

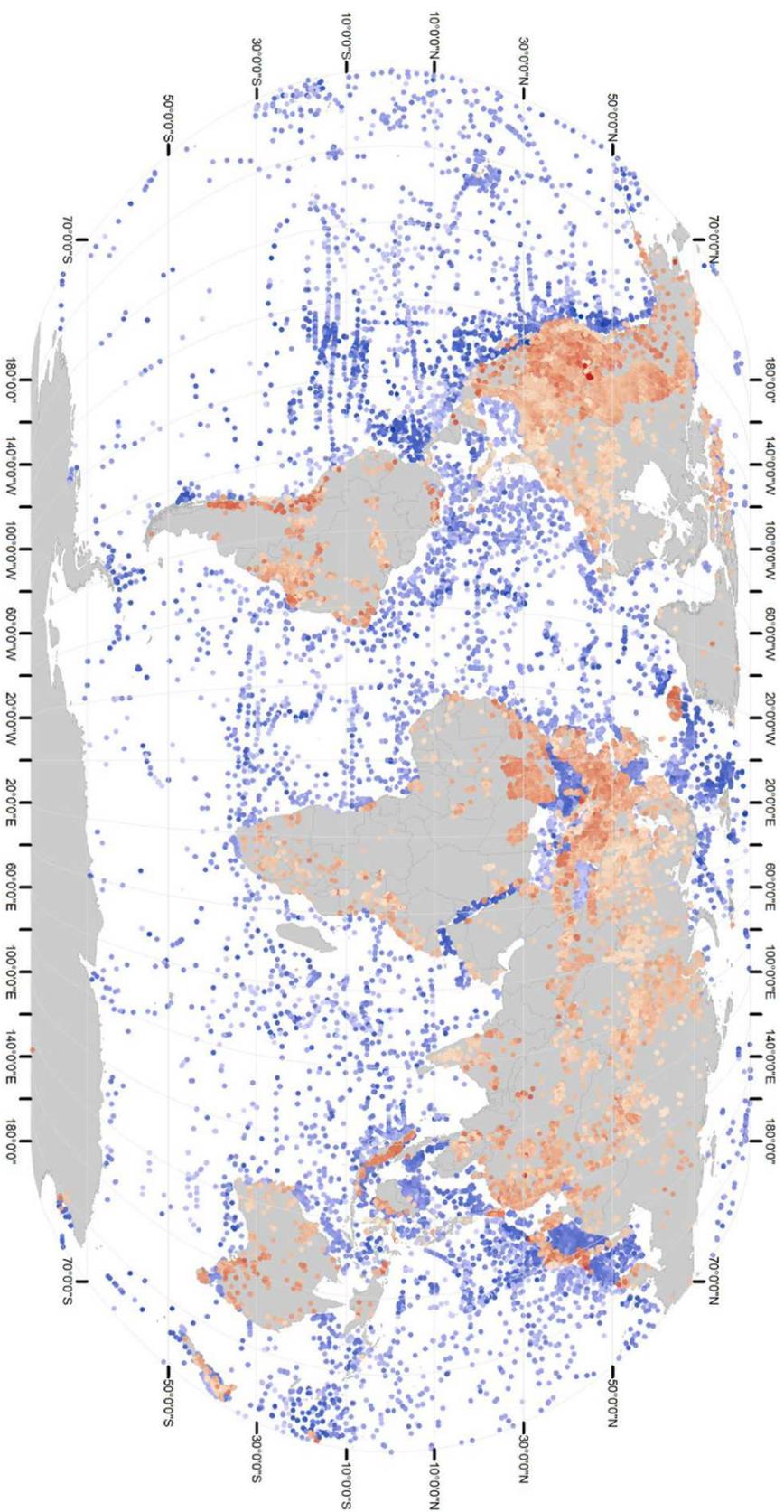
# POTENZIALITA' DELLA GEOTERMIA *OFFSHORE* PER I MARI ITALIANI: DALLA VISIONE ALLA PROGETTUALITA'

Diego Paltrinieri

*ACCELERARE LA TRANSIZIONE ENERGETICA NELLE ISOLE MINORI*

**GREEN SALINA ENERGY DAYS 30 – 31 maggio 2023**

## The Global Heat Flow Database: Update 2023 (<https://doi.org/10.5880/figeo.2023.008>)



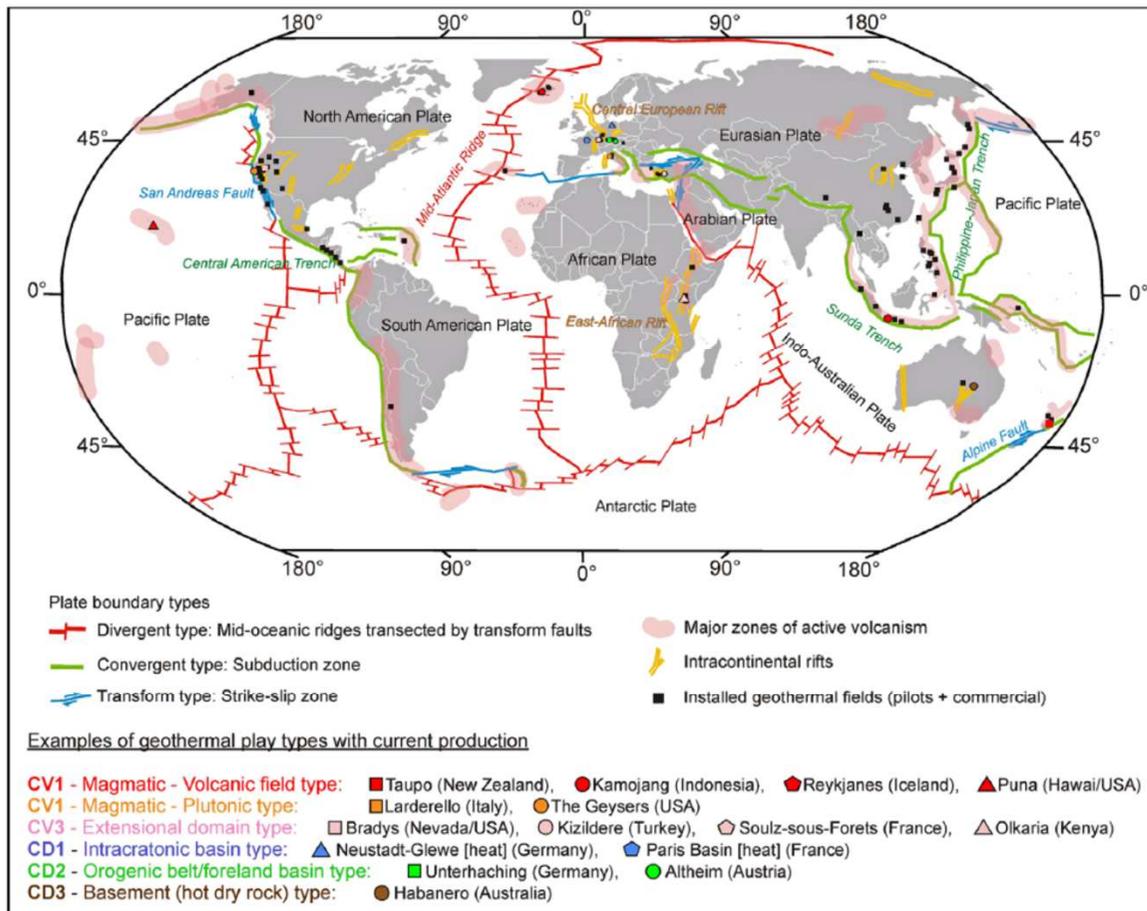
UNIONE EUROPEA



CLEAN ENERGY  
FOR EU ISLANDS



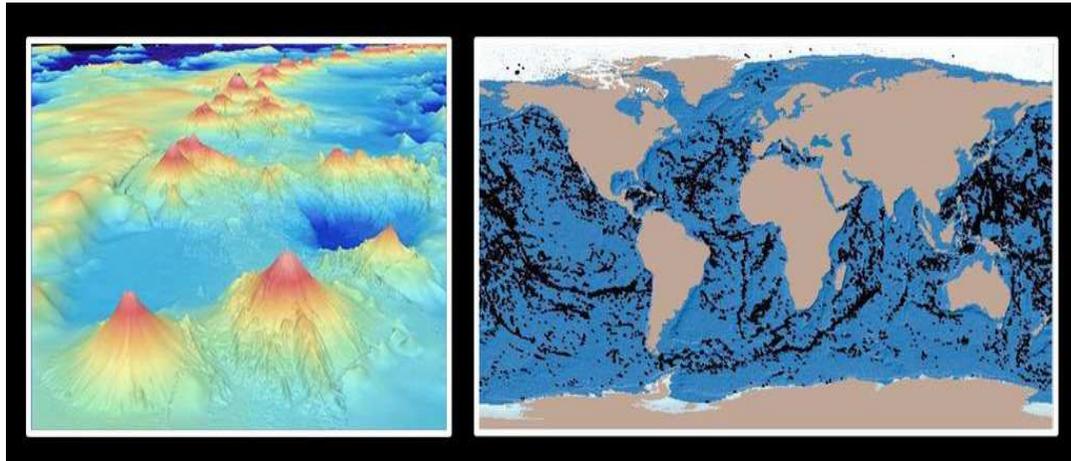
# CATALOGO DEI SISTEMI GEOTERMICI BASATI SUL CONTESTO GEOLOGICO-STRUTTURALE



1	<b>Volcanic field type</b>	<b>Plutonic type</b>	<b>Extensional domain type</b>
2	Java-Kamojang	Larderello	Bradys (Basin and Range)
3	Magmatic arcs Mid oceanic ridges Hot spots	Young orogens Post-orogenic phase	Metamorphic core complexes Back-arc extension Pull-apart basins Intracontinental rifts
4	Magma chamber, intrusion	Young intrusion+extension	Thinned crust → elevated heatflow
4	Active magmatism (volcanism)	Recent plutonism	Active extensional domain
5	← <b>Convection dominated systems</b> →		
6	<b>Fault controlled</b> <b>Magmatic</b>		
6	+	+	+

Inga S. Moeck, 2014

## CATALOGO DEI SEAMOUNTS SOTTOMARINI A SCALA GLOBALE – OLTRE 45.000 STRUTTURE SUI FONDALI MARINI



Source: NOAA and Texas A&M University

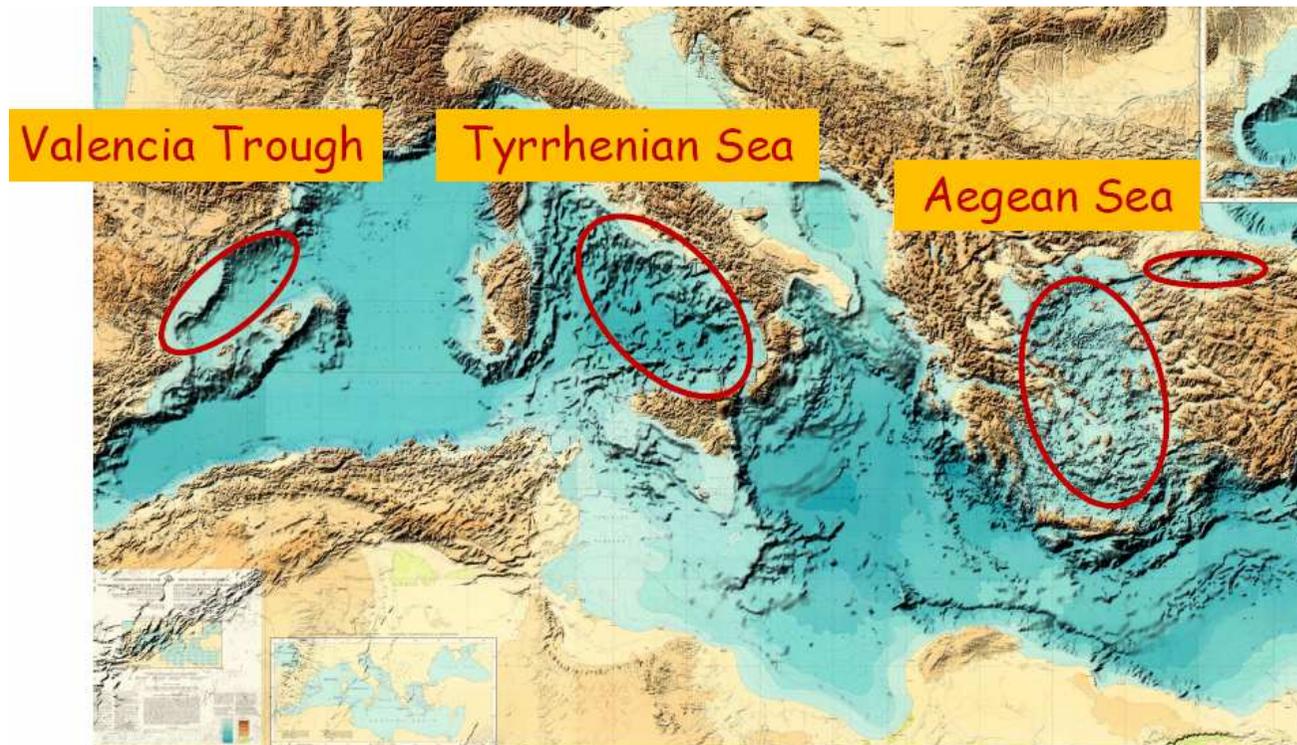
Marine Biomes		Terrestrial Biomes <sup>c</sup>	
Continental Shelves <sup>d</sup>	24,287,000	Warm desert	24,279,843
Small seamounts <sup>e</sup>	18,807,821 <sup>j</sup>	Tundra	22,017,390
Large seamounts <sup>e</sup>	10,079,658 <sup>k</sup>	Tropical dry forest	17,312,538
Wetlands <sup>f</sup>	9,542,124	Temperate needle-leaf forest	15,682,817
Seagrasses <sup>g</sup>	600,000	Temperate broad-leaf forest	11,216,659
Coral Reefs <sup>h</sup>	255,000	Tropical humid forest	10,513,210
Mangroves <sup>g</sup>	180,000	Temperate grassland	8,976,591
Beaches <sup>i</sup>	35,600	Lakes	517,695
	57,644,581 km <sup>2</sup>		110,516,743 km <sup>2</sup>

(a) Earle and Glover (2008). (b) World Almanac, 2006. (c) Udvardy (1975). (d) Burke et al. (2001). (e) This study. (f) Darras et al. (1998). (g) Groombridge and Jenkins (2002). (h) Spalding and Grenfell (1977). (i) This study, using a global coastline of 356,000 km (from CIA, 2008) and 0.1-km average beach width. (j) Total basal area of 33,000 hypothetical seamounts 1000–1500 m in relief with height/radius = 0.088 (derived from Wessel, 2001). (k) Total basal area of 11,880 unique seamounts (> 1.5 km in relief) assuming radial symmetry of seamount features. Basal radius estimates were derived from a vertical gravity gradient (Wessel and Lyons, 1997), and used to estimate basal area using the formula for circular area =  $\pi r^2$ .

## PERCHE' LA GEOTERMIA MARINA ?

- ✓ La maggior parte delle aree a maggior potenziale geotermico è localizzata a mare;
- ✓ Le condizioni geologiche a mare favoriscono alti gradienti geotermici con sistemi idrotermali attivi – sistema convettivo/fluidi supercritici ( $>100^{\circ}\text{C}/\text{Km}$ );
- ✓ L'acqua di mare + copertura sedimentaria garantiscono le condizioni di alta P e alta T dei reservoirs (fluidi supercritici) e forniscono la ricarica;
- ✓ I sistemi geotermici marini sono «sistemi aperti», quindi l'interazione con l'ambiente marino è naturale
- ✓ Non vi è la necessità di reiniezione dei liquidi, con le note problematiche connesse
- ✓ La coltivazione dei fluidi geotermici consente una riduzione del rischio sismico e vulcanico (serie storiche toscane)
- ✓ Ridotta (naturale) o nulla emissione di CO<sub>2</sub>
- ✓ Implementazione di una rete di monitoraggio multiparametrica
- ✓ I Fluidi ad alta entalpia permettono una produzione ad alta resa: fattore 10 rispetto ai pozzi geotermici tradizionali
- ✓ Le tecnologie di perforazione offshore, anche ad alte temperature e pressioni, sono già mature e disponibili
- ✓ La produzione avviene a ciclo continuo h24 ed in ogni condizione ambientale senza impatti di tipo sociale
- ✓ Possibile coltivazione di elementi chimici strategici presenti nei fluidi idrotermali (coltivazione mineraria)
- ✓ Nessun consumo di suolo

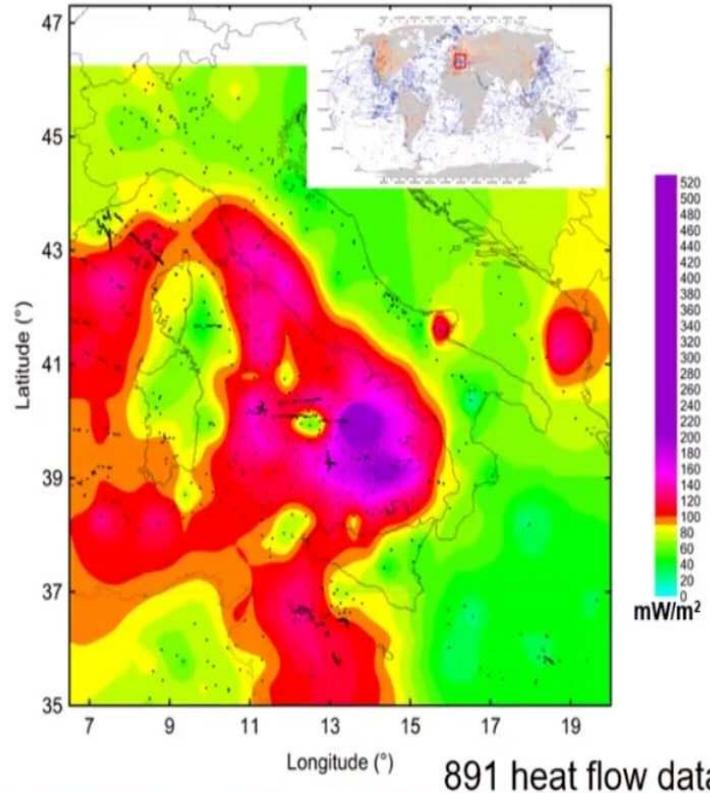
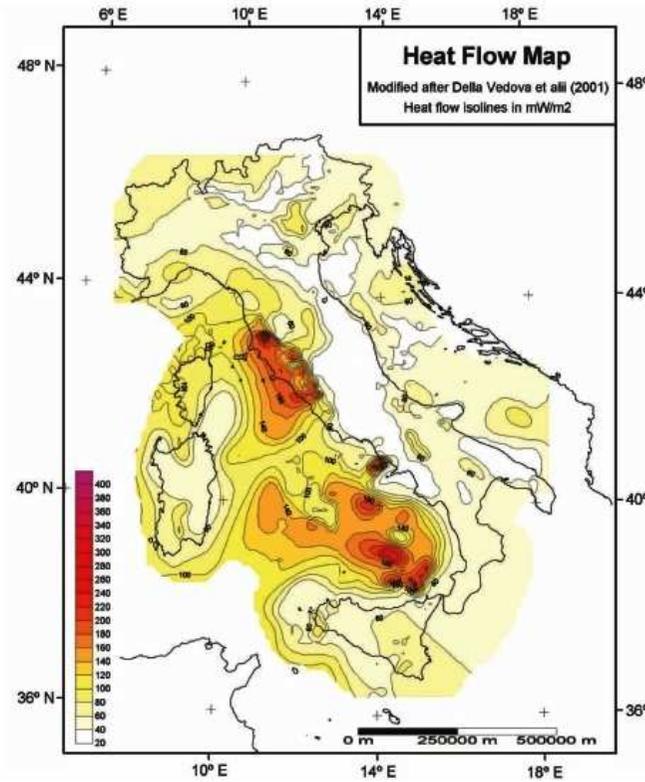
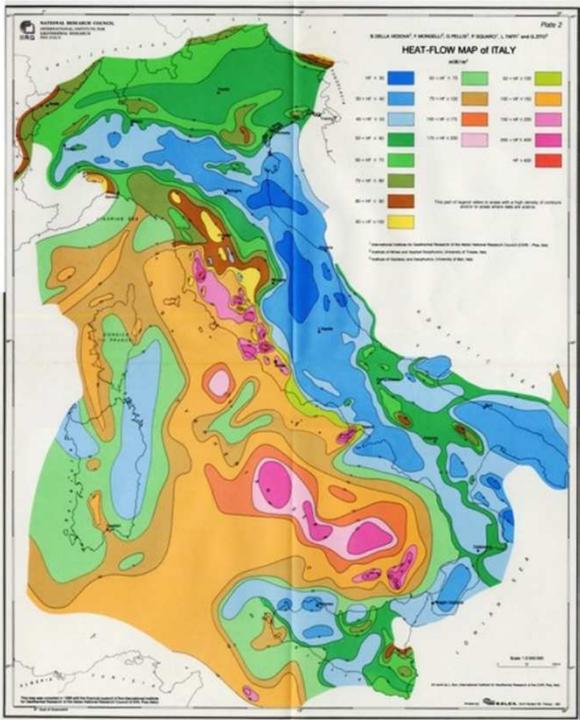
## MEDITERRANEO: AREA DI GRANDE POTENZIALITA' GEOTERMICA OFFSHORE



TP – GEOELEC/ RHC - Deep Geothermal ( EGEC : European Geothermal Energy Council )

# MAPPE DEL FLUSSO DI CALORE CONDUTTIVO NEL TERRITORIO ITALIANO

b1



D. Paltrinieri – Potenzialità della geotermia offshore  
GREEN SALINA ENERGY DAYS 30 – 31 maggio 2023

## Diapositiva 7

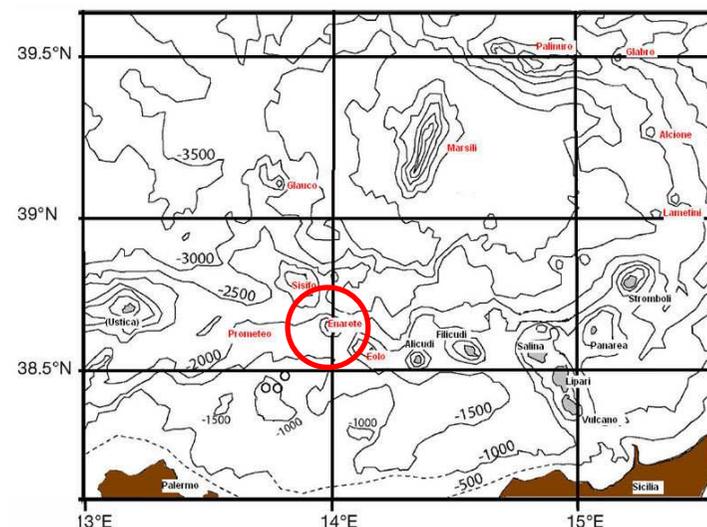
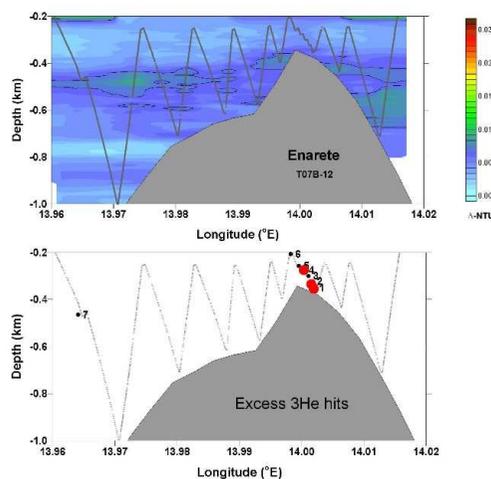
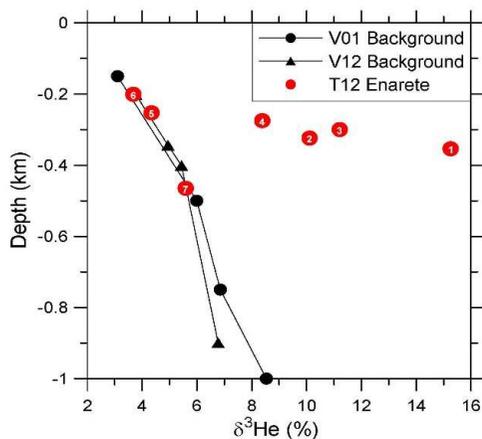
---

**b1**      includer le referenze delle 3 mappe  
boma; 27/05/2023

## SISTEMI IDROTERMALI NEL TIRRENO MERIDIONALE

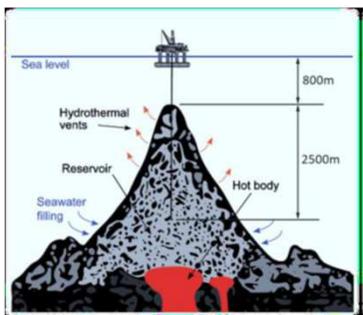
Presenza di sistemi idrotermali attivi in tutti i *seamount*

(ad es., ENARETE *seamount*)



After Lupton, de Ronde, Sprovieri, Baker, Bruno, Italiano, et al. (2011) Active Hydrothermal Discharge on the Submarine Aeolian Arc: New Evidence from Water Column Observations. *Jour. Geophys. Res.*, 116, B02102, doi:10.1029/2010JB007738

## SEAMOUNTS TIRRENO MERIDIONALE



CORPI MAGMATICI

ROCCE BASALTICHE  
FRATTURATE

ACQUA MARINA

DEPOSITI IDROTERMALI

SELF SEALING



## SISTEMA GEOTERMICO

SORGENTE DI CALORE  
(HEAT SOURCE)

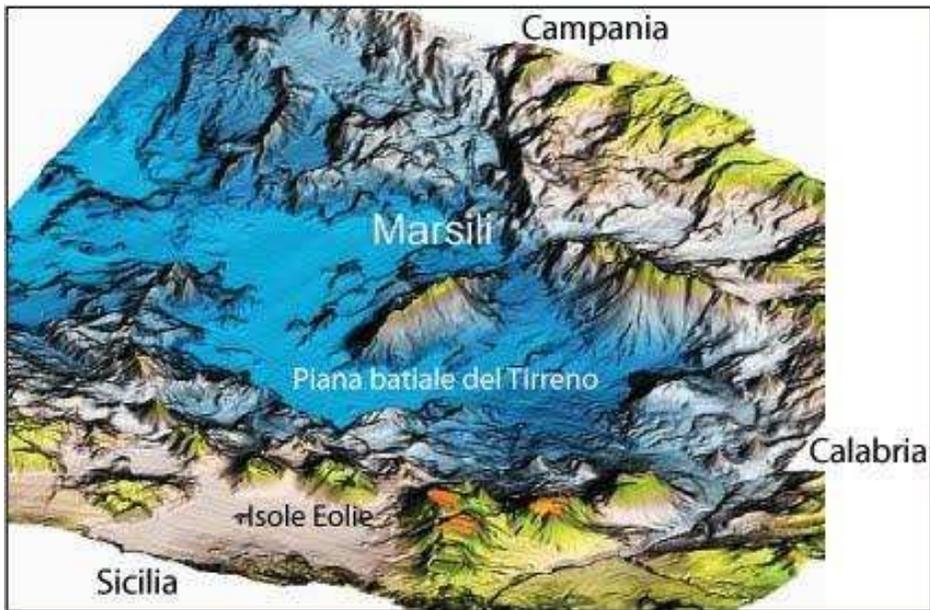
SERBATOIO DI ROCCE PERMEABILI  
(RESERVOIR) + FLUIDO GEOTERMICO

RICARICA

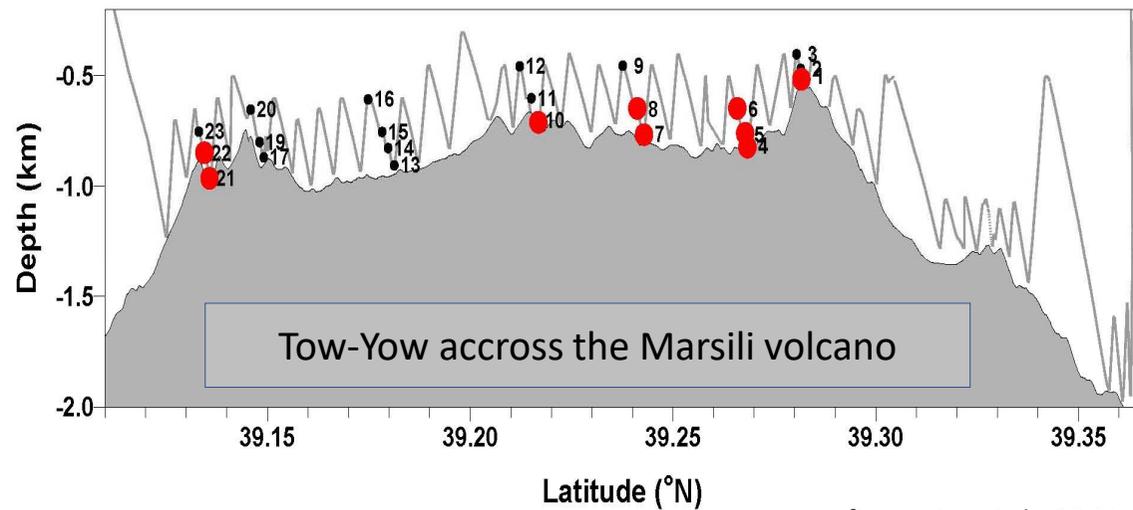
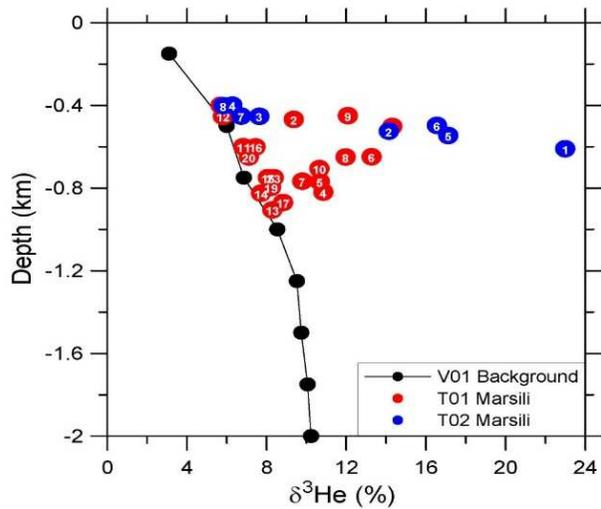
COPERTURA IMPERMEABILE  
(CAP ROCK)

QUANTITA' RELATIVAMENTE BASSA DI  
SALI DISCIOLTI CON BASSA ACIDITA'

## LE POTENZIALITA' DEL MARSILI SEAMOUNT



## SISTEMI IDROTERMALI ATTIVI LUNGO TUTTO IL SEAMOUNT MARSILI

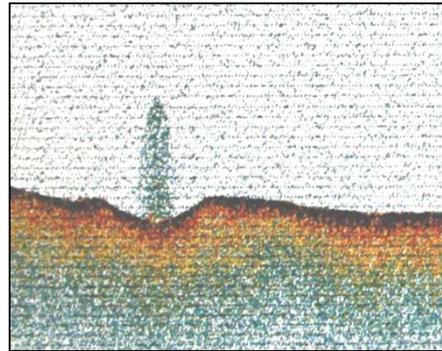


After Lupton et al, JGR 2011

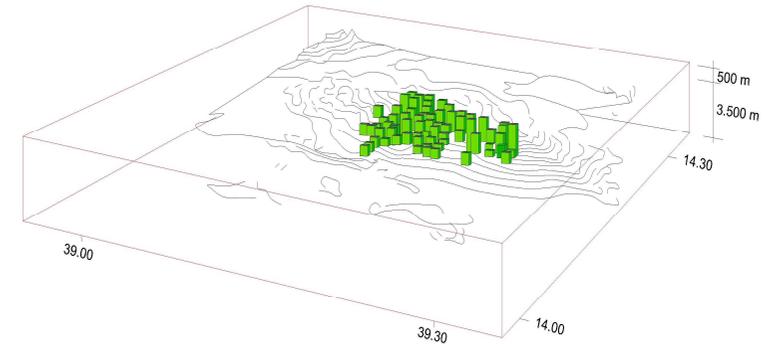
# SISTEMA GEOTERMICO DEL MARSILI : LE CONOSCENZE ACQUISITE



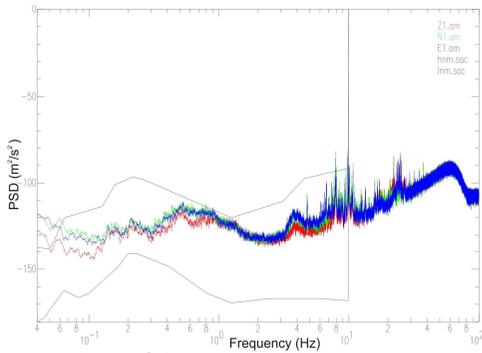
**Depositi Idrotermali**  
rilevati sulla cresta del vulcano, con permeabilità estremamente basse



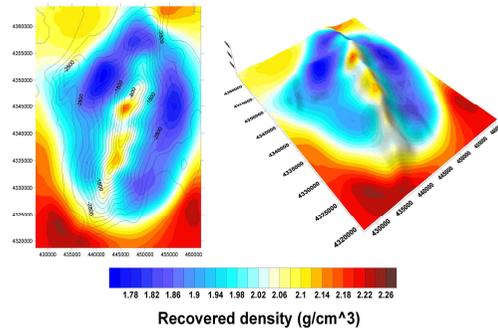
**Manifestazioni Idrotermali**  
Emissione di fluidi (*vent*) a 2200 m



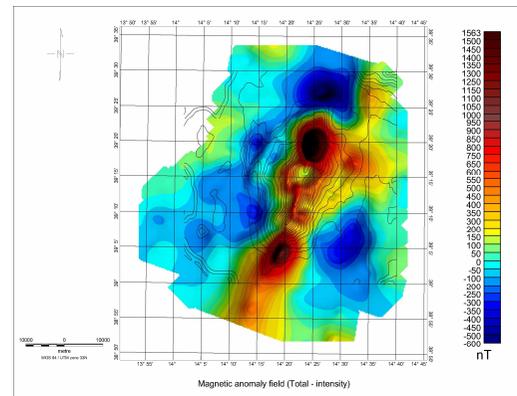
**Modello di inversione 3D del campo delle anomalie magnetiche con ricostruzione geometrica del reservoir geotermico del Marsili**



**Attività Idrotermale** che genera segnale sismico ad alta frequenza (tipico di campi geotermici)



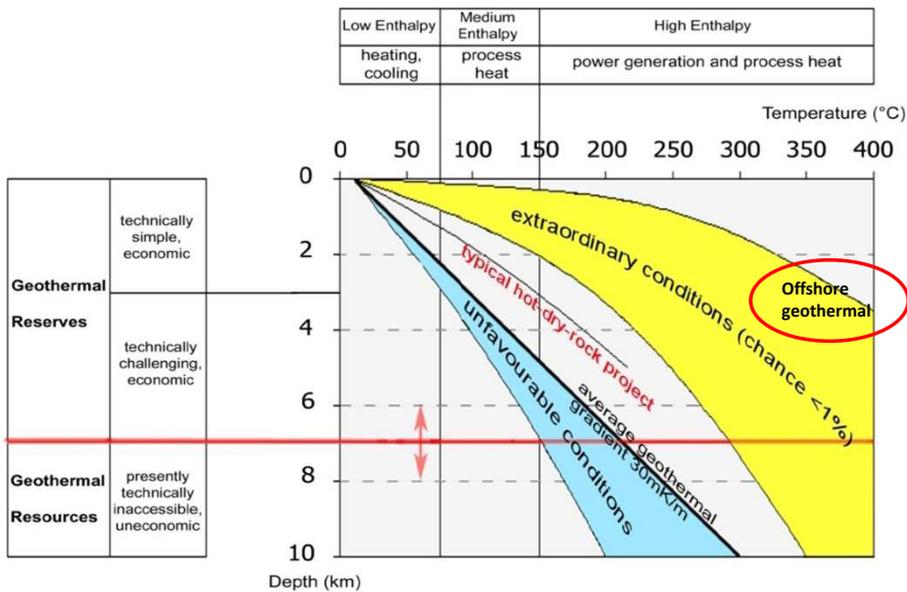
**2 T/m<sup>3</sup>**  
densità media del vulcano (30% in meno delle rocce vulcaniche)



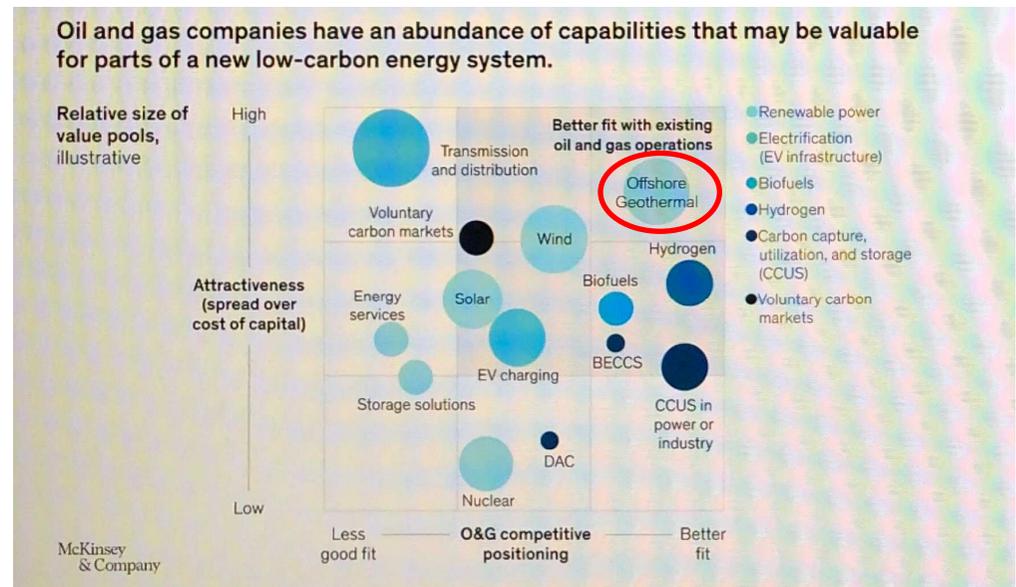
**Profondità media dell'isoterma di Curie calcolata: 4 km sotto il livello del fondo marino**

Italiano et al., 2014  
Paltrinieri et al., 2022

# CONDIZIONI TECNICHE ED ECONOMICHE PER LA COLTIVAZIONE DEI CAMPI GEOTERMICI OFFSHORE



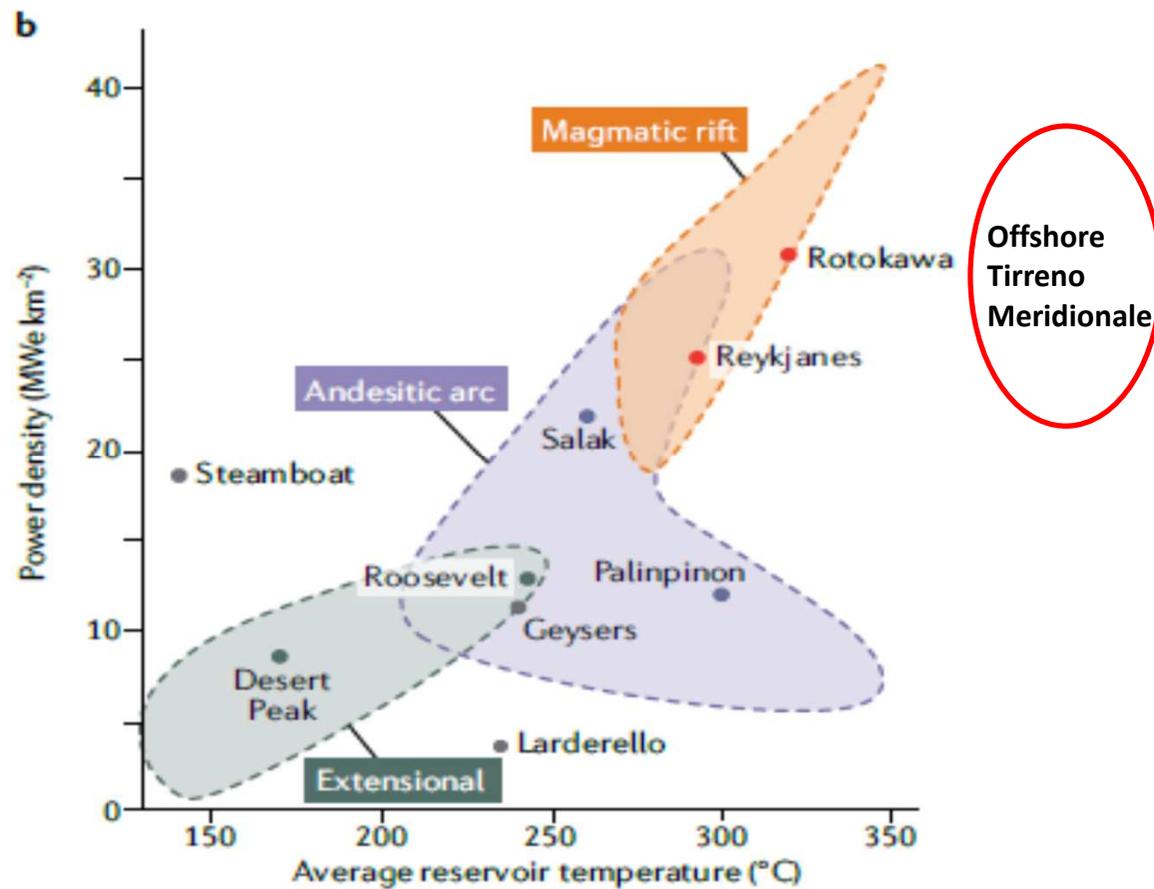
(Modified after B. Cociancig)



«The big choices for oil and gas in navigating the energy transition» -- Report McKinsey modificato

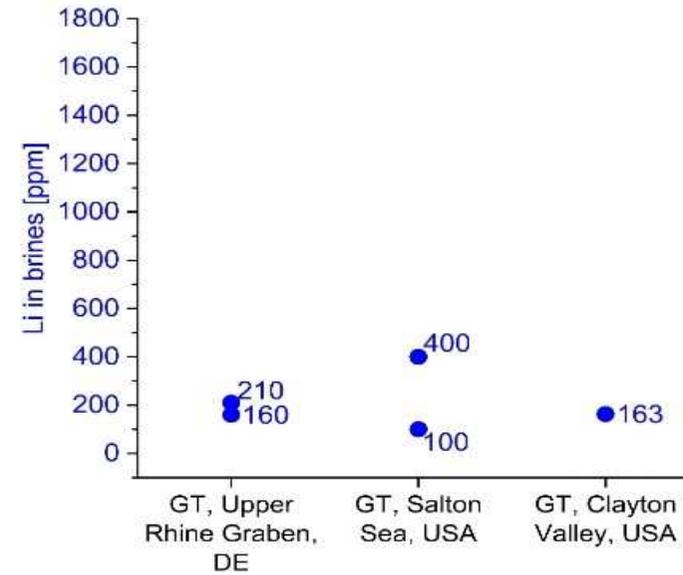
## STIMA DELLA POTENZIALITA' PRODUTTIVA ELETTRICA DEL TIRRENO MERIDIONALE

Modified after E. Jolie et al., 2021



# POTENZIALE COLTIVAZIONE MINERARIA DA FLUIDI GEOTERMICI SUPERCRITICI

Critical Raw Materials in geothermal brines		Valuable Raw Materials in geothermal brines	
1	H	10	Ne
3	Li	11	Na
4	Be	12	Mg
13	B	14	Al
15	C	16	Si
17	N	18	P
19	O	19	S
20	F	20	Cl
21	Ne	21	Ar
22	Na	22	K
23	Mg	23	Ca
24	Al	24	Sc
25	Si	25	Ti
26	P	26	V
27	S	27	Cr
28	Cl	28	Mn
29	Ar	29	Fe
30	K	30	Co
31	Ca	31	Ni
32	Sc	32	Cu
33	Ti	33	Zn
34	V	34	Ga
35	Cr	35	Ge
36	Mn	36	As
37	Fe	37	Se
38	Co	38	Br
39	Ni	39	Kr
40	Cu	40	Rb
41	Zn	41	Sr
42	Ga	42	Y
43	Ge	43	Zr
44	As	44	Nb
45	Se	45	Mo
46	Br	46	Tc
47	Kr	47	Ru
48	Rb	48	Rh
49	Sr	49	Pd
50	Y	50	Ag
51	Zr	51	Cd
52	Nb	52	In
53	Mo	53	Sn
54	Tc	54	Sb
55	Ru	55	Te
56	Rh	56	I
57	Pd	57	Xe
58	Ag	58	Cs
59	Cd	59	Ba
60	In	60	Hf
61	Sn	61	Ta
62	Sb	62	W
63	Te	63	Re
64	I	64	Os
65	Xe	65	Ir
66	Cs	66	Pt
67	Ba	67	Au
68	Hf	68	Hg
69	Ta	69	Tl
70	W	70	Pb
71	Re	71	Bi
72	Os	72	Po
73	Ir	73	At
74	Pt	74	Rn
75	Au	75	
76	Hg	76	
77	Tl	77	
78	Pb	78	
79	Bi	79	
80	Po	80	
81	At	81	
82	Rn	82	
83		83	
84		84	
85		85	
86		86	
87		87	
88		88	
89		89	
90		90	
91		91	
92		92	
93		93	
94		94	
95		95	
96		96	
97		97	
98		98	
99		99	
100		100	
101		101	
102		102	
103		103	
104		104	
105		105	
106		106	
107		107	
108		108	
109		109	
110		110	
111		111	
112		112	
113		113	
114		114	
115		115	
116		116	
117		117	
118		118	
119		119	
120		120	
121		121	
122		122	
123		123	
124		124	
125		125	
126		126	
127		127	
128		128	
129		129	
130		130	
131		131	
132		132	
133		133	
134		134	
135		135	
136		136	
137		137	
138		138	
139		139	
140		140	
141		141	
142		142	
143		143	
144		144	
145		145	
146		146	
147		147	
148		148	
149		149	
150		150	
151		151	
152		152	
153		153	
154		154	
155		155	
156		156	
157		157	
158		158	
159		159	
160		160	
161		161	
162		162	
163		163	
164		164	
165		165	
166		166	
167		167	
168		168	
169		169	
170		170	
171		171	
172		172	
173		173	
174		174	
175		175	
176		176	
177		177	
178		178	
179		179	
180		180	
181		181	
182		182	
183		183	
184		184	
185		185	
186		186	
187		187	
188		188	
189		189	
190		190	
191		191	
192		192	
193		193	
194		194	
195		195	
196		196	
197		197	
198		198	
199		199	
200		200	



V. Goldberg et al., 2021

The potential of raw material extraction from thermal brines – Successful milestones of the BrineMine project

K. Slunitschek et al., 2021

Lithium extraction from geothermal brines  
Modern adsorption method for raw material extraction

## GEOTERMIA: GRANDE POTENZIALITA' E GRANDE SCANDALO

Nel 2012 con la legge N. 134 la geotermia è stata dichiarata risorsa strategica nazionale

### CONCLUSIONI

Il Piano Strategico di Ricerca per l'Energia Geotermica (Confindustria MIUR, Min. Sviluppo Economico) nel Luglio 2011 prevedeva al 2026 una forte crescita del settore geotermoelettrico che non si è verificata.

Stima del Potenziale Geotermoelettrico (MWe)	Previsione		Risultati dopo
	10 anni	15 anni	12 anni
Tecnologie			
Convenzionali	2.000	3.000	916 <i>(costante da circa 10 anni)</i>
EGS	500	1.500	0
Off Shore	600	1.200	0
Non Convenzionali	0	500	0

Manca la volontà politica di sostenere l'energia geotermica in Italia.

Slide del Prof. Franco Barberi (da: XXXX giornata dell'ambiente – La geotermia per il mix energetico sostenibile – Roma 19 maggio 2023)

### ALCUNI NUMERI SUI CONSUMI ENERGETICI IN ITALIA E LE POTENZIALITA' DELLA GEOTERMIA:

- CONSUMI ENERGETICI TOTALI PER ANNO : 1.870 TWh (Enea, 2022) di cui ELETTRICI 316 TWh (Terna, 2022)
- PRODUZIONE DA GEOTERMIA ATTUALE PER ANNO : 6 TWh (Terna, 2022)
- **POTENZIALITA' DI ENERGIA GEOTERMICA ESTRAIBILE E COLTIVABILE IN ITALIA ENTRO I PRIMI 5 KM DI PROFONDITA' SU TERRA FERMA (UGI-Enel Green Power): da 5.800 TWh a 110.000 TWh**
- **POTENZIALITA' DI ENERGIA GEOTERMICA OFFSHORE: dai dati disponibili si può ipotizzare almeno lo stesso range potenziale della terra ferma**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

[www.athanor-geotech.com](http://www.athanor-geotech.com)