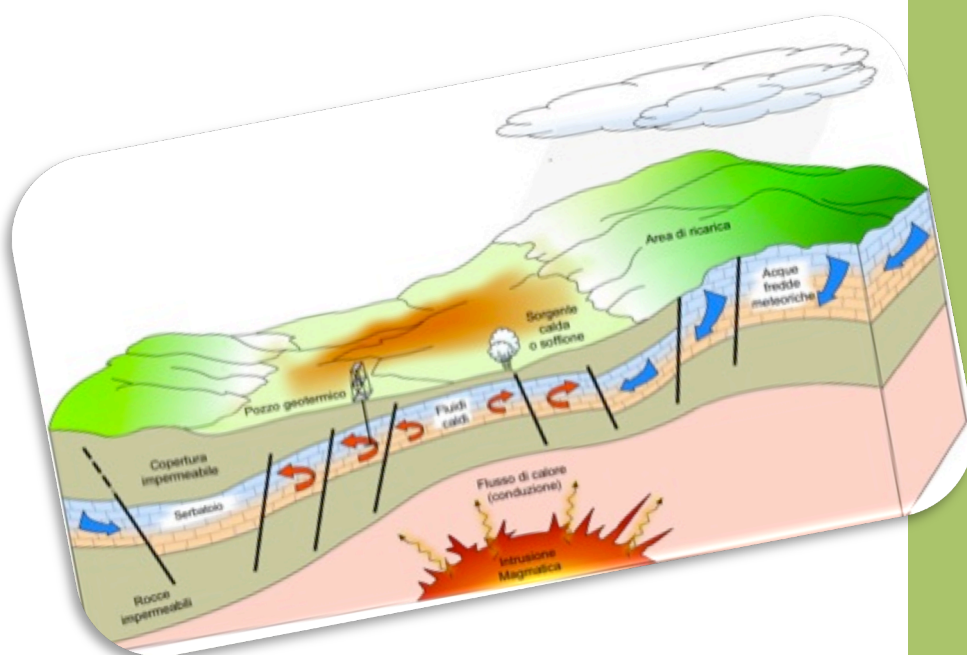




## VIGOR-Valutazione del potenziale geotermico nelle Regioni della Convergenza



**Rapporto Tecnico 6 (Annuale)**  
**Novembre 2012 - Novembre 2013**

# Indice

<b>Executive Summary .....</b>	<b>1</b>
<b>Premessa e coordinamento del Progetto .....</b>	<b>8</b>
<i>Attività di coordinamento.....</i>	<i>8</i>
<b>WP1: Raccolta e organizzazione dei dati.....</b>	<b>9</b>
<b>WP2 e WP3: Valutazione delle risorse superficiali e profonde .....</b>	<b>9</b>
<b>WP4: studi di fattibilità per valutazioni geotermiche .....</b>	<b>13</b>
<b>WP5: Valutazione del potenziale geotermico .....</b>	<b>13</b>
<i>Valutazione del potenziale superficiale .....</i>	<i>13</i>
<i>Valutazione del potenziale geotermico profondo.....</i>	<i>13</i>
<i>Studi di fattibilità completi.....</i>	<i>15</i>
<i>L'accettabilità sociale della geotermia nell'area di Termini Imerese .....</i>	<i>16</i>
<b>WP6: Disseminazione .....</b>	<b>17</b>
<b>Conclusioni preliminari e criticità .....</b>	<b>23</b>
<i>Principali conclusioni.....</i>	<i>23</i>
<i>Criticità.....</i>	<i>24</i>

## Executive Summary

Questa Relazione illustra le attività e i risultati conseguiti nel terzo anno di attività (da novembre 2012 a novembre 2013) del progetto VIGOR (Valutazione del potenziale Geotermico delle Regioni Convergenza), che ha lo scopo di fornire ai potenziali utilizzatori informazioni atte ad avviare attività di prospezione e di utilizzo dell'energia da fonte geotermica, attraverso la realizzazione di una puntuale attività di ricognizione, analisi e studio finalizzata a sistematizzare ed ampliare le conoscenze del potenziale naturale e delle possibilità di valorizzazione della risorsa geotermica sul territorio delle Regioni Campania, Calabria, Puglia e Sicilia.

L'anno di attività ha visto la redazione degli studi di fattibilità e l'avvio delle procedura di gara per l'esecuzione di quattro sondaggi esplorativi. Di questi, tre sono previsti raggiungere profondità di circa 400 metri (nelle aree di Santa Cesarea Terme in Puglia, Termini Imerese in Sicilia e Mondragone in Campania) e uno si prevede raggiunga circa 1000 metri (Terme Caronte in Calabria).

I rapporti di fattibilità, frutto dell'unione dei rapporti di fattibilità geologica (valutazione della risorsa nel sottosuolo) e di valutazione impiantistica ed economica sono stati ulteriormente elaborati rispetto a quanto fatto nell'anno precedente, in quanto le proposte impiantistiche sono state ulteriormente affinate. La Tabella 1 riporta la sintesi degli impianti proposti e delle stime di costi e tempi di realizzazione, secondo le indicazioni fornite ad oggi dai tecnici responsabili dei progetti (ricercatori e tecnologi del CNR, professori universitari delle Università Federico II e Parthenope di Napoli). Tre rapporti di fattibilità, corredati da valutazione geologica, impiantistica ed economica e dalla descrizione dei documenti necessari alla richieste autorizzative (aree di Bari in Puglia, Rende in Calabria e Mazara del Vallo in Sicilia) sono disponibili al pubblico sul sito web del progetto. Il rapporto relativo all'area di Guardia Lombardi in Campania, una delle quattro aree con disponibilità di informazioni da pozzi, non è ancora disponibile al pubblico e richiederà ancora del tempo per definire un testo concordato tra tutti i tecnici di riferimento. I rapporti nelle quattro aree per le quali verranno avviati i sondaggi esplorativi si concluderanno nel 2014, ed includeranno i risultati dei sondaggi. Le proposte impiantistiche sono comunque essenzialmente pronte, e subiranno poche modifiche rispetto a quanto già fatto nel corso di quest'anno.

A corredo dei rapporti tecnici sono state elaborate tavole e cartografie tecniche in due diversi formati. Il formato di stampa è stato organizzato in modo che ciascuna mappa riporti chiaramente l'ambito progettuale al quale si riferisce. Oltre che in formato di stampa, le cartografie sono disponibili anche tramite la piattaforma WebGIS raggiungibile al sito web del Progetto: molti documenti sono in questo momento già disponibili.

Riguardo alle valutazioni regionali, sono state predisposte mappe del potenziale geotermico superficiale e profondo per le regioni di riferimento. Rimane solo da completare la valutazione del potenziale profondo della Calabria, la regione che per mancanza di pozzi profondi a terra ha richiesto una valutazione geologica più lunga.

Nel corso dell'anno è proseguita l'interpretazione dei dati elettromagnetici, acquisiti in Sicilia Occidentale in diverse aree a coprire su una superficie di circa 1800 km<sup>2</sup>, finalizzata alla modellistica tridimensionale di sottosuolo ed alla valutazione di dettaglio del potenziale di geoscambio delle aree



sottoposte ad indagine. Il potenziale geotermico in una delle aree analizzate è stato valutato e la metodologia testata.

L'attività di disseminazione si è svolta tramite la presentazione degli studi a diverse occasioni a carattere divulgativo e tecnico-scientifico.

Lo studio di accettabilità sociale della geotermia nell'area di Termini Imerese si è concluso, evidenziando il notevole interesse e l'apertura dimostrata nella provincia di Palermo all'utilizzo della fonte geotermica, mettendo tuttavia in evidenza la scarsa consapevolezza delle potenzialità di questa risorsa. In tal senso, a corollario delle conclusioni dello studio, il nuovo anno di attività vedrà un impegno particolare nelle attività di informazione e disseminazione.

E un ulteriore anno si rende, in effetti, necessario per arrivare a conclusione definitiva delle attività. Il lungo tempo richiesto dalle procedure di gara per i quattro sondaggi esplorativi previsti dal progetto ha determinato una nuova richiesta di proroga, ridefinendo il termine del progetto entro ottobre 2014. Al termine dei sondaggi, previsti chiudere i cantieri nella primavera 2014, saranno completati i quattro studi ancora in sospeso e consegnate le schede tecniche di tutte le proposte impiantistiche programmate.

Dott.ssa Adele Manzella  
Coordinatore Scientifico  
Progetto VIGOR



Tabella 1: sintesi delle proposte impiantistiche elaborate nell'ambito del progetto VIGOR

Progetti	Temperatura della sorgente calda ( $T_{geo}$ ), Temperature processo ( $T_{out}$ ), Energia termica ( $E_T$ )/frigorifera ( $E_F$ ) prodotta annualmente	Costo di investimento	Costo pozzi circuito aperto	Costo geosonde circuito chiuso	Totale Intervento	Tempistiche per la realizzazione (comprende anche iter autorizzativi)	Periodo di recupero	Risparmio energetico annuo
Climatizzazione edificio Pubblico ( <b>caso Bari</b> ) tramite n.2 pompe di calore ad acqua reversibile a ciclo a compressione per la massimizzazione dell'utilizzo della risorsa geotermica (Potenza termica max = 350 kW <sub>t</sub> e Potenza frigorifera max = 370 kW <sub>f</sub> ). Si riporta solo il caso 3 che presenta il massimo utilizzo della risorsa geotermica e quindi con il maggiore risparmio energetico.	$T_{geo} = 20^{\circ}\text{C}$ $T_{out-calda} = 60^{\circ}\text{C}$ $T_{out-fredda} = 6^{\circ}\text{C}$ $E_T = 314$ MWh/anno $E_F = 245$ MWh/anno	<b>140.000 € (impianto geotermico)</b>	n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max 100 m cad.:  150.000 €	NO	290.000	12 — 16 mesi	> 24 anni	44%



<p>Climatizzazione edificio Pubblico (<b>caso Rende</b>) tramite pompe di calore ad acqua reversibile a ciclo a compressione (Potenza termica max = 395 kW<sub>t</sub> e Potenza frigorifera max = 365 kW<sub>f</sub>) con n.120 sonde geotermiche verticali.</p>	<p>T<sub>geo</sub>(sonda geotermica)= 19°C                      T<sub>out-calda</sub>= 50°C                      T<sub>out-fredda</sub>=6°C                      E<sub>T</sub> = 2.200 MWh/anno                      E<sub>F</sub>= 1.750 MWh/anno</p>	<p><b>750.000€</b>                      (impianto geotermico)</p>	<p>n.2 pozzi (prelievo e re-iniezione) profondità max 400 m cad.: 300.000 €</p>	<p>n.60 sonde geotermiche: 500.000 €</p>	<p>1.050.000 €                      – 1.250.000 €</p>	<p>14 — 18 mesi</p>	<p>7 anni e mezzo</p>	<p>41%</p>
<p>Sistema di essiccamento fanghi (<b>caso Lamezia</b>):                      caso 1) potenza termica essiccatore da 850 kW<sub>t</sub> ed impianto costituito da n.1 pompa di calore ad acqua di falda da 628 kW<sub>t</sub> + n.1 motore di co-generazione da 250 KWe e 280 KWt + torre di raffreddamento da 420 KW<sub>f</sub>;                      caso 2) potenza termica 1200 kW<sub>t</sub> dell'essiccatore ed impianto costituito da n.1 pompa di calore ad acqua di falda da 628 kW<sub>t</sub> + n.2 motori di co-generazione da 250 KW<sub>e</sub>/cad e 280 KW<sub>f</sub>/cad + n.1 recuperato di calore da 120 KWt</p>	<p>Caso 1                      T<sub>geo</sub>= 17°C                      T<sub>out-calda</sub>= 80°C                      E<sub>T</sub> = 6.375 MWh/anno                      Caso 2:                      T<sub>geo</sub>= 17°C                      T<sub>out-calda</sub>= 80°C                      E<sub>T</sub> = 9.000 MWh/anno</p>	<p>Caso 1:                      930.000 €                      (essiccatore di fanghi)  <b>1.270.000€</b>                      (impianto geotermico)                      Caso 2:                      350.000 €                      (essiccatore di fanghi)  <b>1.650.000€</b>                      (impianto geotermico)</p>	<p>Il pozzo presso il depuratore è già presente</p>	<p>NO</p>	<p>Caso 1                      2.220.000 €                      Caso 2:                      2.000.000 €</p>	<p>Caso 1 e 2:                      16 — 20 mesi</p>	<p>Caso 1:                      9 anni                      Caso 2:                      6 anni</p>	<p>Caso 1:                      80%;                      Caso 2:                      100%</p>



<p>Sistema di dissalazione MED (<b>caso Termini</b>) per produzione di 90m<sup>3</sup>/h di acqua potabile con pompa di calore acqua di falda a ciclo a compressione da 8.7 MW<sub>t</sub> che preleva in parallelo la potenza termica dal fluido geotermico e dall'acqua di mare in uscita dal dissalatore. Vi è incluso solo il pozzo di prelievo in quanto l'acqua in uscita prevista a 20°C sarà scaricata in superficie.</p>	<p>T<sub>geo</sub>= 40°C                  T<sub>mare-calda</sub> = 36°C                  T<sub>out-calda</sub>= 80°C                  E<sub>T</sub> = 70.000 MWh/anno</p>	<p>7.500.000€                  (dissalatore)   <b>7.000.000€</b>                  (impianto geotermico)</p>	<p>n.1 pozzo (prelievo)                  profondità max 400 m cad.:                   250.000 €</p>	<p>NO</p>	<p>14.764.000€</p>	<p>16 — 20 mesi</p>	<p>5 anni</p>	<p>35%</p>
<p>Riscaldamento Piscina (25m x 12.5 m) (<b>caso Mondragone</b>) con scambiatore diretto da 240 kW<sub>t</sub>.</p>	<p>T<sub>geo</sub>= 33°C                  T<sub>out-calda</sub>= 27°C                  E<sub>T</sub> = 140 MWh/anno</p>	<p><b>40.000 €</b>                  (impianto geotermico)                  700.000 €                  (costo realizzazione piscina)</p>	<p>n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione)                  profondità max 100 m cad.:                  150.000 €</p>	<p>NO</p>	<p>890.000 €</p>	<p>12 — 16 mesi</p>	<p>5.4 anni</p>	<p>88%</p>
<p>Teleriscaldamento 4 edifici scolastici (<b>caso Mondragone</b>) con scambiatore da 900 kW<sub>t</sub> e utilizzo caldaie di integrazione esistenti. Gli edifici necessitano di riqualificazione energetica, costo aggiuntivo ipotizzato: 1.100.000€.</p>	<p>T<sub>geo</sub>= 50°C                  T<sub>out-calda</sub>= 40°C                  E<sub>T</sub> = 560 MWh/anno</p>	<p><b>675.000€</b>                  (impianto geotermico)                  1.100.000€ per riqualificazione energetica</p>	<p>n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione)                  profondità max. 100 m cad.:                  150.000 €</p>	<p>NO</p>	<p>2.000.000 €</p>	<p>18 — 24 mesi</p>	<p>13 anni</p>	<p>80%</p>



<p>Teleriscaldamento 4 edifici scolastici (<b>caso Mondragone</b>) con scambiatore da 900 kW<sub>t</sub> e utilizzo caldaie di integrazione esistenti. Gli edifici necessitano di riqualificazione energetica, costo aggiuntivo ipotizzato: 1.100.000€.</p>	<p>T<sub>geo</sub>= 50°C                      T<sub>out-calda</sub>= 40°C                      E<sub>T</sub> = 540 MWh/anno</p>	<p><b>750.000€ (impianto geotermico)</b>                      1.100.000€ per riqualificazione energetica</p>	<p>n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max. 100 m cad.:                      150.000 €</p>	<p>NO</p>	<p>2.000.000 €</p>	<p>18 — 24 mesi</p>	<p>14 anni</p>	<p>82%</p>
<p>Sistema di essiccamento pasta per alimenti (<b>caso Santa Cesarea</b>): processo artigianale da 1MW<sub>t</sub></p>	<p>T<sub>geo</sub>= 30°C                      T<sub>out</sub>= 60°C                      E<sub>T</sub> = 8.000 MWh/anno</p>	<p><b>790.000€ (impianto geotermico)</b></p>	<p>n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max 400 m cad.:                      300.000 €</p>	<p>NO</p>	<p>1.090.000 €</p>	<p>16 — 20 mesi</p>	<p>2,44 anni</p>	<p>44%</p>
<p>Sistema di essiccamento pasta per alimenti (<b>caso Santa Cesarea</b>): processo industriale da 3MW<sub>t</sub> (Caso 1) e 6MW<sub>t</sub> (Caso 2)</p>	<p>T<sub>geo</sub>= 85°C                      T<sub>out</sub>= 120°C                      Caso 1:                      E<sub>T1</sub> = 24.000 MWh/anno                      Caso 2:                      E<sub>T2</sub>= 48.000 MWh/anno</p>	<p>Caso1:  <b>5.500.000€ (impianto geotermico)</b>                      Caso2:  <b>7.400.000€ (impianto geotermico)</b></p>	<p>n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max 400 m cad.:                      300.000 €</p>	<p>NO</p>	<p>Caso1:                      5.800.000€                      Caso2:                      7.700.000€</p>	<p>16 — 20 mesi</p>	<p>Caso 1:                      21 anni e mezzo                      Caso 2:                      9 anni</p>	<p>Caso 1:                      39%                      Caso 2:                      41%</p>





<p>Sistema di teleriscaldamento centralizzato e raffreddamento distribuito (<i>caso Mazara</i>) per servire 808.500 m<sup>3</sup> con scambiatore diretto e pompa di calore e sistemi di gruppi frigoriferi ad assorbimento. Potenza termica complessiva di circa 10MW e Potenza frigorifera da 5 MW.</p>	<p><math>T_{geo} = 92^{\circ}\text{C}</math>  <math>T_{out} = 90^{\circ}\text{C}</math>  <math>E_T = 13.260</math> MWh/anno  <math>E_F = 12.835</math> MWh/anno                      Energia termica totale  <math>ET = 34.100</math> MWh/anno</p>	<p><b>10.000.000€</b>                      (impianto geotermico)</p>	<p>n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità di 1.5 km cad.:                      totale a corpo 2.500.000€</p>	<p>NO</p>	<p>12.500.000 €</p>	<p>36 – 48 mesi</p>	<p>20 anni</p>	<p>52%</p>
<p>Impianto di produzione di energia elettrica e termica per teleriscaldamento (<i>caso Guardia Lombardi</i>) costituito da impianto solare termodinamico + biomassa + geotermia;</p>	<p><math>T_{geo} = 130^{\circ}\text{C}</math>  <math>T_{out} = 70^{\circ}\text{C}</math>  <math>P_e = 1</math> MWe (impianto elettrico)  <math>E_e = 5,3</math> GWh/anno  <math>P_t = 1,6</math> GWt (impianto di teleriscaldamento)  <math>E_t = 4</math> GWh/anno</p>	<p><b>4.520.950€</b>                      (impianto globale)</p>	<p>n.1 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità di 2,3 km cad. :                      5.000.000€</p>	<p>NO</p>	<p>9.520.950 €</p>	<p>24 -36 mesi</p>	<p>10 anni</p>	<p>Non valutabile</p>



## Premessa e coordinamento del Progetto

Questo documento illustra le attività e i risultati conseguiti tra **novembre 2012 e novembre 2013** nell'ambito del Progetto VIGOR (Valutazione del Potenziale Geotermico delle Regioni Convergenza), in accordo alle previsioni di cui all'art. 6 dell'Intesa Operativa tra il Ministero dello Sviluppo Economico-Dipartimento per l'Energia-Direzione Generale per l'Energia Nucleare, le Energie Rinnovabili e l'Efficienza Energetica ("MiSE-DGENRE") e il Consiglio Nazionale delle Ricerche-Dipartimento Terra e Ambiente ("CNR-DTA"), sottoscritta in data 22/10/2010.

Il Progetto risponde all'esigenza di precostituire condizioni favorevoli alla progettazione e la costruzione di modelli d'intervento integrati in relazione alla produzione di energia da fonti rinnovabili, nonché di supportare il consolidamento, l'accrescimento e la diffusione di informazioni e know-how che possano consentire decisioni consapevoli da parte delle amministrazioni e della popolazione. Il progetto ha lo scopo di fornire ai potenziali utilizzatori informazioni atte ad avviare attività di prospezione e di utilizzo dell'energia da fonte geotermica, attraverso la realizzazione di una puntuale attività di ricognizione, analisi e studio, finalizzata a sistematizzare ed ampliare le conoscenze del potenziale naturale e delle possibilità di valorizzazione della risorsa geotermica sul territorio delle Regioni Campania, Calabria, Puglia e Sicilia. Il Progetto intende produrre inoltre tutti gli elementi di conoscenza necessari (fattibilità tecnica ed economica) ad effettuare progetti esecutivi di utilizzo delle risorse geotermiche nelle Regioni citate, entro una profondità media adeguata (5 km), per produrre energia elettrica, condizionamento climatico di ambienti e per utilizzare il calore geotermico nell'ambito di ulteriori utilizzazioni in campo industriale, agroalimentare e turistico-termale. Viene inoltre curata la promozione della risorsa geotermica e dei suoi utilizzi e la divulgazione, al fine di sviluppare la coscienza della popolazione.

Le attività descritte si riferiscono a quanto effettuato dal Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente (CNR-DTA attuale) e dai diversi istituti del CNR che fino ad oggi hanno contribuito al Progetto, ovvero l'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG) che ha il compito di coordinare le attività scientifiche del Progetto, l'Istituto per l'Ambiente Marino e Costiero (IAMC), l'Istituto per la Ricerca Sulle Acque (IRSA), l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI), l'Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (IREA), l'Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale (IMAA), l'Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria (IGAG), l'Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali (IDPA), l'Istituto per i Processi Chimico-Fisici (IPCF) e l'Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia (ITAE).

In questa relazione si descrive l'attività svolta durante il terzo anno di attività.

### Attività di coordinamento

Il coordinamento del Progetto ha visto la partecipazione ad alcune riunioni, soprattutto dedicate all'organizzazione e avvio delle procedure di gara per l'esecuzione dei sondaggi esplorativi. Considerato che la procedura amministrativa si è rivelata molto onerosa per l'istituto IRPI in precedenza individuato per tale lavoro, l'attività è stata assegnata agli uffici del CNR, Direzione Centrale Supporto alla Programmazione e alle Infrastrutture, nel Marzo 2013.



Il coordinamento si è occupato della stesura definitiva dei rapporti di fattibilità, richiedendo ai diversi gruppi di lavoro di fornire le indicazioni ancora mancanti e di ottimizzare i prodotti, e rieditando il testo in maniera omogenea per tutti i rapporti.

Il coordinamento si è occupato anche di fornire al Ministero, e qualora richiesto anche alle Regioni, tutto il materiale e le informazioni utili ad organizzare l'avvio della fase esecutiva dei progetti proposti. Il coordinatore del progetto ha partecipato a diverse riunioni al Ministero, sia per spiegare obiettivi e risultati del progetto, sia per discutere dei diversi parametri (economici, temporali relativi alla fase autorizzativa ed esecutiva, strategici) necessari alla pianificazione.

Il coordinamento ha anche diretto buona parte delle attività di informazione e disseminazione, verificato la situazione economica, e programmato le attività future per il completamento del progetto.

## **WP1: Raccolta e organizzazione dei dati**

La fase di raccolta dei dati è ormai conclusa, e l'attività di questo anno si è dedicata esclusivamente alla gestione dei prodotti cartografici forniti dai diversi gruppi di lavoro. Tali prodotti sono allestiti, caricati e resi disponibili al pubblico tramite il WebGIS, a cui si accede dal sito internet VIGOR inserendo nome utente e password (visitor - visitor).

Sul sito sono oggi disponibili i dati cartografici (geofisici, geologici, geochemici ed idrogeologici) delle otto aree campione: Mondragone, Guardia Lombardi, Terme Caronte, Rende, Santa Cesarea, Bari, Mazara del Vallo e Termini Imerese. Inoltre sono consultabili le mappe di potenziale geotermico regionale per le regioni Puglia, Sicilia e Campania. Rimane solo da completare la valutazione del potenziale profondo della Calabria, la regione che per mancanza di pozzi profondi a terra ha richiesto una valutazione geologica più lunga. Un primo modello è già disponibile al coordinamento, ma riguarda circa metà della regione, ovvero la parte settentrionale che ha beneficiato di maggiore interesse di esplorazione per idrocarburi e per la quale ci sono più dati. Si è preferito, però, attendere il completamento delle attività di valutazione geologica del gruppo di lavoro del CNR-IRPI di Cosenza per rendere disponibili le mappe definitive della regione Calabria.

## **WP2 e WP3: Valutazione delle risorse superficiali e profonde**

Gli studi di prefattibilità, conclusi e già descritti nel Rapporto 4, hanno permesso di chiudere le attività del WP3. Sono proseguite, invece, le attività del WP2 con l'interpretazione dei dati geofisici per la valutazione di risorse superficiali.

Nel corso del 2013 sono state portate avanti le attività di valutazione del potenziale di geoscambio nelle aree investigate dalla prospezione elettromagnetica aerotrasportata in Sicilia occidentale. L'obiettivo dello studio era definire, tramite un approccio multidisciplinare, un'innovativa procedura che consentisse la stima semi-quantitativa dell'energia termica che può essere scambiata con il terreno tramite un impianto GSHP (Ground Source Heat Pump). Diamo una breve sintesi delle attività eseguite.

La procedura applicata può essere suddivisa in tre fasi di lavoro principali: i) acquisizione dati geofisici (prospezione AEM) e petrofisici; ii) interpretazione dati e modellistica tridimensionale di sottosuolo; iii) sviluppo software per il calcolo del potenziale di geoscambio.



La prospezione elettromagnetica aerotrasportata (sistema SkyTEM) è stata eseguita dalla “Aarhus Geophysics” in due siti denominati “Termini” e “Western Sicily” per un totale di circa 1800 km<sup>2</sup> investigati e circa 5000 km di misure. Sono state scelte due tipologie di spaziatura delle linee di volo, una a scala regionale ed una di dettaglio in prossimità delle principali sorgenti termali (Terme Segestane, Montevago, Calatrasi e Termini Imerese). I dati AEM, dopo le fasi di acquisizione, processing e inversione, hanno fornito una distribuzione tridimensionale di resistività elettrica in sottosuolo sino ad una profondità massima di 250 metri p.c. (Fig. 1).

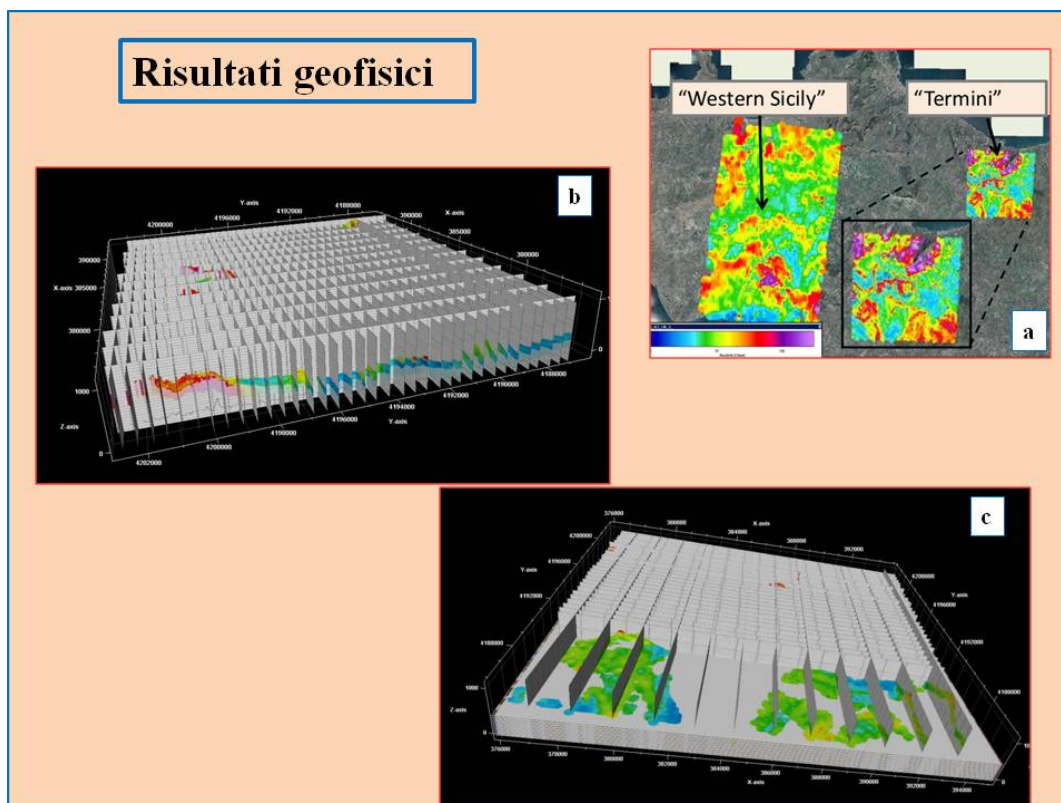


Fig. 1 - a) Valori di resistività elettrica in superficie; b) profili di resistività del sito “Termini”; c) profili e mappe di resistività per il sito “Termini”.

Una volta individuate le litologie presenti in sottosuolo, ai fini della valutazione del potenziale di geoscambio e del dimensionamento degli impianti di climatizzazione mediante installazione di GSHP, è stato essenziale stimare le caratteristiche petrofisiche delle rocce. In collaborazione con l’Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR di Padova, nelle aree investigate sono stati raccolti circa 54 campioni e su di essi sono state effettuate misure dirette delle proprietà termiche e dei valori di porosità aperta e densità. Le misure sono state eseguite sia su campioni saturi che insaturi tramite due sistemi che utilizzano rispettivamente il Modified Transient Plane Source (MTPS) method per i materiali litoidi (strumentazione C-Therm TCi) e il Transient Line Source (TLS) method per i materiali non consolidati (Strumentazione ISOMET). Alcuni dei risultati ottenuti sono presentati in Tabella 2.

ID_rock	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\phi$ (%)	$\lambda_{dry}$ (W/mK)	$\lambda_{wet}$ (W/mK)	Litologia	Formazione
PA01	2.667	1.601	2.60 ± 1.60E-02	3.39 ± 1.20E-02	calcare	CRI4
PA02	2.782	1.944	4.86 ± 4.40E-02	5.58 ± 2.10E-02	breccia dolomitica	FUN
PA04	2.560	3.383	1.69 ± 1.30E-02	2.92 ± 1.20E-02	calcilutite	CRI3
PA07	0.955	67.022	0.91 ± 3.00E-03	1.03 ± 2.30E-02	argilla	TRV3
PA09	1.834	18.280	1.60 ± 1.90E-02	2.52 ± 5.00E-03	gesso	GTL2
PA12	2.704	2.699	2.61 ± 8.00E-03	2.97 ± 1.90E-02	biocalcarenite	CRI4
PA17	2.333	10.468	2.34 ± 2.20E-02	3.02 ± 2.00E-02	quarzarenite	TAV
PA18	2.386	9.200	1.64 ± 1.90E-02	4.20 ± 1.80E-02	arenaria	TAV
PA20	0.884	66.874	0.25 ± 6.00E-03	2.20 ± 3.30E-02	argilla	CIP
PA21	2.495	6.673	2.08 ± 6.70E-02	3.42 ± 1.30E-02	arenaria galuconitica	CCR
PA25	1.702	31.952	1.03 ± 8.00E-03	2.49 ± 9.00E-03	calcare marnoso	TRUBI

Tabella 2: Determinazione dei valori di densità, porosità e conducibilità termica in condizioni anidre e sature per alcuni dei campioni rappresentativi della zona “Termini” e “Montevago”

Una delle fasi principali previste dalla nuova procedura di valutazione del potenziale è stata la modellistica tridimensionale di sottosuolo che, sulla base dei dati di resistività, ha permesso la realizzazione di modelli geologici 3D di sottosuolo. Le attività di modellistica hanno inizialmente previsto un'accurata ricerca bibliografica di tutti i dati geologici e geofisici disponibili in letteratura, quindi sono stati informatizzati in ambiente GIS insieme ai dati acquisiti nell'ambito del Progetto VIGOR. Dopo aver ottenuto un modello concettuale delle aree tramite l'interpretazione della cartografia geologica sono stati interpretati i dati geofisici AEM.

Sono state costruite circa 50 sezioni geologiche relativamente alle zone di dettaglio della prospezione AEM derivanti dall'interpretazione dei profili di resistività. Sulla base delle caratteristiche stratigrafiche ed elettriche, le unità geologiche sono state quindi raggruppate in Unità che abbiamo definito “Lito-Elettriche” (LE).

Tutti i dati ottenuti sono stati inseriti in “PETREL”, uno specifico software per la modellistica 3D di sottosuolo (prodotto dalla Schlumberger) al fine di determinare la distribuzione in profondità di unità e strutture geologiche sulla base del volume di resistività elettrica. Infatti, oltre alla distribuzione 3D delle Unità LE è stato possibile in alcuni casi ricostruire alcune faglie. Allo stato attuale sono stati completati i modelli delle aree di “Termini”, “Montevago” e “Calatrasi” mentre è in fase avanzata la realizzazione del modello di “Terme Segestane”. I modelli sono rappresentati da una griglia 3D con una spaziatura orizzontale regolare delle celle di 50 metri. A titolo di esempio il modello dell'area di “Termini”, eseguito su una superficie di circa 300 km<sup>2</sup> sino ad una profondità di 250 m p.c., è costituito da 1.692.705 celle (Fig. 2). Ogni cella rappresenta una delle Unità LE individuate e di conseguenza rappresenta anche una determinata conducibilità termica assegnata sulla base delle misure di laboratorio.



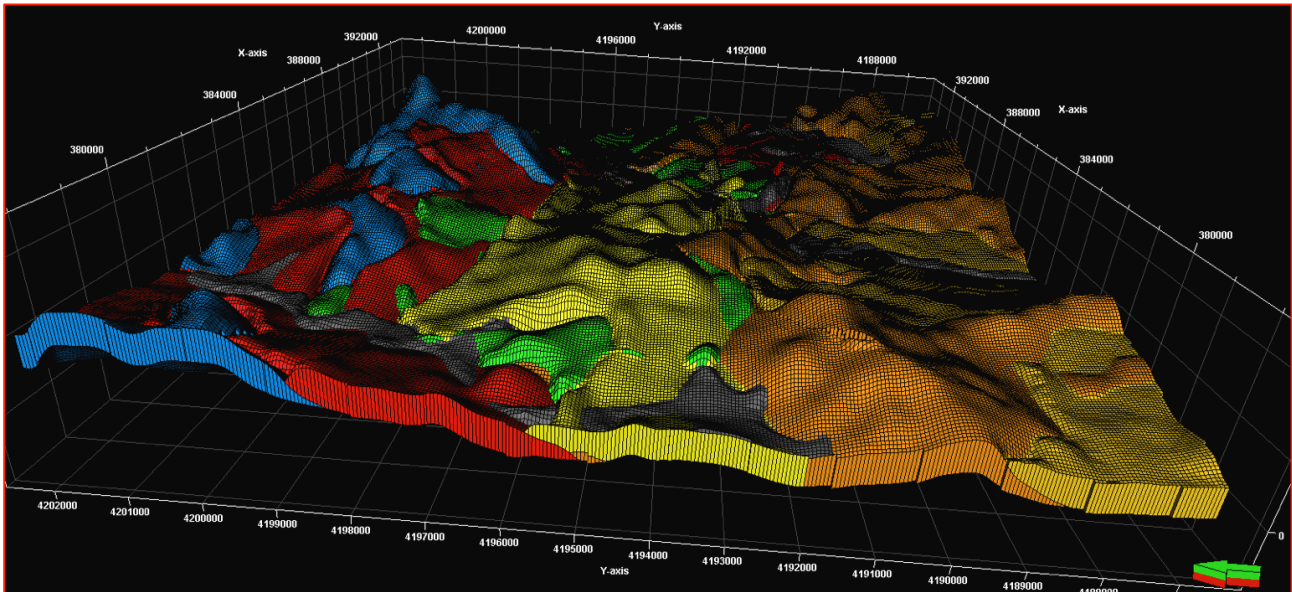
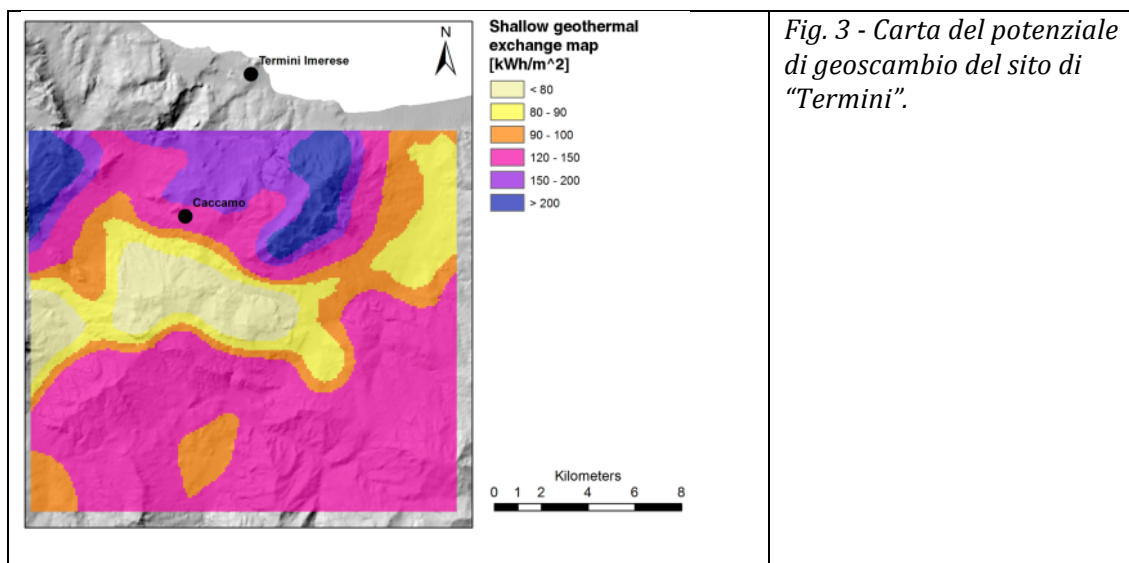


Fig. 2- Modello geologico 3D del sito di "Termini"

La distribuzione 3D di conducibilità termica rappresenta la base per il calcolo del potenziale di geoscambio eseguito mediante il software sviluppato dal CNR-IGG di Padova che ha permesso la realizzazione di carte tematiche dell'energia specifica (Fig. 3), uno strumento cartografico in grado di descrivere semi-quantitativamente l'energia scambiabile dal terreno con un impianto di geoscambio standardizzato. Attualmente sono state completate le cartografie delle aree di "Termini" e di "Montevago". A tal fine, nell'ambito del Progetto VIGOR è stato implementato uno specifico algoritmo che consente di combinare in maniera opportuna i parametri che caratterizzano il sottosuolo e i parametri che caratterizzano un sistema di geoscambio a circuito chiuso, calcolando l'energia specifica scambiabile [kWh/m<sup>2</sup>].

Il campionamento delle Unità LE dal modello 3D è stato eseguito con una spaziatura orizzontale di 100 m raggiungendo una profondità di 200 m. L'uso di Modalstrata, una specifica toolbox MATLAB sviluppata per migliorare la correlazione della successione stratigrafica, ha portato alla definizione di nuove stratigrafie equivalenti posizionate secondo una griglia regolare all'interno dell'area di indagine. Per ogni stratigrafia è stata calcolata la conducibilità termica stratigrafica assegnando ad ogni strato il corrispondente valore di conducibilità termica e ne è stata calcolata la media pesata. Tali valori risultanti dal modello 3D sono rappresentativi dei primi 200 m di profondità.



#### WP4: studi di fattibilità per valutazioni geotermiche

Gli studi di fattibilità tecnico-geologica sono stati completati e descritti nei rapporti precedenti. Durante il corso di quest'anno questi rapporti sono stati editati e inglobati nei rapporti di fattibilità completi descritti nel paragrafo successivo.

#### WP5: Valutazione del potenziale geotermico

Sono proseguite le attività di calcolo del **potenziale geotermico regionale**, seguendo due approcci diversi: 1) una valutazione di energia di scambio termico superficiale (geoscambio) e di energia estraibile con prelievo di acqua di falda, valida per la caratterizzazione fino a poco più di un centinaio di metri e utile per il dimensionamento di piccoli impianti con pompe di calore (climatizzazione, usi diretti del calore); 2) il calcolo della energia termica presente nel sottosuolo fino a profondità di 5 km (calore in posto) e di quanta parte di questa può essere efficacemente estratta per i nostri usi (Potenziale Tecnico).

#### Valutazione del potenziale superficiale

La valutazione dei parametri sensibili (geologici, idrogeologici, termodinamici, climatici e vincolistici) e delle aree a diversa idoneità allo scambio termico hanno consentito la realizzazione di mappe di temperatura media annua dell'aria, delle zone climatiche, dei vincoli (ad esempio idrogeologico), della velocità della falda, del flusso geotermico, della conducibilità termica equivalente litologica. Mediante un algoritmo messo a punto durante gli studi (come già indicato sopra), l'insieme di tutti questi parametri ha permesso il calcolo dei valori di idoneità al geoscambio, anch'essi prodotti poi sotto forma di mappa regionale.

#### Valutazione del potenziale geotermico profondo

L'obiettivo della valutazione del potenziale regionale in VIGOR è fornire uno strumento di conoscenza



alle amministrazioni locali, ai progettisti, agli imprenditori, agli investitori, alle compagnie assicurative, utile alla pianificazione di impianti e all'individuazione delle opportunità e criticità in funzione delle peculiarità territoriali; fornire mappe del potenziale geotermico profondo (>1km) nelle Regioni della Convergenza al fine di valutare dove e quanta risorsa geotermica può essere utilizzata. A tale scopo è stata sviluppata una metodologia in collaborazione con il TNO (Servizio Geologico Olandese), il quale collabora con il CNR e con i principali istituti di ricerca nell'ambito di progetti geotermici europei, per la valutazione della risorsa geotermica del principale acquifero regionale per diverse tipologie di applicazione (es. produzione di energia elettrica, utilizzo del calore e cogenerazione).

L'algoritmo di calcolo restituisce il valore del **calore in posto**, ovvero l'energia termica disponibile in profondità fino a 5 km, e la quantità utilizzabile a seconda della tecnologia di sfruttamento, il **Potenziale Tecnico**. Quest'ultimo viene calcolato in funzione della tecnologia, simulando le condizioni di estrazione e reiniezione del fluido per produzione di energia elettrica con impianti binari e per teleriscaldamento. A seconda della tipologia d'impianto infatti, occorrono diverse soglie di temperatura e diverse portate di estrazione. E' stato calcolato, inoltre, il **Potenziale Tecnico-Economico**, ovvero quella parte del Potenziale Tecnico che risulta avere un costo globale del progetto in tutto il suo ciclo di vita (LCOE, ovvero Levelized Cost of Energy) inferiore ad una soglia, imposta a priori in funzione dell'attuale valore ritenuto economico.

Per il calcolo sono stati utilizzati modelli 3D geologici e termodinamici che determinano la distribuzione delle conducibilità termiche, mentre con metodi probabilistici basati sul Metodo Montecarlo sono stati calcolati i parametri idraulici (permeabilità) delle unità geologiche, necessari alla valutazione del potenziale mediante il *Metodo del Volume*.

Il risultato dei calcoli è stato il modello 3D dei valori di potenziale, calcolato fino a 5 km di profondità. Il modello finale è una griglia regolare, le cui celle sono prismi aventi dimensione di 1.000 m x 1.000 m (in orizzontale) e 100 m in verticale. Da questo volume è stato possibile quindi realizzare mappe di temperatura a diverse profondità ed estrarre i valori di Potenziale Tecnico e Potenziale Tecnico Economico.

Di seguito l'elenco di tutte le mappe reperibili sul servizio webGIS per le regioni di riferimento del progetto (attualmente sono disponibili quelle di Campania, Puglia e Sicilia):

- Temperature alla profondità di 1 km s.l.m.;
- Temperature alla profondità di 2 km s.l.m.;
- Temperature alla profondità di 3 km s.l.m.;
- Temperature alla profondità di 4 km s.l.m.;
- Temperature alla profondità di 5 km s.l.m.;
- Calore in posto;
- Produzione di energia elettrica con impianto binario: Power – Potenziale tecnico UR\*100% [MW];





- Produzione di energia elettrica con impianto binario: Power – Potenziale tecnico UR\*33% [MW];
- Produzione di energia elettrica con impianto binario: Power – Potenziale tecnico economico (P50) [MW];
- Teleriscaldamento – Potenziale tecnico UR\*100% [MW];
- Teleriscaldamento – Potenziale tecnico UR\*33% [MW];

\* Ultimate Recovery (UR%): fattore tecnico di recupero.

### **Studi di fattibilità completi**

Gli studi di fattibilità sono stati ulteriormente elaborati, rispetto a quanto descritto nel rapporto precedente, e si sta provvedendo a unire le valutazioni geologiche a quelle tecnico-impiantistiche, economiche ed autorizzative.

Nel Rapporto 5 del progetto VIGOR (Luglio 2013) sono già stati forniti gli executive summary degli otto rapporti di fattibilità previsti. In rete sono attualmente disponibili al pubblico i primi tre rapporti completi di Rende (Calabria), Bari (Puglia) e Mazara del Vallo (Sicilia), reperibili sul sito web del progetto (<http://www.vigor-geotermia.it>) nella sezione “prodotti”, o direttamente rispettivamente ai seguenti link:

[http://www.vigor-geotermia.it/images/download/fatt\\_finale/rende/FattibilitaRende\\_completa.pdf](http://www.vigor-geotermia.it/images/download/fatt_finale/rende/FattibilitaRende_completa.pdf),

[http://www.vigor-geotermia.it/images/download/fatt\\_finale/bari/FattibilitaTE\\_Bari.pdf](http://www.vigor-geotermia.it/images/download/fatt_finale/bari/FattibilitaTE_Bari.pdf)

[http://www.vigor-geotermia.it/images/download/fatt\\_finale/mazara/fattibilitaTE\\_Mazara.pdf](http://www.vigor-geotermia.it/images/download/fatt_finale/mazara/fattibilitaTE_Mazara.pdf).

Lo studio di fattibilità relativo al sito di Guardia Lombardi (Campania) si prevede venga completato all’inizio del 2014.

Nel corso del terzo anno si sono svolte le attività necessarie a predisporre le gare per l’esecuzione di quattro sondaggi esplorativi nelle aree di Santa Cesarea Terme (Puglia), Mondragone (Campania), Termini Imerese (Sicilia) e Terme Caronte (Calabria) attenendosi ai criteri di trasparenza prevista per gli appalti pubblici. In Allegato 1 è riportato il calendario delle tappe più importanti nei lavori eseguiti per ciascun sondaggio. Le date previste per la consegna (apertura) dei cantieri da parte delle ditte sono distribuite tra la fine del gennaio e l’inizio di febbraio 2014. Va, comunque, sottolineato che ad oggi alcune (tre su quattro) delle ditte vincitrici degli appalti non hanno ancora consegnato tutti i documenti richiesti dai responsabili della sicurezza e del procedimento. Per quanto il CNR stia cercando di accelerare le attività, occorre seguire le norme a garanzia alla sicurezza previste per legge. Dopo l’apertura dei cantieri sono previsti circa altri 3 mesi per la conclusione dei sondaggi (4 nell’area di Terme Caronte in Calabria per il sondaggio profondo), quindi si prevede di poter concludere in primavera e procedere alla stesura definitiva dei rapporti tecnici finali.

I rapporti di fattibilità tecnico-economica di Santa Cesarea Terme, Mondragone, Termini Imerese e Terme Caronte verranno completati e resi disponibili al pubblico non appena terminati i sondaggi esplorativi previsti dal progetto. In questa attesa, sulla base di tutte le valutazioni eseguite fino ad ora, sono comunque stati realizzati dei documenti provvisori di rapporti di fattibilità, che sono in fase di



editing e che verranno resi disponibili al pubblico nella primavera del 2014.

La proposta impiantistica di Termini Imerese è stata ulteriormente elaborata al fine di incrementare il contributo geotermico. La nuova proposta impiantistica prevede di utilizzare una risorsa geotermica reperita ad una profondità di 400 m, con una portata di 18 l/s ed una temperatura di 40°C, che alimenta una pompa di calore per la produzione di energia termica (sottoforma di acqua calda a 80°C) necessaria per compiere i processi evaporativi nell'impianto di dissalazione previsto per il sito di Termini Imerese. Ad integrazione del calore recuperato dalla geotermia, si prevede di utilizzare anche la quota di energia termica dell'acqua di mare non distillata in uscita dall'impianto di dissalazione per alimentare anch'essa la pompa di calore. Pertanto, quest'ultima recupererà l'energia termica sia contenuta nel fluido geotermico (circa 40°C) che nell'acqua di mare non distillata in uscita dal dissalatore (circa 36°C). La proposta impiantistica aggiornata è riportata nell'Allegato 2.

Il documento tecnico che definisce il quadro normativo e l'iter autorizzativo cui è soggetta la realizzazione di un impianto geotermico, distribuito tramite sito web da maggio 2013, è attualmente in fase di aggiornamento in ragione delle modifiche e delle integrazioni apportate dai testi di legge successivi alla pubblicazione dello stesso. La versione aggiornata, previa verifica del contenuto da parte del Ministero dello Sviluppo Economico, sarà presto resa disponibile sul sito VIGOR nella sezione prodotti.

### **L'accettabilità sociale della geotermia nell'area di Termini Imerese**

In linea con l'approccio multidisciplinare che caratterizza i progetti di ricerca e d'innovazione della Comunità Europea, il Progetto VIGOR ha incluso un'analisi dell'accettabilità sociale della geotermia attraverso un caso studio mirato e dettagliato nell'area di Termini Imerese.

La scelta di procedere con un caso studio approfondito è nato dalla valutazione che la letteratura sulle narrazioni legate all'accettabilità sociale della geotermia è molto scarsa e ancora da costruire. Le opinioni, le idee, le paure, i timori, le speranze e le aspettative dei cittadini, tipicamente al centro di ogni studio di accettabilità sociale, rispetto alle nuove tecnologie legate alla geotermia sono perlopiù ancora da mettere in luce.

Per indagare l'accettabilità sociale della geotermia nell'area di interesse, abbiamo integrato un metodo qualitativo (focus group) a un metodo quantitativo (questionario). Abbiamo condotto 4 focus group omogenei al loro interno coinvolgendo cittadini e stakeholder dell'area e abbiamo somministrato un questionario ad un campione di 400 cittadini calibrato per genere, età, educazione, condizione lavorativa e residenza nella Provincia di Palermo. Sia dai questionari che dai focus group è emersa la necessità comune di generare e distribuire più informazione sulle energie rinnovabili ed in particolare sulla geotermia. Molto significativo in questo senso risulta il dato emerso dalla domanda del questionario in cui si chiedeva agli intervistati se avessero mai sentito parlare di geotermia. Solo il 17% dei partecipanti ha infatti risposto affermativamente a tale domanda. Il caso studio di Termini Imerese ha messo in luce una considerevole apertura e un forte interesse per lo sfruttamento dell'energia geotermica nell'area imerese. Tuttavia, i risultati evidenziano dall'altra parte una profonda confusione e una scarsa consapevolezza in merito alle potenzialità di questa risorsa da parte dei cittadini. Questo basso livello di informazione sottolinea la necessità di rinforzare il dialogo sociale e le



campagne di informazione al fine di ridurre le incertezze, le perplessità e le preoccupazioni dei cittadini e degli stakeholder e di definire un eventuale sviluppo della geotermia sulla base di un percorso culturalmente, socialmente, economicamente ed ecologicamente sostenibile. Tutto lo studio, condotto nell'ottobre 2012, è descritto in dettaglio nell'Allegato 3.

## WP6: Disseminazione

### Organizzazione e Partecipazione a Convegni, Seminari e Workshop

Durante quest'anno sono stati presentati i risultati di VIGOR in diversi convegni e Workshop: l'EGC European Geothermal Congress tenutosi presso il Palazzo dei Congressi di Pisa dal 3 al 7 giugno 2013; l'EGU European Geosciences Union Congress organizzato a Vienna, dal 7 al 12 aprile 2013; Geotalia, FIST 2013, ospitato a Pisa dal 16 al 18 settembre; Key Energy – The platform for Green Solution, 7th International Expo for Sustainable Energy and Mobility, realizzato a Rimini dal 5 all'8 Novembre 2013.

Gli eventi organizzati per VIGOR sono stati pubblicizzati sul sito web, mediante la mailing list di VIGOR, che si arricchisce continuamente di nuovi contributi, e tramite le Newsletter. In tutte le occasioni si è cercato di coinvolgere gli ordini professionali, in primis dei geologi e degli ingegneri, ma anche architetti e geometri, invitando un rappresentante a parlare e fornendo i crediti.

Di seguito il link all'ultima Newsletter pubblicata a Luglio 2013 ([http://www.vigor-geotermia.it/images/IRSA/nwl\\_7.pdf](http://www.vigor-geotermia.it/images/IRSA/nwl_7.pdf)). Oltre agli otto seminari regionali previsti nel progetto, per rispondere alle richieste di alcuni territori si è deciso di estendere il numero di seminari regionali previsti. Qui di seguito si riporta la lista degli eventi VIGOR realizzati nel corso dell'ultimo anno con i relativi link all'agenda:

- Il progetto VIGOR: dall'individuazione delle aree alla scelta delle soluzioni impiantistiche per gli usi geotermici - IAMC-CNR, Capo Granitola, 13 Novembre 2012 ([http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=30%3Acampania&catid=15%3Aseminari-vigor&Itemid=44&lang=it](http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com_content&view=article&id=30%3Acampania&catid=15%3Aseminari-vigor&Itemid=44&lang=it));
- Il progetto VIGOR: dall'individuazione delle aree alla scelta delle soluzioni impiantistiche per gli usi geotermici - ORTO BOTANICO-aula Domenico Lanza, PALERMO, 14 Novembre 2012 ([http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=38%3Acampania&catid=15%3Aseminari-vigor&Itemid=44&lang=it](http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com_content&view=article&id=38%3Acampania&catid=15%3Aseminari-vigor&Itemid=44&lang=it));
- Il Progetto VIGOR: dall'individuazione delle aree alla scelta delle soluzioni impiantistiche per gli usi geotermici - Expo Centro Congressi - Molo Angioino, Stazione Marittima Terminal Napoli – Napoli, 16 Novembre 2012 ([http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39%3Acampania&catid=15%3](http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com_content&view=article&id=39%3Acampania&catid=15%3))



[Aseminari-vigor&Itemid=44&lang=it](http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com_content&view=article&id=35%3Aconvegno-vigor&catid=15%3Aseminari-vigor&Itemid=44&lang=it));

- La geotermia: dalle politiche ad un'economia possibile - CNR - Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente – Aula convegni P.le Aldo Moro, 7 – Roma, 20 novembre 2012

[http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=35%3Aconvegno-vigor&catid=15%3Aseminari-vigor&Itemid=44&lang=it](http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com_content&view=article&id=35%3Aconvegno-vigor&catid=15%3Aseminari-vigor&Itemid=44&lang=it));ù

- Il Progetto VIGOR: Le opportunità della Geotermia in Calabria - Sala Consiliare, Montalto Uffugo (CS), 03 dicembre 2013

[http://www.vigor-geotermia.it/images/download/pres\\_semi/calabria/convegno\\_calabria.pdf](http://www.vigor-geotermia.it/images/download/pres_semi/calabria/convegno_calabria.pdf));

E' prevista anche la realizzazione di un seminario tecnico-informativo in Sicilia, sui risultati ottenuti dal Progetto VIGOR e sulle potenziali applicazioni della geotermia sul territorio. Il seminario in oggetto sarà di supporto ai tavoli tecnici relativi al PAES (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile) della città a rete Termini-Madonie. L'evento in programma sarà realizzato a febbraio 2014.

Con la conclusione dei sondaggi esplorativi, non appena completati gli studi di fattibilità delle quattro regioni VIGOR, saranno organizzati ulteriori eventi divulgativi regionali ed un successivo convegno finale a chiusura di tutte le attività, a Roma.

## **Produzione di materiali divulgativi e antenne di comunicazione**

Sul sito web del progetto (<http://www.vigor-geotermia.it>), che viene aggiornato con le ultime edizioni del materiale prodotto, sono disponibili tutte le informazioni, le newsletter, gli eventi in preparazione e i link utili. Il sito web è anche il luogo di distribuzione e raccolta del materiale prodotto nell'ambito del Progetto e a disposizione dei partner: presso l'area privata del sito sono, infatti, disponibili i documenti amministrativi del progetto, i modelli Word e PowerPoint per la preparazione del materiale, le presentazioni effettuate nelle varie occasioni, i verbali delle riunioni, le schede delle aree proposte alle Regioni.

Qui di seguito forniamo una lista delle presentazioni a congressi e workshop e degli articoli scientifici pubblicati nell'ultimo anno (in Allegato 4 è fornita tutta la documentazione, ovvero atti, riassunti e articoli scientifici):

- *3D geological modelling of a fractured carbonate reservoir for the study of medium enthalpy geothermal resource in the southern Apennines (Campania region, Italy)* - B. Inversi, D. Scrocca, G. Montegrossi, M. Livani, L. Petracchini, M. Brandano, M. Brillì, F. Giustini, R. Recanati, G. Gola,



- M. Polemio, A. Romi, R. De Franco, G. Caielli, B. Testa –European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
- *Deep-seated Geothermal Resource Assessment of the VIGOR Project Region, Italy* - G. Gola, A. Manzella, E. Trumpy, D. Montanari, J. Van Wees - European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
  - *Thermal conductivity of rocks and regional mapping* – E. Di Sipio, A. Galgaro, A. Garetta, E. Destro, S. Chiesa, A. Manzella, VIGOR Team - European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
  - *Medium enthalpy geothermal systems in carbonate reservoirs, the Western Sicily example* – D. Montanari, G. Bertini, S. Botteghi, Caielli, F. Caiozzi, R. Catalano, R. De Franco, M. Doveri, G. Gianelli, G. Gola, A. Manzella, A. Minissale, G. Montegrossi, S. Monteleone, G. Norini, G. Tranchida, E. Trumpy - European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
  - *Exploitation of low enthalpy geothermal resource: The case study of a coastal area affected by seawater intrusion* - R. Masciale, M. Caputo, L. De Carlo – European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
  - *Terme Caronte geothermal area (Lamezia Terme- Calabria, Italy): preliminary results* – E. Rizzo, I. Iovine, F. Muto, L. Pizzino, A. Caputi, G. Romano, M. Balasco, V. Giampaolo, M. Votta, O. Terranova, R. Greco, P. Iaquina, S. Soleri, F. Quattrocchi, G. Mele, G. Caielli, B. Aldighieri, R. De Franco, A. Manzella - European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
  - *Geothermal resource in a foreland environment: the Santa Cesarea Terme thermal springs (Southern Italy)* – L. E. Zuffianò, G. Palladino, F. Santaloia, M. Polemio, D. Liotta, P.P. Limoni, M. Parise, M. Pepe, D. Casarano, E. Rizzo, A. Minissale, R. De Franco - European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
  - *Mo.nalis.a. (Modello per l'Analisi Energetica): Model proposal for evaluating thermal demand of industrial processes to be supplied by low geothermal enthalpy* - D. E. Bruno, G. Lombardo, G. Gola, A. Galgaro, E. Destro, E. Di Sipio, V. Uricchio, A. Manzella - European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
  - *Gis-mapping model of low enthalpy geothermal potential in Southern Italy (VIGOR Project)* – E. Destro, A. Galgaro, E. Di Sipio, S. Chiesa, G. Teza, A. Manzella - European Geothermal Congress
- 



(EGC) 2013 Pisa, Italy;

- *The Geothermal Information Platform (GIP)* - E. Trumpy, A. Manzella – European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
- *Shallow geothermal exploration using skytem data: The VIGOR experiment* - A. Manzella, A. Viezzoli, A. Menghini, A. Santilano, A. Donato, D. Montanari, S. Maggi, E. Rizzo –European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
- *Geothermal development in Southern Italy and the contribution of VIGOR Project* - A. Manzella and the VIGOR Team – European Geothermal Congress (EGC) 2013 Pisa, Italy;
- *Shallow geothermal exploration using skytem data: The VIGOR experiment* - A. Santilano, A. Manzella, A. Viezzoli, A. Menghini, A. Donato, D. Montanari, S. Maggi, E. Rizzo – European Geosciences Union General Assembly 2013; Vienna, Austria, 7-12 April.
- *Rock Thermal Conductivity as Key Parameter for Geothermal Numerical Models* – E. Di Sipio, S. Chiesa., E. Destro, A. Galgaro, A. Giaretta, G. Gola, A. Manzella - European Geosciences Union General Assembly 2013; Vienna, 7-12 April, Austria.
- *Airborne EM survey and 3D geological modeling for shallow geothermal assessment: an example from Sicily* - A. Santilano, A. Manzella, A. Viezzoli, A. Menghini, A. Donato, D. Montanari, S. Maggi, E. Rizzo - 4<sup>th</sup> - European Geothermal PhD day - 2013 Szeged, Hungary;
- *Results from airborne EM survey for geological and geothermal potential mapping in Sicily* – A. Viezzoli, A. Manzella, A. Menghini, D. Montanari, A. Galgaro, A. Santilano – SAGEEP – Denver, Colorado – USA, 17-21/03/2013;
- *The VIGOR ThermoGIS code: a new tool for geothermal resource assessment - knowledge for the future conference* - G. Gola, A. Manzella, E. Trumpy, D. Montanari, JD. Van Wees – IAHS – IAPSO – IASPEI, Gotheburg, Sweden, 22/26-7-2013;
- *Assessing areal geothermal potential: a new approach and its application to Southern Italy VIGOR-Project regions* - E. Trumpy, JD. Van Wees, A. Manzella, S. Botteghi, F. Caiozzi, R. Catalano, G. Gola, M. Doveri, D. Montanari, S. Monteleone, S. Bellani, A. Minissale – Geoitalia, FIST 2013;



- *Airborne EM survey and 3D geological modeling applied to shallow geothermal assessment: The VIGOR Project experiment* - A. Santilano, A. Manzella, A. Viezzoli, A. Menghini, A. Donato, D. Montanari, A. Galgaro, E. Destro, E. Di Sipio – Geoitalia, FIST 2013;
- *Multidisciplinary characterisation and modeling of the medium enthalpy geothermal reservoir of western Sicily: results from the VIGOR Project* - D. Montanari, G. Bertini, S. Botteghi, G. Caielli, F. Caiozzi, R. Catalano, A. Contino, R. de Franco, M. Doveri, M. Fedi, G. Gianelli, G. Gola, M. Iorio, M. La Manna, A. Manzella, A. Minissale, G. Montegrossi, S. Monteleone, G. Norini, G. Tranchida, E. Trumpy – Geoitalia, FIST 2013;
- *Multidisciplinary fieldwork in the geothermal area Terme Caronte (Lamezia Terme-Calabria, Italy)* - E. Rizzo, I. Iovine, F. Muto, L. Pizzino, A. Caputi, G. Romano, M. Balasco, V. Giampaolo, M. Votta, O. Terranova, R. Greco, P. Iaquinta, S. Soleri, F. Quattrocchi, G. Mele, G. Caielli, B. Aldighieri, R. De Franco, A. Manzella - Geoitalia, FIST 2013;
- *Fluid geochemistry in a seismically active area: the case study of Lamezia Terme plain (Calabria, Italy)* - A. Garone, L. Pizzino, A. Sciarra, F. Quattrocchi - Geoitalia, FIST 2013;
- *Hydrogeological setting of the geothermal area of Mondragone (Campania, Italy)* – A. Corniello, N. Cardelicchio, G. Cavuoto, E. Cuoco, D. Ducci, M. Mussi, E. Petruccione, N. Pelosi, E. Rizzo, M. Polemio, S. Tamburrino, P. Tiano, M. Iorio - Geoitalia, FIST 2013;
- *Assessment of the low enthalpy geothermal potential in Apulia region, Italy* – A. Galgaro, E. Di Sipio, E. Destro, S. Chiesa, A. Giaretta, A. Manzella - Geoitalia, FIST 2013;
- *Application of AEM to shallow geothermal potential mapping* – A. Viezzoli, A. Menghini, A. Manzella, A. Santilano, D. Montanari, S. Maggi - SAGA 13<sup>th</sup> biennial conference and 6<sup>th</sup> International AEM 2013, Kruger, South Africa;
- *Geothermal subsurface characterization at regional scale: the Calabria Region case study (Southern Italy)* – E. Di Sipio, A. Galgaro, E. Destro, S. Chiesa, A. Giaretta, A. Manzella (2013) - International Conference NovCare, 13-16 May, Leipzig, Germany;
- *Shallow geothermal exploration by means of skytem electrical resistivity data: an application in Sicily (Italy)* - A. Santilano, A. Donato, A. Manzella, D. Montanari, G. Gola, E. Di Sipio, E. Destro, A. Galgaro, G. Teza, A. Viezzoli, A. Menghini – XII IAEG International Association of Engineering



and the Environment 2014 Torino, Italy, 15-19/09/2014.

- *Methodological approach for evaluating the geo-exchange potential: VIGOR Project* - A. Galgaro, E. Di Sipio, E. Destro, S. Chiesa, V. F. Uricchio, D. E. Bruno, R. Masciale, N. Lopez, P. Iaquinta, G. Teza, G. Iovine, D. Montanari, A. Manzella, S. Soleri, R. Greco, G. Di Bella, S. Monteleone, M. Sabatino, M. Iorio, E. Petruccione, A. Giaretta, G. Tranchida, E. Trumpy, G. Gola, S. D'Arpa S. Acque Sotterranee - Italian Journal of Groundwater, (2012), 43-53, DOI 10.7343/AS-014-12-0029.
- *Shallow geothermal energy use: Mapping of geothermal potential and legal status in Italy* – E. Di Sipio, E. Destro, A. Galgaro, S. Chiesa, A. Manzella (2012) - Rendiconti Online Società Geologica Italiana, 21 (2): 809-811, ISSN: 20358008.
- *Proposte metodologiche per l'analisi del potenziale di geoscambio: il progetto VIGOR* - A. Galgaro, E. Destro, E. Di Sipio, A. Manzella, S. Chiesa, D. Montanari, G. Iovine, V. Uricchio, P. Iaquinta, R. Masciale, N. Lopez, D. E. Bruno - Atti del IV Congresso Nazionale AIGA, Perugia, 6-7 febbraio 2012, Eng. Hydro. Env. Geology 14 B (2012) – doi 10.1474/EHEGeology.2012-14.B.11 (ISSN 2038-0801), 126.
- *Rock Thermal Conductivity as Key Parameter for Geothermal Numerical Models* - Eloisa Di Sipio, Sergio Chiesa, Elisa Destro, Antonio Galgaro, Aurelio Giaretta, Gianluca Gola, Adele Manzella - Energy Procedia 40 (2013) 87 – 94.

In occasione del 7th International Expo for Sustainable Energy and Mobility - Key Energy, The platform for Green Solution – Rimini, il 7 Novembre 2013 è stata organizzata una sessione dedicata a VIGOR nell'ambito dello spazio dedicato al POI. Per tale occasione è stata realizzata una presentazione del progetto, un'intervista alla coordinatrice del progetto e una testimonianza dal vivo intitolata *Focus rinnovabili geotermia. Progetto VIGOR* - A. Santilano and The VIGOR Team.

Il progetto VIGOR inoltre è stato presentato in occasione di convegni dedicati alla geotermia, qui di seguito elencati:

- *“Le risorse geotermiche a media e alta entalpia nella Sicilia Orientale”*, realizzato nella Biblioteca Comunale di Paternò (CT) il 3 maggio 2013 (link al programma dell'evento [03/05/2013: Seminario sul tema "Le risorse geotermiche a media ed alta entalpia nella sicilia orientale, Paternò". 3 maggio Paternò - Biblioteca Comunale, via Monastero 4 - Sicilia](#)), con una presentazione dal titolo “Sviluppi e risultati del progetto, ulteriori e indispensabili ricerche nella Sicilia orientale”





- “*Geotermia ed energie rinnovabili nella provincia di Verona*”, realizzato nel Parco Termale in Valpolicella (VR) l’11 Ottobre 2013 (link al programma dell’evento [11/10/2013: Convegno: "Geotermia ed energie rinnovabili nella provincia di Verona" - Geotermia Veronese Associazione culturale - Aquardens S.P.A. - Parco Termale Valpolicella - Verona.](#)), con una presentazione dal titolo “Lo stato delle conoscenze sulla geotermia, con particolare riferimento alla bassa entalpia”
- “*Geotermia a bassa entalpia: prospettive di sviluppo dall’esperienza nazionale alla scala locale*”, realizzato presso il Palazzo Bonin, sede Confindustria, Vicenza l’8 novembre 2013 (link al programma dell’evento [08/11/2013: Convegno: "Geotermia a bassa entalpia: prospettive di sviluppo dall’esperienza nazionale alla scala locale" - Confindustria Vicenza, Palazzo Bonin - Longare, corso Palladio 12 - Vicenza.](#)), con una presentazione dal titolo “La valutazione geotermica e le opportunità proposte dal Progetto VIGOR”

Si ricorda che è possibile seguire i principali aggiornamenti del progetto anche attraverso i social network Facebook e Twitter attraverso i quali gli utenti possono ricevere informazioni, aderire ad eventi, seminari, convegni non solo VIGOR ma che riguardano in generale la tematica energia.

## Conclusioni preliminari e criticità

### Principali conclusioni

In questo Rapporto abbiamo descritto brevemente i risultati ottenuti, rimandando agli allegati tecnici per gli opportuni approfondimenti. I documenti prodotti si corredano dell’estesa attività di disseminazione tramite i numerosi eventi organizzati in ambito VIGOR (due convegni nazionali e nove seminari tecnici regionali) e la presentazione degli studi a diverse occasioni tecnico-scientifiche. Si stima che quasi 1200 persone siano state coinvolte negli eventi.

Sono stati molti gli aspetti geotermici presi in considerazione con questo Progetto, e i risultati qui esposti ne danno pieno rilievo. Il Progetto VIGOR non si configura solo come studio di valutazione delle risorse del sottosuolo, proseguendo la tradizione già avviata dal CNR di coordinamento delle valutazioni geotermiche a scala nazionale (si veda il ruolo attivo svolto nella stesura dell’Inventario delle Risorse Geotermiche o del Geothermal Atlas europeo). Il Progetto, con i suoi aspetti progettuali, con la disseminazione diffusa, con l’elaborazione di documenti poco comuni, in particolare in lingua italiana, tocca tutti gli aspetti più importanti di questo settore: la valutazione del sottosuolo e la progettazione impiantistica, gli aspetti autorizzativi e normativi, l’informazione che a sua volta si lega all’accettabilità sociale, in un contesto che si inserisce chiaramente a livello internazionale.

Una nuova e potenziata strategia di disseminazione e il completamento dei documenti tecnici e informativi porteranno non soltanto un’accresciuta visibilità dei risultati raggiunti con il Progetto, ma anche la consapevolezza che le tecnologie geotermiche possono e devono affrontare con maggiore vigore le sfide energetiche che l’Italia si pone, per uno sviluppo di un’economia legata anche all’ambito



energetico nei territori di riferimento, in totale armonia con l'ambiente e con la dovuta cura degli aspetti sociali e civili.

## Criticità

Le attività del terzo anno di progetto hanno mostrato particolari difficoltà nei tempi di svolgimento delle procedura di gara per l'esecuzione dei quattro sondaggi esplorativi previsti dal Progetto. Purtroppo le stime fatte alla fine dello scorso anno nel Rapporto 4 si sono dimostrate eccessivamente ottimistiche, e non è stato possibile al momento neppure aprire i quattro cantieri. Per quanto attualmente siano stimati circa altri 4 mesi per la conclusione dei sondaggi (5 nell'area di Terme Caronte in Calabria per il sondaggio profondo), va fatto presente che molto dipenderà dalla serietà e capacità delle ditte che eseguiranno i sondaggi.

Gli 8 studi di utilizzo della risorsa geotermica presente nelle quattro Regioni di Convergenza rappresentavano una valutazione fattibilità dell'investimento per la realizzazione di altrettante proposte impiantistiche che impiegano principalmente la fonte geotermica per alimentare impianti di climatizzazione e/o di processo industriale. Gli impianti proposti sono energeticamente autosufficienti e cioè sono abbinati a sistemi di cogenerazione di energia alimentati a biomassa, ad olio vegetale e/o anche tramite energia solare concentrata in modo tale da raggiungere un risparmio energetico fino al 100% rispetto ad impianti realizzati con risorse energetiche convenzionali.

Adesso, per realizzare i progetti è necessario avviare la fase di progettazione definitiva necessaria al fine di identificare il corretto costo dei singoli progetti e quindi la tempistica di realizzazione. In particolare la progettazione esecutiva comprende le seguenti attività:

- Attività di carattere generale: predisposizione capitolato speciale d'appalto, elenco prezzi unitari, elenco quantità da prezzare, computo metrico estimativo;
- Attività di ingegneria meccanica: predisposizione del progetto esecutivo per la parte meccanica;
- Attività di ingegneria elettrica: predisposizione del progetto esecutivo per la parte meccanica)
- Attività di ingegneria di controllo: predisposizione del progetto esecutivo per la parte relativa alla strumentazione e controllo;
- Attività di ingegneria edile: predisposizione del progetto esecutivo per le opere edili e progetto opere strutturali;
- Attività per la predisposizione pratiche autorizzative del progetto.

Per tali attività, che esulano da quelle previste nel progetto VIGOR, il CNR fornirà tutte le informazioni tecniche a sua disposizione, e si mantiene comunque disponibile a discutere le modalità di esecuzione, qualora ritenuto utile.

