fundaciónsantabárbara

Smart MinEnergy

Compressed Air Energy Storage

Junta de Castilla y León

TITULO DEL PROYECTO: Desarrollo precompetitivo de un sistema de almacenamiento de energía seguro y eficiente de aire comprimido reutilizando cavidades mineras abandonadas

ACRONIMO: SMART MINENERGY

DURACIÓN: 2020 - 2021

CONVOCATORIA: RETOS COLABORACION 2019

REFERENCIA: RTC2019-006874-3

FINANCIADO POR

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN

Presupuesto total	Financiación total del proyecto:	
	Subvención	prestamo
748.708,86 €	255.846,00 €	371.336,03 €

Luis Manuel Alvarez Alonso
Fundación Santa Bárbara
Director técnico

fundaciónsantabárbara

Smart MinEnergy

Compressed Air Energy Storage

Junta de Castilla y León

SOCIOS:

TUNELES Y GEOMECANICA

TyG

fundaciónsantabárbara

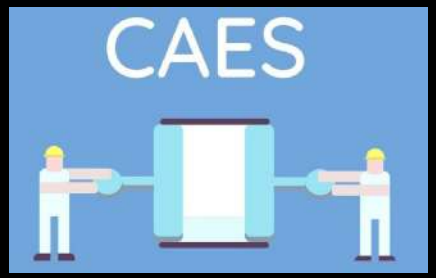
CEMENTO COSMOS

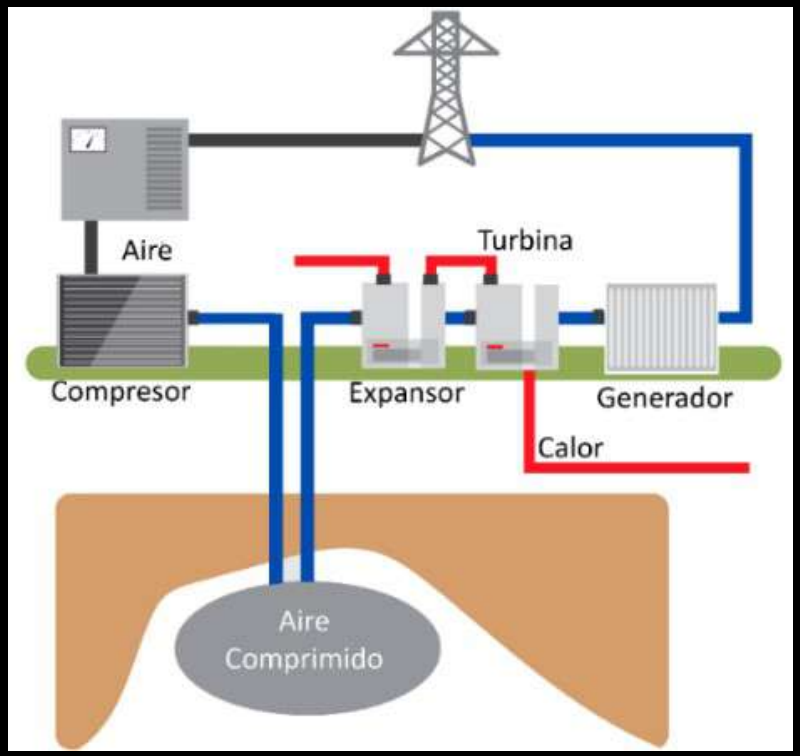
POLITÉCNICA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

OSSA OBRAS SUBTERRANEAS

CONCEPTO CAES





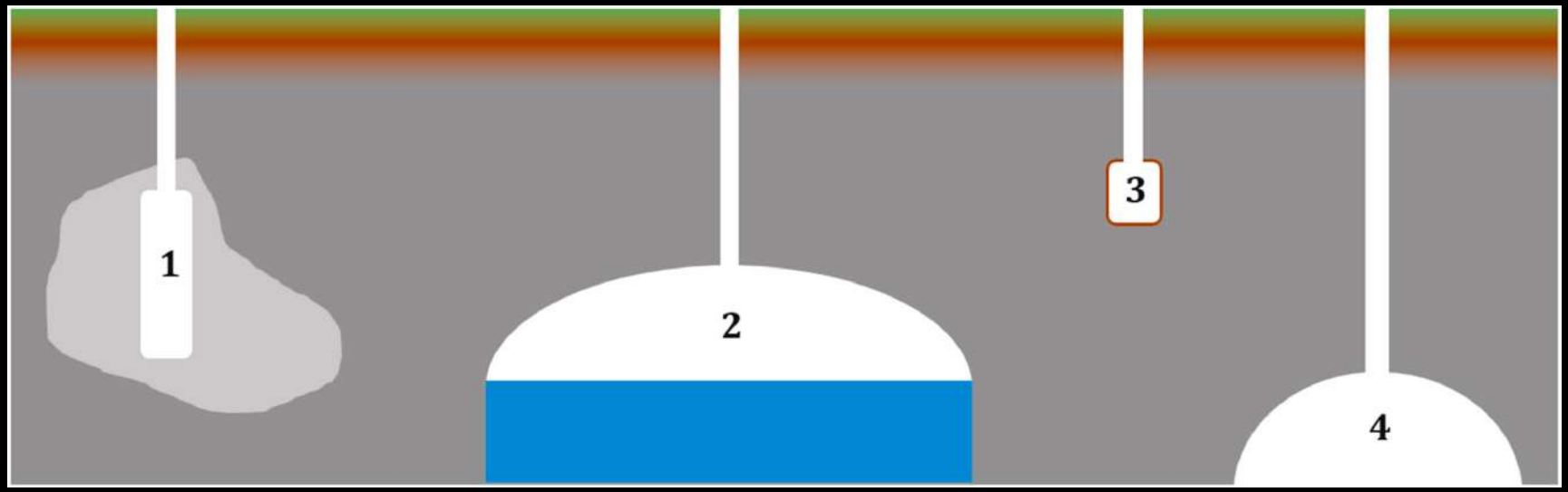
1. CONVERTIR ENERGÍA EN AIRE COMPRIMIDO.

2. ALMACENAR AIRE COMPRIMIDO EN UN ACUMULADOR

3. CONVERTIR AIRE COMPRINIDO EN ENERGÍA BAJO DEMANDA

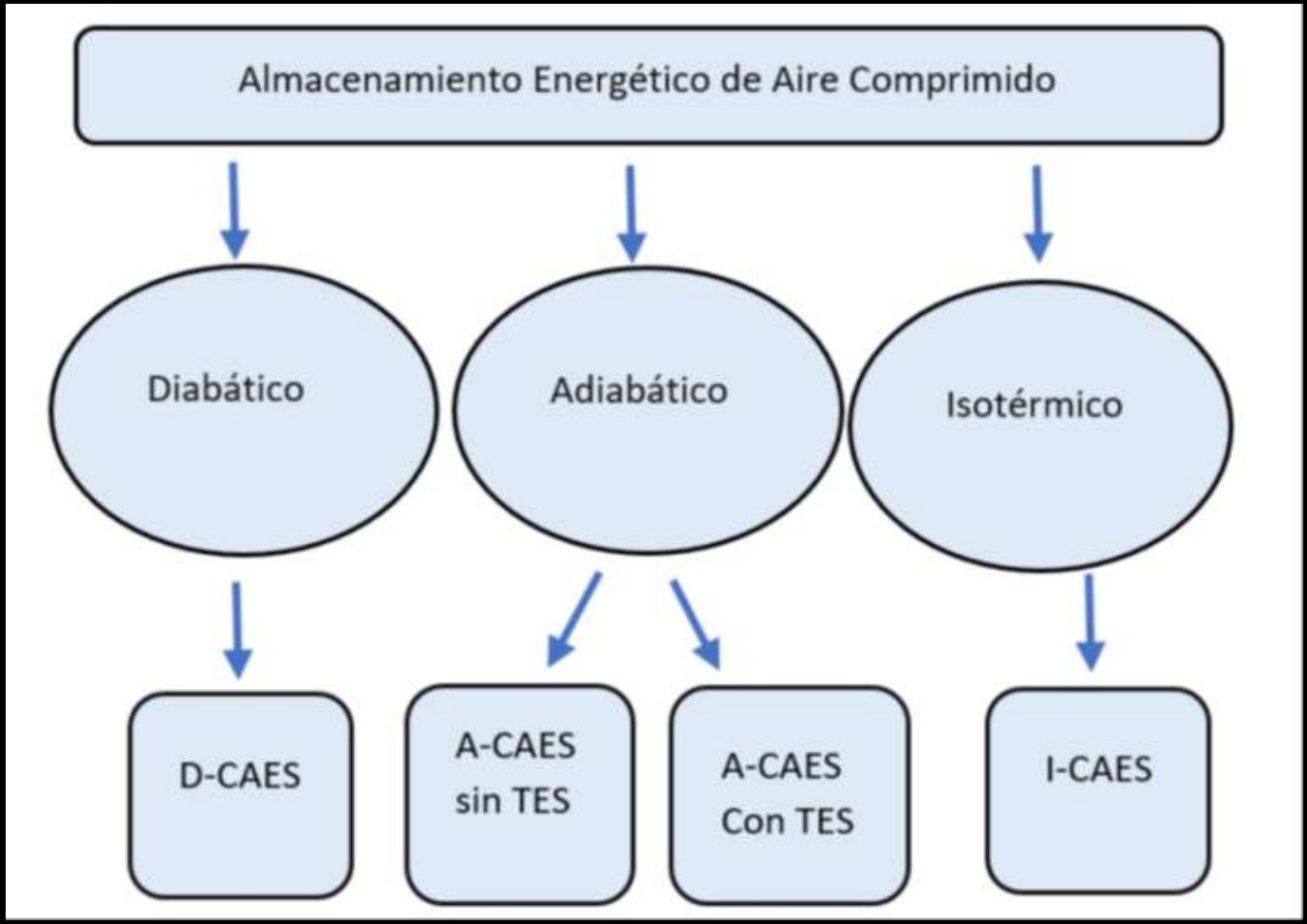
- Fases de funcionamiento de un CAES.

ALMACENACENAMIENTOS EMPLEADOS

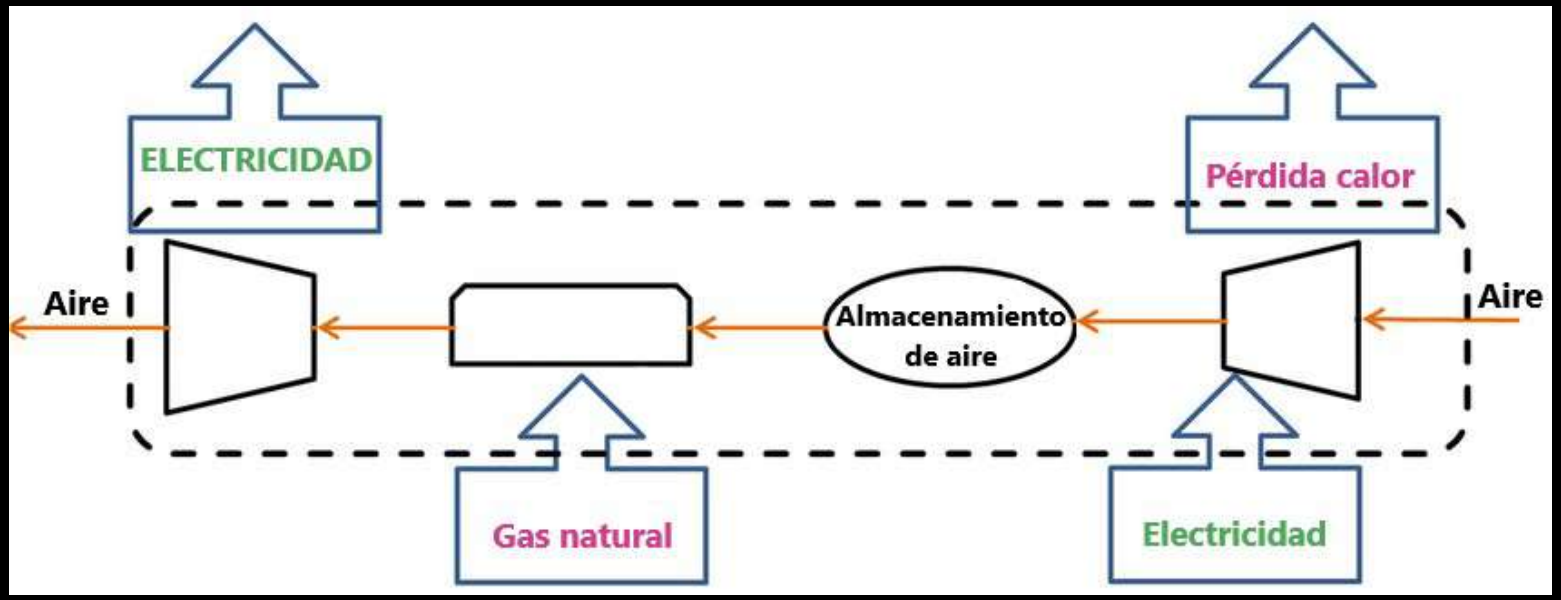


1. **Caverna de sal**, típicamente solución extraída de un depósito de sal.
2. Almacenamiento en **acuífero**, el aire se inyecta en una roca permeable que desplaza el agua.
3. **Caverna de roca revestida**, una cámara específicamente excavada y luego revestida con un material para asegurar la hermeticidad.
4. **Yacimiento de gas**, usado previamente para extracción o almacenamiento de gas, puede ser de tipo roca permeable o semipermeable.

TIPOS DE CAES

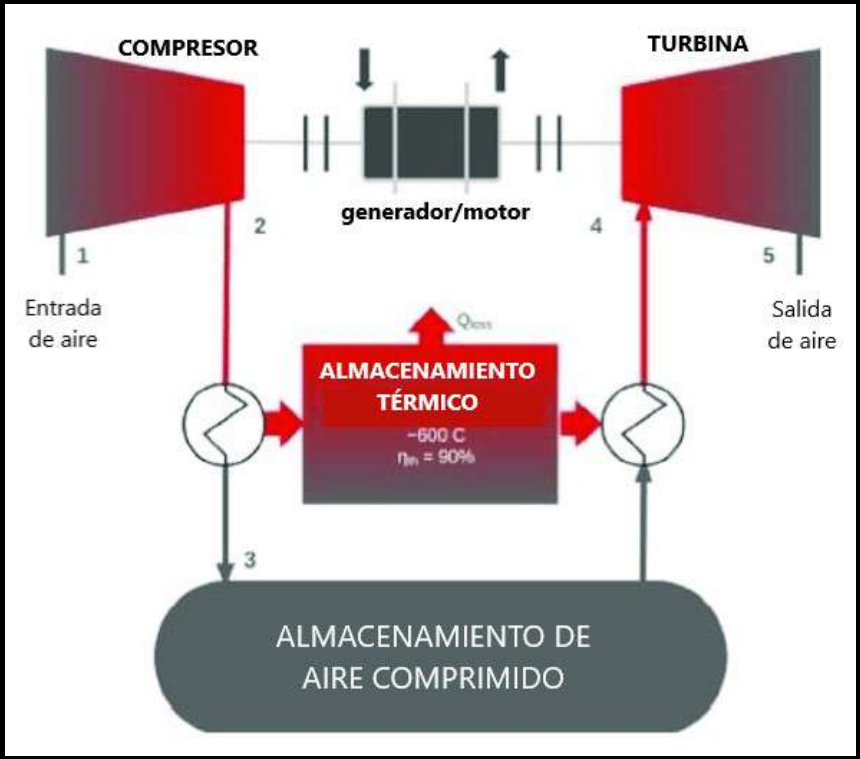


TIPOS DE CAES. CAES DIABATICO



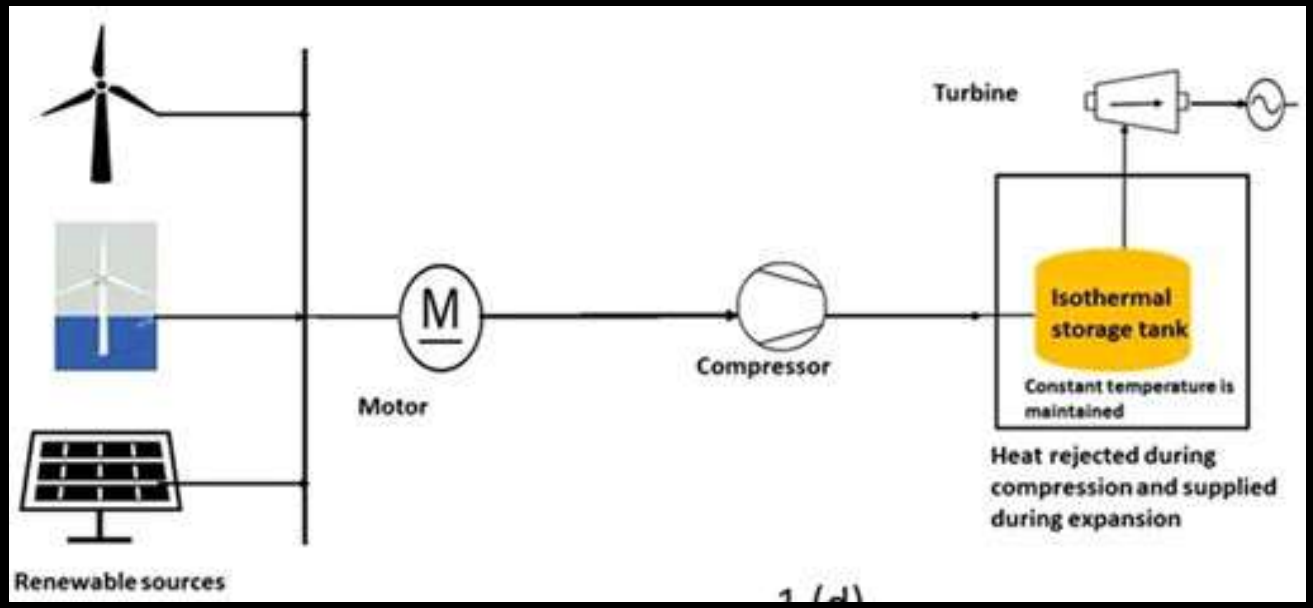
- No aprovecha calor de compresión
- Utiliza combustibles fósiles para calentar el aire
- Rendimiento del proceso 45-50%

TIPOS DE CAES. CAES ADIABATICO



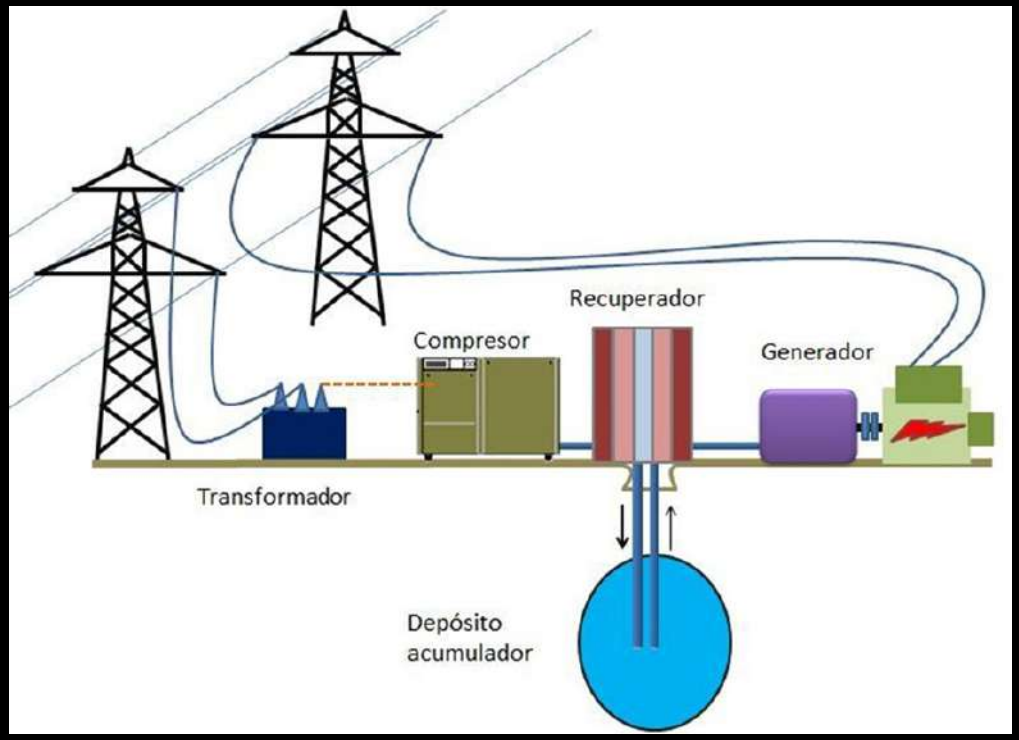
- Aprovecha calor de compresión
- Diferentes sistemas de almacenamiento térmico.
- Rendimiento del 70-75%

TIPOS DE CAES. CAES ISOTERMICO



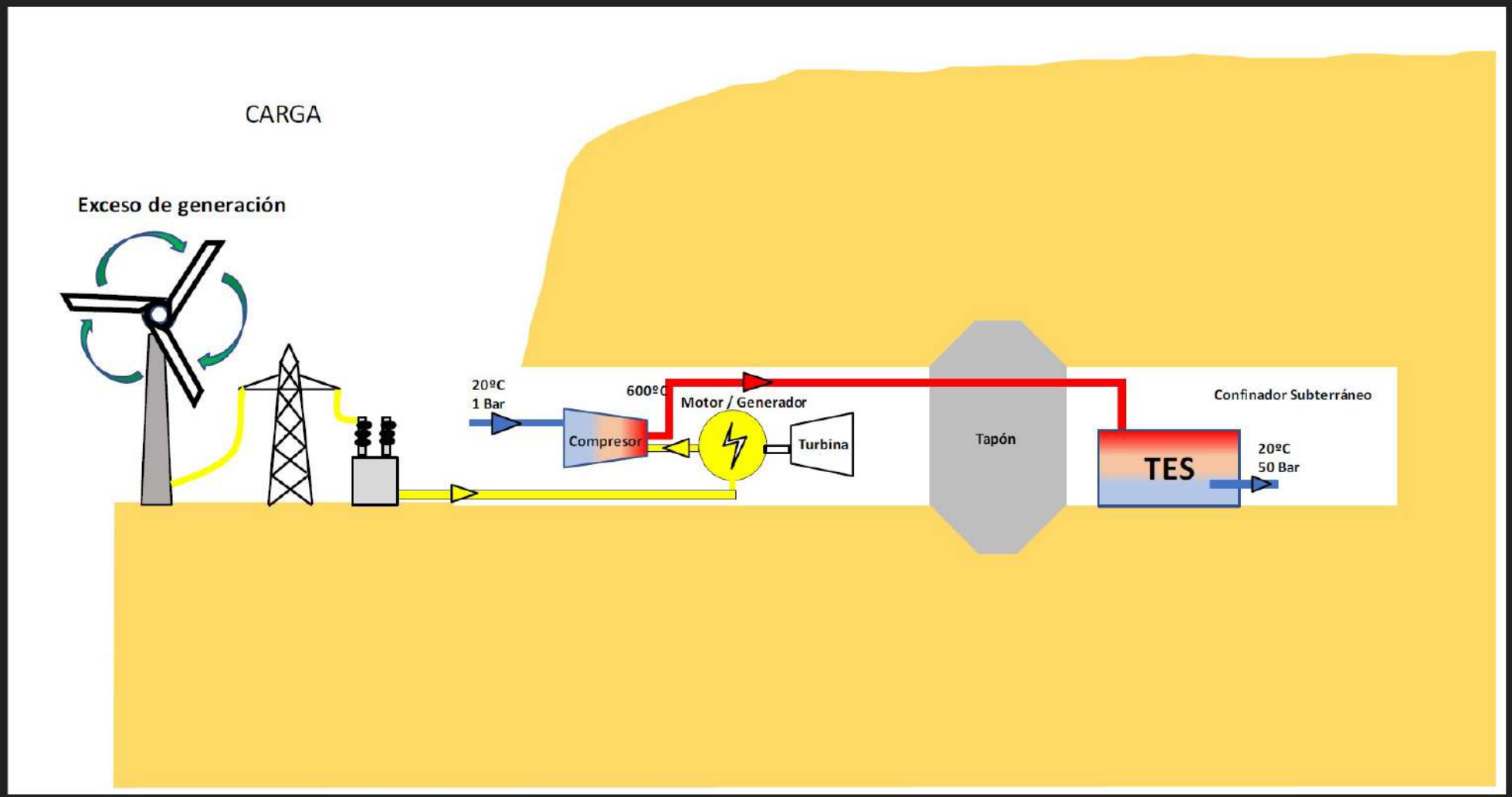
- Tanto compresión como expansión a temperatura constante.
- Rendimiento ≈ 100 %.
- En estudio

CONCEPTO CAES ADIABATICO

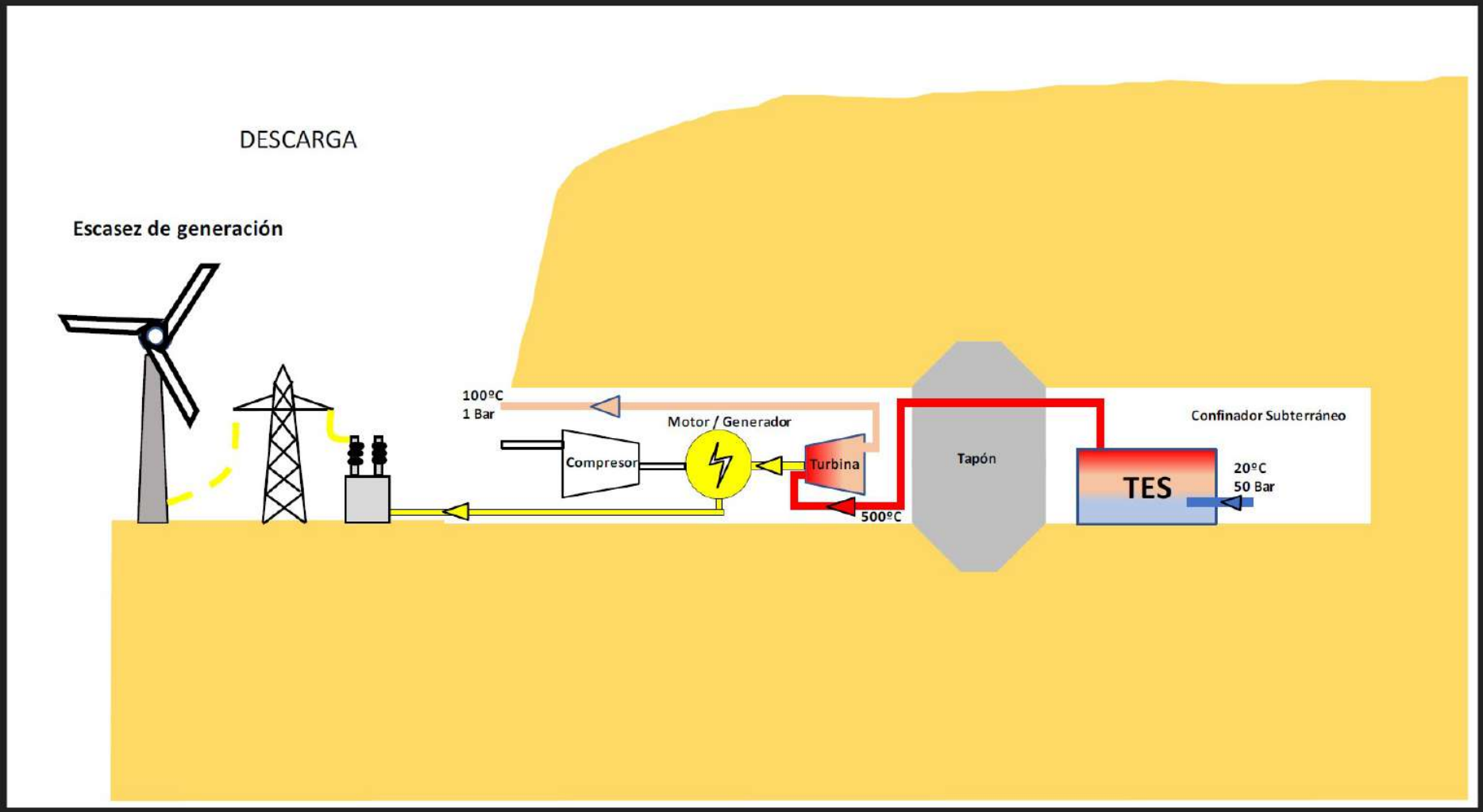


- Fases de funcionamiento de un CAES adiabático.

CARGA - DESCARGA



CARGA - DESCARGA



THERMAL ENERGY STORAGE (T.E.S.)

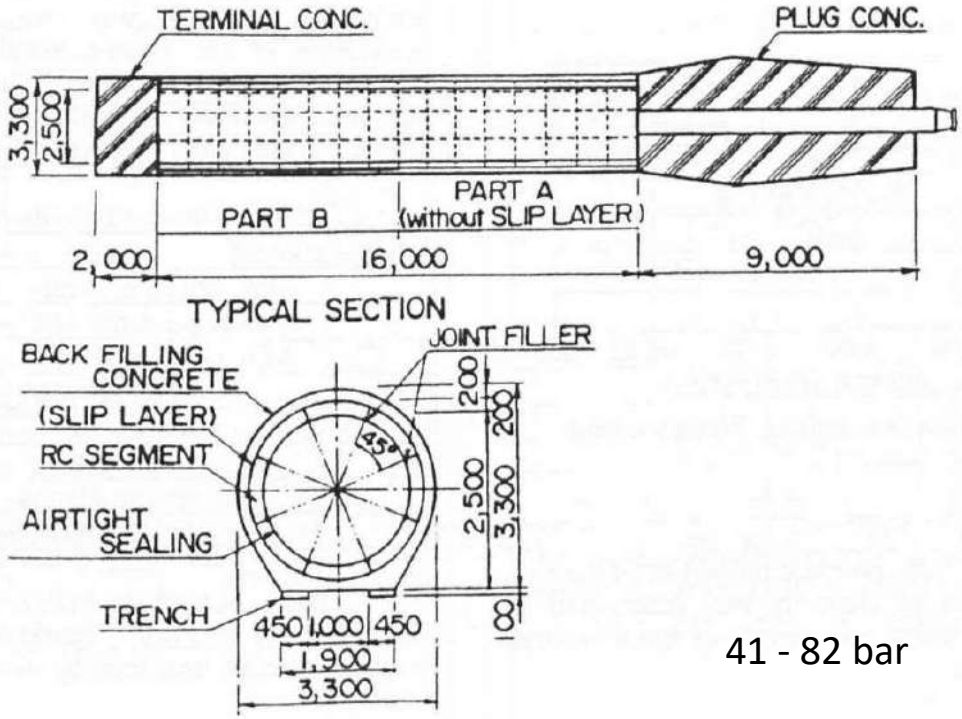
CONCEPTO: Depósitos termoaislados por donde se hace circular el aire, cediendo este su calor al material que lo rellena. En la descarga se invierte la dirección para calentar el aire antes de entrar este en la turbina.

VENTAJAS:

- Enfría el aire saliente del compresor, permitiendo que en el confinador la presión del aire sea alta pero la temperatura baja.
- Calienta el aire antes de entrar en la turbina, evitando la formación de hielo en la misma, y ahorrando consumo de combustible para este calentamiento.

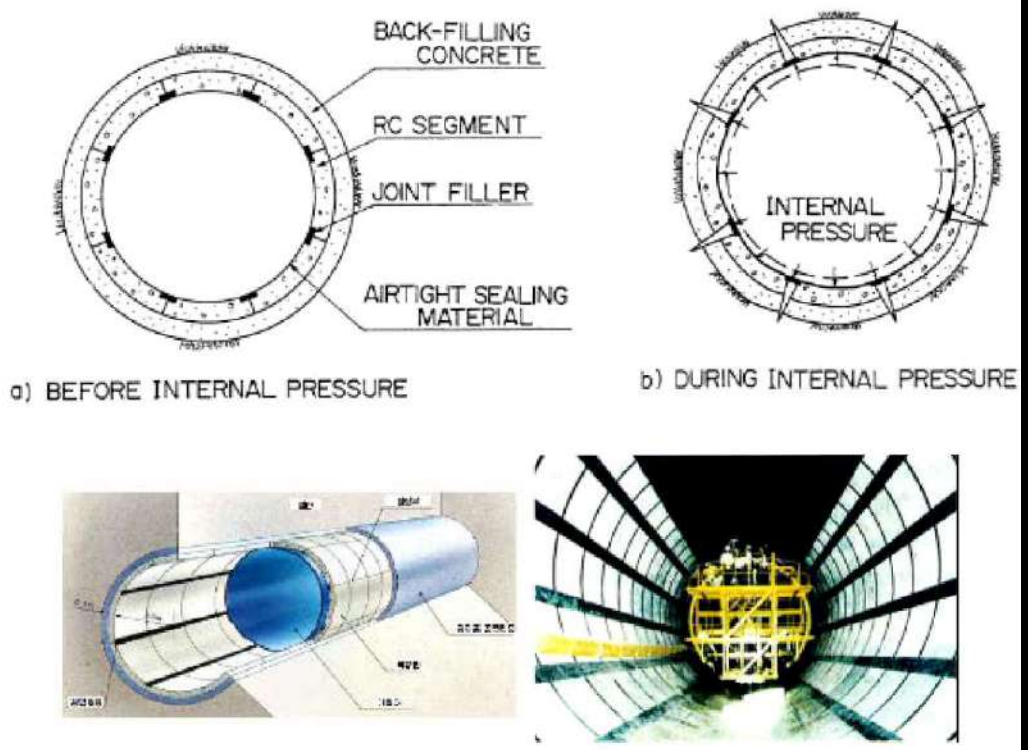
- *RELLENO SÓLIDO:*
  - Los materiales cerámicos muestran los mejores resultados termodinámicos
  - Los hormigones muestran los peores resultados
  - La roca natural muestra unos resultados casi tan buenos como la cerámica, pero a un coste mucho más bajo

KAMISUNAGAWA



41 - 82 bar

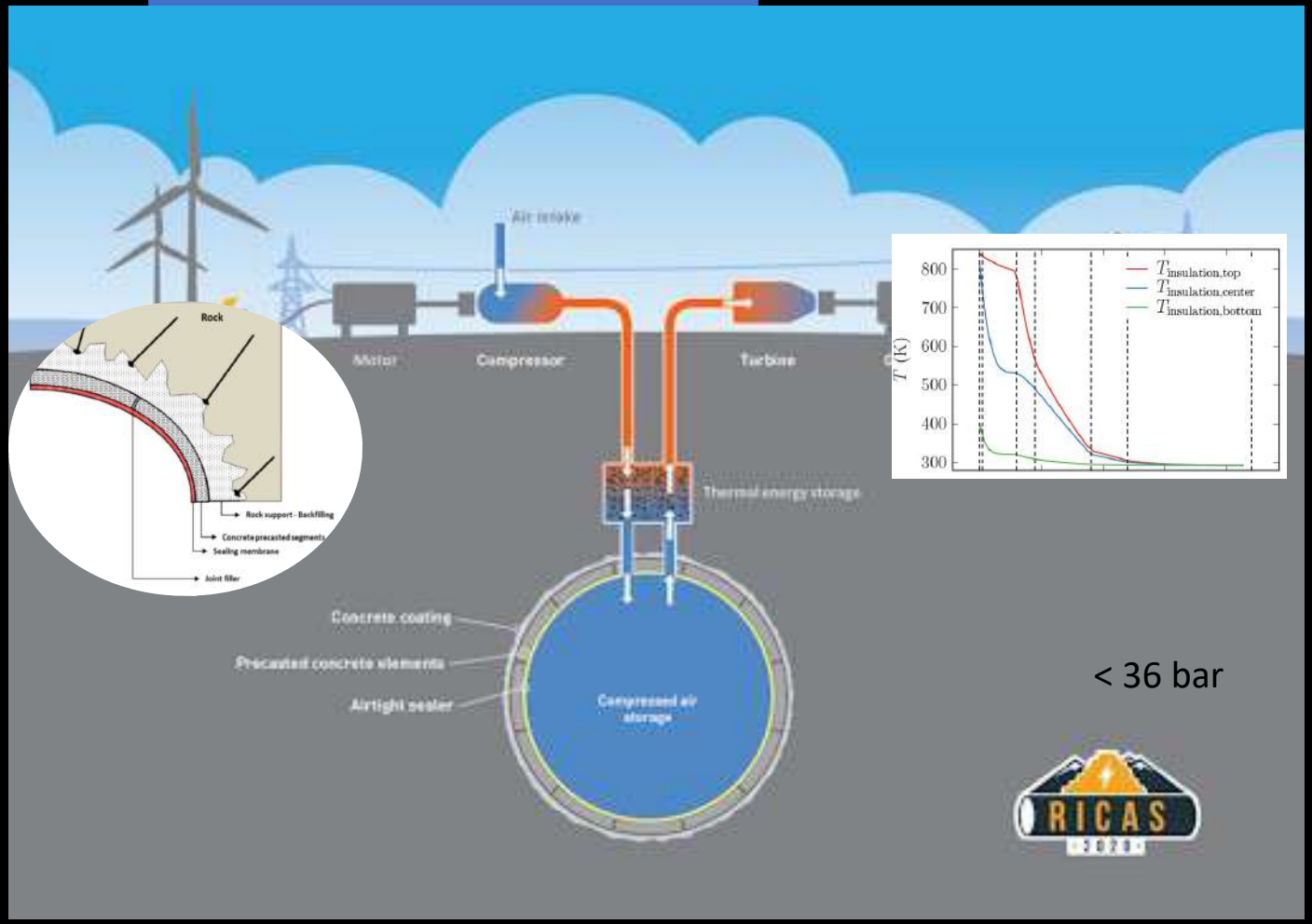
Fig-11 Outline of Experimental Cavern



Japanese CAES test facility

RICAS 2020

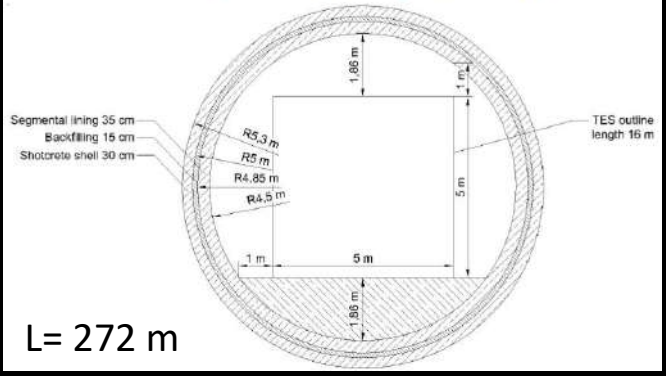
Smart MinEnergy
Compressed Air Energy Storage



< 36 bar

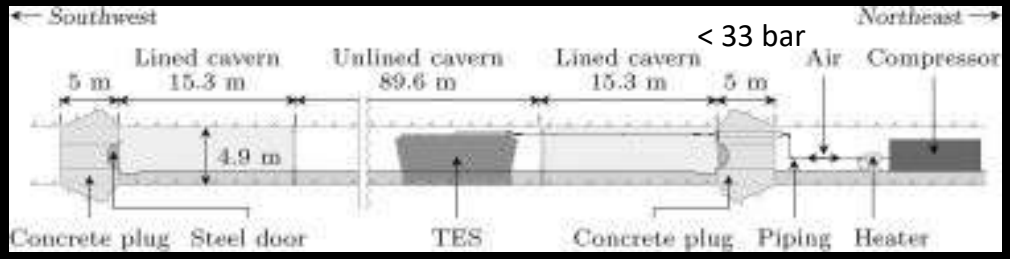
Research infrastructure "Research@ZaB" in Eisenerz, Austria

Cavern cross section

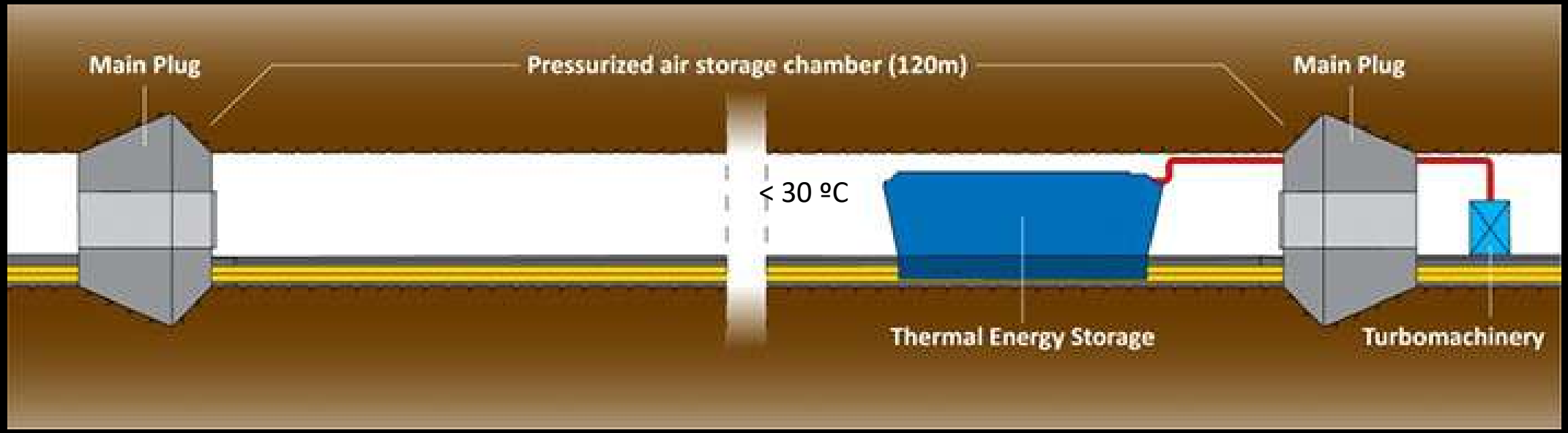


L= 272 m

ALACAES

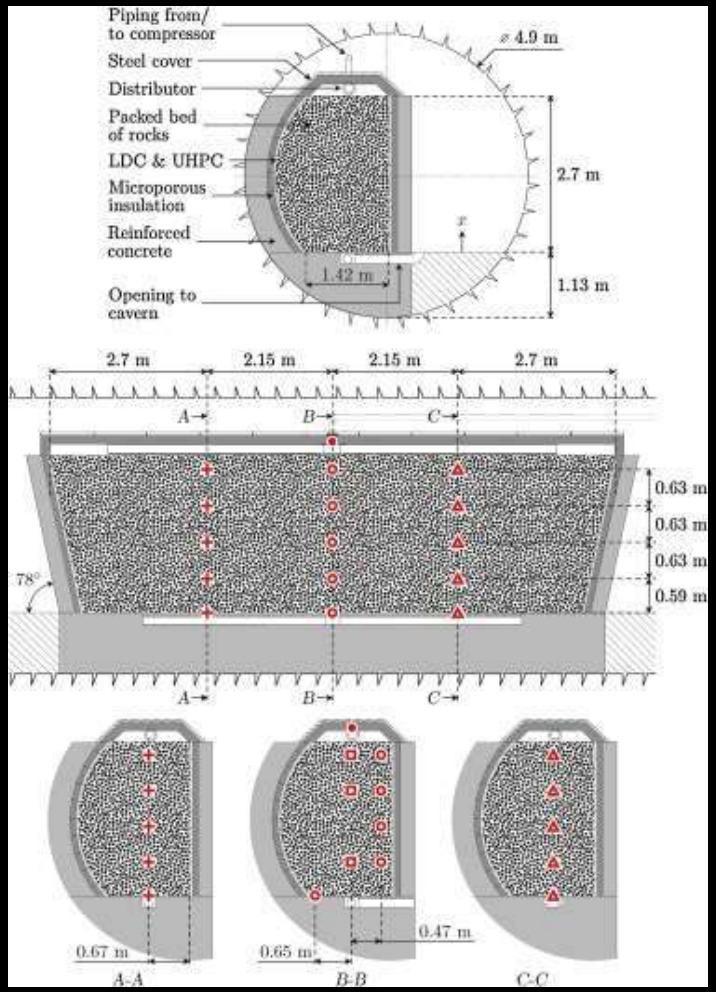

← Southwest
Northeast →
< 33 bar
Lined cavern
15.3 m
Unlined cavern
89.6 m
Lined cavern
15.3 m
5 m
5 m
Air
Compressor
4.9 m
Concrete plug
Steel door
TES
Concrete plug
Piping
Heater

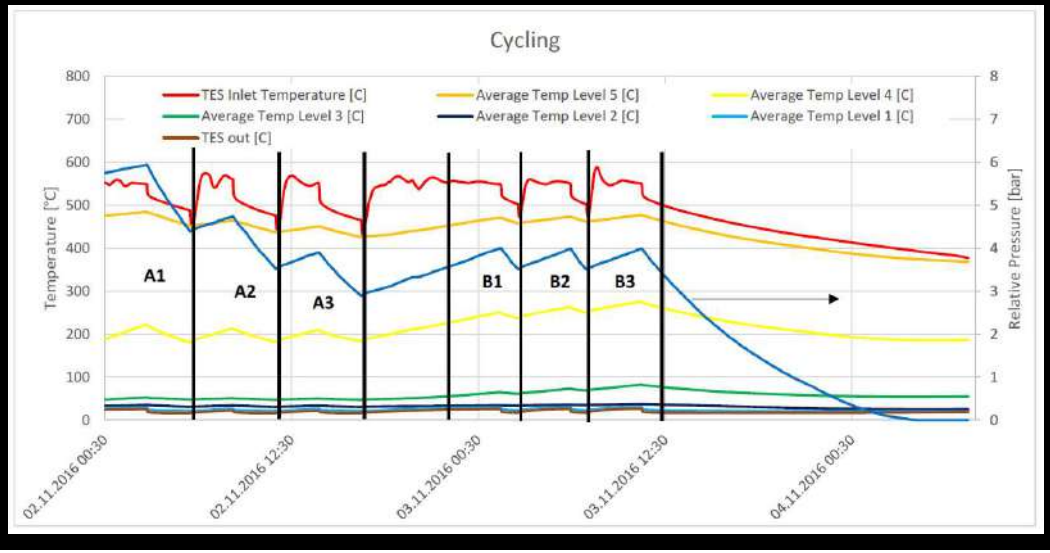
ALACAES


Main Plug
Pressurized air storage chamber (120m)
Main Plug
< 30 ºC
Thermal Energy Storage
Turbomachinery

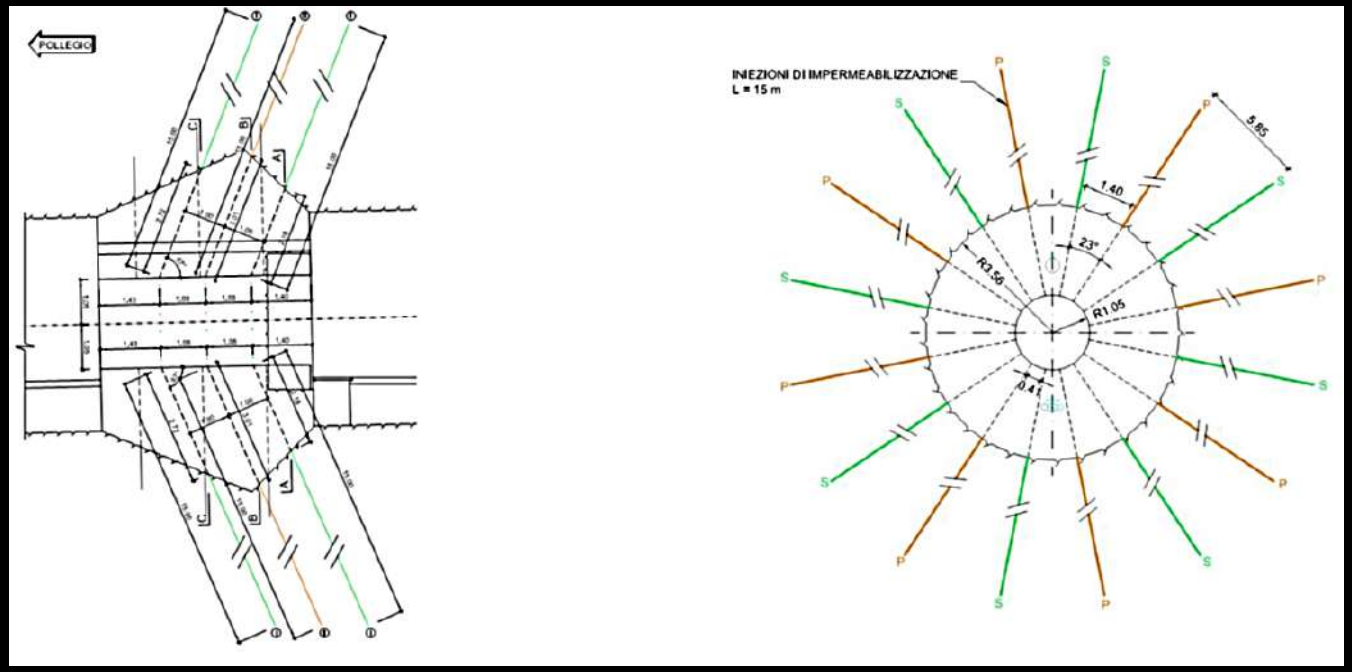
ALACAES

Smart MinEnergy
Compressed Air Energy Storage





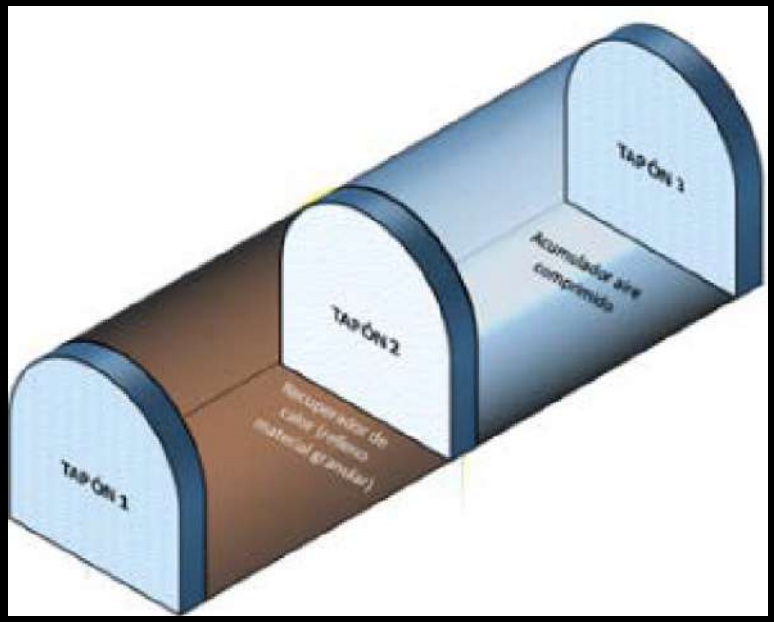
ALACAES

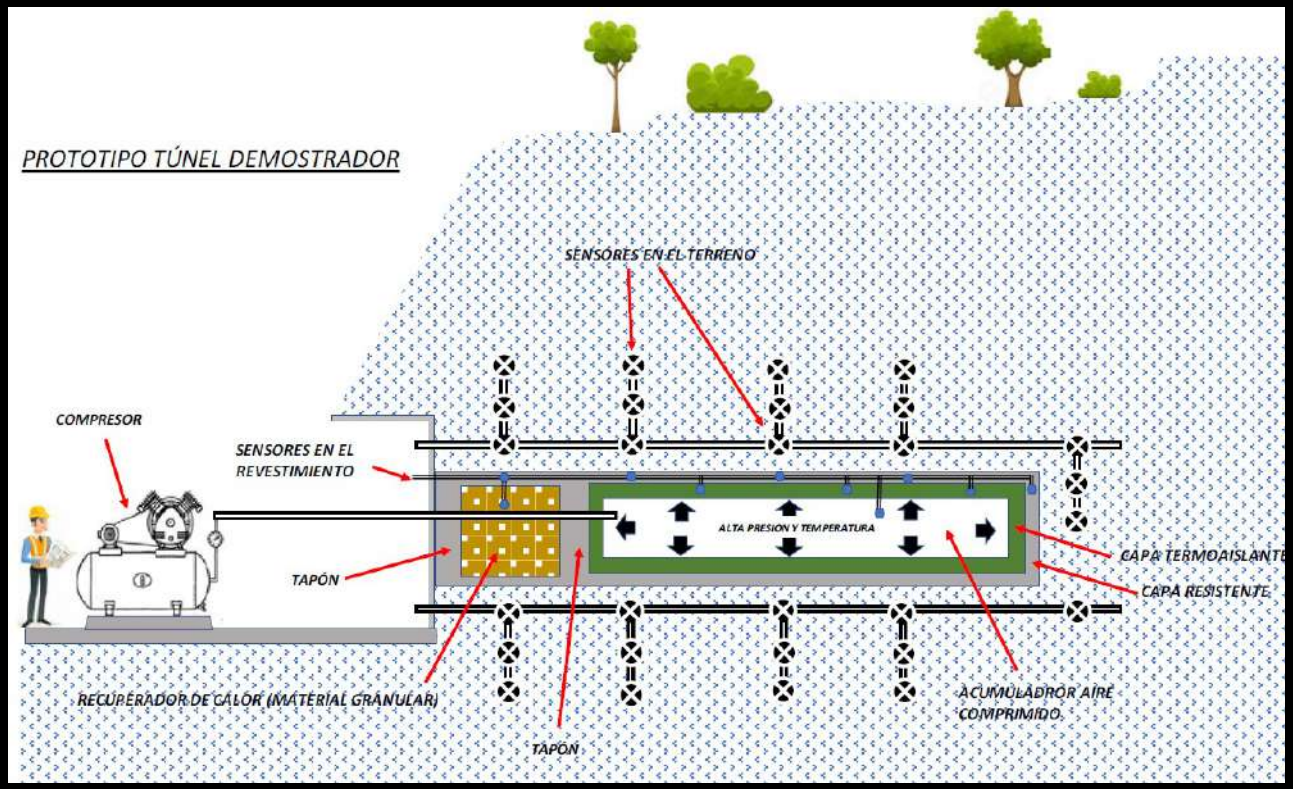

POLLEGIO
INIEZIONI DI IMPERMEABILIZZAZIONE
L = 15 m
5.85
1.40
23°
R3.55
R1.05
0.41

PLANTEAMIENTO SMART MINENERGY

Smart MinEnergy
Compressed Air Energy Storage

- La realización de huecos en subsuelo es uno de los puntos más costosos de la tecnología CAES.
- Para poder reducir el coste de instalación (CAPEX) se propone el uso de huecos mineros abandonados.

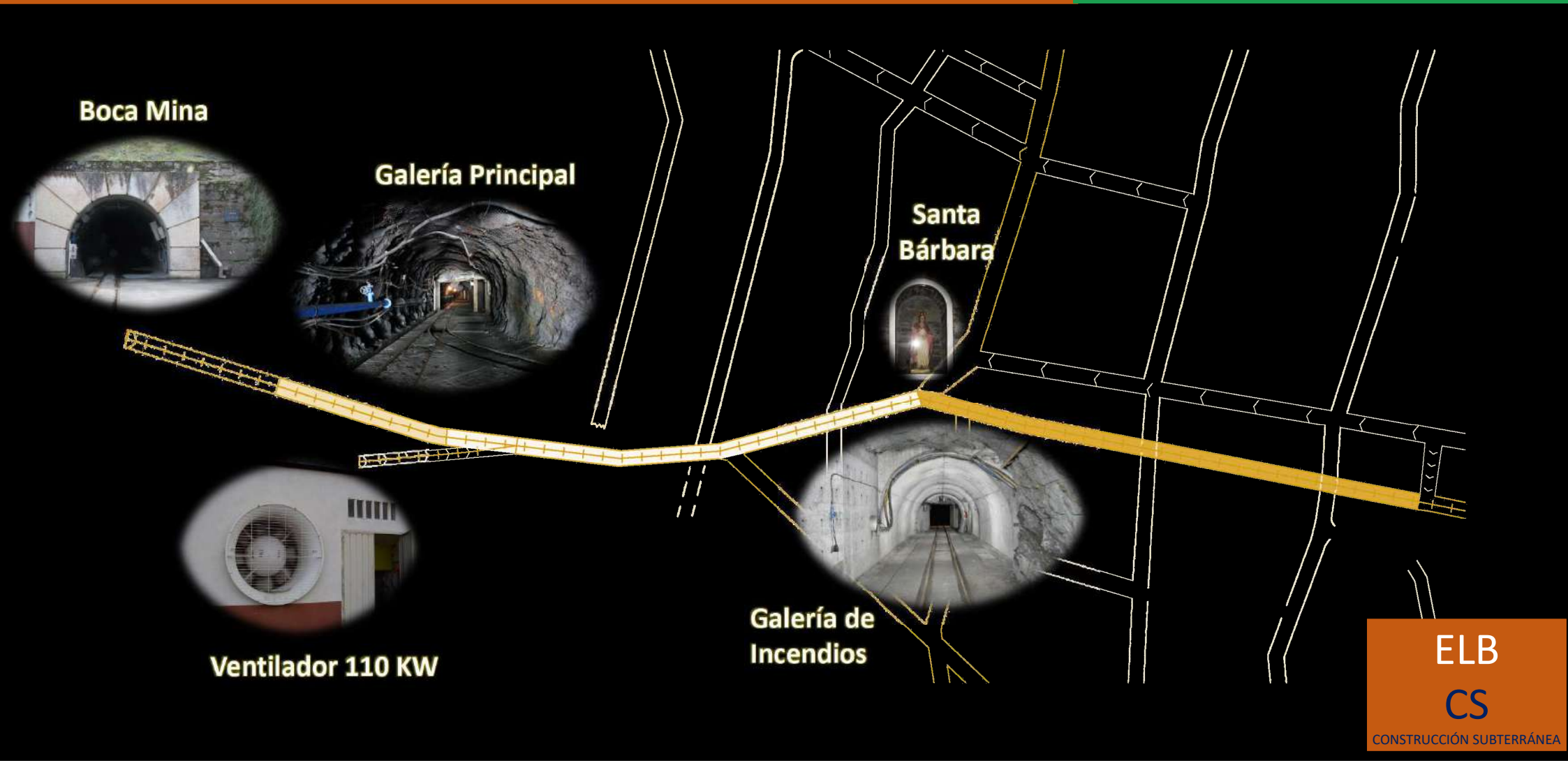




Escuela Laboral del Bierzo

fsb
fundaciónsantabarbara
Smart MinEnergy
Compressed Air Energy Storage

INSTALACIONES. MINA SARITA.



ELB CS
CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

ACTIVIDADES DEL PROYECTO

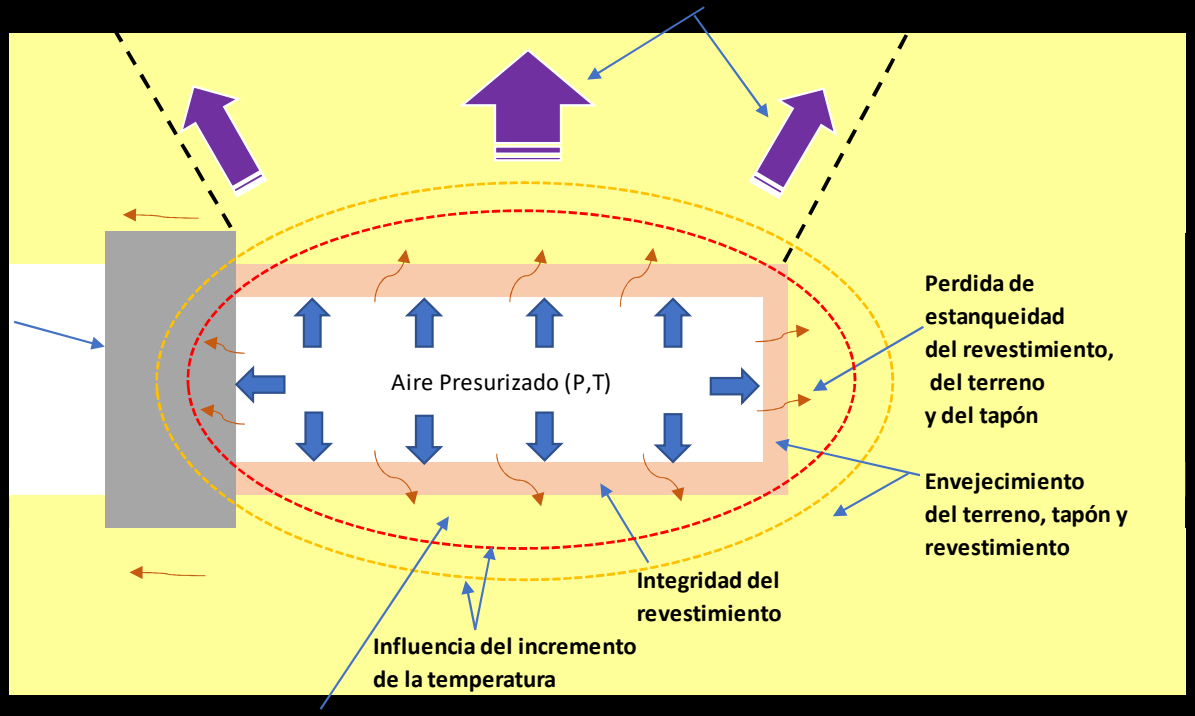
ASPECTOS CLAVE EN EL DISEÑO DEL CONFINADOR

fsb fundaciónsantabárbara

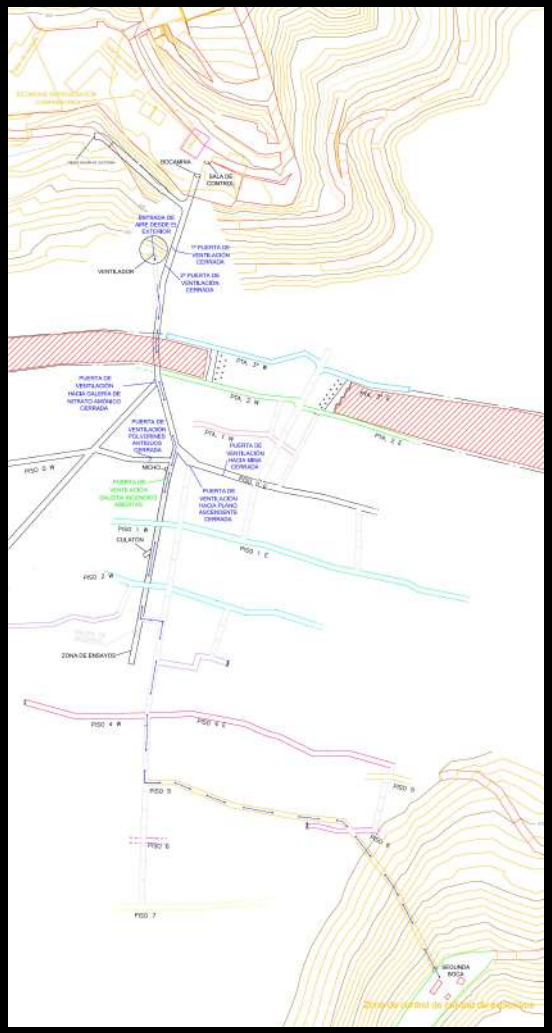
Smart MinEnergy
Compressed Air Energy Storage

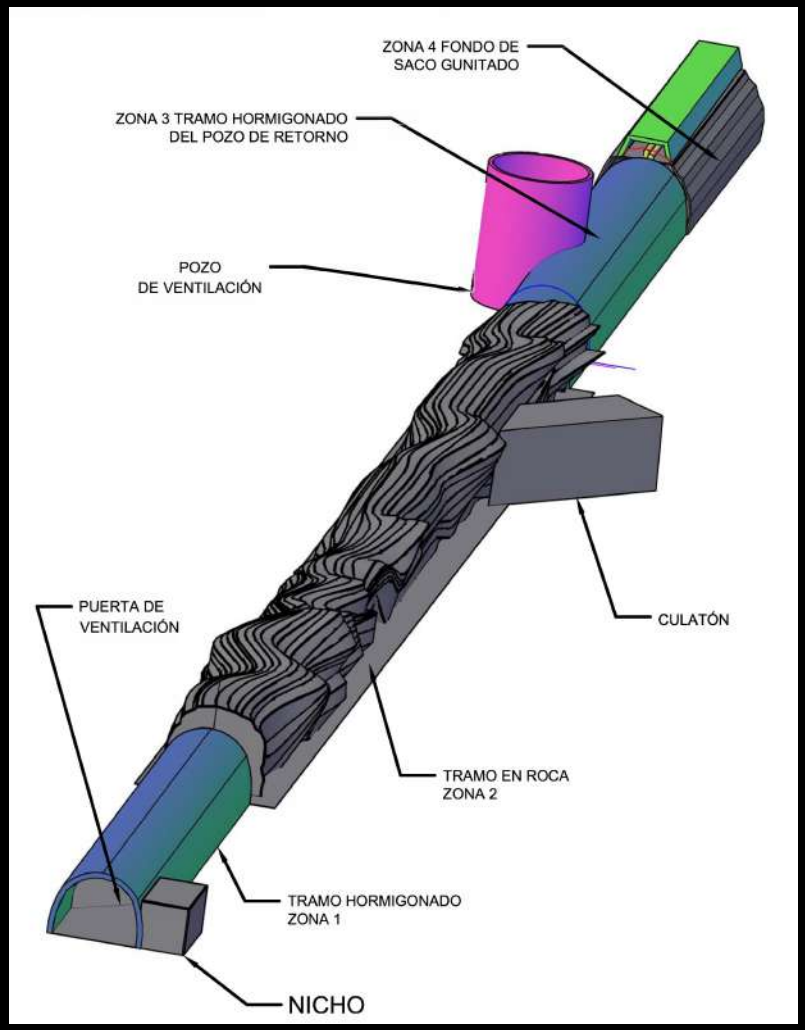
ASPECTOS CLAVES

- PÉRDIDAS DE ESTANQUEIDAD
- INTEGRIDAD DEL REVESTIMIENTO
- DEFORMACIÓN Y ESTABILIDAD DEL TERRENO
- INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA
- ESTABILIDAD DEL TAPÓN
- FLOTABILIDAD (UPLIFT)
- ENVEJECIMIENTO DEL TERRENO Y REVESTIMIETO

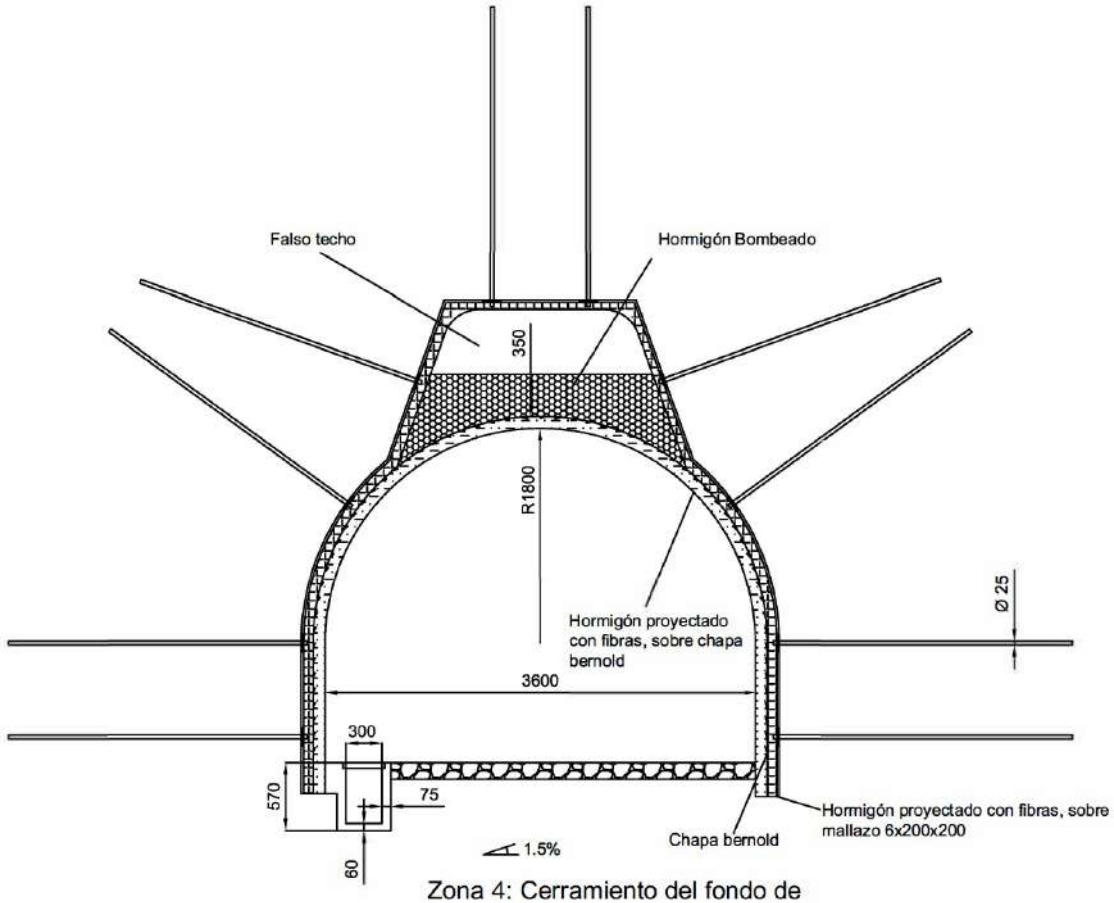


GALERIA DE ENSAYOS





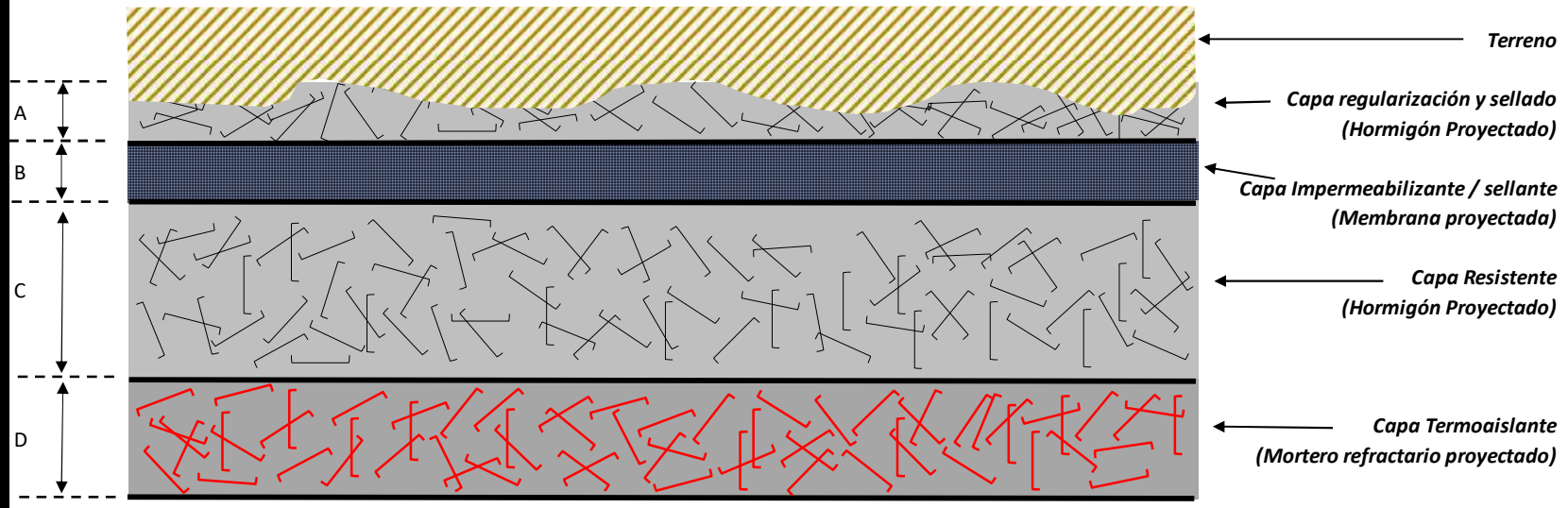
GALERIA DE ENSAYOS



Zona 4: Cerramiento del fondo de saco de nueva construcción

PROPUESTA DE SOSTENIMIENTO

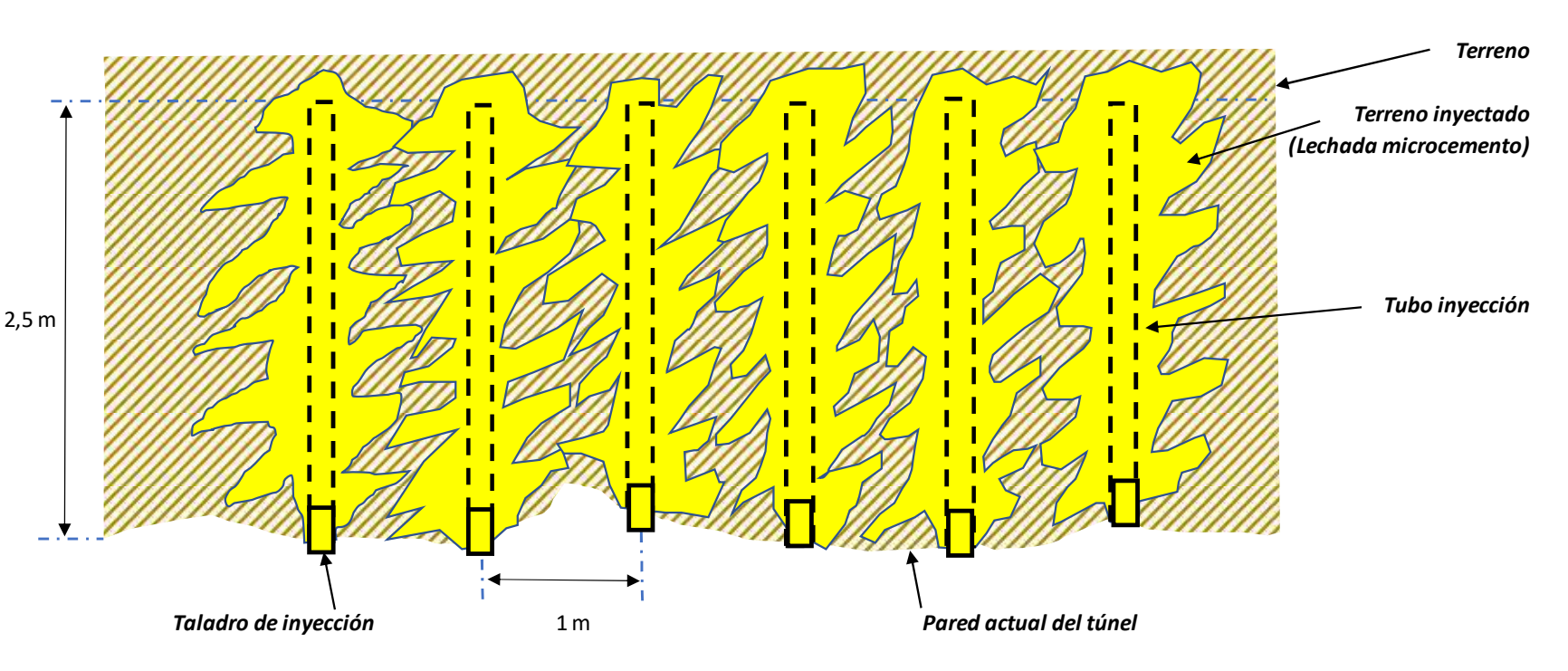
- Se propone definir un sostenimiento más barato y fácil de ejecutar, basado en la proyección de las diversas capas intervinientes.



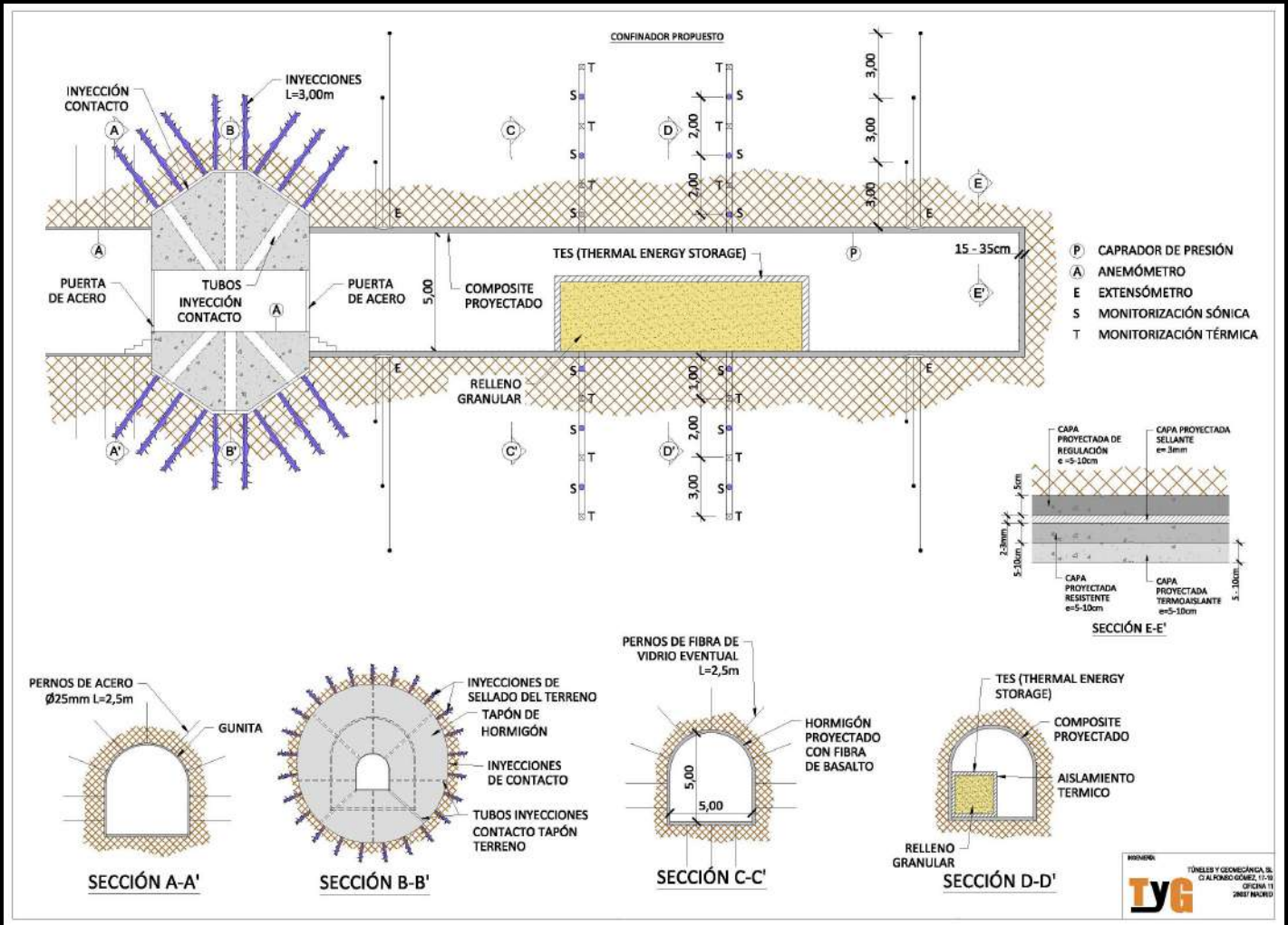
DENOMINACÓN	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
A:	5 cm	**Capa Regularización y Sellado**: Gunita convencional con fibra metálica o de basalto
B:	2 - 3 mm	**Capa Impermeabilizante / Sellante**: Mortero proyectado EVA (Tipo Masterseal 351 o similar. Limite temperatura 40ºC)
C:	5 - 10 cm	**Capa Resistente**: Gunita convencional con fibra metálica o de basalto
D:	5 - 10 cm	**Capa Termoasilante**: Gunita con vermiculita y fibra de basalto

INYECCIONES

- Las inyecciones en el terreno mejorarían la estanqueidad del mismo, al rellenar las fracturas y la porosidad, e impidiendo así que el aire pase a través de ellos.
- Serviría especialmente para inyectar el entorno del tapón (plug) del confinador.



SOLUCIÓN PROPUESTA



fsb
fundaciónsantabárbara

Smart MinEnergy
Compressed Air Energy Storage

MUCHAS GRACIAS

Luis Manuel Alvarez Alonso
lmalvarez@fsbarbara.com