

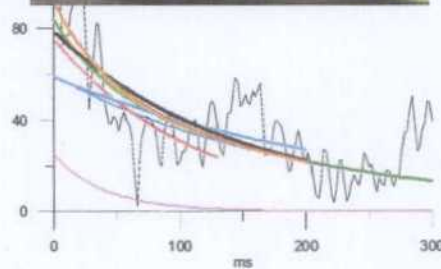
R 63084

Proyecto
"Investigación, desarrollo e implementación de nuevos métodos geofísicos"
(I+D+I Geofísica, 2002/016)

ANÁLISIS DE LOS SONDEOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA EFECTUADOS CON EL EQUIPO HYDROSCOPE

INFORME FINAL

MEMORIA



Informe:
Juan Luis Plata Torres IGME
Tres Cantos, octubre de 2004

Equipo técnico:
Juan Luis Plata Torres IGME
Félix M. Rubio Sánchez-Aguillilla IGME
Evgeny Kalneus HYDROSCOPE

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS
 2. TRABAJOS REALIZADOS
 3. OBSERVACIONES SOBRE EL EQUIPO HYDROSCOPE
 - 3.1 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO
 - 3.2 SISTEMA DE ANTENA
 - 3.3 MANEJO Y CONTROL
 - 3.4 PROCESO DE INVERSIÓN
 4. FICHEROS GENERADOS EN LA MEDICIÓN Y EN LA INVERSIÓN
 - 4.1 MEDICIÓN CON COMANDO INTERNO DEL HYDROSCOPE
 - 4.2 MEDICIÓN CON COMANDO POR PC
 - 4.3 FICHEROS GENERADOS EN LA INVERSIÓN
 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS
 - 5.1 ESTUDIO DE REPETIBILIDAD
 - 5.2 MEDICIONES CON COMANDO INTERNO
 - 5.3 MEDICIONES COMANDADAS POR PC
 - 5.3.1 SRM REGISTRADOS CON ELIMINACIÓN DE RUIDO
 - 5.3.2 REGISTROS EFECTUADOS CON Y SIN ELIMINACIÓN DE RUIDO
 - 5.4 ANÁLISIS DE LA DESCOMPOSICIÓN DE CURVAS E(t)
 - 5.5 TRANSMISIVIDAD HIDRÁULICA
 - 5.6 MEDICIONES DE SPIN ECO
 - 5.7 INNOVACIONES EN EL PROCESO DE ELIMINACIÓN DE RUIDO
 6. RESUMEN Y CONCLUSIONES
- ANEXO I FORMATO DE FICHEROS HYDROSCOPE (MEDICIÓN E INVERSIÓN)
ANEXO II GENERACIÓN DE FICHEROS DE PROCESO GRÁFICO
ANEXO III LISTADO DE FICHEROS DE CAMPO, INVERSIÓN Y GRÁFICOS
ANEXO IV RESULTADO DE LAS MEDICIONES CON EL EQUIPO NUMIS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El grupo de Geofísica del IGME viene desde hace años trabajando en el método de Sondeos de Resonancia Magnética (SRM), habiéndose realizado varias campañas experimentales (Los Sotillos (Cádiz), 1998, Castellón, 2001 y Cuenca del Ebro, 2002) con la instrumentación NUMIS de Iris Instruments (Francia), único equipo disponible en el mercado.

El primer instrumento existente para la realización de SRM se denomina HYDROSCOPE y fue originalmente fabricado por el Instituto de Cinética Química y Combustión (ICQC) en Novosibirsk (Rusia) hacia 1982. Tras la desaparición de la Unión Soviética en 1989, la tecnología fue recibida en el BRGM (Francia), dando lugar al actual equipo NUMIS en 1995. Desde el comienzo de la utilización en Europa occidental de este método geofísico ha sido objeto de debate entre especialistas y usuarios, así como en las principales reuniones sobre el método de SRM (Workshops de Berlín 1999 y Orleans 2003), las prestaciones alcanzadas mediante el uso de la instrumentación HYDROSCOPE y NUMIS.

Es difícil, conocer cuál ha sido la evolución del equipo HYDROSCOPE desde su primera aparición, ya que ha sido utilizado prácticamente sólo en Rusia. En 1990 el ICQC, o técnicos rusos que trabajaron en este centro, creó una sociedad comercial, representada en España por la empresa TIHGSA, con quien el IGME ha intentado desde 1996 llevar a cabo ensayos de SRM, sin que se llegara a materializar ningún acuerdo, por no ser ese el enfoque comercial de TIHGSA, que no obstante ha efectuado varios trabajos en España, en los que la naturaleza y alcance de los SRM efectuados no resulta claramente definible.

Otras unidades de HYDROSCOPE están siendo comercializadas en Rusia por otras compañías de servicios privadas, como “ExpressHydroTech, EHT”, dirigida por Schirov M. Dmitrievich, que no ha llegado a operar en España, e “Hydrogeotom”, dirigida por Alexander Portselan, que en el año 2002 ha pasado a estar representada en España por la sociedad IET (Instituto de Estudios Tecnológicos). Los contactos iniciados con esta empresa se materializaron con la contratación por parte del IGME del equipo HYDROSCOPE para llevar a cabo una semana de trabajos de campo, con la finalidad de poder apreciar las características de esta instrumentación. Previamente a su realización, se cursó invitación a más de 50 instituciones (Confederaciones Hidrográficas, Mancomunidades de Regantes y organismos de la Administración Central y Autonómica relacionados con el Agua, etc), para presenciar y seguir los ensayos, al igual que se hizo durante alguna de las mediciones del equipo NUMIS.

El objetivo de este Informe, enmarcado dentro del Proyecto “Investigación, desarrollo e implementación de nuevos métodos geofísicos” (I+D+I Geofísica, nº 2002/016), es recoger y analizar los resultados de las mediciones de SRM llevados a cabo con el equipo HYDROSCOPE durante estos trabajos.

2. TRABAJOS REALIZADOS

Los trabajos de campo se han llevado a cabo del 18 al 24 de noviembre de 2002, en una serie de emplazamientos de la Cuenca del Ebro, seleccionados de acuerdo con los resultados obtenidos en la campaña de SRM efectuada en septiembre y octubre del mismo año con el equipo NUMIS (Informe "Investigación de parámetros hidrodinámicos y geométricos en acuíferos aluviales de la Cuenca del Ebro mediante Sondeos de Resonancia Magnética", IGME-CHE,2004). Los emplazamientos se eligieron en función de la mejor calidad obtenida en dicha campaña, y atendiendo a cubrir una gama suficiente de tipos de antena y otros parámetros de medición, siendo los 8 siguientes:

Zona del río Jiloca: Te19, Te26, Te27, Tc36, Te45

Zona del río Jalón: P3, P7 y P8

La situación general está indicada en la Figura 1, remitiéndonos para el posicionamiento de detalle al mencionado Informe de la Cuenca del Ebro. En el ANEXO IV se reproducen los resultados gráficos $[E(t), E_0(q), T_2^*(q), \text{ruido}(q), f(q), \text{fase}(q) \text{ y } w(z)]$ de todos estos SRM.

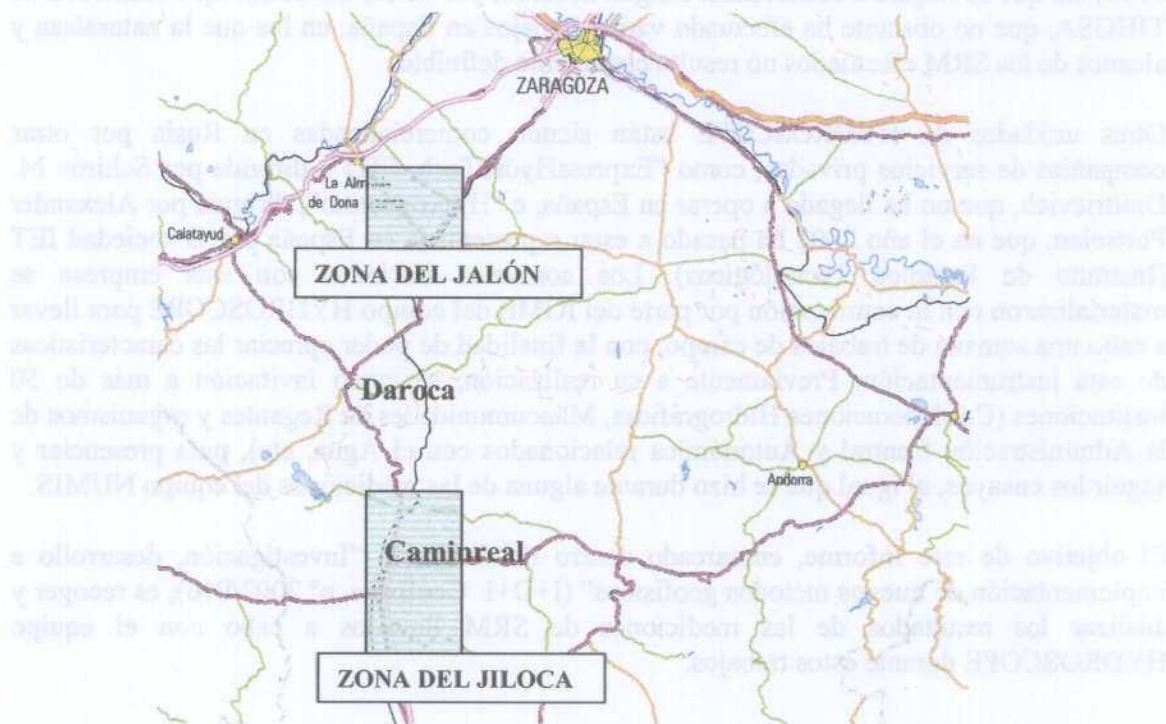


Figura 1. Situación de las zonas donde se han llevado a cabo las mediciones.

Durante este trabajo el equipo residió en Daroca, contándose con las facilidades dadas por su Ayuntamiento para alojar los vehículos con la instrumentación, y efectuar la recarga diaria de baterías. El equipo fue manejado por dos técnicos rusos, Konstantin Klimov y el ingeniero del ICQC Evgeny V. Kalneus, responsable de las mediciones; se recibió también la visita de A. Portselan. Se contó de forma permanente con asistencia por parte de la empresa IET, siendo

de singular importancia la participación de Irina Usiatinskaya, quien actuó como interprete ruso-español. Por parte del IGME, los trabajos fueron dirigidos por J.L. Plata y F.M. Rubio.

A pesar de la buena predisposición de parte del equipo ruso, debido a dificultades idiomáticas, pero sobre todo culturales, la comunicación, en el sentido de transmisión de cuestiones técnico-científicas, entre el equipo español y el ruso no siempre consiguió ser del nivel deseado, de tal manera que algunas cuestiones técnicas relativas al funcionamiento del sistema HYDROSCPE que hubiéramos deseado conocer más a fondo, han quedado sólo parcialmente aclaradas, como se comentará mas adelante.

3. OBSERVACIONES SOBRE EL EQUIPO HYDROSCOPE

3.1 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

No existe ningún manual operativo, o al menos no se nos ha mostrado, por lo que estas notas se basan en las conversaciones (mediante traducción) mantenidas en campo. Se nos indica que el instrumento HYDROSCOPE utilizado es el último construido, hace más de cinco años. Fue transportado a Daroca, en un vehículo proporcionado por IET, embalado en unas 7-8 cajas, alguna de ellas de grandes dimensiones (superior a 1.5x1x1 m). Para su montaje se requirió disponer de un local adecuado, que fue facilitado por el Ayuntamiento de Daroca. Puesto que el instrumento llevaba varios meses en desuso, fue necesario proceder, antes que nada, a la preparación de los condensadores.

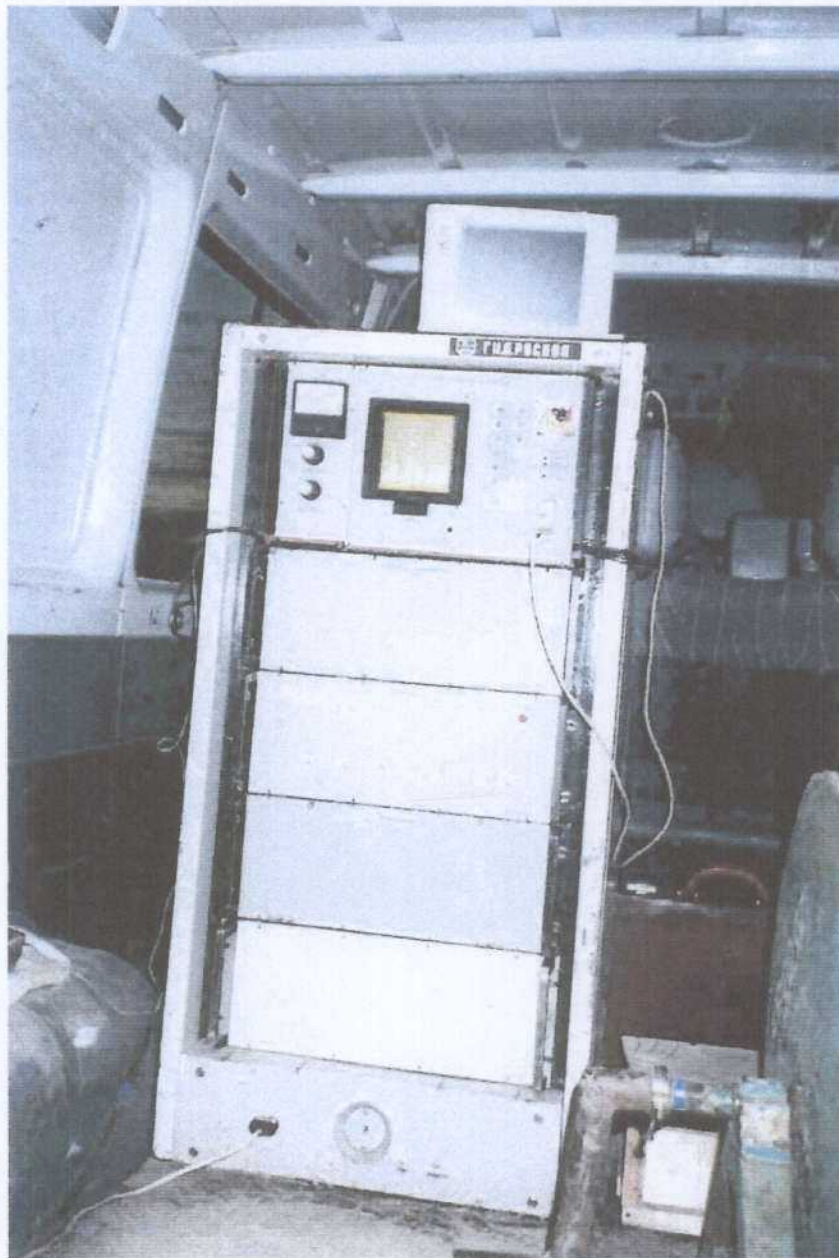


Foto 1. Instrumento HYDROSCOPE montado en el vehículo de campo

La instrumentación va montada en un bastidor (Foto 1), de aproximadamente 1.5 m de alto, 0.6 m de ancho y 0.6 m de profundidad, en el que la parte superior es el módulo de comandos, la inferior la de suministro de energía, y la central consta de cuatro paneles, dos de los cuales son las unidades de convertidores. El aspecto externo del conjunto es de instrumentación anticuada, para los actuales patrones de diseño occidentales.

La alimentación se efectúa mediante 4 baterías de 12 V en serie. En el panel de control (Foto 2) hay una pantalla de “puntos luminosos” en los que van apareciendo, en ruso, líneas con la denominación de los parámetros cuyos valores puede introducir el operador por una consola de botones que se sitúa a la derecha. En el lado izquierdo hay un galvanómetro y unos mandos circulares, que permiten efectuar una medición del nivel de ruido, elegir el umbral de corte, así como enviar una señal de prueba antes de comenzar la secuencia de pulsos de medición.

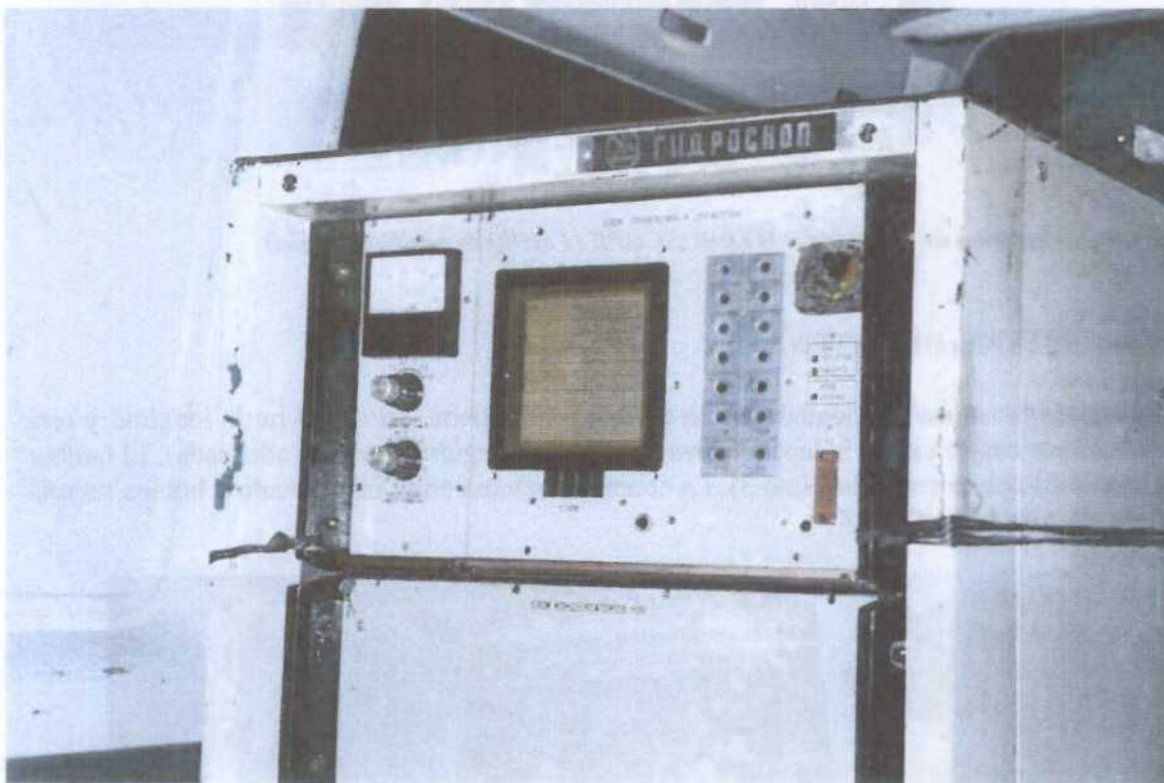


Foto 2. Panel de control del equipo HYDROSCOPE

En la Figura 2 se representa un esquema conceptual de la instrumentación: el circuito de resonancia envía a la antena el pulso de emisión a la frecuencia seleccionada o recibe de la antena la señal a registrar. Este circuito está gobernado por un generador de pulsos alimentado por una unidad de almacenamiento de energía (condensadores), recibiendo la energía de una alimentación de baterías externas. Por la parte de recepción de la señal, ésta se hace pasar por un detector síncrono y un convertidor analógico/digital. El control del sistema se verifica de forma interna, aunque es necesario conectar un PC exterior al panel de control para grabación de ficheros de resultados.

Block diagram of NMR-tomograph
«HYDROSCOPE»

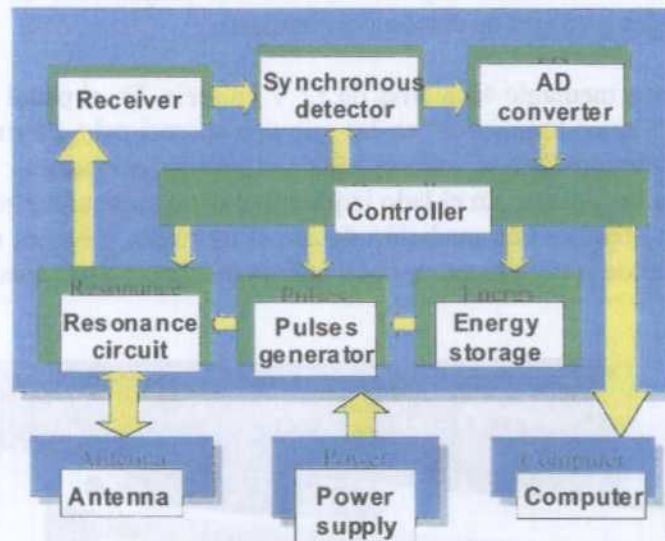


Figura 2. Diagrama de bloques del HYDROSCOPE (Facilitada por E. Kalneus)

3.2 SISTEMA DE ANTENA

El cable de la antena va montado en un tambor único; tiene unos 314 m de longitud y está formado por cuatro cables independientes (a fin de conseguir la sección adecuada). El tambor se instala fijo en el vehículo (Foto 3). La conexión externa entre instrumento y bobina no está protegida para fugas (Foto 4).



Foto 3. Tambor de cable instalado fijo en el interior del vehículo de campo

Con este cable de 314 m, puede hacerse un bucle circular de 100 m de diámetro (equivalente en área a un cuadrado de 88 m de lado) o un bucle en ocho de dos círculos de 50 m de diámetro (equivalente a un ocho con dos cuadrados de 44 m de lado). Su extendimiento resulta rápido (unos 35 minutos), sobre todo si se puede hacer desde el coche (unos 20 minutos, Foto 5). El realizar un doble bucle puede ser, sin embargo, bastante más costoso (entre 20 y 45 minutos).



Foto 4. Detalle de la unión del bucle al registrador

Foto 5. Extendimiento de la antena



Foto 6. Visitas recibidas durante el ensayo

3.3 MANEJO Y CONTROL

Para verificación de la instrumentación se utiliza una bobina externa, de unos 30 cm de diámetro. A las mediciones con el magnetómetro no se le conceden gran importancia (se mide incluso fuera del bucle). El nivel de ruido se observa al principio de las mediciones en el voltímetro del panel de control, fijándose un valor umbral que hace que se detengan las lecturas si se traspasa dicho umbral. El test inicial se realiza enviando manualmente al instrumento una señal de tensión prefijada. En el panel del equipo, los parámetros que parece que puede introducir el operador son: el número de estación, día, stacking, la frecuencia, la duración de registro, la emisión de uno o dos pulsos, su duración y espaciado.

El instrumento es controlado internamente, no precisándose la conexión de ninguna otra consola o PC (excepto para grabación de los ficheros resultado). Aunque se emiten 28 momentos de forma estándar, la toma de datos es muy rápida, pero no se generan ficheros E(t) para cada momento de emisión, de tal forma que no se tiene acceso a estas curvas. El fichero resultado (Data_xx.dat) proporciona para cada uno de los 28 momentos cuatro valores de amplitud (E₀, ES, EM y EL), diferencia de frecuencia, fase y ruido. Por lo tanto, no se obtiene la constante de tiempo, sino una descomposición del valor de amplitud máxima en tres, calculadas para constantes de tiempo de 40, 100 y 200 ms:

$$E(t) = ES e^{(-t/40)} \text{sen}(w_0 t + fi) + EM e^{(-t/100)} \text{sen}(w_0 t + fi) + EL e^{(-t/200)} \text{sen}(w_0 t + fi)$$

Desconocemos el sistema empleado para la evaluación del ruido proporcionado en los ficheros Data_xx.dat para cada momento de emisión, ya que no se mide antes de emitir el pulso. Según E. Kalneus, el valor que se obtiene para las diferencias de frecuencia no proviene de medición, sino de cálculo.

Realizando una modificación interna, se puede realizar el control del registro conectando un PC exterior (ver Foto 1), mediante un programa que no pertenece directamente al sistema HYDROSCOPE, sino que fue preparado por Evgeny Kalneus. Este sistema permite, entre otras cosas, seleccionar el rango de amplitudes a emitir por cada momento Q en A.ms, obtener un fichero de valores para cada momento emitido (curvas E(t)), y aplicar una técnica para la eliminación del ruido, consistente en medir solamente el ruido durante unos dos segundos, una vez finalizados los 200 ms de medición útil de señal+ruido. Con esta medición se hace algo (no quedó claro el qué) para restárselo a la señal+ ruido. Las mediciones hechas así son más lentas, como se indica en la siguiente tabla comparativa, para diversos valores de stacking (St):

	St=32	St=64	St=100	St=120	Media por pulso
Directo			1:50-2:30	2:30-3:30	3 s
PC con elim. ruido	1:30	4:10		5:30	7-8 s
PC sin elim. ruido		2:00			4 s
NUMIS	1:10	2:00	2:30-3:00	4:45(St=196)	6-8 s

Las variaciones de tiempo, indicados en horas:minutos, para un mismo sistema de control y stacking son debidas a las paradas, bien manuales, bien automáticas por superación del umbral de ruido seleccionado. La última columna indica la duración media del registro de un pulso, en segundos.

El comando directo parece estar preparado (acoplamiento de los condensadores) para utilizar sólo el cable de 100 m de diámetro. Si se utilizara otro cable, habría que modificar manualmente los condensadores, aunque Alexander Portselan dice que no sería necesario. De hecho, no se modificó el acoplamiento de los condensadores en ningún momento, ni al cambiar de emplazamiento o de tipo de antena. Durante la ejecución no se tiene un control del stacking o número de medición que se está realizando. En el monitor pueden verse los valores de las componentes E_x e E_y , pero no del ruido. Al finalizar el stacking, se puede ver durante breves segundos la envolvente de la curva final (Fotos 7 y 8).

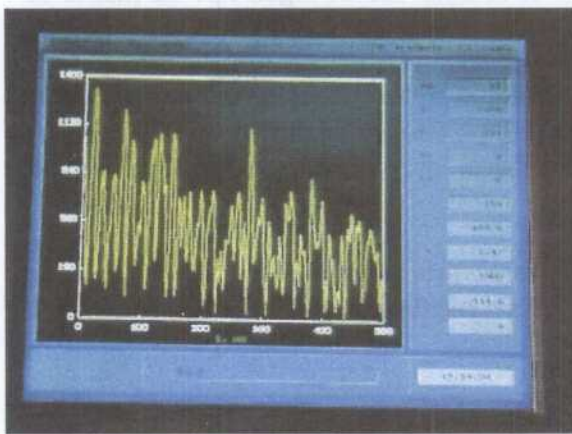


Foto 7. Curva $E(t)$ en pantalla

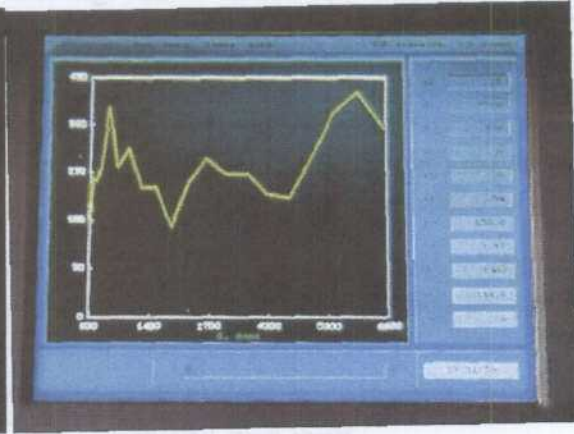


Foto 8. Curva $E_0(q)$ en pantalla

El número de momentos a medir es de 28 de forma estándar, llegando a emitir hasta 12.000 A.ms; si se disminuye, por ejemplo a 16 momentos, lo que ocurriría es que sólo se llegaría a aplicar la mitad de la máxima amplitud posible, no a distribuir ésta entre los 16 momentos (utilizando el comando interno). Se podría, manualmente, distribuir la amplitud entre el número de momentos seleccionados, pero no valdría para nada porque el software de inversión sólo admite ficheros con 28 momentos medidos.

La siguiente tabla recoge la máxima amplitud del momento emitido en A.ms en función del equipo y tipo de antena, indicándose ésta por la longitud en metros del lado del bucle cuadrado equivalente (aunque el equipo NUMIS utiliza 16 momentos de forma estándar, en algunos de los SRM efectuados hubo de acertarse el registro debido al ruido).

SRM	NUMIS			HYDROSCOPE		
	Q	antena	max A.ms	max A.ms	antena	Q
Tc36	16	50	11482	10901	44	28
Te27	16	50	8482	12366	44	28
P3	16	75	9560	12222	44	28
Te26	14	75	6006	12132	88	28
Te26				12186	44	28
Te45	14	75	6229	13487	88	28
Te19	16	100	10182	12348	88	28
P7	16	150	9158	14174	88	28
P8	15	150	7149	12276	88	28

La máxima amplitud emitida por NUMIS está en torno de los 10.000 A.ms (aunque en algunos casos ha llegado a 11.500 A.ms), mientras que el sistema HYDROSCOPE consigue introducir hasta unos 12.000 A.ms. Esta mayor amplitud de emisión respecto del equipo NUMIS puede llevar implícita una mayor penetración de HYDROSCOPE.

3.4 PROCESO DE INVERSIÓN

Durante estos trabajos no se dio acceso al IGME al software de inversión, ni se proporcionó ningún tipo de manual sobre el mismo. Sobre el terreno solamente se disponía del programa para invertir los datos tomados con antena en forma de círculo, teniendo que enviar los datos a Rusia para que se devolvieran los resultados de los sondeos efectuados con antena en forma de ocho. Desconocemos qué parámetros pueden introducirse en el software de inversión (filtros, parámetro de regularización, etc.). No fue solicitado ningún dato de modelo geoelectrico, por lo que desconocemos igualmente si se hace uso de algún tipo de matriz de inversión.

Tras el proceso por el software de inversión, se genera el fichero **Hydro_xx.out**. Llama la atención que la inversión realizada por HYDROSCOPE pretende alcanzar profundidades muy grandes: para la antena circular se obtienen valores hasta los 248 m, y hasta 138 m para la antena en ocho.

La potencia de las 26 capas para los que la inversión proporciona el contenido en agua depende del tipo de bucle utilizado. Estos tramos, representados gráficamente en la Figura 3, son:

circulo 100 m			ocho 50 m		
desde	hasta	potencia	desde	hasta	potencia
0	1,8	1,8	0	1	1
1,8	3,6	1,8	1	2	1
3,6	5,4	1,8	2	3	1
5,4	7,2	1,8	3	4	1
7,2	9	1,8	4	5	1
9	10,8	1,8	5	6	1
10,8	12,6	1,8	6	7	1
12,6	14,4	1,8	7	8	1
14,4	16,2	1,8	8	9	1
16,2	18	1,8	9	10	1
18	21,6	3,6	10	12	2
21,6	25,2	3,6	12	14	2
25,2	28,8	3,6	14	16	2
28,8	32,4	3,6	16	18	2
32,4	36	3,6	18	20	2
36	39,6	3,6	20	22	2
39,6	43,2	3,6	22	24	2
43,2	50,4	7,2	24	28	4
50,4	57,6	7,2	28	32	4
57,6	64,8	7,2	32	36	4
64,8	72	7,2	36	40	4
72	82,8	10,8	40	46	6
82,8	97,2	14,4	46	54	8
97,2	112	14,8	54	62	8
112	133	21	62	74	12
133	248	115	74	138	64

Se aprecia que aunque se pretende tener una penetración de 248 m para la antena mayor y de 138 m para la menor, la potencia del último tramo donde se proporcionan valores en la inversión es de 115 m y 64 m respectivamente. Por lo tanto, a efectos reales, las penetraciones son de 133 m y 74 m respectivamente, pero con resoluciones para el último tramo de 21 m y 12 m.

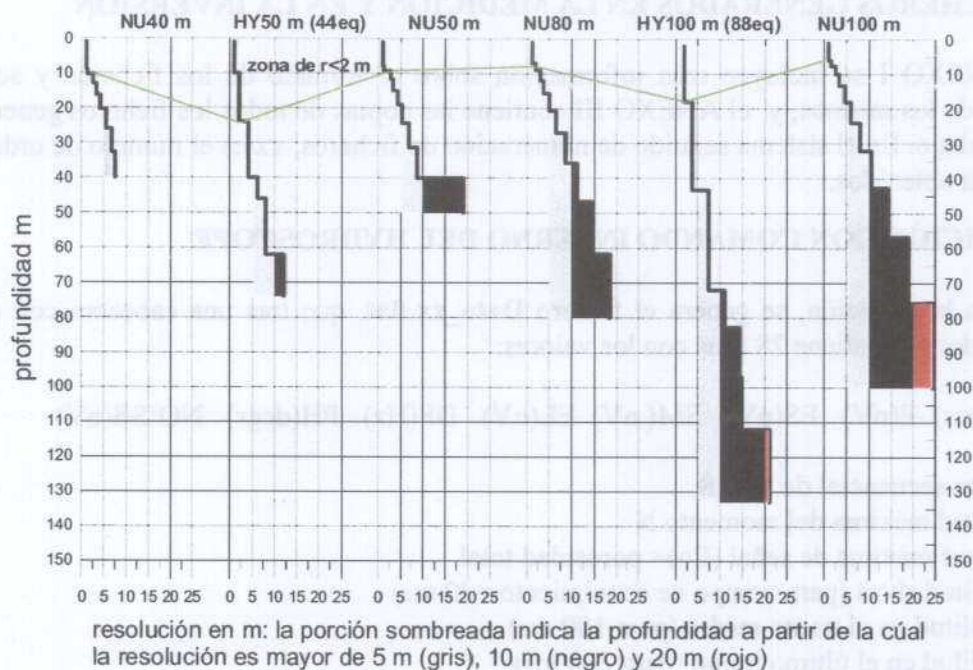


Figura 3 Comparación de la profundidad y resolución obtenidas en el proceso de inversión estándar de los equipos NUMIS e HYDROSCOPE.

La utilización de un mayor número de momentos de emisión en el sistema HYDROSCOPE permite obtener un mayor número de capas en la inversión, y por lo tanto, una mayor resolución (menor potencia de los tramos) para la misma profundidad, en un proceso estándar. Esto puede apreciarse en el gráfico de la Figura 3, donde se han representado la potencia de tramos en función de la profundidad para diversas configuraciones de antenas: la resolución es mejor de 2 m hasta al menos los 20 primeros metros de profundidad con el equipo HYDROSCOPE, mientras que llega sólo hasta los 10 primeros metros en el equipo NUMIS. Evidentemente, con NUMIS también pueden medirse 28 momentos de emisión, aunque ello conlleva mucho mayor tiempo de registro. En cuanto a la mayor penetración, en la misma Figura 3 se aprecia que mientras que en el sistema NUMIS la inversión no se realiza nada más que para una profundidad igual a la dimensión de la antena (especificada en la matriz de inversión), el sistema HYDROSCOPE la alarga considerablemente, manteniendo además mejor resolución (por ejemplo, para los 100 metros de profundidad, la resolución de HYDROSCOPE se establece en 15 m, siendo de 25 m para NUMIS). Esta diferencia puede estar justificada por la mayor amplitud de los momentos de emisión utilizados.

La penetración conseguida por el equipo HYDROSCOPE pretende ser casi el doble de la alcanzada por el equipo NUMIS, a igualdad del lado de la antena utilizada (ver Figura 3), lo que no ha podido ser verificado con información real en este experimento.

4. FICHEROS GENERADOS EN LA MEDICIÓN Y EN LA INVERSIÓN

En el ANEXO I se incluyen más información sobre el formato de los ficheros y se dan ejemplos de los mismos, y el ANEXO III contiene las copias de todos los ficheros generados en este trabajo. En el sistema seguido de numeración de ficheros, **xx** es el número de orden en que fueron obtenidos.

4.1 MEDICIÓN CON COMANDO INTERNO DEL HYDROSCOPE

Finalizada la medición, se genera el fichero **Data_xx.dat**, que tras una cabecera con datos identificadores, contiene 28 filas con los valores:

N Q (A.ms) E(nV) ES(nV) EM(nV) EL(nV) DF(Hz) PH(degr) NOISE(nV)

N= número secuencial de 1 a 28

Q= amplitud máxima del momento N

E= amplitud máxima de señal (Eo)= porosidad total

ES= amplitud short (para tiempo de decaimiento =40 ms)

EM= amplitud en el tramo medio (para 100 ms)

EL= amplitud en el último tramo (para 200 ms)

DF(Hz)= diferencia de frecuencias

PH(degr)= desfase

NOISE(nV)= nivel de ruido

Este fichero es el utilizado directamente en el programa de inversión, para producir el correspondiente fichero **Hydro_xx.out**.

4.2 MEDICIÓN CON COMANDO POR PC

Se generan **28** ficheros **Qyyyy.dat**, sin cabecera (en estos ficheros yyyy= amplitud en A.ms del momento Q) con n líneas (n= número de muestras) que contienen los datos, cada 2 ms:

t (ms) Ex(nV) Ey(nV) E(nV) fi(°)

t= tiempo de la muestra, de 2 a 2000 ms (o hasta el tiempo registrado)

Ex,Ey = componentes de la amplitud

E= amplitud total $(E_x^2 + E_y^2)^{1/2}$

Fi= fase

Se genera además un fichero **E(q)xx.dat** (xx=nombre del sondeo SRM), sin cabecera, con 28 líneas que contiene:

Q (A*ms) Eo(nV) fi(°)

Este fichero no vale para procesarlo por el programa estándar de inversión, aunque en él figuran todos los datos necesarios para su conversión (a través de un software no disponible) en el fichero **Data_xx.inp** (xx=nombre del SRM), con una cabecera de identificación y 28 líneas con los valores:

ES (nV) EM(nV) EL(nV)

que es el utilizado en la inversión, para producir el correspondiente fichero **Hydro_xx.out**.

AEROPUERTO
BARAJAS



MADRID



TORREJON
DE ARDOZ

N-II
Km. 23

Z. INDUSTRIAL
ALCALA H.

FIAT

ARGANDA
LÓECHES

ALCALA DE
HENARES

N-II
BARCELONA
ZARAGOZA
GUADALAJARA

FRUTOS
LARDIN

M-300
PASTRANA

4.3 FICHEROS GENERADOS EN LA INVERSIÓN

En el proceso de inversión se genera un único fichero, denominado **hydro_xx.out**, que tras una cabecera de identificación, contiene 26 líneas con los valores:

KM	V	profundidad	porosidad				contenido en agua en %							
(m ² / día)	(m ³ /m ²)	(m)	de	hasta	PB	PM	PA	PT	0....	10...	20...	30...	40...	50%

KM: transmisividad

V: almacenamiento

de: inicio del tramo

hasta: final del tramo

PB: porosidad baja

PM: porosidad media

PA: porosidad alta

PT: porosidad total

contenido en agua en %: seudo gráfico de aspas X indicando el valor de PT

En los ficheros originales el texto está en ruso, habiéndose traducido en este trabajo las cabeceras, y añadido el significado de los valores al final del fichero.

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En la siguiente tabla se resumen los parámetros de las mediciones tomadas en los ocho emplazamientos seleccionados:

reg-nº	sondeo	día	lleg	inicio	final	total	antena	q	stack	ruido	comando	ficheros campo	fichero inversion
1	Te26	19		10	12:30	2:30	circulo	28	100		CD	data_01.dat	hydro_01.out
2	Te26	19		14	17:30	3:30	circulo	28	120		CD	data_02.dat	hydro_02.out
3	Te26	19		18	19:50	1:50	ocho	28	100	400	CD	data_03.dat	hydro_03b.out
4	Te27	20	9:30	10	12:15	2:15	ocho	28	100	200	CD	data_04.dat	hydro_04b.out
5	Te19	20	13:00	13:20	15:50	2:30	circulo	28	120	2000	CD	data_05.dat	hydro_05.out
6	Tc36	21	9:40	10:30	12	1:30	ocho	28	32	200	PCER	Data_06.inp; E(q)06.dat; Qxxxx.dat	hydro_06b.out
7	Te45	21		13	18:30	5:30	circulo	28	100	4000	PCER	Data_07.inp; E(q)07.dat; Qxxxx.dat	Hydro_07.out
8	P7	22	9:40	10:15	12:10	2	circulo	28	64	500	PCSIN	Data_08.inp; E(q)08.dat; Qxxxx.dat	Hydro_08.out
9	P7	22		12:30	16:40	4:10	circulo	28	64	500	PCER	Data_09.inp; E(q)09.dat; Qxxxx.dat	Hydro_09.out
10	P7	22					circulo		225		PCER	E(q)10.dat; Qxxxx.dat	
11	P7	22		17:30	18:30	1	circulo					T50.dat, T100.dat (tipo Qxx)	
12	P3	23	10:00	10:20	12:50	2:20	ocho	28	100	1000	CD	data_012.dat	Hydro_012b.dat
13	P8	23	13:10	14:00	16:00	2	circulo	28	100	1500	CD	data_013.dat	hydro_013b.out

Reg-nº: número secuencial dado a cada medición con HYDROSCOPE, que identifica los ficheros generados.

Sondeo: se refiere al nombre del SRM efectuado en el mismo sitio con el equipo NUMIS

Día: día de ejecución en el mes de noviembre de 2002

Llegada: hora de llegada al emplazamiento

Inicio: hora de inicio de las mediciones; da indicación del tiempo dedicado a la extensión de la antena y preparación de las mediciones.

Final: hora de finalización de las mediciones

Total: tiempo total invertido en la medición

Antena: tipo de antena utilizado. Círculo de 100 m de diámetro, ocho formado por dos círculos de unos 50 m de diámetro (siempre con longitud total de cable de 300 m).

Q: número de momentos de emisión

Stack: número de pulsos emitidos por momento de emisión

Ruido: ruido en nV observado durante las mediciones en el panel de control del instrumento

Comando: CD=comando directo interno del instrumento. PCER= comando a través de PC exterior conectado al instrumento, usando el modo de Eliminación de Ruido; PCSIN= comando a través de PC exterior conectado al instrumento, sin usar el modo de Eliminación de Ruido.

Ficheros campo: nombre de los ficheros generados en campo

Fichero inversión: nombre del fichero generado en el proceso de inversión; la letra b significa que su proceso se realizó en Rusia, posteriormente a la toma de datos. Es el caso de todos los registros realizados con antena en forma de ocho.

Los parámetros de registro de los SRM efectuados con el equipo NUMIS se recogen en el siguiente cuadro:

SRM	ZONA	fecha	total	antena	f	q	stack	ruido nV	S/R
Te26	JILOCA	26-sep-02	0:50	oo de 75	1906	14	48	422	8
Te27	JILOCA	26-sep-02	1:50	oo de 50	1906	16	64	1900	3
Te19	JILOCA	24-sep-02	1:30	O de 100	1906	16	64	3000	0,8
Tc36	JILOCA	25-sep-02	1:20	oo de 50	1900	16	32	160	3,6
Te45	JILOCA	24-sep-02	1:50	oo de 75	1903	14	64	300	2,5
P7	JALON	07-oct-02	3:20	O de 150	1914	16	64	1400	3
P3	JALON	07-oct-02	3:30	oo de 75	1915	16	96	1425	2
P8	JALON	08-oct-02	4:20	O de 150	1915	15	68	6000	1,5

Donde **total** se refiere al tiempo total de registro, **f** a la frecuencia de emisión en Hz y **S/R** a la relación señal/ruido.

Con esta selección y la serie de mediciones llevadas a cabo se trató de experimentar las posibilidades del equipo HYDROSCOPE, así como permitir una cierta comparación, desde el punto de vista de las prestaciones y resultados, con los obtenidos con el equipo NUMIS. En consecuencia, el análisis que va a efectuarse atiende a los diversos criterios por los que se hicieron las medidas:

- repetibilidad de las mediciones
- operatividad y resultados utilizando el comando directo
- operatividad y resultados utilizando el comando externo:
 - con eliminación de ruido
 - sin eliminación de ruido
- descomposición de las curvas E(t) en tres exponenciales
- valores de transmisividad hidráulica
- mediciones de spin-eco
- mejoras de proceso para eliminación de ruido

En las descripciones que se van a realizar se ha optado por utilizar el término “permeabilidad” al referirnos a la información conjunta dada por los valores PB, PM y PA obtenidos en la inversión, ya que pensamos que este es el significado más comprensible de lo que se quiere decir cuando una capa contiene p.e. un 8 % de agua con 5% de porosidad baja y 3% de porosidad alta: existe un 8% de porosidad con permeabilidad pequeña. En las figuras, se ha asignado una escala de color a cada tipo de valor de la porosidad.

Otro objetivo, indirecto, de este análisis es profundizar en la comprensión del alcance de las mediciones e interpretaciones efectuadas con el método SRM, independientemente de la instrumentación utilizada. Por sencillez de escritura, utilizaremos las siglas HYD y NUM al referirnos a los distintos equipos.

5.1 ESTUDIO DE REPETIBILIDAD

En el emplazamiento Te26 se han efectuado tres mediciones el mismo día, correspondientes a los registros 1, 2 y 3, con las siguientes características, comparadas con las realizadas con el NUM:

SRM	Antena	q	st	Ruido nV	t min	f Hz
1 HYD	Circulo 100 [cuadrado de 88]	28	100		150	
2 HYD	Circulo 100 [cuadrado de 88]	28	120	4000	210	
3 HYD	Ocho 50 [doble cuadrado de 44]	28	100	400	110	
Te26 Numis	Doble cuadrado de 75 m	14	48	422	50	1906

En la Figura 4 se presentan los resultados de la amplitud máxima $E_0(q)$, Ruido(q), fase(q) y dif.frec.(q) para los tres registros, así como los valores equivalentes con NUM.

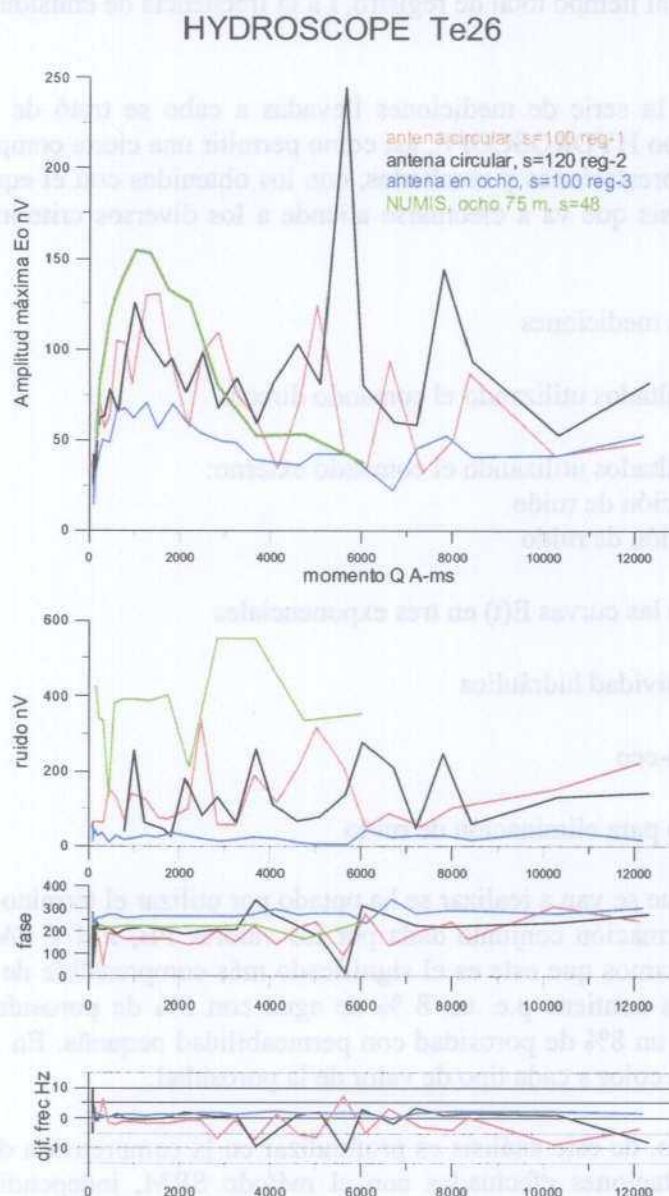


Figura 4. Resultados de la medición del SRM Te26, reg-1,2 y 3

Con el equipo NUM, se obtuvo una amplitud máxima de 150 nV y una relación señal/ruido de 8 (la mejor de todos estos emplazamientos; en el ANEXO IV se incorpora una copia de los resultados de este SRM). Los registros de HYD fueron obtenidos con comando directo. La mayor duración del reg-2 es debida a las numerosas interrupciones automáticas que se produjeron por existir ruidos superiores a los 4000 nV. Las mediciones 1 y 2 sólo difieren en el stack, cuyo aumento de 100 a 120 se efectuó a la vista del ruido existente, aunque no parece haber mejorado en este caso el registro, y ambos están fuertemente afectados por el ruido, sobre todo a partir de 4000 A.ms. Resulta evidente la mejora introducida por el empleo de una antena en forma de 8 (registro 3), aunque la reducción de área lleva aparejada la disminución de la amplitud de la señal y de la penetración. La fase se mantiene comparable en todos los casos, siendo la frecuencia más estable durante el registro 3.

En la Figura 5 se representa el resultado de la inversión de estos registros. Debido a la mayor atenuación del ruido, así como al mejor comportamiento de la frecuencia, el registro 3 es el que ofrece la mayor fiabilidad. Es evidente que los tres resultados no admiten más que una comparación de tipo cualitativo, y sus discrepancias son fruto del ruido existente. En los primeros 20 m existen al menos tres tramos con agua, uno en los primeros cinco metros, otro entre los 10 m y los 12 m, y el último entre los 18 m y los 22 m de profundidad. El contenido en agua y la permeabilidad ofrecida por cada registro es bastante variable, ya que oscila para el mismo tramo entre valores del 4 al 8 %, y permeabilidad alta o baja. Los resultados de la inversión por debajo de los 30 m admiten una comparación válida hasta los 80 m, apreciándose la existencia de una capa acuífera de baja permeabilidad y un contenido en agua del orden del 2% (salvo los anómalos valores del registro 2, que llegan al 10 %). Los resultados por debajo de los 80 no admiten comparación, siendo fruto sólo del ruido en las mediciones.

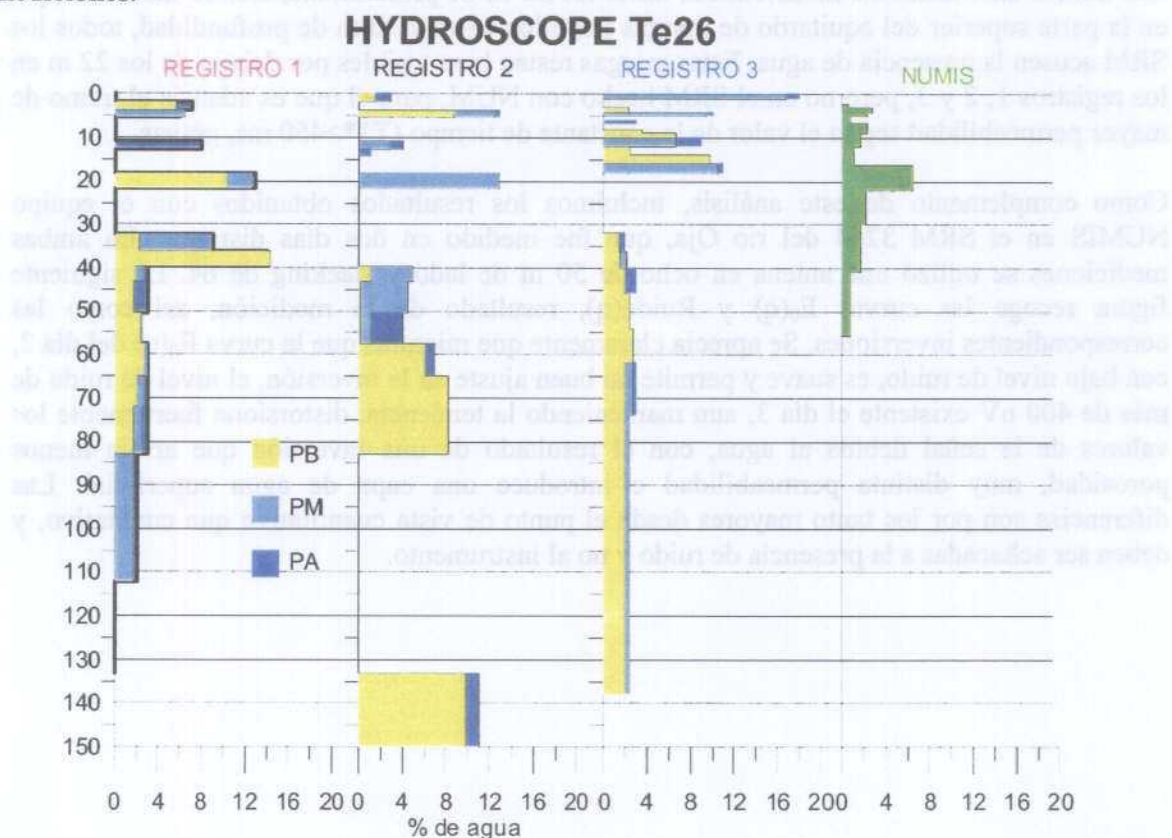


Figura 5 Resultado de la inversión del SRM Te26, reg-1,2 y 3.

La información hidrogeológica conocida de el entorno de este emplazamiento se recoge en la siguiente tabla:

Sondeo 2619-7-34 Te26

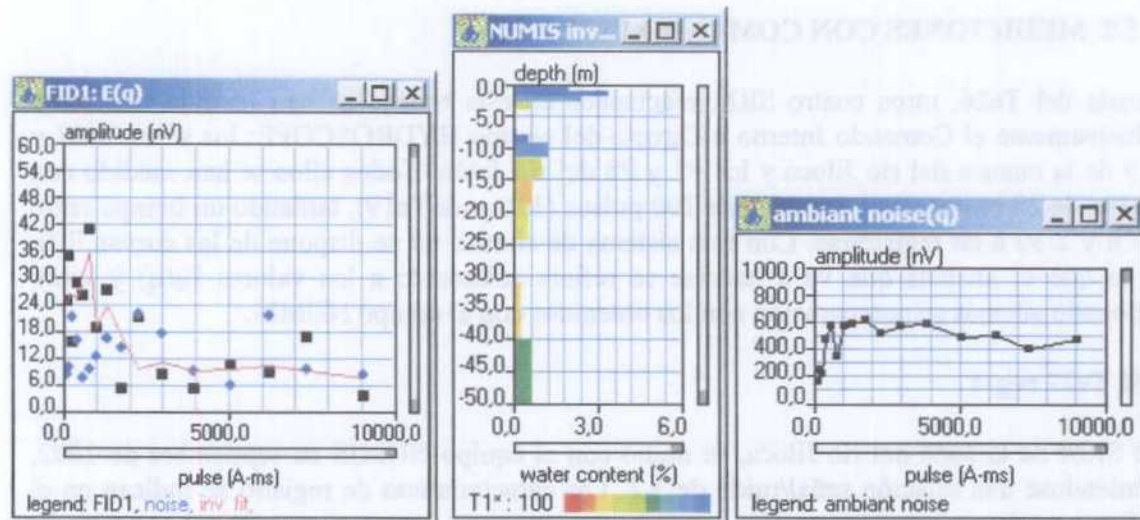
Prof_ini	Prof_fin	Litología	Edad	Comentarios
0	15	calizas y travertinos	Q	
15	30	Margas	Q	
30	105	gravas, arenas, conglomerados		rejilla 50-58 y 82-90

es compatible con las soluciones aportadas, inclusive para el acuífero detectado a partir de los 30 m.

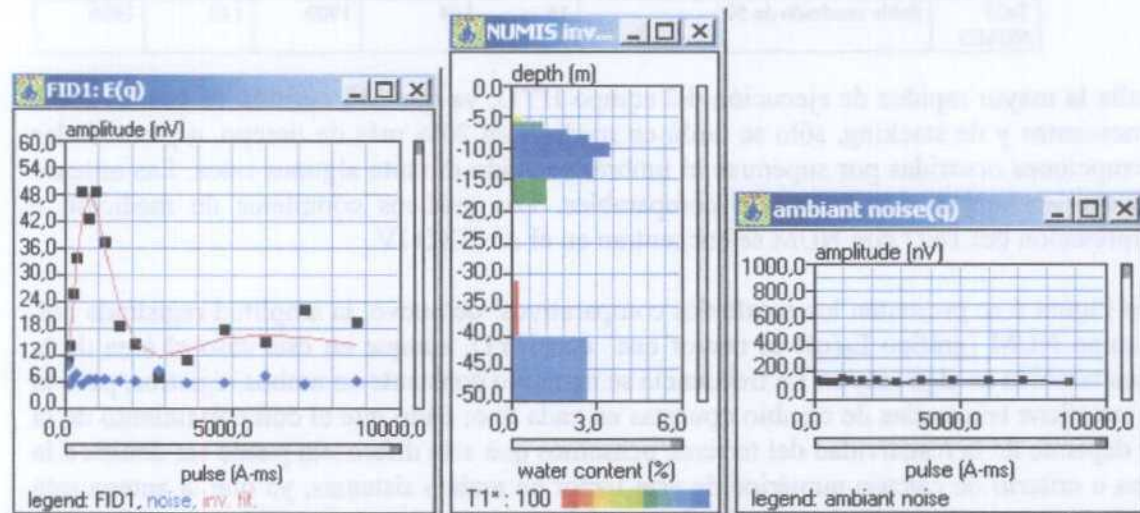
Con respecto a la curva $E_0(q)$ del SRM medido con el equipo NUM, obtenido con antena de doble cuadrado de 75 m, presenta valores de mayor amplitud que los obtenidos con el equipo HYD (Figura 4), incluso para los registros efectuados con la antena circular de 100 m de diámetro (equivale a la cuadrada de 88 m de lado). Los valores del ruido durante la medición NUM fueron superiores, aunque no se tiene la seguridad de que estos números del ruido en nV sean comparables en uno y otro instrumento. La curva $E_0(q)$ tiene, en cualquier caso, un aspecto más suave.

Los resultados de la inversión de NUM (Figura 5 y ANEXO IV), a pesar de que se han obtenido con un parámetro de regularización bajo (122), lo que produce soluciones con el agua concentrada en pocas capas, dan una distribución de agua más suavizada que la ofrecida por HYD. Existe una buena correlación cualitativa entre la solución NUM e HYD para los tres tramos anteriormente mencionados hasta los 22 m de profundidad, siendo llamativo que en la parte superior del acuitardo de margas entre los 15 m y 30 m de profundidad, todos los SRM acusen la presencia de agua. Estas margas restan bien visibles por debajo de los 22 m en los registros 1, 2 y 3, pero no en el SRM hecho con NUM, para el que es además el tramo de mayor permeabilidad según el valor de la constante de tiempo ($T1^* > 450$ ms, gravas).

Como complemento de este análisis, incluimos los resultados obtenidos con el equipo NUMIS en el SRM 3264 del río Oja, que fue medido en dos días distintos. En ambas mediciones se utilizó una antena en ocho de 50 m de lado y stacking de 64. La siguiente figura recoge las curvas $E_0(q)$ y Ruido(q), resultado de la medición, así como las correspondientes inversiones. Se aprecia claramente que mientras que la curva $E_0(q)$ del día 2, con bajo nivel de ruido, es suave y permite un buen ajuste en la inversión, el nivel de ruido de más de 400 nV existente el día 3, aun manteniendo la tendencia, distorsiona fuertemente los valores de la señal debida al agua, con el resultado de una inversión que arroja menos porosidad, muy distinta permeabilidad e introduce una capa de agua superficial. Las diferencias son por los tanto mayores desde el punto de vista cuantitativo que cualitativo, y deben ser achacadas a la presencia de ruido y no al instrumento.



Medición y resultado de la inversión del SRM 3264 (OJA) el 3 octubre de 2002



Medición y resultado de la inversión del SRM 3264 (OJA) el 2 octubre de 2002

La conclusión de este ensayo, junto con la experiencia ya adquirida con el equipo NUMIS es que, al ser las mediciones de un SRM fuertemente dependientes del ruido, para estudiar la repetibilidad instrumental habría que contar con emplazamientos donde no existiera ningún tipo de ruido electromagnético. Sin embargo, dada la similitud cualitativa de los resultados obtenidos, a pesar del ruido, variable de registro a registro, puede aceptarse que ambos instrumentos son estables y mantienen una buena repetibilidad.

5.2 MEDICIONES CON COMANDO INTERNO

Además del Te26, otros cuatro SRM efectuados en este trabajo se han medido utilizando exclusivamente el Comando Interno o Directo del equipo HYDROSCOPE: los sitios Te27 y Te19 de la cuenca del río Jiloca y los P3 y P8 del río Jalón. Todos ellos se han medido con emisión de 28 momentos y stacking de 100 pulsos (120 para Te19), tardando un tiempo entre 2:00 h y 2:30 h en registrarse. Con este sistema de control no se dispone de las curvas $E(t)$, por lo que el análisis que va a hacerse se refiere solamente a los valores $E_0(q)$ y $w(z)$, efectuando además su comparación con los obtenidos con el equipo NUMIS.

SRM Te27 reg-4

Este SRM de la zona del río Jiloca, se midió con el equipo NUMIS en septiembre de 2002, obteniéndose una relación señal/ruido de 3.2. Las características de registro se indican en el siguiente cuadro:

SRM	Antena	q	st	Ruido nV	t min	f Hz
4 HYD	Ocho de 50 [doble cuadrado de 44]	28	100	200	135	1906
Te27 NUMIS	doble cuadrado de 50	16	64	1900	110	1906

Resalta la mayor rapidez de ejecución del equipo HYD, ya que con emisión de casi el doble de momentos y de stacking, sólo se tardó en medirlo un 20% más de tiempo, a pesar de las interrupciones ocurridas por superarse el umbral de ruido durante algunos ratos. Las antenas utilizadas en ambos casos resultan comparables. Los gráficos completos de medición e interpretación del Te27 con NUM se encuentran en el ANEXO IV.

En la Figura 6 se presentan los resultados comparativos: de nuevo, la amplitud registrada con el equipo NUM (gráfico $E_0(q)$) es mayor que con HYD, aunque en este caso el área de la antena también es algo mayor. La frecuencia se mantuvo constante en ambos registros, pero la fase mantiene tendencias de cambio opuestas en cada uno; dado que el comportamiento de la fase depende de la resistividad del terreno, pensamos que esta diferencia puede ser debida a la forma o criterio de cálculo numérico de este factor en ambos sistemas, ya que la antena está situada exactamente en el mismo lugar. La morfología de las dos curvas $E(t)$ es notablemente similar. Para la inversión se ha suprimido en las mediciones con NUM la última medida para $q=16$. La información hidrogeológica del emplazamiento es la siguiente:

Sondeo 2619-7-37 Te27

Prof_ini	Prof_fin	Litología	Edad	Comentarios
0	1	Arcillas	Q	
1	14	Calizas	Q	Acuífero
14	50	margas y gravas	Plioceno	Acuífero
50	65	Margas	Plioceno	
69	105	Margas	Plioceno	

El resultado cualitativo de la inversión de ambas mediciones indica la presencia de agua en las calizas del cuaternario, aunque HYD la concentra en los primeros metros. Esta solución llama de nuevo la atención, ya que en la inversión de NUM se ha utilizado un parámetro de regularización de 100, que corresponde a concentrar el contenido de agua en pocas capas. La indicación de existencia de agua en las margas por debajo de los 50 m que efectúa HYD no parece realista; sin embargo, ambos equipos acusan la presencia de agua en el tramo de

margas y gravas del Plioceno, con los resultados de NUM posiblemente más afectados por el ruido de las mediciones. Cuantitativamente, el contenido en agua en las calizas alcanza el 30 % en HYD, aunque por estar más focalizado puede ser equivalente al 14 % indicado por NUM. Los valores de permeabilidad, indicados por T_1^* en NUM y por la escala PB-PM-PA en HYD son discrepantes: por ejemplo, en el tramo hasta una profundidad de 5 m, la permeabilidad indicada por HYD es alta, mientras que NUM da valores bajos.

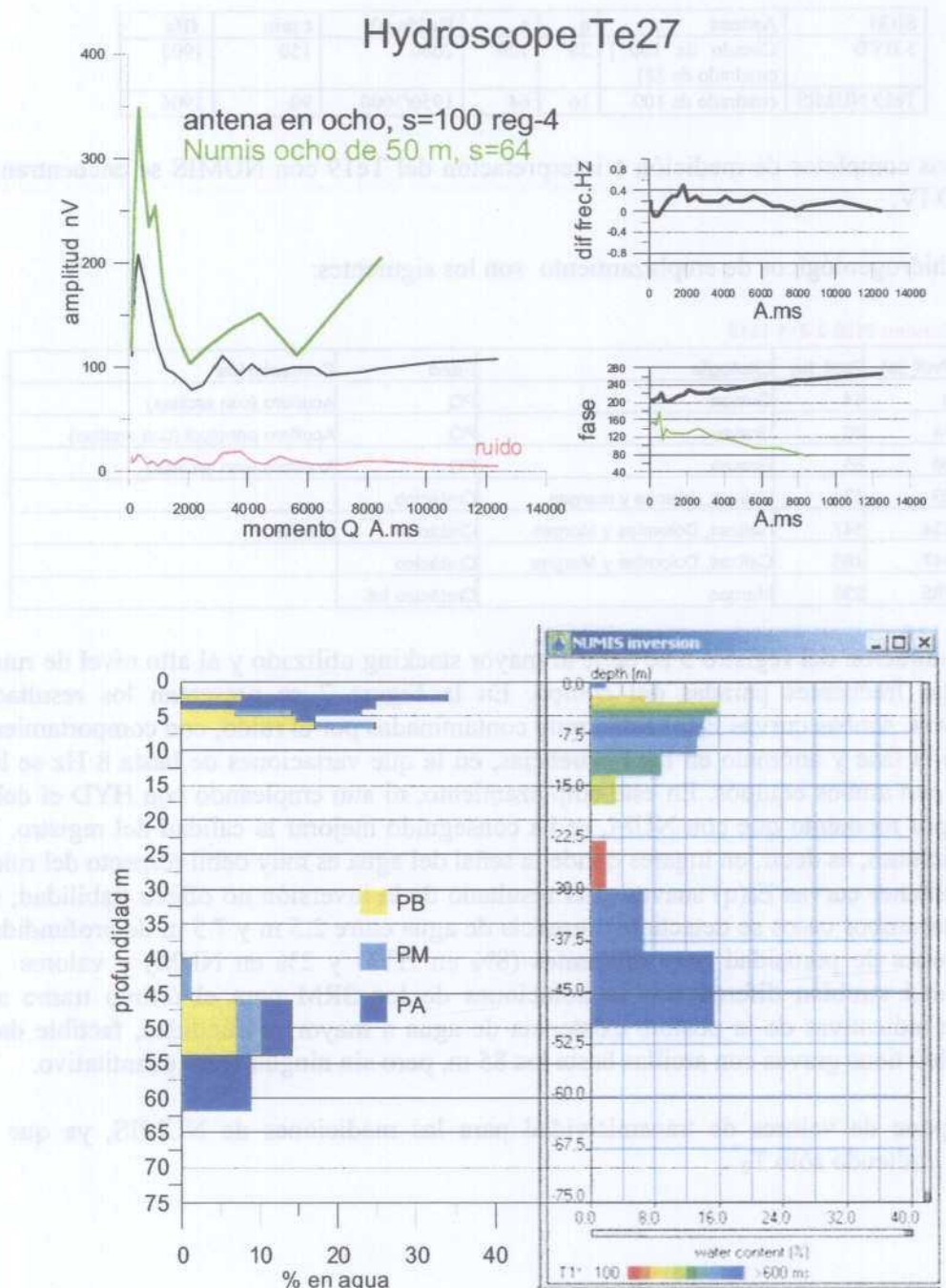


Figura 6 Resultados de la medición e inversión del SRM Te27 reg-4

SRM Te19 reg-5

En este emplazamiento se obtuvo la peor relación señal/ruido de todos los elegidos ($S/R=0.8$), aplicándose el filtro Notch para realizar la inversión de los datos registrados con NUMIS. Las características de ambos registros se indican en el siguiente cuadro:

SRM	Antena	q	s	Ruido nV	t min	fHz
5 HYD	Circulo de 100 [cuadrado de 88]	28	120	2000	150	1903
Te19 NUMIS	cuadrado de 100	16	64	1950/3000	90	1906

Los gráficos completos de medición e interpretación del Te19 con NUMIS se encuentran en el ANEXO IV.

Los datos hidrogeológicos de emplazamiento son los siguientes:

Sondeo 2620-2-011 Te19

Prof. ini	Prof. fin	Litología	Edad	Comentarios
0	14	Gravas	PQ	Acuífero (con arcillas)
14	36	Gravas	PQ	Acuífero principal (con arcillas)
36	85	Gravas	PQ	Acuífero (con arcillas)
85	134	Calizas, arenas y margas	Cretácico	
134	147	Calizas, Dolomías y Margas	Cretácico	Acuífero
147	185	Calizas, Dolomías y Margas	Cretácico	
185	230	Margas	Cretácico inf.	

La mayor duración del registro 5 se debe al mayor stacking utilizado y al alto nivel de ruido, que produjo frecuentes paradas del equipo. En la Figura 7 se presentan los resultados comparativos. Ambas curvas $E_0(q)$ están muy contaminadas por el ruido, con comportamiento errático de la fase y anómalo en las frecuencias, en la que variaciones de hasta 8 Hz se han producido con ambos equipos. En este emplazamiento, ni aun empleando con HYD el doble de pulsos por momento que con NUM, se ha conseguido mejorar la calidad del registro. En estas condiciones, es decir, en lugares donde la señal del agua es muy débil respecto del ruido, es difícil obtener curvas $E_0(q)$ suaves, y el resultado de la inversión no ofrece fiabilidad; sin embargo, en ambos casos se detecta la presencia de agua entre 2.5 m y 7.5 m de profundidad, con soluciones de porosidad muy diferentes (8% en HYD y 2% en NUM) y valores de permeabilidad también diferentes. Las soluciones de los SRM para el último tramo son meramente indicativas de la posible existencia de agua a mayor profundidad, factible dado que el sondeo tiene gravas con arcillas hasta los 85 m, pero sin ningún valor cuantitativo.

No se dispone de valores de transmisividad para las mediciones de NUMIS, ya que se efectuaron midiendo sólo T_2^* .

Hydroscope Te19

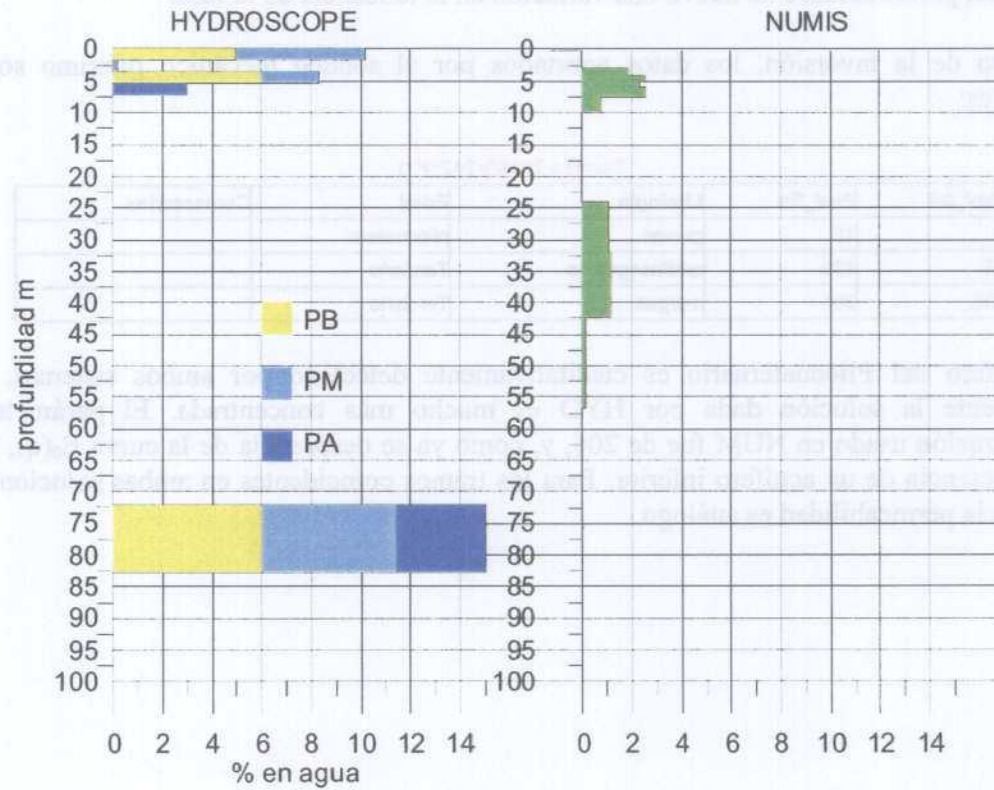
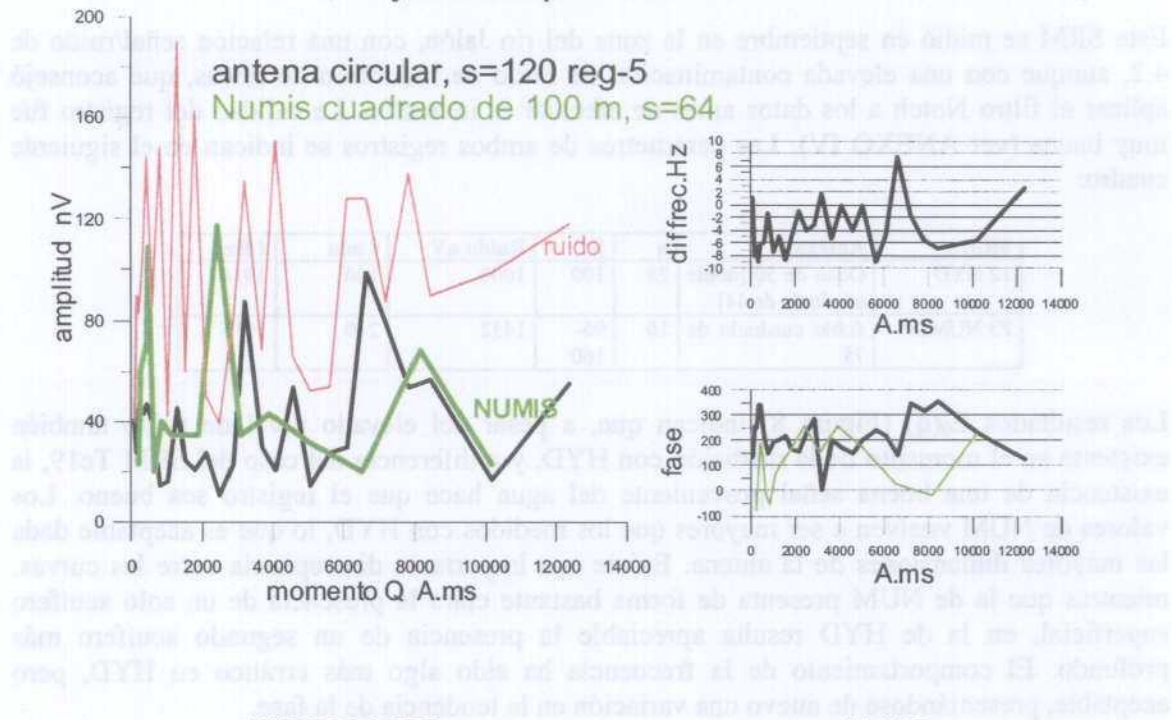


Figura 7 Resultados de la medición e inversión del SRM Te19 -reg 5

SRM P3 reg-12

Este SRM se midió en septiembre en la zona del río Jalón, con una relación señal/ruido de 4.2, aunque con una elevada contaminación de ruido de inducción de líneas, que aconsejó aplicar el filtro Notch a los datos antes de efectuar la inversión. La calidad del registro fue muy buena (ver ANEXO IV). Los parámetros de ambos registros se indican en el siguiente cuadro:

SRM	Antena	q	S	Ruido nV	t min	f Hz
12 HYD	Ocho de 50 [doble cuadrado de 44]	28	100	1000	140	1914
P3 NUMIS	doble cuadrado de 75	16	96-160	1452	210	1915

Los resultados $E_0(q)$ (Figura 8) indican que, a pesar del elevado nivel de ruido también existente en el momento de la medición con HYD, y a diferencia del caso del SRM Te19, la existencia de una buena señal proveniente del agua hace que el registro sea bueno. Los valores de NUM vuelven a ser mayores que los medidos con HYD, lo que es aceptable dada las mayores dimensiones de la antena. Existe una importante discrepancia entre las curvas: mientras que la de NUM presenta de forma bastante clara la presencia de un solo acuífero superficial, en la de HYD resulta apreciable la presencia de un segundo acuífero más profundo. El comportamiento de la frecuencia ha sido algo más errático en HYD, pero aceptable, presentándose de nuevo una variación en la tendencia de la fase.

Respecto de la inversión, los datos aportados por el sondeo mecánico próximo son los siguientes:

Sondeo 2616/3/242 (P3)

Prof_ini	Prof_fin	Litología	Edad	Comentarios
0	18	gravas	pliocuatern.	
18	132	arcillas+gravas	Terciario	
132	208	margas	Terciario	

El acuífero del Pliocuaternalio es cualitativamente detectado por ambos sistemas, pero nuevamente la solución dada por HYD es mucho más concentrada. El parámetro de regularización usado en NUM fue de 206, y, como ya se desprendía de la curva $E_0(q)$, no se ve la presencia de un acuífero inferior. Para los tramos coincidentes en ambas soluciones, el valor de la permeabilidad es análogo.

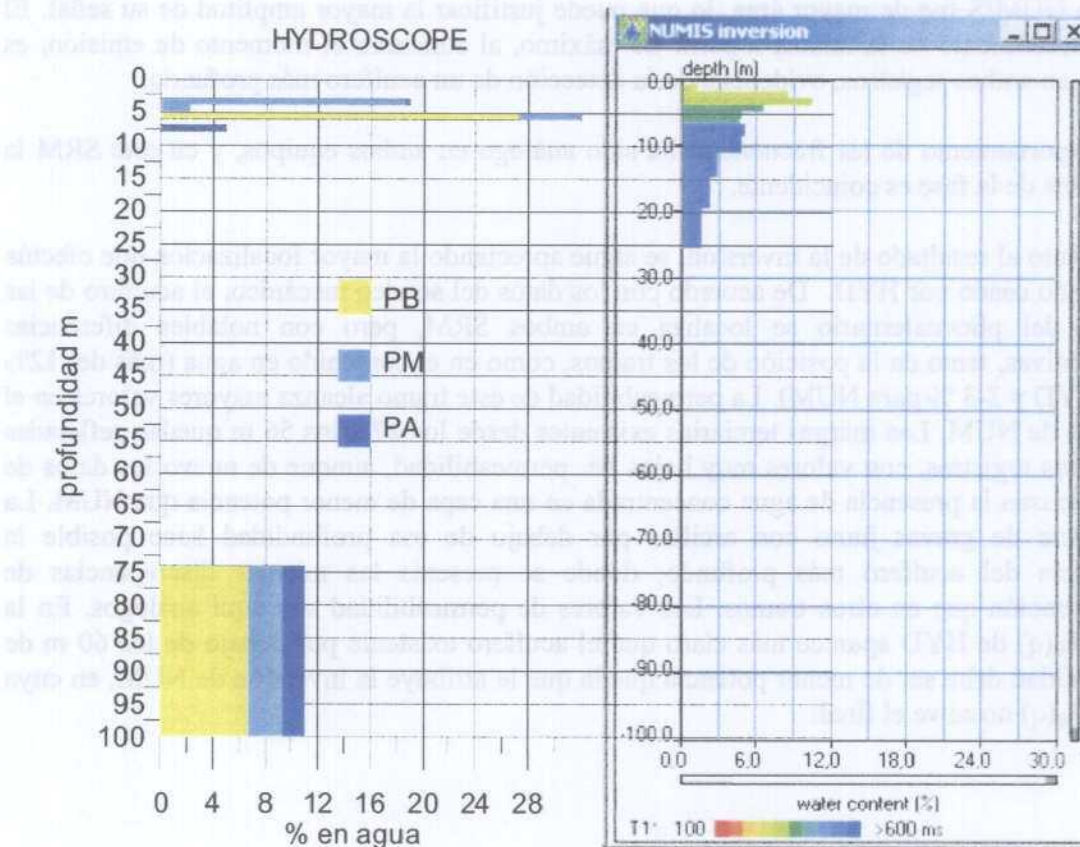
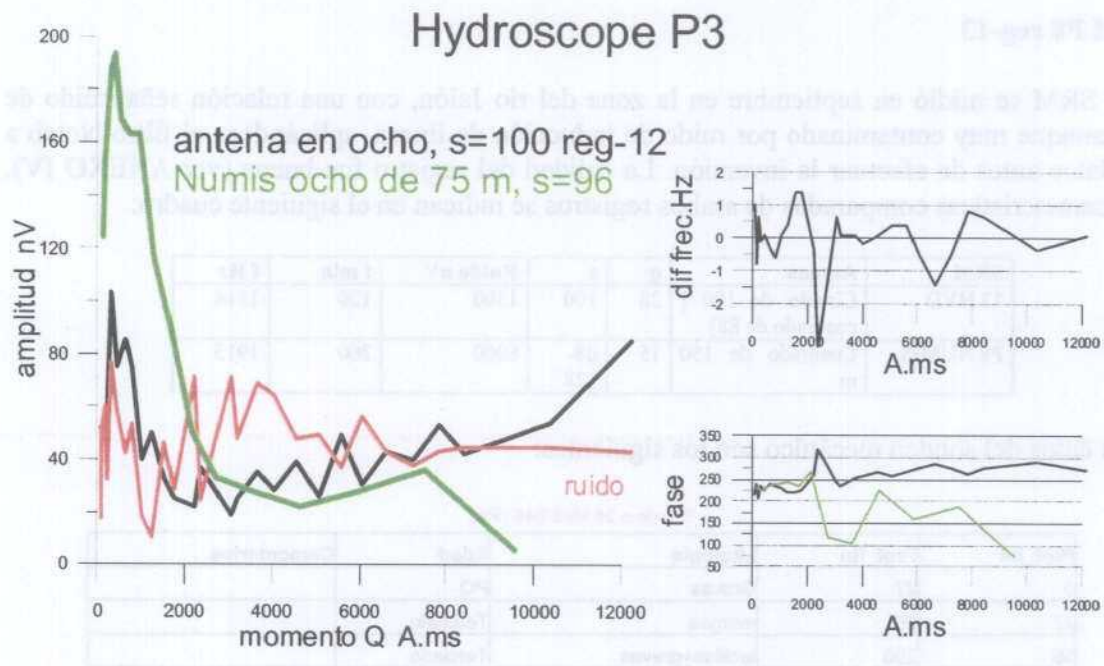


Figura 8 Resultado de la medición e inversión del SRM P3 reg-12

SRM P8 reg-13

Este SRM se midió en septiembre en la zona del río Jalón, con una relación señal/ruido de 1.5, aunque muy contaminado por ruido de inducción de líneas, aplicándose el filtro Notch a los datos antes de efectuar la inversión. La calidad del registro fue buena (ver ANEXO IV). Las características comparadas de ambos registros se indican en el siguiente cuadro:

SRM	Antena	q	s	Ruido nV	t min	f Hz
13 HYD	Circulo de 100 [cuadrado de 88]	28	100	1500	120	1914
P8 NUMIS	Cuadrado de 150 m	15	68-128	6000	260	1915

y los datos del sondeo mecánico son los siguientes:

Sondeo 2616/3/246 (P8)

Prof_ini	Prof_fin	Litología	Edad	Comentarios
0	27	Gravas	PQ	
27	56	margas	Terciario	
56	200	arcillas+gravas	Terciario	

En la Figura 9 quedan sintetizados los resultados comparativos. La antena utilizada en el equipo NUMIS fue de mayor área, lo que puede justificar la mayor amplitud de su señal. El lento decaimiento de la misma a partir de máximo, al aumentar el momento de emisión, es visible en ambos registros, evidenciando la detección de un acuífero más profundo.

El comportamiento de las frecuencias ha sido análogo en ambos equipos, y en este SRM la tendencia de la fase es coincidente.

En cuanto al resultado de la inversión, se sigue apreciando la mayor focalización que efectúa el método usado por HYD. De acuerdo con los datos del sondeo mecánico, el acuífero de las gravas del pliocuaternario se localiza en ambos SRM, pero con notables diferencias cuantitativas, tanto en la posición de los tramos, como en el contenido en agua (más del 12% para HYD y 2-3 % para NUM). La permeabilidad de este tramo alcanza mayores valores en el registro de NUM. Las margas terciarias existentes desde los 27 a los 56 m quedan reflejadas en ambos registros, con valores muy bajos de permeabilidad, aunque de nuevo los datos de HYD acusan la presencia de agua concentrada en una capa de menor potencia que NUM. La existencia de gravas junto con arcillas por debajo de esa profundidad hace posible la existencia del acuífero más profundo, donde se presenta las mismas discrepancias de concentración que en otros tramos. Los valores de permeabilidad son aquí análogos. En la curva $E_0(q)$ de HYD aparece más claro que el acuífero existente por debajo de los 60 m de profundidad debe ser de menor potencia que la que le atribuye la inversión de NUM, en cuya curva $E_0(q)$ no se ve el final.

Hydroscope P8

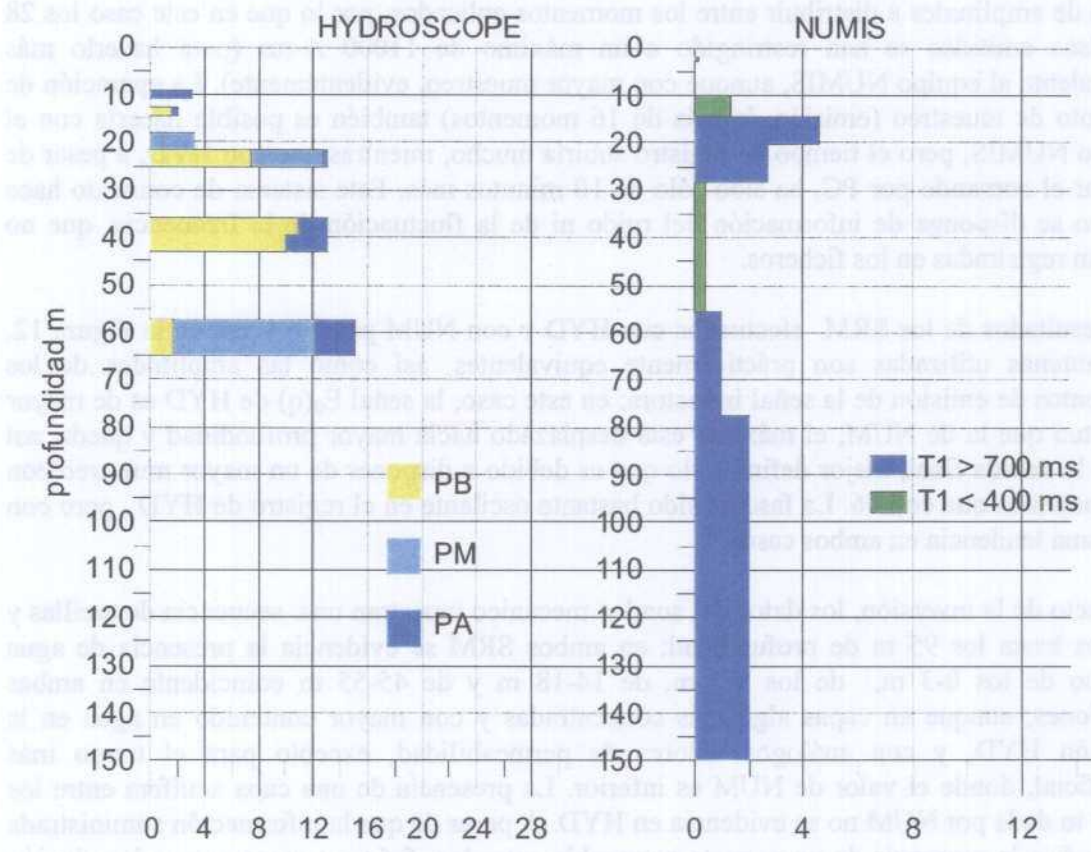
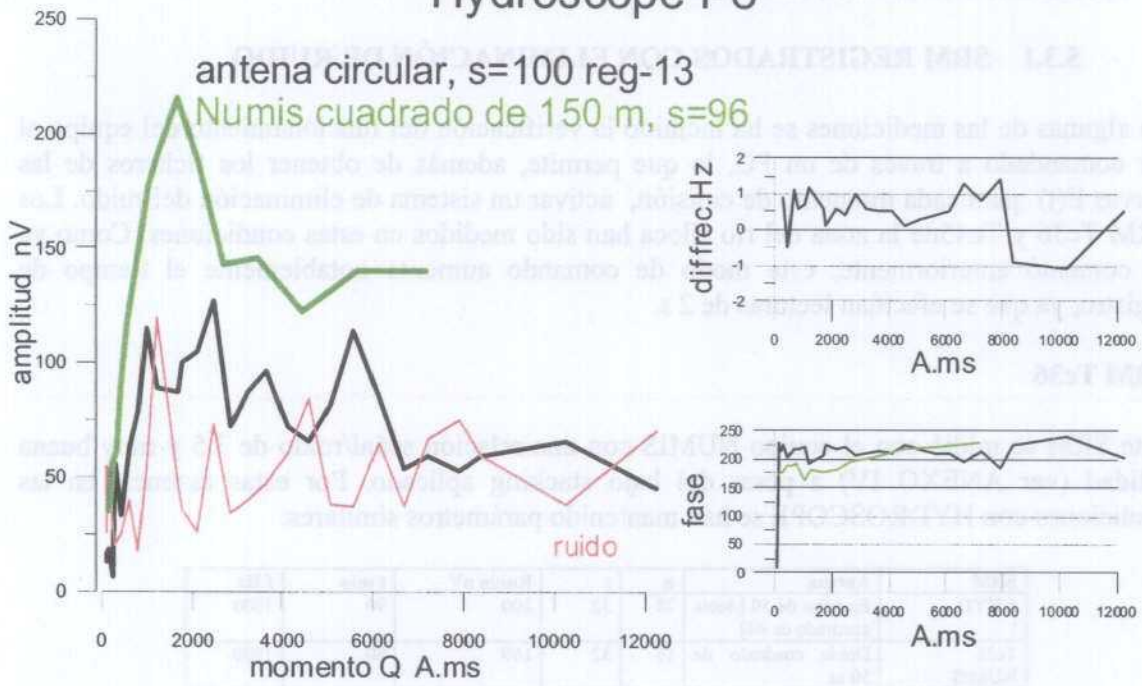


Figura 9 Resultado de la medición e inversión del SRM P8 reg-13

5.3 MEDICIONES COMANDADAS POR PC

5.3.1 SRM REGISTRADOS CON ELIMINACIÓN DE RUIDO

En algunas de las mediciones se ha incluido la verificación del funcionamiento del equipo al ser comandado a través de un PC, lo que permite, además de obtener los ficheros de las curvas $E(t)$ para cada momento de emisión, activar un sistema de eliminación del ruido. Los SRM Tc36 y Te45 de la zona del río Jiloca han sido medidos en estas condiciones. Como ya se comentó anteriormente, este modo de comando aumenta notablemente el tiempo de registro, ya que se efectúan lecturas de 2 s.

SRM Tc36

Este SRM se midió con el equipo NUMIS con una relación señal/ruido de 3.5 y muy buena calidad (ver ANEXO IV) a pesar del bajo stacking aplicado. Por estas razones, en las mediciones con HYDROSCOPE se han mantenido parámetros similares:

SRM	Antena	q	s	Ruido nV	t min	f Hz
6 HYD	En ocho de 50 [doble cuadrado de 44]	28	32	200	90	1900
Tc36 NUMIS	Doble cuadrado de 50 m	16	32	160	80	1900

Es notable la corta duración del registro 6, a pesar de estar midiendo series de 2 s y 28 momentos. El comando por PC permite, al igual que en el sistema NUMIS, seleccionar el rango de amplitudes a distribuir entre los momentos aplicados, por lo que en este caso los 28 impulsos emitidos se han restringido a un máximo de 11000 A-ms (para hacerlo más equivalente al equipo NUMIS, aunque con mayor muestreo, evidentemente). La operación de aumento de muestreo (emisión de más de 16 momentos) también es posible hacerla con el equipo NUMIS, pero el tiempo de registro subiría mucho, mientras que con HYD, a pesar de utilizar el comando por PC, ha sido sólo de 10 minutos más. Este sistema de comando hace que no se disponga de información del ruido ni de la fluctuación de la frecuencia, que no quedan registradas en los ficheros.

Los resultados de los SRM efectuados con HYD y con NUM pueden verse en la Figura 12. Las antenas utilizadas son prácticamente equivalentes, así como las amplitudes de los momentos de emisión de la señal inductora; en este caso, la señal $E_0(q)$ de HYD es de mayor amplitud que la de NUM, el máximo está desplazado hacia mayor profundidad y queda, así como la subida final, mejor definido, lo que es debido a disponer de un mayor muestreo con 28 momentos que con 16. La fase ha sido bastante oscilante en el registro de HYD, pero con la misma tendencia en ambos casos.

Respecto de la inversión, los datos del sondeo mecánico muestran una secuencia de arcillas y margas hasta los 95 m de profundidad; en ambos SRM se evidencia la presencia de agua entorno de los 0-3 m, de los 5-7 m, de 14-18 m y de 45-55 m coincidente en ambas soluciones, aunque en capas algo más concentradas y con mayor contenido en agua en la solución HYD, y con análogos valores de permeabilidad, excepto para el tramo más superficial, donde el valor de NUM es inferior. La presencia de una capa acuífera entre los 25-30 m dada por NUM no se evidencia en HYD. A pesar de que la información suministrada sólo indica la presencia de un paquete permeable entre los 5-6 m, pensamos que la solución ofrecida por estos SRM es bastante probable que sea correcta. El mayor muestreo de la curva HYD ha permitido nuevamente acotar mejor la potencia del acuífero más profundo.

Sondeo 2621-3-37 Tc36(To4)

Prof_ini	Prof_fin	Litología	Edad	Comentarios
0	5	Arcillas		
5	6	arcillas y gravas		acuifero
6	27	Arcillas		
27	31	Margas		
31	37	Arcillas		
37	49	Margas		
49	58	Arcillas		
58	95	Margas		
95	97	Calizas		
97	101	Arcillas		
101	130	Calizas		acuifero 108-119 m

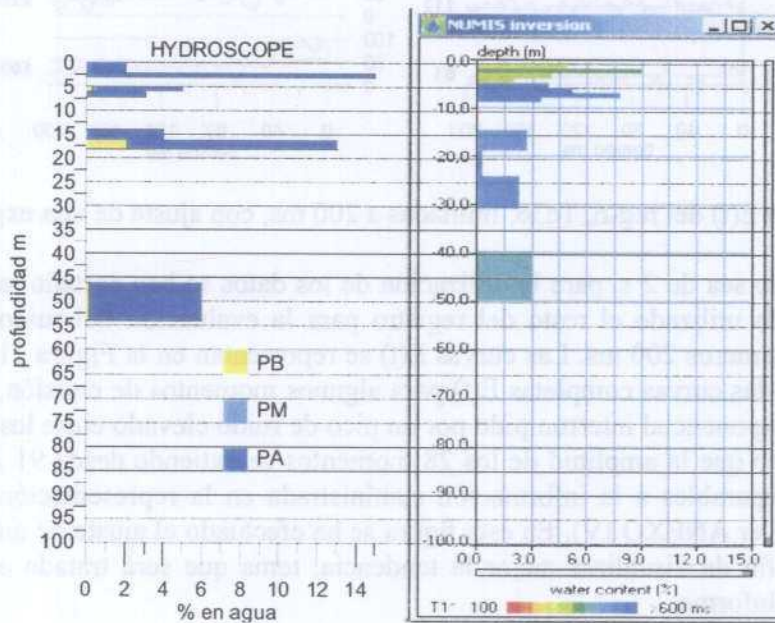
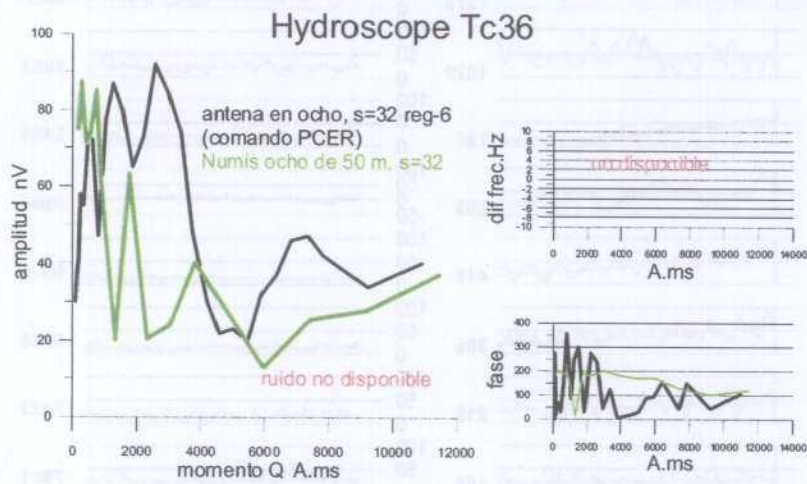


Figura 12 Resultado de la medición e inversión del SRM Tc-36, reg-6

Hydroscope Tc36 reg-6

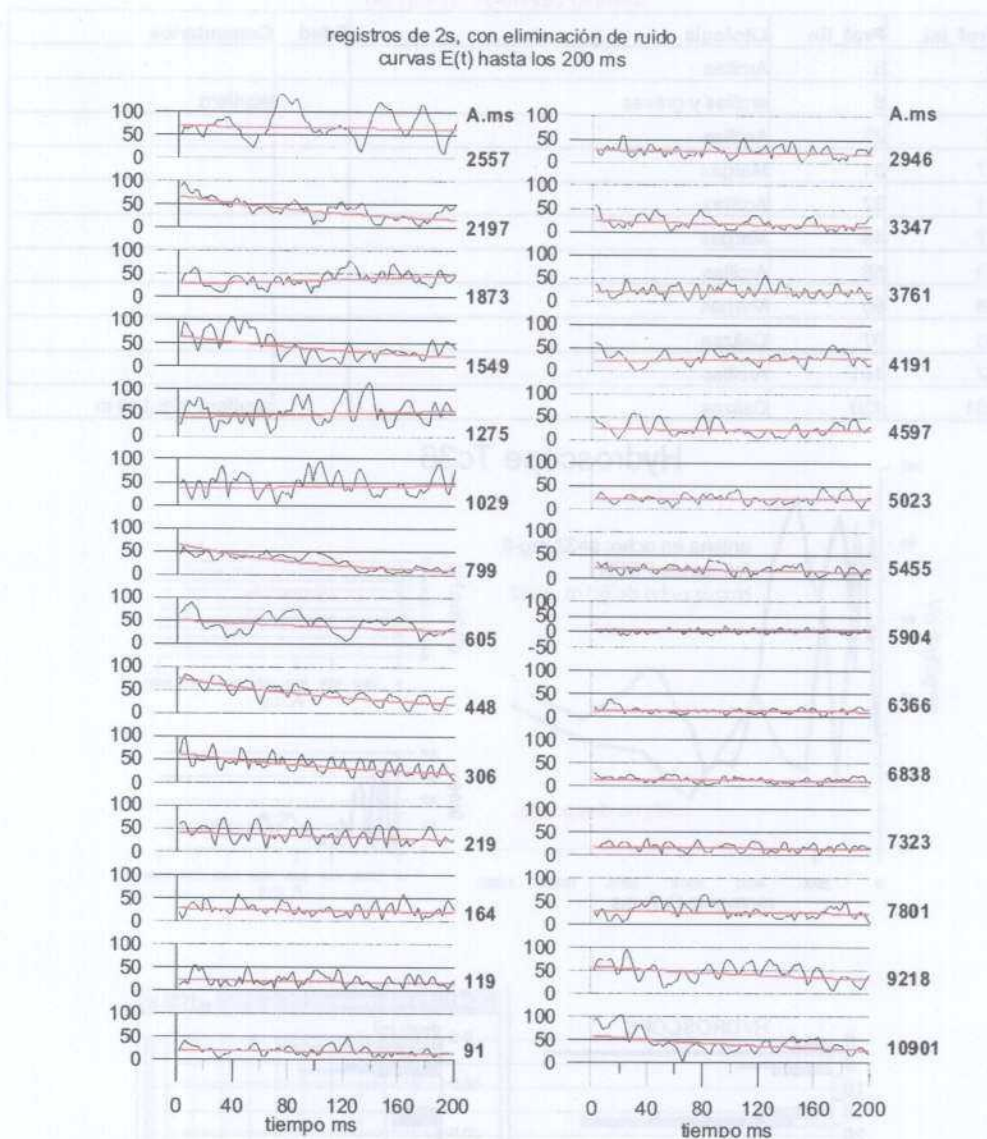


Figura 11. Curvas E(t) del reg-6, Tc36, limitadas a 200 ms, con ajuste de una exponencial

Aunque el registro sea de 2 s, para la utilización de los datos se han cortado las series a 200 ms, habiendo sido utilizado el resto del registro para la evaluación del ruido, que ha sido “restado” a los primeros 200 ms. Las curvas E(t) se representan en la Figura 11 (en la Figura 17 se reproducen las curvas completas E(t) para algunos momentos de emisión, apreciándose un decaimiento exponencial interrumpido por un pico de ruido elevado entre los 300-450 ms), donde puede verse que la amplitud de los 28 momentos se extiende desde 91 A.ms a 10901 A.ms, y son comparables a la información suministrada en la representación de datos del equipo NUMIS (ver ANEXO IV). En esta figura se ha efectuado el ajuste de una exponencial a cada curva, a fin de visualizar mejor la tendencia, tema que será tratado en un capítulo posterior de este Informe.

SRM Te45

La medición de este SRM con el equipo NUMIS en septiembre de 2002 obtuvo una relación señal/ruido de 2.5 y muy buena calidad, aunque no pudieron medirse los momentos de más de 6000 A.ms (ver ANEXO IV). Los parámetros utilizados han sido los siguientes:

SRM	Antena	q	s	Ruido nV	t min	f Hz
7 HYD	Círculo de 100 [cuadrado de 88]	28 (21)	120	4000	330	1900
Te45 NUMIS	Doble cuadrado de 75 m	14	64	300	110	1903

El registro con HYD sufrió muchas paradas debido al nivel de ruido, no resultando finalmente válido a partir del momento 21, para $q > 6700$ A.ms (se efectuó con stacking de 32 para $q=23$, bajando a stacking de 4 para $q=24$ hasta 28, con la única finalidad de concluir la secuencia de grabación). Los registros fueron de 500 ms, representándose en la Figura 13 los primeros 200 ms de las curvas $E(t)$ para cada momento, apreciándose que a partir del momento 21 la amplitud pasa bruscamente desde menos de 400 nV a más de 1000 nV (indirectamente, esto pone de evidencia la eficacia del stacking, ya que esta mayor amplitud no es debida nada más que al ruido).

Hydroscope Te45 reg-7

registro de 500 ms, con eliminación de ruido
momentos 23 a 28 no válidos
curvas $E(t)$ limitadas a 200 ms

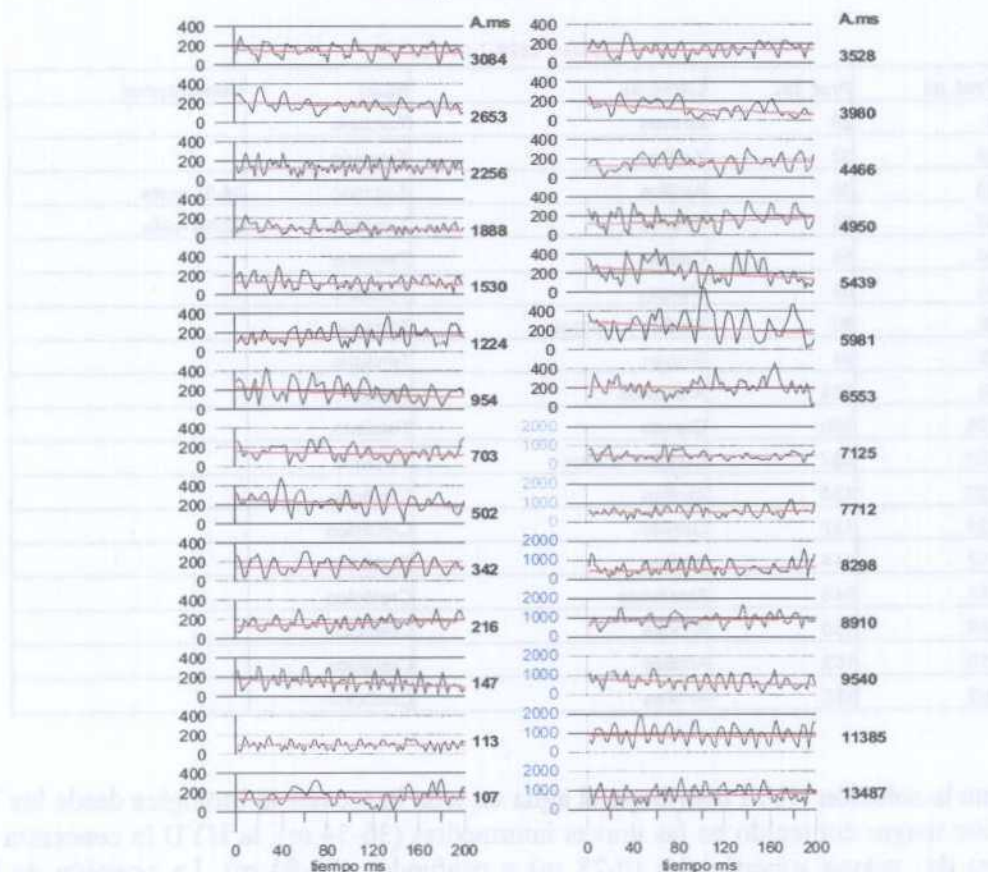


Figura 13 Curvas $E(t)$ del SRM Te-45 reg-7, limitadas a los primeros 200 ms. No son válidos los resultados para $q > 21$.

La antena empleada en HYD es algo mayor que la utilizada en NUM, con la diferencia de que con este equipo se empleó doble bucle, por lo que el ruido quedó mas amortiguado. El utilizar este diseño de antena en HYD hubiera forzado (ante la no disponibilidad de cable suficiente) a una antena equivalente a un doble cuadrado de solo 44 m de lado, y por tanto menos comparable con la utilizada en NUM. Esta diferencia de antenas pensamos que no es suficiente para justificar la gran diferencia de amplitud de la señal leída por ambos equipos (Figura 14), y que está probablemente influenciada por el nivel de ruido mucho más elevado durante la medición del HYD. Al haberse utilizado el comando a través de PC, no se dispone en los ficheros de campo de información sobre el ruido que pueda apoyar esta hipótesis. Aparte de la diferencia de amplitud, las curvas $E_0(q)$ son muy discrepantes en su tendencia final, por lo que posiblemente habría que no considerar la curva de HYD a partir de $q=18$ (4460 A.ms). El comportamiento de la fase, bastante variable en HYD, mantiene sin embargo la misma tendencia en ambas mediciones.

Por lo que respecta a la inversión de los datos, es muy diferente, como no cabría esperar otra cosa ante las grandes diferencias de las curvas $E_0(q)$ obtenidas. La diferencia entre la solución NUM, más suavizada (con parámetro de regularización de 976) y la HYD, muy focalizada en pocas capas muy estrechas, es exagerada en esta ocasión, dado que los niveles de agua inferiores al 2% en un caso, y del 30% en el otro difícilmente podrían interpretarse como soluciones equivalentes, en el sentido de que la cantidad de agua integrada para ambas funciones $w(z)$ fuera similar. La información suministrada por el sondeo mecánico es la siguiente:

Sondeo 2620-7-034 Te45

Prof_ini	Prof_fin	Litología	Edad	Comentarios
0	28	Gravas	Terciario	
28	33	Arcillas	Terciario	
33	36	Arcillas	Terciario	34-37 rejilla
36	54	Gravas	Terciario	52-56 rejilla
54	59	Calizas	Terciario	
59	60	Margas	Terciario	
60	86	Arcillas y Margas	Terciario	
86	94	Gravas	Terciario	
94	124	Areniscas	Terciario	
124	130	Gravas	Terciario	
130	132	Conglomerados	Terciario	
132	134	Arcillas	Cretácico	
134	137	Gravas	Cretácico	
137	144	Arcillas	Cretácico	
144	148	Areniscas	Cretácico	
148	150	Arcillas	Cretácico	
150	153	Arcillas	Cretácico	
153	155	Arcillas	Cretácico	

Mientras que la solución NUM distribuye el agua en toda la secuencia litológica desde los 7 a los 55 m, con mayor contenido en las gravas intermedias (36-54 m), la HYD la concentra en los paquetes de gravas superficiales (0-28 m) y profundos (86-94 m). La posición de los filtros ratifica en cierta forma la solución NUM. No obstante, y a la vista de que los valores de la curva $E_0(q)$ medida con HYD son de notable mayor amplitud que la medida en septiembre con el equipo NUM, puede suceder que, tanto aquí como en emplazamiento del

Tc36, la existencia del agua superficial se deba a las recientes lluvias, aunque esto no justificaría el resto de las diferencias.

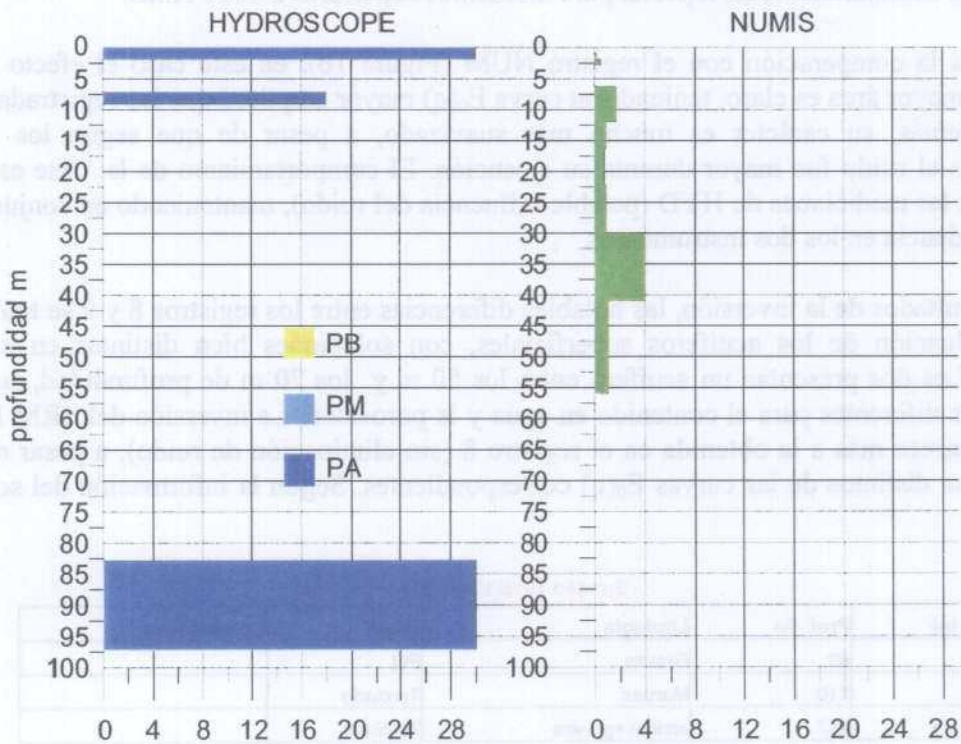
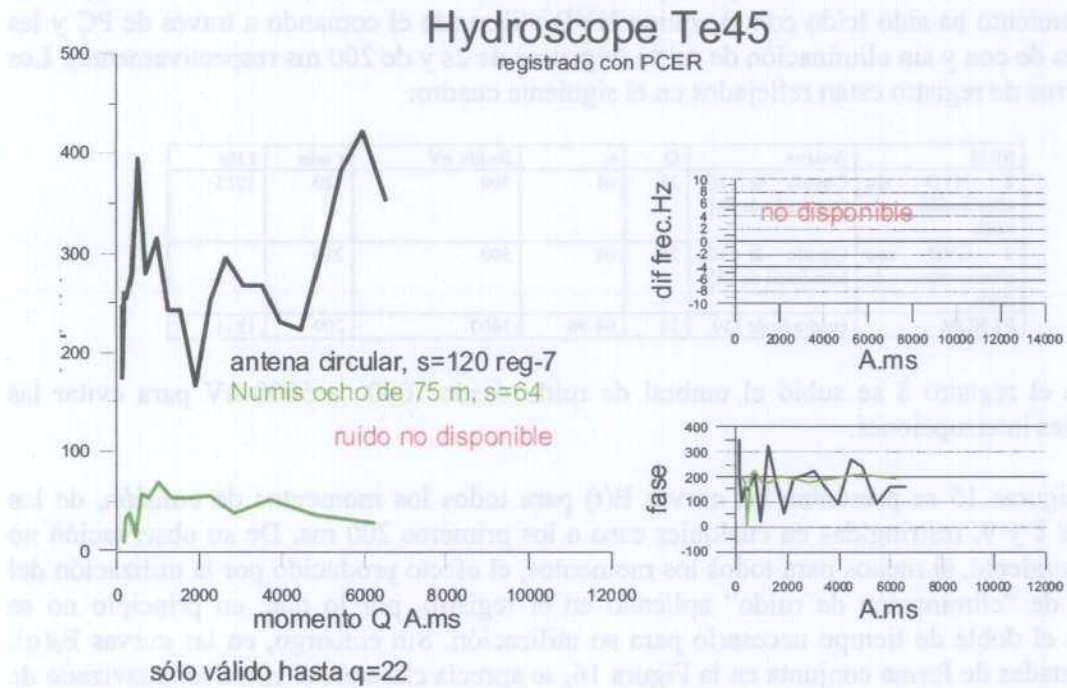


Figura 14 Resultado de la medición e inversión del SRM Te45 reg-7

5.3.2 SRM EFECTUADOS CON Y SIN ELIMINACIÓN DE RUIDO

El SRM P7, zona del río Jalón, se registro con el equipo NUMIS en septiembre de 2002, con una relación señal/ruido de 2.7 y muy buena calidad de datos (ver ANEXO IV). Este emplazamiento ha sido leído con el equipo HYD utilizando el comando a través de PC y las variantes de con y sin eliminación de ruido (registros de 2s y de 200 ms respectivamente). Los parámetros de registro están reflejados en el siguiente cuadro:

SRM	Antena	Q	s	Ruido nV	t min	f Hz
8 HYD sin eliminación de ruido	Circulo de 100 [cuadrado de 88]	28	64	500	120	1915
9 HYD con eliminación de ruido	Circulo de 100 [cuadrado de 88]	28	64	500	250	
P7 NUM	cuadrado de 150	16	64-96	1400	200	1914

Durante el registro 8 se subió el umbral de ruido desde 1000 a 5000 nV para evitar las frecuentes interrupciones.

En la Figuras 15 se presentan las curvas $E(t)$ para todos los momentos de emisión, de los registros 8 y 9, restringidas en cualquier caso a los primeros 200 ms. De su observación no resulta evidente, al menos para todos los momentos, el efecto producido por la utilización del sistema de "eliminación de ruido" aplicado en el registro, por lo que, en principio no se justifica el doble de tiempo necesario para su utilización. Sin embargo, en las curvas $E_0(q)$, representadas de forma conjunta en la Figura 16, se aprecia claramente el mayor suavizado de la curva del registro 9, lo que hace pensar que los valores del registro 8 están efectivamente mucho más contaminados, en especial para momentos superiores a 4000 A.ms.

Respecto a la comparación con el registro NUM (Figura 16), en este caso el efecto de la antena de mayor área es claro, teniendo su curva $E_0(q)$ mayor amplitud que las registradas con HYD. Además, su carácter es mucho más suavizado, a pesar de que según los datos disponibles el ruido fue mayor durante su ejecución. El comportamiento de la fase es muy errático en las mediciones de HYD (posible influencia del ruido), manteniendo en conjunto la misma tendencia en los dos instrumentos.

En los resultados de la inversión, las notables diferencias entre los registros 8 y 9 se traducen en la evaluación de los acuíferos superficiales, con soluciones bien distintas en ambos registros. Los dos presentan un acuífero entre los 50 m y los 70 m de profundidad, aunque con valores diferentes para el contenido en agua y la porosidad. La inversión del SRM P7 de NUM se parece más a la obtenida en el registro 8 (sin eliminación de ruido), a pesar de los aspectos tan distintos de las curvas $E_0(q)$ correspondientes. Según la información del sondeo mecánico:

Sondeo 2616/3/245 (P7)

Prof_ini	Prof_fin	Litología	Edad	Comentarios
0	40	Gravas	PQ	
40	110	Margas	Terciario	
110	237	arcillas+gravas	Terciario	

cualquier solución dentro del pliocuatenario es viable, presentando nuevamente las soluciones HYD capas con contenidos en agua superiores y más estrechas. La existencia del acuífero en las margas terciarias en menos creíble, aunque la presentan todos los registros.

Hydroscope P7 antena circular, s=64

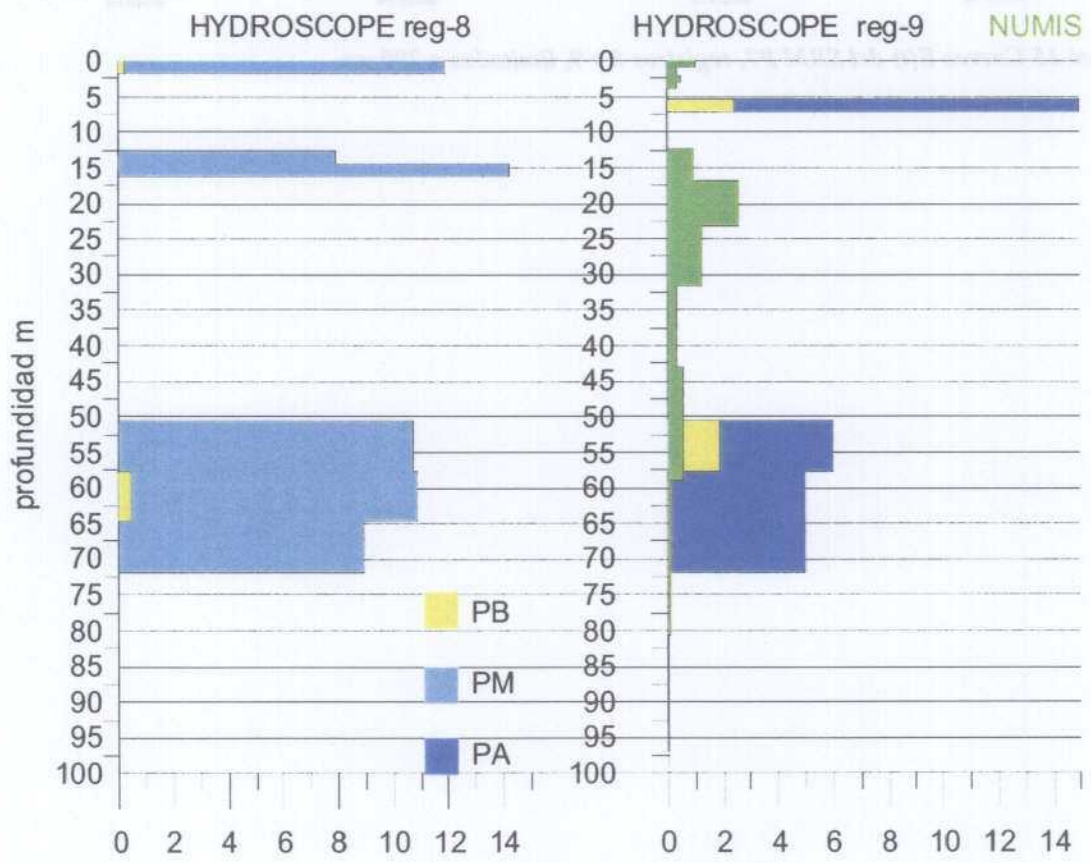
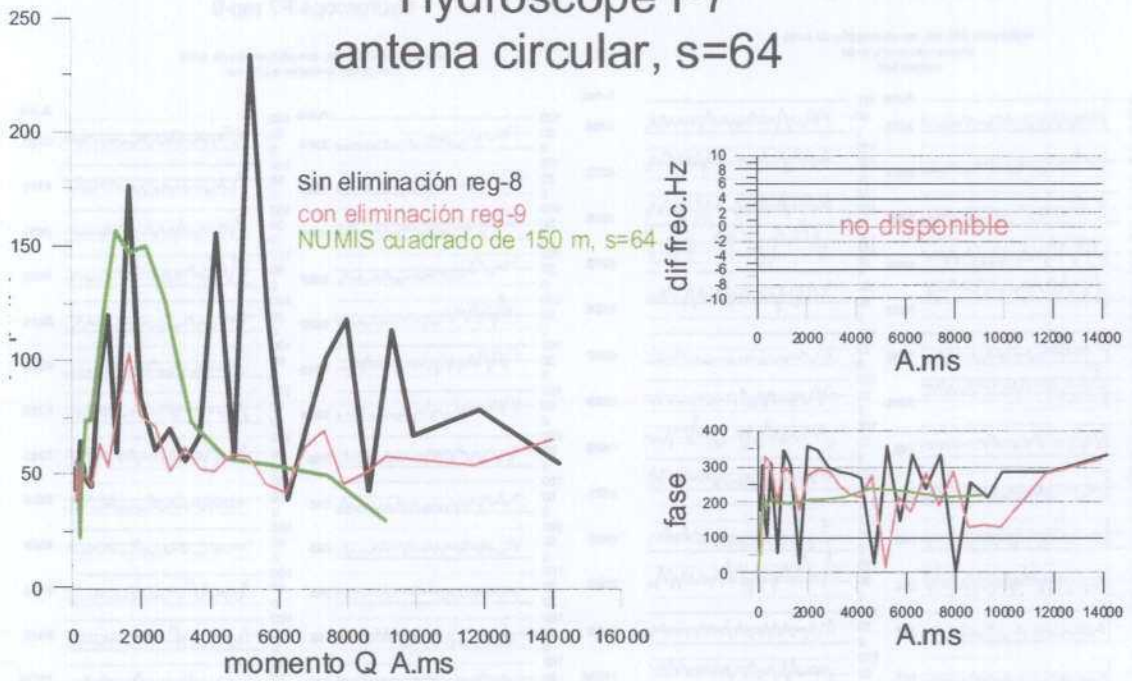
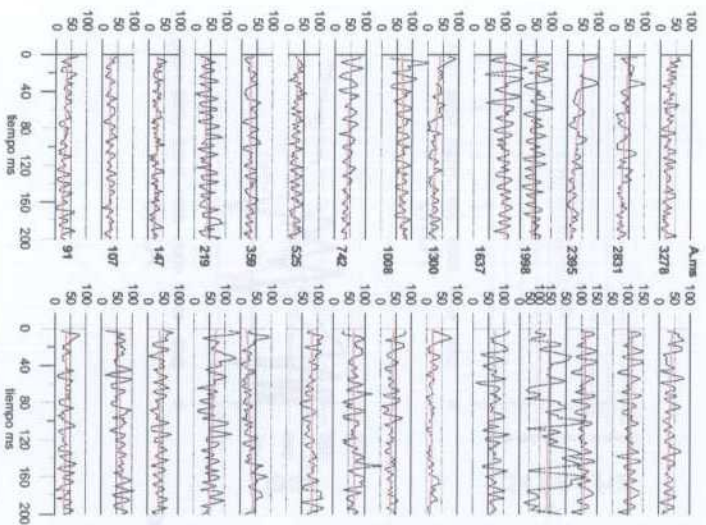


Figura 16 Medición e inversión del SRM P7 registros 8 y 9.

Hydroscope P7 reg-8

registro de 200 ms, sin eliminación de ruido
antena en circuito, s=4
curvas E(t)



Hydroscope P7 reg-9

registros de 2000 ms, con eliminación de ruido
curvas E(t) limitadas a 200 ms

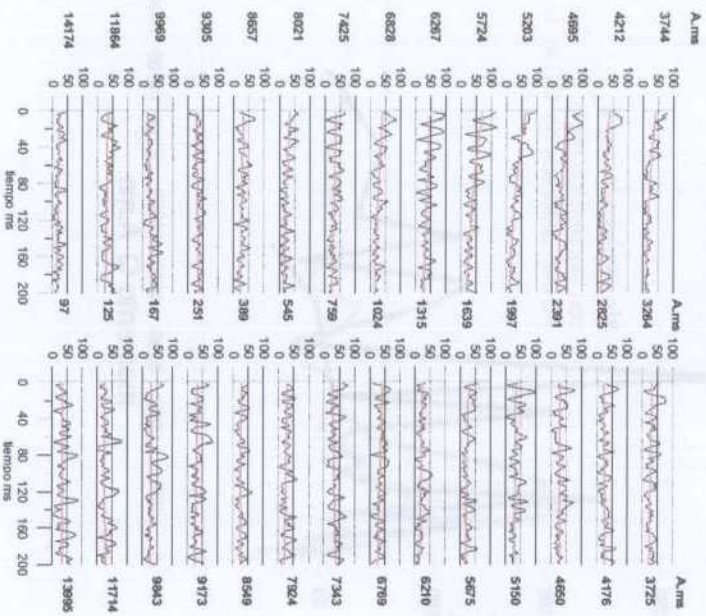


Figura 15 Curvas E(t) del SRM P7, registros 8 y 9, limitadas a 200 ms.

5.4 ANÁLISIS DE LA DESCOMPOSICIÓN DE CURVAS E(t)

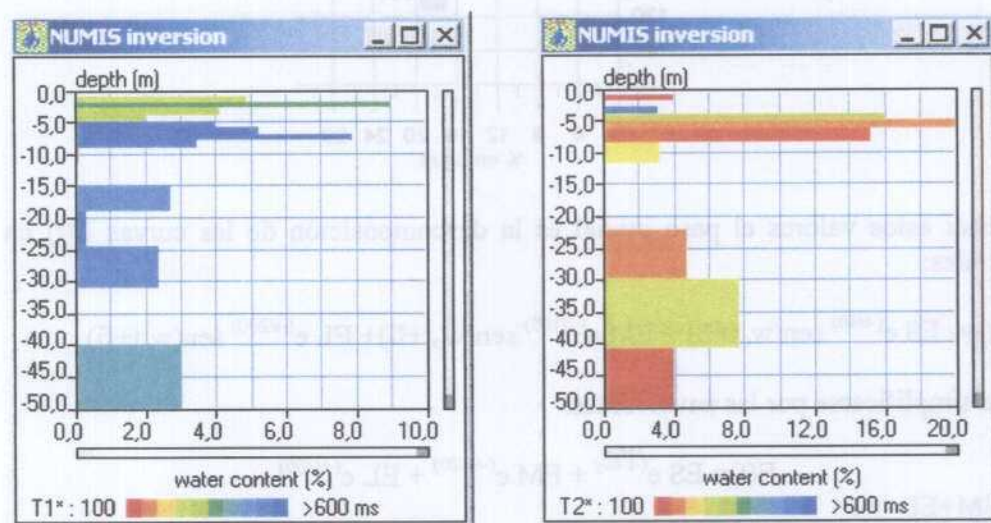
Una de las mayores diferencias entre el tratamiento de datos efectuados con la instrumentación NUMIS e HYDROSCOPE es la forma de proporcionar los resultados de la medición y de la inversión. En NUMIS a cada curva de campo E(t) obtenida con la emisión de cada momento q A.ms se le ajusta una función del tipo

$$E(t) = E_0 \text{sen}(w_0 t + f_i) \exp(-t/T_2^*)$$

con $w_0 = 2 \pi f$, f frecuencia, y $f_i = \text{desfase}$. A efectos prácticos puede tomarse sólo la envolvente de la señal recibida:

$$E(t) = E_0 \exp(-t/T_2^*)$$

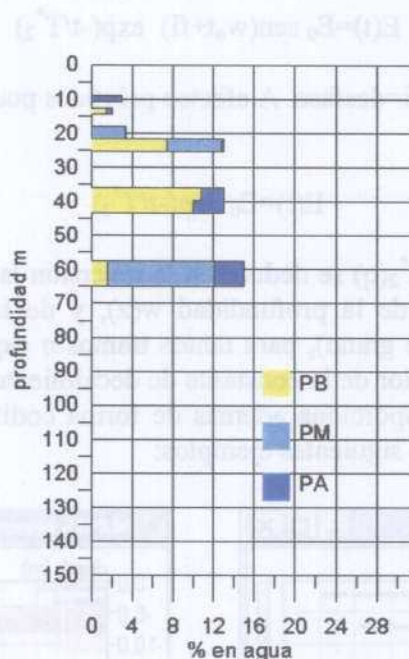
De los valores de $E_0(q)$ y de $T_2^*(q)$ se deduce en la inversión la distribución del contenido en agua (porosidad) en función de la profundidad $w(z)$, y de la constante de tiempo $T_2^*(z)$ (relacionado con el tamaño de grano), para tantos tramos o capas como momentos emitidos (en el proceso estándar). El valor de la constante de decaimiento, que puede ser T_1 en caso de emisión de dos pulsos, se proporciona además de forma codificada en color en las salidas gráficas, como se indica en los siguientes ejemplos:



En la siguiente tabla se recoge la relación empírica entre el valor de T_2^* y la litología (tamaño medio de los granos), y a su vez con T_1 , aceptando que este valor es aproximadamente $1.5 T_2^*$. Se indica también la gama de colores de representación que corresponde a cada constante. En el uso de esta información debe tenerse en cuenta que se trata de indicaciones aproximativas, basadas en aspectos generales del fenómeno físico de la resonancia magnética protónica, y no calibradas expresamente para la zona de trabajo.

relación entre valores de las constantes de tiempo, la litología y el color de las escalas de representación				
T2* ms	color T2*	litología	T1 ms	color T1
<30		arcilla	<45	
30-60	Rojo	arenas muy finas, arenas arcillosas	45-90	rojo
60-120	Rojo a naranja	arenas finas	90-180	naranja a naranja claro
120-180	naranja claro	arenas medias	180-270	amarillo
180-300	amarillo-a verde claro	arenas gruesas, arenas con grava	270-450	verde claro a azul
300-600	verde oscuro a azul	gravas	450-900	azul claro a oscuro
>600		agua	>900	

Sin embargo, en la inversión hecha por HYDROSCOPE se proporcionan, para 26 capas del subsuelo, los valores del contenido en agua distribuidos en tres intervalos de porosidad, definidos como baja, media y alta (PB, PM y PA) según el valor de la constante de decaimiento: 40, 100 y 200 ms, que se correspondería a materiales ricos en arcillas, arenas finas y arenas medias-gruesas. Estos tramos han sido codificados en color en las representaciones utilizadas en este Informe de acuerdo al siguiente criterio:



Para obtener estos valores el paso inicial es la descomposición de las curvas $E(t)$ en tres exponenciales:

$$E(t) = ES e^{(-t/40)} \text{sen}(w_0 t + f_i) + EM e^{(-t/100)} \text{sen}(w_0 t + f_i) + EL e^{(-t/200)} \text{sen}(w_0 t + f_i)$$

que puede simplificarse por las envolventes:

$$E(t) = ES e^{(-t/40)} + EM e^{(-t/100)} + EL e^{(-t/200)}$$

con $ES + EM + EL = E_0$

Cuando el instrumento es comandado internamente, en los ficheros de campo tipo `data_xx.dat` se suministran los valores de ES , EM , EL y E_0 para cada valor del momento Q de emisión, pero no se dispone de las curvas $E(t)$. Cuando se utiliza la forma de comando externo, a través de PC, el fichero `E(q)xx.dat` contiene la información del valor de E_0 para cada momento Q de emisión, y el fichero generado posteriormente `Data_xx.inp` contiene de forma secuencial los valores de ES , EM y EL para cada momento. Además, se obtienen los ficheros con los valores $E(t)$ para cada uno de los 28 momentos de emisión. Por lo tanto, el estudio de cómo se lleva a cabo la descomposición de la curva $E(t)$ en tres componentes sólo puede hacerse cuando los datos se han tomado con comando externo.

Este es el caso de los SRM Tc36, Te45 y P7 efectuados en este trabajo. A partir de las correspondientes curvas $E(t)$, representadas en las Figuras 11, 13 y 15 respectivamente, se han seleccionado una serie de momentos de emisión, tomando como criterio aquellos en los que es más evidente la existencia de un decaimiento exponencial de la señal en función del

tiempo, y escogiendo además los que presentan una variedad de formas de descomposición de la señal en valores ES, EM y EL. Se van a analizar por tanto las siguientes funciones $E(t)$:

SRM	registro	Q A.ms	ES nV	EM nV	EL nV	E_0 nV	Observación
Tc36	6	799	2	2	43	47	$t=2s$, PCER
Tc36	6	2197	0	0	73	73	$t=2s$, PCER
Tc36	6	2946	25	0	59	85	$t=2s$, PCER
Te45	7	147	0	0	260	260	$t=0.5s$, PCER
P7	8	2395	3	58	0	61	$t=0.2s$, PCSIN

En todos los SRM registrados en este trabajo no suelen encontrarse descomposiciones en más de uno o dos de los valores ES, EM o EL. Los primeros 2000 ms de las curvas $E(t)$ utilizadas están representadas en la Figura 17.

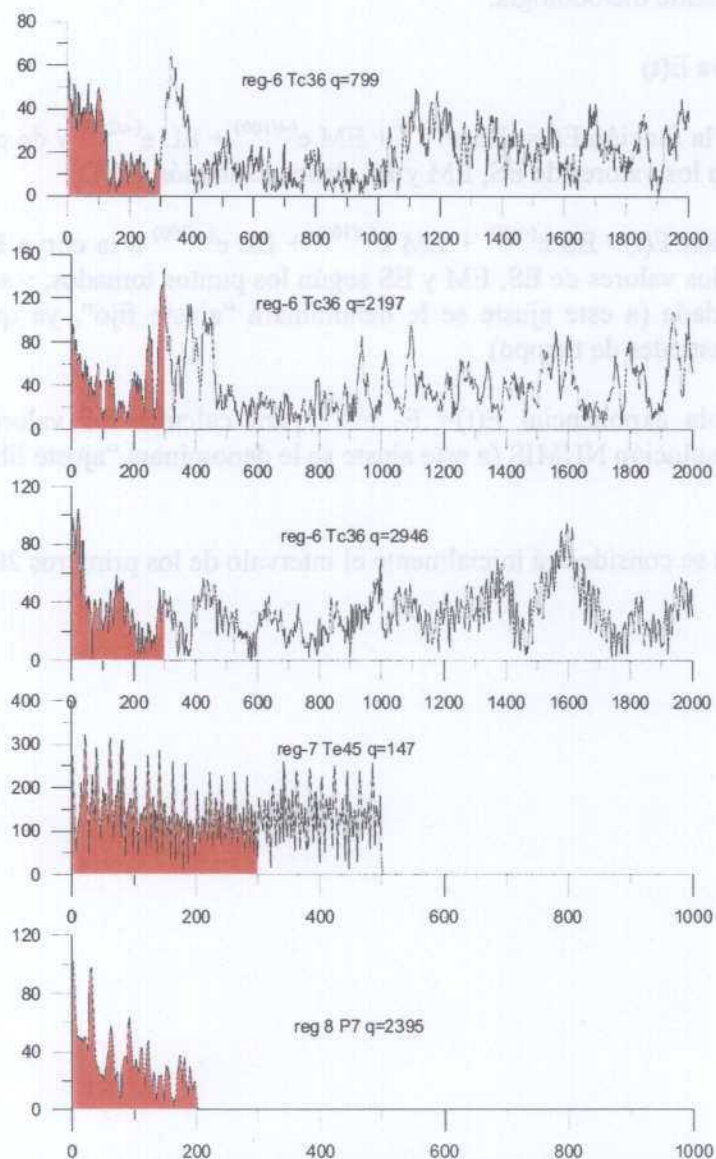


Figura 17 Curvas $E(t)$ completas de los SRM seleccionados para análisis de descomposición de exponenciales. En color se indican los primeros 300 ms.

El primer paso en la interpretación de los SRM es, precisamente, la extracción mediante cálculo de los valores de E_0 y T , o ES , EM y EL a partir de las curvas de campo $E(t)$. Con el análisis que se va a realizar se pretende ver el alcance del criterio utilizado por HYDROSCOPE de descomponer las curvas $E(t)$ en tres exponenciales, comparándolo con el criterio NUMIS de ajuste de una sola función exponencial. Es evidente que para cualquier tipo de proceso (HYD o NUM), la solución de los valores de E_0 y constante de tiempo T , depende del intervalo seleccionado de la función $E(t)$, así como del proceso de filtrado introducido en los valores de campo antes de ser utilizados para efectuar los cálculos. En este análisis se van a utilizar los valores de campo de HYDROSCOPE sin que sepamos si son estos los realmente utilizados en los cálculos, y la solución NUMIS se refiere siempre a valores $E(t)$ posteriormente manipulados mediante técnicas de filtrado; por lo tanto, hay que tener esto en cuenta a la hora de evaluar si la solución adoptada por ambos sistemas es globalmente comparable.

Se ha seguido la siguiente metodología:

- trazado de la curva $E(t)$
- superposición de la función $E(t) = ES e^{(-t/40)} + EM e^{(-t/100)} + EL e^{(-t/200)}$ y de cada una de sus componentes, con los valores de ES , EM y EL dados (Solución HYD)
- ajuste de la función $E(t) = ES e^{(-t/40)} + EM e^{(-t/100)} + EL e^{(-t/200)}$ a la curva $E(t)$ medida, lo que proporciona los valores de ES , EM y ES según los puntos tomados, y su comparación con la solución dada (a este ajuste se le denominará “ajuste fijo”, ya que se fijan los valores de las constantes de tiempo)
- ajuste de una sola exponencial $E(t) = E_0 e^{(-t/T)}$ para calcular los valores de E_0 y T equivalentes a la solución NUMIS (a este ajuste se le denominará “ajuste libre”)

Para todos los ajustes se considerará inicialmente el intervalo de los primeros 200 ms.

Análisis de la curva Tc36, q=799 A.ms:

En este SRM sólo es importante el valor de EL, con una pequeña aportación de ES y EM. En la Figura 18 se representa la curva E(t) hasta los 300 ms, máximo intervalo considerado ya que posteriormente se producen unos elevados picos de ruido (ver Figura 17). Sobre ella se ha superpuesto la exponencial HYD y sus tres componentes. La siguiente tabla resume los valores obtenidos (el símbolo * indica el ajuste más aproximado a la solución HYD):

Ajuste	intervalo	ecuacion	E0	ES	EM	EL	T2*
HYD		$E=2 \exp(-t/40)+ 2 \exp(-t/100)+ 43 \exp(-t/200)$	47	2	2	43	
Fijo	200*	$E=8 \exp(-t/40)+44 \exp(-t/200)$	52	8		44	
Libre	200	$E=65 \exp(-t/95)$	65				95
Libre	290*	$E= 48.6 \exp(-t/144.8)$	47				145

El único ajuste “fijo” encontrado con más de una exponencial en el intervalo de 200 ms proporciona valores de ES y EL ligeramente superiores a los HYD, pero es una solución aceptablemente parecida a la dada. Sin embargo, el mejor ajuste “libre” de una sola exponencial los 200 ms discrepa fuertemente de HYD, siendo necesario ampliar el intervalo hasta 290 ms, para obtener una solución bastante más parecida. En consecuencia, si se tomaran sólo los primeros 200 ms, el rango de posibles soluciones para E₀ sería de 47 a 65 nV, y el de la constante de tiempo de 95 a 200 ms.

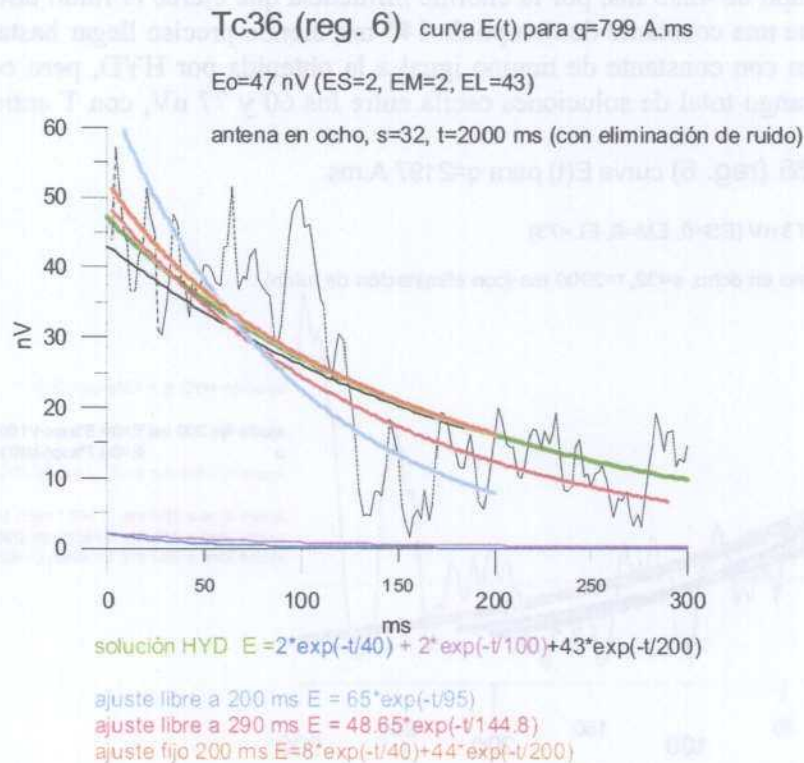


Figura 18 Ajuste de exponenciales a la curva E(t) del SRM Tc36 reg6, para q=799 A.ms

Análisis de la curva Tc36, q=2197 A.ms:

En este caso, la solución HYD sólo proporciona valor a EL. En la Figura 19 se representa la curva E(t) hasta los 300 ms, lo que incluye un pico de ruido elevado (Figura 17). Sobre ella se ha superpuesto la exponencial de la solución HYD representándose hasta los 300 ms. La siguiente tabla resume los resultados obtenidos en los demás ajustes:

Ajuste	intervalo	Ecuación	E0	ES	EM	EL	T2*
HYD		$E=73\exp(-t/200)$	73	0	0	73	
Fijo	200	$E=39.5\exp(-t/100)+36.9\exp(-t/200)$	76.4	0	39.5	36.9	
Fijo	200	$E=30.7\exp(-t/40)+54.1\exp(-t/200)$	84.8	30.7	0	54.1	
Fijo	300*	$E=77.3\exp(-t/200)$	77.3			77.3	
Libre	300	$E=40\exp(-t/4255)$	40				4255
Libre	200*	$E=68\exp(-t/145)$	68				145
Libre	218*	$E=60\exp(-t/201)$	60				201

El intento de ajuste “fijo” de una suma de exponenciales con valores fijos de la constante de tiempo de 40, 100 y 200 ms ha tenido el resultado de que para el intervalo hasta 200 ms son posibles dos soluciones totalmente equivalentes, pero que introducen valores no despreciables para ES o EM, en contra de la solución HYD, que parece haber sido obtenida para el intervalo de 300 ms, ya que sólo entonces es posible encontrar un ajuste con valor único para EL equivalente al dado, aunque este intervalo incluye el fuerte ruido existente a partir de los 230 ms. Sin embargo, la solución tipo NUM (ajuste “libre” de una sola exponencial) encontrada para el intervalo de los 300 ms no es válida, ya que da lugar a una constante de tiempo de 4255 ms, por la enorme influencia que ejerce el ruido tardío. Para los 200 ms se obtiene una constante de tiempo de 145 ms, siendo preciso llegar hasta los 218 ms para encontrar un con constante de tiempo igual a la obtenida por HYD, pero con diferente valor de E₀. El rango total de soluciones oscila entre los 60 y 77 nV, con T entre 145 y 200 ms.

Tc36 (reg. 6) curva E(t) para q=2197 A.ms

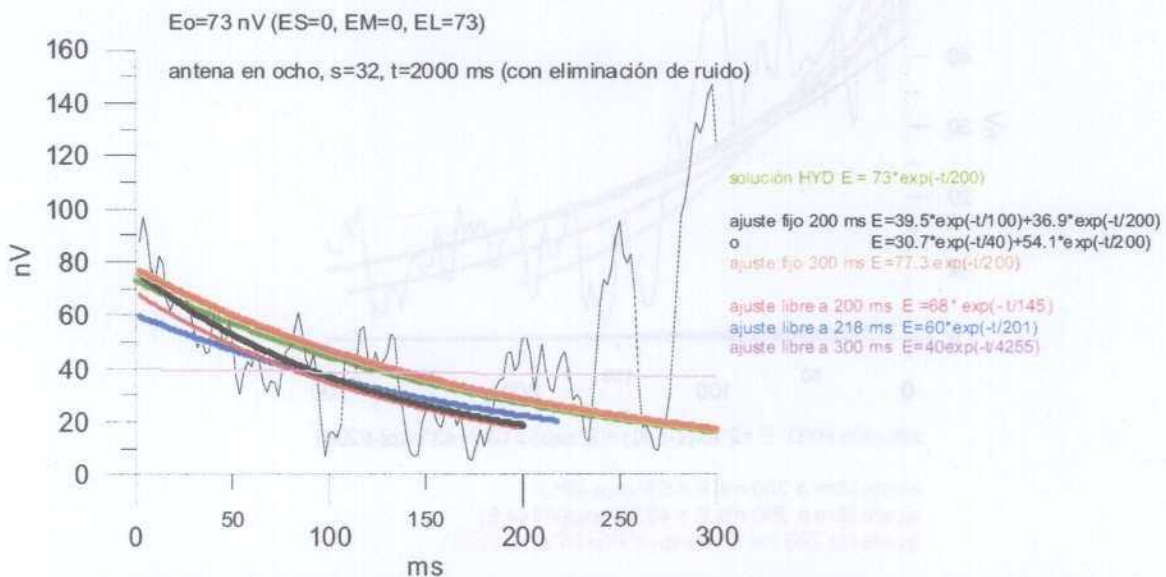


Figura 19 Ajuste de exponenciales a la curva E(t) del SRM Tc36 reg6, para q=2197 A.ms

Análisis de la curva Tc36, q=2946 A.ms:

Este SRM tiene valores significativos de ES y EL. La solución HYD está representada en la Figura 20 hasta los 300 ms. Para los primeros 200 ms puede obtenerse un ajuste "fijo" perfectamente coincidentes con HYD, aunque también es posible un buen ajuste con una descomposición diferente de exponenciales dando EM y EL. Sin embargo, la solución tipo NUM, ajustando libremente una sola exponencial no obtiene valores comparables para E₀, siendo necesario para ello reducir el intervalo a 130 ms, aunque se obtenga una constante de tiempo diferente.

En este caso, en el que los valores de ES y EL son significativos, el rango de soluciones entre NUM e HYD es más amplio: 59 a 91 nV para E₀, siendo más difícil de comparar los valores de T.

Ajuste	intervalo	ecuacion	E0	ES	EM	EL	T2*
HYD		$E=25 \exp(-t/40)+ 59 \exp(-t/200)$	84	25	0	59	
fijo	200*	$E=33 \exp(-t/40)+ 58 \exp(-t/200)$	91	33		58	
fijo	200*	$E=29 \exp(-t/100)+ 50 \exp(-t/200)$	89	0	29	50	
libre	200	$E=59 \exp(-t/257)$	59				257
libre	300	$E=58 \exp(-t/233)$	58				233
libre	130*	$E=75.4 \exp(-t/112)$	76				112

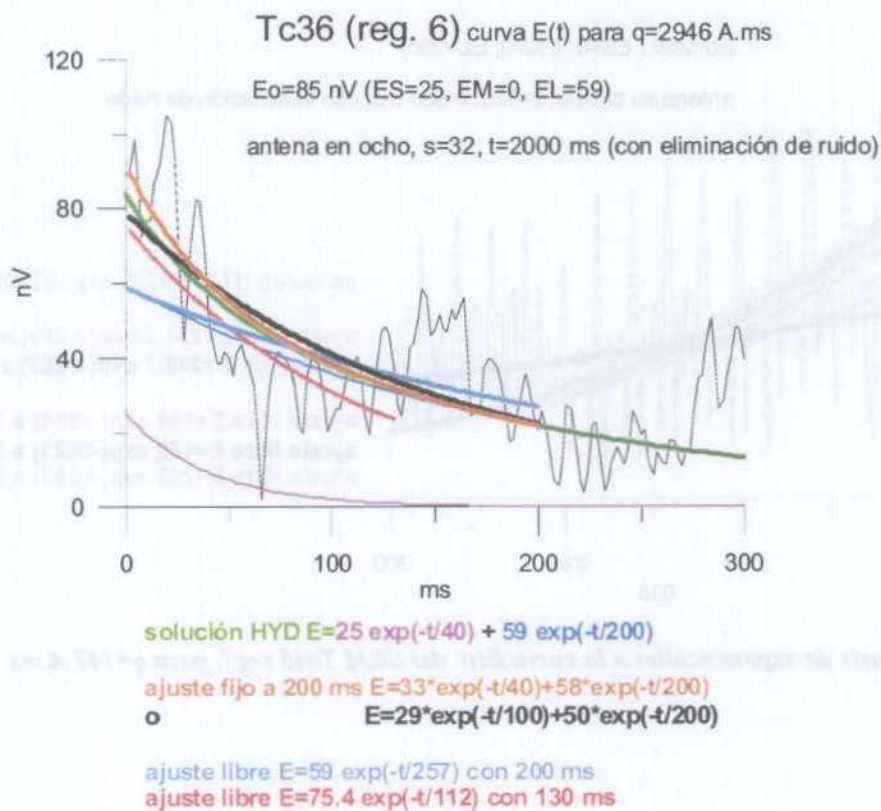


Figura 20 Ajuste de exponenciales a la curva E(t) del SRM Tc36 reg6, para q=2197 A.ms

Análisis de la curva Te45, q=147 A.ms:

En esta curva sólo tiene valor la componente EL. El tipo de ruido presente en esta curva, como puede apreciarse en la Figura 17, es diferente de las anteriormente analizadas, aunque su influencia en el ajuste de funciones puede ser de menor importancia dado su carácter oscilatorio a frecuencia constante. La solución dada por HYD está superpuesta a los primeros 300 ms de la curva E(t) en la Figura 21.

Ajuste	intervalo	ecuacion	E0	ES	EM	EL	T2*
HYD		$E=260 \exp(-t/200)$	260			260	
fijo	200*	$E=231.5 \exp(-t/200)$	232			232	
fijo	300*	$E=249.7 \exp(-t/200)$	250			250	
libre	200	$E=180 \exp(-t/318)$	180				318
libre	300	$E=160 \exp(-t/621)$	160				621
libre	20-200	$E=200 \exp(-t/257)$	200				257

El ajuste “fijo” a los puntos de la curva de una exponencial consigue mejores resultados para el intervalo de 300 ms que para sólo los primeros 200 ms. En la solución tipo NUM, de ajuste “libre” de una sola exponencial, es preciso utilizar tramos como 20-200 ms para obtener soluciones con valor de E₀ y T comparables a HYD. En este caso, por lo tanto, las variaciones de E₀ están en el rango 180-260, y las de T en 200-318.

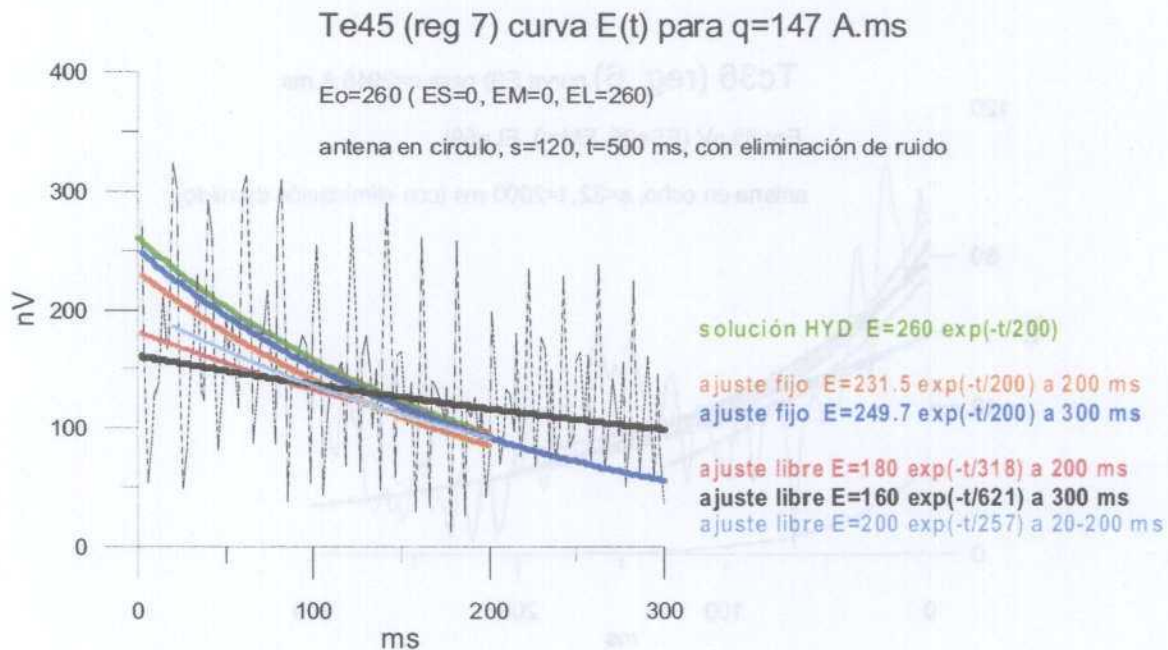


Figura 21. Ajuste de exponenciales a la curva E(t) del SRM Te45 reg7, para q=147 A.ms

Análisis de la curva P7, q=2395 A.ms

Sólo es significativo el valor de EM, con pequeña aportación de ES. En este caso sólo han quedado registrados los primeros 200 ms, por lo que no cabe duda, en principio, de cual ha sido el intervalo utilizado para el ajuste de valores. En la Figura 22 se representa la curva E(t) y la solución HYD superpuesta, con sus componentes.

Ajuste	intervalo	ecuacion	E0	ES	EM	EL	T2*
HYD		$E=3 \exp(-t/40)+ 58 \exp(-t/100)$	61	3	58		
fijo	200	$E=73 \exp(-t/100)$	73	0	73		
libre	200	$E=55.6 \exp(-t/145)$	56				145
Libre	170*	$E=62.4 \exp(-t/113)$	63				113

No se ha podido efectuar un ajuste “fijo” al intervalo de 200 ms con una doble exponencial, teniendo la única solución obtenida un valor de E₀ diferente del dado. En un ajuste “libre”, tipo NUM, se obtiene para los 200 ms valores bajos de E₀, siendo mejor el resultado para el intervalo de los primeros 170 ms. Por lo tanto, la amplitud de E₀ podría tomar soluciones en el rango de 56 a 73 nV, con constantes de tiempo entre 100 y 145 ms.

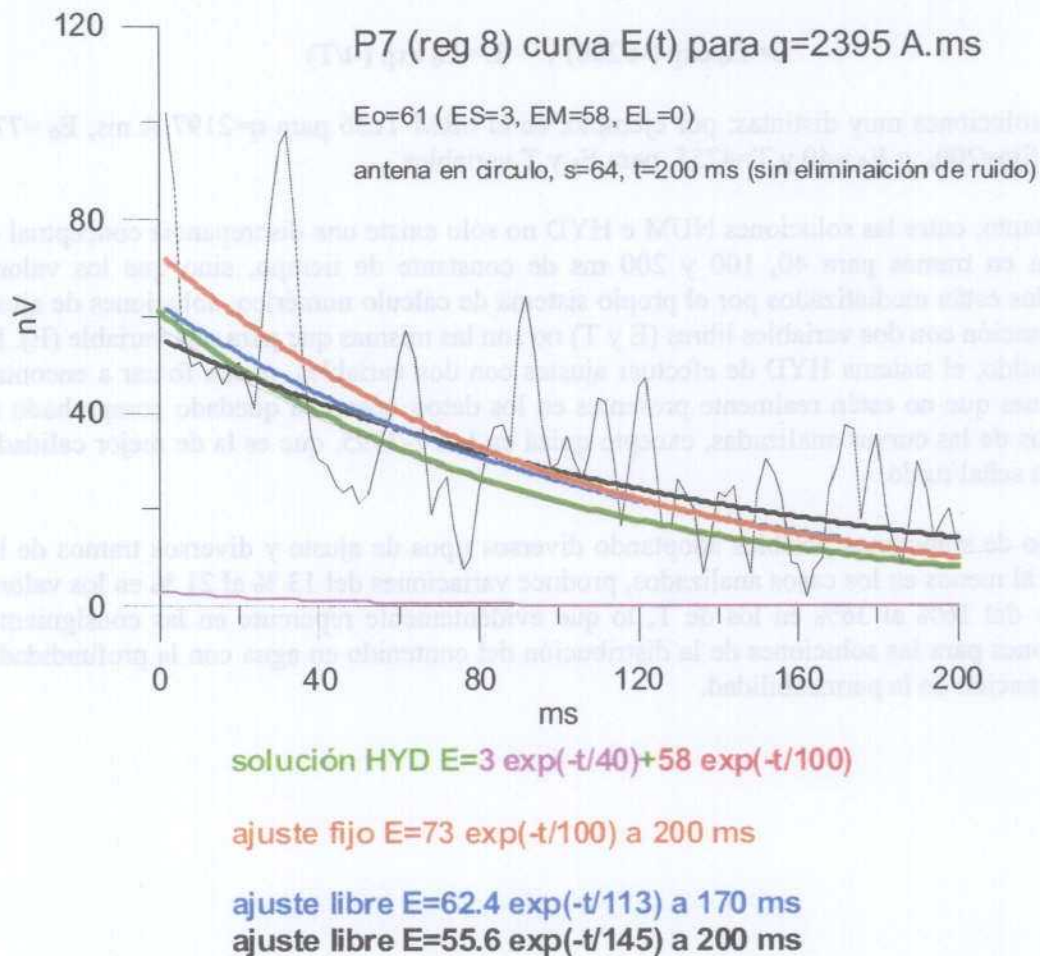


Figura 22 Ajuste de exponenciales a la curva E(t) del SRM P7 reg8, para q=2395 A.ms

En conclusión: en los cinco casos analizados ha sido posible obtener una solución de los valores de ES, EM y EL del mismo orden de magnitud que la dada por HYD, mediante ajuste “fijo” de suma de exponenciales a los primeros 200 ms , aunque ha sido necesario introducir alguna de estas modificaciones:

- despreciar una de las componentes, normalmente de escaso valor
- ampliar el intervalo a 300 ms
- se han encontrado una soluciones alternativas para otra composición de exponenciales (EM y EL, en vez de ES y EL)

por lo que no queda evidenciado el sistema seguido en esta descomposición, es decir, si el método de cálculo seguido por HYD es el mismo que aquí hemos utilizado y con los mismos valores de E(t).

Respecto de la comparación con soluciones de exponencial única, por ajuste “libre”, para conseguir buenas correspondencias ha sido necesario en la mayoría de los casos ampliar o reducir el intervalo, encontrando a veces soluciones iguales para E_0 o para T a las dadas por HYD, pero no para ambas simultáneamente, aunque las diferencias no son muy importantes.

Es necesario además tener en cuenta el problema de tipo numérico enfrentado, ya que los resultados de ajustar a la misma nube de puntos las funciones

$$E = E_0 \exp (-t/200) \text{ y } E = E_0 \exp (-t/T)$$

tienen soluciones muy distintas: por ejemplo, en el SRM Tc36 para $q=2197$ A.ms, $E_0 =77.3$ para T fijo=200, y $E_0 =40$ y $T=4255$, para E_0 y T variables.

Por lo tanto, entre las soluciones NUM e HYD no sólo existe una discrepancia conceptual de división en tramos para 40, 100 y 200 ms de constante de tiempo, sino que los valores obtenidos están mediatizados por el propio sistema de cálculo numérico: soluciones de ajuste a una función con dos variables libres (E y T) no son las mismas que para una variable (E). En este sentido, el sistema HYD de efectuar ajustes con dos variables, puede forzar a encontrar soluciones que no estén realmente presentes en los datos, como ha quedado comprobado en los casos de las curvas analizadas, excepto quizá en la P7-2395, que es la de mejor calidad y relación señal/ruido.

El rango de soluciones posibles adoptando diversos tipos de ajuste y diversos tramos de las curvas, al menos en los casos analizados, produce variaciones del 13 % al 21 % en los valores de E_0 y del 16% al 36% en los de T, lo que evidentemente repercute en las consiguientes variaciones para las soluciones de la distribución del contenido en agua con la profundidad y determinación de la permeabilidad.

5.5 TRANSMISIVIDAD HIDRÁULICA

En los ficheros resultado de la inversión (hydro_xx.out) se proporciona para cada tramo de profundidades el valor de la transmisividad acumulada en m²/día, y del coeficiente de almacenamiento en m³/m². Se desconoce cual es el proceso de cálculo de estos valores a partir de las mediciones del SRM. En el sistema NUMIS se utiliza una relación empírica para la permeabilidad k y la transmisividad T :

$$k=C_p w^a T^b \quad T=k z$$

siendo z la potencia del tramo considerado en la inversión, w la porosidad (contenido en agua) y T la constante de tiempo calculados en la inversión. El coeficiente C_p puede estimarse por comparación entre los valores de transmisividad obtenidos por el SRM y por ensayos de bombeo. Cuando no se dispone de esta calibración, se utilizan valores estándar, del orden de 1.5 E-08.

Los valores de transmisividad suministrados en los SRM medidos con el equipo HYDROSCOPE en este trabajo, no obedecen a la aplicación de ningún coeficiente calibrado. Dado que el valor de la potencia de cada capa es diferente en la distribución efectuada por HYD y por NUM (ver Figura 3), los valores de transmisividad pueden no resultar comparables. Por tanto es mejor efectuar una primera comparación de los valores de la permeabilidad, para lo que se han calculado los valores correspondientes, creando los ficheros inver_xxx.dat para HYD, y se han creado también los ficheros TransxxxNUMIS, homogeneizando las unidades en m/día. (los ficheros y sus formatos se encuentran recogidos en el ANEXO II). En las Figuras 23 a 25 se representan los valores transmisividad y de permeabilidad en función de la profundidad para los diferentes SRM efectuados:

Zona del Jiloca:

- Para el sondeo Te27 (Figura 23) los ensayos de bombeo suministran valores del orden de 1700 m²/día (aunque hay referencias a valores del orden de 7-30 m²/día), que son muy inferiores a los del lugar del Te26 (Figura 24), y así se refleja en los valores calculados por calibración para las lecturas del SRM obtenido con NUMIS. Sin embargo, la transmisividad suministrada por HYD es del mismo orden de magnitud a la dada para el Te26 (entre 130-350 m²/día, con 112 m²/día para Te26). Los valores de porosidad (Figura 6) no son tan distintivos en este sondeo para las mediciones NUM e HYD, siendo no obstante la permeabilidad calculada para cada capa, representada en la Figura 24, también mayor en NUM.
- Para el sondeo Te19 los ensayos de bombeo dan valores de 3600-5400 m²/día, mientras que el SRM efectuado con HYD proporciona un valor máximo acumulado de 140 m²/día. No se dispone de valores para el SRM efectuado con NUM, ya que estos cálculos sólo se llevan a cabo al medir el tiempo de decaimiento T_1 (que no fue el caso de este SRM).
- Para el Tc36 (Figura 23) no se dispone de ensayos de bombeo próximos, habiéndose utilizado en las mediciones NUMIS el coeficiente de calibración que mejor se ajusta a esta zona según otros pozos existentes ($C_p=5.94E-08$), con lo que se obtiene valores del orden de 1300 m²/día. De nuevo los valores dados por HYD son muy inferiores (del orden de los 200 m²/día). Los valores de porosidad dados por HYD (Figura 12) son superiores a los de

NUM, dándose si embargo de nuevo el caso de que la permeabilidad de las correspondientes capas resulta superior en los cálculos de los SRM NUM.

- En el Te45 los ensayos de bombeo arrojan una transmisividad de 590 m²/día, utilizada para calibrar los datos de NUMIS representados en la Figura 23. Los valores de HYD son del orden de 350-425 m²/día hasta una profundidad de 83 m, siendo este un caso de notable coincidencia. Para mayor profundidad, no se han representado los valores de HYD (que llegan a 2691 m²/día a los 97 m y 27161 m²/día a los 248 m), ya que en la solución para la distribución de agua (Figura 14) sólo se han considerado válidos los tramos superiores. Contrasta esta equivalencia de valores de transmisividad, con las soluciones tan distintas de las mediciones NUM e HYD; los valores de permeabilidad explican esta paradoja, viendo que se trata de un efecto producido por la mucho mayor permeabilidad calculada para HYD en las primeras capas. Como ya se comentó en el párrafo 5.3.1, pensamos que estas soluciones tan diferentes no obedecen a principios de equivalencia, pudiendo ser debidas a diferente contenido en agua producido por recarga del acuífero entre las dos mediciones.

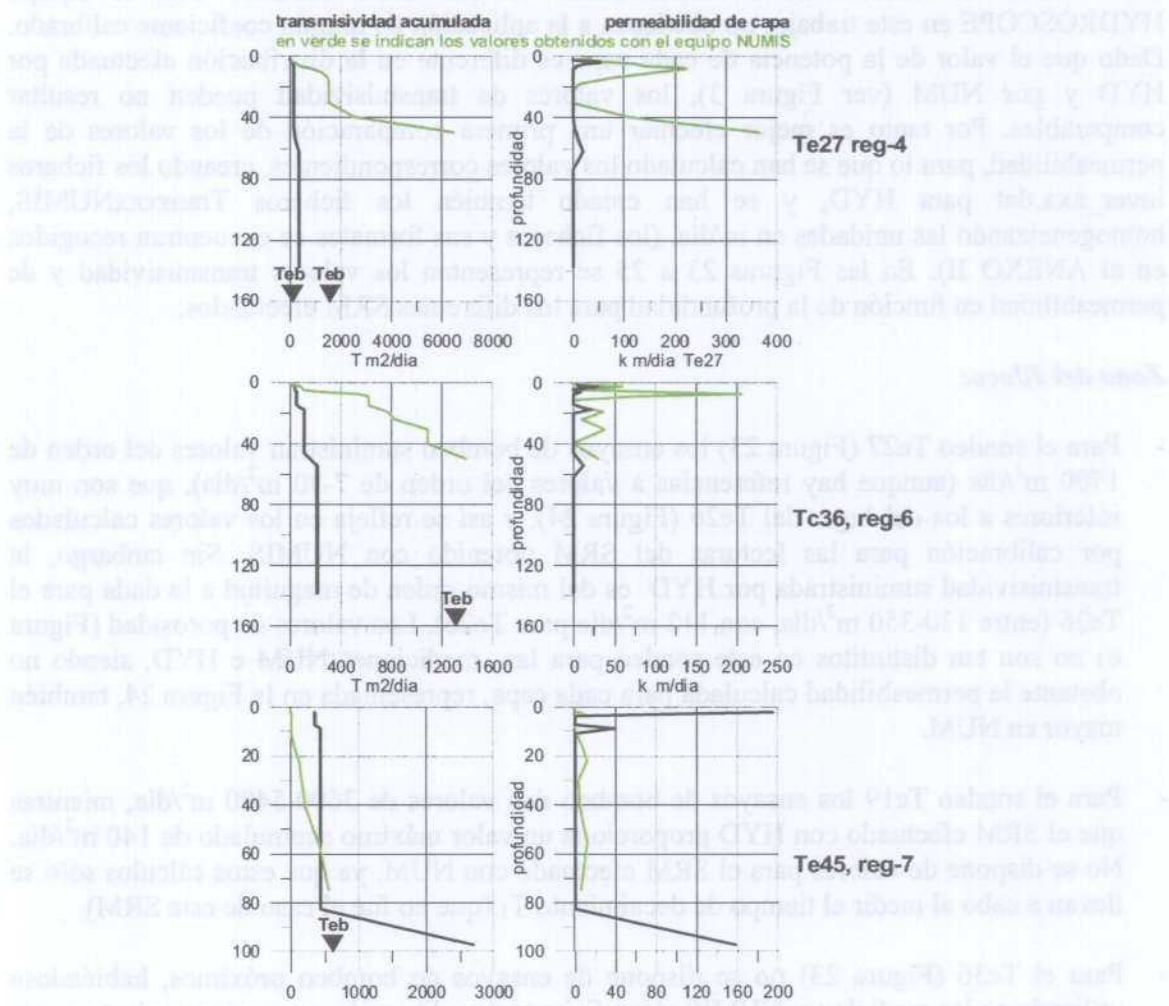


Figura 23 Distribución en función de la profundidad de la transmisividad acumulada y de la permeabilidad de cada capa para los SRM Te27 reg-4, Tc36 reg-6 y Te45 reg-7.

- La transmisividad del sondeo Te26 obtenida por ensayos de bombeo es de 28000 m²/día. Los valores representados en la Figura 24 para el equipo NUMIS son el resultado de aplicar el coeficiente de calibración a las mediciones del SRM. En la misma figura están representados los valores obtenidos para el SRM Te26 en sus tres mediciones con HYD (registros 1 y 2 con antena circular de 100 m, reg-3 con antena en ocho), que no superan los 120 m²/día, excepto el último valor de reg. 2, que sube a 436 m²/día (no representado). Se aprecia la diferencia de valores suministrados para cada registro de HYD, siendo los más pequeños los del registro 3 (antena de menor área). También se ha representado la variación de la permeabilidad de cada capa en función de la profundidad. Teniendo en cuenta que los valores de w suministrados por NUM son bastante inferiores a los dados por HYD (ver Figura 5) resulta extraño que la permeabilidad calculada en HYD sea mucho menor (en caso de emplear relaciones del tipo $k=C_p w^a T^b$ significaría el uso de coeficientes muy superiores en el sistema HYD). No obstante, es evidente la relación entre el parámetro w y la permeabilidad k para ambos métodos.

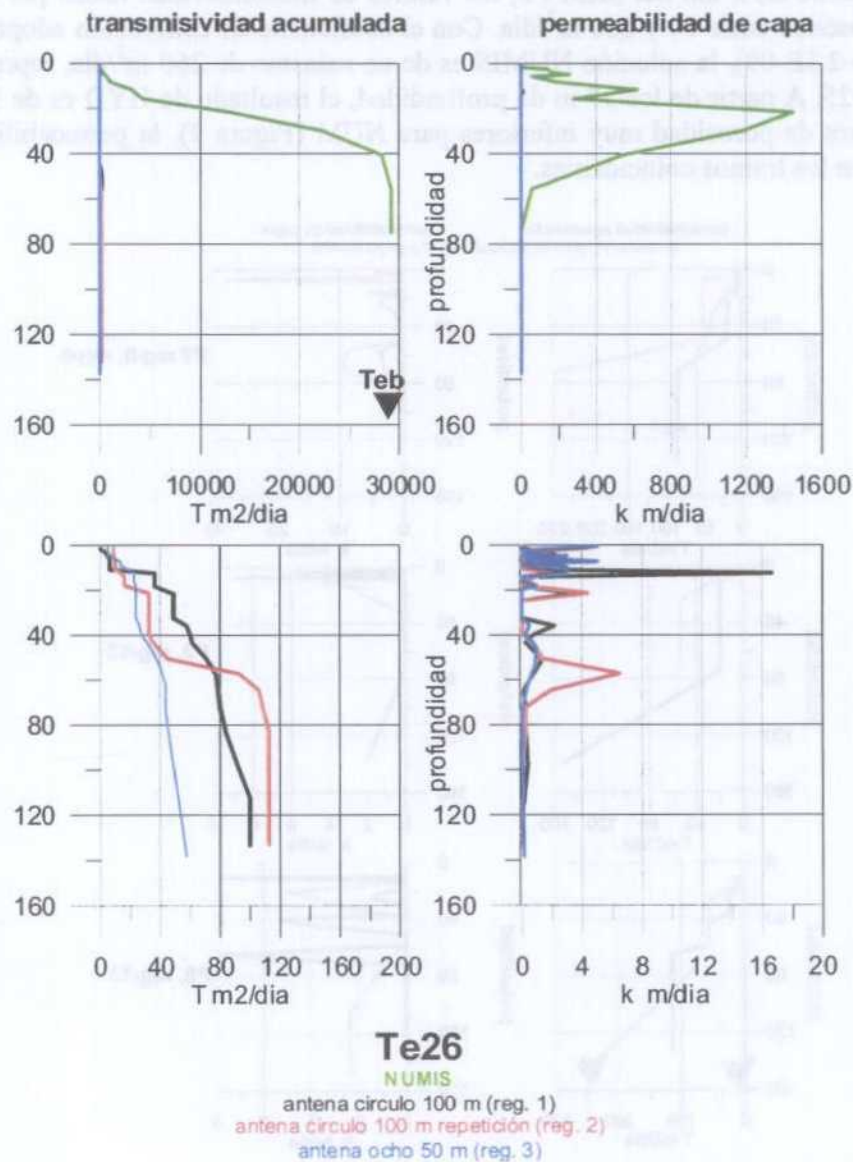


Figura 24 Distribución en función de la profundidad de la trasmisividad acumulada y de la permeabilidad de cada capa para el SRM Te26, registros 1, 2 y 3

Zona del río Jalón:

- En el emplazamiento P7 la permeabilidad suministrada por ensayos de bombeo en el entorno de unos 2 km, es de 780 m²/día. El resultado de aplicar a las mediciones de NUMIS un coeficiente de calibración ponderado para este valle, arroja sin embargo valores de 60 m²/día (Figura 25). Los valores suministrados por HYD oscilan entre 85 y 250 m²/día, según el registro 8 (efectuado sin el sistema de “eliminación de ruido”) y el registro 9 (con “eliminación de ruido”) respectivamente. Los valores de la permeabilidad de capa son también superiores en la solución HYD, para los tramos coincidentes.
- Para el SRM P3 la información previa y solución NUMIS es igual que para el P7, dando en este caso el SRM medido con HYD valores de 19 m²/día (Figura 25), pero con mayores valores de la permeabilidad para los tramos coincidentes.
- En un entorno de 2 km del SRM P8, los valores de transmisividad dados por ensayos de bombeo oscilan entre 10 y 260 m²/día. Con el coeficiente de calibración adoptado para la zona (Cp=2.3E-09), la solución NUMIS es de un máximo de 260 m²/día, representada en la Figura 25. A partir de los 57 m de profundidad, el resultado de HYD es de 115 m²/día. Con valores de porosidad muy inferiores para NUM (Figura 9), la permeabilidad resulta superior en los tramos coincidentes.

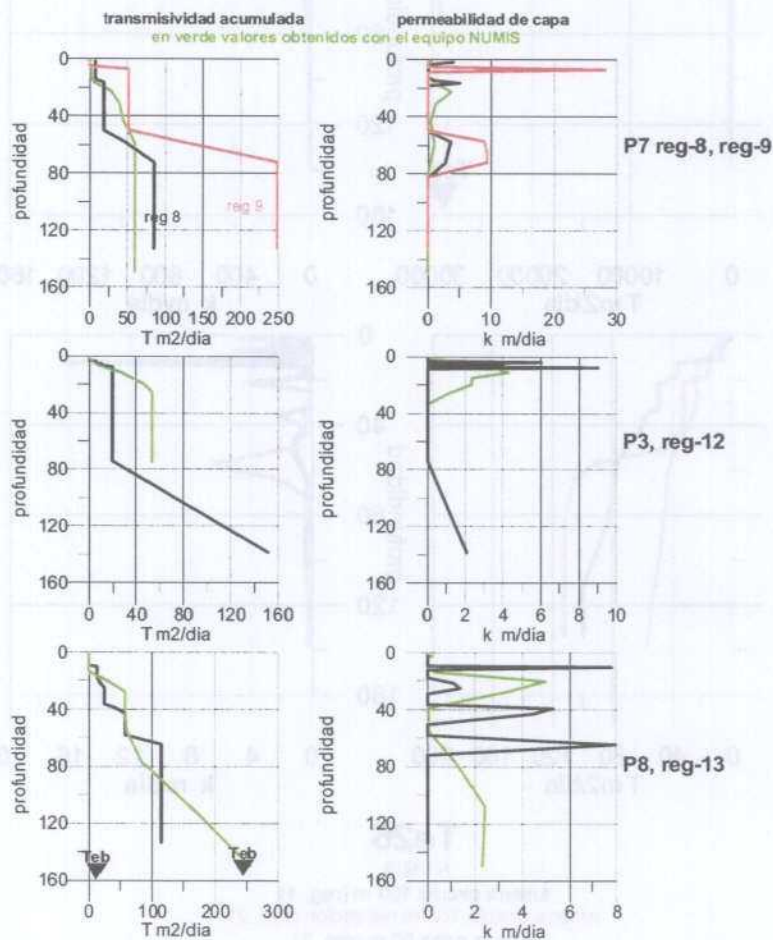


Figura 25 Distribución en función de la profundidad de la trasmisividad acumulada y de la permeabilidad de cada capa para los SRM P7 reg-8 y 9, P3 reg-12 y P8 reg-13.

En conclusión:

- los valores de porosidad (contenido en agua) suministrados por NUM son en general inferiores a los dados por HYD, por lo que cabría esperar que la permeabilidad calculada también lo fuera. Sin embargo se manifiesta todo lo contrario (excepto en un tramo del P7, y en aquellos en que sólo HYD indica valores de contenido en agua). Esto debe ser producido por el sistema de cálculo de permeabilidad seguido por HYD, que se desconoce.
- En el valle del Jalón las discrepancias de transmisividad entre ambos equipos son menores, estando los valores HYD en el rango de los dados por los ensayos de bombeo o del resultado NUMIS (que ha utilizado la calibración con los ensayos). Esto podría ser debido a la mayor uniformidad litológica existente en esta zona.
- En el Jiloca las diferencias son muy grandes, con ordenes de magnitud no comparables, y siempre los valores son mayores en NUMIS (excepto para el Te45); los valores de los ensayos de bombeo son más próximos a los valores NUMIS, ya que estos se han calculado utilizando el coeficiente de calibración deducido con los ensayos de bombeo. Esta operación no es posible realizarla con los valores de HYD, ya que no conocemos los parámetros utilizados.

5.6 MEDICIONES DE SPIN ECO

En una medición ordinaria, con la emisión de un solo pulso, se registra una curva de decaimiento de la señal, como la representada en la Figura 26, donde a los valores de $E(t)$ se les puede ajustar una función exponencial

$$E = E_0 \exp(-t/T_2^*)$$

de donde deducir el valor la constante de tiempo T_2^*

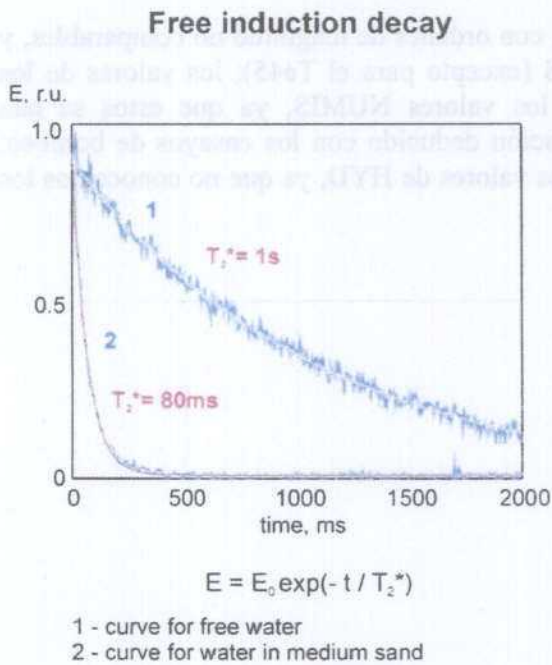


Схема поведения вектора макроскопической намагниченности в эксперименте со спин-эхо (используется система координат, продольная вокруг оси z с частотой $\omega = \gamma H_0$)

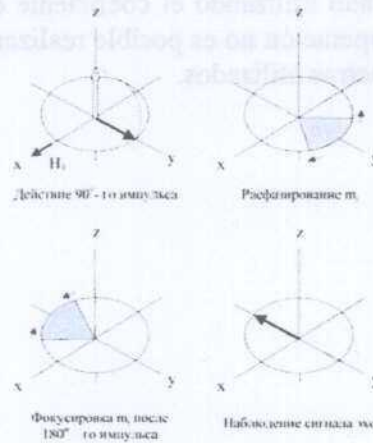


Figura 26 (facilitada por E. Kalneus)

Figura 27 (facilitada por E. Kalneus)

La medición del efecto de spin-eco se basa en emitir una secuencia de pulsos desfasados 90° y 180° (capaces de orientar el momento magnético de los protones en sentidos inversos, Figura 27). El sistema utilizado por HYDROSCOPE consiste en la emisión de nuevos pulsos durante el periodo de decaimiento de la señal producida por el primer pulso, y la medición del valor E_{\max} debido a cada pulso. El ajuste de una exponencial (Figura 28) a estos valores $E_{\max}(t)$, permite determinar el valor de T_2 :

$$E_{\max} = E_{\max 0} \exp(-t/T_2)$$

La constante de tiempo T_2 (tiempo de relajación transversal) es el verdadero estimador de la permeabilidad. La emisión de una secuencia de pulsos en orden inverso (Figura 29) permite medir los valores de amplitud E para varios retrasos τ del segundo pulso, ajustando una función a los valores

$$E(\tau) = E_0 (1 - C \exp(-\tau/T_1))$$

obteniendo así T_1 . En la medición con dos pulsos, como la efectuada con el equipo NUMIS, se obtiene una sola curva, lo que, según HYDROSCOPE, no es suficiente para hacer una estimación de T_1 .

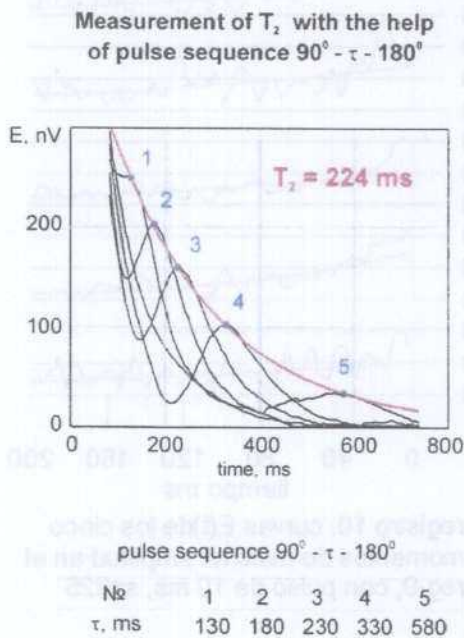


Figura 28 (facilitada por E. Kalneus)

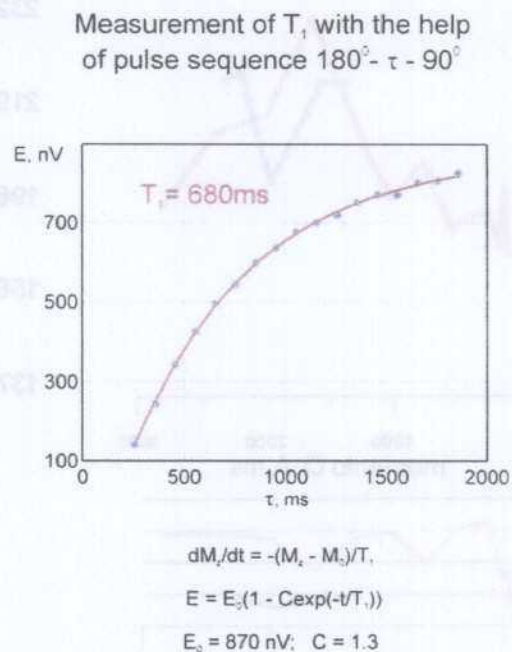


Figura 29 (facilitada por E. Kalneus)

Para llevar a cabo la medición del spin-eco se requieren curvas $E(t)$ de muy buena calidad, ya que el método se basa en observar en la misma (única) curva la señal correspondiente al segundo pulso, lo que evidentemente resulta imposible en presencia de ruido. Los pulsos se emiten automáticamente (no hay ningún tipo de cálculo para producir desfases de 90° o de 180°), pudiendo elegirse la distancia entre pulsos.

A la vista de los resultados obtenidos en los diferentes emplazamientos, se seleccionó el P7 para llevar a cabo un ensayo de medición de spin-eco. Del registro número 9 se eligieron los momentos de máximo valor (para $q=1315, 1639, 1997, 2391$ y 2825 A.ms, ver Figuras 15 y 16), para ser repetidos utilizando un pulso de emisión de sólo 10 ms y con stacking de 225, con el objeto de ratificar la suficiente calidad de las curvas $E(t)$ obtenidas con estos pulsos. En la Figura 30 se reproducen las curvas $E(t)$ nuevamente medidas (registro 10) para estos momentos, así como los nuevos valores obtenidos de E_0 en su posición en el gráfico $E_0(q)$ del registro 9. En comparación con el registro anterior, la amplitud resultante es algo inferior a la obtenida en el registro 9 (quizás debido al mayor número de pulsos adicionados en esta medición), aunque llama la atención el que las tendencias de la curva $E_0(q)$ y de la fase no

son las mismas, indicando que la influencia del ruido sigue siendo demasiado elevada como para garantizar la medición de spin-eco.

Hydroscope P7 reg-10

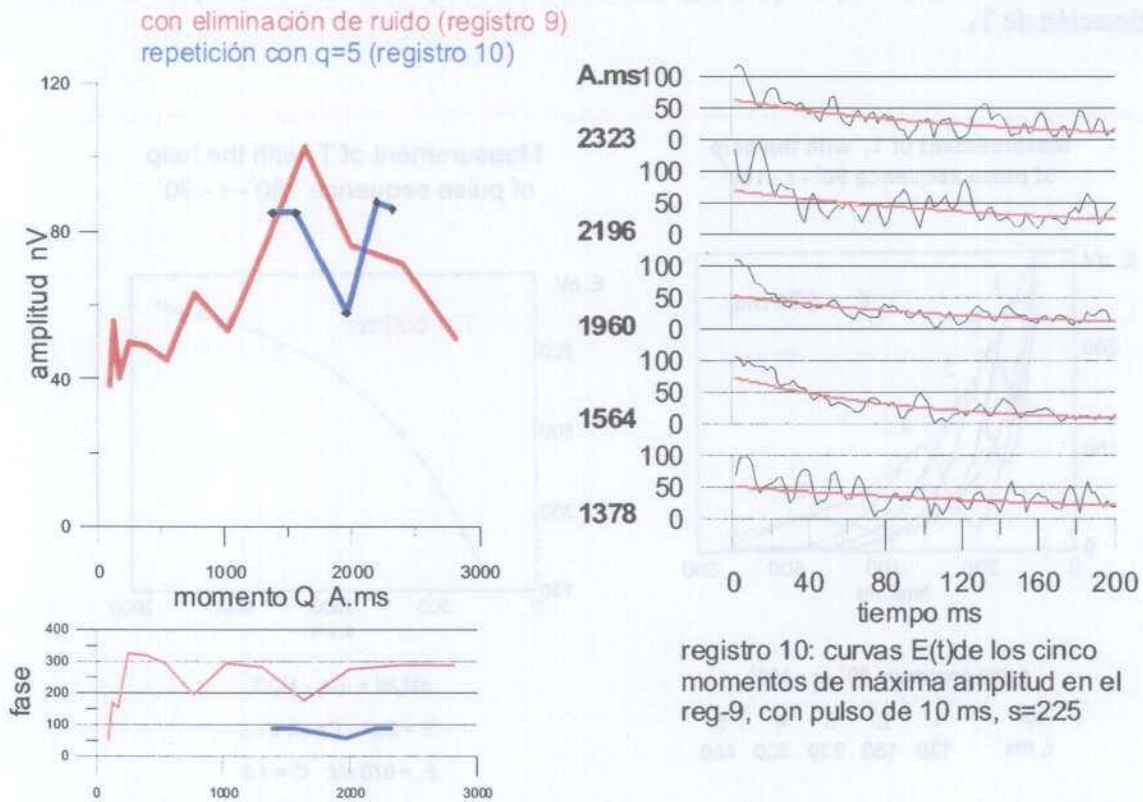


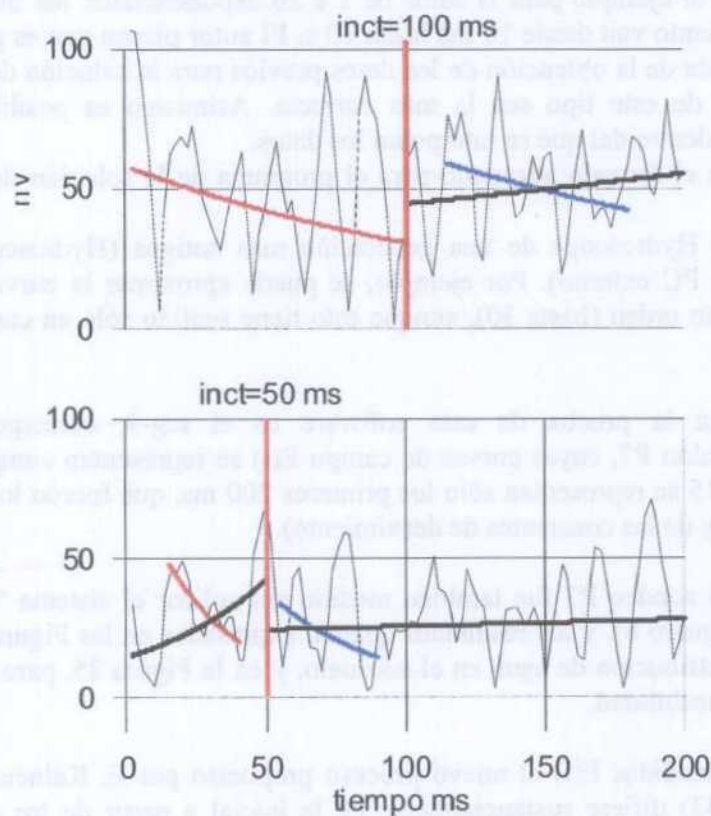
Figura 30 Verificación de calidad de las curvas $E(t)$ del SRM P7

No obstante, y a la vista de que en todas estas curvas $E(t)$ se aprecia un claro decaimiento exponencial de la señal, se ha intentado efectuar una medición (registro 11) con dos retrasos del segundo pulso: 50 y 100 ms, para el momento en el que se ha obtenido la máxima amplitud. Los resultados están expresados en la Figura 31.

- para la medición hecha con retraso para el segundo pulso de 50 ms ($inct=50$), en contra de lo obtenido en el registro 10, no se aprecia tendencia de decaimiento exponencial ni para el primer tramo de 50 ms ni para el segundo de 50 ms a 200 ms, como ponen de manifiesto las curvas ajustadas. Tomando el intervalo de 15 a 40 ms, es posible ajustar una exponencial al primer tramo, con constante de decaimiento de 28 ms; para el segundo tramo, el ajuste al intervalo de 55 a 90 ms es también exponencial, con constante de 40 ms. Es evidente que estas mediciones no ofrecen fiabilidad.
- con retraso de 100 ms ($inct=100$), si que es posible observar en el primer tramo (0-100 ms) un decaimiento exponencial, ajustado entre los 2 y los 100 ms con constante de tiempo de 158 ms. Una vez emitido el segundo pulso, se aprecia claramente un aumento en los valores de la curva $E(t)$, aunque no es evidente su decaimiento exponencial, para lo que de nuevo es necesario recurrir a acotar el tramo entre 115 y 180 ms, con constante de tiempo de 196 ms.

Ante estos resultados, se desistió de insistir en este tipo de mediciones.

registro 11: medición de spineco para el q máximo
retrasos del segundo pulso de 50 y 100 ms



ajuste exponencial con todos los puntos de cada tramo
ajuste exponencial en el primer tramo, limitando los puntos
ajuste exponencial en el segundo tramo, limitando los puntos

Figura 31 Estimación de valores para el cálculo de T_2

5.7 INNOVACIONES EN EL PROCESO DE ELIMINACIÓN DE RUIDO

Como se indicó en el párrafo 3.3 de este Informe, en las mediciones realizadas a través del comando del instrumento HYDROSCOPE por un PC externo, se registran las curvas $E(t)$, y es posible utilizar un sistema de “eliminación” de ruido en tiempo real, consistente en medir solamente el ruido durante unos 2 s, una vez finalizados los 200 ms de medición de señal+ruido.

Con posterioridad a la obtención de datos en campo, el técnico ruso Evgeny Kalneus tuvo la gentileza de comunicarnos los resultados que obtuvo al tratar uno de los SRM medidos con un nuevo software desarrollado por él, cuando se dispone de las curvas $E(t)$. Este programa no permite realizar la inversión (no permite la obtención del contenido de agua en función de la profundidad), sino que tan solo representa los pasos preparatorios para ello, mejorando la relación señal/ruido. El programa permite:

1. Suavizar la señal $E(t)$ mediante diferentes filtros.
2. Dividir la señal en exponenciales. Esto se realiza de una manera distinta tanto del NUMIS (donde existe tan solo una exponencial), como del HYDROSCOPE (donde son 3). En este programa se puede dividir la señal en tantas exponenciales como se quiera, dentro de unos límites razonables. Por ejemplo para la suma de 1 a 20 exponenciales, los tiempos de la constante de decaimiento van desde 10 ms hasta 10 s. El autor piensa que es posible que, desde el punto de vista de la obtención de los datos previos para la solución del problema inverso, la división de este tipo sea la más correcta. Asimismo es posible variar el intervalo del tiempo dentro del que se interpolan los datos.
3. Obtener los datos en el formato adecuado para el programa de la solución del problema inverso.
4. Tratar los datos del Hydroscope de una generación más antigua (Hydroscope que no permite trabajar con PC externo). Por ejemplo, se puede aproximar la curva $E_0(q)$ con polinomios de distinto orden (hasta 30), aunque esto tiene sentido sólo en casos de poco ruido.

El registro utilizado en la prueba de este software es el reg-9, correspondiente al emplazamiento del río Jalón P7, cuyas curvas de campo $E(t)$ se representan completas en la Figura 32 (en la Figura 15 se representan sólo los primeros 200 ms, que fueron los utilizados para la estimación de E_0 y de las constantes de decaimiento).

El SRM efectuado en el sondeo P7 fue también medido sin aplicar el sistema “in situ” de eliminación de ruido (registro 8), y los resultados quedan expresados en las Figuras 16, para la solución $E_0(q)$ y la distribución de agua en el subsuelo, y en la Figura 25, para los valores de transmisividad y permeabilidad.

Aplicando a las curvas medidas $E(t)$ el nuevo proceso propuesto por E. Kalneus, la nueva solución $E_0(q)$ (Figura 33) difiere sustancialmente de la inicial a partir de los 4000 A.ms aproximadamente, mostrando un mayor paralelismo con la medida con el equipo NUMIS. La inversión de estos valores modificados ofrece una situación del contenido en agua en función de la profundidad también mucho más parecida a la obtenida con NUMIS, aunque con mayores valores de porosidad.

Hydroscope P7 reg-9

registros de 2000 ms, con eliminación de ruido
 antena circular, $s=64$
 curvas $E(t)$ completas; ajuste exponencial a 200 ms

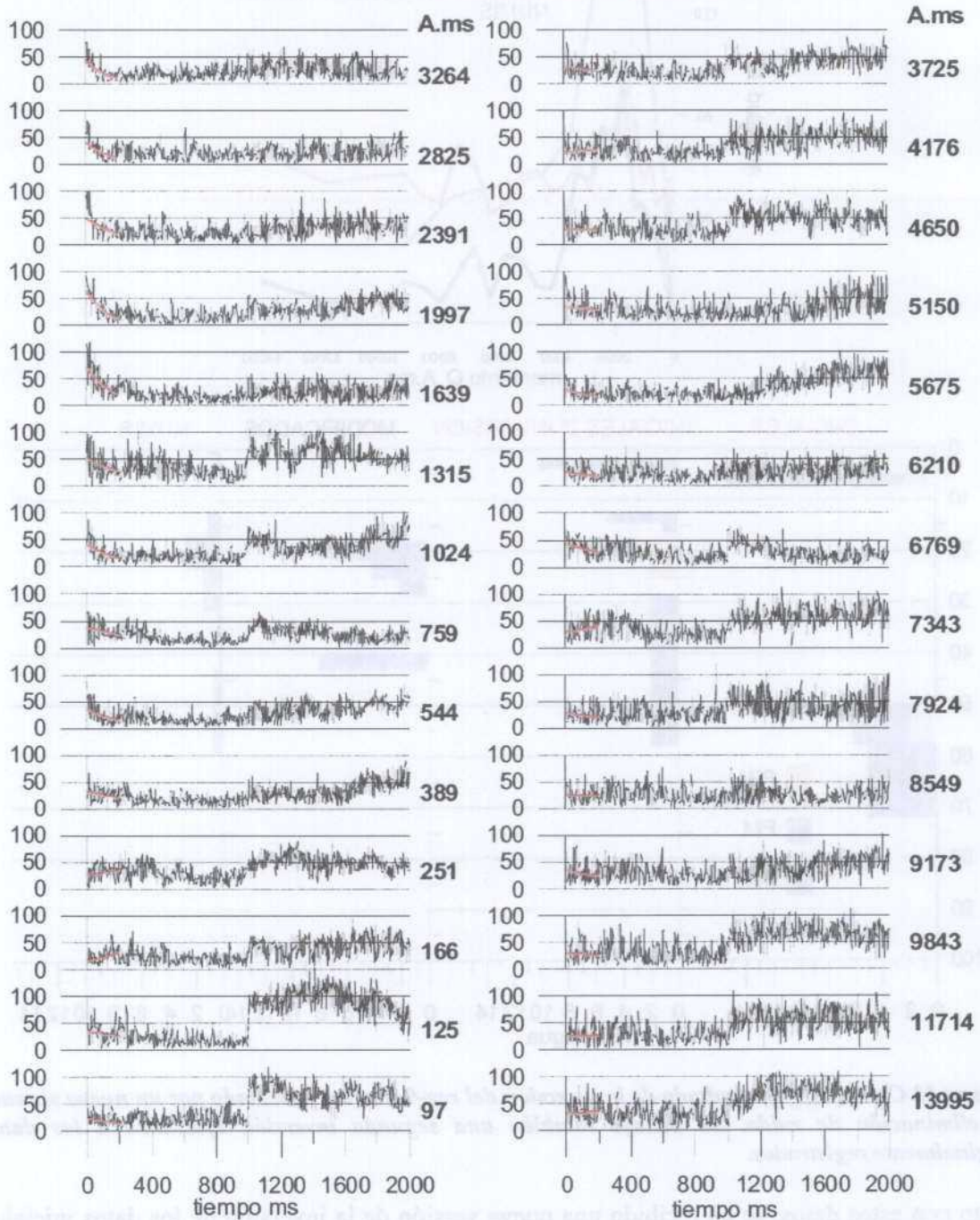


Figura 32 Curvas $E(t)$ completas obtenidas en el reg-9

Hydroscope P7

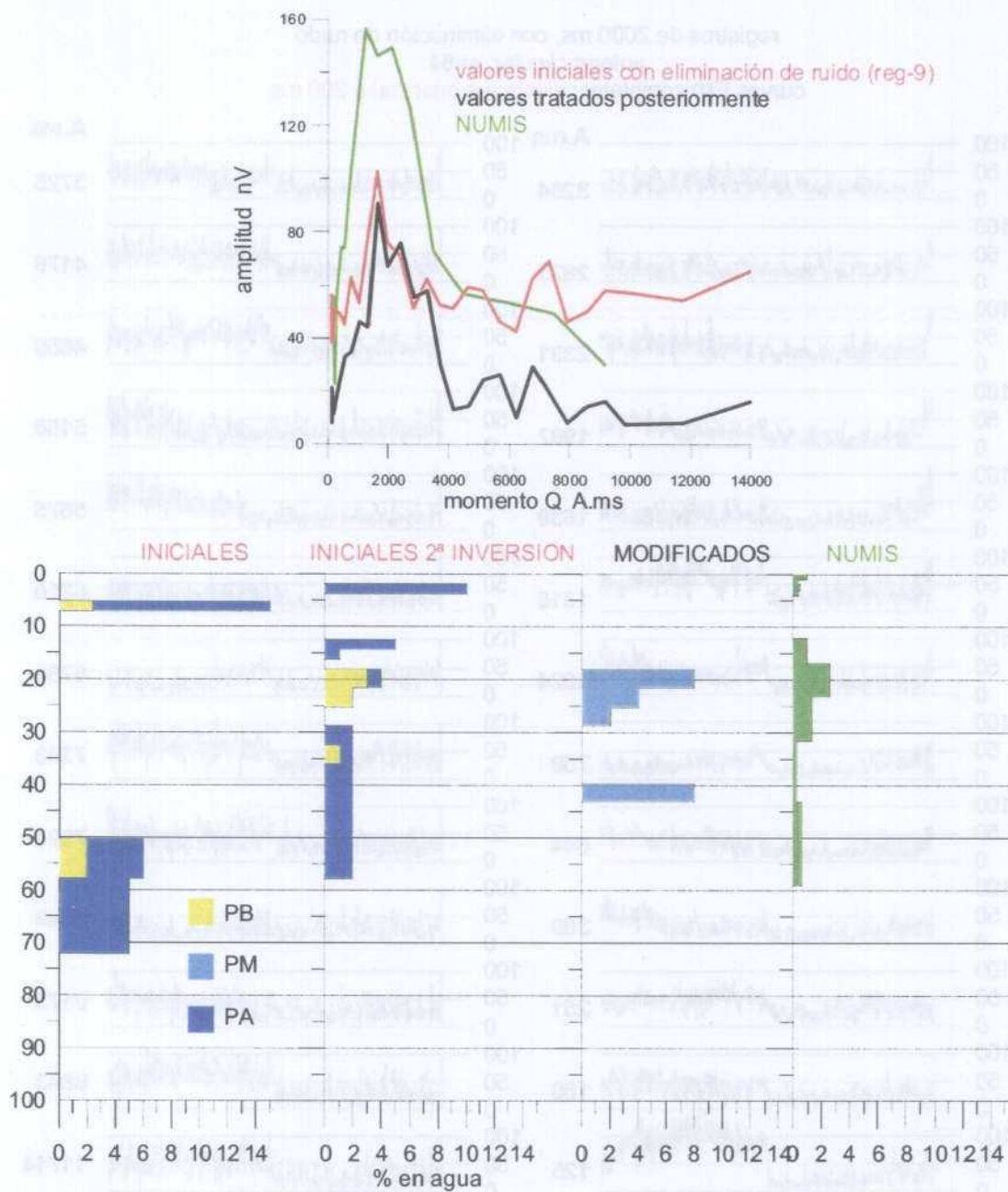
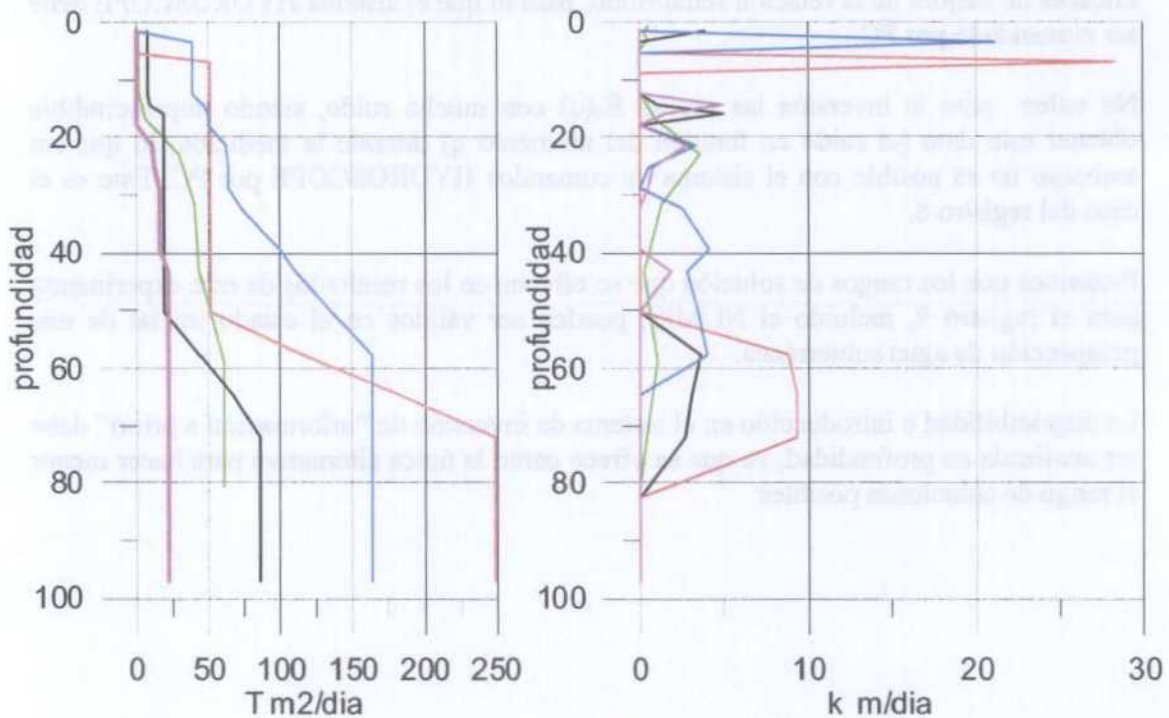


Figura 33 Curva $E_0(q)$ y resultado de la inversión del reg-9 tras ser procesado por un nuevo sistema de eliminación de ruido. Se incluye también una segunda inversión efectuada a los datos originalmente registrados.

Junto con estos datos, se ha recibido una nueva versión de la inversión de los datos iniciales (sin modificar), que se incluye también en la Figura 33. Esta solución guarda aún mayor correspondencia con los resultados de la inversión NUM. Resulta por tanto obvio que el software de inversión de HYDROSCOPE debe de permitir, al igual que SAMOVAR de NUMIS, la selección de algunos parámetros que condicionan la solución, aunque no sabemos cuales.

HYDROSCOPE P7



reg 8 (sin eliminación ruido)
 reg 9 (con eliminación ruido)
 reg 9, segunda inversión
 reg 9, tratamiento modificado
 NUMIS

Figura 34 Anteriores y nuevos valores de transmisividad y permeabilidad calculados para el reg-9

Estas variaciones del % de contenido en agua w , y de los valores de T asignados a cada tramo según los diferentes sistemas de tratamiento de datos, se traduce evidentemente en variaciones en la transmisividad, cuyos nuevos valores están representados, junto con los anteriores, en la Figura 34.

El conjunto de información contenida en estos resultados (Figura 33 y 34) es una buena expresión del estado del arte de la técnica de Sondeos de Resonancia Magnética, tal y como se presenta a un usuario de procesos estándar. Como en cualquier otro método geofísico es fundamental la fiabilidad de la medición de campo, muy afectada por el ruido en los SRM. Si el dato de campo es de mala calidad, la única solución posible, si es que hay alguna, será una aproximación más o menos grosera a la realidad. Si la calidad es buena, el proceso de datos permitirá ofrecer un rango de soluciones factibles; la obtención de una solución única y verdadera carece de realismo en Geofísica Aplicada.

En cualquier caso, se puede concluir como fruto de este experimento que:

- La disponibilidad de las curvas $E(t)$ resulta imprescindible para poder aplicar sistemas eficaces de mejora de la relación señal/ruido, para lo que el sistema HYDROSCOPE debe ser comandado por PC.
- No valen para la inversión las curvas $E_0(q)$ con mucho ruido, siendo imprescindible obtener este dato (el ruido en función del momento q) durante la medición, lo que sin embargo no es posible con el sistema de comandos HYDROSCOPE por PC. Este es el caso del registro 8.
- Pensamos que los rangos de solución que se ofrecen en los resultados de este experimento para el registro 9, incluido el NUMIS, pueden ser válidos en el estado inicial de una prospección de agua subterránea.
- La disponibilidad e introducción en el sistema de inversión de “información a priori” debe ser analizada en profundidad, ya que se ofrece como la única alternativa para hacer menor el rango de soluciones posibles.

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el mes de noviembre de 2002 el IGME ha llevado a cabo una serie de mediciones de SRM con el equipo HYDROSCOPE, en los mismos sitios de la Cuenca del Ebro donde el mes anterior se habían realizado SRM con el equipo NUMIS.

Las características del sistema HYDROSCOPE en las que hemos encontrado diferencias relevantes, pueden resumirse en los siguientes puntos:

- El diseño de la instrumentación, conceptualmente igual al equipo NUMIS, tiene una presentación menos moderna y está montado en un solo bloque.
- La antena utilizada es de un solo cable de unos 300 m de longitud, lo que obliga a su extensión desde un vehículo. Las condiciones de aislamiento son precarias.
- El control del instrumento se verifica de forma interna, conectándose un PC solamente para la grabación de los resultados. Este tipo de comando permite hacer mediciones con mayor rapidez (3 s por pulso) que en el instrumento NUMIS (6-8 s por pulso), aunque no se registra la información de la señal $E(t)$ para cada momento. Una modificación permite el uso de PC para efectuar el comando del instrumento (mediante un software no propietario de HYDROSCOPE), lo que permite la grabación de las curvas $E(t)$, pasando a tardar 4 s por pulso, y utilizar un sistema de mejora de la relación señal/ruido, alargándose entonces el tiempo de registro (7-8 s por pulso).
- En la secuencia estándar se emiten 28 pulsos, llegándose a 12.000 A.ms, algo más que en NUMIS (unos 10.000 A.ms normalmente).
- En conjunto, se aprecia una menor flexibilidad de comando de los parámetros de registro, respecto de la efectuada por el NUMIS. En ningún momento fue necesario efectuar un acoplo de los condensadores al variar el lugar de registro.
- A las curvas $E(t)$ se les ajusta una suma de tres exponenciales, proporcionándose los valores de amplitud ES, EM y EL correspondientes a los tiempos de decaimiento de 40 ms, 100 ms y 200 ms.
- En la inversión, cuyo software no estuvo disponible, y para la que no se precisó la elaboración de ninguna matriz con el modelo geoelectrico del terreno, se proporcionan los valores de porosidad dividida en tres tramos, ajustados a valores fijos de la constante de tiempo (40, 100 y 200 ms).
- El subsuelo queda dividido en 26 capas, hasta una profundidad de 248 m para la antena de 100 m de radio, y de 138 m para un bucle en ocho de 50 m de radio. La potencia de la última capa es de 115 m y 64 m, respectivamente, por lo que la penetración real es del orden de 140 m y 80 m respectivamente.
- Al medirse 28 momentos, la potencia de las capas para las que se proporciona los valores de porosidad es inferior a la utilizada por NUMIS, teniendo resolución mejor de 2 m hasta los 20 metros de profundidad. Esto es posible efectuarlo con NUMIS a costa de un mayor tiempo de registro.
- En los resultados de la inversión se dan directamente los valores de la transmisividad y del coeficiente de almacenamiento.

Con la selección de emplazamientos y la serie de mediciones efectuadas se ha tratado de experimentar las posibilidades del equipo HYDROSCOPE, así como permitir una cierta comparación, desde el punto de vista de las prestaciones y resultados, con los obtenidos con el equipo NUMIS. El análisis de los resultados se ha efectuado atendiendo a los diversos

criterios por los que se hicieron las medidas, pudiendo sintetizarse en las siguientes conclusiones:

- **repetibilidad de las mediciones:** a pesar de la dificultad de efectuar este tipo de verificación instrumental, debido a la gran influencia del ruido, en función de la comparación cualitativa de los resultados obtenidos tanto con NUMIS como con HYDROSCOPE, puede decirse que los instrumentos son estables y mantienen una buena repetibilidad.
- **resultados de las mediciones:**
 - Los valores de la señal en las curvas $E_0(q)$ obtenidas con el sistema HYDROSCOPE son de menor amplitud que los obtenidos con el sistema NUMIS, debido fundamentalmente a las menores dimensiones de la antena utilizada. También puede influir el mayor stacking empleado en este ensayo.
 - Las curvas $E_0(q)$ de NUMIS resultan siempre más suavizadas que las obtenidas por HYDROSCOPE.
 - El comportamiento de la fase se observa con igual tendencia en los registros de ambos instrumentos en todos los lugares, salvo en dos, donde presentan tendencias contrarias. Esto puede ser debido al sistema utilizado en su evaluación.
 - El uso de comando a través de un PC permite incorporar un sistema de mejora de la relación señal/ruido, suavizando las curvas $E_0(q)$.
- **resultados de la inversión:**
 - Teniendo en cuenta la información hidrogeológica disponible en cada lugar, la conformidad de las inversiones efectuadas (posición de acuíferos y valores de permeabilidad) ha resultado equivalente para ambos sistemas, siendo el mismo número de ocasiones mejor con un sistema que con el otro. Sólo en una ocasión se han obtenido soluciones incompatibles.
 - El sistema HYD proporciona siempre soluciones con mucho mayor contenido en agua, pero concentrada en capas mucho más estrechas, posiblemente debido a la mayor resolución, al medirse con mas momentos de emisión.
- **descomposición de las curvas $E(t)$ en tres exponenciales**
 - Aunque para los cinco casos analizados se han podido encontrar ajustes de suma de exponenciales que dan una solución casi igual a la proporcionada por el software de HYDROSCOPE, el hecho de haber tenido en algún caso que modificar el intervalo de ajuste, así como el haber encontrado soluciones equivalentes pero con descomposición distinta de los valores ES, EM y EL, no nos permite ratificar el sistema de cálculo utilizado.
 - Debido a que las soluciones son diferentes en el ajuste a una nube de puntos de una función exponencial $y=E_0 \exp(-x/T)$, según se fije o no el valor de T, no resulta posible una comparación rigurosa con las soluciones NUMIS. Para conseguir valores parecidos de E_0 y T a los dados por HYD es preciso, en general, modificar el intervalo de valores empleados, encontrando a veces soluciones iguales para E_0 o para T, pero no para ambas.
 - El rango de soluciones posibles adoptando diversos criterios de ajuste de una o varias exponenciales, produce variaciones de 13 % al 21 % en los valores de E_0 y del 16 % al 31 % en T.

- **valores de transmisividad:**

- Se desconoce el sistema utilizado por HYDROSCOPE para el cálculo de la transmisividad a partir de los parámetros registrados en el SRM.
- A pesar de que los valores de porosidad son superiores a los interpretados por NUMIS, las permeabilidades calculadas para cada capa son muy inferiores.
- Para el valle del río Jalón, con buena homogeneidad litológica para todos los emplazamientos de las mediciones, las discrepancias entre la transmisividad calculada con ambos equipos son menores, y están en el rango de los valores suministrados por los ensayos de bombeo.
- En valle del río Jiloca, de mayor heterogeneidad geológica entre emplazamientos, las diferencias entre las estimaciones de permeabilidad y transmisividad evaluadas por ambos sistemas son grandes, con ordenes de magnitud no comparables.

- **mediciones de spin-eco:** no han podido verificarse por la negativa influencia del ruido.

- **mejoras de proceso para eliminación de ruido:**

- Al haberse recibido diferentes soluciones de la inversión de los mismos valores, pero realizadas con el mismo software de HYDROSCOPE, pensamos que las soluciones ofrecidas en este informe son susceptibles de modificación, ajustando alguno de los parámetros de proceso (que desconocemos).
- Así mismo, la utilización de un software (no propietario de HYDROSCOPE) mejora la relación señal/ruido utilizando las curvas $E(t)$, lo que a su vez modifica en gran medida los resultados de la inversión posterior de los datos así tratados.
- Resulta por lo tanto indispensable disponer de las curvas de campo $E(t)$, para lo que el sistema HYDROSCOPE debe ser utilizado con comando externo (y software no propietario).
- Para evaluar la calidad de las curvas $E_0(q)$, en las que se basa la inversión, es preciso disponer de información del ruido para cada momento q (no obtenidas sin embargo con el comando externo).

De manera global, y como resultado de la experiencia adquirida en este y anteriores experimentos, se puede sintetizar:

- Como en cualquier otro método geofísico, en los SRM es fundamental la fiabilidad de los datos de campo, que en este método es especialmente afectada por el ruido.
- Si la calidad es aceptable, el proceso de datos permite la mejora de la relación señal/ruido, para lo que es imprescindible registrar las curvas $E(t)$.
- Los rangos de variación de las soluciones, como las obtenidas en este experimento, pensamos que pueden ser de utilidad en una etapa inicial de investigación de un acuífero.
- La utilización de “información a priori” en el proceso de inversión debe ser analizada en profundidad, ya que se ofrece como la única alternativa para hacer menor el rango de soluciones posibles y ajustar los parámetros de medición y cálculo.

ANEXO I

FORMATO DE FICHEROS HYDROSCOPE DE MEDICION E INVERSION

Medición con comando interno del Hydroscope:

- se genera el fichero **Data_xx.dat** xx=nombre del SRM, en este caso el número de orden en que fueron ejecutados.

Cabecera con texto en inglés:

"HYDROSCOPE" CENTRE, URSS
SOFTWARE V03.03

loop date time
observation site
abs. Altitude
frequency (Hz) stacking number
earth field inclination (degr)

28 filas con :

N Q (A*ms) E(nV) ES(nV) EM(nV) EL(nV) DF(Hz) PH(degr) NOISE(nV)

N= número secuencial de 1 a 28

Q= amplitud máxima del momento

E= amplitud máxima de señal (Eo)= porosidad total

ES= amplitud short (para tiempo de decaimiento=40 ms)

EM= amplitud en el tramo medio (para 100 ms)

EL= amplitud en el último tramo (para 200 ms)

DF(Hz)= diferencia de frecuencias

PH(degr)= desfase

NOISE(nV)= nivel de ruido

Ejemplo Tipo Data_xx.dat

"HYDROSCOPE" CENTRE, USSR
SOFTWARE V03.03

LOOP circulo 100 M DATE 19.11.02 TIME 10.00

OBSERVATION SITE: 1 (Te26)

ABS.ALTITUDE M

FREQUENCY 1907 HZ STACKING NUMBER 100

EARTH FIELD INCLINATION 70 DEGR

N	Q A*MS	E NV	ES NV	EM NV	EL NV	DF HZ	PH DEGR	NOISE NV
1	82	38	20	11	7	0.00	96	50
2	91	20	11	6	3	- 0.80	99	62
3	162	66	17	27	22	- 0.60	158	64
.....								
24	7326	32	0	22	10	- 3.40	200	54
25	8010	50	0	48	2	- 4.30	238	101
26	8370	86	74	12	0	0.20	166	107
27	10260	41	16	25	0	- 8.90	311	149
28	12132	48	0	39	9	- 3.80	247	219

Este fichero es el utilizado directamente en el programa de inversión.

Medición con comando por PC:

- Se generan 28 ficheros **Qxxxx.dat**, sin cabecera

xxxx= amplitud en A*ms del momento Q

con n líneas (n= número de muestras) que contienen:

t (ms) Ex(nV) Ey(nV) E(nV) fi(°)

t= tiempo de la muestra, de 2 a 2000 ms

Ex,Ey = componentes de la amplitud

E= amplitud total $(Ex^2+Ey^2)^{1/2}$

Fi= fase

Ejemplo tipo Qxxx.dat

```
2 -15.9 -7.9 17.7 110.4
4 -16.0 -28.4 32.6 76.3
6 -5.7 -39.4 39.8 55.1
8 6.3 -35.2 35.8 36.7
10 12.3 -27.9 30.5 23.2
12 9.9 -26.6 28.4 26.4
14 11.7 -27.4 29.8 23.8
16 7.3 -22.8 23.9 29.1
18 -1.8 -14.7 14.8 53.9
20 -6.0 -13.7 15.0 70.6
```

```
.....
1992 14.2 16.4 21.6 267.7
1994 8.6 6.3 10.7 280.7
1996 6.3 -2.7 6.9 339.6
1998 4.4 -8.5 9.5 19.6
2000 2.0 -12.1 12.3 37.7
```

- Se genera además un fichero **E(Q)xx.dat** xx=nombre del sondeo SRM, sin cabecera, con 28 líneas, con los valores:

Q (A*ms) Eo(nV) fi(°)

Ejemplo tipo E(Q)xxx.dat

```
91 30 2
119 38 278
164 41 21
219 58 49
306 55 66
448 73 30
605 72 152
799 47 359
1029 77 85
.....
5455 20 86
5904 32 94
6366 37 156
6838 46 107
7323 47 47
7801 42 149
9218 34 47
10901 40 105
```

- Este fichero no vale para procesarlo por el programa estándar de inversión, aunque en él figuran todos los datos necesarios para su conversión en el fichero **Data_xx.inp** (a través de un software no disponible):

xx=nombre del SRM, con la cabecera:

Loop
Date
Time
Frecuencia
ì
ì
ì

y 28 (una para cada momento q de emisión) líneas con los valores:

ES (nV) EM(nV) EL(nV)

que es el utilizado en la inversión, para producir el correspondiente fichero Hydro_xxx.out.

Ejemplo tipo data_xxx.inp

```

Loop-100
2002:11:21 Date
10:19 Time
1900
0
100
0
0 0 30
0 0 38
0 0 41
0 0 58
0 0 55
2 0 71
0 0 72
2 2 43
0 0 77
0 0 87
0 0 80
0 0 65
0 0 73
0 0 92
25 0 59
0 0 74
0 0 48
0 0 30
0 0 22
0 0 23
0 0 20
0 0 32
0 0 37
0 0 46
0 0 47
0 0 42
0 0 34
0 0 40

```

En el ANEXO III se incluyen copias de todos estos ficheros.

Ficheros generados en la inversion

Tras el proceso de inversión se genera un único fichero, denominado **hydro_0xx.out**, con el siguiente formato (en los ficheros originales el texto está en ruso, habiéndose traducido las cabeceras y añadido el significado de los parámetros contenidos):

Cabecera:

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha hora lugar:

diametro del bucle:

frecuencia Hz stacking
nivel de ruido longitud de registro ms
inclinación de campo magnético °

siguen 26 líneas con el contenido:

KM	V	profundidad	porosidad	contenido en agua en %					
(M2/ día)	(M3/ M2)	(M) de hasta	PB PM PA PT	0	10	20	30	40	50

KM: transmisividad

V: almacenamiento

De: inicio del tramo

hasta: final del tramo

PB: porosidad baja

PM: porosidad media

PA: porosidad alta

PT: porosidad total

En el directorio DISCOSCAMPO se han almacenado todos los datos entregados por HYDROSCOPE. Los ficheros resultado de la inversión fueron objeto de dos entregas: una en el campo, y otra posteriormente. Esto hace que haya dos nomenclaturas:

hydro_0x.out y **hydro_0xb.out**.

Junto con los ficheros out tipo **b** se recibió una copia en papel del contenido de los mismos. Esta copia tiene el texto en ruso, y se incluye en el ANEXO III.

Ambos ficheros son iguales cuando el bucle empleado fue circular, pero no cuando fue en forma de ocho. Esto es debido a que en el campo sólo se disponía del software de inversión para antena circular, sin que Alexander Portselan accediera a enviar el software para procesar los realizados con antena en forma de ocho. En consecuencia:

- Para los registros 3, 4 y 6 NO SON VÁLIDOS los ficheros hydro_0x.out. SOLO VALEN los **b**

- Para los registros 1,2,5,7,8 y 9 valen cualquiera: son idénticos.
- Para los registros 12 y 13 sólo se dispone de la entrega **b**.

Posteriormente, los ficheros se han agrupado por sondeos, a donde sólo se han llevado los ficheros válidos para cada caso, habiéndose traducido al español los del tipo hydro_0x.out, añadiendo además el nombre del sondeo mecánico al que pertenecen, el significado de las columnas y el nombre del fichero.

Ejemplo Tipo Hydro_xxx.out:

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 19.11.02 hora 10:00 lugar: 1 (Te26)

diametro del bucle: cirulo de 100 m
frecuencia 1907 Hz stacking 100
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad	porosidad	contenido en agua en %				
(M2/	(M3/	(M)						
día) M2)	de hasta	PB	PM	PA	PT	0....10...	20...	30...40...50%
0	0.00	0.0-	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.13	1.8	3.6	5.6	0.1	0.9	7.0	XXXX
6	0.23	3.6-	5.4	0.0	6.5	0.0	6.0	XXX
6	0.23	5.4-	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	0.23	7.2-	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	0.23	9.0-	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
36	0.38	10.8-	12.6	0.1	0.0	7.6	8.0	XXXX
36	0.38	12.6-	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
36	0.38	14.4-	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
36	0.38	16.2-	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	0.85	18.0-	21.6	10.3	2.4	1.0	13.0	XXXXXXXX
49	0.85	21.6-	25.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	0.85	25.2-	28.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	0.85	28.8-	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
57	1.17	32.4-	36.0	2.2	6.7	0.0	9.0	XXXXX
60	1.67	36.0-	39.6	14.4	0.0	0.0	14.0	XXXXXXXX
61	1.78	39.6-	43.2	1.9	0.8	0.0	3.0	XX
71	2.00	43.2-	50.4	1.7	0.0	0.7	3.0	XX
77	2.14	50.4-	57.6	2.4	0.1	0.3	2.0	X
78	2.36	57.6-	64.8	2.7	0.3	0.0	3.0	XX
80	2.57	64.8-	72.0	2.0	0.7	0.0	3.0	XX
84	2.90	72.0-	82.8	1.7	0.8	0.0	3.0	XX
91	3.19	82.8-	97.2	0.0	1.8	0.0	2.0	X
100	3.47	97-	112	0.0	1.7	0.0	2.0	X
100	3.47	112-	133	0.0	0.0	0.0	0.0	
100	3.47	133-	248	0.0	0.0	0.0	0.0	

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_01b.out

En el ANEXO III se incluyen copias de estos ficheros.

ANEXO II

GENERACIÓN DE FICHEROS DE PROCESO GRÁFICO

Para realizar el análisis de las mediciones efectuadas y sus inversiones, mediante la confección de gráficos representativos, ha sido necesario efectuar algunas modificaciones en los ficheros originales, que se especifican a continuación:

- en los ficheros **data_xx.dat** se han eliminado líneas en blanco y la columna en blanco existente entre el signo – (“menos”) de la diferencia de fase (DF) y el valor correspondiente. De esta forma las columnas con datos son las 16 a 43 (para 28 momentos). Se conserva la denominación original del fichero.
- En los ficheros tipo **hydro_xx.out** (ó **hydro_xxb.out**) se han eliminado todas las filas de texto, excepto la que indica la fecha y nombre del sondeo. Se ha suprimido toda la porción del fichero con el histograma del contenido en agua y se ha eliminado el trazo – que separa los valores “de”- “hasta” de las profundidades resultado de la inversión, las claves de significado de las columnas y el nombre del fichero. Estos ficheros modificados se han guardado en cada caso con el nombre **inver_xx.dat**. Las filas con datos pasan a ser desde la 3 a la 28.
- En los ficheros **inver_xx.dat** se han añadido las siguientes columnas:
 - la I con la suma de los valores de PB+ PM (cuando ha sido necesario), así como el último valor de “hasta”, a fin de conseguir los gráficos más significativos.
 - la columna J, con la potencia en m de cada capa (diferencia entre D y C)
 - la K, con el valor de la trasmisividad de cada capa en m²/día. Es la diferencia entre la celda A_{i+1} y la A_i
 - la columna L, con la permeabilidad de cada capa en m/día. Es el resultado de dividir la columna K por la J.
- Se han creado además los ficheros **TransxxxNUMIS**, xxx= nombre del SRM, por traslación de datos contenidos en los ficheros **xxx.nov** (generados en el proceso de inversión de los datos adquiridos con el instrumento NUMIS y procesados por SAMOVAR), añadiendo la siguiente nueva información:
 - columna A: *hasta m* , a profundidad del muro de cada capa, traído de xxx.nov
 - columna B: *T(m²/s)*, trasmisividad de capa, traído de xxx.nov
 - columna C: *T acumulado*, trasmisividad acumulada hasta cada profundidad
 - columna D: *T(m²/día)*, valor de C x 86400
 - columna E: *k(m/s)*, permeabilidad de capa, traído de xxx.nov
 - columna F: *k(m/día)*, valor de E x 86400

NOTA SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS GRÁFICOS

Gráfico Q (A.ms) - $E_0(nV)$

- para registros realizados con comando interno se ha utilizado el fichero **data_xx.dat**, con
X= B, Y=C, líneas 16 a 43

Cuando existen estos ficheros se ha podido incluir el ruido, con X=B y Y= I

- para registros realizados con comando por PC, se ha utilizado el fichero **E(Q)xx.dat** con
X=A, Y=B, todas las líneas

En estos ficheros no existe el dato de ruido.

- para los datos de NUMIS se ha utilizado el fichero **xxx.inp** con X=B Y=C , líneas 6 a 21, si existen los 16 momentos

Gráfico Q (A.ms) – fase (grados)

- para registros realizados con comando interno se ha utilizado el fichero **data_xx.dat**, con
X= B, Y=H, líneas 16 a 43
- para registros realizados con comando por PC, se ha utilizado el fichero **E(q)xx.dat** con
X=A, Y=C, todas las líneas

Gráfico Q (A.ms) – diferencia de frecuencia (Hz)

- para registros realizados con comando interno se ha utilizado el fichero **data_xx.dat**, con
X= B, Y=G, líneas 16 a 43
- para registros realizados con comando por PC, no existe este dato

Gráfico profundidad (m) - % agua

Se han realizado con la opción step-plot de Grapher. El fichero utilizado es el **inver_ xxx.dat** (procedente del correspondiente hydro_xx.out), con

Y=C (columna “de”), líneas 3 a 28, junto con la combinación:

X= H (porosidad total) , añadiendo los gráficos X=I (PB+PM) y X=E (PB)

o la combinación más adecuada en cada caso, según la descomposición del valor total en parciales. La adjudicación de un color de llenado a cada combinación proporciona la información de la gradación de los valores.

Para los valores de NUMIS se ha empleado el fichero ***.nov** con X=F (% extrapolado) Y=A (columna “desde”), para las líneas 3 a 18 (para 16 momentos leídos).

Gráfico t (ms) - E (nV):

Se han utilizado los ficheros generados en los registros efectuados con comando a través de PC, **Qxxx.dat**, con

$$X=A \quad Y=D$$

Para algunas de estas figuras se ha limitado por clipping hasta los 200 ms o 300 ms los datos contenidos en el fichero.

Los ajustes se han hecho por exponencial $\ln(Y)=B*X+A$ (equivalente a $Y=A \exp(-X/B)$), habiendo creado funciones suma de exponenciales para los gráficos de análisis de descomposición de las curvas E(t).

Gráficos profundidad- transmisividad acumulada:

Se han generado mediante los ficheros **inver_xxx.dat**

$$X=A \quad Y=D$$

Para los valores de NUMIS se han utilizado los ficheros **TransxxxNUMIS** con X=D Y=A

Gráficos profundidad- permeabilidad de capa:

Se han generado mediante los ficheros **inver_xxx.dat**

$$X=L \quad Y=D$$

Para los valores de NUMIS se han utilizado los ficheros **TransxxxNUMIS** con X=F Y=A

ANEXO III

LISTADO DE LOS FICHEROS DE CAMPO, INVERSIÓN Y GRÁFICOS

Ficheros de campo, inversión y gráficos generados								
SRM	REGISTRO	campo				Inversión	gráficos	
		data xx.dat	Qxxx.dat	E(q)xx.dat	Data xx.inp	Hydro xx.out	inver xx.dat	transxxNUMIS
Te26	1							
Te26	2							
Te26	3							
Te27	4							
Te19	5							
Tc36	6							
Te45	7							
P7	8							
P7	9							
P7	9 nueva inver.							
P7	9 modificado							
P7	10							
P7	11							
P3	12							
P8	13							

Ficheros data xx.dat

Te26 reg-1 reg-2 y reg-3

Te27 reg-4

Te19 reg-5

P3 reg-12

P8 reg-13

HYDROSCOPE CENTRE USSR
SOFTWARE V03.03

LOOP circulo 100 M DATE 19.11.02 TIME 10

OBSERVATION **SITE: 1 (Te26)**

ABS.ALTITUDE M

FREQUENCY 1907 HZ STACKING NUMBER 100

EARTH FIELDINCLINATION 70 DEGR

N	Q	E	ES	EM	EL	DF	PH	NOISE
A*MS	NV	NV	NV	NV	HZ	DEGR	NV	
1	82	38	20	11	7	0	96	50
2	91	20	11	6	3	-0.8	99	62
3	162	66	17	27	22	-0.6	158	64
4	222	71	47	16	8	-1.3	162	62
5	316	56	0	37	19	6.3	44	59
6	450	63	0	35	28	-1.9	187	150
7	589	104	60	30	14	-2.1	181	132
8	774	103	29	28	46	-1.5	162	67
9	936	80	16	25	39	-1.2	166	139
10	1242	129	90	22	17	-1.8	163	123
11	1548	130	78	29	23	-1.8	165	73
12	1764	99	5	94	0	-2	162	70
13	2196	57	33	16	8	-0.8	143	97
14	2466	97	70	19	8	-0.9	145	338
15	2844	109	74	9	26	-6.9	200	56
16	3258	75	0	70	5	-1.1	153	55
17	3654	62	62	0	0	-7.6	219	186
18	4158	34	9	25	0	1.1	139	117
19	4608	70	32	38	0	-5.7	212	209
20	5022	124	124	0	0	-6.7	243	314
21	5616	43	14	7	22	7.2	87	209
22	6120	34	0	14	20	-5.3	278	48
23	6624	93	55	26	12	2.7	132	85
24	7326	32	0	22	10	-3.4	200	54
25	8010	50	0	48	2	-4.3	238	101
26	8370	86	74	12	0	0.2	166	107
27	10260	41	16	25	0	-8.9	311	149
28	12132	48	0	39	9	-3.8	247	219

HYDROSCOPE CENTRE USSR
 SOFTWARE V03.03

LOOP 100 M DATE 19.11.02 TIME 10

OBSERVATION SITE: 2 (Te26)

ABS.ALTIITUDE M

FREQUENCY 1905 HZ STACKING NUMBER 120

EARTH FIELDINCLINATION 70 DEGR

N	Q	E	ES	EM	EL	DF	PH	NOISE
A*MS	NV	NV	NV	NV	HZ	DEGR	NV	
1	91	42	29	13	0	-4.8	281	75
2	100	14	0	7	7	5.6	40	211
3	154	51	28	16	7	-0.9	250	165
4	226	62	47	10	5	0.4	209	81
5	312	63	0	60	3	0.4	210	35
6	441	78	18	45	15	0.2	215	23
7	625	65	0	42	23	1.6	187	45
8	792	96	27	32	37	0.3	208	39
9	990	125	0	125	0	-0.4	212	255
10	1206	107	0	96	11	-0.2	218	62
11	1656	90	0	82	8	0.3	207	44
12	1800	95	0	87	8	0.6	203	26
13	2124	76	0	76	0	1.8	189	179
14	2502	98	58	27	13	0.9	200	81
15	2826	68	0	67	1	0.7	207	129
16	3258	84	60	16	8	1.1	207	64
17	3672	59	31	13	15	-9.3	341	257
18	4068	82	72	5	5	-5.3	275	112
19	4590	103	83	11	9	0.8	228	67
20	5094	81	68	7	6	2.1	178	79
21	5634	245	0	133	112	-11.1	13	138
22	6012	80	0	39	41	2.8	315	278
23	6714	60	20	40	0	-1.9	262	211
24	7218	58	58	0	0	3.1	228	48
25	7812	144	140	2	2	0.9	222	247
26	8424	93	71	15	7	1.4	230	61
27	10314	53	14	5	34	0.8	242	130
28	12330	82	73	6	3	-7.8	280	143

HYDROSCOPE CENTRE USSR
SOFTWARE V03.03

LOOP 100 M (en ocho) DATE 19.11.02 TIME 10

OBSERVATION SITE: 3 (Te26)

ABS.ALTIUDE M

FREQUENCY 1905 HZ STACKING NUMBER 100

EARTH FIELDINCLINATION 70 DEGR

N	Q	E	ES	EM	EL	DF	PH	NOISE
A*MS	NV	NV	NV	NV	HZ	DEGR	NV	
1	94	25	14	6	5	0.8	235	58
2	103	14	0	12	2	-0.7	279	20
3	145	32	24	5	3	1.6	234	40
4	207	40	17	12	11	0.8	260	26
5	285	50	22	19	9	0.6	259	33
6	445	48	0	44	4	0.3	273	7
7	607	65	38	6	21	0.7	271	25
8	774	67	44	1	22	0.8	257	13
9	972	61	36	4	21	0.8	259	20
10	1260	70	50	5	15	0.7	263	26
11	1512	56	22	27	7	1.1	262	22
12	1836	69	51	12	6	0.9	268	33
13	2124	60	39	12	9	1.1	263	26
14	2448	54	36	10	8	1.3	268	19
15	2916	49	29	13	7	1.4	266	10
16	3222	48	36	8	4	1.2	264	14
17	3636	39	6	33	0	1.4	270	21
18	4122	37	31	4	2	1.8	299	17
19	4608	36	12	24	0	1.4	271	6
20	4950	42	33	0	9	1.5	276	4
21	5724	42	31	2	9	1.5	279	5
22	6120	33	21	8	4	1.5	231	42
23	6678	22	0	2	20	-0.2	341	21
24	7200	45	34	0	11	1.4	277	25
25	7866	52	50	1	1	1.7	291	27
26	8424	40	22	16	2	1.8	292	15
27	10296	41	30	5	6	2.1	278	42
28	12186	52	39	9	4	1.5	303	13

HYDROSCOPE CENTRE USSR
SOFTWARE V03.03

LOOP 100 M (en ocho) DATE 20.11.02 TIME 10

OBSERVATION SITE: 4 (Te27)

ABS.ALTIITUDE M

FREQUENCY 1905 HZ STACKING NUMBER 100

EARTH FIELDINCLINATION 77 DEGR

N	Q	E	ES	EM	EL	DF	PH	NOISE
A*MS	NV	NV	NV	NV	HZ	DEGR	NV	
1	105	121	22	16	83	0.2	207	14
2	100	120	18	15	87	0.1	207	9
3	105	111	6	3	102	0	208	9
4	220	185	26	16	143	0	202	12
5	303	208	46	12	150	-0.1	205	16
6	445	194	35	15	144	-0.1	211	14
7	598	174	34	12	128	0	220	7
8	792	141	42	37	62	0.1	201	10
9	990	120	41	33	46	0.2	202	5
10	1260	98	27	30	41	0.3	208	11
11	1494	94	41	5	48	0.3	213	6
12	1854	87	36	12	39	0.5	216	13
13	2124	79	0	57	22	0.2	228	11
14	2502	84	21	5	58	0.3	223	7
15	2826	97	28	13	56	0.2	221	6
16	3150	112	41	20	51	0.2	221	18
17	3780	93	0	50	43	0.2	231	20
18	4122	103	38	15	50	0.3	230	10
19	4536	94	28	4	62	0.2	234	6
20	5094	97	30	13	54	0.2	236	14
21	5562	100	25	7	68	0.3	240	10
22	6192	100	0	57	43	0.2	244	7
23	6660	92	20	1	71	0.1	244	6
24	7200	94	22	3	69	0.1	245	7
25	7830	96	0	35	61	0	253	10
26	8424	98	16	0	82	0.1	251	10
27	10188	105	6	12	87	0.2	257	7
28	12366	108	0	13	95	0	266	5

HYDROSCOPE CENTRE USSR
SOFTWARE V03.03

LOOP 100 M DATE 20.11.02 TIME 13

OBSERVATION SITE: 5 (Te19)

ABS.ALTITUDE M

FREQUENCY 1905 HZ STACKING NUMBER 120

EARTH FIELDINCLINATION 60 DEGR

N	Q	E	ES	EM	EL	DF	PH	NOISE
A*MS	NV	NV	NV	NV	HZ	DEGR	NV	
1	94	41	41	0	0	-3.9	190	48
2	114	39	31	5	3	1	134	40
3	153	28	0	25	3	-8	260	90
4	225	46	7	39	0	-6.5	248	83
5	315	43	0	0	43	-8.9	339	105
6	445	47	0	32	15	-6.3	341	144
7	609	40	0	13	27	-5.8	211	86
8	792	15	0	15	0	-1.2	148	148
9	1008	16	0	10	6	-7.5	192	42
10	1278	45	45	0	0	-5.1	201	190
11	1530	25	25	0	0	-8.6	221	60
12	1800	21	0	16	5	-5.4	167	162
13	2142	28	0	19	9	-1	158	50
14	2484	11	0	9	2	-4.1	231	39
15	2862	23	0	10	13	-3.1	286	80
16	3222	87	0	0	87	1.7	5	135
17	3690	30	0	20	10	-5.2	203	68
18	4104	21	16	4	1	-0.2	172	151
19	4572	54	0	50	4	-4.2	151	66
20	5040	15	0	6	9	-0.2	200	52
21	5634	28	18	6	4	-8.9	239	54
22	6120	30	6	24	0	-4.8	218	128
23	6624	99	76	15	8	7.4	144	128
24	7200	79	22	30	27	-1.6	347	87
25	7866	54	0	30	24	-5.6	317	138
26	8460	57	0	0	57	-6.9	354	90
27	10170	17	0	0	17	-5.5	232	99
28	12348	55	0	34	21	2.6	123	118

HYDROSCOPE CENTRE USSR
SOFTWARE V03.03

LOOP (ocho) 100 M DATE 23.11.02 TIME 0

OBSERVATION **SITE: 12 (P3)**

ABS.ALTITUDE M

FREQUENCY 1914 HZ STACKING NUMBER 100

EARTH FIELDINCLINATION 55 DEGR

N	Q	E	ES	EM	EL	DF	PH	NOISE
A*MS	NV	NV	NV	NV	HZ	DEGR	NV	
1	99	41	24	15	2	1	216	17
2	103	52	40	8	4	-0.3	240	50
3	162	56	12	44	0	-0.8	240	60
4	226	58	0	58	0	0.6	208	32
5	316	103	6	97	0	-0.1	233	77
6	438	75	9	66	0	0.1	227	58
7	630	85	54	16	15	-0.4	241	42
8	792	75	48	21	6	-0.6	233	53
9	1008	40	3	7	30	0.1	228	18
10	1242	50	34	8	8	0.4	221	10
11	1548	33	16	8	9	1.4	219	46
12	1764	25	0	25	0	1.4	223	28
13	2232	22	11	2	9	-0.4	257	71
14	2394	37	6	31	0	-3.3	319	24
15	3060	19	0	13	6	0.6	245	71
16	3222	25	0	25	0	0.1	233	48
17	3708	35	23	2	10	0.1	251	69
18	4068	28	14	0	14	-0.2	257	64
19	4590	39	22	17	0	0.1	265	48
20	5094	26	0	26	0	0.4	259	49
21	5616	49	35	6	8	0.4	268	37
22	6084	31	0	31	0	-0.5	275	56
23	6642	43	12	31	0	-1.4	286	43
24	7254	40	23	3	14	-0.5	277	38
25	7830	53	33	12	8	0.8	263	43
26	8424	42	21	18	3	0.6	274	45
27	10368	54	18	36	0	-0.4	289	45
28	12222	85	65	13	7	0.1	273	43

HYDROSCOPE CENTRE USSR
SOFTWARE V03.03

LOOP 100 M DATE 23.11.02 TIME 0

OBSERVATION **SITE: 13 (P8)**

ABS.ALTITUDE M

FREQUENCY 1914 HZ STACKING NUMBER 100

EARTH FIELDINCLINATION 55 DEGR

N	Q	E	ES	EM	EL	DF	PH	NOISE
A*MS	NV	NV	NV	NV	HZ	DEGR	NV	
1	91	13	0	5	8	-3.3	10	26
2	105	16	16	0	0	-5.4	228	55
3	148	18	1	4	13	10.3	214	52
4	229	6	0	1	5	-2.1	214	28
5	310	57	53	0	4	0.9	227	20
6	442	33	14	13	6	-0.5	204	25
7	625	63	21	29	13	1.1	218	40
8	792	79	40	5	34	0.6	216	17
9	1008	115	70	20	25	0.7	223	54
10	1206	89	3	79	7	1.2	193	120
11	1674	87	14	57	16	0.6	208	47
12	1800	100	0	99	1	0.1	226	36
13	2124	105	61	14	30	0.6	217	26
14	2484	127	94	25	8	0.4	222	73
15	2862	72	5	24	43	1	208	34
16	3222	87	29	15	43	0.6	209	40
17	3636	96	57	21	18	0.5	214	47
18	4140	72	31	28	13	0.5	210	60
19	4590	66	10	35	21	0.1	225	84
20	5076	82	0	71	11	0.3	217	38
21	5580	114	73	15	26	0.4	211	37
22	6138	85	0	85	0	0.5	211	65
23	6678	54	0	24	30	1.3	195	37
24	7218	59	0	32	27	0.8	214	67
25	7884	53	0	46	7	1.4	185	75
26	8388	59	0	51	8	-0.9	225	59
27	10242	66	54	8	4	-1.1	240	38
28	12276	45	0	14	31	0.5	204	70

Ficheros E(q)xxx.dat
Ficheros Data_ xxx.inp

Datos de campo de registros efectuados con comando por PC:

Tc36 reg-6

Te45 reg-7

P7 reg-8

P7 reg-9

P7 reg-10

SRM Tc36

E(Q)06		
Q (A.ms)	E ₀ (nV)	fi °
91	30	2
119	38	278
164	41	21
219	58	49
306	55	66
448	73	30
605	72	152
799	47	359
1029	77	85
1275	87	252
1549	80	299
1873	65	30
2197	73	272
2557	92	235
2946	85	41
3347	74	123
3761	48	5
4191	30	10
4597	22	22
5023	23	31
5455	20	86
5904	32	94
6366	37	156
6838	46	107
7323	47	47
7801	42	149
9218	34	47
10901	40	105

DATA_06.INP

ES EM EL
Loop-100
2002:11:21 Date
10:19 Time
1900
0
100
0
0 0 30
0 0 38
0 0 41
0 0 58
0 0 55
2 0 71
0 0 72
2 2 43
0 0 77
0 0 87
0 0 80
0 0 65
0 0 73
0 0 92
25 0 59
0 0 74
0 0 48
0 0 30
0 0 22
0 0 23
0 0 20
0 0 32
0 0 37
0 0 46
0 0 47
0 0 42
0 0 34
0 0 40

SRM Te45

E(Q)07

Q (A.ms)	E ₀ (nV)	fi °
107	247	277
113	174	348
147	260	194
216	254	99
342	280	165
502	394	143
703	280	214
954	315	19
1224	242	329
1530	242	185
1888	167	54
2256	253	196
2653	296	205
3084	267	226
3528	268	152
3980	230	92
4466	223	268
4950	296	237
5439	382	88
5981	422	160
6553	354	159
7125	711	116
7712	815	38
8298	1085	81
8910	1559	31
9540	1186	8
11385	1614	204
13487	1444	175

DATA_07.INP
ES EM EL

Loop-100
2002:11:21 Date
15:02 Time
1900
0
100
0
0 0 247
0 0 174
0 0 260
0 0 254
0 0 280
0 0 394
0 0 280
0 0 315
0 0 242
0 0 242
0 0 167
0 0 253
0 0 296
0 0 267
0 0 268
0 0 230
0 0 223
0 0 296
0 0 382
0 0 422
0 0 354
0 0 711
0 0 815
0 0 1085
0 0 1559
0 0 1186
0 0 1614
0 0 1444

SRM P7

E(Q)08

Q (A.ms)	E ₀ (nV)	fi °
91	53	217
107	43	178
147	46	301
219	64	146
359	48	104
525	45	312
742	87	58
1008	120	344
1300	60	305
1637	176	24
1998	84	359
2395	61	343
2831	70	296
3278	56	287
3744	67	282
4212	156	270
4695	57	26
5203	234	358
5724	121	147
6267	39	331
6828	71	235
7425	101	331
8021	118	0
8657	43	257
9305	113	211
9969	67	284
11864	78	284
14174	55	333

DATA_08.INP
ES EM EL
Loop-100
2002:11:22 Date
12:10 Time

1915		
0		
100		
0		
0	53	0
0	43	0
0	46	0
0	64	0
0	48	0
0	45	0
0	87	0
0	120	0
6	54	0
0	176	0
0	84	0
3	58	0
2	68	0
3	53	0
0	67	0
0	156	0
0	57	0
0	234	0
0	121	0
4	35	0
0	71	0
0	101	0
0	118	0
0	43	0
0	113	0
0	67	0
0	78	0
0	55	0

SRM P7

E(Q)09

Q (A.ms)	E ₀ (nV)	fi °	E ₀ modificada
97	38	53	8
125	56	168	21
167	40	152	11
251	50	326	15
389	49	317	24
545	45	293	33
759	63	195	35
1024	53	296	46
1315	76	280	44
1639	103	176	91
1997	76	275	67
2391	71	289	76
2825	51	287	55
3264	62	246	58
3725	52	222	30
4176	51	212	13
4650	59	275	14
5150	58	14	24
5675	46	213	26
6210	42	173	10
6769	62	282	29
7343	69	192	19
7924	46	284	8
8549	50	131	14
9173	58	137	16
9843	57	128	7
11714	54	279	8
13995	65	319	16

E(Q)10

Q (A.ms)	E ₀ (nV)	fi °
1378	85	151
1564	85	124
1960	58	185
2196	88	191
2323	86	122

DATA_09.INP ES EM EL

Loop-100
2002:11:22 Date
14:27 Time

```

1915
0
100
0
0 0 38
0 0 56
0 0 40
0 0 50
0 0 49
0 0 45
0 0 63
4 0 49
0 0 76
35 0 68
24 0 52
12 0 60
0 0 51
23 0 40
0 0 52
0 0 51
0 0 59
0 0 58
0 0 46
0 0 42
0 0 62
0 0 69
0 0 46
0 0 50
0 0 58
0 0 57
0 0 54
0 0 65
    
```


Ficheros Hydro_xx.out

Te26 reg-1 reg-2 y reg-3

Te27 reg-4

Te19 reg-5

Tc36 reg-6

Te45 reg-7

P7 reg-8 reg-9

P3 reg-12

P8 reg-13

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 23.11.02 hora 14:00 lugar: 13 (P8)

diametro del bucle: cirulo de 100 m
frecuencia 1914 Hz stacking 100
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad	porosidad	contenido en agua en %			
(M2/	(M3/	(M)					
día)	M2)	de hasta	PB	PM	PA	PT	0...10...20...30...40...50%
0	0.00	0.0- 1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
0	0.00	1.8- 3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
0	0.00	3.6- 5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
0	0.00	5.4- 7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
0	0.00	7.2- 9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.05	9.0- 10.8	0.0	0.0	3.4	3.0	XX
14	0.05	10.8- 12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.09	12.6- 14.4	1.5	0.0	0.0	2.0	X
14	0.09	14.4- 16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.09	16.2- 18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.20	18.0- 21.6	0.0	3.3	0.0	3.0	XX
23	0.67	21.6- 25.2	7.5	5.3	0.0	13.0	XXXXXXXX
23	0.67	25.2- 28.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
23	0.67	28.8- 32.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
23	0.67	32.4- 36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
42	1.13	36.0- 39.6	10.8	0.0	2.1	13.0	XXXXXXXXXX
58	1.60	39.6- 43.2	10.0	0.0	2.5	13.0	XXXXXXXXXX
58	1.60	43.2- 50.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
58	1.60	50.4- 57.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
115	2.68	57.6- 64.8	1.6	10.5	2.5	15.0	XXXXXXXXXX
115	2.68	64.8- 72.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
115	2.68	72.0- 82.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
115	2.68	82.8- 97.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
115	2.68	97- 112	0.0	0.0	0.0	0.0	
115	2.68	112- 133	0.0	0.0	0.0	0.0	
115	2.68	133- 248	0.0	0.0	0.0	0.0	

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_13b.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 19.11.02 hora 10:00 lugar: **1 (Te26)**

diametro del bucle: cirulo de 100 m
frecuencia 1907 Hz stacking 100
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad	porosidad	contenido en agua en %				
(M2/	(M3/	(M)	de hasta	PB	PM	PA	PT	0...10...20...30...40...50%
0	0.00	0.0-	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
4	0.13	1.8	3.6	5.6	0.1	0.9	7.0	XXXX
6	0.23	3.6-	5.4	0.0	6.5	0.0	6.0	XXX
6	0.23	5.4-	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	0.23	7.2-	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	0.23	9.0-	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
36	0.38	10.8-	12.6	0.1	0.0	7.6	8.0	XXXX
36	0.38	12.6-	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
36	0.38	14.4-	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
36	0.38	16.2-	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	0.85	18.0-	21.6	10.3	2.4	1.0	13.0	XXXXXXXX
49	0.85	21.6-	25.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	0.85	25.2-	28.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	0.85	28.8-	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
57	1.17	32.4-	36.0	2.2	6.7	0.0	9.0	XXXXX
60	1.67	36.0-	39.6	14.4	0.0	0.0	14.0	XXXXXXXX
61	1.78	39.6-	43.2	1.9	0.8	0.0	3.0	XX
71	2.00	43.2-	50.4	1.7	0.0	0.7	3.0	XX
77	2.14	50.4-	57.6	2.4	0.1	0.3	2.0	X
78	2.36	57.6-	64.8	2.7	0.3	0.0	3.0	XX
80	2.57	64.8-	72.0	2.0	0.7	0.0	3.0	XX
84	2.90	72.0-	82.8	1.7	0.8	0.0	3.0	XX
91	3.19	82.8-	97.2	0.0	1.8	0.0	2.0	X
100	3.47	97-	112	0.0	1.7	0.0	2.0	X
100	3.47	112-	133	0.0	0.0	0.0	0.0	
100	3.47	133-	248	0.0	0.0	0.0	0.0	

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_01b.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 19.11.02 hora 14:10 lugar: **2 (Te26)**

diametro del bucle: circulo de 100 m
frecuencia 1905 Hz stacking 120
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad	porosidad	contenido en agua en %				
(M2/	(M3/	(M)						
día)	M2)	de hasta	PB	PM	PA	PT	0...	10...20...30...40...50%
8	0.05	0.0- 1.8	1.4	0.0	2.1	3.0	XX	
8	0.05	1.8- 3.6	0.0	0.0	0.0	0.0		
10	0.29	3.6- 5.4	8.7	3.7	0.0	13.0	XXXXXXXX	
10	0.29	5.4- 7.2	0.0	0.0	0.0	0.0		
10	0.29	7.2- 9.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
10	0.29	9.0- 10.8	0.0	0.0	0.0	0.0		
14	0.36	10.8- 12.6	0.0	2.8	0.7	4.0	XX	
16	0.38	12.6- 14.4	0.0	0.0	0.9	1.0	X	
16	0.38	14.4- 16.2	0.0	0.0	0.0	0.0		
16	0.38	16.2- 18.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
32	0.85	18.0- 21.6	0.0	13.0	0.0	13.0	XXXXXXXX	
32	0.85	21.6- 25.2	0.0	0.0	0.0	0.0		
32	0.85	25.2- 28.8	0.0	0.0	0.0	0.0		
32	0.85	28.8- 32.4	0.0	0.0	0.0	0.0		
32	0.85	32.4- 36.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
32	0.85	36.0- 39.6	0.0	0.0	0.0	0.0		
35	1.03	39.6- 43.2	1.1	3.9	0.0	5.0	XXX	
45	1.31	43.2- 50.4	0.1	4.4	0.0	4.0	XX	
92	1.60	50.4- 57.6	0.2	0.8	2.8	4.0	XX	
106	2.11	57.6- 64.8	6.1	0.0	0.9	7.0	XXXX	
108	2.68	64.8- 72.0	8.2	0.0	0.0	8.0	XXXX	
112	3.55	72.0- 82.8	8.2	0.0	0.0	8.0	XXXX	
112	3.55	82.8- 97.2	0.0	0.0	0.0	0.0		
112	3.55	97- 112	0.0	0.0	0.0	0.0		
112	3.55	112- 133	0.0	0.0	0.0	0.0		
436	9.88	133- 248	9.8	0.0	1.2	11.0	XXXXXXXX	

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_02b.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 19.11.02 hora 17:45 lugar: **3 (Te26)**

diametro del bucle: ocho
frecuencia 1905 Hz stacking 100
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad	porosidad	contenido en agua en %				
(M2/	(M3/	(M)	de hasta	PB	PM	PA	PT	0...10...20...30...40...50%
5	0.18	0.0-	1.0	13.1	3.7	1.5	18.0	XXXXXXXXXX
5	0.18	1.0-	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5	0.18	2.0-	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5	0.18	3.0-	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
8	0.28	4.0-	5.0	2.2	7.3	0.5	10.0	XXXXXX
8	0.28	5.0-	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13	0.31	6.0-	7.0	0.0	0.0	2.7	3.0	XX
13	0.31	7.0-	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13	0.31	8.0-	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.36	9.0-	10.0	3.6	0.0	1.2	5.0	XXX
22	0.54	10.0-	12.0	6.7	0.0	1.5	9.0	XXXXXX
22	0.54	12.0-	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.60	14.0-	16.0	2.5	0.0	0.0	3.0	XX
24	0.82	16.0-	18.0	9.7	0.8	0.0	11.0	XXXXXXX
24	0.82	18.0-	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.82	20.0-	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.82	22.0-	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.82	24.0-	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.82	28.0-	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.90	32.0-	36.0	0.0	1.5	0.0	2.0	X
27	0.98	36.0-	40.0	1.3	0.8	0.0	2.0	X
33	1.16	40.0-	46.0	1.5	0.0	0.5	3.0	XX
40	1.32	46.0-	54.0	1.9	0.0	0.4	2.0	X
43	1.48	54.0-	62.0	2.5	0.0	0.1	2.0	X
44	1.84	62.0-	74.0	2.7	0.0	0.0	3.0	XX
57	2.48	74-	138	2.0	0.4	0.0	2.0	X

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_03b.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 20.11.02 hora 09:30 lugar: 4 (Te27)

diametro del bucle: ocho con 100 m
frecuencia 1905 Hz stacking 100
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad	porosidad					contenido en agua en %							
(M2/	(M3/	(M)	día)	M2)	de hasta	PB	PM	PA	PT	0....	10...	20...	30...	40...	50%
0	0.00	0.0-	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
0	0.00	1.0-	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
52	0.34	2.0-	3.0	7.7	0.0	25.7	34.0			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX					
103	0.59	3.0-	4.0	0.0	0.0	25.5	25.0			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX					
124	0.82	4.0-	5.0	6.8	7.2	9.3	23.0			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX					
128	0.99	5.0-	6.0	14.8	0.0	1.6	17.0			XXXXXXXXXXXX					
131	1.24	6.0-	7.0	17.1	7.7	0.0	25.0			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX					
131	1.24	7.0-	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	8.0-	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	9.0-	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	10.0-	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	12.0-	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	14.0-	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	16.0-	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	18.0-	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	20.0-	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	22.0-	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	24.0-	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	28.0-	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	32.0-	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
131	1.24	36.0-	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
133	1.30	40.0-	46.0	0.0	1.2	0.0	1.0			X					
204	2.42	46.0-	54.0	7.0	3.1	3.9	14.0			XXXXXXXX					
353	3.14	54.0-	62.0	0.0	0.0	9.3	9.0			XXXXXX					
353	3.14	62.0-	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
353	3.14	74-	138	0.0	0.0	0.0	0.0								

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_04b.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 20.11.02 hora 13:00 lugar: **5 (Te19)**

diametro del bucle: cirulo de 100 m
frecuencia 1905 Hz stacking 120
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad	porosidad					contenido en agua en %
(M2/	(M3/	(M)	de hasta	PB	PM	PA	PT	0...10...20...30...40...50%
4	0.18	0.0-	1.8	5.0	5.2	0.0	10.0	XXXXXX
4	0.18	1.8-	3.6	0.0	0.2	0.0	0.0	
5	0.32	3.6-	5.4	6.0	2.3	0.0	8.0	XXXX
18	0.38	5.4-	7.2	0.0	0.0	3.5	3.0	XX
18	0.38	7.2-	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.38	9.0-	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.38	10.8-	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.38	12.6-	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.38	14.4-	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.38	16.2-	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.38	18.0-	21.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.38	21.6-	25.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.38	25.2-	28.8	0.0	0.0	0.4	0.0	
22	0.38	28.8-	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.38	32.4-	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.38	36.0-	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.38	39.6-	43.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.38	43.2-	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.38	50.4-	57.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.38	57.6-	64.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.38	64.8-	72.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
140	2.00	72.0-	82.8	6.0	5.4	4.5	15.0	XXXXXXXXXX
140	2.00	82.8-	97.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
140	2.00	97-	112	0.0	0.0	0.0	0.0	
140	2.00	112-	133	0.0	0.0	0.0	0.0	
140	2.00	133-	248	0.0	0.0	0.0	0.0	

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_05b.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 21:11:02 hora 10:30 lugar: 6 (Tc36)

diametro del bucle: ocho
frecuencia 1900 Hz stacking 32
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad		porosidad				contenido en agua en %				
		(M2/	(M3/	(M)	PB	PM	PA	PT	0....	10...20...	30...40...	50%
4	0.02	0.0-	1.0	0.0	0.0	1.8	2.0	X				
8	0.04	1.0-	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	X				
37	0.19	2.0-	3.0	0.0	0.0	14.6	15.0	XXXXXXXXXX				
37	0.19	3.0-	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
37	0.19	4.0-	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
46	0.24	5.0-	6.0	0.3	0.2	4.7	5.0	XXX				
52	0.27	6.0-	7.0	0.0	0.0	2.6	3.0	XX				
52	0.27	7.0-	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
52	0.27	8.0-	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
52	0.27	9.0-	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
52	0.27	10.0-	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
52	0.27	12.0-	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
69	0.35	14.0-	16.0	0.0	0.0	4.3	4.0	XX				
111	0.61	16.0-	18.0	2.1	0.0	10.6	13.0	XXXXXXXXXX				
111	0.61	18.0-	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
111	0.61	20.0-	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
111	0.61	22.0-	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
111	0.61	24.0-	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
111	0.61	28.0-	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
111	0.61	32.0-	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
111	0.61	36.0-	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
111	0.61	40.0-	46.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
208	1.09	46.0-	54.0	0.1	0.0	6.1	6.0	XXX				
208	1.09	54.0-	62.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
208	1.09	62.0-	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
208	1.09	74-	138	0.0	0.0	0.0	0.0					

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_06b.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 21.11.02 hora 14:15 lugar: 7 (Te45)

diametro del bucle: cirulo de 100 m
frecuencia 1900 Hz stacking 100
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad				porosidad					contenido en agua en %							
		(M2/	(M3/	(M	día)	M2)	de	hasta	PB	PM	PA	PT	0...	10...	20...	30...	40...	50%
352	1.58	0.0-	1.8	0.0	0.0	29.9	30.0					XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
352	1.58	1.8-	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0											
352	1.58	3.6-	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0											
352	1.58	5.4-	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	7.2-	9.0	0.0	0.0	17.7	18.0					XXXXXXXXXX						
423	1.91	9.0-	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	10.8-	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	12.6-	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	14.4-	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	16.2-	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	18.0-	21.6	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	21.6-	25.2	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	25.2-	28.8	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	28.8-	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	32.4-	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	36.0-	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	39.6-	43.2	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	43.2-	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	50.4-	57.6	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	57.6-	64.8	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	64.8-	72.0	0.0	0.0	0.0	0.0											
423	1.91	72.0-	82.8	0.0	0.0	0.0	0.0											
2691	13.57	82.8-	97.2	0.0	0.0	30.0	30.0					XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
5122	25.24	97-	112	0.0	0.0	30.0	30.0					XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
8525	42.73	112-	133	0.0	0.0	30.0	30.0					XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
27161	89.39	133-	248	0.0	0.0	30.0	30.0					XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_07b.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 22.11.02 hora 12:10 lugar: **8 (P7)**

diametro del bucle: cirulo de 100 m
frecuencia 1915 Hz stacking 64
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad	porosidad	contenido en agua en %				
(M2/	(M3/	(M)	de hasta	PB	PM	PA	PT	0...10...20...30...40...50%
7	0.22	0.0-	1.8	0.2	11.7	0.0	12.0	XXXXXX
7	0.22	1.8-	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	0.22	3.6-	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	0.22	5.4-	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	0.22	7.2-	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	0.22	9.0-	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	0.22	10.8-	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
9	0.36	12.6-	14.4	0.0	7.9	0.0	8.0	XXXX
18	0.61	14.4-	16.2	0.0	14.2	0.0	14.0	XXXXXXXX
18	0.61	16.2-	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.61	18.0-	21.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.61	21.6-	25.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.61	25.2-	28.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.61	28.8-	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.61	32.4-	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.61	36.0-	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.61	39.6-	43.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.61	43.2-	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
44	1.40	50.4-	57.6	0.0	10.7	0.0	11.0	XXXXXX
66	2.20	57.6-	64.8	0.4	10.5	0.0	11.0	XXXXXX
85	2.84	64.8-	72.0	0.0	8.9	0.0	9.0	XXXXX
85	2.84	72.0-	82.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
85	2.84	82.8-	97.2	0.0	0.0	0.0	0.0	
85	2.84	97-	112	0.0	0.0	0.0	0.0	
85	2.84	112-	133	0.0	0.0	0.0	0.0	
85	2.84	133-	248	0.0	0.0	0.0	0.0	

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_08b.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 22.11.02 hora 14:27 lugar: **9 (P7)**

diametro del bucle: cirulo de 100 m
frecuencia 1915 Hz stacking 64
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad				porosidad					contenido en agua en %				
		(M2/	(M3/	(M)	de hasta	PB	PM	PA	PT	0...	10...	20...	30...	40...	50%
0	0.00	0.0-	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
0	0.00	1.8-	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
0	0.00	3.6-	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	5.4-	7.2	2.4	0.0	12.7	15.0	XXXXXXXXXX							
51	0.27	7.2-	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	9.0-	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	10.8-	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	12.6-	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	14.4-	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	16.2-	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	18.0-	21.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	21.6-	25.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	25.2-	28.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	28.8-	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	32.4-	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	36.0-	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	39.6-	43.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
51	0.27	43.2-	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
115	0.70	50.4-	57.6	1.9	0.0	4.0	6.0	XXX							
182	1.06	57.6-	64.8	0.0	0.0	4.8	5.0	XXX							
249	1.42	64.8-	72.0	0.0	0.0	4.8	5.0	XXX							
249	1.42	72.0-	82.8	0.0	0.0	0.0	0.0								
249	1.42	82.8-	97.2	0.0	0.0	0.0	0.0								
249	1.42	97-	112	0.0	0.0	0.0	0.0								
249	1.42	112-	133	0.0	0.0	0.0	0.0								
249	1.42	133-	248	0.0	0.0	0.0	0.0								

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_09b.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 23.11.02 hora 10:15 lugar: **12 (P3)**

diametro del bucle: ocho
frecuencia 1914 Hz stacking 100
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad				porosidad				contenido en agua en %					
		(M2/	(M3/	(M	de hasta	PB	PM	PA	PT	0....	10...	20...	30...	40...	50%
0	0.00	0.0-	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
0	0.00	1.0-	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
0	0.00	2.0-	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
6	0.19	3.0-	4.0	0.0	18.6	0.0	19.0	XXXXXXXXXXXX							
6	0.21	4.0-	5.0	0.0	2.2	0.0	2.0	X							
10	0.53	5.0-	6.0	27.3	4.8	0.4	32.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX							
10	0.53	6.0-	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	7.0-	8.0	0.0	0.0	4.9	5.0	XXX							
19	0.58	8.0-	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	9.0-	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	10.0-	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	12.0-	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	14.0-	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	16.0-	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	18.0-	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	20.0-	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	22.0-	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	24.0-	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	28.0-	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	32.0-	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	36.0-	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	40.0-	46.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	46.0-	54.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	54.0-	62.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
19	0.58	62.0-	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
152	4.10	74-	138	6.7	2.6	0.5	11.0	XXXXXXX							

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total

fichero:Hydro_12.out

DEPARTAMENTO SIBERIANO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS RUSA
CENTRO CIENTÍFICO-INDUSTRIAL "HYDROSCOPE"

fecha 23.11.02 hora 14:00 lugar: **13 (P8)**

diametro del bucle: cirulo de 100 m
frecuencia 1914 Hz stacking 100
nivel de ruido longitud de registro 200 ms
inclinación de campo magnético 60 °

KM	V	profundidad	porosidad	contenido en agua en %							
(M2/	(M3/	(M)									
día) M2)	de hasta	PB	PM	PA	PT	0...	10...	20...	30...	40...	50%
0	0.00	0.0-	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
0	0.00	1.8-	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
0	0.00	3.6-	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
0	0.00	5.4-	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
0	0.00	7.2-	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
14	0.05	9.0-	10.8	0.0	0.0	3.4	3.0	XX			
14	0.05	10.8-	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0				
14	0.09	12.6-	14.4	1.5	0.0	0.0	2.0	X			
14	0.09	14.4-	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0				
14	0.09	16.2-	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
18	0.20	18.0-	21.6	0.0	3.3	0.0	3.0	XX			
23	0.67	21.6-	25.2	7.5	5.3	0.0	13.0	XXXXXXXX			
23	0.67	25.2-	28.8	0.0	0.0	0.0	0.0				
23	0.67	28.8-	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0				
23	0.67	32.4-	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
42	1.13	36.0-	39.6	10.8	0.0	2.1	13.0	XXXXXXXXXX			
58	1.60	39.6-	43.2	10.0	0.0	2.5	13.0	XXXXXXXXXX			
58	1.60	43.2-	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0				
58	1.60	50.4-	57.6	0.0	0.0	0.0	0.0				
115	2.68	57.6-	64.8	1.6	10.5	2.5	15.0	XXXXXXXXXX			
115	2.68	64.8-	72.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
115	2.68	72.0-	82.8	0.0	0.0	0.0	0.0				
115	2.68	82.8-	97.2	0.0	0.0	0.0	0.0				
115	2.68	97-	112	0.0	0.0	0.0	0.0				
115	2.68	112-	133	0.0	0.0	0.0	0.0				
115	2.68	133-	248	0.0	0.0	0.0	0.0				

KM : transmisividad
V: almacenamiento
PB: porosidad baja
PM: porosidad media
PA: porosidad baja
PT: porosidad total
fichero:Hydro_13b.out

Ficheros inver_xxx.dat

Te26 reg-1 reg-2 y reg-3

Te27 reg-4

Te19 reg-5

Tc36 reg-6

Te45 reg-7

P7 reg-8 reg-9

P7 reg-9 nueva inversión

P7 reg-9 modificado

P3 reg-12

P8 reg-13

fecha	19.11.02	hora	10:00	lugar:	1	(Te26)						
KM	V	de	hasta	PB	PM	PA	PT	PB+PM	potencia	Trasn.capa	per (m/d)	
0	0	0	1.8	0	0	0	0	0	1.8	0	0	
4	0.13	1.8	3.6	5.6	0.1	0.9	7	5.7	1.8	4	2.22222222222222	
6	0.23	3.6	5.4	0	6.5	0	6	6.5	1.8	2	1.11111111111111	
6	0.23	5.4	7.2	0	0	0	0	0	1.8	0	0	
6	0.23	7.2	9	0	0	0	0	0	1.8	0	0	
6	0.23	9	10.8	0	0	0	0	0	1.8	0	0	
36	0.38	10.8	12.6	0.1	0	7.6	8	0.1	1.8	30	16.6666666666667	
36	0.38	12.6	14.4	0	0	0	0	0	1.8	0	0	
36	0.38	14.4	16.2	0	0	0	0	0	1.8	0	0	
36	0.38	16.2	18	0	0	0	0	0	1.8	0	0	
49	0.85	18	21.6	10.3	2.4	1	13	12.7	3.6	13	3.61111111111111	
49	0.85	21.6	25.2	0	0	0	0	0	3.6	0	0	
49	0.85	25.2	28.8	0	0	0	0	0	3.6	0	0	
49	0.85	28.8	32.4	0	0	0	0	0	3.6	0	0	
57	1.17	32.4	36	2.2	6.7	0	9	8.9	3.6	8	2.22222222222222	
60	1.67	36	39.6	14.4	0	0	14	14.4	3.6	3	0.83333333333333	
61	1.78	39.6	43.2	1.9	0.8	0	3	2.7	3.6	1	0.27777777777778	
71	2	43.2	50.4	1.7	0	0.7	3	1.7	7.2	10	1.38888888888889	
77	2.14	50.4	57.6	2.4	0.1	0.3	2	2.5	7.2	6	0.83333333333333	
78	2.36	57.6	64.8	2.7	0.3	0	3	3	7.2	1	0.13888888888889	
80	2.57	64.8	72	2	0.7	0	3	2.7	7.2	2	0.27777777777778	
84	2.9	72	82.8	1.7	0.8	0	3	2.5	10.8	4	0.37037037037037	
91	3.19	82.8	97.2	0	1.8	0	2	1.8	14.4	7	0.48611111111111	
100	3.47	97	112	0	1.7	0	2	1.7	15	3	0.2	
100	3.47	112	133	0	0	0	0	0	21	0	0	
100	3.47	133	248	0	0	0	0	0	115	0	0	

fecha	19.11.02		hora	14:10			lugar: 2		(Te26)			potencia	Trans. capa	per (m/d)
KM	V	de	hasta	PB	PM	PA	PT	PB+PM						
8	0.05	0	1.8	1.4	0	2.1	3	1.4	1.8	8	4.444444444444444			
8	0.05	1.8	3.6	0	0	0	0	0	1.8	0	0			
10	0.29	3.6	5.4	8.7	3.7	0	13	12.4	1.8	2	1.111111111111111			
10	0.29	5.4	7.2	0	0	0	0	0	1.8	0	0			
10	0.29	7.2	9	0	0	0	0	0	1.8	0	0			
10	0.29	9	10.8	0	0	0	0	0	1.8	0	0			
14	0.36	10.8	12.6	0	2.8	0.7	4	2.8	1.8	4	2.222222222222222			
16	0.38	12.6	14.4	0	0	0.9	1	0	1.8	2	1.111111111111111			
16	0.38	14.4	16.2	0	0	0	0	0	1.8	0	0			
16	0.38	16.2	18	0	0	0	0	0	1.8	0	0			
32	0.85	18	21.6	0	13	0	13	13	3.6	16	4.444444444444444			
32	0.85	21.6	25.2	0	0	0	0	0	3.6	0	0			
32	0.85	25.2	28.8	0	0	0	0	0	3.6	0	0			
32	0.85	28.8	32.4	0	0	0	0	0	3.6	0	0			
32	0.85	32.4	36	0	0	0	0	0	3.6	0	0			
32	0.85	36	39.6	0	0	0	0	0	3.6	0	0			
35	1.03	39.6	43.2	1.1	3.9	0	5	5	3.6	3	0.833333333333333			
45	1.31	43.2	50.4	0.1	4.4	0	4	4.5	7.2	10	1.388888888888889			
92	1.6	50.4	57.6	0.2	0.8	2.8	4	1	7.2	47	6.527777777777778			
106	2.11	57.6	64.8	6.1	0	0.9	7	6.1	7.2	14	1.944444444444444			
108	2.68	64.8	72	8.2	0	0	8	8.2	7.2	2	0.277777777777778			
112	3.55	72	82.8	8.2	0	0	8	8.2	10.8	4	0.37037037037037			
112	3.55	82.8	97.2	0	0	0	0	0	14.4	0	0			
112	3.55	97	112	0	0	0	0	0	15	0	0			
112	3.55	112	133	0	0	0	0	0	21	0	0			
436	9.88	133	248	9.8	0	1.2	11	9.8	115	324	2.81739130434783			

fecha	19.11.02	hora	17:45	lugar: 3	(Te26)						Trasn. capa	Per. (m/d)
KM	V	de	hasta	PB	PM	PA	PT	PB+PM	potencia			
		0		0	0	0	0	0				
5	0.18	0	1	13.1	3.7	1.5	18	16.8	1	5	5	
5	0.18	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	
5	0.18	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	
5	0.18	3	4	0	0	0	0	0	1	0	0	
8	0.28	4	5	2.2	7.3	0.5	10	9.5	1	3	3	
8	0.28	5	6	0	0	0	0	0	1	0	0	
13	0.31	6	7	0	0	2.7	3	0	1	5	5	
13	0.31	7	8	0	0	0	0	0	1	0	0	
13	0.31	8	9	0	0	0	0	0	1	0	0	
16	0.36	9	10	3.6	0	1.2	5	3.6	1	3	3	
22	0.54	10	12	6.7	0	1.5	9	6.7	2	6	3	
22	0.54	12	14	0	0	0	0	0	2	0	0	
22	0.6	14	16	2.5	0	0	3	2.5	2	0	0	
24	0.82	16	18	9.7	0.8	0	11	10.5	2	2	1	
24	0.82	18	20	0	0	0	0	0	2	0	0	
24	0.82	20	22	0	0	0	0	0	2	0	0	
24	0.82	22	24	0	0	0	0	0	2	0	0	
24	0.82	24	28	0	0	0	0	0	4	0	0	
24	0.82	28	32	0	0	0	0	0	4	0	0	
26	0.9	32	36	0	1.5	0	2	1.5	4	2	0.5	
27	0.98	36	40	1.3	0.8	0	2	2.1	4	1	0.25	
33	1.16	40	46	1.5	0	0.5	3	1.5	6	6	1	
40	1.32	46	54	1.9	0	0.4	2	1.9	8	7	0.875	
43	1.48	54	62	2.5	0	0.1	2	2.5	8	3	0.375	
44	1.84	62	74	2.7	0	0	3	2.7	12	1	0.0833333333333333	
57	2.48	74	138	2	0.4	0	2	2.4	64	13	0.203125	
		138		2	0.4	0	2	2.4				

fecha	20.11.02	hora	09:30	lugar: 4	(Te27)						potencia		Trasn. capa	Per m(/d)
KM	V	de	hasta	PB	PM	PA	PT	PB+PM						
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0			
0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0			
52	0.34	2	3	7.7	0	25.7	34	7.7	1	52	52			
103	0.59	3	4	0	0	25.5	25	0	1	51	51			
124	0.82	4	5	6.8	7.2	9.3	23	14	1	21	21			
128	0.99	5	6	14.8	0	1.6	17	14.8	1	4	4			
131	1.24	6	7	17.1	7.7	0	25	24.8	1	3	3			
131	1.24	7	8	0	0	0	0	0	1	0	0			
131	1.24	8	9	0	0	0	0	0	1	0	0			
131	1.24	9	10	0	0	0	0	0	1	0	0			
131	1.24	10	12	0	0	0	0	0	2	0	0			
131	1.24	12	14	0	0	0	0	0	2	0	0			
131	1.24	14	16	0	0	0	0	0	2	0	0			
131	1.24	16	18	0	0	0	0	0	2	0	0			
131	1.24	18	20	0	0	0	0	0	2	0	0			
131	1.24	20	22	0	0	0	0	0	2	0	0			
131	1.24	22	24	0	0	0	0	0	2	0	0			
131	1.24	24	28	0	0	0	0	0	4	0	0			
131	1.24	28	32	0	0	0	0	0	4	0	0			
131	1.24	32	36	0	0	0	0	0	4	0	0			
131	1.24	36	40	0	0	0	0	0	4	0	0			
133	1.3	40	46	0	1.2	0	1	1.2	6	2	0.3333333333333333			
204	2.42	46	54	7	3.1	3.9	14	10.1	8	71	8.875			
353	3.14	54	62	0	0	9.3	9	0	8	149	18.625			
353	3.14	62	74	0	0	0	0	0	12	0	0			
353	3.14	74	138	0	0	0	0	0	64	0	0			

Fecha	KM	V	de	hora	hora	13:00	lugar:	5	(Te19)	PT	PB+PM	potencia	Trasn. capa	Per (m/d)
20.11.02	4	0.18	0	1.8	5	5.2	0	0	10	10.2	1.8	4	2.22222222222222	0
4	4	0.18	1.8	3.6	0	0.2	0	0	0	0.2	1.8	0	0	0
5	5	0.32	3.6	5.4	6	2.3	0	8	8	8.3	1.8	1	0.555555555555555	0
18	18	0.38	5.4	7.2	0	0	3.5	3	3	0	1.8	13	7.22222222222222	0
18	18	0.38	7.2	9	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
18	18	0.38	9	10.8	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
18	18	0.38	10.8	12.6	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
18	18	0.38	12.6	14.4	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
18	18	0.38	14.4	16.2	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
18	18	0.38	16.2	18	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
18	18	0.38	18	21.6	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0
18	18	0.38	21.6	25.2	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0
22	22	0.38	25.2	28.8	0	0	0.4	0	0	0	3.6	4	1.11111111111111	0
22	22	0.38	28.8	32.4	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0
22	22	0.38	32.4	36	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0
22	22	0.38	36	39.6	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0
22	22	0.38	39.6	43.2	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0
22	22	0.38	43.2	50.4	0	0	0	0	0	0	7.2	0	0	0
22	22	0.38	50.4	57.6	0	0	0	0	0	0	7.2	0	0	0
22	22	0.38	57.6	64.8	0	0	0	0	0	0	7.2	0	0	0
22	22	0.38	64.8	72	0	0	0	0	0	0	7.2	0	0	0
140	140	2	72	82.8	6	5.4	4.5	15	11.4	10.8	118	10.9259259259259	0	0
140	140	2	82.8	97.2	0	0	0	0	0	0	14.4	0	0	0
140	140	2	97	112	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
140	140	2	112	133	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0
140	140	2	133	248	0	0	0	0	0	0	115	0	0	0

21:11:02			lugar 6Tc36									
KM	V	de	hasta	PB	PM	PA	PT	PB+PM	potencia	Trans. capa	Per (m/d)	
4	0.02	0	1	0	0	1.8	2	0	1	4	4	
8	0.04	1	2	0	0	2	2	0	1	4	4	
37	0.19	2	3	0	0	14.6	15	0	1	29	29	
37	0.19	3	4	0	0	0	0	0	1	0	0	
37	0.19	4	5	0	0	0	0	0	1	0	0	
46	0.24	5	6	0.3	0.2	4.7	5	0.5	1	9	9	
52	0.27	6	7	0	0	2.6	3	0	1	6	6	
52	0.27	7	8	0	0	0	0	0	1	0	0	
52	0.27	8	9	0	0	0	0	0	1	0	0	
52	0.27	9	10	0	0	0	0	0	1	0	0	
52	0.27	10	12	0	0	0	0	0	2	0	0	
52	0.27	12	14	0	0	0	0	0	2	0	0	
69	0.35	14	16	0	0	4.3	4	0	2	17	8.5	
111	0.61	16	18	2.1	0	10.6	13	2.1	2	42	21	
111	0.61	18	20	0	0	0	0	0	2	0	0	
111	0.61	20	22	0	0	0	0	0	2	0	0	
111	0.61	22	24	0	0	0	0	0	2	0	0	
111	0.61	24	28	0	0	0	0	0	4	0	0	
111	0.61	28	32	0	0	0	0	0	4	0	0	
111	0.61	32	36	0	0	0	0	0	4	0	0	
111	0.61	36	40	0	0	0	0	0	4	0	0	
111	0.61	40	46	0	0	0	0	0	6	0	0	
208	1.09	46	54	0.1	0	6.1	6	0.1	8	97	12.125	
208	1.09	54	62	0	0	0	0	0	8	0	0	
208	1.09	62	74	0	0	0	0	0	12	0	0	
208	1.09	74	138	0	0	0	0	0	64	0	0	

fecha	21.11.02	hora	14:15	lugar:	7	(Te45)				
KM	V	de	hasta	PB	PM	PA	PT	potencia	Trans. capa	Per (m/d)
352	1.58	0	1.8	0	0	29.9	30	1.8	352	195.555555555556
352	1.58	1.8	3.6	0	0	0	0	1.8	0	0
352	1.58	3.6	5.4	0	0	0	0	1.8	0	0
352	1.58	5.4	7.2	0	0	0	0	1.8	0	0
423	1.91	7.2	9	0	0	17.7	18	1.8	71	39.4444444444445
423	1.91	9	10.8	0	0	0	0	1.8	0	0
423	1.91	10.8	12.6	0	0	0	0	1.8	0	0
423	1.91	12.6	14.4	0	0	0	0	1.8	0	0
423	1.91	14.4	16.2	0	0	0	0	1.8	0	0
423	1.91	16.2	18	0	0	0	0	1.8	0	0
423	1.91	18	21.6	0	0	0	0	3.6	0	0
423	1.91	21.6	25.2	0	0	0	0	3.6	0	0
423	1.91	25.2	28.8	0	0	0	0	3.6	0	0
423	1.91	28.8	32.4	0	0	0	0	3.6	0	0
423	1.91	32.4	36	0	0	0	0	3.6	0	0
423	1.91	36	39.6	0	0	0	0	3.6	0	0
423	1.91	39.6	43.2	0	0	0	0	3.6	0	0
423	1.91	43.2	50.4	0	0	0	0	7.2	0	0
423	1.91	50.4	57.6	0	0	0	0	7.2	0	0
423	1.91	57.6	64.8	0	0	0	0	7.2	0	0
423	1.91	64.8	72	0	0	0	0	7.2	0	0
423	1.91	72	82.8	0	0	0	0	10.8	0	0
2691	13.57	82.8	97.2	0	0	30	30	14.4	2268	157.5
5122	25.24	97	112	0	0	30	30	15	2431	162.066666666667
8525	42.73	112	133	0	0	30	30	21	3403	162.047619047619
27161	89.39	133	248	0	0	30	30	115	18636	162.05

fecha	22.11.02	hora	12:10	lugar: 8	(P7)						
KM	V	de	hasta	PB	PM	PA	PT	PB+PM	potencia	Tras. capa	Per (m/d)
7	0.22	0	1.8	0.2	11.7	0	12	11.9	1.8	7	3.88888888888889
7	0.22	1.8	3.6	0	0	0	0	0	1.8	0	0
7	0.22	3.6	5.4	0	0	0	0	0	1.8	0	0
7	0.22	5.4	7.2	0	0	0	0	0	1.8	0	0
7	0.22	7.2	9	0	0	0	0	0	1.8	0	0
7	0.22	9	10.8	0	0	0	0	0	1.8	0	0
7	0.22	10.8	12.6	0	0	0	0	0	1.8	0	0
9	0.36	12.6	14.4	0	7.9	0	8	7.9	1.8	2	1.11111111111111
18	0.61	14.4	16.2	0	14.2	0	14	14.2	1.8	9	5
18	0.61	16.2	18	0	0	0	0	0	1.8	0	0
18	0.61	18	21.6	0	0	0	0	0	3.6	0	0
18	0.61	21.6	25.2	0	0	0	0	0	3.6	0	0
18	0.61	25.2	28.8	0	0	0	0	0	3.6	0	0
18	0.61	28.8	32.4	0	0	0	0	0	3.6	0	0
18	0.61	32.4	36	0	0	0	0	0	3.6	0	0
18	0.61	36	39.6	0	0	0	0	0	3.6	0	0
18	0.61	39.6	43.2	0	0	0	0	0	3.6	0	0
18	0.61	43.2	50.4	0	0	0	0	0	7.2	0	0
44	1.4	50.4	57.6	0	10.7	0	11	10.7	7.2	26	3.61111111111111
66	2.2	57.6	64.8	0.4	10.5	0	11	10.9	7.2	22	3.05555555555556
85	2.84	64.8	72	0	8.9	0	9	8.9	7.2	19	2.63888888888889
85	2.84	72	82.8	0	0	0	0	0	10.8	0	0
85	2.84	82.8	97.2	0	0	0	0	0	14.4	0	0
85	2.84	97	112	0	0	0	0	0	15	0	0
85	2.84	112	133	0	0	0	0	0	21	0	0
85	2.84	133	248	0	0	0	0	0	115	0	0

fecha	22.11.02	hora	14:27	lugar:	9	(P7)				
KM	V)	de	hasta	PB	PM	PA	PT	potencia	Trans. capa	Per (m/d)
0	0	0	1.8	0	0	0	0	1.8	0	0
0	0	1.8	3.6	0	0	0	0	1.8	0	0
0	0	3.6	5.4	0	0	0	0	1.8	0	0
51	0.27	5.4	7.2	2.4	0	12.7	15	1.8	51	28.33333333333333
51	0.27	7.2	9	0	0	0	0	1.8	0	0
51	0.27	9	10.8	0	0	0	0	1.8	0	0
51	0.27	10.8	12.6	0	0	0	0	1.8	0	0
51	0.27	12.6	14.4	0	0	0	0	1.8	0	0
51	0.27	14.4	16.2	0	0	0	0	1.8	0	0
51	0.27	16.2	18	0	0	0	0	1.8	0	0
51	0.27	18	21.6	0	0	0	0	3.6	0	0
51	0.27	21.6	25.2	0	0	0	0	3.6	0	0
51	0.27	25.2	28.8	0	0	0	0	3.6	0	0
51	0.27	28.8	32.4	0	0	0	0	3.6	0	0
51	0.27	32.4	36	0	0	0	0	3.6	0	0
51	0.27	36	39.6	0	0	0	0	3.6	0	0
51	0.27	39.6	43.2	0	0	0	0	3.6	0	0
51	0.27	43.2	50.4	0	0	0	0	7.2	0	0
115	0.7	50.4	57.6	1.9	0	4	6	7.2	64	8.88888888888889
182	1.06	57.6	64.8	0	0	4.8	5	7.2	67	9.30555555555556
249	1.42	64.8	72	0	0	4.8	5	7.2	67	9.30555555555555
249	1.42	72	82.8	0	0	0	0	10.8	0	0
249	1.42	82.8	97.2	0	0	0	0	14.4	0	0
249	1.42	97	112	0	0	0	0	15	0	0
249	1.42	112	133	0	0	0	0	21	0	0
249	1.42	133	248	0	0	0	0	115	0	0

fecha	22.11.02	hora	14:27	lugar:	9	(P7)	9MOD			
KM	V)	de	hasta	PB	PM	PA	PT	potencia	Trans. capa	Per (m/d)
0	0	0	1.8	0	0	0	0	1.8	0	0
0	0	1.8	3.6	0	0	0	0	1.8	0	0
0	0	3.6	5.4	0	0	0	0	1.8	0	0
0	0	5.4	7.2	0	0	0	0	1.8	0	0
0	0	7.2	9	0	0	0	0	1.8	0	0
0	0	9	10.8	0	0	0	0	1.8	0	0
0	0	10.8	12.6	0	0	0	0	1.8	0	0
0	0	12.6	14.4	0	0	0	0	1.8	9	5
0	0	14.4	16.2	0	0	0	0	1.8	3	1.66666666666667
0	0	16.2	18	0	0	0	0	1.8	0	0
10	0.2	18	21.6	0	8	0	8	3.6	10	2.77777777777778
13	0.4	21.6	25.2	0	4	0	4	3.6	3	0.833333333333333
15	0.5	25.2	28.8	0	2	0	2	3.6	2	0.555555555555556
15	0.5	28.8	32.4	0	0	0	0	3.6	0	0
15	0.5	32.4	36	0	0	0	0	3.6	0	0
15	0.5	36	39.6	0	0	0	0	3.6	0	0
22	0.7	39.6	43.2	0	8	0	8	3.6	7	1.94444444444444
22	0.7	43.2	50.4	0	0	0	0	7.2	0	0
22	0.7	50.4	57.6	0	0	0	0	7.2	0	0
22	0.7	57.6	64.8	0	0	0	0	7.2	0	0
22	0.7	64.8	72	0	0	0	0	7.2	0	0
22	0.7	72	82.8	0	0	0	0	10.8	0	0
22	0.7	82.8	97.2	0	0	0	0	14.4	0	0
22	0.7	97	112	0	0	0	0	15	0	0
22	0.7	112	133	0	0	0	0	21	0	0
22	0.7	133	248	0	0	0	0	115	0	0

fecha	22.11.02	hora	14:27	lugar:	9	(P7) NUEVA INVERSION				
KM	V)	de	hasta	PB	PM	PA	PT	potencia	Trans. capa	Per (m/d)
0	0	0	1.8	0	0	0	0	1.8	0	0
38	0.1	1.8	3.6	0	0	10	10	1.8	38	21.11111111111111
38	0.1	3.6	5.4	0	0	0	0	1.8	0	0
38	0.1	5.4	7.2	0	0	0	0	1.8	0	0
38	0.1	7.2	9	0	0	0	0	1.8	0	0
38	0.1	9	10.8	0	0	0	0	1.8	0	0
38	0.1	10.8	12.6	0	0	0	0	1.8	0	0
47	0.2	12.6	14.4	0	0	5	5	1.8	9	5
50	0.2	14.4	16.2	0	0	1	1	1.8	3	1.66666666666667
50	0.2	16.2	18	0	0	0	0	1.8	0	0
62	0.4	18	21.6	3	0	1	4	3.6	12	3.33333333333333
64	0.5	21.6	25.2	2	0	0	2	3.6	2	0.55555555555556
64	0.5	25.2	28.8	0	0	0	0	3.6	0	0
73	0.5	28.8	32.4	0	0	2	2	3.6	9	2.5
85	0.6	32.4	36	1	0	1	2	3.6	12	3.33333333333333
100	0.7	36	39.6	0	0	2	2	3.6	15	4.16666666666667
110	0.7	39.6	43.2	0	0	2	2	3.6	10	2.77777777777778
135	0.9	43.2	50.4	0	0	2	2	7.2	25	3.47222222222222
164	1	50.4	57.6	0	0	2	2	7.2	29	4.02777777777778
164	1	57.6	64.8	0	0	0	0	7.2	0	0
164	1	64.8	72	0	0	0	0	7.2	0	0
164	1	72	82.8	0	0	0	0	10.8	0	0
164	1	82.8	97.2	0	0	0	0	14.4	0	0
164	1	97	112	0	0	0	0	15	0	0
164	1	112	133	0	0	0	0	21	0	0
2835	7.9	133	248	0	0	12	12	115	2671	23.2260869565217

fecha	23.11.02	hora	10:15	lugar:	12	(P3)								
KM	V	de	hasta	PB	PM	PA	PT	PB+PM	potencia	Trans. capa	Per (m/d)			
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0			
0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0			
0	0	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0			
6	0.19	3	4	0	18.6	0	19	18.6	1	6	6			
6	0.21	4	5	0	2.2	0	2	2.2	1	0	0			
10	0.53	5	6	27.3	4.8	0.4	32	32.1	1	4	4			
10	0.53	6	7	0	0	0	0	0	1	0	0			
19	0.58	7	8	0	0	4.9	5	0	1	9	9			
19	0.58	8	9	0	0	0	0	0	1	0	0			
19	0.58	9	10	0	0	0	0	0	1	0	0			
19	0.58	10	12	0	0	0	0	0	2	0	0			
19	0.58	12	14	0	0	0	0	0	2	0	0			
19	0.58	14	16	0	0	0	0	0	2	0	0			
19	0.58	16	18	0	0	0	0	0	2	0	0			
19	0.58	18	20	0	0	0	0	0	2	0	0			
19	0.58	20	22	0	0	0	0	0	2	0	0			
19	0.58	22	24	0	0	0	0	0	2	0	0			
19	0.58	24	28	0	0	0	0	0	4	0	0			
19	0.58	28	32	0	0	0	0	0	4	0	0			
19	0.58	32	36	0	0	0	0	0	4	0	0			
19	0.58	36	40	0	0	0	0	0	4	0	0			
19	0.58	40	46	0	0	0	0	0	6	0	0			
19	0.58	46	54	0	0	0	0	0	8	0	0			
19	0.58	54	62	0	0	0	0	0	8	0	0			
19	0.58	62	74	0	0	0	0	0	12	0	0			
152	4.1	74	138	6.7	2.6	0.5	11	9.3	64	133	2.078125			

fecha	KM	V	de	hora	14:00	lugar:	13	(P8)	PT	PB+PM	potencia	Trans. capa	Per (m/d)
23.11.02	0	0	0	18	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
	0	0	1.8	3.6	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
	0	0	1.8	3.6	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
	0	0	3.6	5.4	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
	0	0	5.4	7.2	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
	0	0	7.2	9	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
14	0.05	9	10.8	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
14	0.05	10.8	12.6	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
14	0.09	12.6	14.4	1.5	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
14	0.09	14.4	16.2	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
14	0.09	16.2	18	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
18	0.2	18	21.6	0	3.3	0	0	3	3.3	3.6	4	1.1111111111111111	0
23	0.67	21.6	25.2	7.5	5.3	0	0	13	12.8	3.6	5	1.3888888888888889	0
23	0.67	25.2	28.8	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0
23	0.67	28.8	32.4	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0
23	0.67	32.4	36	0	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0
42	1.13	36	39.6	10.8	0	2.1	13	10.8	3.6	3.6	19	5.277777777777778	0
58	1.6	39.6	43.2	10	0	2.5	13	10	3.6	3.6	16	4.444444444444444	0
58	1.6	43.2	50.4	0	0	0	0	0	0	7.2	0	0	0
58	1.6	50.4	57.6	0	0	0	0	0	0	7.2	0	0	0
115	2.68	57.6	64.8	1.6	10.5	2.5	15	12.1	7.2	7.2	57	7.916666666666667	0
115	2.68	64.8	72	0	0	0	0	0	0	7.2	0	0	0
115	2.68	72	82.8	0	0	0	0	0	0	10.8	0	0	0
115	2.68	82.8	97.2	0	0	0	0	0	0	14.4	0	0	0
115	2.68	97	112	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
115	2.68	112	133	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0
115	2.68	133	248	0	0	0	0	0	0	115	0	0	0

FICHEROS TransxxxNUMIS

Te26

Te27

Tc36

Te45

P7

P3

P8

Te26 reg-1,2,3

hasta m	T(m2/s)	T acumulado	T (m2/dia)	k(m/s)	k(m/dia)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0,001684711	0,001684711	145,5590304	0,001684711	145,5590304
4	0,002064527	0,003749238	323,9341632	0,002064527	178,3751328
5	0,00301011	0,006759348	584,0076672	0,00301011	260,073504
6,4	0,001052855	0,007812203	674,9743392	0,000752966	65,0562624
8,7	0,005206752	0,013018955	1124,837712	0,002244752	193,9465728
11,9	0,02287989	0,035898845	3101,660208	0,007239549	625,4970336
16,2	0,01399669	0,049895535	4310,974224	0,003250418	280,8361152
22,1	0,09870384	0,148599375	12838,986	0,01682302	1453,508928
30	0,1090174	0,257616775	22258,08936	0,0136371	1178,24544
40,9	0,06852382	0,326140595	28178,54741	0,006291061	543,5476704
55,8	0,01048664	0,336627235	29084,5931	0,000706602	61,0504128
75	0	0,336627235	29084,5931	0	0

Te27 reg-4

hasta m	T(m2/s)	T acumulado	T (m2/dia)	k(m/s)	k(m/dia)
1	0,00040606	0,00040606	35,083584	0,00040606	35,083584
2	0	0,00040606	35,083584	0	0
3	0,000183023	0,000589083	50,8967712	0,000183023	15,8131872
4	0,000868856	0,001457939	125,9659296	0,000868856	75,0691584
5	0,00139897	0,002856909	246,8369376	0,00139897	120,871008
6	0,001635106	0,004492015	388,110096	0,001635106	141,2731584
7	0,002477275	0,00696929	602,146656	0,002477275	214,03656
8,1	0,00295133	0,00992062	857,141568	0,002585498	223,3870272
10,6	0,004480259	0,014400879	1244,235946	0,001836261	158,6529504
13,8	0,002815812	0,017216691	1487,522102	0,000887967	76,7203488
17,9	0,000578426	0,017795117	1537,498109	0,000140347	12,1259808
23,2	0	0,017795117	1537,498109	0	0
30,2	0	0,017795117	1537,498109	0	0
39,2	0,01158656	0,029381677	2538,576893	0,001280548	110,6393472
50	0,04582622	0,075207897	6497,962301	0,004259056	367,9824384

T e45-reg 7

hasta m	T(m2/s)	T acumulado	T (m2/dia)	k(m/s)	k(m/dia)
1	0	0	0	0	0
2	2,47E-06	2,46538E-06	0,213008832	2,47E-06	0,213008832
3	0,000123617	0,000126082	10,89351763	0,000123617	10,8905088
4	0	0,000126082	10,89351763	0	0
5	0	0,000126082	10,89351763	0	0
6,4	0	0,000126082	10,89351763	0	0
8,7	0	0,000126082	10,89351763	0	0
11,9	9,52E-05	0,000221252	19,11621427	3,01E-05	2,60178912
16,2	0,000416971	0,000638223	55,14250867	9,68E-05	8,36630208
22,1	0,000871235	0,001509458	130,4172127	0,000148493	12,8297952
30	0,000368469	0,001877927	162,2529343	4,61E-05	3,98236608
40,9	0,000625274	0,002503201	216,2766079	5,74E-05	4,95982656
55,8	0,002311521	0,004814722	415,9920223	0,000155753	13,4570592
75	0,001584093	0,006398815	552,8576575	8,24E-05	7,12058688

T c36 reg-6

hasta m	T(m2/s)	T acumulado	T (m2/dia)	k(m/s)	k(m/dia)
1	0	0	0	0	0
2	0,000210753	0,000210753	18,2090592	0,000210753	18,2090592
3	0,000697683	0,000908436	78,4888704	0,000697683	60,2798112
4	0,000229875	0,001138311	98,3500704	0,000229875	19,8612
5	0,000132486	0,001270797	109,7968608	0,000132486	11,4467904
6	0,000842351	0,002113148	182,5759872	0,000842351	72,7791264
7	0,001655937	0,003769085	325,6489444	0,001655937	143,0729568
8	0,002397548	0,006166633	532,7970912	0,002397548	207,1481472
9,1	0,0009685	0,007135133	616,4754912	0,000856483	74,0001312
11,7	0	0,007135133	616,4754912	0	0
14,9	0	0,007135133	616,4754912	0	0
19,1	0,001805084	0,008940217	772,4347488	0,000434125	37,5084
24,4	0,000660384	0,009600601	829,4919264	0,000124222	10,732608
31,2	0,002969579	0,01257018	1086,063552	0,000436884	37,746776
39,9	0	0,01257018	1086,063552	0	0
50	0,003491631	0,016061811	1387,74047	0,000345311	29,8348704

P7 reg-8,9

hasta m	T(m2/s)	T acumulado	T (m2/dia)	k(m/s)	k(m/dia)
1	6,16074E-06	6,16074E-06	0,532287504	6,16074E-06	0,532287504
2	3,80877E-06	9,9695E-06	0,861365146	3,80877E-06	0,329077642
3	6,99867E-06	1,69682E-05	1,466050406	6,99867E-06	0,604685261
4	3,74517E-06	2,07133E-05	1,789633008	3,74517E-06	0,323582602
5	0	2,07133E-05	1,789633008	0	0
6,6	0	2,07133E-05	1,789633008	0	0
9	0	2,07133E-05	1,789633008	0	0
12,3	0	2,07133E-05	1,789633008	0	0
16,8	4,86023E-05	6,93157E-05	5,98887432	1,07386E-05	0,927818496
23	0,000262083	0,000331399	28,63285416	4,232E-05	3,656444544
31,5	0,000128541	0,00045994	39,73882248	1,51692E-05	1,31061888
43,1	4,39166E-05	0,000503857	43,53321672	3,78759E-06	0,327247603
58,9	0,000190011	0,000693867	59,9501412	1,19764E-05	1,034760096
80,7	1,14559E-05	0,000705323	60,93992837	5,27704E-07	0,045593582
110,4	0	0,000705323	60,93992837	0	0
150	0	0,000705323	60,93992837	0	0

P3 reg-12

hasta m	T(m2/s)	T acumulado	T (m2/dia)	k(m/s)	k(m/dia)
1	0	0	0	0	0
2	1,75613E-06	1,75613E-06	0,151729459	1,75613E-06	0,151729459
3	1,41939E-05	1,595E-05	1,378078099	1,41939E-05	1,22634864
4	2,38058E-05	3,97558E-05	3,434898355	2,38058E-05	2,056820256
5	2,34567E-05	6,32124E-05	5,461553779	2,34567E-05	2,026655424
6	1,50866E-05	7,8299E-05	6,765034291	1,50866E-05	1,303480512
7	1,84464E-05	9,67454E-05	8,358806707	1,84464E-05	1,593772416
8,7	7,38611E-05	0,000170607	14,74040661	4,29976E-05	3,71498832
11,4	0,000134939	0,000305546	26,39915349	4,97954E-05	4,302326016
15	9,78468E-05	0,000403393	34,85311874	2,75453E-05	2,379912192
19,6	0,000126719	0,000530111	45,80162306	2,72139E-05	2,351280096
25,7	8,61473E-05	0,000616259	53,24474978	1,41137E-05	1,219422816
33,7	0	0,000616259	53,24474978	0	0
44,2	0	0,000616259	53,24474978	0	0
58	0	0,000616259	53,24474978	0	0
75	0	0,000616259	53,24474978	0	0

P8 reg-13

hasta m	T(m2/s)	T acumulado	T (m2/dia)	k(m/s)	k(m/dia)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	2,75399E-06	2,75399E-06	0,237944477	2,75399E-06	0,237944477
4	0	2,75399E-06	0,237944477	0	0
5,3	0	2,75399E-06	0,237944477	0	0
7,4	0	2,75399E-06	0,237944477	0	0
10,4	0	2,75399E-06	0,237944477	0	0
14,5	1,51884E-05	1,79423E-05	1,550218781	3,67809E-06	0,317787235
20,3	0,000336609	0,000354551	30,63320182	5,83407E-05	5,040639072
28,4	0,000313974	0,000668525	57,76055542	3,89471E-05	3,365030304
39,6	8,59916E-06	0,000677124	58,50352284	7,63436E-07	0,065960836
55,4	4,08021E-06	0,000681204	58,85605308	2,59259E-07	0,022399978
77,3	0,000303972	0,000985176	85,11923388	1,38236E-05	1,19435472
108,1	0,00086441	0,001849586	159,8042579	2,81346E-05	2,43082944
150	0,00112984	0,002979426	257,4224339	2,69469E-05	2,328215616

ANEXO IV

RESULTADO DE LAS MEDICIONES CON EL EQUIPO NUMIS

Gráficos de los datos de campo e inversión de los SRM

Te26 Te27 Te19 Tc36 Te45 P7 P3 P8

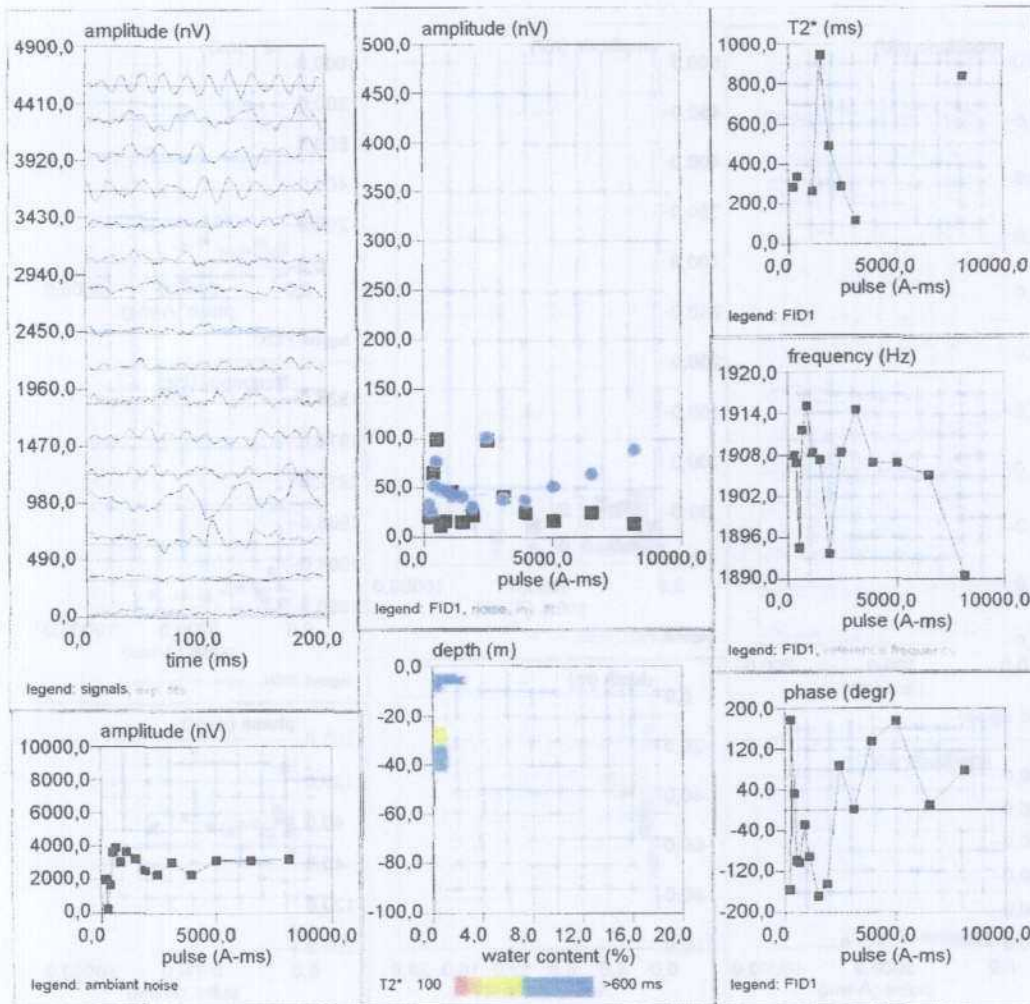
NUMIS - Surface Magnetic Resonance System

Site: te19

Loop: 2 - 100.0 Date: 24.09.2002 Time: 10:26

NUMIS data set: C:\docu\srmebro2002\jiloca\te19\TE19.inp
 matrix: C:\docu\srmebro2002\jiloca\matriz\100JILO.MRM
 loop: square, side = 100.0 m
 geomagnetic field:
 inclination= 55 degr, magnitude= 44737.09 nT

time constant = 15.00 ms
 average S/N = 0.67
 fitting error = 17.619 %
 parameter of regularization = 915.5
 permeability constant Cpx = 8.67e-07
 Notch wide



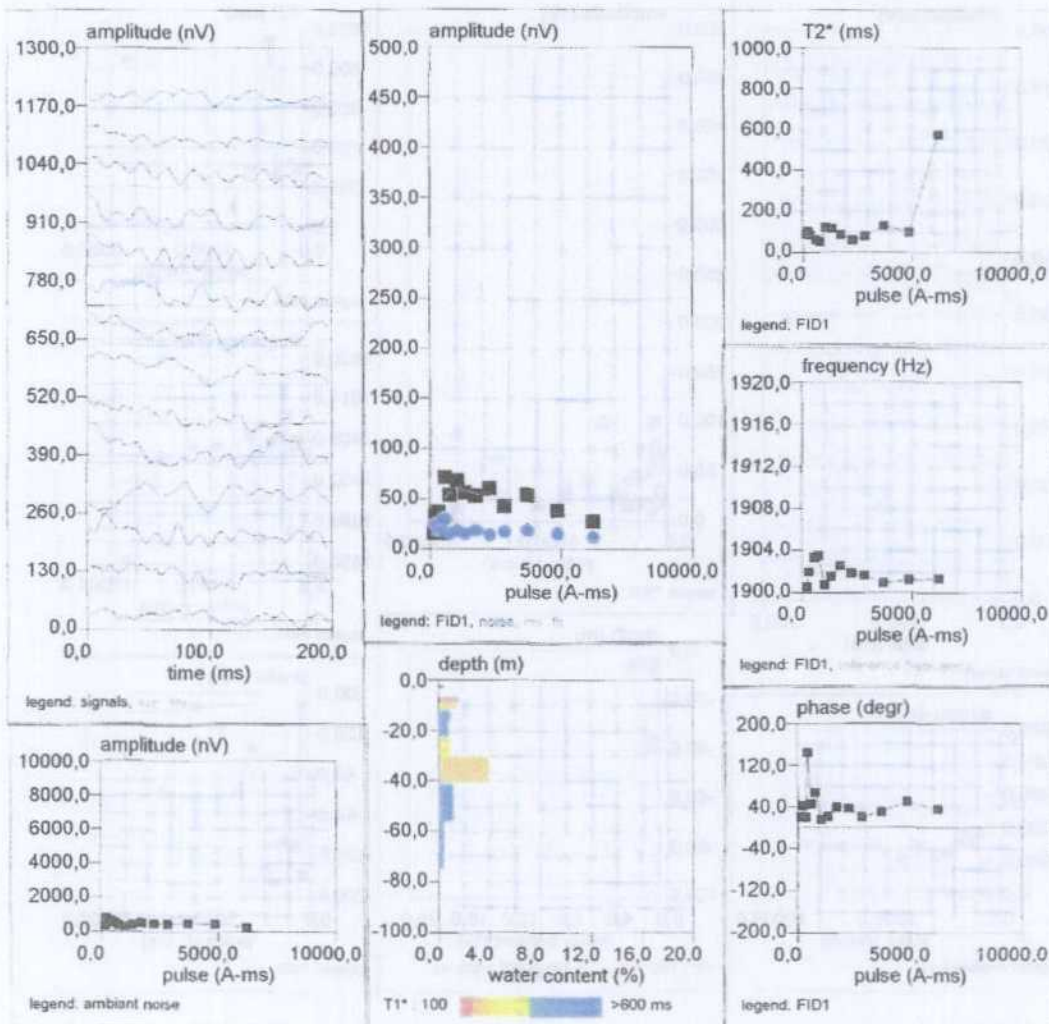
NUMIS - Surface Magnetic Resonance System

Site: te45

Loop: 4 - 75.0 Date: 24.09.2002 Time: 15:14

NUMIS data set: C:\docu\srmebro2002\jiloca\te45\TE45.inp
 matrix: C:\docu\srmebro2002\jiloca\matriz\75JILOCA.MRM
 loop: eight square, side = 75.0 m
 geomagnetic field:
 inclination= 55 degr, magnitude= 44661.97 nT

time constant = 15.00 ms
 average S/N = 2.30
 fitting error = 6.202 %
 parameter of regularization = 976.6
 permeability constant Cpx = 5.94e-08



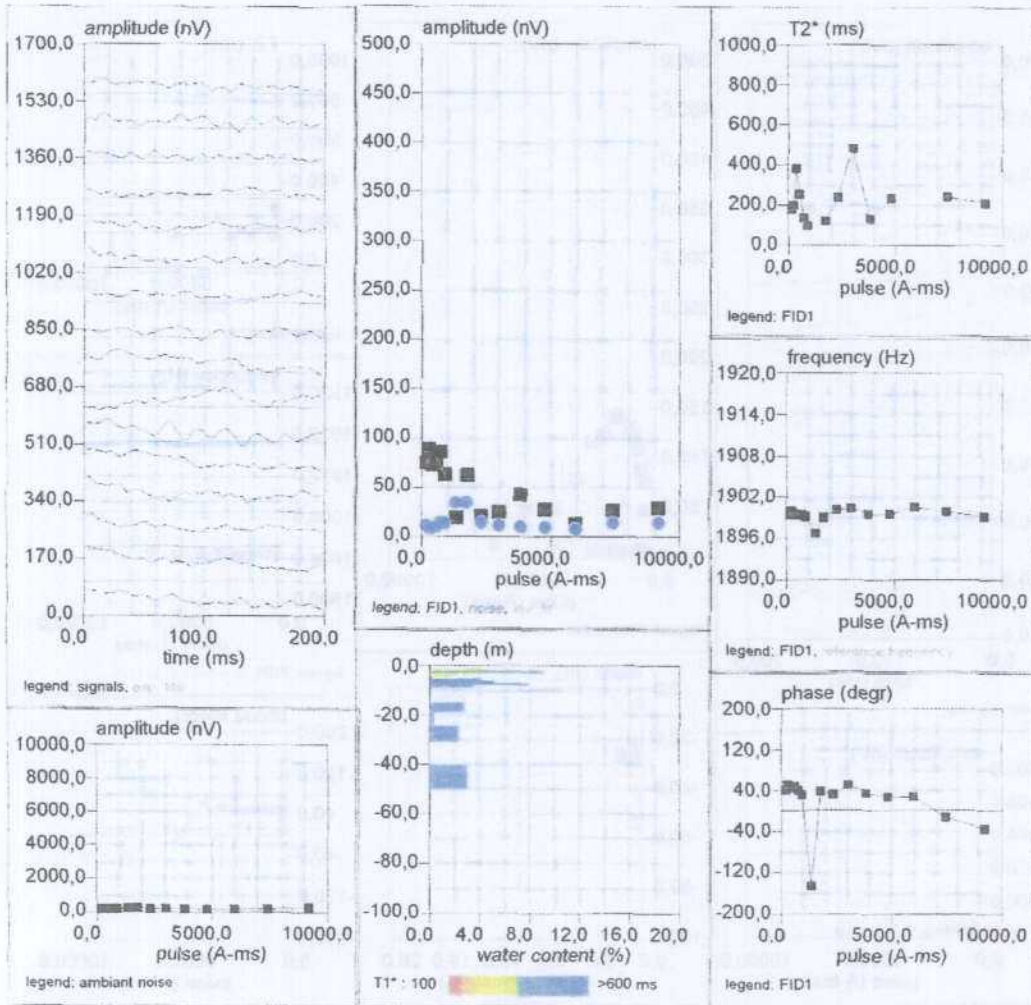
NUMIS - Surface Magnetic Resonance System

Site: tc36

Loop: 4 - 50.0 Date: 25.09.2002 Time: 15:28

NUMIS data set: C:\docu\srmebro2002\jilocal\tc36\TC36.inp
 matrix: C:\docu\srmebro2002\jilocal\matriz\50JILOCA.MRM
 loop: eight square, side = 50.0 m
 geomagnetic field:
 inclination = 55 degr. magnitude = 44600.94 nT

time constant = 15.00 ms
 average S/N = 3.25
 fitting error = 5.592 %
 parameter of regularization = 124.9
 permeability constant $C_{px} = 5.94e-08$



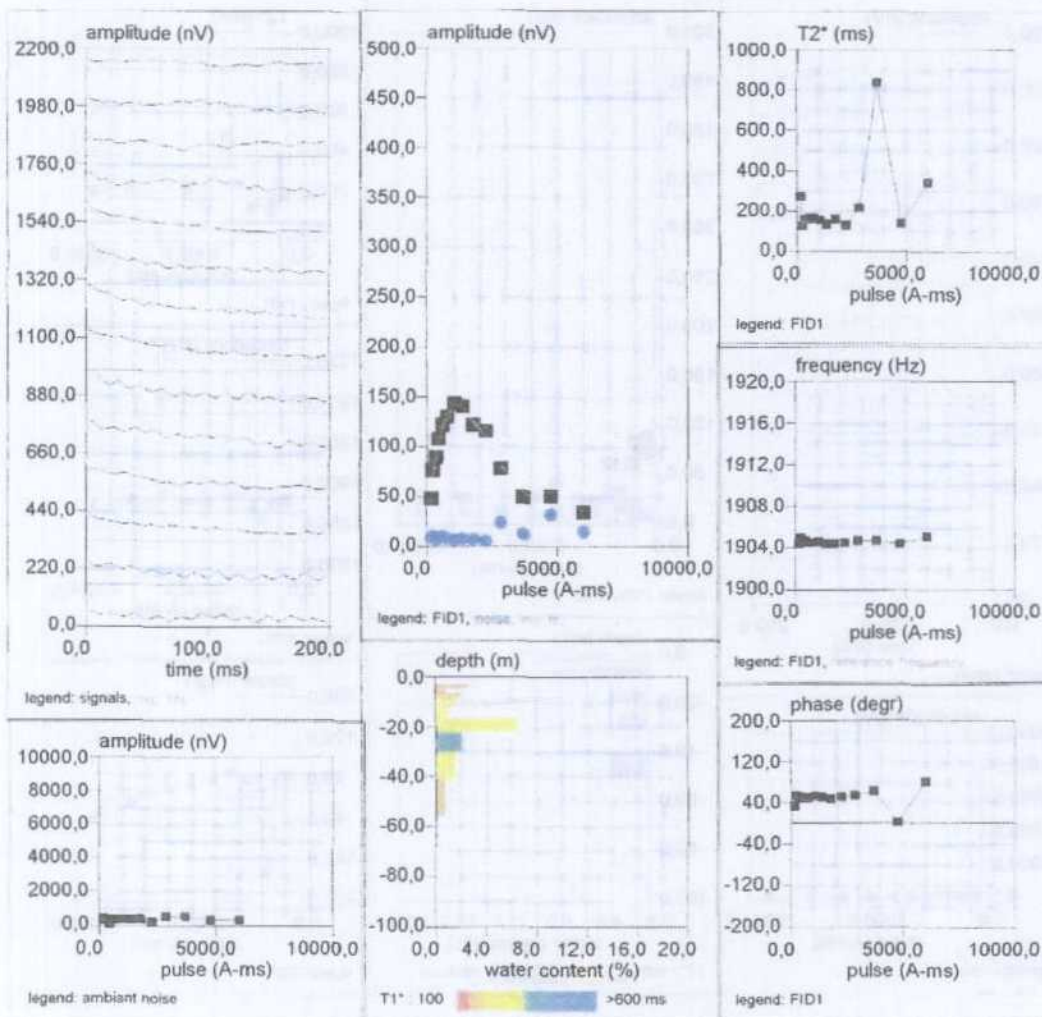
NUMIS - Surface Magnetic Resonance System

Site: te26

Loop: 4 - 75.0 Date: 26.09.2002 Time: 13:08

NUMIS data set: C:\docu\srmebro2002\jiloca\te26\TE26.inp
 matrix: C:\docu\srmebro2002\jiloca\matriz\75JILOCA.MRM
 loop: eight square, side = 75.0 m
 geomagnetic field:
 inclination= 55 degr. magnitude= 44737.09 nT

time constant = 25.00 ms
 average S/N = 7.93
 fitting error = 1.328 %
 parameter of regularization = 122.1
 permeability constant Cpx \approx 5.16e-06



NUMIS - Surface Magnetic Resonance System

Site: te27

Loop: 4 - 50.0 Date: 26.09.2002 Time: 18:42

NUMIS data set: C:\docu\srmebro2002\jilocal\te27\TE27.inp

matrix: C:\docu\srmebro2002\jilocal\matriz\50JILOCA.MRM

loop: eight square, side = 50.0 m

geomagnetic field:

inclination= 55 degr, magnitude= 44737.09 nT

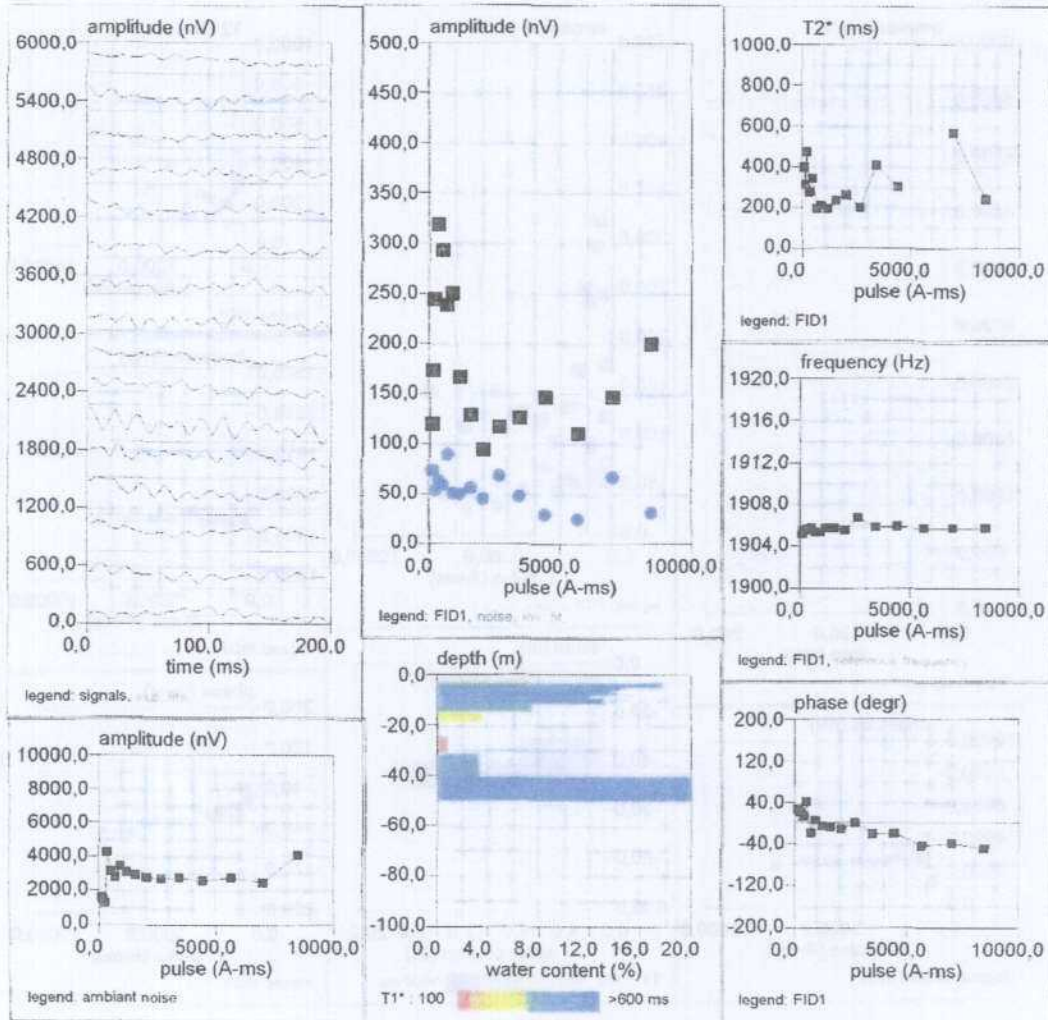
time constant = 25.00 ms

average S/N = 3.23

fitting error = 3.199 %

parameter of regularization = 162.6

permeability constant Cpx = 5.94e-08



NUMIS - Surface Magnetic Resonance System

Site: te27

Loop: 4 - 50.0 Date: 26.09.2002 Time: 18:42

NUMIS data set: C:\docu\srmebro2002\jiloca\te27\TE27.inp

matrix: C:\docu\srmebro2002\jiloca\matrizi50JILOCA.MRM

loop: eight square, side = 50.0 m

geomagnetic field:

inclination= 55 degr, magnitude= 44737.09 nT

time constant = 25.00 ms

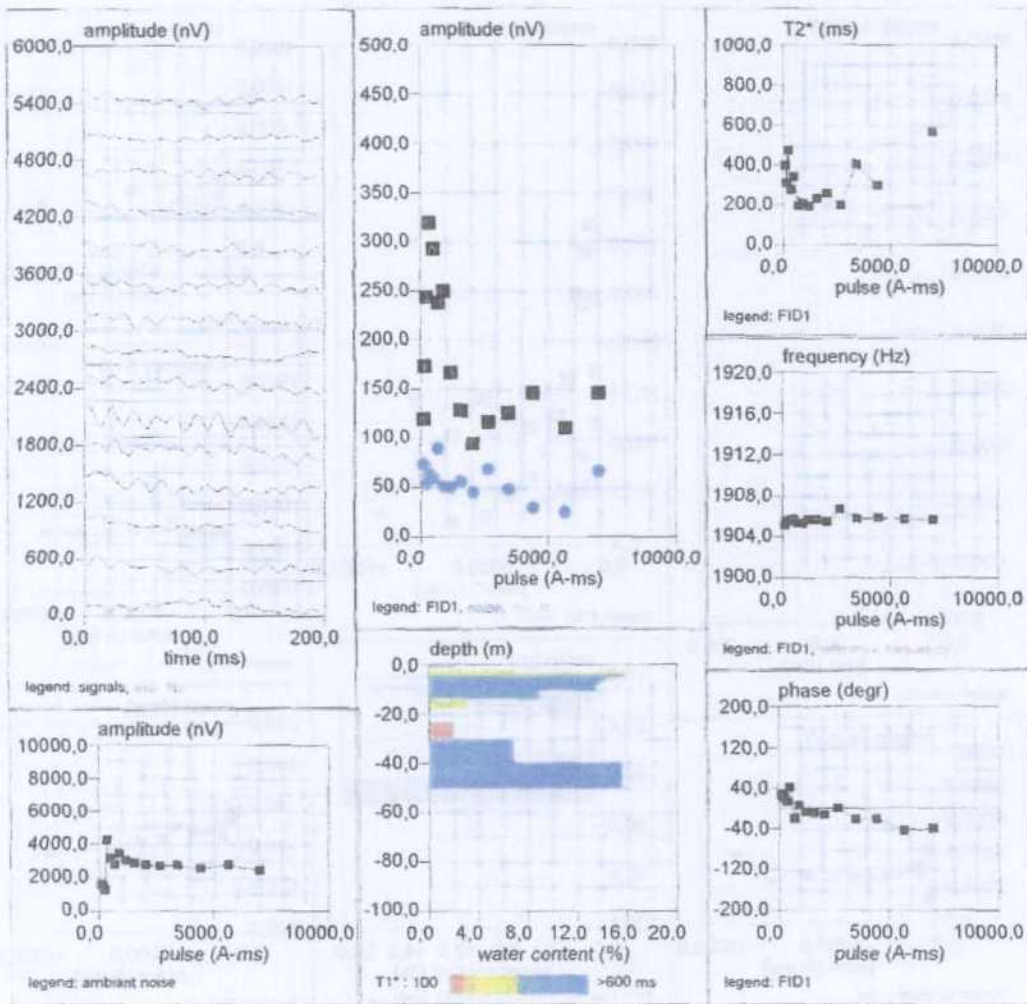
average S/N = 3.01

fitting error = 2.400 %

parameter of regularization = 147.8

permeability constant Cpx = 5.94e-08

sin q=16



NUMIS - Surface Magnetic Resonance System

Site: p-3

Loop: 4 - 75.0 Date: 07.10.2002 Time: 10:29

NUMIS data set: C:\docu\srmebro2002\jalon\IP3\IP3.inp

matrix: C:\docu\srmebro2002\jalon\matrices\875JALON.MRM

loop: eight square, side = 75.0 m

geomagnetic field:

inclination= 55 degr, magnitude= 44976.53 nT

time constant = 15 00 ms

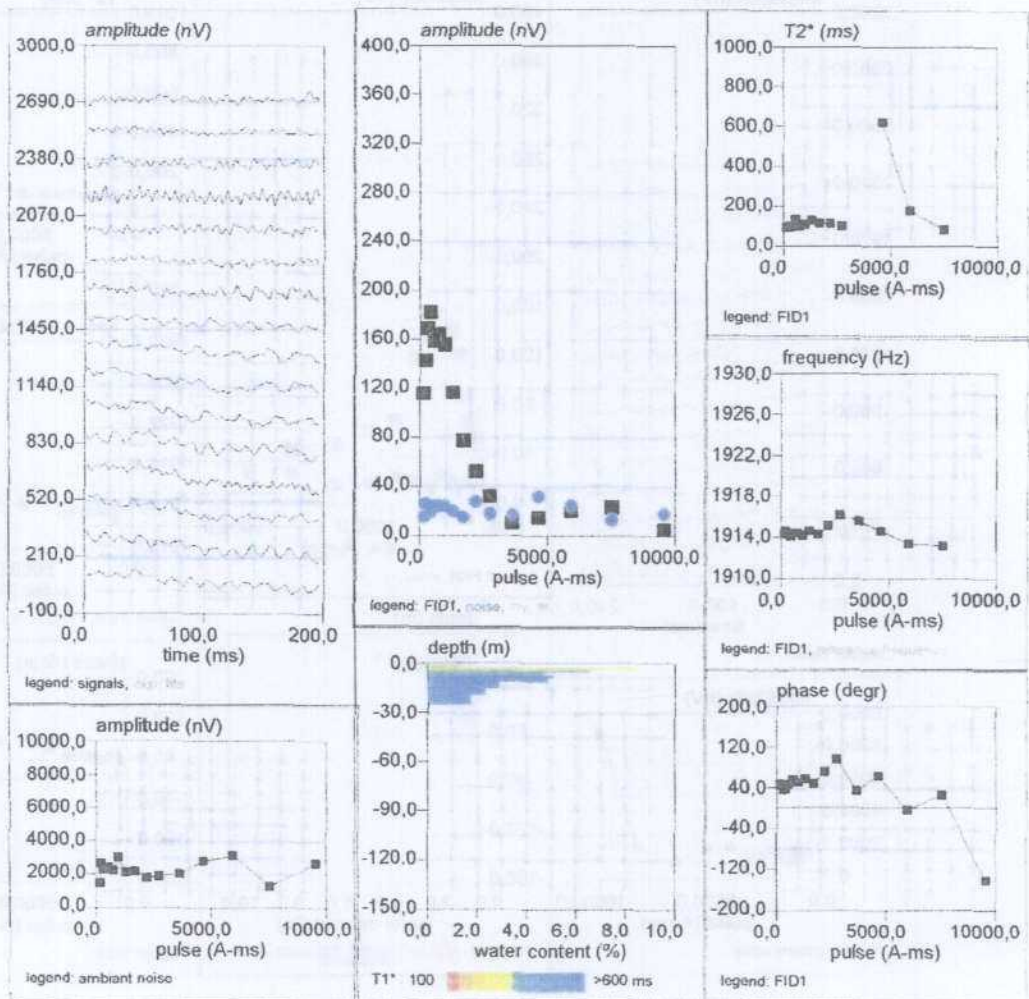
average S/N = 4.24

fitting error = 2.100 %

parameter of regularization = 206.0

permeability constant Cpx = 2 30e-09

Notch wide



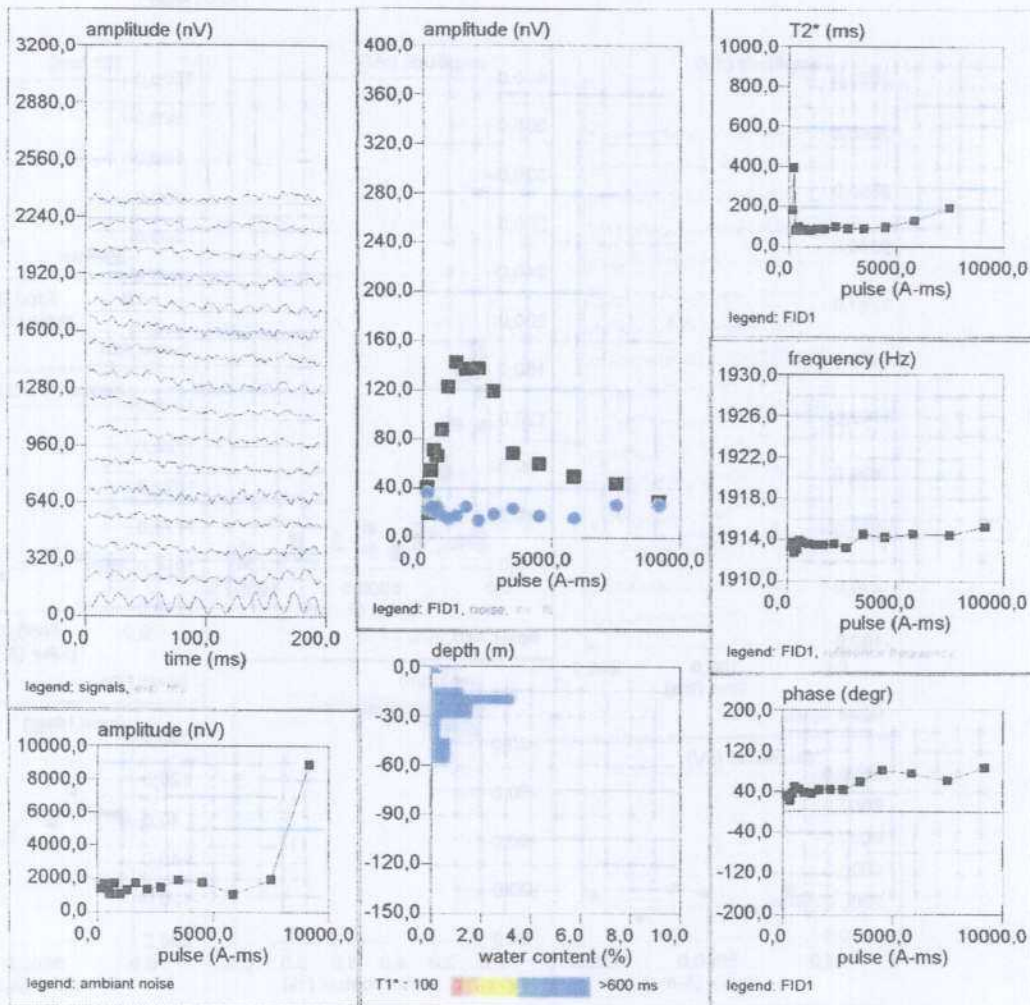
NUMIS - Surface Magnetic Resonance System

Site: P7

Loop: 2 - 150.0 Date: 07.10.2002 Time: 16:48

NUMIS data set: C:\docu\srmebro2002\jalon\p7\p7.inp
 matrix: C:\docu\srmebro2002\jalon\matrices\150JALON.MRM
 loop: square, side = 150.0 m
 geomagnetic field:
 inclination= 55 degr, magnitude= 44934.27 nT

time constant = 15.00 ms
 average S/N = 3.54
 fitting error = 2.491 %
 parameter of regularization = 762.9
 permeability constant Cpx = 2.30e-09
 Notch wide



NUMIS - Surface Magnetic Resonance System

Site: P8

Loop: 2 - 150.0 Date: 08.10.2002 Time: 09:46

NUMIS data set: C:\docu\srmebro2002\jalon\P8\P8.inp
 matrix: C:\docu\srmebro2002\jalon\matrices\150JALON.MRM
 loop: square, side = 150.0 m
 geomagnetic field:
 inclination= 55 degr, magnitude= 44943.66 nT

time constant = 15.00 ms
 average S/N = 2.08
 fitting error = 1.766 %
 parameter of regularization = 1159.7
 permeability constant Cpx = 2.30e-09
 Notch wide

