

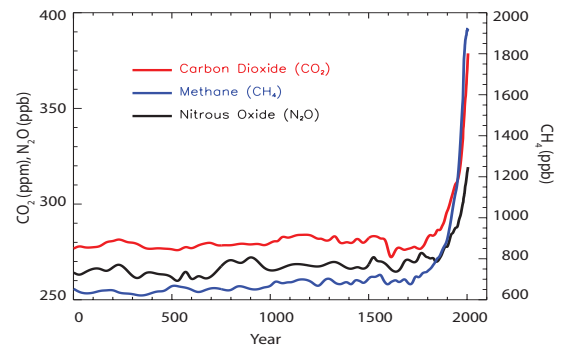
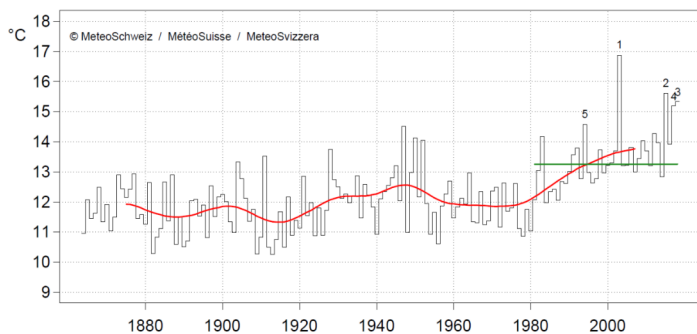
Il laboratorio di ricerca sotterraneo di Bedretto

D. Giardini, H.-R. Maurer, C. Madonna & DUGLab team

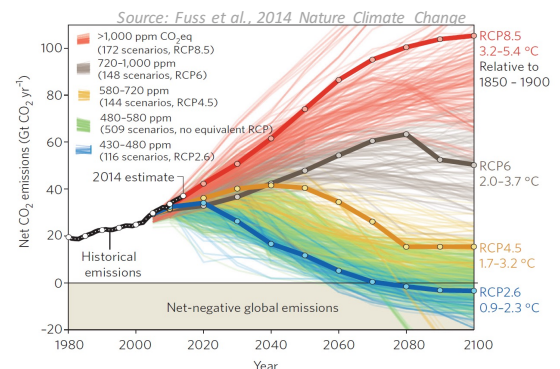
Politecnico di Zurich

Bedretto, 18 Settembre 2018

Riscaldamento del clima

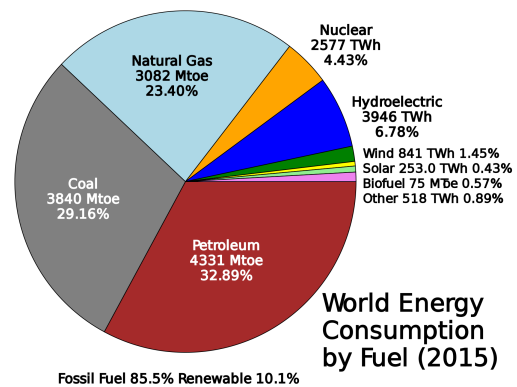
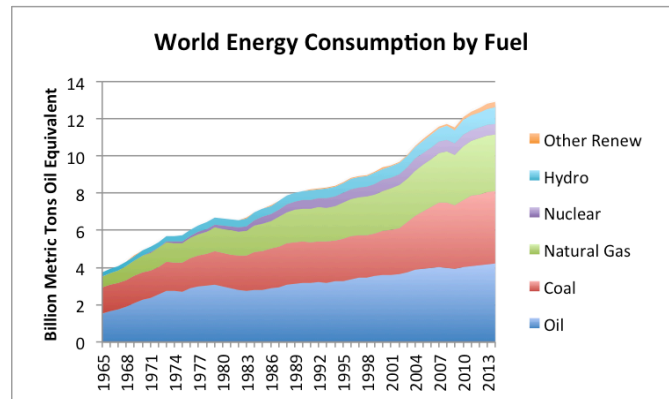


- ✓ Il riscaldamento del clima e le cause legate all'emissione di gas serra sono accertati
- ✓ In Svizzera, la temperatura media estiva è cresciuta di oltre 2°C negli ultimi 150 anni, e in 3 degli ultimi 4 anni ha superato i 15°C
- ✓ Gli scenari di evoluzione della temperatura dipendono dal nostro bilancio energetico



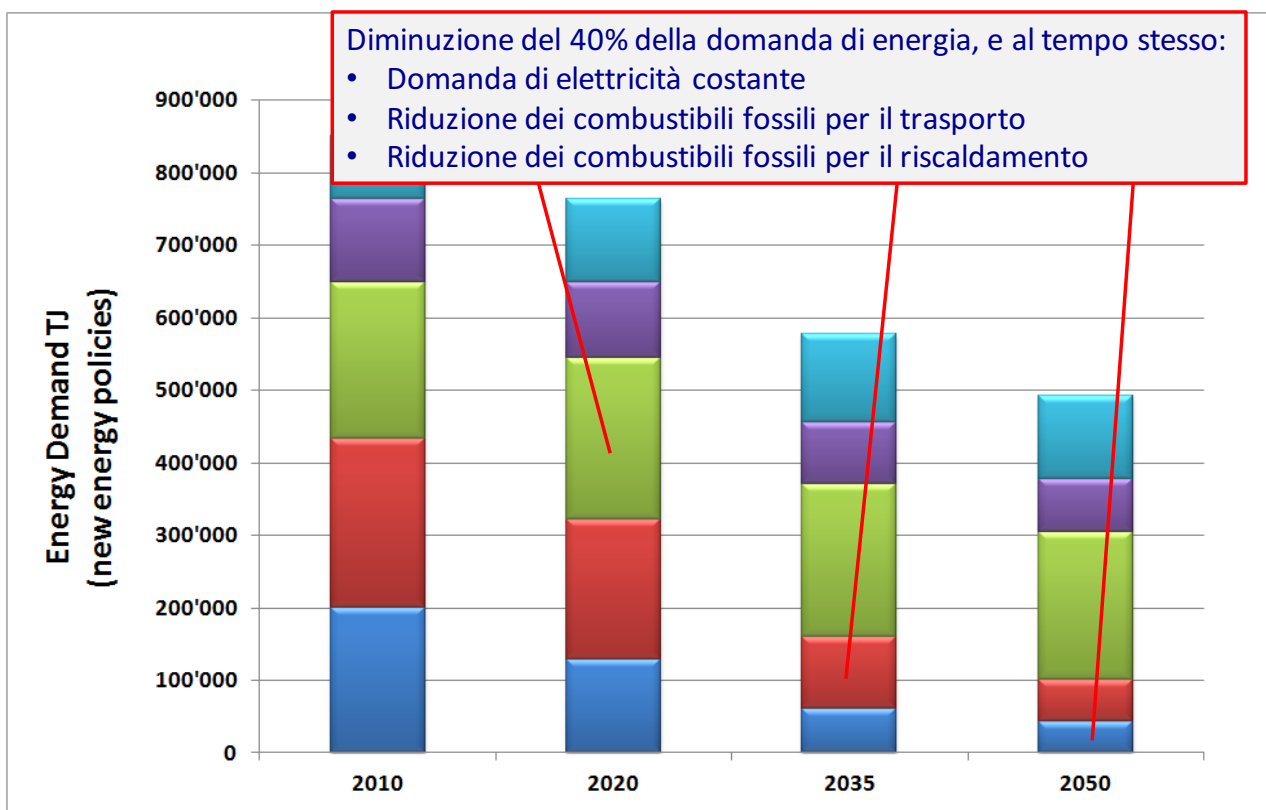
Consumo di energia

- In futuro produrremo e useremo elettricità e energia in modo diverso da oggi, e si registra un aumento costante di sorgenti rinnovabili, ma il progresso è lento
- Nel 2015, combustibili fossili sono stati usati per produrre oltre il 85% del bilancio energetico globale; le risorse di energia rinnovabili hanno contribuito il 10.1%, di cui il 6.8% da produzione idroelettrica (dati 2015)



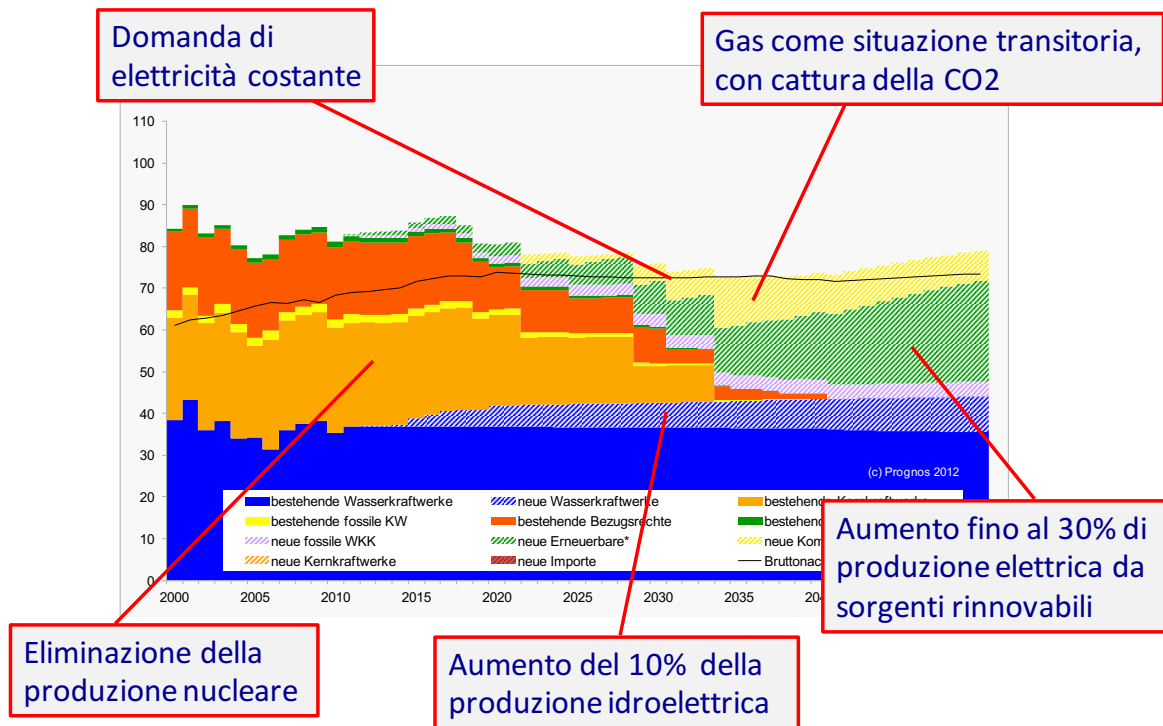
3

Strategia energetica 2050: domanda di energia



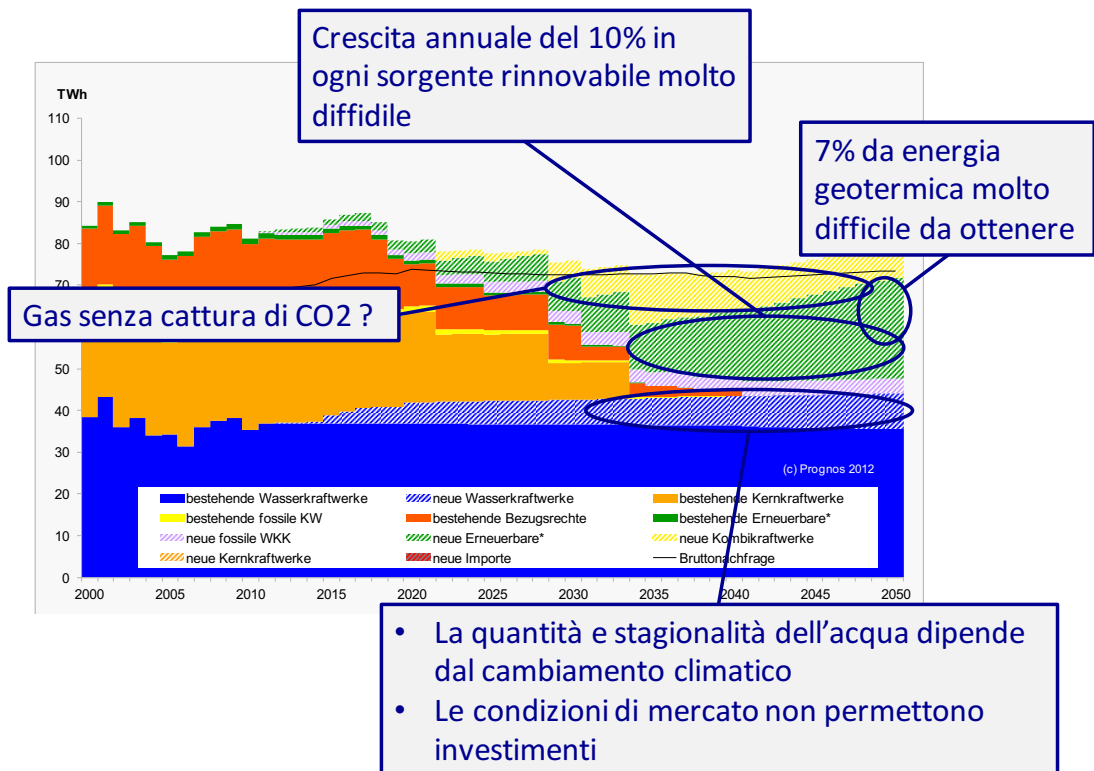
4

Strategia energetica 2050: produzione di elettricità



5

Strategia energetica 2050: produzione di elettricità

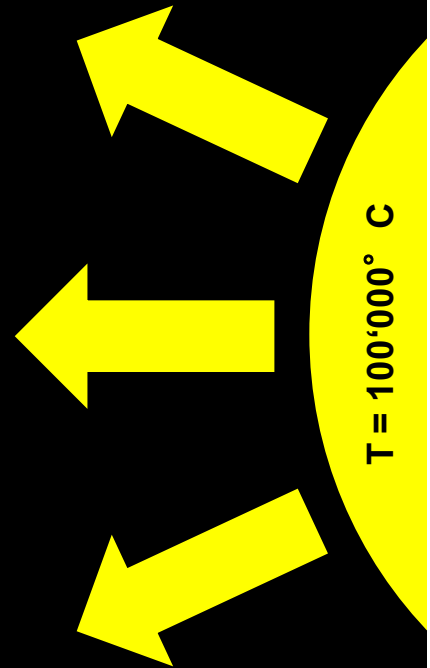


6

Da dove viene l'energia geotermica ?

Spazio profondo $T = -273^{\circ}$

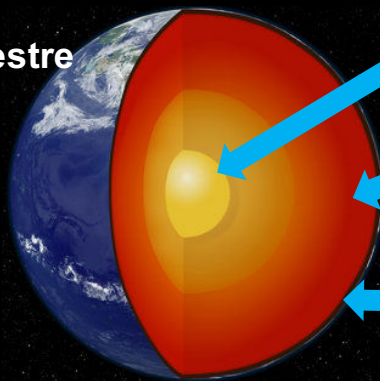
Superficie terrestre
 $T = 10^{\circ}$



- ✓ La radiazione solare è intrappolata alla superficie terrestre, dall'atmosfera e dagli oceani, e viene irradiata verso lo spazio
- ✓ Pochi metri sotto la superficie, la Terra non risente del riscaldamento solare

Da dove viene l'energia geotermica ?

Superficie terrestre
 $T = 10^{\circ}\text{C}$



$T = 6000^{\circ}$
nel nucleo

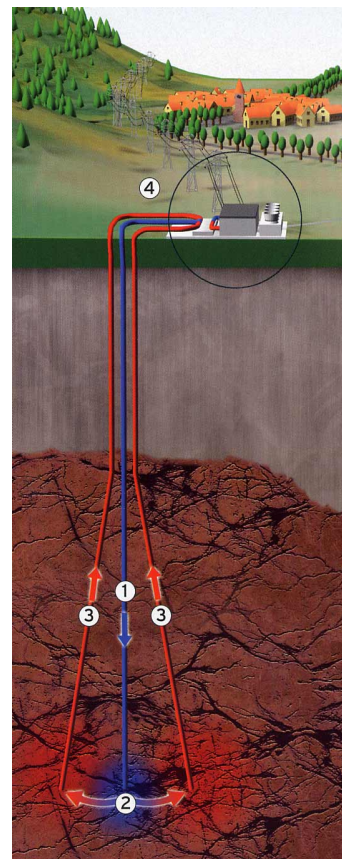
$T = 1300^{\circ}$
a 100km di
profondità

$T = 150-250^{\circ}$
a 5km di
profondità

- ✓ L'interno della Terra è molto caldo, e il calore fluisce verso la superficie più fredda
- ✓ Il flusso di calore alla superficie è oltre 1000 volte inferiore all'energia che riceviamo dal Sole (per m^2)

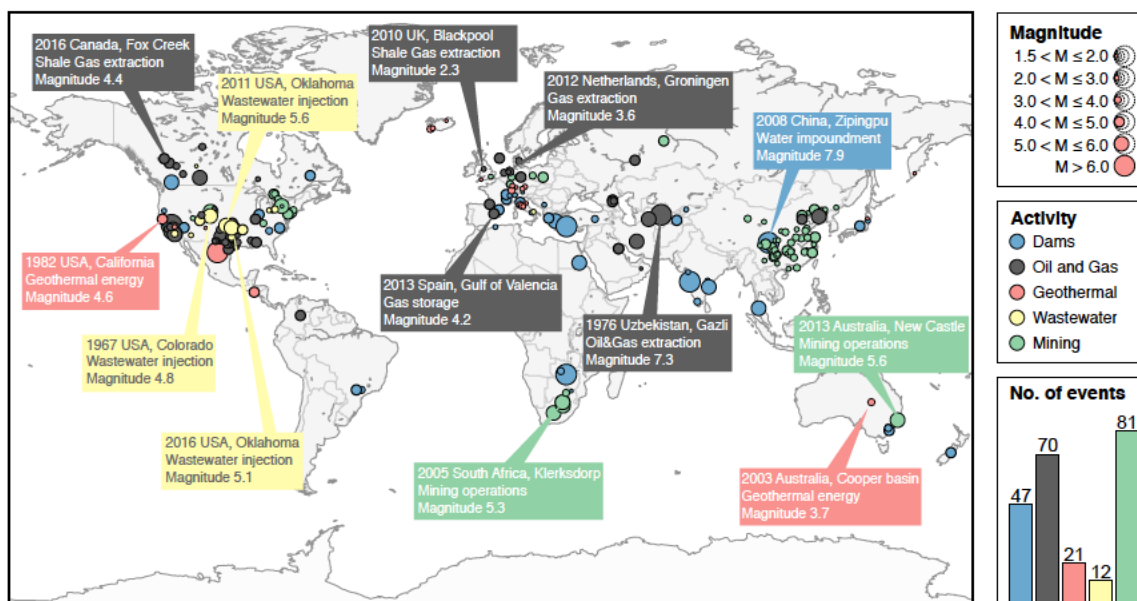
Estrarre l'energia geotermica

- ✓ Il flusso di calore è troppo basso per poter essere utilizzato direttamente. Per estrarre il calore profondo, bisogna utilizzare direttamente le rocce o l'acqua calda.
- ✓ In aree vulcaniche o in aree geotermiche queste si trovano vicine alla superficie, in altre aree bisogna utilizzare trivellazioni in profondità per poter estrarre il calore
- ✓ In Svizzera troviamo temperature di 170-190° (necessarie per la produzione di elettricità) a profondità di 4-6km
- ✓ L'acqua idrotermale a queste profondità è scarsa e bisogna portare l'acqua dalla superficie e creare le condizioni perché l'acqua possa circolare nella roccia calda prima di tornare alla superficie



9

Un problema globale: la sismicità indotta



10

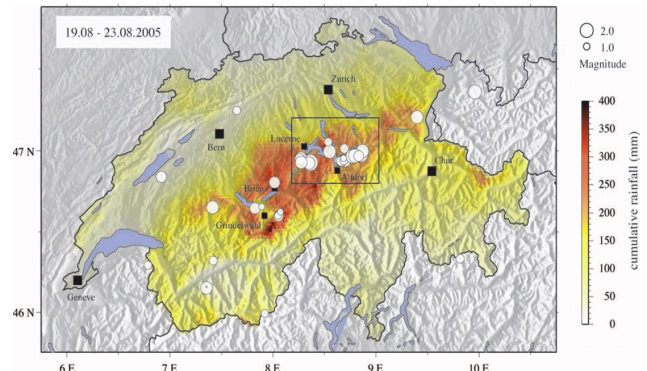
La sismicità indotta in Svizzera

Il problema della sismicità indotta è ben noto in Svizzera. In anni recenti, sismicità è stata associata allo scavo del tunnel NEAT, ai progetti geotermici di Basilea e SanGallo, a precipitazioni straordinarie e alla variazione stagionale di acqua nei grandi bacini idroelettrici.

DHMB, 2006



NEAT, 2007

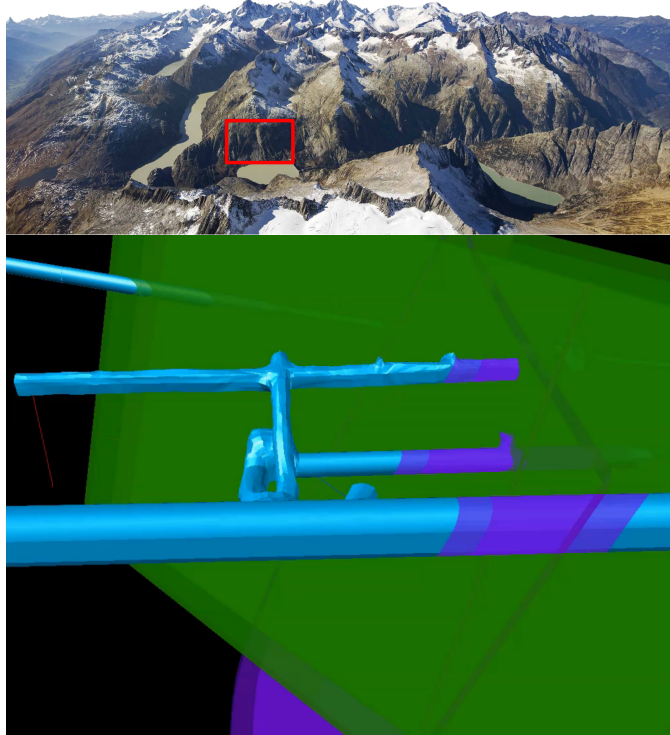
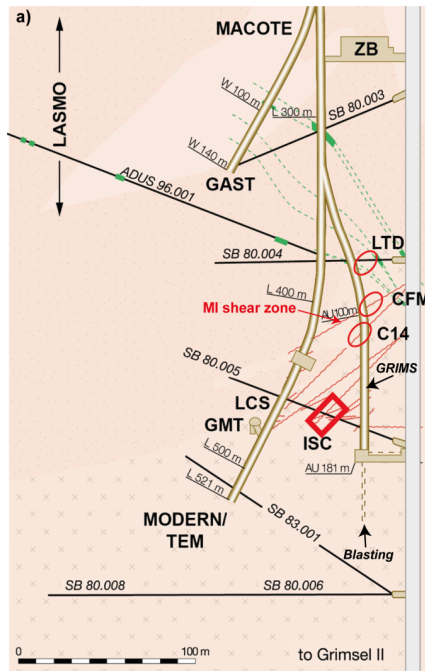


Servono laboratori di ricerca profondi

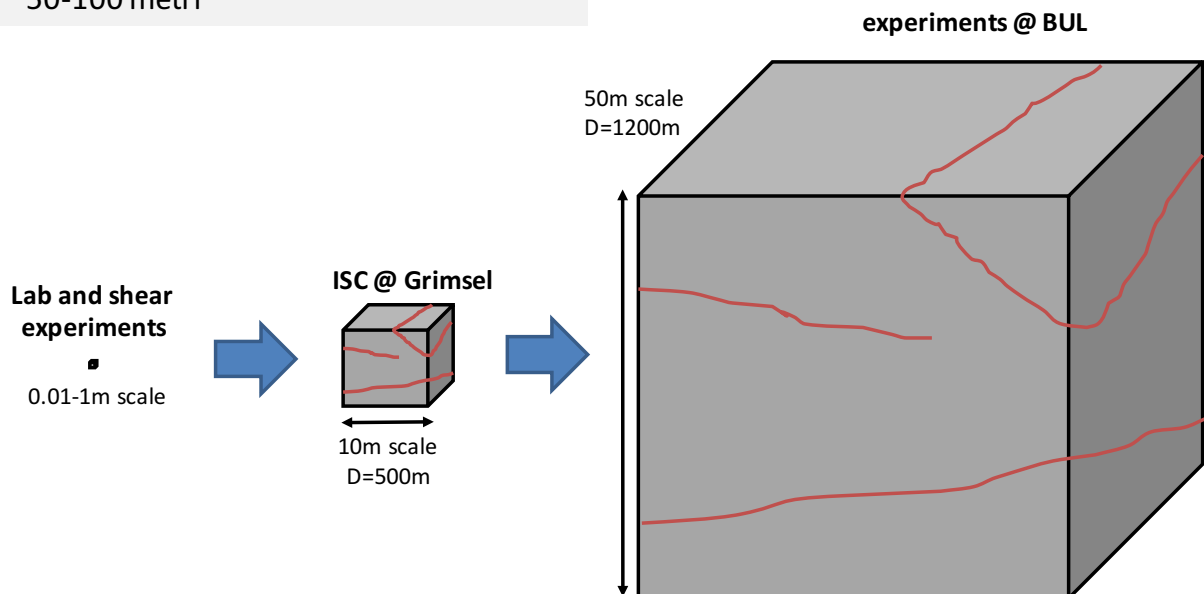
Per creare le condizioni per lo sviluppo dell'energia geotermica, è necessario fare esperimenti in profondità, a crescenti temperature e pressioni, con lo scopo di

- ✓ sviluppare e testare procedure di estrazione prima di utilizzarle in progetti industriali profondi
- ✓ sviluppare metodologie innovative per lo sviluppo di serbatoi profondi di calore
- ✓ accrescere la fiducia nelle risorse energetiche profonde
- ✓ Ottenere misure a scala e profondità intermedie tra quelle possibili in laboratorio e quelle degli eventi naturali

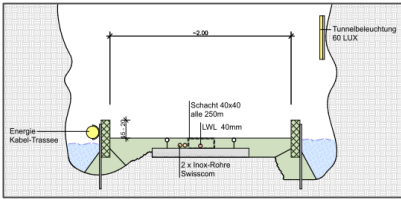
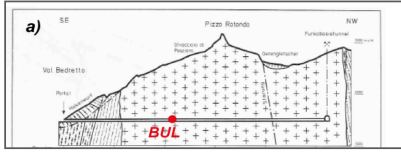
Esperimenti nel laboratorio NAGRA al Grimsel



➤ Dopo gli esperimenti al Grimsel, serve un secondo laboratorio per fare esperimenti a oltre un km di profondità e su scala di 50-100 metri



Il nuovo laboratorio sotterraneo di Bedretto



- ✓ Il tunnel di Bedretto è stato scelto per poter ospitare un nuovo laboratorio del Poli di Zurigo dedicato a ricerche sull'energia geotermica e la fisica dei terremoti - il più importante laboratorio sotterraneo di ricerca in Europa nel settore
- ✓ Una caverna di 100m di lunghezza e 6m di diametro è disponibile, a 2km dall'ingresso del tunnel e con oltre 1000m di copertura rocciosa
- ✓ Un contratto di affidamento per una prima fase di 10 anni è stato firmato con la MGI, proprietaria del tunnel
- ✓ Il Poli di Zurigo ha iniziato i lavori di rinnovamento del tunnel, la costruzione del laboratorio e l'installazione dei sistemi di sicurezza, per una spesa complessiva di quasi 4 milioni di Fr

Bedretto Underground Laboratory for Geo-energies (BULG)

Proprietario 	Committente della costruzione 	Operatore 	BULG Sponsors
-------------------------	--	----------------------	--------------------------

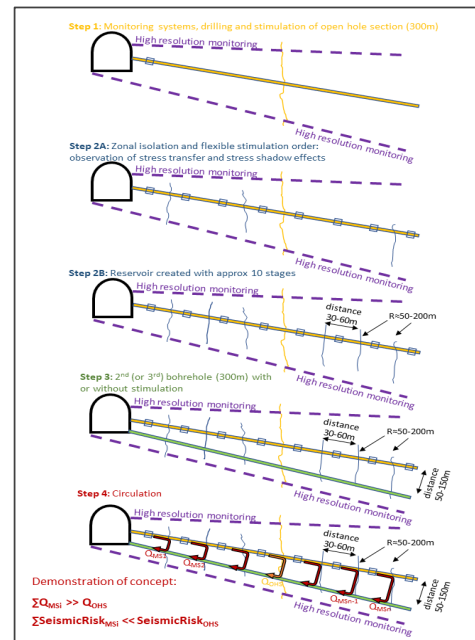
Partner di ricerca 	Sicurezza Costruzione Cava di estrazione di ghiaia di Bedretto
-------------------------------	--

Agenzie di finanziamento della ricerca Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation		 FNRS/NERA-NET FONDS NATIONAL SUISSE / SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS / FONDO NAZIONALE SVIZZERO / SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION	 Schweizerische Eidgenossenschaft / Confédération suisse / Confederazione Svizzera / Confederaziun svizra Bundesamt für Energie BFE / Swiss Federal Office of Energy SFOE	 Schweizerische Eidgenossenschaft / Confédération suisse / Confederazione Svizzera / Confederaziun svizra Swiss Confederation Innosuisse – Swiss Innovation Agency
---	--	---	---	---

I primi quattro esperimenti

- ✓ **VTRE:** Progetto dimostrativo dell'Ufficio Federale di Energia per la formazione di un serbatoio di energia geotermica di 100m di scala e lo stoccaggio e estrazione ciclica di calore
- ✓ **ZoDrEx:** Progetto ERANET-GEOTHERMICA bper sviluppare nuove tecniche di perforazione di e estrazione di energia geotermica
- ✓ **DESTRESS:** progetto della comunità Europea per la dimostrazione di tecniche di stimolazione della roccia a basso rischio e per la loro applicazione industriale
- ✓ **MISS:** progetto finanziato dalla Fondazione Werner Siemens per lo studio della fisica dei terremoti

Questi primi esperimenti coprono una fase di 6 anni e avranno un bilancio complessivo di oltre 20 milioni di Fr



17

Ci sono rischi ?

- ✓ *Rischi associati a lavori in tunnel profondi:* vengono applicate le regole stringenti della SUVA e del Poli; la ditta SiBau è responsabile per la sicurezza e il Servizio Sismico Svizzero per il monitoraggio della sismicità; le emissioni di radon sono monitorate e controllate da un sistema apposito di ventilazione
- ✓ *Rischio di terremoti risentiti alla superficie:* quando si lavora nel sottosuolo, la possibilità che si possa verificare un evento sismico indotto non si può mai escludere completamente, ma gli esperimenti che condurremo sono disegnati per produrre al massimo scosse di magnitudo zero, con energia almeno 1000 volte inferiore a quella di un evento risentito alla superficie
- ✓ *Rischio di dover abbandonare il tunnel:* nel caso che il laboratorio o la caverna debbano essere abbandonati, possiamo spostare il laboratorio o un'altra caverna nello stesso tunnel o in un altro tunnel

18