



Castilla-La Mancha



MEMORIA VALORADA DE:

***NUEVO SONDEO  
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN ALBATANA (ALBACETE)***

PROGRAMA DE OBRAS DE ABASTECIMIENTO 2020  
AGENCIA DEL AGUA DE C.L.M.  
(CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, AGUA  
Y DESARROLLO RURAL – J.C.C.M.)



**FRANCISCO SELVA SEVILLA**  
*JEFE DE SERVICIO PROVINCIAL*  
**AGENCIA DEL AGUA DE CLM**  
**DELEG. PROV. DE AGRICULTURA, AGUA Y**  
**DESARROLLO RURAL EN ALBACETE**

15 DE DICIEMBRE DE 2020

## ÍNDICE

### MEMORIA

- 1.- JUSTIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
- 2.- OBJETO DE LA MEMORIA VALORADA
- 3.- ANTECEDENTES
- 4.- LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS. SITUACIÓN GEOGRÁFICA
- 5.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR
- 6.- CONDICIONANTES Y PERMISOS
- 7.- IMPACTO AMBIENTAL
- 8.- PLAZO DE EJECUCIÓN Y DE GARANTÍA
- 9.- PRECIOS
- 10.- REVISIÓN DE PRECIOS
- 11.- SOLVENCIA Y CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA
- 12.- CPV 2008 (VOCABULARIO COMÚN DE CONTRATOS PÚBLICOS)
- 13.- PRESUPUESTO
- 14.- CONCLUSIÓN

### ANEJOS

- 1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS PROYECTADAS
- 2.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
- 3.- INFORMES DE LOS ESTUDIOS GEOFÍSICOS REALIZADOS
- 4.- PLAN DE OBRA

### PLANOS

- 1.- SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN
- 2.- PLANTA GENERAL
- 3.- PLANTA SONDEO
- 4.- PERFIL SONDEO

### PRESUPUESTO

- MEDICIONES Y PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS
- RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL

## **MEMORIA**

### **1. JUSTIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

ALBATANA es un municipio autónomo de la provincia de Albacete cuya población se dedica básicamente a la agricultura, fundamentalmente al cultivo del olivo y la vid.

El municipio de Albatana dispone, en la actualidad, de un único sondeo de captación de aguas subterráneas en uso para el abastecimiento de la población, de unos 90 m. de profundidad, ubicado en las estribaciones sureste de la sierra del Madroño, T.M. de Ontur, en el cerro conocido como Morrón de la Florida, situado a unos 8 km. del casco urbano, del que se viene extrayendo un caudal demasiado ajustado a las necesidades actuales, especialmente durante los meses de verano en los que llega a ser insuficiente, caudal que se está viendo mermado por el paulatino descenso del nivel freático observado en los últimos años.

De este modo, se ha planteado la ejecución de un nuevo sondeo, realizando una perforación en las proximidades del actual, que posteriormente en otra actuación futura se equiparía, de acuerdo con los resultados obtenidos en el aforo previsto, y se conectaría a la conducción cercana, de forma que pueda sustituir o complementar, según demanda, al sondeo que se encuentra actualmente en uso.

Ante las deficiencias reseñadas que existen actualmente en el sistema de suministro de agua potable en el municipio de ALBATANA, por acuerdo de la Corporación Municipal a comienzos del año 2020 se solicitó la redacción de la presente MEMORIA VALORADA DE “NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)”.

La presente Memoria Valorada ha sido redactada para ser incluida en el **PROGRAMA DE OBRAS DE ABASTECIMIENTO 2020 DE LA AGENCIA DEL AGUA DE CASTILLA-LA MANCHA (CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, AGUA Y DESARROLLO RURAL – J.C.C.M.)**.

La justificación técnica de la ejecución de las obras, según el Artículo 116 de la Ley de Contratos del Sector Público (Ley 9/2017, de 8 de noviembre), viene determinada por la necesidad de mejorar el Servicio de abastecimiento de agua potable en el municipio de ALBATANA (Albacete). La ejecución de las actuaciones aquí proyectadas viene a suplir las deficiencias en el sistema de abastecimiento, por la falta actual de caudales, fundamentalmente durante los meses de verano, con la mejora en el servicio que esto supone.

## **2. OBJETO DE LA MEMORIA VALORADA**

El objeto de elaborar la presente Memoria Valorada tiene por fin:

- Definir técnica y económicamente las actuaciones propuestas para mejorar el Servicio de abastecimiento de agua potable del municipio de Albatana (Albacete), mediante la ejecución de un nuevo sondeo localizado en las estribaciones sureste de la sierra del Madroño, que sustituya o complemente al que se encuentra actualmente en uso.
- Dictar Normas Técnicas necesarias que deben regir en los trabajos que se proyectan, para su ejecución.

### **3. ANTECEDENTES**

Albatana, según la explotación estadística y Nomenclátor del Padrón Municipal de 2019 (Padrón Continuo por Unidad Poblacional a 1 de enero de 2019), cuenta con un número de habitantes de derecho de 692.

Cabe destacar que esta población en época estival se incrementa notablemente, lo que supone a su vez un aumento en el consumo de agua potable.

El sistema hidráulico de abastecimiento de agua en Albatana tiene operativo solamente un sondeo ubicado al pie del cerro denominado “Morrón de la Florida”, en las estribaciones sureste de la Sierra del Madroño, que se surte de la masa de agua “Conejeros-Albatana”, desde el que el agua es bombeada a través de una conducción con una longitud de unos 5,6 km. hasta los depósitos reguladores del municipio, “Porrudos nuevo” y “Porrudos viejo”, que cuentan con una capacidad de 600 y 200 m<sup>3</sup>, respectivamente, y que se encuentran a unos 2,6 km. de la población. De dicho sondeo se viene extrayendo un caudal máximo de 10 l/s con una calidad del agua regular, pero apta para el consumo, por el leve exceso de sulfatos (más de 300 mg/l).

Debido al paulatino descenso del nivel freático observado en los últimos años, el caudal extraído en la actualidad está demasiado ajustado a la demanda, llegando a ser insuficiente durante algunas semanas concretas del verano.

Consultados los informes de los estudios geoelectricos de la zona de interés, realizados por el geólogo D. Lucio Villegas Rodríguez, entre septiembre de 2019 y octubre de 2020, por encargo de la Diputación Provincial de Albacete, éstos apuntan, como solución técnica más segura, que debe alcanzarse la formación constituida por calizas y/o dolomías masivas del Jurásico (Dogger y Lías medio), cuyos buenos resultados como acuífero son bien conocidos, lo que supone, atendiendo a los buzamientos observados de los estratos presentes en el emplazamiento propuesto, realizar una perforación con un mínimo de 200 m. de profundidad, en una ubicación cercana al sondeo actual, para un aprovechamiento óptimo de la formación buscada.

#### **4. LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS. SITUACIÓN GEOGRÁFICA**

Se realizarán los trabajos dentro de una parcela de titularidad privada (parcela 130 del polígono 18 del T.M. de Ontur), en las estribaciones sureste de la sierra del Madroño, en el cerro conocido como Morrón de la Florida, en las inmediaciones del embalse del Bayco, al noroeste del casco urbano de Ontur.

- Coordenadas UTM HUSO 30 (ETRS89): X=629672 - Y=4277438 - Z=707
- Hoja topográfica MTN25: 0844-1 ONTUR
- Término municipal: Ontur (Albacete)
- Accesos de obra: a través de caminos públicos

#### **5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR**

Las obras descritas en la presente Memoria Valorada son las reflejadas en el conjunto de Documentos que la constituyen, y son las necesarias para mejorar el Servicio de abastecimiento de agua potable de Albatana. Estas son las siguientes:

##### **EJECUCIÓN DE UN SONDEO DE ABASTECIMIENTO.**

- Ejecución de un nuevo sondeo en diámetros de 315 mm. y 254 mm. y 225 m. de profundidad aproximada, mediante roto-percusión.
- Entubación del nuevo sondeo con tubería de acero estirado en diámetros 250 mm. y 200 mm. y 5 mm. de espesor.
- Limpieza y desarrollo del sondeo, si es necesario.
- Testificación geofísica del sondeo y reconocimiento videográfico.

- Aforo de 24 horas del sondeo para un caudal aproximado de 10 l/s., ubicando la bomba en el nivel en el que aflore el agua limpia.

Cada fase de ejecución de las obras dependerá de la anterior, por lo que cada una de las partidas contempladas debe considerarse a título estimativo, ya que, tanto sus magnitudes como incluso su ejecución, pueden estar sujetas a variaciones, a expensas de los resultados obtenidos.

Los trabajos proyectados se realizarán según las características detalladas en mediciones y presupuesto.

#### **ACABADOS Y CONTROL DE OBRA.**

Antes de entregar las obras se realizan las correspondientes pruebas de estanqueidad y presión interior de la tubería, según normativa vigente, o pliegos de condiciones.

La obra se dejará limpia y en condiciones de uso, reparándose los desperfectos causados por razones de trabajo.

## **6.- CONDICIONANTES Y PERMISOS**

No existen limitaciones de tipo técnico para la realización de la obra. Según información suministrada por el Ayuntamiento, éste posee los correspondientes permisos necesarios para ejecutar la obra, en la localización geográfica de esta.

En la ubicación donde se ejecuten las obras contempladas en la presente Memoria y afecten a propiedades particulares, se requiere que el Ayuntamiento ha de solicitar los correspondientes permisos de ocupación temporal/permanente, los cuales según información suministrada por el Ayuntamiento obran en su poder.

## **7.- IMPACTO AMBIENTAL**

Considerando la Ley de Evaluación Ambiental de Castilla-La Mancha (Ley 2/2020, de 7 de febrero), que para este caso es la más estricta pues aglutina la normativa vigente nacional y europea, este proyecto NO requiere Evaluación de Impacto Ambiental, al ser el volumen anual de extracción de aguas subterráneas demandado notablemente inferior a 1 hectómetro cúbico.

## **8. PLAZO DE EJECUCIÓN Y DE GARANTÍA**

Se considera suficiente un plazo de ejecución de UN (1) MES, para la realización de los trabajos contemplados en la presente Memoria Valorada, contado a partir de la fecha de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo.

El plazo de garantía establecido es de UN (1) AÑO, a contar desde la firma del Acta de Recepción de las obras.

## **9. PRECIOS**

Los precios utilizados para la redacción del Presupuesto se han confeccionado teniendo en cuenta los de los materiales que rigen actualmente en el mercado y los de la mano de obra establecidos por la legislación vigente. Se consideran incluidos en dichos precios, todos los permisos particulares y oficiales necesarios para finalizar las obras.

## **10. REVISIÓN DE PRECIOS**

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 103 de la Ley de Contratos del Sector Público (Ley 9/2017, de 8 de noviembre), no es de aplicación la revisión de precios al contrato de obras correspondiente.

## **11. SOLVENCIA Y CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA**

De acuerdo con el Artículo 77 de la Ley de Contratos del Sector Público (Ley 9/2017, de 8 de noviembre), no se considera necesario exigir la clasificación de la Empresa Contratista, dadas las características de la obra, el presupuesto y el tiempo de ejecución de la misma.

Sin perjuicio de lo anterior, se considera que la posesión de la **clasificación K-2-1(A)** es suficiente para acreditar la solvencia a la que hace referencia el art. 74 de la LCSP, por lo que se establece **como orientativa**.

## **12. CPV 2008 (VOCABULARIO COMÚN DE CONTRATOS PÚBLICOS)**

En cumplimiento al Reglamento (CE) N° 213/2008 de la Comisión de las Comunidades Europeas, por el que se regula el Vocabulario común de contratos públicos (CPV), la obra proyectada en cuestión estaría codificada de la siguiente manera:

**45262220-9** *Perforación de pozos de agua*

## **13. PRESUPUESTO**

En el documento Presupuesto de esta Memoria Valorada se ha obtenido un

**Presupuesto de Ejecución Material** de TREINTA Y DOS MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS (**32.546,56 €**) que, incrementado en un, 19% de Gastos Generales y Beneficio Industrial más un 21% de I.V.A. da un

**Presupuesto Base de Licitación** de CUARENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS (**46.863,78 €**).

## **14. CONCLUSIÓN**

Se estima que con lo expuesto en la presente y el resto de documentos reseñados, esta Memoria Valorada está suficientemente justificada y en condiciones de servir de base a la contratación de las obras, por lo que se eleva a la Superioridad para someterla a su aprobación, si procede.

Albacete, 15 de diciembre de 2020

AGENCIA DEL AGUA DE CLM,

JEFE DE SERVICIO PROVINCIAL

## ANEJOS A LA MEMORIA

### 1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS PROYECTADAS

OBRA:	<b>NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)</b>	
PLAN:	<i>PROGRAMA DE OBRAS DE ABASTECIMIENTO 2020 AGENCIA DEL AGUA DE CLM</i>	
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:		<b>32.546,56 €</b>
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN:		<b>46.863,78 €</b>
TIEMPO DE EJECUCIÓN:		<b>1 MES</b>
PLAZO DE GARANTÍA:		<b>1 AÑO</b>
CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA:		<b>NO</b>

## **2.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

## CONCEPTOS (PRESUPUESTO)

### NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	UD.	PRECIO/UD.
M04014	Grupo electrogeno 120/142 kW en marcha	h	38,71
M04015	Grupo electrogeno 120/142 kW parado	h	28,34
M05018	Electrobomba sumergible de 10 l/s a 150 m	h	5,08
M06AR020	Equipo perforación rotoperCUSión 8"5/8	h	140,90
M06AR030	Equipo perforación rotoperCUSión 12"1/4	h	163,40
M06AR100	Desplazamiento, montaje y desmontaje maquinaria sondeos	ud	1.728,20
M06AR400	Desplazamiento, montaje y desmontaje equipo aforo	ud	1.264,00
M07CG020	Camión con grúa 12 t	h	55,14
O01OA030	Oficial primera	h	21,27
O01OA060	Peón especializado	h	18,90
O01OA070	Peón ordinario	h	18,89
O01OB800	Oficial 1ª soldador	h	21,27
O01OB810	Ayudante soldador	h	20,20
P01AD120	Grava sícea calibrada 3-5 mm	m3	87,75
P01MC110	Mortero de cemento 1:3 para sondeos	m3	112,00
P06AC610	Análisis completo del agua aforada	ud	720,00
P06AC620	Desplazamiento equipo de testificación e informe	ud	270,00
P06AC622	Reconocimiento videográfico del sondeo	m	2,50
P06AC624	Testificación de diámetros con Calipper	m	1,60
P06AC626	Testificación de desviación y azimut	m	1,60
P25OU080	Minio electrolítico	l	7,47
P26DZC220	Tubo chapa D=250 mm e=5 mm	m	29,53
P26DZC230	Tubo chapa D=200 mm e=5 mm	m	24,35

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

### NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>01</b>	<b>PERFORACIÓN DE SONDEO</b>				
<b>01.01</b>	<b>SONDEO ROTOPERCUSIÓN D=254 mm 0-100 m</b>	<b>m</b>			
	Sondeo a rotopercusión de 254 mm. de diámetro de perforación, para captación de aguas subterráneas, y profundidades comprendidas entre 0 y 100 m.				
O01OA030	Oficial primera	0,240 h	21,27	5,10	
O01OA060	Peón especializado	0,240 h	18,90	4,54	
M06AR020	Equipo perforación rotopercusión 8"5/8	0,240 h	140,90	33,82	
%AU02	Medios auxiliares	0,435 %	2,00	0,87	
%CI03	Costes indirectos	0,443 %	3,00	1,33	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>45,66</b>
<b>01.02</b>	<b>SONDEO ROTOPERCUSIÓN D=254 mm 100-200 m</b>	<b>m</b>			
	Sondeo a rotopercusión de 254 mm. de diámetro de perforación, para captación de aguas subterráneas, y profundidades comprendidas entre 100 y 200 m.				
O01OA030	Oficial primera	0,260 h	21,27	5,53	
O01OA060	Peón especializado	0,260 h	18,90	4,91	
M06AR020	Equipo perforación rotopercusión 8"5/8	0,260 h	140,90	36,63	
%AU02	Medios auxiliares	0,471 %	2,00	0,94	
%CI03	Costes indirectos	0,480 %	3,00	1,44	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>49,45</b>
<b>01.03</b>	<b>SONDEO ROTOPERCUSIÓN D=254 mm 200-300 m</b>	<b>m</b>			
	Sondeo a rotopercusión de 254 mm. de diámetro de perforación, para captación de aguas subterráneas, y profundidades comprendidas entre 200 y 300 m.				
O01OA030	Oficial primera	0,280 h	21,27	5,96	
O01OA060	Peón especializado	0,280 h	18,90	5,29	
M06AR020	Equipo perforación rotopercusión 8"5/8	0,280 h	140,90	39,45	
%AU02	Medios auxiliares	0,507 %	2,00	1,01	
%CI03	Costes indirectos	0,517 %	3,00	1,55	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>53,26</b>
<b>01.04</b>	<b>SONDEO ROTOPERCUSIÓN D=315 mm 0-100 m</b>	<b>m</b>			
	Sondeo a rotopercusión de 315 mm. de diámetro de perforación, para captación de aguas subterráneas, y profundidades comprendidas entre 0 y 100 m.				
O01OA030	Oficial primera	0,260 h	21,27	5,53	
O01OA060	Peón especializado	0,260 h	18,90	4,91	
M06AR030	Equipo perforación rotopercusión 12"1/4	0,260 h	163,40	42,48	
%AU02	Medios auxiliares	0,529 %	2,00	1,06	
%CI03	Costes indirectos	0,540 %	3,00	1,62	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>55,60</b>
<b>01.05</b>	<b>DESPLAZAMIENTO EQUIPO PERFORACIÓN</b>	<b>ud</b>			
	Desplazamiento, montaje y desmontaje de equipo de perforación a rotopercusión.				
M06AR100	Desplazamiento, montaje y desmontaje maquinaria sondeos	1,000 ud	1.728,20	1.728,20	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>1.728,20</b>

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

### NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>02</b>	<b>REVESTIMIENTO DE SONDEO</b>				
<b>02.01</b>	<b>TUBERÍA METÁLICA DE REVESTIMIENTO D=250 mm e=5 mm</b>	<b>m</b>			
	Tubería de revestimiento de sondeos para captación de aguas subterráneas, de 250 mm de diámetro, en chapa metálica de 5 mm de espesor, incluso p.p. de unión mediante soldadura, colocada en el interior del sondeo.				
O01OB800	Oficial 1ª soldador	0,220 h	21,27	4,68	
O01OB810	Ayudante soldador	0,220 h	20,20	4,44	
M07CG020	Camión con grúa 12 t	0,050 h	55,14	2,76	
P25OU080	Minio electrolítico	0,090 l	7,47	0,67	
P26DZC220	Tubo chapa D=250 mm e=5 mm	1,000 m	29,53	29,53	
%AU02	Medios auxiliares	0,421 %	2,00	0,84	
%CI03	Costes indirectos	0,429 %	3,00	1,29	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>44,21</b>
<b>02.02</b>	<b>TUBERÍA METÁLICA DE REVESTIMIENTO D=200 mm e=5 mm</b>	<b>m</b>			
	Tubería de revestimiento de sondeos para captación de aguas subterráneas, de 200 mm de diámetro, en chapa metálica de 5 mm de espesor, incluso p.p. de unión mediante soldadura, colocada en el interior del sondeo.				
O01OB800	Oficial 1ª soldador	0,200 h	21,27	4,25	
O01OB810	Ayudante soldador	0,200 h	20,20	4,04	
M07CG020	Camión con grúa 12 t	0,050 h	55,14	2,76	
P25OU080	Minio electrolítico	0,090 l	7,47	0,67	
P26DZC230	Tubo chapa D=200 mm e=5 mm	1,000 m	24,35	24,35	
%AU02	Medios auxiliares	0,361 %	2,00	0,72	
%CI03	Costes indirectos	0,368 %	3,00	1,10	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>37,89</b>
<b>02.03</b>	<b>RANURADO TUBERÍA</b>	<b>m</b>			
	Ranurado de tubería metálica.				
O01OB800	Oficial 1ª soldador	0,100 h	21,27	2,13	
O01OB810	Ayudante soldador	0,100 h	20,20	2,02	
M07CG020	Camión con grúa 12 t	0,080 h	55,14	4,41	
P25OU080	Minio electrolítico	0,050 l	7,47	0,37	
%AU02	Medios auxiliares	0,089 %	2,00	0,18	
%CI03	Costes indirectos	0,091 %	3,00	0,27	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>9,38</b>
<b>02.04</b>	<b>GRAVA SILÍCEA CALIBRADA</b>	<b>m3</b>			
	Engravillado de sondeo con grava silícea calibrada de 3-5 mm.				
O01OA030	Oficial primera	0,100 h	21,27	2,13	
O01OA070	Peón ordinario	0,100 h	18,89	1,89	
M07CG020	Camión con grúa 12 t	0,050 h	55,14	2,76	
P01AD120	Grava sílicea calibrada 3-5 mm	1,000 m3	87,75	87,75	
%AU02	Medios auxiliares	0,945 %	2,00	1,89	
%CI03	Costes indirectos	0,964 %	3,00	2,89	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>99,31</b>
<b>02.05</b>	<b>CEMENTACIÓN ESPACIO ANULAR EMBOQUILLE SONDEO</b>	<b>m3</b>			
	Cementación del espacio anular en emboquille de sondeo.				
O01OA030	Oficial primera	0,300 h	21,27	6,38	
O01OA070	Peón ordinario	0,300 h	18,89	5,67	
P01MC110	Mortero de cemento 1:3 para sondeos	1,000 m3	112,00	112,00	
%AU02	Medios auxiliares	1,241 %	2,00	2,48	
%CI03	Costes indirectos	1,265 %	3,00	3,80	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>130,33</b>

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

### NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>03</b>	<b>DESARROLLO Y AFORO DE SONDEO</b>				
<b>03.01</b>	<b>DESPLAZAMIENTO EQUIPO AFORO</b>	ud			
	Desplazamiento, montaje y desmontaje de equipo para aforo.				
M06AR400	Desplazamiento, montaje y desmontaje equipo aforo	1,000 ud	1.264,00	1.264,00	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>1.264,00</b>
<b>03.02</b>	<b>AFORO SONDEO ELECTROBOMBA 10 l/s 150 m</b>	h			
	Aforo de sondeo con electrobomba, capaz de extraer 15 l/s a 150 m.				
O01OA030	Oficial primera	1,000 h	21,27	21,27	
M04014	Grupo electrogeno 120/142 kW en marcha	1,000 h	38,71	38,71	
M05018	Electrobomba sumergible de 10 l/s a 150 m	1,000 h	5,08	5,08	
%AU02	Medios auxiliares	0,651 %	2,00	1,30	
%CI03	Costes indirectos	0,664 %	3,00	1,99	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>68,35</b>
<b>03.03</b>	<b>PARADA AFORO MEDIDA RECUPERACIÓN NIVELES</b>	h			
	Parada de equipo de aforo en medida de recuperación de niveles.				
O01OA060	Peón especializado	1,000 h	18,90	18,90	
M04015	Grupo electrogeno 120/142 kW parado	1,000 h	28,34	28,34	
M05018	Electrobomba sumergible de 10 l/s a 150 m	1,000 h	5,08	5,08	
%AU02	Medios auxiliares	0,523 %	2,00	1,05	
%CI03	Costes indirectos	0,534 %	3,00	1,60	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>54,97</b>
<b>03.04</b>	<b>ANÁLISIS COMPLETO AGUA AFORADA</b>	ud			
	Análisis completo del agua aforada para dictámen sanitario.				
P06AC610	Análisis completo del agua aforada	1,000 ud	720,00	720,00	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>720,00</b>
<b>03.05</b>	<b>TESTIFICACIÓN FINAL SONDEO</b>	ud			
	Testificación final del sondeo, incluyendo reconocimiento videográfico, y determinando las entradas de agua del acuífero y todas las constantes más importantes de la perforación.				
P06AC620	Desplazamiento equipo de testificación e informe	1,000 ud	270,00	270,00	
P06AC622	Reconocimiento videográfico del sondeo	225,000 m	2,50	562,50	
P06AC624	Testificación de diámetros con Calipper	225,000 m	1,60	360,00	
P06AC626	Testificación de desviación y azimut	225,000 m	1,60	360,00	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>1.552,50</b>

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

### NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>04</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD LABORAL</b>				
04.01	PARTIDA ALZADA SEGURIDAD Y SALUD Partida alzada a justificar por medidas de seguridad y salud laboral aplicables en las obras.		ud		
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA .....</b>		<b>650,00</b>

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

### NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>05</b>	<b>VARIOS</b>				
05.01	<b>PARTIDA ALZADA ACONDIC. TERRENO</b> Partida alzada a justificar por acondicionamiento del camino de acceso y de la explanada de perforación.	ud			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA .....</b>		<b>1.400,00</b>
05.02	<b>PARTIDA ALZADA CONTROL DE CALIDAD</b> Partida alzada a justificar por control de calidad en las obras.	ud			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA .....</b>		<b>400,00</b>
05.03	<b>PARTIDA ALZADA POR IMPREVISTOS</b> Partida alzada a justificar por imprevistos que puedan surgir durante la ejecución de las obras.	ud			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA .....</b>		<b>1.719,08</b>

**3.- INFORMES DE LOS ESTUDIOS GEOFÍSICOS REALIZADOS EN  
SEPTIEMBRE DE 2019, AGOSTO DE 2020 Y OCTUBRE DE 2020**

**ESTUDIO GEOELÉCTRICO EN LAS  
INMEDIACIONES DEL EMBALSE DEL BAYCO;  
ONTUR (ALBACETE)**

**CLIENTE: DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ALBACETE**

## ÍNDICE

	pág.
1.- INTRODUCCIÓN .....	3
2.- OBJETIVOS .....	3
3.- MARCO GEOLÓGICO .....	3
4.- TRABAJOS REALIZADOS .....	4
4.1.- PRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES GEOELÉCTRICAS .....	4
4.1.1.- LA RESISTIVIDAD DE LAS ROCAS.....	4
4.1.2.- DISPOSITIVOS ELECTRÓDICOS .....	5
4.1.3.- EL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) .....	7
4.2.- TRABAJOS DE CAMPO .....	7
4.2.1.- EQUIPO UTILIZADO .....	8
4.2.2.- PROGRAMACIÓN .....	8
5.- INTERPRETACIÓN .....	8
5.1.- BASES INTERPRETATIVAS .....	8
5.2.- INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	9
6.- CONCLUSIONES .....	10

## **ANEXOS**

FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA ZONA.....	13
EXTRACTO DEL PLANO GEOLÓGICO (Esc. 1:50.000).....	14
HOJAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	16
CURVAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	17
DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.....	18

## 1.- INTRODUCCIÓN.

Este trabajo de Prospección Geoeléctrica ha sido realizado por D. Lucio Villegas Rodríguez, Geólogo (Col. 2540), a petición de la **Diputación Provincial de Albacete**.

Albatana es un Municipio de la provincia de Albacete que se abastece del agua de una serie de pozos. Actualmente, uno de estos pozos (de unos 90 m de profundidad), no da el caudal necesario para la demanda que se precisa, por lo que, en previsión de que hubiera que reprofundizar el sondeo, es necesario conocer la geología del subsuelo de la zona a nivel de los potenciales acuíferos existentes. Con este fin se propone la realización de una Geofísica Eléctrica que ayude a estimar el espesor de estos potenciales acuíferos, con vistas a una posible reprofundización del sondeo existente.

Los trabajos de campo fueron realizados el día **29 de agosto de 2019**. Los resultados de este trabajo se plasman en el presente Informe de acuerdo a los objetivos marcados y que se detallan a continuación.

## 2.- OBJETIVOS.

El objetivo que se persigue con la realización de estos Sondeos Geoeléctricos es la búsqueda de estructuras geológicas capaces de contener agua en cantidades suficientes para que su posterior explotación pueda satisfacer las necesidades del Municipio de Albatana.

Cuando se habla de estructuras geológicas nos referimos a un determinado tipo de roca con una distribución espacial determinada. En el caso que nos ocupa, y por el conocimiento que se tiene de la Geología de la zona, el objetivo es la localización de materiales permeables del tipo **calizas y/o dolomías del Dogger (Jurásico) y del Lías Inferior (Jurásico)** que se sabe que existen por debajo de los materiales arcillosos correspondientes al Cuaternario y Terciario.

Estos materiales Jurásicos afloran en toda la zona de estudio; con lo cual es necesario encontrarlos a profundidades por debajo del nivel freático regional. Esto aumentará las posibilidades de éxito, siempre y cuando se encuentren suficientemente fracturados y/o karstificados; ya que se comportarán como materiales permeables.

Es importante resaltar que la presente memoria no constituye un Estudio Hidrogeológico detallado; sino sólo un Estudio Geoeléctrico (Geofísico) del terreno con esa finalidad de conocer la disposición y profundidad de las distintas capas geoeléctricas; a las cuales, posteriormente, se les ha intentado dar una interpretación de tipo geológico con las reservas pertinentes. En otras palabras, se trata de obtener un "corte geoeléctrico" que nos permita identificar capas permeables o impermeables en base a su valor de resistividad.

## 3.- MARCO GEOLÓGICO.

El objetivo de este apartado es hacer una **breve** descripción de los diferentes materiales que afloran en la zona de estudio y en sus alrededores. Para ello nos hemos servido del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, hoja nº **844** de **Ontur**.

En la zona de estudio afloran fundamentalmente materiales correspondientes al Jurásico (Lías y Dogger), Terciario (Mioceno y Plioceno) y Cuaternario.

El Cuaternario se reduce a unos relieves de piedemonte en algunos cerros y se trata de un coluvión de cantos y gravas calcáreas en matriz arenoarcillosa.

El Terciario (Mioceno y Plioceno) se encuentra en zonas bajas cubriendo algunos paleorrelieves jurásicos y se trata, fundamentalmente, de margas, arcillas y areniscas.

En los relieves importantes de la zona es donde aflora el Jurásico calcáreo correspondiente al Dogger y Lías. El Dogger está constituido por las típicas calizas y/o dolomías. El Lías se solapa con el Dogger, por lo que está compuesto por calizas y/o dolomías. La cartografía geológica las describe como calizas y dolomías. Usualmente estas calizas se encuentran recristalizadas.

El límite impermeable inferior lo constituyen las arcillas y yesos del Triásico en facies Keuper, pero no aparece en esta zona en concreto, aunque se sabe que se encuentra por debajo del Jurásico.

#### **4.- TRABAJOS REALIZADOS.**

La parte principal de este apartado corresponde al punto donde se detalla cómo se realizaron los trabajos y los resultados obtenidos. Sin embargo, es importante tener unos mínimos conocimientos sobre el método de medida y sus principios; así como sus requerimientos. Esto ayudará, sin duda, a una mejor comprensión de los resultados y de la interpretación posterior. Dicho de otra forma, nos ayudará a comprender el por qué de la respuesta eléctrica de los materiales involucrados en la zona. Es por ello que se introduce un apartado a tal efecto y que se desarrolla a continuación.

#### **4.1.- PRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES GEOELÉCTRICAS.**

En este apartado se van a introducir unos conceptos que ayudarán a conocer mejor el método utilizado. Está ordenado y redactado de tal manera que facilita su comprensión y ayuda a introducirse de manera ordenada en los apartados importantes de este informe. Es una copia de determinados fragmentos del libro "Prospección Geoeléctrica en corriente continua", de Ernesto Orellana (2ª edición de 1982).

##### **4.1.1.- LA RESISTIVIDAD DE LAS ROCAS.**

La resistencia **R** de un conductor alargado y homogéneo de forma cilíndrica o prismática vale

$$R = l/s$$

donde **l** es la arista o generatriz del conductor y **s** su sección. La magnitud es un coeficiente que depende de la naturaleza y estado físico del cuerpo considerado y que recibe el nombre de **resistividad**.

La resistividad es una medida de la dificultad que la corriente eléctrica encuentra a su paso en un material determinado; pero igualmente podría haberse considerado la facilidad de paso. Resulta así el concepto de **conductividad**, que expresado numéricamente será el inverso de la resistividad.

Si la resistividad de las rocas dependiese únicamente de los minerales constituyentes, habrían de considerarse como aislantes en la mayoría de los casos, puesto que el cuarzo, los silicatos, la calcita, las sales, etc., lo son prácticamente. Sólo en el caso que la roca contuviese minerales conductores (semiconductores) en cantidad apreciable, podrá considerarse como conductora, es decir, sólo lo serían las menas metálicas.

Las rocas cuya conductividad se debe a la presencia de inclusiones de minerales conductores ocupan un volumen relativamente muy pequeño de las capas superiores de la corteza terrestre. La conductividad de la mayor parte de las rocas se debe a otra causa, que es la existencia de poros y fisuras rellenos, total o parcialmente de **electrólitos**, de lo que resulta que en conjunto, las rocas se comportan como conductores iónicos, de resistividad variable según los casos. Además de los poros propiamente dichos o poros intergranulares, existe otra porosidad debida a las fisuras y diaclasas, que no suele exceder del 2% del volumen total, y aún se puede definir un tercer tipo de porosidad, la vugular, constituida por cavidades grandes e irregulares, como las de disolución en calizas.

Como se sabe, en las disoluciones acuosas los portadores de la corriente eléctrica son los cationes y los aniones. El agua pura es muy poco conductora, a causa de su muy reducida disociación. Las aguas que se encuentran en la naturaleza presentan, sin embargo, conductividad apreciable, pues siempre tienen disuelta alguna sal, generalmente  $\text{ClNa}$ . La cantidad y clase de estas sales depende de la naturaleza de las rocas con que las aguas hayan entrado en contacto en su recorrido por la superficie del terreno o subterráneo. Los márgenes de variación normales de la resistividad de las aguas subterráneas van desde 1 a 20 ohmios x m., y los de las aguas de impregnación de rocas desde 0,03 a 10 ohmios x m.

Luego se puede afirmar, que la resistividad de las rocas es función decreciente del contenido en agua, de la salinidad de ésta y de la porosidad total intercomunicada. También depende de la distribución y forma de los poros y fisuras. El margen de variación de la resistividad de las rocas es amplísimo.

#### 4.1.2.- DISPOSITIVOS ELECTRÓDICOS.

Los métodos eléctricos de prospección se basan en el estudio de campos de potencial eléctrico, tanto naturales, como artificiales. En la mayoría de los métodos se hace uso de una corriente artificial, que puede ser continua ó alterna.

El esquema dibujado en la fig. 1., recibe el nombre de dispositivo electródico. Consta de cuatro electrodos, dos de ellos A y B, por los que entra y sale la corriente, han de ir unidos, por medio de cables aislados, a un generador eléctrico provisto de un amperímetro; y los otros dos M y N, entre los cuales se mide la diferencia de potencial creada por los A y B, van unidos a un voltímetro, teniéndose así constituidos dos circuitos independientes. El primero recibe el nombre de circuito de alimentación, de emisión ó de corriente, y el segundo el de circuito de medición, de recepción, o de potencial. Actualmente, amperímetro y voltímetro van juntos en un mismo instrumento denominado resistivímetro. El generador eléctrico suele ir aparte.

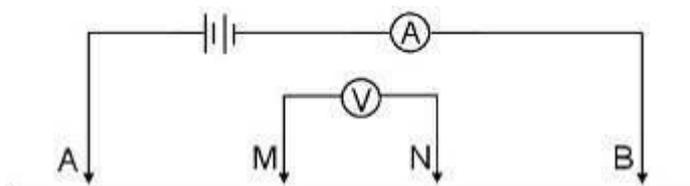


Fig. 1.- Esquema de un dispositivo electródico

El conjunto de los cuatro electrodos se denomina a veces cuadripolo ó tetrapolo. En principio, los cuatro electrodos pueden adoptar cualquier disposición geométrica sobre el plano que representa la superficie del terreno. Estas disposiciones geométricas se denominan dispositivos o configuraciones.

En cualquier dispositivo, si se conocen las distancias mutuas entre los electrodos y se mide la intensidad  $I$  que pasa por los electrodos **A** y **B** y la diferencia de potencial  $V$  que, como consecuencia, aparece entre **M** y **N**, podremos calcular la resistividad ( $\rho$ ) mediante una fórmula del tipo

$$\rho = KV / I$$

donde **K** es un coeficiente que depende únicamente de la geometría del dispositivo electródico, y cuyas dimensiones, según se deduce fácilmente, son las de una longitud. Si el medio es homogéneo, la fórmula anterior dará su resistividad verdadera. Pero si el terreno no es homogéneo se obtendrá una resistividad ficticia denominada **resistividad aparente** ( $\rho_a$ ), la cual se define como la resistividad de un terreno imaginario homogéneo e isótropo equivalente al terreno real heterogéneo.

Normalmente se emplean los dispositivos en que los cuatro electrodos AMNB se encuentran, por este orden, sobre una misma recta. Si además, los cuatro electrodos se disponen simétricamente respecto a un centro "o", se tendrá un dispositivo simétrico (fig. 2).

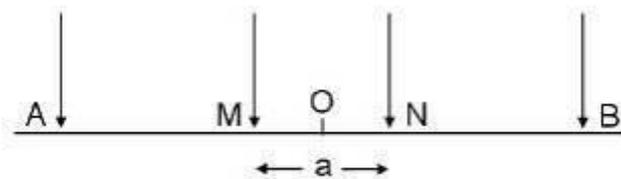


Fig. 2.- Dispositivo electródico lineal simétrico

El más eficaz y usado de estos dispositivos es el de **Schlumberger**. Se trata en realidad de un dispositivo límite que, aunque irrealizable prácticamente de modo riguroso, presenta grandes ventajas teóricas, y puede llevarse a la práctica con suficiente aproximación. La idea de Schlumberger es hacer que la distancia "a", que separa los electrodos M y N, tienda a cero. En las mediciones de campo suele tomarse la norma de que  $MN < AB/5$ .

En resumen, puede decirse que el dispositivo Schlumberger es un dispositivo lineal simétrico en el que la distancia MN es muy pequeña (todo lo más una quinta parte de la distancia AB).

#### 4.1.3.- EL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV).

Un Sondeo Eléctrico consiste en establecer la curva de variación de la resistividad aparente de los terrenos en función de la separación creciente de los electrodos. La profundidad de investigación se regula, bien haciendo variar la longitud de los dipolos, bien la distancia entre sus centros.

Cuando el dispositivo empleado es simétrico, ó asimétrico con un electrodo en el "infinito", y durante la medición permanecen fijos el azimut del dispositivo y el centro del segmento MN, se le denomina **Sondeo Eléctrico Vertical**, que se representa por la sigla **SEV**.

Los datos de resistividad aparente obtenidos en cada SEV se representan por medio de una curva, en función de las distancias entre electrodos. Cuando se utiliza el dispositivo Schlumberger, las resistividades aparentes se llevan en ordenadas, y en abscisas las distancias  $OA = AB/2$ . Las escalas sobre ambos ejes han de ser logarítmicas, de módulo 62,5

mm, y la curva así obtenida se denomina curva de SEV ó curva de resistividades aparentes (CRA).

La finalidad del SEV es averiguar, la distribución vertical de resistividades en el punto sondeado. La mayor eficacia del método corresponde al caso en que los SEV se efectúan sobre un terreno compuesto por capas lateralmente homogéneas en lo que respecta a la resistividad, y limitadas por planos paralelos a la superficie del terreno (medio estratificado). La experiencia demuestra que los resultados teóricos obtenidos para medios de esta clase, son tolerablemente válidos para estratos inclinados hasta unos 30°.

El problema que a continuación hay que tratar, es el de deducir la distribución vertical de resistividades en el punto sondeado, partiendo de la curva de resistividades aparentes suministrada por el SEV.

El resultado de la interpretación de la curva de resistividades aparentes (**CRA**) suministrada por el SEV es el **Corte Geoeléctrico**, el cual por las características intrínsecas del método experimental supone el medio estratificado. Es decir, se considera un medio heterogéneo compuesto por medios parciales homogéneos e isótropos, de extensión lateral indefinida y cuyas superficies de separación son paralelas entre sí y al plano aire-terreno.

Para caracterizar cada medio estratificado, bastará dar el espesor  $E_1$  y la resistividad  $\rho_1$  de cada medio parcial isótropo de índice  $i$ , numerando éstos de arriba a abajo, esto es, comenzando por el medio contiguo al semiespacio que representa la atmósfera. Cada uno de estos medios parciales será denominado capa geoeléctrica.

La especificación de espesores y resistividades de cada medio estratificado del tipo descrito, recibe el nombre de corte geoeléctrico. Un corte geoeléctrico compuesto por  $n$  capas requiere para su especificación el conocimiento de  $n$  resistividades y  $n - 1$  espesores (puesto que la última capa, denominada sustrato y horizonte eléctrico de apoyo tiene espesor infinito o desconocido) o sea en total  $2n - 1$  parámetros.

## **4.2.- TRABAJOS DE CAMPO.**

La zona de estudio se encuentra en las inmediaciones del embalse del Bayco u Ortigosa, en el T.M. de Ontur (Albacete). Corresponde a la hoja **nº 844** del mapa topográfico a escala 1:50.000 de Ontur.

La zona era de una topografía algo abrupta, lo que impedía la implantación de las "alas" de los SEV con la suficiente garantía de unos datos fiables, por lo que hubo que buscar determinadas ubicaciones donde las ondulaciones del terreno fueran suaves en la dirección de las "alas" de los SEV; y sin alejarse demasiado del pozo existente, ya que es en este punto donde se quiere conocer la secuencia de materiales.

El terreno estaba muy seco por la ausencia de lluvias, por lo que fue necesaria la utilización de agua para mejorar el contacto entre los electrodos y dicho terreno; sobre todo con líneas AB tan grandes (1000 m). En cualquier caso, los datos fueron aparentemente ciertos en cuanto a la corriente transmitida y el voltaje recibido en el resistímetro.

### **4.2.1.- EQUIPO UTILIZADO.**

En la ejecución de los trabajos de campo se utilizó el equipo y material que se describe a continuación:

**Resistivímetro SYSCAL R1 PLUS Switch 48**, fabricado por IRIS Instruments. Este es un Resistivímetro compacto capaz de proporcionar voltajes de 600 voltios y corrientes de 2,5 amperios con una potencia de hasta 175 vatios. Su resolución es de 1  $\mu$ V.

**Electrodos** de acero cobrizado para el circuito AB de corriente y de cobre macizo para el circuito MN de potencial.

**Carretes** con cable de cobre con aislamiento y resistencia óhmica de 6  $\Omega$  por Km. Longitud de cable 500 m. cada uno de los cuatro carretes.

Todo tipo de herramientas auxiliares para facilitar la realización de los trabajos (mazos, carretes de cuerdas señalizadas, estaquillas de madera, localizador de averías o roturas de cable, caja de herramientas, etc.).

#### **4.2.2.- PROGRAMACIÓN.**

La programación estuvo condicionada por el objetivo que se perseguía, así como por la geología de la zona.

Como ya se apuntó en el apartado de objetivos, en este caso concreto, se trataba de determinar el corte geoelectrico en la zona del pozo existente hasta una profundidad mínima del orden de 300 m, que permitiera prospectar las calizas y dolomías del Jurásico en su conjunto. Si bien, esta profundidad no sólo depende de la apertura de "alas" del SEV, sino también de la propia litología existente en el subsuelo.

Por tanto, se realizó un **SEV** de **1000 m** de longitud (AB = 1000 m). La longitud de este SEV era, en principio, suficiente para cumplir los objetivos marcados.

#### **5.- INTERPRETACIÓN.**

Este es uno de los apartados más importantes del informe; ya que se va a intentar dar un sentido geológico a los datos geoelectricos obtenidos en las mediciones de campo. Antes de esto, es necesario dedicar un apartado a las bases para la interpretación de los datos. Por ello es importante la lectura de los apartados anteriores donde se describía el método Geoelectrico. Tras este apartado teórico ya estamos en condiciones de ofrecer los resultados de la interpretación con las reservas pertinentes provocadas por los requerimientos y limitaciones del propio método.

##### **5.1.- BASES INTERPRETATIVAS.**

Cuanto más favorables sean las condiciones para la toma de datos, de acuerdo a lo dicho en el apartado correspondiente, con más garantías podremos acometer la interpretación de los datos.

El mecanismo de interpretación consiste en la comparación de las curvas de campo con otras calculadas teóricamente y correspondientes a modelos de características definidas. Lo primero es determinar un modelo con un número determinado de resistividades y espesores. Este modelo corresponde al terreno sobre el que se ha realizado el SEV. Posteriormente se procede a hallar la curva que corresponde a ese modelo. Para este fin, se dispone de un novedoso programa de ordenador que realiza todos estos pasos de manera precisa y automática. La curva obtenida de esta manera debe ser semejante a la de campo; ya que, de no ser así, el programa informático repite el proceso automáticamente hasta conseguir el mejor ajuste posible entre las dos curvas. Este ajuste definitivo nos proporciona el **modelo final**.

Una vez interpretadas las curvas de campo se elaboran los cortes geoelectricos. Es muy importante saber que **las distintas capas geoelectricas** (caracterizadas por un valor de resistividad) **no siempre y necesariamente identifican capas litológicas (rocas)**. Solamente, y por lo general, en medios sedimentarios estratificados e isotropos con cambios netos entre materiales de distinta composición, o bien medios muy diferenciados desde el punto de vista de la compactación, porosidad, permeabilidad, etc., estas capas geoelectricas sí se corresponden con capas litológicas que tienen un contraste litoeléctrico.

En otras palabras, es fundamental que exista contraste eléctrico entre las capas involucradas; de lo contrario, se pueden obtener varias capas de distinta naturaleza o mineralogía unidas en una sola capa eléctrica por el hecho de que tengan un comportamiento eléctrico similar. O al revés, es decir, una capa con la misma mineralogía puede dar lugar a dos o más capas eléctricas por el hecho de tener una textura diferente que afecta a su comportamiento eléctrico.

## 5.2.- INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

Una vez que se ha obtenido el Corte Geoelectrico, se va a proceder a darle una interpretación de tipo geológico con las reservas pertinentes de acuerdo a lo explicado anteriormente. A continuación, y de forma esquemática, se exponen los resultados obtenidos mediante el ordenador para el SEV; donde se refleja el valor de resistividad de cada capa "**p**" en ohmios x metro, su espesor "**e**" en metros y su cota de aparición.

SEV nº 1 (cota: 695 m)			
<b>p (Ω x m)</b>	<b>e (m)</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>Cota (msnm)</b>
1917	1	0 a 1	695-694
19214	5	1 a 6	694-689
496	96	6 a 102	689-593
44		102 a 400 ?	593 a 295 ?
espesor total: <b>102 m (&lt; 400 m)</b>			

Antes de comenzar con la interpretación, es necesario apuntar qué tipo de materiales nos vamos a encontrar en profundidad y qué resistividad se espera de ellos. El tipo de materiales sólo podemos estimarlo a partir de la cartografía geológica y los afloramientos existentes, ya que no se dispone de datos aportados por los sondeos de la zona.

La litología involucrada es, en principio, muy simple; ya que nos vamos a encontrar materiales del tipo calizas y/o dolomías resistivas del Dogger y Lías; todos del Jurásico. Y, por debajo, arcillas y yesos del Keuper (Trías), que representa el límite impermeable de este acuífero.

Todo esto significa que nos vamos a encontrar unos valores de resistividad altos para las calizas y/o dolomías y bajos para las arcillas y margas. Sin embargo, en la medida en que estas capas no tengan gran espesor y se encuentren alternando o mezcladas, los valores de resistividad serán intermedios.

El objetivo que se perseguía con la realización de este SEV era comprobar la existencia de alguna capa resistiva potencialmente permeable por debajo de la profundidad actual del pozo existente, que es de unos 90 m.

Lo primero que llama la atención en la curva de datos de campo y, por tanto, en el corte geoelectrico obtenido, es la bajada pronunciada en la curva con la profundidad

La primera capa del corte geoelectrico suele atribuirse a un material rocoso algo alterado. Lógicamente carece de trascendencia.

Por debajo aparece la capa más resistiva de todas. Tiene un valor de resistividad de  $19214 \Omega \times m$  y se prolonga hasta los 6 m de profundidad. Sin duda se trata de las calizas y dolomías que se ven aflorar en la ladera de la montaña donde se sitúa el pozo actual.

La tercera capa del corte geoelectrico es también bastante resistiva en base al valor de resistividad obtenido ( $496 \Omega \times m$ ). Esta capa también debe corresponderse con el Dogger calcodolomítico. El espesor obtenido es de unos 96 m antes de la aparición de una capa muy conductora que podría interpretarse como el inicio de las arcillas yesíferas del Trías (Keuper). Es decir, la base impermeable del acuífero Jurásico. El espesor estimado de este Keuper, en base a la geofísica realizada es de más de 300 m.

En este punto es importante realizar una observación sobre los espesores en Geofísica Eléctrica. En determinadas ocasiones los pasos de unas capas litológicas a otras **no suelen ser netos, sino graduales**. Esto significa que al ordenador no le es fácil dar un límite exacto y certero a la profundidad de cada capa; ya que cuando acaba una capa de, por ejemplo margas, empiezan una serie de pequeñas alternancias de capas de margas y, por ejemplo, calizas hasta que acaban por completo las margas. El programa de ordenador utilizado para la interpretación marca un límite exacto, según un criterio eléctrico, pero el límite geológico entre las capas podría ser más bien una **zona de mezcla** entre ambos materiales. Por supuesto, cuando acaba esta zona de mezcla de capas de distinta naturaleza, empiezan las calizas más o menos puras, siempre dependiendo de su espesor y de que éste sea suficientemente detectable. Y esto, como se ha apuntado anteriormente, también depende de la profundidad de investigación, ya que, a mayor profundidad, menor probabilidad de detectar capas delgadas.

## 6.- CONCLUSIONES.

De todo lo dicho en el apartado anterior se pueden sacar las siguientes conclusiones.

Los objetivos que se marcaron en un principio se han cumplido en cuanto a la obtención del "corte geoelectrico" de la zona que nos permita identificar capas permeables o impermeables en base a su valor de resistividad.

Dicho de otra manera, se ha conseguido determinar la existencia de materiales resistivos y potencialmente permeables tipo **calizas y/o dolomías del Dogger (Jurásico)** y se ha estimado su profundidad de aparición y espesor.

La existencia de calizas y dolomías hasta unos 102 m de profundidad, unido al hecho de que el pozo actual tiene unos 90 m de profundidad, provoca que se pueda realizar una reprofundización de dicho pozo para intentar aprovechar los pocos metros más de calizas y dolomías que quedan.

Los datos obtenidos en campo han venido acompañados de un cierto error debido a las condiciones orográficas del lugar de medida; así como a la presencia de roca muy resistiva ya desde superficie. En cualquier caso, aunque pueda haber una cierta variación en el espesor de roca calcárea, parece claro que no existen demasiados metros por debajo del final del pozo actual.

En este caso concreto, lo ideal sería ubicar un nuevo pozo en una zona cercana con más garantías de la presencia de un mayor espesor de calizas y dolomías del Dogger. Sin embargo, si esta opción no fuera viable, se debe reprofundizar el pozo, con la consiguiente

limpieza del mismo, hasta que desaparezcan completamente las calizas. Lo lógico es que ocurra alrededor de los 100 m, pero si esto no fuera así y siguieran apareciendo calizas, es fundamental proseguir la perforación mientras aparezcan calizas, ya que es muy probable que el pozo gane caudal con la profundización. O lo que es igual, la profundidad final de esta reperforación estaría ligada al momento en que se acabaran dichas calizas.

Es decir, la máxima profundidad de perforación estaría condicionada por los materiales que aparecieran y por los resultados que ofrecieran esos materiales siempre y cuando se estuvieran perforando calizas y dolomías. La aparición de agua dependerá de la situación actual del nivel piezométrico regional; así como de la permeabilidad por fracturación y/o disolución (karstificación) de las capas calcáreas. En cualquier caso, se recomienda un seguimiento técnico de la posible perforación para ayudar a tomar una decisión sobre la profundidad de finalización de la perforación.

Es importante no olvidarse que el método no detecta en sí el agua, sino sólo espesores de capas geeléctricas con un valor determinado de resistividad; aunque es cierto que el agua influye en el valor de resistividad. Eso significa que, aunque las condiciones sean extremadamente favorables para que esos materiales contengan cantidades apreciables de agua, nunca se puede asegurar su presencia; aunque sí se puede hablar de posibilidades. Y, en este caso, el material aparecido ofrece posibilidades claras.

Albacete, 4 de septiembre del 2019.

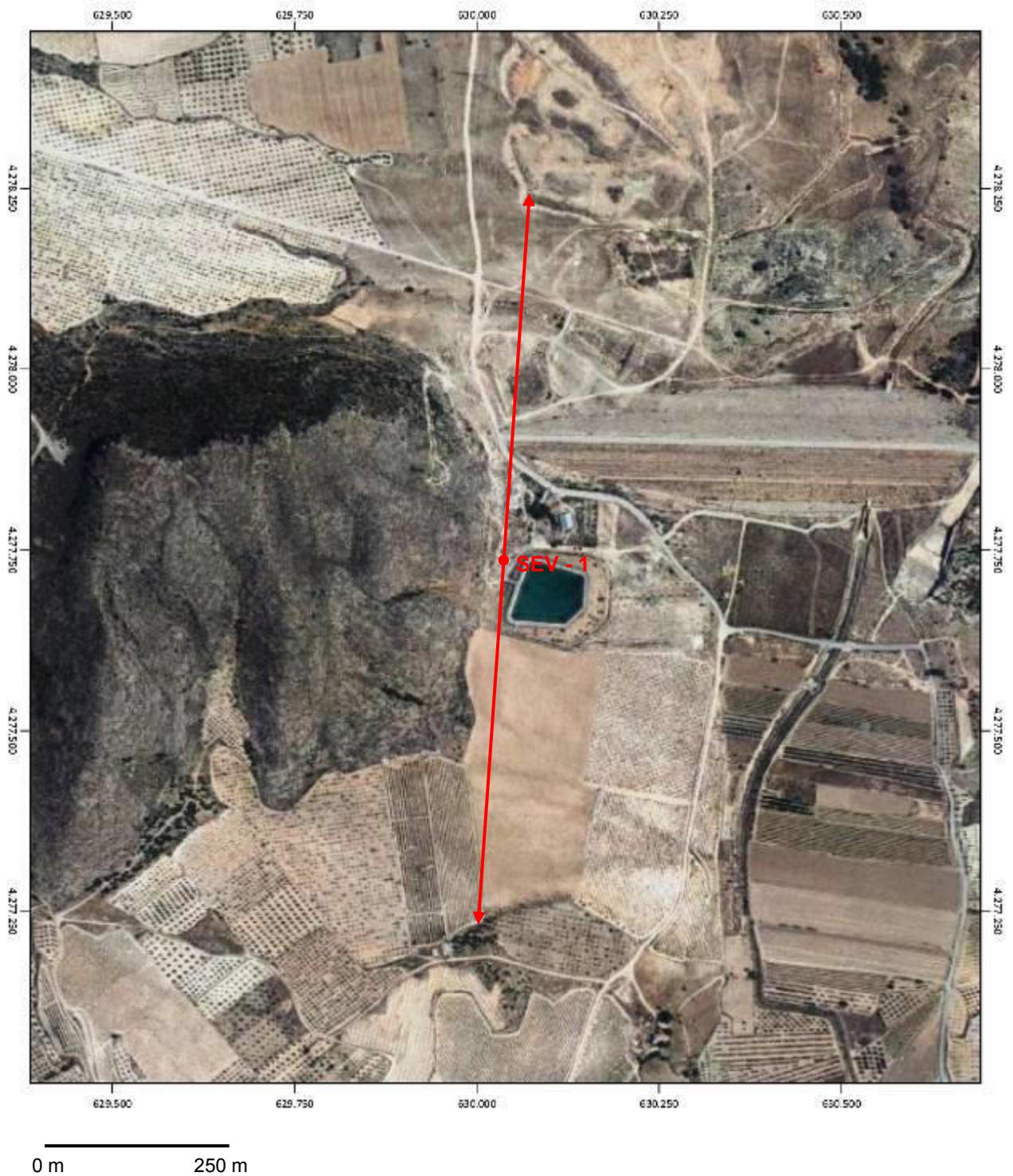


Fdo. Lucio Villegas Rodríguez  
Geólogo, colegiado nº 2540

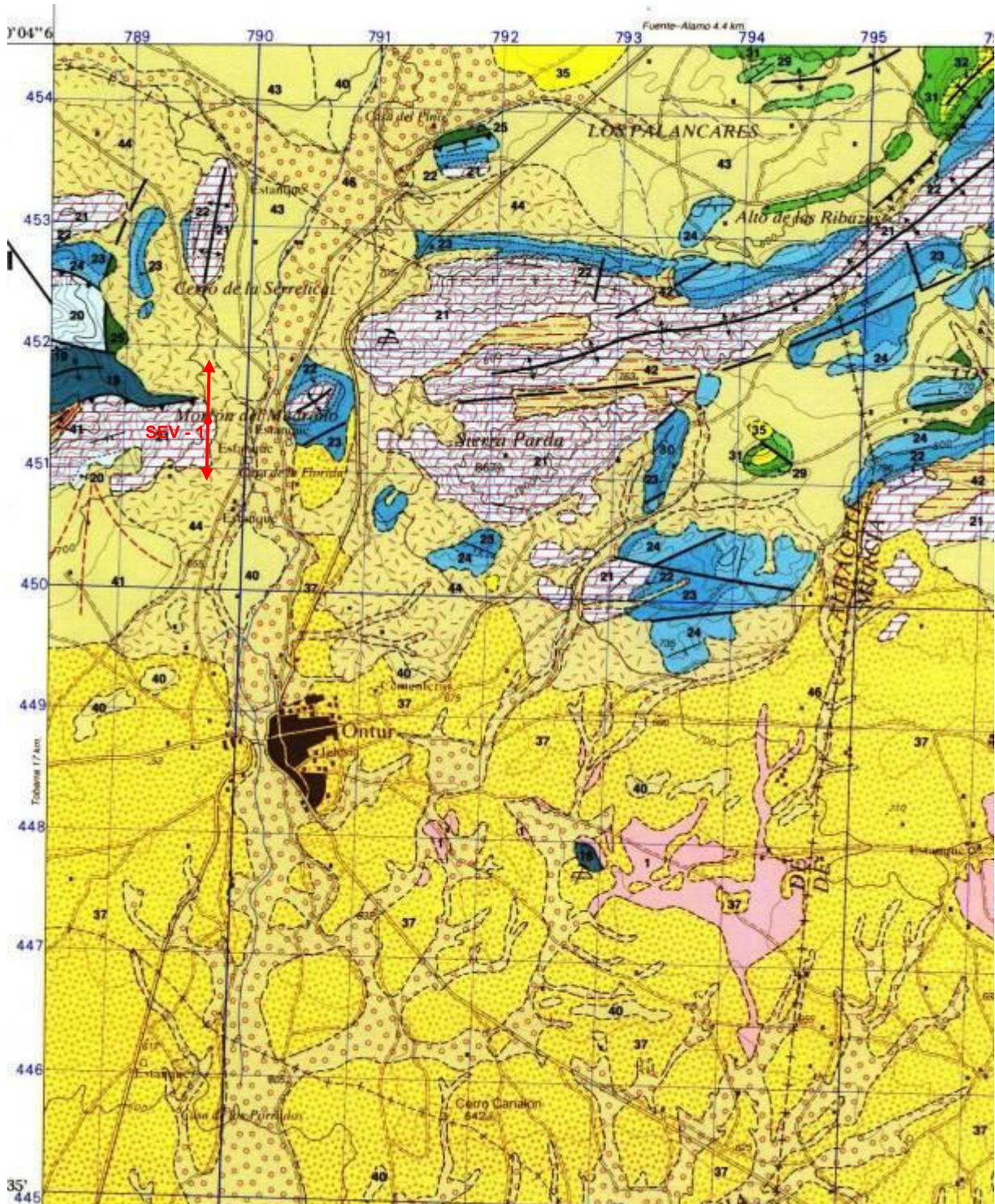
## **ANEXOS**

FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA ZONA.....	13
EXTRACTO DEL PLANO GEOLÓGICO (Esc. 1:50.000).....	14
HOJAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	16
CURVAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	17
DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.....	18

# FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA ZONA



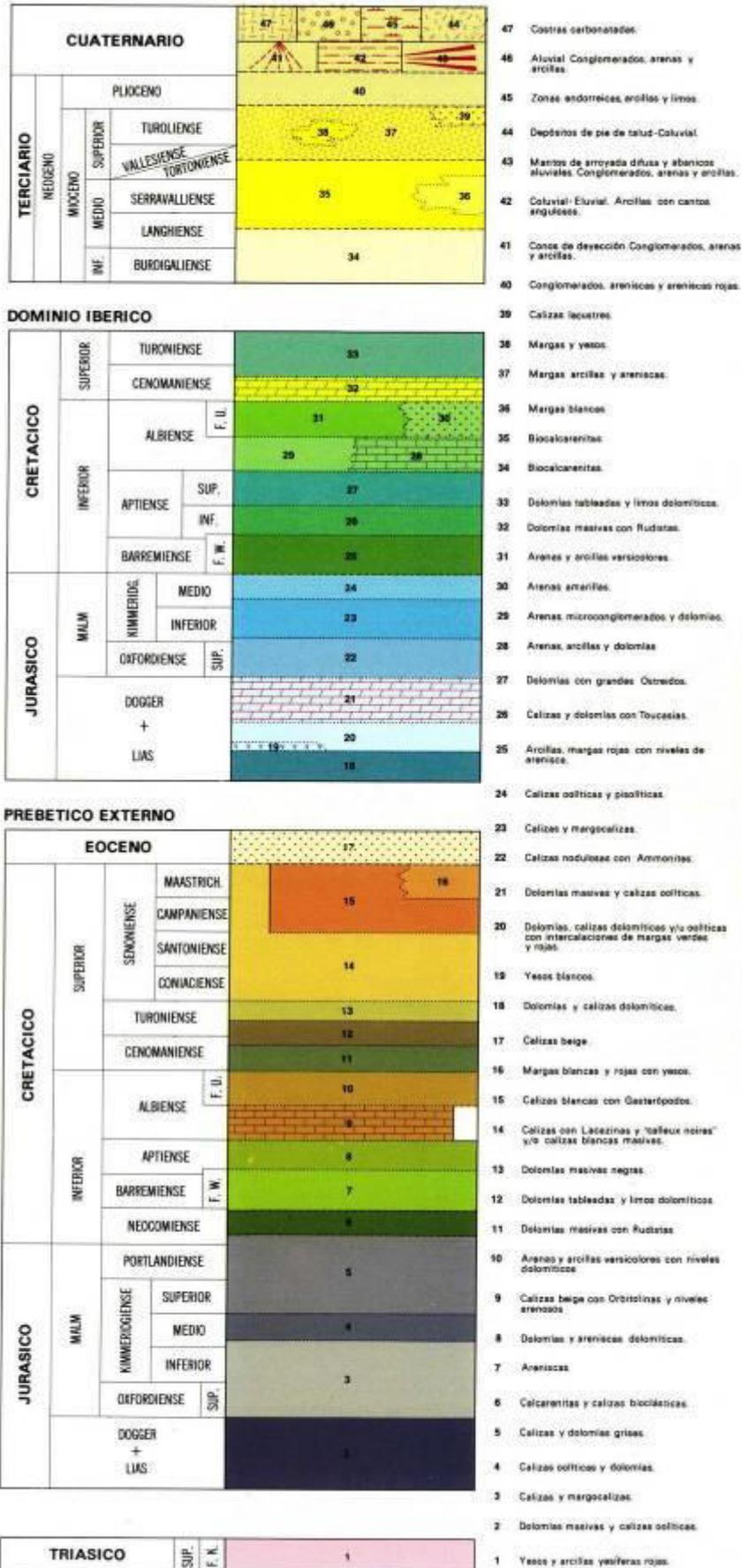
EXTRACTO DEL PLANO GEOLÓGICO (Escala 1:50000).



0 m 1000 m

SEV

## LEYENDA



## HOJA DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

CLIENTE: Diputación Provincial de Albacete

ZONA: Embalse del Bayco; Ontur (Albacete)

OPERADOR: Lucio Villegas Rodríguez

EQUIPO: Syscal R1 Plus – Switch 48

FECHA: 29 de agosto de 2019

S.E.V. nº: 1

RUMBO AB: N-S

PERFIL:

DISPOSITIVO: Schlumberger simétrico

COORDENADAS X: 630.036

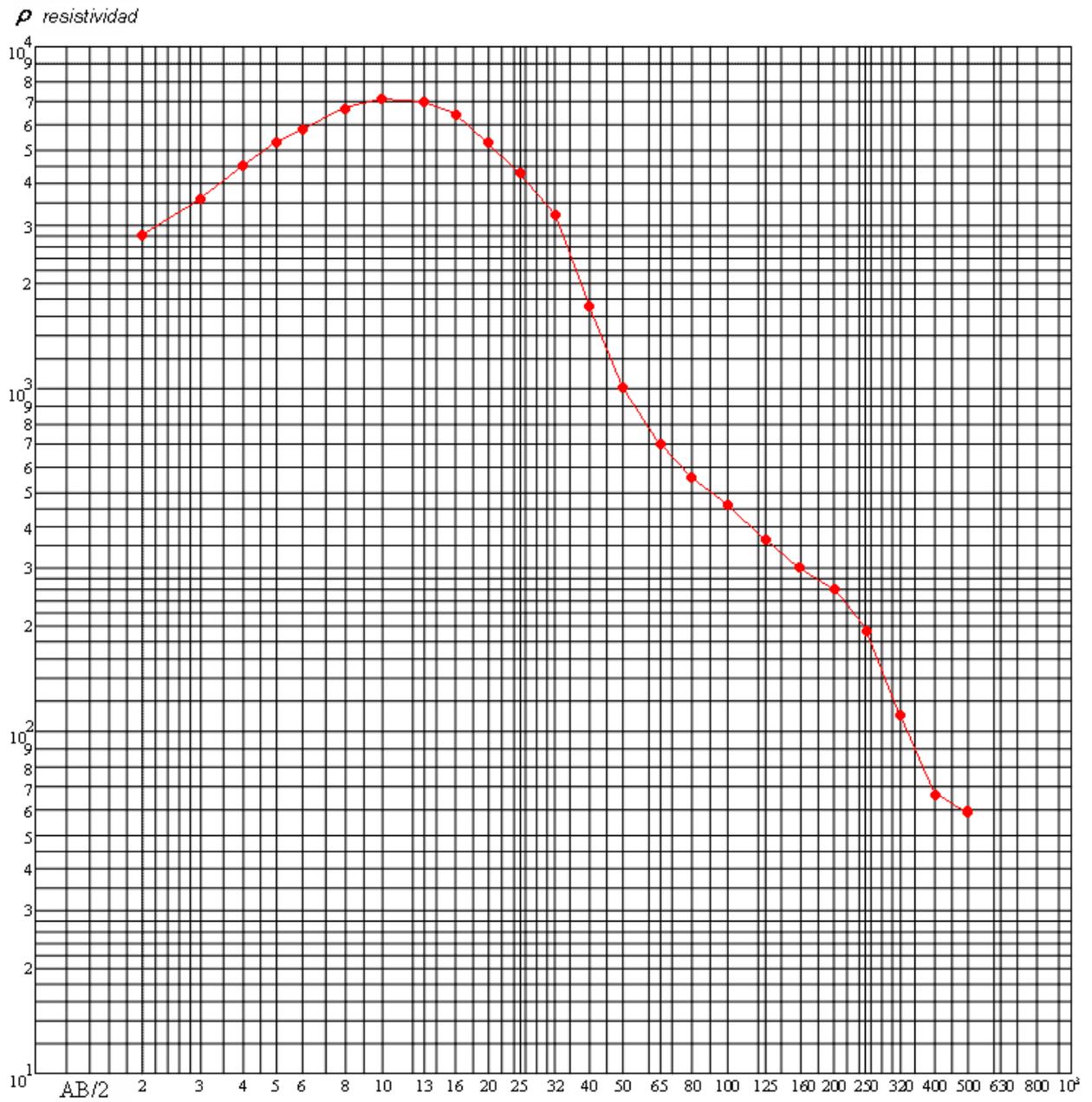
Y: 4.277.738

UTM (ETRS89) Z: 695 msnm

Est.	AB/2 (m)	MN ≤ AB/5	MN (m)	Voltaje (mV)	Intensidad (mA)	Resistividad $\rho$ ( $\Omega \times m$ )	MN (m)	Voltaje (mV)	Intensidad (mA)	Resistividad $\rho$ ( $\Omega \times m$ )
1	2	1	1	1004	4	2799				
2	3	1	"	1057	8	3635				
3	4	1	"	909	10	4502				
4	5	1	"	949	14	5271				
5	6	1	"	1159	22	5915				
6	8	1	"	1048	31	6704				
7	10	1	"	1268	56	7095				
8	13	5	"	1050	80	6988				
9	16	5	"	667	84	6380				
10	20	5	"	395	94	5277				
11	25	10	"	215	97	4352				
12	32	10	"	97	98	3206				
13	40	10	"	25	73	1711				
14	50	20	"	11	87	997				
15	65	20	"	7,1	134	702	10	70	132	696
16	80	20	10	35	123	567				
17	100	20	"	18	121	467				
18	125	50	"	14	195	358				
19	160	50	"	8,8	239	296				
20	200	50	"	4,5	216	260				
21	250	100	"	2,3	233	193	50	12	233	197
22	320	100	50	3,8	224	108				
23	400	100	"	1,5	216	67				
24	500	100	"	0,86	230	59				
25	630	100	"							
26	800	100	"							
27	1000	100	"							

# CURVAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).

## SEV-1



## DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA



Realización del SEV n° 1

**ESTUDIO GEOELÉCTRICO EN LAS ESTRIBACIONES  
SURESTE DE LA SIERRA DEL MADROÑO; ONTUR  
(ALBACETE)**

**CLIENTE: DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ALBACETE**

## ÍNDICE

	pág.
1.- INTRODUCCIÓN .....	3
2.- OBJETIVOS .....	3
3.- MARCO GEOLÓGICO .....	4
4.- TRABAJOS REALIZADOS .....	4
4.1.- PRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES GEOELÉCTRICAS .....	4
4.1.1.- LA RESISTIVIDAD DE LAS ROCAS.....	4
4.1.2.- DISPOSITIVOS ELECTRÓDICOS .....	5
4.1.3.- EL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) .....	7
4.2.- TRABAJOS DE CAMPO .....	7
4.2.1.- EQUIPO UTILIZADO .....	8
4.2.2.- PROGRAMACIÓN .....	8
5.- INTERPRETACIÓN .....	8
5.1.- BASES INTERPRETATIVAS .....	9
5.2.- INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	9
6.- CONCLUSIONES .....	11

## **ANEXOS**

FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA ZONA.....	14
EXTRACTO DEL PLANO GEOLÓGICO (Esc. 1:50.000).....	16
HOJAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	19
CURVAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	21
DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.....	23

## 1.- INTRODUCCIÓN.

Este trabajo de Prospección Geoeléctrica ha sido realizado por Lucio Villegas Rodríguez, Geólogo (Col. 2540), a petición de la **Diputación Provincial de Albacete**.

El 29 de agosto de 2019 se realizó una campaña de geofísica eléctrica con la intención de comprobar si era conveniente reprofundizar un pozo de abastecimiento ya existente que no daba el caudal necesario. Para ello se realizó un Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) en las inmediaciones del pozo, cuyo objetivo era comprobar la existencia de roca caliza y/o dolomía por debajo de los 90 m de profundidad del actual pozo.

El resultado fue que existían calizas y dolomías hasta unos 102 m de profundidad, por lo que se podía realizar una reprofundización de dicho pozo para intentar aprovechar los pocos metros más de calizas y dolomías que quedaban. Estaba claro que no existían demasiados metros por debajo del final del pozo actual, por lo que, quizás, no merecía la pena acometer dicha reprofundización.

En previsión de esta solución, lo ideal era localizar un nuevo lugar para un nuevo pozo en una zona cercana, con más garantías de la presencia de un mayor espesor de calizas y dolomías del Jurásico. Esta fue la solución adoptada, por lo que se intentó localizar un sitio cercano al lugar por donde discurre la tubería de distribución para minimizar gastos. Con la ayuda de la cartografía geológica de la zona, ya que no existía información fiable sobre la presencia de pozos cercanos, se optó por la realización de una nueva campaña de Geofísica eléctrica en las estribaciones sureste de la Sierra del Madroño (ver mapa geológico).

En esta zona elegida, los afloramientos de calizas y dolomías del Dogger (Jurásico) de la falda sur del Morrón de la Florida indican unos buzamientos en sentido sureste que, "a priori", son muy interesantes, suponiendo que su desarrollo en profundidad es suficiente.

El lugar era idóneo, ya no sólo desde el punto de vista geológico, sino por la relativa cercanía a la tubería de distribución y al pozo ya existente.

Los trabajos de campo fueron realizados el día 24 de agosto de 2020. Los resultados de este trabajo se plasman en el presente Informe de acuerdo a los objetivos marcados y que se detallan a continuación.

## 2.- OBJETIVOS.

El objetivo que se persigue con la realización de estos Sondeos Geoeléctricos es la búsqueda de estructuras geológicas capaces de contener agua en cantidades suficientes para que su posterior explotación pueda satisfacer las necesidades del Municipio de Albatana.

Cuando se habla de estructuras geológicas nos referimos a un determinado tipo de roca con una distribución espacial determinada. En el caso que nos ocupa, y por el conocimiento que se tiene de la Geología de la zona, el objetivo es la localización de materiales permeables del tipo **calizas y/o dolomías del Dogger (Jurásico) y del Lías Inferior (Jurásico)** que se sabe que existen por debajo de los materiales arcillosos correspondientes al Cuaternario y Terciario.

Estos materiales Jurásicos afloran en toda la zona de estudio; con lo cual es necesario encontrarlos a profundidades por debajo del nivel freático regional. Esto aumentará las posibilidades de éxito, siempre y cuando se encuentren suficientemente fracturados y/o karstificados; ya que se comportarán como materiales permeables.

Es importante resaltar que la presente memoria no constituye un Estudio Hidrogeológico detallado; sino sólo un Estudio Geoeléctrico (Geofísico) del terreno con esa finalidad de

conocer la disposición y profundidad de las distintas capas geoelectricas; a las cuales, posteriormente, se les ha intentado dar una interpretación de tipo geológico con las reservas pertinentes. En otras palabras, se trata de obtener un “corte geoelectrico” que nos permita identificar capas permeables o impermeables en base a su valor de resistividad.

### **3.- MARCO GEOLÓGICO.**

El objetivo de este apartado es hacer una **breve** descripción de los diferentes materiales que afloran en la zona de estudio y en sus alrededores. Para ello nos hemos servido del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, hoja nº 843 de Hellín y la 844 de Ontur.

En la zona de estudio afloran fundamentalmente materiales correspondientes al Jurásico (Lías y Dogger), Terciario (Mioceno y Plioceno) y Cuaternario.

El Cuaternario se reduce a unos relieves de piedemonte en algunos cerros y se trata de un coluvión de cantos y gravas calcáreas en matriz arenoarcillosa.

El Terciario (Mioceno y Plioceno) se encuentra en zonas bajas cubriendo algunos paleorrelieves jurásicos y se trata, fundamentalmente, de margas, arcillas y areniscas.

En los relieves importantes de la zona es donde aflora el Jurásico calcáreo correspondiente al Dogger y Lías. El Dogger está constituido por las típicas calizas y/o dolomías. El Lías se solapa con el Dogger, por lo que está compuesto por calizas y/o dolomías. La cartografía geológica las describe como calizas y dolomías. Usualmente estas calizas se encuentran recristalizadas.

El límite impermeable inferior lo constituyen las arcillas y yesos del Triásico en facies Keuper, pero no aparece en esta zona en concreto, aunque se sabe que se encuentra por debajo del Jurásico y, en ocasiones, forma la base de despegue de los numerosos cabalgamientos de la zona. También aflora de forma diapírica.

### **4.- TRABAJOS REALIZADOS.**

La parte principal de este apartado corresponde al punto donde se detalla cómo se realizaron los trabajos y los resultados obtenidos. Sin embargo, es importante tener unos mínimos conocimientos sobre el método de medida y sus principios; así como sus requerimientos. Esto ayudará, sin duda, a una mejor comprensión de los resultados y de la interpretación posterior. Dicho de otra forma, nos ayudará a comprender el por qué de la respuesta eléctrica de los materiales involucrados en la zona. Es por ello que se introduce un apartado a tal efecto y que se desarrolla a continuación.

#### **4.1.- PRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES GEOELÉCTRICAS.**

En este apartado se van a introducir unos conceptos que ayudarán a conocer mejor el método utilizado. Está ordenado y redactado de tal manera que facilita su comprensión y ayuda a introducirse de manera ordenada en los apartados importantes de este informe. Es una copia de determinados fragmentos del libro “Prospección Geoelectrica en corriente continua”, de Ernesto Orellana (2ª edición de 1982).

##### **4.1.1.- LA RESISTIVIDAD DE LAS ROCAS.**

La resistencia **R** de un conductor alargado y homogéneo de forma cilíndrica o prismática vale

$$R = l/s$$

donde **l** es la arista o generatriz del conductor y **s** su sección. La magnitud es un coeficiente que depende de la naturaleza y estado físico del cuerpo considerado y que recibe el nombre de **resistividad**.

La resistividad es una medida de la dificultad que la corriente eléctrica encuentra a su paso en un material determinado; pero igualmente podría haberse considerado la facilidad de paso. Resulta así el concepto de **conductividad**, que expresado numéricamente será el inverso de la resistividad.

Si la resistividad de las rocas dependiese únicamente de los minerales constituyentes, habrían de considerarse como aislantes en la mayoría de los casos, puesto que el cuarzo, los silicatos, la calcita, las sales, etc., lo son prácticamente. Sólo en el caso que la roca contuviese minerales conductores (semiconductores) en cantidad apreciable, podrá considerarse como conductora, es decir, sólo lo serían las menas metálicas.

Las rocas cuya conductividad se debe a la presencia de inclusiones de minerales conductores ocupan un volumen relativamente muy pequeño de las capas superiores de la corteza terrestre. La conductividad de la mayor parte de las rocas se debe a otra causa, que es la existencia de poros y fisuras rellenos, total o parcialmente de **electrólitos**, de lo que resulta que en conjunto, las rocas se comportan como conductores iónicos, de resistividad variable según los casos. Además de los poros propiamente dichos o poros intergranulares, existe otra porosidad debida a las fisuras y diaclasas, que no suele exceder del 2% del volumen total, y aún se puede definir un tercer tipo de porosidad, la vugular, constituida por cavidades grandes e irregulares, como las de disolución en calizas.

Como se sabe, en las disoluciones acuosas los portadores de la corriente eléctrica son los cationes y los aniones. El agua pura es muy poco conductora, a causa de su muy reducida disociación. Las aguas que se encuentran en la naturaleza presentan, sin embargo, conductividad apreciable, pues siempre tienen disuelta alguna sal, generalmente ClNa. La cantidad y clase de estas sales depende de la naturaleza de las rocas con que las aguas hayan entrado en contacto en su recorrido por la superficie del terreno o subterráneo. Los márgenes de variación normales de la resistividad de las aguas subterráneas van desde 1 a 20 ohmios x m., y los de las aguas de impregnación de rocas desde 0,03 a 10 ohmios x m.

Luego se puede afirmar, que la resistividad de las rocas es función decreciente del contenido en agua, de la salinidad de ésta y de la porosidad total intercomunicada. También depende de la distribución y forma de los poros y fisuras. El margen de variación de la resistividad de las rocas es amplísimo.

#### **4.1.2.- DISPOSITIVOS ELECTRÓDICOS.**

Los métodos eléctricos de prospección se basan en el estudio de campos de potencial eléctrico, tanto naturales, como artificiales. En la mayoría de los métodos se hace uso de una corriente artificial, que puede ser continua ó alterna.

El esquema dibujado en la fig. 1., recibe el nombre de dispositivo electródico. Consta de cuatro electrodos, dos de ellos A y B, por los que entra y sale la corriente, han de ir unidos, por medio de cables aislados, a un generador eléctrico provisto de un amperímetro; y los otros dos M y N, entre los cuales se mide la diferencia de potencial creada por los A y B, van unidos a un voltímetro, teniéndose así constituidos dos circuitos independientes. El primero recibe el nombre de circuito de alimentación, de emisión ó de corriente, y el segundo el de circuito de

medición, de recepción, o de potencial. Actualmente, amperímetro y voltímetro van juntos en un mismo instrumento denominado resistivímetro. El generador eléctrico suele ir aparte.

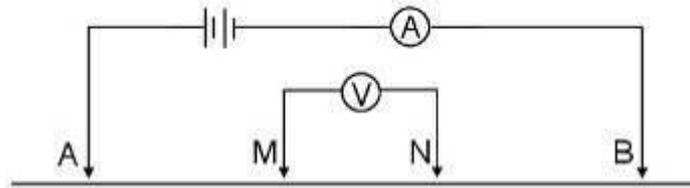


Fig. 1.- Esquema de un dispositivo eléctrico

El conjunto de los cuatro electrodos se denomina a veces cuádrupolo ó tetrapolo. En principio, los cuatro electrodos pueden adoptar cualquier disposición geométrica sobre el plano que representa la superficie del terreno. Estas disposiciones geométricas se denominan dispositivos o configuraciones.

En cualquier dispositivo, si se conocen las distancias mutuas entre los electrodos y se mide la intensidad  $I$  que pasa por los electrodos  $A$  y  $B$  y la diferencia de potencial  $V$  que, como consecuencia, aparece entre  $M$  y  $N$ , podremos calcular la resistividad ( $\rho$ ) mediante una fórmula del tipo

$$\rho = KV / I$$

donde  $K$  es un coeficiente que depende únicamente de la geometría del dispositivo eléctrico, y cuyas dimensiones, según se deduce fácilmente, son las de una longitud. Si el medio es homogéneo, la fórmula anterior dará su resistividad verdadera. Pero si el terreno no es homogéneo se obtendrá una resistividad ficticia denominada **resistividad aparente** ( $\rho_a$ ), la cual se define como la resistividad de un terreno imaginario homogéneo e isótropo equivalente al terreno real heterogéneo.

Normalmente se emplean los dispositivos en que los cuatro electrodos AMNB se encuentran, por este orden, sobre una misma recta. Si además, los cuatro electrodos se disponen simétricamente respecto a un centro "o", se tendrá un dispositivo simétrico (fig. 2).

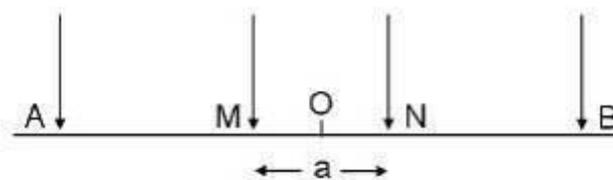


Fig. 2.- Dispositivo eléctrico lineal simétrico

El más eficaz y usado de estos dispositivos es el de **Schlumberger**. Se trata en realidad de un dispositivo límite que, aunque irrealizable prácticamente de modo riguroso, presenta grandes ventajas teóricas, y puede llevarse a la práctica con suficiente aproximación. La idea de Schlumberger es hacer que la distancia "a", que separa los electrodos M y N, tienda a cero. En las mediciones de campo suele tomarse la norma de que  $MN < AB/5$ .

En resumen, puede decirse que el dispositivo Schlumberger es un dispositivo lineal simétrico en el que la distancia MN es muy pequeña (todo lo más una quinta parte de la distancia AB).

#### 4.1.3.- EL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV).

Un Sondeo Eléctrico consiste en establecer la curva de variación de la resistividad aparente de los terrenos en función de la separación creciente de los electrodos. La profundidad de investigación se regula, bien haciendo variar la longitud de los dipolos, bien la distancia entre sus centros.

Cuando el dispositivo empleado es simétrico, ó asimétrico con un electrodo en el "infinito", y durante la medición permanecen fijos el azimut del dispositivo y el centro del segmento MN, se le denomina **Sondeo Eléctrico Vertical**, que se representa por la sigla **SEV**.

Los datos de resistividad aparente obtenidos en cada SEV se representan por medio de una curva, en función de las distancias entre electrodos. Cuando se utiliza el dispositivo Schlumberger, las resistividades aparentes se llevan en ordenadas, y en abscisas las distancias  $OA = AB/2$ . Las escalas sobre ambos ejes han de ser logarítmicas, de módulo 62,5 mm, y la curva así obtenida se denomina curva de SEV ó curva de resistividades aparentes (CRA).

La finalidad del SEV es averiguar, la distribución vertical de resistividades en el punto sondeado. La mayor eficacia del método corresponde al caso en que los SEV se efectúan sobre un terreno compuesto por capas lateralmente homogéneas en lo que respecta a la resistividad, y limitadas por planos paralelos a la superficie del terreno (medio estratificado). La experiencia demuestra que los resultados teóricos obtenidos para medios de esta clase, son tolerablemente válidos para estratos inclinados hasta unos 30°.

El problema que a continuación hay que tratar, es el de deducir la distribución vertical de resistividades en el punto sondeado, partiendo de la curva de resistividades aparentes suministrada por el SEV.

El resultado de la interpretación de la curva de resistividades aparentes (**CRA**) suministrada por el SEV es el **Corte Geoelectrico**, el cual por las características intrínsecas del método experimental supone el medio estratificado. Es decir, se considera un medio heterogéneo compuesto por medios parciales homogéneos e isótropos, de extensión lateral indefinida y cuyas superficies de separación son paralelas entre sí y al plano aire-terreno.

Para caracterizar cada medio estratificado, bastará dar el espesor  $E_1$  y la resistividad  $\rho_1$  de cada medio parcial isótropo de índice  $i$ , numerando éstos de arriba a abajo, esto es, comenzando por el medio contiguo al semiespacio que representa la atmósfera. Cada uno de estos medios parciales será denominado capa geoelectrica.

La especificación de espesores y resistividades de cada medio estratificado del tipo descrito, recibe el nombre de corte geoelectrico. Un corte geoelectrico compuesto por  $n$  capas requiere para su especificación el conocimiento de  $n$  resistividades y  $n - 1$  espesores (puesto que la última capa, denominada sustrato y horizonte eléctrico de apoyo tiene espesor infinito o desconocido) o sea en total  $2n - 1$  parámetros.

#### 4.2.- TRABAJOS DE CAMPO.

La zona de estudio se encuentra en las inmediaciones del embalse del Bayco u Ortigosa, en el T.M. de Ontur (Albacete). Corresponde a la hoja nº 844 del mapa topográfico a

escala 1:50.000 de Ontur. Concretamente, nos encontramos en las estribaciones sureste de la Sierra del Madroño, en el cerro conocido como Morrón de la Florida.

La zona era de una topografía suficientemente llana en la dirección de las “alas” de los SEV, lo que facilitó la realización de los trabajos.

El terreno estaba muy seco por la ausencia de lluvias y, además, muy pedregoso, por lo que fue necesaria la utilización de agua para mejorar el contacto entre los electrodos y dicho terreno; sobre todo con líneas AB tan grandes (1000 m). En cualquier caso, los datos fueron suficientemente certeros en cuanto a la corriente transmitida y el voltaje recibido en el resistivímetro.

#### **4.2.1.- EQUIPO UTILIZADO.**

En la ejecución de los trabajos de campo se utilizó el equipo y material que se describe a continuación:

**Resistivímetro SYSCAL R1 PLUS Switch 48**, fabricado por IRIS Instruments. Este es un Resistivímetro compacto capaz de proporcionar voltajes de 600 voltios y corrientes de 2,5 amperios con una potencia de hasta 175 vatios. Su resolución es de 1  $\mu$ V.

**Electrodos** de acero cobrizado para el circuito AB de corriente y de cobre macizo para el circuito MN de potencial.

**Carretes** con cable de cobre con aislamiento y resistencia óhmica de 6  $\Omega$  por Km. Longitud de cable 500 m. cada uno de los cuatro carretes.

Todo tipo de herramientas auxiliares para facilitar la realización de los trabajos (mazos, carretes de cuerdas señalizadas, estaquillas de madera, localizador de averías o roturas de cable, caja de herramientas, etc.).

#### **4.2.2.- PROGRAMACIÓN.**

La programación estuvo condicionada por el objetivo que se perseguía, así como por la geología de la zona.

Como ya se apuntó en el apartado de objetivos, en este caso concreto, se trataba de determinar el corte geoelectrico en la zona elegida hasta una profundidad que permitiera prospectar las calizas y dolomías del Jurásico en su conjunto. Si bien, esta profundidad no sólo depende de la apertura de “alas” del SEV, sino también de la propia litología existente en el subsuelo.

Por tanto, se realizaron **dos (2) SEV** de **1000 m** de longitud (AB = 1000 m). La longitud de estos SEV era, en principio, suficiente para cumplir los objetivos marcados.

### **5.- INTERPRETACIÓN.**

Este es uno de los apartados más importantes del informe; ya que se va a intentar dar un sentido geológico a los datos geoelectricos obtenidos en las mediciones de campo. Antes de esto, es necesario dedicar un apartado a las bases para la interpretación de los datos. Por ello es importante la lectura de los apartados anteriores donde se describía el método Geoelectrico. Tras este apartado teórico ya estamos en condiciones de ofrecer los resultados de la interpretación con las reservas pertinentes provocadas por los requerimientos y limitaciones del propio método.

## 5.1.- BASES INTERPRETATIVAS.

Cuanto más favorables sean las condiciones para la toma de datos, de acuerdo a lo dicho en el apartado correspondiente, con más garantías podremos acometer la interpretación de los datos.

El mecanismo de interpretación consiste en la comparación de las curvas de campo con otras calculadas teóricamente y correspondientes a modelos de características definidas. Lo primero es determinar un modelo con un número determinado de resistividades y espesores. Este modelo corresponde al terreno sobre el que se ha realizado el SEV. Posteriormente se procede a hallar la curva que corresponde a ese modelo. Para este fin, se dispone de un novedoso programa de ordenador que realiza todos estos pasos de manera precisa y automática. La curva obtenida de esta manera debe ser semejante a la de campo; ya que, de no ser así, el programa informático repite el proceso automáticamente hasta conseguir el mejor ajuste posible entre las dos curvas. Este ajuste definitivo nos proporciona el **modelo final**.

Una vez interpretadas las curvas de campo se elaboran los cortes geoeléctricos. Es muy importante saber que **las distintas capas geoeléctricas** (caracterizadas por un valor de resistividad) **no siempre y necesariamente identifican capas litológicas (rocas)**. Solamente, y por lo general, en medios sedimentarios estratificados e isótropos con cambios netos entre materiales de distinta composición, o bien medios muy diferenciados desde el punto de vista de la compactación, porosidad, permeabilidad, etc., estas capas geoeléctricas sí se corresponden con capas litológicas que tienen un contraste litoeléctrico.

En otras palabras, es fundamental que exista contraste eléctrico entre las capas involucradas; de lo contrario, se pueden obtener varias capas de distinta naturaleza o mineralogía unidas en una sola capa eléctrica por el hecho de que tengan un comportamiento eléctrico similar. O al revés, es decir, una capa con la misma mineralogía puede dar lugar a dos o más capas eléctricas por el hecho de tener una textura diferente que afecta a su comportamiento eléctrico.

## 5.2.- INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

Una vez que se ha obtenido el Corte Geoeléctrico, se va a proceder a darle una interpretación de tipo geológico, con las reservas pertinentes, de acuerdo a lo explicado anteriormente. A continuación, y de forma esquemática, se exponen los resultados obtenidos mediante el ordenador para el SEV; donde se refleja el valor de resistividad de cada capa " **$\rho$** " en ohmios x metro, su espesor " **$e$** " en metros y su cota de aparición.

SEV nº 1 (cota: 703 m)				SEV nº 2 (cota: 693 m)			
$\rho$ ( $\Omega \times m$ )	$e$ (m)	Prof. (m)	Cota (msnm)	$\rho$ ( $\Omega \times m$ )	$e$ (m)	Prof. (m)	Cota (msnm)
511	3	0 a 3	703-700	504	1	0 a 1	693-692
120	24	3 a 27	700-676	76	10	1 a 11	692-682
713	64	27a 91	676-612	577	76	11a 87	682-606
107	119	91 a 210	612-493	203	127	87 a 214	606-479
23		210 a 300 ?	493-403 ?	23		214 a 300 ?	479-393 ?
espesor total: <b>210 m (<math>\leq 300</math> m)</b>				espesor total: <b>214 m (<math>\leq 300</math> m)</b>			

Antes de comenzar con la interpretación, es necesario apuntar qué tipo de materiales nos vamos a encontrar en profundidad y qué resistividad se espera de ellos. El tipo de materiales sólo podemos estimarlo a partir de la cartografía geológica y los afloramientos existentes, ya que no se dispone de datos aportados por los sondeos de la zona.

La litología involucrada es, en principio, muy simple; ya que nos vamos a encontrar materiales del tipo calizas y/o dolomías resistivas del Dogger y Lías; todos del Jurásico. Y, por debajo, arcillas y yesos del Keuper (Trías), que representa el límite impermeable de este acuífero.

Todo esto significa que nos vamos a encontrar unos valores de resistividad altos para las calizas y/o dolomías y bajos para las arcillas y margas. Sin embargo, en la medida en que estas capas no tengan gran espesor y se encuentren alternando o mezcladas, los valores de resistividad serán intermedios.

El objetivo que se perseguía con la realización de estos SEV era comprobar la existencia de alguna capa resistiva potencialmente permeable perteneciente al Jurásico, tanto Dogger, como Lías; y con una profundidad suficiente.

Lo primero que llama la atención en las curvas de datos de campo y, por tanto, en los cortes geoelectricos obtenidos, es la gran similitud en dichas curvas de campo y, dentro de éstas, la bajada pronunciada en la curva con la profundidad. De hecho, son unas curvas de campo muy parecidas a la que se obtuvo en el SEV realizado en el pozo cercano hace un año; lo que es una muestra de la veracidad de los datos y de la aparente homogeneidad de la geología del subsuelo de esta zona.

La primera capa de cada uno de los cortes geoelectricos suele atribuirse a un material rocoso algo alterado; lógicamente carece de trascendencia.

Por debajo aparece una capa de resistividad intermedia que, claramente, se corresponde con el coluvión o material de ladera a base de una mezcla de cantos y gravas en una matriz arenolimososa y margosa. En el SEV nº 1 tiene más espesor que en el nº 2, aunque esto tampoco es trascendente.

A continuación aparece la capa más resistiva de todas. Tiene un valor de resistividad de 713 y 577  $\Omega \times m$ , según SEV, y se prolonga hasta unos 90 m de profundidad media. Sin duda se trata de las calizas y dolomías que se ven aflorar en la ladera de la montaña y que pertenecen claramente al Dogger. Tienen un valor de resistividad muy alto, lo que podría interpretarse como que se encuentran muy sanas o con una carencia grande de humedad. En todo caso, y por la profundidad a la que desaparecen (119 y 127 m), no parece que puedan estar saturadas de agua. De hecho, el nivel piezométrico regional, según el pozo existente, debe situarse a una cota cercana a los 600 m, lo que se aproximaría a la cota de desaparición de esta capa.

La cuarta capa del corte geoelectrico es la más interesante de todas. Se encuentra ya en la bajada de la curva de datos de campo, pero no es una bajada hacia resistividades muy bajas, típicas de arcillas y/o margas; se trata de una capa con resistividades intermedias (entre 100 y 200  $\Omega \times m$ ). La interpretación puede ser variada. Está claro que se trata de un material calcáreo, potencialmente permeable. Podría corresponderse con las alternancias de calizas y margas del Lías medio que aparecen entre el Dogger y el Lías inferior; seguramente sea esta la interpretación más probable. Aunque también podría corresponderse con las calizas y/o dolomías de un Dogger muy fracturado y saturado de agua. En cualquier caso, lo verdaderamente importante es que se trata de un material potencialmente permeable que alcanza profundidades medias de poco más de 200 m.

A partir de aquí, el terreno cambia completamente y la curva de datos de campo se “dispara” hacia valores de resistividad muy bajos, es decir, aparece una capa muy conductora

que, claramente, puede interpretarse como el inicio de las arcillas yesíferas del Trías (Keuper). Es decir, la base impermeable del acuífero Jurásico.

Esto significa que el segundo acuífero importante de la zona, que es el del Lías inferior, no aparece en esta zona. Se trata de las calizas y dolomías que dan los relieves importantes de la Sierra del Madroño. Esto es un inconveniente, ya que las posibilidades de agua en esta zona de estudio se limitarían a pozos del orden de 200 m de profundidad, lo que podría no ser suficiente para cumplir los objetivos de abastecimiento de agua; y más si el nivel piezométrico regional se encuentra muy profundo. Incluso la calidad de las aguas podría verse comprometida si el espesor saturado de acuífero es pequeño y cercano al impermeable del Trías a base de arcillas con grandes contenidos en sales, sobre todo sulfatos.

La no presencia de las calizas y dolomías del Lías inferior tiene su explicación en la propia tectónica de la zona a base de cabalgamientos del Lías medio y Dogger, cuya base de deslizamiento son las arcillas del Trías. Y esto es lo que ocurriría en esta zona.

En este punto es importante realizar una observación sobre los espesores en Geofísica Eléctrica. En determinadas ocasiones los pasos de unas capas litológicas a otras **no suelen ser netos, sino graduales**. Esto significa que al ordenador no le es fácil dar un límite exacto y certero a la profundidad de cada capa; ya que cuando acaba una capa de, por ejemplo margas, empiezan una serie de pequeñas alternancias de capas de margas y, por ejemplo, calizas hasta que acaban por completo las margas. El programa de ordenador utilizado para la interpretación marca un límite exacto, según un criterio eléctrico, pero el límite geológico entre las capas podría ser más bien una **zona de mezcla** entre ambos materiales. Por supuesto, cuando acaba esta zona de mezcla de capas de distinta naturaleza, empiezan las calizas más o menos puras, siempre dependiendo de su espesor y de que éste sea suficientemente detectable. Y esto, como se ha apuntado anteriormente, también depende de la profundidad de investigación, ya que, a mayor profundidad, menor probabilidad de detectar capas delgadas.

## 6.- CONCLUSIONES.

De todo lo dicho en el apartado anterior se pueden sacar las siguientes conclusiones.

Los objetivos que se marcaron en un principio se han cumplido en cuanto a la obtención del “corte geoeléctrico” de la zona que nos permita identificar capas permeables o impermeables en base a su valor de resistividad.

Dicho de otra manera, se ha conseguido determinar la existencia de materiales resistivos y potencialmente permeables tipo **calizas y/o dolomías del Dogger y Lías medio (Jurásico)** y se ha estimado su profundidad de aparición y espesor.

La existencia de calizas y dolomías hasta unos 200 m de profundidad media, unido al hecho de que el nivel piezométrico regional debe estar a unos 100 m de profundidad (cota del orden de los 600 m), provoca que se recomiende la realización de un pozo o registro (sondeo de investigación de pequeño diámetro) para intentar aprovechar los metros de calizas y dolomías que existen; si bien es cierto que no son muchos. En cualquier caso, la profundidad final de esta perforación estaría ligada al momento en que se acabaran dichas calizas.

Es decir, la máxima profundidad de perforación estaría condicionada por los materiales que aparecieran y por los resultados que ofrecieran esos materiales siempre y cuando se estuvieran perforando calizas y dolomías. La aparición de agua dependerá de la situación actual del nivel piezométrico regional; así como de la permeabilidad por fracturación y/o disolución (karstificación) de las capas calcáreas. En cualquier caso, se recomienda un seguimiento técnico de la posible perforación para ayudar a tomar una decisión sobre la profundidad de finalización de la perforación.

Es importante no olvidarse que el método no detecta en sí el agua, sino sólo espesores de capas geoelectricas con un valor determinado de resistividad; aunque es cierto que el agua influye en el valor de resistividad. Eso significa que, aunque las condiciones sean extremadamente favorables para que esos materiales contengan cantidades apreciables de agua, nunca se puede asegurar su presencia; aunque sí se puede hablar de posibilidades. Y, en este caso, el material aparecido ofrece posibilidades claras.

Por último, y aunque queda fuera de lo que representa un informe geoelectrico, creemos que es importante recomendar una serie de actuaciones en el caso de que la perforación recomendada no diera los resultados esperados.

Como ya se apuntó en el apartado de introducción, se ha buscado una zona cercana a la tubería de abastecimiento. Es decir, aparte de la cuestión puramente geológica, existe un condicionante logístico que determina la ubicación del pozo o registro recomendado.

Se esperaba más espesor de calizas y/o dolomías del Jurásico, por lo que, en previsión de que el pozo o registro no ofreciera los resultados esperados, se podría ubicar un nuevo pozo o registro (segunda opción) algo más al norte, ya dentro del Morrón de la Florida, pero relativamente cerca de la tubería de abastecimiento (ver foto aérea y extracto del mapa geológico). Esta opción busca el asegurarse más espesor de calizas y/o dolomías del Jurásico. Desgraciadamente, en esta zona, a una altitud sólo 30 m mayor, la orografía es muy fuerte y es imposible la realización de un nuevo SEV con garantías suficientes de la obtención de datos fiables.

Por último, existe una tercera opción de perforación. En este caso se trataría de ubicar un punto de investigación con la intención de prospectar las calizas y/o dolomías del Lías inferior, que no se detectaron en la anterior zona, pero en un lugar de cota baja y cercano a las instalaciones del pozo actual y, por tanto, de la infraestructura del abastecimiento.

Este punto se encuentra al norte del Morrón de la Florida, en el camino de la umbría del Madroño, al oeste del final de la presa del Bayco (ver foto aérea y extracto del mapa geológico). En esta zona, y siempre a partir de la cartografía geológica existente, aflora el eje de un anticlinal en las calizas y/o dolomías del Lías inferior, es decir, el otro acuífero importante del entorno. Se desconoce el espesor que puedan tener estas calizas, pero, en este caso, sí es posible la realización de un nuevo SEV para comprobar el espesor de estos materiales y determinar si es interesante; por lo que es otra opción a tener en cuenta.

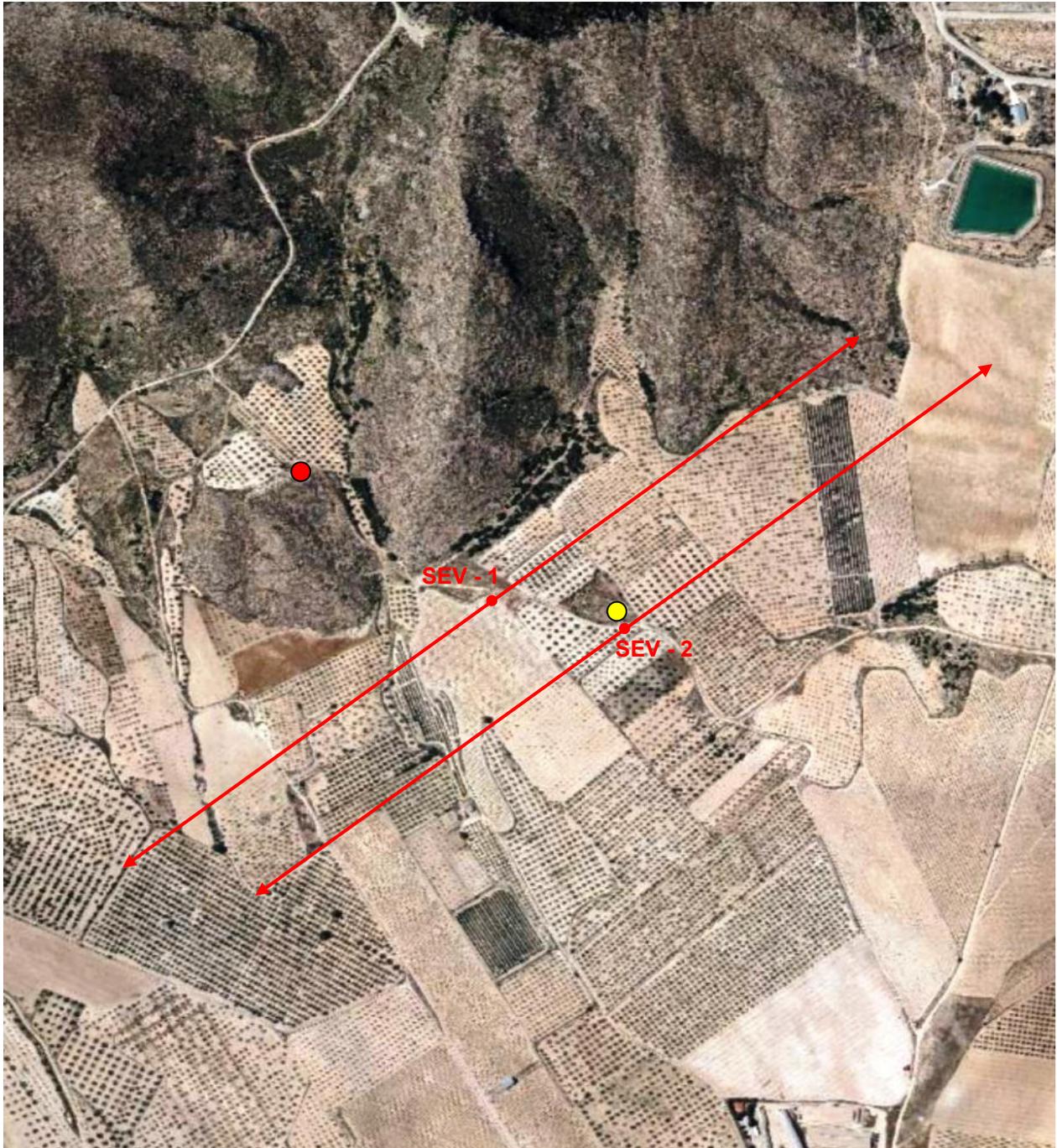
Albacete, 25 de agosto del 2020.

Fdo. Lucio Villegas Rodríguez  
Geólogo, colegiado nº 2540

## **ANEXOS**

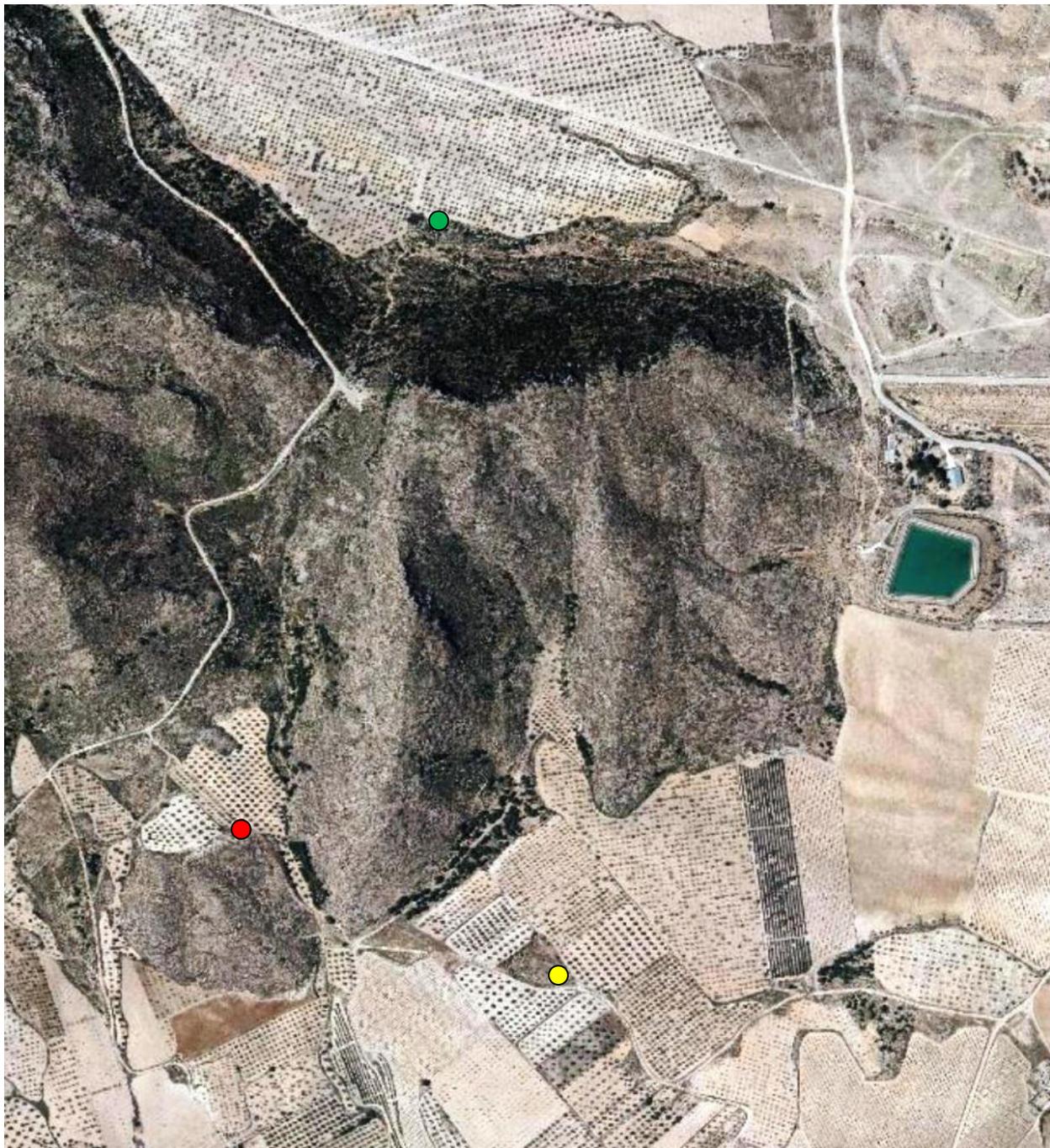
FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA ZONA.....	14
EXTRACTO DEL PLANO GEOLÓGICO (Esc. 1:50.000).....	16
HOJAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	19
CURVAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	21
DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.....	23

## FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA ZONA (Fuente SIGPAC)



0 m 100 m

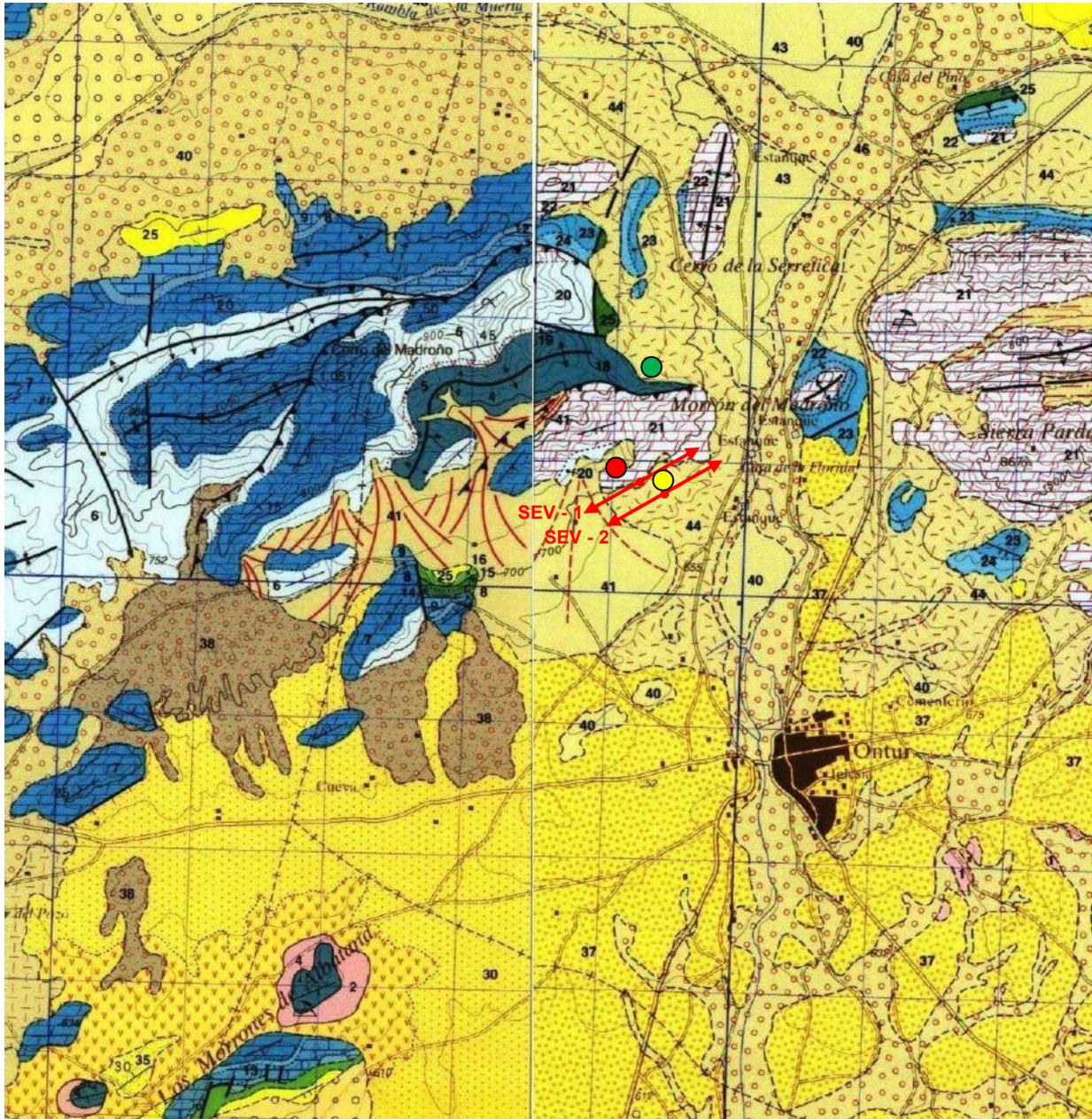
- Pozo; 1ª opción
- Pozo; 2ª opción



0 m 100 m

- Pozo; 1ª opción
- Pozo; 2ª opción
- Pozo; 3ª opción

# EXTRACTO DEL PLANO GEOLÓGICO (Escala 1:50000; IGME).

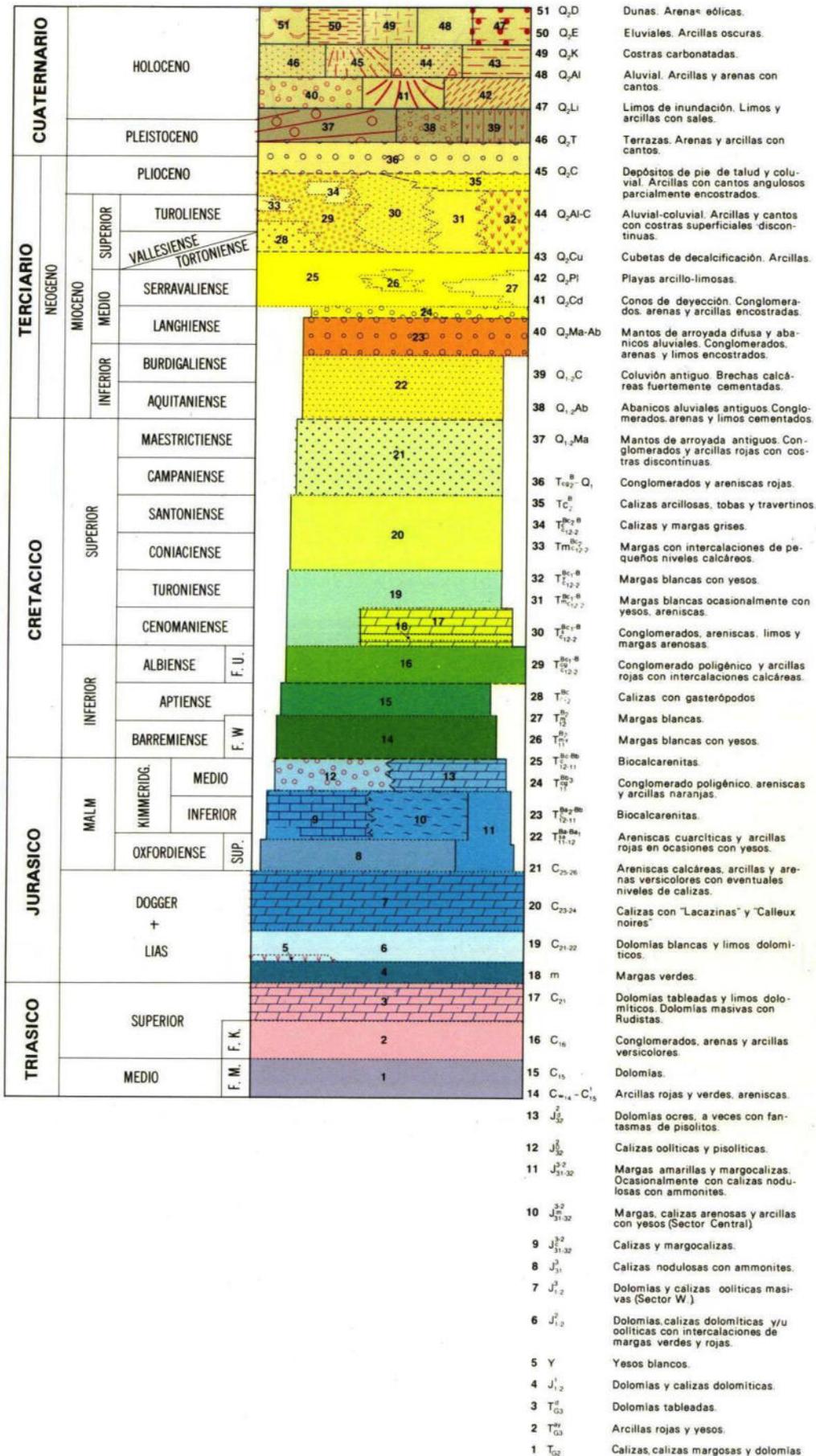


0 m      1000 m

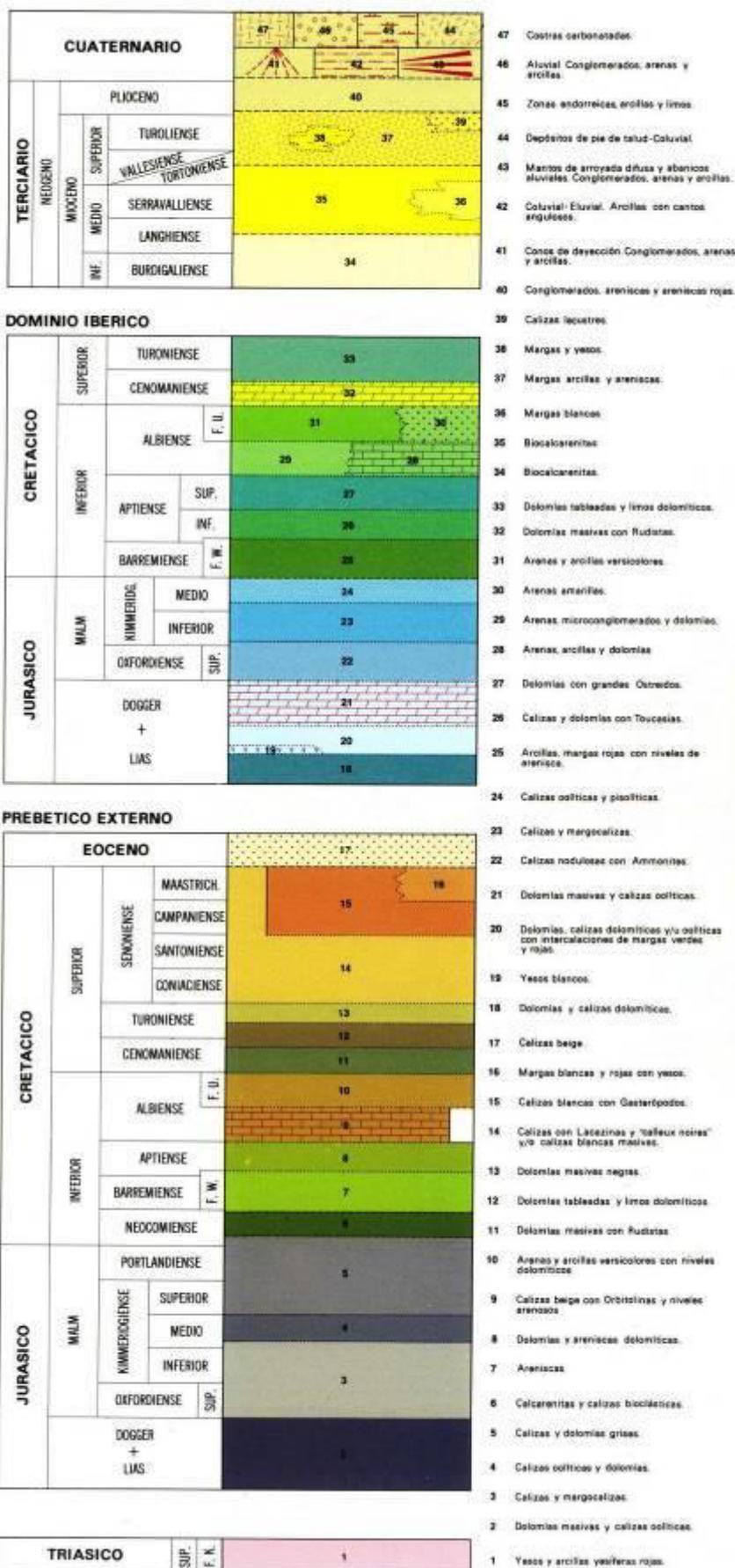
↔ SEV

- Pozo; 1ª opción
- Pozo; 2ª opción
- Pozo; 3ª opción

# LEYENDA



## LEYENDA



## HOJA DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

CLIENTE: Diputación Provincial de Albacete

ZONA: Estribaciones Sureste de la S<sup>a</sup> del Madroño; Ontur

OPERADOR: Lucio Villegas Rodríguez

EQUIPO: Syscal R1 Plus – Switch 48

FECHA: 24 de agosto de 2020

S.E.V. nº: 1

RUMBO AB: SO-NE

PERFIL:

DISPOSITIVO: Schlumberger simétrico

X: 629.533

COORDENADAS Y: 4.277.220

UTM (ETRS89) Z: 703 msnm

Est.	AB/2 (m)	MN <sub>≤</sub> AB/5	MN (m)	Voltaje (mV)	Intensidad (mA)	Resistividad $\rho$ ( $\Omega \times m$ )	MN (m)	Voltaje (mV)	Intensidad (mA)	Resistividad $\rho$ ( $\Omega \times m$ )
1	2	1	1	1026	24	514				
2	3	1	"	308	18	478				
3	4	1	"	307	35	430				
4	5	1	"	190	38	389				
5	6	1	"	99	34	330				
6	8	1	"	36	28	263				
7	10	1	"	8	11	232				
8	13	5	"	2,7	8	175				
9	16	5	"	11	55	153				
10	20	5	"	4,7	44	133				
11	25	10	"	3,8	49	152				
12	32	10	"	7,3	143	165	10	74	144	162
13	40	10	10	40	111	177				
14	50	20	"	26	108	190				
15	65	20	"	16	102	206				
16	80	20	"	18	159	232				
17	100	20	"	8,9	108	258				
18	125	50	"	3,3	56	290				
19	160	50	"	2,5	66	304	50	12	65	300
20	200	50	50	5,0	44	280				
21	250	100	"	2,1	46	180				
22	320	100	"	3,3	162	130				
23	400	100	"	1,4	117	122				
24	500	100	"	0,4	98	59				
25	630	100	"							
26	800	100	"							
27	1000	100	"							

## HOJA DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

CLIENTE: Diputación Provincial de Albacete

ZONA: Estribaciones Sureste de la S<sup>a</sup> del Madroño; Ontur

OPERADOR: Lucio Villegas Rodríguez

EQUIPO: Syscal R1 Plus – Switch 48

FECHA: 24 de agosto de 2020

S.E.V. nº: 2

RUMBO AB: SO-NE

PERFIL:

DISPOSITIVO: Schlumberger simétrico

X: 629.677

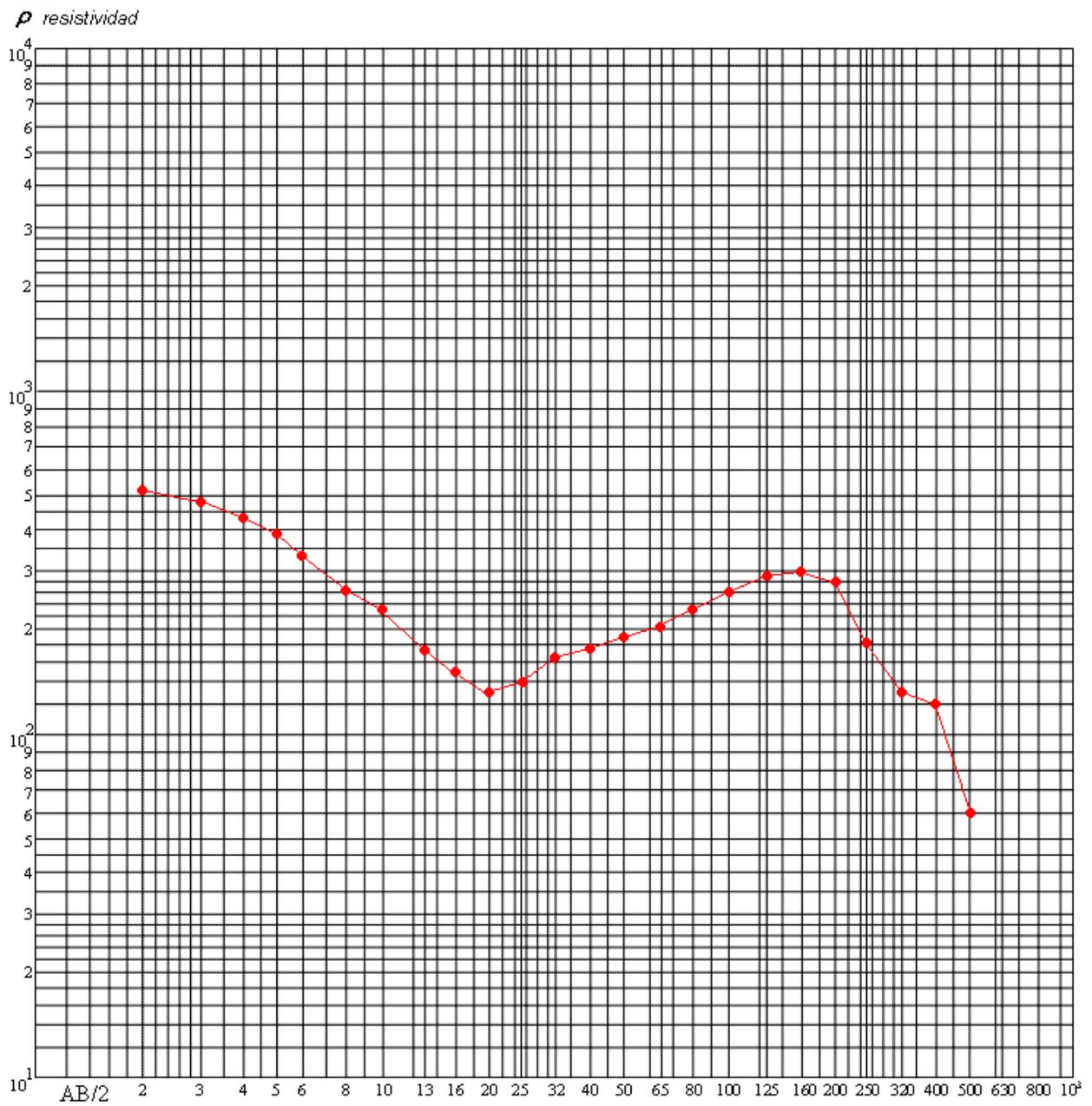
COORDENADAS Y: 4.277.187

UTM (ETRS89) Z: 693 msnm

Est.	AB/2 (m)	MN <sub>≤</sub> AB/5	MN (m)	Voltaje (mV)	Intensidad (mA)	Resistividad $\rho$ ( $\Omega \times m$ )	MN (m)	Voltaje (mV)	Intensidad (mA)	Resistividad $\rho$ ( $\Omega \times m$ )
1	2	1	1	1040	35	354				
2	3	1	"	390	38	283				
3	4	1	"	85	22	195				
4	5	1	"	70	43	126				
5	6	1	"	23	25	103				
6	8	1	"	9,2	20	93				
7	10	1	"	5,4	17	98				
8	13	5	"	5,4	27	107				
9	16	5	"	11	76	115				
10	20	5	"	6,4	61	132				
11	25	10	"	5,5	74	146	10	59	74	150
12	32	10	10	83	155	168				
13	40	10	"	50	128	194				
14	50	20	"	46	157	226				
15	65	20	"	38	182	277				
16	80	20	"	27	175	315				
17	100	20	"	19	176	346				
18	125	50	"	14	187	364				
19	160	50	"	7,5	168	358	64	51	174	355
20	200	50	64	18	110	321				
21	250	100	"	6,3	70	275				
22	320	100	"	4,7	94	249				
23	400	100	"	4,6	175	205				
24	500	100	"	0,8	80	127				
25	630	100	"							
26	800	100	"							
27	1000	100	"							

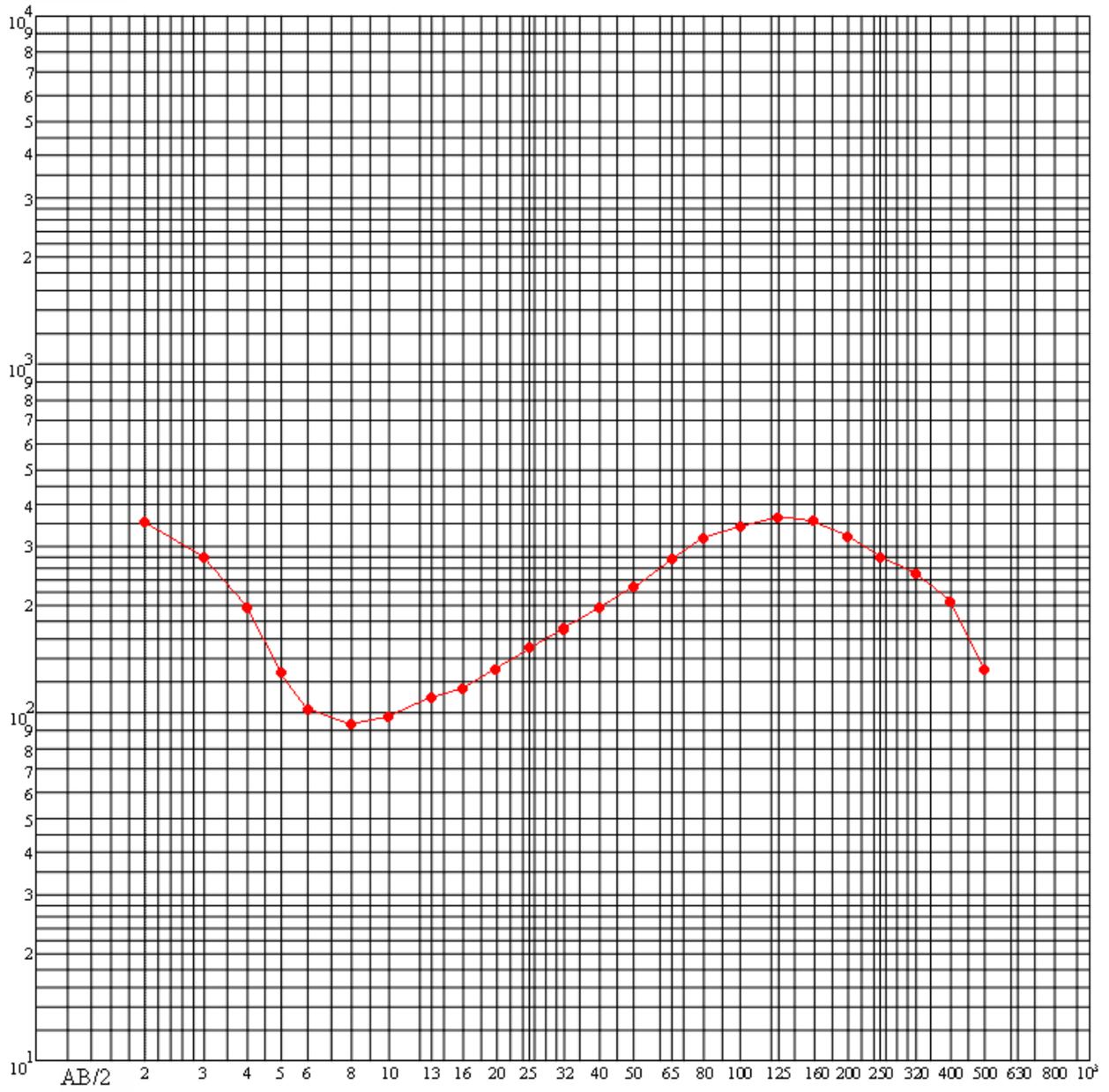
# CURVAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).

## SEV-1



# SEV-2

$\rho$  resistividad



## DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA



Realización del SEV nº 1



Realización del SEV nº 2

**ESTUDIO GEOELÉCTRICO EN LAS ESTRIBACIONES  
NORESTE DE LA SIERRA DEL MADROÑO; ONTUR  
(ALBACETE)**

**CLIENTE: DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ALBACETE**

## ÍNDICE

	pág.
1.- INTRODUCCIÓN .....	3
2.- OBJETIVOS .....	3
3.- MARCO GEOLÓGICO .....	4
4.- TRABAJOS REALIZADOS .....	4
4.1.- PRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES GEOELÉCTRICAS .....	4
4.1.1.- LA RESISTIVIDAD DE LAS ROCAS.....	4
4.1.2.- DISPOSITIVOS ELECTRÓDICOS .....	5
4.1.3.- EL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV) .....	7
4.2.- TRABAJOS DE CAMPO .....	7
4.2.1.- EQUIPO UTILIZADO .....	7
4.2.2.- PROGRAMACIÓN .....	8
5.- INTERPRETACIÓN .....	8
5.1.- BASES INTERPRETATIVAS .....	8
5.2.- INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	9
6.- CONCLUSIONES .....	11

## **ANEXOS**

FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA ZONA.....	14
EXTRACTO DEL PLANO GEOLÓGICO (Esc. 1:50.000).....	15
HOJAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	18
CURVAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	19
DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.....	20

## 1.- INTRODUCCIÓN.

Este trabajo de Prospección Geoeléctrica ha sido realizado por Lucio Villegas Rodríguez, Geólogo (Col. 2540), a petición de la **Diputación Provincial de Albacete**.

Dicho trabajo y su consiguiente informe surge como consecuencia de la decisión adoptada a raíz del Informe geoeléctrico de fecha 25 de agosto de 2020 donde se hacían una serie de recomendaciones finales como respuesta a los trabajos de geofísica eléctrica realizados.

En dicho informe se recomendaban tres posibles puntos para ubicar un nuevo sondeo de abastecimiento a la localidad de Albatana. La primera y segunda opción eran las más recomendables. La tercera opción requería de un nuevo Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) para comprobar la presencia y espesor de un acuífero, probablemente distinto a los que se explotan en la zona.

Se optó por comprobar la bondad de esta última opción para así tomar una decisión definitiva; de ahí este informe.

Los trabajos de campo fueron realizados el día 28 de septiembre de 2020. Los resultados de este trabajo se plasman en el presente Informe de acuerdo a los objetivos marcados y que se detallan a continuación.

## 2.- OBJETIVOS.

El objetivo que se persigue con la realización de estos Sondeos Geoeléctricos es la búsqueda de estructuras geológicas capaces de contener agua en cantidades suficientes para que su posterior explotación pueda satisfacer las necesidades del Municipio de Albatana.

Cuando se habla de estructuras geológicas nos referimos a un determinado tipo de roca con una distribución espacial determinada. En el caso que nos ocupa, y por el conocimiento que se tiene de la Geología de la zona, el objetivo es la localización de materiales permeables del tipo **calizas y/o dolomías del Lías Inferior (Jurásico)** que se sabe que afloran en el núcleo del anticlinal de la Sierra del Madroño.

Estos materiales Jurásicos afloran en los alrededores de la zona de estudio; con lo cual es necesario encontrarlos a profundidades por debajo del nivel piezométrico regional. Esto aumentará las posibilidades de éxito, siempre y cuando se encuentren suficientemente fracturados y/o karstificados; ya que se comportarán como materiales permeables.

Es importante resaltar que la presente memoria no constituye un Estudio Hidrogeológico detallado; sino sólo un Estudio Geoeléctrico (Geofísico) del terreno con esa finalidad de conocer la disposición y profundidad de las distintas capas geoeléctricas; a las cuales, posteriormente, se les ha intentado dar una interpretación de tipo geológico con las reservas pertinentes. En otras palabras, se trata de obtener un "corte geoeléctrico" que nos permita identificar capas permeables o impermeables en base a su valor de resistividad.

## 3.- MARCO GEOLÓGICO.

El objetivo de este apartado es hacer una **breve** descripción de los diferentes materiales que afloran en la zona de estudio y en sus alrededores. Para ello nos hemos servido del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, hoja **nº 843 de Hellín y la 844 de Ontur**.

En la zona de estudio afloran fundamentalmente materiales correspondientes al Jurásico (Lías y Dogger), Terciario (Mioceno y Plioceno) y Cuaternario.

El Cuaternario se reduce a unos relieves de piedemonte en algunos cerros y se trata de un coluvión de cantos y gravas calcáreas en matriz arenoarcillosa.

El Terciario (Mioceno y Plioceno) se encuentra en zonas bajas cubriendo algunos paleorrelieves jurásicos y se trata, fundamentalmente, de margas, arcillas y areniscas.

En los relieves importantes de la zona es donde aflora el Jurásico calcáreo correspondiente al Dogger y Lías. El Dogger está constituido por las típicas calizas y/o dolomías. El Lías se solapa con el Dogger, por lo que está compuesto por calizas y/o dolomías. La cartografía geológica las describe como calizas y dolomías. Usualmente estas calizas se encuentran recristalizadas.

El límite impermeable inferior lo constituyen las arcillas y yesos del Triásico en facies Keuper, pero no aparece en esta zona en concreto, aunque se sabe que se encuentra por debajo del Jurásico y, en ocasiones, forma la base de despegue de los numerosos cabalgamientos de la zona. También aflora de forma diapírica.

#### **4.- TRABAJOS REALIZADOS.**

La parte principal de este apartado corresponde al punto donde se detalla cómo se realizaron los trabajos y los resultados obtenidos. Sin embargo, es importante tener unos mínimos conocimientos sobre el método de medida y sus principios; así como sus requerimientos. Esto ayudará, sin duda, a una mejor comprensión de los resultados y de la interpretación posterior. Dicho de otra forma, nos ayudará a comprender el por qué de la respuesta eléctrica de los materiales involucrados en la zona. Es por ello que se introduce un apartado a tal efecto y que se desarrolla a continuación.

##### **4.1.- PRESENTACIÓN DE LAS MEDICIONES GEOELÉCTRICAS.**

En este apartado se van a introducir unos conceptos que ayudarán a conocer mejor el método utilizado. Está ordenado y redactado de tal manera que facilita su comprensión y ayuda a introducirse de manera ordenada en los apartados importantes de este informe. Es una copia de determinados fragmentos del libro "Prospección Geoeléctrica en corriente continua", de Ernesto Orellana (2ª edición de 1982).

##### **4.1.1.- LA RESISTIVIDAD DE LAS ROCAS.**

La resistencia **R** de un conductor alargado y homogéneo de forma cilíndrica o prismática vale

$$R = l/s$$

donde **l** es la arista o generatriz del conductor y **s** su sección. La magnitud es un coeficiente que depende de la naturaleza y estado físico del cuerpo considerado y que recibe el nombre de **resistividad**.

La resistividad es una medida de la dificultad que la corriente eléctrica encuentra a su paso en un material determinado; pero igualmente podría haberse considerado la facilidad de paso. Resulta así el concepto de **conductividad**, que expresado numéricamente será el inverso de la resistividad.

Si la resistividad de las rocas dependiese únicamente de los minerales constituyentes, habrían de considerarse como aislantes en la mayoría de los casos, puesto que el cuarzo, los silicatos, la calcita, las sales, etc., lo son prácticamente. Sólo en el caso que la roca contuviese minerales conductores (semiconductores) en cantidad apreciable, podrá considerarse como conductora, es decir, sólo lo serían las menas metálicas.

Las rocas cuya conductividad se debe a la presencia de inclusiones de minerales conductores ocupan un volumen relativamente muy pequeño de las capas superiores de la corteza terrestre. La conductividad de la mayor parte de las rocas se debe a otra causa, que es la existencia de poros y fisuras rellenos, total o parcialmente de **electrólitos**, de lo que resulta que en conjunto, las rocas se comportan como conductores iónicos, de resistividad variable según los casos. Además de los poros propiamente dichos o poros intergranulares, existe otra porosidad debida a las fisuras y diaclasas, que no suele exceder del 2% del volumen total, y aún se puede definir un tercer tipo de porosidad, la vulgar, constituida por cavidades grandes e irregulares, como las de disolución en calizas.

Como se sabe, en las disoluciones acuosas los portadores de la corriente eléctrica son los cationes y los aniones. El agua pura es muy poco conductora, a causa de su muy reducida disociación. Las aguas que se encuentran en la naturaleza presentan, sin embargo, conductividad apreciable, pues siempre tienen disuelta alguna sal, generalmente  $ClNa$ . La cantidad y clase de estas sales depende de la naturaleza de las rocas con que las aguas hayan entrado en contacto en su recorrido por la superficie del terreno o subterráneo. Los márgenes de variación normales de la resistividad de las aguas subterráneas van desde 1 a 20 ohmios x m., y los de las aguas de impregnación de rocas desde 0,03 a 10 ohmios x m.

Luego se puede afirmar, que la resistividad de las rocas es función decreciente del contenido en agua, de la salinidad de ésta y de la porosidad total intercomunicada. También depende de la distribución y forma de los poros y fisuras. El margen de variación de la resistividad de las rocas es amplísimo.

#### 4.1.2.- DISPOSITIVOS ELECTRÓDICOS.

Los métodos eléctricos de prospección se basan en el estudio de campos de potencial eléctrico, tanto naturales, como artificiales. En la mayoría de los métodos se hace uso de una corriente artificial, que puede ser continua ó alterna.

El esquema dibujado en la fig. 1., recibe el nombre de dispositivo electródico. Consta de cuatro electrodos, dos de ellos A y B, por los que entra y sale la corriente, han de ir unidos, por medio de cables aislados, a un generador eléctrico provisto de un amperímetro; y los otros dos M y N, entre los cuales se mide la diferencia de potencial creada por los A y B, van unidos a un voltímetro, teniéndose así constituidos dos circuitos independientes. El primero recibe el nombre de circuito de alimentación, de emisión ó de corriente, y el segundo el de circuito de medición, de recepción, o de potencial. Actualmente, amperímetro y voltímetro van juntos en un mismo instrumento denominado resistivímetro. El generador eléctrico suele ir aparte.

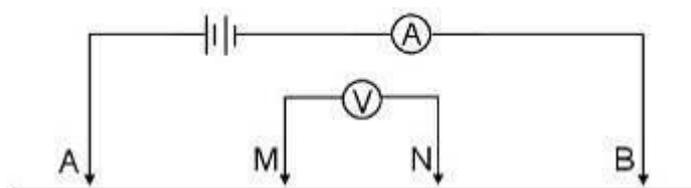


Fig. 1.- Esquema de un dispositivo electródico

El conjunto de los cuatro electrodos se denomina a veces cuádrupolo ó tetrapolo. En principio, los cuatro electrodos pueden adoptar cualquier disposición geométrica sobre el plano que representa la superficie del terreno. Estas disposiciones geométricas se denominan dispositivos o configuraciones.

En cualquier dispositivo, si se conocen las distancias mutuas entre los electrodos y se mide la intensidad  $I$  que pasa por los electrodos  $A$  y  $B$  y la diferencia de potencial  $V$  que, como consecuencia, aparece entre  $M$  y  $N$ , podremos calcular la resistividad ( $\rho$ ) mediante una fórmula del tipo

$$\rho = KV / I$$

donde  $K$  es un coeficiente que depende únicamente de la geometría del dispositivo electródico, y cuyas dimensiones, según se deduce fácilmente, son las de una longitud. Si el medio es homogéneo, la fórmula anterior dará su resistividad verdadera. Pero si el terreno no es homogéneo se obtendrá una resistividad ficticia denominada **resistividad aparente** ( $\rho_a$ ), la cual se define como la resistividad de un terreno imaginario homogéneo e isótropo equivalente al terreno real heterogéneo.

Normalmente se emplean los dispositivos en que los cuatro electrodos AMNB se encuentran, por este orden, sobre una misma recta. Si además, los cuatro electrodos se disponen simétricamente respecto a un centro "o", se tendrá un dispositivo simétrico (fig. 2).

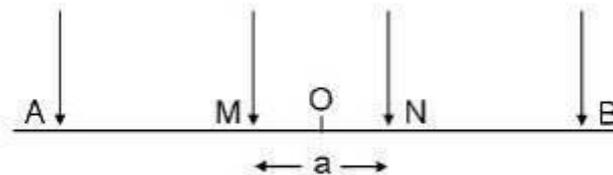


Fig. 2.- Dispositivo electródico lineal simétrico

El más eficaz y usado de estos dispositivos es el de **Schlumberger**. Se trata en realidad de un dispositivo límite que, aunque irrealizable prácticamente de modo riguroso, presenta grandes ventajas teóricas, y puede llevarse a la práctica con suficiente aproximación. La idea de Schlumberger es hacer que la distancia "a", que separa los electrodos M y N, tienda a cero. En las mediciones de campo suele tomarse la norma de que  $MN < AB/5$ .

En resumen, puede decirse que el dispositivo Schlumberger es un dispositivo lineal simétrico en el que la distancia MN es muy pequeña (todo lo más una quinta parte de la distancia AB).

#### 4.1.3.- EL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV).

Un Sondeo Eléctrico consiste en establecer la curva de variación de la resistividad aparente de los terrenos en función de la separación creciente de los electrodos. La profundidad de investigación se regula, bien haciendo variar la longitud de los dipolos, bien la distancia entre sus centros.

Cuando el dispositivo empleado es simétrico, ó asimétrico con un electrodo en el "infinito", y durante la medición permanecen fijos el azimut del dispositivo y el centro del segmento MN, se le denomina **Sondeo Eléctrico Vertical**, que se representa por la sigla **SEV**.

Los datos de resistividad aparente obtenidos en cada SEV se representan por medio de una curva, en función de las distancias entre electrodos. Cuando se utiliza el dispositivo Schlumberger, las resistividades aparentes se llevan en ordenadas, y en abscisas las distancias  $OA = AB/2$ . Las escalas sobre ambos ejes han de ser logarítmicas, de módulo 62,5 mm, y la curva así obtenida se denomina curva de SEV ó curva de resistividades aparentes (CRA).

La finalidad del SEV es averiguar, la distribución vertical de resistividades en el punto sondeado. La mayor eficacia del método corresponde al caso en que los SEV se efectúan sobre un terreno compuesto por capas lateralmente homogéneas en lo que respecta a la resistividad, y limitadas por planos paralelos a la superficie del terreno (medio estratificado). La experiencia demuestra que los resultados teóricos obtenidos para medios de esta clase, son tolerablemente válidos para estratos inclinados hasta unos 30°.

El problema que a continuación hay que tratar, es el de deducir la distribución vertical de resistividades en el punto sondeado, partiendo de la curva de resistividades aparentes suministrada por el SEV.

El resultado de la interpretación de la curva de resistividades aparentes (**CRA**) suministrada por el SEV es el **Corte Geoelectrico**, el cual por las características intrínsecas del método experimental supone el medio estratificado. Es decir, se considera un medio heterogéneo compuesto por medios parciales homogéneos e isotropos, de extensión lateral indefinida y cuyas superficies de separación son paralelas entre sí y al plano aire-terreno.

Para caracterizar cada medio estratificado, bastará dar el espesor  $E_1$  y la resistividad  $\rho_1$  de cada medio parcial isotropo de índice  $i$ , numerando éstos de arriba a abajo, esto es, comenzando por el medio contiguo al semiespacio que representa la atmósfera. Cada uno de estos medios parciales será denominado capa geoelectrica.

La especificación de espesores y resistividades de cada medio estratificado del tipo descrito, recibe el nombre de corte geoelectrico. Un corte geoelectrico compuesto por  $n$  capas requiere para su especificación el conocimiento de  $n$  resistividades y  $n - 1$  espesores (puesto que la última capa, denominada sustrato y horizonte eléctrico de apoyo tiene espesor infinito o desconocido) o sea en total  $2 n - 1$  parámetros.

## 4.2.- TRABAJOS DE CAMPO.

La zona de estudio se encuentra en las inmediaciones del embalse del Bayco u Ortigosa, en el T.M. de Ontur (Albacete); concretamente en el camino de la umbría del Madroño. Corresponde a la hoja nº 844 del mapa topográfico a escala 1:50.000 de Ontur. Nos encontramos en las estribaciones noreste de la Sierra del Madroño, en la umbría del cerro conocido como Morrón de la Florida.

La zona era de una topografía suficientemente llana en la dirección de las "alas" del SEV, lo que facilitó la realización del trabajo.

El terreno estaba muy seco por la ausencia de lluvias y, además, muy pedregoso, por lo que fue necesaria la utilización de agua para mejorar el contacto entre los electrodos y dicho terreno; sobre todo con líneas AB tan grandes (1000 m). En cualquier caso, los datos fueron suficientemente certeros en cuanto a la corriente transmitida y el voltaje recibido en el resistivímetro.

### 4.2.1.- EQUIPO UTILIZADO.

En la ejecución de los trabajos de campo se utilizó el equipo y material que se describe a continuación:

**Resistivímetro SYSCAL R1 PLUS Switch 48**, fabricado por IRIS Instruments. Este es un Resistivímetro compacto capaz de proporcionar voltajes de 600 voltios y corrientes de 2,5 amperios con una potencia de hasta 175 vatios. Su resolución es de 1  $\mu$ V.

**Electrodos** de acero cobrizado para el circuito AB de corriente y de cobre macizo para el circuito MN de potencial.

**Carretes** con cable de cobre con aislamiento y resistencia óhmica de 6  $\Omega$  por Km. Longitud de cable 500 m. cada uno de los cuatro carretes.

Todo tipo de herramientas auxiliares para facilitar la realización de los trabajos (mazos, carretes de cuerdas señalizadas, estaquillas de madera, localizador de averías o roturas de cable, caja de herramientas, etc.).

#### **4.2.2.- PROGRAMACIÓN.**

La programación estuvo condicionada por el objetivo que se perseguía, así como por la geología de la zona.

Como ya se apuntó en el apartado de objetivos, en este caso concreto, se trataba de determinar el corte geoelectrico en la zona elegida hasta una profundidad que permitiera prospectar las calizas y dolomías del Lías Inferior. Si bien, esta profundidad no sólo depende de la apertura de "alas" del SEV, sino también de la propia litología existente en el subsuelo.

Por tanto, se realizó **un (1) SEV de 1000 m** de longitud (AB = 1000 m). La longitud de este SEV era, en principio, suficiente para cumplir los objetivos marcados.

Lo ideal era prospectar justo donde deja de aflorar el Lías y queda tapado por un coluvión Cuaternario, para así comprobar el espesor de estas calizas y dolomías. Sin embargo, esta zona queda al pie de la sierra y no se podían desplegar los cables de medición. De ahí que se realizara el SEV a unos 500 m de distancia de este punto y a lo largo del camino de la Umbría del Madroño, donde se podían desplegar las "alas" del SEV con total garantía de datos fiables (ver foto aérea).

#### **5.- INTERPRETACIÓN.**

Este es uno de los apartados más importantes del informe; ya que se va a intentar dar un sentido geológico a los datos geoelectricos obtenidos en las mediciones de campo. Antes de esto, es necesario dedicar un apartado a las bases para la interpretación de los datos. Por ello es importante la lectura de los apartados anteriores donde se describía el método Geoelectrico. Tras este apartado teórico ya estamos en condiciones de ofrecer los resultados de la interpretación con las reservas pertinentes provocadas por los requerimientos y limitaciones del propio método.

##### **5.1.- BASES INTERPRETATIVAS.**

Cuanto más favorables sean las condiciones para la toma de datos, de acuerdo a lo dicho en el apartado correspondiente, con más garantías podremos acometer la interpretación de los datos.

El mecanismo de interpretación consiste en la comparación de las curvas de campo con otras calculadas teóricamente y correspondientes a modelos de características definidas. Lo primero es determinar un modelo con un número determinado de resistividades y espesores. Este modelo corresponde al terreno sobre el que se ha realizado el SEV. Posteriormente se procede a hallar la curva que corresponde a ese modelo. Para este fin, se dispone de un novedoso programa de ordenador que realiza todos estos pasos de manera precisa y automática. La curva obtenida de esta manera debe ser semejante a la de campo; ya que, de no ser así, el programa informático repite el proceso automáticamente hasta conseguir el mejor ajuste posible entre las dos curvas. Este ajuste definitivo nos proporciona el **modelo final**.

Una vez interpretadas las curvas de campo se elaboran los cortes geoelectricos. Es muy importante saber que **las distintas capas geoelectricas** (caracterizadas por un valor de resistividad) **no siempre y necesariamente identifican capas litológicas (rocas)**. Solamente, y por lo general, en medios sedimentarios estratificados e isótropos con cambios netos entre materiales de distinta composición, o bien medios muy diferenciados desde el punto de vista de la compactación, porosidad, permeabilidad, etc., estas capas geoelectricas sí se corresponden con capas litológicas que tienen un contraste litoeléctrico.

En otras palabras, es fundamental que exista contraste eléctrico entre las capas involucradas; de lo contrario, se pueden obtener varias capas de distinta naturaleza o mineralogía unidas en una sola capa eléctrica por el hecho de que tengan un comportamiento eléctrico similar. O al revés, es decir, una capa con la misma mineralogía puede dar lugar a dos o más capas eléctricas por el hecho de tener una textura diferente que afecta a su comportamiento eléctrico.

## 5.2.- INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

Una vez que se ha obtenido el Corte Geoelectrico, se va a proceder a darle una interpretación de tipo geológico, con las reservas pertinentes, de acuerdo a lo explicado anteriormente. A continuación, y de forma esquemática, se exponen los resultados obtenidos mediante el ordenador para el SEV; donde se refleja el valor de resistividad de cada capa "**p**" en ohmios x metro, su espesor "**e**" en metros y su cota de aparición.

SEV nº 1 (cota: 723 m)			
<b>p</b> ( $\Omega \times m$ )	<b>e</b> (m)	<b>Prof.</b> (m)	<b>Cota</b> (msnm)
590	1	0 a 1	723-722
305	9	1 a 10	722-713
140	35	10 a 45	713-678
50	85	45 a 130	678-593
140		130 a 300 ?	593-423 ?
espesor total: <b>130 m (<math>\leq 300</math> m)</b>			

Antes de comenzar con la interpretación, es necesario apuntar qué tipo de materiales nos vamos a encontrar en profundidad y qué resistividad se espera de ellos. El tipo de materiales sólo podemos estimarlo a partir de la cartografía geológica y los afloramientos existentes, ya que no se dispone de datos aportados por los sondeos de la zona.

La litología involucrada es, en principio, muy simple; ya que nos vamos a encontrar materiales del tipo calizas y/o dolomías resistivas del Lías (Jurásico); y, por debajo, arcillas y yesos del Keuper (Trías), que representa el límite impermeable de este acuífero. Pero, además, en este caso concreto, la capa más superficial se corresponde con un coluvión Cuaternario a

base de cantos de caliza en una matriz de gravas y arenas margosas, fruto de la erosión y el depósito de los relieves Jurásicos cercanos.

Todo esto significa que nos vamos a encontrar unos valores de resistividad altos para las calizas y/o dolomías y bajos para las arcillas y margas. Sin embargo, en la medida en que estas capas no tengan gran espesor y se encuentren alternando o mezcladas, los valores de resistividad serán intermedios. El coluvión tendrá un comportamiento eléctrico que dependerá de su contenido en cantos y matriz arcillomargosa, por lo que puede ser muy variable.

El objetivo que se perseguía con la realización de este SEV era comprobar el espesor de las calizas y dolomías del Lías, así como su profundidad de aparición, ya que en la zona donde se pudo realizar el SEV, ya se sabía que habría un cierto espesor de coluvión o material de ladera antes de las dolomías (ver mapa geológico).

A la vista de la curva de campo y de su correspondiente corte geoelectrico, lo primero que llama la atención es que no aparece ninguna capa resistiva con interés real hasta unos 130 m de profundidad. Esto no es lo que se esperaba en un principio, ya que se esperaba un pequeño espesor de coluvión, seguido de las calizas y dolomías del Lías cuyo espesor se podría calcular antes de la aparición del sustrato impermeable correspondiente al Trías arcilloso.

La primera capa del corte geoelectrico es la más resistiva de todas y se trata del coluvión de ladera encostrado; lógicamente carece de trascendencia, ya que tiene un metro de espesor y es la más superficial. A continuación aparece una segunda y tercera capa con resistividades altas, que responden perfectamente a un material tipo coluvión, con gran cantidad de cantos calcáreos. En conjunto tienen un espesor de 44 m, por lo que desaparecen a unos 45 m de profundidad. Este espesor sí se corresponde bien con lo que cabría esperar en esta zona en concreto.

Sin embargo, la cuarta capa del corte geoelectrico es totalmente inesperada. Se trata de una capa conductora ( $50 \Omega \times m$ ), de naturaleza arcillosa o margosa y con unos 85 m de espesor. No hay una explicación clara para la presencia de esta capa, aunque se pueden hacer hipótesis y, lo que está claro, es su certera presencia que puede condicionar futuras actuaciones.

Está claro que no se corresponde con las arcillas yesíferas del Trías que marcan el nivel impermeable de la zona, ya que por debajo aparece otra nueva capa resistiva. Además, las arcillas del Trías son más conductoras aún. Otra opción es que se trate de unas margocalizas del Lías Superior que se sabe que afloran entre el Lías Inferior y el Dogger, pero no suelen tener tanto espesor y el valor de resistividad debería ser mayor. En cualquier caso, no se puede descartar esta opción.

Lo más probable es que se trate de unas arcillas del Cretácico Inferior (Barremiense), que afloran en una muy pequeña superficie al otro lado de la rambla (lado norte). En el mapa geológico se encuentran con el nº 25. Tampoco es trascendente la edad de esta formación geológica, ya que lo que verdaderamente importa es que es una capa impermeable que acaba a unos 130 m de profundidad. Sin embargo, va a traer consecuencias como se verá posteriormente.

A continuación, aparece la capa más importante de todas. Tiene un valor de resistividad de  $140 \Omega \times m$  y aparece a unos 130 m de profundidad. Seguramente se trata de calizas y dolomías, pero ya no es fácil saber si se trata de las calizas y dolomías del Lías que se intentaba prospectar, o bien de las del Dogger. Aunque no se han llegado a atravesar por completo, se estima un espesor mínimo de unos 170 m, por lo que no acabarían antes de los 300 m de profundidad, eso sí, siempre en este punto donde se ha realizado el SEV. Y esto tiene su importancia, ya que este punto no será el futuro sitio donde se ubicaría el pozo. El

pozo podría ubicarse al pie de la sierra, donde aflora el Lías. Eso significa que ya se encuentra algo erosionado, por lo que no sabemos qué espesor de calizas y dolomías queda por debajo.

Parece claro que en el lugar donde se ha realizado el SEV, si se trata de las calizas del Lías, éstas se encuentran con su máximo espesor, por lo que sería un lugar ideal para una perforación. Otro detalle importante, también, es que no han aparecido las arcillas del Trías que marcan el límite impermeable de los acuíferos de la zona. En todos los anteriores SEV realizados sí se detectó este límite y condicionó las decisiones.

En este punto es importante realizar una observación sobre los espesores en Geofísica Eléctrica. En determinadas ocasiones los pasos de unas capas litológicas a otras **no suelen ser netos, sino graduales**. Esto significa que al ordenador no le es fácil dar un límite exacto y certero a la profundidad de cada capa; ya que cuando acaba una capa de, por ejemplo margas, empiezan una serie de pequeñas alternancias de capas de margas y, por ejemplo, calizas hasta que acaban por completo las margas. El programa de ordenador utilizado para la interpretación marca un límite exacto, según un criterio eléctrico, pero el límite geológico entre las capas podría ser más bien una **zona de mezcla** entre ambos materiales. Por supuesto, cuando acaba esta zona de mezcla de capas de distinta naturaleza, empiezan las calizas más o menos puras, siempre dependiendo de su espesor y de que éste sea suficientemente detectable. Y esto, como se ha apuntado anteriormente, también depende de la profundidad de investigación, ya que, a mayor profundidad, menor probabilidad de detectar capas delgadas.

## 6.- CONCLUSIONES.

De todo lo dicho en el apartado anterior se pueden sacar las siguientes conclusiones.

Los objetivos que se marcaron en un principio se han cumplido en cuanto a la obtención del “corte geoelectrico” de la zona que nos permita identificar capas permeables o impermeables en base a su valor de resistividad.

Dicho de otra manera, se ha conseguido determinar la existencia de materiales resistivos y potencialmente permeables tipo **calizas y/o dolomías del Jurásico** y se ha estimado su profundidad de aparición y espesor.

Al no poderse realizar el SEV al pie de la Sierra para determinar el espesor de calizas y dolomías del Lías Inferior (Jurásico), se tuvo que ubicar a unos 500 m de distancia (ver foto aérea) con el riesgo que puede suponer si la geología cambia en profundidad. Y, de hecho, no se esperaba que estos materiales aparecieran a tanta profundidad (130 m), por lo que existen dudas de si se trata de Lías o Dogger. Desde el punto de vista práctico, esto es intrascendente, ya que lo que importa es la presencia de calizas y dolomías.

Sin embargo, por cuestiones logísticas, no será posible ubicar un posible sondeo en este punto, por lo que existen dos opciones:

O bien se busca un punto lo más cercano posible al lugar donde se realizó el SEV, con lo que la secuencia de materiales debería ser muy parecida en ambos puntos; o bien se lleva al pie de la Sierra, donde hay más opciones de encontrar un punto de ubicación del sondeo, pero la secuencia de materiales podría variar, más bien en el espesor. Es decir, aparecerían las calizas y dolomías del Lías con total seguridad, pero el espesor total de esta formación podría estar mermado por la erosión que ya tiene debido a que se encuentra aflorando y no cubierto, como en el anterior punto.

En cualquier caso, es interesante realizar una perforación en esta zona, a ser posible, lo más cerca del lugar donde se realizó el SEV. La máxima profundidad de perforación estaría condicionada por los materiales que aparecieran y por los resultados que ofrecieran esos materiales siempre y cuando se estuvieran perforando calizas y dolomías. En este punto ya se

sabe que habría calizas desde los 130 m hasta unos 300 m, por lo menos, lo que es una garantía. El límite inferior de cualquier perforación lo marcará siempre la aparición de las arcillas yesíferas del Trías.

La aparición de agua dependerá de la situación actual del nivel piezométrico regional; así como de la permeabilidad interestrato y por fracturación y/o disolución (karstificación) de las capas calcáreas. En cualquier caso, se recomienda un seguimiento técnico de la posible perforación para ayudar a tomar una decisión sobre la profundidad de finalización de la perforación.

Es importante no olvidarse que el método no detecta en sí el agua, sino sólo espesores de capas geoelectricas con un valor determinado de resistividad; aunque es cierto que el agua influye en el valor de resistividad. Eso significa que, aunque las condiciones sean extremadamente favorables para que esos materiales contengan cantidades apreciables de agua, nunca se puede asegurar su presencia; aunque sí se puede hablar de posibilidades. Y, en este caso, el material aparecido ofrece posibilidades claras.

En el anexo de foto aérea se ubicarán los posibles puntos para una perforación en orden de preferencia, siempre desde un punto de vista técnico.

Por último, es importante concluir que, tras toda la campaña de campo efectuada, y tras los informes realizados, se sigue recomendando como primera opción de ubicación de una futura perforación, el lugar donde se realizó el SEV nº 2. Las razones para esta decisión son estrictamente geológicas y es que hay unos 214 m de calizas y dolomías del Dogger (Jurásico), que representa un acuífero con muy buenos rendimientos en los pozos del entorno. Por datos de piezometría de la zona, es probable que haya una columna de unos 100 m de calizas saturadas, que podrían dar un caudal suficiente, siempre y cuando sean suficientemente permeables.

Los puntos recomendados en este informe, a raíz del SEV nº 3 realizado, van a prospectar un acuífero nuevo (calizas y dolomías del Lías Inferior) del que no se conoce su rendimiento, ya que no existen datos de perforaciones cercanas. La opción de perforar en esta zona norte de la Sierra del Madroño es una opción secundaria y sólo se debería acometer si la primera opción antes apuntada no ofrece el rendimiento esperado.

Albacete, 2 de octubre del 2020.

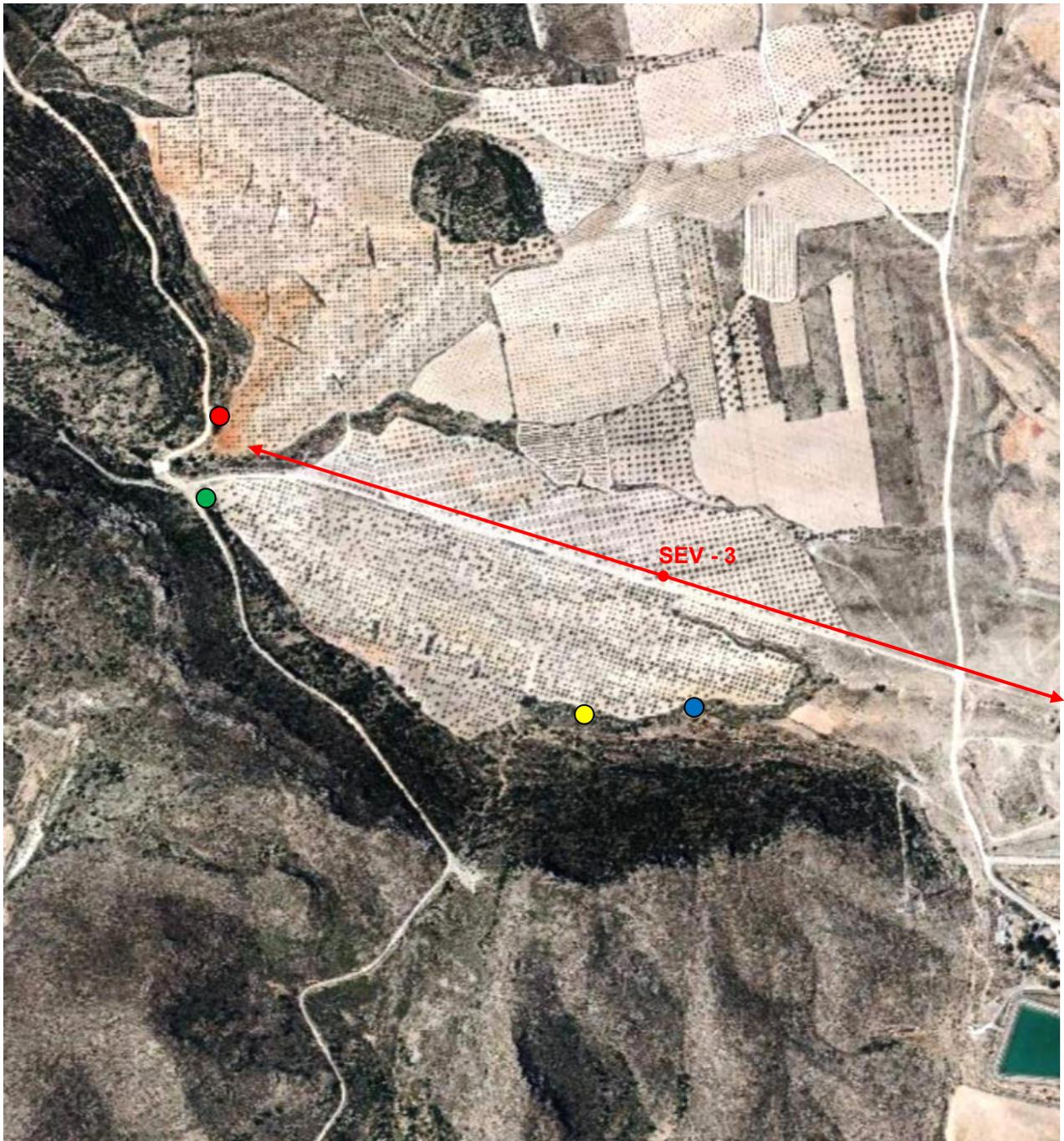


Fdo. Lucio Villegas Rodríguez  
Geólogo, colegiado nº 2540

## **ANEXOS**

FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA ZONA.....	14
EXTRACTO DEL PLANO GEOLÓGICO (Esc. 1:50.000).....	15
HOJAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	18
CURVAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).....	19
DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.....	20

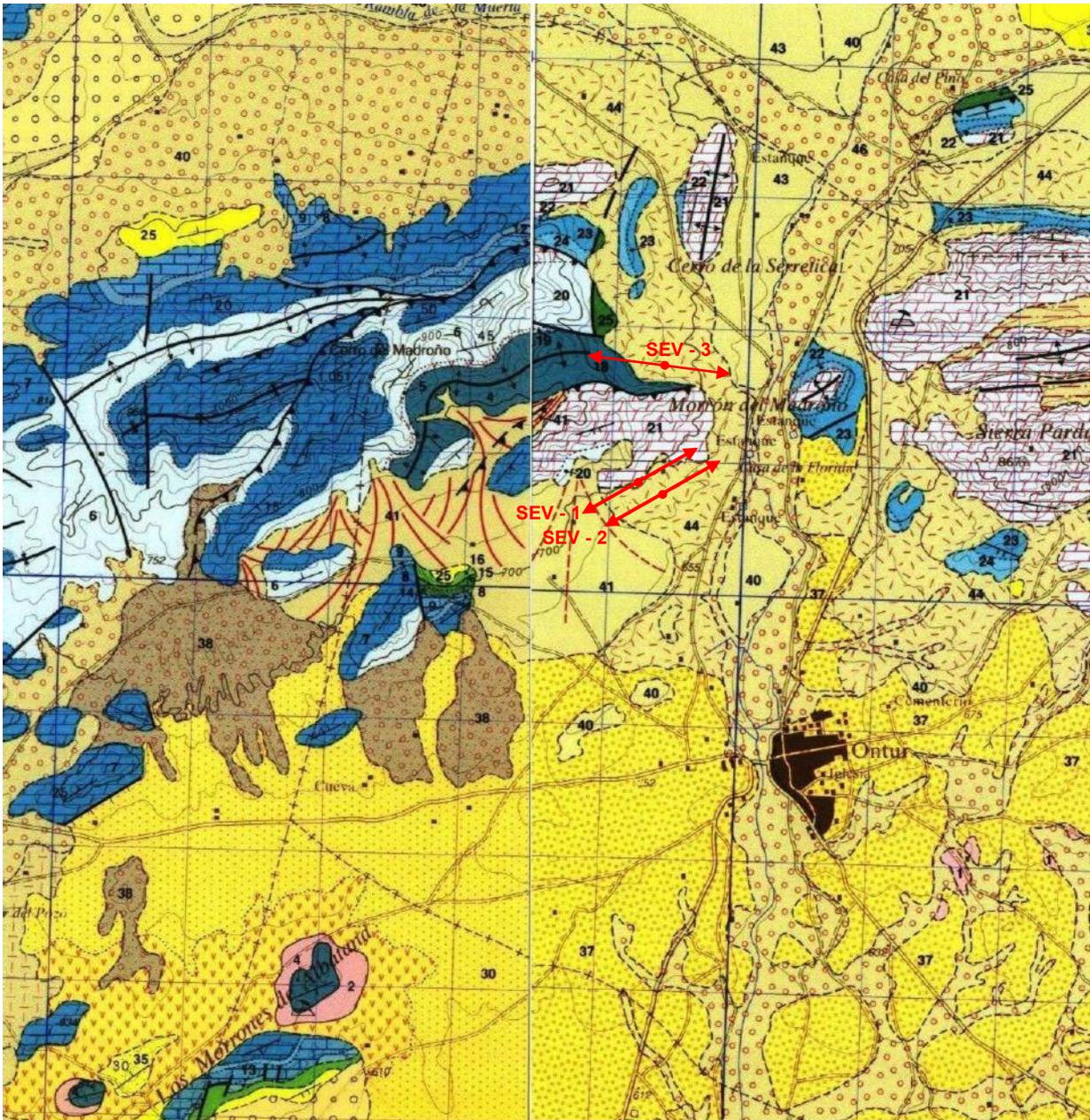
## FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA ZONA (Fuente SIGPAC)



0 m 100 m

- Ubicación pozo; 1ª opción
- Ubicación pozo; 2ª opción
- Ubicación pozo; 3ª opción
- Ubicación pozo; 4ª opción

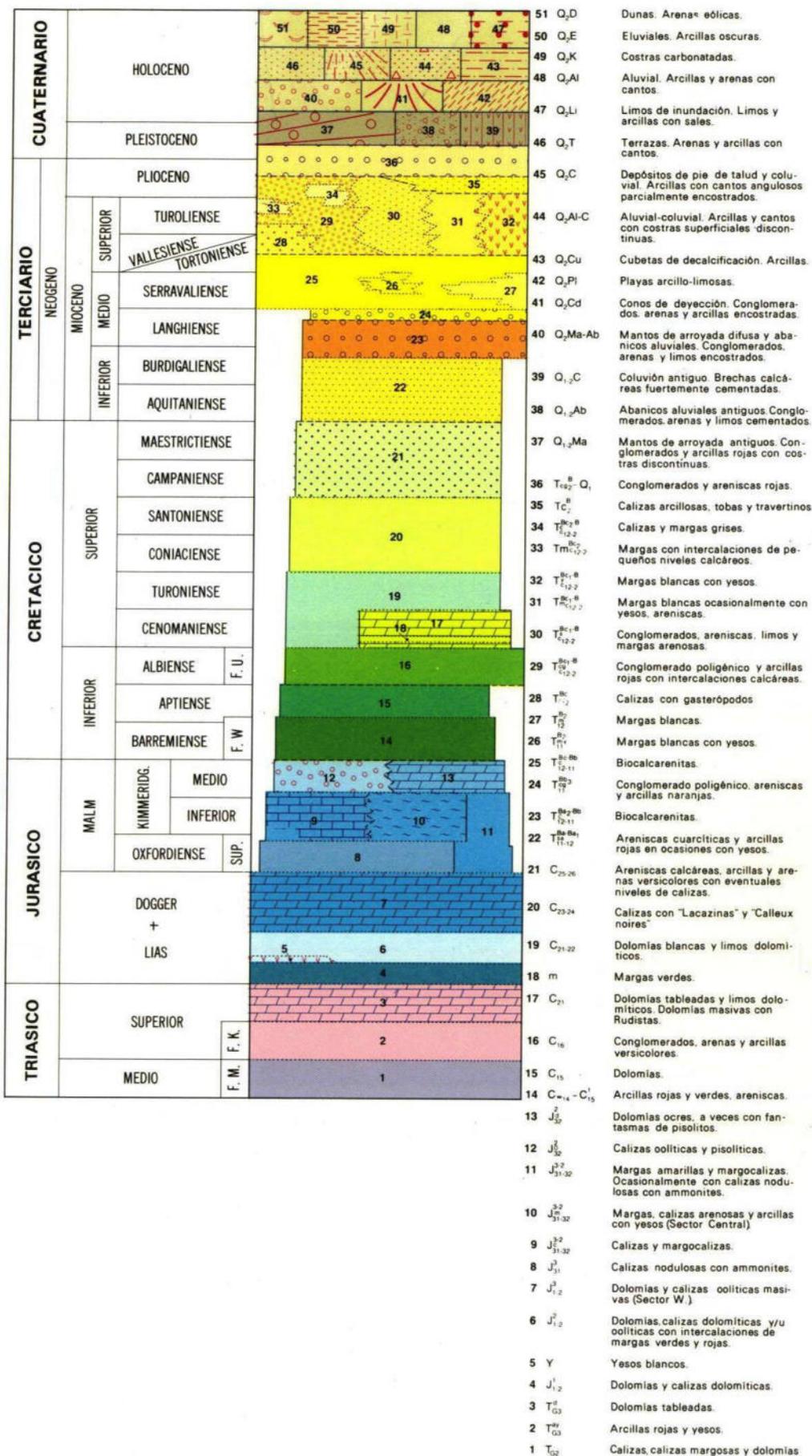
EXTRACTO DEL PLANO GEOLÓGICO (Escala 1:50000; IGME).



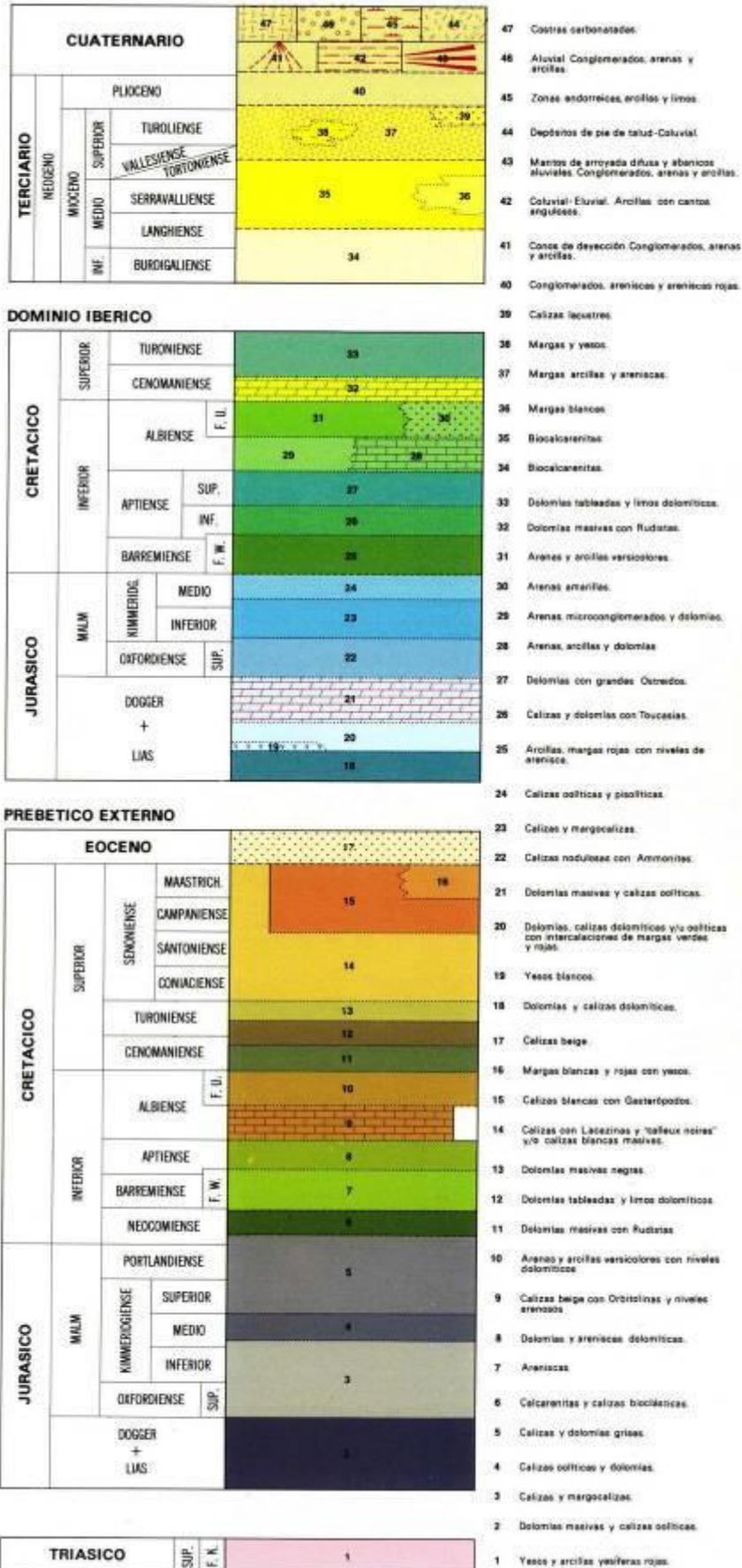
0 m 1000 m

↔ SEV

# LEYENDA



## LEYENDA



## HOJA DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

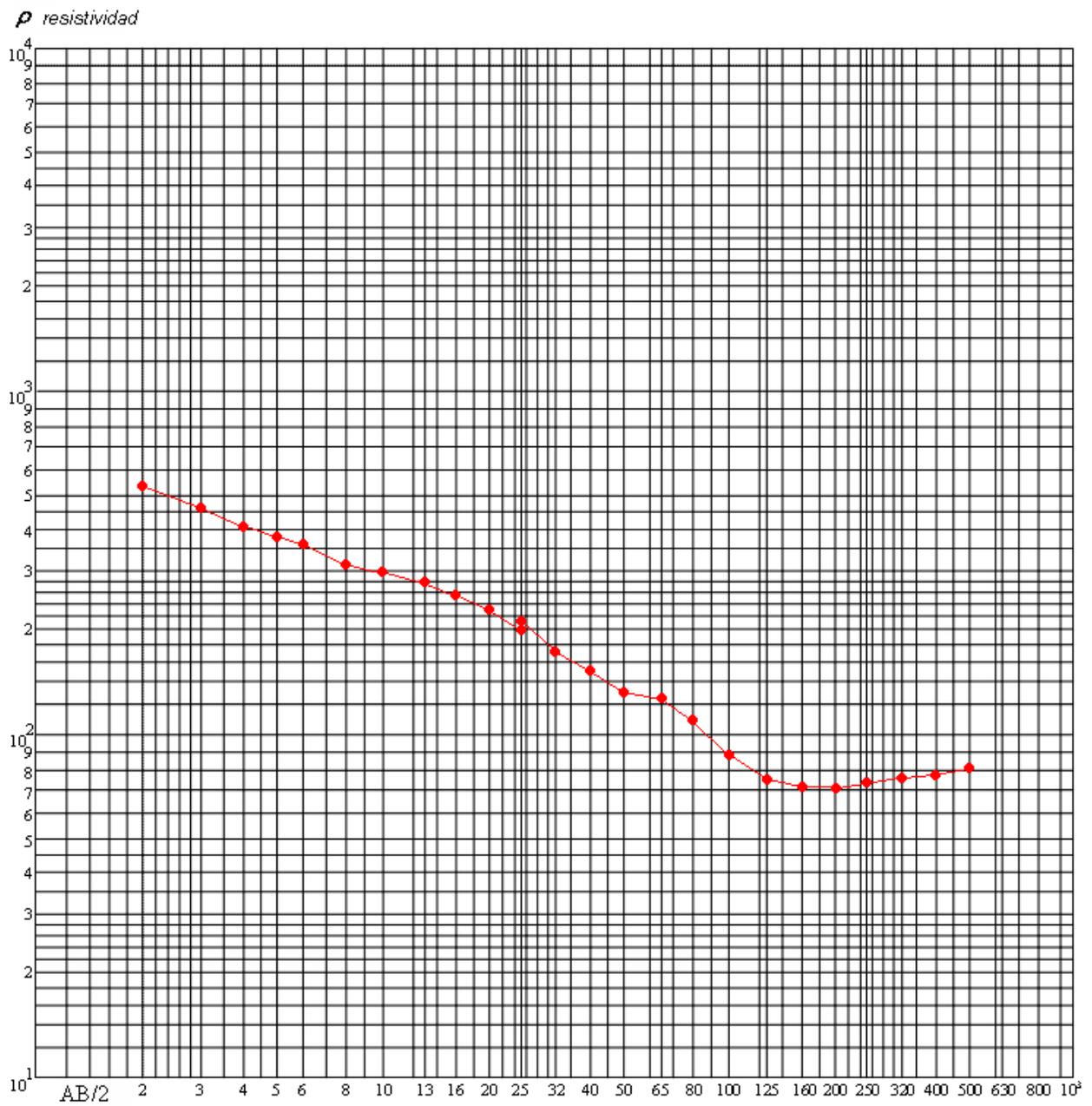
**CLIENTE:** Diputación Provincial de Albacete  
**ZONA:** Camino de la umbría del Madroño; Ontur  
**OPERADOR:** Lucio Villegas Rodríguez  
**EQUIPO:** Syscal R1 Plus – Switch 48  
**FECHA:** 28 de septiembre de 2020

**S.E.V. nº:** 3  
**RUMBO AB:** NO-SE  
**PERFIL:**  
**DISPOSITIVO:** Schlumberger simétrico  
**COORDENADAS UTM (ETRS89)**  
 X: 629.640  
 Y: 4.278.222  
 Z: 723 msnm

Est.	AB/2 (m)	MN ≤ AB/5	MN (m)	Voltaje (mV)	Intensidad (mA)	Resistividad $\rho$ ( $\Omega \times m$ )	MN (m)	Voltaje (mV)	Intensidad (mA)	Resistividad $\rho$ ( $\Omega \times m$ )
1	2	1	1	1022	23	534				
2	3	1	"	1036	62	457				
3	4	1	"	881	107	407				
4	5	1	"	816	167	380				
5	6	1	"	283	89	357				
6	8	1	"	100	65	311				
7	10	1	"	61	65	296				
8	13	5	"	51	97	276				
9	16	5	"	43	135	254				
10	20	5	"	17	94	230				
11	25	10	"	12	111	197	10	124	111	210
12	32	10	10	75	136	173				
13	40	10	"	38	126	150				
14	50	20	"	8,7	51	131				
15	65	20	"	5,4	57	125				
16	80	20	"	3,6	67	107				
17	100	20	"	1,9	67	89				
18	125	50	"	1,6	103	75	50	8,2	105	74
19	160	50	50	5,4	118	72				
20	200	50	"	5,2	176	72				
21	250	100	"	2,4	128	74				
22	320	100	"	1,6	129	76				
23	400	100	"	1,1	150	78				
24	500	100	"	0,72	138	81				
25	630	100	"							
26	800	100	"							
27	1000	100	"							

# CURVAS DE CAMPO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV).

## SEV-3



## DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA



Realización del SEV nº 3

#### **4.- PLAN DE OBRA**

El Plan de Obra que se establece estará condicionado por una serie de variables de difícil conocimiento en la actualidad. Entre estas puede citarse la alternativa elegida por el Adjudicatario para la realización de la obra, la fecha de comienzo o los fenómenos atmosféricos. En líneas generales, el programa se ha estudiado para poder ser ejecutado con equipos de maquinaria de fácil obtención, a unos rendimientos medios de cumplimiento ampliamente sancionados por la práctica. Conviene indicar que, por desconocer la fecha de comienzo de las obras, el Plan de Obra, no se indican meses concretos, si no su numeración a partir del comienzo de la misma. El plazo previsto para la ejecución de la obra se estima en UN (1) MES.

Siendo el plan de obra el siguiente:

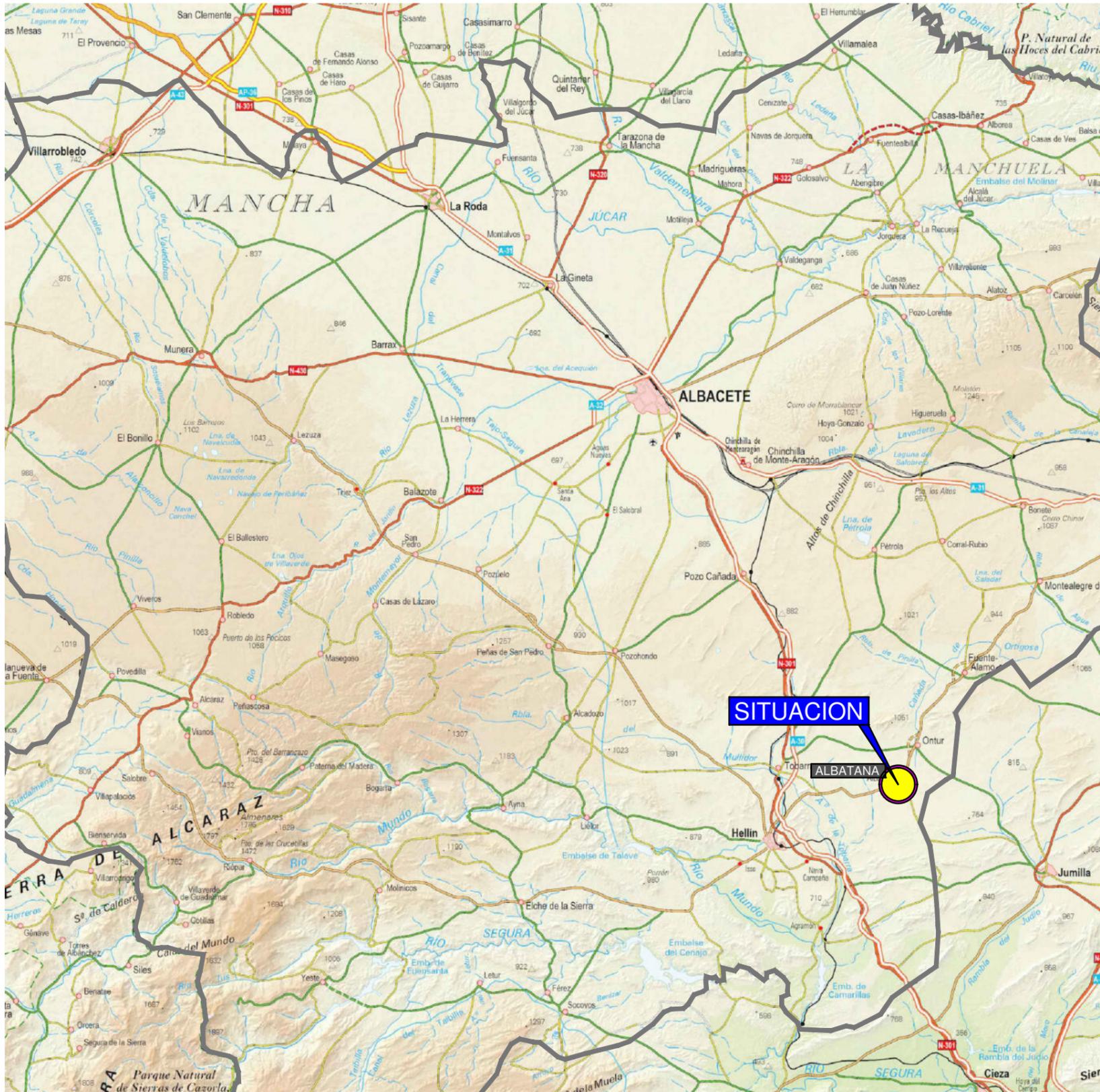
#### **PLAN DE OBRA**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>MES 1</b>				
<b>PERFORACIÓN Y ENTUBADO</b>					
<b>TESTIFICACIÓN Y AFORO</b>					

MEMORIA VALORADA: NUEVO SONDEO  
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN ALBATANA (ALBACETE)



## PLANOS



**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, AGUA Y DESARROLLO RURAL**  
**Delegación Provincial de Agricultura, Agua y Desarrollo Rural, Albacete**

AUTOR DEL PROYECTO:  
 EL INGENIERO AGRÓNOMO:  
 D. Francisco Selva Sevilla  
 Jefe de Servicio Provincial

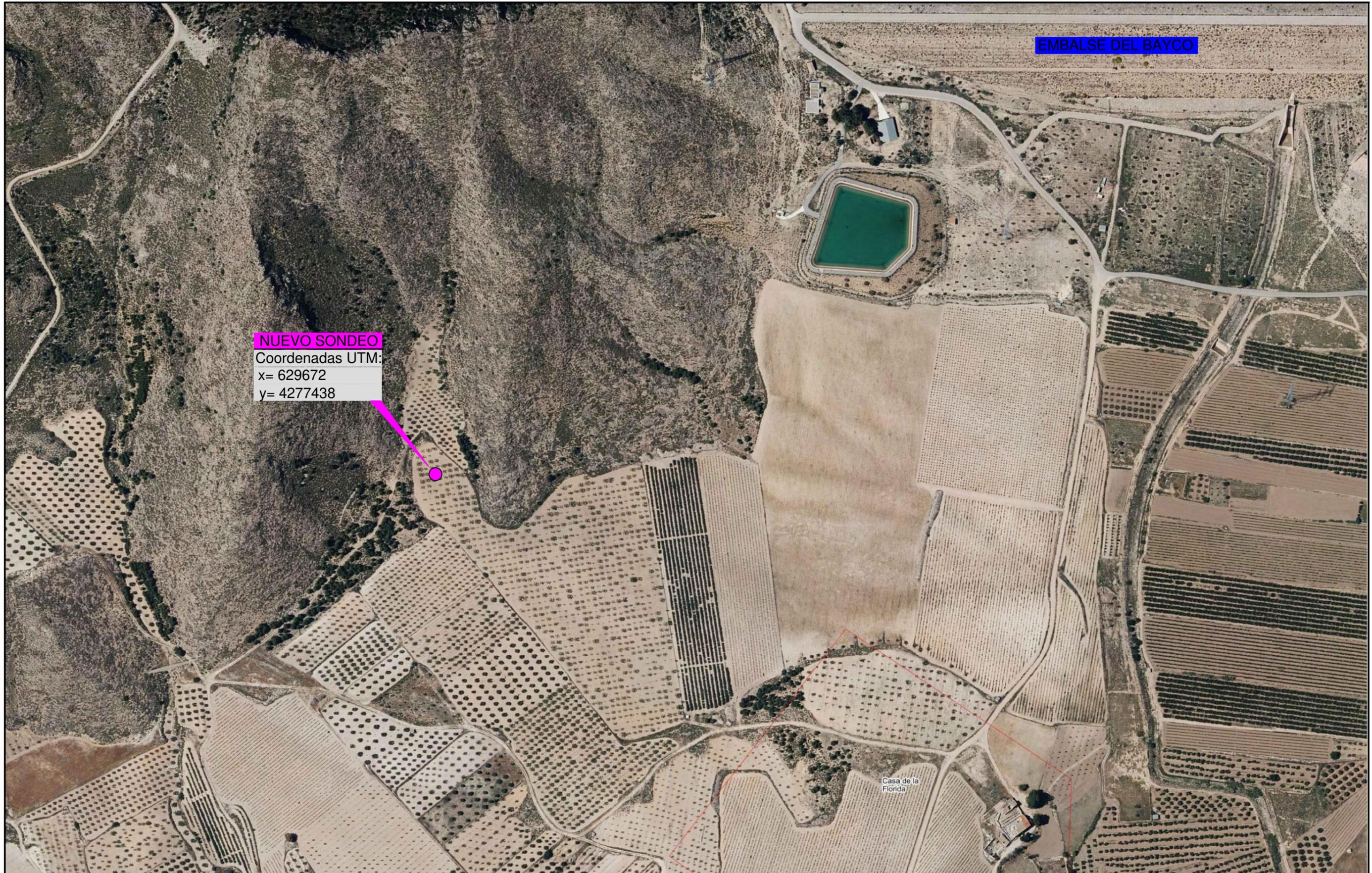
ESCALAS:  
 VARIAS

TÍTULO DEL PROYECTO:  
 NUEVO SONDEO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CLAVE:  
 FECHA:  
 Dic-2020

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
 SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Nº PLANO:  
 HOJA 1 DE 1  
 1

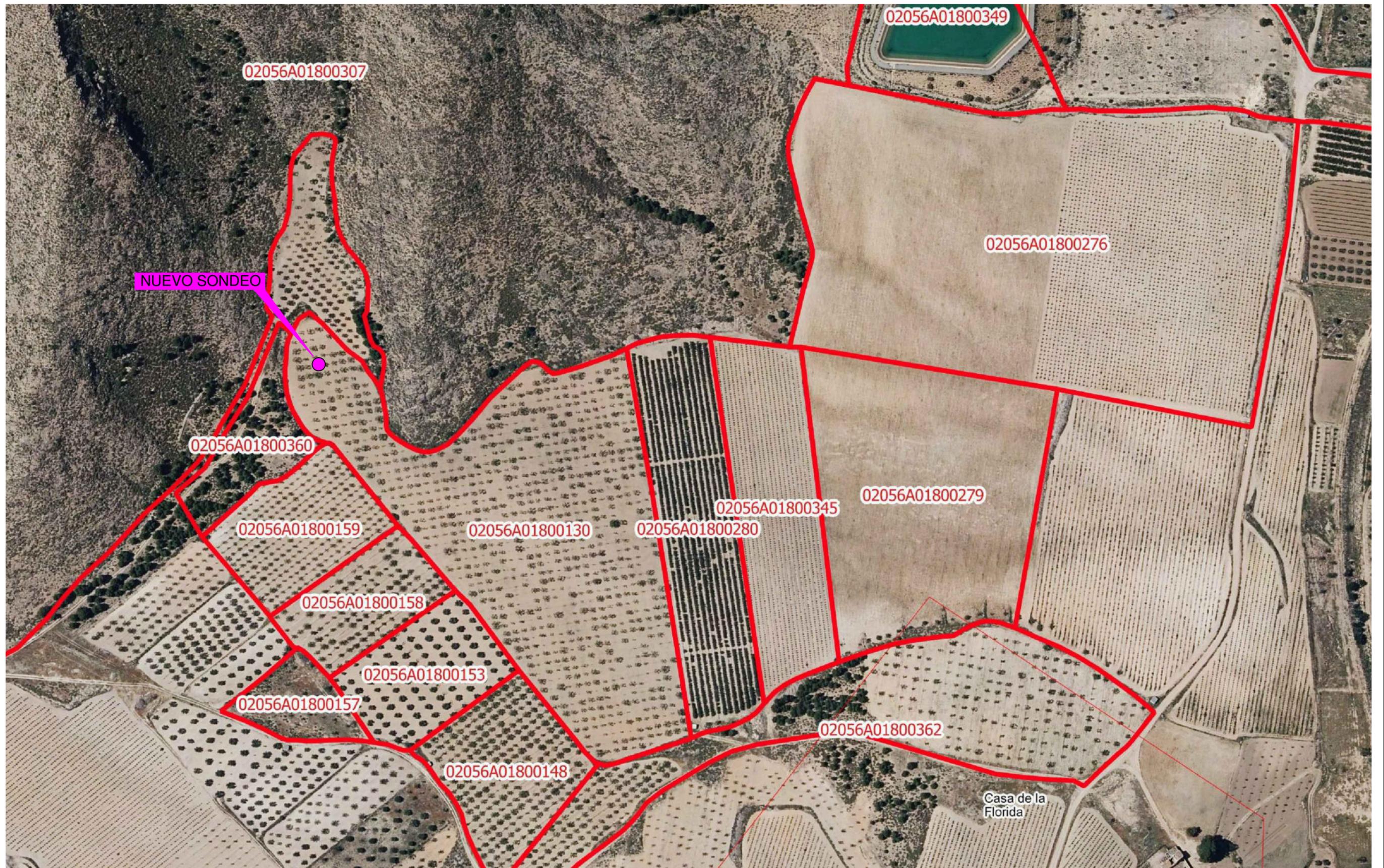


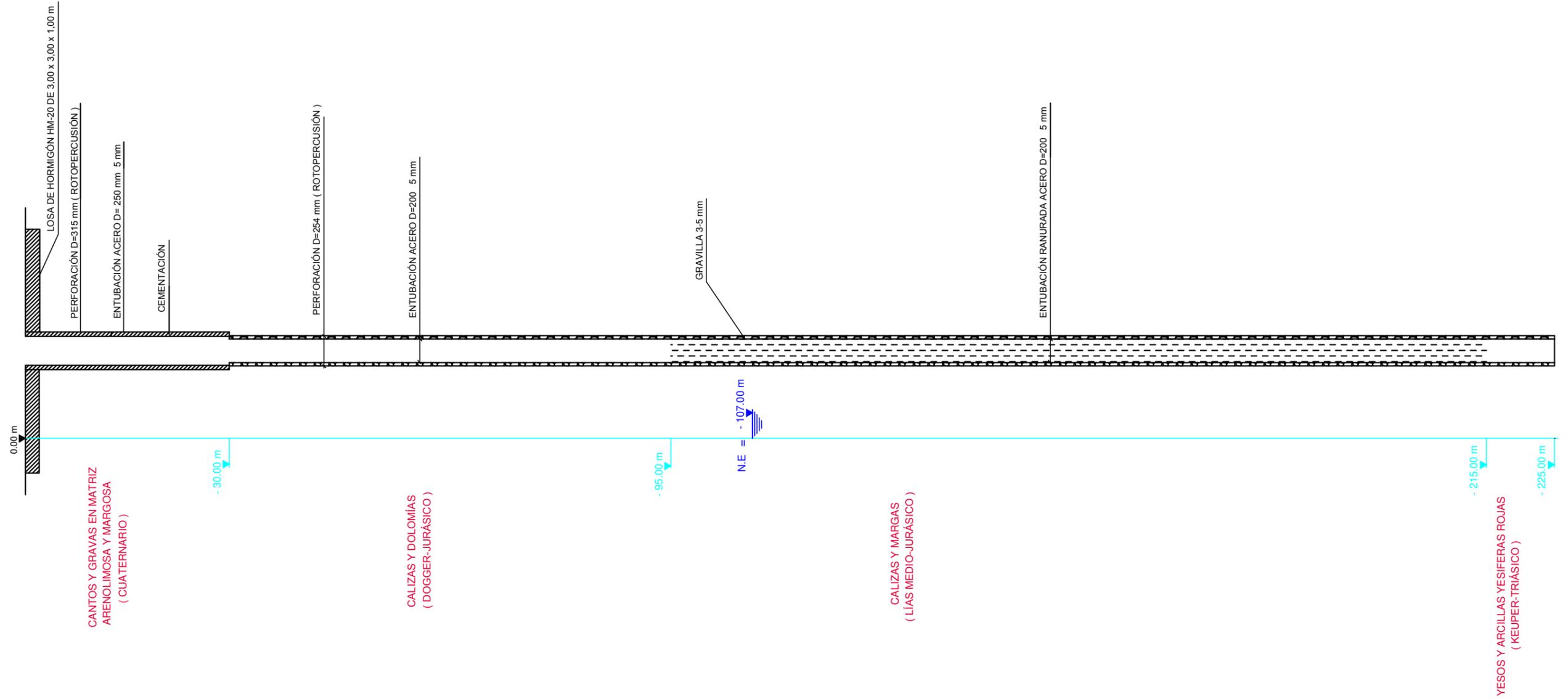
EMBALSE DEL BAYCO

**NUEVO SONDEO**  
 Coordenadas UTM:  
 x= 629672  
 y= 4277438

Casa de la Florida

	<b>CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, AGUA Y DESARROLLO RURAL</b>	AUTOR DEL PROYECTO: EL INGENIERO AGRONOMO:	ESCALAS:	TITULO DEL PROYECTO:	CLAVE:	DESCRIPCIÓN DEL PLANO:	Nº PLANO:
	Delegación Provincial de Agricultura, Agua y Desarrollo Rural, Albacete	D. Francisco Selva Sevilla Jefe de Servicio Provincial	1/3500	NUEVO SONDEO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)	FECHA: Dic-2020	PLANTA GENERAL	HOJA 1 DE 1 2





SONDEO DE ABASTECIMIENTO

MEMORIA VALORADA: NUEVO SONDEO  
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN ALBATANA (ALBACETE)



## **PRESUPUESTO**

MEMORIA VALORADA: NUEVO SONDEO  
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN ALBATANA (ALBACETE)



## **MEDICIONES Y PRESUPUESTO** **POR CAPÍTULOS**

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01</b>	<b>PERFORACIÓN DE SONDEO</b>							
01.01	m SONDEO ROTOPERCUSIÓN D=254 mm 0-100 m Sondeo a rotoperCUSIÓN de 254 mm. de diámetro de perforación, para captación de aguas subterráneas, y profundidades comprendidas entre 0 y 100 m.	1	70,00			70,00		
						70,00	45,66	3.196,20
01.02	m SONDEO ROTOPERCUSIÓN D=254 mm 100-200 m Sondeo a rotoperCUSIÓN de 254 mm. de diámetro de perforación, para captación de aguas subterráneas, y profundidades comprendidas entre 100 y 200 m.	1	100,00			100,00		
						100,00	49,45	4.945,00
01.03	m SONDEO ROTOPERCUSIÓN D=254 mm 200-300 m Sondeo a rotoperCUSIÓN de 254 mm. de diámetro de perforación, para captación de aguas subterráneas, y profundidades comprendidas entre 200 y 300 m.	1	25,00			25,00		
						25,00	53,26	1.331,50
01.04	m SONDEO ROTOPERCUSIÓN D=315 mm 0-100 m Sondeo a rotoperCUSIÓN de 315 mm. de diámetro de perforación, para captación de aguas subterráneas, y profundidades comprendidas entre 0 y 100 m.	1	30,00			30,00		
						30,00	55,60	1.668,00
01.05	ud DESPLAZAMIENTO EQUIPO PERFORACIÓN Desplazamiento, montaje y desmontaje de equipo de perforación a rotoperCUSIÓN.	1				1,00		
						1,00	1.728,20	1.728,20
<b>TOTAL 01</b> .....								<b>12.868,90</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

### NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>02</b>	<b>REVESTIMIENTO DE SONDEO</b>							
02.01	m TUBERÍA METÁLICA DE REVESTIMIENTO D=250 mm e=5 mm Tubería de revestimiento de sondeos para captación de aguas subterráneas, de 250 mm de diámetro, en chapa metálica de 5 mm de espesor, incluso p.p. de unión mediante soldadura, colocada en el interior del sondeo.	1	30,00			30,00		
						<u>30,00</u>		
							44,21	1.326,30
02.02	m TUBERÍA METÁLICA DE REVESTIMIENTO D=200 mm e=5 mm Tubería de revestimiento de sondeos para captación de aguas subterráneas, de 200 mm de diámetro, en chapa metálica de 5 mm de espesor, incluso p.p. de unión mediante soldadura, colocada en el interior del sondeo.	1	195,00			195,00		
						<u>195,00</u>		
							37,89	7.388,55
02.03	m RANURADO TUBERÍA Ranurado de tubería metálica.	1	120,00			120,00		
						<u>120,00</u>		
							9,38	1.125,60
02.04	m3 GRAVA SILÍCEA CALIBRADA Engravillado de sondeo con grava silícea calibrada de 3-5 mm.	1	195,00	0,02		3,90		
						<u>3,90</u>		
							99,31	387,31
02.05	m3 CEMENTACIÓN ESPACIO ANULAR EMBOQUILLE SONDEO Cementación del espacio anular en emboquille de sondeo.	1	30,00	0,03		0,90		
						<u>0,90</u>		
							130,33	117,30
	<b>TOTAL 02.....</b>							<b>10.345,06</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

### NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>03</b>	<b>DESARROLLO Y AFORO DE SONDEO</b>							
03.01	ud DESPLAZAMIENTO EQUIPO AFORO Desplazamiento, montaje y desmontaje de equipo para aforo.					1	1,00	
							1,00	1.264,00
								1.264,00
03.02	h AFORO SONDEO ELECTROBOMBA 10 l/s 150 m Aforo de sondeo con electrobomba, capaz de extraer 15 l/s a 150 m.					23	23,00	
							23,00	68,35
								1.572,05
03.03	h PARADA AFORO MEDIDA RECUPERACIÓN NIVELES Parada de equipo de aforo en medida de recuperación de niveles.					1	1,00	
							1,00	54,97
								54,97
03.04	ud ANÁLISIS COMPLETO AGUA AFORADA Análisis completo del agua aforada para dictámen sanitario.					1	1,00	
							1,00	720,00
								720,00
03.05	ud TESTIFICACIÓN FINAL SONDEO Testificación final del sondeo, incluyendo reconocimiento videográfico, y determinando las entradas de agua del acuífero y todas las constantes más importantes de la perforación.					1	1,00	
							1,00	1.552,50
								1.552,50
<b>TOTAL 03.....</b>								<b>5.163,52</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>04</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD LABORAL</b>							
04.01	ud PARTIDA ALZADA SEGURIDAD Y SALUD							
	Partida alzada a justificar por medidas de seguridad y salud laboral aplicables en las obras.							
		1				1,00		
						1,00	650,00	650,00
	<b>TOTAL 04.....</b>							<b>650,00</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

### NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>05</b>	<b>VARIOS</b>							
05.01	ud PARTIDA ALZADA ACONDIC. TERRENO Partida alzada a justificar por acondicionamiento del camino de acceso y de la explanada de perforación.	1				1,00		
						1,00	1.400,00	1.400,00
05.02	ud PARTIDA ALZADA CONTROL DE CALIDAD Partida alzada a justificar por control de calidad en las obras.	1				1,00		
						1,00	400,00	400,00
05.03	ud PARTIDA ALZADA POR IMPREVISTOS Partida alzada a justificar por imprevistos que puedan surgir durante la ejecución de las obras.	1				1,00		
						1,00	1.719,08	1.719,08
	<b>TOTAL 05.....</b>							<b>3.519,08</b>
	<b>TOTAL.....</b>							<b>32.546,56</b>

MEMORIA VALORADA: NUEVO SONDEO  
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN ALBATANA (ALBACETE)



## **RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL**

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

### NUEVO SONDEO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALBATANA (ALBACETE)

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	PERFORACIÓN DE SONDEO .....	12.868,90	39,54
02	REVESTIMIENTO DE SONDEO .....	10.345,06	31,79
03	DESARROLLO Y AFORO DE SONDEO .....	5.163,52	15,87
04	SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	650,00	2,00
05	VARIOS .....	3.519,08	10,81
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>32.546,56</b>	
	13,00 % Gastos generales.....	4.231,05	
	6,00 % Beneficio industrial.....	1.952,79	
	Suma .....	6.183,84	
	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA</b>	<b>38.730,40</b>	
	21% IVA .....	8.133,38	
	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>46.863,78</b>	

Asciede el presupuesto a la expresada cantidad de CUARENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y TRES con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Albacete, 15 de diciembre de 2020.

**AGENCIA DEL AGUA DE CLM,**

JEFE DE SERVICIO PROVINCIAL