



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**BLOQUE ZONA DUERO
INFORMACION COMPLEMENTARIA
GEOFISICA Y SONDEOS**

ESTE INFORME PERTENECE AL
BLOQUE DEL DUERO, SE METE
EN LA CARPETA HOJA 133.



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

**BLOQUE ZONA DUERO
INFORMACION COMPLEMENTARIA
GEOFISICA Y SONDEOS**

1 INTRODUCCION

Durante la realización del bloque de Hojas localizadas en la Cuenca del Duero, y de acuerdo a las especificaciones creadas en el ITGE, para las hojas del Plan MAGNA, se han realizado una serie de trabajos específicos, de los cuales los reseñados en este Informe Complementario es uno de ellos.

El bloque consta de un total de 14 hojas, cuya localización se plasma en la Fig. 1, las cuales forman dos "unidades": La primera de ellas situada en el borde meridional de la Cordillera Cantábrica, la segunda en la zona centro-oriental de la Cuenca del Duero.

Los trabajos tanto de geofísica, como referente a sondeos, se puede dividir en dos grandes grupos: Aquello de realización anterior a la confección de las Hojas, y los efectuados durante la realización de las mismas. Dividiremos, por tanto, en este informe, los trabajos según su época de realización.

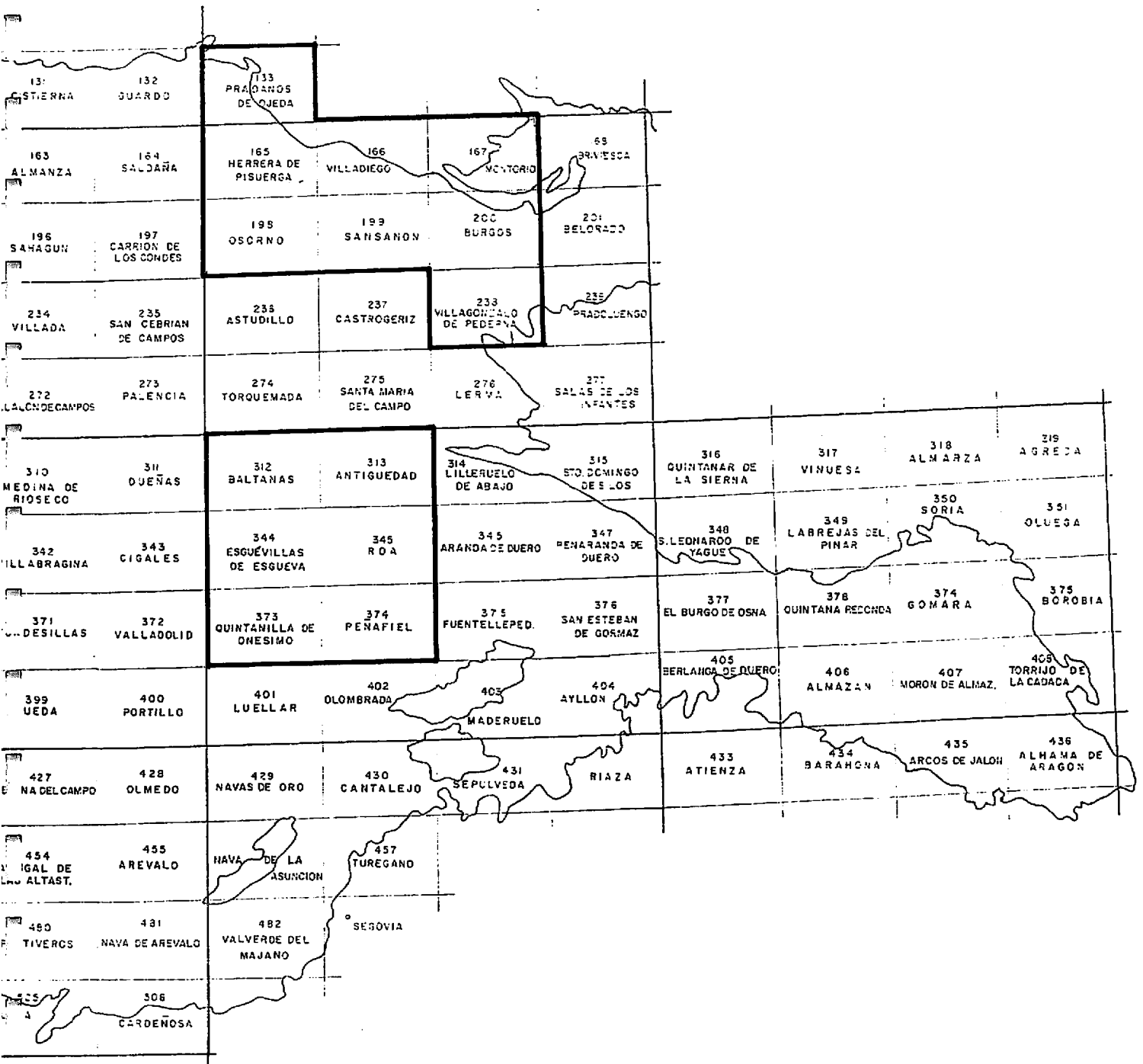


Fig. 1 Localización del Proyecto

2 SONDEOS

2.1 SONDEOS ANTERIORES A LA REALIZACION DEL PROYECTO MAGNA

La información existente referente a esta zona son sondeos realizados para prospección de Hidrocarburos en su mayoría, los cuales respecto a la hoja 1/50.000 en que se sitúan, son los siguientes:

HOJA DE HERRERA DEL PISUERGA (N° 165)

- Sondeo de Villameriel, localizado por las coordenadas

$$x = 4^{\circ}20'53''$$

$$y = 42^{\circ}31'01''$$

$$z = 911 \text{ m}$$

Sondeo realizado por ENPENSA en 1969, alcanzó los 2934 m y el sistema de perforación se efectuó con "rótary".

La columna esquemática es:

0 - 1976 Terciario. Arcillas, areniscas y gravas.

1.976 - 2.265 m Garumudiense. Arcillas, margas, arenas y calizas.

2.265 - 2.525 m Senonense. Calizas.

2.525 - 2.632 m Turonense-Cenomanense. Calizas.

2.632 - 2.849 m Albense. Arenas, arcillas.

2.849 - 2.934 m Paleozoico. Esquistos.

Los trabajos realizados han permitido la diferenciación de zonas en base a pequeñas variaciones de la resistividad, mediante el análisis cualitativo de las curvas de resistividad aparentes a los SEDT medidos, siendo este análisis el método fundamentalmente utilizado en la posterior interpretación.

Para la interpretación cualitativa se han aplicado criterios simplificadores respecto al número de capas y complejidad de la sección geoelectrica de cada SEDT. De forma estricta consideramos que el modelo clásico de capas con contraste efectivo de resistividad entre ellas, en que se basan todos los procesos de interpretación cuantitativa, no es aplicable a nuestro caso sino con reservas.

Tal vez sería necesario modificar los modelos geoelectricos sencillos, incluyendo en las zonas de contacto entre capas de distinta resistividad intermedia para modelizar más fielmente la realidad.

El análisis de equivalencia llevado a cabo sobre algunas curvas de SEDT ha demostrado la viabilidad de tales hipótesis.

En consecuencia el valorar los resultados de este trabajo y especialmente los perfiles geoelectricos, debe considerarse que los "contactos" definidos entre capas corresponden realmente a zonas de transición entre diferentes unidades litoeléctricas.

Los perfiles medidos tienen en cada caso una longitud de algunas decenas de kilómetros y por tanto la representatividad de los resultados es de ámbito regional, con una relación que entendemos muy definida con el modelo geológico de la zona de estudio.

En la representación de los perfiles geoelectricos ha establecido una diferenciación de valores de resistividad en función de los órdenes de magnitud y distribución de los valores de resistividad resultantes de la interpretación cuantitativa. Aunque tal

clasificación pueda ser parcialmente arbitraria la consideramos de utilidad porque posibilita una más sencilla prestación de los resultados.

Los rangos de variación de los valores de resistividad establecidos por cada una de las unidades litoestratigráficas diferenciadas no pueden asociarse de forma evidente a unidades litológicas definidas.

Una posible interpretación de los mismos podría ser en términos sencillos, como una función inversa de la relación arcilla/detrítico en la sección geológica.

Según tal hipótesis deberían considerarse como zonas predominantemente arcillosas aquellas cuya resistividad es inferior a 5 ohm.m. El incremento progresivo de la fracción detrítica se manifestaría mediante valores crecientes de resistividad. Sin embargo no es posible con la información disponible cuantificar la relación entre resistividad y fracción detrítica.

Por ello únicamente cabe utilizar al respecto los resultados obtenidos en términos cualitativos.

Tampoco podemos aventurar ninguna hipótesis respecto a la forma en la que la fracción detrítica se distribuye en la matriz arcillosa. Ningún método de Sondeos Eléctricos es capaz de resolver tal aspecto en los rangos de profundidad de algún centenar de metros como es nuestro caso.

HOJA DE SASAMON (Nº 199)

- Sondeo SAN PEDRO 1 de coordenadas

$$x = 3^{\circ}53'38''$$

$$y = 42^{\circ}27'03''$$

$$z = 950 \text{ m}$$

Realizado por VALDEBRO en 1961, alcanzó los 2.350 m de profundidad, realizado mediante "rotary".

La columna obtenida es:

0 - 533 m Mioceno. Calizas, arcillas y yesos.

533 - 1355 m Oligoceno. Areniscas, arcillas, yesos y calizas.

1.355 - 1.439 Daniense. Calizas

1.439 - 1.580 Maestrichtiense. Arcillas, limos, areniscas y carbonatos.

1.580 - 1.992 Senonense. Calizas, margas, arcillas y areniscas.

1.992 - 2.083 Cenomanense. Calizas, margas y areniscas.

2.083 - 2.308 Albiense. Arenas, limos y arcillas.

2.308 - 2.350 Paleozoico. Esquistos y cuarcitas.


- Sondeo SAN PEDRO 2 de coordenadas:

$$x = 3^{\circ}53'15''$$

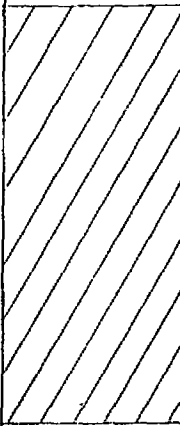
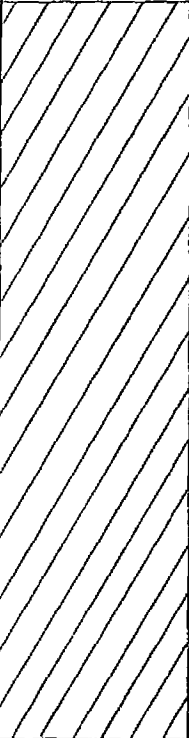
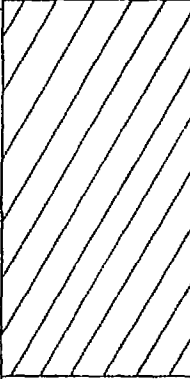

$$y = 42^{\circ}28'40''$$

$$z = 900 \text{ m}$$

Sondeo realizado en 1961 por VALDEBRO mediante "rotary", alcanzó los 1.737 m de profundidad.

Fig. 10 GEOFISICA Sasameu d  ZONA TESTIFICADA

Escala 1: 2.500

I.C.T.			SCHLUMBERGER		LEYENDA
1ª Corrida	2ª Corrida	Caliper (Calibre)	1ª Corrida	2ª Corrida	
	0 m.		22 m.		<p><u>SCHLUMBERGER</u></p> <p>1ª corrida:</p> <p>-DLL-MSFL-GR-SP (1)</p> <p>-LDL-CHL-RGS (2)</p> <p>-AS-GR(WFT) (3)</p> <p>2ª corrida:</p> <p>-DLL-MSFL-GR-SP(1)</p> <p>-LDL-CNL-RGS (2)</p> <p>-AS-GR (WFL) (3)</p> <p>SHOT-GR (4)</p> <p>SIGNIFICADO DE LOS MNE- MONICOS.</p> <p>(1) Doble laterolog- microesférico- rayos gamma- potencial espont.</p> <p>(2) Litodensidad- neutrón compensado- espectroscopia de rayos gamma.</p> <p>(3) Sonico digital- rayos gamma</p> <p>(4) Medidor del buzaamiento rayos gamma.</p> <p><u>ICI</u></p> <p>1ª y 2ª corrida:</p> <p>-GR (1)</p> <p>-SP (2)</p> <p>-R (3)</p> <p>-(pn) 16" (4)</p> <p>-γ-γ (5)</p> <p>-N-N (6)</p> <p>-C (7)</p> <p>-I (8)</p> <p>SIGNIFICADO DE LOS MNEMONICOS</p> <p>(1) Radiac. gamma nat.</p> <p>(2) Autopotencial</p> <p>(3) Resist. monoclect.</p> <p>(4) Resist. normal</p> <p>(5) Gamma-gamma</p> <p>(6) Neutrón- neutrón</p> <p>(7) Conductiv. del lodo</p> <p>(8) Temperatura</p>
					
	138	140 m.			
141 m.					
		208 m.			
	263 m.				
			270 m.		
				273 m.	
					
586 m.					

La serie atravesada fué la siguiente:

- 0 - 390 m Mioceno. Calizas, arcillas y yesos
- 390 - 410 m Daniense. Calizas, arcillas y margas.
- 410 - 850 m Senoniense. Calizas y areniscas.
- 850 - 890 m Cenomaniense. Calizas y arcillas.
- 890 - 1.137 m Albiense. Areniscas, arcillas y conglomerados.
- 1.137 - 1.452 m Triásico. Argilitas, areniscas y anhidritas.
- 1.452 - 1.737 m Carbonífero. Limolitas y areniscas.

- Sondeo SAN PEDRO 3, cuyas coordenadas son:

$$x = 3^{\circ}53'09''$$

$$y = 42^{\circ}29'09''$$

$$z = 1.000 \text{ m}$$

Realizado en 1961 por VALDEBRO mediante "rotary", alcanzó los 826 m de profundidad.

La columna atravesada es:

- 0 - 311 m Mioceno. Arcillas, yesos y calizas.
- 311 - 491 m Senoniense. Calizas.
- 491 - 632 m Albiense. Areniscas y arcillas.
- 632 - 803 m Triásico. Limolitas, argilitas y calizas dolomíticas.
- 803 - 826 m Carbonífero. Limolitas.

- Sondeo IGLESIAS-6, cuyas coordenadas Lambert son:

$$x = 574.266$$

$$y = 859.667$$

$$z = 933$$

Realizado por ENAGAS en 1979 por el sistema "rotary", alcanzando los 1.703 m de profundidad.

La serie atravesada es la siguiente:

0 - 1.307 m Terciario. Calizas, yesos y arcillas

1.307 - 1.424 m Santoniense. Calizas dolomíticas

1.424 - 1.506 m Coniaciense. Calizas y margas

1.506 - 1.576 m Turonense-Cenomanense. Calizas

1.576 - 1.632 m Cenomanense inferior. Calizas, arenas y arcillas

1.632 - 1.703 m Albense. Arenas y arcillas

HOJA DE BURGOS (Nº 200)

- Sondeo Villalonguejar, de coordenadas:

$$x = 3^{\circ}45'56''$$

$$y = 42^{\circ}21'38''$$

$$z = 800 \text{ m}$$

Sondeo realizado por ENADIMSA en 1.981 mediante sistema "rotary", para exploración de geotermismo, alcanzando los 2.542 m de profundidad.

Se obtuvo la siguiente columna esquemática.

0 - 1.800 Terciario. Arcillas, yesos, arenas y calizas.

1.800 - 1.943 m Daniense (Garum). Calcarenita, arcillas y margas.

- 1.943 - 1.968 m Santoniense. Calizas.
- 1.968 - 2.252 m Coniaciense. Calizas.
- 2.252 - 2.350 m Turonense. Calizas
- 2.350 - 2.400 m Cenomanense. Margas y calizas.
- 2.400 - 2.542 m Cenomanense-Albense Arenas, conglomerados y arcillas.

HOJA DE ANTIGÜEDAD (Nº 313)

- Sondeo RIO FRANCO 1, cuyas coordenadas son:

$$x = 4^{\circ}03'20''$$

$$y = 41^{\circ}59'25''$$

$$z = 917 \text{ m}$$

Sondeo realizado por PHILLIPS mediante el sistema de perforación "rotary", alcanzó los 2.232 m de profundidad.

Se obtuvo la siguiente columna:

- 0 - 1.907 m Terciario Calizas, yesos, arcillas y areniscas.
- 1.907 - 2.024 m Cretácico Superior. Calizas y dolomías, en base arcillas.
- 2.024 - 2.165 Cenomanense?. Areniscas y calizas.
- 2.165 - 2.191 m Triásico. Lutitas y areniscas.
- 2.191 - 2.325 m Paleozoico. Esquistos.

En la zona Sur del Proyecto MAGNA, "Región del Duero", Hojas de BALTANAS (Nº 312), ANTIGÜEDAD (Nº 313), ESGUEVILLAS DE ESGUEVA (Nº 344), ROA (Nº 345), QUINTANILLA DE ONESIMO (Nº 373) y PEÑAFIEL (Nº 374), se realizó, de igual forma que en la zona Norte, una campaña de geofísica mediante sondeos electromagnéticos de dominio de tiempos (SEDT), así como un ensayo del método de LAMONTAGNE, modalidad prospectiva dentro de las técnicas EM que operan en el Dominio de Tiempos. Ver fig. 9, localización de los perfiles.

Como en casos anteriores, el ITGE tiene el estudio correspondiente, así como información gráfica generada.

Durante la ejecución del sondeo SASAMON 1, descrito anteriormente se realizó un programa de testificación geofísica del sondeo, mediante diagraffas, realizadas por las compañías SCHLUMBERGER e I.G.T. (INTERNATIONAL GEOPHYSICAL TECHNOLOGY).

La testificación realizada, consistió en los siguientes registros:

- Rayos Gamma, Potencial espontáneo, etc.
- Neutrón compensado, Espectrometría de Rayos Gamma, Litodensidad
- Sísmico digital
- Medidor digital
- Medidor de buzamiento
- Etc.

A partir de esta testificación, se pudieron definir un total de ocho tramos del sondeo cuyas características, así como conclusiones diagraffas, logs., etc., obran como en trabajos anteriores en poder del ITGE.

En la figura 10 se hace un resumen de la testificación, tipo y tramos estudiados.

HOJA DE BALTANAS (N° 312)

- Sondeo cuya referencia origen es 17-13-4-001, con las siguientes coordenadas:

$$x = 0^{\circ}33'10''$$

$$y = 41^{\circ}55'55''$$

$$z = 800 \text{ m}$$

Sondeo realizado con tricono por I.N.C., desconociéndose el objetivo del mismo. Alcanzó los 350 m de profundidad, obteniéndose la siguiente columna:

0 - 10 m Cuaternario

10 - 80 m Margas grises con abundantes y pequeños cristales de yeso.

80 - 200 m Margas marrones con yeso.

200 - 260 m Arcillas.

260-308 m Gravas y arenas.

308-350 m Arenas y arcillas arenosas.

- Sondeo con referencia 17-13-7-001, de coordenadas de localización siguientes:

$$x = 0^{\circ}37'24''$$

$$y = 41^{\circ}51'34''$$

$$z = 790 \text{ m}$$

El sistema de perforación fué con tricono, siendo realizado por C.G.S.S.A., no teniendo información respecto a sus objetivos. Alcanzó los 364 m de profundidad y se obtuvo la siguiente columna:

0 - 75 m Margas con yeso y presencia abundante de cantos rodados de caliza

75 - 120 m	Cantos rodados de caliza con margas.
120 - 180 m	Margas con fracción de abundantes cantos rodados de caliza.
180 - 325 m	Arcillas con intercalaciones de arena y grava.
325 - 364 m	Arenas con intercalaciones arcillosas entre 350 y 355 m.

HOJA DE ROA (N° 345)

- Sondeo DON JUAN, con coordenadas:

$$x = 0^{\circ}23'35''$$

$$y = 45^{\circ}49'20''$$

$$z = 924 \text{ m}$$

Realizado por "róтары" por PHILLIPS, alcanzó los 1.545 m de profundidad. La columna atravesada es:

0 - 998 m	<u>Terciario</u> . Calizas, arcillas y arenas.
998 - 1.272 m	<u>Cretácico Superior</u> Calizas y dolomías.
1.272 - 1.408 m	<u>Cenomanense</u> Areniscas y argilitas.
1.408 - 1.545 m	<u>Paleozoico</u> . Esquistos negros.

En la figura 2 se refleja la situación de los sondeos en el área.

2.2. SONDEOS REALIZADOS DENTRO DEL PROYECTO MAGNA

A comienzos del año 1.991, EPTISA en cumplimiento con las especificaciones Técnicas dictadas por el ITGE, se llevó a cabo la realización de un sondeo de investigación geológica, encaminado al conocimiento estratigráfico e hidrogeológico de la Cuenca del Duero. Dicho sondeo se situó en la Hoja de Sasamón, N° 199, y cuya localización se expone en la Fig. 3.

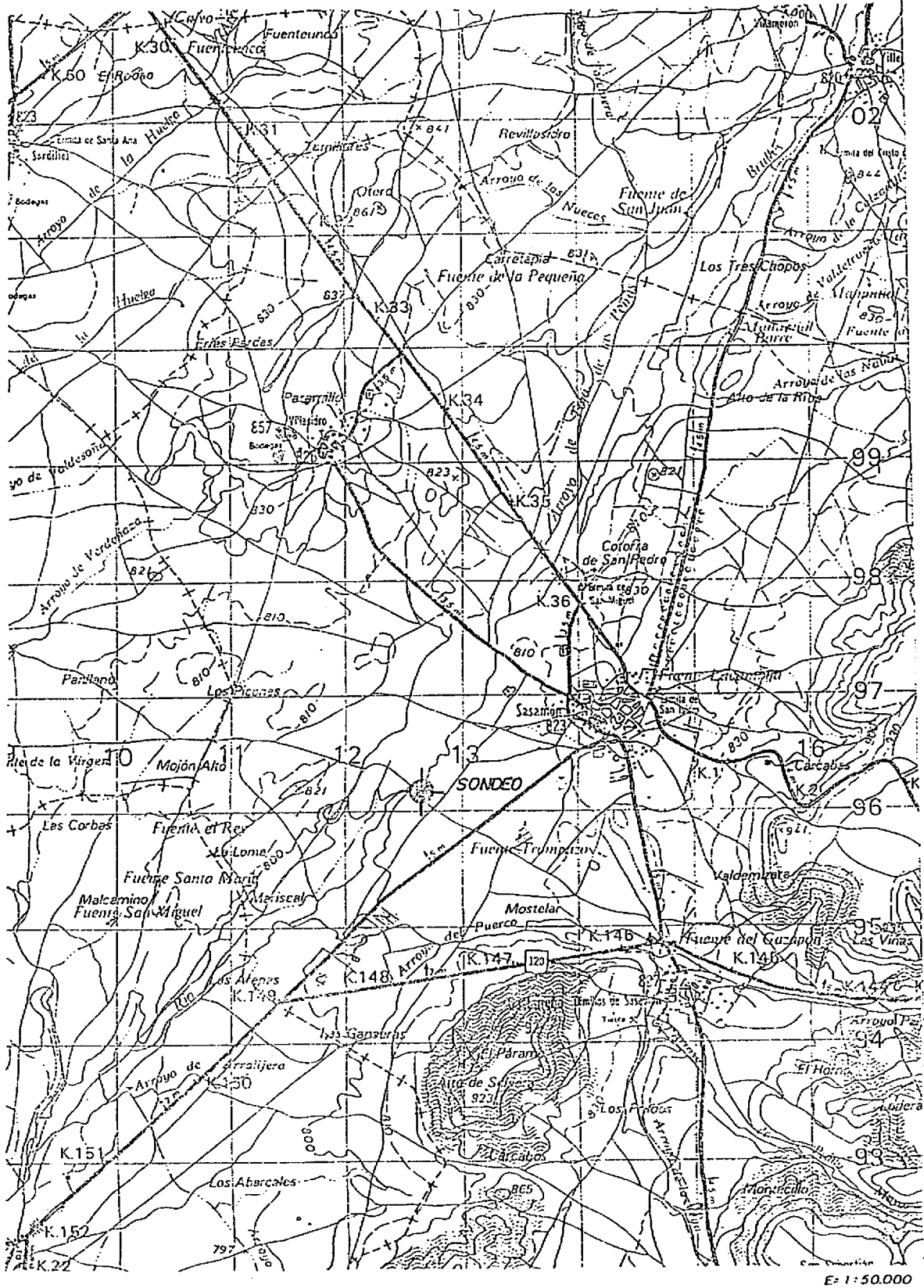


Fig. 3.- Localización del Sondeo

De las características, desarrollo y evolución del mismo, se hizo entrega al ITGE en forma de informes (Partes de avances, estudio de lodos, muestras tomadas, levantamiento sedimentológico, fotografías, etc.).

La totalidad del sondeo se hizo con testigo continuo, con toma de fotografía dentro de la caja correspondiente.

Como hemos indicado, el sondeo se localiza en la Hoja de Sasamón, a 2 km al SO del pueblo del mismo nombre, y cuyas coordenadas son:

$$x = 412.550$$

$$y = 4.696.150$$

$$z = 800 \text{ m}$$

El equipo de perforación utilizado ha sido una FAILING-2.500 de sistema "rotary" compuesta por una unidad motriz, mesa de rotación y torre de elevación.

En la Fig. 4, se refleja el estado actual del sondeo, así como su desarrollo, diámetros, tramos entubados, lodos utilizados, etc.

Muy sucintamente, la columna atravesada, la cual alcanzó los 564,50 m, es: Los primeros 14 m correspondientes al Cuaternario, 21 m de arcillas rojas ligeramente arenosas, que se interpretaron como correspondientes a la "Facies Grijalba-Villadiego", cambio lateral de la clásica Facies Tierra de Campo, dentro del léxico estratigráfico de la Cuenca del Duero. A continuación viene un total de 529 m de serie, que a partir de los 175 m de profundidad se hace fundamentalmente arcillosa. Se interpreta al conjunto como perteneciente a la "Facies Dueñas". En la figura 5 se expone un resumen de la columna litoestratigráfica atravesada.

PERFORACION

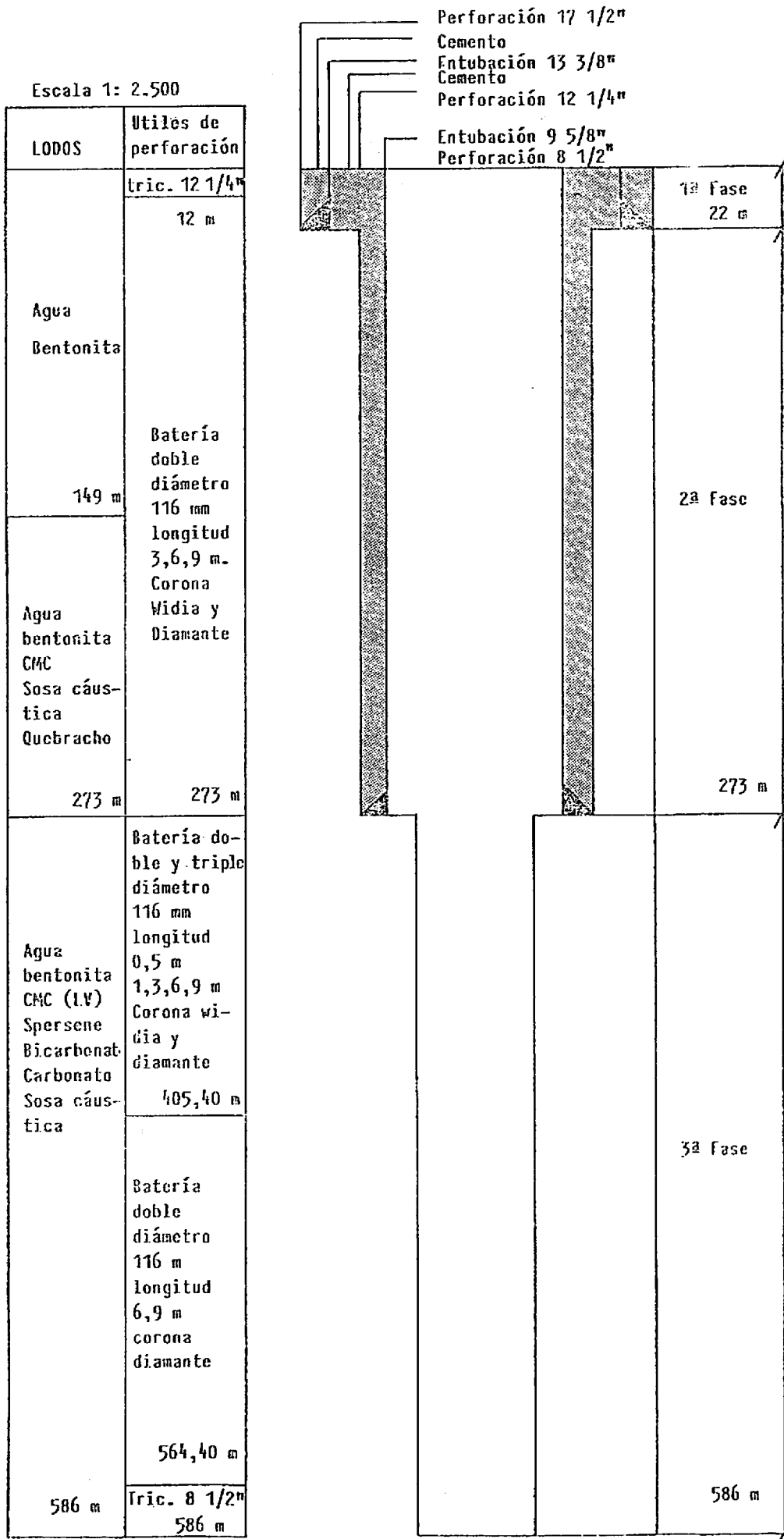


Fig. 4. Desarrollo del Sudeo Sasamón 1

Fig. 5 GEOLOGIA Sasamón I

ESCALA 1: 2.500

EDAD	COTA (M)	ESPESOR	LITOLOGIA	DESCRIPCION
Cuaternario		14 m		Arenas y gravas sueltas
Terciario "F. Grijalba - Villodiégo"	14 m	21 m		Arcillas rojas ligeramente arenosas
	35 m	19 m		Margas con intercalaciones carbonatadas (Caliza margosa)
	50			Margas con cristales de yeso más abundantes a muro
	100			Niveles de arcillas orgánicas oscuras (negras) o verdosas y gipsarenitas
	150			
	175 m	121 m		
Terciario "F. Dueñas"	200			Arcillas verdosas o rojizas a veces margas, tienen yesos
	250			
	300	131 m		
	306 m	34 m		Arcillas grises aunque las hay verdosas
	340 m			
	350			Arcillas rojas y verdes a techo cristales y nódulos de yeso, se distingue bien una zona más yesífera entre 349 m-359 m., ocasionales intercalaciones limosas
	400			
	430 m	90 m		
	450			Arcillas rojas con intercalaciones limo-arenosas más abundantes a muro.
	500			
	550			
	564,50	134 m		
	586			

Conglomerados

Arenas

Limos

Arcillas


Margas

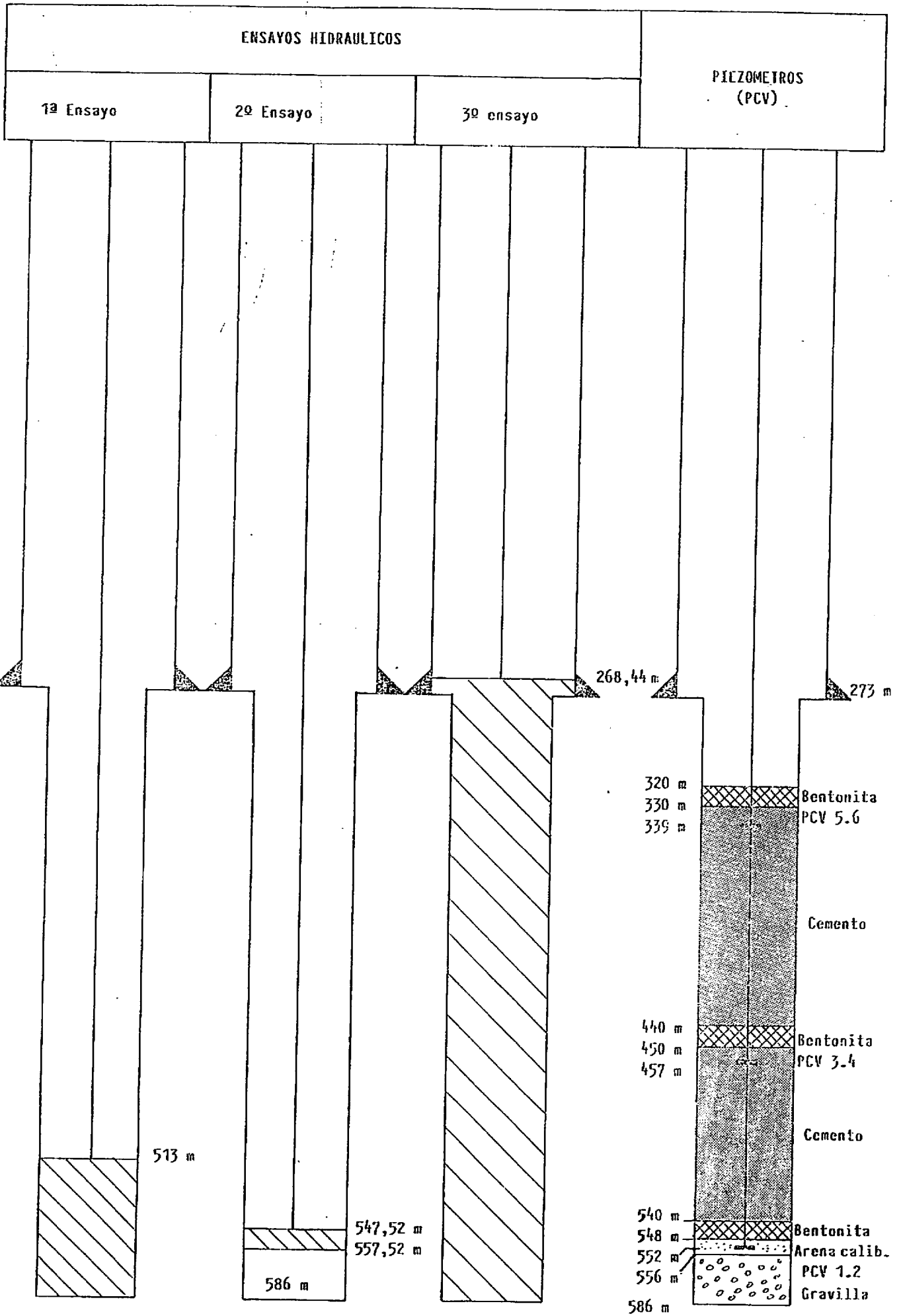
Yesos/Gipsaren.

Arcillas orgánicas

Fig. 6 HIDROGEOLOGIA

Escala 1: 2.500

 Zona ensayada



Se hizo un levantamiento sedimentológico de la columna, cuyos datos e interpretación, así como todos los trabajos realizados, como ya se ha indicado, obran en poder del ITGE.

Se llevaron un total de 137 cajas de testigo, de las cuales se realizó una fotografía, así como el estudio de 10 muestras mediante difracción de rayos X.

A través del B.R.G.M. (BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES E MINERES) se llevaron a cabo una serie de ensayos hidrogeológicos (pulse test) del sondeo para la obtención de la transmisividad y permeabilidad de los distintos tramos estudiados. Ver fig. 6.

En la actualidad la boca del sondeo se encuentra protegida por una caseta de obra, en la cual se han instalado 6 piezómetros modelo 4.505 5 (GEOKON), situados a tres niveles distintos.

3 GEOFISICA

3.1. GEOFISICA ANTERIOR A LA REALIZACION DEL PROYECTO MAGNA

Las distintas campañas y líneas sísmicas realizadas en la zona oriental de la cuenca del Duero, y que afecta al área ocupada por el Proyecto MAGNA, son las siguientes:

CAMPAÑA S:
Cía OPERADORA
ENPENSA
CONTRATISTA: C.G.G.
AÑO: 1968
PERFILES: S-1, -5, -6, -14
TOTAL Km: 95

CAMPAÑA P:
Cía OPERADORA
ENPENSA
CONTRATISTA: C.G.G.
AÑO: 1968
PERFILES: p-1S1
TOTAL Km: 21

CAMPAÑA B (ALFABETICA):
AÑO: 1968
PERFILES: B-A,B,C,D,E,G,H,I,J,K,L
TOTAL Km: 142

CAMPAÑA BG:
Cía OPERADORA
AUXINI
CONTRATISTA: PRAKLA Y C.G.G.
AÑO: 1975/76
PERFILES: BG-1Sur,13,16,16w,51,52,53,46,49,54,14,66,65,55,57
TOTAL Km: 287

De las cuatro campañas de sísmica de reflexión que afectan al área, las únicas que presentan una calidad aceptable son la BG realizada por AUXINI en el 75/76 y la S, de ENPENSA realizada en el 68.

Por último, señalar que los perfiles de la campaña B alfabética son de muy mala calidad, y dándose la circunstancia de que dicha campaña se encuentra superpuesta arealmente a la BG, cuyos resultados son de mejor calidad. (Ver figura 7).

3.2. GEOFISICA REALIZADA DENTRO DEL PROYECTO MAGNA

Se ha realizado una campaña por el método de Sondeos Electromagnéticos en el Dominio de Tiempos (SEDT), con la ejecución de 24 SEDT en la modalidad de

bucles coincidentes de 200x200. En el figura 8 se representa la distribución de los puntos de media respecto a los límites del Proyecto MAGNA.

Una vez seleccionado el método SEDT, se realizó una valoración del equipo a utilizar: SIROTEM O PROTEM, que junto a otras variables decidió a utilizar la siguiente metodología:

- Operación según el modelo de buble central.
- Equipo PROTEM (EM-57 y EM-37)
- Empleo de bucles transmisores de 200x200 m y 400x400 m

Aparte del sistema descrito, se utilizó un ordenador portátil ZENITH SUPERSPORT para la transmisión y procesado de los datos, junto con un ordenador TANDON 386.

La campaña estuvo dividida en dos fases utilizando bucles de 200x200 m en la primera de 400x400 para la segunda.

Las campañas realizadas se localizan en las Hojas Topográficas 1/50.000 de Osorno 17-10 (198), Sasamón 18-10 (199), Astudillo 17-11 (236), Castrogeriz 18-11 (237) y Torquemada 17-12 (274), todas ellas ubicadas en la hoja a escala 1/200.000 de Burgos 5-3 (20).

Dichas campañas se realizaron de acuerdo a tres perfiles; perfil 1, perfil 2 y perfil transversal, cuya localización se refleja en la figura 7.

En los perfiles 1 y 2, se midieron 45 y 62 SEDT respectivamente y 33 SEDT en el Perfil Transversal. Este último perfil, con bucle transmisor y confirmar la información obtenida con los perfiles 1 y 2.

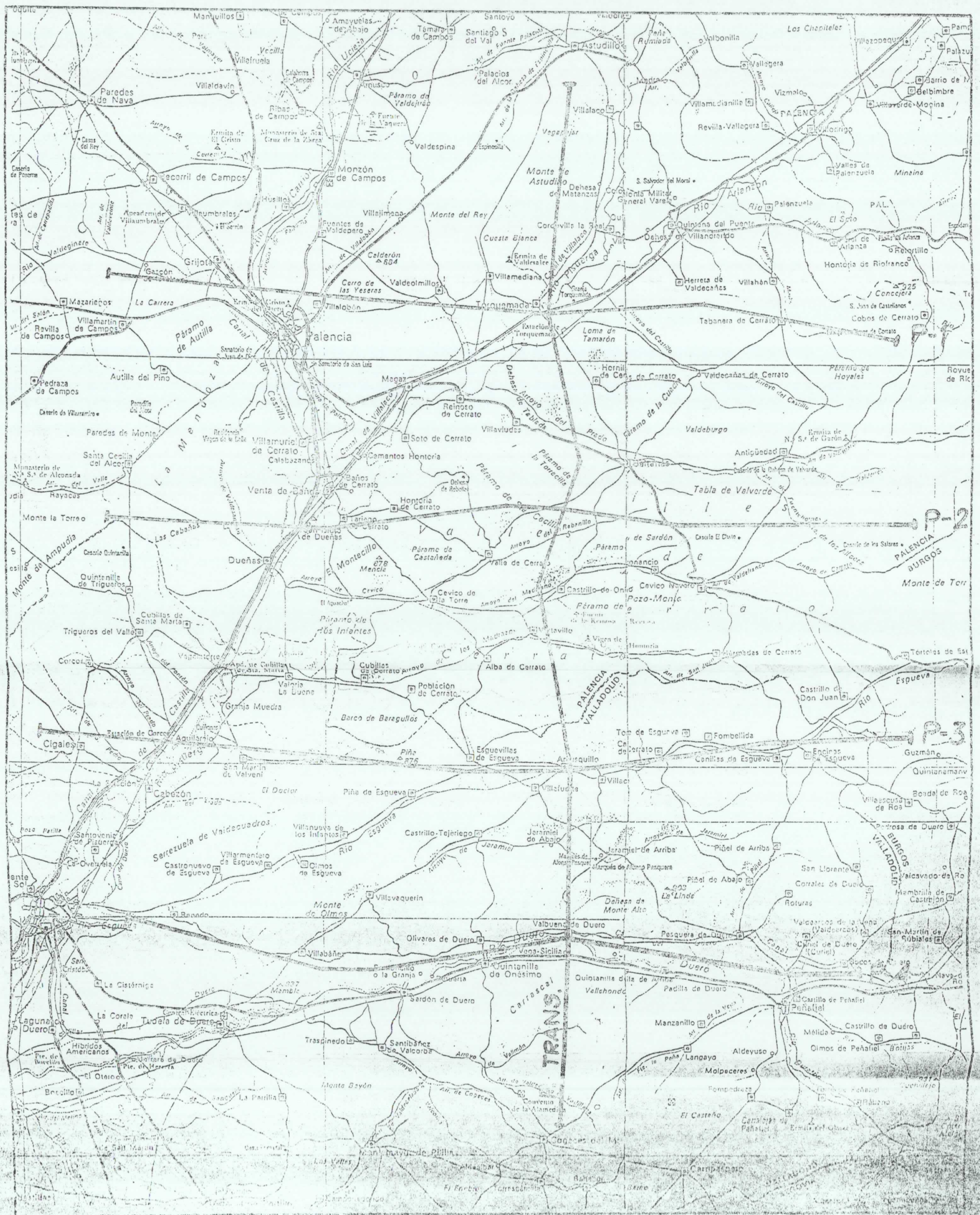


FIGURA 9.-SITUACION DE LOS PERFILES MEDIDOS