

**ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO
DETALLADO PARA
INSTALACION DE BALSAS DE
EVAPORACION DE AGUAS
OLEOSAS EN TM
ALMENDRALEJO
(BADAJOZ)**

Peticionario: OLIVES AND PICKLES SL

DOCUMENTOS:

- Memoria.
- Planos.

FECHA: JULIO DE 2018

ÍNDICE

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA.....	3
1 ANTECEDENTES.....	4
2 ACTIVIDAD	6
3 METODOLOGÍA.	7
4 SITUACIÓN JURÍDICO-ADMINISTRATIVA.	8
5 SITUACIÓN GEOGRÁFICA / HIDROGRÁFICA.....	9
6 CARACTERÍSTICAS DE LA Balsa.....	13
7 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS GEOMORFOLOGÍA	17
8 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.....	18
9 GEOLOGIA	23
9.1 <i>Geología Regional</i>	23
9.2 <i>Geología Local</i>	26
9.2.1 Introducción:.....	26
9.2.2 Formación Terciaria:.....	26
9.2.3 Depósitos recientes (61, 62 y 63).....	29
9.2.4 Tramo superior. Carbonatos lacustres (56).....	29
9.2.5 Columna estratigráfica en la superficie de las balsas.	31
9.3 <i>Tectónica</i>	33
10 HIDROGEOLOGÍA.	35
10.1 <i>Marco hidrogeológico</i>	35
10.2 <i>Presencia de acuíferos en el entorno y características geométricas y litológicas de los mismos.</i> 38	
10.2.1 Tipología de los acuíferos en función de sus características litológicas según el tipo de hueco y según la presión hidrostática.	40
10.2.2 Características piezométricas y flujo subterráneo.	40
10.2.3 Funcionamiento hidrogeológico.....	40
10.3 <i>Hidrogeología local</i>	41
10.3.1 Inventario de pozos, sondeos y manantiales en el entorno próximo con apoyo de datos de campo. 41	

10.3.2	Características estructurales y análisis de la fracturación en acuífero.	44
10.3.3	Permeabilidad. Para la determinación de la permeabilidad se pueden utilizar valores tabulados, o mediante ensayos de permeabilidad normalizados.	44
10.3.4	Ensayo de permeabilidad mediante infiltrometro de muntz para caracterización de los parámetros del acuífero bajo el punto de las balsas.	46
10.3.5	Fotografía de ensayos y zonas.	50
10.3.6	Caracterización geológica e hidrogeológica de la zona no saturada. Se pueden utilizar los datos de las columnas de sondeos próximos, situados en la misma unidad geológica o en su defecto se podría hacer una estimación a partir de la cartografía existente.	72
10.3.7	Situación del nivel piezométrico local. Evolución temporal. Se tomarán medidas de algún pozo o sondeo próximo a la zona de estudio. En su defecto se debe recurrir a los datos de inventario de puntos acuíferos.	75
11	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.	83
11.1	<i>Interpretación de la afección a las aguas superficiales.</i>	83
11.2	<i>Interpretación de la afección a las aguas subterráneas.</i>	84
11.3	<i>Presencia o no de nivel freático o piezométrico en el área de estudio. En caso de existir alguno de los dos niveles se indicará la altura del mismo. Se tendrán en cuenta de manera justificada las posibles fluctuaciones estacionales en caso de que existan.</i>	91
11.4	<i>Permeabilidad de los materiales subyacentes, teniendo en cuenta si son suelos o si son macizos rocosos.</i>	91
11.5	<i>Ubicación de puntos de control en función de la dirección de las líneas de flujo de fluidos en el suelo.</i>	92
11.6	<i>Se determinara la velocidad de avance del flujo en los materiales subyacentes (suelos y rocas) tanto en suelo saturados como no saturados.</i>	93
11.7	<i>Medidas preventivas para evitar la contaminación de suelos y aguas en caso de roturas accidentales.</i>	94
12	CONCLUSIONES.	99
13	BIBLIOGRAFÍA.	100
	DOCUMENTO Nº 2: PLANOS.	101

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA.

1 ANTECEDENTES.

El presente estudio hidrogeológico detallado se realiza a petición de la mercantil OLIVES AND PICKLES SL CON CIF B06631675, con dirección postal en C/ Mecánica nº7 CP 06200 de Almendralejo (Badajoz)

Puede definirse un acuífero como una formación saturada en agua y susceptible de explotación. Según la Legislación de Aguas (L.A.) se define acuífero como:

Art. 15.1 "... aquellas formaciones geológicas que contienen agua, o la han contenido y por las cuales el agua puede fluir"

Y continúa:

Art. 15.2 "El dominio público de los acuíferos o formaciones geológicas por las que circulan aguas subterráneas, se entiende sin perjuicio de que el propietario del fondo pueda realizar cualquier obra que no tenga por finalidad la extracción o aprovechamiento del agua ni perturbe su régimen ni la deteriore".

La Ley de Aguas 29/1985 de 2 de agosto (Capítulo III) establece;

Art. 57.1 "Todo uso privativo de las aguas... requiere concesión administrativa".

El Estudio presente incluye las características geológicas e hidrogeológicas de la zona tales como la hidrodinámica, características del acuífero subyacente y su balance hidrológico.

2 ACTIVIDAD

La actividad consiste en la eliminación por evaporación natural de efluentes procedentes de la fabricación de aceituna negra oxidada y aceituna campo real. Cabe indicar que eventualmente la capacidad de evaporación podrá verse mejorada por el empleo de aspersores en el interior de la propia balsa. Todo el efluente tratado procede de una fábrica de la propiedad con una capacidad de procesado (excluyendo la actividad de almacenamiento y expedición de aceituna en salmuera, que no genera vertido alguno).

Los efluentes tratados tienen 2 procedencias:

- Lejía (sosa) de cocido
- Salmuera de proceso

Los efluentes serán transportados en camiones cisterna desde la fábrica a las balsas de evaporación.

Con objeto de mejorar la gestión de efluentes y disponer de medidas de contingencia ante un aumento de producción (actualmente no prevista) o de generación de vertido, se propone la creación de las balsas para eliminación de efluentes mediante evaporación.

No existe un proceso productivo como tal. Cabe indicar que en las balsas sólo se tratarán los vertidos generados en la fábrica de la propiedad, no admitiéndose efluentes procedentes de otras industrias.

El proceso seguido para la gestión y eliminación de los efluentes procedentes de la fábrica de aceitunas consiste en la conducción del efluente mediante camión cisterna desde la fábrica hasta las balsas de evaporación. En la balsa se produce la evaporación natural del vertido. Una vez que la totalidad del efluente se evapora, periódicamente aunque no todos los años, los lodos acumulados son extraídos y acumulados en big-bags para su transporte a un vertedero autorizado de forma que las balsas quedan limpias.

3 METODOLOGÍA.

La metodología usada en el presente estudio es la más usada para el tipo de problemas que aquí se nos presenta y es la que sigue:

1ª Fase: La primera fase ha consistido en una exploración de campo donde se ha estudiado los distintos materiales aflorantes y la vulnerabilidad de posibles acuíferos de la zona de ubicación de las balsas y del entorno inmediato a las mismas, el objetivo que se ha perseguido en esta fase es el de estudiar que unidades hidrogeológicas son las receptoras de los posibles acuíferos, los cauces superficiales y suelos existentes en la zona y el estudio de se posible vulnerabilidad con la existencia de las balsas.

2ª Fase: Estudio hidrogeológico de los materiales existentes y su posible vulnerabilidad hidrogeológica.

3ª Fase: Estudio del riesgo de contaminación.

4ª Fase: Ensayo de permeabilidad.

4 SITUACIÓN JURÍDICO-ADMINISTRATIVA.

En el presente informe se aplican las siguientes disposiciones legales, para este tipo de actuaciones:

✚ Real Decreto 849/1986 de 11 de abril por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

✚ Real Decreto 6006/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el R.D. 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los Títulos Preliminar I, IV, V, VI, VII.

✚ Ley 29 /1985, de 2 de Agosto, de Aguas.

✚ Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

✚ Decreto 182/2005, de 26 de Julio (DOE N° 89 de 2 de Agosto de 2005).

Así como todas las disposiciones, órdenes, decretos, reglamentos y demás normativa que se publique desde su entrada en vigor, no recogida en la relación anterior.

5 SITUACIÓN GEOGRÁFICA / HIDROGRÁFICA.

La zona objeto del estudio se ubica en el Término Municipal de Almendralejo (Badajoz) a unos 4.5 km. aproximadamente al norte del TM, la parcela se ubica próxima a la carretera que conecta Almendralejo con Arroyo San Serván.

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Referencia catastral	06011A008000480000QU  
Localización	Polígono 8 Parcela 48 LAS CARBONERAS. ALMENDRALEJO (BADAJOZ)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

PARCELA CATASTRAL

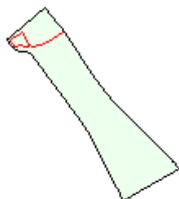


Localización	Polígono 8 Parcela 48 LAS CARBONERAS. ALMENDRALEJO (BADAJOZ)
Superficie gráfica	1.005.890 m ²

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Referencia catastral	06011A008000490000QH  
Localización	Polígono 8 Parcela 49 LAS CARBONERAS. ALMENDRALEJO (BADAJOZ)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

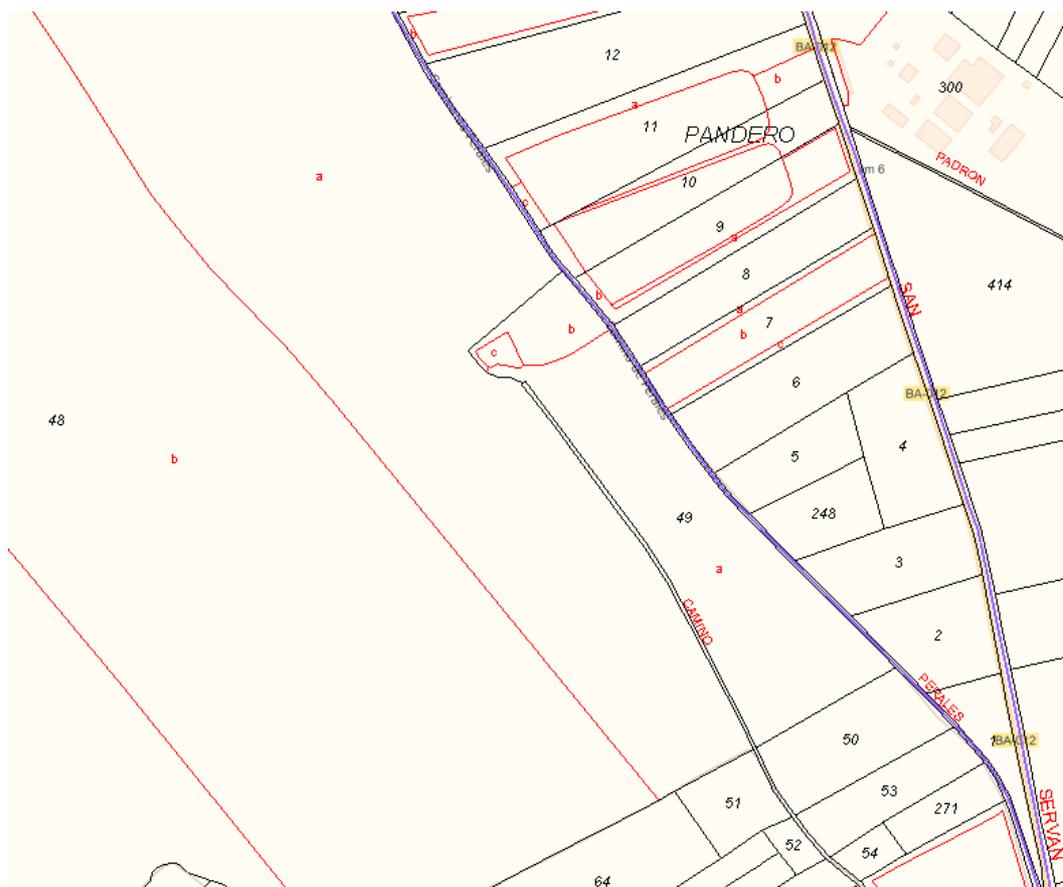
PARCELA CATASTRAL



Localización	Polígono 8 Parcela 49 LAS CARBONERAS. ALMENDRALEJO (BADAJOZ)
Superficie gráfica	52.924 m ²



En el reconocimiento de la zona no se ha observado la existencia de otros alumbramientos o cauces públicos a menor distancia de la reglamentaria.



PARCELA CATASTRAL

	Localización	Polígono 8 Parcela 9010 CAMINO. ALMENDRALEJO (BADAJOZ)
	Superficie gráfica	2.808 m ²

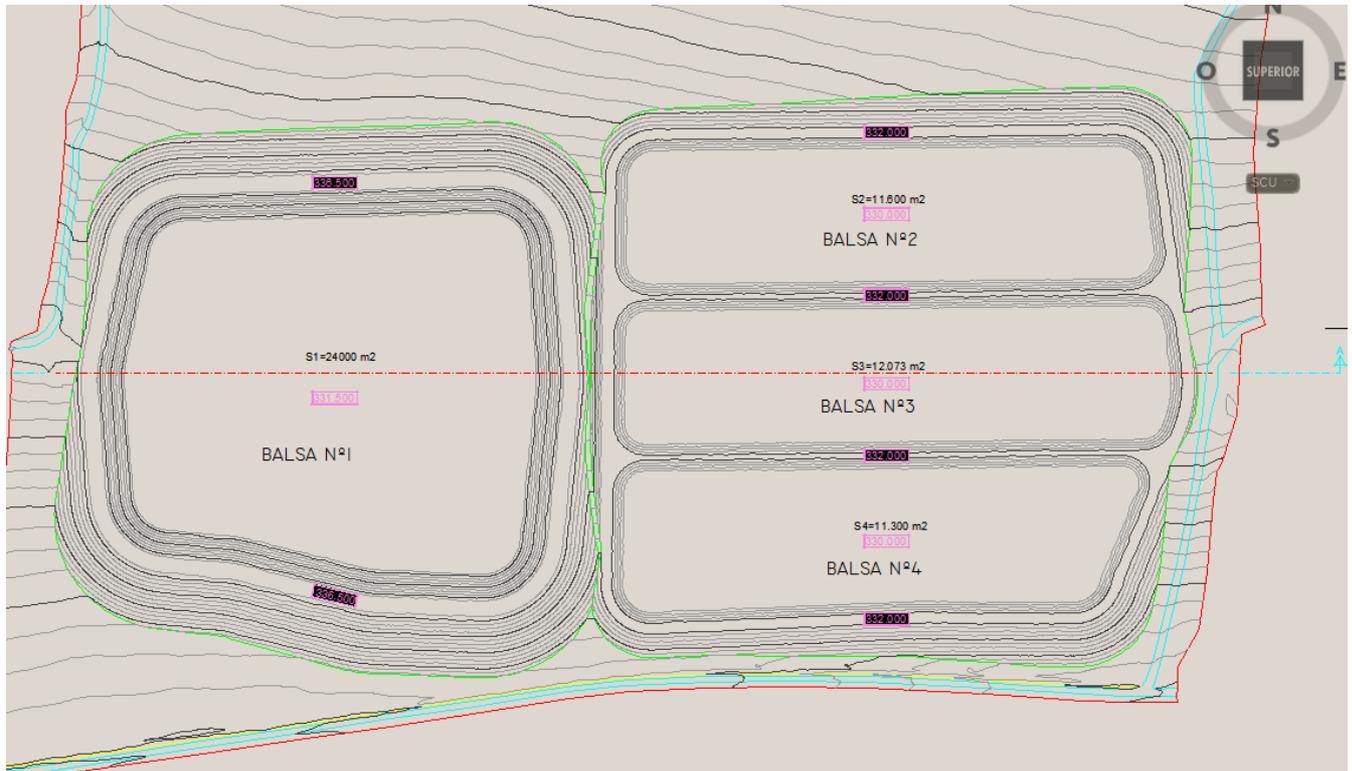
Se aprecia en la cartografía catastral la existencia de un camino público, sin embargo podría tratarse de uno privado a su paso por la parcela 49, se están realizando las indagaciones correspondientes, sin embargo el resultado será transmitido en el documento correspondiente no siendo objeto del presente estudio hidrogeológico.



Acceso Se accede a través de un camino que parte directamente de la Carretera Almendralejo - Arroyo San Serván, a unos 700m de la salida del camino llegamos a las instalaciones

6 CARACTERÍSTICAS DE LA Balsa.

Se proyectan cuatro balsas de nueva construcción de forma rectangular de las siguientes dimensiones:



■ Balsa de Almacenamiento 1

COORDENADAS DEL CENTRO: X 723718 Y 4290816 ETRS89 HUSO 29

Superficie inferior 18.459,00 m²

Superficie en Lámina de Agua 23.360,00 m²

Superficie superior 23.941,00 m²

Capacidad 94.092,75m³

COTA CABECERA 336.50 MSNM

COTA FONDO 331.50 MSNM

ALTURA TOTAL 5 M

DIMENSIONES SUPERIORES 173.37 X 151.28 m

DIMENSIONES DE FONDO 153.22 M X 130.43 m

Taludes: 45°

■ Balsa de Evaporación 2

COORDENADAS DEL CENTRO: X 723542 Y 4290953 ETRS89 HUSO 29

Superficie inferior 9.657,00 m²

Superficie en Lámina de Agua 11.105,00 m²

Superficie superior 11.606,00 m²

Capacidad 15.571,50 m³

COTA CABECERA 332.00 MSNM

COTA FONDO 330.00 MSNM

DIMENSIONES SUPERIORES 202.52M X 58.31M

DIMENSIONES DE FONDO 194.48 M X 50.37 M

Taludes: 45°

■ Balsa de Evaporación 3

COORDENADAS DEL CENTRO: X 723589 Y 4290989 ETRS89 HUSO 29

Superficie inferior 10.061,00 m²

Superficie en Lámina de Agua 11.560,00 m²

Superficie superior 12.073,00 m²

Capacidad 16.215,75 m³

COTA CABECERA 332.00 MSNM

COTA FONDO 330.00 MSNM

DIMENSIONES SUPERIORES 211.51 X 58.17 M

DIMENSIONES DE FONDO 203.04 M X 50.29 M

Taludes: 45°

■ Balsa de Evaporación 4

COORDENADAS DEL CENTRO: X 723644 Y 4291020 ETRS89 HUSO 29

Superficie inferior 9.397,00 m²

Lámina de Agua 10.805,00 m²

Superficie superior 11.301,00 m²

Capacidad 15.151,50 m³

COTA CABECERA 332.00 MSNM

COTA FONDO 330.00 MSNM

DIMENSIONES SUPERIORES 199.82 X 58.46M

DIMENSIONES DE FONDO 191.51 M X 51.17 M

Taludes: 45°

La impermeabilización de las balsas se realiza mediante lámina de polietileno de alta densidad, de 1,5 mm de espesor colocada sobre geotextil de 300g/m².

Con el fin de controlar las posibles filtraciones localizadas a través de la lámina de polietileno, se proyecta, para cada balsa, una canalización de drenaje mediante tubo de PVC poroso de 90 y 125 mm de diámetro, con sus correspondientes arquetas de inspección y registro y setas de aireación.

Debido a las características de permeabilidad del sustrato bajo las balsas se tomará como medida para detectar filtraciones la de impermeabilizar con una tongada arcilla compactada el fondo y laterales donde se ubicarán las canalizaciones de drenaje.

De este modo se garantiza que el flujo desde la canalización de drenaje vaya hasta la arqueta de control sin que pudiera producirse el lixiviado de fugas en el terreno con la consecuente ausencia de efluentes en la arqueta de control.

Con el fin de evitar la entrada de aguas de escorrentía el diseño de las balsas se realiza con taludes exteriores descendentes, de modo que expulsa las aguas hacia el exterior.

Finalmente se proyecta un cerramiento perimetral de las balsas.

7 ASPECTOS FISIOGRAFICOS GEOMORFOLOGÍA

El terreno es diversificado, sucediéndose de norte a sur: una zona de sedimentación, con suelos arcillosos profundos, con suelos más raquíuticos, arenosos y pedregosos.

La morfología general de la zona está condicionada por los distintos materiales que conforman el contexto geológico así como la tectónica regional, junto con la acción de agentes exógenos, conforman una penillanura donde destacan algunos relieves residuales como alineaciones hercínicas.

La zona donde se ubica la balsa presenta un relieve marcado por elevación donde afloran carbonatos lacustres terciarios.

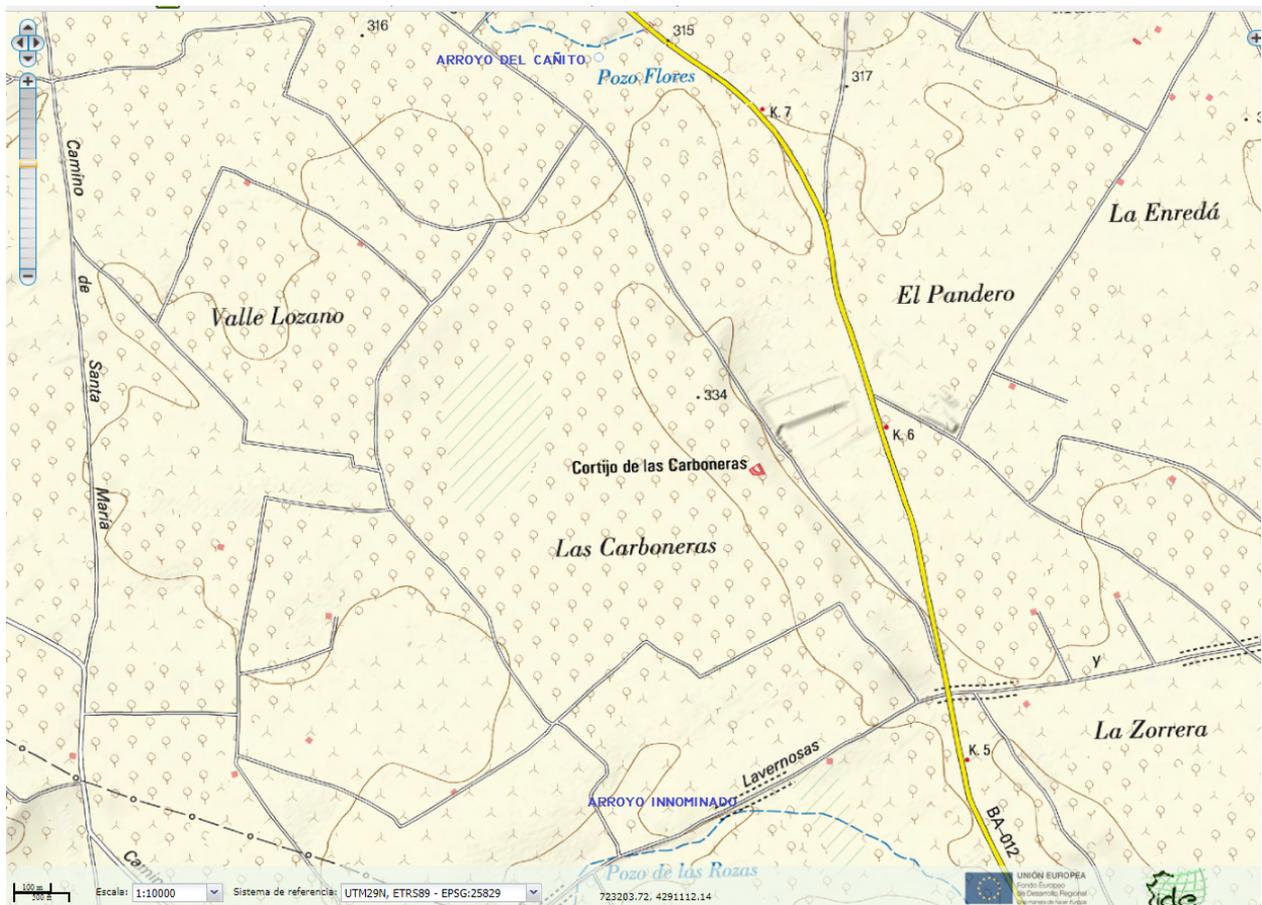
En el área estudiada se presenta un relieve marcado por zonas llanas con suaves ondulaciones. El área donde se ubican las balsas presenta un paisaje con una morfología semiplana de loma, donde los cauces fluviales ocupan pequeños valles con escasa diferencia de cota con respecto al resto de la topografía del lugar. Las cotas topográficas en la zona de ubicación de las balsas oscilan entre los 325 y los 336 m.

8 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

La red de drenaje sobre la región es de muy baja densidad y de forma dentrítica. La mayoría de los cursos hídricos superficiales que circulan por la zona están secos la mayor parte del año y se caracterizan por la gran estacionalidad de sus caudales, consecuencia directa de la escasez e irregularidad de las lluvias.

Los máximos caudales se registran en los meses de invierno, aunque existe la posibilidad de que los inviernos sean secos (sin precipitaciones) y por lo tanto los periodos de estiaje se extiende a lo largo de todo el año.

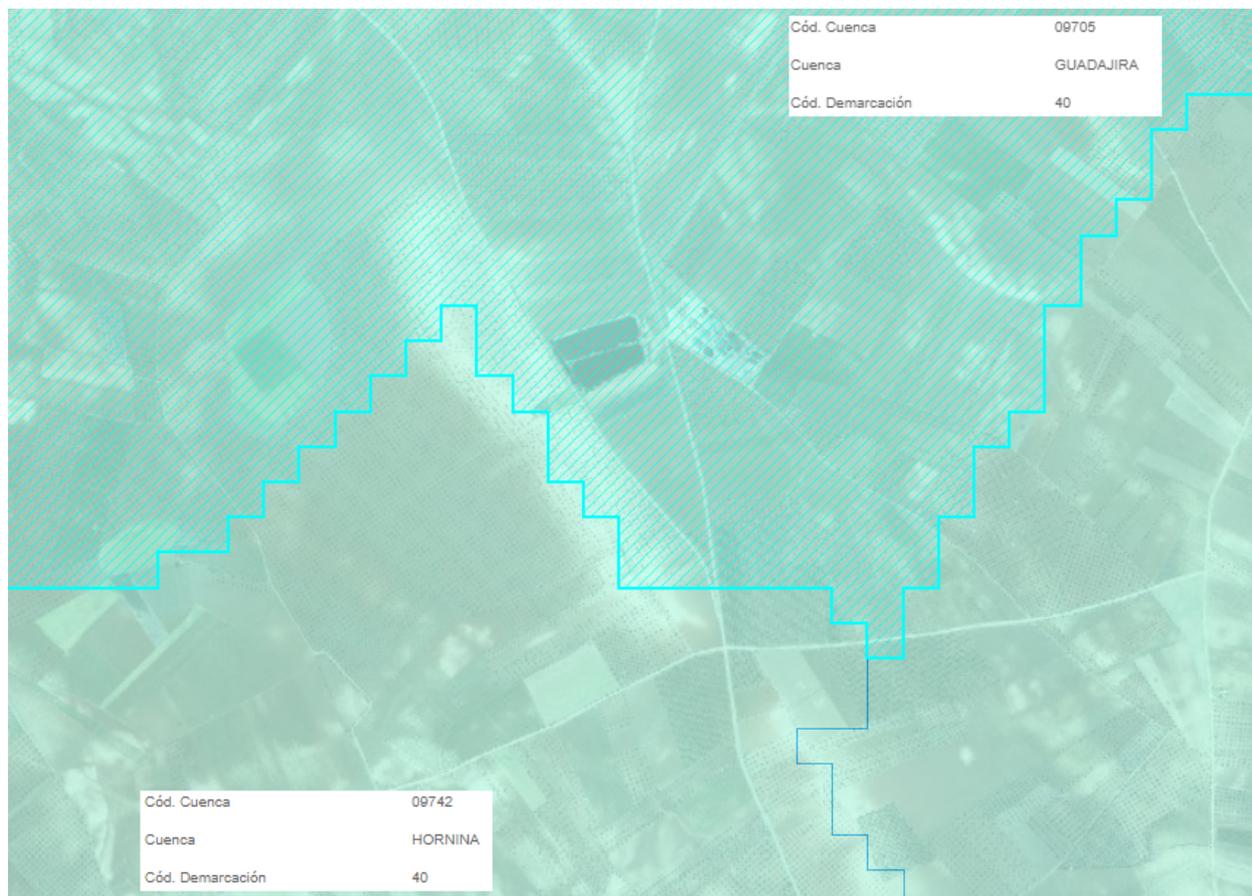
La morfología de la red fluvial en el ámbito local es dendriforme arborescente,



La hidrología de la zona estudiada está marcada por el escaso desarrollo de la red fluvial, no se observan cauces fluviales en un perímetro de 600 metros en torno a las balsas. El cauce fluvial más cercano es el Arroyo Arroyo Innominado afluente del Harnina a unos 600 m al sur

de las balsas y el Arroyo El Cañito a 800m al norte. No existen ni cauces fluviales ni llanuras de inundación en el entorno de las balsas.

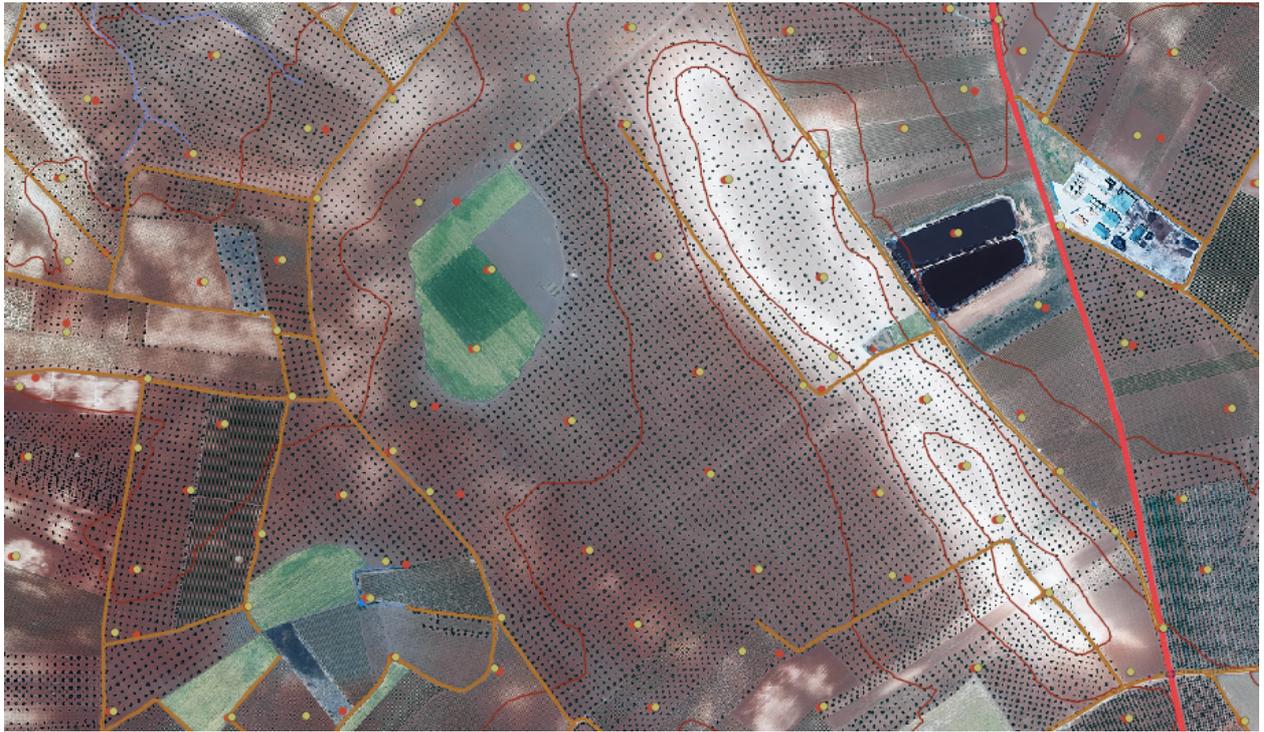
En base a lo anterior las balsas no afectan hidrológicamente a ningún cauce fluvial y debido a la distancia con el más cercano se descarta cualquier posibilidad de afección en el futuro.

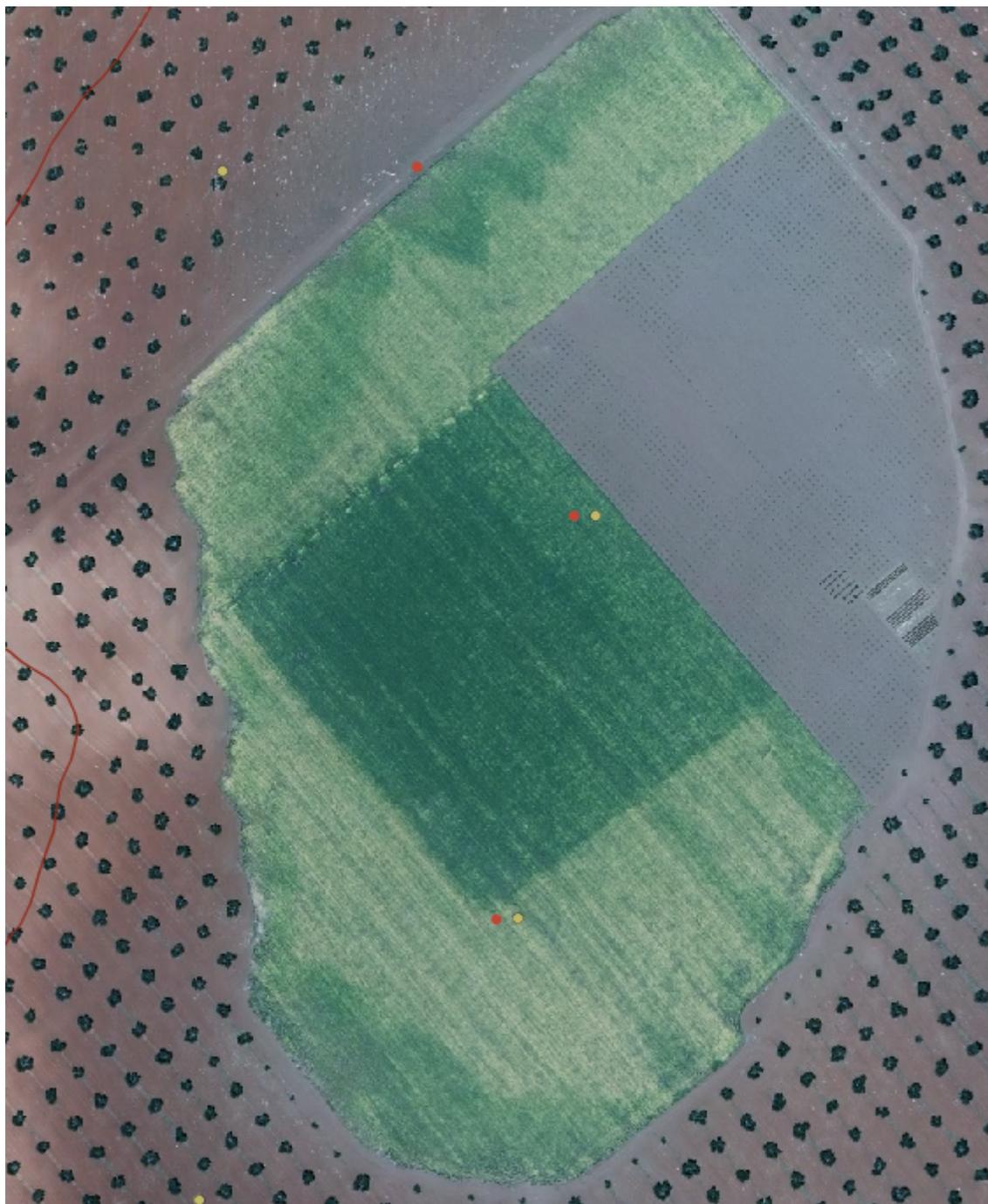


El emplazamiento de las balsas se afecta a dos subcuencas, la subcuenca del Guadajira y la del Harnina al sur, sin embargo la cuenca del Harnina, sin embargo el arroyo Harnina desemboca en el Guadajira.

Al oeste de la ubicación de las balsas se encuentran dos lagunas naturales una a unos 600 metros y otra a 1000m.

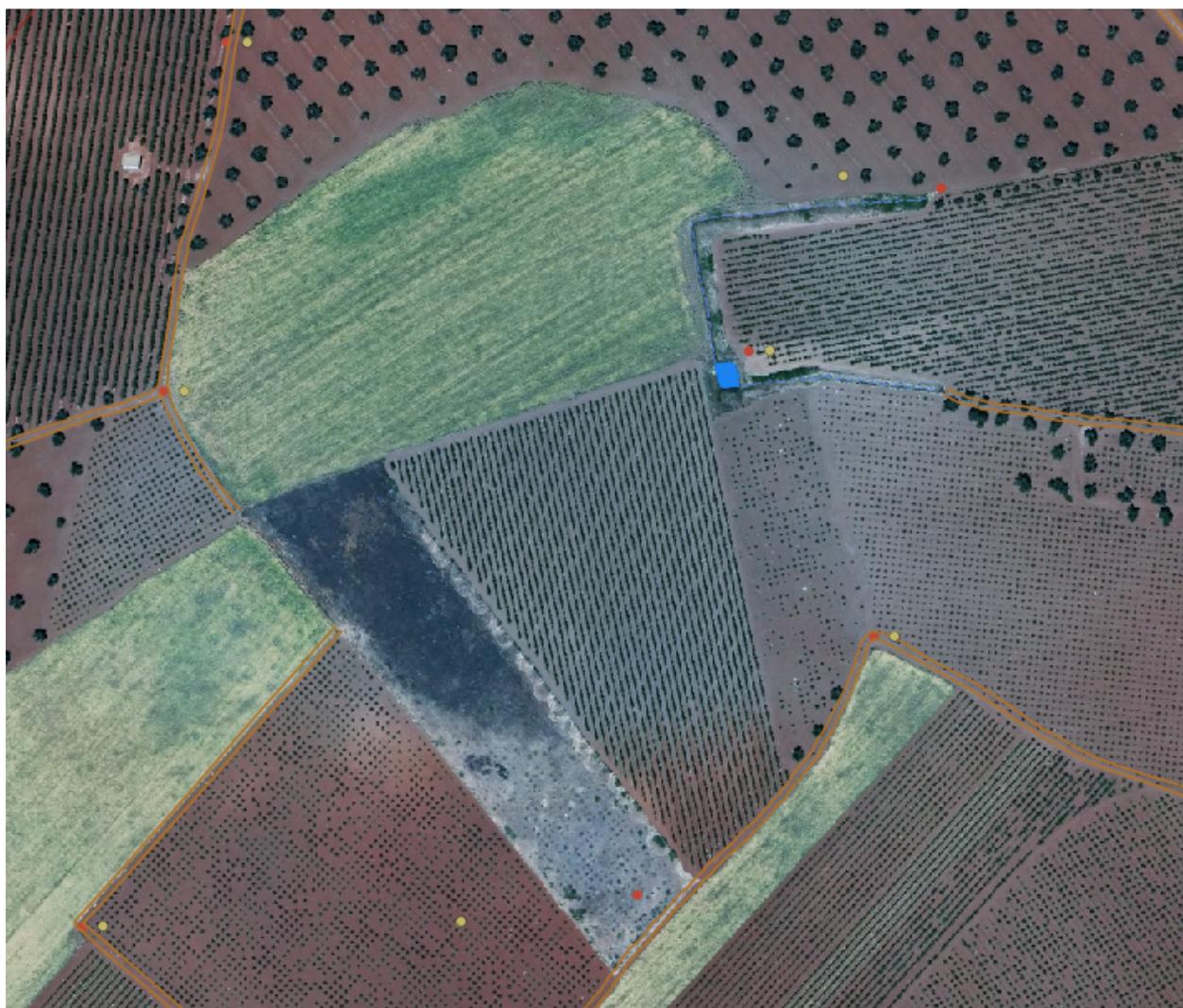
Dichas lagunas no se encuentran naturalizadas, si no que están siendo cultivadas en la actualidad.





La mayor de todas de unas 9 has es cultivada de cereal en su mayor parte y de viñas en la parte noreste.

No se prevén afecciones sobre las mismas.



La menor de unas 6 has es cultivada de pastos y viñedos.

9 GEOLOGIA

9.1 GEOLOGÍA REGIONAL.

A grandes rasgos, los materiales que afloran en el territorio extremeño (Mapa de Síntesis Geológica) son los siguientes:

1. **Rocas Ígneas:** Destacan las rocas graníticas (Sistema Central y Zona Centro de Extremadura). Intrusiones.
2. **Materiales Precámbricos:** Afloran en ambas zonas, potente serie detrítica conocida como Complejo Esquisto - Grauváquico (C.E.G.), alternancia de pizarras y esquistos con intercalaciones conglomeráticas de variables potencias y dimensiones.
3. **Materiales Paleozoicos:** Alternancia de cuarcitas y pizarras con intercalaciones de areniscas y calizas. Dispuestos en discordancia sobre el CEG ocupan estrechos sinclinales de dirección general ONO-ESE. Sinclinal de Cañaveral, San Pedro, Cáceres, Villuercas - Los Ibores. Su característica más notable es la profusión de tramos cuarcíticos así como los frecuentes cambios laterales de facies.
4. **Materiales Terciarios-Cuaternarios:** o de cobertera. Rellenan las depresiones y fosas tectónicas de los principales cursos fluviales (Tajo, Gadiana) Son de origen detrítico y con litologías variadas. Se presentan depósitos de abanicos aluviales, rañas, coluviones, terrazas y depósitos aluviales.

Podemos citar la como UNIDADES GEOAMBIENTALES de la zona de estudio en el marco de Extremadura como las siguientes:

- I. Sistema Central.
 - II. Sierras.
 - III. Penillanura.
 - IV. Cuencas sedimentarias.
- I. Sistema Central: es la zona de mayor relieve de la región. Substrato ígneo y CEG. Las subunidades son:

- Sierra de Gredos-La Vera
- Valle del Jerte
- Depresión del Ambroz-Alagón
- Hurdes
- Sierra de Gata

II. Sierras: Caracterizada por una morfología uniforme de sierras alineadas en dirección ONO-ESE y formadas por materiales paleozoicos (cuarcitas y pizarras) que afloran en sinclinatorios conformando el denominado relieve apalachiano. Las subunidades son:

- **Montes de Toledo**
 - La Siberia-Los Montes
 - Villuercas-Los Ibores
 - Sierra de San Pedro
 - Cañaveral
- **Sistemas Centrales de Badajoz**
- **Sierra Morena**

III. Penillanura: relieve suave y alomado con vaguadas redondeadas desarrolladas sobre materiales precámbricos. Se distinguen 3 subunidades:

- La Serena
- Penillanura Trujillo-Cacereña
- La Campiña

IV. Cuencas sedimentarias: relieve llano sobre los materiales más recientes (Terciario-Cuaternario).

- Alagón

- o Tiétar
- o Vegas del Guadiana
- o Tierra de Barros

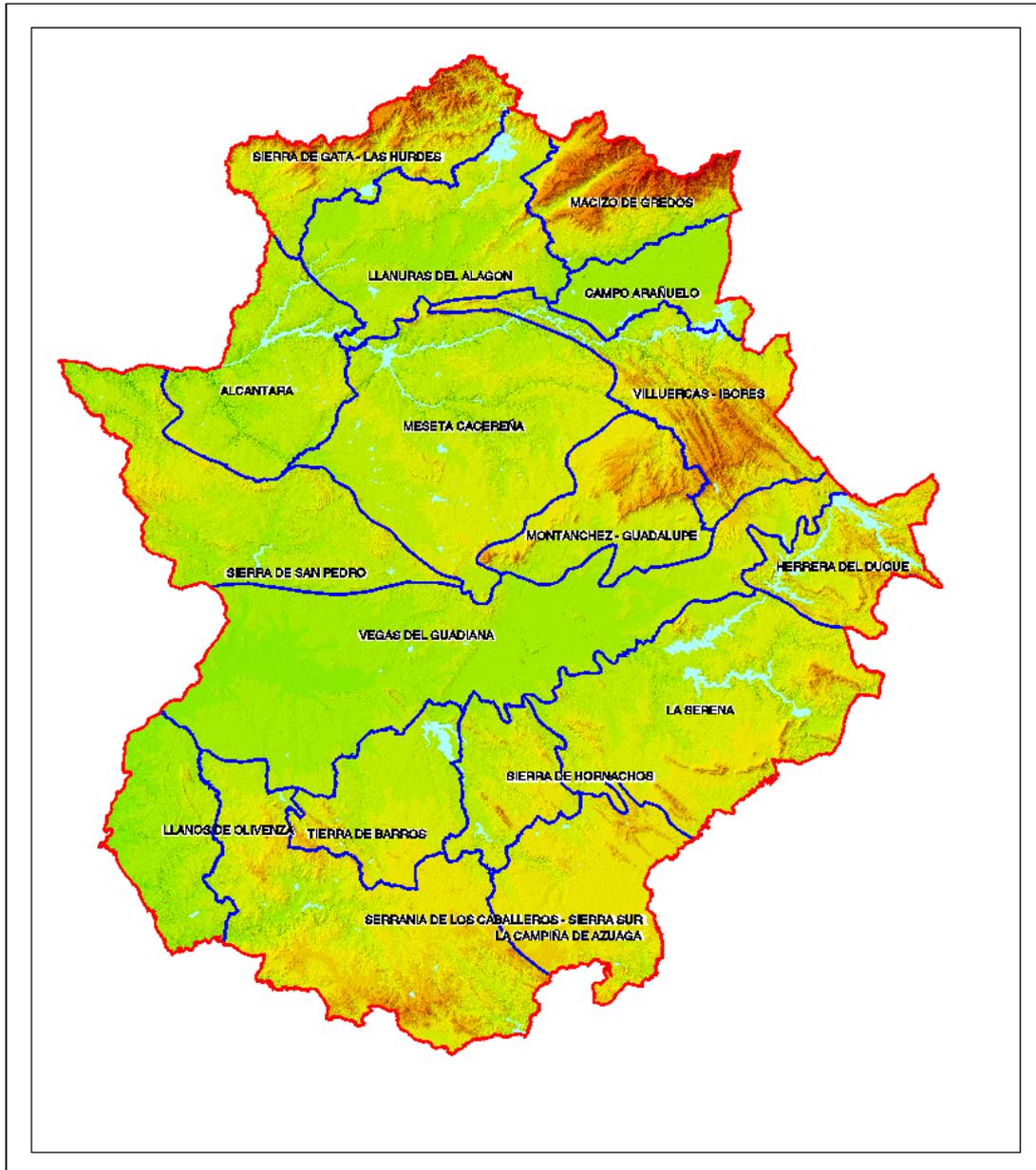


Ilustración 1.-MAPA DE COMARCAS GEOMORFOLOGICAS.

9.2 GEOLOGÍA LOCAL.

9.2.1 Introducción:

En el contexto geológico la parcela afectada pertenece al dominio de Ossa – Morena, según la división del Macizo Hespérico realizada por LOTZE en 1945, en la división que realiza BARD en 1969 en el SW de la península, lo situamos en la Zona 1, a la que denomina Anticlinorio Badajoz–Almendralejo-Azuaga.

Dentro de este anticlinorio la perforación afecta a la Formación Terciario Continental y a la Formación Metamórfica Precámbrica.

9.2.2 Formación Terciaria:

Las formaciones atribuidas a esta edad constituyen los materiales de relleno de la Cuenca del Guadiana.

Son un conjunto de sedimentos de carácter continental que se apoyan discordantemente sobre el zócalo metamórfico precámbrico. La edad de estos materiales continua siendo imprecisa. De cualquier manera, el estudio de esta asociación fósil permite asegurar que se trata de formas terciarias evolucionadas, seguramente neógenas.

En la Formación Terciaria Continental se distinguen a su vez dos formaciones claramente diferenciadas, la Formación Terciaria Miocena y la Formación Terciaria Pliocena, sin embargo esta última puede ser considerada como Formación Pliocuaternaria, no obstante al no ser observada en todo el entorno y carecer de significación hidrogeológica en el presente estudio no será tratada en esta memoria.

Dentro de los materiales atribuidos a la Formación Terciaria Miocena en la zona de estudio se localizan materiales que pertenecen a una única unidad estratigráfica y esta es la conocida como Unidad Miocena Superior.

Dentro de la misma se distinguen tres tramos: Tramo basal, tramo intermedio y tramo superior. De estos tres tramos tan sólo es claramente observable en las cercanías de la zona de prospección afloramientos del tramo intermedio. No obstante debido a las relaciones

genéticas de los tres tramos vamos a analizar geológicamente cada uno de los tramos en cuestión.

a.- Tramo basal:

Se han podido diferenciar de muro a techo los siguientes términos:

a.1.- Conglomerado Basal: Se trata de un paraconglomerado con cantos de hasta 15 cm., el tamaño medio es de 2 a 5 cm., predominantemente de cuarcita, con fragmentos de roca que flotan en una matriz arcillosa parcial o totalmente sustituida por carbonatos. Se observan además cementos carbonatados de origen freático. Se interpreta como depósitos de tipo flujo de derrubios (debris flow) en áreas muy proximales de un abanico aluvial.

a.2.- Caliza detrítica: Se trata de un seno calizo con cantos angulosas, generalmente de cuarzo, de 0,1 a 0,3 cm. de diámetro. En lámina delgada se observan los cantos dispersos en una matriz lutítica parcial o totalmente sustituida por carbonatos, se interpreta como un flujo de barro (mud flow) cuya matriz arcillosa ha sido epigenizada por carbonatos.

Ambos términos parecen constituir una secuencia granodecreciente muy carbonatada por procesos edáficos. Aparecen discordantes sobre el sustrato preterciario.

b.- Tramo Intermedio:

Está constituido por un conjunto de sedimentos, de carácter netamente fluvial, que apoyan discordantemente sobre el tramo basal de la Unidad Superior.

Se han diferenciado dos facies: Facies Badajoz y Facies Almendralejo, de las cuales el sondeo afectará a la primera de las mencionadas.

* Facies Almendralejo:

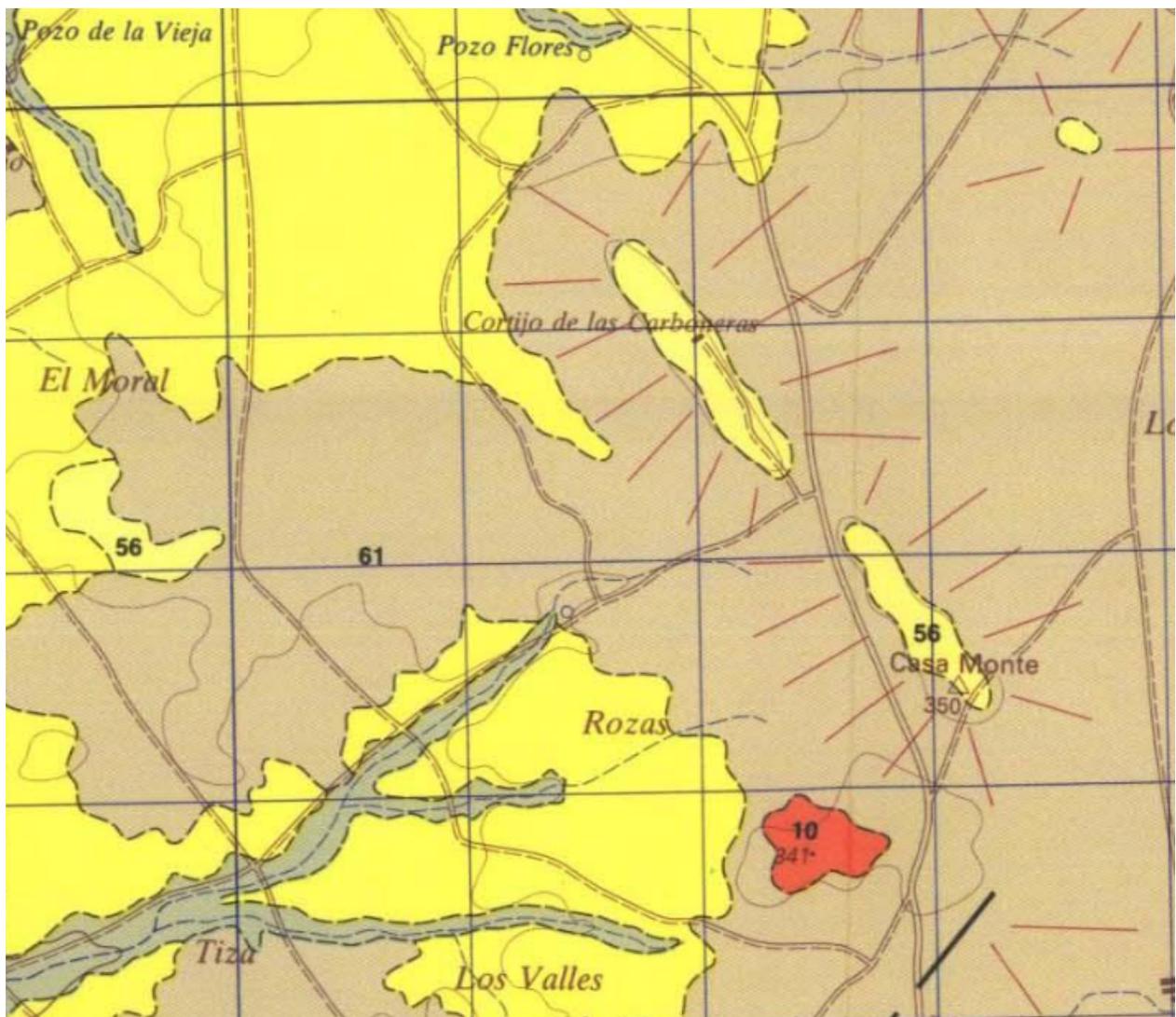
La presente facies está constituida por un conjunto de conglomerados, arcosas y grauwackas de color amarillento. Los depósitos correspondientes a la presente facies se disponen en niveles separados por superficies erosivas de gran escala y morfología canalizada.

Estos canales tienen una anchura de 1 a 5 metros y una potencia máxima de unos 2 a 3 metros.

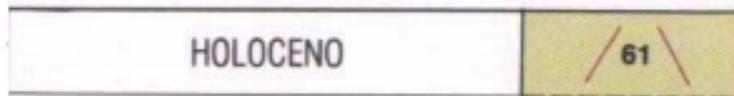
Tanto el ordenamiento de los niveles como la megasecuencia general es granocreciente. Dentro de los canales la estructura dominante es la estratificación cruzada en surco de mediana y gran escala. Existen también estructuras de estratificación y laminación cruzada debidas a corrientes y a crecimiento de ripples.

En los materiales más finos, atribuidos a ambientes de llanura de inundación, existen evidencias de exposición subaérea continuada que se manifiesta en la repetición de horizontes con rasgos edáficos.

Estos depósitos se interpretan como pertenecientes a un sistema de abanicos aluviales con canales de morfología trenzada.

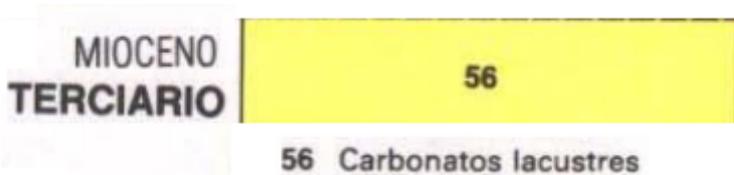


61 Arenas y arcillas, localmente con cantos (detríticos de vertiente y/o eluviales)



9.2.3 Depósitos recientes (61, 62 y 63)

Representados por los aluviales, coluviales y detríticos de vertiente en general. Todos ellos del Holoceno. En cartografía se han diferenciado como aluviones los depósitos de fondo de valle de ríos y arroyos cuya corriente adquiere cierta importancia, pudiéndose separar éstos de los aportes laterales por gravedad. Sin embargo, en la mayor parte de la Hoja, con una topografía plana y una red de drenaje incipiente, esta diferenciación no ha sido posible, agrupándose como detríticos de vertiente al conjunto de aluviones, coluviones y a una delgada capa edafizada y homogenizada por procesos de cultivo. Por último, se han diferenciado como coluviones a los depósitos de cantos angulosos de cuarcita que circundan los relieves hercínicos de la Hoja y que constituyen verdaderos piedemontes.



9.2.4 Tramo superior. Carbonatos lacustres (56)

La facies Almendralejo culmina con un nivel de carbonato de 1 a 2 m de potencia. En el caso más típico, la unidad presenta tres niveles. (fig. 4), de muro a techo:

1. Nivel de carbonatación basal.
2. Nivel de carbonatos pulverulentos.
3. Nivel de carbonatos laminares.

El nivel basal está constituido por una carbonatación desarrollada sobre los materiales infrayacentes, que se manifiesta mediante la digestión de la matriz arcillosa de las arcosas por carbonatos y por el relleno de carbonatos de las discontinuidades de estos materiales. Estos procesos de carbonatación tienen un alcance en profundidad de 1.5 a 2m.

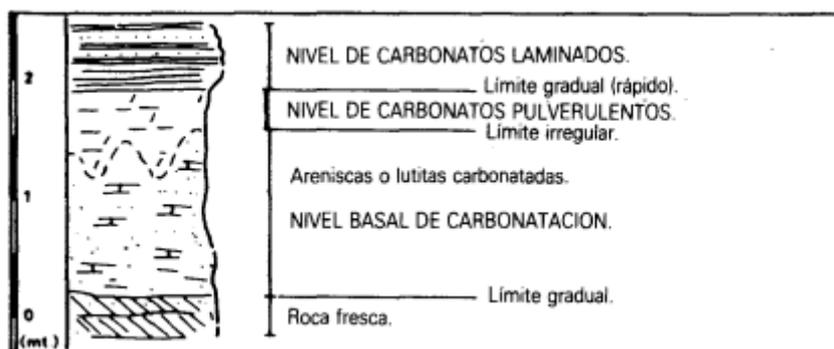


Fig. 4. Perfil característico del tramo carbonatado superior.

Sobre las arcosas y lutitas carbonatadas se produce un depósito de carbonatos pulverulentos masivos de hasta 1 m de potencia. Los carbonatos laminares presentan una alternancia de niveles centimétricos laminados con crenulación y otros intraclásticos. Los niveles laminados muestran a su vez, alternancia de láminas milimétricas oscuras, más densas y claras. A lámina delgada se distinguen los mismos niveles con las siguientes características microtexturales:

a) Niveles laminares: Muestran una alternancia milimétrica a submilimétrica de láminas oscuras micríticas densas y láminas claras micríticas con crenulación irregular. Las primeras contienen abundante materia orgánica distribuida en grumos. Aparecen estructuras (en ocasiones paralelas a la laminación) formadas por una traza micrítica oscura de 4 mm de diámetro, en medio de una incrustación microesparítica clara de espesor similar. Incluye secciones de charáceas, generalmente de talos que por su mala conservación pueden pasar desapercibidos. Pueden apreciarse estructuras prismáticas monocristalinas que incluyen una traza oscura, y presentan semejanzas con prismas de *Microcodium* (*Microcodium b*, de ESTEBAN 1974). Existen de forma dispersa peloides y ooides (0,08-0,2 mm), así como cuarzo tamaño limo. A techo de uno de los niveles laminados, la alternancia de láminas claras y oscuras se encuentra fuertemente bioturbada, observándose secciones circulares (0,06 mm), ovoidales (0,08-0,200 mm) y con formas enterolíticas (0,300-0,600 mm).

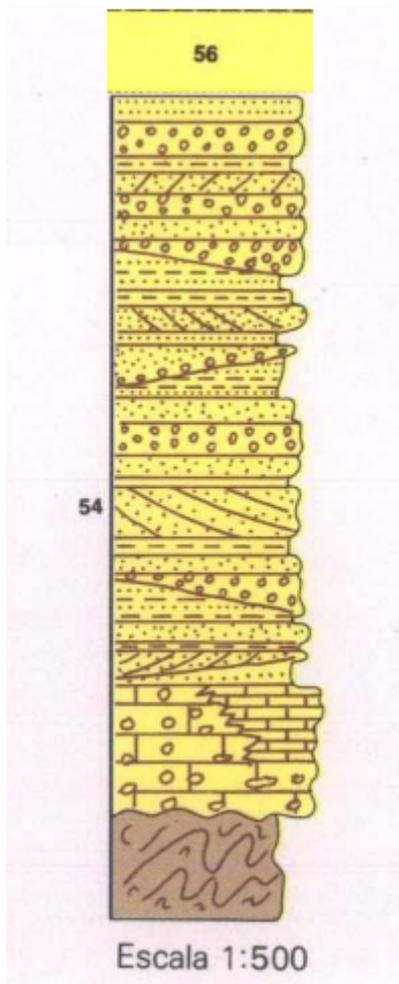
b) Niveles intramicríticos (en ocasiones oomicríticos). Están constituidos por ooides (0,150-0,700 mm) intraclastos (0,1 -1 mm), peloides (0,08-0,1 mm) y, en cantidad inferior al 4 %, cristales de cuarzo tamaño arena muy fina que pueden servir de núcleo a los ooides. En algunos de los ooides la envuelta muestra una alternancia de láminas claras y oscuras semejante a la de los niveles laminares. Se observan también secciones de caráceas (girogonitos), estructuras prismáticas de calcita con una traza oscura longitudinal (semejantes

a prismas de *Microcodium*) y, en uno de los niveles, cristales lenticulares romos de calcita que recuerdan pseudomorfos de calcita por yeso; se hallan dispersos o en agregados. En conjunto, se atribuyen estos depósitos a un medio lacustre somero con episodios de mayor energía, correspondiente a etapas de mayor influencia externa al lago (niveles intraclásticos) y otros de menor energía (niveles laminados). La sedimentación de los niveles intraclásticos corresponde a etapas de erosión del fondo lacustre, donde el transporte más o menos largo está indicado por el redondeamiento de los intraclastos y la formación de envueltas isopacas (ooides) en torno a núcleos (terrígenos o intraclastos). El origen de la envuelta se relaciona con el rodamiento del núcleo sobre un fondo fangoso. El depósito de los niveles laminados tiene lugar en un momento de menor energía y bajo lámina constante de agua, donde se efectúa una precipitación calcítica inducida biológicamente. Las bioturbaciones en secciones circulares, ovoidales y enterolíticas se relaciona con la parte superior de los niveles laminados. Presentan formas y dimensiones semejantes a las producidas por larvas de insectos dípteros pertenecientes a la familia chironomidae citadas en bibliografía (MONTY 1976, SHAFFER y STAFF 1978, ANADON y ZAMARREÑO 1981, ARMENTEROS 1985). En la mayoría de las especies de este taxón, las larvas desarrollan vida acuática y muchos de ellos toman su alimento directamente del sustrato (SEGUY 1951, OLIVER 1981). La forma enterolítica de las secciones alargadas y su relleno, en ocasiones, por partículas peleitoidales reproducen la morfología y los desechos de la actividad metabólica del organismo. Al conjunto de estos depósitos se les atribuye una edad Mioceno terminal.

9.2.5 Columna estratigráfica en la superficie de las balsas.

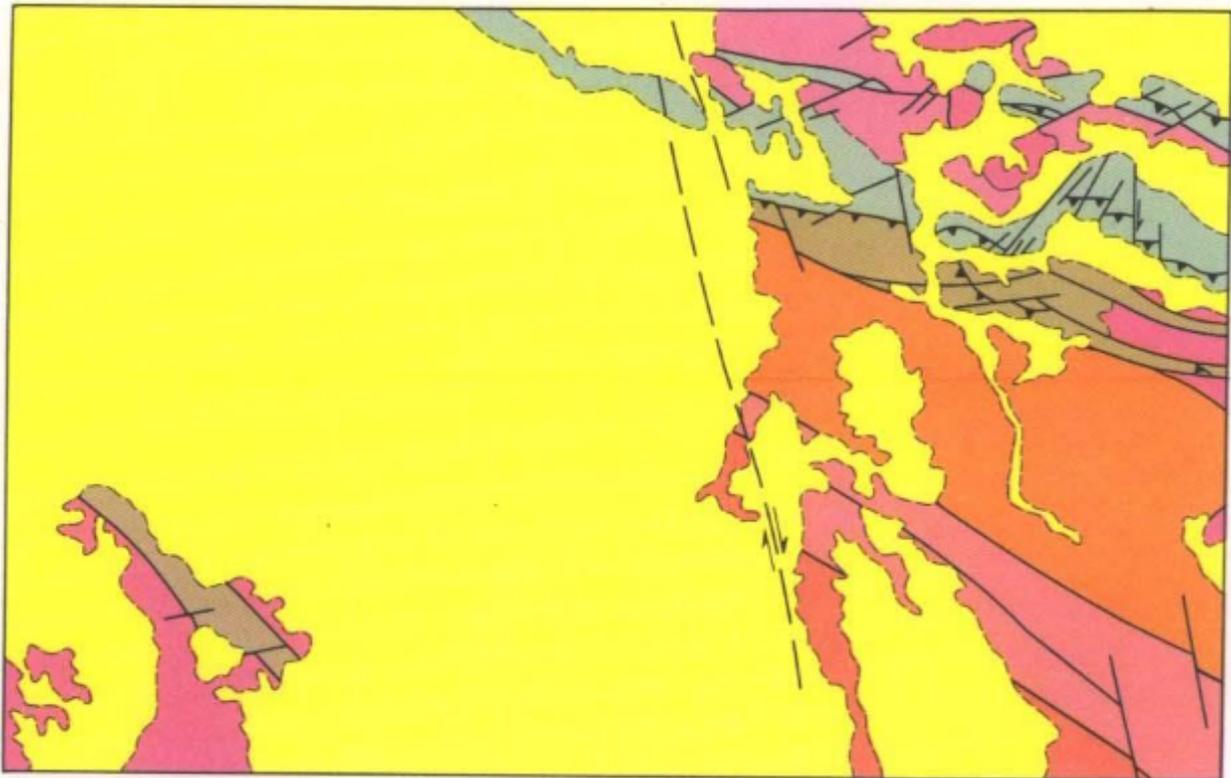
Los materiales aflorantes son Carbonatos lacustres, la potencia de estos materiales suele oscilar entre 1 y 2 metros, sin embargo al encontrarnos en una elevación natural y observando el afloramiento en distintos puntos con cotas diferente y habiendo realizado catas estimamos que la potencia pueda llegar a 4 metros de profundidad en los puntos más altos de la finca.

Bajo esta capa de carbonatos se supone que continúa la Facies Almendralejo (54) arcosas areniscas y microconglomerados con una potencia superior a 50 metros.



9.3 TECTÓNICA.

ESQUEMA TECTONICO



Escala 1:250.000

TERCIARIO Y/O CUATERNARIO
 Gravas, arenas, limos y costras

ROCAS IGNEAS INDIFERENCIADAS
 Gabros, dioritas, ortoneis

DOMINIO DE VALENCIA DE LAS TORRES-CERRO MURIANO
 Grupo Sierra Albarrana
 Grupo Córdoba-Fuenteobejuna

DOMINIO OBEJO-VALESEQUILLO-PUEBLA DE LA REINA. UNIDAD DE ALANJE
 Paleozoico indiferenciado
 Precámbrico indiferenciado

UNIDAD DEL VALLE
 Precámbrico y paleozoico indiferenciado

UNIDAD DE PUEBLA DE LA REINA
 Paleozoico indiferenciado
 Precámbrico indiferenciado

La zona en cuestión ha sufrido una serie de procesos complejos, relacionados con una o varias etapas orogénicas; hay datos evidentes de una orogenia precámbrica, y otra del Paleozoico superior (Hercínica); la importancia y magnitud de cada una de ellos es un tema, que se discute, y está pendiente de nuevos datos paleontológicos y de edades absolutas.

A continuación se indicará el grado de evolución alcanzado por cada uno de los materiales que integran los distintos dominios, sin entrar en discusión respecto a la correlación de las

fases observadas en uno y otro; también se hará una descripción de las estructuras más representativas de la Hoja, y de los principales sistemas de fractura.

Los materiales integrados en este dominio, han sufrido una serie de procesos dinamotérmicos que contrastan con los del resto de la zona.

Estos materiales afloran en el borde meridional de la Hoja y muestran los efectos de un primer metamorfismo de carácter regional en el que se alcanzan condiciones de alto grado (ver capítulo de Petrología) y otra fase posterior eminentemente dinámica, que se relaciona con una serie de procesos retrometamórficos en condiciones de bajo grado.

La superficie más penetrativa visible en estos materiales es la esquistosidad de flujo milonítico, la cual enmascara cualquier proceso anterior solo visible a escala microscópica.

El flujo milonítico se relaciona con una fase dinámica ligada posiblemente a grandes desplazamientos, ya una tectónica tangencial durante la cual se produjo el acercamiento de los dos grupos de rocas que integran este dominio.

En las zonas marginales de la cuenca, en las que el encajamiento de los arroyos deja al descubierto el contacto basal entre el Terciario y las rocas del zócalo, existen buenos ejemplos de la actividad de estos sistemas de fracturas.

En particular en los cauces del arroyo Harnina, al Oeste de Almendralejo, y el del Bonhabal y Valdemedel al Este de dicha población. Los últimos movimientos se producen con posterioridad a la colmatación de la cuenca miocena, ya que las fracturas afectan a la superficie arrasada del zócalo (S₁) correspondiente al enrase de la superficie de colmatación de la cuenca miocena.

Los saltos observados en la vertical son, como máximo, de 40 a 50 metros. Las superficies de erosión o depósito posteriores a la colmatación de la cuenca miocena y superficie de acumulación de la raña) no presentan ninguna deformación. Se deduce, pues, que la cuenca se ha mantenido tectónicamente inactiva desde el Plioceno.

10 HIDROGEOLOGÍA.

En lo que se refiere a la hidrología superficial mencionar que la zona está condicionada por la existencia de dos cauces fluviales que actúan como limitantes al norte y sur de la zona de estudio.

Al norte de la zona de estudio a unos 800 metros se encuentra el nacimiento del Arroyo El Cañito que circula hacia el oeste hasta interceptar al Río Guadajira.

Y en la zona sur a unos 600 metros se encuentra el nacimiento de un arroyo innominado que circula hacia el oeste actuando de afluente para el Arroyo Harnina.

La morfología de la red fluvial en el ámbito local es dendriforme arborescente

Los únicos materiales susceptibles de ser un acuífero de importancia son los materiales de la facies Almendralejo.

Los conglomerados, microconglomerados y areniscas de la Facies Almendralejo constituyen potencialmente un buen acuífero, ya que se presentan suficiente extensión, poseen buena permeabilidad y se desarrollan sobre un sustrato de carácter impermeable prácticamente en su totalidad, deducida la columna estratigráfica del punto 9 Geología entendemos que la capa inferior sobre la que se asientan los carbonatos lacustres se trata de la Facies Almendralejo.

Las explotaciones de aguas subterráneas son muy abundantes generando un descenso de los niveles piezométricos por la explotación para riego.

Lo expuesto anteriormente es válido también para la facies Badajoz, si bien hay que tener en cuenta que en ella dominan más los sedimentos arcillosos que en la Facies Almendralejo.

No obstante, y como dato general, cabe señalar que los tramos más arenosos se localizan hacia la base de la serie por lo que se recomienda enfocar las posibles captaciones hacia ellos.

10.1 MARCO HIDROGEOLÓGICO.

Un acuífero es un depósito de agua subterránea, agua almacenada en la porosidad de las rocas almacén. Las características y potencialidad de los acuíferos dependen de sus dimensiones, de su forma, y de la permeabilidad de los materiales que los forman; por lo tanto

los materiales y la tectónica de la zona nos marca el comportamiento hidráulico del acuífero posible acuífero que pudiera existir en el área de investigación.

Por todo esto se precisa de un previo análisis hidrogeológico de los materiales donde se podrían encontrar ubicados los acuíferos que aquí nos ocupan. En este apartado lo que se pretende es aportar una serie de datos acerca del comportamiento hidrogeológico de los diferentes materiales que nos podemos encontrar en el área de estudio.

Para que este análisis sea completo se detallan a continuación el comportamiento hidrogeológico de las diversas formaciones que se pudiesen ver afectadas.

Desde este punto de vista, la Hoja presenta dos áreas perfectamente diferenciadas, el substrato por una parte, y la cobertera terciario-cuaternaria por otra. Los materiales del substrato son rocas por lo general impermeables, y por tanto poco aptas para su explotación hidrogeológica. Una excepción lo constituyen, los afloramientos de rocas competentes (fundamentalmente cuarcitas) las cuales desarrollan una porosidad secundaria en zonas de fractura; un dispositivo de este tipo es el que da lugar al manantial termal de Alange, y a una serie de pequeñas fuentes (como la fuente de la Jarilla, fuente de la Sierra, etc.) que bordean las sierras cuarcíticas.

"En un estudio hidrogeológico, realizado por el IGME para abastecer de agua a la localidad de Zarza de Alange, se realizó un sondeo en una zona fracturada de la cuarcita armoricana, obteniéndose caudales del orden de 12 litros/segundo. Dicho sondeo se localiza en el más septentrional de los afloramientos cuarcíticos, en las proximidades de su intersección con el río Matachel. Mención especial merece el balneario de Alange, que se instala sobre un manantial situado en una fractura que afecta a la cuarcita armoricana y las areniscas ferruginosas del Devónico, y que se localiza en el contacto de estos materiales con los esquistos sericíticos. Las aguas del manantial son aguas poco concentradas (163 mg/l de residuo seco) y de facies magnésica con presencia de gas radón. Este manantial se relaciona con un afloramiento cuarcítico relativamente permeable, y con una estructura compleja (con cabalgamientos y fracturas) que producen una compartimentación del mismo. La recarga es por infiltración de agua de lluvia, y la descarga a través de una serie de manantiales entre las que se destaca el de Alange.

El funcionamiento hidráulico es complejo, y se encuentra ligado a las fracturas que los afectan, y de modo especial a las más profundas, lo que justificaría el carácter termal de las aguas y la presencia de gas radón en las mismas. Las fracturas deben conservar una cierta

actividad de forma que las aguas que han alcanzado en profundidad su carácter termal, ascenderían rápidamente a la superficie, justificándose así el bajo contenido en sales. El carácter termal adquirido por las aguas puede deberse a reacciones exotérmicas naturales de fisión nuclear, de los elementos radiactivos presentes en las rocas, y podría ser origen también de las emanaciones de gas radón. En los materiales de la cobertera Neógeno-Cuaternaria es de des-tacar el carácter acuífero de las Facies Almendralejo.

Estos materiales por sus características litológicas y la morfología de la unidad, confinada sobre los materiales impermeables del sustrato preterciario, constituye un buen acuífero de carácter detrítico allí donde la unidad tenga la potencia adecuada

- **Facies Almendralejo:**

Las condiciones de observación son muy limitadas debido al recubrimiento cuaternario que tapiza toda la superficie de investigación. La presente facies está constituida por un conjunto de conglomerados, arcosas y grauwackas de color amarillento.

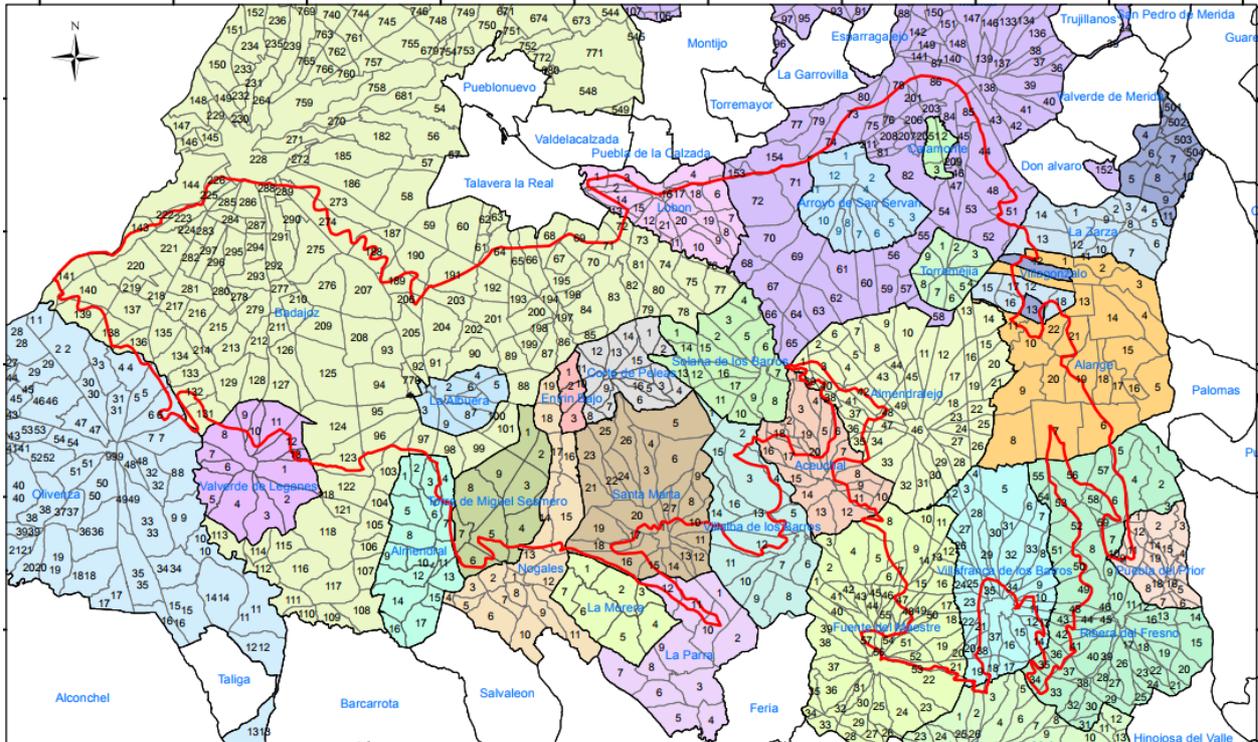
Los depósitos se disponen en niveles separados por superficies erosivas de gran escala y morfología canalizada. Estos canales tienen una anchura de 1 a 5 metros y una potencia máxima de unos 2 a 3 metros.

Los conglomerados, microconglomerados y areniscas de la facies Almendralejo constituyen potencialmente un buen acuífero, ya que presentan suficiente extensión, poseen una buena permeabilidad y se desarrollan sobre un sustrato de carácter impermeable prácticamente en su totalidad.

Los acuíferos al igual que decíamos para el caso del tramo basal están condicionados por la potencia de los senos permeables (conglomerados).

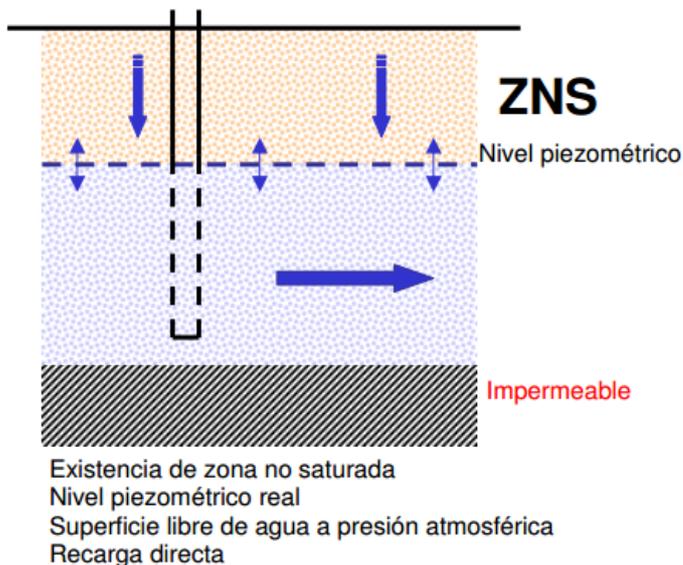
Se trata de un acuífero confinado, donde el acuitardo es la arcilla cuaternaria (el material semipermeable que aparece a techo del tramo intermedio) y el acuicierre es el zócalo precámbrico impermeable; se trata de un acuífero que presenta fácil recarga y escaso coeficiente de almacenamiento, lo cual contribuye a obtener caudales variables

10.2 PRESENCIA DE ACUÍFEROS EN EL ENTORNO Y CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y LITOLÓGICAS DE LOS MISMOS.



Se encuentra dentro de masas de aguas subterráneas, se encuentra en la Masa de Agua nº 41 "Tierra de Barros"

Se trata de un acuífero libre, extenso y formado por materiales sedimentarios.

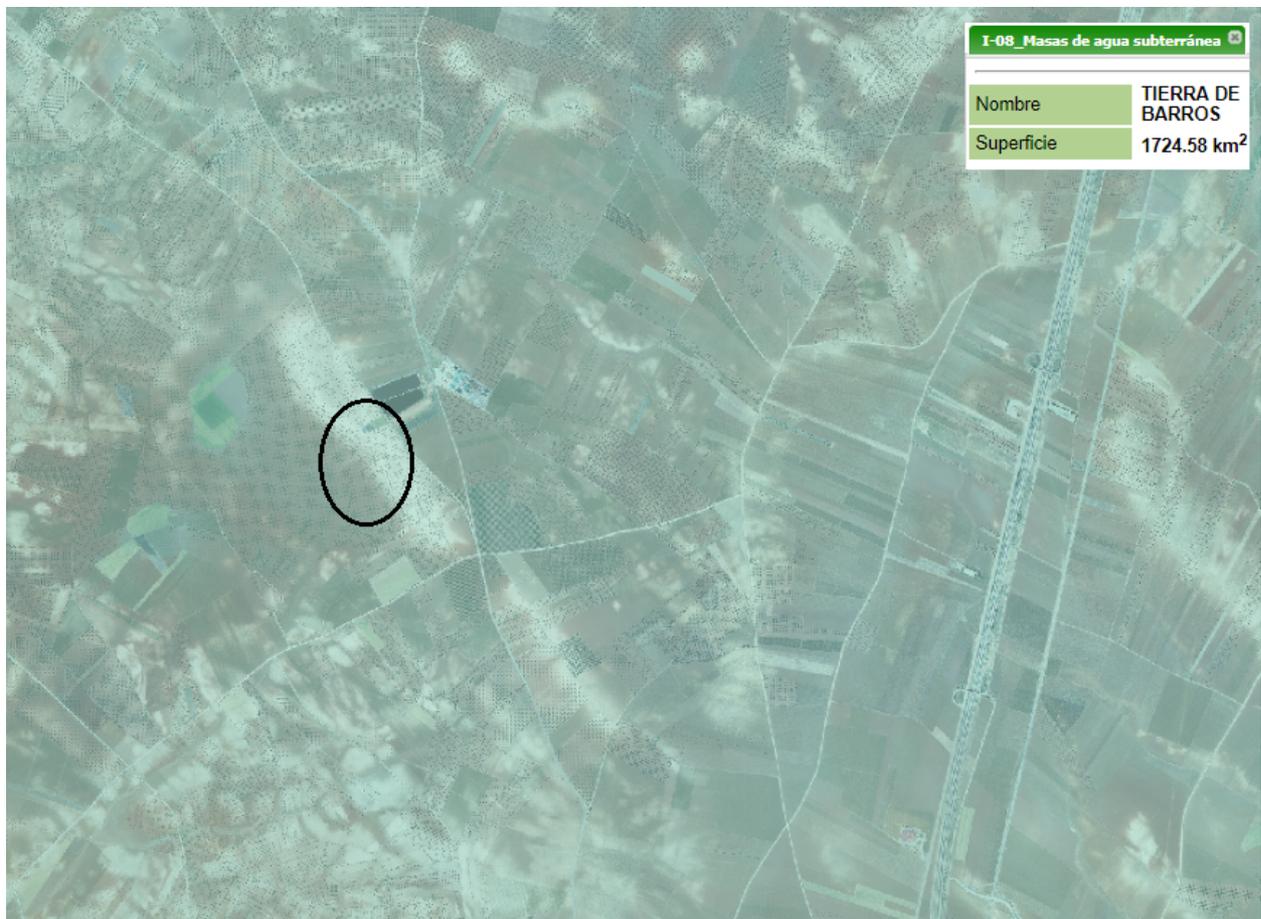


También llamados no confinados o freáticos.

En ellos existe una superficie libre y real del agua encerrada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada.

El nivel freático define el límite de saturación del acuífero libre y coincide con la superficie piezométrica. Su posición no es fija sino que varía en función de las épocas secas o lluviosas.

Si perforamos total o parcialmente la formación acuífera, la superficie obtenida por los niveles de agua.



10.2.1 Tipología de los acuíferos en función de sus características litológicas según el tipo de hueco y según la presión hidrostática.

Según las características litológicas: detríticos

Según el tipo de huecos: poroso

Según la presión hidrostática: libres

10.2.2 Características piezométricas y flujo subterráneo.

La piezometría adquiere cierta estacionalidad, adquiriendo sus mínimos en período estival y comienzos de otoño y sus máximos con época de lluvias.

La abundancia de riegos en el acuífero produce flujos subterráneos desde las zonas de mayor nivel piezométrico hacia las depresiones producidas por los puntos de descarga.

Se ha procedido a medir en un sondeo ubicado en la misma parcela a pie de balsas a tomar muestras del nivel piezométrico que se indican en apartados posteriores.

El sondeo servirá además de para registrar el nivel piezométrico para registrar que no existe contaminación en las aguas subterráneas.

10.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

La masa de agua subterránea 041.017 Tierra de Barros se caracteriza por presentar unas condiciones hidrogeológicas determinadas por depósitos detríticos.

El acuífero está constituido por depósitos detríticos aluviales y no aluviales, Terciarios y Cuaternarios. El régimen hidráulico de este acuífero es predominantemente libre. Presenta una porosidad de tipo intergranular debido a la alta presencia de materiales terrígenos (formaciones aluviales y asociadas) y la permeabilidad predominante es media.

Los materiales Miocenos arcillosos, generalmente presentan muy poca permeabilidad, por lo que pueden actuar como sustrato impermeable de la masa. La masa limita al Norte con la masa 041.015 Vegas Bajas, por medio de un contacto abierto con los materiales aluviales de la misma.

La recarga se produce por infiltración de la precipitación y en menor proporción por los retornos de riego. La descarga se produce hacia la red de drenaje superficial y lateralmente hacia la masa 041.015 Vegas Bajas.

10.3 HIDROGEOLOGÍA LOCAL.

10.3.1 Inventario de pozos, sondeos y manantiales en el entorno próximo con apoyo de datos de campo.

Nos ha sido imposible inventariar exhaustivamente los pozos y sondeos de la zona debido a la reticencia de los propietarios de éstos a permitir el acceso a ellos.

Los datos de inventarios de pozos y sondeos del que disponemos son los siguientes: Nos encontramos con un piezómetro a unos 2.6km al noroeste de la finca objeto de estudio.



Piezometría

datos de 04.10.008

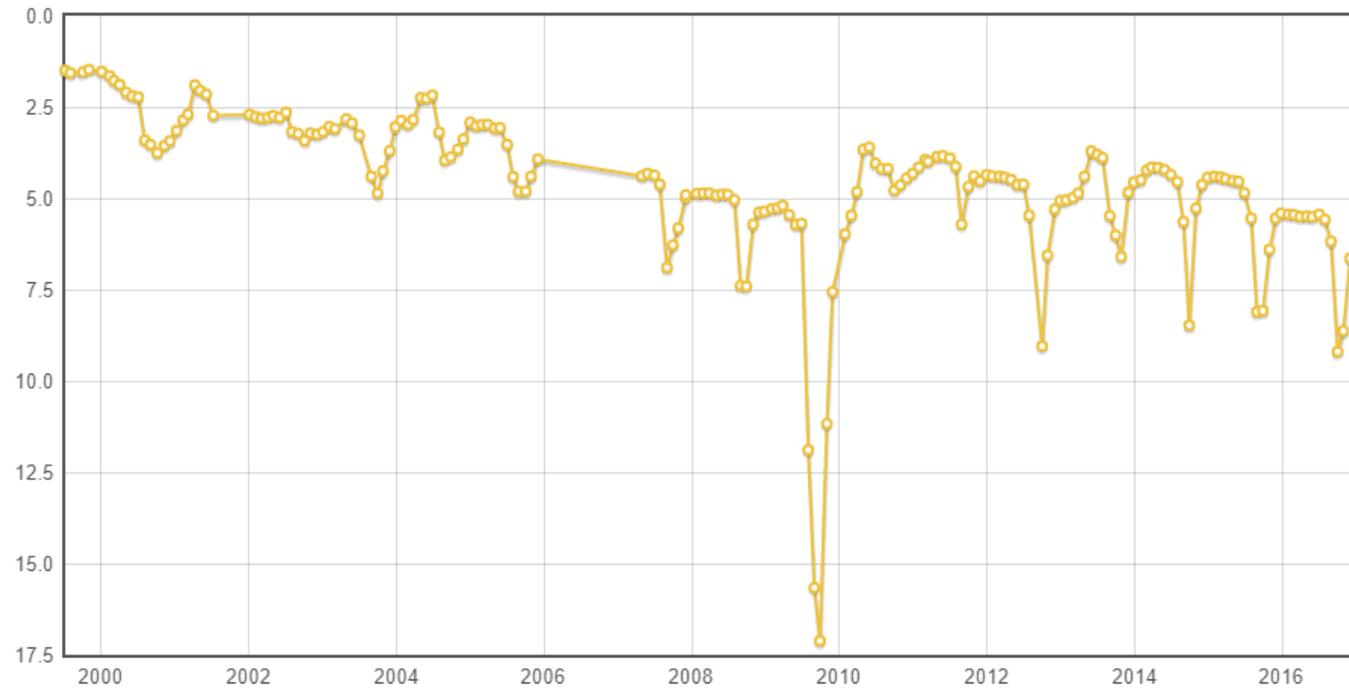
Piezómetro	Ver informe
Cód. Piezómetro	04.10.008
Nombre	S-02
Prof. Obra (m)	
Coord. X (UTM 30)	200.157
Coord. Y (UTM 30)	4.295.908
Cota (msnm)	303,34
Masa de Agua Subterránea	TIERRA DE BARROS
Demarcación Hidrográfica	Guadiana
Provincia	Badajoz
Municipio	Merida
Unidad Hidrogeológica	Tierra de Barros

mantener selección limpiar selección

Niveles del Piezómetro 04.10.008

Cod. Piezómetro	04.10.008
Masa de Agua	TIERRA DE BARROS
Fecha Nivel	07-06-1999
Profundidad obra (m)	
Provincia	Badajoz
Municipio	Merida
Nº Medidas	185

Prof. Nivel (m)



Cerca de la zona se han observado a cierta distancia los siguientes puntos de agua:

- Pozo de las Rozas a unos 900 metros al sur.
- Arroyo Innominado afluente del Harnina a unos 600 m al sur.
- Arroyo El Cañito al norte de la zona de estudio a unos 800 metros se encuentra el nacimiento del Arroyo El Cañito que circula hacia el oeste hasta interceptar al Río Guadajira.

En cuanto a los piezómetros indicados en el plano de arriba se detallan a continuación los niveles de éstos.

10.3.2 Características estructurales y análisis de la fracturación en acuífero.

La estructura es bastante plana compuesta principalmente por sedimentos cuaternarios en forma de lentejones principalmente por los siguientes materiales:

- Arcillas.
- Arcillas arenosas.
- Rañas.
- Arenas limosas.

No existe fracturación ya que la potencia de materiales sedimentarios blandos es de relativa importancia y no se encuentran rocas.

10.3.3 Permeabilidad. Para la determinación de la permeabilidad se pueden utilizar valores tabulados, o mediante ensayos de permeabilidad normalizados.

En principio medimos la permeabilidad mediante la cartografía de permeabilidad y comparándolo con datos tabulados.



Tabla 4.4. Grado de permeabilidad del suelo (Whitlow, 1994).

Grado de permeabilidad	Conductividad hidráulica cm/s
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	10^{-1} a 10^{-3}
Baja	10^{-3} a 10^{-5}
Muy baja	10^{-5} a 10^{-7}
Practicamente impermeable	menor de 10^{-7}

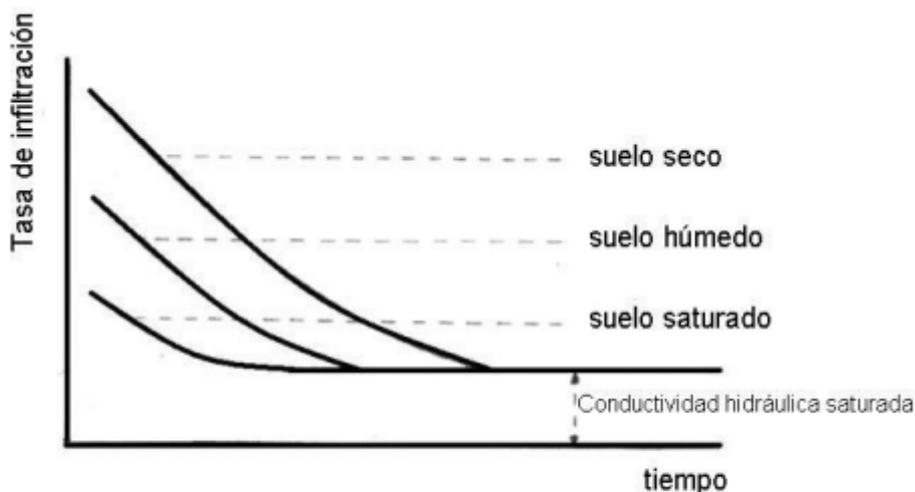
Según los mapas de permeabilidad se sitúa entre media y elevada, por lo tanto adoptaremos 10-2 cm/s como valor de conductividad hidráulica según la tabla de Whitlow.

10.3.4 Ensayo de permeabilidad mediante infiltrometro de muntz para caracterización de los parámetros del acuífero bajo el punto de las balsas.

El método consiste en saturar una porción de suelo limitada por dos anillos concéntricos para a continuación medir la variación del nivel del agua en el cilindro interior.

Aunque es muy posible que al inicio de la experiencia el suelo esté seco o parcialmente húmedo y por lo tanto en condiciones de no saturación, los valores inicialmente muy elevados irán descendiendo con gran rapidez como consecuencia de la presión ejercida por la columna de agua, mayor cuanto más alta sea ésta.

El tiempo que transcurra hasta alcanzarse las condiciones finales de saturación dependerá de la humedad previa, la textura y la estructura del suelo, el espesor del horizonte por el que discurre el agua, y la altura del agua en el anillo interior.



Evolución de la tasa de infiltración

Lógicamente el tiempo de saturación será menor cuanto:

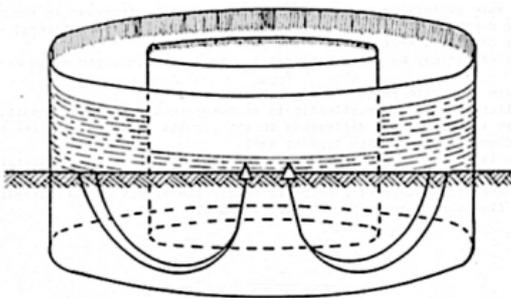
- mayor sea la humedad previa del suelo
- sea el tamaño individual de las partículas de suelo (textura)
- sea la cantidad y estabilidad de los agregados del suelo (estructura)
- sea el espesor del horizonte del suelo por el que circula el agua

- sea la altura de la lámina de agua en el anillo interior

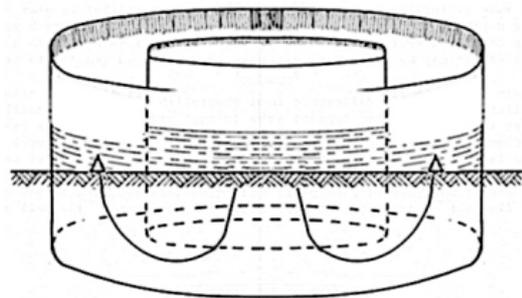
La tasa de infiltración es la velocidad con la que el agua penetra en el suelo a través de su superficie. Normalmente la expresamos en mm/h y su valor máximo coincide con la conductividad hidráulica del suelo saturado.

Ten en cuenta que las tasas de infiltración obtenidas con el método del doble anillo en condiciones de no saturación no son muy fiables y tampoco son indicativas del comportamiento del suelo en condiciones de campo. no es habitual, ni aún siquiera cuando se riega a manta, que sobre la superficie del terreno haya una lámina de agua de varios cm de altura y sólo es así en condiciones excepcionales como las inundaciones o las grandes avenidas de agua.

El método original desarrollado por Munz parte de la idea de que colocados los anillos y obtenida la situación de saturación, la diferencia de nivel del agua (H) en los anillos interior y exterior provoca un flujo de agua que será de entrada hacia el anillo interior si la altura es mayor en el tubo exterior, o de salida si es inferior



el flujo entra hacia el anillo interior



el flujo abandona del anillo interior

Efecto de la diferencia de niveles de agua entre ambos anillos.

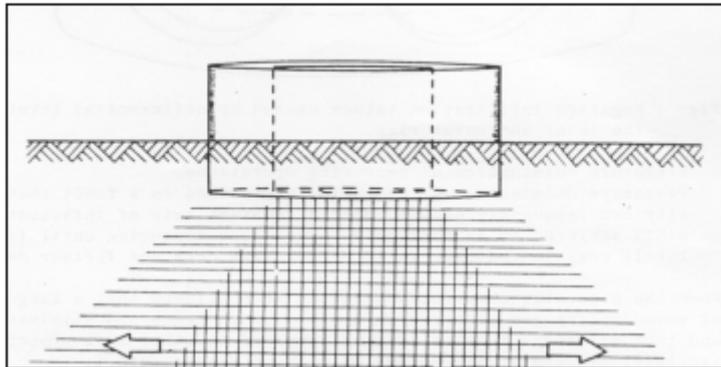
En cualquier caso, además de la componente del flujo de agua QH debida a la diferencia de nivel H entre los dos anillos, el agua abandona ambos cilindros por la superficie del suelo en el que están instalados como consecuencia de su porosidad.

Por tanto, el flujo neto que abandona (o penetra en su caso) el anillo interior es en realidad el resultado de dos componentes: la componente debida a la diferencia de nivel de agua en los anillos, el "leakage"; y la componente debida a la capacidad de absorción del suelo, la infiltración.

El problema radica precisamente en poder aislar para cada condición de H la componente del flujo “leakage” de la componente de infiltración a partir del valor del flujo neto del tubo interior (valor objeto de la medición). Para ello se adopta la hipótesis de que la componente debida a la absorción es constante durante la realización de la experiencia y no resulta afectada por los cambios del nivel del agua en el cilindro interior.

La hipótesis efectivamente es válida si las medidas se realizan en un corto espacio de tiempo y si H se mantiene relativamente pequeño. De otra parte, si $H=0$ entonces el flujo en el tubo interior se debe únicamente a la absorción del suelo, siendo éste precisamente el propósito de la técnica propuesta en esta sección.

El anillo exterior también tiene como función el evitar la infiltración horizontal del agua por debajo del cilindro interior, de tal forma que las medidas se correspondan con seguridad al flujo vertical.



Flujo de agua en el suelo generado por el doble anillo

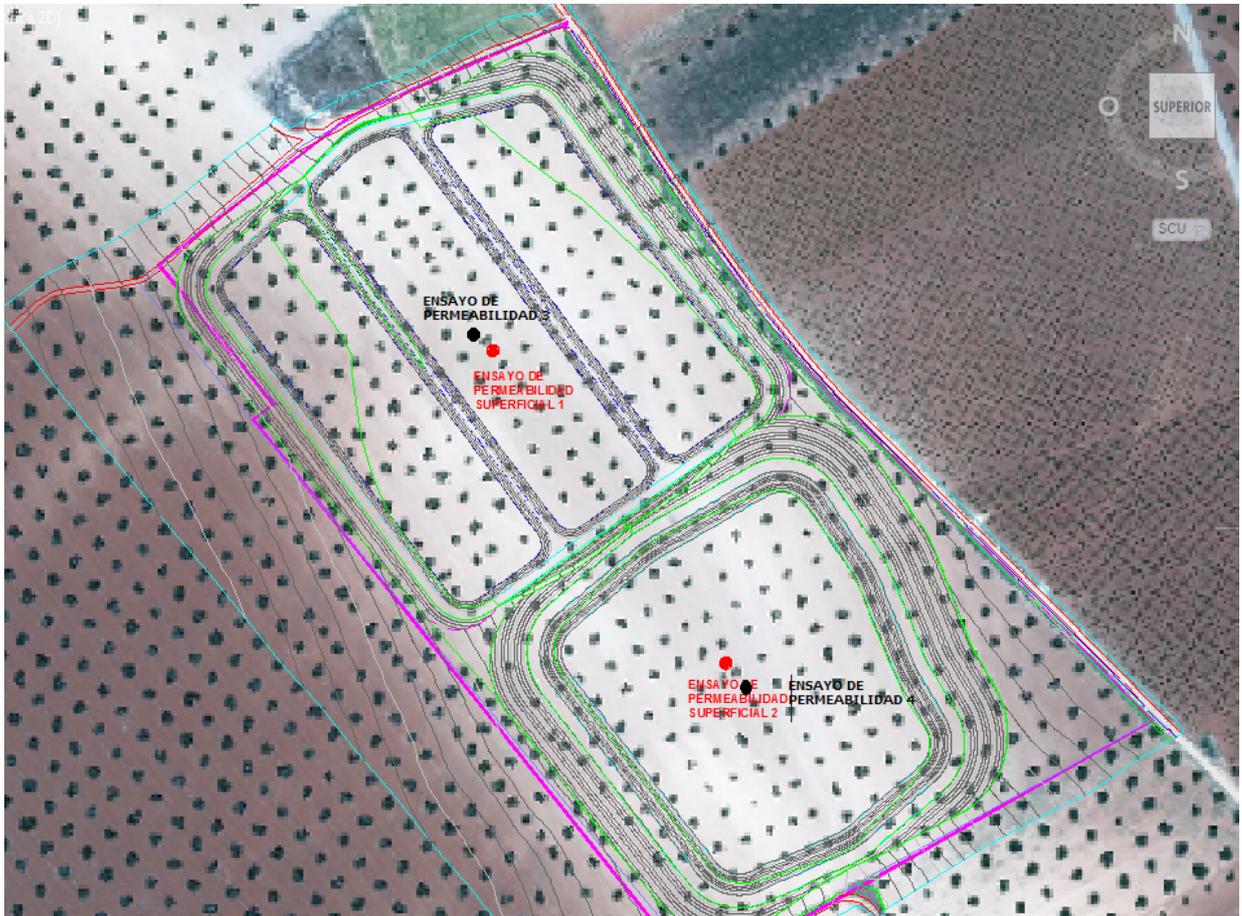
Descripción del dispositivo. Esquema general.

Los anillos utilizados pueden ser de hierro o de acero. Sin embargo, si tenemos en consideración la elevada pedregosidad de los suelos mediterráneos, en la mayoría de las ocasiones no será aconsejable utilizar los cilindros de acero. Aunque si lo piensas un poco seguro que encuentras algunas condiciones (tipo de suelo, técnica de manejo, cubierta vegetal,...) en la que puedes dejar los anillos de hierro en casa.

Los cilindros de hierro (que pesan bastante más y son muy incómodos de llevar hasta lugares muy alejados del coche) son más difíciles de encontrar. Lo más normal es encargarlos a algún herrero de confianza, mientras que los equipamientos convencionales

proporcionados por la mayoría de las casas comerciales son de acero y constan de tres juegos de anillos de diferentes diámetros.

ELECCION DE PUNTOS DE MEDICION



10.3.5 Fotografía de ensayos y zonas.

Vista general del emplazamiento



Vista general del suelo



Lugar de ensayo.



Colocación del primer anillo.



Colocación del segundo anillo.



Colocación del segundo anillo y medidor.



En el modelo de mayor aceptación el equipo consta de tres juegos de 2 anillos cada uno de ellos. Los diámetros de los anillos pequeños son 28, 30 y 32 cm. y los diámetros correspondientes a los anillos externos son 53, 55 y 57 cm.

En nuestro ensayo hemos utilizado 32 cm como anillo pequeño y 57 como anillo externo.

Con este material se pueden realizar simultáneamente hasta tres experiencias en localizaciones próximas de características edáficas similares; de esta forma conseguirás eliminar en mayor medida la influencia de la variabilidad espacial de los suelos que si únicamente realizas una prueba.

Como otros accesorios dispones de tres juegos de flotadores graduados para medir la fluctuación del nivel del agua, un martillo y una cruceta o tapa de conducción de esfuerzos (figura 7). El martillo de goma y la tapa, o cruceta en su caso, se emplean para clavar los dos anillos simultáneamente hasta la misma profundidad.

La tapa está provista de un cabezal que absorbe la fuerza del impacto del martillo al tiempo que distribuye esta homogéneamente por el borde de los dos anillos.

Ensayo 2: Elección del lugar del ensayo.



Colocación del primer anillo.



Colocación del segundo anillo.



Ensayo.



Ensayo 3: Zona de ensayo



Ensayo 3: Zona de ensayo



Ensayo 3: Zona de ensayo



Realización del ensayo.



Zona de Ensayo 4



La bondad de los datos y la fiabilidad de los resultados obtenidos dependen en gran medida de la idoneidad del lugar elegido para su realización y de la conveniencia de la metodología usada. Los aspectos más relevantes a considerar en relación a la ubicación de los anillos son los siguientes:

1.- Se ha buscado una superficie representativa de la zona a estudiar.

2.- Ubicamos los anillos en zonas no compactadas. Los terrenos compactados por vehículos o personas presentan una tasa de infiltración menor que las zonas adyacentes (sobre todo en los suelos de textura fina).

Ten cuidado y evita compactar el suelo con tus propias pisadas, tanto mientras buscas el lugar idóneo como durante la colocación de los anillos.

3.- En los suelos ricos en arcillas expansibles no instales los anillos sobre las grietas de expansión-contracción. Cuando la textura del terreno es fina el tamaño de los poros es muy pequeño y la absorción del agua se ve más afectada por la estructura del suelo que en el caso de los suelos arenosos.

4.- La tasa de infiltración es particular para cada horizonte del suelo, asumiéndose homogénea en todo el espesor del mismo. En suelos con varios horizontes de características diferentes, el paso del frente húmedo ¡¡ Además fíjate si el suelo está húmedo, y si es así, ten cuidado!!

No finalices el ensayo si antes no has alcanzado una tasa de infiltración constante. Estás midiendo la conductividad hidráulica en condiciones de saturación y debes confirmar que todo el horizonte por el que circula el agua lo esté.

5.- Por último cabe señalar que la tasa de infiltración puede sufrir variaciones estacionales como consecuencia de cambios en la composición del agua o en su temperatura, en el crecimiento de la vegetación, etc.

Es muy importante que realices estas tres operaciones sin alterar el suelo. No debes cambiar su porosidad natural. Puesto que los factores determinantes de la capacidad de absorción de los suelos son múltiples y fáciles de modificar es conveniente actuar siguiendo una serie de normas básicas:

1- Colocar los anillos sobre la ubicación elegida comprobando que no queden ni piedras ni raíces bajo el filo de ninguno de los ellos; puedan deformar los aros con facilidad.

2.- Asegurarse de que el cilindro interior esté totalmente centrado en el exterior.

3.- Clavar los cilindros en el suelo a igual profundidad en todo su perímetro, y hacerlo además al mismo tiempo. Los anillos ladeados o que no han sido introducidos de forma homogénea presentan mayor riesgo de sufrir fugas de agua.

Tanto el anillo exterior como el interior deben llegar hasta 10 cm de profundidad (así se evita en mayor medida el drenaje lateral)

4.- Clavados los anillos comenzaremos a llenar cuidadosamente de agua ambos anillos, empezando siempre por el exterior. Resulta muy conveniente “tapizar” el suelo de, al menos, el anillo central con arena gruesa, grava o algún tipo de plástico. De esta forma evitaremos que el impacto directo del agua sobre el suelo desnudo provoque la desagregación de las partículas y el sellado de los poros.

Llenado de anillos y comienzo de lecturas.

5.- Comprobar que no existan fugas de agua provocadas por la presencia de piedras o raicillas. Si has cumplido escrupulosamente el punto 1 esto no te debería pasar pero si hubiera alguna, tápala con el mismo barro de alrededor.

¡RECUERDA! Si el nivel en el anillo exterior es mayor que en cilindro central el agua tenderá a penetrar desde el suelo produciéndose errores de lectura (Figura 3a).

6.- Es aconsejable realizar las medidas a intervalos regulares, ya sea de tiempo o de descenso de la lámina de agua en el interior del cilindro; de este modo es más fácil identificar cuándo la tasa de absorción permanece constante.

7.- Una vez alcanzada la tasa de infiltración constante es aconsejable continuar las medidas hasta tener la absoluta certeza de que el agua está circulando por un mismo horizonte.

8.- Debido a la elevada variabilidad de los suelos y a los posibles errores asociados al método será necesario realizar más de una medida; en cualquier caso, para estar seguros de que todos resultados de las pruebas son correctos deberán contrastarse con otras

propiedades del suelo determinantes del movimiento del agua en el suelo como la textura, la estructura, el contenido en materia orgánica, etc.

Cálculo de la conductividad hidráulica (K)

Con los datos obtenidos Para calcular la conductividad hidráulica del suelo en condiciones de saturación a partir de las medidas obtenidas durante la experiencia elaboraremos una tabla de resultados. Deberás incluir tantas series como nº de veces hayas tenido que rellenar el anillo interior hasta comprobar que la tasa de infiltración se ha estabilizado.

Recuerda que según la ley de Darcy, la velocidad de infiltración del agua en un medio no saturado medido con el infiltrómetro de anillo puede indicarse mediante la siguiente expresión:

$$v = K_1 \frac{\phi + z + h}{z}$$

donde:

v= velocidad de infiltración [LT-1]

K1 = conductividad capilar o permeabilidad insaturada [LT-1]

Φ = fuerza de succión en el frente húmedo [L]

z= distancia al frente húmedo [L]

h= altura de la columna de agua [L]

La influencia de Φ y h en relación a z decrece cuando z y la humedad del suelo se incrementa, llegando un momento en que la velocidad de infiltración permanece cte. En este momento $V_{cte} \approx K$.

Ensayos superficiales, realizados en zonas no compactadas y sin vegetación de importancia.

TABLA DE RESULTADOS. ENSAYO N°1

Medida	Tiempo (min)	Nivel de agua (cm)	mm infiltrados	Tasa de infiltración (mm/h)
1	0	15.7	0	0
2	1	15.6	1	60
3	2	15.5	2	60
4	3	15.3	4	120
5	4	15.2	5	60
6	5	15.1	6	60
7	7.5	14.8	9	72
8	10	14.4	13	96
9	12.5	14.2	15	48
10	15	13.9	18	72
11	17.5	13.7	20	48
12	20	13.4	23	72
13	25	12.9	28	60
14	30	12.4	33	60
15	35	11.8	39	72
16	40	11.3	44	60
17	50	10.5	52	48
18	60	9.7	60	48

TABLA DE RESULTADOS. ENSAYO N°2

Medida	Tiempo (min)	Nivel de agua (cm)	mm infiltrados	Tasa de infiltración (mm/h)
1	0	15.4	0	0
2	1	15	4	240
3	2	14.8	6	120
4	3	14.7	7	60
5	4	14.7	7	0
6	5	14.6	8	60
7	7.5	14.4	10	48
8	10	14.1	13	72
9	12.5	13.9	15	60
10	15	13.7	17	60
11	17.5	13.5	19	60
12	20	13.3	21	60
13	25	13.0	24	36
14	30	12.7	27	36
15	35	12.4	30	36
16	40	12.1	33	36

Podemos concluir que la infiltración es 48 mm/h en el primer ensayo y 36 mm/h en el segundo, por tanto aceptamos un valor medio de 42 mm/hora o 4.2 cm/hora. Lo transformamos a cm/s para compararlo con la tabla de Whitlow 1.17×10^{-3} cm que corresponde a permeabilidad media-baja, dato que concuerda con lo obtenido mediante cartografía.

Mediciones de permeabilidad 1.5 metros por debajo de la superficie. Las catas se realizaron mediante retroexcavadora.

TABLA DE RESULTADOS. ENSAYO N°3

Medida	Tiempo (min)	Nivel de agua (cm)	mm infiltrados	Tasa de infiltración (mm/h)
1	0	17.1	0	0
2	1	16.5	6	360
3	2	16.1	10	240
4	3	15.7	14	240
5	4	15.4	17	180
6	5	15.0	21	240
7	7.5	14.2	29	192
8	10	13.5	36	168
9	12.5	13.0	44	192
10	15	12.2	52	192
11	17.5	11.6	58	144
12	20	11.2	62	96
13	25	10.6	68	72
14	30	10.2	72	48
15	35	9.8	76	48
16	40	9.4	80	48

TABLA DE RESULTADOS. ENSAYO Nº4

Medida	Tiempo (min)	Nivel de agua (cm)	mm infiltrados	Tasa de infiltración (mm/h)
1	0	15.2	0	0
2	1	14.4	8	480
3	2	13.8	14	360
4	3	13.6	20	360
5	4	13.1	25	300
6	5	12.6	30	300
7	7.5	11.6	40	240
8	10	10.9	47	168
9	12.5	10.2	54	168
10	15	9.7	59	120
11	17.5	9.2	63	120
12	20	8.7	68	120
13	25	8.1	74	96
14	30	7.7	78	48
15	35	6.3	82	48
16	40	5.9	86	48

Podemos concluir que la infiltración es 48 mm/h en el primer ensayo y segundo ensayo. Lo transformamos a cm/s para compararlo con la tabla de Whitlow 1.33×10^{-3}

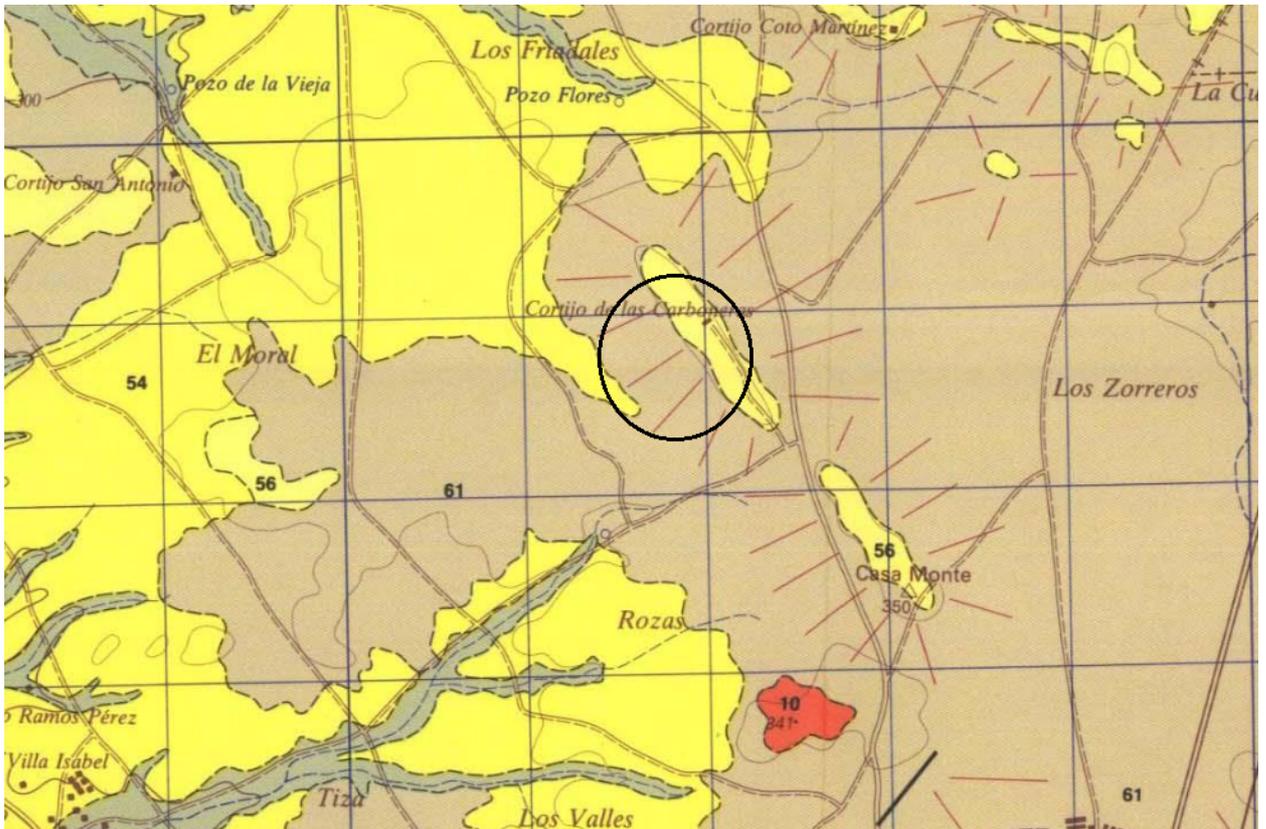
cm/s que corresponde a permeabilidad media-baja, dato que concuerda cualitativamente con lo obtenido mediante cartografía.

Lo situamos en media baja debido a que se trata de 10^{-3} que comparten los dos grados de permeabilidad de la siguiente tabla (media y baja).

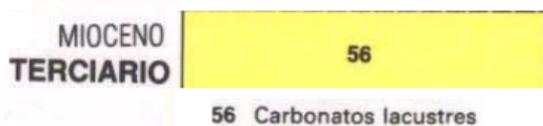
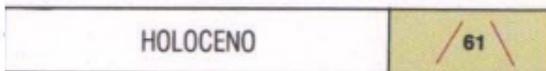
Tabla 4.4. Grado de permeabilidad del suelo (Whitlow, 1994).

Grado de permeabilidad	Conductividad hidráulica cm/s
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	10^{-1} a 10^{-3}
Baja	10^{-3} a 10^{-5}
Muy baja	10^{-5} a 10^{-7}
Practicamente impermeable	menor de 10^{-7}

10.3.6 Caracterización geológica e hidrogeológica de la zona no saturada. Se pueden utilizar los datos de las columnas de sondeos próximos, situados en la misma unidad geológica o en su defecto se podría hacer una estimación a partir de la cartografía existente.



61 Arenas y arcillas, localmente con cantos (detríticos de vertiente y/o eluviales)



Parte de los materiales aflorantes forman parte de la facies Almendralejo en forma de arcosas, areniscas y microconglomerados.

Tramo intermedio. Facies Almendralejo(54)

Conjunto de conglomerados y microconglomerados organizados, grauvacas y subarcosas de color amarillento.

Tanto el ordenamiento interno de los niveles como la megasecuencia general es grano decreciente (fining upward). La potencia máxima no sobrepasa los 90 m.

Se disponen en niveles separados por superficies erosivas de gran escala con morfología canalizada. Estos canales tienen una anchura de 1 a 5 m y una potencia máxima de 2 m. Dentro de ellos, la estructura dominante es la estratificación cruzada en surco de mediana y gran escala. Existen también estructuras de estratificación y laminación cruzada debidas a corrientes y a crecimiento de barras.

Los análisis efectuados a muestras correspondientes a depósitos de facies de canal muestran una curva de frecuencias en forma característica de «bigote» (fig.3a). Hay una población (10-15/o) correspondiente a los clastos que viajan como carga de fondo (rodamiento y tracción).

b) Otra población (50-60/o) va en saltación.

e) El resto (15-40/o según los casos) va en suspensión.

Se trata de un transporte en masas canalizadas cuyo agente de transporte tiene un cierto poder selectivo, pero que no es capaz de diferenciar las poblaciones. Cuando se inicia la sedimentación el depósito se produce de forma simultánea Fig. 3. Curvas de frecuencia características de conglomerados (facies de canal) (a) y de fangos con cantos, edafizados, de llanura de inundación (b) en la Facies-Almendralejo.

En los niveles más finos, atribuidos a los ambientes de llanura de inundación, existen evidencias de exposiciones subarreas continuadas que se manifiestan en la repetición de horizontes con rasgos edáficos: en lámina delgada se observan pedocanales, separaciones plásmicas y esquelépicas y cutanes de arcilla. Las curvas de frecuencias planas (fig. 3b) y curvas acumulativas rectas, indican que son fangos de llanura de inundación a la que llegan desbordamientos que incluyen entre el material transportado cantos de hasta 1 cm flotando en la matriz.

El conjunto de depósitos que constituyen la Facies Almendralejo se interpretan como pertenecientes a un sistema de abanicos aluviales con canales de morfología trenzada (braided).

Las medidas de paleocorrientes y las estimaciones de la elongación de los canales, permiten reconstruir un dispositivo de canales que se abren y jerarquizan hacia el oeste, con direcciones de flujo en el mismo sentido.

Tramo superior Carbonatos lacustres (56)

Aunque en la mayor parte de la finca afloran los materiales del Tramo superior, consistentes en Carbonatos lacustres, en la práctica calizas y arcillas. Según la bibliografía dicho tramo tiene una potencia media entre 1 y 2 metros, en la práctica y en nuestra parcela según los datos topográficos y de campo esa potencia podría llegar a los 5 metros, asentada sobre el tramo intermedio Facies Almendralejo donde se interceptaría supuestamente el nivel freático.

Depósitos recientes (61,62 y 63)

Son materiales más modernos que afloran y cubren parte del territorio, son depósitos de Arenas y arcillas con cantos.

Representados por los aluviales, coluviales y detríticos de vertiente en general Todos ellos del Holoceno.

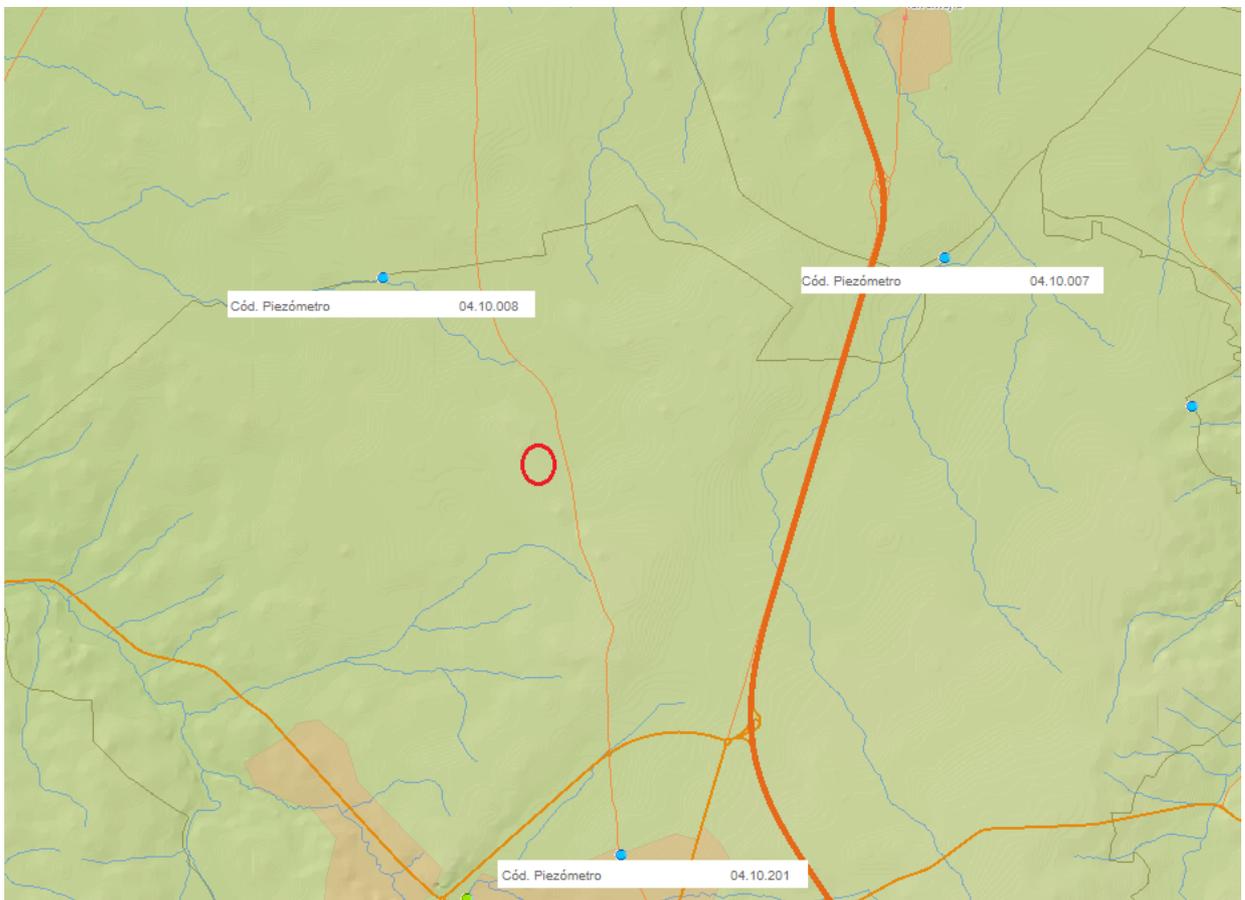
Por último, se han diferenciado como coluviones a los depósitos de cantos angulosos de cuarcita que circundan los relieves hercínicos de la Hoja y que constituyen verdaderos piedemontes.

En la práctica se ha podido observar una cobertera vegetal de muy baja profundidad (unos 20 cm) rica en caliza y materia orgánica, seguidamente se encuentra grandes bandas de costra caliza con una alteración heterogénea con intercalaciones de arcillas y microconglomerados.

10.3.7 Situación del nivel piezométrico local. Evolución temporal. Se tomarán medidas de algún pozo o sondeo próximo a la zona de estudio. En su defecto se debe recurrir a los datos de inventario de puntos acuíferos.

REGISTRO DE SONDEOS DE UN PUNTO CERCANO A LA Balsa

No se dispone de sondeos en la parcela estudio, ni nos ha sido posible acceder a sondeos cercanos.



En la cartografía encontramos 3 piezómetros relativamente cercanos a la zona de estudio a las siguientes distancias.

Piezómetro	Distancia a la zona estudio
04.10.008	3 km.
04.10.007	5.6 km.

04.10.201	4.78 km.
Pozo de las Rozas	0.65 km

Localización geográfica del piezómetro 04.10.008	
Demarcación Hidrográfica	GUADIANA
Cod. Piezómetro	04.10.008
Nombre	S-02
Coordenada X (ETRS89)	200.157
Coordenada Y (ETRS89)	4.295.908
Cota (msnm)	303
Profundidad obra (m)	
Masa de Agua	TIERRA DE BARROS
Unidad Hidrogeológica	Tierra de Barros
Provincia	Badajoz
Municipio	Merida

Los datos de los últimos años son siguientes.

Fecha	Profundidad nivel (m)	Fecha	Profundidad nivel (m)	Fecha	Profundidad nivel (m)
29-11-2011	4,36	28-01-2014	4,23	28-01-2015	4,42
27-12-2011	4,39	25-02-2014	4,15	25-02-2015	4,47
31-01-2012	4,40	26-03-2014	4,16	30-03-2015	4,52
28-02-2012	4,43	28-04-2014	4,22	29-04-2015	4,54
28-03-2012	4,49	28-05-2014	4,35	27-05-2015	4,85
30-04-2012	4,63	30-06-2014	4,55	30-06-2015	5,55
29-05-2012	4,62	29-07-2014	5,64	28-07-2015	8,11
27-06-2012	5,47	27-08-2014	8,48	26-08-2015	8,08
29-08-2012	9,05	30-09-2014	5,27	29-09-2015	6,40
26-09-2012	6,56	29-10-2014	4,63	28-10-2015	5,55
31-10-2012	5,30	26-11-2014	4,43	25-11-2015	5,41
28-11-2012	5,06	30-12-2014	4,40	30-12-2015	5,44
26-12-2012	5,05	28-01-2015	4,42	27-01-2016	5,45
28-01-2013	4,98	25-02-2015	4,47	29-02-2016	5,50
27-02-2013	4,86	30-03-2015	4,52	30-03-2016	5,49
27-03-2013	4,40	29-04-2015	4,54	27-04-2016	5,51
30-04-2013	3,71	27-05-2015	4,85	31-05-2016	5,44
29-05-2013	3,80	30-06-2015	5,55	29-06-2016	5,58
25-06-2013	3,89	28-07-2015	8,11	28-07-2016	6,18
30-07-2013	5,48	26-08-2015	8,08	30-08-2016	9,20
28-08-2013	6,01	29-09-2015	6,40	28-09-2016	8,63
25-09-2013	6,60	28-10-2015	5,55	31-10-2016	6,64
30-10-2013	4,84	25-11-2015	5,41	30-11-2016	6,34
27-11-2013	4,56	30-12-2015	5,44	28-12-2016	6,24
30-12-2013	4,50				

El valor mínimo se sitúa en 3,71m y el máximo en 9.20 m. El valor medio es 5,37 m.

Localización geográfica del piezómetro 04.10.007

Demarcación Hidrográfica	GUADIANA
Cod. Piezómetro	04.10.007
Nombre	S-01
Coordenada X (ETRS89)	207.101
Coordenada Y (ETRS89)	4.296.153
Cota (msnm)	310
Profundidad obra (m)	
Masa de Agua	TIERRA DE BARROS
Unidad Hidrogeológica	Tierra de Barros
Provincia	Badajoz
Municipio	Torremejía

Fecha	Profundidad nivel (m)				
29-11-2011	11,50	28-01-2014	9,80	27-01-2016	14,33
27-12-2011	11,05	25-02-2014	8,85	29-02-2016	13,94
31-01-2012	10,84	26-03-2014	8,86	30-03-2016	13,83
28-02-2012	11,02	28-04-2014	9,07	27-04-2016	13,60
28-03-2012	11,30	28-05-2014	10,65	31-05-2016	12,99
30-04-2012	13,50	30-06-2014	12,17	29-06-2016	15,14
29-05-2012	14,36	29-07-2014	13,85	28-07-2016	28,80
27-06-2012	16,05	27-08-2014	14,72	30-08-2016	23,76
29-08-2012	26,02	30-09-2014	15,10	28-09-2016	34,84
26-09-2012	22,65	29-10-2014	13,00	31-10-2016	23,49
31-10-2012	16,12	26-11-2014	11,29	30-11-2016	17,78
28-11-2012	14,81	30-12-2014	10,50	28-12-2016	16,51
26-12-2012	14,17	28-01-2015	10,40		
28-01-2013	13,56	25-02-2015	10,39		
27-02-2013	12,84	30-03-2015	10,45		
27-03-2013	9,49	29-04-2015	10,76		
30-04-2013	6,46	27-05-2015	12,22		
29-05-2013	6,82	30-06-2015	15,27		
25-06-2013	8,99	28-07-2015	19,46		
30-07-2013	11,69	26-08-2015	29,90		
28-08-2013	13,94	29-09-2015	29,88		
26-09-2013	15,45	28-10-2015	16,82		
30-10-2013	13,14	25-11-2015	15,64		
27-11-2013	12,29	30-12-2015	14,95		
30-12-2013	11,38				

El valor mínimo es 6.46 m y el valor máximo 34.84 m El valor medio es 14.63 m.

Localización geográfica del piezómetro 04.10.201	
Demarcación Hidrográfica	GUADIANA
Cod. Piezómetro	04.10.201
Nombre	
Coordenada X (ETRS89)	203.097
Coordenada Y (ETRS89)	4.288.704
Cota (msnm)	331
Profundidad obra (m)	60
Masa de Agua	TIERRA DE BARROS
Unidad Hidrogeológica	Tierra de Barros
Provincia	Badajoz
Municipio	Almendralejo

Fecha	Profundidad nivel (m)
25-02-2009	4,77
15-03-2009	4,78
15-04-2009	4,84
15-05-2009	4,79
15-06-2009	4,87
28-07-2009	5,18
28-08-2009	5,46
29-09-2009	5,58
22-10-2009	6,27
19-11-2009	5,35
30-12-2009	4,49
28-01-2010	4,18
26-02-2010	3,83
26-03-2010	3,35
23-04-2010	3,05
26-05-2010	3,48
29-06-2010	3,74
30-07-2010	3,93
31-08-2010	4,03
29-09-2010	4,31
27-10-2010	4,39
26-11-2010	4,08
29-12-2010	3,86
28-01-2011	3,60
28-02-2011	4,04
28-03-2011	3,66
18-04-2011	3,27
25-05-2011	3,72
28-06-2011	4,42
26-07-2011	4,07
25-08-2011	4,25
28-09-2011	4,32

Fecha	Profundidad nivel (m)
25-10-2011	4,22
24-11-2011	4,38
21-12-2011	4,57
31-01-2012	4,42
29-02-2012	4,40
29-03-2012	4,45
27-04-2012	4,39
28-05-2012	4,22
27-06-2012	4,33
27-07-2012	4,43
31-08-2012	4,75
20-09-2012	4,76
30-10-2012	4,55
15-11-2012	4,35
21-12-2012	4,25
30-01-2013	4,15
28-02-2013	4,03
19-03-2013	3,58
26-04-2013	3,39
23-05-2013	3,60
24-06-2013	3,78
18-07-2013	3,90
22-08-2013	4,01
24-09-2013	4,15
22-10-2013	4,15
22-11-2013	4,25
23-12-2013	4,22
21-01-2014	3,87
25-02-2014	3,67
25-03-2014	3,70
24-04-2014	3,73
28-05-2014	3,19

Fecha	Profundidad nivel (m)
24-06-2014	3,93
24-07-2014	4,01
26-08-2014	4,10
19-09-2014	4,13
23-10-2014	3,89
25-11-2014	3,60
19-12-2014	3,67
27-01-2015	3,75
17-02-2015	3,78
19-03-2015	3,75
22-04-2015	3,83
26-05-2015	3,95
30-06-2015	4,03
28-07-2015	4,07
26-08-2015	4,12
23-09-2015	4,10
22-10-2015	4,11
25-11-2015	4,00
18-12-2015	4,02
21-01-2016	3,75
23-02-2016	3,90
17-03-2016	3,85
22-04-2016	3,76
19-05-2016	3,60
21-06-2016	3,83
19-07-2016	3,99
23-08-2016	4,25
15-09-2016	4,37
26-10-2016	4,41
23-11-2016	4,25
20-12-2016	4,09

El valor mínimo es 3.05 m, el valor máximo 6.27 m. El valor medio 4.55 m.

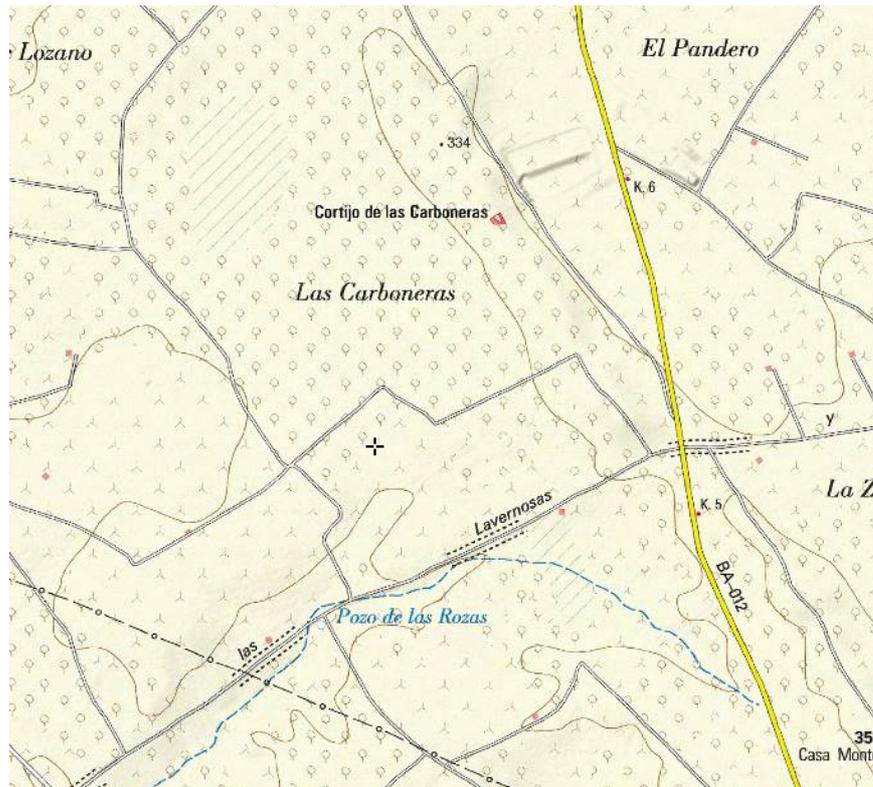
El piezómetro n° 1 se encuentra a unos 60 metros de un arroyo y 20 metros más bajo en cota por lo que entendemos que sus valores serán más altos en relación con la zona estudio, el piezómetro 2 no lo usaremos debido a la gran oscilación de valores y a encontrarse en una zona con pocas similitudes respecto a la estudio, el piezómetro 3 se encuentra en una zona llana lindando con zona urbana con una cota similar a la zona estudio con los que sus valores entendemos que serán sensiblemente más altos respecto a la zona estudio.

El punto más cercano y más representativo es el Pozo de las Rozas, que a una cota de unos 318 msnm y con una profundidad de 12 metros se encuentra seco a pesar de las generosas lluvias primaverales de esta temporada.

La zona estudio se encuentra en una elevación natural siendo prácticamente un cerro. A unos 600 metros al oeste de la zona proyectada para las balsas se encuentra una laguna que se encuentra seca prácticamente la totalidad del año, a una cota unos 10 metros por debajo de la zona estudio.

No obstante tomaremos a efectos de cálculos como valor de nivel piezométrico el valor medio entre los piezómetros 1 y 3 y tomaremos como válido el Pozo de las Rozas pese a no disponer de más datos que los de la única medición realizada es el que se encuentra más cercano, permaneciendo del lado de la seguridad.

Nivel piezométrico establecido: 7.31 m.



Curso de agua cercano Arroyo innominado (Pozo de las Rozas).



Fotografía del lecho del cauce.



Pozo de las Rozas.



Pozo de las Rozas interior.



No se ha detectado la presencia de nivel freático, el pozo con una profundidad de 12 metros se encuentra seco a 20/04/2018

11 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Hemos de indicar que las características del suelo impiden una rápida contaminación y propagación de la contaminación en caso de vertidos accidentales.

Y además de ello debido a la baja permeabilidad adquiere el poder depurador de un medio geológico, tanto en las zonas no saturadas como saturadas, depende de una serie de procesos físicos (filtración, absorción, etc), químicos (hidrólisis, reacciones redox, etc.) y biológicos (desnitrificación, fermentación, etc.) que tienen lugar en el terreno, cuyo desarrollo viene condicionado por las características granulométricas, mineralógicas y edafológicas del medio.

Aludiendo a los datos obtenidos mediante ensayo y la cartografía consideramos una media-baja permeabilidad.

11.1 INTERPRETACIÓN DE LA AFECCIÓN A LAS AGUAS SUPERFICIALES.

El presente Estudio Hidrogeológico se ha realizado con el objetivo de determinar la afección que pudiera tener las balsas de evaporación de aguas de proceso de fábrica de aderezo de aceitunas sobre el entorno hidrológico e hidrogeológico de las parcelas donde se ubican. El estudio de las relaciones entre la actividad que aquí nos ocupa y la corriente superficial se ha basado en un estudio hidrológico de campo y de diferentes factores que pudieran influir de un modo decisivo en la afectividad entre él y la dinámica de cualquier cauce fluvial cercano.

Partimos de la base que la actividad para la que se redacta el presente estudio hidrogeológico no puede afectar a las aguas de correntía, a no ser que se viertan las aguas depuradas a cauces fluviales, el cual no es nuestro caso. Si podría afectar a la dinámica fluvial si se produjesen colmataciones y/o filtraciones que llegasen a un cauce fluvial. No obstante al observar los mapas de la zona (ver anexos) se puede ver que la balsa a acondicionar está a unos 600 metros del cauce fluvial más cercano, distancia que inhibe cualquier posibilidad de afección a la dinámica fluvial de la zona.

En cualquier caso las balsas no producen ninguna contaminación sobre las aguas superficiales, ya que no existe la posibilidad de derrames por desbordamiento de las aguas, debido al diseño constructivo de la propia balsa. En su diseño se ha tenido en cuenta una

altura de oleaje para prevenir el movimiento de la masa de líquido motivado por fuertes vientos, así como la altura de acumulación de fangos durante la utilización de las balsas que se han sumado a la altura de resguardo, para obtener la altura de seguridad de la balsa.

Además la construcción de las balsas se ha realizado mediante dique perimetral a partir del centro de la balsa, intentando optimizar el movimiento de tierras compensando el desmonte y el relleno. La contención de los vertidos se realizará por medio de un dique de unos 3 metros de anchura en su coronación con taludes interiores 1:1.

Una vez analizado todo lo anteriormente descrito se ha comprobado que no existe la posibilidad de afección de la actividad sobre la hidrología de la zona, en base a tres hechos claramente contrastados:

- 1.- La ubicación de las balsas se encuentra a unos 650 metros de distancia del cauce fluvial más cercano.
- 2.- La ubicación de las balsas se encuentra fuera de la zona inundación del cauce fluvial más cercano, por lo que se encuentra fuera de la zona de inundaciones recurrentes de cualquier cauce fluvial.
- 3.- La ubicación de las balsas se encuentra fuera de zona de policía del cauce fluvial más cercano

11.2 INTERPRETACIÓN DE LA AFECCIÓN A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Se entiende por contaminación de las aguas subterráneas a la modificación de las características físicas, químicas o biológicas del agua, que genera condiciones indeseables, producidas por la acción de procesos naturales o artificiales.

Las actividades potencialmente contaminantes se clasifican en:

- Introducción de sustancias en el terreno (fosas sépticas, pozos de inyección, pozos abandonados)
- **Almacenamiento, tratamiento o vertido de sustancias (vertederos de residuos, tanques de almacenamiento, contenedores).**
- Transporte de sustancias tanto por ductos como en operación.

- Descarga programada de sustancias (efluentes industriales, aplicación de productos fitosanitarios y/o fertilizantes, escurrientías urbanas).
- Acciones que alteren el comportamiento natural del flujo o movimiento del agua.
- Accidentes ambientales.

Los tipos de contaminación dependen del volumen de recurso afectado y se dividen en:

- Puntual: cuando se extiende sobre un volumen reducido del acuífero.
- Difusa: cuando afecta a un volumen considerable.

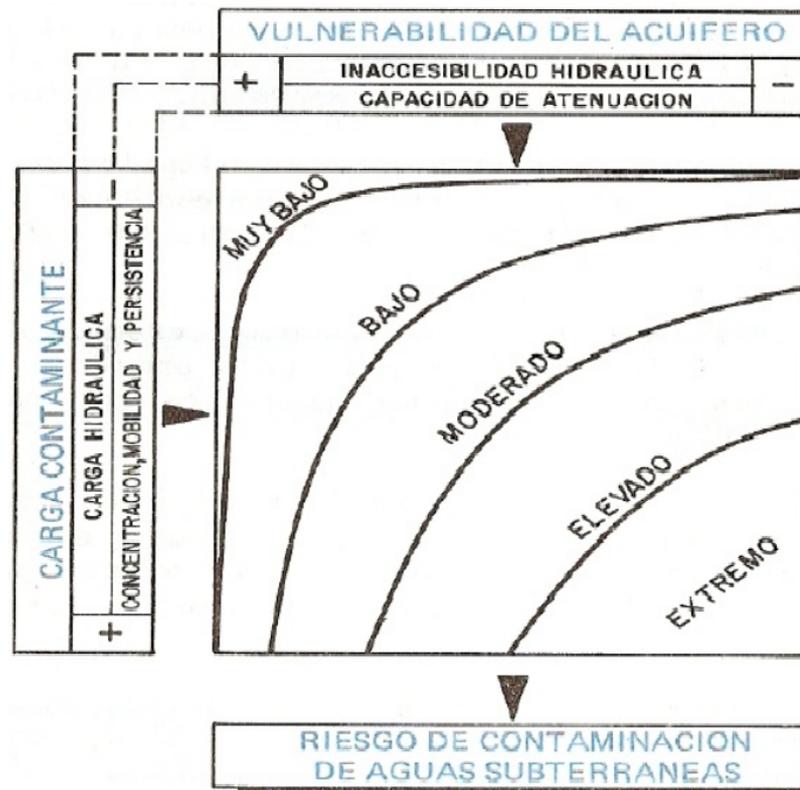
Los grados de contaminación dependen de la intensidad y persistencia del factor que la origina y también de la concentración de la sustancia o compuesto que altera las características originales.

Las características de la contaminación en aguas subterráneas son las siguientes:

- Ofrece un grado mayor de dificultad en su detección.
- Presenta mayor persistencia.
- Es mucho más dificultosa la evaluación de su magnitud y su dispersión espacial.
- Es notoriamente más problemática su saneamiento y más cara.

La vulnerabilidad es la sensibilidad de un medio o acuífero frente a impactos naturales y/ o antrópicos.

Representa las características propias de una formación acuífera tales como la litología, porosidad, espesor de la zona no saturada y también la dirección del flujo, la ubicación de las áreas de recarga etc.



La vulnerabilidad depende de:

- La mayor o menor dificultad en sentido hidráulico a la llegada del contaminante a la zona saturada.
- La capacidad de atenuación de la zona no saturada.
- El modo de disposición y la clase del contaminante considerando su movilidad y persistencia

Una vez visto las características geológicas, hidrogeológicas e hidrológicas de la zona, pasamos a intentar analizar la posible influencia que puede tener la actividad objeto del presente proyecto sobre la zona.

El Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas:

▼
**RIESGO DE CONTAMINACION
DE AGUAS SUBTERRANEAS**

PASOS EN LA DETERMINACION DE RIESGO	
CARGA CONTAMINANTE (CC)	clase
	intensidad
	disposición
	duración
VULNERABILIDAD DEL ACUIFERO (VA)	condición de agua subterránea
	profundidad de la napa freática o acuífero confinado
	litología global
RIESGO DE CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	interacción entre CC y VA
IMPACTO EN LOS ABASTECIMIENTOS DE AGUAS SUBTERRANEAS	transporte lateral
	construcción de pozos

La calidad natural de las aguas subterráneas, entendiendo como tal su composición original, es producto de la interacción del agua de infiltración y de los materiales con los que entra en contacto durante el ciclo hidrológico. Determinados factores externos, principalmente de actividades antrópicas pueden provocar alteraciones en dicha composición al introducir sustancias ajenas susceptibles de modificar su naturaleza original.

Tipos de contaminantes posibles:

En lo que respecta a la elaboración aceituna de mesa consiste, básicamente, en realizar lavados “cocido” de aceitunas con aguas con lejías y salmuera para proceder finalmente al aderezo de las mismas. Por lejías entendemos las aguas procedentes del proceso de cocido que son ricas en NaOH.

La problemática de esta agua se agudiza por los siguientes parámetros que las caracterizan:

- Grandes volúmenes
- Alto contenido en materia orgánica y poco biodegradable
- Elevado porcentaje de sólidos en suspensión y grasas

- Elevada DQO
- pH ácido o alcalino
- Elevada conductividad por su alto contenido salino
- Aguas fuertemente coloreadas por los polifenoles que forman parte de la composición de los frutos.

Por todo ello, los efluentes de este tipo de industrias deben ser abordados paso a paso, modificando los procesos tradicionales para reducir o eliminar algunos de éstos. La producción tiene una regla facilísima: a mayor producción, mayor cantidad de vertidos, lo que implica que a mayor planta de depuración, mayor coste de tratamiento y, en este caso, a mayor volumen de agua, mayores balsas de evaporación. Cualquier crecimiento en la empresa está sujeto a un crecimiento proporcional a la producción de vertidos y consumos de agua.

Mediante las técnicas de reutilización logramos reducir mucho los efluentes finales, sin embargo en esta nuestra industria no es posible eliminarlos.

La clasificación de las aguas residuales son las siguientes:

- Aguas de cocido: con alto contenido en lejías de sosa.
- Aguas de lavado: con menor contenido en lejías de sosa.
- Salmuera: Alto contenido en sales y sustancias orgánicas.
- Aguas de proceso: Alto contenido en sustancias orgánicas.

Las aceitunas cocidas pasan a la sala de fermentadores donde se almacenan en salmuera para que se produzca la fermentación y se conserven, esta salmuera acompaña a las aceitunas hasta que se vende y se entregan al cliente, por este motivo la salmuera no se convierte en vertidos.

Con todo ello se generan unas aguas residuales de unos 1.7 litros por kilogramo de aceituna.

- Concepto fundamental del riesgo de contaminación:

La definición más lógica del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas es concebida como la interacción entre la carga contaminante y la vulnerabilidad del acuífero. La determinación entre la carga contaminante y la vulnerabilidad del acuífero determina el riesgo de que la contaminación penetre al acuífero.

Adoptando tal esquema podremos obtener una alta vulnerabilidad sin riesgo de contaminación, por la ausencia de una carga significativa de contaminantes y viceversa. Ambos son perfectamente lógicos en la práctica.

Como se puede ver en la gráfica a pesar de que la carga contaminante es alta, ya que los residuos que aquí estamos tratando son contaminantes, sin embargo la permeabilidad media baja del subsuelo bajo las balsas, el bajo nivel freático debido a que nos situamos en una elevación natural del terreno, nos indica que el riesgo de contaminación es medio-bajo, y con la efectiva impermeabilización efectuada el riesgo de contaminación es muy bajo. El término vulnerabilidad del acuífero a la contaminación representa su sensibilidad para ser adversamente afectado por una carga contaminante impuesta.

En nuestro caso el acuífero que pudiera existir en el área de ubicación de la parcela afectada sería poco vulnerable debido a las características hidrogeológicas y el bajo nivel piezométrico, además la carga contaminante es inexistente debido a la impermeabilización que tienen las balsas. También es importante conocer el comportamiento hidráulico del acuífero relacionado con la posible introducción de sustancias contaminantes en las aguas del mismo.

En este sentido cabe decir que el flujo hidráulico que circula por la zona no saturada está en función del contenido de la humedad y la conductividad hidráulica vertical no saturada, que son funciones del potencial hídrico del suelo, que es consecuencia de la afinidad del agua para superficies sólidas y es controlado por la distribución del tamaño de los poros y/o fisuras.

Teniendo en cuenta esto último y aplicándolo a nuestro caso, uso de unas balsas de efluentes, en el que tenemos materiales fundamentalmente arcillosos y calizos, la variación no es dramática ya que no existen macroporos ni se han detectado fenómenos de karstificación, ni se han detectado fracturas significativas en la zona que puedan retener y conducir agua solamente a muy bajo potencial hídrico, por lo que tiene que existir un potencial hídrico altísimo para conducir contaminantes al interior de un supuesto acuífero.

La tasa del flujo de agua y de la penetración de algunos contaminantes en formaciones calizas como es el caso que estamos estudiando, pueden estar en un orden de magnitud mucho más alto cuando existe una carga hidráulica importante y fenómenos de karstificación. Este es un factor clave en la determinación del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas debido a las características hidrogeológicas del acuífero implica que el tiempo de tránsito que tarda un contaminante en llegar al acuífero puede ser más alto que en otro tipo de formaciones, en tal caso la contaminación microbiológica y bacteriológica no adquiere importancia; ya que el tiempo de tránsito generalmente es superior al periodo de vida y por tanto de contaminación de un determinado contaminante microbiológico.

Caracterización de la vulnerabilidad del acuífero:

El término vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es usado para representar las características intrínsecas que determinan la sensibilidad de un acuífero a ser adversamente afectado por una carga contaminante. La vulnerabilidad del acuífero es una función de:

- * La inaccesibilidad de la zona saturada, en un sentido hidráulico, a la penetración de contaminantes.
- * La capacidad de atenuación de los estratos encima de la zona saturada del acuífero como resultado de su retención física y reacción química con contaminantes. En función de todos los factores anteriormente mencionados se aporta una descripción de la vulnerabilidad hidrogeológica a la contaminación en las parcelas afectadas.

En lo que respecta a las formaciones más superficiales en los < 0.30 metros de espesor que tenemos en la zona, es un terreno vulnerable a la contaminación ya que se trata de un terreno detrítico, si bien la impermeabilidad manifiesta de las balsas protege la vulnerabilidad hidrogeológica y edafológica de este tramo.

Los materiales arcillosos poseen una capacidad depuradora del suelo alta, cuestión que puede atenuar la contaminación del acuífero.

La vulnerabilidad de estos materiales bajo las balsas es media ya que se tratan de materiales semipermeables por los que discurre a través de su porosidad primaria, existiendo conexión con el acuífero Tierra de Barros con una conexión media baja por lo que la vulnerabilidad es media-baja.

11.3 PRESENCIA O NO DE NIVEL FREÁTICO O PIEZOMÉTRICO EN EL ÁREA DE ESTUDIO. EN CASO DE EXISTIR ALGUNO DE LOS DOS NIVELES SE INDICARÁ LA ALTURA DEL MISMO. SE TENDRÁN EN CUENTA DE MANERA JUSTIFICADA LAS POSIBLES FLUCTUACIONES ESTACIONALES EN CASO DE QUE EXISTAN.

A partir de los datos obtenidos mediante registro y los datos de Organismos oficiales tomaremos el nivel piezométrico se sitúa entre 6.25 (máximo), 7.30 (medio) y 9.15 (mínimo) metros por debajo de la cota inferior de las balsas de aguas de proceso, ajustando con las oscilaciones encontradas en los piezómetros de organismos oficiales.

Debido a la orografía de la parcela estudio presuponemos que el nivel real ha de encontrarse sensiblemente más bajo.

No disponemos de sondeos en la parcela estudio para contrastar dichas estimaciones.

La altura máxima de las balsas es de 5 metros, no obstante no se trata de balsas de excavación, sino balsas mixtas de excavación-terraplén, por lo que la profundidad máxima no excederá de 2,5 metros, garantizando la no afección en ningún caso al nivel freático mínimo.

11.4 PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES SUBYACENTES, TENIENDO EN CUENTA SI SON SUELOS O SI SON MACIZOS ROCOSOS.

A partir de la cartografía y de los ensayos realizados en campo hemos de determinar que la permeabilidad de la zona es media - baja, lo cual sería beneficioso en caso de un hipotético vertido.

Los suelos subyacentes son materiales sedimentarios no rocosos.

Sin embargo debajo de la zona de alteración se encuentran materiales y costra caliza con una permeabilidad menor y más heterogénea que en de los substratos superiores, ya que dependerá de la posible fracturación y karstificación del mismo.

La elección del punto de ensayo viene determinada por la proyección de las balsas. Habiéndose elegido puntos centrales más representativos de los valores medios.

A pesar de que el ensayo de Muntz requiere de suelos inalterados, y los ensayos 3 y 4 se hayan realizado sobre suelos de excavación y que no determinará una permeabilidad tan exacta, si obtendremos sin duda una idea cualitativa de la capacidad de infiltración (alta, media... etc).

11.5 UBICACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL EN FUNCIÓN DE LA DIRECCIÓN DE LAS LÍNEAS DE FLUJO DE FLUIDOS EN EL SUELO.

Para evitar la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas, indicar que todas las balsas estarán impermeabilizadas mediante una lámina de PEAD de 1,5 mm de espesor unida por soldadura térmica sobre geotextil no tejido de 300 gr/m².

Las balsas contarán con un sistema de drenaje formado por tuberías de PVC ranuradas con un colector principal y ramificaciones en forma de espina de pescado colocadas por debajo de la lámina de impermeabilización.

El colector principal conectará con una arqueta que sirve para el control de las posibles filtraciones en caso de rotura de la lámina de impermeabilización. En las balsas de las se dispondrá de un sistema de vigilancia y testigo ante cualquier posibilidad de fuga de las balsas, Esto se realizará por medio de pozos y arqueta en las zonas de menos nivel, alrededor de la balsa, que nos indicaría cualquier fuga procedente de las mismas.

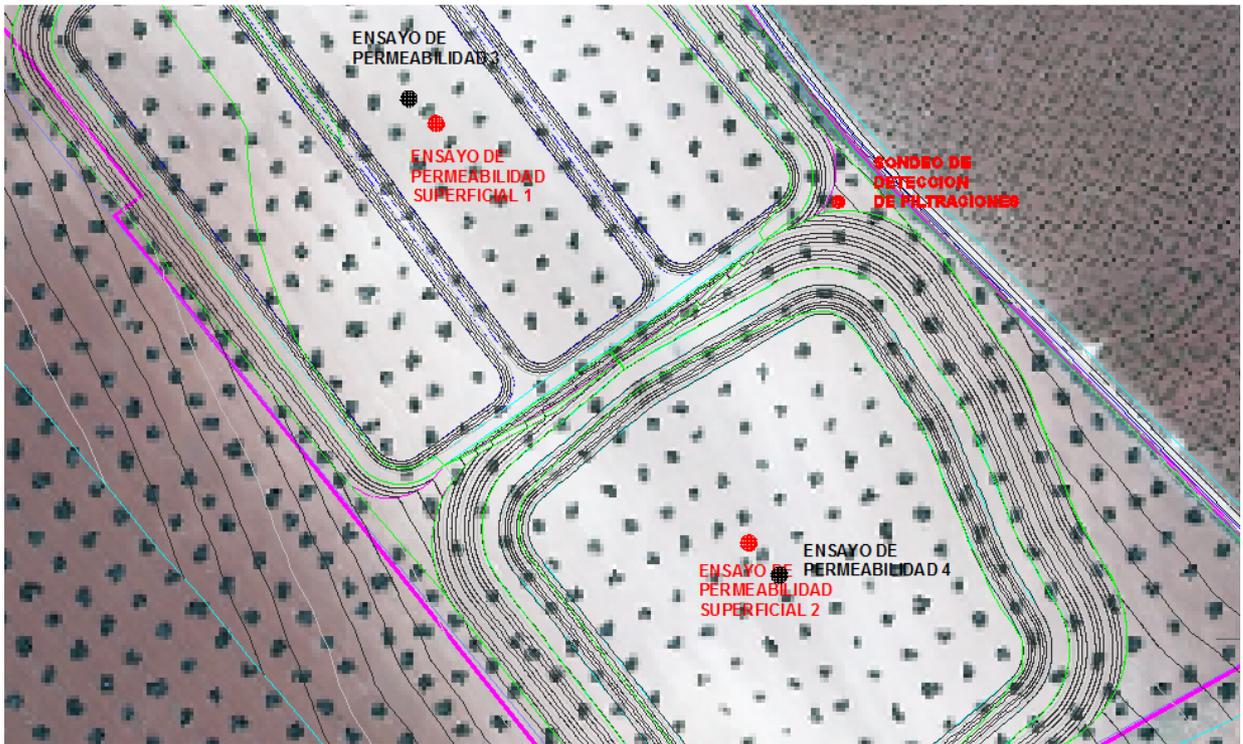
El flujo de fluidos es a favor de los puntos de descarga del acuífero, (Vegas bajas) situándose por tanto hacia el norte, no obstante el flujo será muy bajo, condicionado en todo caso por puntos de descarga en los abundantes riegos.

Se realizará un sondeo de unos 30 m de profundidad en una posición central de las instalaciones, que servirá para analizar periódicamente las aguas con objeto de detectar posibles filtraciones.

Ubicación del sondeo de detección de filtraciones:

Punto seleccionado

ETRS89 h29	ETRS89 h30	WGS84
X: 723737.37 Y: 4290954.27	X: 202227.80 Y: 4293382.34	lat: 38° 44' 20" N lon: -6° 25' 33" W



11.6 SE DETERMINARA LA VELOCIDAD DE AVANCE DEL FLUJO EN LOS MATERIALES SUBYACENTES (SUELOS Y ROCAS) TANTO EN SUELO SATURADOS COMO NO SATURADOS.

Según los datos de permeabilidad podemos observar que el flujo vertical en suelos saturados será del orden de 42-48 mm/h.

En suelos no saturados del orden de 60-360 mm/h.

En cuanto al flujo lateral dependerá en gran medida de la actividad de los puntos de descarga, pues los conos de depresión formados en los períodos de riego intenso incrementarán ligeramente los flujos laterales hacia la parte norte del acuífero. No obstante las velocidades de flujo son variables en este sentido pues en el punto medido en concreto la permeabilidad es media-baja, no obstante las composiciones y características

hidrodinámicas son muy cambiantes debido a la presencia de lentejones de materiales con una mayor conductividad hidráulica como parece ser el existente en la parcela.

En época de lluvias el flujo subterráneo actuará como descarga sobre las aguas superficiales.

11.7 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS EN CASO DE ROTURAS ACCIDENTALES.

Obviamente, al desarrollar el proyecto que se pretende se perderá el actual uso agrícola de la zona, aunque solamente en las inmediaciones de la parcela; en el resto de la finca estos usos pueden ser compatibles con la presencia del mismo.

No obstante debido a las características de explotación extensiva y del suelo con una capa efectiva de suelo de baja profundidad son actualmente escasamente fértiles.

Podría darse la contaminación accidental del suelo por parte de la maquinaria, siendo necesaria la puesta en marcha de las medidas preventivas adecuadas.

Objetivos.

Evitar la alteración de los suelos.

Parámetro de control.

Control de procesos erosivos y de contaminación del suelo.

Metodología.

Respecto a la inestabilidad y erosión:

✓ Se realizarán inspecciones visuales de los alrededores de la instalación, a fin de detectar posibles puntos de riesgo de agrietamiento o deslizamiento de taludes. Se observarán posibles síntomas de erosión: acumulación de finos, creación de regueros, etc.; y se vigilará la cuneta perimetral y las balsas de evaporación para comprobar su adecuado funcionamiento.

✓ Se vigilará el estado de la lona de impermeabilización.

Respecto al control de la contaminación del suelo:

- ✓ Se inspeccionarán el firme de los viales.
- ✓ Se instalarán aparatos de control de nivel de las balsas, vigilando que los niveles permanezcan acorde a las variaciones de lluvia y evaporación.
- ✓ Se instalarán pozos de detección y control de efluentes para verificar que no existen filtraciones
- ✓ Esta inspección se ampliará en la franja de 50 m alrededor de cada área a inspeccionar.

Valor umbral.

El espesor mínimo retirado se calculará en función del tipo de suelo caracterizado.

Presencia de rodadura fuera de los caminos.

Presencia de sustancias contaminantes.

Periodicidad y puntos de muestreo.

Diaria durante la fase preoperacional y quincenal durante la fase de explotación y abandono y clausura.

Se inspeccionará toda la parcela visualmente.

Medidas complementarias

En caso de no cumplirse con los niveles mínimos exigidos se proseguirá de la siguiente forma:

Aprovisionamiento externo de tierra vegetal en caso de déficit, adecuado acopio de la tierra vegetal y mantenimiento de la misma en condiciones de uso.

Circulación de vehículos exclusivamente por las zonas destinadas al efecto.

Correcto mantenimiento de la maquinaria de la explotación y gestión adecuada de los residuos generados.

Objetivos

Asegurar que se realizan las medidas preventivas y correctoras y que se cumplen los estándares de calidad de las aguas, recogidos en la legislación vigente.

Parámetro de control

Control de la salida de efluentes, de las aguas subterráneas y en el caso de existir vertido autorizado seguimiento ambiental del mismo.

Metodología

Control del correcto funcionamiento de las balsas de evaporación, observación del efluente en las parcelas vecinas las cuales tienen cotas inferiores al fondo de la balsa. Control de la ejecución de las tareas de mantenimiento precisas, especialmente la retirada de los lodos acumulados.

En la parcela se realizará un sondeo de 30 m de profundidad en una posición central de la zona de actuaciones con objeto de verificar el estado fisicoquímico de las aguas, también se tomarán muestras del Arroyo más cercano (Pozo de las Rozas) mencionado el cual se puede efectuar una serie de análisis físico-químicos y comparar los resultados obtenidos con los patrones de calidad aceptados como óptimos. Teniendo en cuenta las características del proyecto y la norma aplicable, los parámetros que como mínimo se analizarán serán:

- Sólidos en suspensión
- pH
- Conductividad
- Aceites y grasas e hidrocarburos
- DBO
- DQO

Valor umbral

Los valores de infiltración vienen determinados por los parámetros que determine la Confederación Hidrográfica correspondiente.

Periodicidad y puntos de muestreo.

En relación con las aguas subterráneas, en caso que se intercepte el nivel freático, se tomarán muestras de agua en este punto con la misma periodicidad de 1 cada 2 años.

Se anexará un plano de los puntos de muestreo

- Debe evitarse cualquier tipo de vertido a los cauces de agua.
- No se realizará mantenimiento alguno de maquinaria en la parcela objeto.

En caso de producirse algún vertido o **derrame accidental** de sustancias contaminantes, se recogerá en el menor tiempo posible, utilizando absorbentes específicos, como la sepiolita. El material impregnado se

- gestionará como residuo peligroso.
- Se evitará el acceso innecesario de aguas de escorrentía pluvial a la balsa de evaporación con el fin de evitar volúmenes adicionales de agua a evaporar, por lo que se han realizado las balsas por encima de la cota del terreno evitando así la entrada de pluviales.
- Si existiesen posible fugas y filtraciones, se detectarían ya que debajo del geotextil y PEAD instalaremos una serie tuberías drenantes que abarcarán gran superficie de la balsa, la tubería tendrá un 2% de pendiente hacia dicha la arqueta de control de lixiviados, de tal manera de que si existen perdidas por fugas están irían a través de la tubería drenante hasta la arqueta de control de lixiviados. Semanalmente se revisará dicha arqueta y en el caso de que existan lixiviados se procederá al reparado urgente de la lámina impermeable de PEAD, la cual debe estar perforada o rota.

Como medidas generales durante la fase de explotación:

Control de la estabilidad de los taludes, tanto por erosiones exógenas como por infiltraciones.

Control de la impermeabilidad de la lámina colocada y decisión sobre la necesidad de reponerla cuando este degradada.

Realización de periódicas operaciones de limpieza de las balsas.

Control y reparación del cerramiento de la zona de las balsas.

El transporte de los efluentes de aderezo de aceitunas se realizará en camiones cisternas, herméticamente cerradas.

Los residuos sólidos finales, una vez evaporados los líquidos almacenados, se deberán retirar periódicamente a vertedero controlado y autorizado.

12 CONCLUSIONES.

La zona de estudio se sitúa sobre la Masa de Aguas Subterráneas “Tierra de Barros”, catalogada por el organismo de cuenca y declarada en riesgo de no alcanzar el buen estado cuantitativo y químico, concretamente por altos contenidos en nitratos procedentes del abonado y la intensificación de los cultivos.

No obstante las características químicas de las aguas generadas en la elaboración de aceituna de mesa que se almacenarán en las balsas no poseen cantidades considerables de nitratos por lo que el hipotético vertido accidental no agravaría dicho problema.

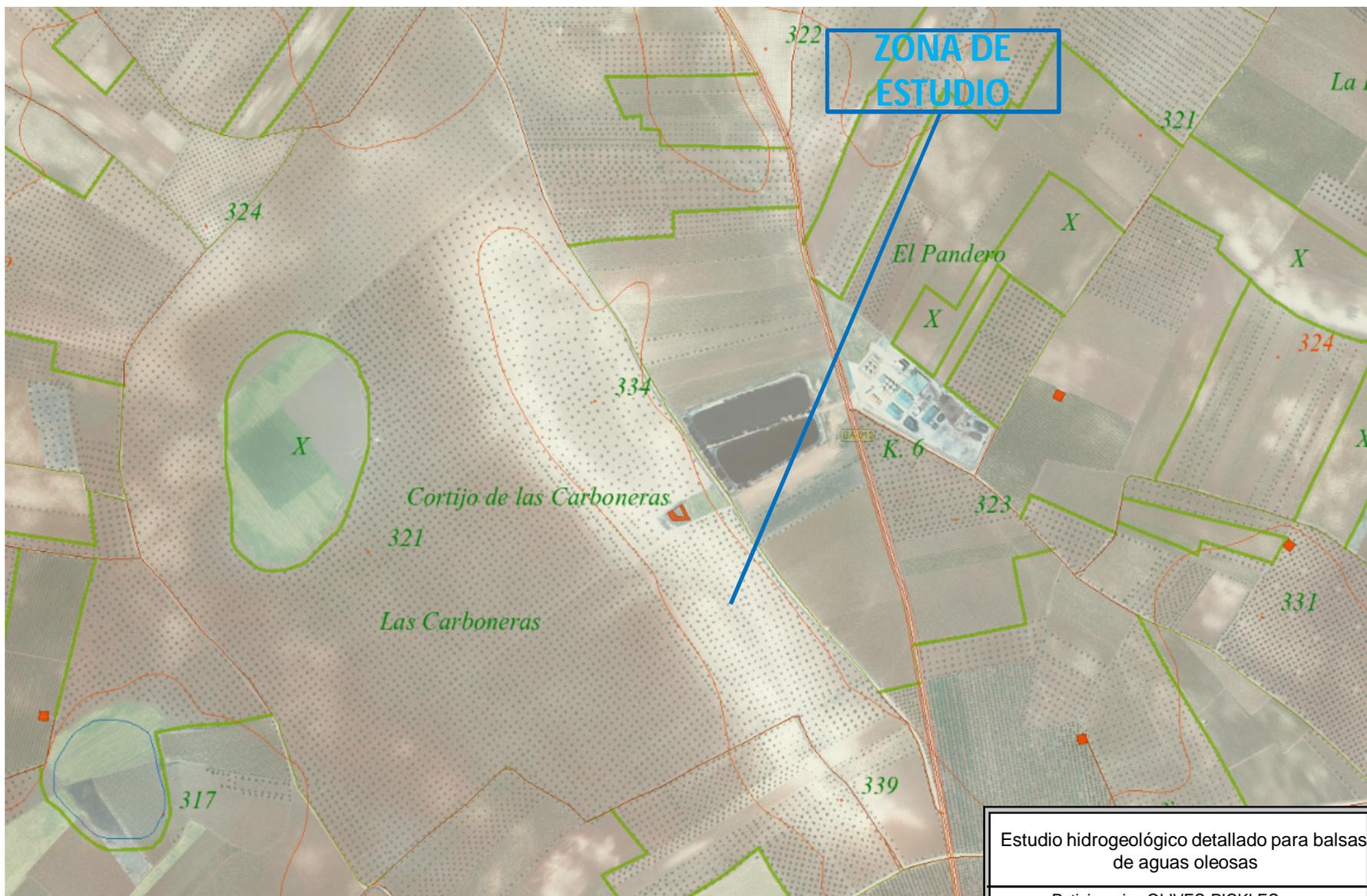
Queda por tanto, probada la viabilidad de la instalación de las balsas en la zona proyectada, ya que no existen riesgos de afección a la calidad de las aguas subterráneas ni superficiales, por tanto el desarrollo de la actividad es perfectamente compatible con el buen estado de los recursos hídricos.

Fdo.: Alberto Calero Álvarez
Ingeniero Técnico de Minas
Colegiado 1.627 C.O.I.T.M.B.

13 BIBLIOGRAFÍA.

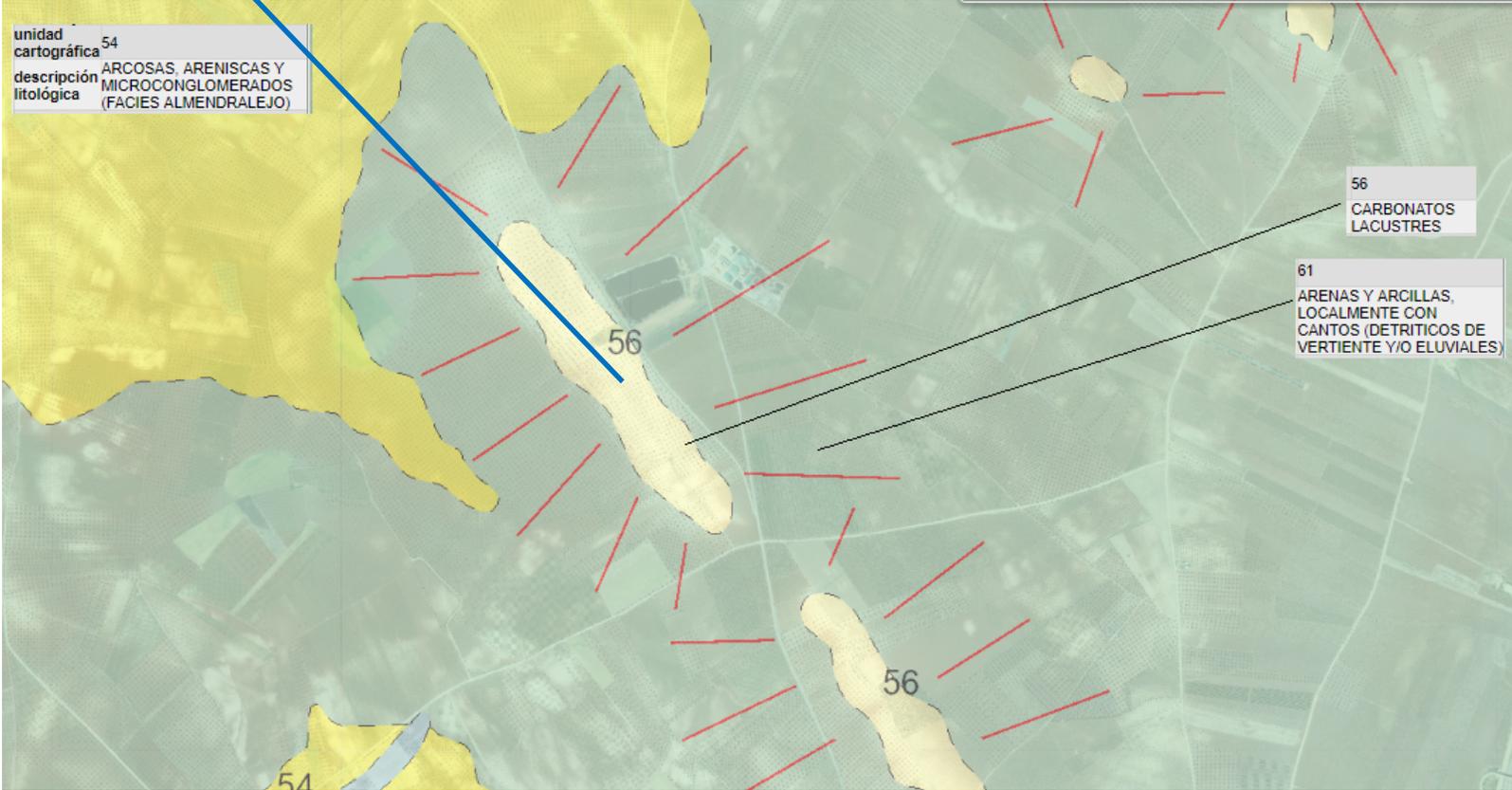
- ✧ G. CASTANY. “Tratado práctico de las aguas subterráneas”. Editorial Omega.
- ✧ Caracterización agroclimática de la provincia de Badajoz Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1989.
- ✧ Atlas Hidrogeológico de la Provincia de Badajoz. Instituto Tecnológico Geominero de España.
- ✧ “Hidrología Subterránea”. Emilio Custodio / Manuel Ramón Llamas Ediciones Omega, S.A.
- ✧ Cartografía geológica Escala 1:50.000 (ITGE) Hoja Almendralejo.
- ✧ Cartografía de Visores Portal SigMagrama.
- ✧ Cartografía de Visor IGME.
- ✧ Cartografía de Visor IDEEX

DOCUMENTO N° 2: PLANOS



Estudio hidrogeológico detallado para balsas de aguas oleosas	
Peticionario: OLIVES PICKLES	
Nº 1: PLANO 1 TOPOGRAFICO Escala: 1:25000	
Alberto Calero Álvarez Ingeniero Técnico de Minas. Colegiado nº 1.627.	MARZO de 2018

ZONA DE ESTUDIO



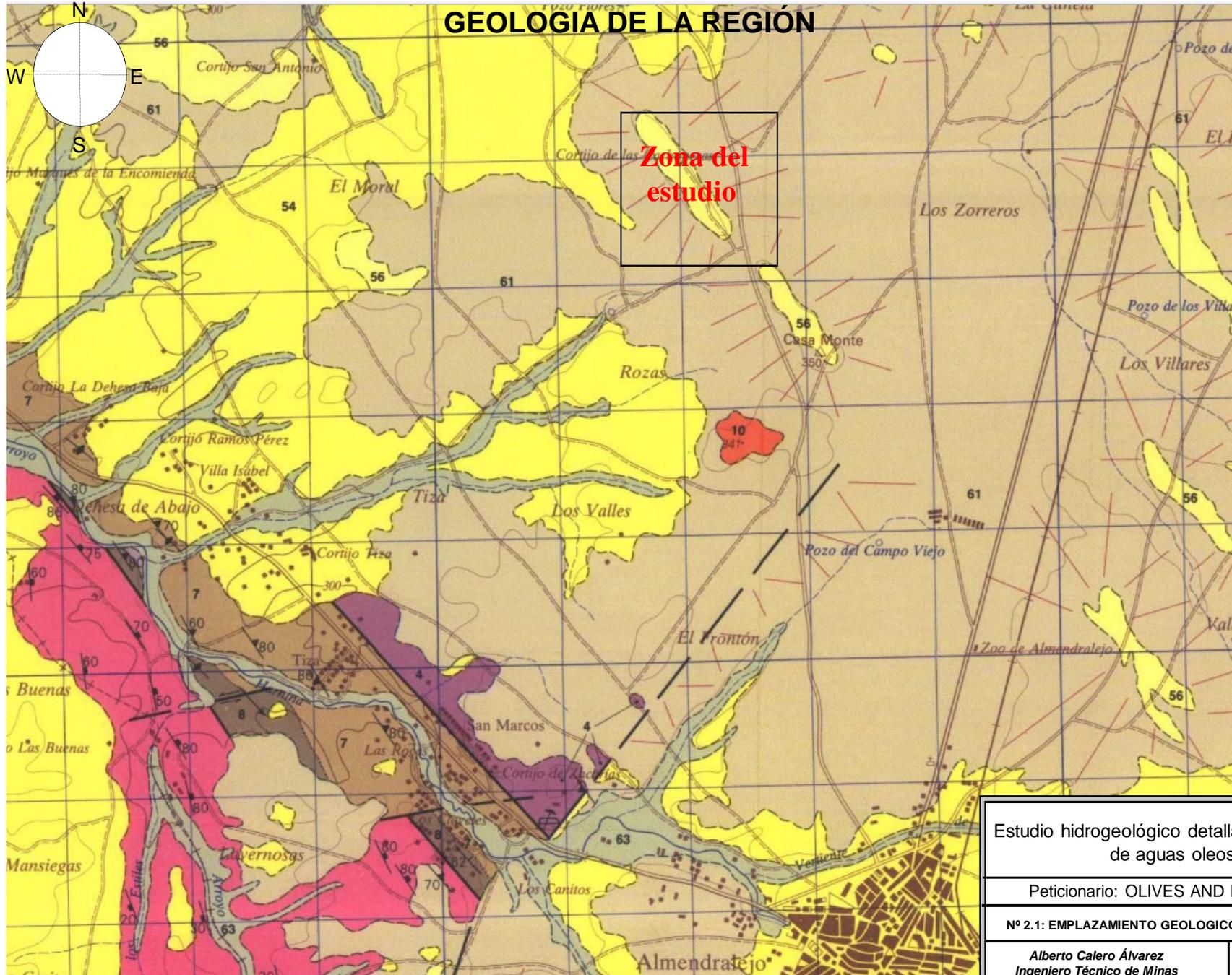
Estudio hidrogeológico detallado para balsas de aguas oleosas

Peticionario: OLIVES PICKLES

Nº 2: PLANO 2 GEOLOGICO Escala: S/E

Alberto Calero Álvarez
Ingeniero Técnico de Minas.
Colegiado nº 1.627.

MARZO de 2018



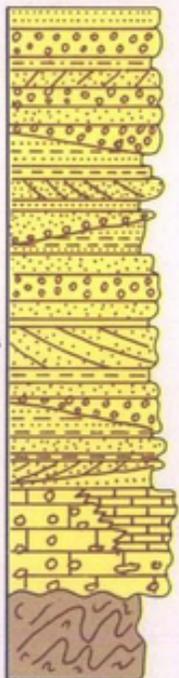
GEOLOGIA DE LA REGIÓN

Zona del estudio

Estudio hidrogeológico detallado para balsas de aguas oleosas	
Peticionario: OLIVES AND PICKLES SL	
Nº 2.1: EMPLAZAMIENTO GEOLOGICO. Escala: S/E.	
Alberto Calero Álvarez Ingeniero Técnico de Minas Nº 1.627 del COITM	MARZO 2018

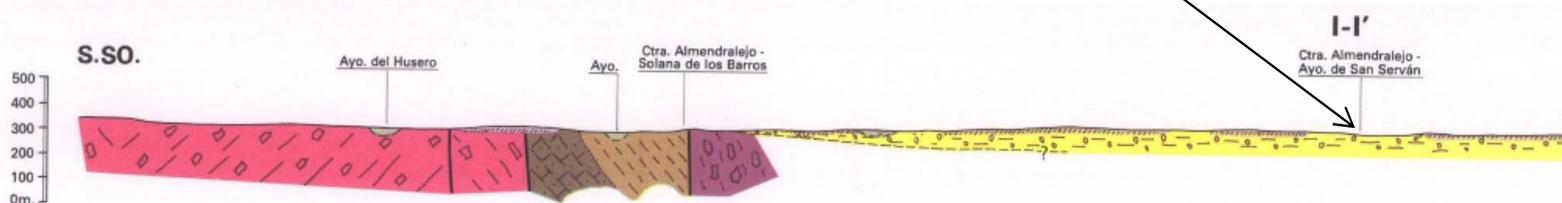
COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN LAS PRINCIPALES UNIDADES O ZONAS

COLUMNA TIPO DEL TERCIARIO
(FACIES ALMENDRALEJO)



Escala 1:500

CORTES GEOLOGICOS



ZONA DE ESTUDIO

LEYENDA

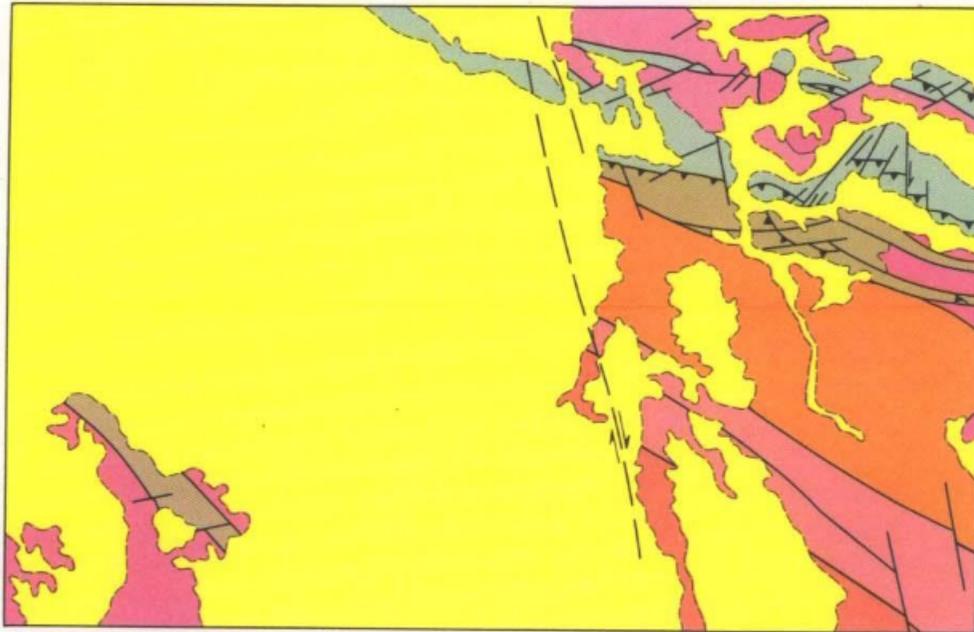
MATERIALES RECIENTES

CUATERNARIO	HOLOCENO	61	62	63
	PLEISTOCENO	59	60	58
TERCIARIO	MIOCENO	57	56	55
		54	53	52

- 63 Gravas, arenas y limos (depósitos aluviales actuales)
- 62 Cantos angulosos de cuarcitas y matriz arenosa (depósitos de piedemonte)
- 61 Arenas y arcillas, localmente con cantos (detríticos de vertiente y/o eluviales)
- 60 Arenas, gravas y cantos (terracea antigua del río Matache)
- 59 Arcillas, arenas, gravas y cantos (2.ª terracea del Guadiana)
- 58 Arcillas rojas con cantos redondeados de cuarcitas (2.º nivel de raña)
- 57 Arcillas rojas con cantos redondeados de cuarcitas (1.º nivel de raña)
- 56 Carbonatos lacustres
- 55 Conglomerados y aglomerados de matriz arcillosa
- 54 Arcosas, areniscas y microconglomerados (facies Almendralejo)
- 53 Calizas detríticas (mud flow)
- 52 Conglomerados de cemento carbonatado (debris flow)

Estudio hidrogeológico detallado para balsas de aguas oleosas	
Petitionario: OLIVES AND PICKLES SL	
Nº 2.2: LEYENDA GEOLOGICA Escala: S/E.	
Alberto Calero Álvarez Ingeniero Técnico de Minas Nº 1.627 del COITM	MARZO DE 2018

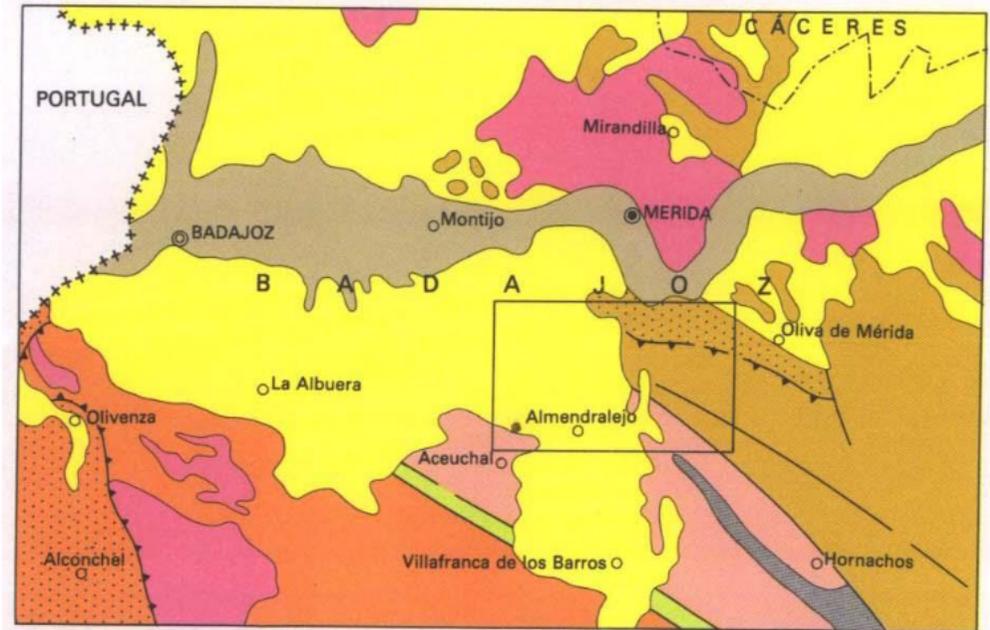
ESQUEMA TECTONICO



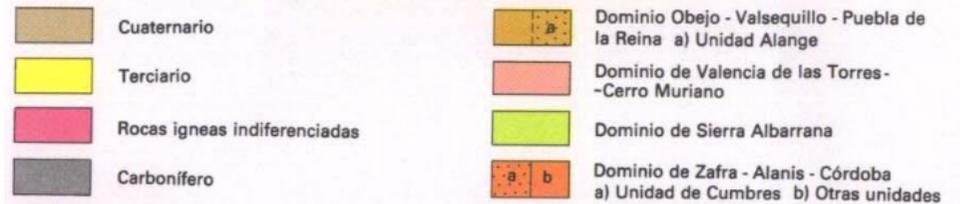
Escala 1:250.000



ESQUEMA REGIONAL



Escala 1:1.000.000



Estudio hidrogeológico detallado para balsas de aguas oleosas

Peticionario :OLIVES AND PICKLES SL

Nº 2.3. ESQUEMAS REGIONAL/TECTONICO

Alberto Calero Álvarez
Ingeniero Técnico de Minas
Nº 1.627 del COITM

MARZO DE 2018



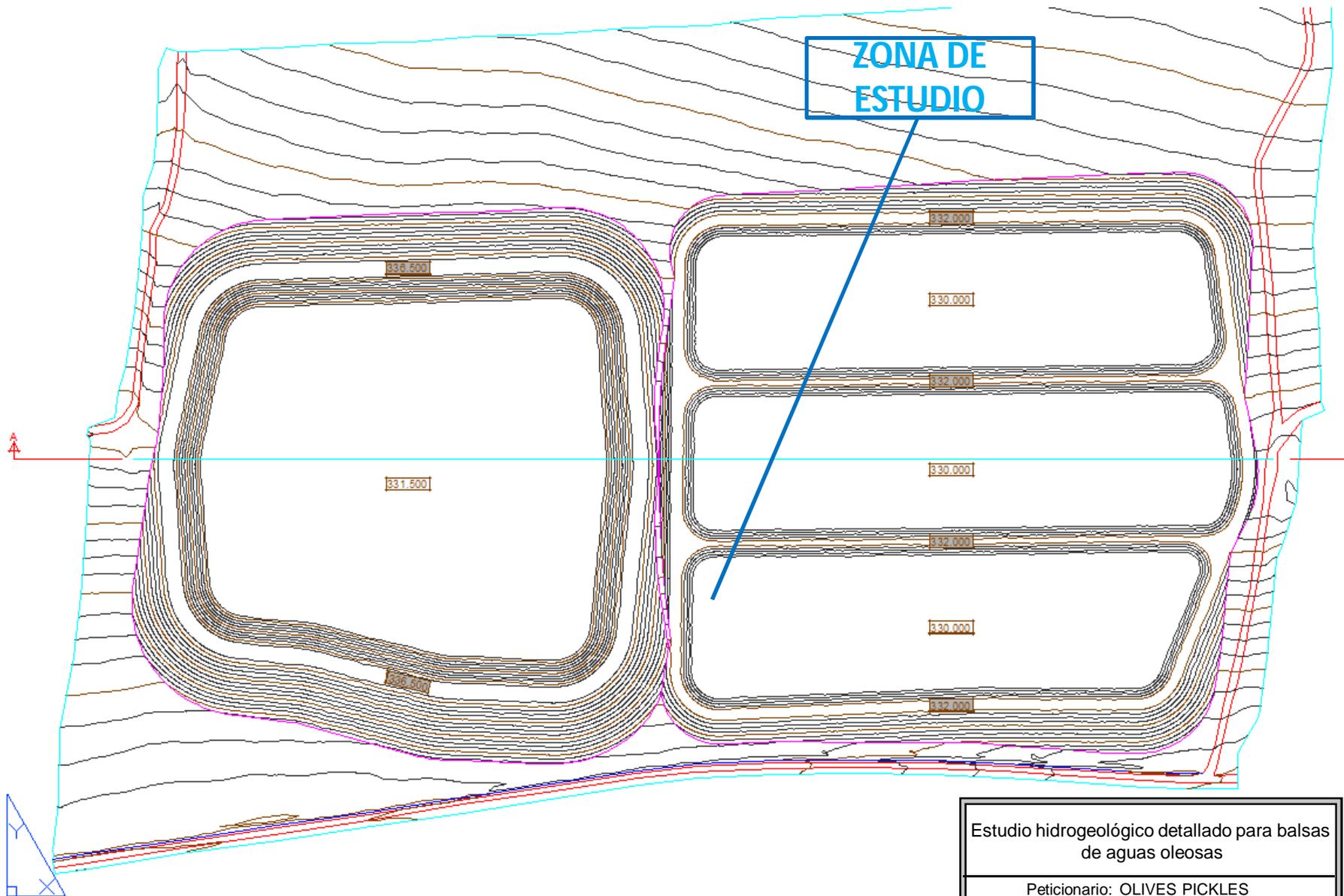
Estudio hidrogeológico detallado para balsas de aguas oleosas

Peticionario: OLIVES PICKLES

PLANO 3 LITOSTRATIGRAFICO Escala: S/E

Alberto Calero Álvarez
Ingeniero Técnico de Minas.
Colegiado nº 1.627.

MARZO de 2018



Estudio hidrogeológico detallado para balsas de aguas oleosas	
Peticionario: OLIVES PICKLES	
Nº 4: PLANO 4 TOPOGRAFICO DEL DISEÑO DE LAS BALSAS Escala: S/E	
Alberto Calero Álvarez Ingeniero Técnico de Minas. Colegiado nº 1.627.	MARZO de 2018

ZONA DE ESTUDIO

Permeabilidad BAJA
Código D-B
Descripción DETRÍTICAS-BAJA
Color 258

Permeabilidad BAJA
Código Q-B
Descripción DETRÍTICAS (CUATERNARIO)-BAJA
Color 998

LITOLOGÍAS		PERMEABILIDAD					
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA	
CON AGUAS UTILIZABLES	FISURABLES Y SOLUBLES	CARBONATADAS	C-MA	C-A	C-M	C-B	C-MB
		DETRÍTICAS (Cuaternario)	Q-MA	Q-A	Q-M	Q-B	Q-MB
	POROSAS	DETRÍTICAS	D-MA	D-A	D-M	D-B	D-MB
		VOLCÁNICAS (Proclásticas y lávicas)	V-MA	V-A	V-M	V-B	V-MB
		META-DETRÍTICAS	M-MA	M-A	M-M	M-B	M-MB
		IGNEAS	I-MA	I-A	I-M	I-B	I-MB
CON AGUAS NO UTILIZABLES O DE MUY BAJA CALIDAD	SOLUBLES	EVAPORÍTICAS	E-MA	E-A	E-M	E-B	E-MB

Estudio hidrogeológico detallado para balsa de aguas oleosas	
Peticionario: OLIVES PICKLES SL	
Nº 6: PLANO 6 PERMEABILIDADES Escala: S/E	
Alberto Calero Álvarez Ingeniero Técnico de Minas. Colegiado nº 1.627.	MARZO DE 2018

capa:

Unidades Hidrogeológicas



datos de 04.10

Código	04.10
Nombre	TIERRA DE BARROS
Cód. Demarcación	40

ZONA DE ESTUDIO

Estudio hidrogeológico detallado para balsas de aguas oleosas

Peticionario: OLIVES PICKLES

Nº 6: PLANO 6 U HIDROGEOLOGICAS Escala: S/E

Alberto Calero Álvarez
Ingeniero Técnico de Minas.
Colegiado nº 1.627.

MARZO DE 2018

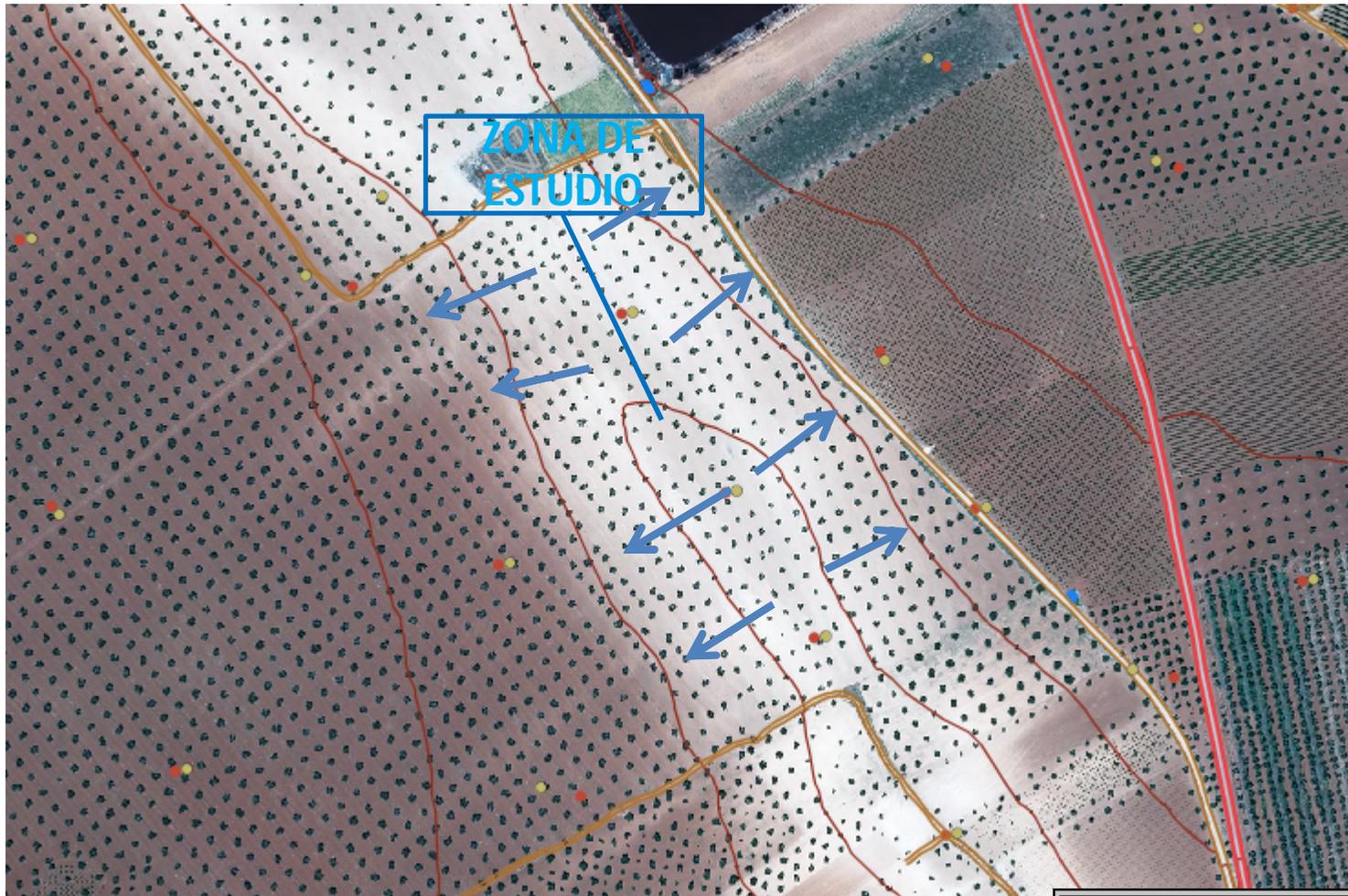
Cód. Numérico del río	409203
Nombre del río	SIN NOMBRE
Longitud del tramo río (m)	2.801,07
Área cuenca vertiente al tramo de río (Km)	5,0021
Área cuenca vertiente del río completo (km2)	14,9756
Perímetro de cuenca vertiente al tramo (km)	13,3089
Perímetro de cuenca del río completo	20,1837
Cota máxima de la cuenca vertiente al tramo de río (m)	345
Cota mínima de la cuenca vertiente al tramo de río (m)	309
Cota media de la cuenca vertiente al tramo de río (m)	324,21

Cód. Pfafstetter río completo	1008359264
Cód. Numérico del río	408925
Nombre del río	SIN NOMBRE
Longitud del tramo río (m)	1.856,45
Área cuenca vertiente al tramo de río (Km)	7,8099
Área cuenca vertiente del río completo (km2)	7,8099
Perímetro de cuenca vertiente al tramo (km)	14,3211
Perímetro de cuenca del río completo	14,3211
Cota máxima de la cuenca vertiente al tramo de río (m)	343
Cota mínima de la cuenca vertiente al tramo de río (m)	308
Cota media de la cuenca vertiente al tramo de río (m)	324,37



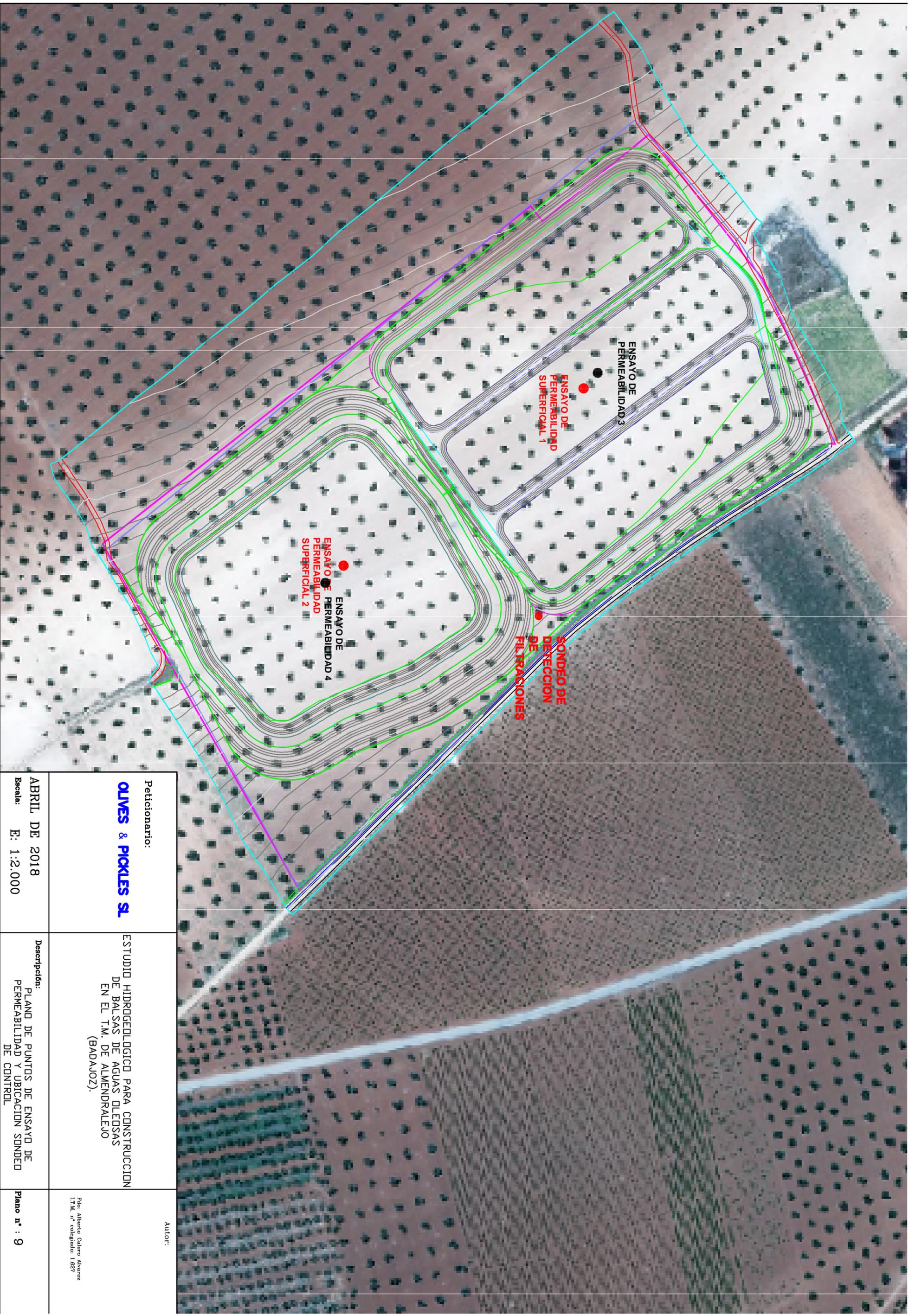
ZONA DE ESTUDIO

Estudio hidrogeológico detallado para balsa de aguas oleosas	
Peticionario: OLIVES PICKLES	
Nº7: PLANO 7 MAPA DE SUBCUENCAS Escala: S/E	
Alberto Calero Álvarez Ingeniero Técnico de Minas. Colegiado nº 1.627.	MARZO de 2018

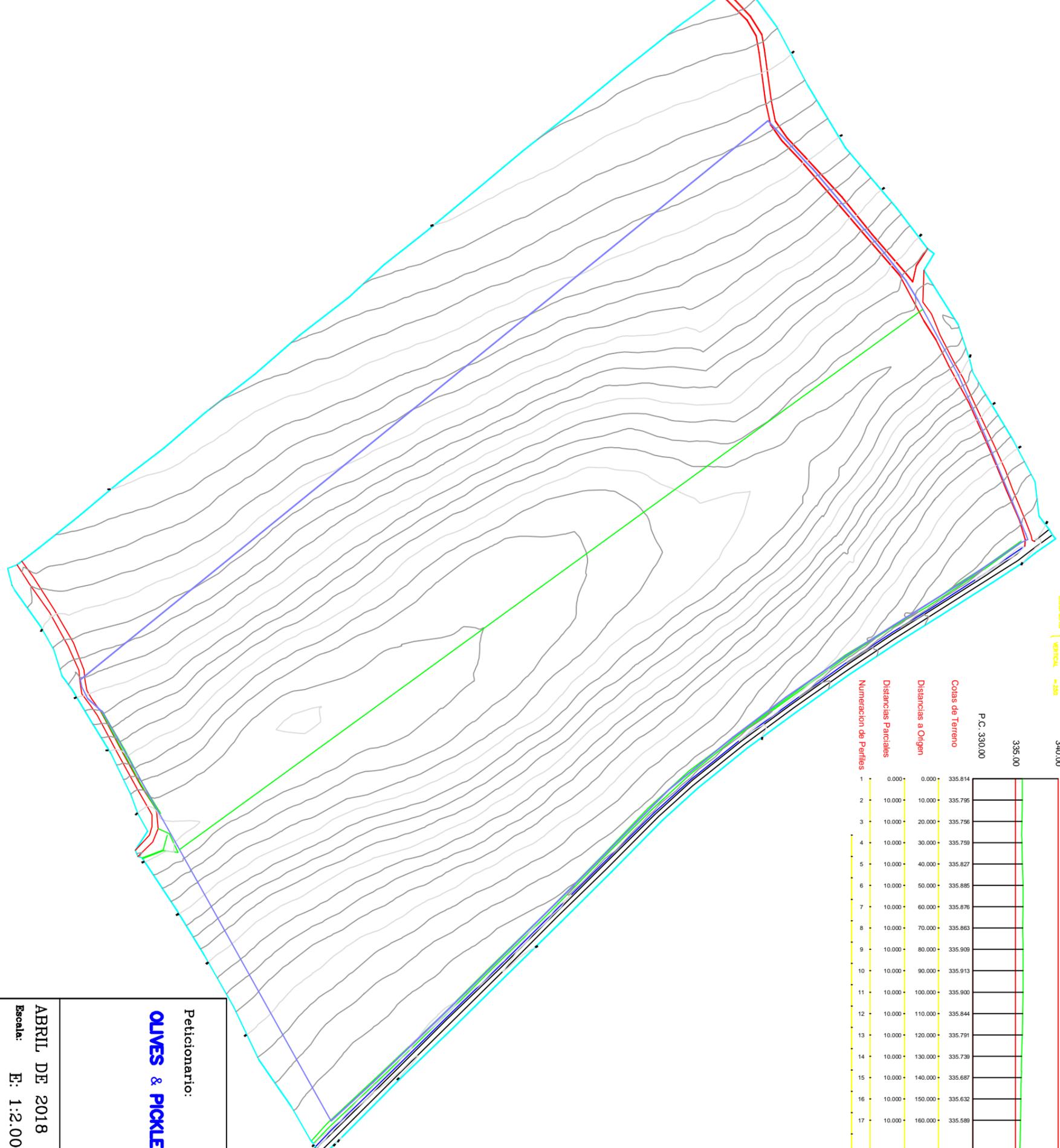


→ Direcciones de drenaje superficial

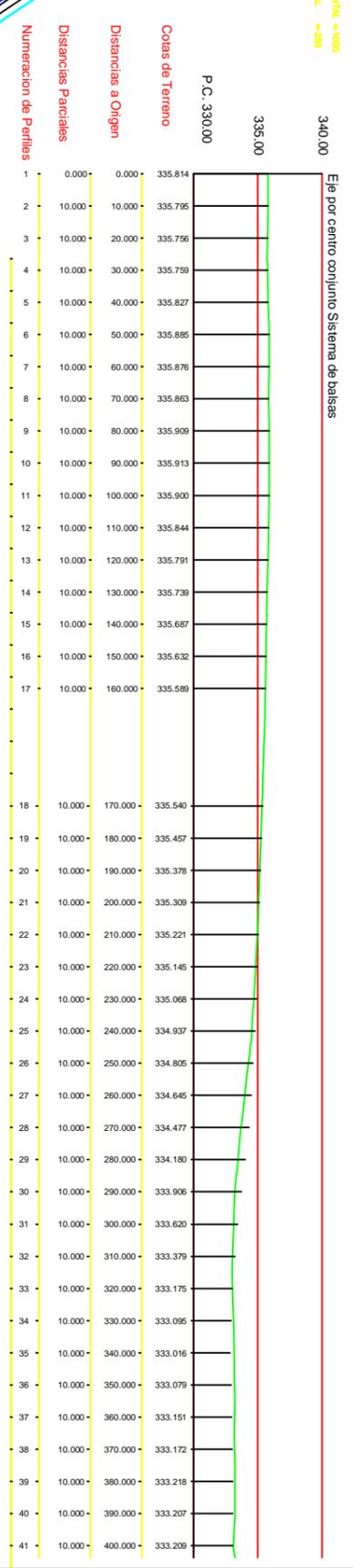
Estudio hidrogeológico detallado para balsas de aguas oleosas	
Peticionario: OLIVES PICKLES SL	
PLANO 8 HIDROGRAFÍA CON RED DRENAJE Escala: S/E	
Alberto Calero Álvarez Ingeniero Técnico de Minas. Colegiado nº 1.627.	MARZO de 2018



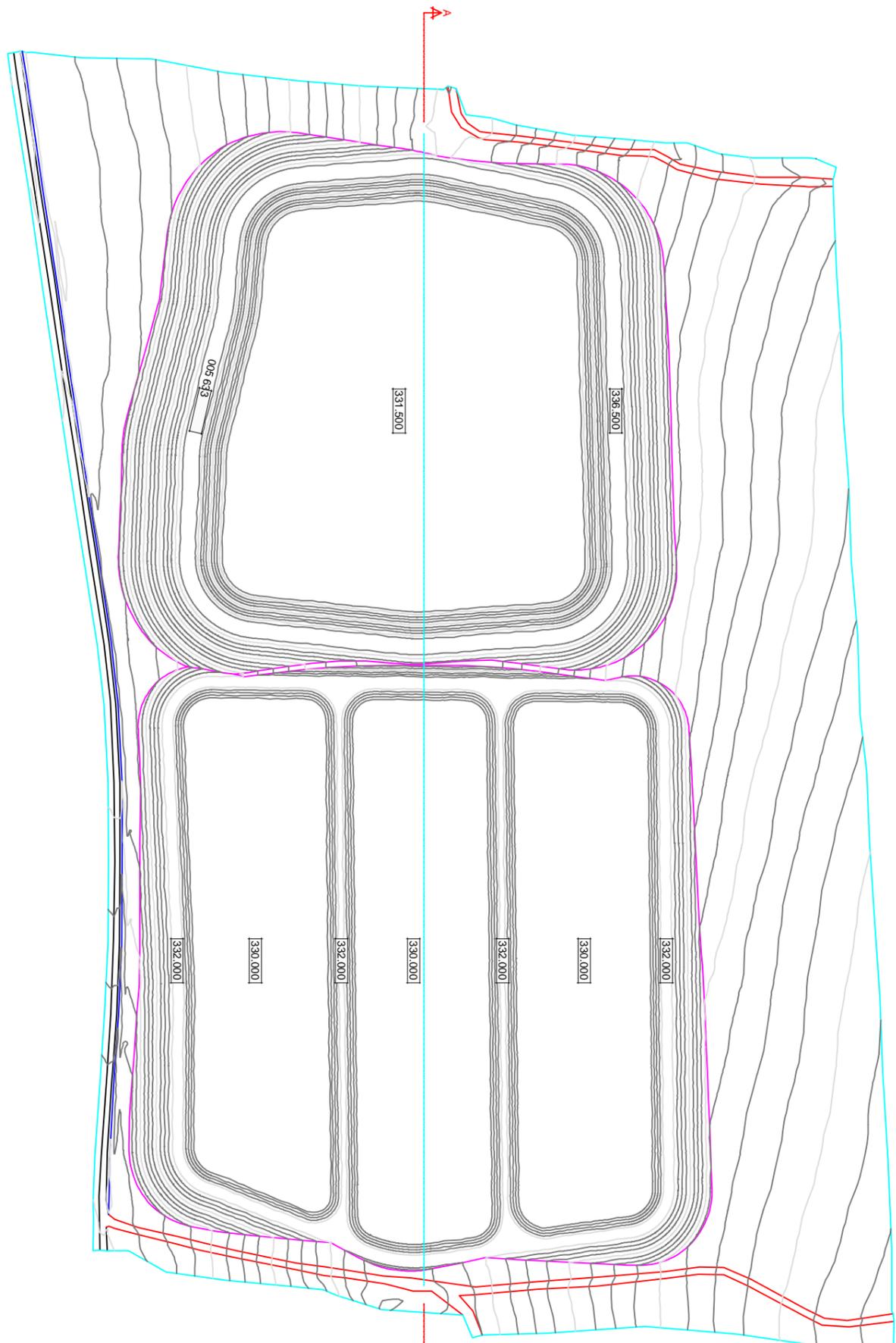
<p>Peticionario:</p> <p>OLIVES & PICKLES SL</p>	<p>Autor:</p> <p>Pdo: Alberto Calero Alvarez I.T.M. nº colegiado: 1.627</p>
<p>ABRIL DE 2018</p> <p>Escala: E: 1:2.000</p>	<p>Descripción:</p> <p>ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA CONSTRUCCION DE BALSAS DE AGUAS DEOSAS EN EL T.M. DE ALMENDRALEJO (BADAJOS).</p>
	<p>PLANO DE PUNTOS DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD Y UBICACION SONDEO DE CONTROL</p>
	<p>Plano nº : 9</p>



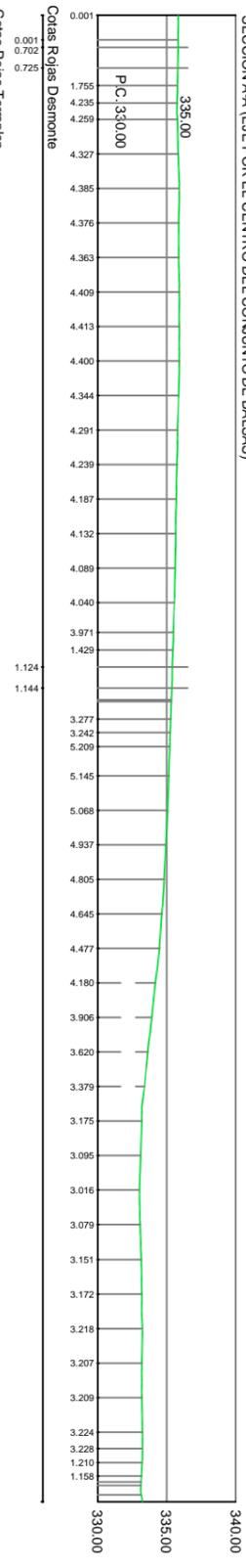
ESCALAS { HORIZONTAL = 1:1000
VERTICAL = 1:200



Peticionario: OLIVES & PICKLES SL		Autor: Pde: Alberto Calero Alvarez I.T.M. nº colegiado: 1.627	
ABRIL DE 2018 Escala: E: 1:2.000		Descripción: ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA CONSTRUCCION DE BALSAS DE AGUAS DLEDSAS EN EL T.M. DE ALMENDRALEJO (BADAJOS).	
		PLANO DE TOPOGRAFIA DE DETALLE	
		Plano nº :10	

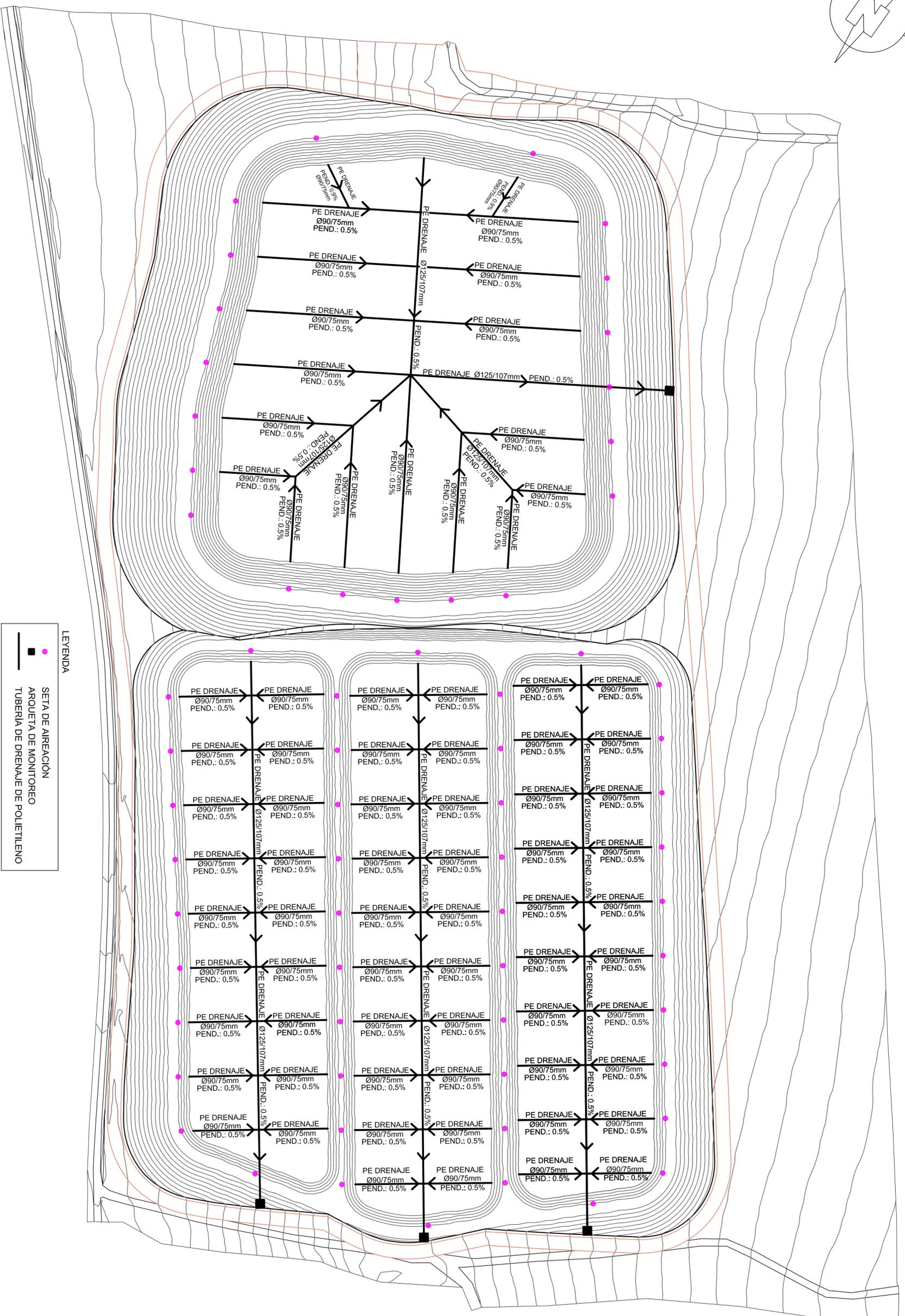
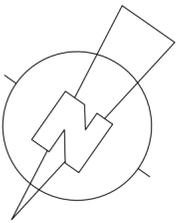


SECCION A-A (90° POR EL CENTRO DEL CONJUNTO DE BALSAS)



Cotas Rojas Terapien	
0.000	335.814
1.000	335.803
2.000	335.798
3.000	335.792
4.000	335.785
5.000	335.775
6.000	335.763
7.000	335.749
8.000	335.733
9.000	335.715
10.000	335.695
11.000	335.672
12.000	335.646
13.000	335.617
14.000	335.585
15.000	335.550
16.000	335.512
17.000	335.471
18.000	335.427
19.000	335.380
20.000	335.330
21.000	335.277
22.000	335.221
23.000	335.162
24.000	335.100
25.000	335.035
26.000	334.967
27.000	334.896
28.000	334.822
29.000	334.745
30.000	334.665
31.000	334.582
32.000	334.496
33.000	334.407
34.000	334.315
35.000	334.220
36.000	334.122
37.000	334.021
38.000	333.917
39.000	333.810
40.000	333.700
41.000	333.587
42.000	333.471
43.000	333.352
44.000	333.230
45.000	333.105
46.000	332.977
47.000	332.846
48.000	332.712
49.000	332.575
50.000	332.435

<p>Peticionario:</p> <p>OLIVES & PICKLES SL</p>	<p>Autor:</p> <p>Fdo: Alberto Calero Alvarez I.T.M. nº colegiado: 1.627</p>
<p>ABRIL DE 2018</p> <p>Escala: E: 1:2.000</p>	<p>Descripción:</p> <p>PLANO DE TOPOGRAFIA DE DETALLE BALSAS</p>
	<p>ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA CONSTRUCCION DE BALSAS DE AGUAS DEJADAS EN EL T.M. DE ALMENDRALEJO (BADAJOS).</p>
	<p>Plano nº : 11</p>



LEYENDA

- SETA DE AIRACION
- ARQUETA DE MONITOREO
- TUBERIA DE DRENAJE DE POLIETILENO

GRUPO IDIE
 N O R T E
 924 849 030
 www.grupoidie.com grupoidie@grupoidie.com

JOSE GONZALEZ NARANJO
 DOCTOR INGENIERO AGRONOMO
 Colegiado N° 381 C.O.L.A.G.R.O.E.

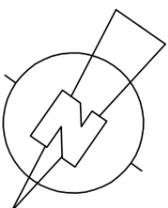
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN GRUPO DE BALSAS DE
 EVAPORACION DE EFUENTES PROCEDENTES DE UNA INDUSTRIA DE
 ADOBEZOS DE ACETUINAS EN ALIEMENDALEJO (BAJOAOZ)
 PARCELAS AEROSTRUC: REGISTRO PARC: 48 POL: 56 REGISTRO: PARC: 48 POL: 8
 PETICIONARIO: OLIVER & PICKLES S.L.

EXPT.: 17/0013
 FECHA: MARZO 2018

PLANO: BALSAS DE ALMACENAMIENTO
 Y DE EVAPORACION:
 RED DE DRENAJE, PLANTA.

ESCALA: 1:1.000
 PLANO N°: 14

FIRMA:



LEYENDA

	CAMINO PERIMETRAL Y CUNETTA
	VALLA PERIMETRAL

	LONGITUD	SUPERFICIE
CAMINO	1.194 m	5.970 m ²
CUNETTA	1.175 m	1.175 m ²
VALLA PERIMETRAL	1.210 m	---
EXPLANADA DE MANIOBRA	---	1.000 m ²

