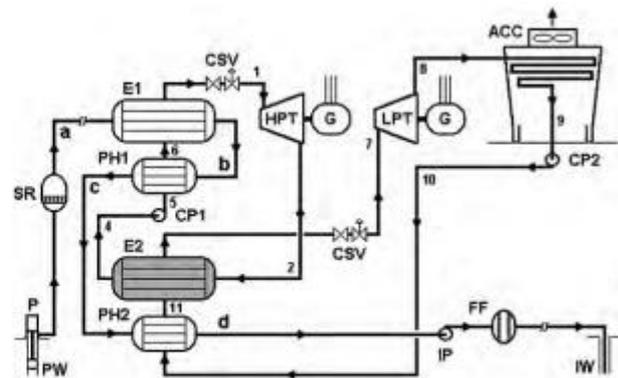
Franco A., Villani M. - Optimal design of binary cycle power plants for water-dominated, medium-temperature geothermal fields – Geothermics 2009



Negli impianti Binari a doppio fluido il liquido geotermico è utilizzato come sorgente calda per alimentare due cicli rankine organici disposti in cascata. Il ciclo di potenza adopera una coppia di fluidi organici con proprietà differenti: il fluido altobollente alimenta il ciclo superiore, quello bassobollente il ciclo ad esso sottoposto.



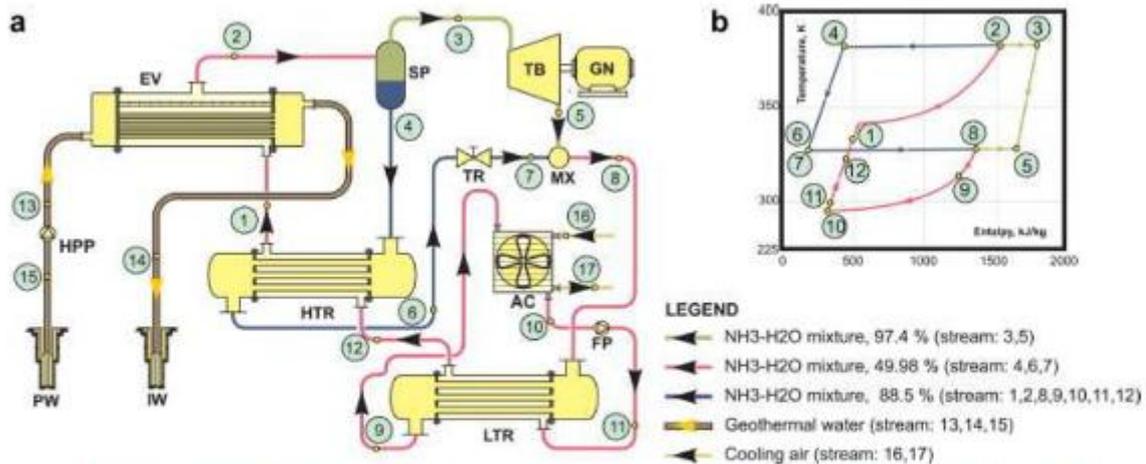
Rappresentazione ciclo termodinamico del fluido organico sul piano T-s per impianto binario a doppio fluido



Rappresentazione schematica impianto binario a doppio fluido
Tratta da:
Geothermal Power Plants – Ronald Di Pippo

Negli impianti Binari con ciclo Kalina il liquido geotermico è utilizzato come sorgente calda per alimentare un ciclo termodinamico alimentato con una miscela di acqua e ammoniaca, noto come ciclo Kalina. Il vantaggio consiste nel miglior accoppiamento dei profili di temperatura del fluido geotermico e della miscela acqua-ammoniaca durante la fase di somministrazione del calore. Ciò accade in quanto per le miscele zeotropiche, come acqua-ammoniaca, il passaggio di fase avviene con variazione della temperatura. Per contro tali impianti risultano estremamente più complessi rispetto a quelli binari tradizionali in quanto richiedono un maggior numero di componenti come recuperatori, separatore di fase, risurriscaldatore etc.





Rappresentazione schematica di un impianto binario con ciclo Kalina e relativo ciclo termodinamico sul piano T-h

Tratta da:

Guzović Z. et Al. - Possibilities of electricity generation in the Republic of Croatia by means of geothermal energy - Energy 2010

Le centrali geotermoelettriche a ciclo binario sono caratterizzate da un impatto ambientale estremamente ridotto visto il confinamento del fluido geotermico e la totale assenza di contatto tra lo stesso e l'ambiente esterno.

In questa tipologia di centrale, il fluido geotermico viene prelevato dall'acquifero mediante una pompa di estrazione.

I fluidi estratti dal sottosuolo non vengono mai a contatto né con l'idrosfera né con l'atmosfera, evitando quindi qualsiasi tipo di contaminazione proveniente da possibili inquinanti portati in carico dai fluidi stessi.

La tecnologia impiegata prevede la realizzazione di un pozzo di produzione che raggiunga il serbatoio geotermico, sede dell'acquifero, da cui estrarre il fluido geotermico.

Il fluido dovrà quindi raggiungere la superficie per mezzo di una pompa di estrazione e sarà convogliato alla centrale, dove sarà fatto passare all'interno di uno scambiatore di calore dove cederà il suo calore ad un fluido di lavoro.



Il fluido geotermico in uscita dallo scambiatore verrà mandato direttamente al pozzo di reiniezione, e reimpresso nel sottosuolo.

Il fluido di lavoro invece, una volta ricevuto il calore dal fluido geotermico, vaporizzerà e verrà mandato all'interno della turbina, la quale è collegata ad un alternatore e alla rete di distribuzione elettrica.

Anche per il fluido di lavoro, costituito da un composto naturale come l'isopentano (i-C₅H₁₂) o l'isobutano (i-C₄H₁₀) o sintetico come l'R134a (C₂H₂F₄) o l'R245fa (C₃H₃F₅) è previsto un circuito chiuso, ovvero anch'esso non verrà mai a contatto con l'ambiente esterno.

Tutto il fluido geotermico estratto viene reimpresso nel sottosuolo, il che riduce a zero qualsiasi tipo di inquinamento ambientale e permette la ricarica del serbatoio geotermico, il quale, con un uso non corretto della risorsa, potrebbe esaurirsi.

Firme in copertina

