

REPUBBLICA ITALIANA
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

INVENTARIO
DELLE RISORSE GEOTERMICHE NAZIONALI

ENEL UNG

CNR IIRG

ENI-AGIP SERG

ENEA DPAS

REGIONE LAZIO

RAPPORTO

PISA
Dicembre 1987

ENEL
Unità Nazionale Geotermica

REPUBBLICA ITALIANA
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

INVENTARIO
DELLE RISORSE GEOTERMICHE NAZIONALI

ENEL UNG

CNR IIRG

ENI-AGIP SERG

ENEA DPAS

REGIONE LAZIO

RAPPORTO

PISA
Dicembre 1987

ENEL
Unità Nazionale Geotermica

INVENTARIO DELLE RISORSE GEOTERMICHE DELLA REGIONE LAZIO

Indice del testo

1.	<u>INTRODUZIONE</u>	pag. 3
2.	<u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEIDROLOGICO DELLA CAMPANIA</u>	pag. 5
3.	<u>INVENTARIO DELLE SORGENTI TERMALI E DEI POZZI</u>	pag. 14
3.1.	<u>Sorgenti e manifestazioni</u>	pag. 14
3.2.	<u>Pozzi</u>	pag. 17
4.	<u>CARTE TEMATICHE</u>	pag. 19
4.1.	<u>Metodologia</u>	pag. 19
4.2.	<u>Carta del tetto del potenziale serbatoio geotermico</u>	pag. 21
4.3.	<u>Carta delle temperature a 1000 m, 2000 m e 3000 m dal piano campagna</u>	pag. 26
4.4.	<u>Carta delle temperature a 500 m dal piano campagna</u>	pag. 27
4.5.	<u>Carta delle temperature a 1000 m, 2000 m e 3000 m</u>	pag. 29
5.	<u>CONCLUSIONI</u>	pag. 32
-	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	pag. 36
-	<u>ELENCO DELLE SORGENTI DELLE MANIFESTAZIONI E DEI POZZI DOMESTICI INVENTARIATI</u>	pag. 59
-	<u>ELENCO DEI POZZI INVENTARIATI</u>	pag. 65

Indice delle Tavole

- Tav. 1 Carta geoidrologica
- Tav. 2 Sezioni geologiche regionali
- Tav. 3 Carta di ubicazione delle sorgenti e delle manifestazioni
- Tav. 4 Carta di ubicazione dei pozzi
- Tav. 5 Carta del tetto del potenziale serbatoio geotermico
- Tav. 6 Carta delle temperature al tetto del potenziale serbatoio
- Tav. 7 Carta delle temperature a 500 m dal piano campagna
- Tav. 8 Carta delle temperature a 1000 m dal piano campagna
- Tav. 9 Carta delle temperature a 2000 m dal piano campagna
- Tav.10 Carta delle temperature a 3000 m dal piano campagna
- Tav.11 Carta delle aree con $T \geq 50^{\circ}\text{C}$ a 500 m dal piano campagna all'interno di serbatoi carbonatici e vulcanici
- Tav.12 Carta delle aree con il tetto del potenziale serbatoio a profondità inferiori a 1000 m dal p.c. e con temperature ≥ 50 e 100°C .

INVENTARIO DELLE RISORSE GEOTERMICHE DELLA REGIONE LAZIO

1. INTRODUZIONE

Il Lazio, insieme alla Toscana e alla Campania, è una delle regioni italiane di maggior interesse geotermico. Pertanto un inventario delle risorse geotermiche di tale regione non può limitarsi ad un elenco di informazioni, ma è opportuno che comprenda anche una serie di elaborazioni dei dati disponibili, capaci di dare indicazioni utili a successivi programmi di ricerca ed utilizzazione di risorse geotermiche con particolare riferimento a quelle di medio-bassa temperatura.

I dati presi in considerazione per l'inventario in oggetto, oltre a quelli geologici ed idrogeologici di superficie, sono i seguenti:

- Dati stratigrafici, idrogeologici, termici, chimici, fisici e di produzione dei pozzi, compresi quelli di pozzi a piccola profondità perforati a scopi termometrici. La stragrande maggioranza dei pozzi considerati è stata eseguita dall'ENEL e dalla Joint Venture AGIP-ENEL per ricerche geotermiche, ma sono stati raccolti anche dati di pozzi perforati da altri (AGIP, Larderello S.p.a., Terni, ecc.).
- Dati geofisici di varia natura (gravimetrici, geoelettrici, sismici, ecc.).

- Dati geologici, fisici e chimici di sorgenti, manifestazioni idrotermali, mineralizzazioni, ecc..

La quasi totalità di queste informazioni è riportata, in dettaglio, nelle schede allegate.

Come accennato all'inizio, i dati sono stati elaborati in una serie di carte tematiche (*) e precisamente:

- una carta dell'ubicazione delle sorgenti termominerali alla scala 1:200.000;
- una carta dell'ubicazione dei pozzi alla scala di 1:200.000;
- una carta geoidrologica schematica (1:500.000);
- una carta del tetto del potenziale serbatoio regionale (scala 1:500.000);
- una carta delle temperature al tetto di tale serbatoio (scala 1:500.000);
- una carta delle temperature a 500, 1000, 2000 e 3000 metri di profondità dal piano campagna (1:500.000);
- due carte di sintesi.

La quantità di informazioni d'interesse geotermico del Lazio è certamente elevata. Esse però non sono distribuite omogeneamente su tutto il territorio, essendo concentrate sulle aree di maggior interesse geotermico (zona occidentale compresa tra il Tevere e il mare a Nord di Roma e la zona dei Colli Albani a Sud) e scarse in altre

(*) Nelle carte la longitudine è stata riferita al meridiano di Greenwich, in conformità alla cartografia ufficiale alla scala 1:200.000.

zone. Per quest'ultime, quindi, l'affidabilità degli elaborati cartografici e dell'interpretazione è inferiore a quella delle aree interessate direttamente da ricerche geotermiche.

I ristretti limiti di tempo, prvevisti dalla legge n. 896 del 9/12/86 per l'inventario, non hanno consentito la raccolta di tutte le informazioni di proprietà di aziende diverse dagli Enti preposti al lavoro; tuttavia, sicuramente, i dati di maggior interesse sono stati raccolti. L'inventario potrà essere completato in occasione degli aggiornamenti previsti per i prossimi anni.

Le fonti dei dati riportati sulle schede e quelle bibliografiche sono contenute nell'elenco unito a questo rapporto.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOIDROLOGICO DEL LAZIO

Dagli obiettivi di queste note illustrative dell'inventario esula quello di fornire un quadro geologico dettagliato sia da un punto di vista stratigrafico che da quello dell'evoluzione paleogeografica e strutturale della zona in esame, per il quale si rimanda ai numerosi lavori pubblicati in merito, riportati in bibliografia.

Appare utile, invece, dare un quadro delle successioni litostratigrafiche presenti nell'area, dei loro rapporti

geometrici e dei loro principali caratteri litologici ed idrogeologici; elementi questi che hanno una notevole importanza, sia dal punto di vista geotermico in generale che per la costruzione delle carte tematiche del tipo di quelle elencate.

In altri termini occorre stabilire, sulla base dell'assetto strutturale e dei caratteri litostratigrafici, quali formazioni o gruppi di formazioni costituiscano in generale un potenziale serbatoio di interesse geotermico e quali invece ne rappresentino la copertura.

Seguendo i criteri di cui sopra, le successioni stratigrafiche presenti in tutta l'area in esame, dall'alto verso il basso, possono essere schematizzate e raggruppate nel seguente modo:

- Depositi alluvionali e detritici
- Travertini
- Complesso vulcanico
- Complesso sedimentario neogenico-quadernario
- Complesso a forte alloctonia in facies di flysch
- Unità prevalentemente carbonatiche (Serie Toscana, Serie Umbro-Sabina, Serie Laziale-Abruzzese)
- Successioni epimetamorfiche e metamorfiche basali prevalentemente filladico-quarzitiche.

In Tav. 1 è riportata la carta geologica schematica, in cui le formazioni affioranti sono state raggruppate

secondo la suddivisione sopra indicata. I loro rapporti di sovrapposizione sono schematicamente indicati nella sezione di Tav. 2. Per ciascun gruppo, inoltre, nella carta sono indicate le caratteristiche medie di permeabilità.

I depositi alluvionali e detritici antichi e recenti, si rinvencono in tutta la regione. Essi sono particolarmente abbondanti lungo la costa tirrenica, nelle valli dei maggiori fiumi e occupano i fondovalle di zone depresse. La loro permeabilità è generalmente medio-bassa, anche se non si esclude la presenza di lenti e livelli ad alta permeabilità. Queste formazioni clastiche ospitano acquiferi eterogenei di consistenza variabile.

I travertini sono ampiamente diffusi in tutta la regione in prossimità delle principali sorgenti termominerali, legate ad affioramenti del potenziale serbatoio o ad alti strutturali. La loro permeabilità è medio-alta.

Le vulcaniti affiorano estesamente nel Lazio settentrionale e centrale e solo sporadicamente negli altri settori della regione. Il loro spessore è variabile da pochi metri a parecchie centinaia di metri in corrispondenza dei maggiori centri vulcanici. Per quanto riguarda il chimismo i tipi rappresentati sono principalmente due: uno, il più largamente diffuso, alcalino-potassico interessa le aree volsina, vicana,

sabatina ed albana; l'altro, prevalentemente acido-anatectico, comprende le vulcaniti della Tolfa, dei Ceriti e dei Cimini. Le vulcaniti alcalino-potassiche hanno assetto tabulare, mentre quelle acido-anatectiche prevalentemente cupoliforme.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche, le vulcaniti sono da considerarsi nel loro insieme come rocce a medio-alta permeabilità; pertanto essendo presenti anche con spessori notevoli, come si è visto, a volte costituiscono acquiferi di notevole entità. Tuttavia, essendo questi corpi idrologici generalmente superficiali, in generale non arrivano ad acquisire un particolare interesse geotermico in riferimento all'alta entalpia, ma, come si vedrà, possono avere importanza locale per usi termici

Il complesso sedimentario neogenico-quadernario affiora soprattutto lungo il bordo tirrenico della regione ed è presente sotto la copertura vulcanica. Gli spessori delle formazioni neogeniche sono variabili, talora sono molto elevate.

Tali formazioni sono costituite da argille, sabbie e conglomerati con larga prevalenza della facies argillosa. Pertanto, almeno nel suo insieme, si può parlare di complesso a bassa permeabilità; solo localmente, dove prevalgono le facies sabbiosa o conglomeratica, esso può ospitare falde, generalmente modeste, fredde o termali.

Pertanto in generale le formazioni dei complessi neogenici devono essere considerate come acquiclude o al più come locali acquitardi.

I complessi a forte alloctonia (Liguridi e Sicilidi) affiorano in particolare nella parte più settentrionale (alto Viterbese), nei monti della Tolfa e nel Lazio orientale; sono altresì presenti, al di sotto delle vulcaniti e/o delle formazioni neogeniche, in gran parte del Lazio settentrionale e centrale. Il loro spessore varia da poche decine di metri ad oltre tremila metri.

Tralasciando il problema del numero delle unità tettoniche che costituisce tale complesso, è utile invece rilevare che esso è costituito da diverse formazioni fortemente eterogenee dal punto di vista litologico: da formazioni prevalentemente arenacee si passa a formazioni argillitiche, ad altre argilloso-calcaree, ad altre ancora marnoso-calcaree. Sono pure presenti limitati affioramenti di rocce ofiolitiche, mediamente permeabili.

Data tale eterogeneità è difficile definire in modo univoco i caratteri di permeabilità delle suddette formazioni.

Tuttavia, poichè la componente argillosa e/o marnosa è quella prevalente o comunque quasi sempre presente, si può dire che le Unità Liguridi e Sicilidi nel loro insieme hanno una permeabilità da medio a bassa e, ove presenti, agiscono come complessi di confinamento del serbatoio

geotermico; talora possono contenere acquiferi d'interesse locale.

Le unità toscana, umbro-sabina e laziale-abruzzese, dal punto di vista litostratigrafico, in relazione agli scopi di questo lavoro, possono essere divise in due parti. La parte superiore è caratterizzata da formazioni in facies di preflysch arenacei (Scaglia toscana e umbra, Flysch sabino, Formazione marnoso-arenacea e argilloso-arenacea, Flysch della Laga) di età compresa tra il Cretaceo sup. e il Messiniano). La permeabilità di questi terreni può essere definita medio-bassa; relativamente più elevata è quella della facies prevalentemente arenacea. Pertanto nell'insieme queste formazioni possono costituire degli acquitardi di modesta o limitata entità.

La parte inferiore, in cui le successioni sono costituite da rocce prevalentemente carbonatiche, va a sua volta suddivisa in unità paleogeografiche differenti.

L'Unità toscana e umbro-sabina, prevalentemente carbonatiche e carbonatico-silicee, affiorano nel Lazio settentrionale e Nord-occidentale ed hanno età compresa tra il Trias superiore ed il Cretaceo inf..

La successione laziale-abruzzese, che affiora nel Lazio meridionale in corrispondenza delle dorsali Lepini-Ausoni e Simbruini Ernici, è d'età compresa tra il Trias superiore ed il Miocene inferiore-medio ed è prevalentemente carbonatica.

A seguito delle caratteristiche litostratigrafiche e dell'elevato grado di tettonizzazione dal quale sono interessate, le successioni tosco-umbra e laziale-abruzzese mostrano quasi sempre una alta permeabilità secondaria che le portano a costituire il principale acquifero regionale.

Per quanto riguarda infine il Basamento metamorfico paleozoico, esso affiora unicamente nei Monti Romani ed almeno per la parte affiorante è da considerarsi poco permeabile. Nei sondaggi delle aree geotermiche, fino alle profondità raggiunte, non sono mai stati rinvenuti terreni appartenenti a questo complesso.

Spesso le unità mesozoiche sono incomplete, mancando dei termini superiori sia per cause tettoniche che sedimentologiche; quasi sempre mancano le formazioni terminali ed in particolare, per quanto concerne la Serie Toscana, manca l'arenaria tipo Macigno.

Tuttavia, nonostante la sporadicità e la limitata estensione degli affioramenti mesozoici, i numerosi sondaggi finora perforati hanno dimostrato che nel Lazio settentrionale l'unità toscana o umbro-sabina, è presente ovunque in profondità al di sotto delle Liguridi e del complesso neogenico e/o vulcanico. Tali unità sono presenti soprattutto con i loro termini prevalentemente carbonatici.

In conclusione, le conoscenze geologiche e strutturali, integrate dai dati geoidrologici derivanti dalle perforazioni profonde, dalle quote di emergenza delle principali manifestazioni idrotermali (sia attuali che fossili, quali i travertini), hanno permesso di elaborare il seguente modello geoidrologico del Lazio (schematizzato in Tav. 1).

I terreni alluvionali e detritici, come pure le vulcaniti, ospitano falde fredde o termali che possono costituire acquiferi liberi o localmente confinati.

Le formazioni terrigene del Mioc. sup.-Pliocene, quelle in facies di Flysch cretaceo-eoceniche e quelle prevalentemente argilloso-arenacee di età Cret. sup.-Messiniano che chiudono le successioni toscana, umbro-sabina e laziale-abruzzese, sono nel loro insieme impermeabili e costituiscono quindi un complesso di copertura. Localmente all'interno di tali formazioni possono essere presenti acquiferi anche di tipo termale.

Le formazioni prevalentemente carbonatiche ed evaporitiche mesozoiche costituiscono il principale serbatoio, che ha un'importanza regionale.

Il complesso di base, generalmente non molto permeabile, è costituito da formazioni prevalentemente filladico-quarzitiche paleozoiche appartenenti al basamento regionale. La loro permeabilità variabile è legata

essenzialmente alle zone più o meno intensamente tettonizzate.

L'interesse geotermico del Lazio cui si è fatto cenno in premessa, nasce dal fatto che la fascia occidentale di questa regione è caratterizzata dalla presenza di importanti anomalie positive di flusso di calore.

Queste hanno presumibilmente preso corpo a partire dalle fasi tettoniche mio-plioceniche; alla loro base sono gli eventi magmatici e vulcanici che hanno interessato tale fascia dal Pliocene fino al Quaternario recente.

I vulcani acidi appartenenti alla "provincia toscana" (Tolfa, Ceriti, Cimini) ne sono una prima testimonianza diretta.

Il massimo dell'attività vulcanica e magmatica è stato raggiunto nel Pleistocene, quando il Lazio occidentale è stato interessato da importanti stresses tensionali che hanno permesso la costruzione di altri grandi edifici vulcanici del Lazio centro-settentrionale e centrale (Volsini, Sabatini, Albani) ai quali sono senz'altro legate intrusioni di corpi subvulcanici, anche di notevoli dimensioni. L'anomalia termica prodotta da questa attività magmatica si è così sovrapposta a quella a scala ancora più ampia, che coinvolge tutto il bacino tirrenico,

creando aree più favorevoli all'accumulo di risorse geotermiche.

3. INVENTARIO DELLE SORGENTI TERMALI E DEI POZZI

I dati relativi ai pozzi ed alle sorgenti, sono stati reperiti da archivi interni dell'AGIP, del CNR-IIRG e soprattutto dell'ENEL-UNG, da pubblicazioni, da rapporti inediti di altri enti. Tali dati sono stati ordinati in schede-tipo, opportunamente predisposte per il loro caricamento in una banca dati da parte del CNR-IIRG.

3.1. Sorgenti e manifestazioni

Le tipologie dei punti d'acqua presi in considerazione sono: sorgenti, manifestazioni superficiali di acqua e gas, solo di gas, fumarole e pozzetti domestici, (con quest'ultimo termine sono indicati pozzi a piccola profondità, per lo più intorno ai 10-20 m e generalmente inferiore ai 100 m, utilizzati per vari scopi).

Le sorgenti selezionate sono in generale quelle aventi temperature maggiori di 18°C. Questo limite non è stato però rigidamente applicato, poiché si è tenuto conto talora anche di fattori ambientali (altitudine, temperatura media annua dell'aria), che permettono di abbassare il valore di temperatura limite per la selezione delle sorgenti. In alcuni casi sono state

prese in considerazione anche sorgenti con modeste temperature, se associate ad elevate portate.

Particolare rilievo è stato dato alle manifestazioni notevolmente ricche in gas, che sono state selezionate anche se con temperature minori di 18°C.

Talvolta non è stato possibile risalire al nome delle sorgenti e dei pozzi; in questo caso le sorgenti sono state indicate con il nome della località più vicina, mentre ai pozzi è stato attribuito il nome del proprietario, se noto.

Per quanto concerne le sorgenti che si trovano associate in gruppo, sono state segnalate singolarmente ad eccezione di quelle con caratteristiche chimico-fisiche molto simili; in questo caso è stata scelta la più rappresentativa del gruppo.

Tutte le manifestazioni sono state identificate anche con le coordinate geografiche, generalmente tratte da schede di archivio; più raramente sono state rilevate da mappe nelle quali compariva la loro ubicazione di massima; in quest'ultimo caso la definizione delle coordinate è naturalmente meno precisa.

La litologia all'emergenza è stata ripresa da dati di campagna, salvo alcuni casi in cui, non essendo nota, è stata dedotta da una lettura della Carta Geologica (Scala 1:100.000).

La fascia pre-appenninica, caratterizzata dalla estesa coltre vulcanica, è molto ricca di acque mineralizzate fredde e calde, nonché di manifestazioni gassose.

In particolare l'esistenza di acque termali è per lo più legata alla forte anomalia termica, collegata a sua volta all'intensa attività magmatica e vulcanica sviluppatasi in tempi recenti.

La coltre delle vulcaniti, come accennato nell'inquadramento geologico ed idrogeologico, ospita spesso un corpo idrico superficiale, al di sopra dei livelli argillosi impermeabili. Tale acquifero è generalmente freddo, ma localmente può essere di tipo termale.

Osservando la distribuzione delle sorgenti e manifestazioni censite (tav. 3) si nota una evidente disomogeneità tra zona e zona. Le zone nord-occidentali si distinguono da tutto il resto della regione, poiché le manifestazioni termali sono localizzate per lo più intorno agli apparati vulcanici dei Monti Volsini ($18^{\circ}\div 35^{\circ}\text{C}$), Cimini e Sabatini ($22^{\circ}\div 57^{\circ}\text{C}$), con massimi addensamenti nelle zone di Viterbo (63°C) e tra i Monti della Tolfa e il Lago di Bracciano ($48^{\circ}\div 57^{\circ}\text{C}$).

La circolazione e l'emergenza di queste acque è spesso associata a strutture affioranti (M. Canino) o sepolte a debole profondità del serbatoio carbonatico regionale (zona Viterbo, M. della Tolfa), altre volte, più

raramente, le acque emergono dalla coltre vulcanica e tale emergenza corrisponde probabilmente a disturbi tettonici.

Nel Lazio meridionale, dato anche lo scarso numero di manifestazioni idrotermali, sono state selezionate anche sorgenti con temperature inferiori al limite stabilito.

Nella zona immediatamente a Sud di Roma il vulcano centrale dei Colli Albani ospita una notevole circolazione di acque fredde che mascherano, almeno in parte, i possibili apporti profondi. Se si escludono alcune manifestazioni a bassa termalità, accompagnate da notevoli venute gassose, le principali sorgenti spesso di grande portata, sono collocate ai margini del vulcano soprattutto in prossimità di affioramenti carbonatici.

Una concentrazione di manifestazioni termali (20° ÷ 60° C) è presente al confine tra Lazio e Campania in prossimità dell'apparato vulcanico di Roccamonfina.

Il settore orientale della regione dove il serbatoio carbonatico affiora estesamente ed è sede di acque di infiltrazione meteorica è pressochè sguarnito di indizi termali ad esclusione di una sorgente a 26° C in provincia di Rieti.

3.2. Pozzi

Nel Lazio sono stati inventariati 110 pozzi con temperatura superiore a 30° C, di cui 67 sono pozzi

profondi perforati per ricerche di olio e geotermiche, mentre 43 sono pozzi di piccola profondità perforati per misure di temperatura. Essi sono riportati in Tav. 4.

I pozzi profondi sono stati tutti perforati nel corso degli ultimi 50 anni con un incremento notevole negli ultimi 20 anni a seguito dell'intensificarsi delle ricerche geotermiche nel Lazio settentrionale. Infatti l'addensamento di perforazioni intorno ai tre maggiori laghi della regione riflettono i risultati delle ricerche di superficie, dalle quali risultava evidente che queste aree sono quelle caratterizzate dalle più importanti anomalie geotermiche.

Un certo numero di pozzi, all'inizio dell'attività esplorativa nella regione, sono stati perforati in zone abbastanza vicine alle maggiori manifestazioni termali, come sorgenti termominerali, travertini ed aree di alterazione (zona di Viterbo).

I pozzi ubicati invece nella parte "non vulcanica" della regione, hanno avuto tutti come obiettivo la ricerca di olio. Essi sono addensati principalmente nell'area intorno a Latina, e sulle strutture della piattaforma carbonatica mesozoica laziale-abruzzese (zona di Frosinone) e umbro-sabina (Rieti).

Se dal punto di vista stratigrafico questi pozzi forniscono informazioni comparabili con quelle dei pozzi "geotermici", dal punto di vista dei dati termometrici

il numero delle informazioni è inferiore e la loro qualità meno affidabile.

I pozzi a piccola profondità, per misure di gradiente, sono stati perforati dall'Enel prima e dalla J.V. Enel-Agip poi, a partire dal 1967. Essi sono concentrati nelle provincie di Viterbo e di Roma (solo due sono ubicati sulla riva sinistra del Tevere). La loro distribuzione è condizionata dalla convergenza, nelle aree suddette, dei fattori geologici, idrogeologici e termici che stanno alla base del fenomeno geotermico.

Le società che hanno operato nel Lazio per ricerche minerarie con sondaggi sono sostanzialmente sei:

- AGIP, TERNI, PONTINA METANO, per ricerche di idrocarburi; LARDERELLO, TERNI, ENEL, J.V. ENEL-AGIP per ricerche di forze endogene.

4. CARTE TEMATICHE

4.1. Metodologia

L'approccio metodologico, adottato per la realizzazione delle carte tematiche compilate, ha tenuto conto dei seguenti indirizzi.

Innanzitutto, i dati dei pozzi (geologici, idrogeologici e termici) sono stati considerati come punti fermi ai quali ancorare tutte le altre informazioni.

La ricostruzione dell'assetto strutturale regionale è basata soprattutto sui dati gravimetrici che hanno fornito le ipotesi qualitative di partenza, utili alla definizione della geometria del tetto del potenziale serbatoio sepolto.

Dove possibile, tali ipotesi sono state controllate con i dati ottenuti da prospezioni geoelettriche e sismiche che consentono ricostruzioni strutturali quantitativamente più attendibili.

Purtroppo, però, disponendo per gran parte dall'area della regione prevalentemente di dati gravimetrici, la stima delle profondità può essere affetta da imprecisioni dovute, oltre che ai normali limiti del metodo, anche ad ambiguità interpretative.

Per quanto concerne le carte delle temperature alle varie profondità (500, 1000, 2000 e 3000 m), ed al tetto del potenziale serbatoio, sono stati utilizzati sia i valori misurati direttamente nei pozzi profondi, che quelli estrapolati dai dati dei pozzetti termometrici. In particolare, per ogni pozzetto (profondità massima 300 m), utilizzando il gradiente misurato, è stata estrapolata la temperatura di fondopozzo fino al letto della formazione sede delle misure termometriche. Per l'estrapolazione alle varie profondità è stato assunto costante il valore di flusso calcolato nei singoli pozzetti e, applicando ad ogni complesso formazionale

previsto un valore medio di conducibilità termica, è stato dedotto il valore di gradiente da adottare per l'estrapolazione nell'ambito di ogni formazione e, quindi, fino alle varie profondità considerate o al tetto del potenziale reservoir.

In definitiva, per l'estrapolazione delle temperature si è teorizzato un modello a più strati esclusivamente conduttivo, in regime stazionario. Solo per le rocce costituenti il potenziale serbatoio sono stati utilizzati valori di conducibilità termica differenziati in funzione della temperatura e tali da sottintendere un regime termico parzialmente convettivo.

Da quanto detto si può facilmente intuire che anche le carte di temperatura possono presentare limiti di precisione, soprattutto per situazioni particolari e di dettaglio.

In aree prive di pozzi, la ricostruzione delle temperature in profondità è basata su valutazioni geotermometriche di tipo chimico ed isotopico relative ad acque e gas di manifestazioni di superficie. La loro affidabilità è quindi limitata.

4.2. Carta del tetto del potenziale serbatoio geotermico

In generale per potenziale serbatoio geotermico s'intende una formazione o un gruppo di formazioni geologiche che, per caratteristiche di permeabilità e

per volumetria, è in grado di ospitare fluidi economicamente e industrialmente sfruttabili per produzione di energia elettrica e/o di calore.

Nel caso specifico del Lazio, come già accennato nell'inquadramento geologico ed idrogeologico questo potenziale serbatoio d'interesse regionale per la sua presenza pressochè continua, è stato assimilato all'insieme delle formazioni prevalentemente carbonatiche (d'età mesozoica) della Serie Toscana, Umbro-Sabina e Laziale-Abruzzese.

Ciò non toglie che, con particolare riferimento alla medio-bassa entalpia, in sede locale, possano essere presenti altri serbatoi, rappresentati da altre formazioni sedimentarie e/o vulcaniche, situati a profondità inferiori a quello regionale.

Il tetto di quest'ultimo, date le laminazioni tettoniche che caratterizzano le successioni stratigrafiche sopra dette, può essere rappresentato da differenti formazioni comprese nel gruppo di quelle prevalentemente carbonatiche.

La carta del tetto del potenziale serbatoio, tra le carte di tipo strutturale, è certamente una delle più importanti. Questa carta e quella delle temperature corrispondenti a tale tetto, infatti, forniscono due dati di grande interesse: la profondità alla quale si

trova la potenziale risorsa geotermica e il suo livello termico. Queste sono informazioni di base che consentono di fare una prima valutazione della fattibilità di un qualsiasi progetto geotermico e di formulare un programma di attività sufficientemente preciso. Naturalmente le carte in oggetto sono di tipo interpretativo e la loro affidabilità dipende dalla quantità e qualità dei dati che sono alla base di tale interpretazione.

Ai problemi connessi con le informazioni disponibili, va poi aggiunto un altro fattore di incertezza legato alla permeabilità delle rocce-serbatoio.

Se infatti queste, per definizione possono essere considerate permeabili in generale, non è detto lo siano sempre su un piano locale e/o puntuale: localmente, cioè, quello che è un potenziale serbatoio può essere poco permeabile o addirittura impermeabile e quindi, anche se caldo, non in grado di cedere energia in quantità apprezzabili.

Pertanto la carta in oggetto va considerata nei suoi aspetti generali.

L'andamento del tetto del potenziale serbatoio nel Lazio (Tav. 5) appare molto complesso, con variazioni di profondità brusche, frequenti e, talora, di grande entità.

Ciò dipende essenzialmente dalle vicende geologiche che hanno caratterizzato la regione, con particolare riferimento alle fasi più recenti che hanno condotto all'assetto attuale e cioè: l'orogenesi alpina che ha portato al corrugamento appenninico, la fase post-orogenica che ha determinato la formazione dei grandi bacini marini pliocenico-quadernari e il magmatismo-vulcanismo contemporaneo e conseguente a questa fase, che ha determinato, a sua volta, sollevamenti e sprofondamenti.

Senza entrare troppo nei dettagli (del resto la carta in un certo senso parla da sé), è opportuno evidenziare i lineamenti principali dell'assetto del potenziale reservoir.

Una prima chiara osservazione che emerge è la differenza che c'è in tale assetto tra la zona orientale e quella occidentale della regione (che, come si vedrà, è quella più interessante dal punto di vista geotermico).

Nella fascia orientale infatti il potenziale serbatoio si trova mediamente a quote più elevate e, soprattutto, è spesso affiorante e quindi scoperto, con l'eccezione della propaggine di territorio laziale a N-E di Rieti.

Nella fascia occidentale invece il serbatoio prevalentemente carbonatico appare quasi sempre coperto dalla coltre vulcanica, dalle formazioni prevalentemente

argillose neogeniche e da quelle terziarie in facies di flysch.

In questa fascia, inoltre, le quote rispetto al livello del mare del tetto del reservoir hanno un andamento nettamente "frastagliato", tanto che è abbastanza difficile individuare strutture d'ampiezza regionale.

Ciò è particolarmente evidente nella parte settentrionale (Monti Volsini), dove si fanno risentire chiaramente gli effetti differenziati, da zona a zona, dei fenomeni vulcanici e magmatici.

Dal punto di vista geotermico, con particolare riferimento alla media-bassa entalpia, acquistano particolare interesse quelle strutture nelle quali il potenziale reservoir si trova, confinato, ad una profondità relativamente modesta. Queste condizioni si verificano nella zona ad Ovest e Sud-Ovest del lago di Bolsena. Particolarmente evidente ed interessante, da questo punto di vista, appare la struttura allungata in senso N-S, situata ad Ovest di Viterbo, che si prolunga fin quasi al lago di Bracciano. Interessanti appaiono pure alcune strutture poco profonde intorno alla città di Civitavecchia.

Verso Sud il panorama diventa più incerto, per una minore disponibilità dei dati. La profondità media del tetto del potenziale serbatoio aumenta, essendo le quote sempre inferiori a - 1000. Strutture di un certo

interesse, caratterizzate da queste quote, si trovano comunque a Nord e a Sud-Sud Est di Roma, a Nord di Anzio e ad Ovest di Latina.

4.3. Carta delle temperature al tetto del potenziale serbatoio

La distribuzione delle temperature al tetto del potenziale serbatoio, definito precedentemente, è controllata da diversi fattori che interagiscono; tra i più importanti sono da annoverare i seguenti:

- distribuzione dell'anomalia regionale profonda;
- anomalie prodotte da corpi magmatici caldi superficiali;
- assetto strutturale e permabilità del/o dei potenziali serbatoi;
- condizioni geoidrologiche e spessore della copertura.

Malgrado non si disponga di una distribuzione omogenea dei dati, molto scarsi in tutto il Lazio meridionale, il panorama termico regionale ricostruito è affidabile e, per quanto riguarda il Lazio settentrionale, è possibile tracciarne l'andamento in dettaglio e con sufficiente grado di precisione (Tav. 6).

L'elemento di più spiccato interesse è costituito da una fascia lunga circa 100 km e larga circa 15 caratterizzata, quasi ininterrottamente, da un'anomalia termica positiva in corrispondenza della direttrice Lago

di Bolsena - Lago di Vico - Lago di Bracciano. Il tetto del potenziale serbatoio geotermico presenta spesso in questa fascia temperature superiori ai 150°C. Le aree a più elevata termalità (fino a 300°C) all'interno di questa fascia corrispondono ai maggiori centri del vulcanismo quaternario del Lazio settentrionale.

La zona ad Est, contigua alla fascia di più elevata anomalia, presenta una rapida diminuzione delle isoterme con elevato gradiente orizzontale. L'isoterma di 50°C corre per alcune decine di chilometri parallelamente al corso del Tevere circa 10-15 km ad Ovest degli affioramenti della dorsale appenninica, segnando il limite orientale delle anomalie termiche positive del Lazio.

4.4. Carta delle temperature a 500 m dal piano campagna

La distribuzione delle temperature a 500 m dal p.c. è controllata in modo particolare, oltre che da tutti i fattori citati nella carta delle temperature al tetto del serbatoio, dal tipo di terreni nei primi 500 metri.

Il complesso delle formazioni vulcaniche, che copre buona parte del Lazio settentrionale ospita uno o più acquiferi, talora cospicui, alimentati principalmente dall'infiltrazione di acque meteoriche.

Poichè la superficie teorica posta a 500 metri di profondità dal p.c. è mediamente al di sotto delle

formazioni vulcaniche e dei depositi sabbiosi e conglomeratici plio-pleistocenici, il dato di temperatura a questa profondità non è generalmente influenzato dal disturbo dell'acquifero freddo, se non in particolari condizioni idrologiche (camini vulcanici, ecc.).

E' da rammentare, inoltre, che, anche nei casi in cui la misura di temperatura è stata rilevata nelle vulcaniti, queste ultime sono spesso costituite da tufi argillificati (e quindi impermeabili) che si trovano quasi costantemente alla base delle vulcaniti stesse.

La carta in esame (Tav. 7) mostra, immediatamente, una grande disomogeneità nella distribuzione dei dati. Per tutto il settore meridionale ed orientale del Lazio (dove affiorano ampiamente le formazioni della serie mesozoica Umbra e Laziale-Abruzzese) i dati disponibili sono esigui o del tutto inesistenti; pertanto, i valori di temperatura, da ritenere comunque piuttosto bassi (generalmente $< 30^{\circ}\text{C}$), non sono stati indicati.

La carta mostra un'anomalia positiva lungo una fascia che dal lago di Bolsena, passando per quello di Vico, si estende fino al lago di Bracciano. I valori massimi raggiungono i 100°C e mettono già in evidenza l'entità dell'anomalia termica regionale. Ad Est di tale fascia, l'anomalia diminuisce rapidamente fino a valori di 20°C . Ad Ovest, invece, e fino al mar Tirreno, è evidente una

maggiore variabilità nella distribuzione delle anomalie con valori oscillanti tra i 40 ed i 60°C.

E' da rilevare che in alcune zone, come nelle vicinanze di Viterbo, si individuano anomalie positive, dovute alla presenza del serbatoio carbonatico a profondità inferiori ai 500 metri ed ai fluidi, a media-bassa entalpia, che in esso circolano.

Occorre infine rilevare che le vulcaniti stesse possono ospitare localmente entro i primi 500 metri di profondità, acque calde, come si incontra nelle zone di Cesano, Trevignano, Vicarello, Vetralla, Bolsena ed altre zone minori.

4.5. Carta delle temperature a 1000, 2000 e 3000 m dal piano campagna

La carta a 1000 m dal p.c. (Tav. 8) rappresenta la distribuzione delle temperature su una superficie teorica collocata, in media, al disopra delle formazioni carbonatiche mesozoiche che costituiscono il potenziale serbatoio.

Il campo delle temperature a tale profondità risente, comunque, delle condizioni termidionamiche del serbatoio. La carta a 1000 m, quindi, mediamente presenta ovunque valori minori di quella delle temperature al tetto del serbatoio. Essa mostra, in ogni caso, un andamento delle isoterme già caratterizzate da tutte le distorsioni di

forma delle principali anomalie che individuano la presenza di serbatoi con circolazione di fluido.

La distribuzione delle temperature a 2000 m dal p.c. (Tav. 9) riflette in genere il panorama termico all'interno del potenziale serbatoio.

La forma delle anomalie è molto simile a quella della carta a 1000 m e le superfici delimitate dalle isoterme di valore più elevato aumentano sensibilmente rispetto alla carta precedente.

Come nella carta a 1000 m, è evidenziata la fascia centrale, allungata dai Monti Volsini a Roma, contraddistinta da "picchi" positivi che raggiungono i 250°C.

Ad Est di tale fascia la isoterma 50°C delimita gli affioramenti delle formazioni carbonatiche umbre e laziali-abruzzesi.

Nel Lazio meridionale l'esiguità dei dati permette di tracciare solo l'isoterma 50°C che borda gli affioramenti carbonatici dei massicci montuosi dei Lepini.

La carta a 3000 m dal p.c. (Tav. 10), infine, mostra un campo termico riferibile, praticamente ovunque, all'interno del potenziale serbatoio.

I principali lineamenti delle anomalie rimangono sostanzialmente invariati rispetto a quelli della carta precedente.

Le isoanomale presentano minori distorsioni, aumentano le superfici racchiuse da isoterme a più elevato valore, con i massimi che superano anche i 300°C in corrispondenza dei laghi di Bracciano e di Bolsena.

Più marcatamente che nelle altre carte, è individuato ad Est della fascia ad elevata anomalia termica, una stretta zona in cui la caduta di temperatura è molto rapida. Il trend di questa zona ad elevato gradiente termico orizzontale è appenninico (NW-SE) e termina poco a Sud di Latina, sui contrafforti del promontorio del Circeo. Tale zona separa due regioni con diverse situazioni geostrutturali e diverse condizioni della sorgente termica profonda.

E' da rilevare ancora per questa carta, la comparsa di una anomalia a trend appenninico delimitata dalla isoterma 150°C che racchiude Roma e il complesso vulcanico dei Colli Albani. E' da rilevare ancora che i dati relativi a questo settore sono piuttosto scarsi.

Infine, nell'area costiera che si estende dal confine toscano fino alla foce del Tevere, si raggiungono valori anche superiori ai 200°C.

La forma delle anomalie è però molto sfumata e la presenza di strutture permeabili a 3000 m non è ben evidenziata sia per la loro dubbia esistenza, sia per la scarsa densità dei dati a disposizione per individuarle.

5. CONCLUSIONI

L'inventario delle risorse geotermiche del Lazio ha consentito una raccolta sistematica ed organica delle informazioni di interesse geotermico rese finora disponibili nella regione.

Esse riguardano pozzi, manifestazioni naturali e sorgenti, comunque considerati significativi da un punto di vista geotermico, per temperatura, portate e caratteristiche chimico-fisiche.

I dati sono stati organizzati in schede opportunamente predisposte per poter successivamente essere caricati su una banca-dati e quindi possono essere utilizzate da chiunque abbia interesse sia scientifico che tecnico-operativo, singolarmente o a gruppi.

Le suddette informazioni, di tipo per così dire puntuale, integrate poi da altre di carattere geologico, idrogeologico, geofisico e geochimico sono state elaborate in carte strutturali e termiche che forniscono un "quadro geotermico", particolarmente significativo della regione sia dal punto di vista fenomenologico che da quello applicativo.

Il primo aspetto concerne il complesso problema dell'origine e dello sviluppo del fenomeno geotermico che interessa non solo il Lazio, ma in pratica, tutta la fascia tirrenica preappenninica compresa tra l'Arno e la penisola sorrentina.

Le carte mettono in evidenza prima di tutto la presenza di una grande, praticamente unica, anomalia che interessa tutta la fascia preappenninica laziale compresa tra il Tevere ed il mare, a Nord di Roma, e la valle Latina ed il mare, a Sud. Questa anomalia "regionale" è probabilmente legata a fenomeni altrettanto regionali quali assottigliamento crostale e risalita delle discontinuità di Mohorovicic..

In secondo luogo, all'interno di questa grande anomalia, le carte pongono in risalto una serie di "anomalie di zona" centrate sulle strutture vulcaniche di Bolsena, Vico, Bracciano e, probabilmente Colli Albani, associate prevedibilmente alla risalita di fusi magmatici ed alle intrusioni che stanno alla radice dei suddetti vulcani.

Infine sono evidenziate quelle "anomalie locali" o "superficiali" dovute a concentrazioni di fluidi caldi a modesta profondità in strutture particolarmente permeabili che coincidono con i campi geotermici (Alfina, Latera, Cesano).

Per quanto riguarda l'aspetto più strettamente operativo che è, forse, scientificamente meno interessante, ma, dal punto di vista dell'inventario, certamente più importante, una lettura integrata delle carte offre una serie di indicazioni particolarmente significative.

A questo proposito occorre prima di tutto osservare che in pratica le situazioni di maggior interesse, in particolare

per la media-bassa entalpia, vanno ricercate nella coincidenza tra profondità modeste (e quindi economicamente accessibili) del potenziale serbatoio, e temperature sufficientemente elevate.

Come si è visto, in tutto il Lazio esiste un potenziale serbatoio regionale rappresentato da formazioni prevalentemente carbonatiche d'età mesozoica. Questo si trova a profondità dal piano campagna inferiore a 1000 metri in tre vaste aree: una è compresa tra il lago di Bolsena a Est, il confine con la Toscana a Nord, il mare ad Ovest e il fiume Marta a Sud; un'altra si estende ad Ovest di Viterbo da poco a Sud del lago di Bolsena fino all'altezza del lago di Bracciano; una terza zona è quella che va da questo lago fino al mare all'altezza di Civitavecchia.

Corrispondentemente a queste aree (Tav. 10) la temperatura, alla profondità suddetta, dovrebbe essere almeno dell'ordine di 50 °C ed in molti casi più elevata.

In altre parole nel Lazio settentrionale esistono ampie zone nelle quali si hanno notevoli probabilità di trovare, entro i 1000 metri di profondità dal piano campagna acque a temperatura uguale o superiore a 50 °C, nell'ambito del potenziale serbatoio carbonatico .

Come è stato accennato nell'inquadramento geologico, al di sopra di questo reservoir possono esistere altri serbatoi, a carattere locale, con acque termali; in particolare ciò

può accadere nell'ambito della copertura vulcanica, dove questa assume notevoli spessori, come in corrispondenza delle grandi strutture vulcaniche di Bolsena, Latera, Vico e Bracciano. Intorno a queste strutture, si possono raggiungere temperature superiori a 50 °C già a profondità di 500 m dal piano campagna (Tav. 11).

Ciò sta a significare che, entro la profondità suddetta, esiste la possibilità di trovare acque termali d'importanza locale, dipendentemente dalla permeabilità puntuale dalle vulcaniti.

Le informazioni relative al Lazio meridionale sono scarse e non consentono di trarre conclusioni dello stesso livello di affidabilità del Lazio settentrionale.

I dati acquisiti in ogni caso consentono di dire che esistono probabilità di trovare acque termali (temp. \geq 50 °C) a profondità relativamente modeste (di poco maggiori di 1000 m) in qualche settore delle provincie di Latina e di Roma.

In sede di conclusione d'inventario vale forse la pena di ripetere che le ricostruzioni strutturali e termiche hanno validità di massima e non possono essere estrapolato ovunque in termini per così dire "puntuali".

Alla scala locale esse possono servire da valida base per l'impostazione di ricerche di dettaglio che consentano di precisare le indicazioni strutturali, idrogeologiche e termiche fornite dai dati fin qui acquisiti.

BIBLIOGRAFIA

- [1] AGIP (1977). Temperature sotterranee. Milano Agip.
- [2] AGIP MINERARIA (1959). Campi gassiferi padani. Atti del Convegno Giacimenti Gassiferi dell'Europa Occidentale. Acc. Naz. dei Lincei, 2, pp. 45-479.
- [3] AGIP MINERARIA (1964). Marine seismograph survey - Mare Adriatico (zona A), Western Geophysical Co. of America.
- [4] AGIP MINERARIA (1967). Rilievo sismico a riflessione - Mare Adriatico (zona B). Geophysical Service International L.t.D.
- [5] AGIP MINERARIA (1969). Rilievo sismico a riflessione - Canale di Sicilia (zona C). Western Geophysical Co.
- [6] AGIP MINERARIA (1968 a). Rilievo sismico a riflessione - Mare Adriatico (zona D). Geophysical Service International L.t.D.
- [7] AGIP MINERARIA (1968 b). Marine Seismic Survey - Tyrrhenian Sea (zona E). Western Geophysical Co.
- [8] AGIP MINERARIA (1977). Marine Seismic Survey - (zona F). Penn Geophysical Consultants Inc.
- [9] ALLEGRINI G., CORSI R., CULIVICCHI G., DI FALCO R., FIORDELISI A., GRASSI A., NARDINI G., NENCETTI G.F.,

NERI G., TOMEI B. (1982). Fluid management of the Cesano Reservoir: experimental activity. First Turkish - Italian Seminar on Geothermal Energy, vol. II. Ankara, Kizildere.

[12] BALDI P., BARELLI A., BERTINI G., BERTRAMI R., BUONASORTE G., CALAMAI A., CAMELI G., CATALDI R., CECCARELLI A., CORSI R., COSTANTINI A., DACQUINO C., D'OFFIZI S., FIORDELISI A., GHEZZO C., LAZZAROTTO A., LOVARI F., RIDOLFI A. . Ricerca ed esplorazione nell'area geotermica di Torre Alfina (Lazio-Umbria). MEM. Soc. Geol. It. in corso di stampa.

[13] BALDI P., BUONASORTE G., CAMELI G.M., CIGNI V., FUNICIELLO R., FAROTTO M., SCANDIFFIO G., TONEATTI R. (1982). Exploration methodology, deep drilling and geothermal model of the Cesano field (Latium-Italy). First Turkish-Italian Seminar on Geothermal Energy. Vol. II. Ankara, Kizildere.

[14] BALDI P., BUONASORTE G., CECCARELLI A., RIDOLFI A., D'OFFIZI S., D'AMORE F., GRASSI S., SQUARCI F., TAFFI L., BONI C., BONO P., DI FILIPPO M., MARTELLI M.C., LOMBARDI M.C. and TORO B. (1982). Contributo alla conoscenza delle potenzialità geotermiche della Toscana e del Lazio. Consiglio Nazionale delle Ricerche, PFE-RF15.

- [15] BALDI P., CAMELI G.M., LOCARDI E., MOUTON J., SCANDELLARI P. (1975). Geology and geophysics of the Cesano geothermal field. Proc. Second United Nations Symp. Geothermal Resources, San Francisco, 2: pp. 871-881.
- [16] BALDI P., CIVITELLI G., FUNICIELLO R., LOMBARDI G., PAROTTO M. and SERVA L. (1976). Study of the stratigraphy and mineralization of the deep wells in Cesano geothermal field. Int. Congr. on Thermal Waters, Geothermal Energy and Volcanism of the Mediterranean area, Athens, Proc. Geoth. Energy, 1, pp. 71-86.
- [17] BALDI P., DECANDIA F.A., LAZZAROTTO A., CALAMAI A. (1974). Studio geologico del substrato della copertura vulcanica laziale nella zona dei laghi di Bolsena, Vico e Bracciano. Mem. Soc. Geol. It. pp. 575-606.
- [18] BALDI P., FERRARA G.C. (1974). Hydrochemical features of the northern Latium (Central Italy), with particular reference to the Stigliano Thermal Springs. Proceeding of International Symposium on Water-Rock Interaction. Praga.
- [19] BALDI P., FUNICIELLO R., LOCARDI E. and PAROTTO M. (1976). Volcanologic and structural study of the Cesano geothermal area (Rome-Italy). Int. Congr. on Thermal Waters, Geothermal Energy and Volcanism of the

Mediterranean Area, Athens, Proc. Geoth. Energy, 1, pp. 43-55.

- [23] BARELLI A., CALAMAI A., CATALDI R. (1975 a). Stima del potenziale geotermico della fascia preappenninica centro-meridionale. Rapporto ENEL T3/1942.
- [24] BARELLI A., CALAMAI A., CATALDI R. (1975 b). Estimation of the geothermal potential of the pre-Apennine belt of Central-Southern Italy - Second U.N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources San Francisco, Abstract I - 3.
- [25] BARELLI A., and PALAMA' A. (1981). A new method for evaluating formation equilibrium temperature in holes during drilling. Geothermics, Vol. 10, n. 2, pp. 95-102.
- [26] BARELLI A., CORSI R., D'OFFIZI S., LOVARI F., MANETTI G., ROSSI U. (1983). Results of drilling exploration in the Latera Geothermal area: Utilization project of water - dominated reservoir. Third E.C. International Seminar "European Geothermal Update", Nov. 29 - Dec. 1, Munich.
- [29] BERTRAMI R., CAMELI G.M., LOVARI F., ROSSI U. (1984). Discovery of Latera Geothermal field: problems of the exploration and research. Seminar on utilization of Geothermal energy for electric power production and space heating. Florence, 14-17 May.

- [31] BOCCALETTI M., FAZZUOLI M., LODDO M., MONGELLI F. (1977). Heat flow measurements on the northern Apennine arc. *Tectonophysics*, 41, pp. 101-102.
- [32] BONI C., BONO P., FUNICIELLO R., FAROTTO M., PRATURLON A., FANELLI M. (1982). Carta delle manifestazioni termali e dei complessi idrogeologici d'Italia. C.N.R. - Progetto finalizzato "Energetica" - Sottoprogetto "Energia Geotermica".
- [33] BORGHETTI G., SBRANA A., SOLLEVANTI F. (1981). Vulcanotettonica dell'area dei Monti Cimini e rapporti cronologici tra vulcanismo Cimino e Vicano. *Rend. Soc. Geol. It.* 4, pp. 253-254, fig. 1.
- [35] BRANDI G.F., CERRINA FERONI A., DECANDIA F.A., GIANNELLI L., MONTEFORTI B., SALVATORINI G. (1970). Il Pliocene del bacino del Tevere fra Celleno (Terni) e Civita Castellana (Viterbo). *Stratigrafia ed evoluzione tettonica. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., ser. A*, 77, pp. 308-326.
- [38] CALAMAI A., CATALDI R., DALL'AGLIO M., FERRARA G.C. (1975). Preliminary report on the Cesano hot brine deposits (Northern Latium, Italy). *Second U.N. Symp. on Geoth. Ener.*, San Francisco, 1, pp. 305-313.

- [39] CALAMAI A., CATALDI R., LOCARDI E., FRATURLON A. (1977). Distribuzione delle anomalie geotermiche nella fascia preappenninica tosco-laziale (Italia). Simposio Internazionale sobre Energia Geotermica en America Latina, Città del Guatemala, 1976, pp. 189-229.
- [40] CALAMAI A., CEPPATELLI L., SQUARCI P. (1983). Summary of Italian experience in thermal prospecting for geothermal resources. Zbl. Geol. Paleontol. Teil. I, 1983 (1/2): Stuttgart.
- [46] CAMELI G.M., MOUTON J., TORO B. (1976). Contribution of geophysical surveying in the discovery of Cesano geothermal field (northern Latium, central Italy). Int. Congr. on Thermal Waters, Geoth. Energy and Volc. of the Mediterranean area, Athens, Proc. Geoth. Ener., 1, pp. 130-143.
- [52] CATALANO R., D'ARGENTO B., MONTANARI L., RENDA P., ABATE B., MONTELEONE S., MACALUSO T., PIPITONE G., DI STEFANO E., LO CICERO G., DI STEFANO P., AGNESI V. (1978). Contributi alla conoscenza della struttura della Sicilia occidentale. Mem. Soc. Geol. It., Vol. XIX.
- [56] CATALDI R. and RENDINA M. (1973). Recent discovery of a new geothermal field in Italy: Alfina, Geothermics, 2 (3-4).

- [59] CECCARELLI A., DONATI C., PETRACCO C., RIDOLFI A. (1981). Principali risultati dello studio idrologico e idrogeologico dell'area sabatina. Lazio. Atti II° Sem. Informativo C.N.R., F.F.E., 16-19 Giugno, Roma.
- [60] CELATI R., NOTO P., PANICHI C., SQUARCI P., TAFFI L. (1973). Interactions between the steam reservoir and surroundings aquifers in the Larderello geothermal field. Geothermics. Vol. 2, n. 3-4, pp. 174-186.
- [61] CELATI R., SQUARCI P., STEFANI G., TAFFI L. (1975). Analysis of water levels and reservoir pressure measurements in geothermal wells. Second U.N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, May 20-29, 1975, pp. 1583-1590.
- [64] C.N.R. Autori Vari (1980). Progetto finalizzato geodinamica. Sottoprogetto 5 - Modello strutturale gruppo Appenninico Settentrionale. Sezioni geologico-strutturali in scala 1:200.000 attraverso l'Appennino Settentrionale.
- [65] C.N.R. Autori Vari (1981). Progetto finalizzato geodinamica. Carta tettonica delle Alpi Meridionali con sezioni geologico strutturali in scala 1:200.000.

- [66] C.N.R. Autori Vari (1982). Progetto finalizzato "Energetica", sottoprogetto "Energia geotermica". Carta del tetto del potenziale serbatoio.
- [67] C.N.R., P.F.E. (1982). Carta delle temperature sotterranee in Italia alla profondità di 2000 m dal piano campagna, RF. 13.
- [68] C.N.R., P.F.E. (1982). Il graben di Siena, RF 9.
- [69] C.N.R., P.F.E. (1982). Contributo alla conoscenza delle risorse geotermiche del territorio nazionale, RF 10.
- [70] CONFORTO B. (1954). Risultati della prima fase di ricerche di forze endogene nel Viterbese. L'Ingegnere, Anno XXVIII, (1), pp. 1-6, Milano.
- [71] CORSI R., DI FALCO R. (1980). Production test facilities of the hot brine of Cesano geothermal field. Second ENEL DOE Workshop for Cooperative Research in Geothermal Energy. S. Francisco, p. 247.
- [72] CORTECCI G., BERTRAMI R., CECCARELLI A. (1980). Circulation patterns and geothermometry of some italian spring system by sulfate isotopes, Proceedings 3rd International Symposium on Water Rock Interaction, Edmonton.

- [76] D'AMORE F., PANICHI C., SQUARCI P., BERTRAMI R., CECCARELLI A. (1979). Studio idrogeologico e geochimico dei sistemi termali della zona Latera-Canino (Lazio settentrionale). Atti del I° Sem. Informativo, C.N.R., P.F.E., 18-21 Dicembre, Roma.
- [82] D'AMORE F., SCANDIFFIO G., (1981). Principali risultati dello studio geochimico dell'area sabatina, Lazio. Atti II° Sem. Informativo, C.N.R., P.F.E., 18-21 Dicembre, Roma.
- [84] DALLAN NARDI L., PIERETTI G., RENDINA M. (1977). Stratigrafia dei terreni perforati dai sondaggi ENEL nell'area geotermica di Torre Alfina. Boll. Soc. Geol. Ital. vol. 96. pp. 403-422, 13 fig.
- [85] DELLA VEDOVA B., PELLIS G. (1980). Deep thermal trends for the Po Valley from AGIP temperature measurements in gas and oil wells. Boll. Geofis. teor. appl., v. 22, n. 86, pp. 129-138, 7 figg.
- [86] DELLA VEDOVA B., PELLIS G., FOUCHER J.P., REHAULT J.P. (1982). Main geothermal trends and implications in the Tyrrhenian sea. XXVIIIth Congress and Plenary Assembly of ICSEM, Cannes, Dec. 2-11, 1982.
- [87] DELLA VEDOVA B., PELLIS G. (1982). Misure di flusso di calore in mare. C.N.R. - P.F.E., RF 13.

- [88] DELLA VEDOVA B., PELLIS, G., PASQUALE V. (1982). Misure di densità di flusso di calore nell'Italia Nord-Occidentale: Risultati preliminari. C.N.R.-P.F.E., RF 3.
- [90] DE RITA D., FUNICIELLO R., ROSSI U., SPOSATO A. (1983). Structure and evolution of the Sacrofano and Baccano Caldera (Sabatini volcanic complex, Rome). J. Volcanol. and Geotherm. Res. (17) pp. 219-236.
- [91] DOWDLE W.L., COBB W.M. (1975). Static Formation temperature from well logs. An empirical method. Jour. of Petrol. Techn. Nov., pp. 1326-1330.
- [92] DURAZZO A., BERTINI G., ROSSI U., MOTTANA A. (1982). Syenitic intrusions intersected by deep drilling at Latera, Vulsini Mountains, Latium, Italy. N.J b. Miner. Abh., 145, pp. 239-255, Stuttgart.
- [93] ENI. (1969). Enciclopedia del Petrolio e Gas naturale. Editore Colombo (Roma).
- [94] ENI. (1972). Acque dolci Sotterranee ÷ Inventario dei dati raccolti dall'AGIP durante la ricerca di idrocarburi in Italia.
- [95] ERRICO G., GROPPI G., SAVELLI S., VAGHI C. (1980). Malossa Field a deep discovery in the Po Valley - Italy. A.A.P.G. Giant Oil and Gas Fields of the Decade 1968-1978 - Memoir 30.

- [99] FANELLI M., ROSSI A., SALOMONE M., TAFFI L. (1979).
Acquisizione, interpretazione e mappatura dei dati
geotermici del territorio italiano. Off. Pub. Commission
European Communities. EUR 6665 IT, 1119 pp.
- [100] FANELLI M., ROSSI A., SALOMONE M., TAFFI L. (1980).
Heat flow and subsurface temperature maps of Italy. In:
R. Haenel ed., "Atlas of subsurface temperature in the
European Community", Bruxelles, Commission European
Communities.
- [101] FANELLI M., BELLUCCI L., NACHIRA F. (1982).
Manifestazioni idrotermali italiane. P.F.E.
Sottoprogetto Energia Geotermica, RF-13, Appendice, 191
pp.
- [102] FINETTI I. (1972). Le condizioni geologiche della
Regione di Venezia alla luce di recenti indagini
sismiche. Boll. di Geofisica Teorica ed Applicata. Vo.
XIV, n. 56.
- [103] FINETTI I., MORELLI C. (1971). Ricerche sismiche a
riflessione nella laguna e nel golfo di Venezia. Boll.
di Geofisica Teorica ed Applicata. Vol. XIII, n. 49.
- [104] FUNICIELLO R., LOCARDI E., LOMBARDI G., FAROTTO M.
(1976). The sedimentary ejecta from phreatomagmatic
activity and their use for location of potential

geothermal areas. Geoth. Ener. and Volc. of the Mediterranean area, Athens. Proc. Geoth. Ener., 1.

[105] FUNICIELLO R., LOCARDI E., PAROTTO M. (1976).
Lineamenti geologici dell'area sabatina orientale,
Boll. Soc. Geol. It. 95, pp. 831-849.

[106] FUNICIELLO R., MARIOTTI G., PAROTTO M., PREITE-MARTINEZ
M., TECCE F., TONEATTI R., TURI B. (1979). Geology,
mineralogy and stable isotope geochemistry of the
Cesano geothermal field. Geothermics, Vol. 8, pp. 53-
73.

[111] GRANT M.A. (1979). Interpretation of Downhole
Measurements in Geothermal Wells. Rep. n. 88, DISR,
Appl. Math. Div., New Zealand.

[113] ITALIAN WORKING GROUP (1980). Document of E.C.
Geothermal Resources and Research. Italy. Final Report
Contract n. E6A AY.115.I (S).

[116] LA TORRE P., NANNINI R., SOLLEVANTI F. (1981).
Geothermal exploration in Central Italy: geophysical
surveys in Cimini range Area. 43rd Meeting European
Association of Exploration Geophysicists.

[119] LEONARDI P., MORELLI C., NORINELLI A., TRIBALTO G.
(1973). Sintesi geologica e geofisica riguardante
l'area veneziana e zone limitrofe. Serv. Geol. d'It.

Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia.,
Vol. XXXIV.

- [121] LOCARDI E., LOMBARDI G., FUNICIELLO R., PAROTTO M.
(1977). The Main volcanic group of Latium (Italy).
Relations between structural evolution and
petrogenesis. Geol. Rom. 15, Roma.
- [122] LODDO M., MONGELLI F., RODA C. (1973). Heat flow in
Calabria, Italy. Nature phys. Sci., 244 (136); pp. 91-
92.
- [123] LODDO M., MONGELLI F., (1979). Heat flow in Italy.
Pageoph, vol. 117. n. 1/2.
- [124] LODDO M., MONGELLI F., PECORINI G., TRAMACERE A.
(1982). Prime misure di flusso di calore in Sardegna.
C.N.R. - P.F.E., RF 10.
- [127] MANETTI G. (1973). Attainment of temperature
equilibrium in holes during drilling. Geothermics, Vol.
2, Ns. 3-4, pp. 94-100.
- [129] MINISTERO LAVORI PUBBLICI - CONSIGLIO SUPERIORE
SERVIZIO IDROGRAFICO (1966). Carta delle temperature,
medie annue vere in Italia. Trentennio 1926-1955, Roma.

- [130] MONGELLI F. (1981). Evaluation of geotemperatures from oil wells in Italy. *Geothermics*, Vol. 10, n. 1, pp. 29-38.
- [131] MONGELLI F., CIARANFI A., TRAMACERE G., ZITO F., PERUSINI F., SQUARCI P., TAFFI L. (1983). Contributo alla mappa del flusso geotermico in Italia: misure dalle Marche alla Puglia. *Atti del 2° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Roma 12-14 Dicembre 1983.*
- [132] MONGELLI F., LODDO M., TRAMACERE A., ZITO G., PERUSINI F., SQUARCI P., TAFFI L., (1981). Contributo alla mappa del flusso geotermico in Italia: misure sulla fascia pre-appennica marchigiana. *Atti del 1° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida.*
- [133] MONGELLI F., MORELLI C. (1964). Studio geotermico preliminare dell'Etna. *Riv. miner. sicil.* 85-87, 46 pp.
- [134] MONGELLI F., RICCHETTI G. (1970 a). Heat flow along the Candelaro fault, Gargano Headland (Italy). *Geothermics*, sp. iss. 2, pp. 450-458.
- [135] MONGELLI F., RICCHETTI G. (1970 b). The earth's crust and heat flow in the Fossa Bradanica, Southern Italy, *Tectonophys.*, 10, pp. 103-125.

- [136] MONGELLI F., SQUARCI P. (1982). Flusso di calore in terra. C.N.R. - P.F.E., RF 13.
- [138] MORELLI C. (1970). Physiography, Gravity and Magnetism of the Tyrrhenian Sea. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata n. 48.
- [139] MORELLI C., CARROZZO M.T., CECCERINI P., FINETTI I., GANTAR C., PISANI M., SCHMIDT FRIEDBERG F. (1969). Regional Geophysical Study of the Adriatic Sea. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata n. 41-42.
- [140] MORELLI C., GANTAR C., PISANI M. (1975 a). Bathymetry, Gravity (and Magnetism) in the strait of Sicily and in the Ionian Sea. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata n. 65.
- [141] MORELLI C., PISANI M., GANTAR C., (1975 b). Geophysical anomalies and tectonics in the Western Mediteranean. Bollettino di Geofisica Teorica ed applicata n. 67.
- [142] MUFFLER L.J.P., CATALDI R. (1978). Methods for regional resources. Geothermics, Vol. 7, n. 2-4, pp. 53-90.
- [143] NANNINI R. et Al. "Geothermal Exploration". Boll. Geof., Sept. 1982.
- [144] OSSERVATORIO GEOFISICO TRIESTE. Carta gravimetrica d'Italia.

- [150] PIERI M., GROPPI G., AGIP. (1981). Subsurface geological structure of the Po plain, Italy. C.N.R. - Progetto finalizzato geodinamica. Sottoprogetto "Modello Strutturale".
- [151] PUXEDDU M. (1971). Studio chimico-petrografico delle vulcaniti del Monte Cimino (Viterbo). Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Vol. 78. pp. 329-394.
- [159] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia, scala 1:500.000. Min. Ind. Comm. e Artig.
- [160] SILVANO A. (1985). La recherche géothermique à l'île de Vulcano". Geothermique Actualités, n. 1, pp.27-31.
- [161] SELF S. and SPARKS R.S.J. (1978). Characteristics of pyroclastic deposits formed by the interaction of silicic magma and water. Bull. Volcanol., 41: pp. 196-212.
- [162] SHERIDIAN M.F. and WOHLETZ K.H. (1981). Hydrovolcanic explosions: thje systematics of water-pyroclast equilibration. Science, 212: pp. 1387-1389.
- [164] SOMMARUGA C. (1984). Le ricerche geotermiche svolte a Vulcano negli anni '50. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, Vol. 39. pp. 356-366.

- [165] SOMMARUGA C., GHELARDONI R. (1980). Demonstration project couple of wells for geothermal space heating in Metanopoli, Milano, Contract GE 02/79.
- [167] TORO B. (1976). Anomalie residue di gravità e strutture profonde nelle aree vulcaniche del Lazio settentrionale. *Geologica Romana*, 17.
- [168] TORO B. (1977). Gravimetry and deep structures of the Sabatinian and Alban Volcanic area (Latium). *Geologica Romana* 15 (1976).
- [169] VERCELLINO J., RIGO F. (1970). Geology and exploration of Sicily and adjacent areas. A.A.P.G. - Geology of Giant Petroleum Fields - Memoir 14.
- [173] C.N.R., AUTORI VARI (1982). Manifestazioni idrotermali italiane, P.F.E., RF 13.
- [174] BENVENUTI R., MARTINI M., PICCARDI G. (1977). Distribuzione di Rame, Piombo e Zinco in sorgenti termali della Toscana, *Rendic.*, SIMP 33 (2).
- [182] PANICHI C., TONGIORGI E. (1975). Carbon Isotopic Composition of CO₂ form Springs, Fumaroles, Mofettes, and Travertines of Central and Southern Italy: A Preliminary Prospection Method of a Geothermal Area. Pco. Second U.N. Symp. Geothermal resources, S. Francisco.

- [187] DATI ARCHIVIO INTERNO ENEL U.N.G., Pisa.
- [189] ENEL (1983). Idrogeochimica dell'area albana (P.R. Colli Albani), rapp. interno.
- [190] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia scala 1:100.000. Foglio 150, 159, "ROMA, LATINA" e relative note illustrative. Min. Ind. Comm. e Artig. delle Miniere.
- [191] BONI G., BONO P., CAPELLI G., D'AMORE F., LOMBARDI S. (1981). Nuove osservazioni di idrogeologia, geochimica e termalismo dell'area albana (Lazio meridionale). C.N.R. - P.F.E. SI2.
- [192] BALDI F., FERRARA G.C. (1974). Studio idrogeochimico delle manifestazioni dei Colli Albani. Rapp. Int. ENEL.
- [194] UNIGEO (1981). Studio idrogeol. area Colli Albani. Rapp. Int. ENEL U.N.G., Pisa.
- [195] J.V. ENEL-AGIP (1983). Permesso di ricerca Colli Albani. Rilievo idrogeochimico. Rapp. Int. ENEL U.N.G., Pisa.
- [197] DATI INTERNI ARCHIVIO AGIP.
- [198] TALENTI M., BORNIDI N. (1955). L'uso delle terme di Fogliano. Rivista Chimica n. 6.

- [199] CAMPONESCHI B., NOLASCO F. (1980). Le risorse naturali della Regione Lazio. Volumi 6-7-8. Regione Lazio.
- [200] BONI C., BONO P., CALDERONI G., LOMBARDI S., TURI E. (1980). Indagine idrogeologica e geochimica sui rapporti tra ciclo carsico e circuito idrotermale nella pianura pontina (Lazio meridionale). Geol. Appl. e Idrogeol. Vol. XV, Bari.
- [201] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia scala 1:100.000. Foglio 170 "TERRACINA" e relative note illustrative. Min. Ind. Comm. e Artig.. Dir. Gen. delle Miniere.
- [202] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia scala 1:100.000. Foglio 171 "GAETA" e relative note illustrative. Min. Ind. Comm. e Artig.. Dir. Gen. delle Miniere.
- [202] LOMBARDI S., (1987). Controllo delle variazioni temporali del chimismo di alcune acque e gas nella Regione dei Colli Albani. Rapp. Int. ENEL.
- [208] J.V. AGIP-ENEL (1979). Rilievo idrogeochimico del permesso "Lago di Patria". Rapp. Int. AGIP.
- [210] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia scala 1:100.000. Foglio 176 "TUSCANIA" e relative note

illustrative. Min. Ind. Comm. e Artig., Dir. Gen. delle
Miniere.

[211] J.V. ENEL-AGIP. Permesso di ricerca "Latera". Studio
idrogeologico e geochimico della zona "Latera-Canino".
Agosto 1978. Rapp. Int. ENEL U.N.G., Pisa.

[212] FANELLI M. (1972). Acque calde italiane. IIRG, C.N.R.,
Rapp. Int.

[214] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia
scala 1:100.000. Foglio 136 "TUSCANIA" e relative note
illustrative. Min. Ind. Comm. e Artig., Dir. Gen. delle
Miniere.

[219] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia
scala 1:100.000. Foglio 137 "VITERBO" e relative note
illustrative. Min. Ind. Comm. e Artig., Dir. Gen. delle
Miniere.

[220] J.V. ENEL-AGIP. Rilevamento geochimico del permesso
"Ottaviano". Maggio '79. Rapp. Int.

[222] FIORAVANTI A. (1976). Rapporto riguardante sorgenti e
emanazioni gassose campionate nel lago di Bolsena. Doc.
Int. ENEL.

- [225] J.V. ENEL-AGIP (1981). Studio idrologico, idrogeologico e geochimico dell'area sabatina (M. Sabatini). Rapp. Int. ENEL U.N.G., Pisa.
- [227] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia scala 1:100.000. Foglio 143 "BRACCIANO" e relative note illustrative. Min. Ind. Comm. e Artig., Dir. Gen. delle Miniere.
- [229] VIGHI L. (1955). Su due sondaggi per ricerca d'acqua nella zona di riserva Cinquare a N.E. di Santasevera. Geotecnica.
- [231] NOVARESE V. (1930). Trivellazione profonda nell'Agro Pontino. Boll. Uff. Geol. Ital. Vol. 55, n. 11.
- [232] TORRENTE A. (1982). Contributo alla conoscenza della stratigrafia del Calabriano e del Pliocene Med. Sup. nella Pianura Pontina. Boll. Soc. Geol. Ital., 71.
- [233] CONFORTO B. (1956). Contributo alla conoscenza delle formazioni "flyschiodi" del Lazio. Boll. Soc. Geol. Ital. n. 75.
- [235] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. Carta geologica d'Italia scala 1:100.000. Foglio 143 "CERVETERI" e relative note illustrative. Min. Ind. Comm. e Artig., Dir. Gen. delle Miniere.

- [236] LOMBARDI L. (1968). Pozzo Fogliano nei pressi di Latina e la paleogeografia dell'area. Boll. Soc. Geol. It., v. 87.
- [237] CAMPONESCHI B., NOLASCO F. (1978/79). Le risorse naturali della Regione Lazio. Vol. n. 1-5. Regione Lazio.
- [241] DUCHI V., MINISSALE A., ROMANI L. (1985). Studio geochimico su acque e gas dell'area geotermica Lago di Vico - M.ti Cimini (VT). Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. Serie A. 92.
- [253] CONFORTO B., DI RICCO G., SAPPÀ M. (1961). Indagine sulle acque sotterranee dell'Agro Romano e Pontino. Parte 2ª. Pubbl. Cassa per il Mezzogiorno.
- [254] CONFORTO B. (1952). Ricerche di forze endogene nel Viterbese. L'Industria Mineraria n. 12.
- [256] CONFORTO B. (1956). La possibilità di ricerca di forze endogene nel Lazio. "L'ingegnere", Vol. 6.
- [257] IPPOLITO F. (1972). Sulle ricerche di idrocarburi nell'area litorale del Lazio e sulla loro interpretazione. Rivista Mineraria Siciliana, n. 133-35.

[258] CONFORTO B. (1955). Contributo alla conoscenza idrogelologica della fascia costiera laziale. Geotecnica n. 6.

[260] PENTA F. & CONFORTO B. (1950). Sulle misure di temperatura del sottosuolo nei fori trivellati in presenza di acqua e sui relativi rilievi freaticometrici. Annali di Geofisica, Vol. 4 n. 1.

REGIONE LAZIO

ELENCO DELLE SORGENTI, DELLE MANIFESTAZIONI E DEI POZZI
DOMESTICI INVENTARIATI

<u>N° DI</u> <u>INVENTARIO</u>	<u>NOME</u>	<u>LOCALITA</u>	<u>PROV.</u>
L1)	Sorg. T.m con gas	Valentano	VT
L2)	Pozzo T.m con gas	"	VT
L3)	Sorg. T.m. con gas	"	VT
L4)	" " "	"	VT
L5)	" " "	"	VT
L6)	Pozzo Paglieto	Montalto di Castro	VT
L7)	Sorg. Ficonaccia	Montalto di Castro	VT
L8)	Putizze	Canino	VT
L9)	Bagno di Musignano	Canino	VT
L10)	Sorgente	Canino	VT
L11)	Sorg. Calda	Canino	VT
L12)	Sorg. + Gas	Tuscania	VT
L13)	Sorg. T. + Gas	Tuscania	VT
L14)	Font.le di Montefia- scone	Montefiascone	VT
L15)	Sorg. Dell'Acqua Rossa	Vitorchiano	VT
L16)	Sorg. prsso Caldera di Montefiascone	Montefiascone	VT
L17)	Sorg. presso Marta	Marta	VT
L18)	Sorg. presso Sette		

	Cannelle	Montefiascone	VT
L19)	Pozzo Cnen Legarelle	Montefiascone	VT
L20)	Eman. diffusa nel lago Bolsena		VT
L21)	Eman. gas	Latera	VT
L22)	Pozzo art.presso Burano	Montefiascone	VT
L23)	Pozzo di gradiente	Montefiascone	VT
L24)	Aiola di Monte Semano	Latera	VT
L25)	Aiola di Monte Senano	Latera	VT
L26)	Aiola del Gran Carro	Bolsena	VT
L27)	Aiola del Gran Carro	Bolsena	VT
L28)	Sorg. T. con gas	Viterbo	VT
L29)	Casino Bacucco	Viterbo	VT
L30)	Bagnaccio	Viterbo	VT
L31)	Bagnaccio	Viterbo	VT
L32)	Font.le Troscione	Viterbo	VT
L33)	Sorg. e pozzo Zitelle	Viterbo	VT
L34)	Sorg. T. con gas	Viterbo	VT
L35)	Bullicame	Viterbo	VT
L36)	Sorg. m. ip.	Viterbo	VT
L37)	L'Asinello	Viterbo	VT
L38)	Acqua T. con gas	Viterbo	VT
L39)	Il Masso	Viterbo	VT
L40)	Sorg. con gas	Vitorchiano	VT
L41)	Le Fontanelle	Vitorchiano	VT
L42)	Solfatarà	Vitorchiano	VT
L43)	Il Bagno	Orte	VT

L44)	Solfatarata	Fenna In Teverina	TR
L45)	Pozzo Il Piano	Valentano	VT
L46)	Il Laghetto	Bassano In Teverina	VT
L47)	Acqua Acetosa	Monte Romano	VT
L48)	Sorg. min.	Allumiere	VT
L49)	La Ficoncella	Civitavecchia	RM
L50)	Bagni di Traiano	Civitavecchia	RM
L51)	Pozzo Pantani	Civitavecchia	RM
L52)	Sorg. Acqua Forte	Ronciglione	VT
L53)	Mola di Bassano	Sutri	VT
L54)	Solforate	Sutri	VT
L55)	Acqua di Nepi	Nepi	VT
L56)	Sorg. min. con gas	Mazzano Romano	RM
L57)	Sorg. Bagnarello	Canale Monterano	RM
L58)	Eman. gas e acqua	Canale Monterano	RM
L59)	Eman. gas e acqua	Canale Monterano	RM
L60)	B. di Stigliano/Grotta	Canale Monterano	RM
L61)	B. di Stigliano/Fangaia	Canale Monterano	RM
L62)	B. di Stigliano/7 Can- nelle	Canale Monterano	RM
L63)	B. di Stigliano/Pineta	Canale Monterano	RM
L64)	B. di Stigliano/Orto	Canale Monterano	RM
L65)	B. di Stigliano/Font.Al- bergo	Canale Monterano	RM
L66)	Sorg. Rovine di M.Merano	Canale Monterano	RM
L67)	Sorg. con gas	Veiano	VT

L68)	Sorg. con gas	Veiano	VT
L69)	Sorg. Fontiloro	Veiano	VT
L70)	Gas e acqu	Veiano	VT
L71)	Acqua min.	Veiano	VT
L72)	Bagni di Vicarello	Trevignano	RM
L73)	Solfatarà di Manziana	Manziana	RM
L74)	Caldara di Manziana	Manziana	RM
L75)	Pozzo Acea	Anguillara Sabazia	RM
L76)	Sorg. Valle di Baccano	Campagnano di Roma	RM
L77)	Font.le di Montelupo	Cerveteri	RM
L78)	Pozzo con acqua T. e gas	Cerveteri	RM
L79)	Pozzo Cinquare 2	Cerveteri	RM
L80)	Sorg. Bagni	Cerveteri	RM
L81)	Sorg. T. con gas	Cerveteri	RM
L82)	Solfatarà	Cerveteri	RM
L83)	Acqua + Gas	Cerveteri	RM
L84)	Acqua + Gas	Bracciano	RM
L85)	Acqua Claudia	Anguillara Sabazia	RM
L86)	Ponte Sodo	Roma	RM
L87)	Antiche Terme di Vejo	Isola Farnese	RM
L88)	Bagno della Regina	Roma	RM
L89)	Acqua Acetosa	Cerveteri	RM
L90)	La Caldara	Cerveteri	RM
L91)	Pozzo Trevignano	Trevignano Romano	RM
L92)	Acqua Forte di Capranica	Capranica	VT
L93)	Baccanello	Formello	RM

L94)	Fosso Treia	Mazzano Romano	RM
L95)	Cannetaccio	Anguillara S.	RM
L96)	Terme di Cretone	Palombara Sab.	RM
L97)	Sorg. Acqua Calda	Cerveteri	RM
L98)	Acqua Livia	Cerveteri	RM
L99)	Il Casaletto	Roma	RM
L100)	Acqua di Deciri	Cittaducale	RM
L101)	Acqua di Bonafaccia	Cittaducale	RM
L102)	Cava dei selci - S.Solfatarata	Marino	RM
L103)	S.Zolforata (cava)	Pomezia	RM
L104)	S.Zolforata (pool)	Pomezia	RM
L105)	S.Lago Colonnelle	Tivoli	RM
L106)	S. I Laghetti	Tivoli	RM
L107)	S. Lavinio-Tor Caldara	Anzio	RM
L108)	S. S.Stefano-Acqua Solfa	Aprilia	LT
L109)	s. presso Ardea 1	Aprilia	LT
L110)	S. Acquacetosa	Ardea	RM
L111)	S. Lago di Cotronia	Cisterna di Latina	RM
L112)	S. presso M.te Artemisio	Velletri	RM
L113)	S. presso Nemi	Nemi	RM
L114)	S. presso Campo Ascolano	Pomezia	RM
L115)	S. S.Paolo - Acetosa	Roma	RM
L116)	P. Laurentina	Roma	RM
L117)	P. presso Ardea 2	Ardea	RM
L118)	S. Laghi del Vescovo	Priverno	LT

L119)	S. Pompeo - Acqua Puzza	Ferentino	FR
L120)	S. Acqua Vergine	Roma	RM
L121)	S. Acqua Puzza	Sermoneta	RM
L122)	S. Lago dell'Inferno	Tivoli	RM
L123)	S. Acqua Amara	Priverno	LT
L124)	S. Acqua Zolfa	Priverno	LT
L125)	S. Lago S. Carlo	Priverno	LT
L126)	S. Piscina di Lucullo	Sabaudia	LT
L127)	S. Acqua Zolfa	Castelforte	LT
L128)	S. Lago Regina	Tivoli	RM
L129)	P. Terme Ciorra	Castelforte	LT
L130)	S. Vasca dell'Inferno	Castelforte	LT
L131)	S. Terme Tomassi	Castelforte	LT
L132)	P. Terme Faramondi	Castelforte	LT
L133)	P. Terme alba	Castelforte	LT
L134)	P. Terme S. Maria	Castelforte	LT
L135)	P. Hotel Rosso	Castelforte	LT
L136)	P. Hotel S. Egido	Castelforte	LT

REGIONE LAZIO

ELENCO DEI POZZI INVENTARIATI

Nome Pozzo	Numero di inventario	Prov.
POZZETTO 206	PL 1	VT
RA1	PL 2	VT
ALFINA 5	PL 3	VT
ALFINA 13	PL 4	VT
ALFINA 7	PL 5	VT
ALFINA 1 BIS	PL 6	VT
POZZETTO GEOTERMICO 88	PL 7	VT
ALFINA 2	PL 8	VT
POZZETTO 106	PL 9	VT
POZZETTO 193	PL 10	VT
GRADOLI 1	PL 11	VT
GROTTE DI CASTRO	PL 12	VT
BOLSENA 1	PL 13	VT
POZZETTO 187	PL 14	VT
GRADOLI 2	PL 15	VT
POZZETTO 191	PL 16	VT
LATERA 11	PL 17	VT
LATERA 1	PL 18	VT
LATERA 2	PL 19	VT
POZZETTO 103	PL 20	VT
LATERA 6	PL 21	VT
LATERA 4	PL 22	VT

LATERA 10	PL 23	VT
POZZETTO 161	PL 24	VT
LATERA 3	PL 25	VT
LATERA 3D	PL 26	VT
LATERA 5	PL 27	VT
POZZETTO 166	PL 28	VT
POZZETTO 78	PL 29	VT
LATERA 14	PL 30	VT
LATERA 14 BIS	PL 31	VT
VALENTANO 2	PL 32	VT
POZZETTO 162	PL 33	VT
POZZETTO 189	PL 34	VT
POZZETTO 186	PL 35	VT
POZZETTO 188	PL 36	VT
MONTEFIASCONE 1	PL 37	VT
POZZETTO 190	PL 38	VT
POZZETTO 111	PL 39	VT
POZZETTO 76	PL 40	VT
ALFINA 6	PL 41	VT
POZZETTO 11	PL 42	VT
BACUCCO	PL 43	VT
POZZETTO 22	PL 44	VT
BAGNACCIO	PL 45	VT
ZITELLE	PL 46	VT
S. SALVATORE	PL 47	VT
S. SISTO	PL 48	VT

CIMINI 1	FL 49	VT
MARTA 1	FL 50	VT
POZZETTO 39	FL 51	VT
VICO 2	FL 52	VT
VICO 1	FL 53	VT
POZZETTO 21	FL 54	VT
PANTANI 1	FL 55	VT
ALLUMIERE 1	FL 56	VT
BAGNARELLO	FL 57	VT
CINQUARE 1	FL 58	VT
CINQUARE 2	FL 59	VT
POZZETTO 168	FL 60	VT
POZZETTO 40	FL 61	VT
POZZETTO 167	FL 62	VT
POZZETTO 199	FL 63	VT
POZZETTO 170	FL 64	RM
POZZETTO 169	FL 65	VT
SH2	FL 66	RM
POZZETTO 143	FL 67	RM
POZZETTO 200	FL 68	VT
POZZETTO 198	FL 69	RM
POZZETTO 115	FL 70	RM
POZZETTO 172	FL 71	RM
POZZETTO 127	FL 72	RM
S2	FL 73	RM
POZZETTO 145	FL 74	VT

CESANO 7	FL 75	RM
CESANO 14	FL 76	RM
CESANO 13	FL 77	RM
POZZETTO 135	FL 78	RM
CESANO 6	FL 79	RM
CESANO 8	FL 80	RM
CESANO R1	FL 81	RM
CESANO 2	FL 82	RM
CESANO 4	FL 83	RM
SABATINI 5	FL 84	RM
POZZETTO 131	FL 85	RM
CESANO 1	FL 86	RM
CESANO 3	FL 87	RM
POZZETTO 132	FL 88	RM
CESANO 18	FL 89	RM
POZZETTO 134	FL 90	RM
CESANO 5	FL 91	RM
POZZETTO 120	FL 92	RM
LADISPOLI 1	FL 93	RM
MORICONE 1	FL 94	RM
POZZETTO 171	FL 95	RM
ANTRODOCO 1	FL 96	RM
ROMA 2	FL 97	RM
ROMA 1	FL 98	RM
CIRCO MASSIMO	FL 99	RM
TREVI 1	FL 100	RM

POZZETTO 201	FL 101	RM
POZZETTO 202	FL 102	RM
LATINA 2	FL 103	RM
LATINA 1	FL 104	LT
ACCIARELLA 1	FL 105	LT
PONTINIA	FL 106	LT
FOGLIANO	FL 107	LT
VICTORIA 1	FL 108	FR
AQUINO 1	FL 109	FR
FARNESE 1	FL 110	FR

121-87 disco 29