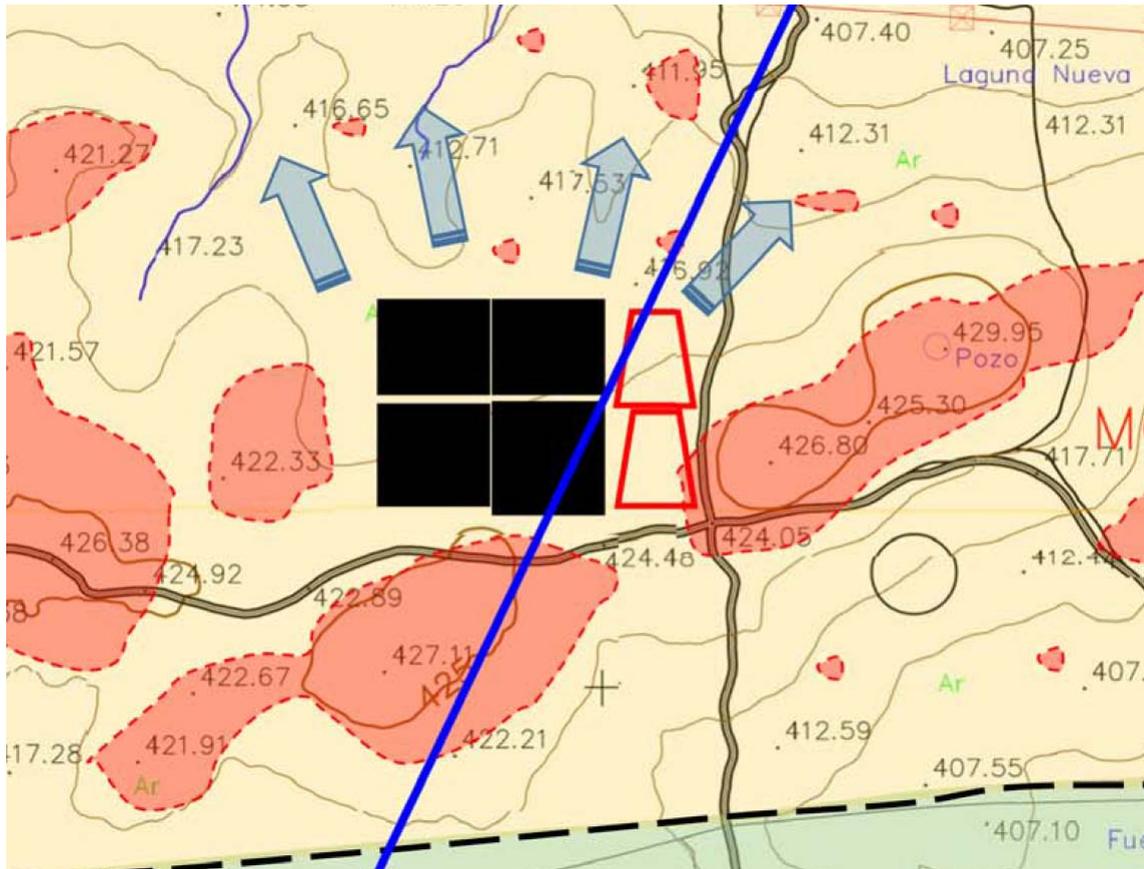




**TECMINSA, S. L.**  
TECNICAS MINERAS DE SANTA MARTA.  
*Profesionales de la Tierra*

## ANEXO A ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO



**“ANEXO AL ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO DE LA ZONA DE UBICACIÓN DE UNAS BALSAS DE AGUAS PROCEDENTES DE UNA ALMAZARA. PARCELA 2 DEL POLÍGONO 10 DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTEHERMOSO (CÁCERES)**

**PETICIONARIO: ACENORCA**

**AUTOR: D. Francisco J. Fernández Amo**  
Geólogo Colegiado n.º: 3.214

# ÍNDICE

# PÁGINA

1.- INTRODUCCIÓN.	1
2.- GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA:	
2.1.- Introducción. Correcciones a la geología MAGNA.	2
2.2.- Parámetros hidrodinámicos de los materiales Geológicos afectados:	
2.2.1.- Introducción.	5
2.2.2.- Hidrogeología de los materiales.	8
2.2.3.- Parámetros hidrogeológicos.	9
3.- ANÁLISIS DE POSIBLES AFECCIONES DE LAS BALSAS SOBRE EL ENTORNO:	
3.1.- Estudio de la afección de las balsas sobre aguas Superficiales.	15
3.2.- Estudio de la afección de las balsas sobre posibles acuíferos.	16
3.3.- Ubicación de puntos de control.	19
4.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.	22
ANEXO I: MAPAS DE PUNTOS DE AGUA.	23
ANEXO II: CARTOGRAFÍA Y CORTES HIDROGEOLÓGICOS DE LA ZONA DE LAS BALSAS DE ACENORCA	25
ANEXO III: PERFILES GEOLÓGICOS EN EL ENTORNO DE LA ZONA DE LAS BALSAS DE ACENORCA	26
ANEXO IV: DECLARACIÓN RESPONSABLE SOBRE HABILITACIÓN PROFESIONAL COMO TÉCNICO TITULADO COMPETENTE.	27

## 1.- INTRODUCCIÓN:

El presente anexo al estudio hidrogeológico de ACENORCA tiene por objeto complementar la información aportada en el mismo, incluyendo datos más pormenorizados sobre la geología e hidrogeología de los distintos materiales que aparecen en la zona.

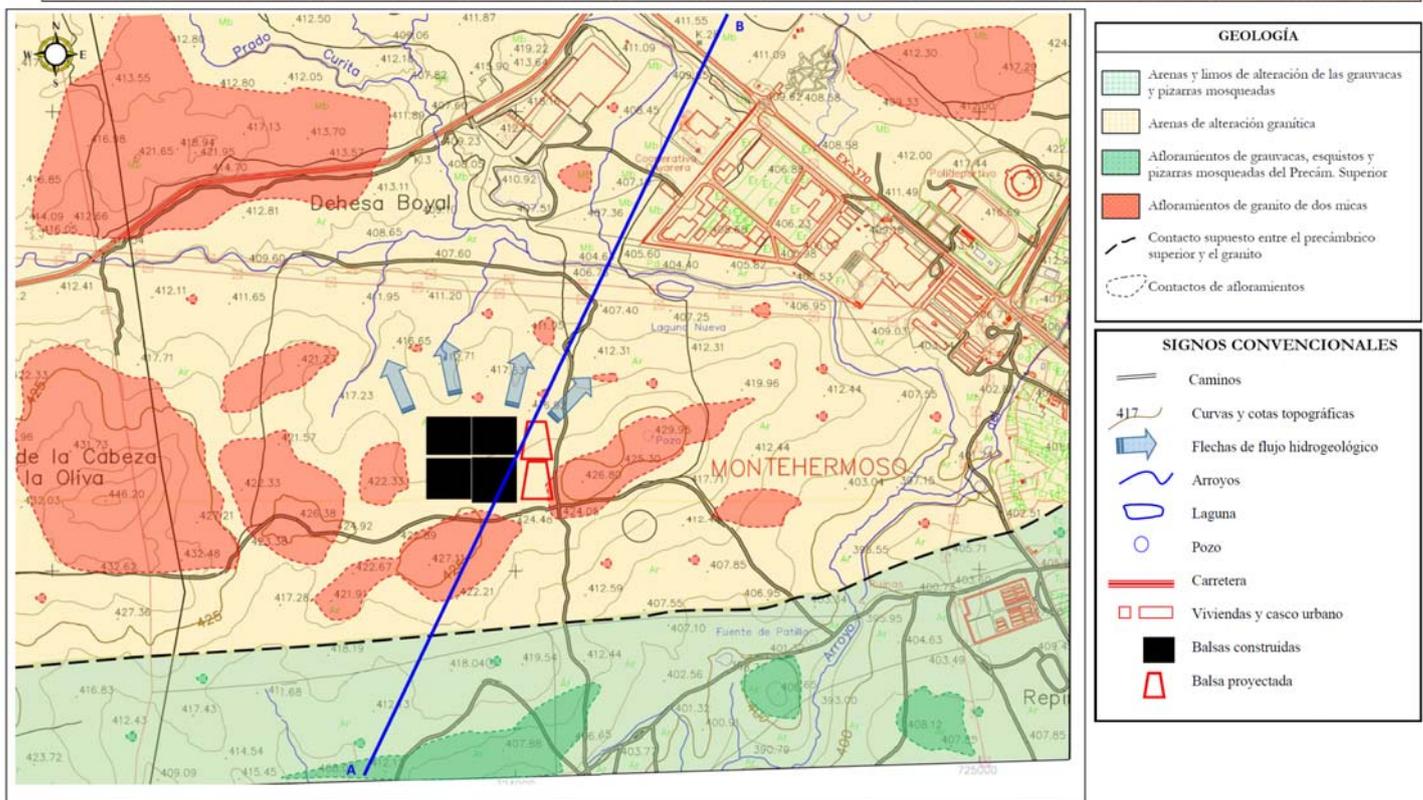
El presente Anexo a Estudio Hidrogeológico se presenta a petición de ACEITUNERA DEL NORTE DE CACERES SOCIEDAD COOPERATIVA LIMITADA DE 2º GRADO, provista con C.I.F. núm. F-10020154 y domicilio social en la Parcela nº 33, de la 2ª Fase del Polígono Industrial de Montehermoso (Cáceres).

## 2.- GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA:

### 2.1.- Introducción, correcciones a la geología MAGNA:

Se ha realizado una nuevas exploración de campo hidrogeológica con el objetivo de realizar una cartografía geo-hidrogeológica de los distintos materiales que aparecen por la zona, así como de afloramientos, y relación de los materiales con la hidrología e hidrogeología local. La cartografía realizada muestra diferencias con los datos bibliográficos existentes en la zona, más en concreto del MGANA GEOLÓGICO 597 Montehermoso. (Ver figura adjunta y anexos).

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA E HIDROGEOLOGICA DEL ENTORNO DE LAS BALSAS DE EFLUENTES DE ALMAZARA DE ACENORCA EN MONTEHERMOSO (CÁCERES), CON LOCALIZACIÓN DE LAS BALSAS CONSTRUIDAS Y PROYECTADAS E INDICACIÓN DE LAS LÍNEAS DE FLUJO HIDROGEOLOGICO  
ESCALA 1:6.000



Tras la exploración de campo realizada se ha podido ubicar el contacto, entre los granitos y las grauwacas, esquistos y pizarras precámbricas (afectadas por metamorfismo térmico), más al sur de lo reflejado en el MAGNA geológico.





*AFLORAMIENTOS GRANÍTICOS EN LA ZONA DE UBICACIÓN DE LAS BALSAS NUEVAS*

Estos mismos afloramientos se siguen observando a más de 150 metros al sur de las balsas.



*AFLORAMIENTOS DE LHEM GRANÍTICOS A UNOS 120 METROS DE LA ZONA DE UBICACIÓN DE LAS BALSAS DE ACENORCA*

## **2.2.- Parámetros hidrodinámicos de los materiales geológicos afectados:**

### *2.2.1.- Introducción:*

Dentro de la zona de estudio únicamente se distinguen materiales graníticos pertenecientes al Batolito Granítico de Plasencia - Montehermoso y más en concreto en la facies “Granitos de dos micas de grano medio”.

Desde el punto litológico se distinguen los siguientes materiales

### ***Cuaternario Indiferenciado:***

En este grupo están representados todos los materiales cuaternarios a excepción de los aluviales, que se tratan en capítulo aparte.

El Cuaternario Indiferenciado, en general, son materiales originados por la meteorización de las rocas ígneas subyacente, y son todos ellos de edad Holocena.

El Cuaternario Indiferenciado está formado por un conjunto de arenas, limos y arcillas resultado de la alteración de la roca madre ígnea subyacente, todos estos materiales engloban numerosos restos de roca madre ígnea (bolos y bloques) con diferentes grados de meteorización química. La línea de contacto entre el Cuaternario Indiferenciado Edáfico y la roca ígnea fresca no es paralela con la superficie del suelo; presenta inflexiones que, bajo la acción de la erosión, forma los berrocales, por lo que el espesor del seno del lhem granítico es variable, de 0,5 a 3 metros, según zonas, en el entorno inmediato a las balsas.



*LHEM GRANÍTICO SOBRE GRANITO (ESPEJOR 50 cm.) JUNTO A LA Balsa 3*

***Granitos de dos micas de Montehermoso (Batolito Plasencia - Montehermoso):***

Se trata de una facies granítica perteneciente al Batolito de Plasencia – Montehermoso. Este batolito se dispone según las directrices hercínicas y las dimensiones del mismo desde el punto de vista regional es considerable, con una extensión de afloramiento de varios km<sup>2</sup>.

El granito ocupa la totalidad de la zona aunque, como ya se ha comentado, presenta una amplitud de afloramiento reducida en el área de estudio debido al recubrimiento cuaternario existente.

La facies granítica encontrada es una granito típica, en el sentido de tratarse de una roca de grano medio, y coloración gris.

Un análisis petrográfico del mismo nos revela lo siguiente:

Textura: Holocristalino, fanerítico, hipidiomórfico y porfídico.

Composición mineral:

Minerales esenciales: Cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa (Oligoclasa), moscovita y biotita.

Minerales accesorios: Hornblenda, circón, apatito y opacos.

Minerales secundarios: Sericita, clorita, prehnita, hematites y caolinita.

En resumen diremos que el granito encontrado en el área de investigación es un granito peraluminico con una facies porfídica dominante y composición homogénea.



*GRANITO DE DOS MICAS PORFÍDICO AFLORANDO JUNTO A LAS BALSAS*

Se observa que en general el granito presenta un grado de alteración medio, presentando dos tipos clásicos de alteración en esta roca como son la cloritización de las biotitas y la sericitización de las moscovitas y plagioclasas, estas alteraciones se producen por la hidrólisis que provoca las aguas supergénicas y se limitan a los metros más superficiales de la masa granítica.

La alteración del granito provoca la desintegración del mismo, los componentes inatacables se acumulan al pie mismo de la roca que sufre la descomposición, formando una arena (lhem granítico) enriquecida en estos componentes. Las aguas corrientes tardan mucho más en arrastrarlos, por su tamaño y peso, que las pequeñas partículas coloidales o iones disueltos procedentes de la destrucción de los feldespatos.

En resumen la alteración que se observa en las muestras analizadas en campo, es la común en cualquier tipo de granito, en nuestro caso la argilización y/o sericitización es el proceso de alteración más importante debido a la composición mineralógica de la roca donde los minerales leucocráticos dominan sobre los ferromagnesianos.

#### *2.2.2.- Hidrogeología de los materiales:*

De las litologías existentes bajo la parcela afectada se podrían dar dos tipos de acuíferos, uno libre asociado a los materiales arenosos cuaternarios y otro de tipo fisural asociado a las áreas de macrofracturación de las rocas graníticas.

#### *Acuíferos asociados a materiales cuaternarios:*

De los materiales observados, los materiales arenosos cuaternarios (lhem granítico) pueden generar acuíferos de tipo libre, debido a su alto porcentaje en fracción arena con respecto a la fracción arcilla o limo, que facilita la infiltración del agua de lluvia y que se deposita en el contacto con el granito “fresco” que actúa como pantalla impermeable.

Estos depósitos de alteración granítica albergan acuíferos que están íntimamente relacionados con la potencia de los materiales arenosos, hasta el punto de existir acuíferos donde el espesor es más grande, lo cual no es nuestro caso ya que el escaso espesor del lhem granítico (menos de 3 metros de potencia) y la superficialidad del mismo, hace que la componente del almacenamiento sea muy baja. Los límites de la profundidad del acuífero vienen claramente condicionados por el espesor de los niveles de arenas granodioríticas cuaternarias, según esto la potencia del acuífero en la zona puede estimarse de 2,5 a 3 metros.

El régimen del acuífero es de carácter libre, se trata de acuíferos de fácil recarga y escaso coeficiente de almacenamiento, que contribuye a la obtención de caudales variables (0,1 y 0,3 l/s en las dos captaciones existentes en el entorno de la balsa).

En general los acuíferos que podemos encontrar bajo la parcela afectada asociada a los materiales cuaternarios 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, granitos de Montehermoso, 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.

En estudios realizados sobre acuíferos libres asociados a “lhems graníticos” se le asignan al conjunto del “acuífero” una trasmisividad del orden de 0,5 a 2 m<sup>2</sup>/día, que para un espesor medio de 10 metros, significa una **permeabilidad** del orden de  $4,63 \times 10^{(-6)}$ m/s. La trasmisividad estimada para este tipo de materiales es del orden de 1 - 2 m<sup>2</sup>/día.

#### *Acuíferos asociados a las rocas graníticas:*

En este tipo de material se encuentran algunos acuíferos asociados a zonas donde la fracturación es elevada y que ha posibilitado la infiltración de agua por esa red de fracturación, al ser el granito un material con escasa o nula porosidad, el flujo subterráneo circula por las fracturas que funcionan como conductos hasta que llega a una zona donde la fractura es más amplia y se puede formar alguna cámara de almacenamiento.

Desde el punto de vista hidrogeológico este material es impermeable y no suele formar acuíferos. Estos se presentan tan sólo en áreas de macrofracturación, que son entornos en los que se genera porosidad por fracturación. Sería por lo tanto un acuífero de los denominados “fisurales”, y este es el tipo de acuífero que se podía dar en esta zona.

#### *2.2.3.- Parámetros hidrogeológicos:*

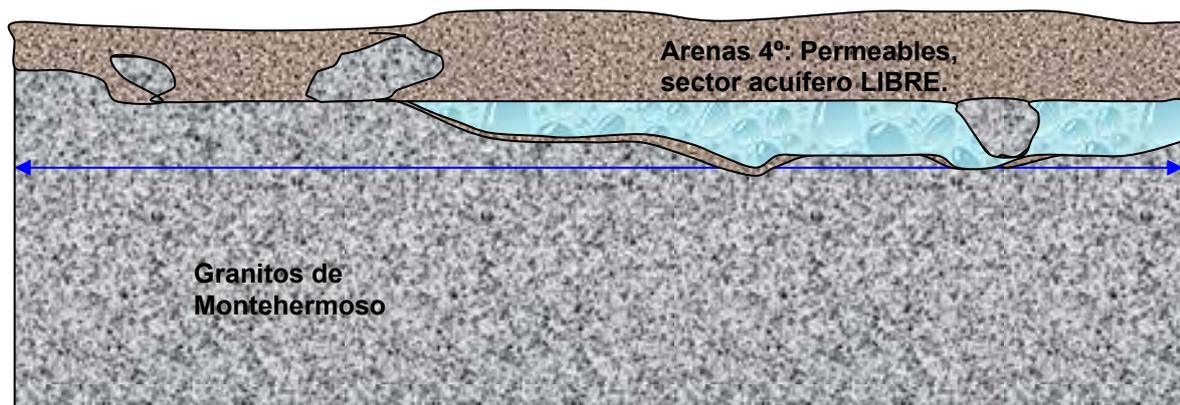
##### *2.2.3.1.- Parámetros hidrogeológicos superficiales (0 a 3 m.) (Lhem granítico):*

Los materiales que encontramos en la zona, desde el punto de vista hidrogeológico, tienen una permeabilidad media. Se trata de un conjunto de arenas finas, limos y arcillas de alteración granítica.

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. Se trata de acuíferos de fácil recarga y escaso coeficiente de almacenamiento, que unido a las diferencias de potencias contribuye a la obtención de caudales variables.

En general los acuíferos que podemos encontrar bajo la parcela afectada asociada a los materiales arenosos cuaternarios 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.

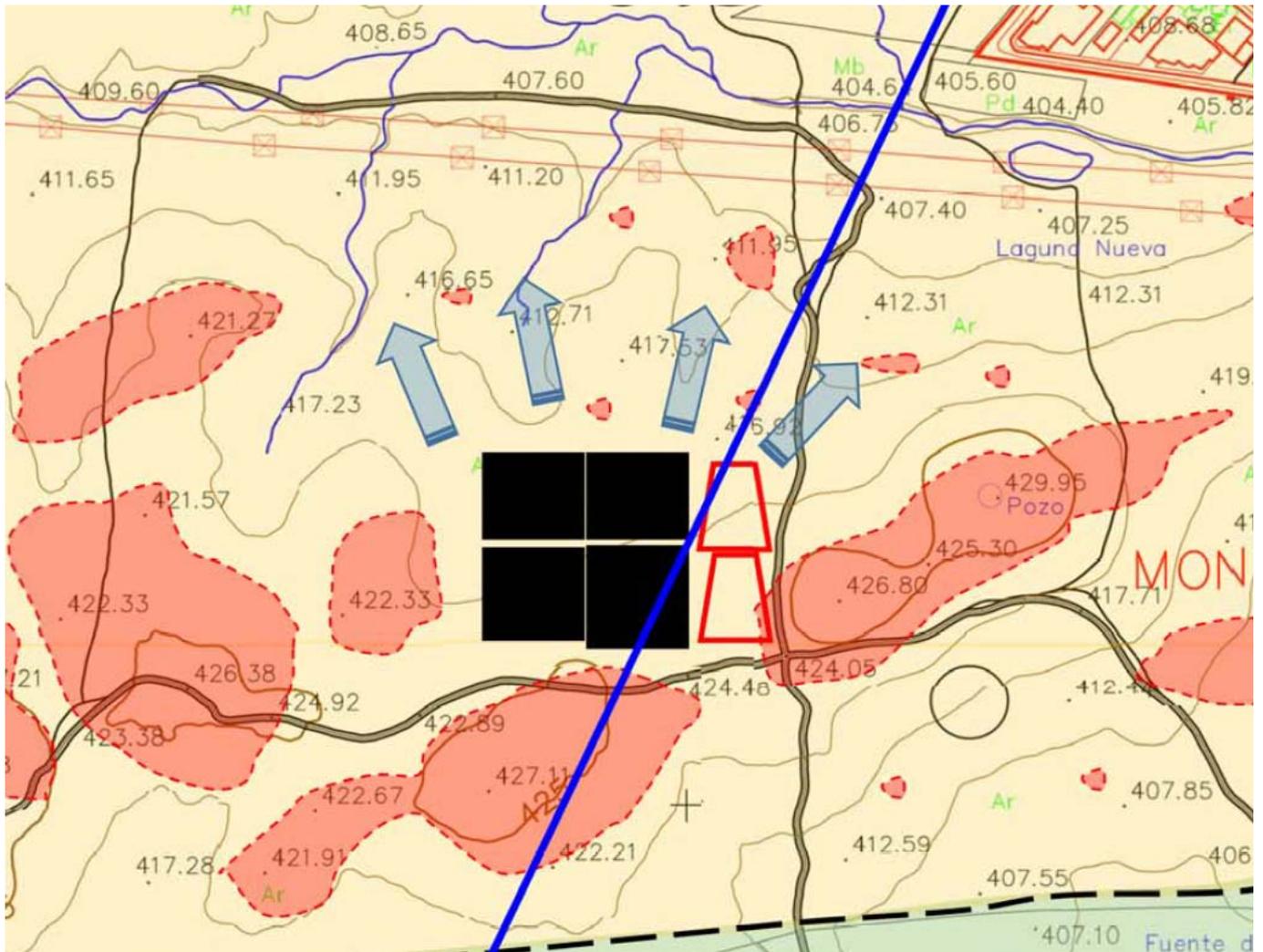
Está formado por un estrato permeable parcialmente saturado de agua, niveles de arenas finas, que yace sobre otro estrato impermeable o relativamente impermeable, granitos de Montehermoso, que forman una barrera impermeable que provoca el almacenamiento y flujo de las aguas subterráneas.



#### **POSIBLE ACUÍFERO LIBRE ASOCIADO A MATERIALES ARENOSOS GRANÍTICOS**

Para este tipo de acuíferos el **nivel freático** de la zona es variable, ya que al tratarse de acuíferos muy someros depende mucho de la estacionalidad, pudiendo variar de 2,5 a 3 metros de profundidad, en función de la época en la que nos encontremos, no se ha detectado por geofísica acuíferos libres en el entorno de las balsas

La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene en general una dirección isótropa, y depende de la morfología de los niveles de arenas que generalmente es alentejonada y subhorizontal, si bien en nuestro caso debido a los escasos espesores del lhem granítico, la dirección del flujo está claramente influenciada por la topografía de la zona, es por ello que se estima que las zonas de flujos de descarga de las aguas que circulan asociada a esta formación tiene el siguiente esquema en la zona de las balsas.



En estudios realizados sobre acuíferos libres asociados a “lithems graníticos” la transmisividad estimada para este tipo de materiales es del orden de 1 - 2 m<sup>2</sup>/día.

Los acuíferos libres existentes en la zona se asocian a los niveles de arenas cuaternarias, y la permeabilidad está determinada por la porosidad intergranular

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

$$\kappa = 2,41 \times 10^{-5}$$

Como se puede apreciar tiene una permeabilidad media, propia de materiales semipermeables.

La velocidad de flujo natural asociada a los materiales cuaternarios, estimada, es del orden de 1 - 2 m<sup>2</sup>/día

### 2.2.3.2.- Parámetros hidrogeológicos en profundidad (rocas graníticas):

Estos materiales 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 son confinados, fisurales y discontinuos, estos presentan un difícil recarga y muy buena capacidad de almacenamiento.

El **nivel piezométrico** de los granitos de Montehermoso esta zona es variable, no existen sondeos en un perímetro de 200 metros en torno a la zona donde se ubican las balsas.

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 60 y 80 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 fisurales 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:

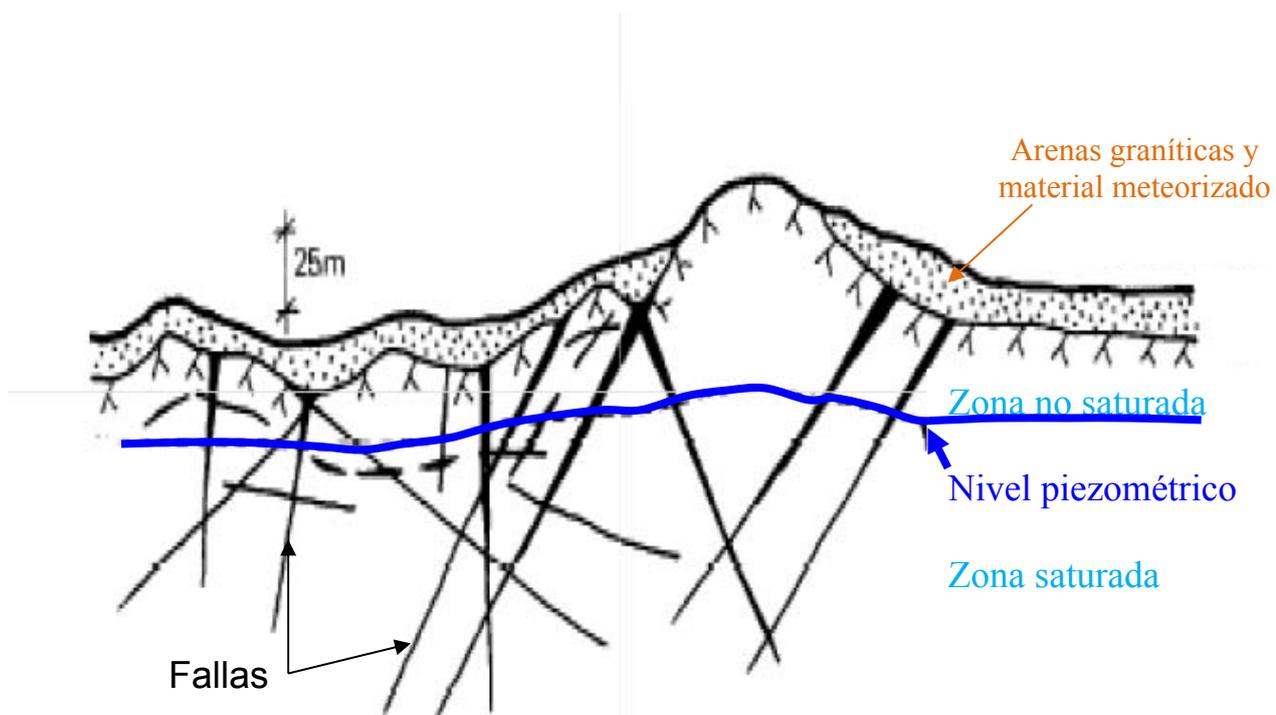
❶ N100°-130°E

❷ N40°-60°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 fisurales que se relaciona con los granitos, se trata de una red de fracturas (fallas y diaclasas) interconectadas entre sí, el bloque matriz es el macizo granítico 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 granodiorítica que compone los aproximadamente dos metros de recubrimiento que tiene la masa granítica en la zona.

El agua se infiltra a través de la cobertera cuaternaria permeable y llega a la masa granodiorítica impermeable, en las áreas donde se encuentren fracturas (principalmente fallas), que no es el caso de la zona donde se ubican y ubicarán las balsas, 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).

En los granitos de Montehermoso 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.

En estudios realizados sobre acuíferos fisurales asociados a “zonas de fracturas en rocas cristalinas por el método de Cooper – Jacob”, la trasmisividad estimada para este tipo de materiales es del orden de 0,1 – 0,5 m<sup>2</sup>/día.

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

$$2 \text{ a } 80 \text{ metros: } \kappa \text{ (cm}^2\text{)} = 2,74 \times 10^{-9}$$

$$80 \text{ a } 120 \text{ metros: } K = 5,84 \times 10^{-12}$$

$$\text{En zonas de fracturación: } \kappa \text{ (cm}^2\text{)} = 3,22 \times 10^{-3}$$

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

Teniendo en cuenta esto último y aplicándolo a nuestro caso en concreto, en el que tenemos un granito con una red de fracturación no muy elevada y con escaso material cuaternario de recubrimiento (> 3,0 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.

### **3.- ANÁLISIS DE POSIBLES AFECCIONES DE LAS BALSAS SOBRE EL ENTORNO:**

#### **3.1.- Estudio de la afección de las balsas sobre las aguas superficiales:**

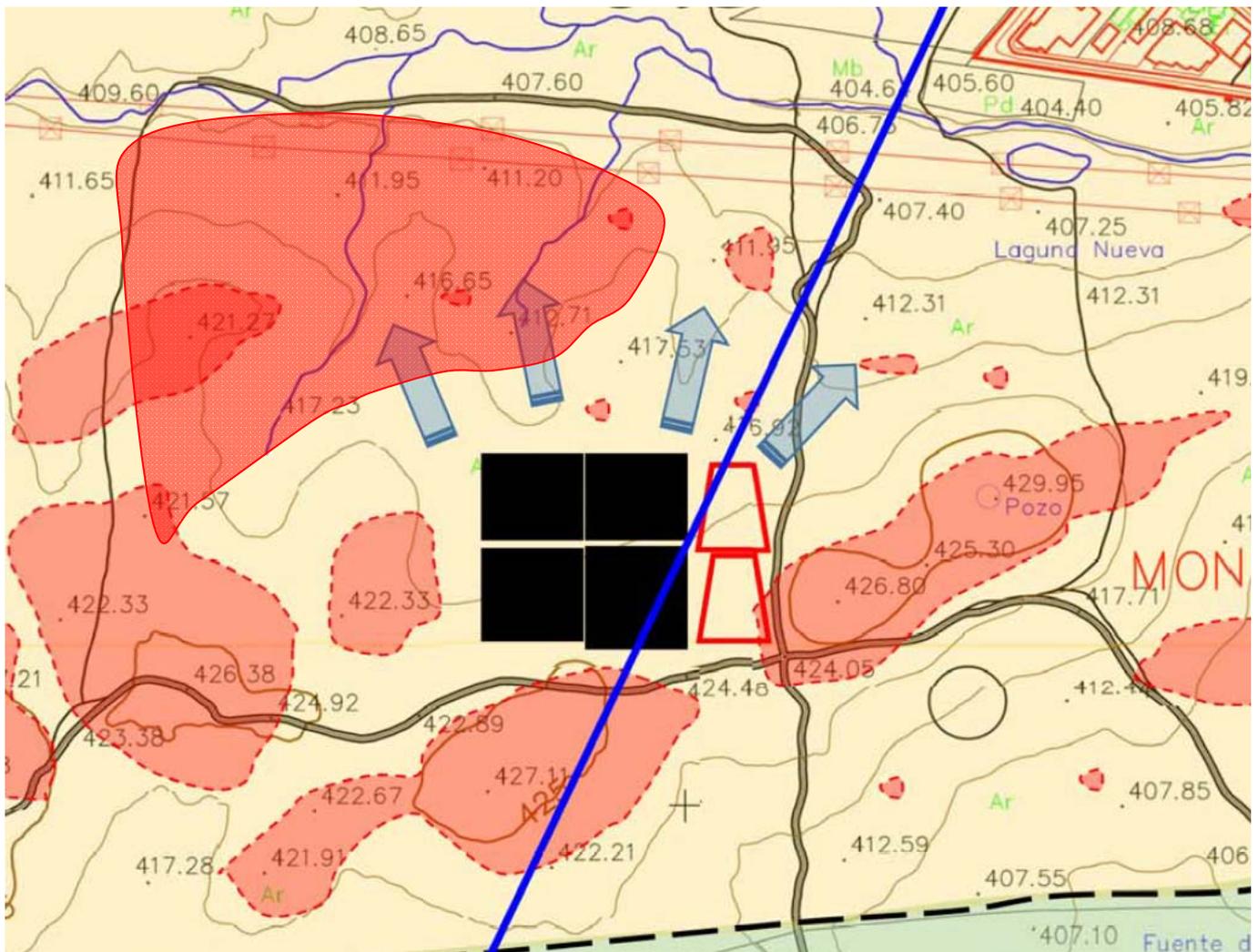
El presente Estudio Hidrogeológico se ha realizado con el objetivo de determinar la afección que pudiera tener las balsas sobre el entorno hidrológico e hidrogeológico de la parcela 2 del polígono 10 de Montehermoso (Badajoz).

El estudio de las relaciones entre la actividad que aquí nos ocupa y la corriente superficial se ha basado en un estudio hidrológico de campo y de diferentes factores que pudieran influir de un modo decisivo en la afectividad entre él y la dinámica de cualquier cauce fluvial más cercano.

Partimos de la base que la actividad para la que se redacta el presente estudio hidrogeológico no puede afectar a las aguas de corriente, a no ser que se viertan las aguas depuradas al cauce fluvial.

La hidrología de la zona estudiada está marcada por el escaso desarrollo de la red fluvial, no se observan cauces fluviales en el entorno del área donde se ubica la balsa. El cauce fluvial más cercano que se observa en la zona es el arroyo del Prado Curita, que aparece al norte de las balsas, y se ubica a una distancia de 325 metros de las mismas, esta distancia anula cualquier posibilidad de afección de las balsas a las aguas superficiales del entorno.

En cualquier caso se analiza este apartado de una manera más detallada debido a la existencia de escorrentías que alimentan el arroyo del Prado Curita y que merecen la pena analizar.



Como se puede comprobar en el anterior mapa existen dos escorrentías que son afluentes del Arroyo Prado Curita que se encuentran en la zona de posible flujo de hidrogeológico, y si podría afectar a la dinámica fluvial si se produjesen filtraciones que llegasen a estas dos colas, por lo que es preciso un control de estas posibles filtraciones mediante piezómetros en el perímetro noroeste de las balsas.

### 3.2.- Estudio de la afección de las balsas sobre los posibles acuíferos:

Bajo las balsas se localizan básicamente dos tipos de materiales: granitos y arenas cuaternarias procedentes de la alteración granítica.

En lo que se refiere a los granitos, la vulnerabilidad de estos materiales, bajo las balsas, es baja ya que se tratan de materiales impermeables por los que tan sólo discurre agua a lo largo de fracturas, si bien estos acuíferos son muy locales y de escaso caudal, con una accesibilidad hidráulica muy baja, por lo que la vulnerabilidad es baja. Tras los estudios geofísicos, no se detectan fracturas que puedan albergar acuíferos fisurales bajo la balsa.

En lo que respecta a las formaciones cuaternarias en los 0,5 a 3,0 metros de espesor que tenemos bajo la balsa, es un terreno vulnerable a la contaminación ya que se trata de un terreno detrítico, si bien la impermeabilización diseñada para la balsa debe proteger la vulnerabilidad hidrogeológica y edafológica de este tramo, en cualquier caso se aconseja una red de piezómetros para la detección de posibles filtraciones.

Para profundizar más el estudio de la posible afección sobre estos materiales vamos a tratar de calcular el posible perímetro de afección en el caso de que se produjesen filtraciones, para estimar medidas de control de la contaminación en el caso de que estas se produjesen.

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. Se trata de acuíferos de fácil recarga y escaso coeficiente de almacenamiento, que unido a las diferencias de potencias contribuye a la obtención de caudales variables. En general los acuíferos que podemos encontrar en la zona asociados a los materiales arenosos cuaternarios 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, granitos de Montehermoso, que forman una barrera impermeable que provoca el almacenamiento y flujo de las aguas subterráneas.

La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene en general una dirección isótropa, y depende de la morfología de los niveles de arenas que generalmente es alentejonada y subhorizontal, si bien en nuestro caso debido a los escasos espesores del lhem granítico, la dirección del flujo está claramente influenciada por la topografía de la zona, es por ello que se estima que las zonas de flujos de descarga de las aguas que circulan asociada a esta formación tiene una dirección norte y la velocidad de flujo natural asociada a los materiales cuaternarios, estimada, es del orden de 1 - 2 m<sup>2</sup>/día

En el presente apartado vamos a tratar de estimar el perímetro de afección que podría tener las balsas de ACENORCA, en el caso de que se produjesen filtraciones.

Para ello, vamos a considerar una infiltración de efluentes crítica, en este caso se establece como extremo la infiltración del volumen de efluentes total de la balsa más grande, en este caso, la balsa 4, con un total de 40.757 m<sup>3</sup>, infiltrados al terreno.

En función de esta tasa crítica de vertido vamos a tratar de calcular el radio del Perímetro de Influencia ideal de la infiltración, partiendo de los datos del acuífero libre existente y del tiempo de reacción para el control de esa posible contaminación accidental.

La ecuación a emplear es una ecuación volumétrica que calcula el radio del perímetro de afección, en función del volumen de agua evacuada, del tiempo de tránsito del efluente hasta llegar a controlarlo, de la porosidad eficaz de la formación cuaternaria y del espesor de agua saturada del acuífero libre.

Para acuíferos de tipo detrítico en el que no existen direcciones privilegiadas de flujo, la ecuación volumétrica que podemos aplicar es la siguiente:

$$Q_t = m_e H \pi R^2$$

$H \pi R^2 =$  Volumen total del cilindro.

$M_e H \pi R^2 =$  Volumen del agua contenido

Por lo tanto:

$$R = \sqrt{\frac{Q(m^3) t (\text{año})}{M_e H(m) \pi}}$$

Siendo:

$Q =$  Caudal evacuado.

$t =$  Tiempo de tránsito hasta el control de la afección (detectada por piezómetros).

$M_e =$  porosidad eficaz del acuífero.

$H =$  espesor saturado del acuífero.

$R =$  Radio del perímetro de afección.

La porosidad eficaz de un acuífero detrítico similar al que tenemos es de: 0,2

El caudal de agua que se puede llegar a evacuar, se valora una masa crítica de agua la rotura total de la balsa más grande de las existentes, un total de 40.757 m<sup>3</sup>.

$Q: 40.757 \text{ m}^3$

Tiempo de tránsito hasta el control de la afección (detectada por piezómetros), a pesar de que antes que se infiltre la totalidad de los efluentes de la balsa 4 se detectaría rápidamente por los piezómetros y se pondría solución, para sobredimensionar el efecto negativo, se establece un periodo de control de la infiltración y de la contaminación de tres meses.

$t: 0,25 \text{ años}$

Espesor saturado: vamos a dar la profundidad máxima de los espesores llems de la zona estimada en 10 metros.

H: 10 metros

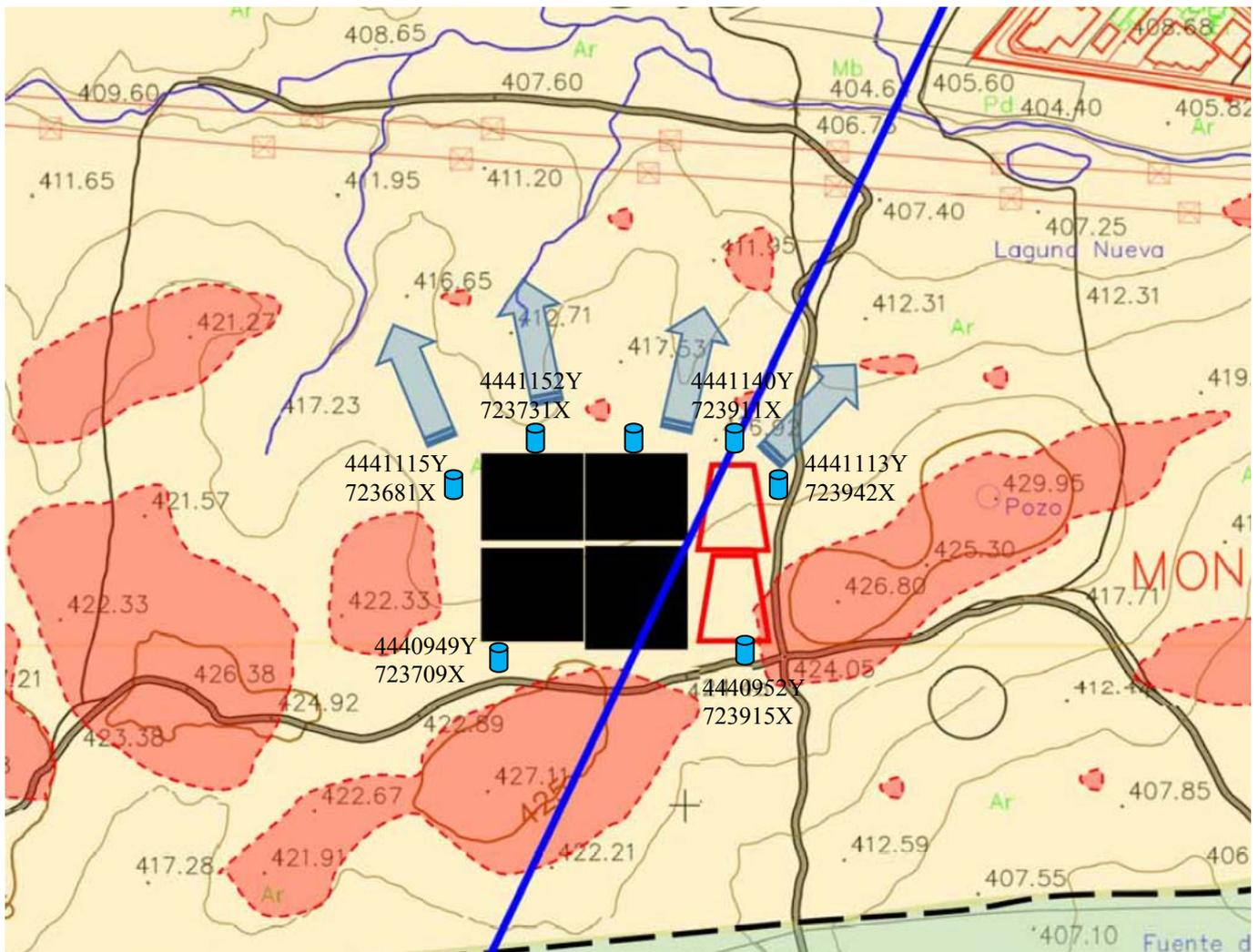
$$R = \sqrt{\frac{40.757,00 \times 0,25}{0,2 \times 10 \times 3,1416}} = \sqrt{\frac{10.189,25}{6,2832}} = 40,26 \text{ metros}$$

*Este dato aquí aportado es meramente orientativo y teórico, y no debe ser tenido en cuenta al pie de la letra; ya que el presente cálculo matemático se ha hecho en base a modelos aplicables a acuíferos homogéneos e isótropos, con velocidades de flujos y porosidades estándar. No obstante sí que nos aporta una idea de la influencia de las distancias en nuestro caso.*

En cualquier caso se puede estimar esos 40 metros la distancia recorrida por un contaminante desde el punto de infiltración, transcurridos tres meses, este dato es medio, ya que en verano la distancia por ausencia o baja tasa de flujo hidrogeológico será muy inferior, en los meses de lluvia esta distancia podría ser superior, es por este último caso que la presencia de piezómetros, sobre todo orientados en las zonas favorables de flujo hidrogeológico, son básicos para una rápida detección del problema y así poder disminuir la respuesta en la contención de la contaminación y disminuir así el radio de afección, en el caso de producirse roturas o deterioros en la impermeabilización.

### 3.3.- Ubicación de puntos de control:

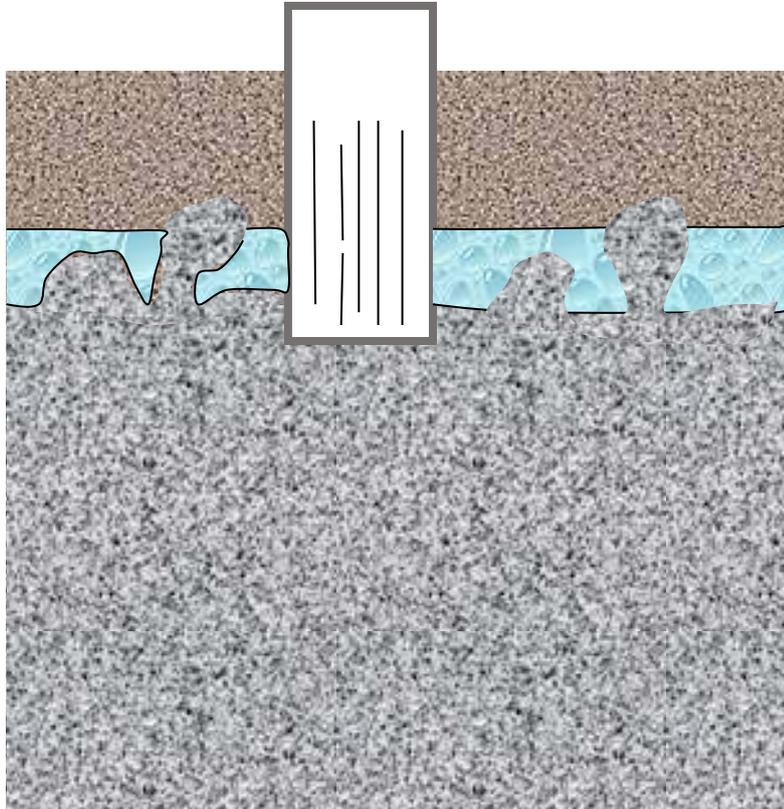
Tal y como se ha mencionado anteriormente es fundamental la colocación de piezómetros de control para una detección inmediata de cualquier filtración de efluentes en la zona, y poder así tener una rápida respuesta en la contención de la contaminación, en base a ello y a las características de las zonas de flujo favorable se diseña la siguiente red de piezómetros.



Tal y como se ha mencionado anteriormente es fundamental la colocación de piezómetros de control para una detección inmediata de cualquier filtración de efluentes en la zona, y poder así tener una rápida respuesta en la contención de la contaminación, en base a ello y a las características de las zonas de flujo favorable se diseña la siguiente red de piezómetros.

Los piezómetros tienen que tener la profundidad suficiente hasta llegar a la roca granítica (al menos tres metros). Para el entubado del piezómetro, se colocará a todo lo largo del agujero realizado por máquina de sondeo, una tubería de presión con un diámetro de 180 mm., todo el material empleado debe ser de buena calidad, la tubería de revestimiento de los piezómetros será de PVC, con una presión de 6 atms, siendo perfectamente cilíndrica con el fin de facilitar la maniobra de entrada y salida de los aparatos para realizar analíticas de control, procediéndose a su rasurado o colocación de puentecillos coincidiendo con la totalidad del tramo de cuaternario atravesado; entre el tubo de P. V. C. y la pared del sondeo, se procederá al relleno de este con grava de río.

El eje de los sondeos es vertical en toda su profundidad, colocando la tubería de PVC lo más coincidente posible al eje de perforación, no llegando al fondo de la perforación, ya que debido a posibles derrumbes, podría existir el riesgo de que no bajara hasta quedar perfectamente enfrentados ranurado y zona de acuífero detrítico.



El control de analíticas debe ser trimestral, para que el tiempo de respuesta en caso de encontrar contaminantes sea rápida.

#### 4.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS:

El presente anexo al estudio hidrogeológico de las balsas de ACENORCA tiene por objeto complementar la información aportada en el mismo, incluyendo datos más pormenorizados sobre la geología e hidrogeología de los distintos materiales que aparecen en la zona. Este anexo de posible afectividad se ha basado en un estudio más detallado de hidrogeología y geología de la zona afectada, del cual se ha deducido que por las características geofísicas, geológicas, hidrogeológicas e hidrológicas observadas en la zona afectada, no existiría afección a la hidrología, hidrogeología y edafología de la zona, basado en dos razones fundamentales:

a. La vulnerabilidad del granito existente bajo las balsas es baja ya que se tratan de materiales impermeables por los que tan sólo discurre agua a lo largo de fracturas, si bien estos acuíferos son muy locales y de escaso caudal, con una accesibilidad hidráulica muy baja, por lo que la vulnerabilidad es baja. Tras los estudios geofísicos, no se detectan fracturas que puedan albergar acuíferos fisurales bajo la balsa.

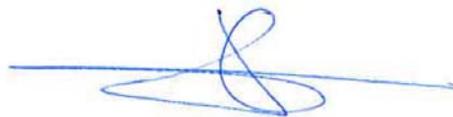
b. En lo que respecta a las formaciones cuaternarias en los 0,5 a 3,0 metros de espesor que tenemos bajo la balsa, es un terreno vulnerable a la contaminación ya que se trata de un terreno detrítico, si bien la impermeabilización diseñada para la balsa debe proteger la vulnerabilidad hidrogeológica y edafológica de este tramo,

En cualquier caso se ha estimado para casos de roturas o defectos en la impermeabilización un radio de afección de unos 40 metros, que sería la distancia recorrida por un contaminante desde el punto de infiltración, transcurridos tres meses. Este es dato es una media, ya que en verano la distancia por ausencia o baja tasa de flujo hidrogeológico será inferior, en los meses de lluvia esta distancia podría ser superior, es por este último caso que la presencia de piezómetros, sobre todo orientados en las zonas favorables de flujo hidrogeológico, son básicos para una rápida detección del problema y así poder disminuir la respuesta en la contención de la contaminación y disminuir así el radio de afección, en el caso de producirse roturas o deterioros en la impermeabilización.

Es por ello que se sugiere la instalación de la red de piezómetros diseñada, así como un control de posibles filtraciones mediante analíticas trimestrales, que ayuden a detectar posibles problemas para una rápida solución de los mismos.

**Firma el presente estudio hidrogeológico**

En Santa Marta a 11 de Mayo de 2018



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

# ANEXO I

## MAPA DE PUNTOS DE AGUA

No se localizan manantiales de agua a menos de 500 metros, tampoco se ha detectado captaciones a menos de 200 metros, en lo que respecta a cauces fluviales, charcas y lagunas son las que están reflejadas en el mapa adjunto.

## **ANEXO II**

# **CARTOGRAFÍA Y CORTES HIDROGEOLÓGICOS DE LA ZONA DE LAS BALSAS DE ACENORCA**

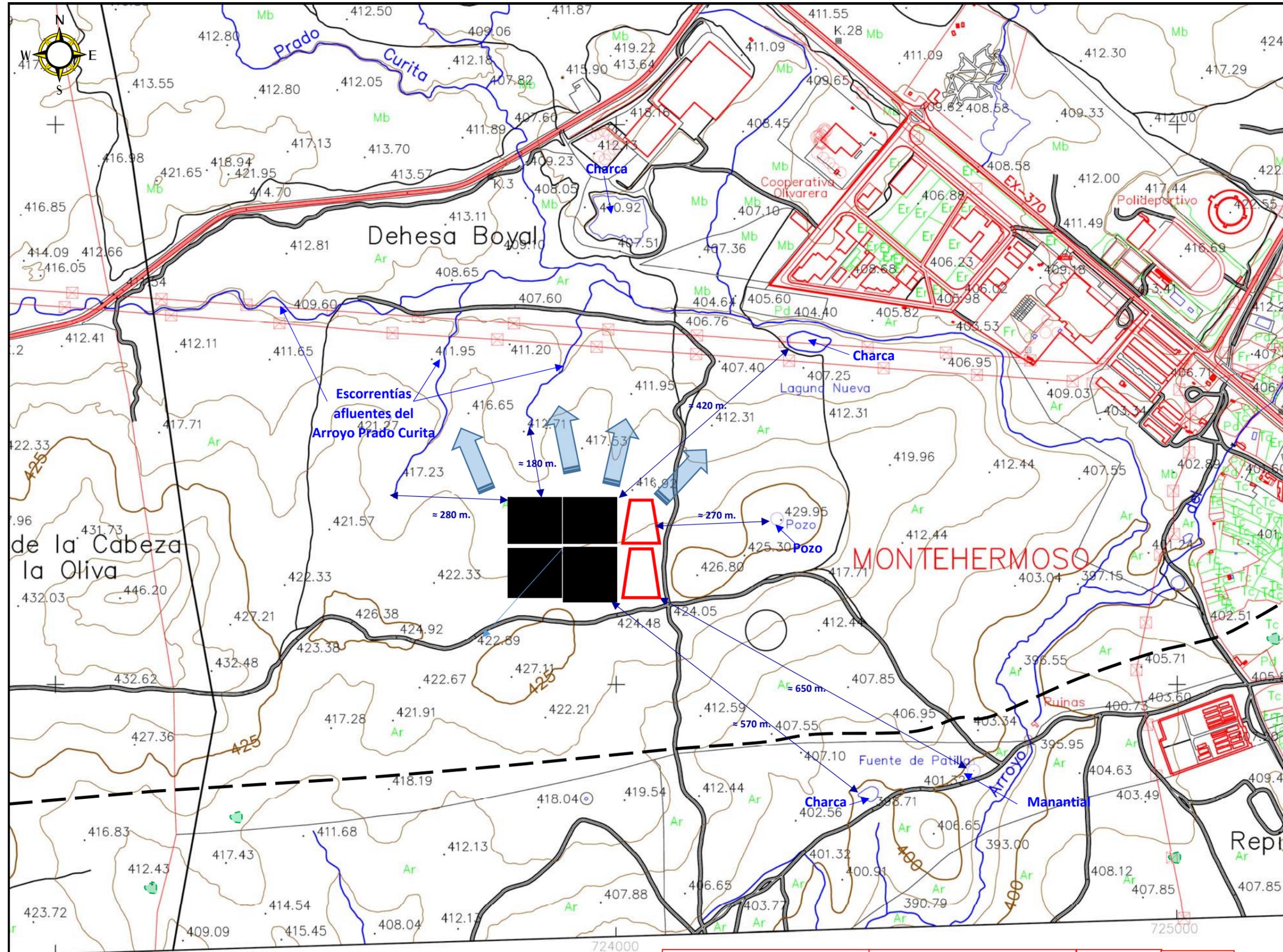
# **ANEXO III**

# **PERFILES GEOLÓGICOS EN EL ENTORNO DE LA ZONA DE LAS BALSAS DE ACENORCA**

# ANEXO IV

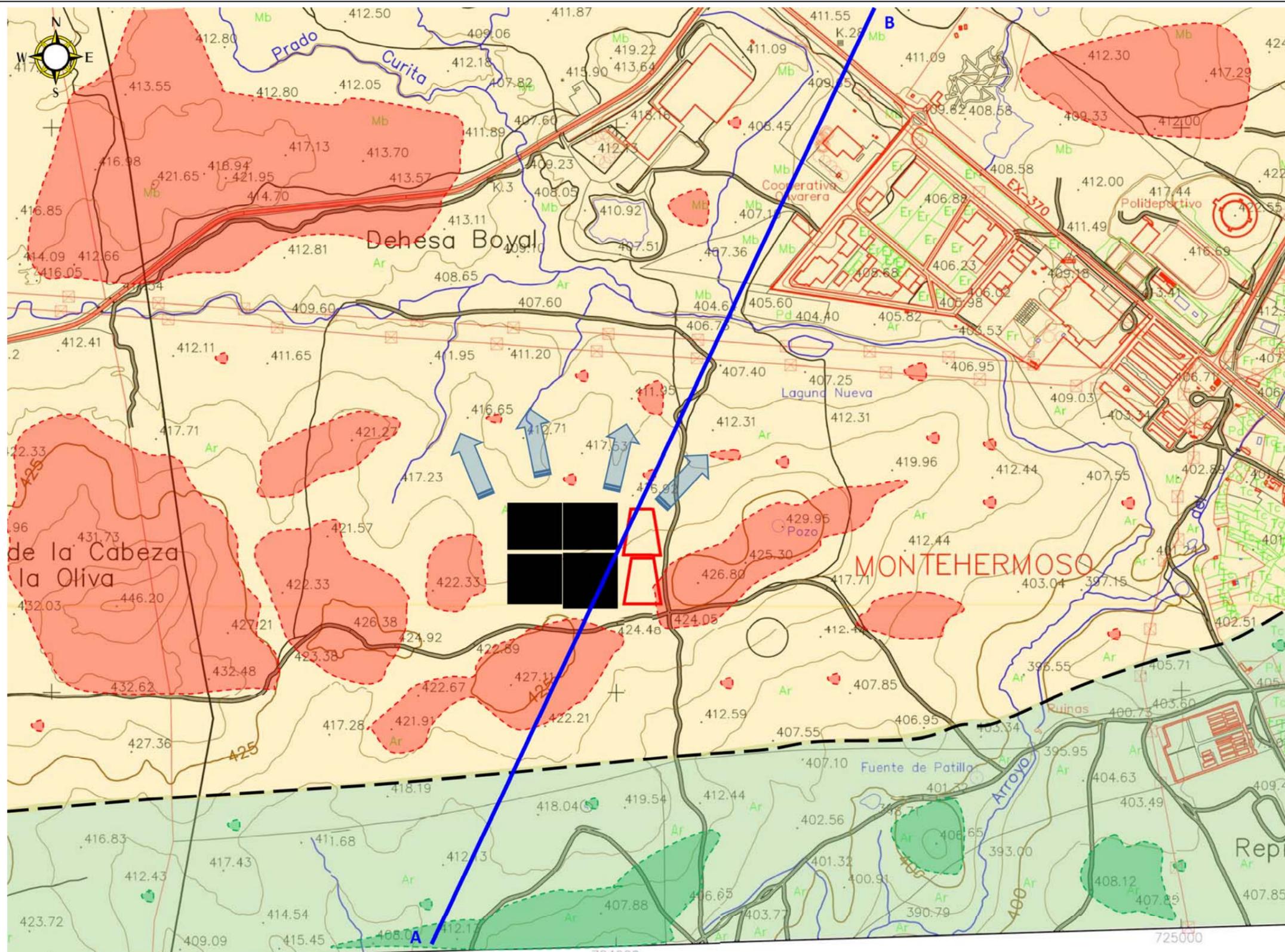
# DECLARACIÓN RESPONSABLE SOBRE HABILITACION PROFESIONAL COMO TÉCNICO COMPETENTE

MAPA DE PUNTOS DE AGUA DEL ENTORNO DE LAS BALSAS DE EFLUENTES DE ALMAZARA DE ACENORCA EN MONTEHERMOSO (CÁCERES), CON LOCALIZACIÓN DE LAS BALSAS CONSTRUIDAS Y PROYECTADAS E INDICACIÓN DE LAS LÍNEAS DE FLUJO HIDROGEOLÓGICO



NOMBRE PROPIETARIO:	Autor:	FECHA:	ESCALA:
ACENORCA	Francisco J. Fernández Amo	09-05-2018	1 : 8.000

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA DEL ENTORNO DE LAS BALSAS DE EFLUENTES DE ALMAZARA DE ACENORCA EN MONTEHERMOSO (CÁCERES), CON LOCALIZACIÓN DE LAS BALSAS CONSTRUIDAS Y PROYECTADAS E INDICACIÓN DE LAS LÍNEAS DE FLUJO HIDROGEOLÓGICO**  
**ESCALA 1:6.000**



**GEOLOGÍA**

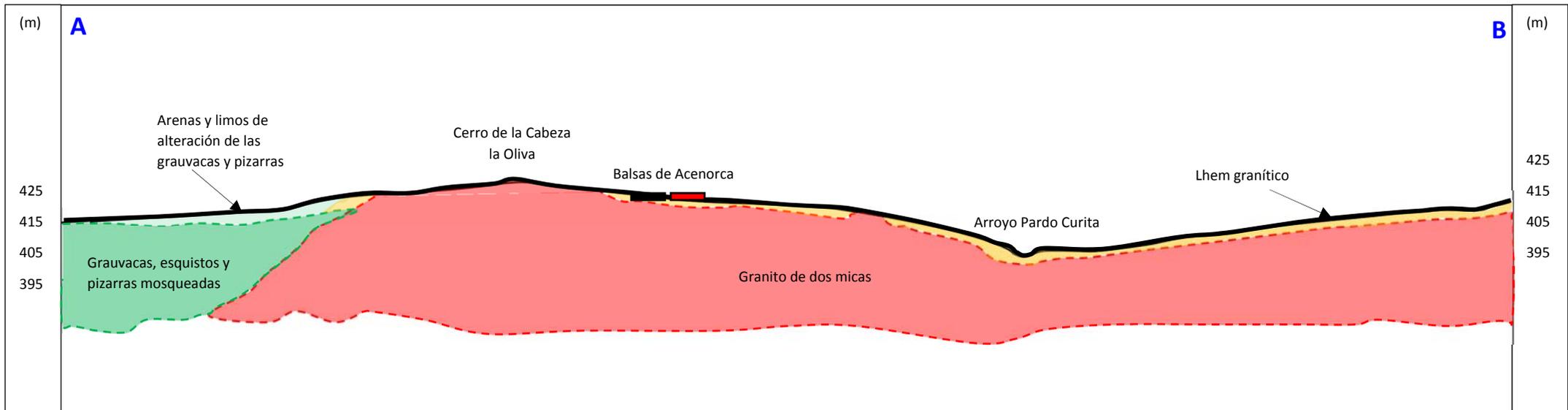
- Arenas y limos de alteración de las grauvacas y pizarras mosqueadas
- Arenas de alteración granítica
- Afloramientos de grauvacas, esquistos y pizarras mosqueadas del Precám. Superior
- Afloramientos de granito de dos micas
- Contacto supuesto entre el precámbrico superior y el granito
- Contactos de afloramientos

**SIGNOS CONVENCIONALES**

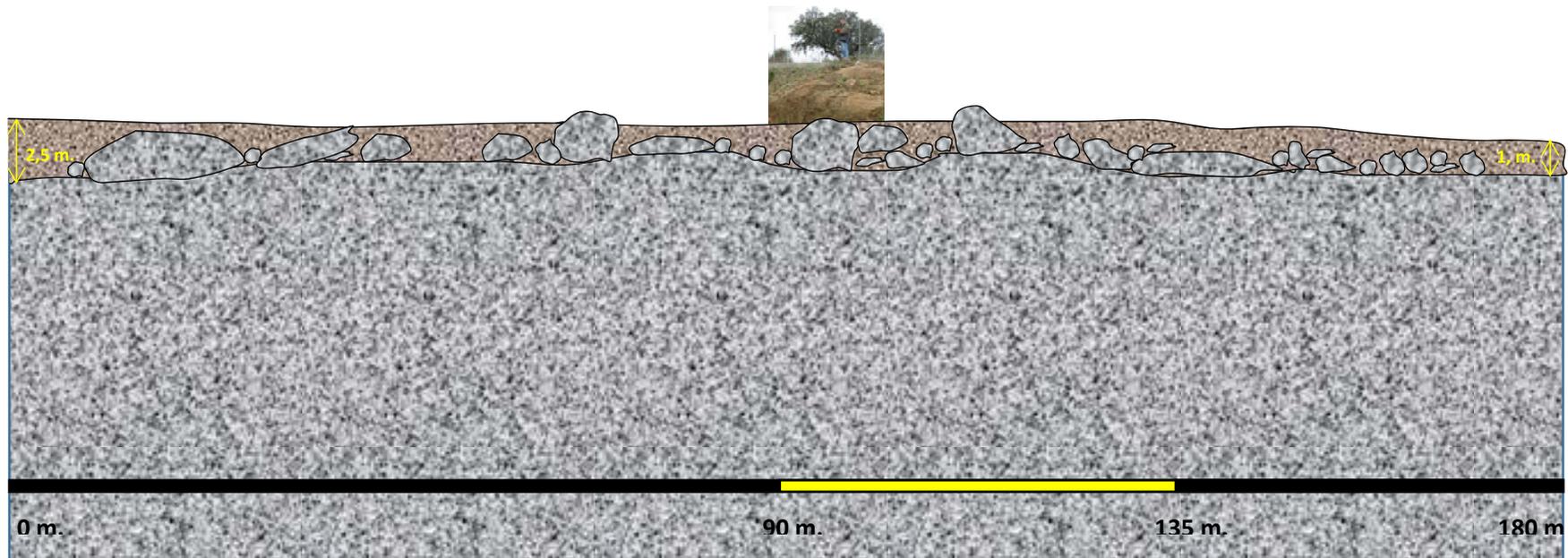
- Caminos
- Curvas y cotas topográficas
- Flechas de flujo hidrogeológico
- Arroyos
- Laguna
- Pozo
- Carretera
- Viviendas y casco urbano
- Balsas construidas
- Balsa proyectada

<b>NOMBRE PROPIETARIO:</b> ACENORCA	<b>FECHA:</b> 09-05-2018	<b>ESCALA:</b> 1:6.000	<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE AFECIÓN DE BALSAS DE EFLUENTES DE ALMAZARA DE ACENORCA, MONTEHERMOSO (CÁCERES)	<b>AUTOR:</b>  FRANCISCO J. HERNÁNDEZ AMO
--	-----------------------------	---------------------------	---	---

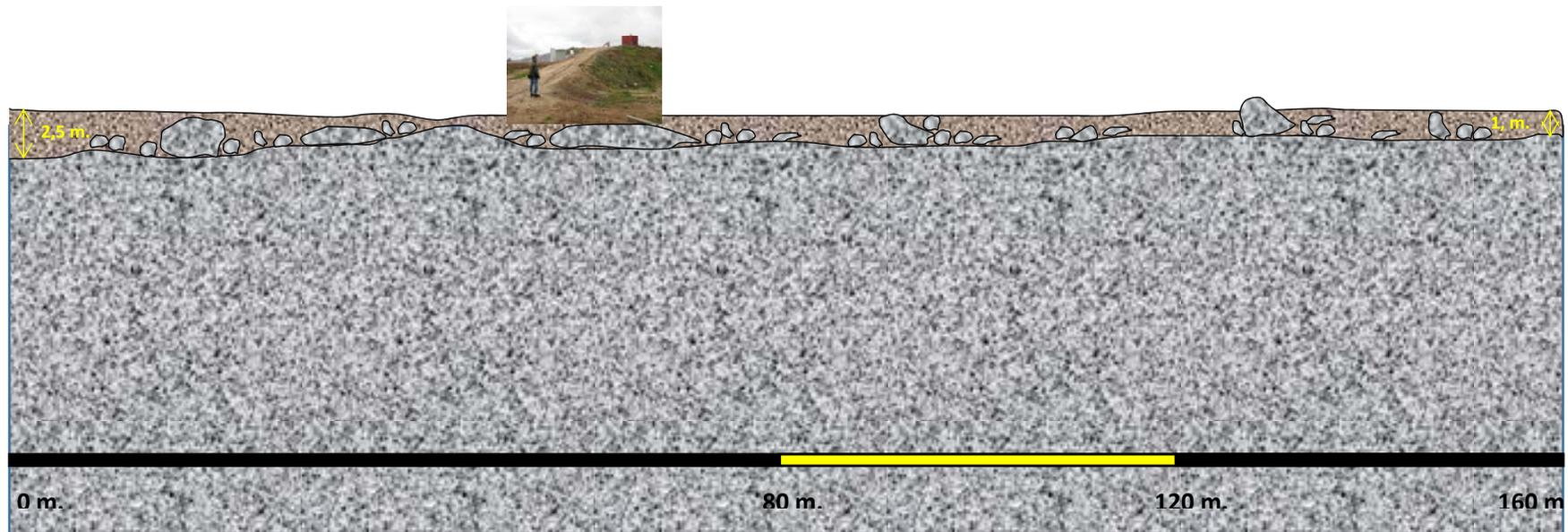
# CORTE GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO DEL ENTORNO DE LAS BALSAS DE EFLUENTES DE ALMAZARA DE ACENORCA EN MONTEHERMOSO (CÁCERES)



# PERFIL 1 VLF. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA



# PERFIL 2 VLF. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA



# PERFIL 3 VLF. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA

