

ZONAZIONE GEOTERMICA  
DEL  
TERRITORIO ITALIANO

Marzo 2017

*L'interesse generale per la Geotermia, che rispetto ad altre fonti di energia rinnovabile assume particolare importanza per le sue caratteristiche di continuità e programmabilità, è stato di recente evidenziato dalla Commissione per l'Energia Sostenibile dell'U.N.E.C.E. (United Nations Economic Commission for Europe) con la pubblicazione a settembre 2016 delle specifiche di uno standard unificato per la presentazione di progetti attinenti lo sfruttamento geotermico.*

*In Italia un particolare interesse verso la geotermia è stato riscontrato prima della pubblicazione delle suddette specifiche nei lavori delle Commissioni Riunite VIII (Ambiente, territorio e lavori pubblici) e X (Attività produttive, commercio e turismo), che nella seduta del 15 aprile 2015 hanno approvato all'unanimità una risoluzione che ha impegnato il Governo, tra l'altro, ad avviare le procedure di zonazione del territorio italiano, nonché ad emanare le linee guida per l'utilizzazione della risorsa geotermica, mirate ad individuare anche i criteri generali di valutazione, finalizzati allo sfruttamento in sicurezza della risorsa.*

*A conclusione di un lavoro che ha coinvolto il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, i rappresentanti del mondo universitario e della ricerca scientifica, le amministrazioni regionali principalmente interessate ai progetti geotermici e gli operatori di settore, nel mese di ottobre 2016 la Direzione Generale per la sicurezza anche ambientale delle attività minerarie e energetiche ha pubblicato il documento "Linee guida per l'utilizzazione della risorsa geotermica a media e alta entalpia", che fornisce, come richiesto, anche i criteri per l'utilizzo della risorsa geotermica in sicurezza.*

*A complemento dell'impegno sul fronte delle linee guida, con la presente zonazione geotermica del territorio italiano, sviluppata nel dettaglio su base comunale, è stato messo a punto uno strumento informatico efficace e versatile, oggetto della presente pubblicazione, che consente l'identificazione sul territorio nazionale delle potenziali aree di interesse geotermico, sulle quali eventualmente avviare ulteriori approfondimenti.*

*L'attività svolta si è basata sulla elaborazione di una notevole mole di informazioni disponibili nell'inventario delle risorse geotermiche nazionali della Direzione Generale per la sicurezza anche ambientale delle attività minerarie e energetiche. Un particolare ringraziamento ai collaboratori della Direzione, che per l'elaborazione della base tecnica a supporto della zonazione del territorio italiano si sono prodigati per rendere omogenee e fruibili al pubblico tutte le informazioni disponibili.*

*Marzo 2017*

**TERLIZZESE**

# INDICE

Premessa

Inquadramento normativo

Campo di applicazione e riferimenti

## **1. Ricognizione dei dati disponibili per la zonazione geotermica del territorio italiano**

1.1 Introduzione

1.2 Tipologia di dati analizzati

1.3 Dati disponibili a livello regionale

## **2. Zonazione geotermica del territorio italiano**

## **3. Attività a completamento della zonazione geotermica (passi successivi)**

3.1 Dalla zonazione geotermica alla programmazione territoriale

3.2 Metodologia analitica per esclusione

3.3 Criteri di Esclusione

3.4 Criteri di approfondimento

3.5 La Carta Nazionale delle Aree Potenzialmente Idonee per la Geotermia (CNAPIG)

3.6 Le fasi procedurali per la redazione della Carta Nazionale delle Aree Potenzialmente Idonee per la Geotermia (CNAPIG)

## Premessa

L'energia geotermia si inserisce di diritto nell'obiettivo primario che riguarda la de-carbonizzazione del sistema energetico Europeo. Questo obiettivo è avvalorato nel *Pacchetto per il clima e l'energia 2020* e il seguente *Quadro per il clima e l'energia 2030* che contengono e tracciano gli obiettivi di medio-lungo termine che consistono in:

- i) ridimensionamento del 40% delle emissioni dei cosiddetti gas serra rispetto ai valori di riferimento del 1990,
- ii) produzione di energia elettrica per una quota del 27% da fonti rinnovabili,
- iii) miglioramento del 27% dell'efficienza energetica.

Questi ambiziosi obiettivi hanno avuto un ulteriore rafforzamento negli accordi siglati durante l'ultima conferenza mondiale sul clima di Parigi (Cop21), con le tre opzioni generali che si basano su: sicurezza, sostenibilità ambientale e sostenibilità economica.

In questo contesto l'energia geotermica assume un ruolo rilevante in quanto si tratta di una risorsa naturale e "rinnovabile" che consente non solo di produrre energia elettrica, ma anche di utilizzare il calore terrestre per diversi impieghi diretti, come ad esempio il riscaldamento degli edifici civili e industriali.

L'energia geotermica è una fonte immensa, ma per essere sfruttata è necessario individuare i sistemi geotermici profondi e cioè: la fonte di calore, il serbatoio e il vettore di trasporto, rappresentato in genere dall'acqua nelle sue fasi, in funzione della temperatura e pressione.

L'Italia ha delle condizioni geologiche piuttosto favorevoli per lo sfruttamento dell'energia geotermica ed è ormai noto a livello mondiale che la produzione geotermoelettrica è nata in Toscana a Larderello nel 1904 con il primo tentativo di produrre elettricità dal vapore geotermico estratto dal sottosuolo. Il successo dell'esperimento di oltre un secolo fa, dimostrò la fattibilità del processo industriale che divenne anche un successo economico e si sviluppò nel corso dei decenni successivi fino ad arrivare nel 1942 ad una potenza installata di oltre 127.000 kW. Al giorno d'oggi la produzione di energia geotermoelettrica è una realtà non solo nell'area di Larderello ma anche in quelle di Travale e del Monte Amiata, con 37 impianti per circa 761 MW netti che consentono di produrre circa 7,8 TWh l'anno e contribuiscono a coprire circa il 25% dei fabbisogni elettrici della Regione Toscana.

Questi impianti sono di tipo convenzionale, a contropressione e a condensazione, e sfruttano i fluidi ad elevata temperatura estratti da apposite perforazioni e dopo il ciclo di lavoro vengono condensati e re-iniettati nel sottosuolo, tramite pozzi dedicati, per ricaricare il serbatoio e creare il ciclo per la produzione elettrica.

Un importante punto di svolta per la geotermia in Italia è rappresentato dal D. Lgs. 22/2010 dal quale è scaturito l'ingresso nel settore geotermico di nuovi operatori industriali, che hanno richiesto all'Autorità permessi di ricerca per impianti pilota che, seppur di modesta potenza unitaria (5 MW elettrici), prevedono l'iniezione totale dei fluidi geotermici nelle stesse formazioni di provenienza e l'assenza di emissioni in atmosfera e quindi ad "emissioni di processo nulle". Questi impianti pilota occupano spazi piuttosto limitati con un conseguente modesto impatto sul territorio e possono svolgere un ruolo tutt'altro che trascurabile nella generazione distribuita e in particolare per zone non connesse, come ad esempio alcune isole mediterranee.

La geotermia inoltre ha il pregio di essere una fonte rinnovabile che, come l'idroelettrico, garantisce la continuità e la programmabilità della produzione di elettricità.

Il grande interesse per le fonti di energia rinnovabile e programmabile ha portato le Commissioni Riunite VIII (Ambiente, territorio e lavori pubblici) e X (Attività produttive, commercio e turismo), ad approvare all'unanimità, nella seduta del 15 aprile 2015, una risoluzione in materia di Geotermia che ha impegnato il Governo, tra l'altro, nella emanazione delle linee guida per l'utilizzazione della risorsa geotermica in sicurezza e la zonazione del territorio italiano.

Le linee guida sono state pubblicate il 21 ottobre 2016 e sono consultabili sul portale della Direzione generale per la sicurezza anche ambientale delle attività minerarie ed energetiche-UNMIG del Ministero dello sviluppo economico al seguente indirizzo:

<http://unmig.mise.gov.it/unmig/geotermia/lineeguida.asp>

Il presente documento risponde invece all'impegno relativo alla zonazione del territorio italiano, con l'obiettivo di fornire un contributo per individuare i sistemi geotermici idrotermali ad alta e media entalpia e contribuire nel contempo ad individuare i sistemi geotermici non convenzionali, come ad esempio gli EGS (*Enhanced Geothermal System*), per i quali le attività di ricerca sono in corso in poche aree mondiali e ancora allo stato prototipale e dai quali ci si attende però una disponibilità energetica di molto superiore a quella dei sistemi idrotermali classici.

### Inquadramento normativo

Il D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112 ha delegato alle Regioni le funzioni amministrative relative al conferimento di titoli minerari per risorse geotermiche nella terraferma, lasciando allo Stato il compito di rilasciare i titoli minerari in mare, le funzioni di inventario con i relativi aggiornamenti, l'acquisizione di dati e la promozione di nuove tecnologie.

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. 11 febbraio 2010, n. 22 (*Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche*), a norma dell'articolo 27, comma 28, della Legge 23 luglio 2009, n. 99), la Legge 9 dicembre 1986, n. 896 (*Disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche*), che ha regolamentato a lungo la geotermia, è stata abrogata. La Legge abrogata prevedeva la realizzazione di un inventario delle risorse geotermiche nazionali, che fu realizzato nel 1988 sotto il coordinamento del Ministero da ENEL, ENI-AGIP, CNR ed ENEA con successivi aggiornamenti.

Il D.Lgs. 11 febbraio 2010, n. 22, modificato dal D.Lgs. 3 marzo 2011, n. 28 e dall'articolo 28 del D.L. 18 ottobre 2012, n. 179 ha previsto che al fine di promuovere la ricerca e lo sviluppo di nuove centrali geo-termoelettriche a ridotto impatto ambientale sono considerati di interesse nazionale i fluidi geotermici a media ed alta entalpia finalizzati alla sperimentazione, su tutto il territorio nazionale, di impianti pilota con reiniezione del fluido geotermico nelle stesse formazioni di provenienza e con potenza nominale installata non superiore a 5 MW elettrici per ciascun impianto.

L'autorità competente, il Ministero dello sviluppo economico, che a seguito dell'esito favorevole di un procedimento che prevede la valutazione di impatto ambientale in sede statale e l'acquisizione dell'intesa regionale, rilascia il titolo minerario di concerto con il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

Inoltre la Legge 7 agosto 2012, n. 134 di conversione del D.L. 22 giugno 2012, n. 83, ha disposto l'inserimento dell'energia geotermica tra le fonti energetiche strategiche e la Legge 9 agosto 2013, n. 98 di conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 21 giugno 2013, n. 69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia, ha disposto che gli impianti geotermici pilota sono di

competenza statale (integrando l'art. 1 comma 3bis del D.Lgs. 11 febbraio 2010, n. 22 e il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152).

Residua in capo al Ministero dello sviluppo economico, ai sensi dell'art. 2 comma 4 del D.Lgs.n. 22/2010 il compito di rendere disponibile e aggiornare l'inventario delle risorse geotermiche.

### Campo di applicazione e riferimenti

In questo documento –*Zonazione geotermica del territorio italiano*– sono riportate le principali caratteristiche geotermiche dei comuni italiani, basate sulla documentazione tecnica costituente l'apposito “*Inventario delle risorse geotermiche nazionali*”, disponibile e consultabile sul portale della Direzione generale per la sicurezza anche ambientale delle attività minerarie ed energetiche-UNMIG del Ministero dello sviluppo economico al seguente collegamento:

<http://unmig.mise.gov.it/unmig/geotermia/inventario/inventario.asp>.

Questo documento può essere di supporto tecnico per l'individuazione delle aree idonee allo sfruttamento della risorsa geotermica a media e alta entalpia, le cui problematiche ai fini delle indagini esplorative, concessioni di coltivazione e della sicurezza vanno affrontate seguendo gli indirizzi delineati nelle sopraccitate linee guida.

Relativamente agli aspetti di zonazione, il presente documento consente di individuare le zone del territorio italiano più idonee allo sfruttamento geotermico, riguardante sia la produzione di energia elettrica, sia un uso diretto del calore, come ad esempio per il riscaldamento.

Si precisa che la presente zonazione geotermica non fornisce supporto all'utilizzo della risorsa geotermica per uso locale, come ad esempio le sonde geotermiche abbinata alle pompe di calore in bassa entalpia, per le quali è necessaria una zonazione molto superficiale del territorio e limitata ai primi 100-200 metri di profondità.

# 1. Ricognizione dei dati disponibili per la zonazione geotermica del territorio italiano

## 1.1 Introduzione

In questo approccio alla *Zonazione geotermica del territorio italiano*, viene presentata la distribuzione sul territorio italiano di alcuni parametri geotermici che possono supportare il processo logico finalizzato ad individuare, in una determinata area geologicamente indiziata, un possibile serbatoio di fluido geotermico industrialmente utilizzabile.

Le informazioni sono presentate su base comunale e riguardano:

- La temperatura (°C) minima, media e massima a 1.000, 2.000 e 3.000 metri di profondità;
- Il flusso di calore (mW/m<sup>2</sup>) minimo, medio e massimo;
- La profondità (metri) minima, media e massima del tetto delle rocce potenzialmente idonee a contenere un sistema geotermico (tetto serbatoio carbonatico ove mappato).

## 1.2 Tipologia di dati analizzati

I dati analizzati per la zonazione geotermica in oggetto, di rilevante consistenza, appartengono all'Inventario delle risorse geotermiche nazionali e sono consultabili sul portale della Direzione generale per la sicurezza anche ambientale delle attività minerarie ed energetiche-UNMIG all'indirizzo elettronico riportato in precedenza.



*Percorso per accedere all'Inventario delle risorse geotermiche nazionali*

Si tratta di una mole notevole di informazioni che sono contenute in rapporti tecnici, carte in diversa scala (e.g. isobate, isopache e isoterme) e schede tematiche (e.g. pozzi geotermici, sorgenti geotermiche, idrogeologia e misure temperatura).

Il materiale, originariamente in formato cartaceo, è stato convertito in formato elettronico (raster), i cui contenuti sono stati georeferenziati e digitalizzati per poterli utilizzare con i GIS - *Geographic Information System*, che permettono di ricevere, immagazzinare, elaborare, analizzare, gestire, rappresentare dati di tipo geografico e gestire i database realizzati.

Sono state quindi eseguite le interpolazioni che hanno portato alla realizzazione della zonazione geotermica a base comunale del territorio italiano.

Di seguito per ogni regione italiana sono elencati i dati disponibili che sono stati elaborati.

### 1.3 Dati disponibili a livello regionale

#### *Regione Valle d'Aosta*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Schema geo idrologico
- Schede disponibili:
  - Sorgenti - Schede sorgenti

#### *Regione Piemonte*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Isobate del tetto delle Sabbie di Asti
  - Isopache delle Sabbie di Asti
  - Isobate del tetto delle F. Sabbie di Desana e di Magnago
  - Isobate del tetto degli acquiferi pre-pliocenici
  - Sezioni idrogeologiche - Sezione a
  - Sezioni idrogeologiche - Sezione b
  - Sezioni idrogeologiche - Sezione c
  - Sezioni idrogeologiche - Sezione d
  - Isobate della base delle acque dolci
  - Isoterme a 1000 m dal piano campagna
  - Isoterme al tetto delle F. Sabbie di Desana e di Magnago
  - Isoterme al tetto degli acquiferi pre-pliocenici
- Schede disponibili:
  - Schede sorgenti e schede pozzi
  - Misure di temperature in pozzo

#### *Regione Liguria*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Schema geo idrologico
- Schede disponibili:
  - Sorgenti - Schede sorgenti

#### *Regione Lombardia*

- Rapporto Generale



- Carte disponibili:
  - Isobate del tetto delle Sabbie di Asti
  - Isopache delle Sabbie di Asti
  - Isobate del tetto delle Formazioni Strati di Caviaga, Sabbie di Desana e di Magnago
  - Isobate del tetto degli acquiferi del Messiniano
  - Isobate del tetto della Gonfolite
  - Sezioni idrogeologiche - Sezione a
  - Sezioni idrogeologiche - Sezione b
  - Sezioni idrogeologiche - Sezione c
  - Sezioni idrogeologiche - Sezione d
  - Sezioni idrogeologiche - Sezione e
  - Sezioni idrogeologiche - Sezione f
  - Isobate della base delle acque dolci
  - Isotherme a 1000 m dal piano campagna
  - Isotherme al tetto delle Formazioni Strati di Caviaga, Sabbie di Desana e di Magnago
  - Isotherme al tetto degli acquiferi del Messiniano
- Schede disponibili:
  - Schede sorgenti e schede pozzi
  - Misure di temperature - Aggiornamento al 1987
  - Misure di temperature fino al 1977

#### *Regione Trentino Alto Adige*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Schema geo idrologico
- Schede disponibili:
  - Schede sorgenti, schede pozzi e misure di T in pozzo

#### *Regione Toscana*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Carta idrogeologica
  - Sezioni geologiche
  - Carta di ubicazione delle sorgenti e manifestazioni
  - Carta di ubicazione dei pozzi
  - Carta del tetto del potenziale serbatoio
  - Carta delle T al tetto del potenziale serbatoio
  - Carta delle T a 500 m dal piano campagna
  - Carta delle T a 1000 m dal piano campagna
  - Carta delle T a 2000 m dal piano campagna
  - Carta delle T a 3000 m dal piano campagna
  - Carta delle aree T(500m) >50°C all'interno di serbatoi carbonatici
  - Carta delle aree con T(1000m) tra 50 e 100°C in serbatoi carbonatici
- Schede disponibili:
  - Pozzi - Province di Massa-Carrara, Lucca, Firenze e Arezzo
  - Pozzi - Provincia di Grosseto - Parte 1

- Pozzi - Provincia di Grosseto - Parte 2
- Pozzi - Provincia di Grosseto - Parte 3
- Pozzi - Provincia di Pisa - Parte 1
- Pozzi - Provincia di Pisa - Parte 2
- Pozzi - Provincia di Pisa - Parte 3
- Pozzi - Provincia di Pisa - Parte 4
- Pozzi - Provincia di Pisa - Parte 5
- Pozzi - Provincia di Pisa - Parte 6
- Pozzi - Provincia di Pisa - Parte 7
- Pozzi - Provincia di Pisa - Parte 8
- Pozzi - Provincia di Pisa - Parte 9
- Pozzi - Provincia di Pisa - Parte 10
- Pozzi - Provincia di Siena - Parte 1
- Pozzi - Provincia di Siena - Parte 2
- Pozzi - Provincia di Siena - Parte 3
- Pozzi - Provincia di Siena - Parte 4
- Sorgenti - Province di Massa-Carrara, Lucca, Pistoia, Firenze e Livorno
- Sorgenti - Provincia di Grosseto - Parte 1
- Sorgenti - Provincia di Grosseto - Parte 2
- Sorgenti - Provincia di Pisa - Parte 1
- Sorgenti - Provincia di Pisa - Parte 2
- Sorgenti - Provincia di Siena - Parte 1
- Sorgenti - Provincia di Siena - Parte 2

#### *Regione Friuli Venezia Giulia*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Schema geo idrologico
  - Isobate del tetto dei calcari
  - Isotherme a 2000 m dal piano campagna
- Schede disponibili:
  - Schede sorgenti, schede pozzi e misure di T in pozzo

#### *Regione Sardegna*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Carta idrogeologica
  - Sezioni idrogeologiche
  - Carta delle temperature a 1000 m dal piano campagna
  - Carta delle temperature a 2000 m dal piano campagna

#### *Regione Emilia Romagna*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Schema geo idrologico
  - Isopache Sabbie di Asti
  - Isopache Formazione Porto Garibaldi
  - Isopache Formazione Porto Corsini e Sabbie di Cortemaggiore
  - Base delle acque dolci

- Isoterme a 2000 m dal piano di campagna
- Schede disponibili:
  - Schede sorgenti e schede pozzi e misure di T

#### *Regione Umbria*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Schema idrogeologico
  - Tetto dei carbonati
  - Isoterme a 2000 m dal piano campagna
- Schede disponibili:
  - Schede sorgenti, schede pozzi e misure di T in pozzo

#### *Regione Marche*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Schema idrogeologico
  - Tetto dei carbonati
  - Isopache Sabbie di Carassai - Pliocene medio superiore
  - Isopache delle formazioni del Pliocene inferiore
  - Isoterme a 2000 m dal piano campagna
- Schede disponibili:
  - Schede sorgenti, schede pozzi e misure di T in pozzo

#### *Regione Lazio*

- Rapporto Generale
- Carte disponibili:
  - Carta geo idrogeologica
  - Sezioni geologiche
  - Carta di ubicazione delle sorgenti e manifestazioni
  - Carta di ubicazione dei pozzi
  - Carta del tetto del potenziale serbatoio
  - Carta delle temperature al tetto del potenziale serbatoio
  - Carta delle temperature a 500 m dal piano campagna
  - Carta delle temperature a 1000 m dal piano campagna
  - Carta delle temperature a 2000 m dal piano campagna
  - Carta delle aree con  $T(500m) > 50^{\circ}c$  in serbatoi carbonatici
  - Carta delle aree con  $T(1000m)$  tra  $50$  e  $100^{\circ}c$  in serbatoi carbonatici
- Schede disponibili:
  - Pozzi - Provincia di Roma
  - Pozzi - Provincia di Viterbo - Parte 1
  - Pozzi - Provincia di Viterbo - Parte 2
  - Pozzi - Provincie di Rieti, Latina e Frosinone
  - Sorgenti - Provincia di Roma - Parte 1
  - Sorgenti - Provincia di Roma - Parte 2
  - Sorgenti - Provincia di Viterbo - Parte 1
  - Sorgenti - Provincia di Viterbo - Parte 2
  - Sorgenti - Provincie di Rieti, Latina e Frosinone

### Regione Veneto

- Rapporto Generale
- Schede disponibili:
  - Sorgenti - Schede sorgenti

## 2. Zonazione geotermica del territorio italiano

Tutte le informazioni dell'elenco di cui al capitolo precedente, sono state utilizzate per realizzare mediante opportune interpolazioni, il database su base comunale che, tramite gli strumenti GIS, consente di interrogare ciascuna area comunale e visualizzare le seguenti informazioni geotermiche:

- Temperatura media, minima e massima alle profondità di 1.000, 2.000 e 3.000 metri;
- Flusso di calore medio, minimo e massimo espresso in  $mW/m^2$  ;
- Profondità in metri del tetto della roccia potenzialmente idonea a ospitare i serbatoi geotermici (substrato carbonatico o altro).

Inoltre sono riportate alcune informazioni generali sul comune come: regione, provincia e codice ISTAT.

La banca dati realizzata è esportabile collegandosi al portale della Direzione generale per la sicurezza anche ambientale delle attività minerarie ed energetiche-UNMIG dove è possibile peraltro eseguire le interrogazioni on-line. <http://unmig.mise.gov.it/unmig/geotermia/zonazione.asp>

Si evidenzia che la suddetta zonazione vuole essere di supporto alla scelta dei siti per la selezione delle potenziali aree di interesse geotermico per poter procedere successivamente alle richieste dei permessi alle Autorità statali, regionali e comunali competenti per il rilascio dei permessi di esplorazione e concessione allo sfruttamento.

Di seguito sono riportati alcuni esempi del materiale disponibile e precisamente:

- Esempio di interrogazione
- Carte generali dell'Italia con indicato il reticolo dei comuni italiani e relative alla distribuzione in profondità della temperatura rispettivamente a: 1.000, 2.000, 3.000 metri;
- Carta generale dell'Italia con indicato il reticolo dei comuni italiani e relativa al flusso di calore in  $mW/m^2$ ;
- Carta generale dell'Italia con indicato il reticolo dei comuni italiani e relativa alla profondità, in metri, del tetto della potenziale roccia (basamento carbonatico) idonea a ospitare i sistemi geotermici<sup>1</sup>;
- Esempio - parziale - dei contenuti geotermici nella banca dati comunale realizzata.

---

<sup>1</sup> La carta elaborata si riferisce alle aree per le quali sussistono informazioni relative all'effettiva presenza del basamento carbonatico e non deve essere intesa che per le zone dove i carbonati sono assenti non è possibile lo sviluppo di progetti geotermici; infatti altre tipologie di rocce possono svolgere il ruolo di potenziale serbatoio geotermico come ad esempio i basamenti metamorfici che sono sfruttati industrialmente nei campi geotermici in esercizio di Larderello e del Monte Amiata

### **3. Attività a completamento della zonazione geotermica (passi successivi)**

#### 3.1 Dalla zonazione geotermica alla programmazione territoriale

Quanto descritto nei punti precedenti si riferisce ad una zonazione essenzialmente geotermica del territorio italiano, sviluppata a scala comunale, che consente di individuare in modo agevole le aree nelle quali sussistono nel sottosuolo temperature più elevate rispetto alle condizioni medie della crosta terrestre, con incrementi rilevanti rispetto al gradiente geotermico medio, il quale è in genere assunto pari a 3 gradi centigradi ogni 100 metri di profondità, con un campo di variazione compreso fra 1,5 e 5,0 °C/100 m.

Nelle aree in cui la roccia calda si avvicina a profondità relativamente ridotte rispetto al piano campagna, manifestandosi in incrementi rilevanti della temperatura nel sottosuolo a profondità inferiori rispetto alla media, si presentano in via teorica le condizioni necessarie per poter attingere al calore interno della Terra, ad uso riscaldamento e/o per la produzione di energia elettrica.

#### 3.2 Metodologia analitica per esclusione

Evidentemente questa rappresentazione del territorio in aree a diversa temperatura in funzione della profondità non consente di effettuare immediatamente valutazioni di ordine pratico sulla possibilità di realizzare impianti geotermici per l'utilizzazione della risorsa, in quanto non è corredata dalle informazioni che permettono di valutare l'effettiva possibilità di realizzazione di un impianto geotermico, sia in relazione a fattori prettamente tecnici (es. permeabilità del serbatoio geotermico), sia per la effettiva situazione in superficie (es. insediamenti antropici).

Per acquisire uno strumento analitico completo, a supporto dei processi a livello decisionale, appare inevitabile poter acquisire e coordinare, a partire dalla presente zonazione geotermica, una serie rilevante di informazioni complementari, mirate a fornire il quadro esaustivo, sotto il profilo di interesse, del contesto in cui l'ipotesi di utilizzazione della risorsa si viene a collocare.

Da un lato, infatti, in un progetto di impianto per l'utilizzo della risorsa geotermica sono da prendere in considerazione tutta una serie di fattori che esplicano i propri effetti sulla realizzabilità dell'impianto in senso tecnico stretto, mentre dall'altro sono da verificare in via preventiva sia le condizioni fisiche del territorio, sia la presenza di vincoli che impediscono o condizionano più o meno gravemente la fattibilità del progetto.

Appare utile evidenziare a questo punto che in tema di pianificazione territoriale, l'obiettivo finale è costituito da una rappresentazione planimetrica, corredata da un database informativo (con norme tecniche di attuazione), in cui, tra l'altro, sono evidenziate le aree interessanti dal punto di vista geotermico e sulle quali sono riportati tutti i vincoli che insistono su di esse.

I cosiddetti vincoli assoluti determineranno il divieto di realizzazione dell'impianto geotermico, mentre i vincoli relativi ne condizioneranno la realizzabilità; le aree libere da vincoli saranno oggetto di pianificazione a livello di dettaglio locale.

In sostanza il tipo di processo che si ritiene appropriato allo scopo si basa sul "*principio di esclusione*". A partire dalla presente zonazione, in pratica vengono stralciate dalla cartografia territoriale delle aree geotermiche tutte quelle superfici interessate da vincoli di divieto assoluto,

evidenziando in modo diverso le aree restanti, secondo un quadro organico di “*Criteri di esclusione*”.

Evidentemente l’attuazione di questo tipo di processo richiede la definizione a monte di “*Criteri di Esclusione*”, che consentano di definire, in aggiunta ai vincoli assoluti e relativi, già conoscibili, le altre porzioni di territorio ritenute non idonee all’insediamento di impianti geotermici, consentendo di poter assumere le necessarie decisioni in ordine alla procedura di stralcio delle aree.

L’applicazione dei “*Criteri di Esclusione*” viene normalmente eseguita attraverso verifiche basate su normative, dati e conoscenze tecniche disponibili per l’intero territorio nazionale e immediatamente fruibili con strumenti informatici appositi, come ad esempio i sistemi GIS e banche dati dedicate, gestite da Enti pubblici.

Di seguito sono riportati alcuni esempi di criteri utilizzabili per arrivare ad una zonazione geotermica completa.

### 3.3 Criteri di Esclusione

Alcuni criteri di esclusione possono essere ricondotti a:

- presenza di aree naturali protette identificate ai sensi delle normative vigenti che si possono ricondurre ai luoghi con presenza di paesaggi e habitat di specie animali e vegetali tutelati; queste aree naturali possono essere:
  - parchi nazionali, regionali e interregionali
  - riserve naturali statali e regionali
  - oasi naturali
  - geo-parchi
  - siti di importanza comunitaria (SIC) o UNESCO
  - zone di protezione speciale (ZPS)
  - zone umide
- aree con diversa destinazione urbanistica non compatibile;
- aree a distanza non adeguata rispetto ai centri abitati; tale distanza deve essere intesa in modo da prevenire possibili interferenze durante le fasi di esercizio e controllo degli impianti geotermici;
- aree a distanza non adeguata rispetto a autostrade, strade extraurbane e da linee ferroviarie fondamentali e complementari in modo che siano evitate le interferenze con gli impianti geotermici dagli eventuali impatti legati a incidenti;
- aeroporti e aree portuali;
- aree soggette a frana;
- aree con presenza conosciuta di rilevanti risorse nel sottosuolo di idrocarburi e risorse minerarie in genere, se interferenti;

- aree con presenza di attività industriali a rischio di incidente rilevante;
- aree con presenza di dighe e sbarramenti idraulici artificiali, aeroporti o poligoni di tiro di tipo militare operativi.

### 3.4 Criteri di approfondimento

A complemento di questa operazione di screening iniziale, che permette di focalizzare l'attenzione sulla parte utile del territorio ai fini geotermici, resta la non meno importante fase di studio di dettaglio, secondo appositi “*Criteri di Approfondimento*”, che riguarda il processo di valutazione critica nell'ambito delle aree già favorevolmente selezionate per l'utilizzo della risorsa geotermica sulla base dei “*Criteri di Esclusione*”, allo scopo di evidenziare le parti di tali aree che abbiano i requisiti essenziali per poter ospitare un insediamento industriale geotermico che soddisfi esigenze di sicurezza, compatibilità e sostenibilità ambientale.

In altre parole i “*Criteri di Approfondimento*” hanno lo scopo di espletare una valutazione specifica, ai fini dell'utilizzabilità della risorsa geotermica, delle aree individuate a seguito dell'applicazione dei “*Criteri di Esclusione*”. La loro applicazione può condurre allo stralcio di ulteriori zone all'interno delle aree potenzialmente idonee.

Nelle aree geotermiche risultanti dal processo di esclusione, devono essere valutati diversi aspetti che riguardano criteri di carattere generale, come ad esempio:

- documentazione relativa alle prospezioni (geologiche, geofisiche, geochemiche) effettuate nelle aree potenzialmente idonee e/o nelle immediate vicinanze;
- indicazione dei pozzi esaminati e dei dati ottenuti, con particolare riguardo alla stratigrafia, alle temperature e pressioni riscontrate, alla composizione chimica del fluido geotermico e alla presenza di gas incondensabili. Particolarmente significativi sono i dati di perforazione che possono agire come indicatori per il riconoscimento della risorsa geotermica. Di particolare interesse eventuali prove di produzione e/o reiniezione effettuate, con i relativi valori delle portate e pressioni in gioco;
- disponibilità delle caratteristiche fisico-meccaniche delle rocce (e.g. porosità, permeabilità e costanti elastiche) con citazione delle fonti;
- modello geologico, realizzato sulla base dei dati e informazioni acquisite secondo quanto indicato ai punti precedenti, che rappresenti la strutturazione tridimensionale del sottosuolo con focus sulla geometria della roccia serbatoio e delle formazioni rocciose di copertura;
- modello dettagliato tridimensionale di serbatoio, che permetta di valutare il comportamento della struttura in scenari produttivi plausibili e da cui emergano, nell'arco della vita utile dell'impianto, le variazioni di pressione e temperatura nel serbatoio e nelle rocce di copertura, nonché eventuali interferenze con altri eventuali sistemi geotermici limitrofi;

- analisi idrogeologiche che consentano di individuare i livelli di falda, i complessi idrogeologici presenti, le sorgenti, l'idrodinamica superficiale con le sue caratteristiche stagionali e la piezometria;
- strumenti di tutela delle acque e dell'aria.

### 3.5 La Carta Nazionale delle Aree Potenzialmente Idonee per la Geotermia (CNAPIG)

Il prodotto finale di un approccio come quello descritto, basato sull'applicazione dei suddetti “*Criteri di Esclusione*” e “*Criteri di Approfondimento*”, è rappresentato dalla Carta Nazionale delle Aree Potenzialmente Idonee per la Geotermia (CNAPIG).

La carta CNAPIG tiene conto non solo dei requisiti prettamente geotermici e/o impiantistici, ma anche di quelli che riguardano:

- la compatibilità con i vincoli normativi, non derogabili, di tutela del territorio e di conservazione del patrimonio naturale e culturale;
- la compatibilità con le infrastrutture antropiche e le attività umane;
- la compatibilità con eventuali altre attività minerarie esistenti per lo sfruttamento di risorse naturali del suolo e sottosuolo;
- la compatibilità con le condizioni naturali della zona e i rischi ai quali è potenzialmente esposta (e.g anche rischi naturali come ad esempio idrogeologico e sismico).

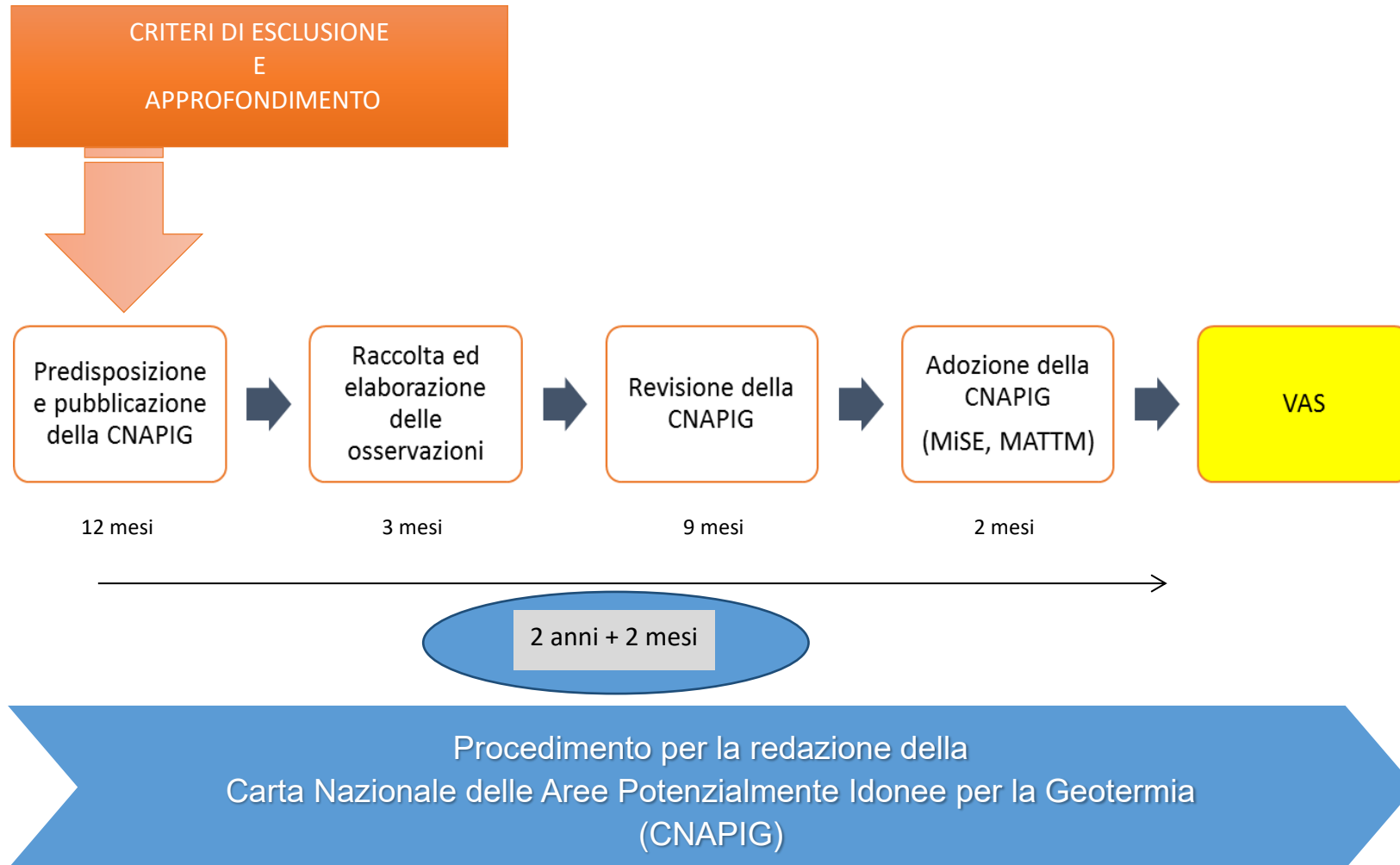
### 3.6 Le fasi procedurali per la redazione della Carta Nazionale delle Aree Potenzialmente Idonee per la Geotermia (CNAPIG)

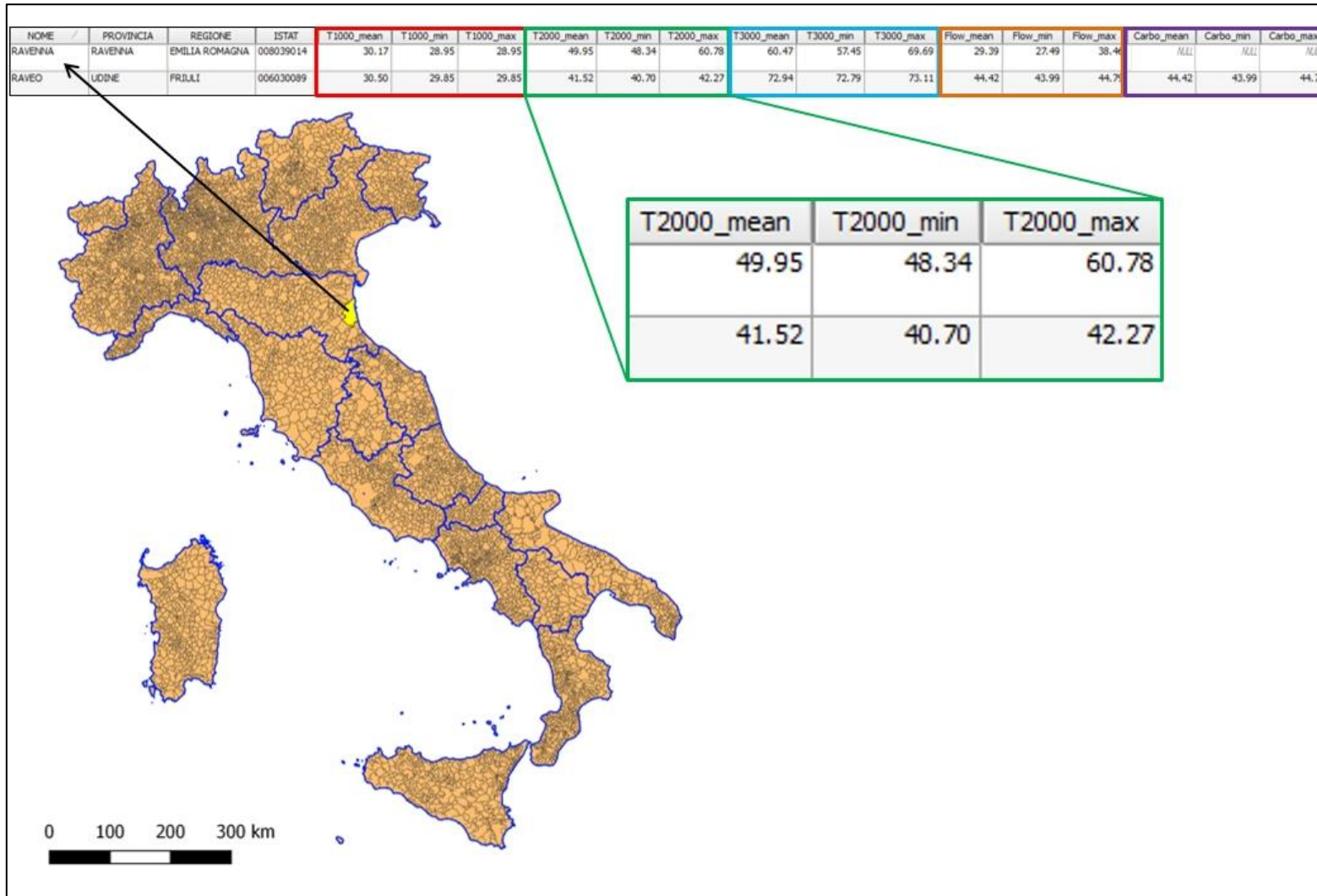
A partire dalla presente zonazione, sono identificabili le seguenti fasi:

- I. Stesura definitiva dei “*Criteri di Esclusione*” e dei “*Criteri di Approfondimento*” (tre mesi);
- II. Elaborazione della CNAPIG (dodici mesi);
- III. Pubblicazione della CNAPIG e raccolta delle osservazioni. Tali osservazioni vengono acquisite mediante una scheda informatizzata a risposta schematizzata e successivamente elaborate (tre mesi);
- IV. A seguito delle osservazioni pervenute, la CNAPIG può essere rielaborata nella sua versione definitiva (nove mesi);
- V. La CNAPIG definitiva viene adottata dal Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (entro due mesi);
- VI. La CNAPIG è sottoposta a VAS.

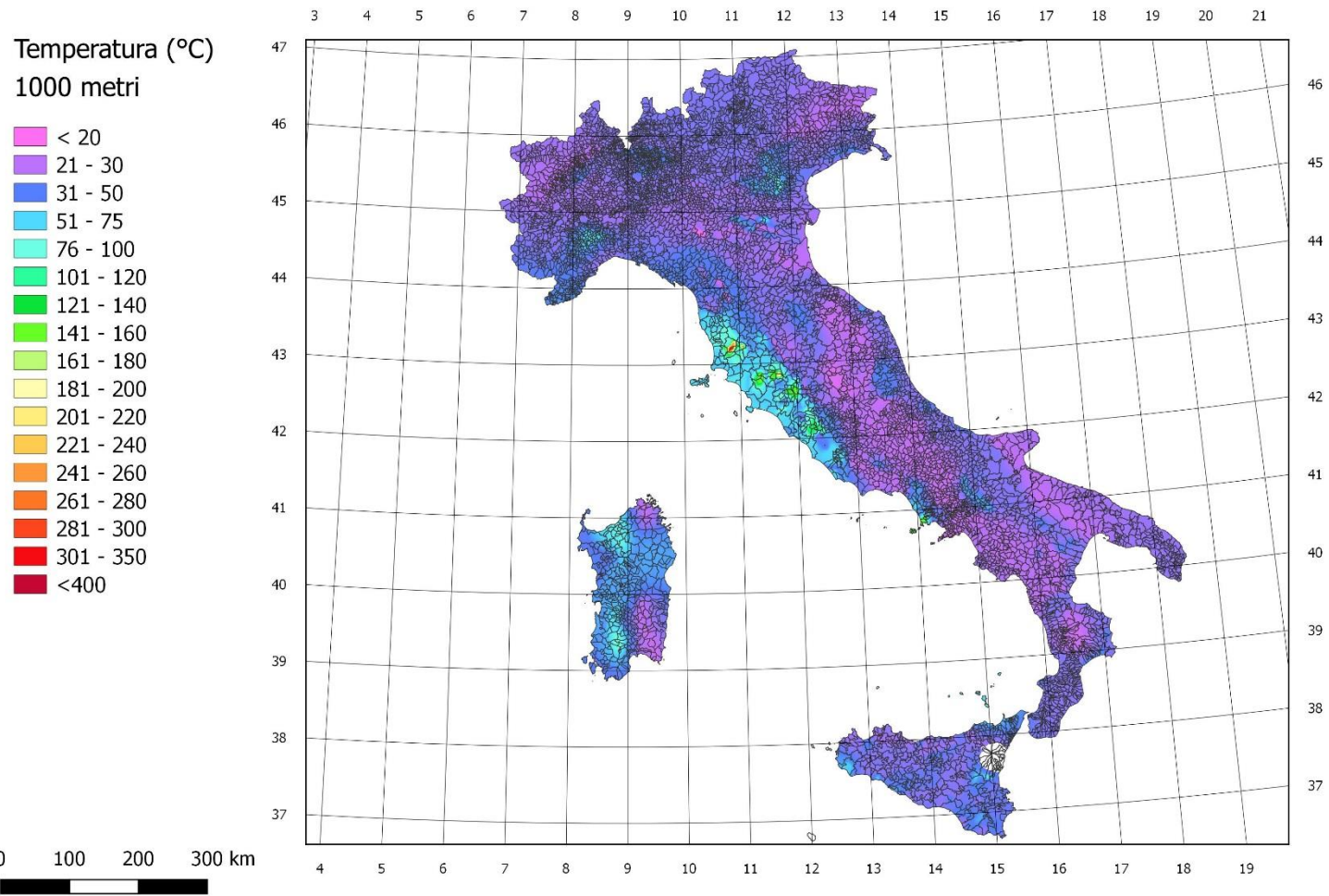


# Zonazione Geotermica del Territorio Italiano



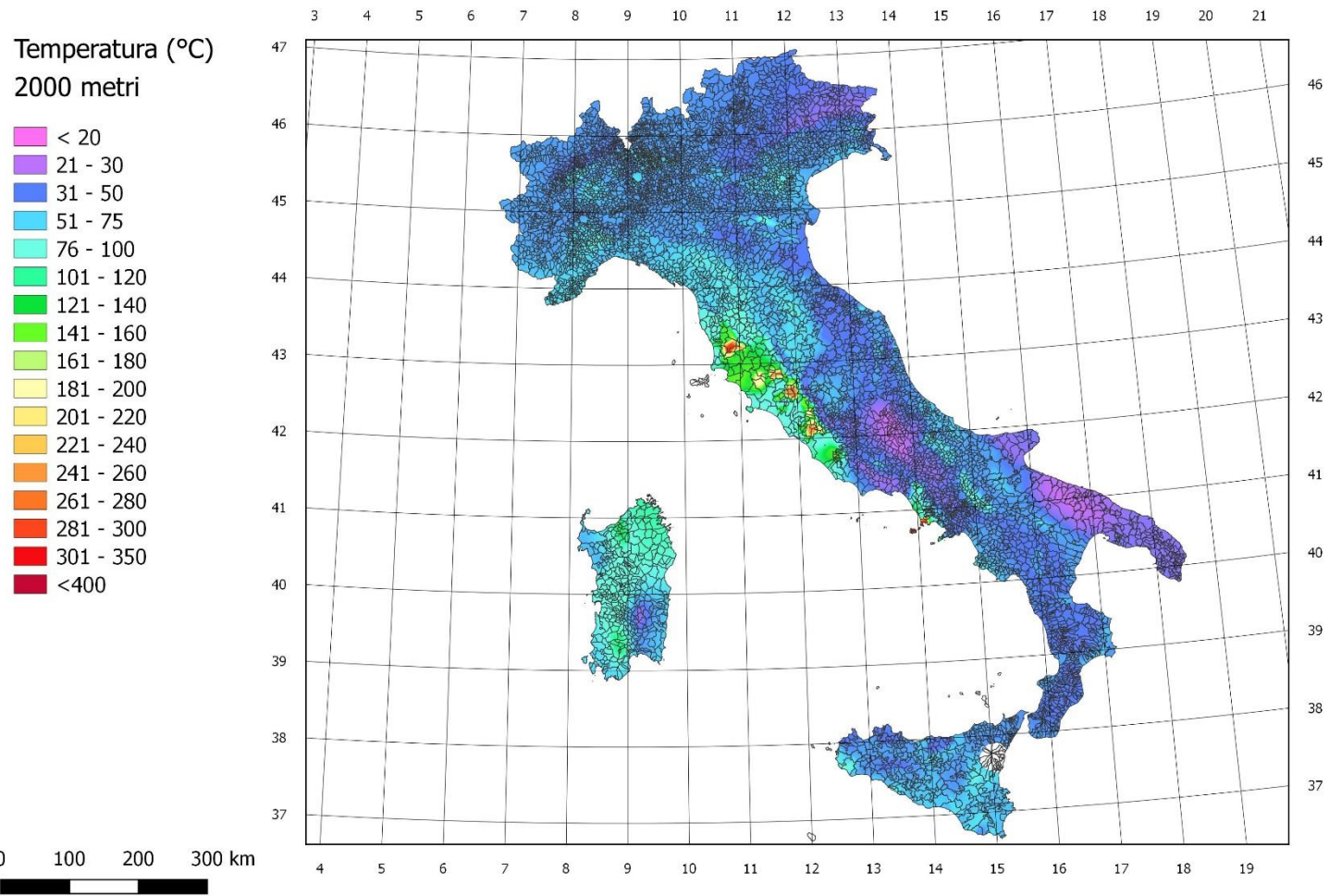


*Esempio di interrogazione del database*



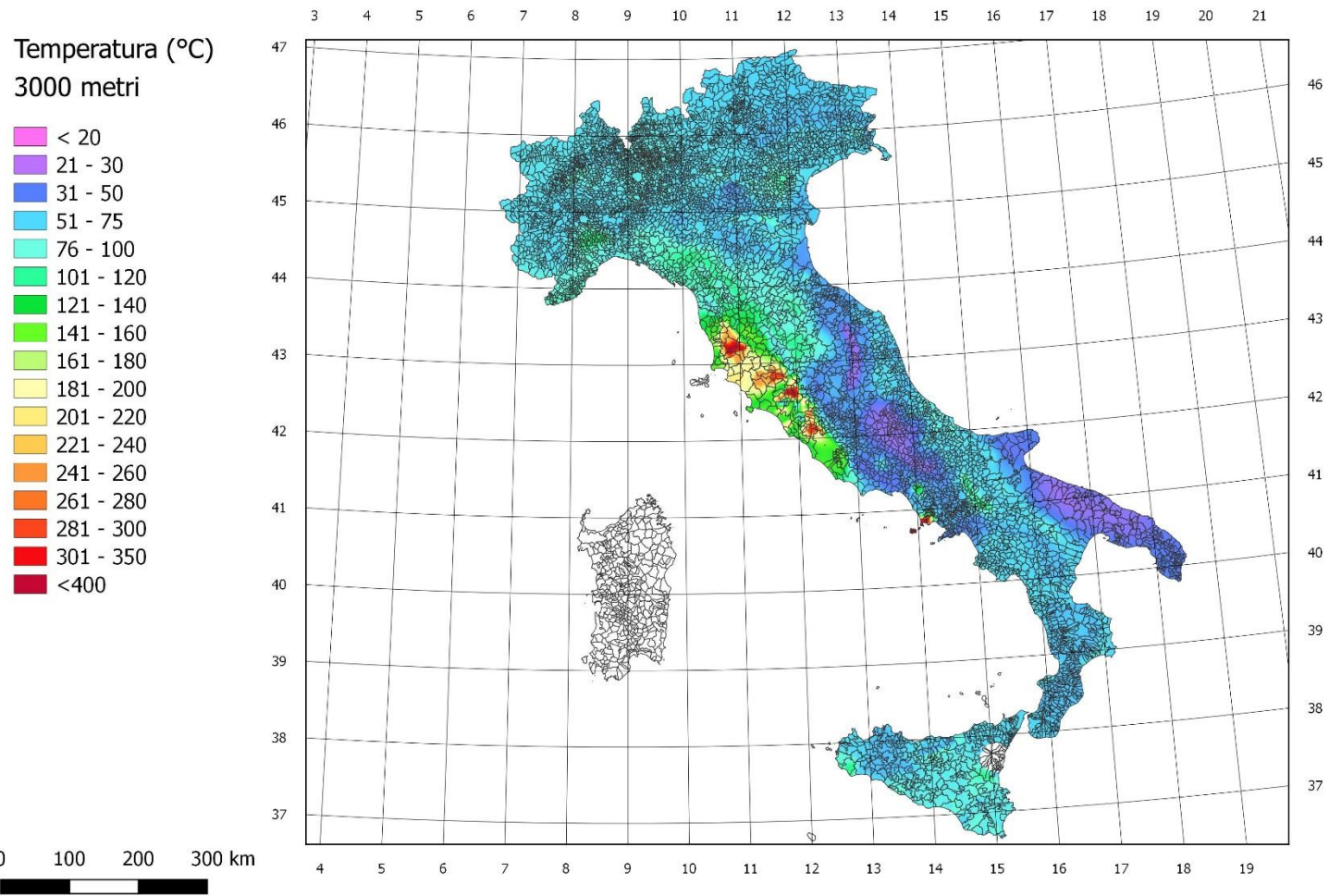
*Mapa delle temperature sotterranee a 1000 metri di profondità*

-----  
Zonazione geotermica del territorio italiano – marzo 2017



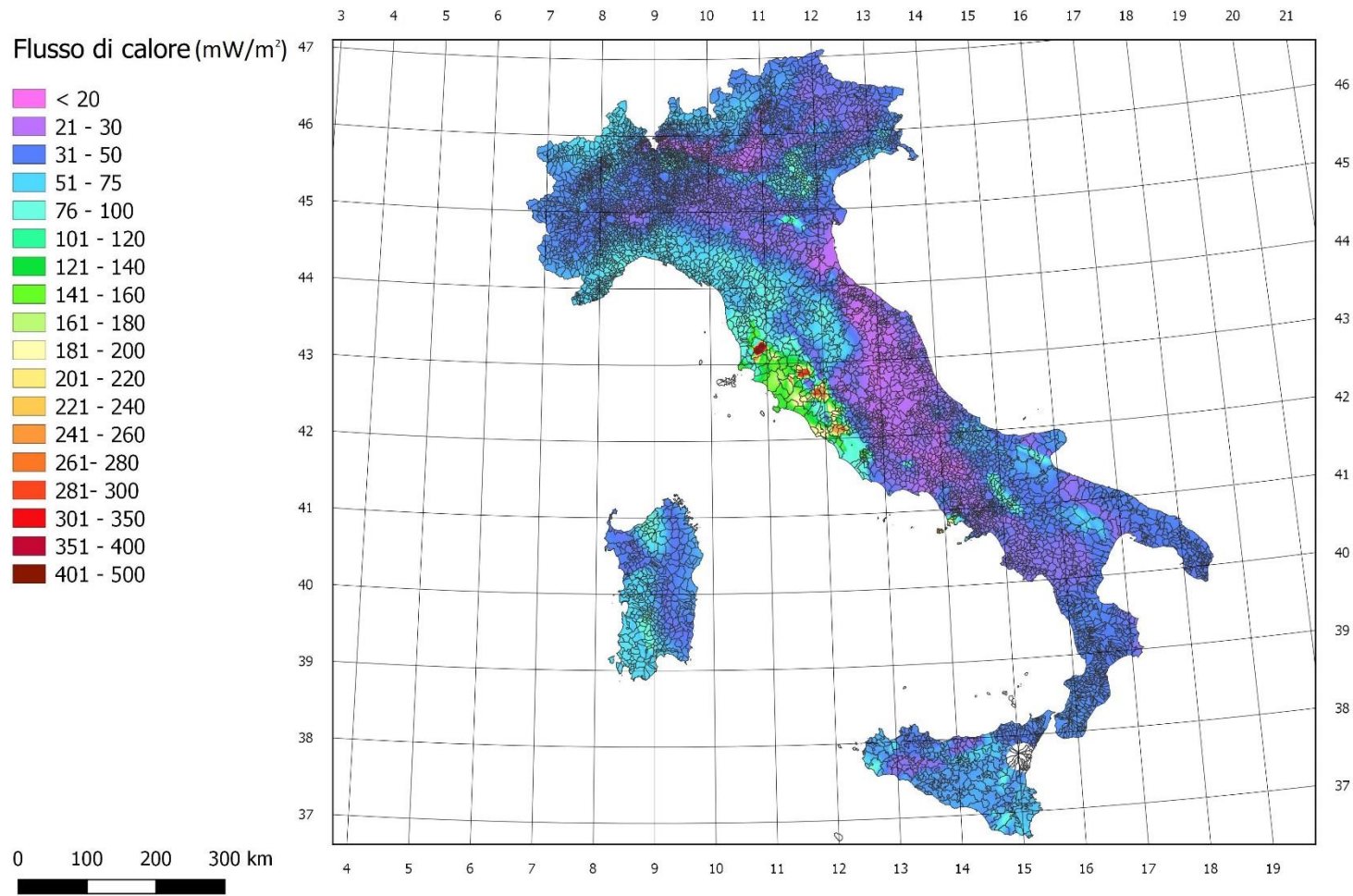
*Mapa delle temperature sotterranee a 2000 metri di profondità*

-----  
 Zonazione geotermica del territorio italiano – marzo 2017

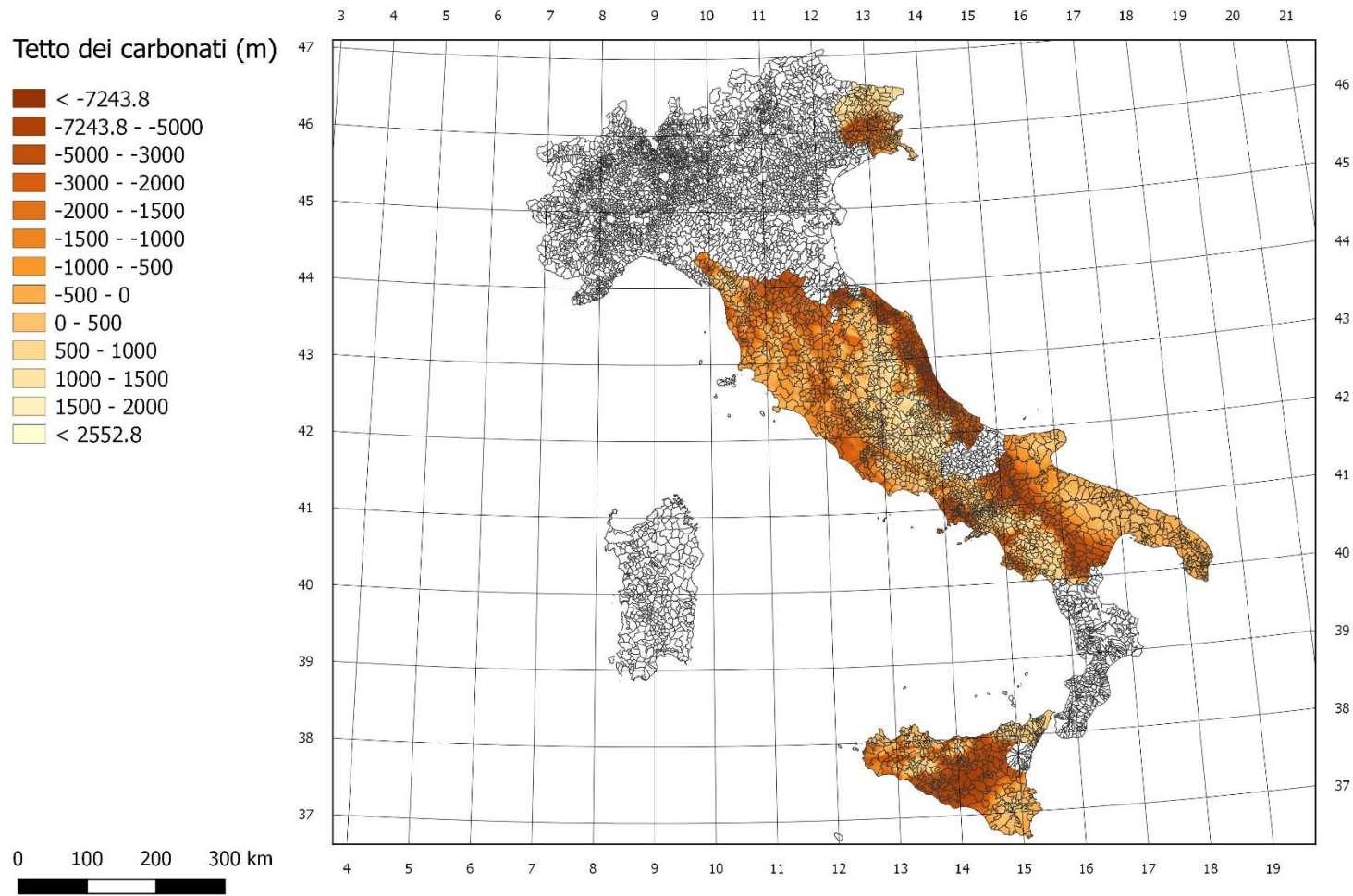


*Mapa delle temperature sotterranee a 3000 metri di profondità*

-----  
 Zonazione geotermica del territorio italiano – marzo 2017



*Mapa del flusso superficiale di calore*



*Mapa del tetto del potenziale serbatoio carbonatico*

FID	Shape	NOME	PROVINCIA	REGIONE	ISTAT	T1000 mean	T1000 min	T1000 max	T2000 mean	T2000 min	T2000 max	T3000 mean	T3000 min	T3000 max	Flow mean	Flow min	Flow max	Carbo mean	Carbo min	Carbo max
4170	Polygon	CHIUSAFORTE	UDINE	FRIULI	006030025	29.98	29.17	30.92	40.5	39.26	42.03	74.83	73.99	75.57	49.48	46.82	51.67	1266.04	539.9	2091.48
4171	Polygon	CIVIDALE DEL FRIULI	UDINE	FRIULI	006030026	37.15	35.38	39.33	50.42	48.62	54.13	70.3	69.18	74.49	56.41	53.87	57.22	191.8	62.72	381.87
4172	Polygon	CODROIPO	UDINE	FRIULI	006030027	38.79	37.45	39.47	59.32	57.42	60.22	78.8	76.82	79.87	45.71	41.28	49.18	-1968.35	-2082.97	-1649.9
4173	Polygon	COLLOREDO DI MONTE ALBA	UDINE	FRIULI	006030028	32.4	31.28	33.2	50.07	46.8	52.18	69.28	68.91	70.02	39.39	38.6	40.09	-2773.1	-3286.57	-2081.41
4174	Polygon	COMEGLIANS	UDINE	FRIULI	006030029	32.1	31.58	32.67	43.77	43.12	44.56	73.89	73.66	74.22	45.98	45.62	46.5	1065.47	627.06	1872.02
4175	Polygon	CORNO DI ROSAZZO	UDINE	FRIULI	006030030	39.85	39.3	40.29	55.75	49.56	61.1	75.75	70.53	80.76	53.5	48.39	58.08	189.1	-9.66	247.06
4176	Polygon	COSEANO	UDINE	FRIULI	006030031	34.95	33.16	36.64	55.67	53.37	57.64	74.2	71.46	76.57	39.35	38.61	41.38	-2731.36	-3419.5	-2409.8
4177	Polygon	DIGNANO	UDINE	FRIULI	006030032	33.5	31.91	34.88	53.69	51.95	55.17	71.96	70.16	73.67	39.5	39.05	40.06	-2995.25	-3406.21	-2540.68
4178	Polygon	DOGNA	UDINE	FRIULI	006030033	30.77	30.16	31.73	42.06	41.03	43.57	75.06	74.57	75.66	49.24	47.77	50.62	1225.34	702.46	1890.34
4179	Polygon	DRENCHIA	UDINE	FRIULI	006030034	34.47	33.93	34.91	48.55	47.87	49.05	75.46	74.92	75.96	56.08	55.86	56.26	647.31	501.89	882.48
4180	Polygon	ENEMONZO	UDINE	FRIULI	006030035	29.82	29.23	30.59	40.5	39.67	41.47	72.55	72.19	72.84	43.66	42.94	44.33	695.37	347.73	1619.67
4181	Polygon	FAEDIS	UDINE	FRIULI	006030036	33.46	30.74	36.01	49.52	44.01	53.68	69.6	68.88	71.23	53.48	51.7	55.63	135.97	-2686.78	876.38
4182	Polygon	FAGAGNA	UDINE	FRIULI	006030037	34.73	32.58	37.1	55.24	51.87	58.73	73.41	69.89	78.22	39.75	37.72	47	-2399.03	-2733.23	-2117.69
4183	Polygon	FLUMICELLO	UDINE	FRIULI	006030038	39.64	39.17	40.85	59.03	58.36	60.51	79.91	79.7	80.01	52.1	49.78	55.14	-281.04	-422.87	-105.74
4184	Polygon	FLAIBANO	UDINE	FRIULI	006030039	35.53	34.89	36.47	56.05	55.04	57.36	74.67	73.55	76.18	39.35	38.73	40.71	-2459.72	-2578.78	-2395.81
4185	Polygon	FORNI AVOLTRI	UDINE	FRIULI	006030040	33.71	33.03	34.57	45.58	44.6	46.51	74.25	73.73	74.55	46.46	45.76	46.88	1599.16	1011.51	2204.36
4186	Polygon	FORNI DI SOPRA	UDINE	FRIULI	006030041	32.39	31.63	33.17	42.62	41.67	43.57	72.09	71.45	72.61	43.72	43.18	44.29	1553.6	932.39	2132.24
4187	Polygon	FORNI DI SOTTO	UDINE	FRIULI	006030042	31.07	30.15	32.09	41.27	40.17	42.69	71.84	71.1	72.66	43.47	42.86	44.33	1338.21	750.83	2155.25
4188	Polygon	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	FRIULI	006030043	28.76	28.52	29.37	38.87	38.16	40.63	72.15	70.99	73	42.45	39.97	45.58	699.37	190.72	1328.21
4189	Polygon	GRIMARS	UDINE	FRIULI	006030044	39.17	38.68	39.5	60.53	58.51	68.27	80.84	78.69	86.71	65.1	59.64	71.05	-1296.98	-1387.41	-1159.94
4190	Polygon	GRIMACCO	UDINE	FRIULI	006030045	34.24	33.51	35.08	48.17	47.3	49.27	74.52	73.71	75.68	56.01	55.7	56.31	552.96	439.67	731.3
4191	Polygon	LATISANA	UDINE	FRIULI	006030046	46.42	38.71	51.43	68.42	64.06	70.35	80.02	79.91	80.18	67.95	61.99	71.49	-996.79	-1286.2	-727.33
4192	Polygon	LAUICO	UDINE	FRIULI	006030047	30.27	29.7	30.83	41.23	40.4	42.05	73.18	72.86	73.51	44.6	44	45.19	999.97	519.15	1615.81
4193	Polygon	LESTIZZA	UDINE	FRIULI	006030048	39.48	39.17	39.96	60.81	58.69	67.9	80.61	78.95	86.12	61.09	49.43	71.28	-1982.66	-2034.15	-1888.48
4194	Polygon	LIGNANO SABBIAORO	UDINE	FRIULI	006030049	40.58	38.49	45.25	70.35	70.06	70.63	80.18	80.1	80.24	71.48	71.17	71.76	-699.97	-777.22	-618.97
4195	Polygon	LIGOSULLO	UDINE	FRIULI	006030050	32.4	31.72	32.84	44.43	43.54	44.97	74.78	74.52	74.95	47.53	47.06	47.88	1415.45	1021.98	1792.7
4196	Polygon	LUSEVERA	UDINE	FRIULI	006030051	28.87	28.57	29.53	39.02	38.11	40.87	72.68	71.66	73.59	46.22	43.73	49.66	865.91	374.91	1480.18
4197	Polygon	MAGNANO IN RIVIERA	UDINE	FRIULI	006030052	30.37	29.83	31.05	43.3	41.77	45.2	70.34	69.7	70.91	41.27	40.77	41.93	216.57	-65.42	386.87
4198	Polygon	MAJANO	UDINE	FRIULI	006030053	30.95	30.01	32.12	46.27	42.45	49.95	69.16	68.92	69.77	39.65	39.07	40.08	-1172.02	-3338.59	279.59
4199	Polygon	MALBORGHETTO VALBRUNA	UDINE	FRIULI	006030054	32.4	30.87	33.73	44.52	42.11	46.4	75.79	75.35	76.23	50.55	49.73	51.26	1303.74	842.3	2084.67
4200	Polygon	MANZANO	UDINE	FRIULI	006030055	39.75	39.15	40.91	68.77	60.75	72.1	86.75	79.95	92.03	65.86	58	72.62	-466.34	-1210.96	168.95
4201	Polygon	MARANO LAGUNARE	UDINE	FRIULI	006030056	49.42	42.23	50.91	70.28	69.97	71.09	80.07	79.73	80.22	71.22	70.6	71.74	-877.34	-1084.45	-718.71
4202	Polygon	MARTIGNACCO	UDINE	FRIULI	006030057	37.11	35.72	38.54	58.32	56.16	60.68	77.32	74.32	80.15	48.19	41.52	54.07	-2523.14	-2567.68	-2441.91
4203	Polygon	MERETO DI TOMBA	UDINE	FRIULI	006030058	37.28	36.23	38.35	58.38	57.4	59.28	77.77	76.53	79.05	45.23	42.22	49.79	-2391.71	-2539.4	-2085.58
4204	Polygon	MOGGIO UDINESE	UDINE	FRIULI	006030059	30.28	28.76	32.53	41.26	38.51	44.67	74.29	73.42	75.26	46.83	45.05	48.68	1089.95	401.24	2002.21
4205	Polygon	MOIMACCO	UDINE	FRIULI	006030060	37.18	36.39	37.92	54.43	52.16	56.08	72.38	70.28	74.44	56.64	56.06	57.2	-300.92	-732.32	94.2
4206	Polygon	MONTENARS	UDINE	FRIULI	006030061	29.33	28.88	29.91	40.36	39.17	41.83	71.59	70.94	72.18	42.56	41.17	44.08	595.01	348.96	937.16
4207	Polygon	MORTEGLIANO	UDINE	FRIULI	006030062	41.11	38.84	48.17	65.71	58.44	71.64	85.8	79.04	91.55	69.53	60.7	72.1	-1702.91	-1879.08	-1528.18
4208	Polygon	MORUZZO	UDINE	FRIULI	006030063	34.52	33.5	35.68	54.09	52.36	55.55	71.83	70.18	73.49	40.1	38.17	44.21	-2367.1	-2516.7	-2190.32
4209	Polygon	MUZZANA DEL TURGNANO	UDINE	FRIULI	006030064	45.15	40.37	50.44	69.35	62.89	71.51	79.66	79.42	79.89	64.66	59.33	70.26	-1279.55	-1396.26	-1091.56
4210	Polygon	NIMIS	UDINE	FRIULI	006030065	30.57	29.53	31.77	43.64	40.9	46.55	70.6	69.43	71.78	47.16	44.62	49.99	439.64	209.48	742.92
4211	Polygon	OSOPPO	UDINE	FRIULI	006030066	29.33	28.82	29.95	40.18	38.96	42.03	70.61	69.68	71.61	39.45	38.87	40.53	251.1	181.91	291.52
4212	Polygon	OVARO	UDINE	FRIULI	006030067	31.28	30.52	31.93	42.53	41.5	43.35	73.37	73.01	73.71	45.14	44.52	45.63	1051.23	585.89	1756.78
4213	Polygon	PAGNACCO	UDINE	FRIULI	006030068	35.07	33.36	37.2	54.07	51.48	57.32	72.02	69.65	75.88	44.02	39.48	50.37	-2518.18	-2664.04	-2384.45
4214	Polygon	PALAZZOLO DELLO STELLA	UDINE	FRIULI	006030069	46.76	41.45	50.73	67.52	61.7	70.77	79.87	79.72	80.05	65.43	59.5	70.89	-1205.58	-1365.51	-923.42
4215	Polygon	PALMANOVA	UDINE	FRIULI	006030070	39.82	39.64	40.28	71.16	67.23	72.08	90.54	85.86	92.07	71.89	70.41	72.36	-951.73	-1102.93	-735.8
4216	Polygon	PALUZZA	UDINE	FRIULI	006030071	32.66	31.25	33.51	44.65	42.82	45.57	74.54	74.07	74.89	47.03	46.17	47.68	1386.84	629.59	2334.93
4217	Polygon	PASIAN DI PRATO	UDINE	FRIULI	006030072	38.92	37.95	39.96	63.05	59.23	66.79	81.41	78.11	84.14	55.82	52.44	59.29	-2348.62	-2518.94	-2084.55

*Esempio - parziale - dei contenuti geotermici nella banca dati comunale realizzata*