Catalogo degli scenari geotermici e loro applicazione

Jessica Maria Chicco (Università di Torino)

Comunità Energetiche Termiche e Geotermia a bassa profondità - L'esperienza Europea
Opportunità di sviluppo per il territorio e di risparmio per la Collettività

Napoli, 4 dicembre 2025

Cosa si intende per scenari

Scenario = configurazione tecnologica

Gli scenari comprendono:

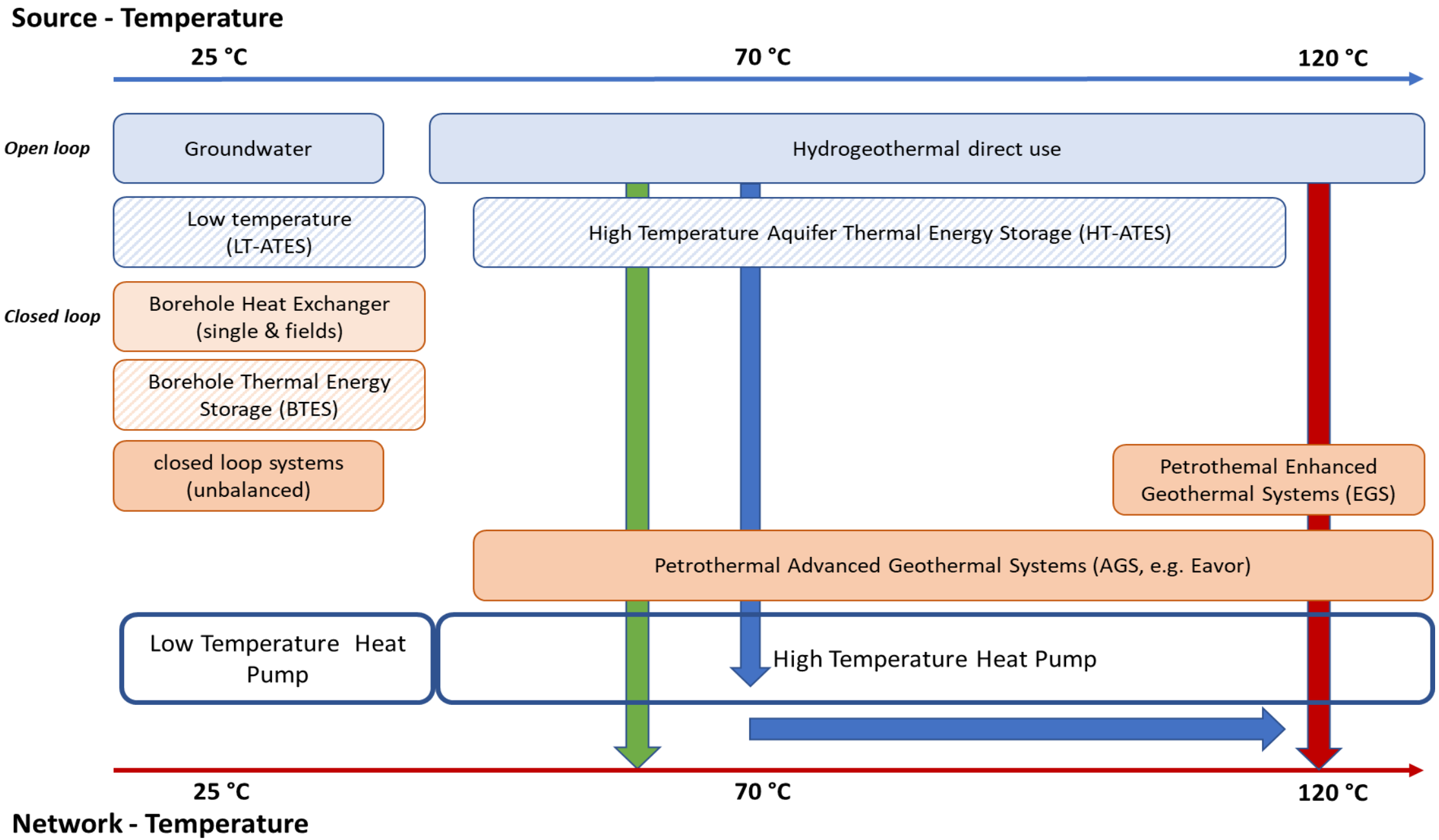
- una rete con una specifica temperatura di funzionamento e una sorgente geotermica che fornisce una determinata temperatura.
- una sorgente geotermica, che può essere utilizzata direttamente per la rete o, se la temperatura della sorgente è troppo bassa, combinata con una pompa di calore.
- nel caso sia necessario un «plus» per raggiungere i carichi di picco, è possibile integrare un sistema di stoccaggio sotterraneo (UTES, comprendente ATES e BTES).

La combinazione di più tecnologie può creare diversi scenari e permette un elevato efficientamento energetico.

Si basa su vari fattori:

- caratteristiche della sorgente geotermica
- caratteristiche della rete
- domanda di calore della città

I differenti scenari



Diversi tipi di scenari

Scenari di base

gli scenari di base sono più semplici da progettare e sono già comunemente utilizzati in tutta l'Europa

Number	Scenario name	Type	SourceT [°C]	Aquifer/ ground	GridT [°C]
Basic scenarios					
B 01	Shallow geothermal & Free cooling - DC Network	basic	5-25	aquifer/ground	0-15
B 02	Groundwater + decentral LTHP - LT Network	basic	10	aquifer	10-25
B 03	Hydrothermal Direct Use - HT Network	basic	90 <<	aquifer	80 - 120
B 04	Hydrothermal Direct Use - MT Network	basic	40 - 90	aquifer	40 - 60
B 05	Groundwater + central HP - MT/HT Network	basic	10 - 30	aquifer	25- 90
B 06	BHE + central HTHP/BTES - MT/HT Network	basic	-4 - 30	ground	25 - 90
B 07	BHE + decentralized LTHP - LT Network	basic	-4 - 25	ground	10

Diversi tipi di scenari

Scenari complessi: gli scenari complessi sono costituiti da una combinazione di diverse tecnologie, come ad esempio scenari di stoccaggio o scenari che utilizzano un HTHP (pompa di calore ad elevata temperatura

Number	Scenario name	Type	SourceT [°C]	Aquifer/ ground	GridT [°C]
Complex scenarios					
C 01	Basic + LT ATES + LT/MTHP - LT/MT Network	complex	30 >	Aquifer	40 - 60
C 02	Hydrothermal + HTHP - MT/HT Network	complex	30-90	aquifer	60 - 120
C 03	Hydrothermal + Sorption Chiller - DC Network	complex	60 - 100	aquifer	6 - 15

Diversi tipi di scenari

Sviluppi futuri: gli scenari futuri si basano su tecnologie non ancora pronte per il mercato. Si tratta in particolare di scenari che utilizzano sistemi geotermici avanzati (EGS)

Number	Scenario name	Type	SourceT [°C]	Aquifer/ ground	GridT [°C]
Future scenarios					
F 01	Basic + HT-ATES – MT/HT Network	future	90 >>	aquifer	90
F 02	Advanced Geothermal Systems (AGS)	future	90 >>	ground	90
F 03	Enhanced geothermal system (EGS)	future	90 - 120	ground	90
F04	Deep BHE + HTHP – MT/HT Network	future	20 – 50	ground	90

Schede scenari basici: «free cooling»

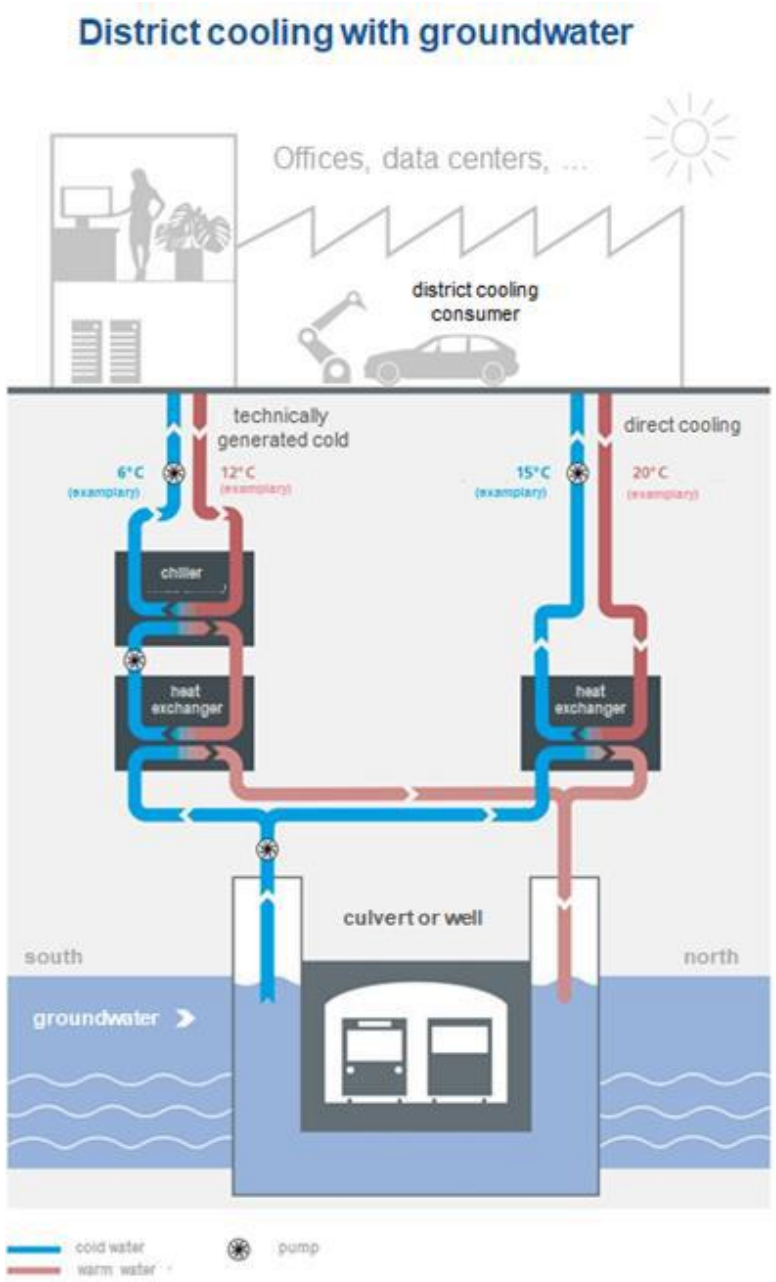
B 0 I	Shallow geothermal & Free cooling - DC Network						
	T Source [°C]	T Grid [°C]	aquifer / ground		storage	heating / cooling	type
	5-25	0-15	Aquifer	Ground	no	Cooling	Basic

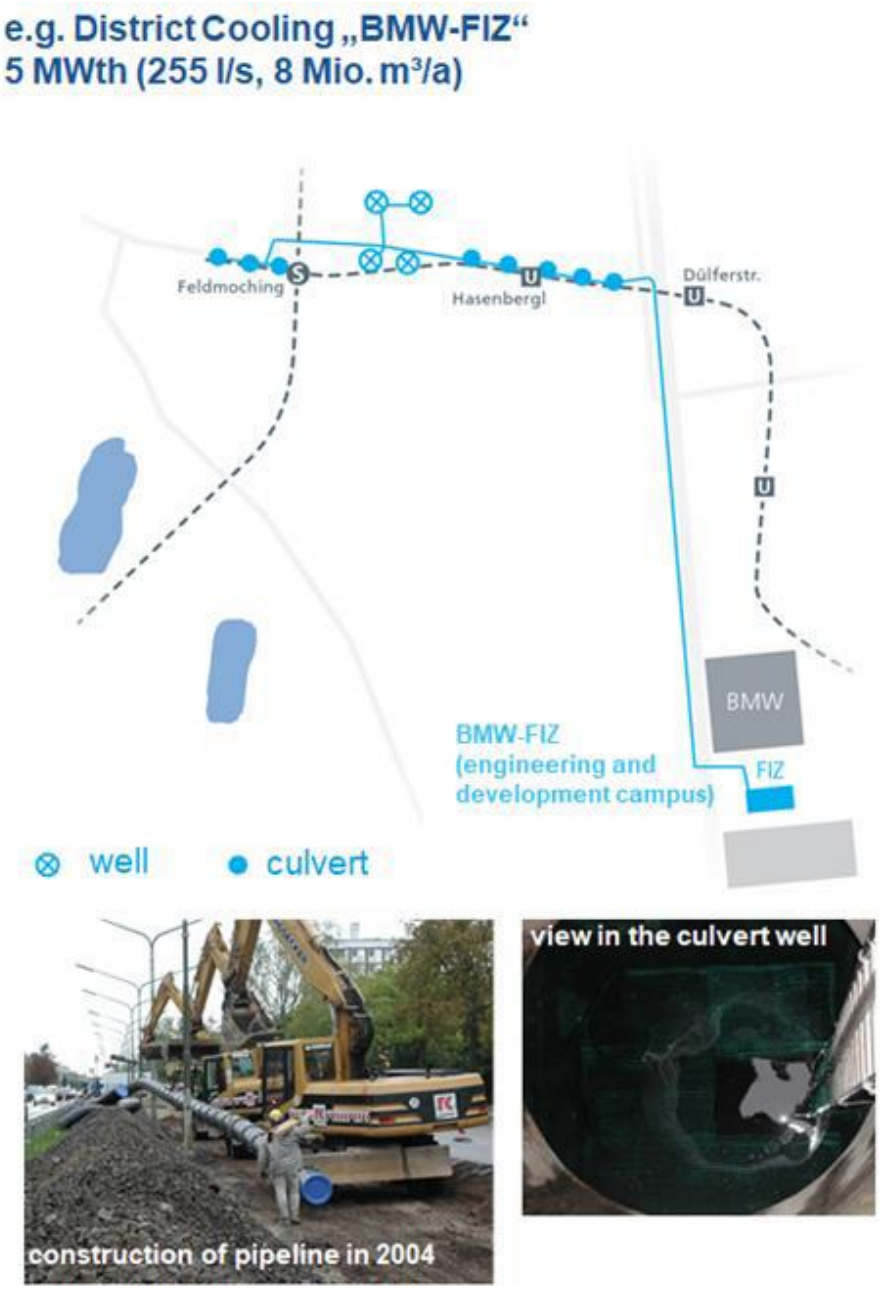
- ***Free cooling*** si riferisce al raffrescamento senza l'utilizzo di un dispositivo (pompa di calore/chiller) Ciò implica che la temperatura della risorsa è sufficientemente bassa da utilizzarla direttamente per il raffrescamento.

- L'acqua viene trasportata agli utenti tramite un circuito chiuso.

- I sistemi di raffrescamento sono convenienti, con bassi costi di gestione e manutenzione

Schede scenari basici: «free cooling»





Rete di raffrescamento creata per coprire i fabbisogni energetici principalmente di uffici e industrie.

Attualmente sono operativi 6 impianti ad acqua di falda con produzione di 13 MWth

Sono in fase di costruzione altri impianti ad acqua di falda per produrre ulteriori 4 MWth

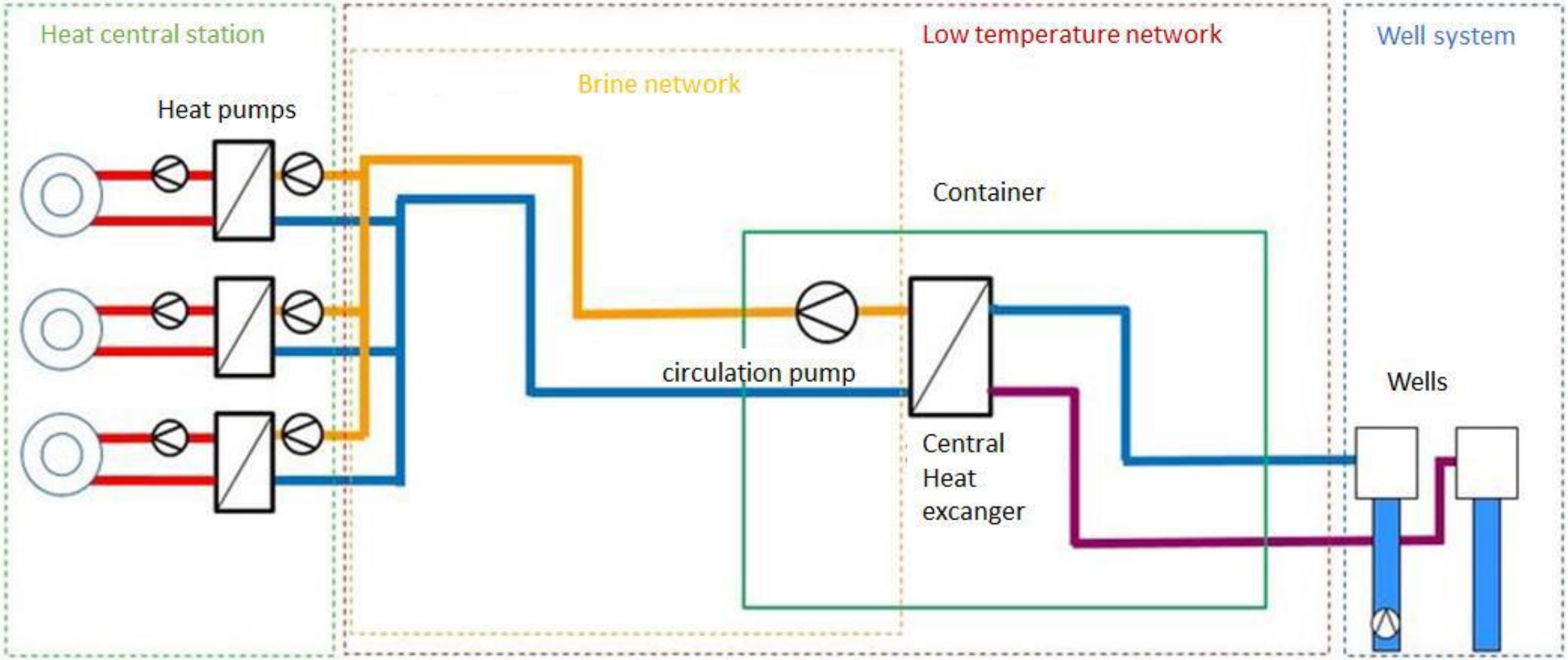
Schede scenari basici: rete a bassa temperatura (open loop, 5° generazione)

B 02	Groundwater + decentral LTHP - LT Network						
	T Source [°C]	T Grid [°C]	aquifer / ground	storage	heating / cooling		type
	10	10-25	Aquifer	no	Heating	Cooling	Basic

- La temperatura di alimentazione è troppo bassa per riscaldare direttamente l'edificio, pertanto in ogni edificio vengono installate pompe di calore decentralizzate per elevare la temperatura al livello richiesto.
- Scenario che prevede un circuito aperto e pompe di calore decentralizzate
- Meno costoso in quanto ogni edificio è collegato solo alla sua pompa di calore anziché direttamente alla rete alle sonde geotermiche
- Può essere utilizzato anche per il raffrescamento

Caso studio: Friedberg (Germania)

- Tre pozzi di estrazione profondi da 6 a 10 m
- Acque estratte a una temperatura di circa 10 °C → trasferiscono il calore in un circuito salino mediante scambiatori intelligenti e lo reintroducono nella falda acquifera tramite due pozzi si reiniezione.
- Il circuito salino si estende su tutta la rete di distribuzione con punti di collegamento per ogni unità abitativa.

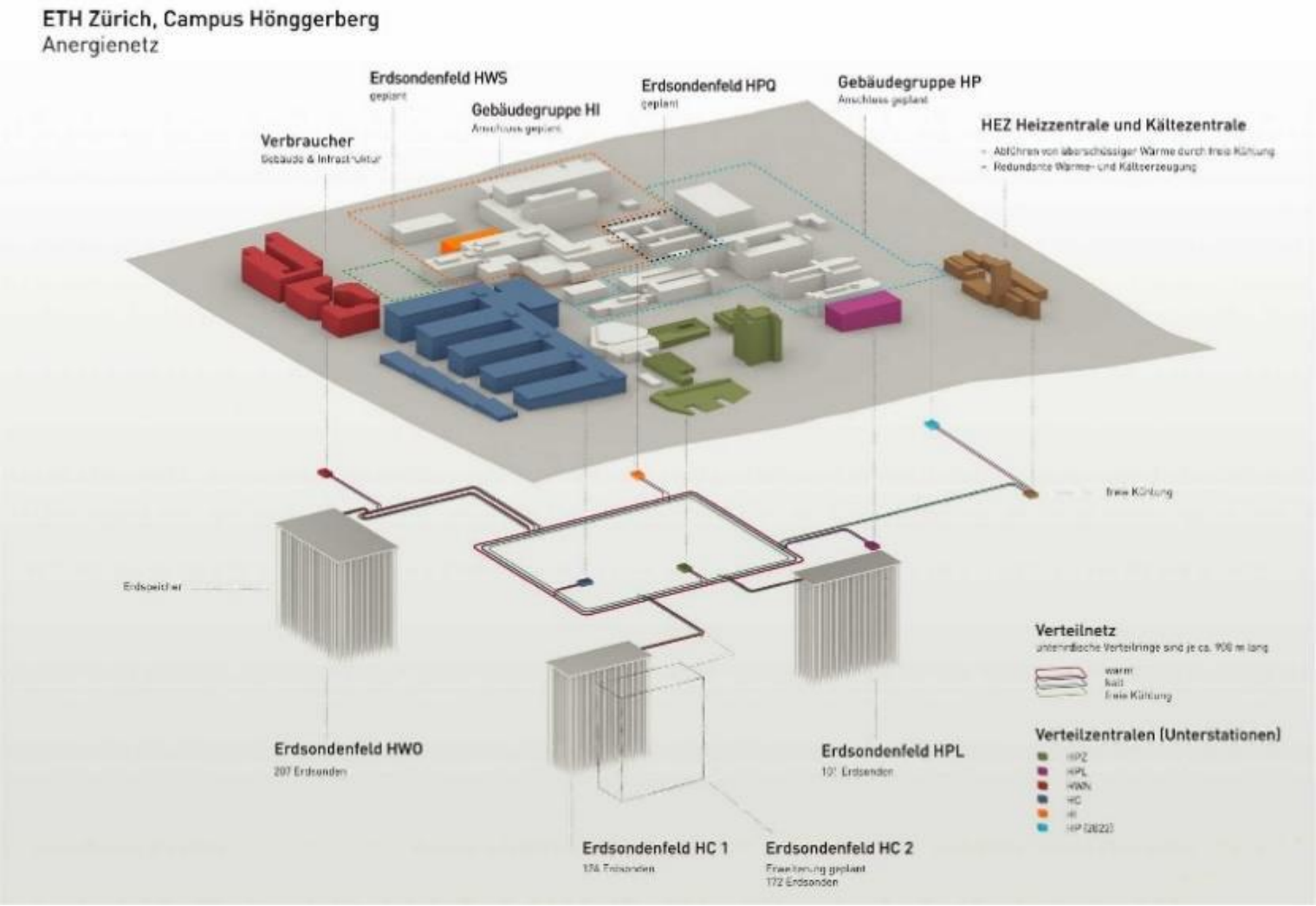


Schede scenari basici:
reti a bassa temperatura (closed loop, 5° generazione)

B 07	BHE + decentralized LTHP - LT Network						
	T Source [°C]	T Grid [°C]	aquifer / ground	storage	heating / cooling		type
	-4 – 25	10	Ground	yes	Heating	Cooling	Basic

- Sonde verticali o campi sonde (anche più di 10) con spaziatura tra 6 e 8 m, che scambiano energia termica con la rete tutto l'anno.
- In modalità di riscaldamento l'energia viene estratta dal suolo, mentre in modalità di raffrescamento l'energia viene iniettata nel terreno.
- Ogni utente ha la propria unità di pompa di calore che utilizza la rete come sistema di sorgente o di stoccaggio a seconda delle necessità.

Schede scenari basici:
reti a bassa temperatura (closed loop, 5° generazione)



Campus Universitario dell'ETH di Zurigo

Oltre 12.000 student ed impiegati che risiedono in oltre 30 edifici, consumando quasi 77 GWh/y di energia (elettricità e riscaldamento) di cui 22 GWh sono usati solo per il riscaldamento.

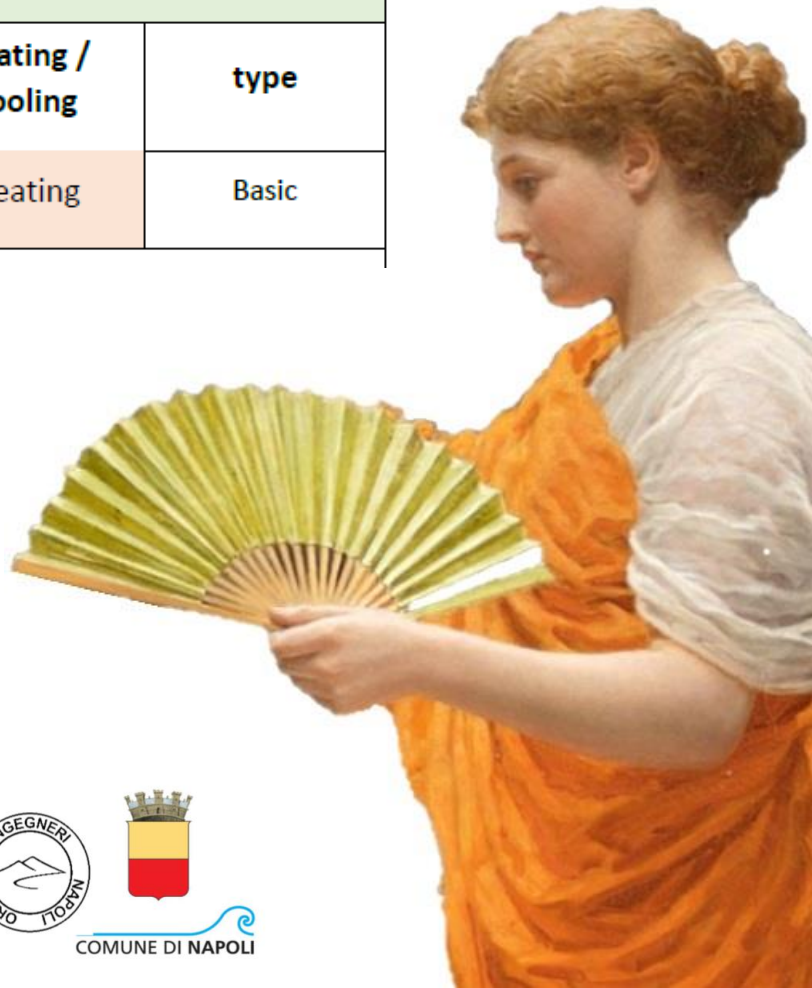
431sonde installate a una profondità di 200 m

La rete in generale fornisce 6.5 MW per il riscaldamento 5.3 MW per il raffrescamento

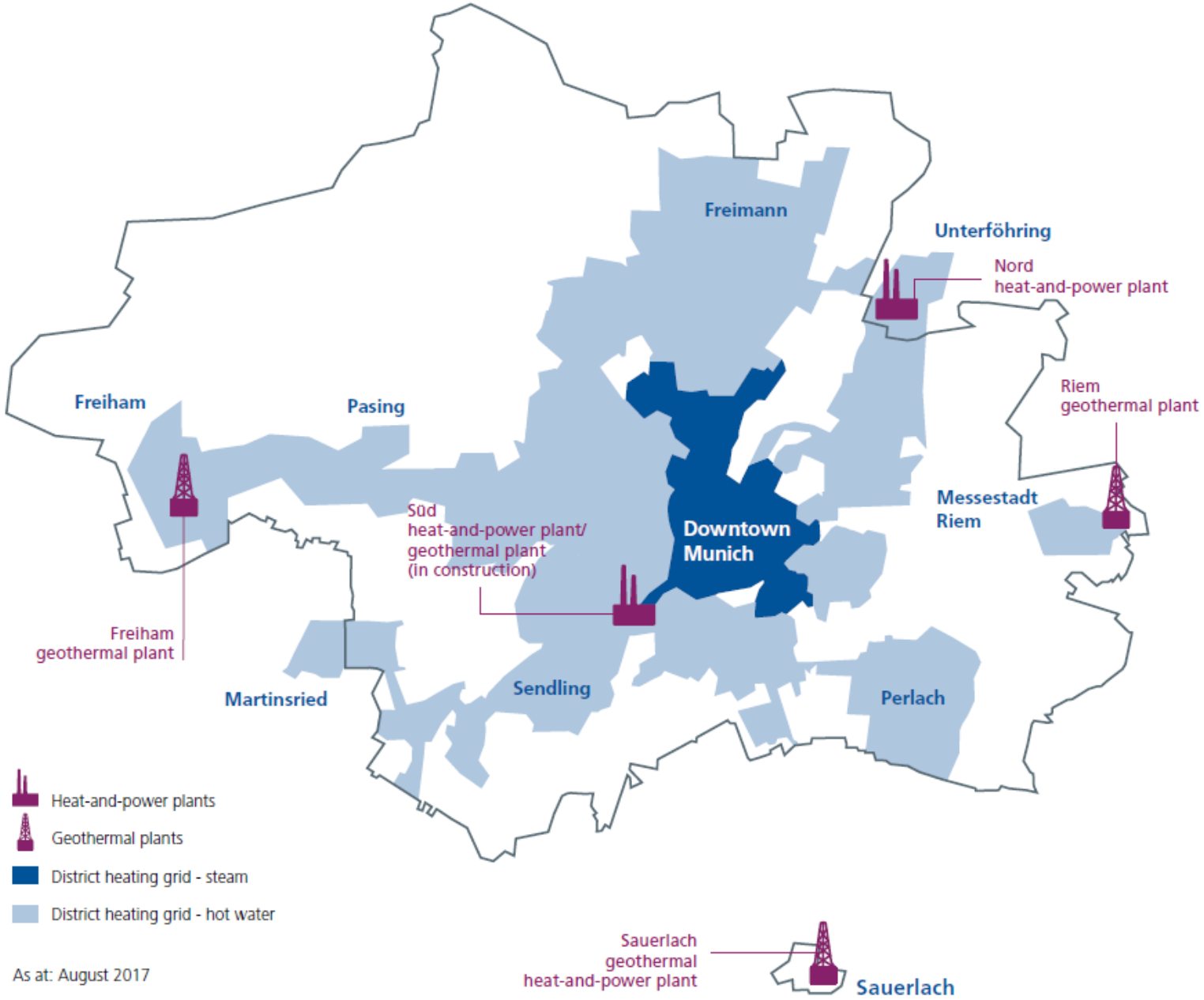
Schede scenari basici: reti di alta temperatura (3° generazione)

B03	Hydrothermal Direct Use – HT Network					
	T Source [°C]	T Grid [°C]	aquifer / ground	storage	heating / cooling	type
	90 <<	80 – 120	aquifer	no	Heating	Basic

- Pozzi profondi (dai 2 ai 6 Km) che prelevano acque in un intervallo compreso tra i 90 e i 120°C
- Uno scambiatore di calore trasferisce direttamente il calore alla rete di teleriscaldamento.
- La rete trasporta l'acqua calda direttamente all'utilizzatore



Caso studio: Monaco di Baviera (Germania)



- Rete di riscaldamento geotermico idrotermale profonda nella città di Monaco di Baviera, utilizza il serbatoio carbonatico del Giurassico superiore ad una profondità media compresa tra 2,000 e 6.000 m.

- La temperatura di produzione dipende dalla posizione dei pozzi e si attesta tra 80 e 120 °C.

- 6 impianti geotermici sono già alimentati nella rete di teleriscaldamento con una temperatura di esercizio tra 90 e 120 °C.

- Entro il 2040, è prevista la copertura dell'intero fabbisogno di teleriscaldamento di Monaco

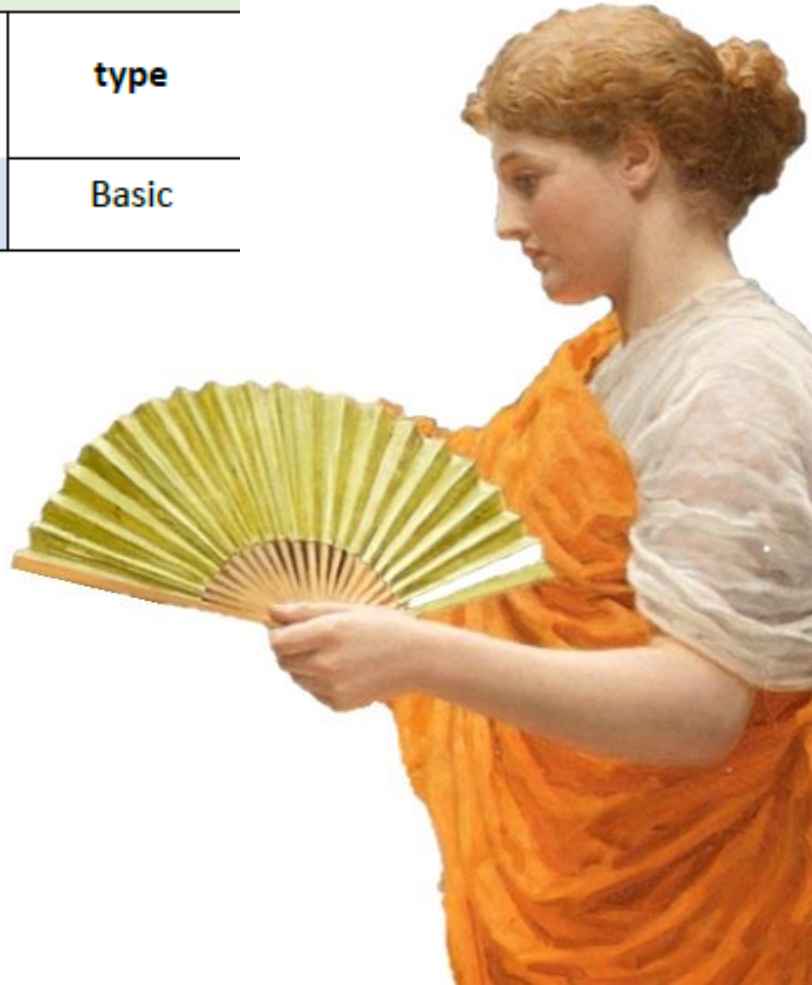
Schede scenari basici:
reti a bassa temperatura (closed loop, 3°/4° generazione)

B 06	BHE + central HTHP/BTES - MT/HT Network						
	T Source [°C]	T Grid [°C]	aquifer / ground	storage	heating / cooling		type
	-4 - 30	25-90	Ground	yes	Heating	Cooling	Basic

Campo sonde con più di 10 BHE (distanza 6/8 m) con una profondità generale compresa tra 50 e 200 m. Il campo BHE fornisce energia tutto l'anno che viene utilizzata dalla pompa di calore per produrre riscaldamento o raffrescamento a seconda della stagione.

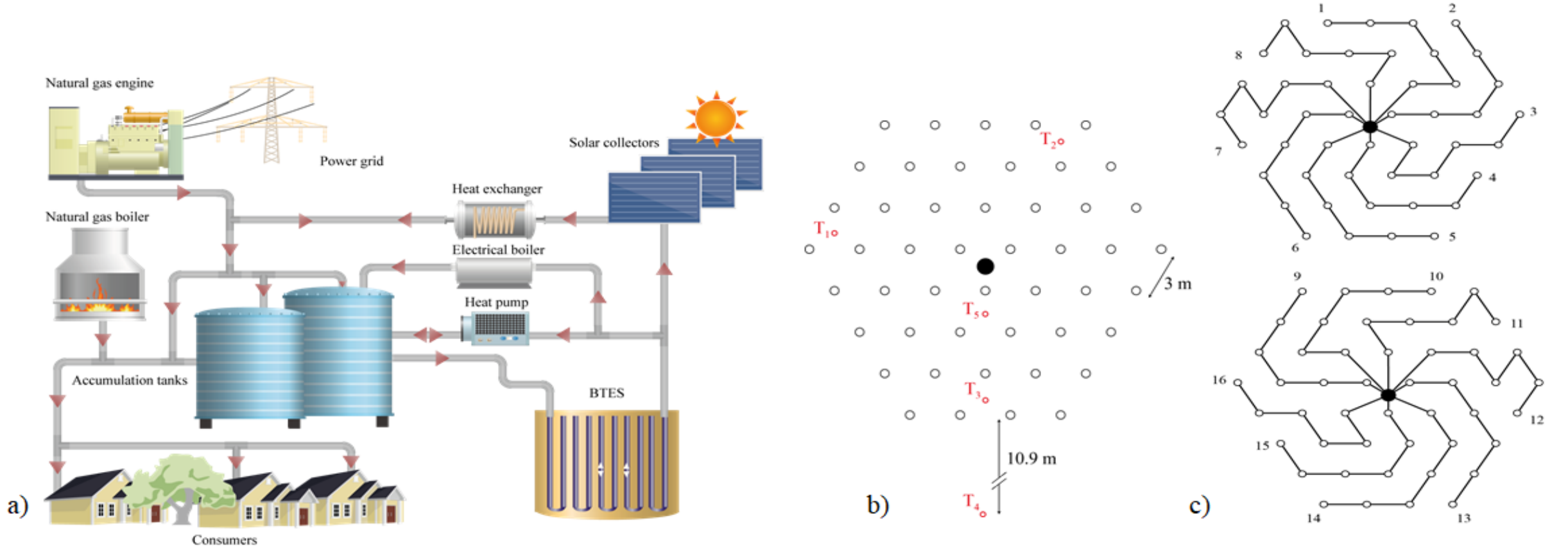
Stoccaggio termico di stagionale, prodotto in estate tramite pannelli solari o calore residuo e immagazzinato in sotterraneo in sonde geotermiche a distanza di 2/3 m).

In inverno, il calore viene estratto e consegnato alla rete per il riscaldamento e la produzione di acqua calda.



Caso studio: Brædstrup (Danimarca

Il teleriscaldamento di Brædstrup fornisce calore a circa 1.500 famiglie.
Il calore viene distribuito ai consumatori ad una temperatura di 72/80 °C, a seconda della stagione. L'impianto dispone di due caldaie a gas
Nel 2012 è stato costruito un BTES da 19.000 m3 per lo stoccaggio stagionale del calore in eccesso proveniente da un campo di collettori solari di 18.600 m 2.
Inoltre , l'impianto dispone di una caldaia elettrica da 10 MW che può utilizzare l'energia in eccesso dalla rete elettrica.



SAPHEA
INTEGRATING GEOTHERMAL HEATING AND COOLING NETWORKS IN EUROPE

Politecnico di Torino
UNIVERSITÀ DI TORINO
DIST
DIPARTIMENTO INTERATENEO DI SCIENZE PROGETTO E POLITICHE DEL TERRITORIO

Grazie per l'attenzione!

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA CAMPANIA
Graded
TEON ENERGIA DALLA TERRA
ORDINE INGEGNERI NAPOLI
COMUNE DI NAPOLI

Napoli, 4 dicembre 2025