

1.- INTRODUCCIÓN:

1.1.- Generalidades:

El presente Estudio Hidrogeológico se presenta a petición de D. Jaime del Pozo Yturralde, con D.N.I. nº 51.414.183-Y, actuando en representación del JUAN DEL POZO SÁNCHEZ, S.L., con C.I.F. B-06001143 y domicilio social en Avda. Francisco Chacón, 31 de Puebla de Alcocer (Badajoz). El objetivo del presente estudio no es otro que determinar el carácter hidrogeológico de los materiales sobre los que se asienta la balsa de evaporación y decantación de las aguas procedentes de una almazara, así como determinar la posible influencia hidrogeológica de esta balsa sobre el suelo, hidrología e hidrogeología del entorno inmediato.

La industria que genera los efluentes es una almazara, propiedad del titular de esta solicitud, para la obtención de aceite de oliva. La balsa de evaporación se encuentra en las parcelas 152 y 153 del polígono 25 del término municipal de Puebla de Alcocer (Badajoz).

1.2.- Descripción de la actividad:

Los efluentes de almazara tienen una difícil degradación en la naturaleza, es difícil básicamente debido a que contiene productos con poder antibacteriano.

La composición química de los efluentes es la siguiente:

Por ser un producto natural su composición no es constante, variando con el tipo de aceituna, la estación, el tipo de recogida y sobre todo con el proceso, industrial utilizado para obtener el aceite. Su composición aproximada es la siguiente:

- Agua: 83,5 %
- Materia orgánica: 15 %
- Minerales: 1,8 %

Estas sustancias contaminantes deben de estar debidamente almacenadas sobre balsas efectivamente impermeabilizadas como es el caso de la balsa que se está estudiando, ya que con la ingeniería de impermeabilización aplicada en este tipo de balsas se anula cualquier posibilidad de filtración, ello unido a la dimensión y profundidad de las misma, evita cualquier posibilidad de colmatación, ya que el volumen de los efluentes dista mucho de sobrepasar la cota de riesgo de colmatación de la balsa existente.

La almazara procesa en un proceso continuo de dos fases, que comienza con la molienda de la aceituna para romper sus tejidos y facilitar la salida del aceite. La masa obtenida se somete a un termobatido para facilitar la separación de las fases sólida y líquida, que pasan a la centrífuga horizontal o decanter donde se produce la separación de los tres componentes de la masa, ocupando dos fases distintas.

Al tratarse de un sistema de dos fases, el agua de vegetación de la aceituna sale del decanter junto con la materia seca desengrasada, formando un orujo húmedo o alperujo que es almacenado en unas tolvas exteriores hasta su posterior expedición.

La total separación de las fases oleosa y acuosa se realiza por medio de la centrifuga vertical. La utilización de un sistema de extracción de aceite en el que se producen fundamentalmente dos fases (aceite y orujo húmedo), reduce notablemente el consumo de agua y por tanto la producción de aguas residuales que quedan reducidas al 20-40% de las producidas por el sistema de tres fases. Asimismo, la carga orgánica del nuevo efluente se reduce al 6-15%. El nuevo orujo (alperujo) contiene un 55-60% de agua y la mayor parte de los componentes del alpechín.

Las aguas procedentes del lavado de las aceitunas y del lavado del aceite en la centrifugadora vertical son recogidas y transportadas hasta la balsa de recepción ubicada en la propia almazara.

1.3.- Características de la balsa:

1.3.1.- Introducción:

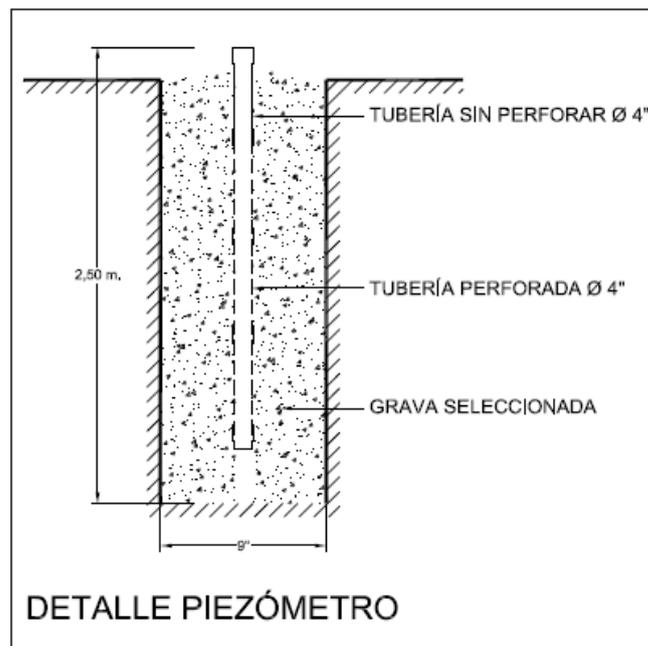
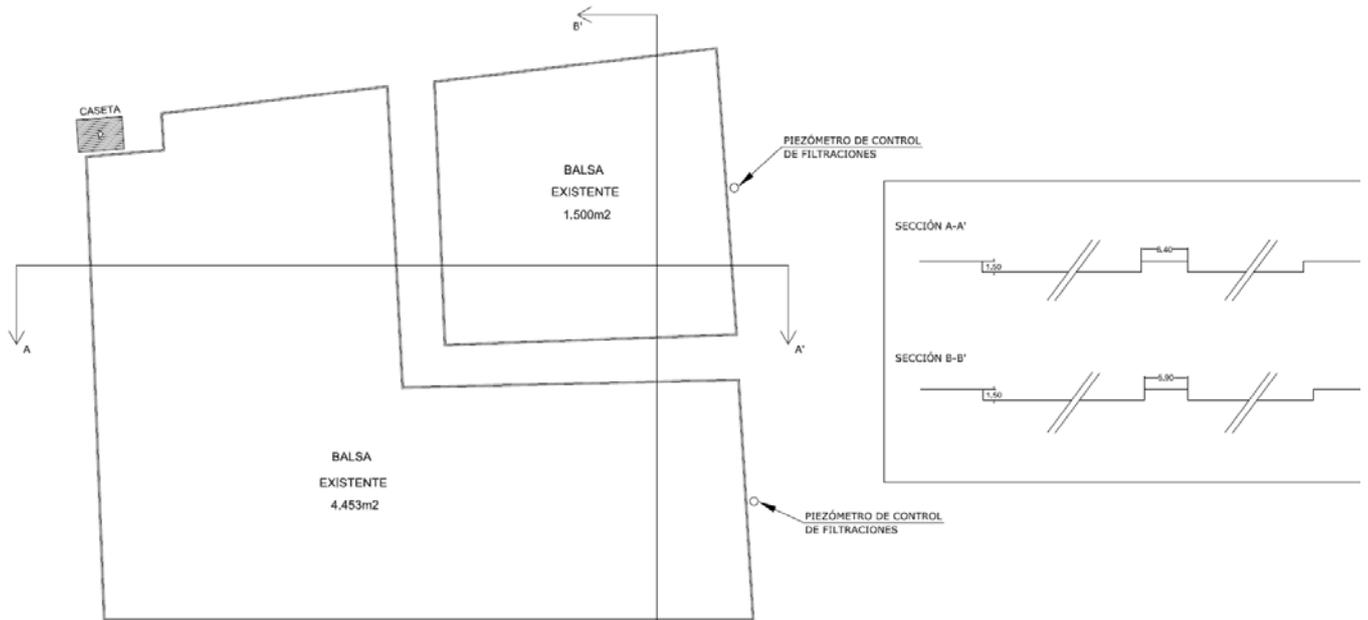
La actividad consiste en la eliminación por evaporación natural de efluentes procedentes de almazara. Todo el efluente tratado procede de una almazara de la propiedad ubicada en Puebla de Alcocer con una capacidad de molturación de 10.000 Tm de aceituna/año a 2 fases y sin repaso de alperujo (el repaso se realiza en otra instalación autorizada de la propiedad en Puebla de Alcocer). El volumen anual máximo generado por la almazara y eliminado en las balsas asciende a 2.400 m³.

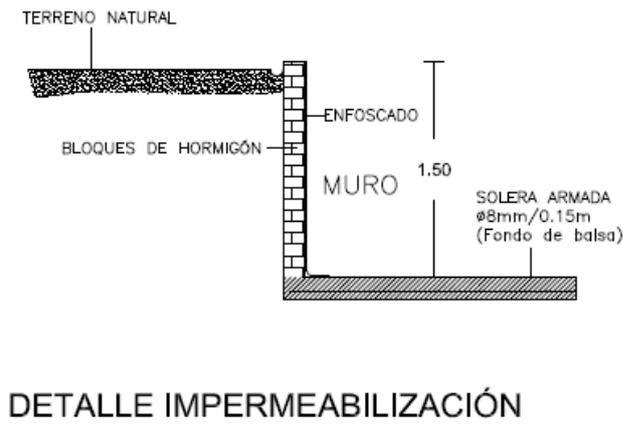
1.3.2.- Características de las balsas:

Las dimensiones de las balsas son las siguientes:

| | Balsa 1 | Balsa 2 |
|------------------------|----------------------|----------------------|
| Superficie en el fondo | 1.500 m ² | 4.453 m ² |
| Altura Total | 1,50 m. | 1,50 m. |
| Taludes interiores | Verticales | Verticales |

La balsa de evaporación está impermeabilizada mediante hormigón armado en solera y bloque de hormigón enfoscado en paramentos verticales. No cuenta con sistema de drenaje, por lo que se deberán instalar al menos dos piezómetros (tal y como muestran la figuras).





Los efluentes de almazara son conducidos a la balsa mediante camiones cisternas desde la almazara. La instalación cuenta con un vallado perimetral formado por malla de simple torsión de 2 m de altura, con postes cada 5 m, con murete tradicional de piedra y sin coronación con alambre de espinos.

1.4.- Metodología de estudio:

El objetivo del presente estudio no es otro que determinar el carácter hidrogeológico de los materiales sobre los que se asienta la actividad y estudiar la posible influencia hidrogeológica de la misma sobre el suelo, hidrología e hidrogeología del entorno inmediato.

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, además se ha efectuado un estudio geofísico del subsuelo junto a las balsas, para estudiar en profundidad la posible existencia de aguas subterráneas y las características del acuífero. 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.

1.4.- Localización Geográfica:

La zona donde se asientan las balsas se enclava aproximadamente a unos 1.000 m. al este de Puebla de Alcocer (Badajoz), más en concreto se sitúan en las parcela 152 y 153 del Polígono 25 (Ver mapas y planos en anexos).

En Proyección U.T.M. Datum Europeo (ETRS89) HUSO 30.

X = 0306110 Y = 4318366

El acceso al área de ubicación de las balsas es a través de un camino local que parte a la izquierda de carretera autonómica EX103 en el pk 43,350, a un kilómetro se localizan las balsas de efluentes de almazara.

2.- ASPECTOS FISIOGRAFICOS E HIDROLOGÍA:

2.1.- Geomorfología:

La morfología general de la zona está condicionada por los distintos materiales que conforman el contexto geológico así como la tectónica regional, estas 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 una peneplanización donde afloran sedimentos detríticos cuaternarios.

En el área estudiada se presenta un relieve marcado por zonas llanas con ondulaciones de sierras cuarcíticas. El área donde se ubican las balsas presenta un paisaje con una morfología semiplana 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 455 y los 459 m.

2.2.- Hidrología:

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 150 metros en torno a las balsas. El cauce fluvial más cercano es el Arroyo del Barranco de las Viñas situado a unos 160 al sudeste de las balsas.

No existen ni cauces fluviales ni llanuras de inundación en el entorno de las balsas de Juan del Pozo Sánchez, S.L.

En base a lo anteriormente definido las balsas de Juan del Pozo Sánchez, S.L. 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.

3.- GEOLOGÍA:

3.1.- Introducción:

Para el objetivo marcado por el presente estudio hidrogeológico se antoja como básico conocer el contexto geológico que rodea la zona de ubicación de la balsa. El presente capítulo pretende dar a conocer las diferentes formaciones geológicas sobre las que se localiza la ubicación de aquella.

Estudiar las litologías y la tectónica de estas formaciones geológicas afectadas nos puede aportar datos precisos acerca de las diferentes unidades hidrogeológicas, el funcionamiento hidrogeológico de los distintos acuíferos que pudieran existir en la zona de estudio; y sobre todo este conocimiento nos puede indicar la posible incidencia que podría tener el uso de la balsa sobre las aguas subterráneas y superficiales de la zona.

Durante el presente estudio se ha realizado una exploración de campo hidrogeológica que ha pretendido ayudar a alcanzar los objetivos mencionados anteriormente; así mismo se ha realizado un estudio geofísico de la parcela afectada para conocer el subsuelo en la misma.

3.2.- Geología regional. Marco Geológico:

La orografía y morfología de la zona está condicionada por los distintos materiales que conforman el contexto geológico así como la tectónica regional; estas junto con la acción de agentes exógenos, conforman un área de relieves ondulados residuales que corresponden a alineaciones hercínicas pertenecientes a los horizontes cuarcíticos del Ordovícico.

En el contexto geológico, las balsas objeto de este proyecto se enclava en la zona Centro-Ibérica perteneciente al Macizo Hespérico (LOTZE et al). Y dentro de la zona Centroibérica se sitúa sobre materiales neógenos que recubren el Dominio Lusitano Alcúdico, encontrándose materiales pertenecientes a la Unidad Estratigráfica Alogrupo Domo Extremeño.

3.3.- Geología Local:

3.3.1.- Estratigrafía:

3.3.1.1.- Introducción:

La Formación Cuaternaria Holocena es la que alcanza mayor desarrollo dentro del área estudiada ocupando la práctica totalidad de la zona de investigación.

No obstante en los alrededores de la zona también se observan otras formaciones pertenecientes al Terreno Centroeuropeo como son los materiales pertenecientes al Silúrico y Ordovícico, así mismo se observan materiales precámbricos rifeenses, que son los que constituyen el zócalo geológico en la zona de estudio.

En la exploración de campo realizada se ha estudiado una pequeña parte de la geología de la zona.

En la misma se ha comprobado que la Formación en la que se encuentran las balsas de Juan del Pozo Sánchez, S.L. es la Formación Precámbrica del Alogrupo Domo Extremeño.

3.3.1.2.- Pizarras y Grauvacas Alogrupo Domo Extremeño:

Bajo esta denominación se engloban los afloramientos del antiguo complejo Esquisto Grauwackico de la Zona Centro Ibérica. Es la formación que aparece subyacente en la zona de estudio, se ha detectado por geofísica. Se trata de la Formación Precámbrica pertenecientes al Alogrupo Domo Extremeño.

Esta Formación es la que alcanza un gran desarrollo dentro de las comarcas de La Serena y La Siberia. Dentro de esta formación se han distinguido dos conjuntos: uno inferior, de naturaleza más arenosa y otro superior, esencialmente pelítico.

Los materiales que se pueden observar en los alrededores de la balsa son más arenosos, se trata de grauvacas, que tienen un color pardo grisáceo a marronáceas, de grano fino y textura granuda, formados principalmente por cuarzo, moscovita y biotita como minerales principales.

Estos son materiales desde el punto de vista hidrogeológico estériles, esterilidad provocada por la impermeabilidad o muy baja permeabilidad de estos materiales. Estas formaciones tan sólo presentan acuíferos relacionados con fracturas tardihercínicas de descompresión. Estas fracturas están rellenas por filones de cuarzo.



AFLORAMIENTO DE GRAUVACA JUNTO A LAS BALSAS

3.3.1.3.- Cuaternario:

En este grupo están representados los materiales edáficos y coluviales en general. Todos ellos del Holoceno.

En la zona se han diferenciado como un conjunto de aluviones, coluviones y a una delgada capa edafizada y homogeneizada.

Los sedimentos que encontramos en este cuaternario superficial holoceno son en general areno-limosos y están acompañados por fragmentos de grauvacas. Se pueden establecer tres horizontes para este tipo de afloramientos:

- a.- Superior: Relativamente rico en materia orgánica, arenolimoso.
- b.- Medio: de naturaleza limoarenoso, debido a la limitada acción química que tiene aquí su máxima intensidad, con restos de grauvacas.
- c.- Inferior: Grauvacas.

En general tienen un espesor que rara vez sobrepasa el metro y una textura limo arenosa le confiere un color gris pardusco oscuro, es pobre en elementos nutritivos y se seca con facilidad.



CUATERNARIO: ARENAS Y LIMOS CON RESTOS DE GRAUVACAS

El contenido en arcillas expansivas es inexistente, la composición mineralógica es la que sigue:

Cuarzo, feldespato, mica, clorita, illita, caolinita y pequeñas cantidades de interestratificados.

3.3.2.- Tectónica:

3.3.2.1.- Introducción:

El área estudiada se encuentra como ya se ha comentado entre la Zona Centro Ibérica, concretamente se sitúa en el terreno Centro Ibérico, la complejidad tectónica y estructural de la zona es muy grande lo cual nos dificulta establecer un modelo tectónico detallado.

Las estructuras siguen claramente las directrices hercínicas, con orientación preferente NE-SW.

Dentro de la zona de estudio observamos estructuras pertenecientes a dos fases tectónicas diferenciadas, Fase Hercínica y Fase posthercínica

3.3.2.2.- Orogenia hercínica:

Esta orogenia presenta indicios claramente observables por todo la zona de investigación. Se manifiesta en varias fases de plegamiento.

Son observables tres fases de plegamiento:

a.- 1ª Fase de Deformación Hercínica:

Durante la primera fase se originan micropliegues con esquistosidad espaciada, sin blástesis, así mismo se originan pliegues isoclinales de vergencia SW. Esta fase es la responsable de las estructuras cartográficas mayores.

Esta primera fase de deformación hercínica origina una esquistosidad de flujo claramente observable en los materiales paleozoicos.

b.- 2ª Fase de Deformación Hercínica:

En esta fase se produce micropliegues de esquistosidad muy espaciada sin blástesis. Es la fase responsable de las ondulaciones y curvaturas de las direcciones de los pliegues de fases previas.

c.- 3ª Fase de Deformación Hercínica:

Es la última fase, consiste en un plegamiento que dio lugar a pliegues de naturaleza cilíndrica de dirección NW-SE de amplio radio y plano axial subvertical.

3.3.2.3.- Procesos tectónicos tardihercínicos:

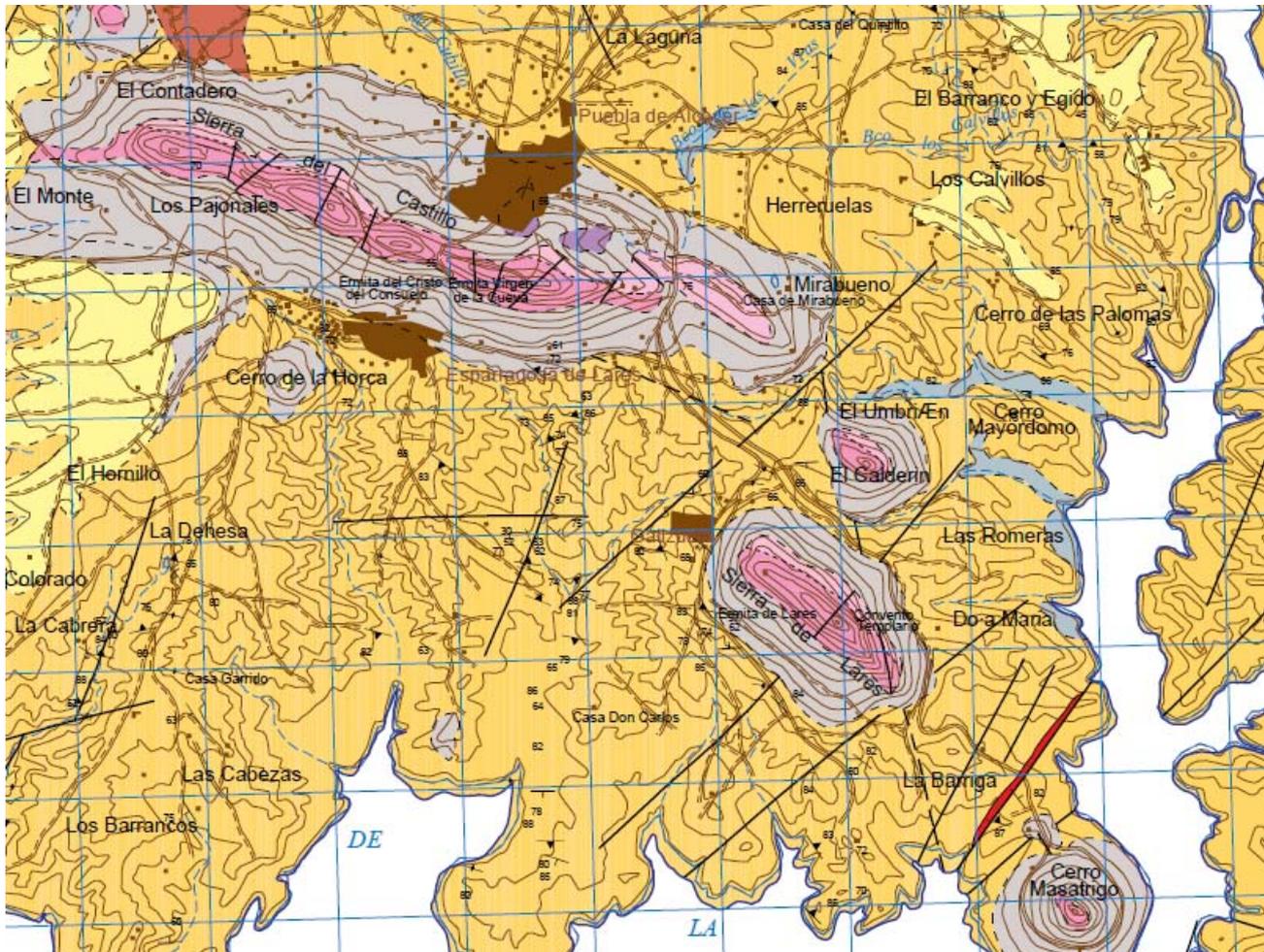
Este tipo de procesos no constituyen una orogenia, no obstante sí que han dejado su impronta en la geología local e influyen claramente en la hidrogeología del entorno por lo tanto merece la pena analizar.

Esta fase de deformación, es responsable de procesos de fracturación tardíos en los macizos granitos cercanos, y posiblemente también sea la responsable de diferentes rejuegos de los pliegues que son claramente observables en las diferentes formaciones existentes en la zona.

Así mismo debido originan fracturas de descompresión que son rellenadas posteriormente por filones de cuarzo.

3.3.2.4.- Tectónica de fracturación.

La tectónica de fracturación responde a un comportamiento frágil de los diferentes materiales afectados por las distintas orogenias. Si observamos un mapa geológico local:



Son observables dos familias de fracturas que se pasan a relacionar:

a.- Primera Familia de Fracturas:

Son fracturas de dirección N 10°-40° E, observables por todo el término municipal, en la Sierra del Castillo se puede observar fracturas que afectan a las cuarcitas en esta dirección.

Se trata de fallas normales.

b.- Segunda Familia de Fracturas:

Es un sistema de fracturas menos importante de la zona de estudio. Se trata de un sistema de fallas de dirección N80°-100°E que son observables al este del paraje de La Dehesa o al sur de La Cabrera.

Son fallas que presentan una importante componente horizontal sinestrosa, posiblemente represente las líneas de máxima tensión dentro de la banda de cizalla definida por las grandes fracturas longitudinales.

3.3.2.5.- Neotectónica:

Existe una actividad tectónica que afecta a los materiales miocénicos de la Cuenca del Guadiana.

Esta tectónica consiste en una compartimentación de los bloques de la cuenca, causada por el rejuego de las fallas subyacentes que afectan al zócalo precámbrico y paleozoico. Esta neotectónica se manifestó bajo un régimen distensivo.

La edad de esta deformación es posterior 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.

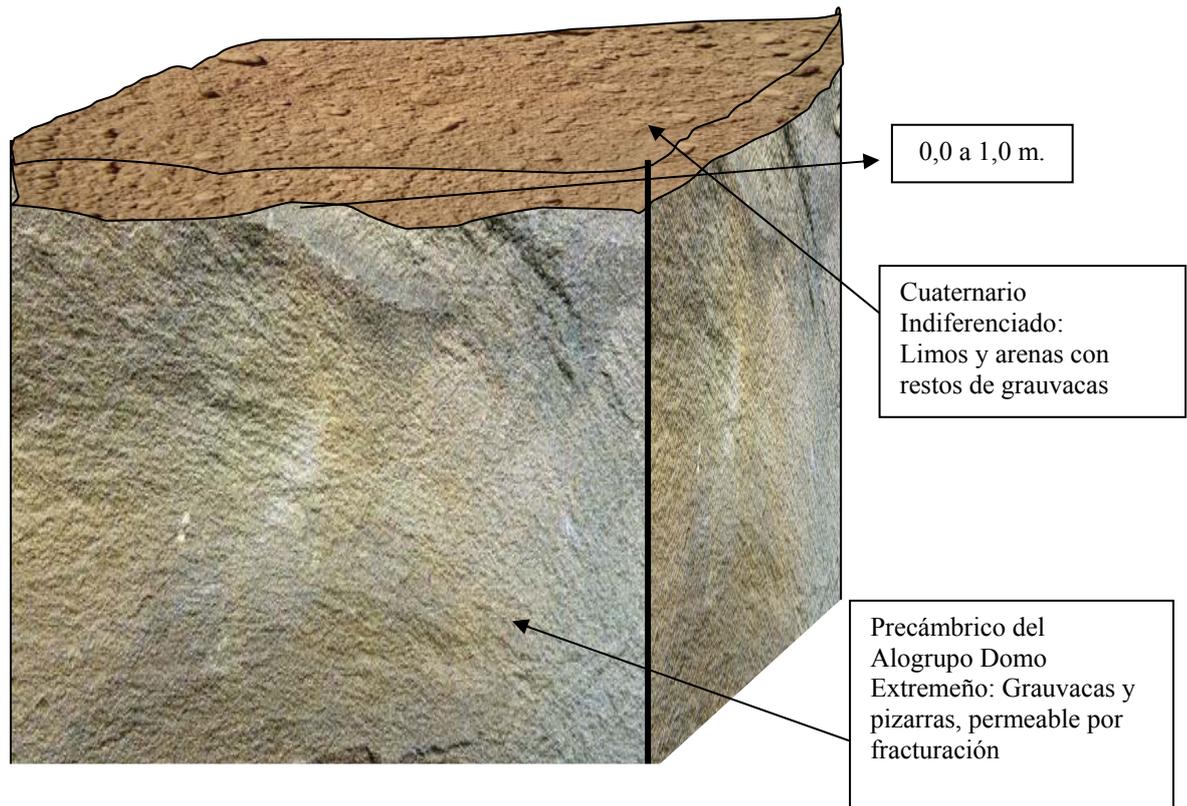
Las superficies posteriores a la colmatación no presentan ninguna deformación. Se deduce por lo tanto que la actividad tectónica ha permanecido prácticamente inactiva desde el Plioceno. En consecuencia los procesos tectónicos no afectan a la Unidad Hidrogeológica que albergan las captaciones afectadas.

3.4.- Columna Estratigráfica:

Comentando lo que se puede observar en la columna estratigráfica de la zona podemos decir que en los metros más superficiales se observa inicialmente una delgada capa de sedimentos cuaternarios detríticos, compuesto por un conjunto de arenas y limos de color pardo grisáceo con restos de grauvacas, que tienen un espesor de 1,00 a 0,00 metros (se observan afloramientos de grauvacas en la parcela).

A partir de esta profundidad se empiezan a detectar materiales precámbricos del Alogrupo Domo Extremeño, compuestos fundamentalmente por grauvacas de colores grises y pardos.

A continuación se muestra el corte geológico ideal de la zona:



3.5.- Edafología:

Debido a la meteorización química y física que ha sufrido la Formación de Grauvacas y Pizarras del Alogrupo Domo Extremeño surge un suelo de alteración denominado Suelo Pardo Meridional de Fase de Pendiente más conocido como “Tierra delgadas y sequinas”, este suelo presenta las siguientes características:

Se trata de un suelo edafológicamente clasificado como Dystric lithic Xerochrept que tiene en este enclave una potencia de 0,00 a 1,00 metro aproximadamente.

En general son suelos jóvenes, delgados, secos y pobres, la meteorización química no ha sido intensa, por tanto, son ricos en minerales alterables.

Consecuencia de su textura areno - limosa es la facilidad de infiltración de agua lo que infiere la posibilidad de formación de acuíferos que queda limitada por el escaso espesor del suelo de alteración. Se trata en general de suelos muy ácidos, silíceos, de textura marcadamente areno - limosa, y de fácil infiltración de agua.

La línea de contacto entre el cuaternario y las grauvacas del Alogrupo Domo Extremeño es paralela con la superficie del suelo; presenta escasas inflexiones, las grauvacas aparecen a 1,00 metros de profundidad o afloran.

4.- HIDROGEOLOGÍA:

4.1.- Marco hidrogeológico:

4.1.1.- Introducción:

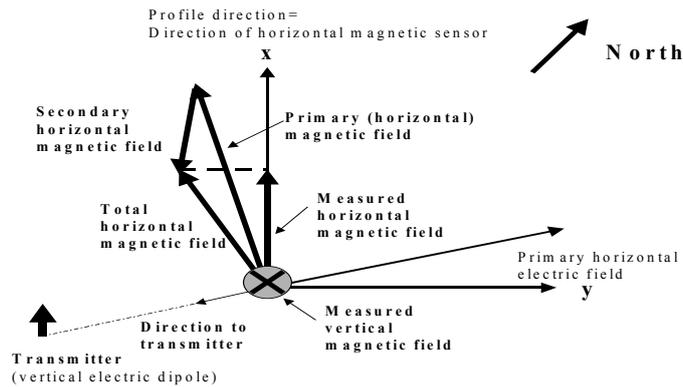
Como ya se ha mencionado en la geología conocemos que la zona de estudio está caracterizada por la existencia de materiales detríticos que se disponen sobre materiales lutíticos del precámbrico, estos últimos son impermeables desde el punto de vista hidrogeológico si bien pueden existir fracturas resultado del tectonismo varisco y tardihercínico de fracturación que pueden albergar acuíferos tectónicos; y una de las mejores maneras de localizar estas fracturas es mediante un método geofísico, en este caso el sistema WADI-VLF, que es uno de los mejores métodos para localizar fracturas, donde se podrían ubicar acuíferos de tipo tectónico.

Estudio geofísico:

a.- Introducción:

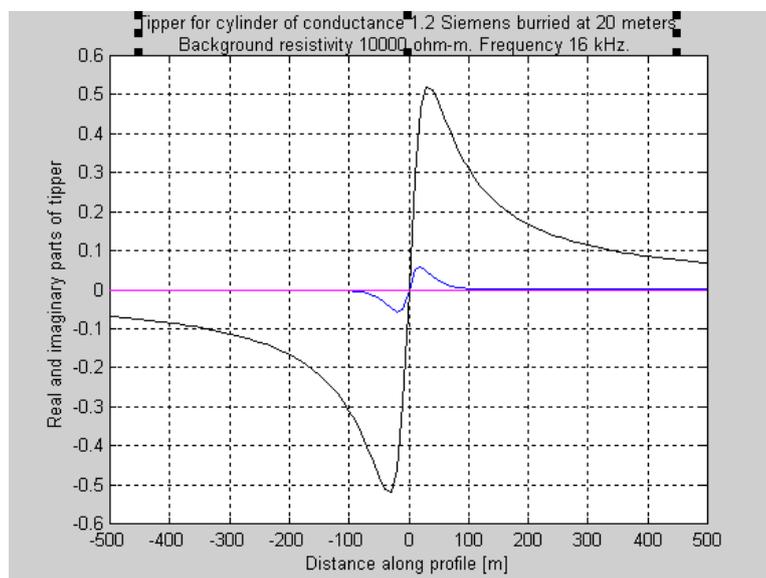
La geofísica efectuada en la finca afectada está basada en el método VLF. Mediante estas mediciones se puede determinar la situación en el subsuelo de diferentes estructuras y formaciones geológicas.

El sistema WADI VLF (Very Low Frequency) es un receptor de dos componentes magnéticas en un rango de frecuencias de 15-30 kHz. Las fuentes de estas frecuencias son potentes transmisores de radio usados para radio-comunicación submarina, distribuidas por todo el mundo. Cuando estas señales propagadas desde la posición de origen fuente hasta la posición de sitio de medida, interactúan de forma compleja entre dos conductores eléctricos: la tierra (abajo) y la ionosfera (arriba). Sin embargo, debido a su pequeña penetración (400 metros en granitos) comparado con la distancia entre las fuentes, podemos observar que las señales como ondas planas propagándose por debajo del suelo y el punto de recepción. La supuesta onda plana permite una interpretación sencilla y rápida de los datos usando un modelo 2D.



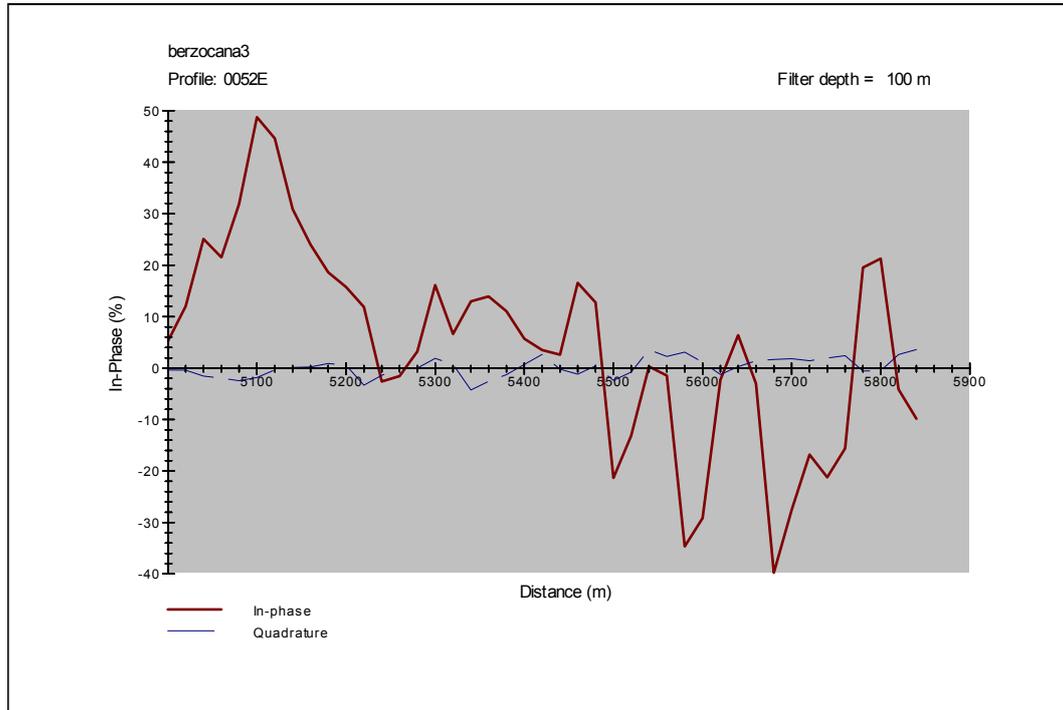
Dos componentes magnéticas (H_x, H_z) son medidas, relacionadas por la fórmula $H_z = AH_x$, donde A es una compleja cantidad con una parte real y otra imaginaria, debido a que en una frecuencia dada, los campos horizontales y verticales tienen normalmente un desfase en tiempo causado por inducción electromagnética subyacente en el suelo.

La relación entre la parte real e imaginaria es muy compleja debido a que depende tanto del “background” (fondo) de conductividad eléctrica como de la conductividad y forma del conductor dominante en cuestión.



La interpretación de los datos obtenidos se han tratado con el programa RAMAG que nos genera gráficos de las curvas reales e imaginarias de los perfiles realizados, e interpretando las curvas a distintas profundidades.

Ejemplo de datos de campo tratados con software RAMAG y curva elaborada con hoja de cálculo Xcel (Microsoft)(Perfil VLF-2)



El objetivo de este estudio es por lo tanto estudiar la columna geofísica de la zona para hacer una interpretación de la columna estratigráfica de la zona, así mismo se pretende estudiar posibles zonas de macrofracturación tardihercínicas cuya resistividad en profundidad nos indicaría la presencia de agua, ya que cada material tiene su propia resistividad al igual que el propio material húmedo.

A la hora de hacer un estudio hidrogeológico para estudiar la hidrogeología del subsuelo se antojan como básicos dos aspectos diferentes: el primero de ellos es el conocer la geología de la zona ya que en algunos casos se puede plantear la duda de tener una misma resistividad que podría corresponder a diferentes materiales, pero que conociendo la litología que nos podemos encontrar dicho problema prácticamente se descarta. El segundo aspecto básico que entraña un estudio de estas características es el conocer obviamente las resistividades que aparecen en la zona ya que el conocimiento de las mismas es el que nos marca la posible existencia o no de aguas subterráneas.

Se han efectuado dos perfiles de una distancia de 120 metros.

b.- Interpretación del perfil VLF 1 efectuado:

Es un perfil geoelectrico clásico de materiales metamórficos, las coordenadas en UTM (ETRS89, HUSO 30) de inicio y final de perfil son aproximadamente las siguientes:

Punto n°.: 1 Y: 4318375
 X: 306044

Punto n°.: 13 Y: 4318321
 X: 306152

Se toman puntos a cada 10 metros de distancia, la longitud del perfil es de unos 120 metros aproximadamente.

En la presente zona, la investigación geofísica se centra en determinar la columna estratigráfica de la zona y la posible existencia de algún acuífero bajo las balsas estudiadas.

Comentando lo que se observa en los datos extraídos del perfil efectuado podemos decir que nos encontramos con una columna estratigráfica compleja a lo largo de todo el perfil.

Podemos decir que en todo el desarrollo del perfil aparece inicialmente un material arenolimoso que corresponde con los materiales cuaternarios, con una resistividad aparente de 280,00 Ωm .

A 1,00 metros de profundidad se detecta un aumento de la resistividad ($3,20 \times 10^6 \Omega\text{m}$), estas resistividades corresponden con materiales areniscosos (grauvacas), estos mismos materiales se sigue observando hasta los 180 metros de profundidad.

No se localizan anomalías significativas en todo el perfil investigado que nos indique la existencia de algún acuífero bajo la parcela afectada, tampoco se han detectado fallas o fracturas significativas.

b.- Interpretación del perfil VLF 2 efectuado:

Es un perfil geoelectrico clásico de materiales metamórficos, las coordenadas en UTM (ETRS89, HUSO 30) de inicio y final de perfil son aproximadamente las siguientes:



Perfil vlf n°.: 2

Punto n°.: 1 Y: 4318246
 X: 306126

Punto n°.: 13 Y: 4318313
 X: 306011

Se toman puntos a cada 10 metros de distancia, la longitud del perfil es de unos 120 metros aproximadamente.

En la presente zona, la investigación geofísica se centra en determinar la columna estratigráfica de la zona y la posible existencia de algún acuífero bajo las balsas estudiadas.

Comentando lo que se observa en los datos extraídos del perfil efectuado podemos decir que nos encontramos con una columna estratigráfica compleja a lo largo de todo el perfil.

Podemos decir que en todo el desarrollo del perfil aparece inicialmente un material arenolimoso que corresponde con los materiales cuaternarios, con una resistividad aparente de 310,00 Ω m.

A 1,00 metros de profundidad se detecta un aumento de la resistividad ($3,40 \times 10^6 \Omega m$), estas resistividades corresponden con materiales areniscosos (grauvacas), estos mismos materiales se sigue observando hasta los 180 metros de profundidad.

No se localizan anomalías significativas en todo el perfil investigado que nos indique la existencia de algún acuífero bajo la parcela afectada, tampoco se han detectado fallas o fracturas significativas.

4.1.2.- Presencia de acuíferos en el entorno y características geométricas y litológicas de los mismos:

4.1.2.1.- Introducción:

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 de las aguas subterráneas del entorno de la actividad objeto del presente proyecto.

Tras la geofísica efectuada no se localizan acuíferos bajo la zona de las balsas, ni se tiene constancia de la presencia de acuíferos en un entorno inmediato. En cualquier caso, para un estudio del marco hidrogeológico del entorno de las balsas se precisa de un análisis hidrogeológico de los materiales que encontramos en la columna litológica de la zona, para comprender mejor el marco hidrogeológico donde se ubican las balsas.

4.1.2.2.- Marco Hidrogeológico en el entorno de la parcela afectada (características geométricas y litológicas de posibles acuíferos):

Cuaternario:

La hidrogeología del depósito de alteración de los materiales cuaternarios. La recarga del “acuífero” cuaternario está claramente condicionada por la recarga pluvial existente en la zona, ya que los aportes de agua son por infiltración directa y circulación poco profunda.

No se puede hablar de acuífero ya que no existe un seno hidrogeológicamente bien, está compuesto por un conjunto de materiales de baja porosidad constituidos por litologías detríticas (sedimentos de alteración grauváquica (arenas y limos con restos de grauvacas).

Los límites de la profundidad del acuífero vienen claramente condicionados por el espesor del seno de alteración precámbrica, según esto la potencia de un supuesto acuífero puede estimarse en unos 0,5 metros.

El tipo de acuífero sería de tipo libre, estos acuíferos son los típicos en los que el agua subterránea presenta una superficie libre, sujeta a la presión atmosférica, como límite superior de la zona de saturación. Esta superficie libre se conoce como superficie freática y el nivel a que ella se eleva, respecto a otro de referencia, nivel freático.

Está formado por un estrato permeable parcialmente saturado de agua, que es el perfil de alteración edáfico, que yace sobre otro estrato impermeable o relativamente impermeable, en este caso, la formación carbonífero Inferior que forma una barrera impermeable que provoca el almacenamiento y flujo de las aguas subterráneas.

Este tipo de acuíferos tienen una buena recarga y alimentación, muy poca capacidad de almacenamiento ya que la componente evapotranspiración en este tipo de pozos es muy importante, entre el 60 y 75 % de la pluviometría total.

En estudios realizados sobre acuíferos libres asociados a “sedimentos detríticos” se le asignan al conjunto del “acuífero” una transmisividad del orden de 8 a 10 m²/día, que para un espesor medio de 20 metros, significa una **permeabilidad** del orden de $4,63 \times 10^{-6}$ m/s. De los citados ensayos se puede deducir la existencia de dos capas diferentes. La superior de 8 a 10 metros con una transmisividad de 25 m²/día y la inferior de 10-12 metros y una transmisividad del orden de 1 - 2 m²/día.

El **nivel freático** de esta formación en esta zona es variable si bien suele ser de 0,5 de profundidad, en función de la época en la que nos encontremos, por ejemplo en épocas de lluvias suele estar a 0,5 m, mientras en verano llega a agotarse el almacenamiento del acuífero. La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene una dirección isótropa.

Alogrupo Domo Extremeño

Es la unidad hidrogeológica general de la zona, ya que en todos los enclaves seleccionados para investigar se encuentra el mismo tipo de material subyacente: grauvacas.

Estos son materiales desde el punto de vista hidrogeológico estériles, esterilidad provocada por la impermeabilidad o muy baja permeabilidad de estos materiales. Estas formaciones tan sólo presentan acuíferos relacionados con fracturas.

El acuífero que se relaciona con este tipo de materiales, presenta un nivel de permeabilidad muy baja a baja, tan sólo presenta algo de permeabilidad asociada a zonas de fracturas y fallas generada por la macrofracturación que presentan estas fracturas.

El posible acuífero que pudiera haber relacionado con las grauvacas precámbricas del Alogrupo Domo Extremeño sería de tipo limitado con bordes negativos, y en el que funcionamiento hidráulico es complejo ya que se encuentra íntimamente ligado a la dimensión del conjunto de fracturas y la dirección de las mismas. Es de tipo discontinuo, son los típicos que afectan a las rocas con un comportamiento ante la deformación frágil; y que generan porosidades secundarias constituidas por fracturación, trituración y alteración, se trata en definitiva de un acuífero fisural.

En resumen tenemos un acuífero de tipo discontinuo, fisural; limitados y confinados, limitado por la impermeabilidad de las lutitas. Se trata pues de un acuífero generado por permeabilidad secundaria debida a la porosidad generada por la fracturación.

Este tipo de acuíferos tienen una recarga difícil por regla general, en el aspecto positivo mencionar que tienen un alto coeficiente de almacenamiento; lo cual quiere decir que son pozos de larga vida.

Las grauvacas son materiales impermeables, que resultan permeables por la porosidad generada por la fracturación, trituración y alteración en zona de macrofracturación, dependiendo de la anchura de la zona de fracturación.

Según datos tomados en grauvacas similares tenemos una **permeabilidad** en la zona de:

30 a 100 metros: $K = 3,79 \times 10^{-10}$

100 a 180 metros: $K = 2,81 \times 10^{-9}$

En zonas de fracturación: $K = 1,30 \times 10^{-4}$

Como se puede apreciar tiene una permeabilidad muy baja, propia de materiales impermeables, tan sólo permeables en zonas de fracturación, donde existe porosidad secundaria tectónica que produce un aumento de la permeabilidad.

El **nivel piezométrico** de esta formación en esta zona es variable, al tratarse de acuíferos fisurales, si bien existen captaciones en este tipo de materiales en otros puntos del término municipal de Puebla de Alcocer, con piezométricos que oscilan entre los 90 a 110 m.. La circulación del agua (**dirección de flujo**) coincidiría con las direcciones principales de fracturación (N10°-40°E).

4.1.3.- Tipología de los acuíferos asociados a este tipo de material:

Los materiales que encontramos en la zona son desde el punto de vista hidrogeológico impermeables, tan sólo presentan acuíferos asociados a zonas de fracturación (fallas y/o diaclasas). Sería por lo tanto un acuífero de los denominados fisurales. En general las fracturas se amortiguan en profundidad y los coeficientes de almacenamiento no suelen ser muy altos.

En este tipo de materiales, por el tipo de hueco, y por la presión hidrostática (lineal), el tipo acuífero típico es el asociado a las zonas de fractura donde se produce un aumento de la permeabilidad de las rocas, que da lugar a acuíferos locales. Los acuíferos que encontramos en esta litología son fisurales, estos presentan un difícil recarga y muy buena capacidad de almacenamiento.

4.1.4.- Características piezométricas, flujo subterráneo y funcionamiento hidrogeológico:

El **nivel piezométrico** de esta formación en esta zona es variable.

Al tratarse de acuíferos de tipo fisural el nivel piezométrico es muy variable y depende de múltiples variables:

- Tipo de fractura (falla y/o diaclasa) a la que se asocia el acuífero.
- Profundidad a la que se localiza.
- Dimensiones de la cámara de almacenamiento.
- Números de recarga.
- Estación (verano o invierno)
- Etc.

No obstante se han tomado medidas de nivel en varios pozos de la zona y el nivel piezométrico oscila entre los 90 y 110 metros de profundidad.

En lo que respecta al flujo subterráneo, manifiesta en el tipo de acuífero que nos podríamos encontrar en la zona, una extrema variabilidad espacial en lo que a conductividad hidráulica y cantidad de flujo se refiere.

Las propiedades hidráulicas de los acuíferos tectónicos son muy anisotrópicas y están definidas en conjunto con información espacial (direccional) de las fracturas existentes en la zona, en base a ello los acuíferos que se podrían dar en la zona presentan una circulación del agua (**dirección de flujo subterráneo**) lineal y está claramente marcada por la red de fracturación local, que tiene las siguientes direcciones:

❶ N10°-40°E

❷ N80°-100°E

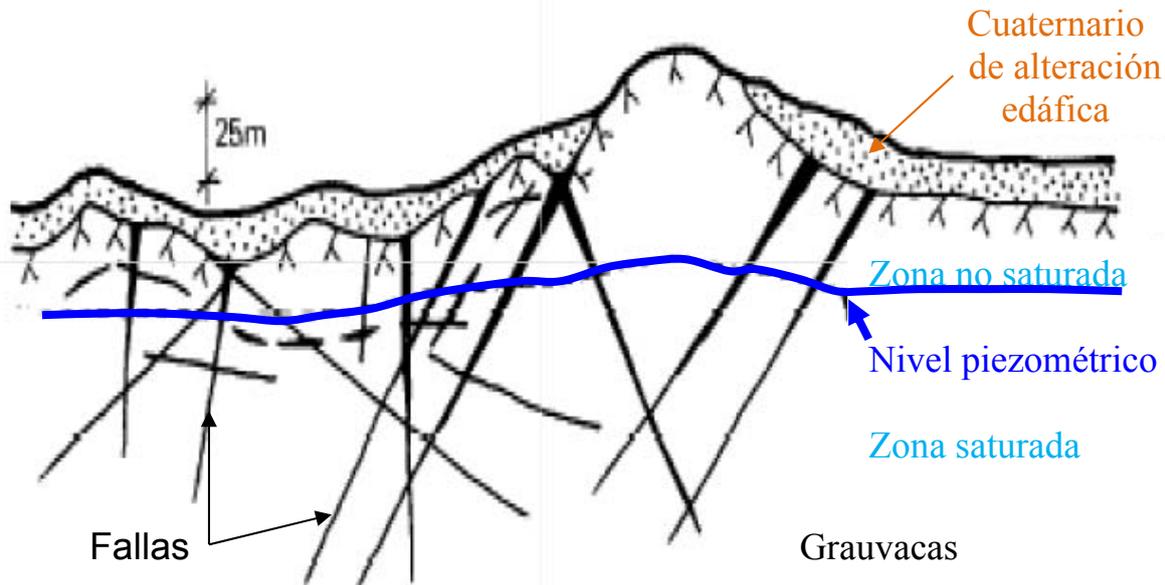
Las velocidades del agua a través de fracturas individuales pueden ser extremadamente altas, pero las fracturas usualmente ocupan solo una parte del acuífero, en base a esto, el promedio del flujo volumétrico suele ser bajo en este tipo de acuíferos.

En lo que respecta al funcionamiento hidrogeológico, mencionar que este tipo de acuíferos se conforma de los siguientes componentes:

- a. Red de fracturas / discontinuidades
- b. Bloque de la matriz

c. Relleno de las fracturas (si existe).

d. Zona meteorizada (si existe)



Esta figura representa el tipo de acuíferos que se relaciona con zonas de fracturas asociadas a materiales impermeables (grauvacas en nuestro caso), se trata de una red de fracturas (fallas y diaclasas) interconectadas entre sí, el bloque matriz es el macizo grauváquico ocupado por la red de fracturas. En este tipo de acuíferos no hay relleno de fracturas, si bien en la mayoría de ellas, sobre todo en las fallas, suele haber una intensa arenización producida principalmente por la meteorización de las aguas. En lo que respecta a la zona meteorizada es la formación cuaternaria compuesta por las arenas y limos de alteración cuaternaria que compone los aproximadamente 0,50 metros de recubrimiento que tienen las grauvacas en la zona.

El agua se infiltra a través de la cobertera cuaternaria permeable y llega a las grauvacas que tienen un carácter impermeable, en las áreas donde se encuentren fracturas (principalmente fallas); el agua penetra a través de esas fracturas y de pequeñas fisuras por capilaridad, rellenando de agua subterránea la red de fracturación por debajo del nivel piezométrico (zona saturada).

4.2.- Hidrogeología local:

4.2.1.- Inventario de pozos, sondeos y manantiales en el entorno próximo:

No se localizan ni manantiales ni pozos en un perímetro de 100 metros en torno al área de ubicación de las balsas.

4.2.2.- Características estructurales y análisis de la fracturación en acuíferos por fracturación:

Las características estructurales de los posibles acuíferos fisurales que generan este tipo de materiales en el entorno, está claramente relacionada con la red de fracturación local (fallas y diaclasas).

La fracturación que se observa en toda la zona tiene esencialmente dos direcciones de mayor desarrollo longitudinal que son la NNE-SSO y E-O.

Estas direcciones tienen un buzamiento vertical a subvertical (65° - 90°), las dos direcciones de fracturación se repiten por todo el área.

La circulación del agua (**dirección de flujo subterráneo**) tiene una dirección aproximada NNE-SSO, aproximadamente $N10^{\circ}$ - 40° E, coincidiendo con la dirección principal de fracturación de la zona, si bien puede existir recarga en algún cruce de fracturas hercínicas conjugadas ($N10$ - 40° E y $N80$ - 100°) esta dirección es lógica porque, como ya se ha mencionado, el flujo de aguas subterráneas tiene una clara influencia de la red de fracturado hercínico local, la cual se dispone según estas direcciones.

4.2.3.-Permeabilidad:

La permeabilidad es la facilidad de movimiento que tiene el agua por los caminos que encuentra en poros y grietas que comunican entre sí su espacio en mayor o menor medida.

En las lutitas la permeabilidad está determinada por el tamaño de las fracturas, diaclasas, y por el tamaño de las aberturas a lo largo de los planos de estratificación y el tamaño de los huecos producto de la disolución, así mismo la conexión de la red de fracturación es un factor determinante en el grado de permeabilidad.

En base a esta premisa es muy difícil de calcular cual es la permeabilidad del bloque matriz en la zona, fundamentalmente porque no se ha detectado acuífero, en cualquier caso se aporta valores de permeabilidad para este tipo de materiales.

Según datos tomados en grauvacas similares tenemos una **permeabilidad** en la zona de:

30 a 100 metros: $K = 3,79 \times 10^{-10}$

100 a 180 metros: $K = 2,81 \times 10^{-9}$

En zonas de fracturación: $K = 1,30 \times 10^{-4}$

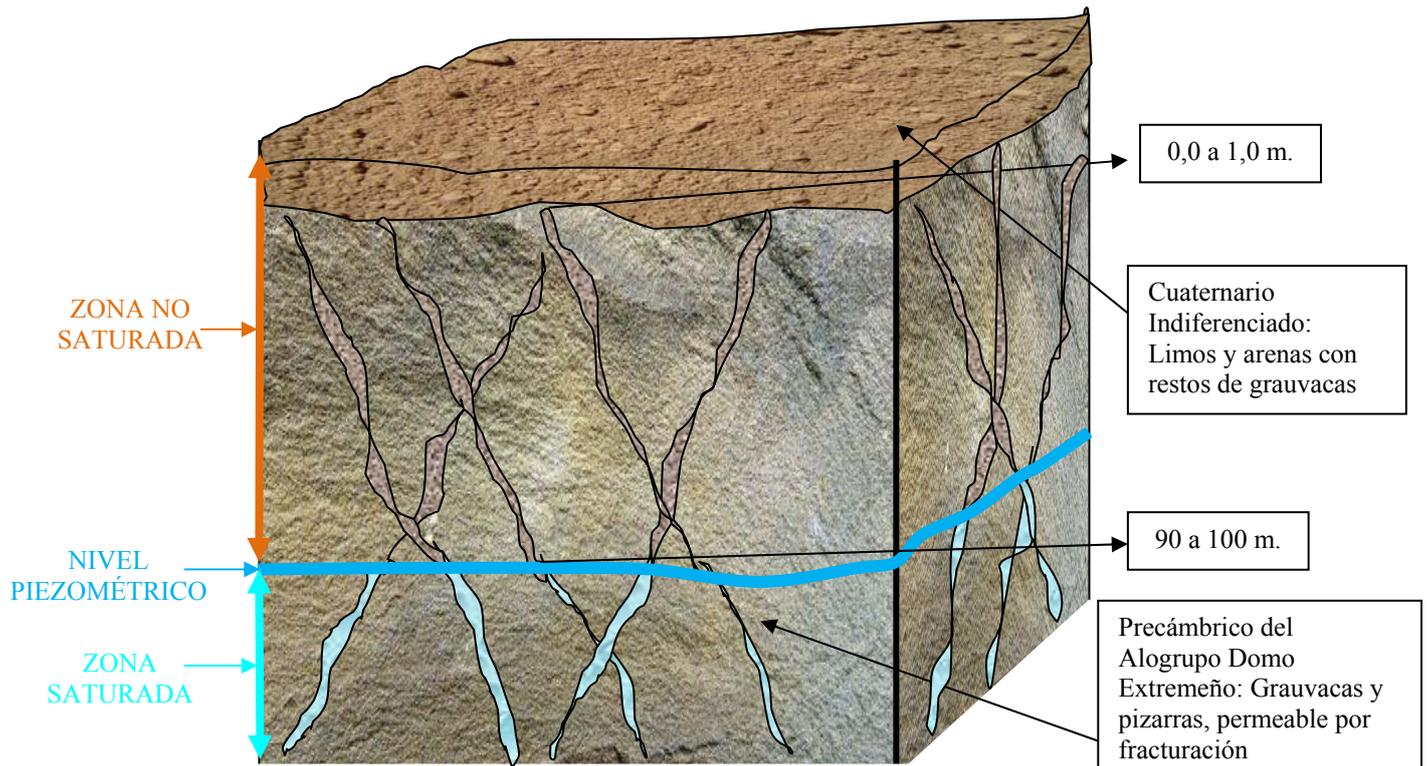
Como se puede apreciar tiene una permeabilidad baja, propia de materiales impermeables, tan sólo en zonas de fracturación, donde existe porosidad secundaria fisural se aprecia un aumento de la permeabilidad.

En lo que respecta a las permeabilidades del seno cuaternario serían las siguientes:

$$\kappa (\text{cm}^2) = 1,1 \times 10^{-5}$$

4.2.4.-Caracterización geológica e hidrogeológica de la zona no saturada:

A pesar de no existir acuífero bajo la parcela afectada, se analiza la caracterización geológica e hidrogeológica de la zona no saturada asociada a acuíferos de esta tipología. La zona no saturada está compuesta por el tramo de arenas y limos cuaternarios procedentes de la meteorización de las grauvacas, que es un tramo de unos 0,00 a 1,00 metros de potencia y por el bloque matriz y su red de fracturación asociada. En el siguiente esquema se define la geología e hidrogeología de la zona no saturada.



Desde el punto de vista hidrogeológico en la zona no saturada lo que ocurre en este tipo de acuíferos es un proceso de infiltración de las aguas fundamentalmente pluviales, esta agua se infiltra a través de las fracturas hasta llegar a la zona saturada.

En el caso de existir espesores altos de glaciares también se puede dar un proceso de aporte de flujo subhorizontal, aunque esto último no sucede en la zona en la que se localizan las balsas.

4.2.5.- Situación del nivel piezométrico local:

Como ya se ha mencionado anteriormente no se ha detectado acuífero local en un entorno de más de 100 metros de la parcela afectada, por lo que se desconoce el nivel piezométrico local.

No obstante se dispone de datos de niveles piezométricos en captaciones de Madrigalejo, que aprovechan acuíferos tectónicos dentro de las lutitas precámbricas, y el nivel piezométrico es bastante variable, ya que depende de:

- Rumbo y buzamiento de las discontinuidades que conformen el acuífero.
- Longitud de la traza de las discontinuidades

- Número de fracturas por unidad de longitud
- Número de grupos de discontinuidades presentes en la red
- Distancia perpendicular entre discontinuidades adyacentes del mismo grupo
- Longitud acumulada de fracturas por unidad de área expuesta.
- Extensión del área fracturada y su forma.
- Intersección y terminación de las fracturas expuestas.
- Área acumulada de planos fracturados por unidad de volumen de roca.
- Número de fracturas por metro cubico de volumen de roca.
- Tamaño del bloque y forma resultante de la red de fracturas
- Distancia perpendicular entre las paredes adyacentes de la discontinuidad que genera el acuífero.
- Proyección de la pared de la roca a lo largo de la superficie de la discontinuidad.
- Material sólido que cubre o rellena las superficies de las discontinuidades.

Todas estas variables inciden directamente en los parámetros hidrodinámicos del acuífero, y por tanto inciden en el nivel piezométrico local. En base a los datos de que se disponen, se establece el nivel piezométrico asociado a este tipo de acuíferos en la zona de Puebla de Alcocer: entre 90 y 110 metros de profundidad.

5.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

5.1.- Introducción:

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 de las aguas subterráneas del entorno de la actividad objeto del presente proyecto.

Una vez efectuado un exhaustivo análisis hidrogeológico de los materiales existente bajo la parcela afectada por la actividad que nos ocupa y tras realizar estudios geofísicos en la misma, no se ha detectado ningún acuífero bajo la parcela afectada, sí que se han detectado fracturas de pequeña entidad, pero no albergan acuíferos fisurales. Por lo que no se detecta niveles piezométricos en la zona.

En lo que respecta al nivel freático es también inexistente debido al escaso espesor del suelo cuaternario existente, que no puede generar acuífero.

En cualquier caso y teniendo en cuenta que los estudios geofísicos realizados pueden tener un margen de error de un 20 % se describen las principales características hidrogeológicas de los materiales subyacentes de la parcela afectada, así como la permeabilidad de los mismos, niveles piezométricos asimilados, etc.

Grauvacas del Alogrupo Domo Extremeño:

Estos son materiales desde el punto de vista hidrogeológico estériles, esterilidad provocada por la impermeabilidad o muy baja permeabilidad de estos materiales. Estas formaciones tan sólo presentan acuíferos relacionados con fracturas. El acuífero que se relaciona con este tipo de materiales, presenta un nivel de permeabilidad muy baja a baja, tan sólo presenta algo de permeabilidad asociada a zonas de fracturas y fallas generada por la macrofracturación que presentan estas fracturas.

El posible acuífero que pudiera haber relacionado con las grauvacas Precámbricas del Alogrupo Domo Extremeño sería de tipo limitado con bordes negativos, y en el que funcionamiento hidráulico es complejo ya que se encuentra íntimamente ligado a la dimensión del conjunto de fracturas y la dirección de las mismas.

Es de tipo discontinuo, son los típicos que afectan a las rocas con un comportamiento ante la deformación frágil; y que generan porosidades secundarias constituidas por fracturación, trituración y alteración, se trata en definitiva de un acuífero fisural.

Este tipo de acuíferos tienen una recarga difícil por regla general, en el aspecto positivo mencionar que tienen una alto coeficiente de almacenamiento; lo cual quiere decir que son pozos de larga vida.

Las grauvacas son materiales impermeables, que resultan permeables por la porosidad generada por la fracturación, trituración y alteración en zona de macrofracturación, dependiendo de la anchura de la zona de fracturación.

Según datos tomados en grauvacas similares tenemos una **permeabilidad** en la zona de:

30 a 100 metros: $K = 3,79 \times 10^{-10}$

100 a 180 metros: $K = 2,81 \times 10^{-9}$

En zonas de fracturación: $K = 1,30 \times 10^{-4}$

Como se puede apreciar tiene una permeabilidad baja, propia de materiales impermeables, tan sólo en zonas de fracturación, donde existe porosidad secundaria fisural se aprecia un aumento de la permeabilidad.

El **nivel piezométrico** de esta formación en esta zona es variable, al tratarse de un pozo fisural, si bien existen captaciones en este tipo de materiales en otros puntos del término municipal de Puebla de Alcocer, con piezométricos que oscilan entre los 90 a 110 m.. La circulación del agua (**dirección de flujo subterráneo**) tiene una dirección aproximada NNE-SSO, aproximadamente N10°-40°E, coincidiendo con la dirección principal de fracturación de la zona, si bien puede existir recarga en algún cruce de fracturas hercínicas conjugadas (N10-40°E y N80-100°) esta dirección es lógica porque, como ya se ha mencionado, el flujo de aguas subterráneas tiene una clara influencia de la red de fracturado hercínico local, la cual se dispone según estas direcciones.

Materiales cuaternarios:

La hidrogeología del depósito de alteración de los materiales cuaternarios. La recarga del “acuífero” cuaternario está claramente condicionada por la recarga pluvial existente en la zona, ya que los aportes de agua son por infiltración directa y circulación poco profunda.

No se puede hablar de acuífero ya que no existe un seno hidrogeológicamente bien, está compuesto por un conjunto de materiales de baja porosidad constituidos por litologías detríticas (sedimentos de alteración grauváquica (arenas y limos con restos de grauvaca).

Los límites de la profundidad del acuífero vienen claramente condicionados por el espesor del seno de alteración precámbrica, según esto la potencia de un supuesto acuífero puede estimarse en unos 0,5 metros.

El tipo de acuífero sería de tipo libre, estos acuíferos son los típicos en los que el agua subterránea presenta una superficie libre, sujeta a la presión atmosférica, como límite superior de la zona de saturación. Esta superficie libre se conoce como superficie freática y el nivel a que ella se eleva, respecto a otro de referencia, nivel freático.

Está formado por un estrato permeable parcialmente saturado de agua, que es el perfil de alteración edáfico, que yace sobre otro estrato impermeable o relativamente impermeable, en este caso, la formación carbonífero Inferior que forma una barrera impermeable que provoca el almacenamiento y flujo de las aguas subterráneas.

Este tipo de acuíferos tienen una buena recarga y alimentación, muy poca capacidad de almacenamiento ya que la componente evapotranspiración en este tipo de pozos es muy importante, entre el 60 y 75 % de la pluviometría total.

En estudios realizados sobre acuíferos libres asociados a “sedimentos detríticos” se le asignan al conjunto del “acuífero” una transmisividad del orden de 8 a 10 m²/día, que para un espesor medio de 20 metros, significa una **permeabilidad** del orden de 4,63 x 10(-6)m/s. De los citados ensayos se puede deducir la existencia de dos capas diferentes. La superior de 8 a 10 metros con una transmisividad de 25 m²/día y la inferior de 10-12 metros y una transmisividad del orden de 1 - 2 m²/día.

El **nivel freático** de esta formación en esta zona es variable si bien suele ser de 0,5 de profundidad, en función de la época en la que nos encontremos, por ejemplo en épocas de lluvias suele estar a 0,5 m, mientras en verano llega a agotarse el almacenamiento del acuífero. La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene una dirección isótropa.

No se ha detectado en la zona de las balsas ningún acuífero detrítico, el escaso espesor del sedimento cuaternario, unido al alto coeficiente de evaporación anula la existencia de acuíferos detríticos asociado al cuaternario.

5.2.- Velocidad de avance del flujo:

En lo que respecta a las velocidades de avance del flujo subterráneo, manifiesta en el tipo de acuífero que nos podríamos encontrar en la zona, una extrema variabilidad espacial en lo que a conductividad hidráulica y cantidad de flujo se refiere.

En este sentido cabe decir que el flujo hidráulico que circula por la zona no saturada se rige por la Ley de Darcy que, en dirección vertical puede ser descrita en la siguiente forma:

$V_x = k(o)/\theta \times \delta h/\delta x$, donde V_x es la velocidad del flujo, θ el contenido de la humedad, $\delta h/\delta x$ la gradiente hidráulica no saturada, y $k(o)$ la conductividad hidráulica no saturada que es una función del contenido de la humedad.

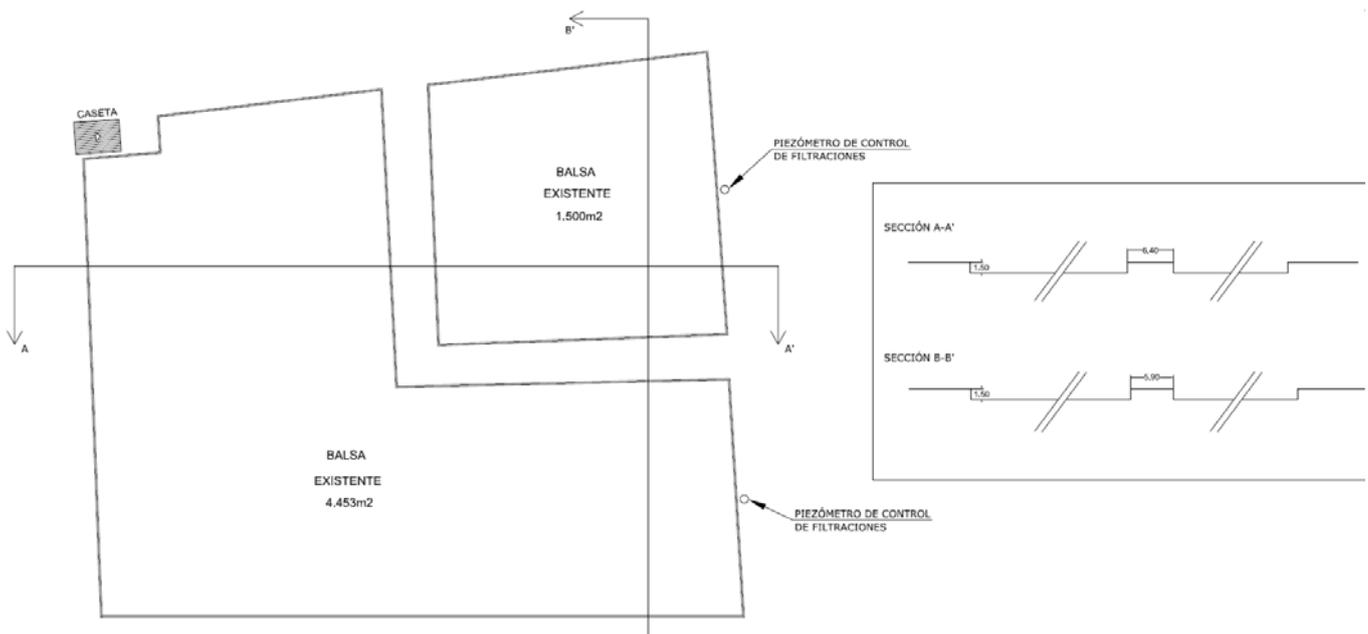
El contenido de la humedad y la conductividad hidráulica vertical no saturada son funciones del potencial hídrico del suelo, que es consecuencia de la afinidad del agua para superficies sólidas y es controlado por la distribución del tamaño de los poros y/o fracturas.

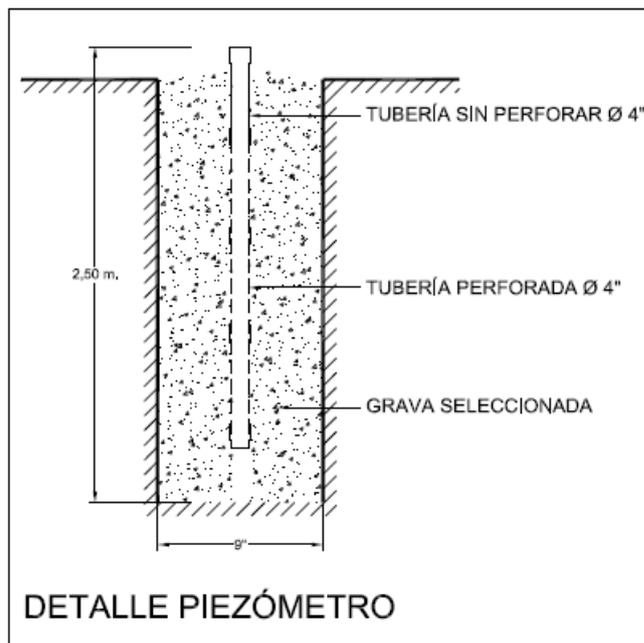
Las velocidades del agua a través de fracturas individuales pueden ser extremadamente altas, pero las fracturas usualmente ocupan solo una parte del acuífero, en base a esto, el promedio del flujo volumétrico suele ser bajo en este tipo de acuíferos.

Teniendo en cuenta esto último y aplicándolo a nuestro caso en concreto, en el que tenemos formaciones de cornubianitas y pizarras mosqueadas con una red de fracturación no muy elevada y con escaso material cuaternario de recubrimiento (> 2 m.), la velocidad de flujo natural en la zona no saturada es inferior a 0,2 mt/día a corto plazo, y menos aún promediadas a periodos más largos.

5.3.- Ubicación de punto de control:

A continuación se muestran los piezómetros de control de filtraciones para ambas balsas.





6.- ESTUDIO DE LA INTERCONECTIVIDAD:

6.1.- Introducción:

Expuestas las características geológicas, hidrogeológicas e hidrológicas de la zona, pasamos a analizar la relación de la actividad industrial con la hidrogeología e hidrología de la zona. La actividad que nos ocupa puede afectar a la calidad de las aguas, para conocer el grado de afección de las balsas vamos a estudiar por separado la incidencia sobre la cantidad y sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la zona.

6.2.- Estudio de la afección de las balsas sobre las aguas superficiales:

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 el y la dinámica de cualquier cauce fluvial más cercano que es el Arroyo Barranco de las Viñas, situado a más de 150 metros de distancia.

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 150 metros en torno a las balsas. El cauce fluvial más cercano es el Arroyo Barranco de las Viñas situado a unos 160 al sudeste de las balsas.

No existen ni cauces fluviales ni llanuras de inundación en el entorno de las balsas de Juan del Pozo Sánchez, S.L..

En base a lo anteriormente definido las balsas de Juan del Pozo Sánchez, S.L. 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.

6.3.- Estudio de la afección de las balsas sobre las aguas subterráneas de la zona:

6.3.1.- Introducción:

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.

6.3.2.- *El Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas:*

6.3.2.1.- Introducción:

La calidad natural de las aguas subterráneas, entendiéndose 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 hidrogeológico. Determinados factores externos, principalmente de actividades antrópicas pueden provocar alteraciones en dicha composición al introducir sustancias ajenas susceptibles de modificar su naturaleza original.

6.3.2.2.- Tipos de contaminantes posibles:

La elaboración del aceite de oliva consiste, básicamente, en hacer pasar las aceitunas por un molino que tras generar un 20 % de aceite, también produce un 30 % de residuos sólidos (alpeorajo) y finalmente un 50 % de residuos acuosos (aguas alpechinadas).

Por aguas alpechinadas se entiende el residuo acuoso proveniente de los procesos de transformación de la oliva de aceite. Contiene el agua de la propia aceituna y las aguas de su lavado y centrifugado. Es un líquido de color negruzco y olor fétido que suele tener en suspensión, restos de la pulpa de la oliva, mucílago, sustancias pépticas e incluso pequeñas cantidades de aceite (un 0,5% emulsionado de forma estable).

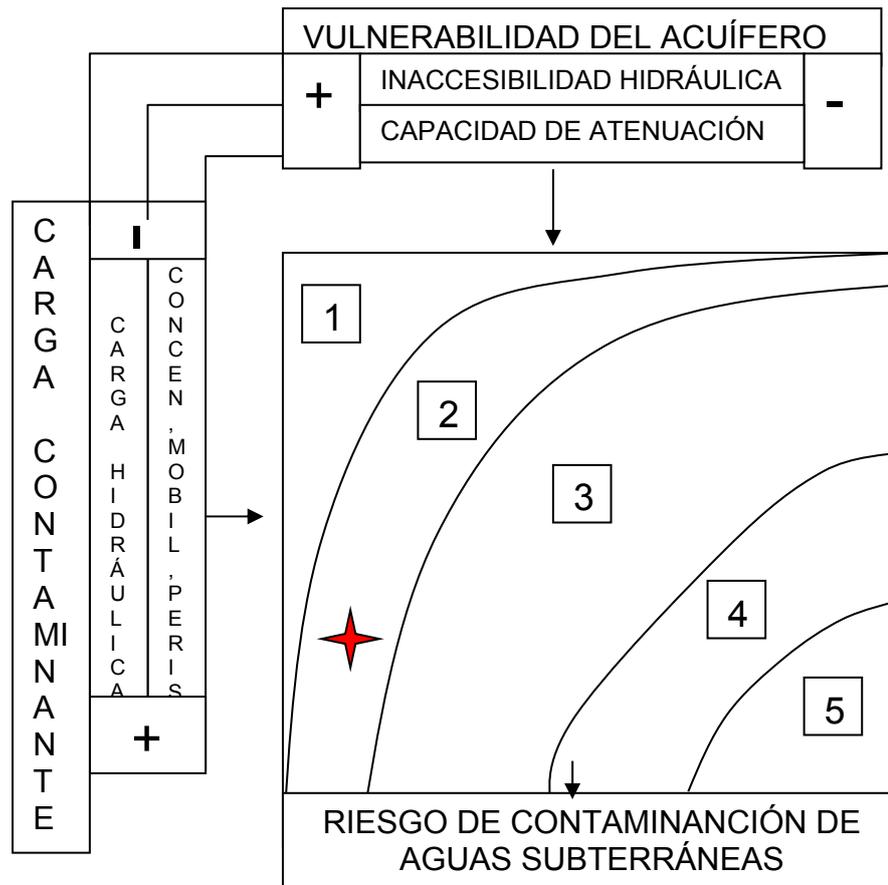
Por ser un producto natural su composición no es constante, variando con el tipo de aceituna, la estación, el tipo de recogida y sobre todo con el proceso, industrial utilizado para obtener el aceite. Su composición aproximada es la siguiente:

- Agua: 83,5 %
- Materia orgánica: 15 %
- Minerales: 1,8 %

6.3.2.3.- Concepto fundamental del riesgo de contaminación:

6.3.2.3.1.- Introducción:

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.



- 1.- MUY BAJO ★ *BALSA DE EFLUENTES DE ALMAZARA*
- 2.- BAJO
- 3.- MODERADO
- 4.- ELEVADO
- 5.- EXTREMO

Esquema conceptual del riesgo de contaminación de aguas subterráneas

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: con el escaso espesor del seno arenoso, la existencia de litologías poco permeables (grauvacas) existente bajo la balsa de efluentes de almazara y la impermeabilización descrita en el Proyecto Básico para la Autorización Ambiental de las balsas que nos ocupan, nos indican que el riesgo de contaminación es 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 potencial acuífero que pudiera existir en el área de ubicación de las parcelas afectadas sería poco vulnerable debido a las características hidrogeológicas impermeables de las grauvacas.

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 una balsa de efluentes, en el que tenemos materiales grauváquicos, la variación no es dramática ya que no existen macroporos en las grauvacas 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 graníticas, como es el caso que estamos estudiando, pueden estar en un orden de magnitud mucho más alto cuando existe una carga hidráulica importante. Este es un factor clave en la determinación del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas ya que al tener una tasa de flujo inferior a 0,2 metros al día, debido a las características hidrogeológicas del acuifero 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.

6.3.2.3.2.- Caracterización de la vulnerabilidad del acuífero:

El termino 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 la parcela afectada.

En lo que respecta a las litologías sobre las que se ha implantado la balsa (grauvacas), tienen una vulnerabilidad baja que coincide con la baja permeabilidad aportada en el mapa de permeabilidades del IGME.

6.4.- Medidas preventivas para evitar la contaminación de suelos y agua:

Los efluentes de almazara tienen una difícil degradación en la naturaleza, es difícil básicamente debido a que contiene productos con poder antibacteriano.

La composición química de los efluentes es la siguiente:

Por ser un producto natural su composición no es constante, variando con el tipo de aceituna, la estación, el tipo de recogida y sobre todo con el proceso, industrial utilizado para obtener el aceite. Su composición aproximada es la siguiente:

- Agua: 83,5 %
- Materia orgánica: 15 %
- Minerales: 1,8 %

Estas sustancias contaminantes deben de estar debidamente almacenadas sobre la balsa efectivamente impermeabilizadas como es el caso de la balsa que se pretende impermeabilidad, ya que con la ingeniería de impermeabilización aplicada en esta balsa se anula cualquier posibilidad de filtración, ello unido a la dimensión y profundidad de las mismas, evita cualquier posibilidad de colmatación, ya que el volumen de los efluentes dista mucho de sobrepasar la cota de riesgo de colmatación de la balsa.

La mejor medida preventiva para evitar la contaminación de las aguas subterráneas es el diseño de impermeabilización que se ha diseñado para la misma y tiene las siguientes características constructivas:

6.4.- Medidas preventivas para evitar la contaminación de suelos y agua:

Los efluentes de almazara tienen una difícil degradación en la naturaleza, es difícil básicamente debido a que contiene productos con poder antibacteriano.

La composición química de los efluentes es la siguiente:

Por ser un producto natural su composición no es constante, variando con el tipo de aceituna, la estación, el tipo de recogida y sobre todo con el proceso, industrial utilizado para obtener el aceite. Su composición aproximada es la siguiente:

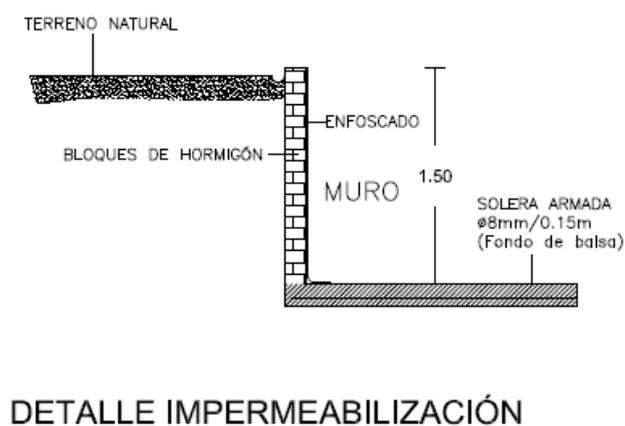
- Agua: 83,5 %
- Materia orgánica: 15 %

- Minerales: 1,8 %

Estas sustancias contaminantes deben de estar debidamente almacenadas sobre la balsa efectivamente impermeabilizadas como es el caso de la balsa que se pretende impermeabilizar, ya que con la ingeniería de impermeabilización aplicada en esta balsa se anula cualquier posibilidad de filtración, ello unido a la dimensión y profundidad de las mismas, evita cualquier posibilidad de colmatación, ya que el volumen de los efluentes dista mucho de sobrepasar la cota de riesgo de colmatación de la balsa.

La mejor medida preventiva para evitar la contaminación de las aguas subterráneas es el diseño de impermeabilización que según se describe en el Proyecto Básico para la Autorización Ambiental Unificada es la siguiente:

La balsa de evaporación está impermeabilizada mediante hormigón armado en solera y bloque de hormigón enfoscado en paramentos verticales. No cuenta con sistema de drenaje, por lo que se ejecutarán dos piezómetros al este de las balsas. El hormigón y cemento empleado contó con un aditivo impermeabilizante del tipo SIKA-1 para lograr la perfecta impermeabilización de la balsa.



7.- CONCLUSIONES:

7.1.- Introducción:

El presente Estudio Hidrogeológico se ha realizado con el objetivo de determinar la posible afección del uso de unas balsas para el vertido de efluentes de almazara en las parcelas 152 y 153 del polígono 25 del Término Municipal de Puebla de Alcocer (Badajoz). Este estudio de posible afectividad se ha basado en un estudio hidrogeológico, geológico, geofísico y edafológico de la zona afectada.

Tras realizar el estudio se ha llegado a la conclusión que en lo que respecta a la posible afección sobre las aguas superficiales es nula, ya que no existen cauces fluviales en un perímetro de 150 alrededor de las balsas.

En lo que respecta a la afección hidrogeológica, las balsas se asientan sobre las grauvacas del Alogrupo Domo Extremeño, se trata de litologías poco vulnerables a la contaminación, en las que tan sólo se generan acuíferos de tipo fisural. No se han detectado por geofísica acuíferos fisurales bajo la parcela afectada, ni se localizan captaciones de agua en un perímetro inferior a los 100, todo ello unido a la impermeabilización descrito en el Proyecto Básico, nos indica que el riesgo de contaminación es bajo. En cualquier caso se recomienda ejecutar los dos piezómetros de filtraciones previstos y establecer un régimen de vigilancia del control de esos piezómetros con lecturas mensuales y análisis semestrales.

Firma el presente estudio hidrogeológico

En Santa Marta a 7 de Febrero de 2018

Fdo. Francisco Javier Fernández Amo
Geólogo Colegiado n.º: 3.214

ANEXO I

MAPAS Y PLANOS

MAPA TOPOGRÁFICO CON CURVAS DE NIVEL

MAPA GEOLÓGICO

MAPA HIDROLÓGICO ESCALA 1 : 25.000

MAPA DETALLADO DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

No hay presencia de unidades hidrogeológicas en la zona afectada.

MAPA DE PERMEABILIDADES DE LA ZONA
AFECTADA

PLANOS DE LAS INSTALACIONES

MAPA DE PUNTOS DE AGUA

El mapa de puntos de agua es el plano de instalaciones en sí, ya que no existen en un perímetro de 300 metros ni manantiales ni pozos. Tanto las construcciones, como las balsas y los puntos de vertidos vienen detallados en los planos de instalaciones.

PLANO DE LA RED DE VIGILANCIA
PROPUESTA CON LAS CORRESPONDIENTES
COORDENADAS (ETRS89)

ANEXO II

DATOS GEOFÍSICOS

ANEXO III

DECLARACIÓN RESPONSABLE SOBRE HABILITACION PROFESIONAL COMO TÉCNICO COMPETENTE