



Potencial Geotérmico de la Cuenca de Madrid

Antonio José Olaiz Campos (Repsol E&P)

Alfonso Muñoz Martín, Gerardo de Vicente, María Berriolópez y Alfonso Muñoz Cemillán (UCM)

Álvaro Arnáiz, Juan Álvarez y Grupo de Geotermia de Repsol

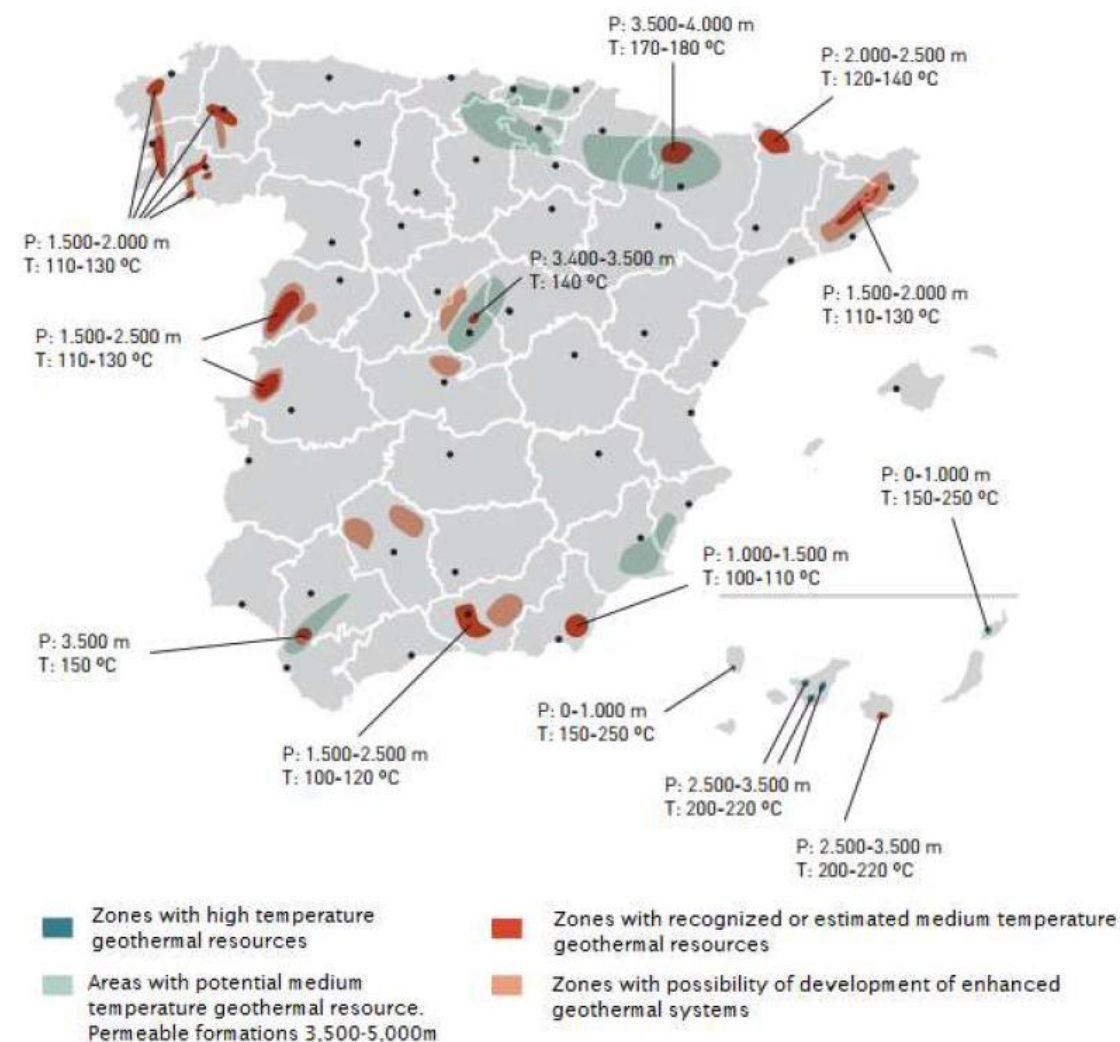


Recursos geotérmicos en España

“La investigación de los recursos geotérmicos en España por parte del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), se inició en la década de los setenta, mediante la realización del Inventario General de Manifestaciones Geotérmicas en el que se llevó a cabo un reconocimiento general, geológico y geoquímico, de los indicios termales existentes en todo su territorio.

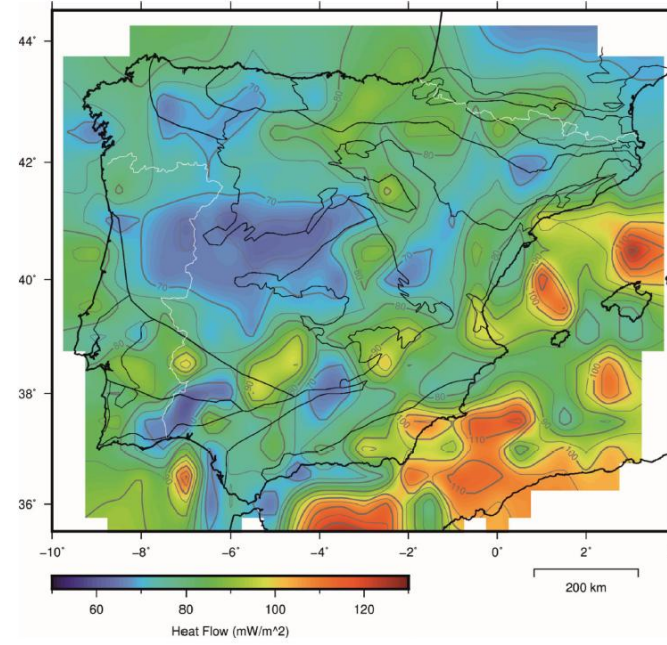
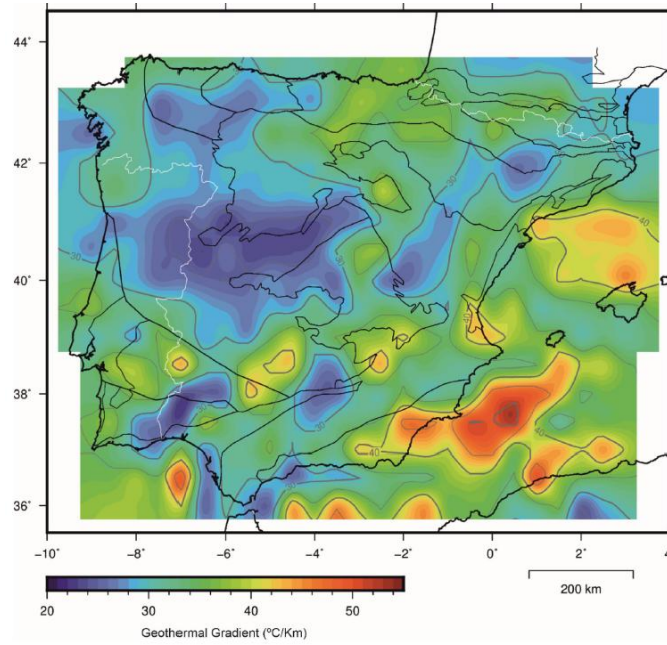
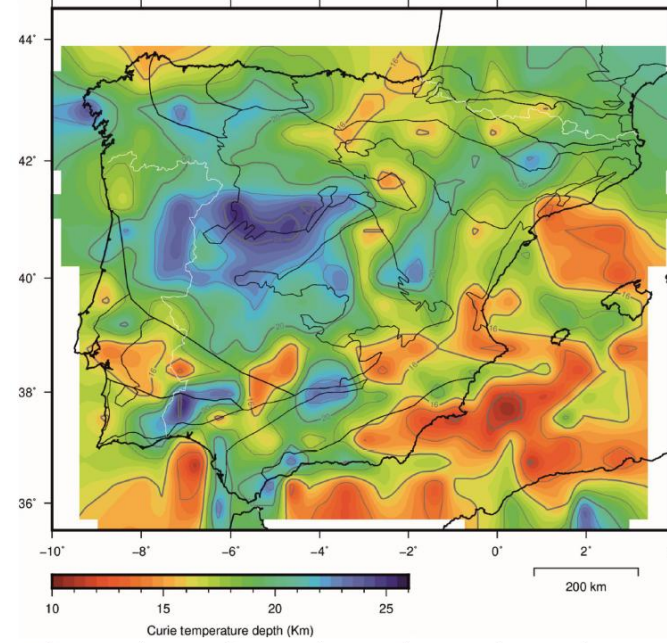
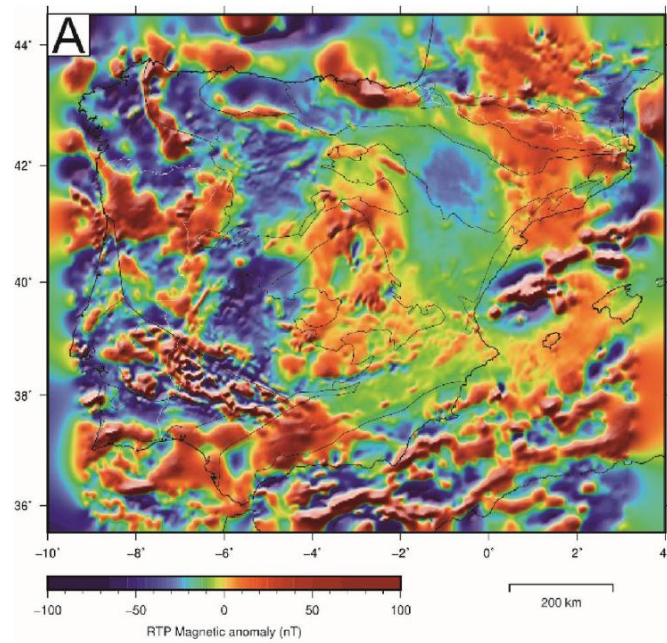
Posteriormente, se realizó una selección de las áreas de mayor interés geotérmico, basada en criterios geológicos y en el resultado del reconocimiento antes citado. Cada una de las áreas seleccionadas han sido investigadas, en mayor o menor intensidad dependiendo de su potencial geotérmico, a lo largo de las décadas posteriores mediante la realización de Estudios de detalle, utilizando para ello técnicas geológicas, geofísicas, geoquímicas, etc. Finalmente, mediante perforaciones profundas, ha sido posible evaluar el potencial geotérmico de las áreas más importantes que se sitúan en el sureste (Granada, Almería y Murcia), en el nordeste (Barcelona, Gerona y Tarragona), en el noroeste (Orense, Pontevedra y Lugo) y en el centro de la península ibérica (Madrid). Otras áreas de menor entidad situadas en Albacete, Lérida, León, Burgos y Mallorca también han sido investigadas.”

IGME “La Geotermia en España”



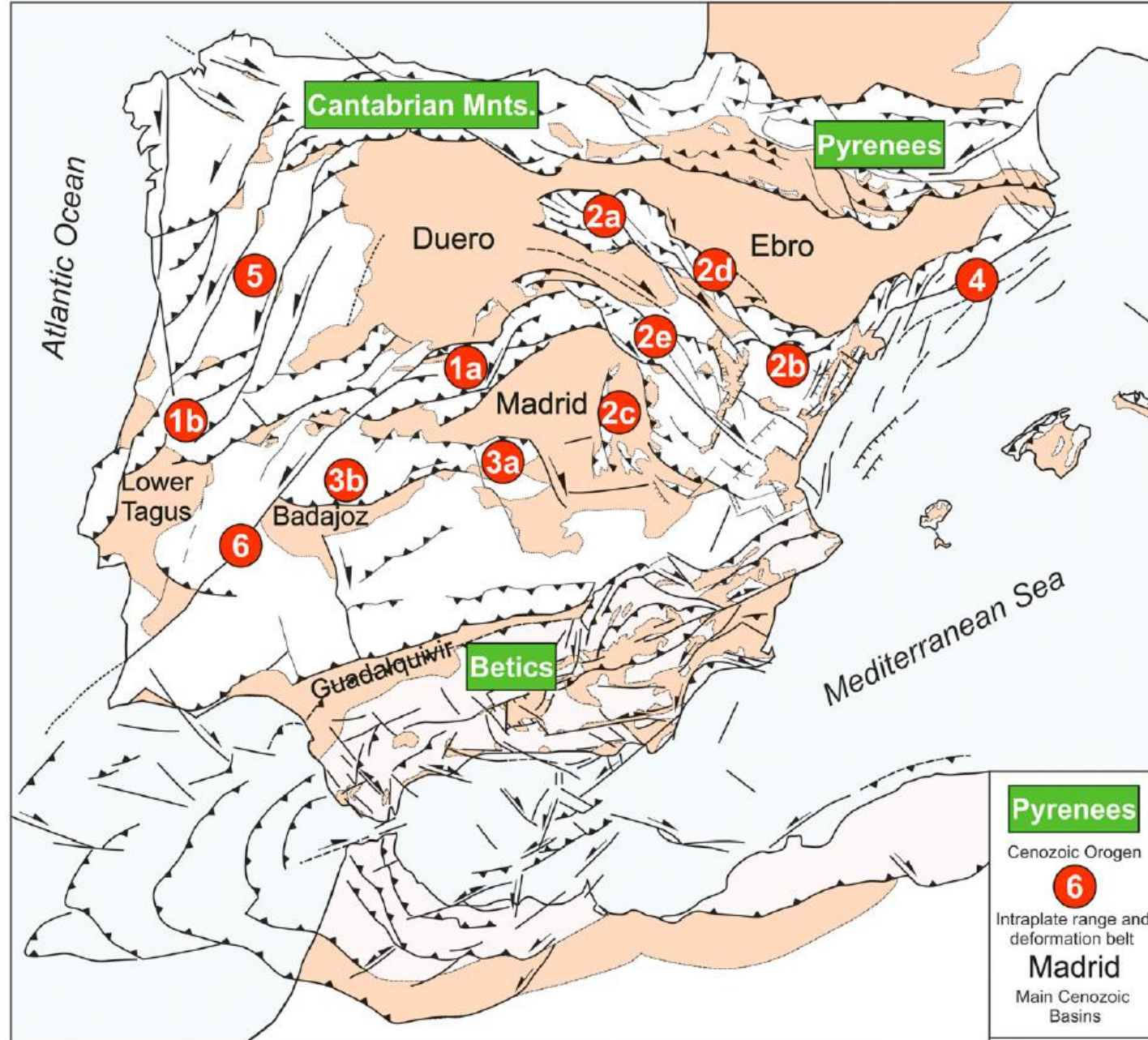
Arrizabalaga et al. 2019 (Datos de IDAE)

Gradiente geotérmico y flujo de calor



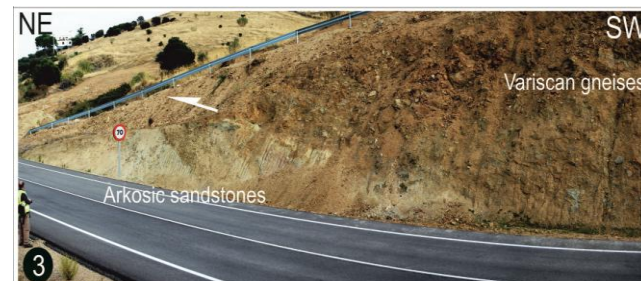
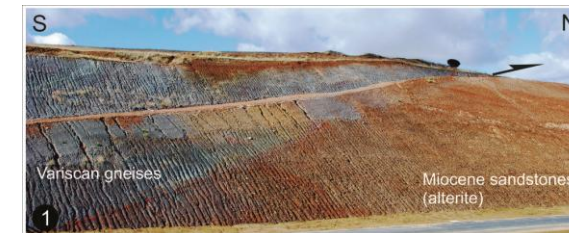
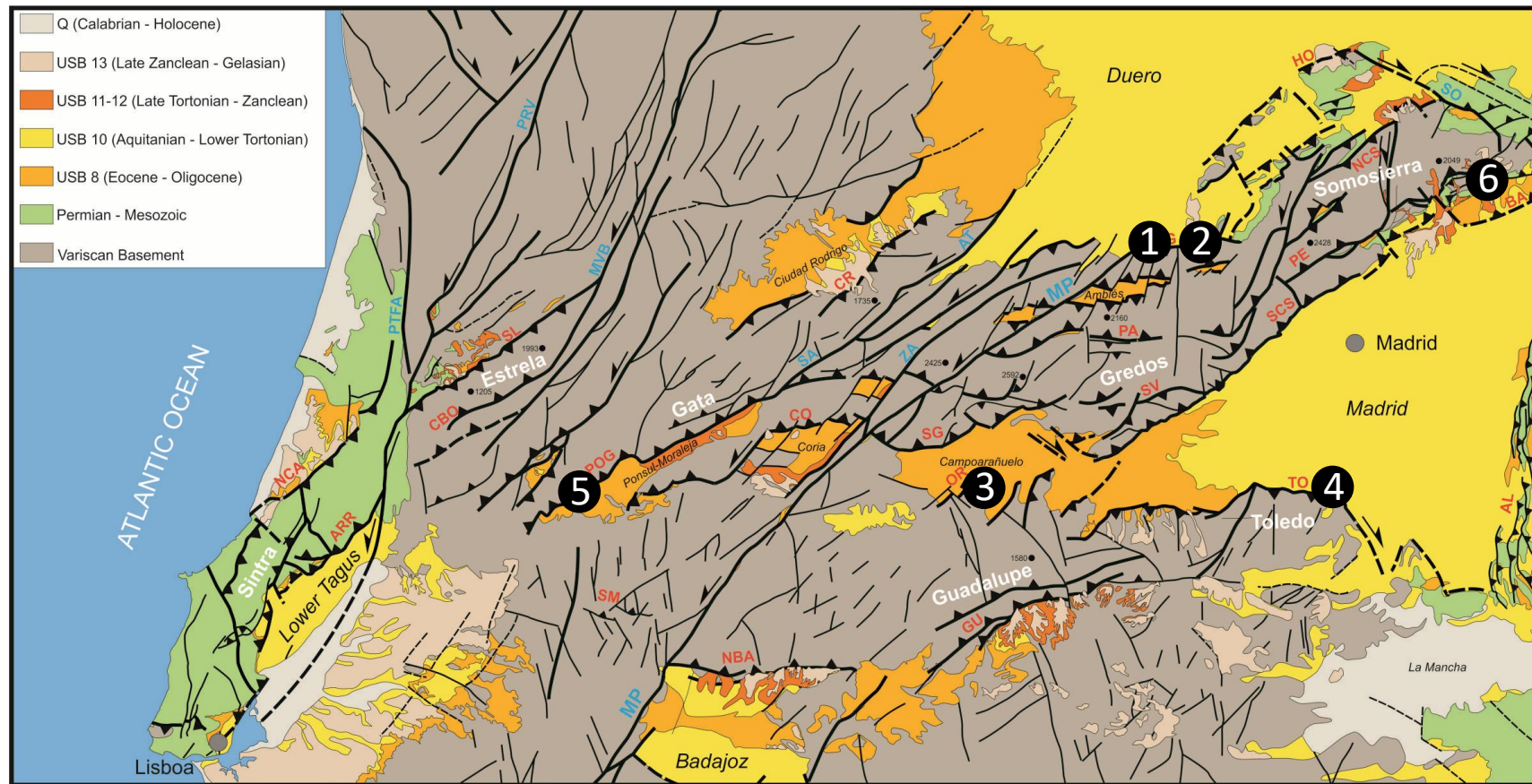
Muñoz Cemillán et al., 2025

Iberian microcontinent



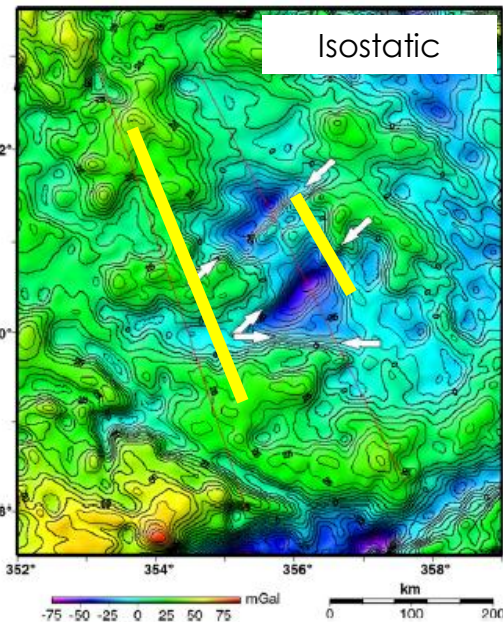
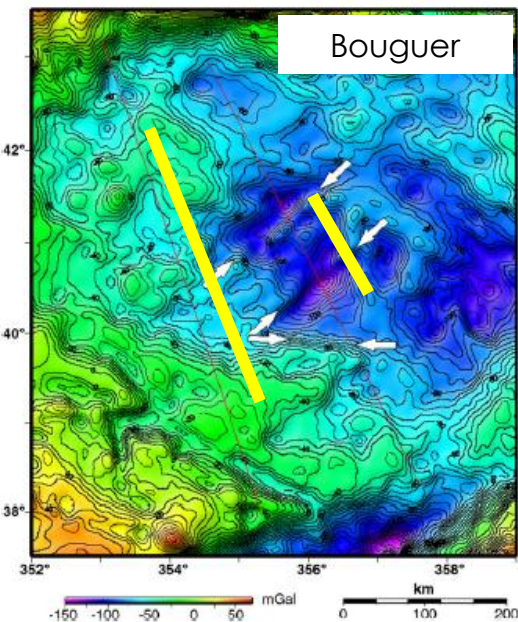
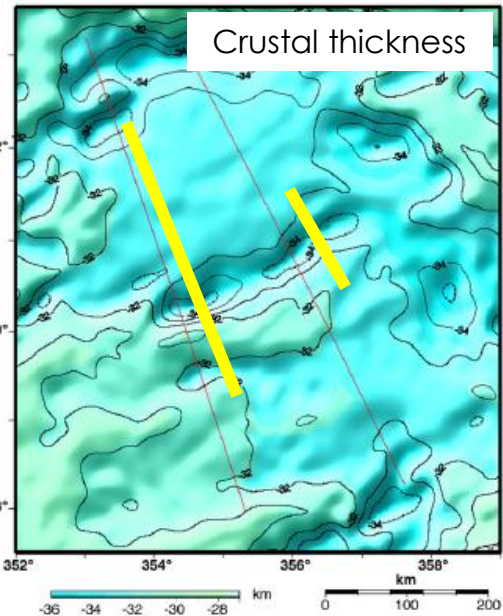
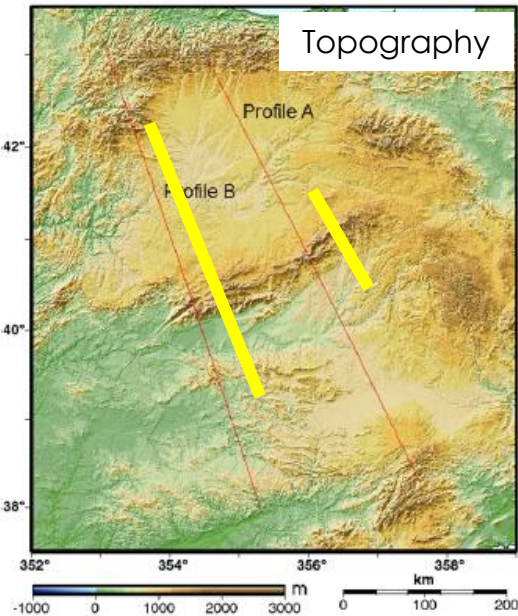
De Vicente et al., 2018

Tagus Basin

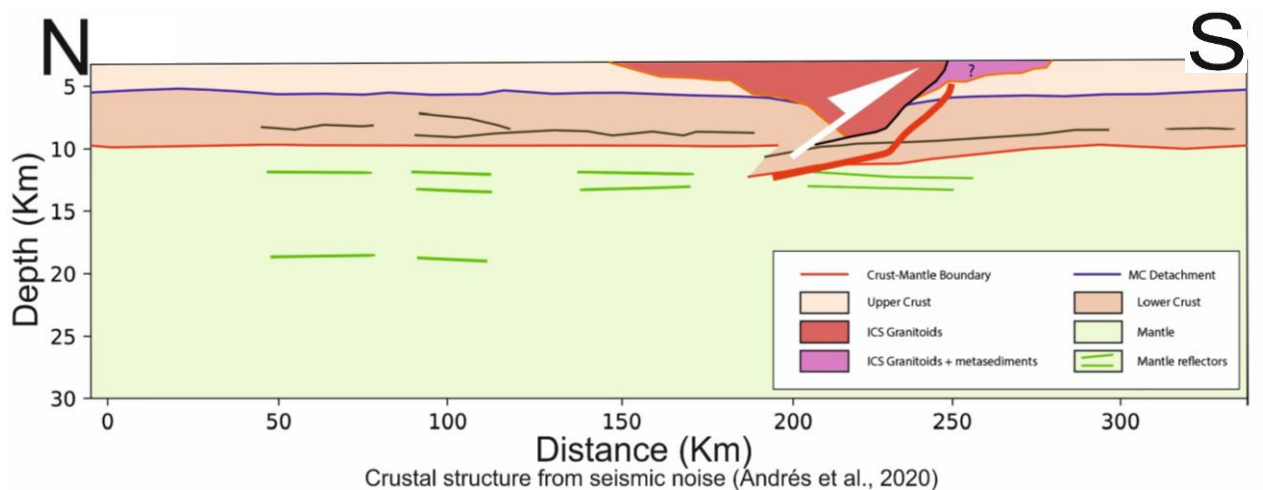
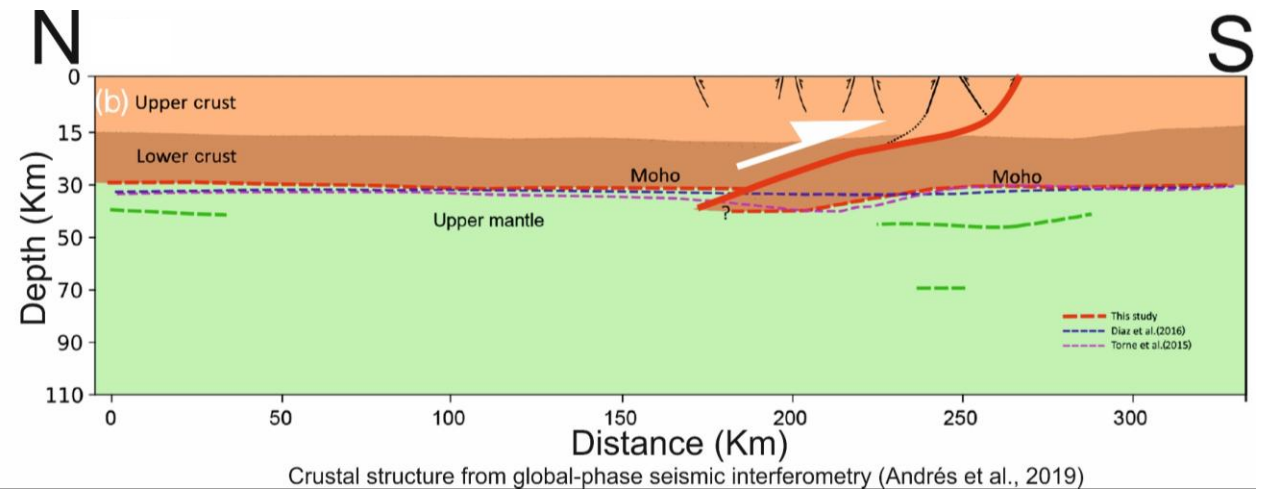
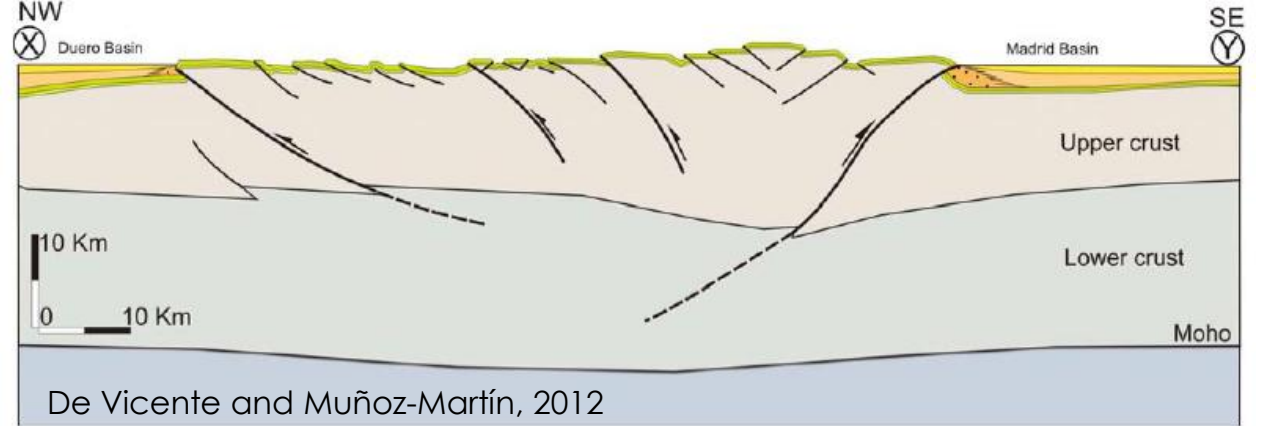


De Vicente et al., 2019

Crustal structure



De Vicente et al., 2004



Lithosphere modelling

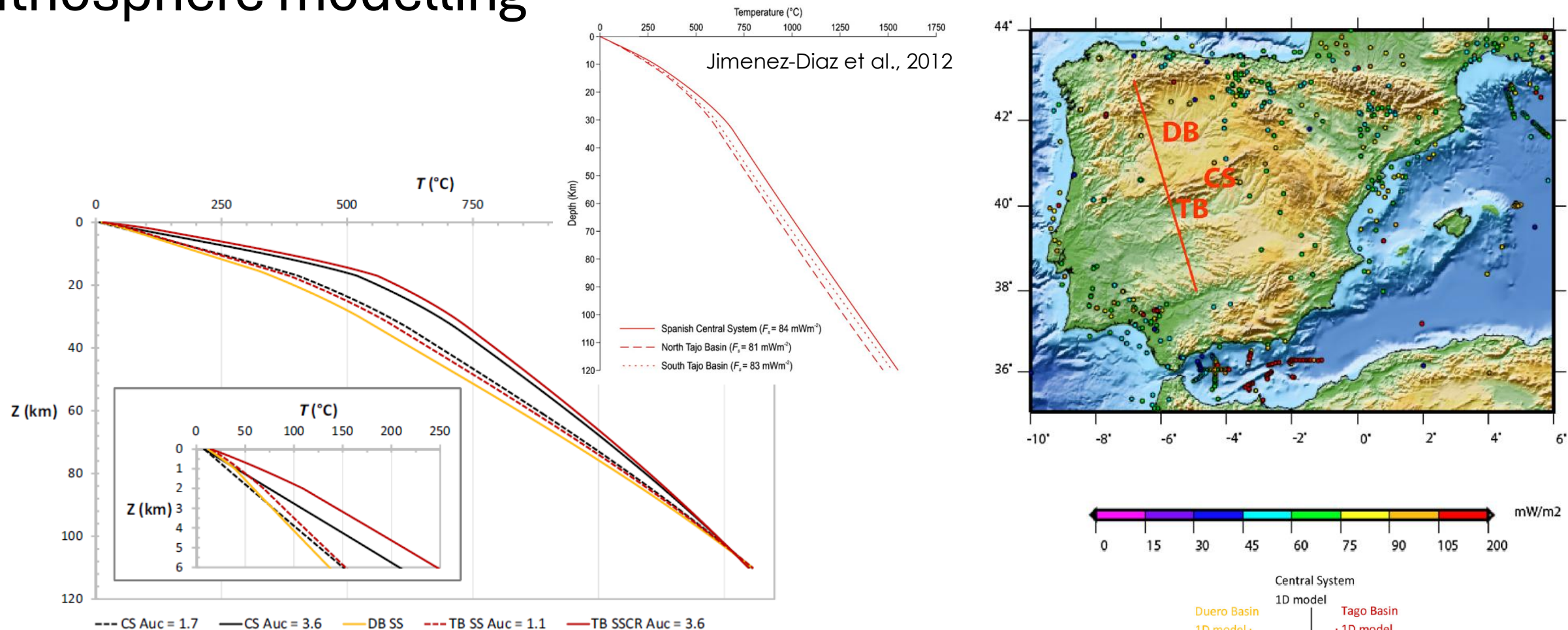
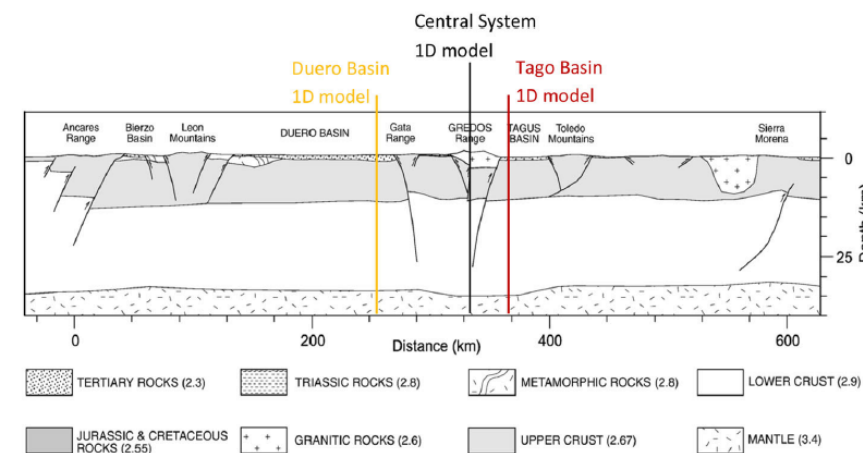


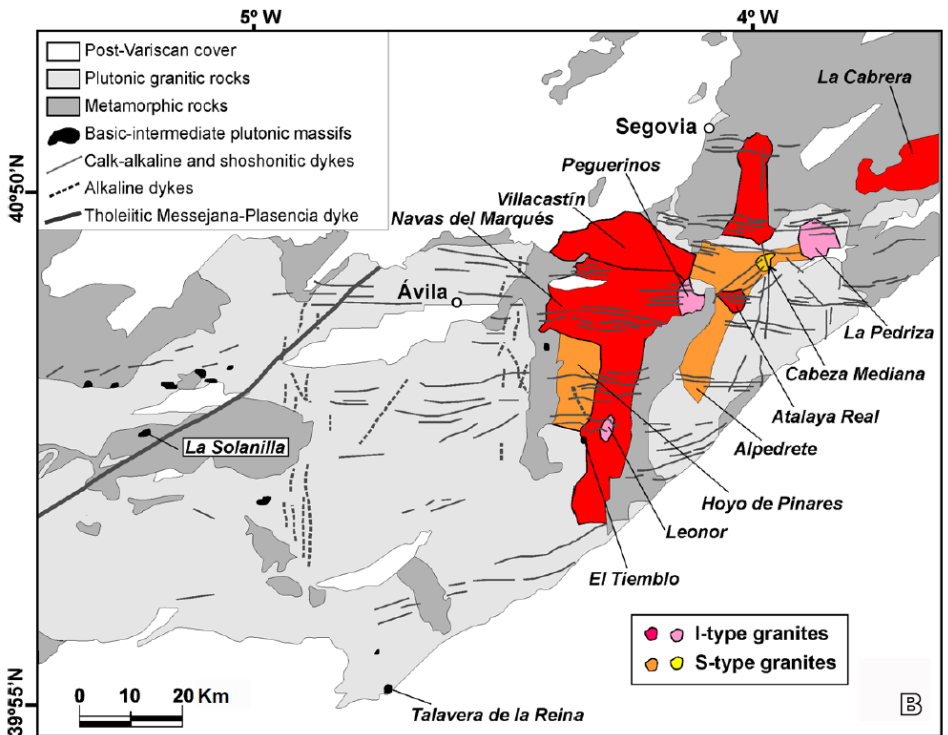
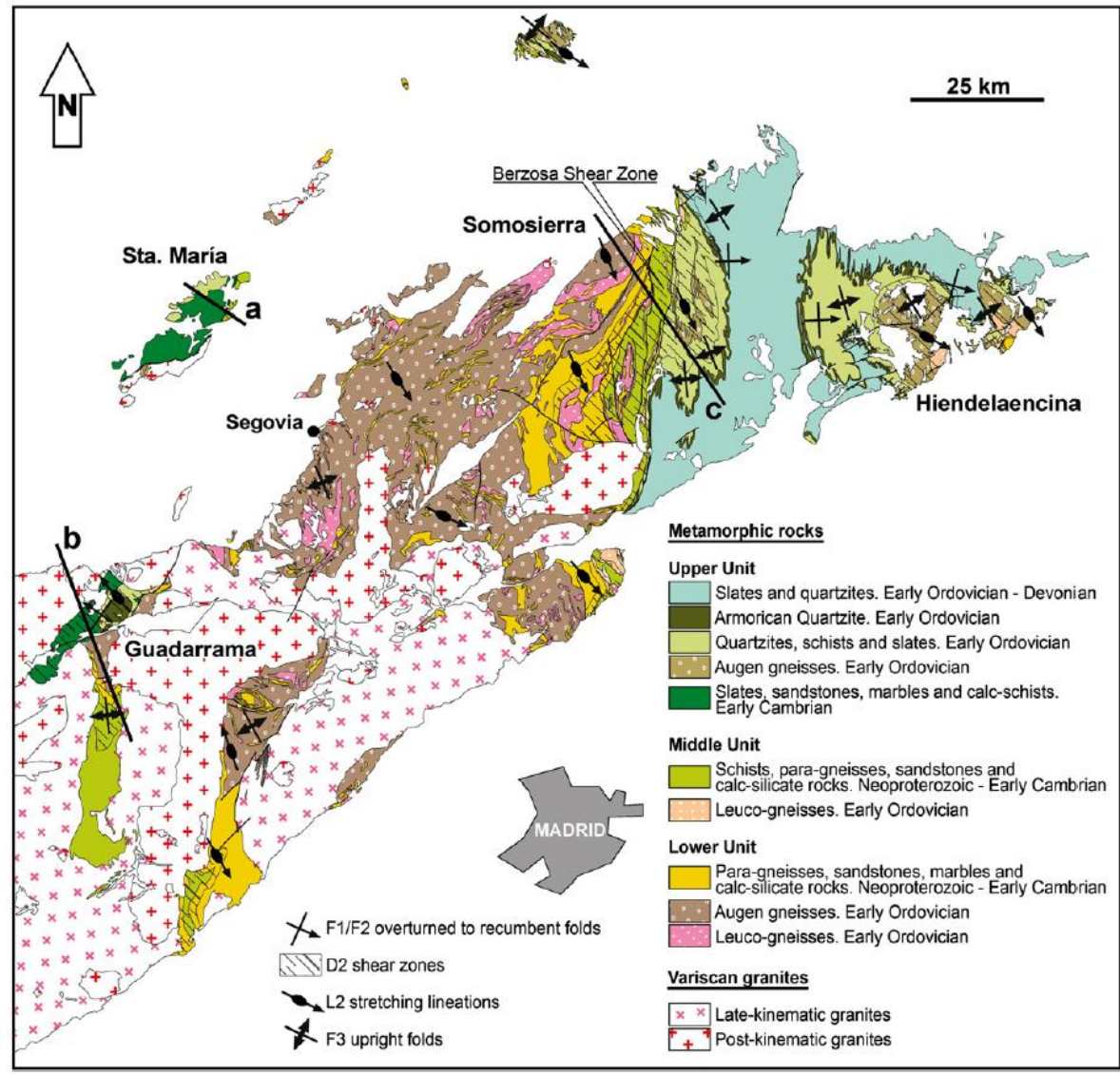
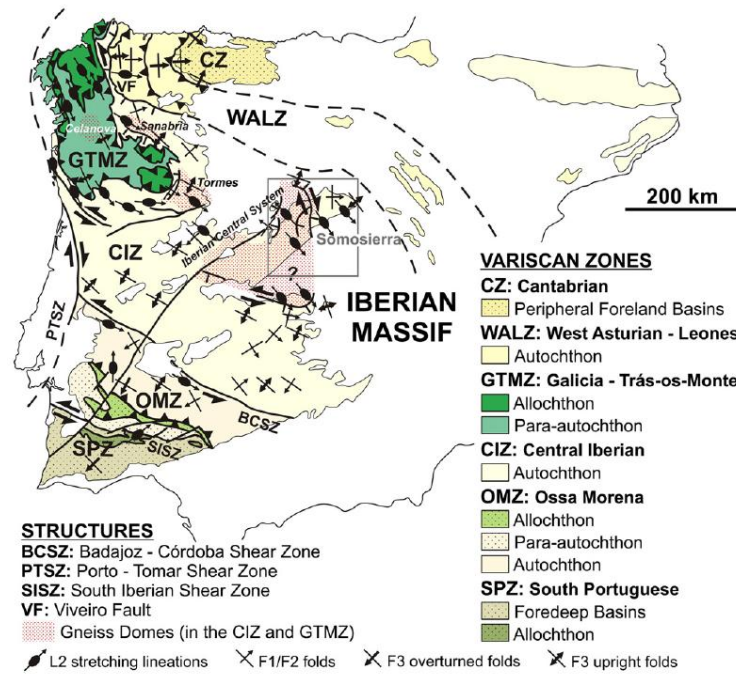
Fig. 7 Modelled geothermal gradients for the Central System (CS *black*), the Duero Basin (DB *yellow*), and the Tajo Basin (TB *red*), representative for the locations in the cross section given in Fig. 6. Thermal properties of sediments, upper crust, lower crust, and lithospheric mantle are given in Table 2. The Central System is modelled with normal (CS *black striped*) and high (CS *black*) values for radioactive heat production in the upper crust. For the Duero Basin, a typical sandstone lithology (SS) was chosen (DB *yellow*), while the Tajo Basin is tested for both a typical sandstone lithology (SS) with normal radiogenic heat production in the upper crust (TB *red striped*) and a clay-rich sandstone (SSCR) in combination with high radioactive heat production in the upper crust (TB *red*). (Color figure online)

Limberger et al., 2017



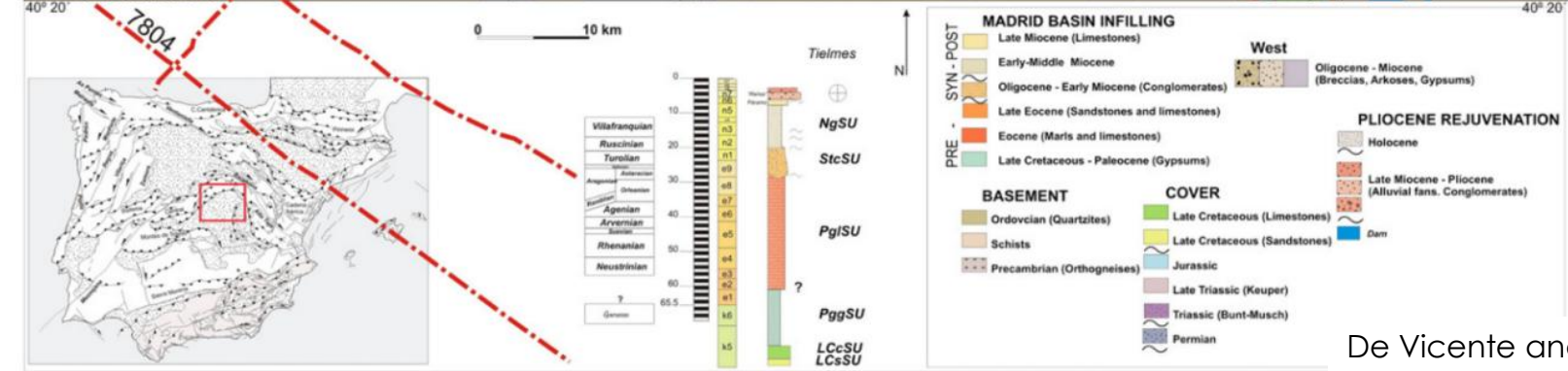
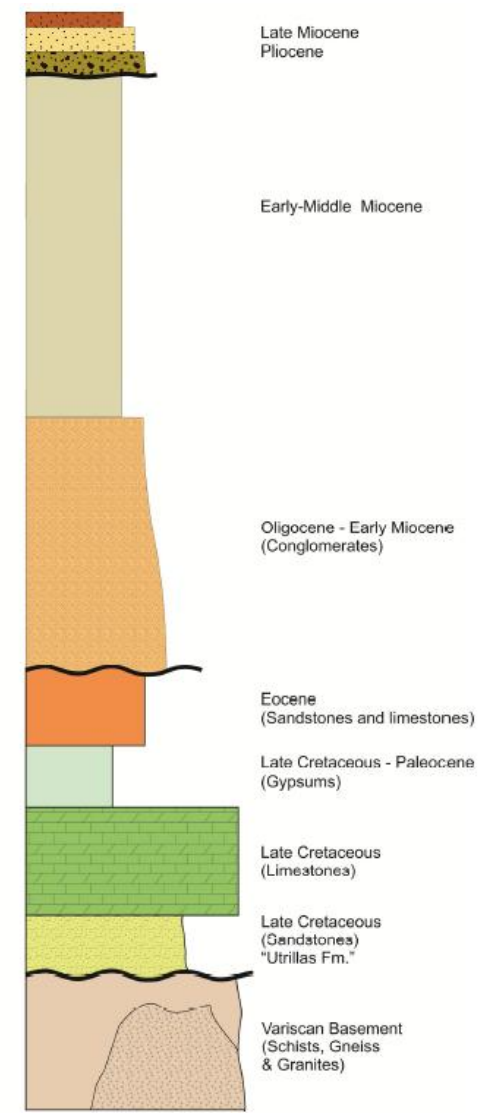
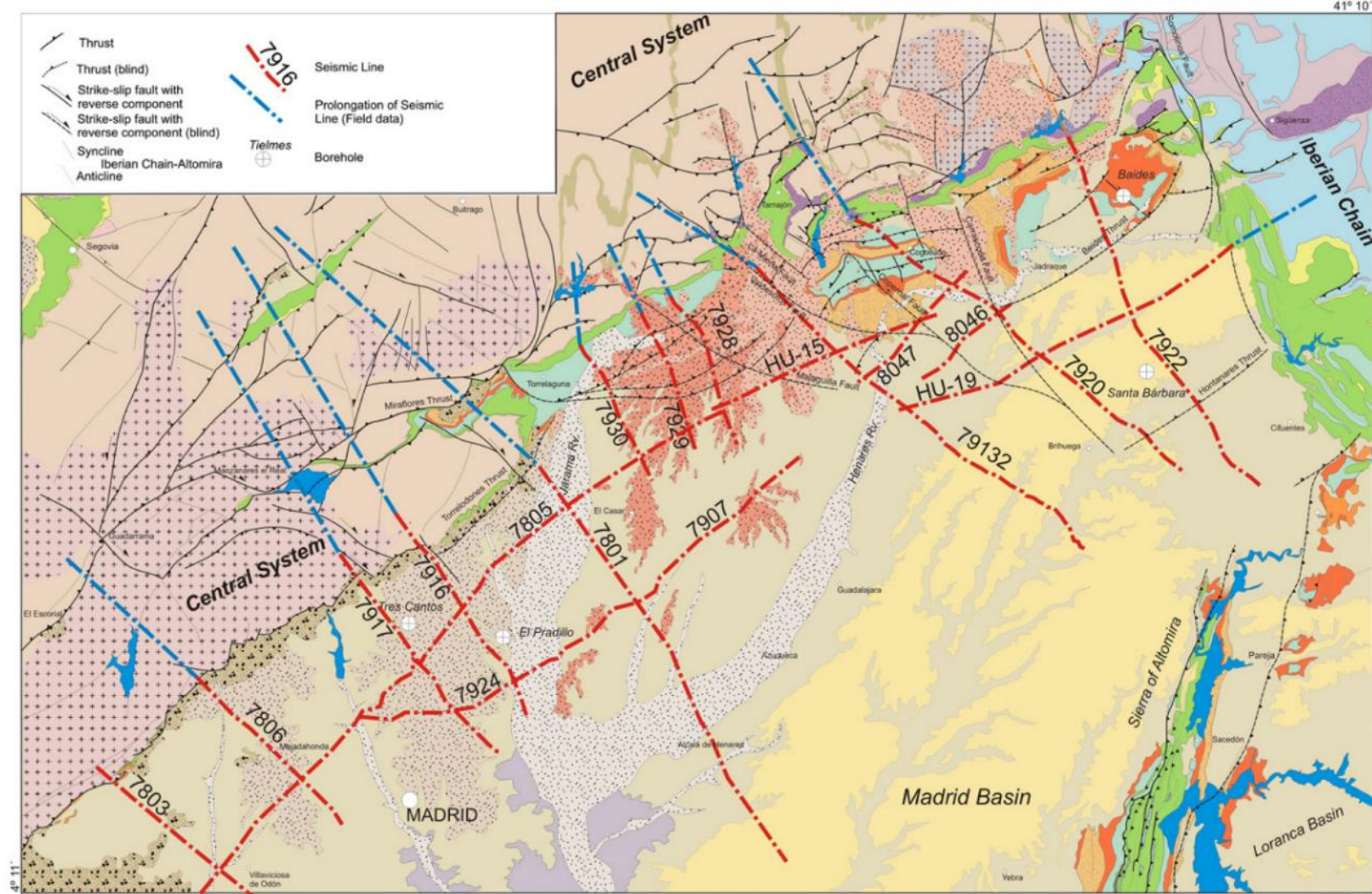
Basement

From Rubio Pascual et al. (2013).
 Modified after Bischoff et al. (1973); Macaya et al. (1991) and Escuder Viruete et al. (1998)

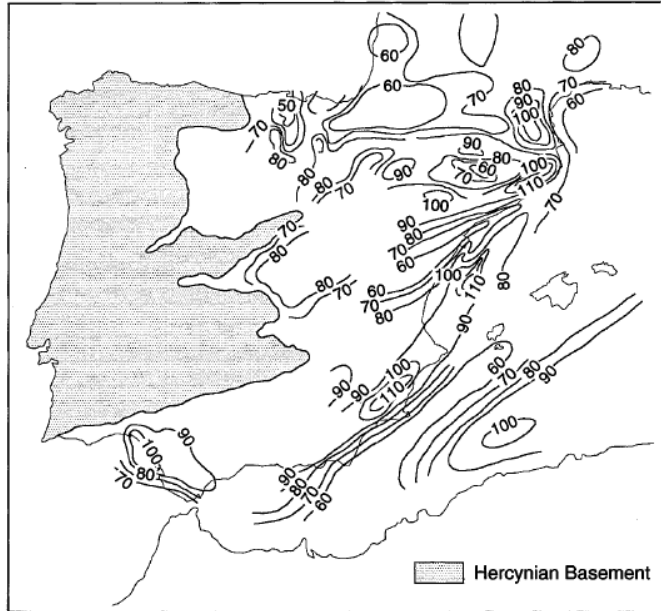


Geological sketch of the SCS showing location of some plutons (Villaseca et al., 2017).

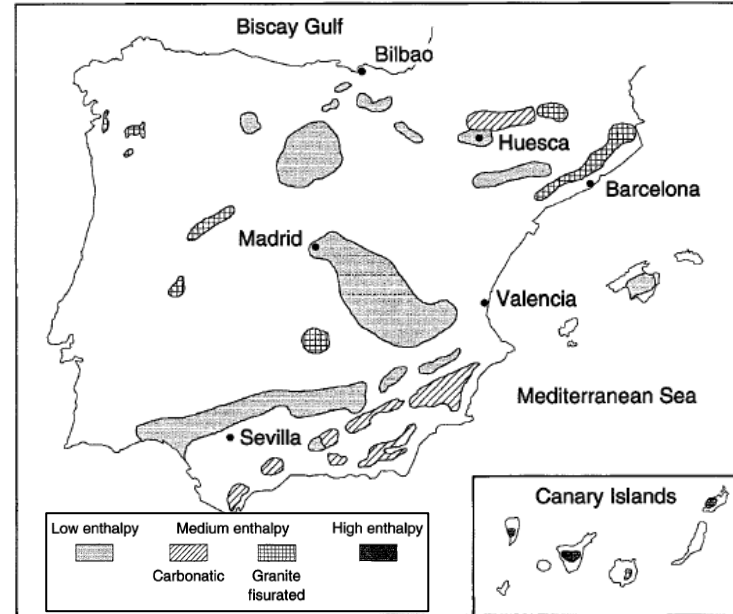
Madrid Basin



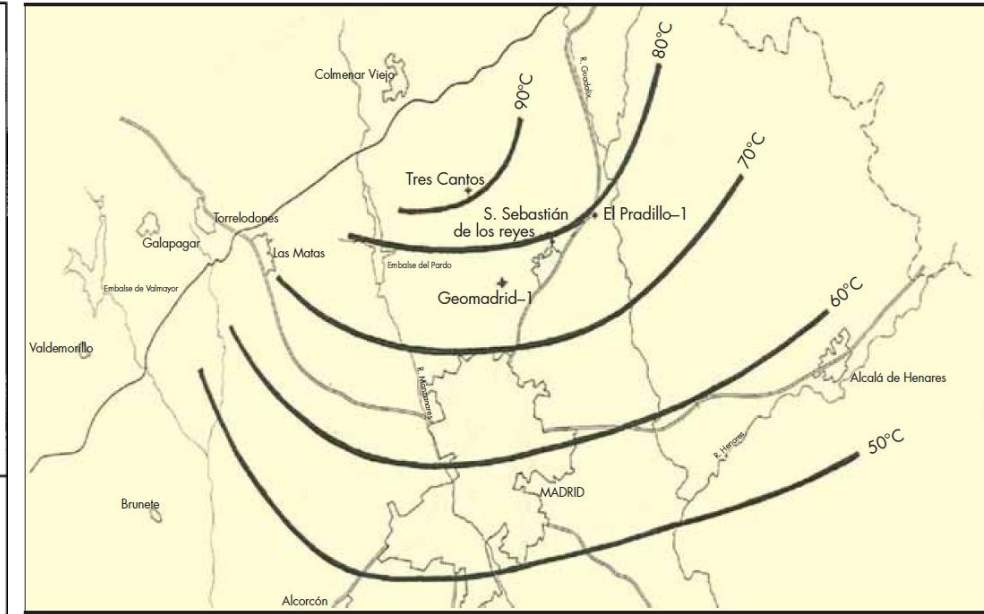
Madrid Basin Geothermal Potential



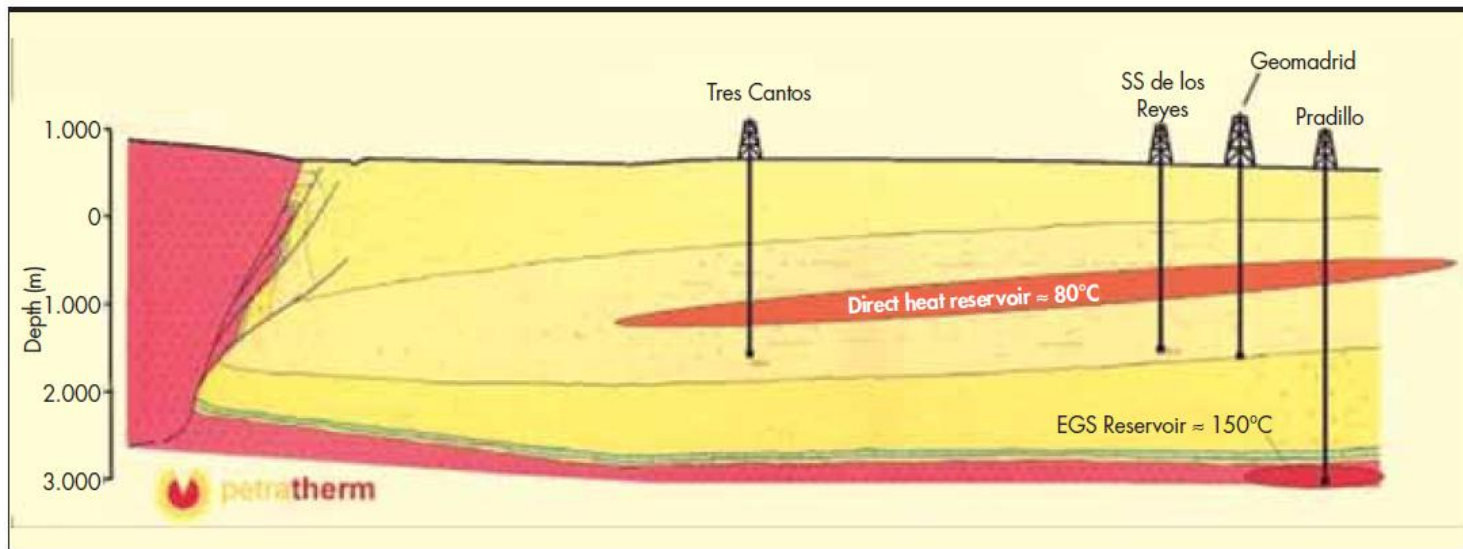
Heat Flow at Spain (mWm²).
Cuchi et al. (2000); Albert (1979)



Geothermal areas of Spain. Cuchi et al., 2002, modified from Haenel & Staroste, 1998

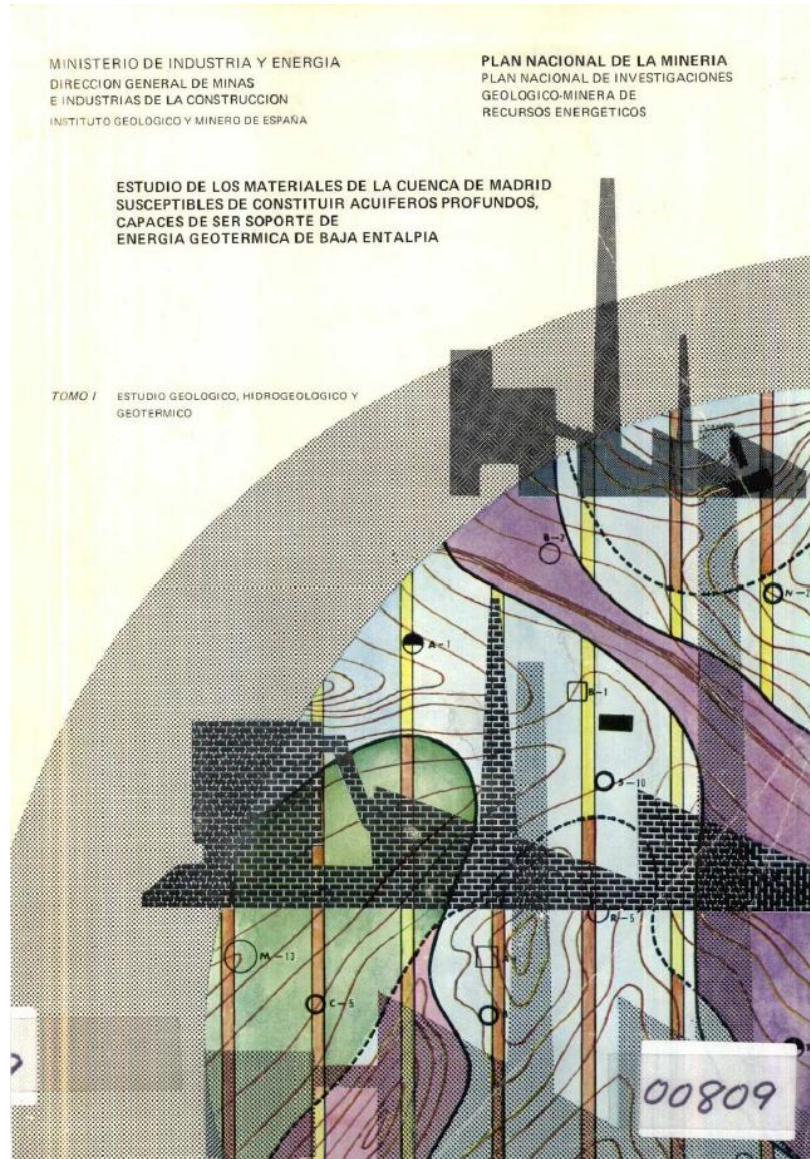


Upper Paleogene isotherm and well location (Hidalgo et al., 2009)

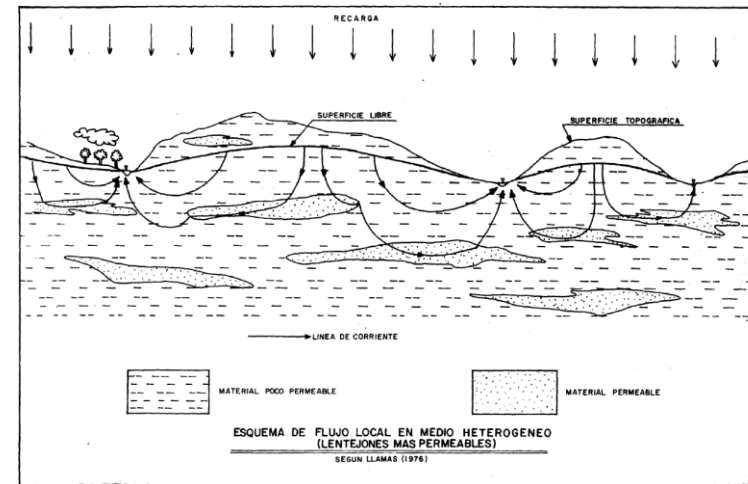
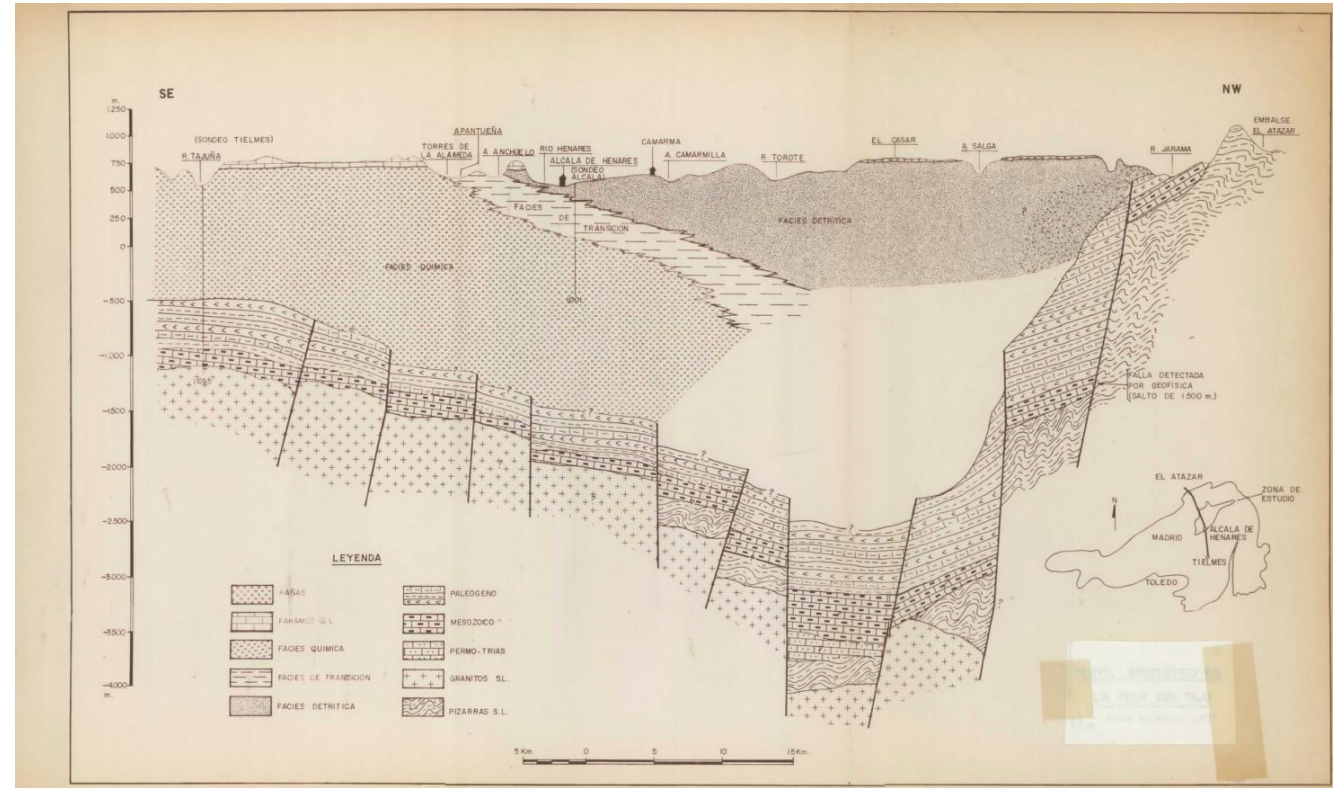


Interpretative cross-section of the Madrid Basin (Hidalgo et al., 2009)

Madrid Basin Geothermal Potential



IGME, 1979

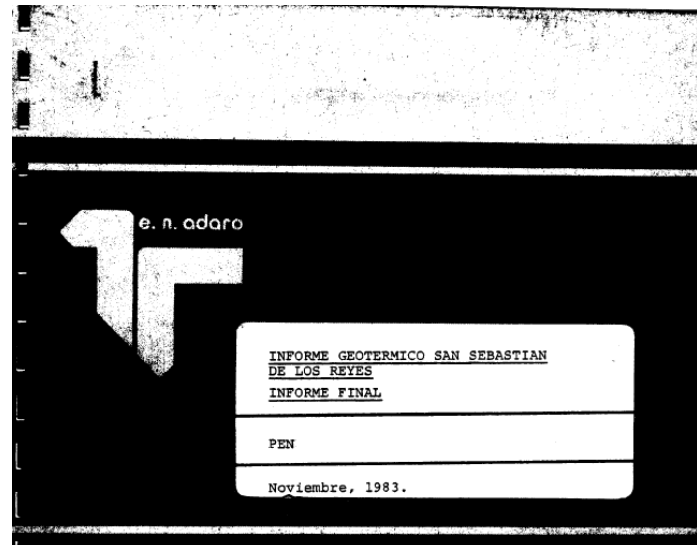


Wells



empresa nacional adaro de
investigaciones mineras, s.a.
enadimsa

50348



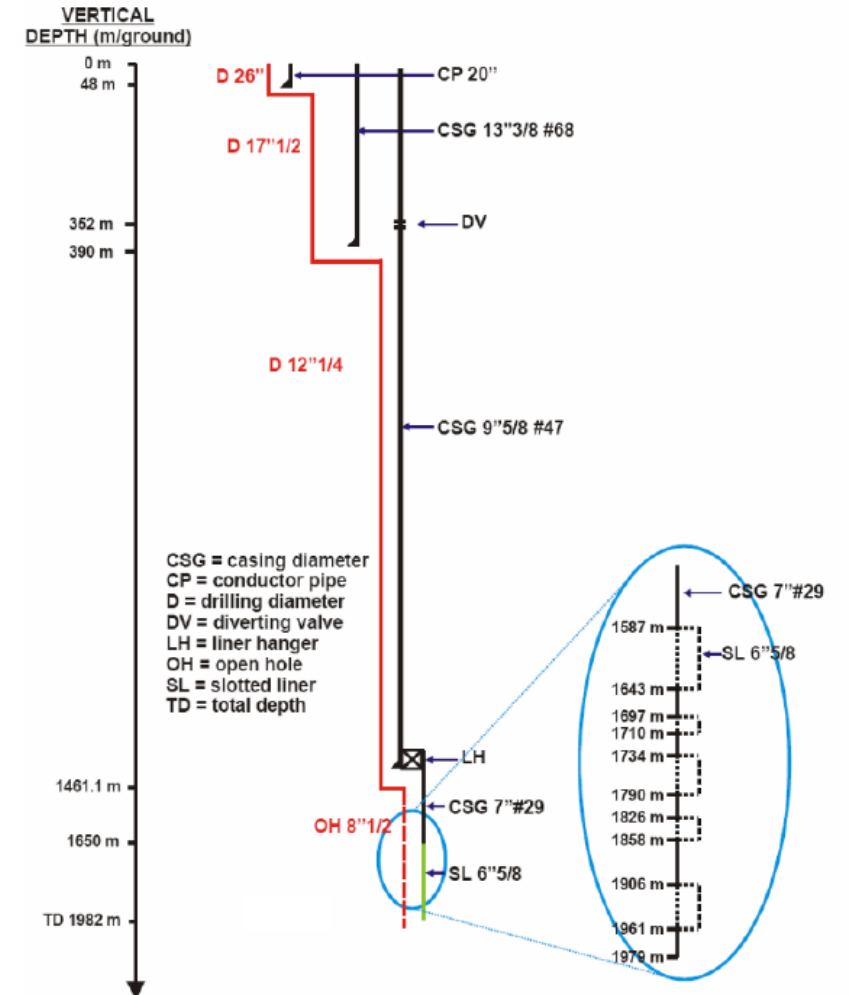
empresa nacional adaro de
investigaciones mineras, s.a.
enadimsa

50240



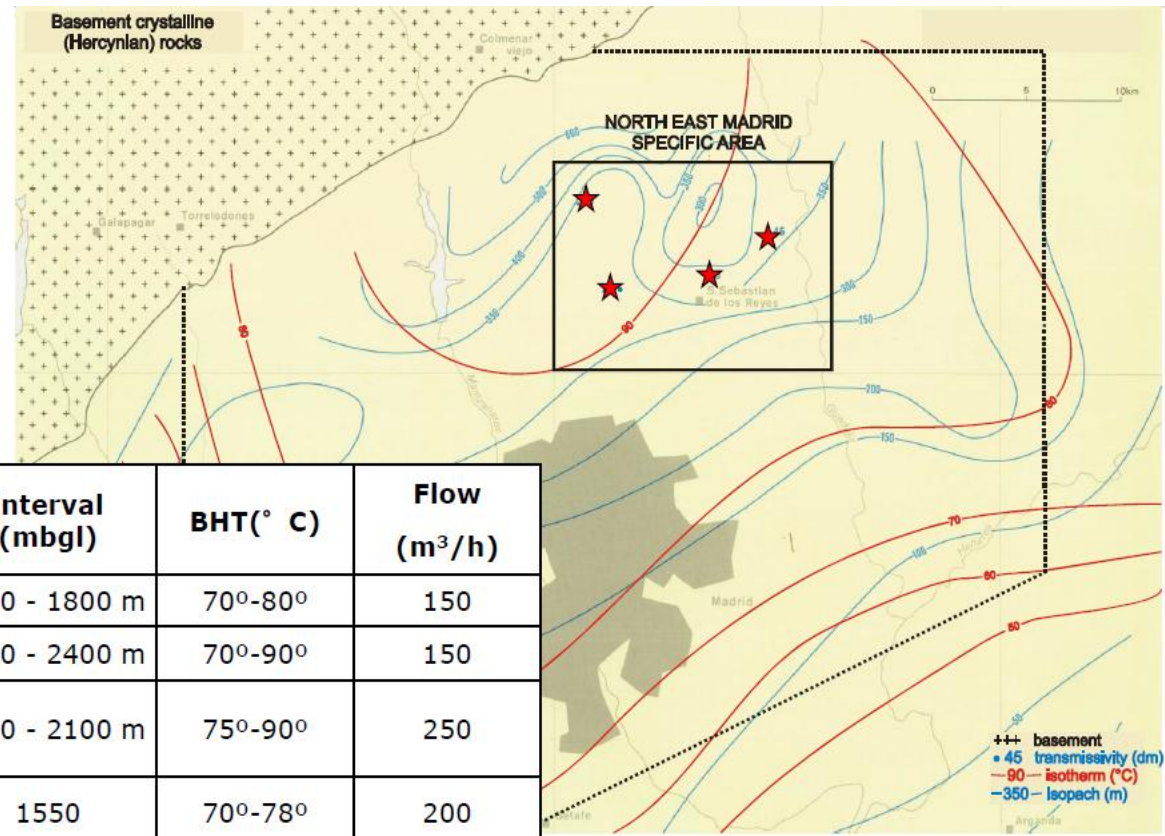
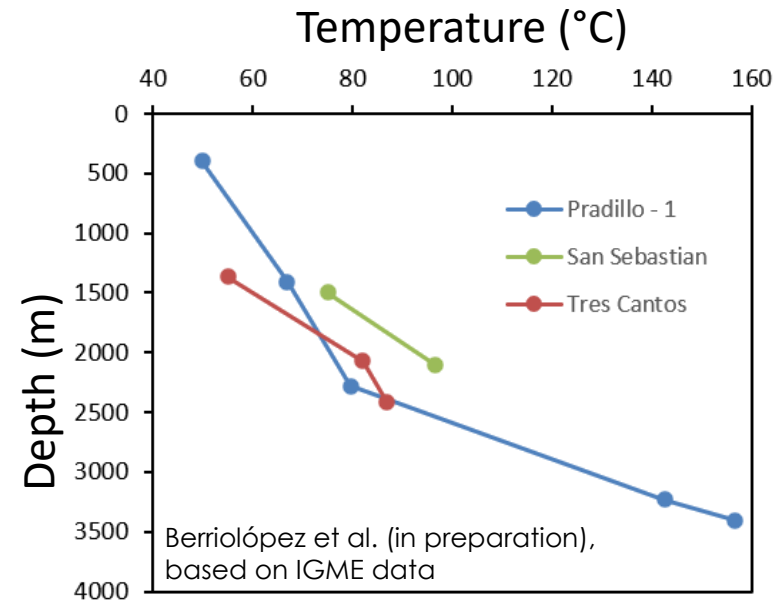
GeoMadrid (1991)

- En julio de 2008 se lleva a cabo una inspección de detalle del sondeo confirmandose todos los parámetros medidos en 1990.
- También se confirma que el sondeo está bien conservado (cementación y tubería) con lo cual puede ser integrado en el nuevo proyecto

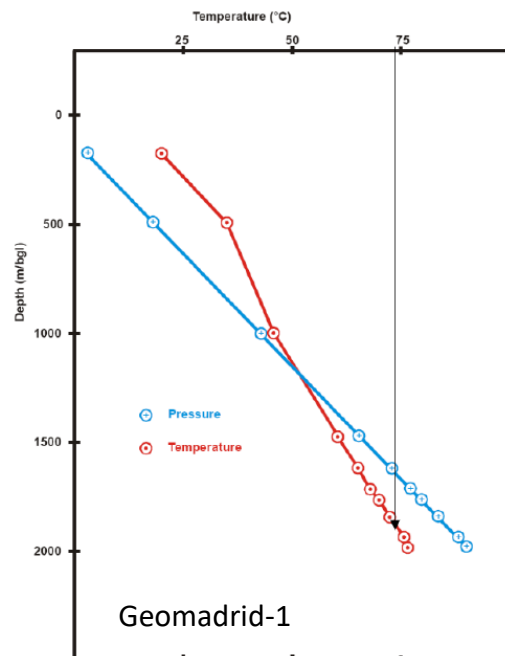


(Hidalgo et al., 2009)

Well data



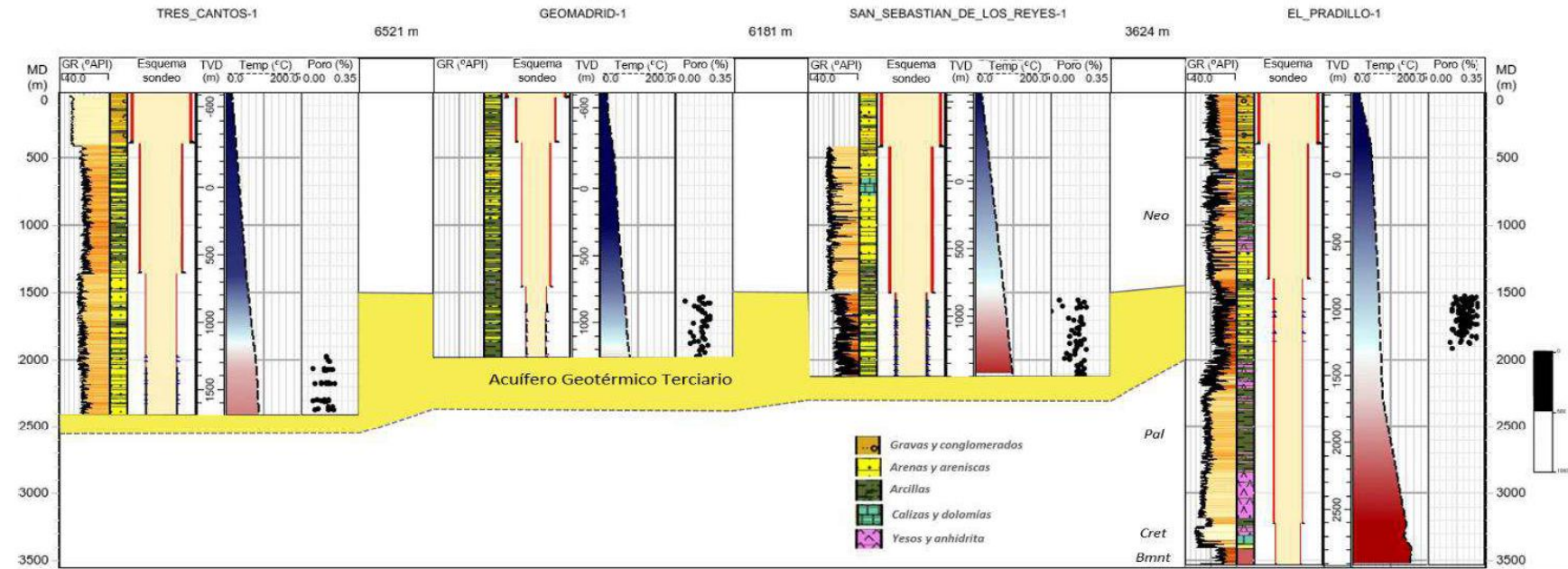
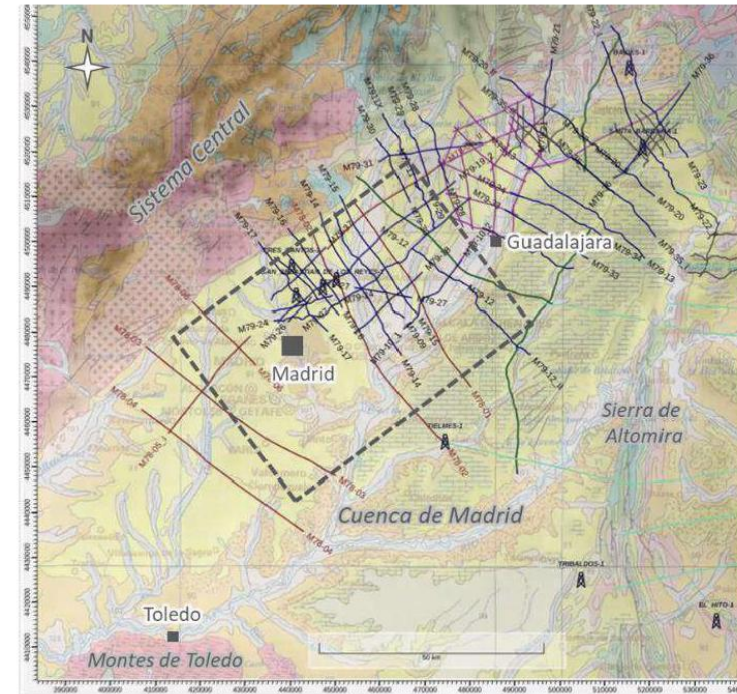
Well	interval (mbgl)	BHT(° C)	Flow (m ³ /h)
Pradillo	1600 - 1800 m	70 ^o -80 ^o	150
Tres Cantos	1600 - 2400 m	70 ^o -90 ^o	150
San Sebastian de los Reyes	1600 - 2100 m	75 ^o -90 ^o	250
Geomadrid 1	1550	70 ^o -78 ^o	200



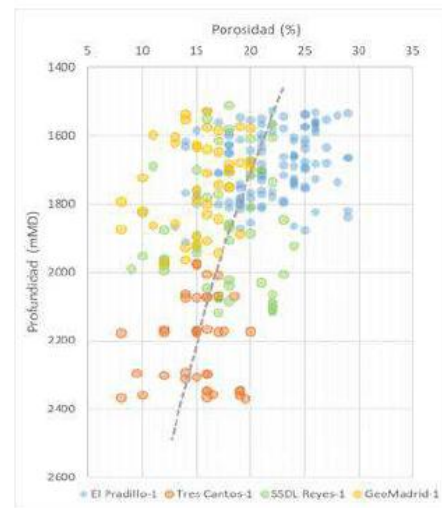
	Best Interval Thickness (m)	Porosity (Avg) (%)	Transmissivity (Dm)	Permeability (md)
Tres Cantos	300	15	20,3	88
S.S. de los Reyes	265	13	35,3	447
GeoMadrid-1	235	10	44,4	453
El Pradillo-1	295	20	46,6	1.249

Modified from Hidalgo et al., 2009

Well data

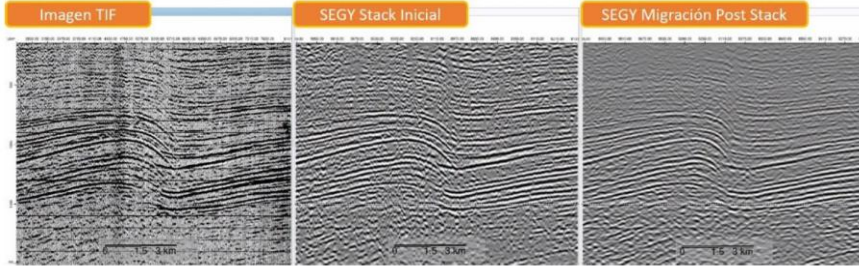


(Álvarez et al., 2024)



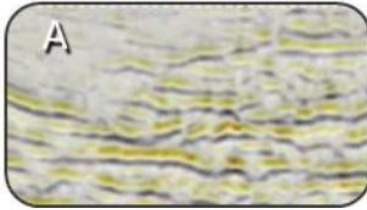
Índice Favorabilidad	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Porosidad (%)
0	3000 < P < 4000	0 < T < 30	0 < ϕ < 10
1	2000 < P < 3000	30 < T < 70	10 < ϕ < 15
2	1000 < P < 2000	70 < T < 120	15 < ϕ < 25
3	0 < P < 1000	120 < T < 200	25 < ϕ < 35

Well & Seismic data

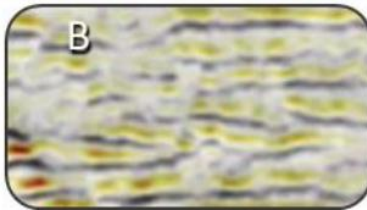


Estructura Santa Bárbara (línea M-7920)

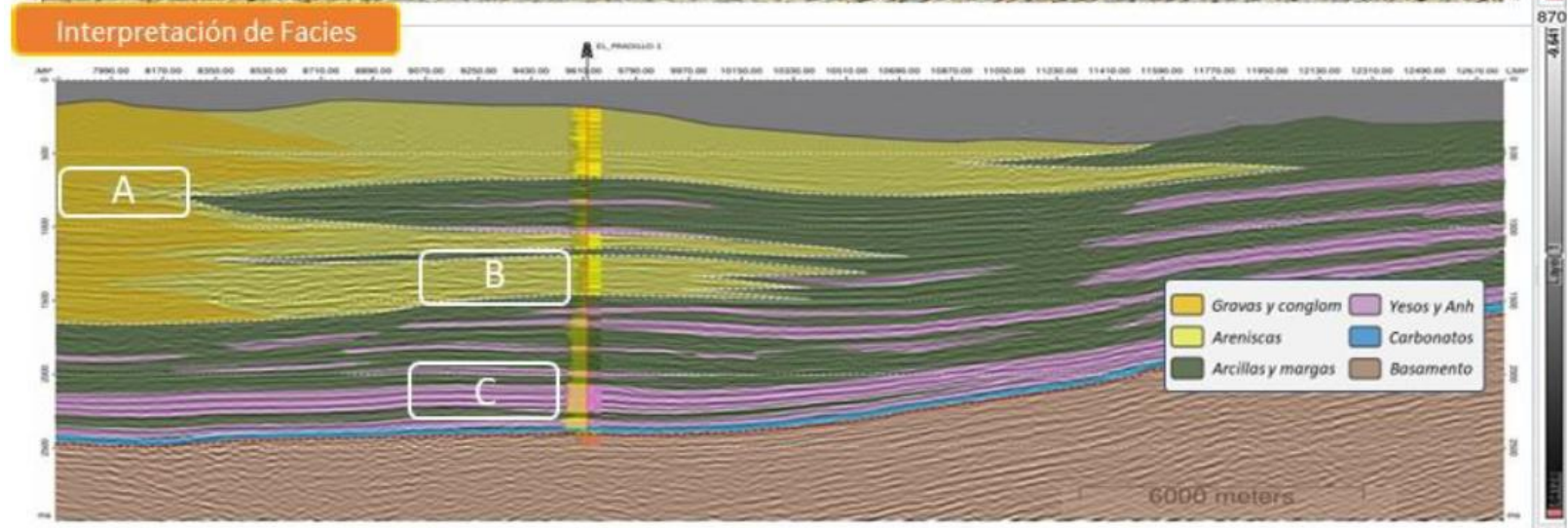
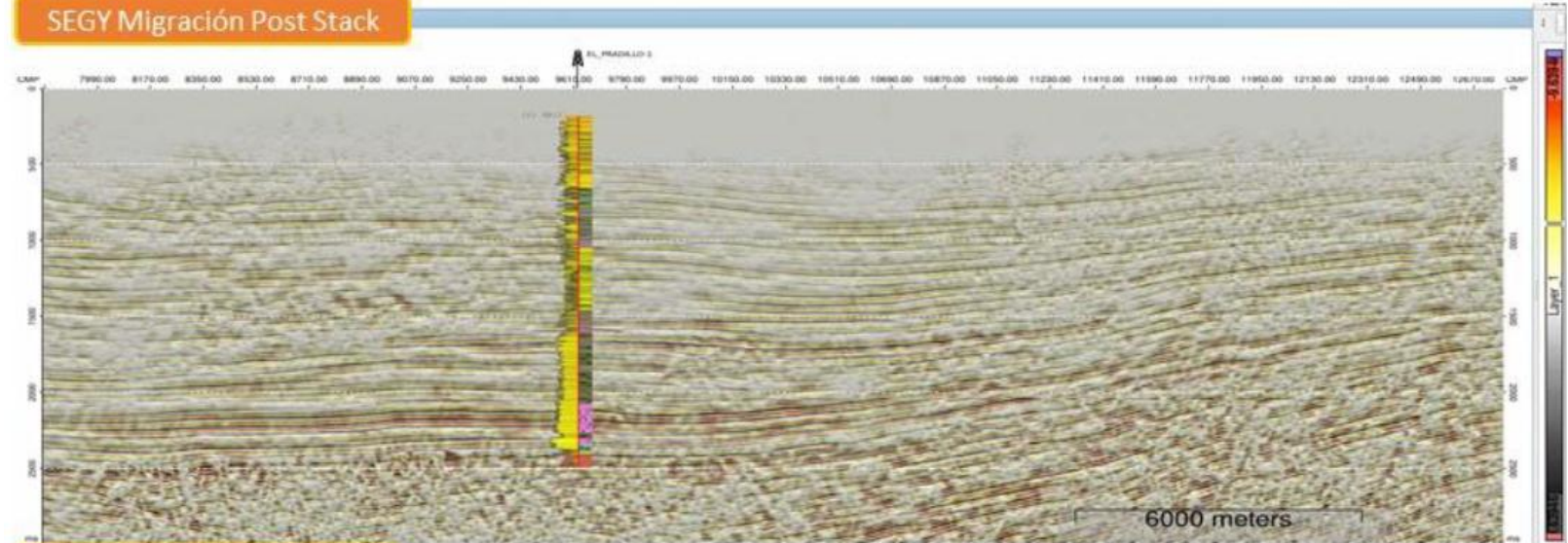
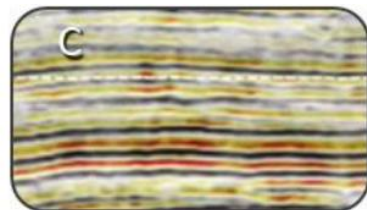
A) *Facies proximales de abanico aluvial, caracterizada por reflectores inclinados transicionando a depósitos caóticos interpretados como gravas y conglomerados.*



B) *Reflectores discontinuos y amalgamados de amplitud variable interpretados como canales arenosos.*



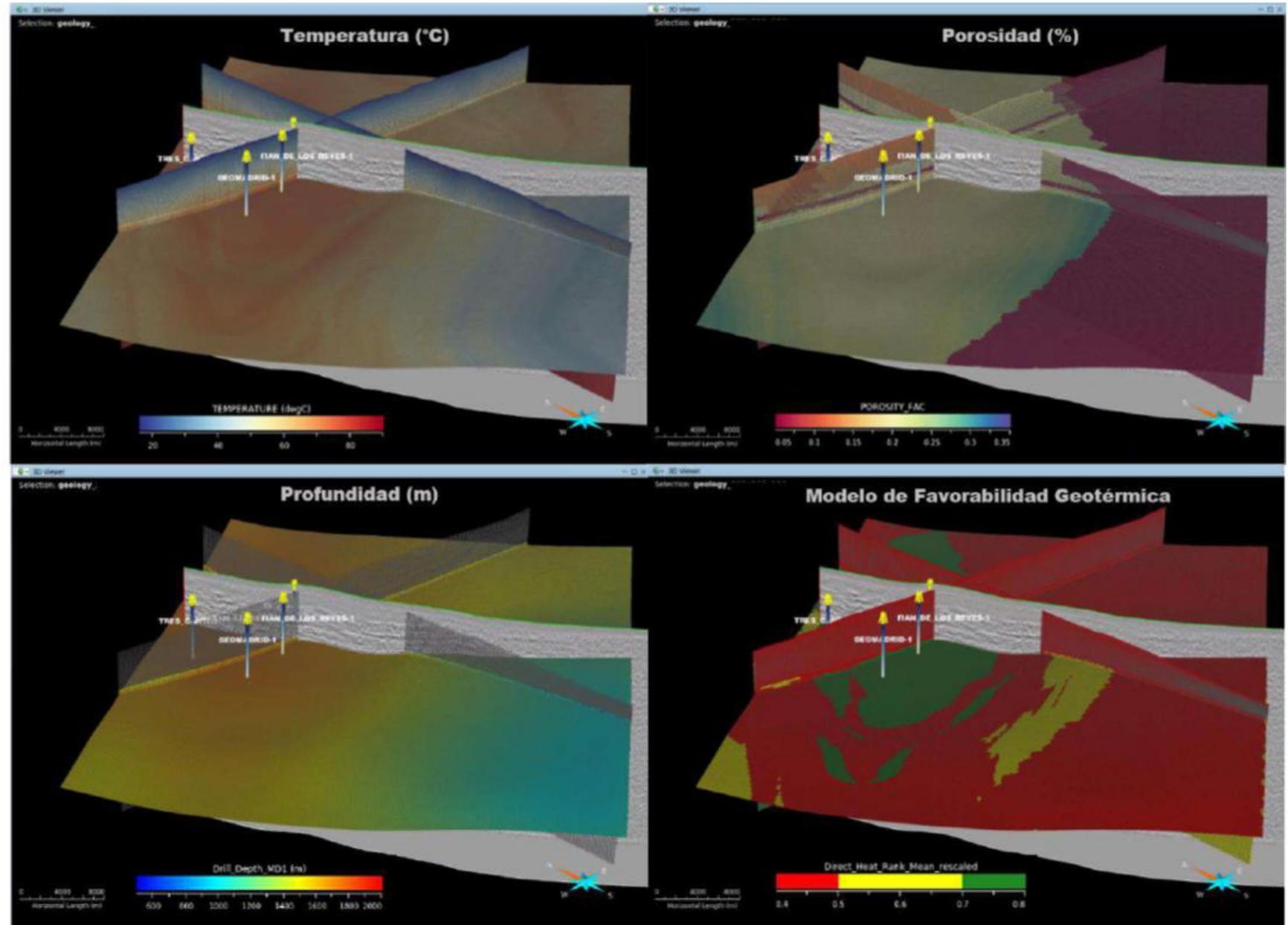
C) *Reflectores plano-parallelos de alta continuidad y amplitud interpretados como depósitos evaporíticos.*



(Álvarez et al., 2024)

Well & Seismic data

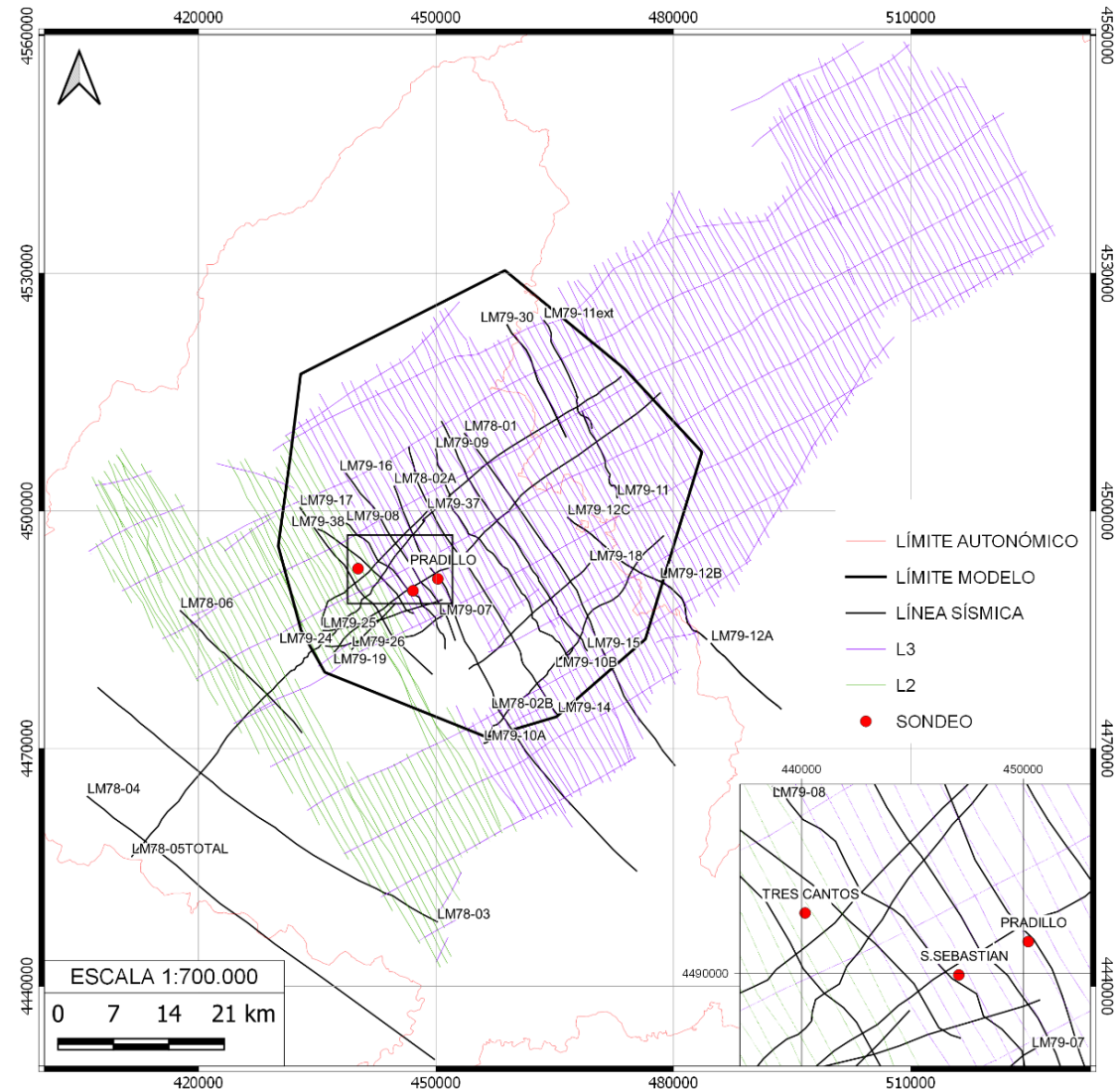
Índice Favorabilidad	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Porosidad (%)
0	$3000 < P < 4000$	$0 < T < 30$	$0 < \varphi < 10$
1	$2000 < P < 3000$	$30 < T < 70$	$10 < \varphi < 15$
2	$1000 < P < 2000$	$70 < T < 120$	$15 < \varphi < 25$
3	$0 < P < 1000$	$120 < T < 200$	$25 < \varphi < 35$



(Álvarez et al., 2024)

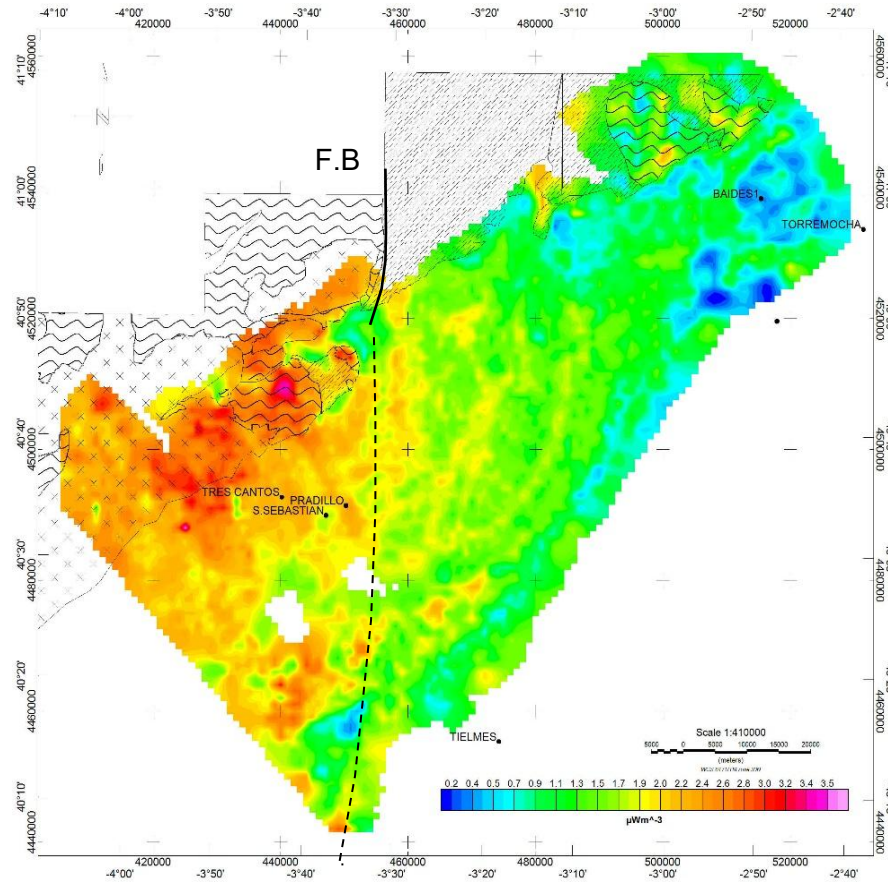
Airborne

- Datos IGME
- Malla NW-SE 1 km x 7km
- **217** líneas de vuelo
- **6353,49 km** lineales
- Altura de vuelo: **120 metros**
- 147086 datos magnéticos
- 140889 datos radiométricos

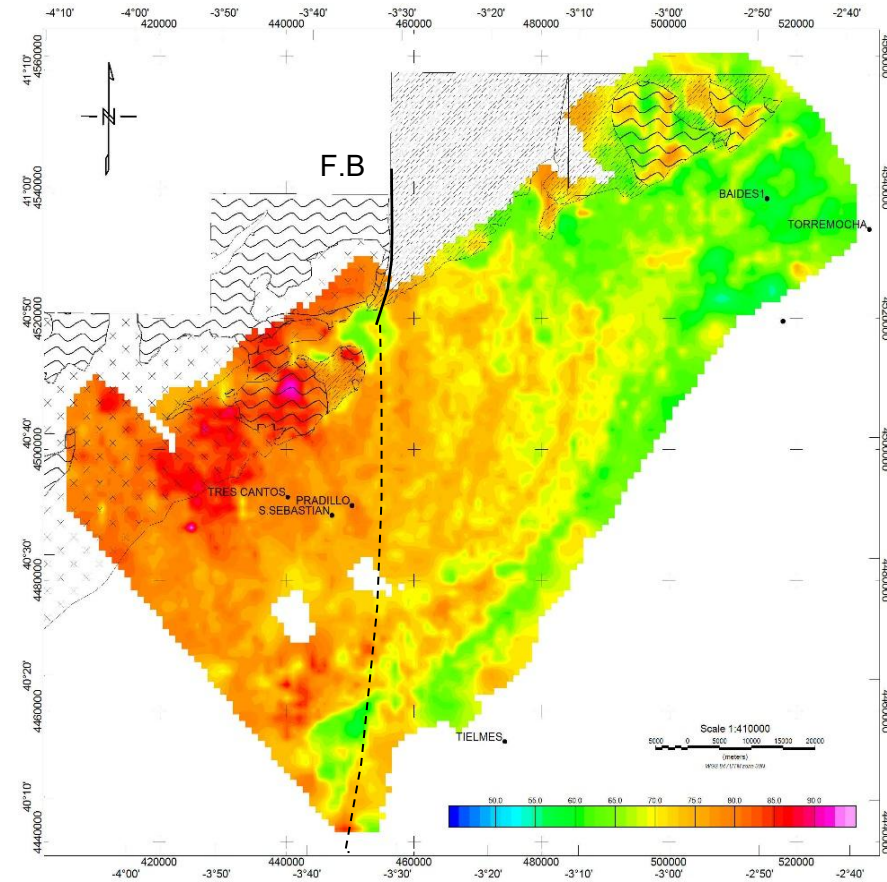


Heat production

HEAT PRODUCTION (H_0)



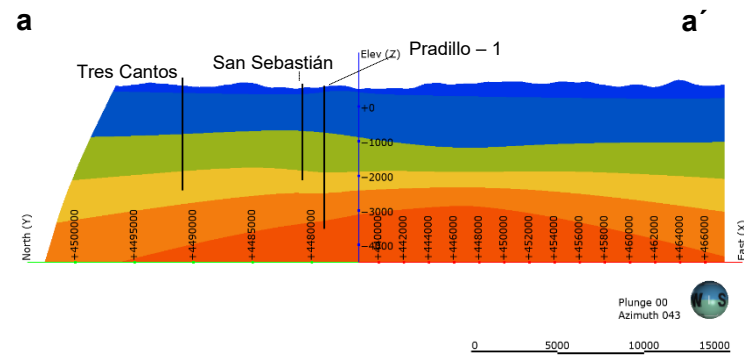
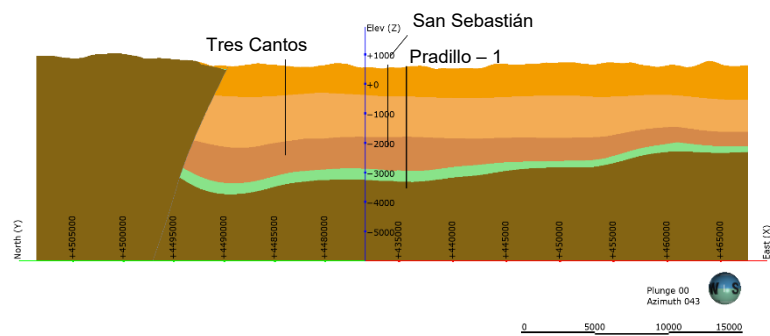
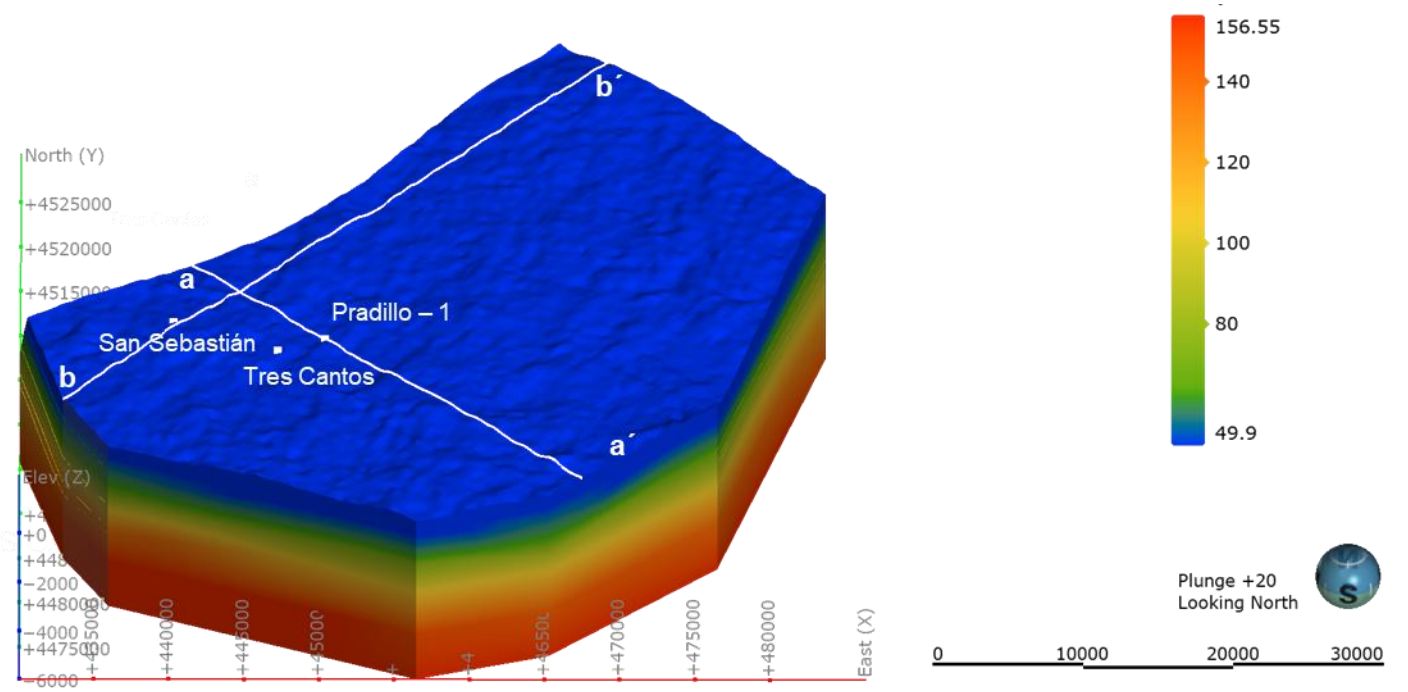
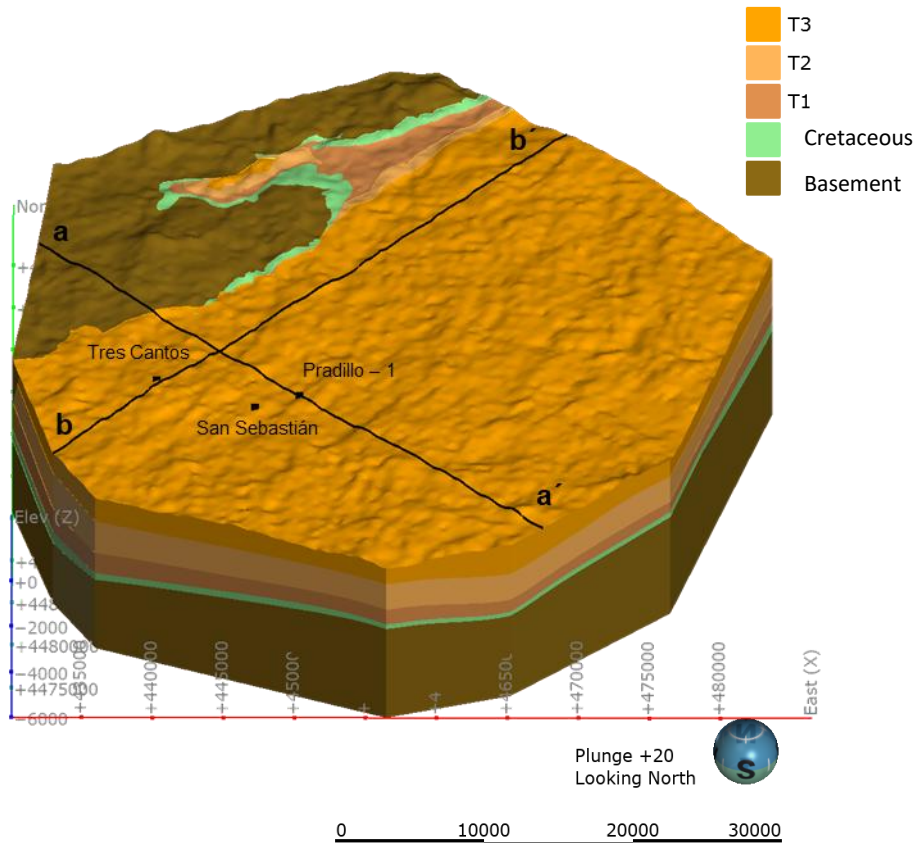
HEAT FLOW (q_0)



	Heat Production	Heat Flow
Granites	2.49 μWm^{-3}	77.81 mWm^{-2}
Methamorphic	1.78 μWm^{-3}	67.86 mWm^{-2}

Berriolópez et al., (2022)

3D geological and thermal modelling



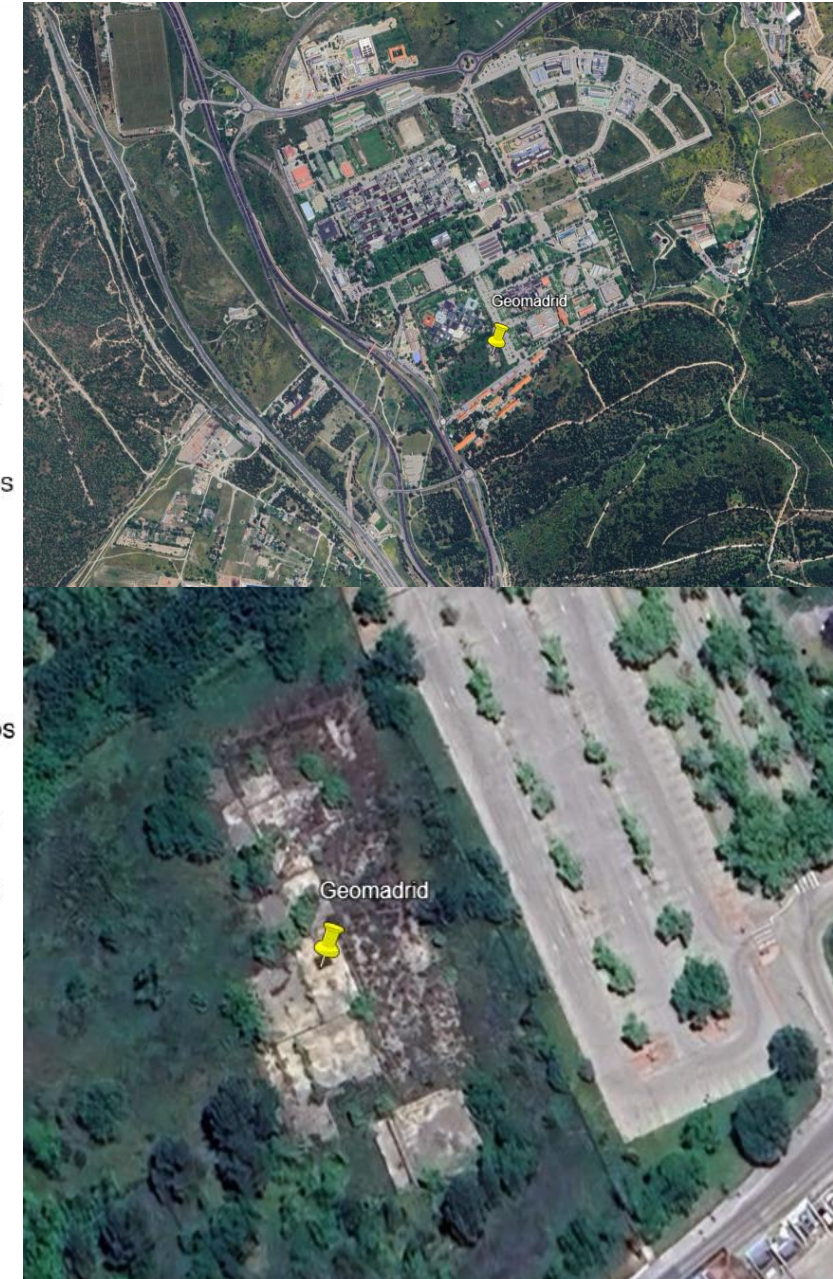
Calefacción y Agua Caliente Sanitaria

Usuarios estudio 2009



Puntos de consumo identificados:

-  Universidad Autónoma de Madrid
-  Residencia de Ancianos Ntra. Sra. Del Carmen
-  Hospital Psiquiátrico Rodríguez Lafora
-  Ciudad Escolar
-  Residencia de Ancianos Dr. González Bueno
-  Colegio San Fernando
-  Pozo de producción de agua caliente GEOMADRID



Consumo y potencias:

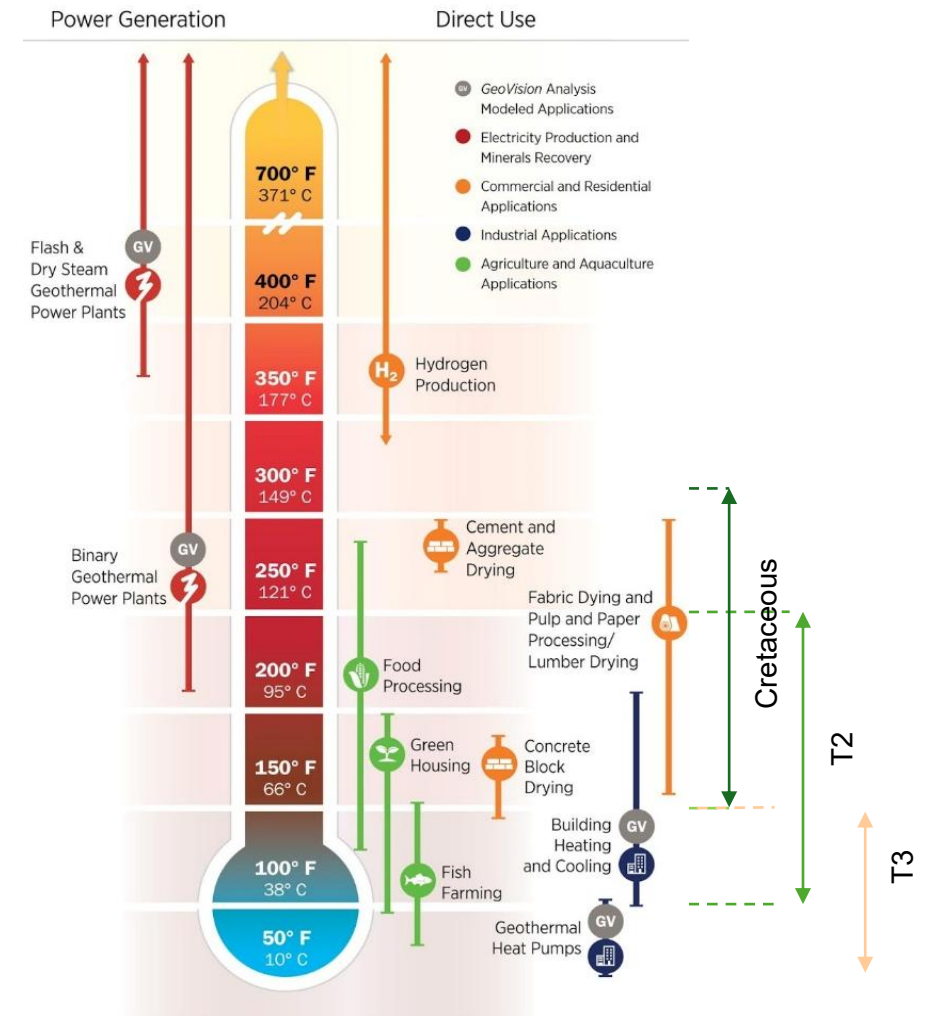
Usuario	Descripción Usuario*	Tipo consumo	Calor consumido MWh/año**	Potencia kW/año**
Universidad Autónoma	Campus universitario: edificios destinados a la formación y la investigación. Suministro actual en 16 puntos diferentes GAS	Calefacción	14.208 MWh	25.400 kW
Residencia de Ancianos Ntra. Sra. Del Carmen	Edificio con servicios de climatización centralizada. 500 camas. Alta ocupación. Gasóleo	Calefacción/ACS	3.440 MWh	1.300 kW
Hospital Psiquiátrico Dr. Rodríguez Lafora	Edificio con servicios de climatización centralizada. 500 camas. Alta ocupación. Gasóleo	Calefacción/ACS	4.264 MWh	1.300 kW
Residencia de Ancianos Dr. González Bueno	Edificio con servicios de climatización centralizada. 575 camas. Alta ocupación. Gasóleo	Calefacción/ACS	4.182 MWh	2.000 kW
Ciudad Escolar	Conjunto de edificios dedicados a la formación y la gestión administrativa: aulas, despacho, y un polideportivo con piscina cubierta. Fuel	Calefacción/ACS	7.459 MWh	5.200 kW
Total			33.553 MWh	39.300 kW



(Hidalgo et al., 2009)

Conclusions

- Madrid Basin has two potential geothermal reservoirs: detritic tertiary unit and estimated geothermal unit.
- Detritic unit temperature is in 75 – 90 °C, with a gradient around 35 °C/km.
- Basement was only reached at El Pradillo well (~ 3500 m). Measured temperature was 156 °C with a gradient of 65 °C/km.



What comes next?

