



TECMINSA, S. L.

TECNICAS MINERAS DE SANTA MARTA.

Profesionales de la Tierra

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO



**“ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO DE LA ZONA DE
UBICACIÓN DE LA FUTURA Balsa DE EVAPORACIÓN. PARCELA 4 DEL
POLÍGONO 26 (coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30): 4323637Y 251878X)
DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE DON BENITO (BADAJOZ)**

PETICIONARIO: DIREC RECUPERACIONES INDUSTRIALES, S.L.

AUTOR: D. Francisco J. Fernández Amo

Geólogo Colegiado n°.: 3.214

INDICE

PÁGINA

1.- INTRODUCCIÓN:

1.1.- Generalidades.	1
1.2.- Descripción de la actividad.	
1.2.1.- Introducción.	1
1.2.2.- Movimiento de tierra.	1
1.2.3.- Impermeabilización.	1
1.2.4.- Drenaje.	2
1.2.5.- Cerramiento.	2
1.2.6.- Desagüe perimetral.	2
1.2.7.- Justificación de las dimensiones de la balsa.	2
1.2.8.- Otras construcciones.	3
1.2.9.- Justificación de las distancias.	4
1.3.- Metodología de estudio.	5
1.4.- Localización geográfica.	5

2.- ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E HIDROLOGÍA:

2.1.- Geomorfología	6
2.2.- Hidrología.	6

3.- GEOLOGÍA:

3.1.- Introducción.	7
3.2.- Geología regional.	7
3.3.- Geología local:	
3.3.1.- Estratigrafía.	7

INDICE

PÁGINA

3.3.2.- Tectónica.	10
3.4.- Columna estratigráfica.	12
3.5.- Edafología.	13
4.- HIDROGEOLOGÍA.	
4.1.- Marco hidrogeológico:	
4.1.1.- Introducción.	15
4.1.2.- Presencia de acuíferos en el entorno y Características geométricas y litológicas de los mismos.	19
4.1.3.- Tipología de los acuíferos.	22
4.1.4.- Características piezométricas, flujo subterráneo Y funcionamiento hidrogeológico.	25
4.2.- Hidrogeología local:	
4.2.1.- Inventario de pozos, sondeos y manantiales en el Entorno próximo.	27
4.2.2.- Características estructurales y análisis de la Fracturación en este tipo de acuíferos.	27
4.2.3.- Permeabilidad.	27
4.2.4.- Caracterización geológica e hidrogeológica de La zona no saturada.	28
4.2.5.- Situación del nivel piezométrico local.	29
5.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:	
5.1.- Introducción	30
5.2.- Velocidad de avance del flujo.	33
5.3.- Ubicación de puntos de control.	33

INDICE	PÁGINA
6.- ESTUDIO DE LA INTERCONECTIVIDAD:	
6.1.- Introducción.	35
6.2.- Estudio de la afección de la balsa sobre las aguas superficiales.	35
6.3.- Estudio de la afección de la balsa sobre las aguas subterráneas de la zona:	
6.3.1.- Introducción.	35
6.3.2.- El riesgo de contaminación de las aguas Subterráneas.	36
6.4.- Medidas preventivas para evitar la contaminación de Suelos y agua.	39
7.- CONCLUSIONES.	43
ANEXO I: MAPAS Y PLANOS	44
ANEXO II: DATOS GEOFÍSICOS	55
ANEXO III: DECLARACIÓN RESPONSABLE SOBRE HABILITACIÓN PROFESIONAL COMO TÉCNICO TITULADO COMPETENTE.	56

1.- INTRODUCCIÓN:

1.1.- Generalidades:

El presente Estudio Hidrogeológico se presenta a petición de **Direc Recuperaciones, S.L.** con C.I.F.: B-28291128 y con domicilio postal en Don Benito, Apdo. Correos nº: 1, provincia de Badajoz. El objetivo del presente estudio no es otro que determinar el carácter hidrogeológico de los materiales sobre los que se asentará una balsa de evaporación que tendrá la planta de recuperación de productos industriales de Direc Recuperaciones, S.L., así como determinar la posible influencia hidrogeológica de esta balsa sobre el suelo, hidrología e hidrogeología del entorno inmediato.

La planta de recuperaciones de productos industriales que se va a implantar, es propiedad del titular de esta solicitud. La balsa de evaporación se ubicará en la parcela 4 polígono 26, coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30): 4323637Y 251878X de Don Benito (Badajoz).

1.2.- Descripción de la actividad:

1.2.1.- Introducción:

Se construirá una balsa de evaporación de 5.432 m² de superficie de coronación, donde se recogerá y evaporará el agua procedente de la lavadora existente en la línea de procesado de plástico. Por otro lado dicha balsa recepcionará aguas de proceso de almazara, las cuales serán transportadas a la planta en vehículos adaptados para la mercancía que transportan.

1.2.2.- Movimiento de tierra:

Mediante el empleo de tractores con traíllas, vehículos de transporte, rulos compactadores y otras maquinarias, se procederá a la excavación de la balsa con una profundidad media de 0.7 m. Se procederá al alzado de la balsa, mediante relleno y taluzado de las paredes, con pendiente máxima de 27 grados, para evitar derrumbamientos. Al fondo de la balsa se le aportará, una capa de zahorra de 20 cm de espesor que se compactará mediante pases de rulo vibratorio y riego de superficie.

1.2.3.- Impermeabilización:

Se impermeabilizará la balsa, para evitar que el agua entre en contacto con la tierra. Se utilizarán dos láminas independientes:

- Un fieltro separador, de tejido de polipropileno, tipo Geotextil, de 200 gr/m², sirviendo como separador y protector de la lámina impermeabilizante.

- Una lámina de polietileno, de 1,5 mm. de espesor. Las uniones entre las láminas se realizarán mediante termofusión y extrusión en singularidades y detalles.

1.2.4.- Drenaje:

Se colocará bajo el material impermeabilizante una tubería perforada de drenaje de diámetro adecuado y conducida hacia piezómetros en los extremos de la balsa de evaporación para controlar posibles fugas y filtraciones. Se ejecutará con el objeto de poder realizar un adecuado seguimiento de la protección de las aguas subterráneas frente a posibles filtraciones.

1.2.5.- Cerramiento:

Para separar la zona de balsa del resto de la parcela, previniendo de esta forma accidentes, se instalará un cercado de 1,50 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 50/14 y postes de tubo de acero galvanizado, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4. (M-80).

1.2.6.- Desagüe perimetral:

Se evitará el acceso innecesario de aguas de escorrentía pluviales a la balsa mediante un desagüe perimetral que evacue las aguas de escorrentía fuera de la balsa.

1.2.7.- Justificación balsa de evaporación:

Para determinar el volumen de aguas pluviales recogidas anualmente consideraremos las aguas procedentes del proceso de lavado de la industria, las aguas de proceso de almazara a recibir y la pluviometría que recoge la balsa en su superficie:

El volumen anual de aguas que recepcionará la balsa de evaporación que se pretende será:

- Aguas de proceso industrial = 2.500 m³

- Pluviometría

La pluviometría media de la zona, según fuentes consultadas, es de 477,5 mm y la superficie de coronación de la balsa es de 5.432,46 m²

Dato que nos arroja un volumen total de agua pluviométrica:

$$5.432,46 \text{ m}^2 * 0,477 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 2.591,28 \text{ m}^3$$

Por tanto, la **recepción de aguas anuales de la balsa** será de:

$$2.500 \text{ m}^3 + 2.591,28 \text{ m}^3 = \mathbf{5.091,28 \text{ m}^3}$$

Se pretende la ejecución de una balsa de evaporación que disponga de una superficie en coronación de 5.432,5 m² y una profundidad de 1,5 m dotada con taludes con una relación H/V= 2/1, que arroja una capacidad de 7.348, 49 m³.

Considerando un calado máximo para la balsa de 0,9 m, dejando el restante como resguardo, tendremos una capacidad operativa de almacenamiento de 4.213,11 m³.

No se recogen ningún tipo de aguas superficiales de la industria proveniente del patio, cubiertas de la nave de proceso y/o oficinas, ya que los productos a tratar no generan lixiviados por lo que dichas aguas se infiltrarán en terreno de la parcela.

Teniendo en cuenta la evaporación media de la balsa, según fuentes del Instituto Geográfico Nacional. La evaporación depende de un conjunto de factores, de los cuales los más importantes son la disponibilidad de agua en el terreno, la humedad, la insolación y la velocidad del viento. La velocidad de evaporación aumenta con valores grandes de insolación, aire seco, fuerte velocidad del viento y terreno descubierto. Por el contrario disminuye con la insolación escasa, pequeña velocidad del viento, humedad alta y superficie cubierta de vegetación.

Las instalaciones están situadas en el Término Municipal de Don Benito, se encuentran en la franja con evaporación comprendida entre 1.100 y 1.200 mm. Consideramos una evaporación de 1.100 mm. para ser conservadores.

Si la balsa, cuando su calado es de 0,90 m, dispone de una superficie de 4.996,96 m² y la evaporación media es de 1.100 mm tendremos el siguiente volumen de agua evaporada anualmente.

$$1.10 \text{ m}^3/\text{m}^2 * 4996,96 \text{ m}^2 = 5.496,65 \text{ m}^3$$

El volumen de agua evaporada anualmente es superior al volumen de aportación de aguas de proceso anuales que recepcionará la balsa. Por tanto, se considera que las dimensiones de la balsa están justificadas.

- Recepción anual de aguas a evaporar: 5.091,28 m³
- Aguas evaporadas anuales: 5.496,65 m³

1.2.8.- Otras construcciones:

- Acceso: Será necesario la realización de un nuevo acceso a la parcela.
- Patio de maniobra y viales: El patio está previsto que ocupe una superficie aproximada de 6.000 m² y está formado por una solera de hormigón de 15 cm. de espesor con mallazo metálico de las características reflejadas en Mediciones y Planos.

- Cerramiento perimetral: Perimetralmente, se procederá al cerramiento con malla metálica de torsión de 2'00 m. de altura, retencionada con apoyos metálicos de acero galvanizado, soportados con hormigón.
- Cimentación báscula.

1.2.9.- Justificación de las distancias:

La industria se va a implantar en la parcela 4 del polígono 26 del término municipal de Don Benito, las distancias de seguridad de las construcciones a realizar son las siguientes:

- **Linderos:** La construcción a realizar más próxima a linderos estará situada a 10 metros.
- **Núcleo Urbano:** Las construcciones a ejecutar se encontrarán situadas a más de 1,2 Km del casco urbano más próximo (Ruecas).

Edificaciones más cercanas: Las edificaciones más próximas serían la nave de producción de VIVEROS CANO, la nave de proceso de LANDFRUIT DE EXTREMADURA, los cuales quedan circunscritos en una circunferencia de 300 m.

- **Carreteras:** La distancia de la edificación a la carretera más próxima, que es la carretera EX - 106 de Miajadas a Don Benito será de 47 m.
- **Caminos:** Las edificaciones estarán situadas a más de 10,00 m del camino más próximo y de la carretera perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Guadiana.
- **Proximidad de algún cauce:** El curso de agua de mayor importancia más próximo es el río Guadiana, que se sitúa a 1,3 Km de distancia de las instalaciones.



1.3.- 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 la balsa y del entorno inmediato a la misma, además se ha efectuado un estudio geofísico del subsuelo en el enclave donde se ubicará la balsa, 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 su posible vulnerabilidad con la existencia de la balsa.

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

3ª Fase: Estudio del riesgo de contaminación.

1.4.- Localización Geográfica:

El estudio geotécnico realizado, se ubica en la parcela 4 polígono 26, coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30): 4323637Y 251878X de Don Benito (Badajoz), que es propiedad de **Direc Recuperaciones, S.L.**

La localización en el Mapa Topográfico Nacional de España es:

Hoja nº 753; Esc. 1 : 50.000

En Proyección U.T.M. Datum ETRS89.

X = 251878 Y = 4323637

La cota topográfica a la que se encuentra es de 246 mts. sobre el nivel del mar.

El acceso al área de ubicación de la futura balsa a través de la carretera EX106, en el tramo que une Don Benito con la N430, a la altura aproximadamente del pk 15 se accede a través de una pista a la parcela afectada.

2.- ASPECTOS FISIAGRÁFICOS 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 y pleistocénicos.

En el área estudiada se presenta un relieve marcado por zonas llanas con suaves ondulaciones. El área donde se ubicará la balsa 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.

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 300 metros en torno a la futura balsa. El cauce fluvial más cercano es el Río Guadiana situado a unos 1.300 metros al sur de la parcela afectada. Se observan acequias y canales de riego a menos de 100 metros de la zona de ubicación de la balsa

No existen ni cauces fluviales ni llanuras de inundación en el entorno de la futura balsa de evaporación.

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 futura 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 Centroibérico como son los materiales pertenecientes al Silúrico y Ordovícico, así mismo se observan materiales precámbricos, 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 sobre la que se instalará la futura balsa, es la Formación Cuaternaria Holocena y Pleistocena; bajo esta formación se localizan materiales terciarios y bajo ellos materiales del Alogrupo Domo Extremeños; para una mejor comprensión de la geología local se van a describir todas las formaciones anteriormente, para de este modo caracterizar en un contexto geológico la zona afectada.

3.3.1.2.- Formación Alogrupo Domo Extremeño:

Bajo esta denominación se engloban los afloramientos del antiguo complejo Esquisto Grauváckico 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 el entorno de Don Benito son pizarrosos. En la zona se detectan lutitas de color pardo grisáceo a marronáceas, de grano fino y textura pizarrosa, formados principalmente por cuarzo, moscovita y biotita como minerales principales, existen también esquistos que tienen un porcentaje mayor en sílice, su textura es más granuda en comparación con la facies anteriormente definidas.

Intercalados en la presente formación aparecen unos niveles limolíticos de tamaño de grano de medio a fino, color gris amarillento y textura blastopsamítica, formada por cuarzo, mica, plagioclasa y sericita.

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.

3.3.1.3.- Formación Terciaria Continental:

Las formaciones atribuidas a esta edad constituyen los materiales de relleno de la Cuenca del Guadiana, en este caso del Río 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 poco evolucionadas, seguramente paleógenas.

Dentro de los materiales atribuidos a la Formación Terciaria Miocena en la zona de estudio se localizan materiales compuestos fundamentalmente por arcosas, limos y arcillas.

El espesor de esta formación es variable, si bien en la zona es de 10 a 20 metros de potencia.

3.3.1.4.- Pleistoceno:

La Formación del Pleistoceno afectada es la conocida como cuaternario de terrazas, y está constituida por un conjunto de terrazas en los que se distinguen dos niveles:

- Nivel inferior: Tiene un espesor aproximado en la zona de 4 a 6 metros, está formada por una sucesión de tramos arenosos y arenolimosos con cantos de cuarcita redondeados (1 – 25 cm de diámetro) con matriz arenosa.
- Nivel superior: Es el más moderno, está constituida por tramos más o menos potentes con cantos de redondeados poligénicos de mucha madurez que alternan con tramos de limos y arenas finas de color pardo, su espesor en esta zona se estima en aproximadamente 5 a 7 metros.

Comentando lo que se observa en la zona podemos decir que en los metros más superficiales se observan varias alternancias de gravas, arenas, limos y arcillas, que por lo observado, pertenecen a niveles de paleoterrazas fluviales.

3.3.1.5.- 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 por procesos de cultivo.

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

a.- Superior: Relativamente rico en materia orgánica, arenolimoso.

b.- Medio: de naturaleza limoarcillosa, debido a la limitada acción química que tiene aquí su máxima intensidad.

c.- Inferior: Pleistoceno.

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

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.

Son observables hasta tres familias de fracturas que se pasan a relacionar:

a.- Primera Familia de Fracturas:

Son fracturas de dirección N 140°-160° E, observables en el entorno, en las cercanas sierras se puede observar la orientación preferente de la fracturación de las cuarcitas en esta dirección.

Se trata de fallas de desgarre con movimiento sinestroso, aunque también manifiestan una fuerte componente de falla normal sobre todo hacia el final de la orogenia hercínica.

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 N40°-60°E que son claramente observables en las cuarcitas existentes en la Sierra de Enfrente.

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

c.- Tercera Familia de Fracturas:

Son fracturas de dirección N80°-100° E. Por lo observado parece ser que son las fracturas más recientes de las estudiadas, a diferencia de las anteriores tienen un carácter dextroso.

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 reajuego 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.

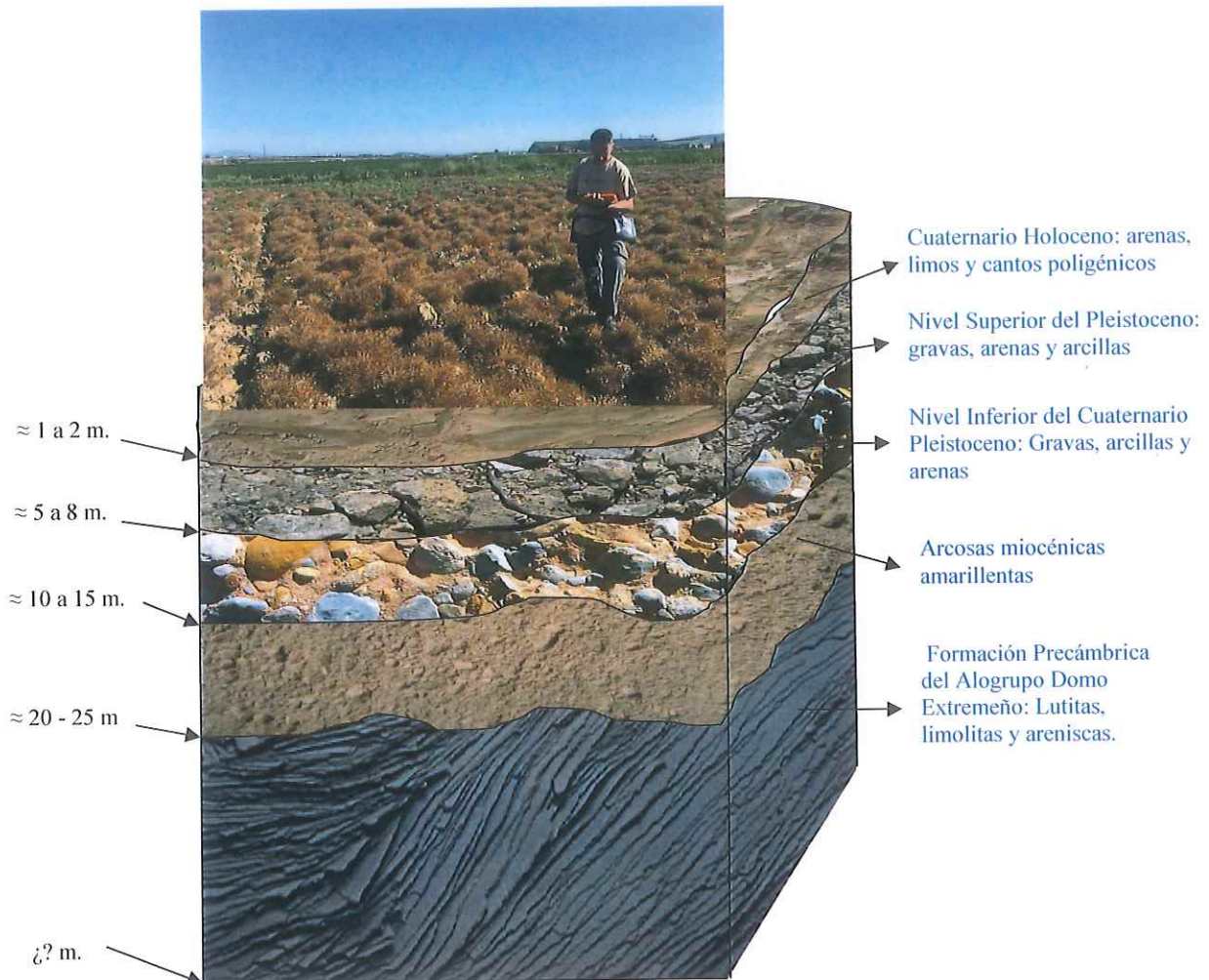
3.4.- Columna Estratigráfica:

Comentando lo que se puede observar en la columna estratigráfica de la zona podemos decir que en los metros más superficiales se observa inicialmente la formación cuaternaria holocena, se trata de un nivel arenolimoso que tiene de 1 a 2 metros aproximadamente de espesor. Esta formación descansa sobre el nivel superior pleistocénico, que está constituido inicialmente por un tramo de arcillas, arenas y gravas de 4 a 6 metros de espesor.

A partir de 5 a 8 metros aproximadamente nos encontraremos con el nivel inferior pleistocénico, que tiene un espesor aproximado en la zona de 5 a 7 metros, está formada por cantos de cuarcita redondeados (1 – 25 cm de diámetro) con matriz arenosa. Estos materiales de origen neógeno y carácter detrítico siguen apareciendo aproximadamente hasta los primeros 10 a 15 metros de profundidad.

A partir de esta profundidad se encuentra un nivel de arcosas, limos y arcillas miocénicas de unos 10 metros de potencia. A partir de los 20 a 25 metros de profundidad se empiezan a observar lutitas precámbricas.

A continuación se muestra la columna estratigráfica idealizada de la zona:



3.5.- Edafología:

Se trata de un suelo edafológicamente clasificado como Dystric lithic Xerochrept que tiene en este enclave una potencia de 1 a 2 metros 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.

Estos suelos están caracterizados por un horizonte de tipo A, B, R que está caracterizado por la siguiente litología:

Horizonte	Profundidad en cm.	DESCRIPCIÓN
A	0-80	Gris pardusco en seco, textura areno - limosa, permeable.
B	80 - 120	Pardo pálido en seco, textura: Areno-limosa, permeable.
R	+ 120	Arcillolimoso, pardo a marrón claro. Permeable

El horizonte B destaca poco del conjunto (tono ligeramente más pardo por la presencia de algunos óxidos de hierro). Los horizontes A y B son la zona de mayor actividad química, que nunca llega a ser acusada por la rápida sequía del suelo.

La línea de contacto entre el cuaternario y el pleistoceno es irregular presenta numerosas inflexiones.

4.- HIDROGEOLOGÍA:

4.1.- Marco hidrogeológico:

4.1.1.- Introducción:

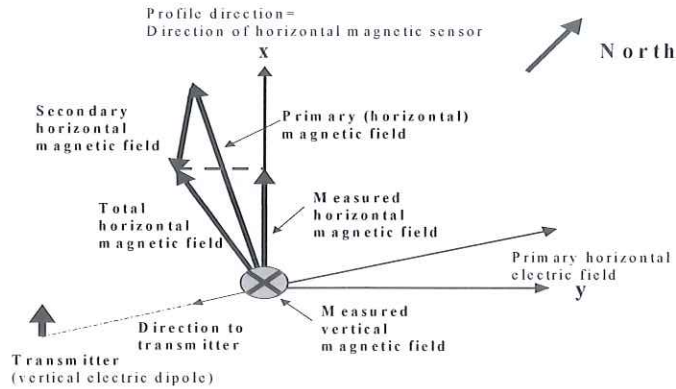
Como ya se ha mencionado en la geología conocemos que la zona de estudio está caracterizada por la existencia de materiales detríticos que se disponen sobre materiales lutíticos del precámbrico, estos últimos son impermeables desde el punto de vista hidrogeológico si bien pueden existir fracturas resultado 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:

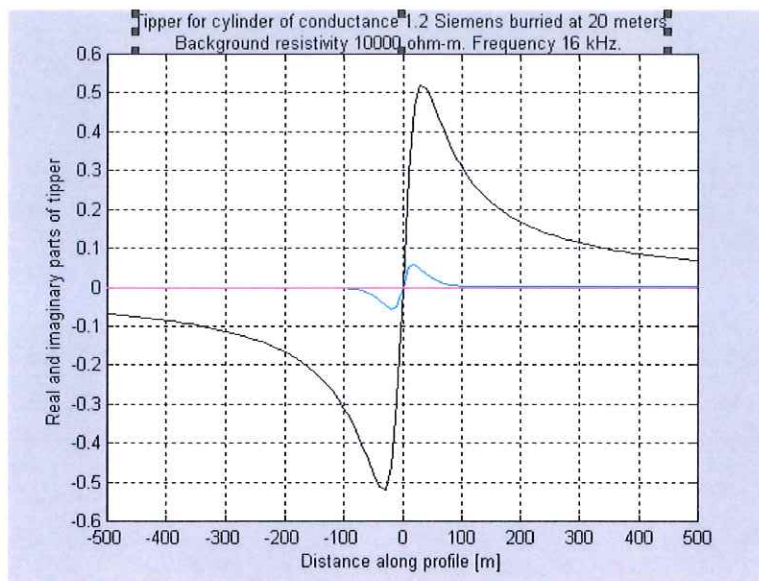
La geofísica efectuada en la finca afectada está basada en el método VLF. Mediante estas mediciones se puede determinar la situación en el subsuelo de diferentes estructuras y formaciones geológicas.

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.



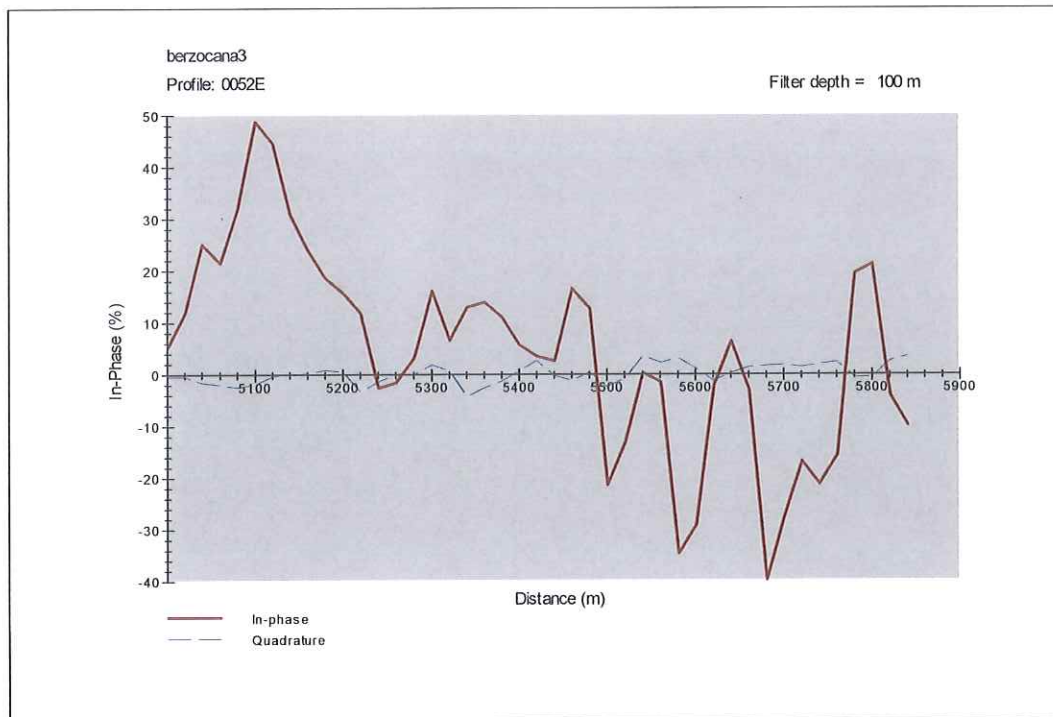
Dos componentes magnéticas (H_x, H_z) son medidas, relacionadas por la fórmula $H_z = AH_x$, donde A es una compleja cantidad con una parte real y otra imaginaria, debido a que en una frecuencia dada, los campos horizontales y verticales tienen normalmente un desfase en tiempo causado por inducción electromagnética 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 140 y 150 metros respectivamente, en ambos perfiles los resultados obtenidos son muy similares y con ambos se puede construir una columna geofísico-estratigráfica de la zona.

b.- Interpretación del perfil VLF 1 efectuado:

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

Punto n.º: 1 Y: 4323592
 X: 251766

Punto n.º: 15 Y: 4323662
 X: 251899

Se toman puntos a cada 10 metros de distancia, la longitud del perfil es de unos 140 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 la futura balsa.

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 materiales detríticos (arenas, gravas y arcillas) que corresponden con los materiales cuaternarios, pleistocénicos y terciarios.

Estos materiales se siguen observando hasta los 24 metros de profundidad.

A partir de los 23,00 metros se produce un aumento de la resistividad, detectándose materiales que corresponden con pizarras o lutitas del Alogrupo Domo Extremeño, estos mismos materiales se sigue observando hasta los 150 metros de profundidad.

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

c.- Interpretación del perfil VLF 2 efectuado:

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

Punto n.º: 1 Y: 4323699
 X: 251908

Punto nº.: 16 Y: 4323579
 X: 251770

Se toman puntos a cada 10 metros de distancia, la longitud del perfil es de unos 140 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 la futura balsa.

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 materiales detríticos (arenas, gravas y arcillas) que corresponden con los materiales cuaternarios, pleistocénicos y terciarios.

Estos materiales se siguen observando hasta los 24 metros de profundidad.

A partir de los 24,00 metros se produce un aumento de la resistividad, detectándose materiales que corresponden con pizarras o lutitas del Alogrupo Domo Extremeño, estos mismos materiales se sigue observando hasta los 150 metros de profundidad.

No se localizan anomalías significativas en todo el perfil investigado que nos indique la existencia de acuíferos fisurales bajo la parcela afectada, no 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 fisurales bajo la futura balsa, si se tiene constancia de la presencia de materiales detríticos bajo la parcela que podrían albergar algún pequeño acuífero libre y/o confinado asociado a tramos arenosos y de gravas del pleistoceno. En cualquier caso, para un estudio del marco hidrogeológico del entorno donde se ubicará la balsa 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 ubicará la futura balsa.

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

Cuaternario y pleistoceno:

Son depósitos de materiales detríticos compuesto por varios tramos de arcillas, arenas y gravas con un espesor entre ambos de unos 10 a 12 metros. La recarga de un supuesto "acuífero" estaría 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 definido, lo que unido al escaso espesor del mismo, hace que la componente evapotranspiración adquiera gran importancia, lo que provoca que sean acuíferos con una marcada influencia estacional.

Los límites de la profundidad del acuífero vienen claramente condicionados por el espesor del pleistoceno y la potencia del recubrimiento cuaternario, según esto la potencia efectiva de un supuesto acuífero puede estimarse en unos 10 a 14 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 trasmisividad 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 trasmisividad de 25 m²/día y la inferior de 10-12 metros y una trasmisividad del orden de 1 - 2 m²/día.

No existe un acuífero definido en la zona, si bien las aguas pluviales infiltradas consiguen formar "bolsas" que generan caudales en torno a 9.000 l/día.

Estas “bolsas” presentan lo que se podría un nivel estático en torno a los 5/7 de profundidad, en función de la época en la que nos encontremos, por ejemplo en épocas de lluvias suele estar a 5 m, mientras en verano el nivel puede bajar considerablemente, también hay que tener en cuenta que la zona donde se ubicará la balsa es zona de riego que produce una subida anómala del freático en época de riego, pudiendo llegar a situarse a 4 metros de profundidad. La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene una dirección isótropa.

Cuando los niveles de arenas están englobados en senos arcillosos, el acuífero tiene un carácter confinado y semiconfinado. En estos casos, el agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación terciaria, saturándola totalmente. No existe zona no saturada. Si perforásemos en estas zonas, el nivel de agua asciende hasta situarse en una determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga. Si la topografía es tal que la boca del pozo está por debajo del nivel del agua, el pozo es surgente o artesiano; si no es así el nivel del agua ascenderá hasta el nivel correspondiente, pero no será surgente.

El muro y/o techo no son totalmente impermeables sino que son acuitados y permiten la filtración vertical del agua y, por tanto, puede recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base. Este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial entre ambos niveles.

Terciario.

No se puede hablar de acuífero ya que no existe un seno hidrogeológicamente bien definido, ya que los materiales terciarios que aparecen en la zona no tienen una permeabilidad alta (arcillas y arcosas).

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 tardihercínicas de descompresión. Estas fracturas están rellenas por filones de cuarzo.

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 lutitas 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 una alto coeficiente de almacenamiento; lo cual quiere decir que son pozos de larga vida.

Las cornubianitas y pizarras mosqueadas 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 pizarras similares tenemos una **permeabilidad** en la zona de:

25 a 100 metros: $K = 1,12 \times 10^{-18}$

100 a 180 metros: $K = 1,00 \times 10^{-17}$

En zonas de fracturación: $K = 1,18 \times 10^{-5}$

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 un acuífero fisural, si bien existen captaciones en este tipo de materiales en otros puntos del término municipal de Don Benito, con piezométricos que oscilan entre los 90 a 110 m.. La circulación del agua (**dirección de flujo**) coincidiría con las direcciones principales de fracturación (N140°E y N40°E).

4.1.3.- Tipología de los acuíferos asociados a estos tipos de materiales:

4.1.3.1.- Tipología de acuíferos asociada a los materiales detríticos neógenos:

Los materiales que encontramos en la zona son materiales detríticos cuaternarios y pleistocénicos, desde el punto de vista hidrogeológico, tienen una permeabilidad baja (según el mapa de permeabilidades del IGME).

Los posibles acuíferos que nos podemos encontrar asociados a estos materiales dependen de la potencia de los materiales más permeables, en este caso los niveles de arenas y de gravas. Se trata de acuíferos de fácil recarga y escaso coeficiente de almacenamiento, que unido a la presencia de lentejones, contribuye a la obtención de caudales variables.

En general los acuíferos que podemos encontrar bajo la parcela afectada 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.

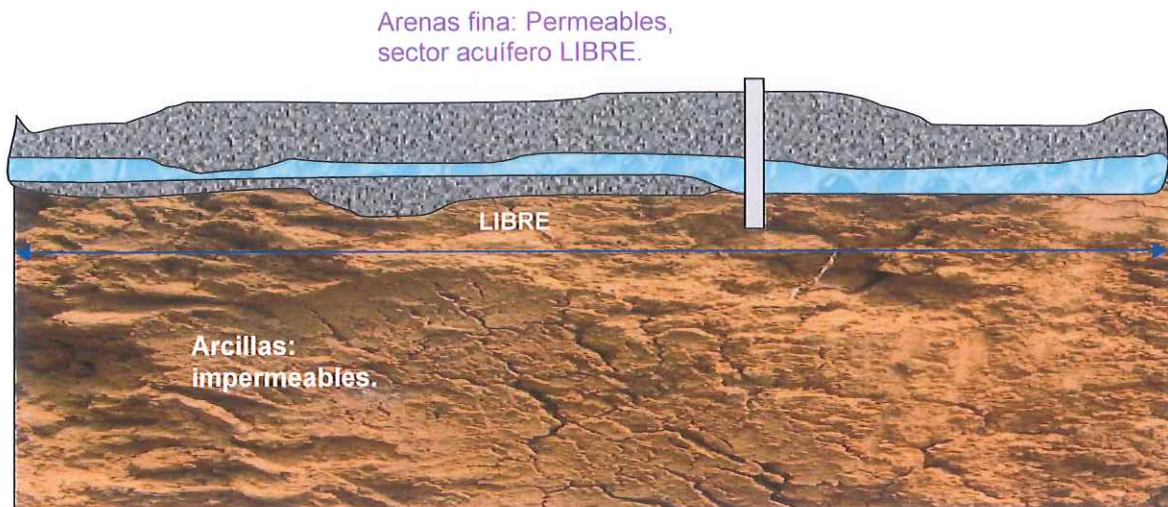
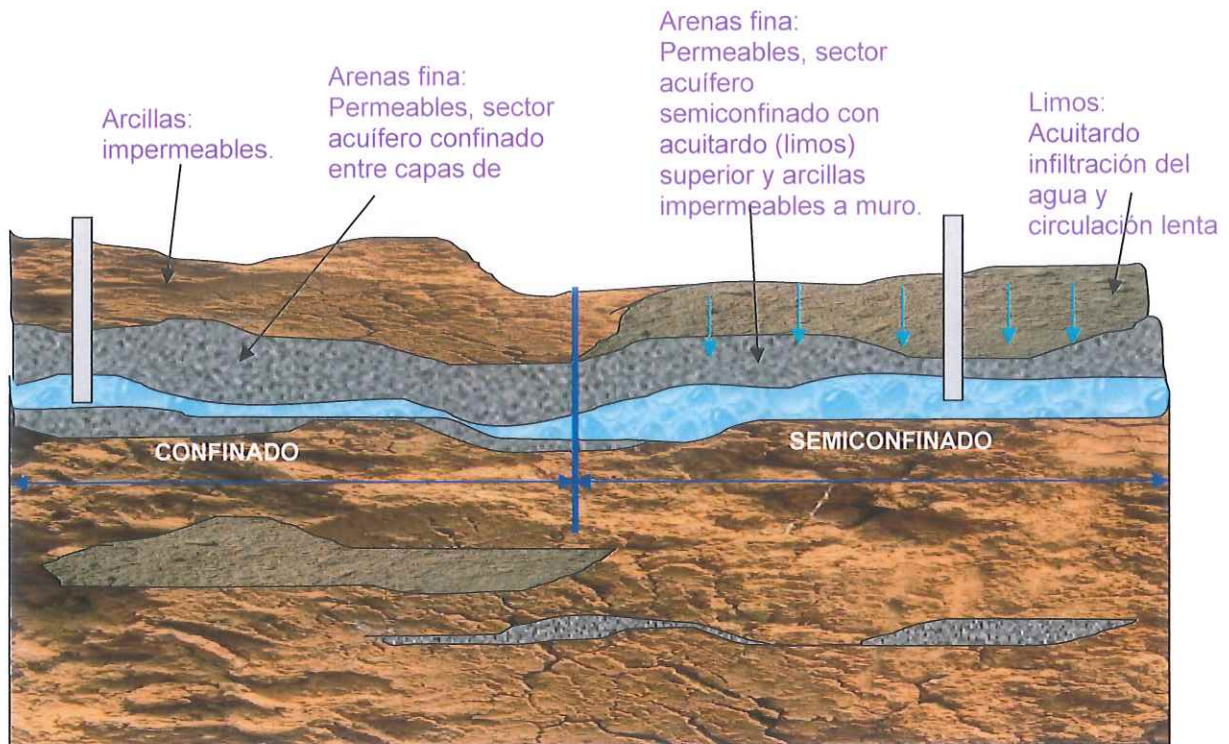
Está formado por un estrato permeable parcialmente saturado de agua, niveles de arenas finas, que yace sobre otro estrato impermeable o relativamente impermeable, como pueden ser niveles arcillosos del pleistoceno y/o miocénicos que forman una barrera impermeable que provoca el almacenamiento y flujo de las aguas subterráneas.

Este tipo de acuíferos tienen una buena recarga y alimentación, muy poca capacidad de almacenamiento.

Cuando los niveles de arenas están englobados en senos arcillosos, el acuífero tiene un carácter confinado y semiconfinado. En estos casos, el agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación terciaria, saturándola totalmente.

No existe zona no saturada. Si perforásemos en estas zonas, el nivel de agua asciende hasta situarse en una determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga. Si la topografía es tal que la boca del pozo está por debajo del nivel del agua, el pozo es surgente o artesiano; si no es así el nivel del agua ascenderá hasta el nivel correspondiente, pero no será surgente.

El muro y/o techo no son totalmente impermeables sino que son acuitardos y permiten la filtración vertical del agua y, por tanto, puede recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base. Este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial entre ambos niveles.



TIPOLOGÍA DE ACUÍFEROS ASOCIADOS A MATERIALES DETRÍTICOS PLEISTOCÉNICOS Y CUATERNARIOS

4.1.3.2.- Tipología de acuíferos asociada a los materiales pizarrosos precámbricos:

En lo que respecta a las pizarras del Alogrupo Domo Extremeño, 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 Formación son confinados y fisurales, estos presentan un difícil recarga y muy buena capacidad de almacenamiento.

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

4.1.4.1.- Piezométrico de los materiales pleistocénicos:

Para este tipo de acuíferos el **nivel piezométrico** de esta formación pleistocena, en esta zona es variable si bien suele ser de 8 a 12 metros de profundidad, en función de la época en la que nos encontremos, por ejemplo en épocas de lluvias suele estar a 8 m, mientras en verano suele ubicarse a 12 metros, e incluso llega a agotarse el almacenamiento de algunos acuíferos, si los senos permeables entre materiales arcillosos son pequeños. La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene una dirección isótropa, y depende de la morfología de los niveles de arenas que generalmente es alentejonada y subhorizontal.

4.1.4.2.- Piezométrico de los materiales pizarrosos precámbricos:

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:

- ① N140°-160°E
- ② N40°-60°E
- ③ N90°-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).

En esta zona el tipo de acuíferos que se relaciona con zonas de fracturas asociadas a materiales impermeables (pizarras en nuestro caso), se trata de una red de fracturas (fallas y diaclasas) interconectadas entre sí, el bloque matriz es el macizo arenoso 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.

El agua se infiltra a través de la cobertera cuaternaria pleistocénica y terciaria y llega a las pizarras impermeables, en las áreas donde se encuentren fracturas (principalmente fallas), que no es el caso de la zona donde se ubicará la balsa, ya que la geofísica lo ha descartado; 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 pozos, sondeos ni manantiales en un perímetro de 100 metros en torno al área de ubicación de la futura balsa.

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 tres direcciones de mayor desarrollo longitudinal que son la NNO-SSE, NNE-SSO y E-O.

Estas direcciones tienen un buzamiento vertical a subvertical (65° - 90°), las tres direcciones de fracturación se repiten por todo el área, no obstante en ciertas áreas aparece una cuarta dirección de fracturación con menor frecuencia de repetición que es la N10°E.

La circulación del agua (**dirección de flujo subterráneo**) tiene una dirección aproximada NNW-SSE, aproximadamente N140°-160°E, coincidiendo con la dirección principal de fracturación de la zona, si bien puede existir recarga en algún cruce de fracturas hercínicas conjugadas (N140-160°E y N40-60°) 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 areniscas 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 materiales similares tenemos una **permeabilidad** en la zona de:

$$25 \text{ a } 100 \text{ metros: } \kappa \text{ (cm}^2\text{)} = 1,12 \times 10^{-18}$$

$$100 \text{ a } 180 \text{ metros: } \kappa \text{ (cm}^2\text{)} = 1,00 \times 10^{-17}$$

$$\text{En zonas de fracturación: } \kappa \text{ (cm}^2\text{)} = 1,18 \times 10^{-5}$$

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

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

$$\kappa \text{ (cm}^2\text{)} = 1,1 \times 10^{-4}$$

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

$$\kappa \text{ (cm}^2\text{)} = 3,15 \times 10^{-11}$$

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

Las características geológicas de la zona no saturada de los materiales que nos encontramos en la zona, depende del sector en el que nos encontremos. Como ya se ha definido anteriormente, los materiales neógenos que nos encontramos en la zona están compuestos por un conjunto de arenas finas, gravas, limos y arcillas que se disponen en niveles generalmente alentejonados de potencias métricas.

En el caso de los sectores con arenas aflorantes que generan acuíferos de carácter libre, la zona no saturada son las propias arenas que en invierno tiene un espesor de 5 m (profundidad del freático) y en verano hasta los 7 m.

En el caso de los acuíferos confinados la zona no saturada son las arcillas pleistocénicas y terciarias. Y por último en el caso de los acuíferos semiconfinados se trata de los limos que funcionan como acuitardos.

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.

El **nivel piezométrico** de la formación pleistocena es variable si bien suele ser de 8 a 12 metros de profundidad, en función de la época en la que nos encontremos, por ejemplo en épocas de lluvias suele estar a 8 m, mientras en verano suele ubicarse a 12 metros, e incluso llega a agotarse el almacenamiento de algunos acuíferos, si los senos permeables entre materiales arcillosos son pequeños.

El nivel piezométrico asociado a los materiales pizarrosos precámbricos, oscila entre los 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 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 fisural bajo la parcela afectada, sí bien pueden existir en los materiales cuaternarios y pleistocénicos rezumes de agua de lluvia infiltrada que se depositan en contacto con las arcillas pleistocénicas y miocénicas (hasta 14 m. de profundidad).

En lo que respecta al nivel freático se sitúa entre los 5 y 7 metros en el entorno, aunque puede ser anómalo en épocas de riego (4 m.).

A continuación 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.

Pizarras 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 tardihercínicas de descompresión. Estas fracturas están rellenas por filones de cuarzo. 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 lutitas 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 cornubianitas y pizarras mosqueadas 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 pizarras similares tenemos una **permeabilidad** en la zona de:

25 a 100 metros: $K = 1,12 \times 10^{-18}$

100 a 180 metros: $K = 1,00 \times 10^{-17}$

En zonas de fracturación: $K = 1,18 \times 10^{-5}$

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 un acuífero fisural, si bien existen captaciones en este tipo de materiales en otros puntos del término municipal de Don Benito, con piezométricos que oscilan entre los 90 a 110 m.. La circulación del agua (**dirección de flujo**) coincidiría con las direcciones principales de fracturación (N140°E y N40°E).

Materiales cuaternarios y pleistoceno:

Son depósitos de materiales detríticos compuesto por varios tramos de arcillas, arenas y gravas con un espesor entre ambos de unos 10 a 12 metros. La recarga de un supuesto "acuífero" estaría 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 definido, lo que unido al escaso espesor del mismo, hace que la componente evapotranspiración adquiera gran importancia, lo que provoca que sean acuíferos con una marcada influencia estacional.

Los límites de la profundidad del acuífero vienen claramente condicionados por el espesor del pleistoceno y la potencia del recubrimiento cuaternario, según esto la potencia efectiva de un supuesto acuífero puede estimarse en unos 10 a 14 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.

No existe un acuífero definido en la zona, si bien las aguas pluviales infiltradas consiguen formar “bolsas” que generan caudales en torno a 9.000 l/día.

Estas “bolsas” presentan lo que se podría un nivel estático en torno a los 5/7 de profundidad, en función de la época en la que nos encontremos, por ejemplo en épocas de lluvias suele estar a 5 m, mientras en verano el nivel puede bajar considerablemente, también hay que tener en cuenta que la zona donde se ubicará la balsa es zona de riego que produce una subida anómala del freático en época de riego, pudiendo llegar a situarse a 4 metros de profundidad. La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene una dirección isótropa.

Cuando los niveles de arenas están englobados en senos arcillosos, el acuífero tiene un carácter confinado y semiconfinado. En estos casos, el agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación terciaria, saturándola totalmente. No existe zona no saturada. Si perforásemos en estas zonas, el nivel de agua asciende hasta situarse en una determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga. Si la topografía es tal que la boca del pozo está por debajo del nivel del agua, el pozo es surgente o artesiano; si no es así el nivel del agua ascenderá hasta el nivel correspondiente, pero no será surgente.

El muro y/o techo no son totalmente impermeables sino que son acuitardos y permiten la filtración vertical del agua y, por tanto, puede recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base. Este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial entre ambos niveles.

Terciario.

No se puede hablar de acuífero ya que no existe un seno hidrogeológicamente bien definido, ya que los materiales terciarios que aparecen en la zona no tienen una permeabilidad alta (arcillas y arcosas).

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.

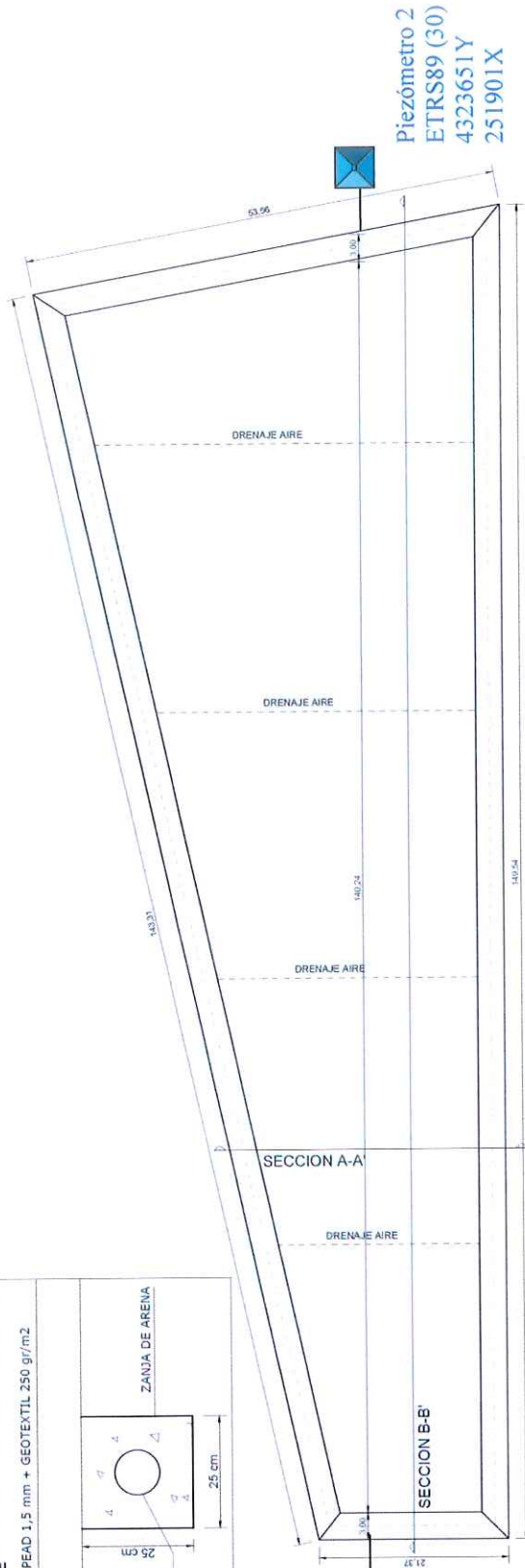
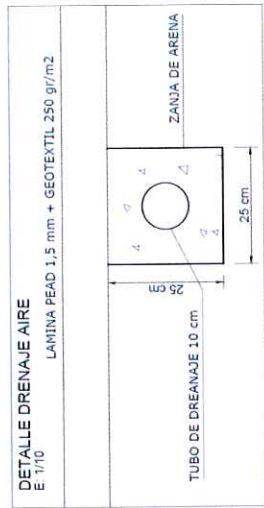
Teniendo en cuenta esto último y aplicándolo a nuestro caso en concreto, en el que tenemos formaciones de lutitas con una red de fracturación no muy elevada y con un potente espesor de recubrimiento terciario, pleistocénico y cuaternario de recubrimiento (> 30 m.), la velocidad de flujo natural en la zona no saturada es inferior a 0,15 mt/día a corto plazo, y menos aún promediadas a periodos más largos.

En lo que respecta a los materiales cuaternarios y pliocuaternarios, en el que tenemos formaciones de materiales detríticos permeables, la velocidad de flujo natural en la zona no saturada es superior a 0,2 mt/día, por lo que la impermeabilización de las balsas debe ser efectiva.

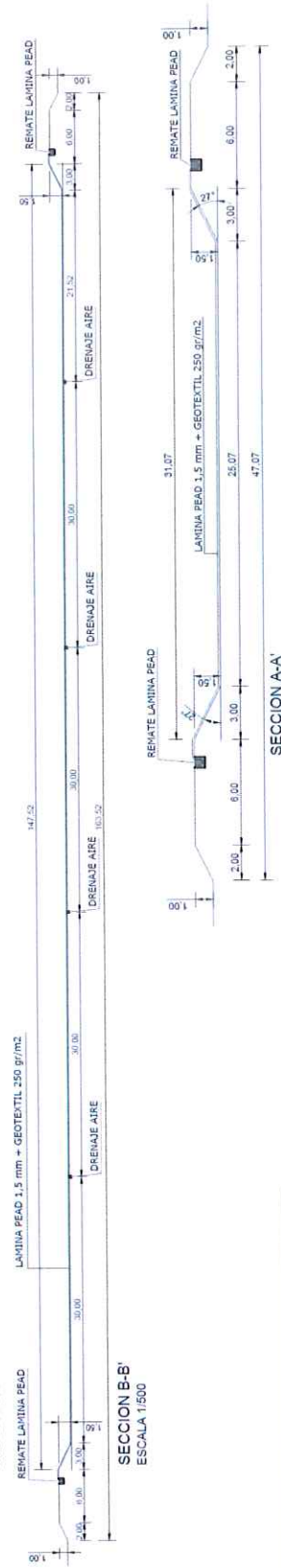
5.3.- Ubicación de punto de control:

La balsa contará con una red de drenaje en espiga con arquetas de paso ciega y un piezómetro de control de filtraciones para la balsa, tal y como muestra en los siguientes planos.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DIRECT RECUPERACIONES INDUSTRIALES, S.L.



PLANTA Balsa de EVAPORACION
ESCALA 1/500



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 la balsa 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 la balsa 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 Río Guadiana, situado a más de 1.300 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 500 metros en torno a la futura balsa. No existen ni cauces fluviales ni llanuras de inundación en el entorno de la futura balsa de DIREC RECUPERACIONES INDUSTRIALES, S.L..

En base a lo anteriormente definido la balsa no afectará 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 la balsa sobre las aguas subterráneas de la zona:

6.3.1.- Introducción:

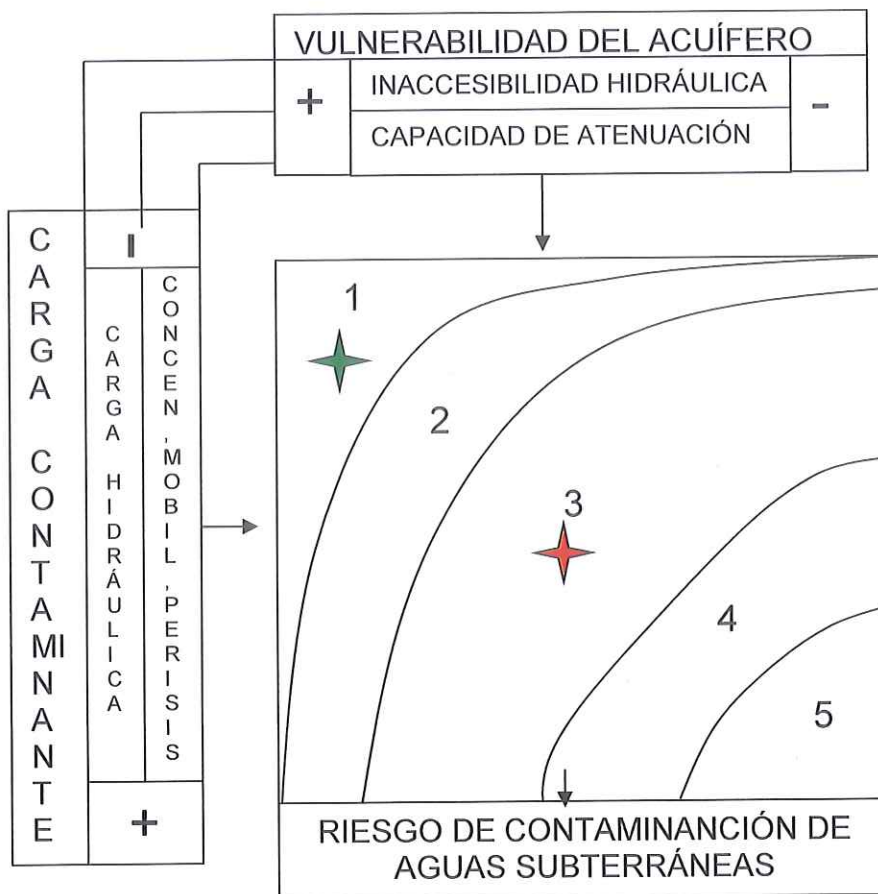
Una vez visto las características geológicas, hidrogeológicas e hidrológicas de la zona, pasamos a intentar analizar la posible influencia que puede tener la actividad objeto del presente proyecto sobre la zona.

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.

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 ★ *RIESGO DE CONTAMINACIÓN SIN UNA IMPERMEABILIZACIÓN EFECTIVA Y CON UNA COTA INFERIOR DE Balsa POR DEBAJO DEL FREÁTICO DE LA ZONA*
- 2.- BAJO
- 3.- MODERADO ★ *RIESGO DE CONTAMINACIÓN CON UNA IMPERMEABILIZACIÓN EFECTIVA Y CON UNA COTA INFERIOR DE Balsa POR ENCIMA DEL FREÁTICO DE LA ZONA*
- 4.- ELEVADO
- 5.- EXTREMO

Esquema conceptual del riesgo de contaminación de aguas subterráneas

En la gráfica se pueden ver el riesgo de contaminación con y sin impermeabilización efectiva, en el primer caso (sin impermeabilización, como se puede ver en la gráfica la carga contaminante es moderada, ya que los residuos que aquí estamos tratando son contaminantes, lo que unido a la alta velocidad de flujo que presentan las formaciones cuaternaria y pleistocena, vulnerables a pesar de tener una permeabilidad baja (según mapa de permeabilidades del IGME, ver planos), puede provocar la contaminación de las “bolsas” de agua asociadas a estas formaciones que puedan existir bajo la parcela afectada.

En base a lo anterior se precisa de una construcción de la balsa que inhíba posibles contaminaciones de las aguas subterráneas. Para ello hay que tomar dos medidas fundamentales:

- La primera es que la cota inferior de la balsa no sobrepase el nivel freático de la zona (4 metros), es por ello que la balsa se construirá con tan sólo un rebaje de 0,7 metros, que con los 0,20 m de zavorra para drenaje, quedará la cota mínima del fondo de la balsa a 0,5 metros, el resto de la balsa se construirá con rellenos y taluzados.
- La segunda medida es una impermeabilización efectiva para evitar que la carga contaminante acceda a las formaciones neógenas, y la permeabilización propuesta es efectiva para frenar la posible contaminación. Con esta impermeabilización el riesgo de contaminación es muy bajo. Tan sólo las roturas de las láminas podría originar que lixiviados fuesen al suelo, si bien esto es muy difícil ya que las láminas estarán solapadas con termofusión y estarán fijadas a la corona de la balsa mediante hormigonado. En cualquier caso para vigilar posibles vertidos se construirá una red de drenaje bajo la balsa conectada a dos piezómetros de control de filtraciones. Las labores de limpieza de la balsa y revisión periódica de la impermeabilización de la balsa se realizará con la balsa seca. Mencionar que así mismo la futura balsa estará dimensionada para evitar colmataciones de la misma.

El término vulnerabilidad del acuífero a la contaminación representa su sensibilidad para ser adversamente afectado por una carga contaminante impuesta.

En nuestro caso los potenciales acuíferos que pudiera existir en el área de ubicación de las parcelas afectadas serían los asociados a las formaciones cuaternaria y pleistocena que serían vulnerable debido a las características hidrogeológicas permeables de estos materiales. El segundo tipo de acuífero se relacionaría con los materiales terciarios y precámbricos, que son formaciones poco vulnerables debido a que los materiales que las componen son impermeables, en cualquier caso la carga contaminante debe ser inexistente debido a la impermeabilización que tienen las balsas.

6.3.2.2.- 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 formaciones cuaternarias y pleistocénicas que tenemos en la zona, son terrenos vulnerables a la contaminación ya que son materiales detríticos permeables, si bien la impermeabilidad de la balsa protege la vulnerabilidad hidrogeológica y edafológica de este tramo.

Con respecto a las formaciones terciarias y precámbrica de pizarras hemos tratado de localizar acuíferos dentro de esta formación, estos acuíferos se circunscriben a áreas de macrofracturación que desarrollan porosidad secundaria por microfisurado, no se han localizado fracturas (ver informe geofísico), significativas que puedan albergar agua subterránea, es por ello que bajo las balsas no se detectan acuíferos asociados a estas formaciones.

La vulnerabilidad de estas formaciones es muy baja ya que se tratan de materiales impermeables por los que tan sólo discurre agua a lo largo de fracturas en el caso de las pizarras (no localizadas bajo las parcelas afectadas), si bien estos acuíferos son muy locales y de escaso caudal, con una accesibilidad hidráulica muy baja, por lo que la vulnerabilidad es baja.

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

Las sustancias contaminantes que albergue la balsa deben de estar debidamente almacenadas sobre la balsa efectivamente impermeabilizadas como es el caso de la balsa que se pretende construir, ya que con la ingeniería de impermeabilización aplicada en esta balsa se limita 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 la balsa que se ha diseñado para la misma y tiene las siguientes características constructivas:

Se construirá una balsa de evaporación de 5.432 m² de superficie de coronación, donde se recogerá y evaporará el agua procedente de la lavadora existente en la línea de procesado de plástico. Por otro lado dicha balsa recepcionará aguas de proceso de almazara, las cuales serán transportadas a la planta en vehículos adaptados para la mercancía que transportan.

Movimiento de tierra:

Mediante el empleo de tractores con traíllas, vehículos de transporte, rulos compactadores y otras maquinarias, se procederá a la excavación de la balsa con una profundidad media de 0.7 m. Se procederá al alzado de la balsa, mediante relleno y taluzado de las paredes, con pendiente máxima de 27 grados, para evitar derrumbamientos. Al fondo de la balsa se le aportará, una capa de zahorra de 20 cm de espesor que se compactará mediante pases de rulo vibratorio y riego de superficie.

Impermeabilización:

Se impermeabilizará la balsa, para evitar que el agua entre en contacto con la tierra. Se utilizarán dos láminas independientes:

- Un fieltro separador, de tejido de polipropileno, tipo Geotextil, de 200 gr/m², sirviendo como separador y protector de la lámina impermeabilizante.
- Una lámina de polietileno, de 1,5 mm. de espesor. Las uniones entre las láminas se realizarán mediante termofusión y extrusión en singularidades y detalles.

Drenaje:

Se colocará bajo el material impermeabilizante una tubería perforada de drenaje de diámetro adecuado y conducida hacia piezómetros en los extremos de la balsa de evaporación para controlar posibles fugas y filtraciones. Se ejecutará con el objeto de poder realizar un adecuado seguimiento de la protección de las aguas subterráneas frente a posibles filtraciones.

Cerramiento:

Para separar la zona de balsa del resto de la parcela, previniendo de esta forma accidentes, se instalará un cercado de 1,50 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 50/14 y postes de tubo de acero galvanizado, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4. (M-80).

Desagüe perimetral:

Se evitará el acceso innecesario de aguas de escorrentía pluviales a la balsa mediante un desagüe perimetral que evacue las aguas de escorrentía fuera de la balsa.

Justificación balsa de evaporación:

Para determinar el volumen de aguas pluviales recogidas anualmente consideraremos las aguas procedentes del proceso de lavado de la industria, las aguas de proceso de almazara a recibir y la pluviometría que recoge la balsa en su superficie:

El volumen anual de aguas que recepcionará la balsa de evaporación que se pretende será:

- Aguas de proceso industrial = 2.500 m³
- Pluviometría

La pluviometría media de la zona, según fuentes consultadas, es de 477,5 mm y la superficie de coronación de la balsa es de 5.432,46 m²

Dato que nos arroja un volumen total de agua pluviométrica:

$$5.432,46 \text{ m}^2 * 0,477 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 2.591,28 \text{ m}^3$$

Por tanto, la **recepción de aguas anuales de la balsa** será de:

$$2.500 \text{ m}^3 + 2.591,28 \text{ m}^3 = \mathbf{5.091,28 \text{ m}^3}$$

Se pretende la ejecución de una balsa de evaporación que disponga de una superficie en coronación de 5.432,5 m² y una profundidad de 1,5 m dotada con taludes con una relación H/V= 2/1, que arroja una capacidad de 7.348, 49 m³.

Considerando un calado máximo para la balsa de 0,9 m, dejando el restante como resguardo, tendremos una capacidad operativa de almacenamiento de 4.213,11 m³.

No se recogen ningún tipo de aguas superficiales de la industria proveniente del patio, cubiertas de la nave de proceso y/o oficinas, ya que los productos a tratar no generan lixiviados por lo que dichas aguas se infiltrarán en terreno de la parcela.

Teniendo en cuenta la evaporación media de la balsa, según fuentes del Instituto Geográfico Nacional. La evaporación depende de un conjunto de factores, de los cuales los más importantes son la disponibilidad de agua en el terreno, la humedad, la insolación y la velocidad del viento. La velocidad de evaporación aumenta con valores grandes de insolación, aire seco, fuerte velocidad del viento y terreno descubierto. Por el contrario disminuye con la insolación escasa, pequeña velocidad del viento, humedad alta y superficie cubierta de vegetación.

Las instalaciones están situadas en el Término Municipal de Don Benito, se encuentran en la franja con evaporación comprendida entre 1.100 y 1.200 mm. Consideramos una evaporación de 1.100 mm. para ser conservadores.

Si la balsa, cuando su calado es de 0,90 m, dispone de una superficie de 4.996,96 m² y la evaporación media es de 1.100 mm tendremos el siguiente volumen de agua evaporada anualmente.

$$1.10 \text{ m}^3/\text{m}^2 * 4996,96 \text{ m}^2 = 5.496,65 \text{ m}^3$$

El volumen de agua evaporada anualmente es superior al volumen de aportación de aguas de proceso anuales que recepcionará la balsa. Por tanto, se considera que las dimensiones de la balsa están justificadas.

- Recepción anual de aguas a evaporar: 5.091,28 m³

- Aguas evaporadas anuales: 5.496,65 m³

Otras construcciones:

- Acceso: Será necesario la realización de un nuevo acceso a la parcela.
- Patio de maniobra y viales: El patio está previsto que ocupe una superficie aproximada de 6.000 m² y está formado por una solera de hormigón de 15 cm. de espesor con mallazo metálico de las características reflejadas en Mediciones y Planos.
- Cerramiento perimetral: Perimetralmente, se procederá al cerramiento con malla metálica de torsión de 2'00 m. de altura, retencionada con apoyos metálicos de acero galvanizado, soportados con hormigón.
- Cimentación báscula.

7.- CONCLUSIONES:

El presente Estudio Hidrogeológico se ha realizado con el objetivo de determinar el carácter hidrogeológico de los materiales sobre los que se asentará una balsa de evaporación que tendrá la planta de recuperación de productos industriales de Direc Recuperaciones, S.L., así como determinar la posible influencia hidrogeológica de esta balsa sobre el suelo, hidrología e hidrogeología del entorno inmediato. La planta de recuperaciones de productos industriales que se va a implantar, es propiedad del titular de esta solicitud. La balsa de evaporación se ubicará en la parcela 4 polígono 26, coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30): 4323637Y 251878X de Don Benito (Badajoz).

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 1.300 alrededor de la futura balsa. En lo que respecta a la afección hidrogeológica, en la zona tenemos cuatro formaciones subyacentes, las dos más superficiales (cuaternario y pleistoceno) están conformadas por materiales detríticos permeables, siendo ambos terrenos vulnerables a la contaminación que precisan de una impermeabilización efectiva de la futura balsa que evite vertidos. Las dos formaciones más profundas (terciario y pizarras precámbricas) son poco vulnerables lo que unido a la impermeabilización de la futura balsa, hace que el riesgo de contaminación de estas formaciones sea inexistente.

En resumen mencionar que el riesgo de contaminación hidrogeológica por el uso de las balsas de efluentes de almazara de DIREC RECUPERACIONES INDUSTRIALES, S.L. es bajo debido a las características constructivas y la impermeabilización diseñada de la futura balsa que limitan las posibilidades de filtración, y el diseño de las características morfológicas de la balsa que evita cualquier posibilidad de colmatación.

En cualquier caso se recomienda establecer un régimen de vigilancia del control del piezómetro de filtraciones y que las actuaciones de impermeabilización sean acometidas tal y como vienen en proyecto, con termofusión en la unión de las láminas de impermeabilización, así como que exista un control periódico del estado de la balsa en cuanto a impermeabilización se refiere.

Firma el presente estudio hidrogeológico

En Santa Marta a 8 de Agosto de 2016



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

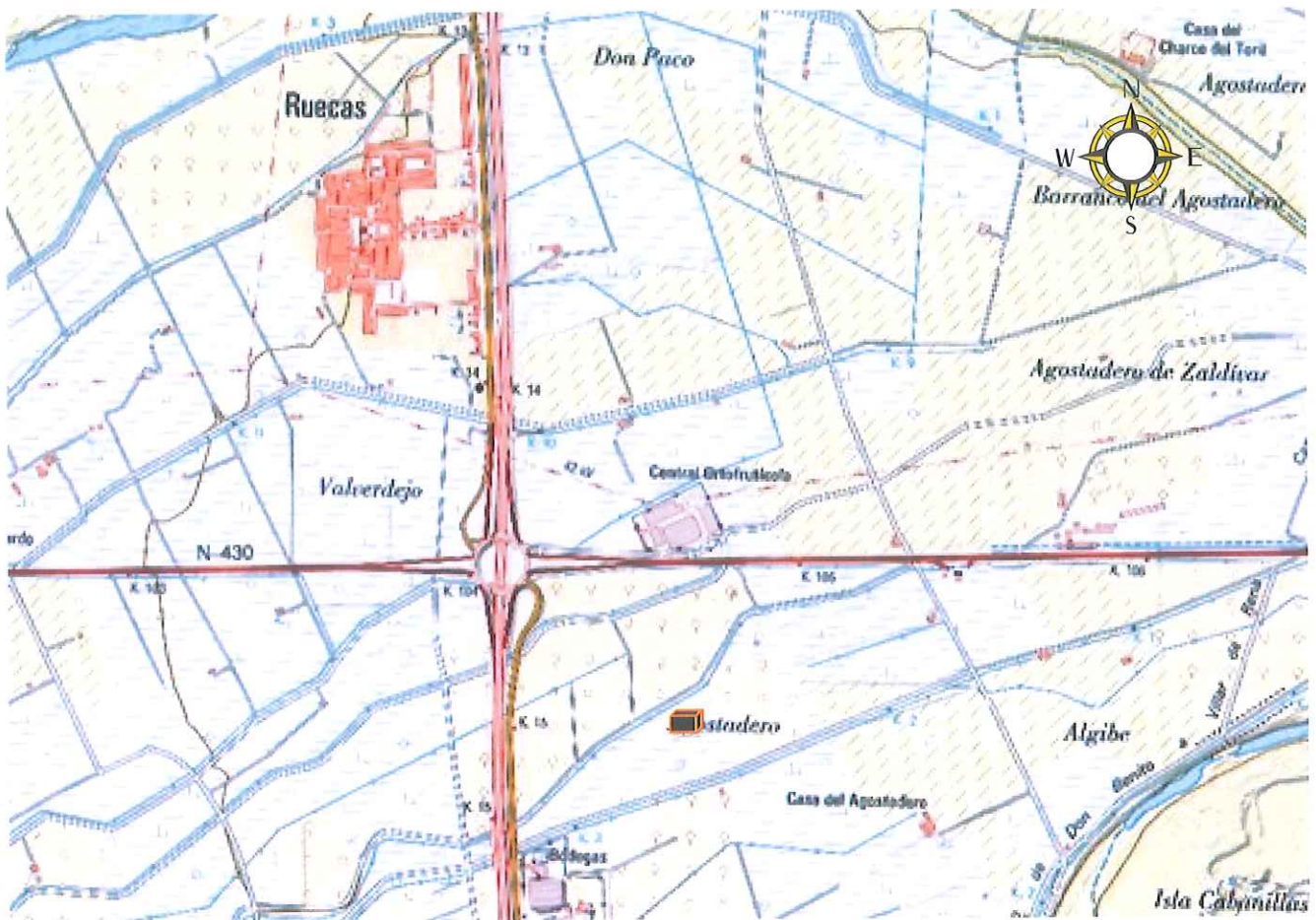
ANEXO I

MAPAS Y PLANOS

MAPA TOPOGRÁFICO CON CURVAS DE NIVEL

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE AFECCIÓN SOBRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES DE LA FUTURA Balsa DE EVAPORACIÓN DE DIREC RECUPERACIONES INDUSTRIALES, S.L. PARCELA 4 DEL POLÍGONO 26 DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE DON BENITO (BADAJOZ)”

MAPA TOPOGRÁFICO DE LOCALIZACIÓN DE LA FUTURA Balsa EN LA PARCELA 4 DEL POLÍGONO 26 (coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30): 4323637Y 251878X) DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE DON BENITO (BADAJOZ)



ÁREA DE LOCALIZACIÓN APROXIMADA DE LA FUTURA Balsa

NOMBRE PETICIONARIO: DIREC RECUPERACIONES, S.L.	Autor:  Francisco J. Fernández Amo	FECHA: 08-08-2016	ESCALA: 1 : 50.000	Nº DE PLANO: 1
---	--	-----------------------------	------------------------------	--------------------------

MAPA GEOLÓGICO