

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

CONVENIO CON LA EMPRESA NACIONAL ADARO DE  
INVESTIGACIONES MINERAS, S.A., PARA EL DESA  
RROLLO DE TRABAJOS DE INVESTIGACION GEOTERMI  
CA DENTRO DEL PROGRAMA 234. OTRAS FUENTES  
DE ENERGIA. AÑO 1984.

- SEGUIMIENTO DE SONDEOS DE HIDROCARBUROS -



5  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

00885

## I N D I C E

	<u>Págs.</u>
1.- INTRODUCCION .....	1
2.- BREVE RESEÑA DE LOS SONDEOS PERFORADOS .....	1
2.1.- EBRO 3 .....	3
2.2.- SURPIRENAICA 1 .....	3
2.3.- TRASHAEDO .....	4
2.4.- MAESTRAZGO 2 .....	4
2.5.- JABALI .....	5
2.6.- LOPIN .....	5
2.7.- AOIZ .....	6
2.8.- SURPIRENAICA 2 .....	6
2.9.- SANTA BARBARA .....	7
2.10.- SAN VICENTE .....	7
2.11.- MARISMAS C-1 .....	7
2.12.- ARRATIA .....	8
2.13.- EL GREDAL .....	8
2.14.- VILLANOBILLA .....	8
2.15.- SAN ANTONIO .....	9
2.16.- ZUERA .....	9
2.17.- PALANCARES .....	9
2.18.- PAMPLONA 6 .....	10
3.- FICHAS DE ALMACENES .....	10
4.- CONCLUSIONES .....	14

## 1.- INTRODUCCION

Se ha realizado un seguimiento de los sondeos perforados en España (on shore), con el fin de detectar cualquier dato de interés que permita aportar indicios sobre existencia de almacenes geotérmicos profundos.

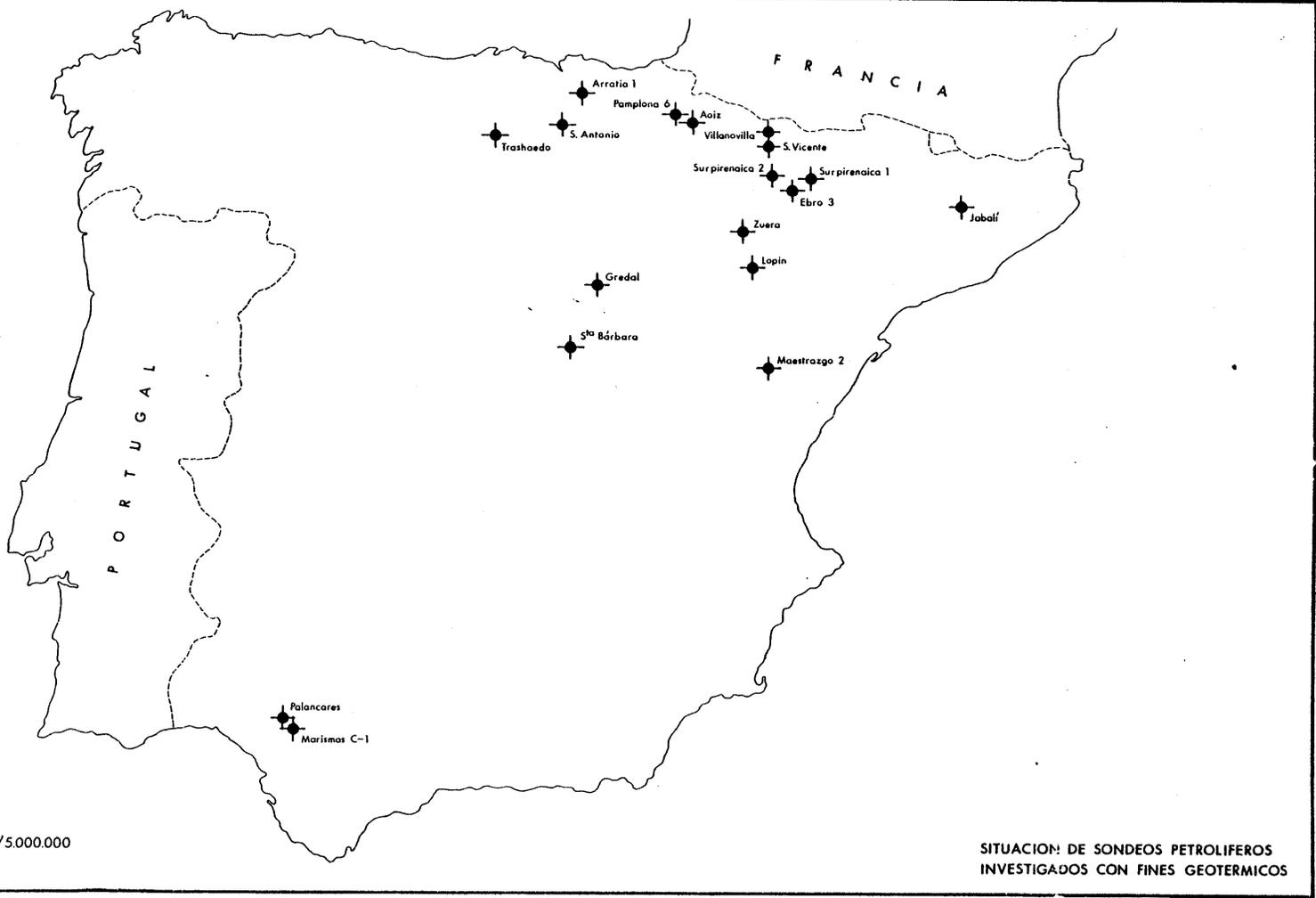
La metodología empleada ha consistido en analizar de manera exhaustiva los documentos obtenidos a lo largo de las perforaciones, tales como: cortes geológicos, diagrañas, pruebas de producción, informes finales, etc.

En total se han controlado 18 sondeos profundos, cuyos datos se encuentran recopilados en las fichas que se adjuntan al final de este informe.

## 2.- BREVE RESEÑA DE LOS SONDEOS PERFORADOS

Al tratarse de una relación de sondeos perforados en todo el territorio nacional, el orden de descripción se ha realizado siguiendo el número que el Servicio Nacional de Hidrocarburos tiene asignado a cada uno de dichos sondeos.

No se han incluido en el estudio las perforaciones de los campos de Jaca y Ayoluengo, debido a la situación de actividad en que se encuentran ambas explotaciones.



Escala 1/5.000.000

SITUACION DE SONDEOS PETROLIFEROS  
INVESTIGADOS CON FINES GEOTERMICOS

2.1.- EBRO 3: Situado en el término municipal de Bierge (Huesca), sus coordenadas geográficas son:

Longitud: 0º 3' 5" Oeste (Grenwich)

Latitud: 42º 11' Norte

Cota del suelo: 667,10 m.s.n.m.

Profundidad: 4.003 metros

Se perforó con un equipo National, siendo sus objetivos, el Retico del Valle del Ebro, el Muschelkalk superior y el Muschelkalk inferior, detectadas por sísmica. La perforación no llegó a la profundidad prevista debido a problemas de tipo mecánico, aunque coincidió con el marcador sísmico correspondiente, al Terciario.

No se realizó ninguna prueba de producción, pero por la litología observada pueden existir almacenes en el Terciario y Cretácico Superior.

2.2.- SURPIRENAICA-1: Perforado con un equipo National 1625, se encuentra situado en el municipio de Olsón (Huesca). Su situación geográfica es la siguiente:

Longitud: 0º 07' 52,446" Este (Grenwich)

Latitud: 42º 16' 44,09" Norte

Altitud: 603 m.s.n.m

Alcanzó una profundidad de 3441,70 metros, sus objetivos fueron el estudio de la serie Mesozoica alóctona carbonatada. - Se alcanzó la base del Terciario a 1.070 m de profundidad para

cortar los almacenes saturados de agua salada con gas metano disuelto a 3270 y 3440 metros respectivamente. El gradiente geotérmico calculado para una temperatura media en superficie de  $-12^{\circ}\text{C}$  es de  $2.1^{\circ}\text{C}$  por 100 metros de profundidad.

2.3.- TRASHAEDO: Se sitúa en las inmediaciones del Trashaedo (Burgos) en un flanco de la estructura de Tozo. La perforación se ha realizado con una máquina Gardner Denver-800. Sus coordenadas geográficas son:

Longitud:  $3^{\circ} 56' 18,7''$  Oeste (Greenwich)

Latitud:  $42^{\circ} 41' 14,5''$  Norte

Altitud: (K.8): 994.60 m

Profundidad: 1683 metros

Los objetivos perseguidos fueron las series arenosas del Purbeck inferior con indicios de petróleo en los sondeos de Tozo, detectadas por sísmica de reflexión, geología regional y sondeos próximos.

El almacén del utrillas se ha cortado con agua dulce. El Purbeckiense (calizas de Aguilar) ha sido probado mediante ensayos de producción, que han dado baja permeabilidad. El Dogger no ha sido probado.

2.4.- MAESTRAZGO-2: Sus datos geográficos son:

Longitud:  $0^{\circ} 27' 42,794''$  Oeste (Greenwich)

Latitud:  $40^{\circ} 24' 05,301''$  Norte

Altitud: 1545 metros

La profundidad final alcanzada es de 2.861,8 metros; - sus objetivos fueron las dolomías del Muschelkalk Superior e Inferior y las areniscas del Buntsandstein. Hubo pérdidas de lodos hasta 1400 metros, lo que indica existencia de almacenes en el Cretácico y Jurásico. El Muschelkalk y Buntsandstein se han reconocido bastante cementados y con poca permeabilidad en este punto de la estructura.

2.5.- JABALI: Perforado en el permiso Cardona, sus coordenadas son:

Longitud: 12 52' 42,9" Este (Grenwich)

Latitud: 42 03' 50,8" Norte

Altitud: 547 metros

Profundidad: 4.558 metros

El objetivo perseguido con este sondeo, fue el Eoceno - medio, (mummulítico), donde se encuentran los almacenes con algún interés para ser investigados.

2.6.- LOPIN: Peforado con un equipo EMSCO-450 en el permiso Quinto, - inmediaciones de Belchite (Zaragoza).

Los datos básicos pertenecientes a este sondeo son los siguientes:

Longitud: 02 34' 44,507" Oeste (Grenwich)

Latitud: 41 21' 00,65" Norte

Altitud: 223,8 metros

La profundidad final ha sido de 1.652,20 metros y los objetivos los tramos dolomíticos del Muschelkalk y las areniscas, del Buntsandstein. Los principales almacenes a resaltar, se encuentran en el Jurásico, ya que tanto el Muschelkalk como el

Bunt se han reconocido con baja porosidad debido a la existencia de materiales micáceos y alta cementación.

2.7.- AOIZ: Este sondeo se encuentra enclavado 8 Km al noroeste del pueblo de Aoiz, sus coordenadas son:

Longitud: 19 24' 47,12" Oeste (Grenwich)

Latitud: 42 50' 45,48" Norte

Elevación: 650 metros

Se ha perforado con una máquina National 1625 M, llegando a una profundidad de 4572,9 metros. El objetivo principal fue el autóctono profundo, en el que el techo está formado por el Eoceno cabalgado por una unidad mesozoico-eocena.

Los almacenes reconocidos han sido el Eoceno-Paleoceno, el Santoniense y una brecha poligénica del Paleozoico.

2.8.- SURPIRENAICA-2: Se ha perforado en el permiso Centenera, en el término Municipal de Graus, con un equipo National 1625. Los datos geográficos son:

Longitud: 3 17' 23,3" Oeste (Grenwich)

Latitud: 42 17' 20" Norte

Altitud: 705 metros

Profundidad: 2614 metros

El objetivo del sondeo fue la formación arenoso-calcareo del Senoniense Superior.

Los almacenes reconocidos han sido el Garumnense y el Senoniense Superior.

2.9.- SANTA BARBARA: El sondeo Santa Bárbara está enclavado dentro - del permiso Brihuega con una situación geográfica:

Longitud: 29 47' 12,046" Oeste (Grenwich)

Latitud: 409 49' 40,57" Norte

Altitud: 1054 metros

Profundidad total: 3150 metros

La finalidad de este sondeo, fue el reconocimiento y estudio del techo del Cretácico Superior, el Utrillas, el Muschelkalk y el Buntsandstein, en todos ellos se encontraron almacenes.

2.10.- SAN VICENTE: Perforado con una máquina National-110VE en el - permiso Jaca, sus coordenadas son:

x = 710.179,61

y = 4.707.371,45

Altitud: 893,9 metros

Profundidad: 5.371,30 metros

La finalidad del sondeo fue, una vez atravesada la sedimentación continental y margas azules, estudiar la permeabilidad del flysch y los horizontes carbonatados del mismo; las areniscas de esta formación poseen permeabilidades que han permitido producir gas metano.

2.11.- MARISMAS C-1: No se dispone de muchos datos de esta investigación debido al carácter confidencial de la misma. Las coordenadas son:

X = 749.185

y = 4.133.177

Altitud: 59,6 metros

Profundidad total: 1116 metros

2.12.-ARRATIA: Situado en el permiso Gorbea su localización es la siguiente:

Longitud: 29 46' 52" Oeste (Grenwich)

Latitud: 439 08' 17" Norte

Altitud: 115 metros

Profundidad: 2550 metros

La investigación perseguía el conocimiento de la estructura anticlinal del permiso anteriormente reseñado, en la que se cortaron las formaciones Cretácico inferior, Weald, Purbeck, y Carbonífero superior, todas ellas con muy bajas porosidades.

2.13.-EL GREDAL: Perforado en la región de Almazán, sus coordenadas son:

Longitud: 29 29' 38,9" Oeste (Grenwich)

Latitud: 419 22' 21,4" Norte

Altitud: 1062 metros sobre el nivel del mar

Profundidad: 1.669 metros

Tuvo como finalidad estudiar las formaciones cretácicas subyacentes al Mioceno. Se cortó el Cretácico a 775 m de profundidad y el Utrillas a 1.010 m, ambos con buena permeabilidad. De las formaciones inferiores no se dispone de datos exactos, no pudiendo evaluarse sus características.

2.14.-VILLANOBILLA: Está situado en los Pirineos Occidentales, permiso Castiello. La posición en coordenadas U.T.M. es:

x = 706.167,980 metros

y = 4.721.392,400 metros

Altitud: 974,18 metros

Los almacenes principales pueden ser las calizas del Eoceno y el Paleoceno dolomítico. No se conocen sus parámetros geotérmicos.

2.15.- SAN ANTONIO: Perforado en el permiso Salinas de Añana con un equipo National 1625. Situado en las coordenadas geográficas siguientes:

Longitud: 29 57' 25" Oeste (Grenwich)  
Latitud: 42 50' 17" Norte  
Altitud: 750 m.s.n.m  
Profundidad: 5.292 m

El objetivo principal fue el reconocimiento de la serie infrasalífera. Se han apreciado posibles almacenes en las formaciones Santoniense, Albense y Muschelkalk.

2.16.- ZUERA: Se perforó en las inmediaciones del pueblo zaragozano de Zuera en el permiso del mismo nombre; sus coordenadas son:

Longitud: 09 51' 17" Oeste (Grenwich)  
Latitud: 41 49' 46" Norte  
Altitud: 348,2 m.s.n.m  
Profundidad: 3.515 metros

Reconoció los almacenes del Buntsandstein y Muschelkalk, que eran sus objetivos. Al no realizarse ninguna prueba de producción, no se conocen las características geotérmicas de las formaciones.

2.17.- PALANCARES: Al estar situado en el mismo permiso que el sondeo Marismas C-1, descrito con anterioridad, y por lo tanto ser confidencial su información, no se dispone de los da

tos totales, en la ficha adjunta quedan reseñados los antecedentes recopilados.

Sus coordenadas de situación son:

x = 747.621

y = 4.134.116

Altitud: 73,9 metros

Profundidad: 1053 metros

2.18.- PAMPLONA-6: Como su nombre indica, está perforado en el permiso, Pamplona con coordenadas:

Longitud: 12 36' 48,35" Oeste (Grenwich)

Latitud: 42 50' 55,12" Norte

Altitud: 461,7 metros sobre el nivel del mar

Profundidad: 4.888 metros

El fin primordial del sondeo fue investigar las posibilidades gasíferas de las series detríticas del Cretácico inferior. Pueden ser almacenes de interés el Maestritense y el Santonien- se, en el primero, las pruebas de producción dieron gas, y en - el segundo agua salada.

### 3.- FICHAS DE ALMACENES

Como se ha dicho en la introducción, en base a los datos e informes consultados, se han elaborado las fichas de almacen que se recogen a continuación, en las que para cada sondeo analizado se describen los terrenos perforados, temperaturas medidas, características del almacen y de la cobertera, así como observaciones de interés, relacionados sobre todo con pruebas de formación.

SONDEOS PROFUNDOS	TERRENOS ATRAVESADOS	TEMPERATURA	ALMACEN											COBERTURA				OBSERVACIONES												
			EDAD	LITOLOGIA	PROFUND.	ESP.	PRUEBAS DE PROD.	O	K	P	SALINIDAD	PERDIDAS DE LODOS EN PERF.	EDAD	LITOLOGIA	ESP.	PROFUND.														
EBRO-3	Mioceno 0-600 Eoceno 600-860 Paleoceno 860-1020 Gurumense 1020-1.170 Cretácico Sup. 1.170-1.385 Senonense Int. 1.385-2.950 Eoceno Inf. 2.950-3.225 Gurumense 3.225-4.003	1940-48°C 3.218-81°C 4.003-89°C	Mioceno Eoceno Paleoceno Cretácico Sup.	Conglomerad. Calizas Calizas Calizas	0-600 660 860 1.170	600 900 160 1.895												La perforación no llegó al final previsto debido a problemas de tipo mecánico. No se hicieron, por lo tanto, pruebas de producción.												
SURPIRENAICA-1	Eoceno-Paleoceno Sup. 0-1015 Paleoceno Inferior 1.015-1.510 Gurumense 1.510-1.745 Senonense 1.745-2.215 Keuper 2.215-3.110 Muschelkalk 3.110-3.390 Buntsandstein 3.390-3.410 Eoceno (posible) 3.410-3.441	2.643-63°C 3.306-79,5°C	Muschelkalk	Dolomías	3.270	107	D. S. T.				706	150.000		Eoceno	Flysch	1.015	0-1.015	Un D.S.T. realizado en un intervalo comprendido entre 3.216 m y 3.306 m de profundidad ha producido agua con metano disuelto, con una salinidad de 150.000 ppm de ClNa y 706 kg/cm <sup>2</sup> de presión.												
TRASHAEDO	Cenomanense 0-102 Utrillas 102-513 Nealdense 513-848 Purbeckiensis Sup. 848-1.150 Calizas de Aquilar (Furil) 1.150-1.312 Purbeck evaporítico 1.312-1.450 Purbeck margoso 1.450-1.625 Conglomerado basal 1.625-1.651 Dogger 1.651-1.683	1.470-45,6°C 1.681-44,4°C	Utrillas Purbeck Purbeck Inf. Dogger	Arenas y gravas Calizas Conglomerad. Calizas	102 1.150 1.625 1.651	203 162 25 -								Cenomanense Purbeck Sup. Purbeck lmar- goso Purbeck lmar- goso	Arcillas y caliz. Arcillas y are- niscas Anhidritas y margas Anhidritas y margas	102 302 175 175	102 848 1.450 1.450	Se han realizado varios ensayos de producción (FIT) con unos resultados medios de: <table border="1"> <tr> <td>PROFUNDIDAD (m)</td> <td>PRESION HIDROSTATICA INICIAL</td> <td>PRESION DE FORMACION</td> <td>PRESION HIDROSTATICA FINAL</td> </tr> <tr> <td>1.445</td> <td>161 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>165 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>162 kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>1.648</td> <td>185 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>-</td> <td>165 kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	PROFUNDIDAD (m)	PRESION HIDROSTATICA INICIAL	PRESION DE FORMACION	PRESION HIDROSTATICA FINAL	1.445	161 kg/cm <sup>2</sup>	165 kg/cm <sup>2</sup>	162 kg/cm <sup>2</sup>	1.648	185 kg/cm <sup>2</sup>	-	165 kg/cm <sup>2</sup>
PROFUNDIDAD (m)	PRESION HIDROSTATICA INICIAL	PRESION DE FORMACION	PRESION HIDROSTATICA FINAL																											
1.445	161 kg/cm <sup>2</sup>	165 kg/cm <sup>2</sup>	162 kg/cm <sup>2</sup>																											
1.648	185 kg/cm <sup>2</sup>	-	165 kg/cm <sup>2</sup>																											
MAESTRAZGO-2	Cenomanense 0-100 Albense-Aptense 100-260 Barenmense 260-310 Malm-Dogger 310-968 Lias 968-1.260 Retense 1.260-1.418 Keuper 1.418-1.630 Muschelkalk 1.630-2.808 Buntsandstein 2.808-2.861	652-19°C 1.420-54,4°C 2.568-56°C	Cretácico-Jurásico Superior	Calizas y dolomías	Sup. a 650 m												Totales hasta 1.400 m	Se han realizado un D.S.T. entre 2.698 y 2.762 m con resultado negativo. En el Cretácico y Jurásico hubo pérdidas de lodos hasta 1.400 m. Se ha puesto de manifiesto la inexistencia de almacenes tanto en el Muschelkalk como en el Buntsandstein.												
JABALI	Eoceno Superior 0-2.661 Eoceno Medio 2.661-3.828 Basamento paleozoico 3.828-4.445 Complejo Triásico-Paleozoico 4.445-4.558	1.210-62,7°C 3.012-100°C 3.887-130°C 4.230-138°C	Eoceno Medio Eoceno Inferior	Calizas Dolomías	3.235 3.394	68 48								Eoceno Sup. y Medio Eoceno Inf.	Margas y arcillas Anhidritas	1.075 50	2.160 3.394	El Eoceno Superior posee algunas pasadas arenosas de baja permeabilidad y profundidades de 1.160-1.260 m, 1.230-1.240 m, 1.250-1.260 m y 1.770-2.160 m. A techo del Eoceno Medio (Formación Nalla) existen bajas porosidades con gas asociado.												
LOPIN	Terciario 0-230 Jurásico 230-670 Bélico 670-995 Keuper 995-1.350 Muschelkalk 1.350-1.620 Buntsandstein 1.620-1.652	1.628-57°C	Jurásico	Calizas Dolomías	380	290								Terciario	Arcillas rojas y grises	230	0-230	El Muschelkalk carece de porosidad visual. Las areniscas del Buntsandstein se presentan muy cementadas, por lo que son muy poco permeables.												

SONDEOS PROFUNDOS	TERRENOS ATRAVESADOS	TEMPERATURA	ALMACEN										COBERTURA				OBSERVACIONES																				
			EDAD	LITOLOGIA	PROFUND.	ESP.	PRUEBAS DE PROD.	O	K	P	SALINIDAD	PERDIDAS DE LODOS EN PERF.	EDAD	LITOLOGIA	ESP.	PROFUND.																					
AOIZ	Eoceno 0-587 Cretácico Sup. 587-1.128 Cretácico Inf. 1.128-1.345 Paleozoico 1.345-4.247 Bunt. 4.247-4.378 Paleozoico 4.378-4.573	779-89°C 2.977-49.49°C 4.120-110°C 4.362-121°C 4.560-130°C	Eoceno-Paleoc. Santonenses Paleozoico	Calizas Dolomías Brecha poligénica	424 1.057 4.173	163 71 74	D.S.T.				398 kg/cm <sup>2</sup>	180.000		Eoceno Campaniense Maestriense	Flysch Margas, areniscas y calizas	424 470	0-424 587	Se ha realizado un D.S.T. entre 4.100 y 4.573 m, con el fin de probar la brecha poligénica base del manto. Produjo agua salada a 121°C de temperatura.																			
SURPIRENAICA - 2	Eoceno Superior 0-840 Eoceno Medio 840-1.055 Eoceno Inferior 1.055-1.310 Paleoceno 1.310-1.470 Garumense 1.470-1.700 Senonense 1.700-2.614	1.005-54° C 2.165-54,4° C	Garumense Senonense Sup.	Arenoso-calizo Arenoso-calizo	1.464 2.213	8 52	D. S. T.						Paleoceno Garumense	Calizo Areniscas-calizas	160 743	1.310 1.470	Se han realizado 11 D.S.T.S con producción de gas metano con los siguientes datos: <table border="1"> <tr> <td>PROFUNDIDAD (m)</td> <td>PRESION (kg/cm<sup>2</sup>)</td> <td>PROFUNDIDAD (m)</td> <td>PRESION (kg/cm<sup>2</sup>)</td> </tr> <tr> <td>2.141</td> <td>205</td> <td>2.254</td> <td>221</td> </tr> <tr> <td>2.185</td> <td>200</td> <td>2.192</td> <td>215</td> </tr> <tr> <td>2.211</td> <td>210</td> <td>2.250</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>2.320</td> <td>223</td> <td>1.402</td> <td>147,5</td> </tr> </table>	PROFUNDIDAD (m)	PRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	PROFUNDIDAD (m)	PRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	2.141	205	2.254	221	2.185	200	2.192	215	2.211	210	2.250	220	2.320	223	1.402	147,5
PROFUNDIDAD (m)	PRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	PROFUNDIDAD (m)	PRESION (kg/cm <sup>2</sup> )																																		
2.141	205	2.254	221																																		
2.185	200	2.192	215																																		
2.211	210	2.250	220																																		
2.320	223	1.402	147,5																																		
SANTA BARBARA	Terciario 0-1.988 Cretácico Superior 1.988-2.650 Garumense 1.988-2.334 Cenomanense 2.334-2.587 Utrillas 2.587-2.550 Kuper 2.650-2.959 Muschelkalk 2.959-2.979 Buntsandstein 2.979-3.040 Metamórfico 3.040-3.150	1.302-67,7° C 2.703-93° C 3.055-102° C 3.150-103,8° C	Cretácico Sup. Utrillas Muschelkalk Buntsandstein	Carbonatos Arenas Dolomías Areniscas	2.334 2.587 2.959 2.979	253 63 20 61	D.S.T. nº3 D.S.T. nº2 D.S.T. nº1	Buena 5 1/2 10 1/2	3.600 ppm(=cl)		En el Muschelkalk	Garumense Garumense Kuper	Evaporítico Evaporítico Evaporítico	346 346 2.650	1.988 1.988 309	Se han realizado 3 pruebas de producción. La no recuperación de fluidos en el Muschelkalk y Buntsandstein ha podido suceder por contaminación de la formación debido al lodo de perforación.																					
SAN VICENTE	Oligoceno 0-1.906 Eoceno Medio 1.906-2.865 Flysch 2.865-4.496 Eoceno Inferior 4.496-5.100 Garumense 5.100-5.165 Cretácico Superior 5.165-5.329 Triás 5.329-5.371	2.460-72,8° C 3.312-88,2° C 3.650-88,2° C 4.950-153,3° C 5.347-181° C	Flysch	Areniscas	3.460	169	D.S.T. nº3			460 kg/cm <sup>2</sup>			Eoceno	Margas	959	1.906	Las areniscas del Flysch han producido gas metano cuya presión ha disminuido con rapidez. La observación visual como las diagramas no permiten determinar la existencia de porosidades, por lo que no puede hablarse de existencia de rocas arenadas.																				
MARISMAS C-1	Mioceno Superior 0-1.090 Paleozoico 1.090-1.116	1.100-60° C	Mioceno Sup.	Arenas y Areniscas	870 900 950 1.000	5 10 5 20							Mioceno Sup.	Arcillas			De los pozos datos de que se dispone en este sondeo, se sabe que ha producido gas en los niveles arenosos del Mioceno Superior.																				
ARRATIA	Cretácico Inferior 0-510 Weald 510-1.792 Purbeck 1.792-2.434 Carbonífero Sup. 2.434-2.550	958-48,3° C 2.113-68° C 2.547-79° C																Tanto en las facies Weald como en el Purbeck se han reconocido numerosos niveles de areniscas; la observación visual como las diagramas no permiten determinar la existencia de porosidades, por lo que no puede hablarse de existencia de rocas arenadas.																			

SONDEOS PROFUNDOS	TERRENOS ATRAVESADOS	TEMPERATURA	ALMACEN											COBERTURA				OBSERVACIONES		
			EDAD	LITOLOGIA	PROFUND.	ESP.	PRUEBAS DE PROD.	O	K	P	SALINIDAD	PERDIDAS DE LÍQUIDOS EN PERF.	EDAD	LITOLOGIA	ESP.	PROFUND.				
EL GREDAL	Terciario 0-775 Cretácico Superior 775-1.010 Cretácico Medio 1.010-1.150 Mesozoico Inferior 1.150-1.445 Basamento 1.445-1.669	1.669-54,4°C	Cretácico Sup. Cretácico Medio	Calizas y dolomitas Arenas	236 1.010	235 140														
VILLANOBILLA	Flysch Eoceno 0-1.702 Carbonatos gallego 1.702-1.784 Flysch 1.784-2.073 Carbonatos Auria 2.073-2.125 Flysch 2.125-2.722 Carbonatos Jaca 2.722-2.745 Flysch 2.745-3.159 Unidad alóctona C 3.159-4.043 Unidad alóctona B 4.043-4.252	1.500-65°C 2.000-76°C 3.289-108°C 4.104-135°C 4.252-142°C	Eoceno Paleoceno	Calizas	1.702 2.073 2.722 3.159 4.043 4.237	82 52 14 884 194 15														Este sondeo corta toda la serie del flysch eoceno, con los carbonatos del Gallego, Auria y Jaca intercalados. Al final, a 4.237 m de profundidad, se encontraron dolomías del Paleoceno. Los almacenes, estudiados por diagrafías, no parecen buenos. Gallego y Auria se perforaron con aire y espuma.
SAN ANTONIO	Santonense 0-1.348 Turonense 1.348-1.775 Cenomanense 1.775-2.234 Albo-Cenomanense 2.234-3.207 Albense 3.207-4.155 Aptense-Albense 4.155-4.455 Keuper 4.455-5.255 Muschelkalk 5.255-5.292	350-33°C 800-29,4°C 2.294-66,6°C 3.053-67,7°C	Santonense Albense Muschelkalk	Calizas Areniscas Dolomías	152 3.207 5.255	888 948 15								Totales	Santonense Cenomanense Keuper	Margocalizas Margas Sal y anhídrido	152 1.432 600	0-152 1.775 4.455		Este sondeo dio indicios de gas a una profundidad de 2.400 m. No se ha realizado ninguna prueba de producción; se pretende reanudar el sondeo en un futuro próximo.
ZUERA	Terciario continental 0-1.790 Jurásico Sup.-Cretácico Inf. 1.790-1.810 Malm Inferior-Dogger 1.810-3.965 Lias 1.865-2.462 Keuper 2.462-2.988 Muschelkalk 2.988-3.333 Buntsandstein 3.333-3.484 Paleoceno 3.484-3.515	1.385-63°C 3.250-101°C 3.290-88,8°C 3.517-124°C	Muschelkalk Buntsandstein	Dolomías Areniscas	3.245 3.333	88 151								Totales	Triás-Musch. Triás-Musch.	Sal y anhídrido Sal y anhídrido	526 526	2.462 2.462		No se realizaron pruebas de producción.
PALANCARES	Mioceno 0-1.028 Paleoceno 1.023-1.053	850-54°C 850-58°C 920-61°C 940-63°C	Mioceno	Arenas	875	143									Mioceno			800	800	
PAMPLONA-6	Margas azules 0-318 Flysch Eoceno 318-2.434 Eoceno Inferior 2.434-2.848 Paleoceno 2.848-2.880 Maestritense 2.880-3.355 Santonense 3.355-4.888	750-32°C 1.000-54°C 1.500-71°C 2.000-72°C	Maestritense Santonense	Calizas Calizas	2.925 3.355	175 1.500			116		3.917				Eoceno Cenomanense Inferior	Margas Margas-arcillas	1.325 136	1.600 3.034		Se realizaron dos pruebas de producción. El Maestritense produjo gas y el Santonense agua salada.

#### 4.- CONCLUSIONES

En Maestrazgo 2, en el Cretácico y Jurásico existe muy buena permeabilidad.

El sondeo Jabalf dispone de un gradiente relativamente alto con un valor evaluado en 3,4°C por 100 metros de profundidad.

El almacén carbonatado del Eoceno posee aceptables características de porosidad y permeabilidad.

La perforación realizada en el permiso Quinto denominada Lopin, ha cortado niveles permeables en el Jurásico, a una profundidad de 230 metros.

El sondeo Aoiz tiene un alto gradiente geotérmico y buenas características en sus parámetros de formación, que hacen sea interesante un estudio detallado sobre el mismo, dada la cercanía de la ciudad de Pamplona.

En Surpirenaica 2 existe una temperatura interesante a los 1.000 metros de profundidad (54°C), aunque parece ser que a mayor profundidad disminuye el gradiente. De todas maneras no existen datos para poder contrastar esta última afirmación.

En el permiso Brihuega se ha perforado el sondeo Santa

Bárbara, en el que se han medido 93°C a 2.703 metros de profundidad. Esta temperatura es muy interesante si se tiene en cuenta que el Cretácico se ha cortado con buenas características de porosidad y permeabilidad, por lo que al igual que ocurriera en Aoiz será de interés un estudio detallado de este sondeo.

El sondeo Gredal dispone de buena permeabilidad en el Cretácico superior y en el Utrillas. El gradiente geotérmico - es algo bajo =2,6.

En Pamplona 6 se observa un alto gradiente geotérmico que hace que existan temperaturas de 71°C a 1.500 metros de profundidad. Estos datos unidos a los de Aoiz demuestra la existencia de una anomalía geotérmica positiva en las inmediaciones de la ciudad de Pamplona.