



Assessing areal Geothermal Potential: a new approach and its application to southern Italy VIGOR-project regions

Eugenio Trumpy¹, Adele Manzella¹, Salvatore Monteleone², Angelo Minissale¹, Gianluca Gola¹, Raimondo Catalano², Marco Doveri¹, G. Bertini¹, Domenico Montanari¹, Serena Botteghi¹, Federica Caiozzi¹, Stefano Bellani¹, Jan Diederick van Wees³

¹ *Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG), Pisa – CNR*

² *DISTEM, Università di Palermo*

³ *TNO, Utrecht – the Netherlands*

GEOITALIA 2013: 17 Settembre – Pisa

www.vigor-geotermia.it

Consiglio Nazionale delle Ricerche
Dipartimento Terra e Ambiente



Programma Operativo Interregionale
ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO
2007 - 2013

Una scelta illuminata



Obiettivi della valutazione del potenziale regionale in VIGOR

- Valutare e quantificare il potenziale energetico profondo (> 1km) utilizzabile per diverse tecnologie
- Fornire uno strumento di conoscenza utile alle amministrazioni locali, progettisti, imprenditori, investitori, compagnie assicurative, per la pianificazione di impianti e l'individuazione delle opportunità e criticità in funzione delle peculiarità territoriali

www.vigor-geotermia.it

Consiglio Nazionale delle Ricerche
DTA



Programma Operativo Interregionale
ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO
2007 - 2013

Una scelta illuminata



L'inventario delle risorse geotermiche nazionali

Realizzato da CNR, ENEA, ENEL e ENI
Legge No 896 of **1986**.

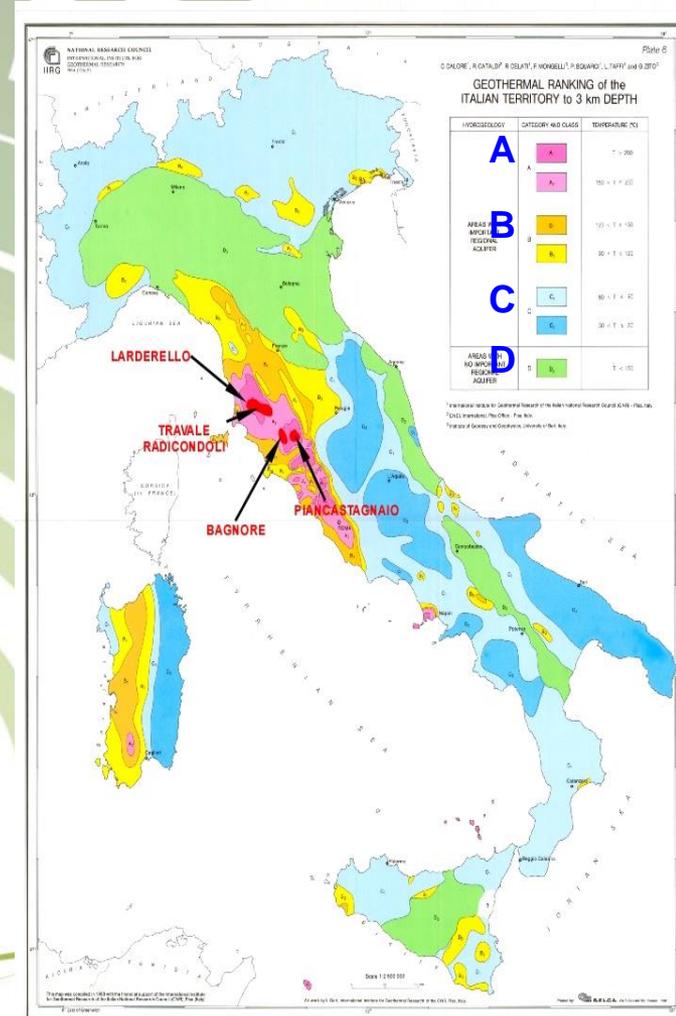
Costituito da rapporti e mappe
Il Ranking Geotermico del territorio italiano era basato sulla temperatura e sulla disponibilità del fluido

A: aree con almeno un acquifero a profondità < 3 km, e temperature > 150°C

B: aree con almeno un acquifero a profondità < 3 km, e temperature che variano tra 150 e 90 °C

C: aree con almeno un acquifero a profondità < 3 km, e temperature che variano tra 90 e 30 °C

D: aree con almeno un acquifero a profondità < 3 km, e temperature < 150°C



www.vigor-geotermia.it





VIGOR ThermoGIS

Protocollo sviluppato da **TNO** in collaborazione con i principali istituti di ricerca nell'ambito di progetti geotermici europei



Valutazione della risorsa del principale acquifero regionale per la produzione di energia elettrica, utilizzo del calore e cogenerazione

VIGOR ThermoGIS **non può** e **non vuole** sostituire l'approccio dell'esplorazione geologica

VIGOR ThermoGIS può essere utilizzato per individuare l'area su cui effettuare l'esplorazione geologica

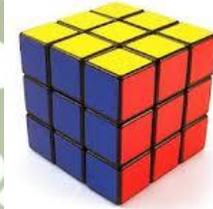
www.vigor-geotermia.it





VIGOR ThermoGIS

VIGOR ThermoGIS utilizza set di dati sia in **2D** sia in **3D**



$$\begin{array}{|c|c|} \hline 4 & 2 \\ \hline 1 & 3 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|} \hline 3 & 4 \\ \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|} \hline 7 & 6 \\ \hline 2 & 4 \\ \hline \end{array}$$

- I dati in ingresso sono il **risultato** di un lavoro congiunto di team di specialisti: geologi, idro-geologi, geo-chimici, geofisici, ...
- Utilizza il metodo del **Volume**
- Include simulazioni **Montecarlo** per considerare gli effetti dell'incertezza dei parametri idraulici
- Mappe in output: mappe di **temperature** @ varie profondità, **potenziale tecnico** per la produzione di energia elettrica e per gli usi diretti del calore



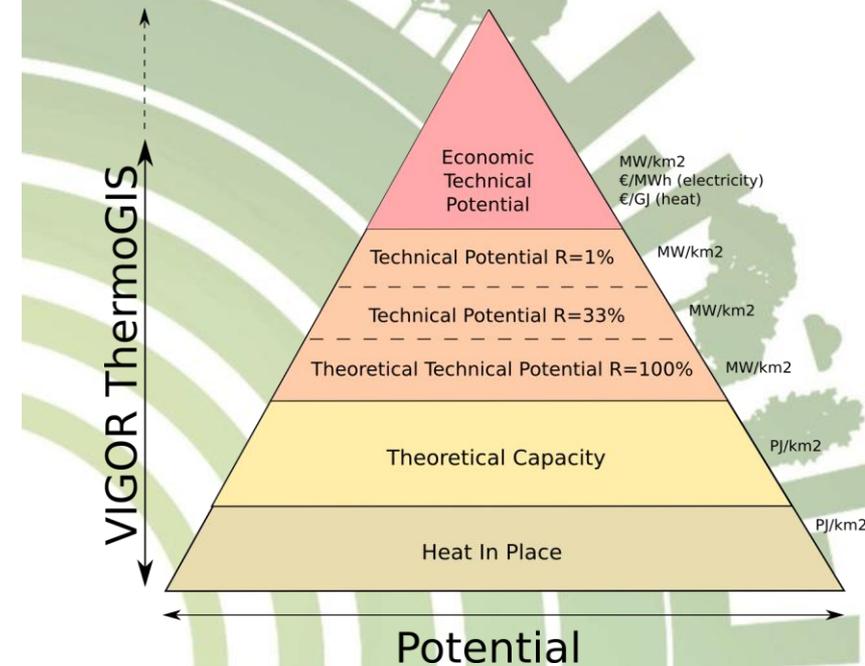
www.vigor-geotermia.it





VIGOR ThermoGIS

- ✓ Potenziale Tecnico Economico (**MW/km²**, potenziale con **LCOE** < soglia =200 €/MWh per elettricità e 9€/GJ per calore)
- ✓ Potenziale geotermico per diversi fattori di recupero (**MW/km²**)
- ✓ Energia termica producibile per tipo tecnologia (H x efficienza, **PJ/km²**)
- ✓ Massima energia termica teoricamente estraibile per unità di volume di sottosuolo (in serbatoio, **PJ/km²**)



www.vigor-geotermia.it





VIGOR ThermoGIS

La regione Sicilia e Puglia

Il sottosuolo è rappresentato da un voxel 3D

La risoluzione orizzontale è di 1000 m mentre la risoluzione verticale è di 100 m

□ Data input:

- Caratteristiche Geometriche del **reservoir** (top, base sotto il livello del mare)
- Modello di distribuzione della **Temperature** (voxel temperatura)
- **Permeabilità** del reservoir (mD)
- Temperatura media dell'aria (°C)
- Parametri:
 - Reservoir (es. capacità termica roccia, densità roccia, capacità termica acqua,..)
 - Doublet (e.g. distanza pozzi, ...)
 - Temperatura di produzione e di reiniezione applicazione
 - Economici (es. well cost scaling, O&M, fiscali,...)

www.vigor-geotermia.it





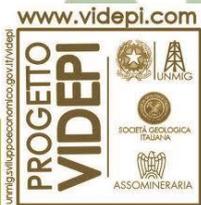
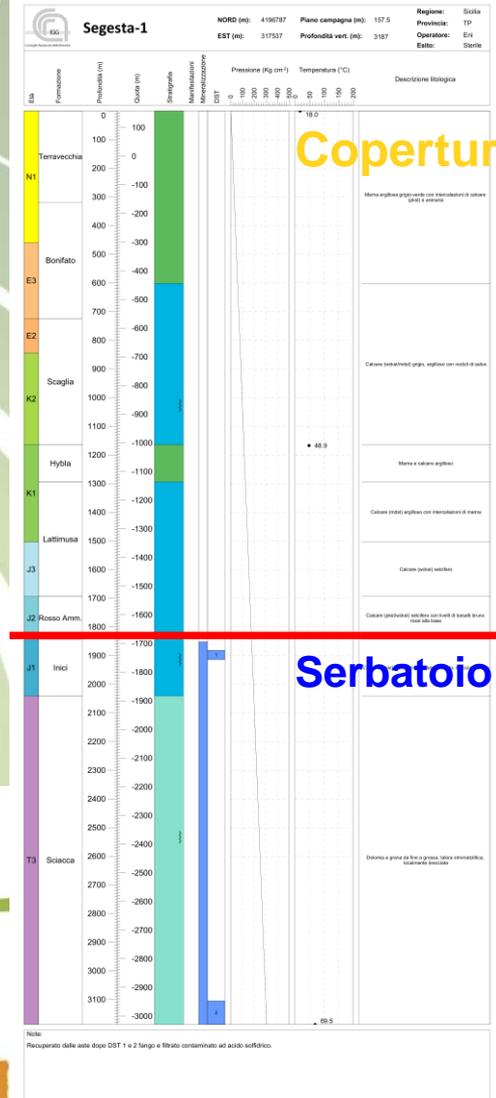
VIGOR ThermoGIS

La regione Sicilia

Geometria serbatoio

Data input:

- ✓ Carte Geologiche & Idro-geologiche
- ✓ Sezioni Geologiche & Idro-geologiche
- ✓ Sezioni Sismiche
- ✓ Lito-stratigrafie di pozzi per idrocarburi
- ✓ Dati e info dalla letteratura



www.vigor-geotermia.it

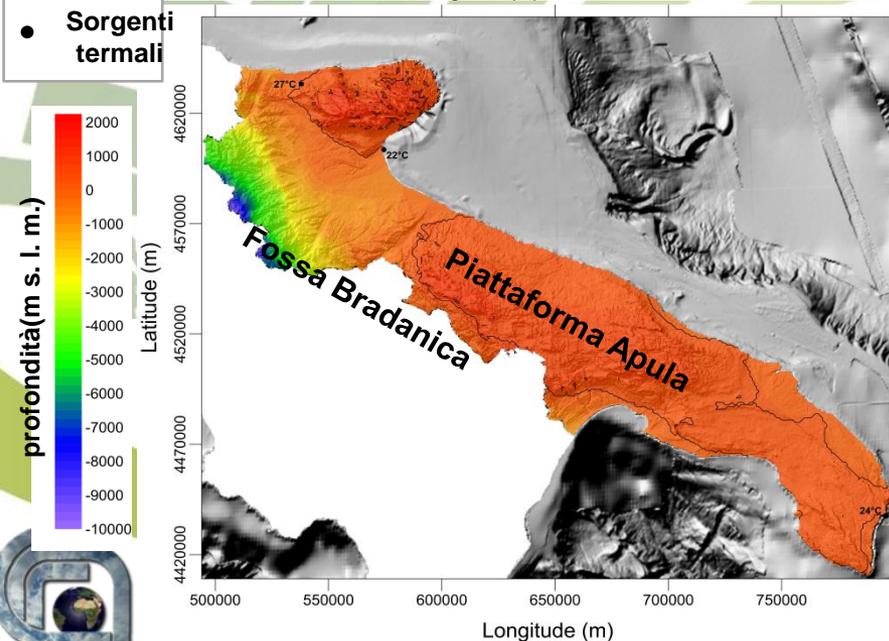
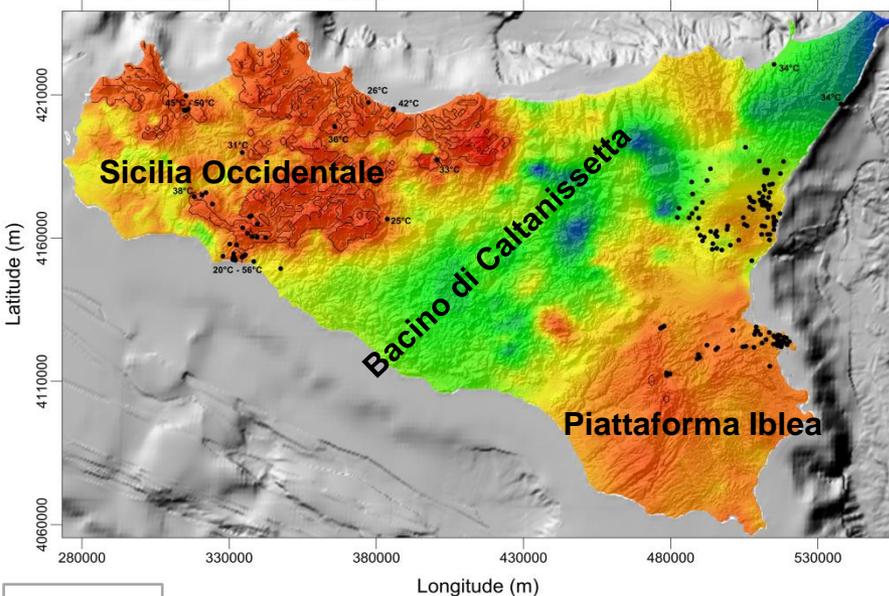


UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



QUADRO STRATEGICO NAZIONALE

Ricostruzione del Top del serbatoio geotermico



- Presentiamo qui i casi della regione Sicilia e Puglia
- La valutazione è focalizzata sulle risorse geotermiche profonde (sistemi idrotermali) fino ad una **profondità di 5 km**
- Il acquifero regionale principale si trova nelle unità carbonatiche Mesozoiche
- I dati di pozzo e le sezioni sismiche interpretate permettono di definire a scala regionale il top del serbatoio carbonatico

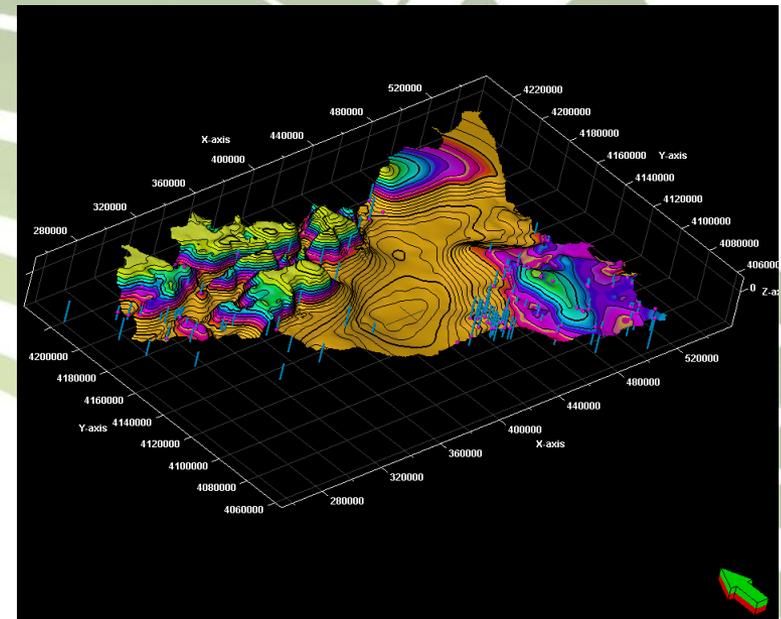
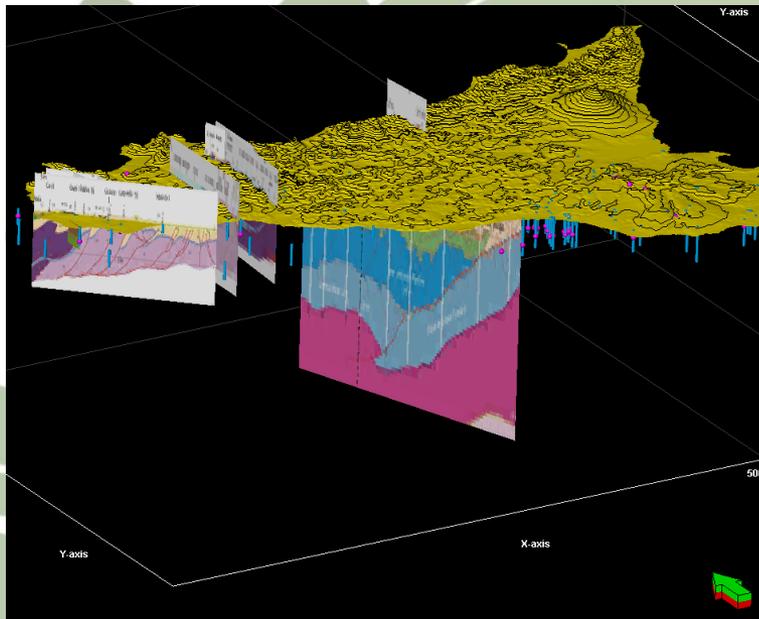
ia.it



VIGOR ThermoGIS

La regione Sicilia

Geometria Serbatoio



Data output: ascii file del top reservoir

www.vigor-geotermia.it

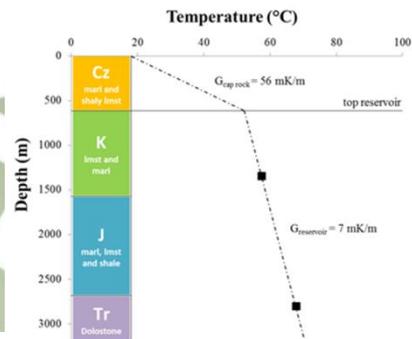


Programma Operativo Interregionale
ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO
2007 - 2013

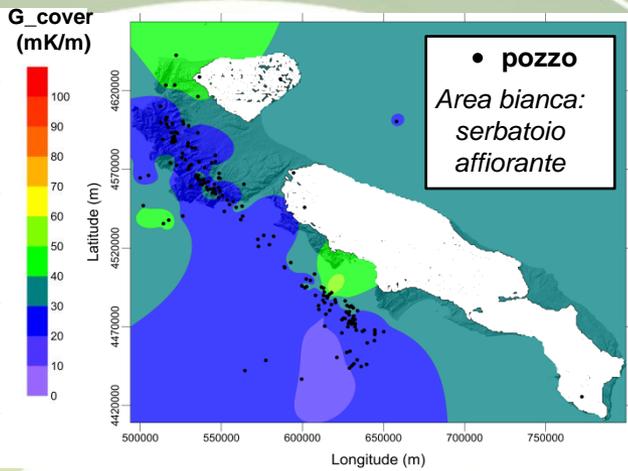
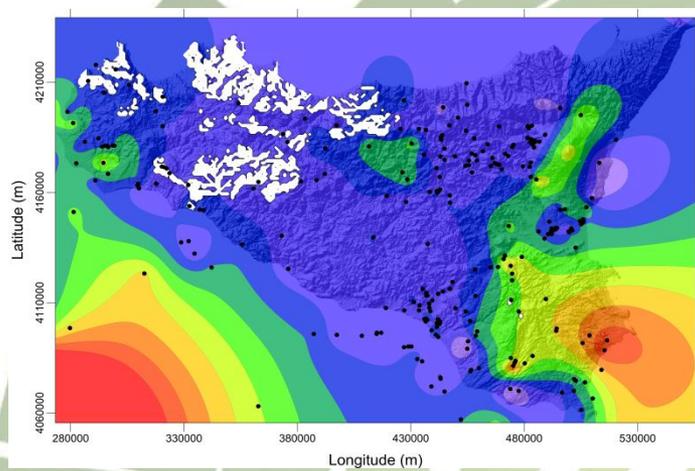
Una scelta illuminata

Gradienti geotermici dedotti da dati di pozzo

I dati di temperatura, analizzati pozzo per pozzo con le informazioni lito-stratigrafiche, hanno permesso di descrivere l'aumento di temperatura con la profondità sia nelle unità della copertura impermeabile che in quelle del serbatoio potenziale



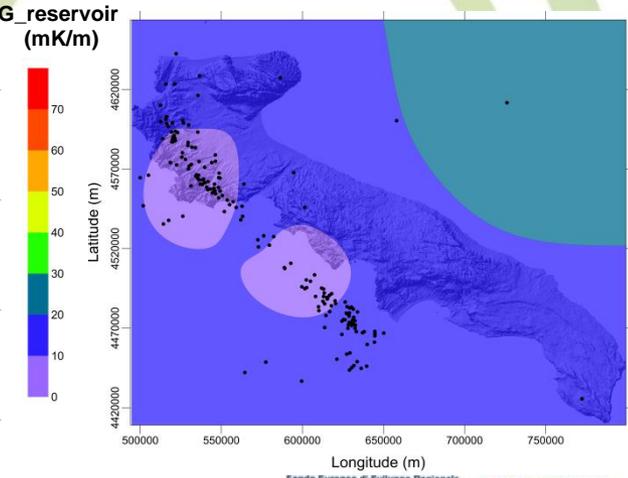
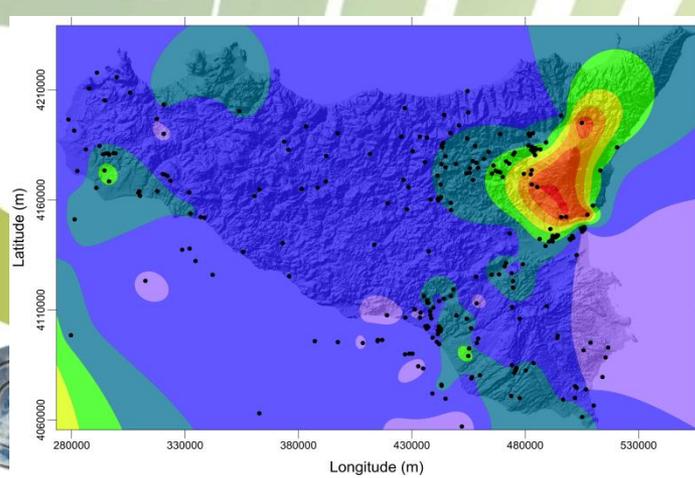
c
o
p
e
r
t
u
r
a



Esempio: pozzo Segesta 1 (Sicilia)
Sistemi Idrotermali convenzionali:

- Nelle **coperture** l'alto **gradiente** termico implica la predominante presenza di trasferimento di calore per conduzione
- La temperatura nel **serbatoio** carbonatico mostra un **basso gradiente** geotermico dove la componente convettiva del trasferimento di calore non è trascurabile

s
e
r
b
a
t
o
i
o



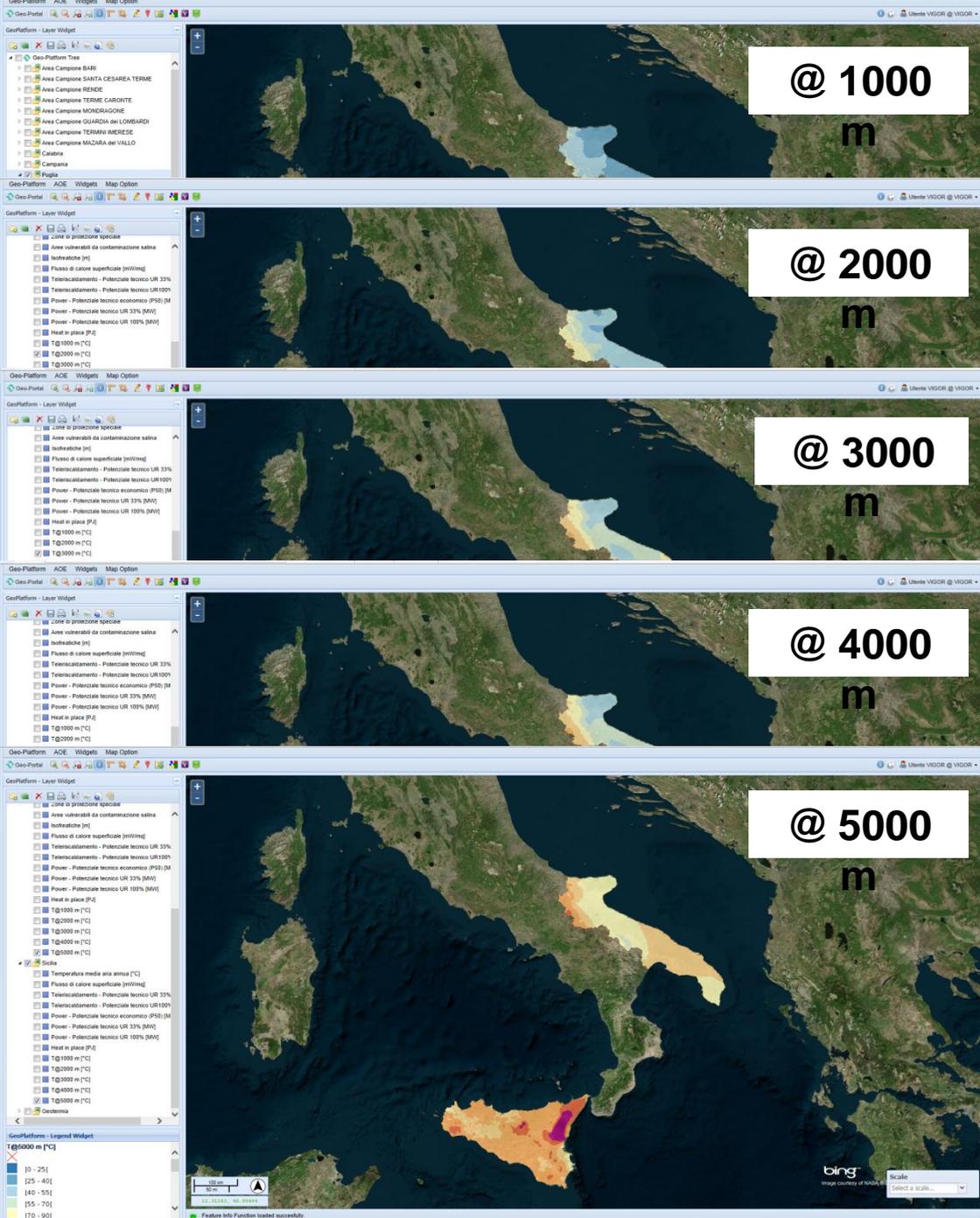
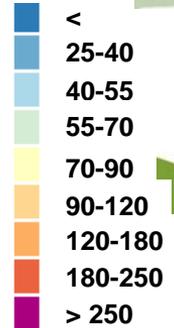
Distribuzione delle Temperature

www.vigor-geotermia.it/geo-portal/



Il calcolo del potenziale utilizza in input il modello termico realizzato, dalla superficie topografica fino a 5km di profondità (s.l.m.)

T (°C)



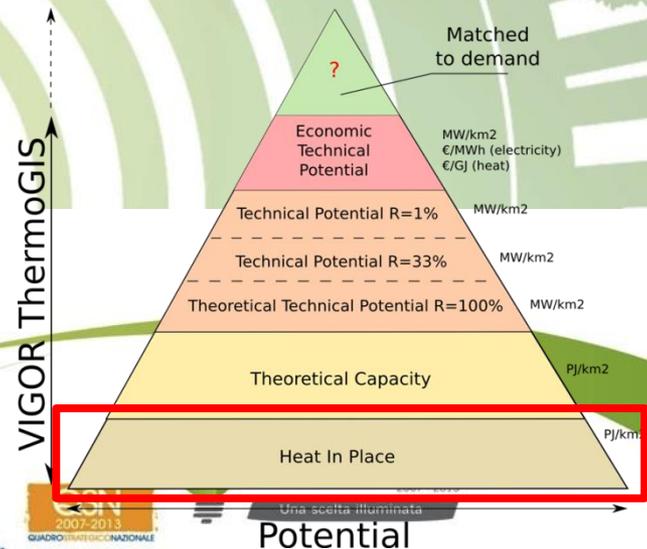
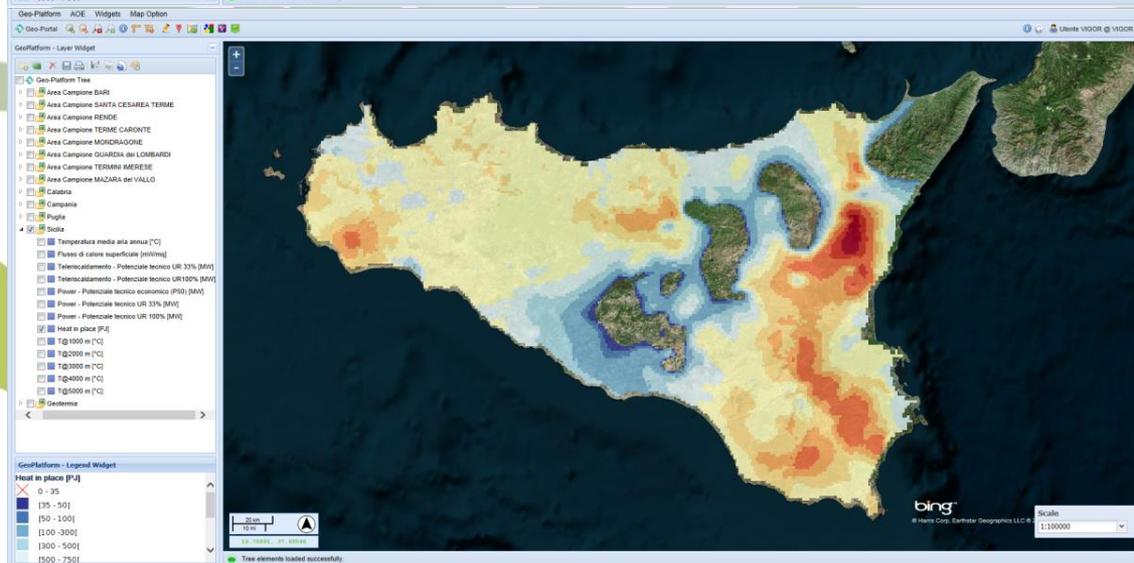
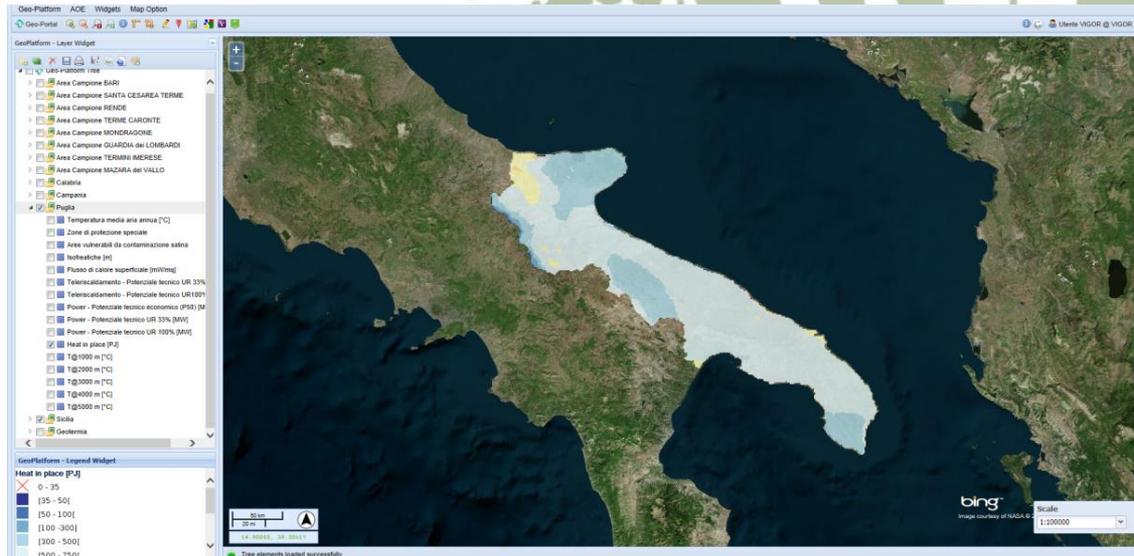
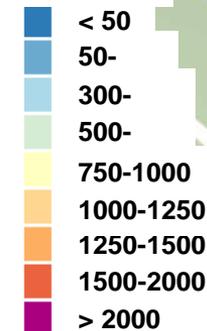


Calore in posto

Il calore in posto (HIP) è calcolato come l'energia termica disponibile nel sottosuolo (serbatoio). Il calcolo per ogni unità di volume della griglia è dato da:

$$HIP [PJ] = V \times (\rho c)_{rock} \times (T - T_o) 10^{-15}$$

HIP (PJ)

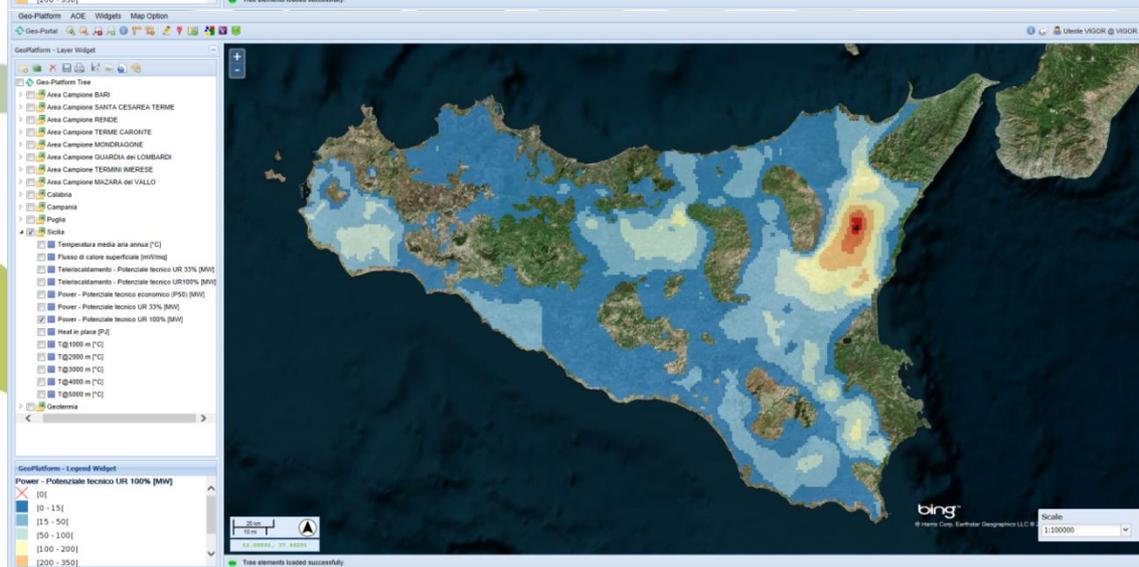
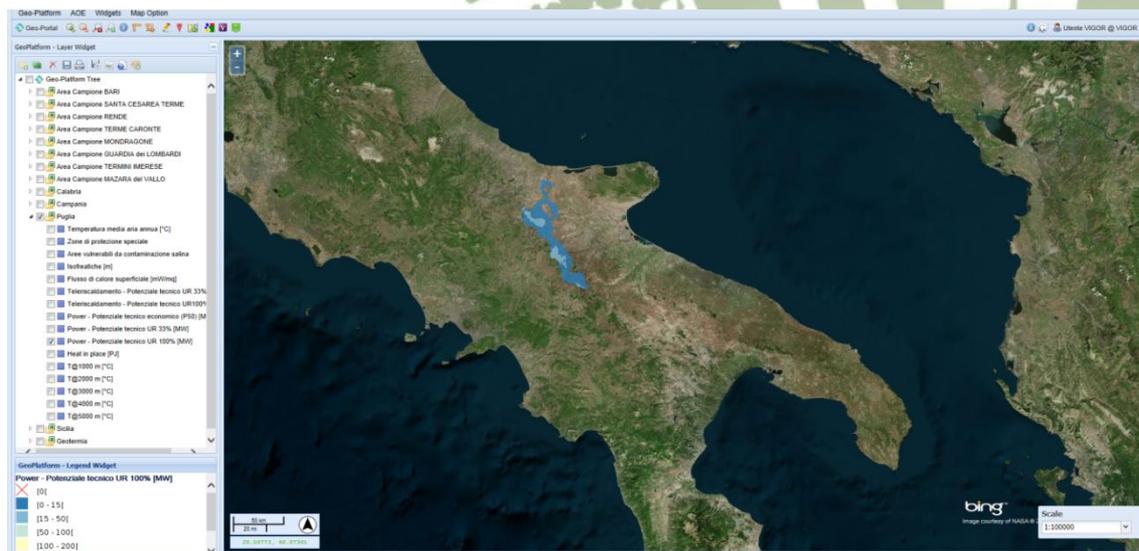


Dalla Capacità teorica al potenziale tecnico teorico



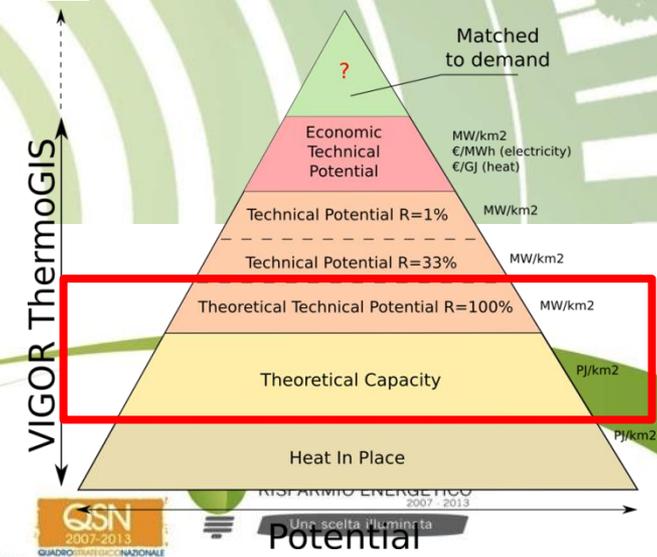
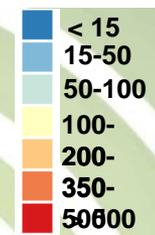
La capacità teorica (TC) è il calore in posto utilizzato dall'applicazione e dipende dall'efficienza (η) e dalla temperatura di re-iniezione.

Il potenziale tecnico (TP) indica l'energia geotermica estraibile attesa [MW] e assume che la risorsa sarà sfruttata in un periodo di 30 anni.



Energia elettrica (Impianto binario)	
Temperatura minima	120 °C
Temperature di re-iniezione	97 °C

TP (MW)

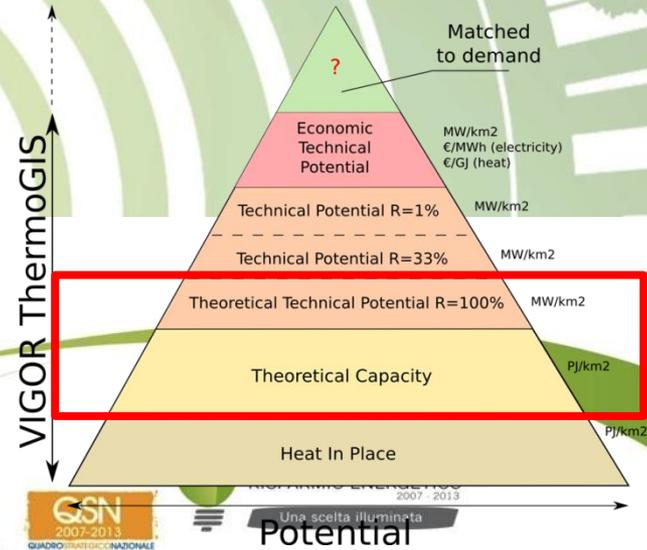
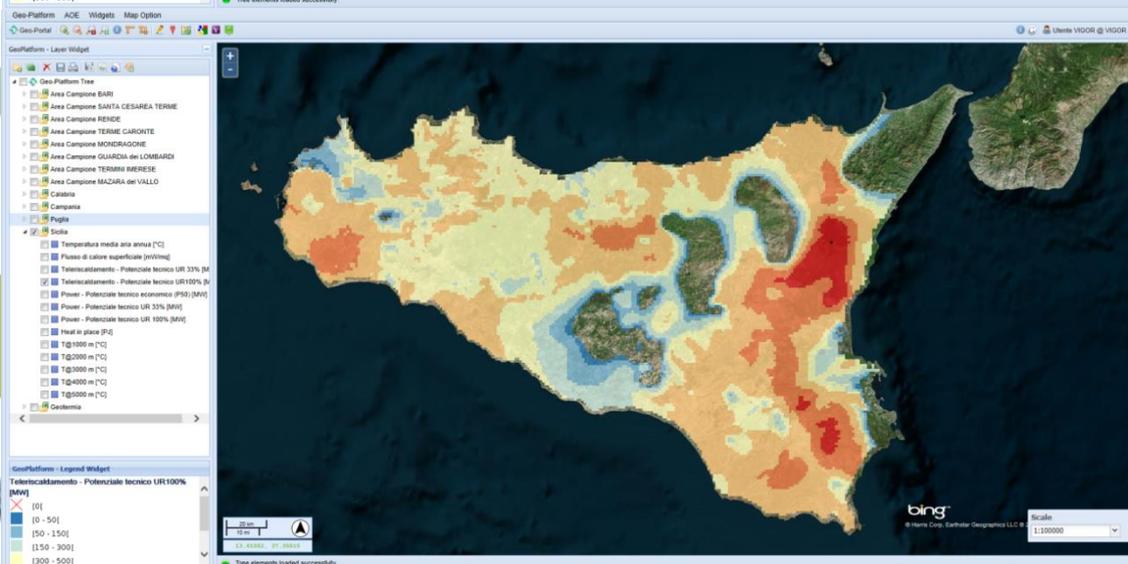
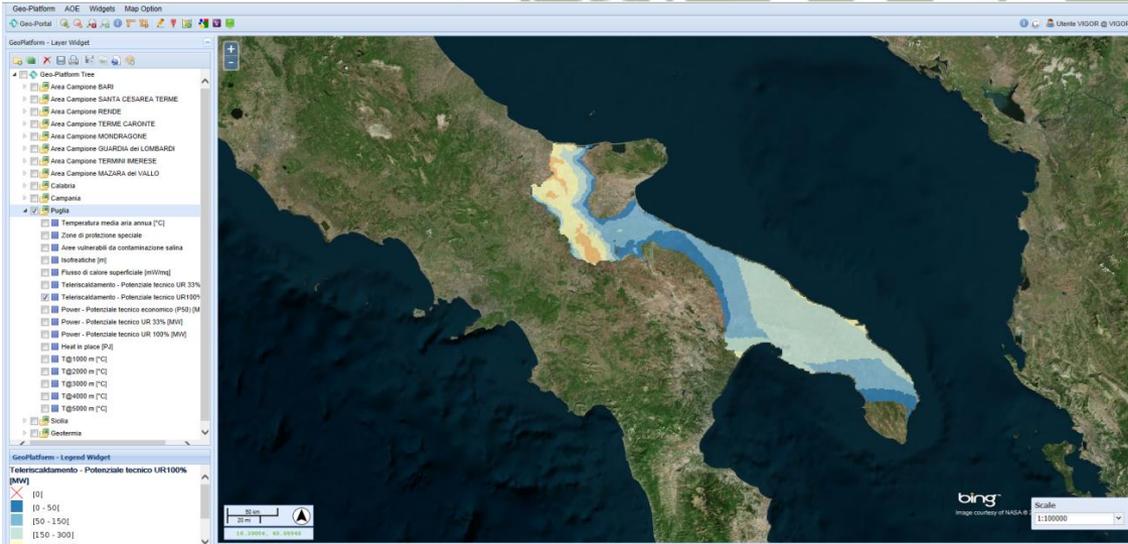
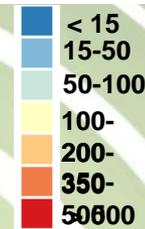


Dalla Capacità teorica al potenziale tecnico teorico



Teleriscaldamento -raffrescamento	
Temperatura minima	80 °C
Temperature ire-iniezione	40 °C

TP (MW)



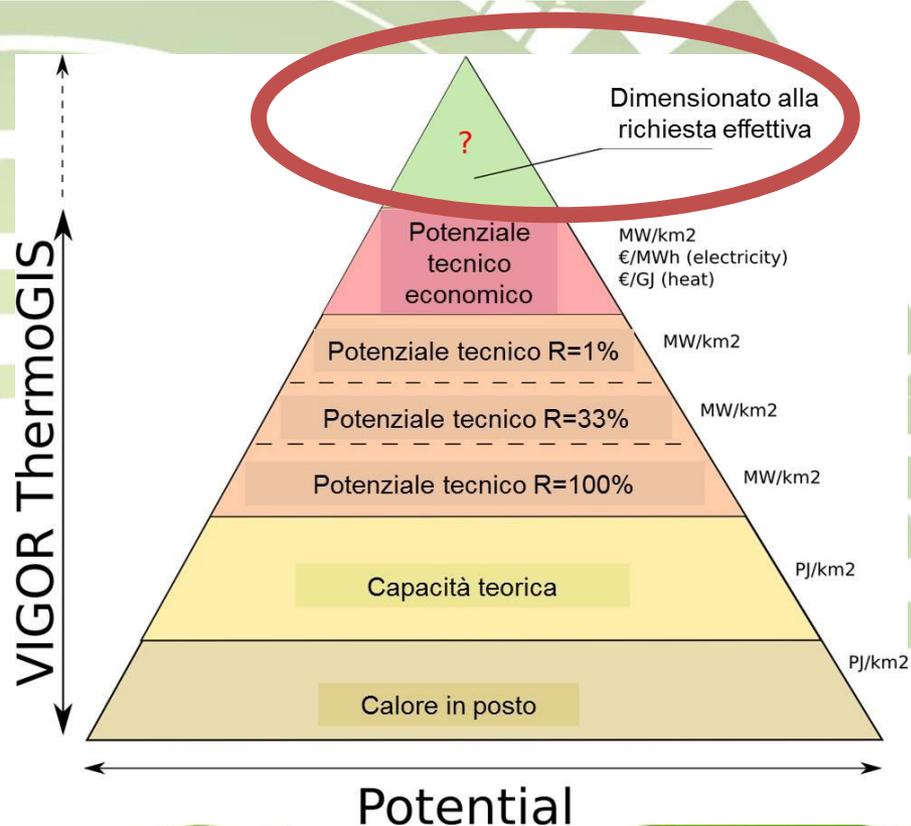


Mappe di valutazione del potenziale e fabbisogno energetico in VIGOR

Confronto tra richiesta energetica (elettrica e termica) e la risorsa potenzialmente utilizzabile

Valutazione della risorsa:

- I risultati ottenuti sono utili per pianificare e sviluppare applicazioni geotermiche a scala regionale e nazionale
- VIGOR ThermoGIS può essere utilizzato per focalizzare l'esplorazione geotermica
 - Puglia: Fossa Bradanica
 - Sicilia: Settore occidentale, Bacino di Caltanissetta, Piattaforma Iblea, Mt.Etna



www.vigor-geotermia.it



Consiglio Nazionale delle Ricerche
DTA



Programma Operativo Interregionale
ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO
2007 - 2013

Una scelta illuminata



Eugenio Trumpy
e.trumpy@igg.cnr.it

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

www.vigor-geotermia.it



Programma Operativo Interregionale
**ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO**
2007 - 2013

Una scelta illuminata