



Congresso Internazionale

*La Geotermia in Italia e in Europa. Quale futuro?*

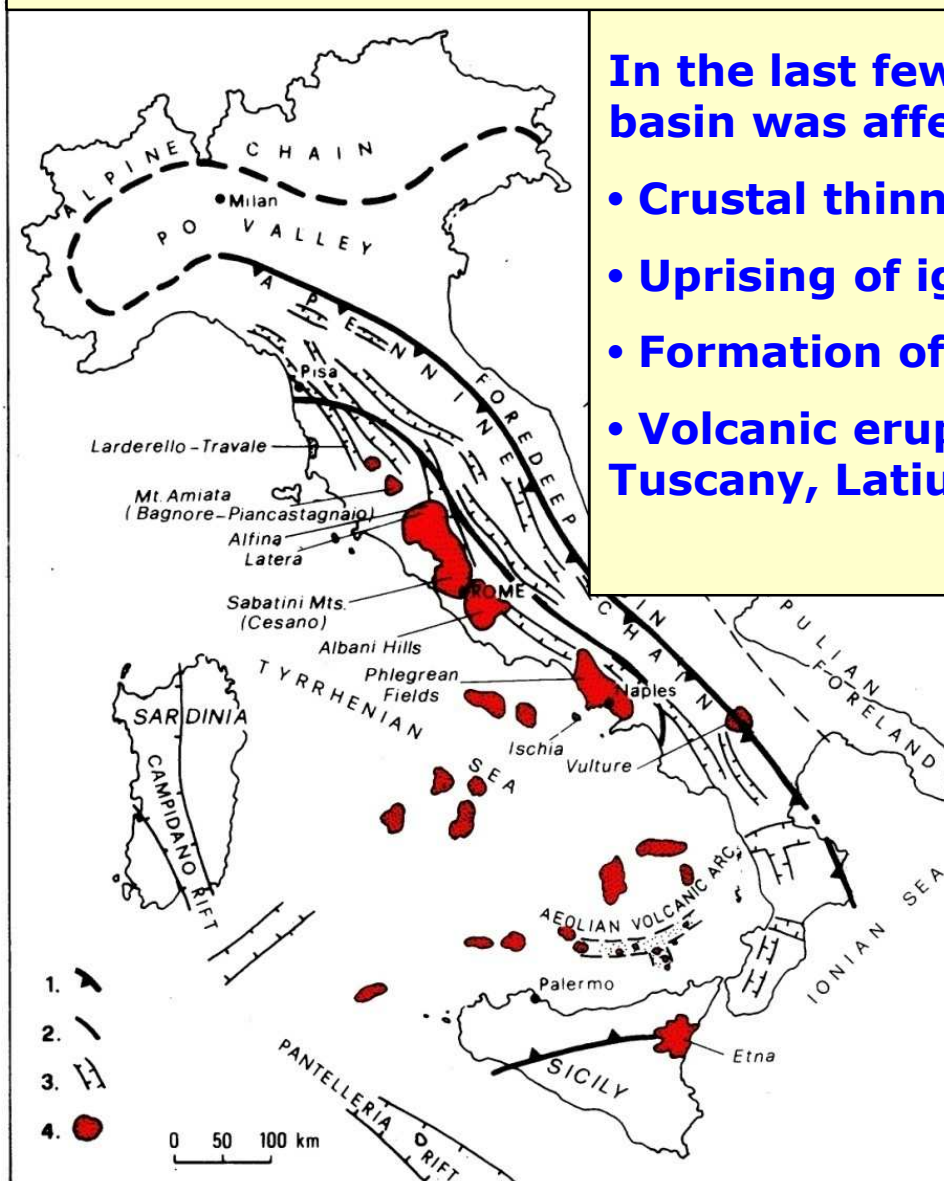
**“Development of geothermal energy in Italy  
until 2008 and short-term prospects”**

**G. Buonasorte**  
Board Member of the Italian Geothermal Union



Ferrara, 23 Settembre 2009

## GEODYNAMIC, IGNEOUS AND VOLCANIC FRAMEWORK OF ITALY



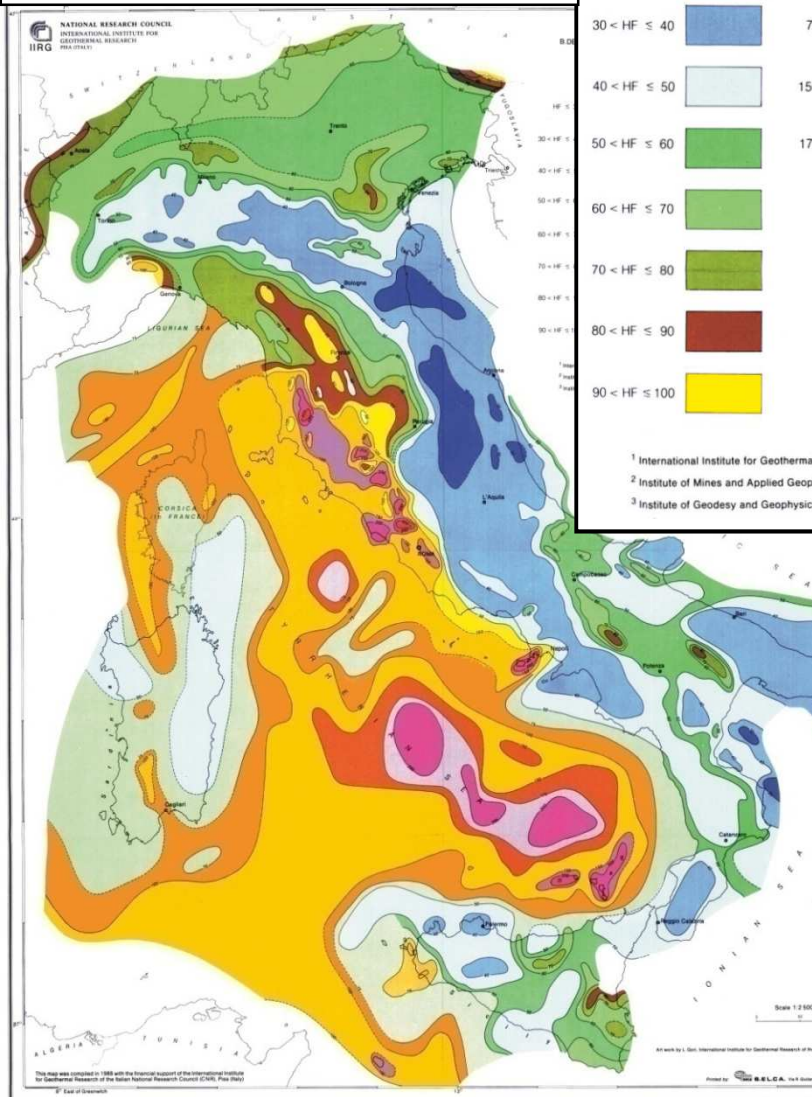
In the last few million years, the Tyrrhenian basin was affected by:

- Crustal thinning
- Uprising of igneous bodies from the mantle
- Formation of acidic batholiths at shallow depth
- Volcanic eruptions in several areas of Tuscany, Latium, Campania and Sicily.

Some of these volcanoes (Vesuvius, Etna, Stromboli, and few others) are still active.

The thermal regime of the whole Tyrrhenian basin is the result of the recent geodynamic and vulcano-tectonic phenomena.

## Heat flow density in Italy



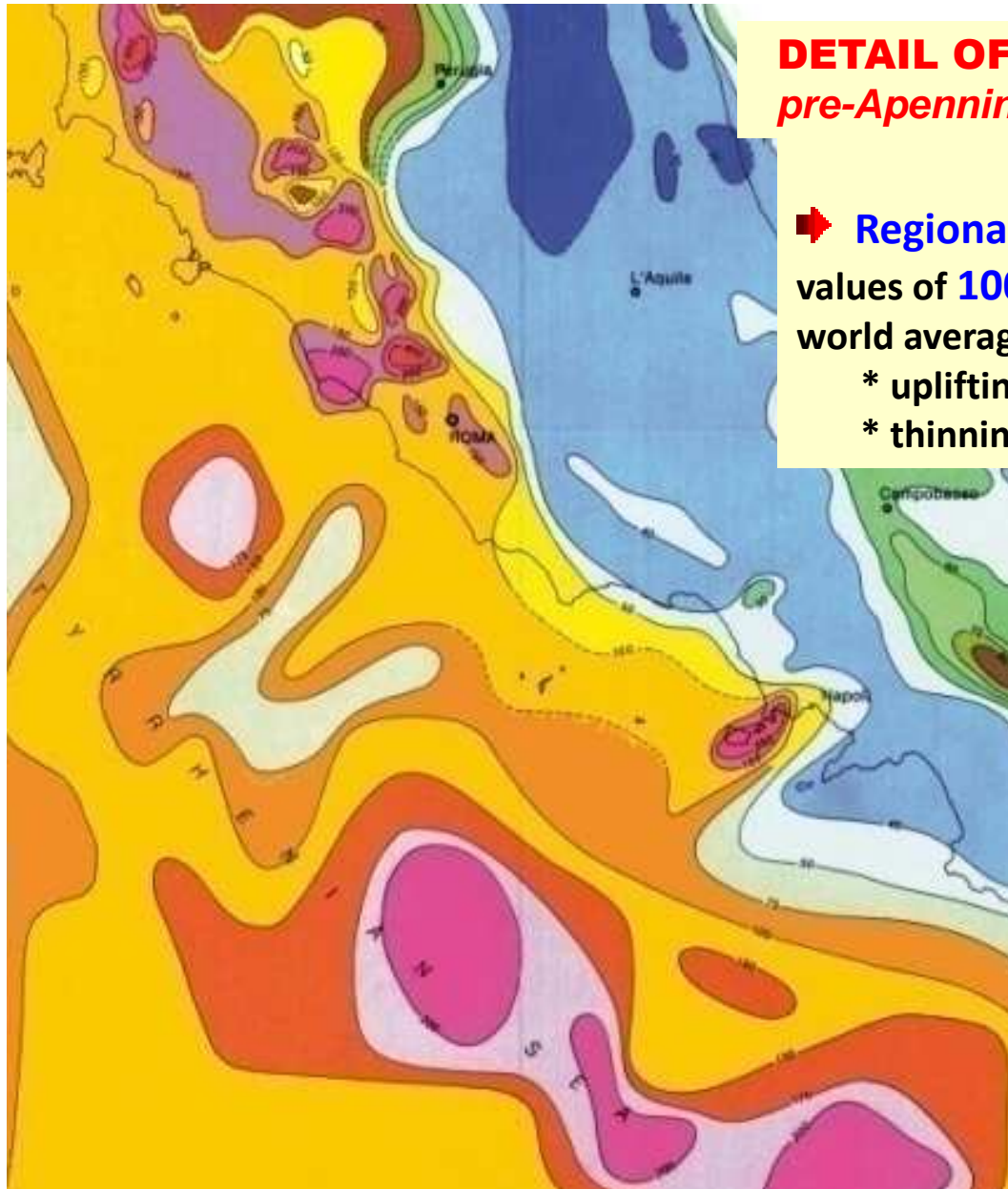
➔ **HEAT FLOW** in the Tyrrhenian sector has anomalous values (from 100 to 450 mWatt/m<sup>2</sup>), caused by:

- Uplifting of the mantle
- Thinning and spreading of the crust.

➔ The eastern and southern sectors of Italy (Apennines and Adriatic-Ionian areas) display values of 20 - 80 mWatt/m<sup>2</sup> due to:

- Eastward deepening of the crust base (Moho)
- Infiltration of meteoric waters through large outcrops of permeable carbonate rocks.

➔ High heat flow values in Campidano (Sardinia) and Pantelleria (Sicily) areas are due to the opening of rift structures.



## **DETAIL OF THE HEAT FLOW MAP OF ITALY pre-Apennine belt and southern Tyrrhenian basin**

➡ **Regional anomaly** characterized by heat flow values of **100 -150 mW/m<sup>2</sup>** (2-2.5 times above the world average) caused by:

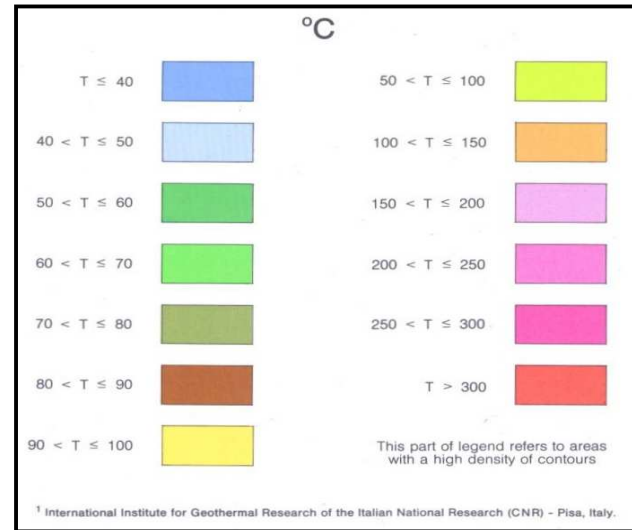
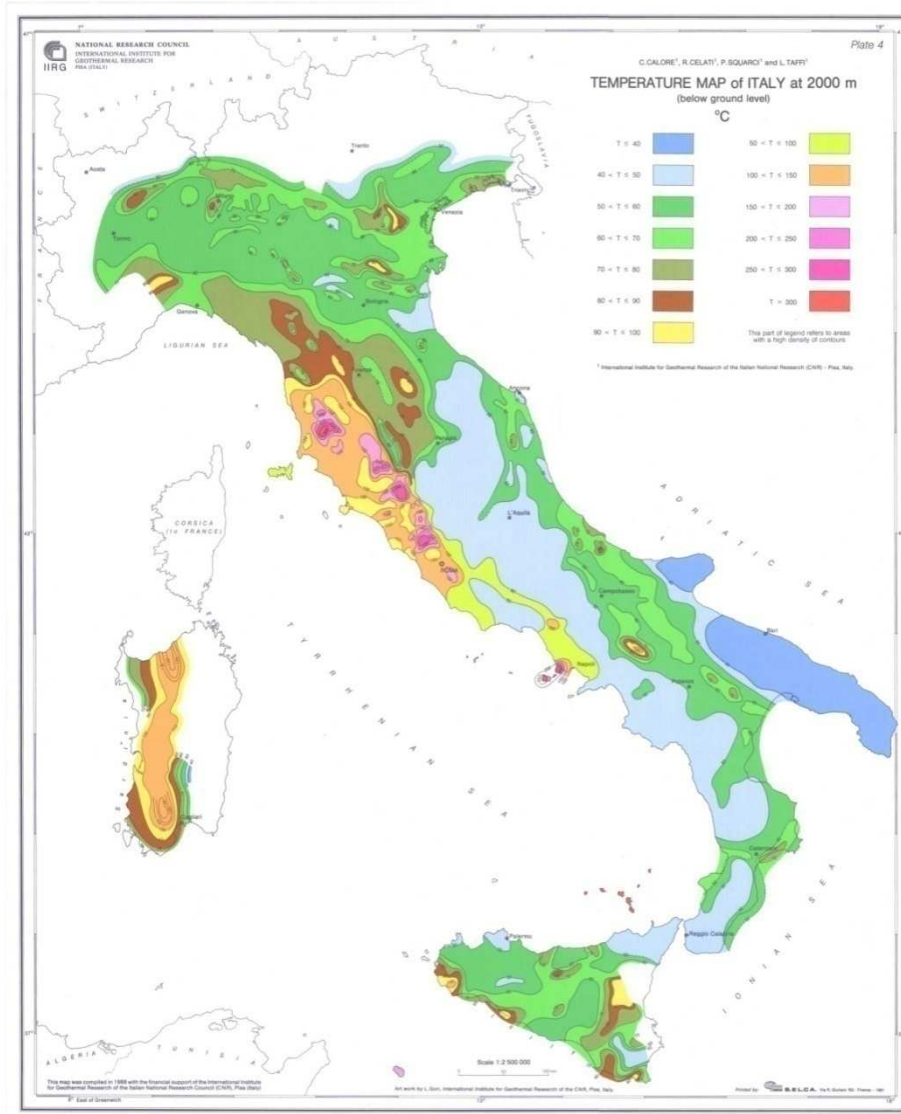
- \* **uplifting of the mantle**
- \* **thinning and spreading of the crust.**

➡ **Local anomalies of 150-250 mW/m<sup>2</sup>** hundreds thousands km<sup>2</sup> wide, (2.5-4 times above the world average) due to magma bodies present in the crust.

➡ **Peak anomalies of 250-450 mW/m<sup>2</sup>** few km<sup>2</sup> wide, (4-8 times above the world average) in correspondence to shallow structural highs of permeable rocks forming confined aquifers (reservoir) with convective circulation of hot fluid.

Cataldi R., Mongelli F., Squarci P., Taffi L., Zito G., and Calore C. (1995). Geothermal ranking of the Italian territory. *Geothermics*, Vol. 24, n. 1; pp. 115-129.

# Temperature at 2 km depth

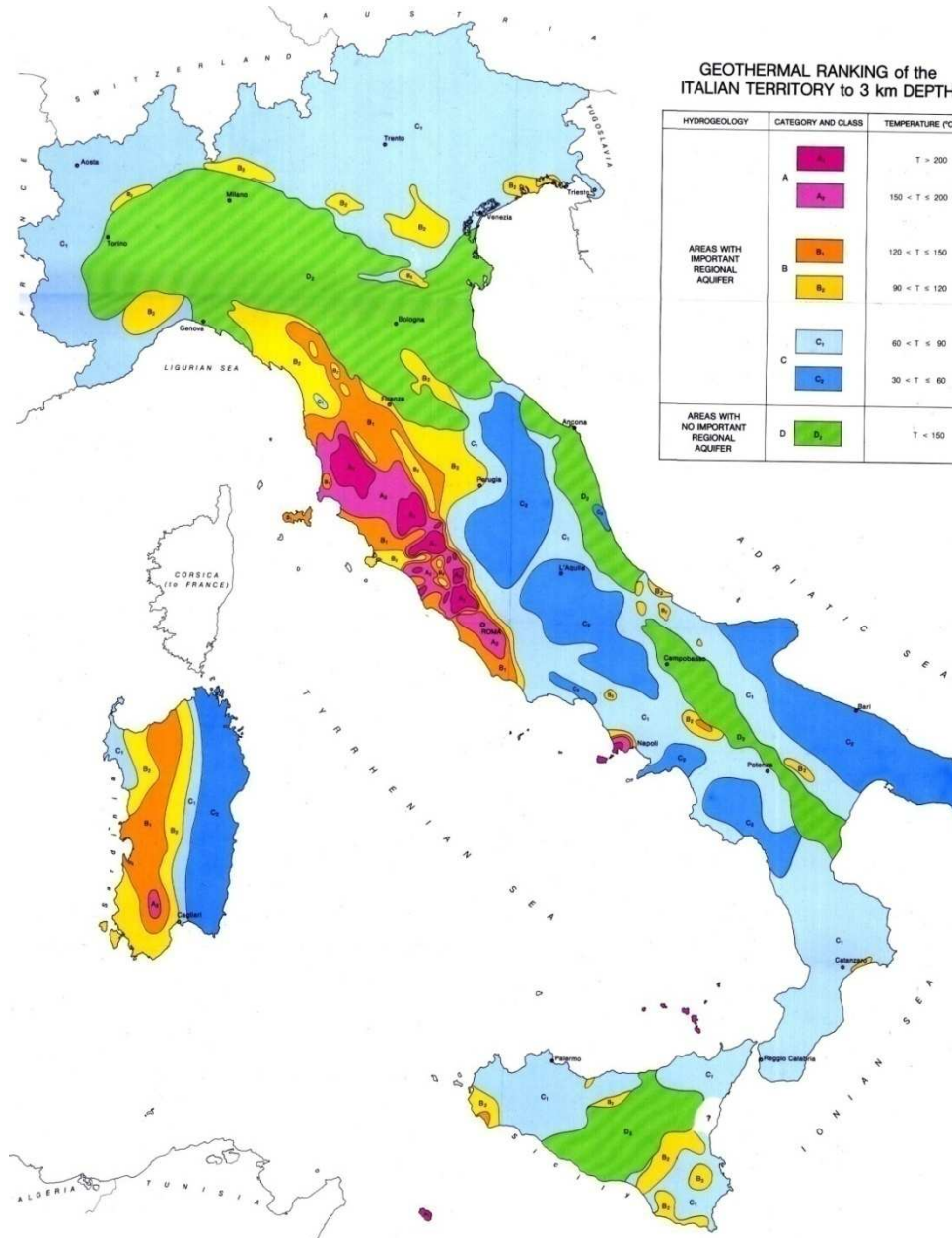


**CNR, ENEL, ENI-AGIP, ENEA - (1988)**

**Geothermal Inventory of Italy:  
regional and national synthesis reports**

Temperature distribution at various depths, down to 3000 m, has been reconstructed from measurements collected in more than 2000 hydrocarbon and geothermal wells.

Cataldi R., Mongelli F., Squarci P., Taffi L., Zito G., and Calore C. (1995). Geothermal ranking of the Italian territory. *Geothermics*, Vol. 24, n. 1, pp. 115-129.

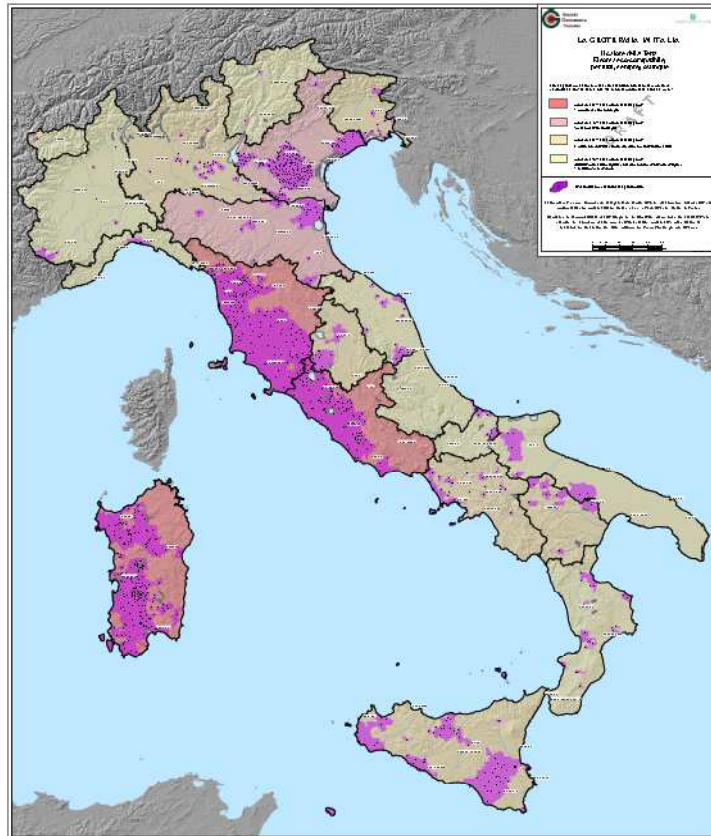


## GEOTHERMAL RANKING OF ITALY

The widespread presence of permeable rocks covered by impermeable complexes makes up favorable conditions for the formation of the following types of geothermal resources:

- **Resources at  $T > 150$  C within 3 km**, in several areas of the pre-Appennine belt in Tuscany-Latium-Campania, and in volcanic islands of the southern Tyrrhenian Sea;
- **Resources at  $T = 50-150$  C within 3 km**, in over 50% of the national territory (especially in the Po valley, in Sicily and Sardinia)
- **Resources at  $T = 30-50$  C at shallow depth**, in the above-said areas and in many other areas.

## Italian geothermal resources



➤ **High temperature resources (> 150 °C) suitable for power generation are present at economically-accessible depth in restricted areas of peninsular Italy, covering some 1500 km<sup>2</sup> altogether.**

➤ **Unconventional Geothermal Resources, can exist in Italy at depths > 3 - 4 km:**

- **Hot dry rocks and hot fractured rocks;**
- **Pressurized systems**
- **Hot brines.**
- **Supercritical fluids;**
- **Magma systems;**

➤ **Huge hydrothermal resources exist in Italy within 3 km depth, mostly located in the fuchsia-colored areas.**

➤ **More than 1000 Municipalities are classified priority areas for the development of hot water at  $T > 60$  °C.**

➤ **However, by using heat pumps, low-to-very low temperature resources could also be utilized, almost everywhere.**

**THEREFORE, ITALY, AS A WHOLE, PRESENTS A MARKED GEOTHERMAL VOCATION.**

**Despite this interest, especially the Italian low-enthalpy market, ready for a booming increase, is at present still under developed, compared to most other European Countries.**

**The running plants (number and aggregate power) are still low compared to the huge presence of geothermal resources and the energy demand.**

**GEOTHERMAL vs. TOTAL NATIONAL ENERGY CONSUMPTION 2006 - 2008**

	anno	2006	2008
<b>TOTAL GROSS ENERGY CONSUMPTION (10<sup>6</sup> OET):</b>		<b>196</b>	<b>192</b>
• <b>Fossil fuels (altogether)</b>		<b>87 %</b>	<b>86 %</b>
• <b>Hydro. and other renewables</b>		<b>7 %</b>	<b>9 %</b>
• <b>Electricity imported</b>		<b>6 %</b>	<b>5 %</b>

**GEOTHERMAL ENERGY (2008) 1.27 million OET (0.66% of the total), including**

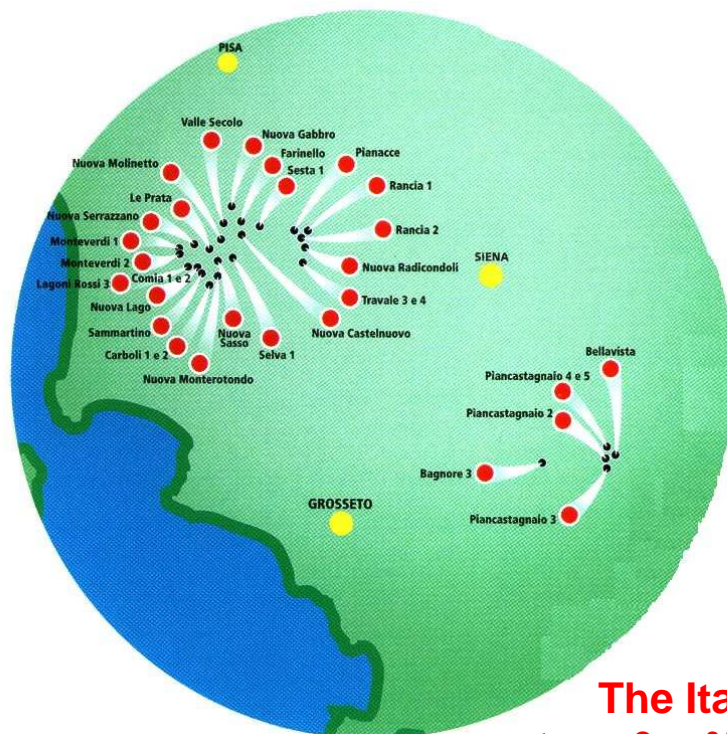
- **Electric generation 1.04 million OET (0.54 % of the total)**
- **Direct uses (all) 230,000 OET (0.12 % of the total)**

**Therefore, the development of the direct uses in Italy is very limited, compared to the huge geothermal potential of the country and to its numerous applications.**

## **AGGREGATE USES OF NATURAL HEAT IN ITALY - 2008**

<b>Electric generation</b>	<b>810 Mw<sub>e</sub></b>	<b>5.2 TWh/y</b>	<b>1,040,000 OET</b>
<b>Direct uses (all)</b>	<b>800 MW<sub>t</sub></b>	<b>9,500 TJ/y</b>	<b>230,000 OET</b>
<b>Total geothermal energy used</b>			<b>1,270,000 OET</b>
<b>Geothermal vs. total Country's energy consumption in 2008 (192 million OET)</b>			<b>0.66 %</b>
<b>Avoided emission of CO<sub>2</sub> (tonnes/year)</b>			<b>4,000,000</b>

## Geothermal power plants and generation (2008 year)

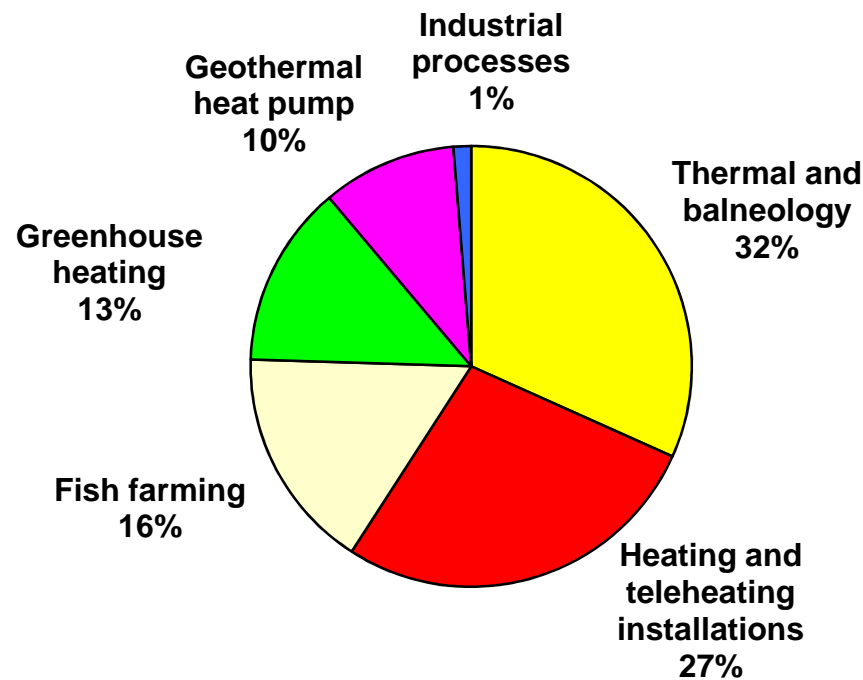


**The Italian geothermal generation corresponds:**

- to 9 % of the geothermal world generation
- to 1.7 % of the total national generation
- to 25 % of the electrical consumption of the Tuscan Region.

<i>Power plants</i>	<i>Number of units</i>	<i>Installed capacity (MWe)</i>	<i>Efficient capacity (MWe)</i>	<i>Production (TWh/y)</i>
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>810.5</b>	<b>711</b>	<b>5.2</b>

**Main applications of the terrestrial heat for direct uses in Italy (2008)**



**Total thermal energy used 9,500 TJ (2008)**

The Heat Pumps are here in evidence with just the 10 % of the total energy: in the next future, their massive foreseen growth will allow an important contribution to the increase of the total geothermal uses in Italy.

In the last years, the increase of the Geothermal Direct Uses is due both to the development of geothermal district heating (5-20 MWth unit power), mainly in northern areas of Italy, and to single household applications, which are widely implementing their heating and cooling equipment with geothermal sources of small unit power.

## **GROWTH FORECASTS OF GEOTHERMAL ENERGY IN ITALY BY 2020**

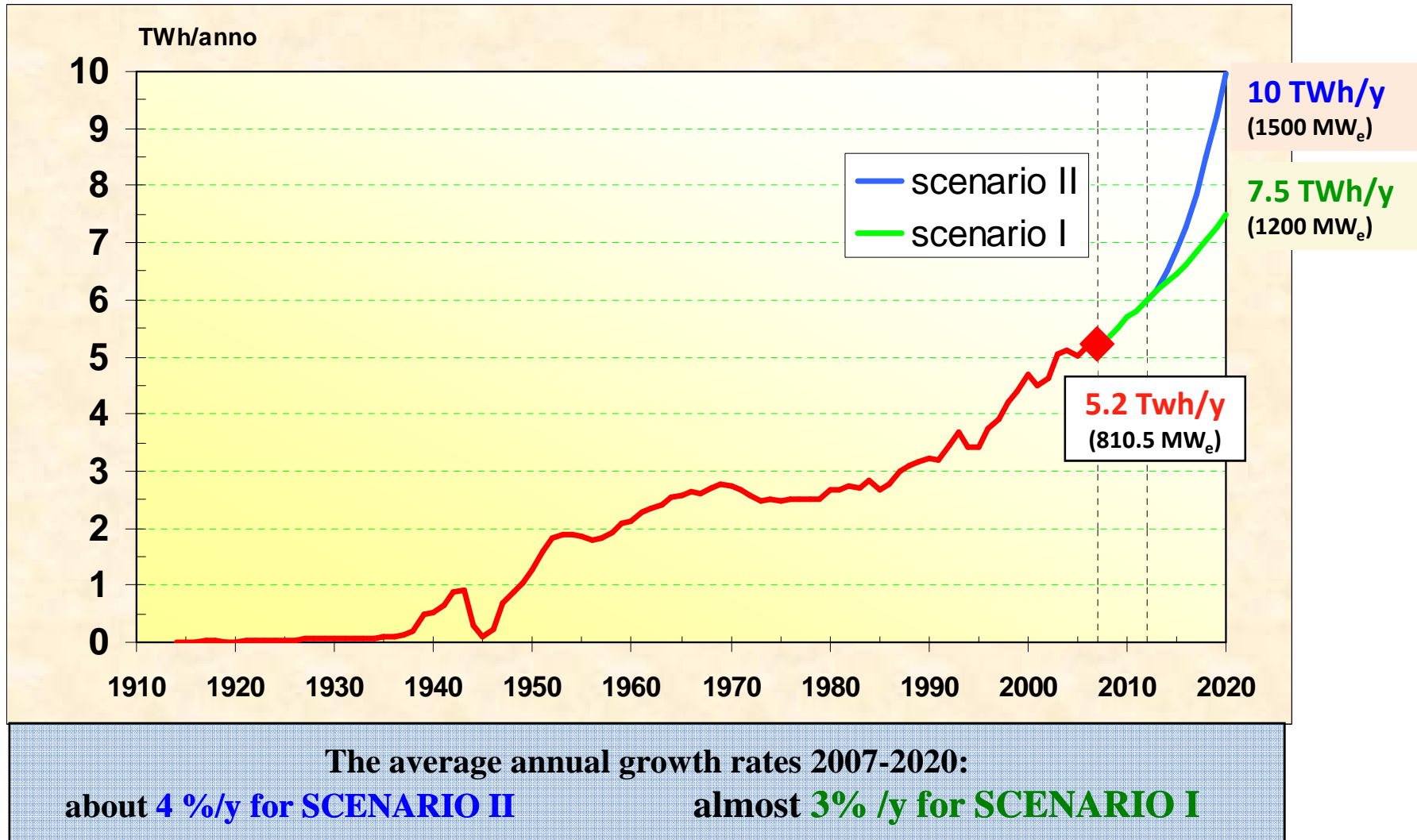
(Study carried out in 2006-2007 by UGI' working group)

### **Two scenarios are considered for forecasts:**

- **SCENARIO I - based on:**
  - present economics and development trend
  - use of mature technology only
  - current costs of conventional energy sources
  
- **SCENARIO II - based on:**
  - an ecologically driven development trend
  - use of advanced technology
  - increasing costs of conventional energy sources

**Summary results of the study published in Nov. 2007 and disseminated widely in a document called the *Italian Geothermal Manifesto***

## GEOTHERMOELECTRIC GENERATION IN ITALY 1913-2008, WITH FORECASTS BY 2020 FOR TWO DIFFERENT SCENARIOS



## Possible contribution of Unconventional Geothermal System

(high temperature systems potentially suitable for power generation ):

*Geo-pressurized systems, Hot brines, Enhanced Geothermal Systems,  
Supercritical fluids, Magmatic systems*

- ❖ It will absolutely be important to start with a systematic R&D program, strongly supported, starting with realistic and practical goals, in order to achieve the commercial maturity in a short time, almost for some of them.
- ❖ The electric capacity, possibly supplied in Italy in 2020, by some of the **UGS** may be assessed from few to 50 Mwe, in the case of Scenario II.

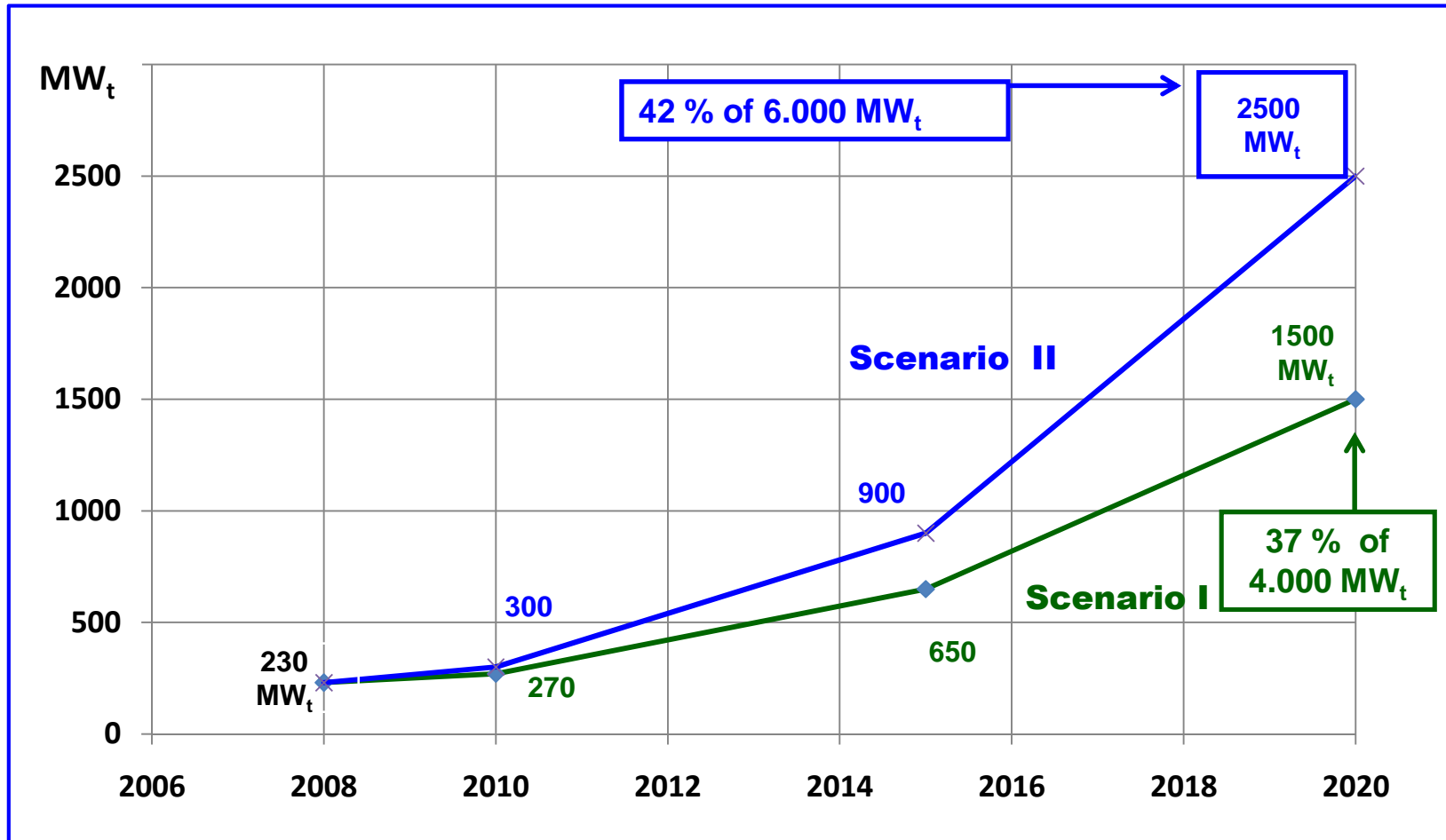
## GROWTH FORECASTS OF THE DIRECT USES BY 2020, FOR TWO DIFFERENT SCENARIOS

	S C E N A R I O I			S C E N A R I O II		
	<i>Installed capacity</i>	<i>Heat used</i>	<i>Oil saving</i>	<i>Installed capacity</i>	<i>Heat used</i>	<i>Oil saving</i>
<b>Year</b>	<i>(MW<sub>t</sub>)</i>	<i>(TJ/year)</i>	<i>(OET)</i>	<i>(MW<sub>t</sub>)</i>	<i>(TJ/year)</i>	<i>(OET)</i>
2008	800	9500	230,000	800	9500	230,000
2020	<b>4000</b>	<b>50,000</b>	<b>1,200,000</b>	<b>6000</b>	<b>75,000</b>	<b>1,800,000</b>
2009 - 2020		<b>ca. 15%</b>	Average yearly growth		<b>ca. 20%</b>	

The market growth of district heating and cooling needs stimulation by systematic information, strong simplification of permitting, equipment installation, administrative procedures, and prolonged support through national and regional incentives.

Hot and warm water resources are available within few hundred metres depth in many regions; in addition, GHP have a wide perspectives of application almost everywhere.

## FORESEEN GROWTH OF GEOTHERMAL HEAT PUMPS by 2020 ACCORDING TO SCENARIO I AND SCENARIO II



Recently, various operators (geologists, engineers and technicians ) have entered the field; important heat pump manufacturers do exist now in Italy, able to cover a great part of the national market.

## GROWTH FORECASTS BY 2020 OF GEOTHERMOELECTRIC AND DIRECT USES ACCORDING TO SCENARIO II

	2008			2020		
<b>Electric generation</b>	<b>810.5</b> (MW <sub>e</sub> )	<b>5.2</b> (TWh/y)	<b>1,040,000</b> (OET)	<b>1,500</b> (MW <sub>e</sub> )	<b>10</b> (TWh/y)	<b>2,000,000</b> (OET)
<b>Direct uses</b> (altogether)	<b>800</b> (MW <sub>t</sub> )	<b>9,500</b> (TJ/y)	<b>230,000</b> (OET)	<b>6,000</b> (MW <sub>t</sub> )	<b>75,000</b> (TJ/y)	<b>1,800,000</b> (OET)
<b>Geothermal energy (total)</b>	<b>1,270,000</b> (OET)			<b>3,800,000</b> (OET)		
<b>Share on total energy consumption of Italy</b>	<b>0.66 %</b>			<b>&gt; 1.2 %</b>		
<b>Avoided emission of CO<sub>2</sub></b>	<b>4,000,000</b> (t/y)			<b>8 – 10,000,000</b> (t/y)		

Referring to 2008, the expected benefits in 2020 are:

- **Total oil saving** ..... **about 3 times**
- **Avoided emission of CO<sub>2</sub>** ..... **2-2.5 times**

## **WHY GEOTHERMAL IN ITALY IS ATTRACTING ATTENTION**

**To curb energy-supply shortage in Italy,  
among all the non-conventional energy sources,  
the geothermal energy should be fastly developed.**

**However, first priority should be given to **natural heat** due to:**

- its sizeable targets in production of both electrical energy and heat for direct use**
- its notable contribution to the reduction of CO<sub>2</sub> emissions**
- its mature technology**
- the possibility of direct application over 50% of the national territory with hot waters, and everywhere with heat pumps**
- its continuous and constant availability the whole year round.**

## **NECESSARY ACTIONS**

- **Commitment of political parties and institutions dealing with energy matters**
- **New National Energy Plan**
- **Incentives to develop all non-conventional energy sources, with priority for the Earth's heat**
- **Energy Plans in each Italian Region and Province according to national dead lines**
- **Involvement of professionals in exploration, exploitation, transport, distribution and use of geothermal resources**
- **Public information campaigns on the advantages to use geothermal energy.**

*To develop the use of natural heat in Italy*

# **THE ITALIAN GEOTHERMAL MANIFESTO**

**(2007)**

**The position of**

**UGI/Unione Geotermica Italiana (Italian Geothermal Union),**

**CNG/Consiglio Nazionale dei Geologi (Italian National Council of Geologists)**

**ATI/Associazione Termotecnica Italiana (Italian Thermotechnical Association)**

**on the development of Italian geothermal resources**

### In breve

L'UGI, il CNG e l'ATI, vogliono sottolineare con questo Manifesto il significato strategico che lo sviluppo del calore naturale ha per alleviare le difficoltà energetiche del Paese.

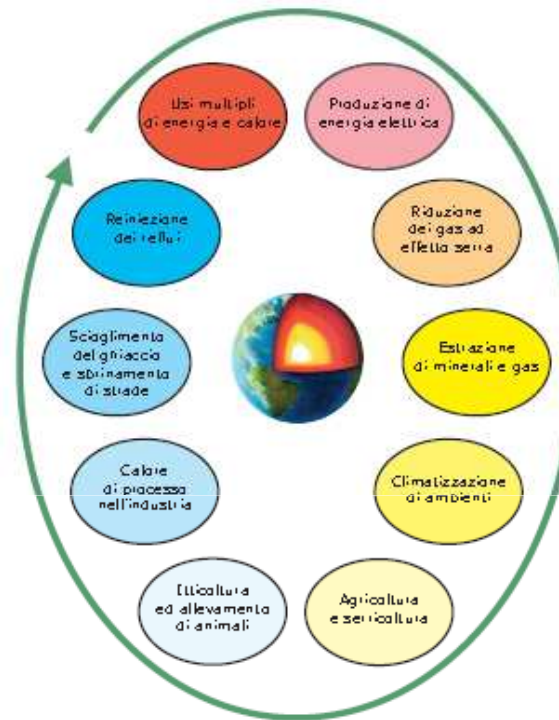
Il documento è rivolto al Parlamento italiano ed alle Istituzioni coinvolte nei problemi dell'energia affinché vengano prese iniziative di legge atte a favorire l'avvio immediato di un massiccio sviluppo della geotermia in tutte le sue possibili forme di applicazione. Se il suddetto significato strategico non fosse colto con urgenza, si produrrebbe l'aggravamento delle già difficili condizioni di mercato degli approvvigionamenti energetici di cui il Paese soffre da tempo, e potrebbero essere pregiudicati gli obiettivi di risanamento ambientale posti dagli accordi di Kyoto.

Va tenuto presente d'altra parte, che in molti Paesi con potenziale geotermico ben inferiore al nostro, le possibilità offerte da un sostenuto sviluppo del calore naturale per alleviare la dipendenza energetica dalle fonti importate e per migliorare le condizioni ambientali, sono state riconosciute da tempo, per cui i rispettivi Governi hanno già varato da anni misure atte a favorire l'accelerato sviluppo della geotermia.

Per quanto sopra, l'UGI, il CNG e l'ATI sono a disposizione delle Autorità energetiche nazionali per fornire assistenza tecnica nella preparazione del capitolo "geotermia" di un auspicato nuovo Piano Energetico Nazionale e sono pronti a collaborare con quelle Regioni che vogliono impostare programmi di sviluppo del calore naturale nei loro territori.

Va sottolineato infine, che l'obiettivo di oltre l'1,2 % sopra indicato come contributo della geotermia nel 2020 al totale dei consumi energetici nazionali non è un punto di arrivo ma una base di partenza verso traguardi molto più ambiziosi cui puntare nei decenni successivi. Infatti, le risorse di calore naturale sfruttabili per applicazioni dirette sono almeno 100 volte superiori a quelle necessarie per raggiungere il suddetti obiettivi, e d'altra parte non mancano certo in Italia le competenze tecnico-scientifiche per valorizzare quelle risorse al servizio del Paese.

### LE PRINCIPALI APPLICAZIONI DELLA GEOTERMIA

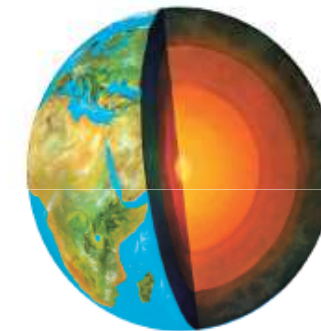


Un forte sviluppo della geotermia in Italia è necessario per:

- limitare la dipendenza dalle fonti energetiche importate
- ridurre il deficit della bilancia dei pagamenti
- diminuire l'impatto sull'ambiente dei gas ad effetto serra



### IL MANIFESTO DELLA GEOTERMIA



### IL CALORE DELLA TERRA

RISORSA ECO-COMPATIBILE PER TUTTI, SEMPRE, OVUNQUE

Novembre 2007



*Per sviluppare gli usi del calore naturale in Italia*

## IL MANIFESTO DELLA GEOTERMIA

**Posizione dell'UGI/Unione Geotermica Italiana, del CNG/Consiglio Nazionale dei Geologi, e dell'ATI/Associazione Termotecnica Italiana, sullo sviluppo delle risorse geotermiche.**

### La geotermia nel quadro di riferimento energetico nazionale

Il problema energetico in Italia è divenuto negli ultimi anni prioritario sotto gli aspetti economico, ambientale e di sicurezza degli approvvigionamenti, al punto da condizionare fortemente la dinamica di sviluppo del Paese.

Il consumo lordo totale di energia nel 2006 è stato di circa 200 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP), di cui l'87% costituito da combustibili fossili (soprattutto petrolio e gas naturale, ed in minor misura carbone), il 6% da energia elettrica importata, ed il 7% da fonti non convenzionali e rinnovabili di energia.

Tra le fonti non convenzionali, la frazione geotermica è stata lo 0,6% del consumo lordo totale di energia, ed è costituita per oltre quattro quinti dalla produzione di elettricità e per il resto dagli usi diretti del calore (balneologia, riscaldamento di ambienti, agricoltura, ed altri).

### Il potenziale geotermico italiano

A fronte di un contributo così esiguo come quello sopra detto, il potenziale geotermico italiano fino a profondità economicamente convenienti è notevole, con risorse di alta temperatura (> 150 °C) concentrate nella fascia pre-appenninica tosco-laziale-campana ed in alcune isole vulcaniche del Tirreno, e con risorse di media e bassa temperatura (< 150 °C) ubicate su vaste aree del territorio nazionale. In base alle sue caratteristiche geologiche, dunque, l'Italia è un Paese a forte vocazione geotermica, per cui il suo potenziale può essere valorizzato molto più di quanto fatto fino ad ora.

Le risorse di alta temperatura si prestano sia per la produzione di energia elettrica che per usi diretti,

mentre quelle di media e bassa temperatura possono essere utilizzate prevalentemente in forma di calore.

### Previsioni di sviluppo fino al 2020 ed Obiettivi

La geotermia rappresenta una delle poche fonti di energia primaria di cui l'Italia dispone. Si tratta di risorse sempre sostenibili, spesso rinnovabili, ovunque compatibili con l'ambiente, ed ora anche convenienti sul piano economico a tutti i livelli di temperatura.

Tenendo quindi presente il probabile ulteriore aumento dei prezzi delle fonti tradizionali di energia nei prossimi anni, per le due forme di utilizzazione delle risorse geotermiche si possono prevedere gli obiettivi seguenti:

- **per l'energia elettrica**, a fronte degli 810,5 MWe installati e dei 5,5 miliardi di kWh prodotti nel 2006 (corrispondenti ad 1,1 milioni di TEP) la potenza installata nel 2020 può giungere a 1500 MWe, con una generazione di 10 miliardi di kWh/anno, pari al fabbisogno elettrico di 9 milioni di abitanti. Ciò rappresenta il doppio della produzione del 2006, e corrisponde ad un risparmio di oltre 2 milioni di TEP;

- **per gli usi diretti**, a fronte dei 650 MWt installati e di una produzione corrispondente ad oltre 190.000 TEP nel 2006, la potenza installata (senza nulla sottrarre alla generazione di energia geotermoelettrica) può giungere a 6000 MWt nel 2020, con una produzione equivalente a 1.800.000 TEP, sufficiente per riscaldare 800.000 appartamenti. Si tratta di valori circa 10 volte superiori a quelli del 2006. Le applicazioni dirette della geotermia hanno perciò prospettive di crescita decisamente più ampie di quelle sopra indicate per la produzione di energia elettrica.

Considerati nell'insieme, gli usi elettrici e non elettrici del calore terrestre possono quindi passare dagli 1,3 milioni di TEP del 2006 ai quasi 4 milioni di TEP del 2020, corrispondenti ad oltre 1,2% del consumo totale lordo di energia del Paese in quell'anno. Si tratta di un contributo che può sembrare

modesto in termini percentuali, ma che non lo è affatto in termini economici se raffrontato al costo del combustibile fossile sostituito.

L'importanza di tale contributo risulta poi ancora più evidente se si pensa che la prevista crescita della geotermia nel 2020 consente di evitare di scaricare nell'atmosfera 8-10 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno.

### Misure necessarie

Per conseguire gli obiettivi sopra indicati, considerando la precaria situazione energetica del Paese, è necessario innanzitutto che le forze politiche creino sollecitamente nuove basi legislative capaci di favorire il rapido sviluppo di tutte le fonti non convenzionali di energia, e tra esse prioritariamente il calore terrestre. Questo, infatti, può avvalersi di tecnologie di coltivazione già mature da decenni ed eco-compatibili, può essere utilizzato su vaste aree, ed è disponibile per tutto l'anno.

È poi auspicabile che tutte le Regioni d'Italia vogliano dotarsi di propri piani energetici e di normative specifiche volte a stimolare l'accelerato sviluppo delle utilizzazioni del calore naturale in tutte le sue possibili forme di applicazione.

In un tale quadro di riferimento nazionale e regionale, per valorizzare tutte le risorse geotermiche, ed in particolare quelle di media e bassa temperatura, è inoltre indispensabile coinvolgere le categorie professionali esperte nel reperimento di fluidi caldi naturali, nello studio dei poli di consumo dell'energia, nella progettazione di impianti termici e di reti di distribuzione del calore agli utenti, e nei problemi di salvaguardia dell'ambiente.

È infine necessario impostare e condurre una fitta campagna nazionale di informazione pubblica volta a far maturare una diffusa presa di coscienza sulle possibilità offerte dalla geotermia di ridurre lo scarico in atmosfera di gas ad effetto serra e di particolari dannosi alla salute, nonché di contribuire a diminuire il deficit della bilancia dei pagamenti nel comparto energetico.

## **THE ITALIAN GEOTHERMAL MANIFESTO**

- **Structure and Outline**
  - **Geothermal energy within the national energy framework**
  - **Development projections and targets by 2020**
  - **Necessary measures.**
- **To whom the Manifesto is directed**
  - **Italian Parliament**
  - **Political Parties (government and opposition)**
  - **National and Regional Institutions dealing with energy matters**
  - **Regional and Provincial Governments**
  - **Local entities (municipalities, chambers of commerce, etc.)**
  - **Trade Unions**
  - **Scientific and cultural associations**
  - **The public at large.**
- **Dissemination**
  - **Scientific journals, newspapers, web-sites, etc. in Italy and abroad**
  - **More than 10,000 printed copies have been distributed so far.**



Congresso Internazionale

*La Geotermia in Italia e in Europa. Quale futuro?*

“Development of geothermal energy in Italy until 2008  
and short-term prospects”

G. Buonasorte  
Board Member of the Italian Geothermal Union



***Thank you for attention***

Ferrara, 23 Settembre 2009