

1.- INTRODUCCIÓN:

1.1.- Generalidades:

El presente Estudio Hidrogeológico se presenta a petición de D. José Manuel Ruiz Nevado con D.N.I.: 7.046.337 – B, mayor de edad y con domicilio en Valencia de Alcántara (Cáceres), C/ Don Pedro Rodríguez, 2 1ºD, en nombre y representación de EXTREMADURA DELICATESSEN, S.L. con CIF: B-10306223 y domicilio en C/ Don Pedro Rodríguez, 2 -1ºD, en calidad de administrador solidario de la Sociedad El presente estudio se presenta para declarar como agua minero natural, el agua procedente de un pozo en la parcela 59 del polígono 55 del Término Municipal de Valencia de Alcántara, parcela que pertenece al paraje de Puerto Pino (Cáceres, Extremadura).

1.2.- Marco Legal:

Las aguas minero naturales están consideradas como recurso minero y están amparadas por la Ley de Minas A los efectos de lo dispuesto en el reglamento General para el Régimen de la Minería se clasifican como aguas minero-naturales aquellas que han sido alumbradas natural o artificialmente y que por sus características y cualidades sean declaradas de utilidad pública. Los artículos que atañen a estas aguas son principalmente el Art. 23 de la Ley de Minas, el Art. 38 del Reglamento General para el Régimen de la Minería, el Art. 108 del Apéndice 8 y el Apéndice 10 de la Ley de Minas.

Las autorizaciones de aprovechamientos de la sección B, que es la sección en la que se encuentra incluida el recurso natural objeto de la presente memoria, vienen establecidas en los artículos 39, 40, 41, 42, 43 y 44 de la Ley de Minas.

El artículo 39 en el punto 1 relata que *“La declaración de la condición mineral de unas aguas determinadas será requisito previo para la autorización de su aprovechamiento como tales, pudiendo acordarse de oficio o a solicitud de cualquier persona que reúna las condiciones establecidas en el Título VIII”,* como es nuestro caso.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

La solicitud del agua como minero-natural a instancia de un titular que reúne las condiciones establecidas en el Título VIII debe de acompañarse con la siguiente documentación:

a.- Estudio Hidrogeológico:

- Plano de situación a escala 1 : 50.000
- Plano con la situación exacta de la captación, con inclusión de su altitud a escala 1 : 1.000.
- Cartografía geológica a escala 1 : 10.000 alrededor del punto de captación. El Mapa Geológico será acompañado de cortes geológicos que ayudarán a entender la estructura y geometría de los acuíferos.
- Inventario de puntos de agua de la zona, que incluirá medidas de los caudales de cada uno de ellos.
- Ensayo de bombeo para determinar los parámetros hidrogeológicos del acuífero y de la captación.
- Estudio geológico que determinará el origen y la naturaleza del terreno y del agua.
- Descripción de las obras e instalaciones de la captación/es.
- Medidas de protección del manantial y zona circundante contra la contaminación.

b.- Muestreo, análisis y estudio físico – químico – bacteriológico completo:

1.3.- Metodología:

La metodología y procedimientos de los trabajos aquí expuestos siguen la siguiente pauta:

a.- Estudio Hidrogeológico completo, firmado por técnico competente que incluye:

- Plano de situación a escala 1 : 50.000
- Plano de situación exacta de la captación, con inclusión de la altitud a escala 1 : 1.000

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

- Cartografía geológica a escala 1 : 10.000 alrededor del punto de captación. El mapa geológico está acompañado por cortes geológicos que ayudan a comprender la estructura y geometría de los acuíferos.
- Inventario de puntos de agua de la zona, que incluirá medida de los caudales de cada uno de ellos.
- Aforo y/o ensayo de bombeo para determinar los parámetros hidráulicos del acuífero y de la captación.
- Estudio geológico que determinará el origen y la naturaleza del terreno y del agua.
- Descripción de las obras e instalaciones de la captación/es
- Medidas de protección del manantial y zona circundante contra la contaminación.

b.- Muestreo, análisis y estudio físico – químico – bacteriológico:

2.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA:

La parcela afectada por la ejecución de los sondeos, se enclava a unos 92 km. aproximadamente al oeste de Cáceres capital, en el Término Municipal de Valencia de Alcántara, más en concreto se sitúan en la Parcela 59 del Polígono 55 (Ver mapas y planos anexos), el paraje al que pertenece la parcela es el conocido como Puerto Pino.

Las coordenadas de ubicación del pozo efectuado son las siguientes:

4356077 Y

648490 X

3.- CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO:

3.1.- Situación geológica de las obras:

3.1.1.- Geología Regional:

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, el acuífero que se ha investigado se enclava en la zona Centro-Ibérica, perteneciente al Macizo Hespérico (LOTZE et al); se sitúa en el límite con la zona de Ossa – Morena, de hecho el área granítica de Valencia de Alcántara considerada como la terminación noroccidental del Batolito de los Pedroches que es según la mayoría de los autores el límite geológico entre las zonas anteriormente reseñadas.

Desde el punto de vista estructural, pueden diferenciarse dos dominios, uno anticlinorial y otro sinclinorial. Estas estructuras siguen las directrices hercínicas, con orientación W-E para la sinforma.

Dentro de este dominio, se pueden aislar una serie de afloramientos caracterizados por una estratigrafía específica de los materiales paleozoicos, a los cuales se les da el rango de Unidad. Las Unidades diferenciadas dentro del dominio, son las siguientes:

* Unidad de Villar del Rey.

* Unidad de San Mamede-La Codosera.

3.1.2.- Estratigrafía:

a.- Introducción:

Observando la geología local se distinguen dos unidades geológicas y para una mejor comprensión de la geología local se van a relacionar ambas unidades por separado.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

b.- Unidad de Villar del Rey:

Se localiza al sur del área de investigación, son materiales pertenecientes al Precámbrico Superior y Cámbrico Inferior, esta Unidad pertenece a la Zona de Ossa-Morena:

b.1.- Precámbrico Superior:

Son materiales que afloran al sur de la zona de investigación, es básicamente una sucesión de esquistos, pizarras, grauwackas y esquistos biotíticos, que intercalan pasadas de conglomerados y de cuarcitas negras.

Los esquistos son rocas de color grisáceo, de grano fino y textura esquistosa, formados principalmente por cuarzo, plagioclasa, moscovita y biotita como minerales principales, los esquistos biotíticos tienen un porcentaje menor en sílice, su textura es más foliada en comparación con la facies anteriormente definida. Intercalados en la presente formación aparecen unos niveles grauwaquickos de color gris y textura esquistosa blastopsamítica, formada por cuarzo, mica, plagioclasa y sericita.

Así mismo se observan también niveles de conglomerados y cuarcitas negras interestratificadas y de potencias rara vez métricas.

c.- Unidad de San Mamede – La Codosera:

Según la exploración de campo efectuada el acuífero que se está investigando es el que constituye la Formación Cuarcítica Armoricana que se sitúa en el flanco Norte del Sinclinal de San Mamede – La Codosera. Esta Unidad pertenece a la Zona Centro-Ibérica

c.1.- Arenig:

Es la base de la sierra de Puerto Pino y autentica roca almacén del acuífero que se espera captar. La investigación geológica y geofísica se ha centrado en esta formación ya que debido al carácter monomineralico de la misma y a su resistencia a la alteración química aporta al agua características hidroquímicas de interés agronómico.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Esta Formación aparece ocupando una gran extensión dentro de la zona. Los materiales que forman este conjunto son principalmente ortocuarcitas, que son unos materiales muy resistentes a la meteorización mecánica y química, de ahí que la mayoría de los resaltes sean de cuarcita ya que es el material que mejor ha resistido el embate de la erosión.

Desde el punto de vista litológico la formación está formada por un potente conjunto de ortocuarcitas blancas, de aspecto masivo aunque se presentan ciertos paquetes bandeados a techo de la formación, presenta estratificación subvertical (70° a 85° de buzamiento), lo que facilita de sobremanera la infiltración del agua lluvia. En lo que respecta a la composición de las ortocuarcitas está compuesto casi exclusivamente por cuarzo microcristalino con una textura blastopsamítica, se encuentra algún fenómeno de alteración lutítico-sericítica, así mismo hay una presencia importante de opacos y óxidos e hidróxidos de hierro. La matriz es escasa siendo frecuente los puntos triples de unión.

Las cuarcitas se encuentran a techo de un conjunto de pizarras y grauweekas, de las que después hablaremos.

La alineación de esta Formación es Este-Oeste y se encuentra limitada por dos fallas de desgarre que después analizaremos en el apartado de tectónica, el afloramiento tiene unos 100.000 m² de superficie y la potencia de estos materiales heterogénea no obstante en la Sierra de Puerto Pino se intuye que se alcanzan espesores superiores a los 100 metros.

La edad de esta formación es Arenig (Ordovícico).

c.2.- Ordovícico Basal:

Esta formación aparece a muro de la anterior y se observa ampliamente distribuida por toda la zona, son los materiales que afloran en las faldas de la Sierra de Puerto Pino.

Consisten pizarras, limolitas y grauweekas, además presenta interestratificaciones de cuarcitas areniscosas que están en contacto con las ortocuarcitas y pasan desapercibidas, estos materiales constituyen las laderas de las lomas por donde discurren las cuarcitas del Arenig.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

En definitiva se trata de un conjunto de niveles arenisco-cuarcíticos muy ferritizados que alternan con centimétricos niveles pizarrosos con un grado de sericitización alto; la ferritización es a través de las fracturas y de los contactos litológicos. Desde el punto de vista mineralógico las arenisco-cuarcitas están formadas principalmente por cuarzo, plagioclasa, opacos y óxidos de hierro y manganeso; mientras que los niveles pizarrosos están compuestos por cuarzo, plagioclasa, mica, clorita y sericita.

c.3.- Ordovícico-Silúrico:

Sobre las cuarcitas del Arenig, a techo de estas, se encuentran unas pizarras ampelíticas negras, que han sido datadas en la zona próxima de Portugal como Wenlockiense por la fauna de graptolites que contienen. No obstante, no existe razón para limitar su edad a ese piso; no se ha observado discontinuidad entre la cuarcita arenigiense y estas filitas, sino, por el contrario, existe una facies de transición entre ambas. Suponemos, por esto, que este tramo representa al resto del Ordovícico y a una parte importante del Silúrico.

El tramo de transición es de arenisca muy fina, con filitas intercaladas.

c.4.- Devónico Inferior-Medio:

Aparece al norte del perímetro de protección, aflora en los bajos de la Sierra de Puerto Pina en su parte más noroccidental.

Se encuentra a techo de las cuarcitas y en discordancia con ella; se trata de una sucesión de cuarcitas areniscosas con niveles heterogéneos areniscosos, filíticos y calizos hacia la base interestratificados.

Ocupan los valles situados al norte de la sierra anteriormente mencionada, debido a su fácil meteorización química y mecánica.

Las potencias de esta formación llegan a 250 metros, mientras que la edad de la misma es Devónico Inferior-Medio.

d.- Cuaternario de depósitos recientes:

En este grupo están representados los materiales aluviales, coluviales y detríticos de vertiente en general. Todos ellos del Holoceno. En la cartografía se han diferenciado como aluviones los depósitos de fondo de valle de ríos y arroyos cuya corriente adquiere cierta importancia, pudiéndose separar éstos de los aportes laterales por gravedad.

Sin embargo, en la mayor parte de la zona, con una topografía plana y una red de drenaje incipiente, esta diferenciación no ha sido posible, agrupándose como detríticos de vertiente al conjunto de aluviones, coluviones y a una delgada capa edafizada y homogeneizada por procesos de cultivo.

Por último, se han diferenciado como coluviones a los depósitos de cantos angulosos de cuarcita que circundan los relieves hercínicos de la Hoja y que constituyen verdaderos piedemontes. Estos materiales son observables en las faldas de los escarpes cuarcíticos, mientras que los sedimentos aluviales son observables en las márgenes de los arroyos y cauces fluviales locales.

3.1.3.- *Tectónica:*

a.- Introducción:

En el presente apartado se pretende analizar los procesos tectónicos dentro de la zona suroeste de Valencia de Alcántara y su relación con la tectónica regional, ya que desde el punto de vista hidrogeológico se antoja básico una revisión de la tectónica para poder analizar posteriormente el comportamiento hidráulico de los acuíferos existentes en el entorno.

El área estudiada se encuentra como ya se ha comentado entre la Zona Centro Ibérica y la Zona de Ossa-Morena, concretamente se sitúa en el borde sur de la región Ostlusitanisch-Alcudische, 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 ONO-ESE, en la porción occidental, y prácticamente E-O, en la zona oriental.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

b.- Deformaciones continuas:

Esta orogenia presenta indicios claramente observables por todo el perímetro de protección. Se manifiesta en varias fases de plegamiento y son las siguientes:

Son observables tres fases de plegamiento:

b.1.- 1ª Fase de Deformación:

Durante la primera fase se originan pliegues isoclinales de dirección N120°-140°E, esta fase origina una esquistosidad de flujo claramente observable en los materiales paleozoicos. Las distintas formaciones que aparecen en el perímetro de protección, a excepción hecha de los materiales neógenos, forman parte de un flanco normal de una estructura de primera fase (Apalategui et.al.).

b.2.- 2ª Fase de Deformación:

Es la fase responsable de una esquistosidad de fractura (S2) menos penetrativa que la S1 y por consiguiente más difícil de reconocer en el campo, la dirección media es de N140°E.

Debido a la menor intensidad de esta fase y a que es prácticamente coaxial con la primera, más que originar una nueva generación visible de pliegues, daría lugar a un acentuamiento de los ya existentes. No obstante, en algunos puntos se han observado pliegues en V, que se traducen en pequeñas ondulaciones, kink-bands que son claramente visibles en la Sierra de Los Riscos.

b.3.- 3ª Fase de Deformación:

Es la última fase, consiste en un plegamiento que dio lugar a pliegues abiertos de dirección NNE-SSO de amplio radio y plano axial subvertical. En algunos puntos se observa una esquistosidad incipiente de fractura S3 de dirección media N40°E y buzamiento 65°-70° al NO.

c.- Procesos tectónicos tardihercínicos:

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Este tipo de procesos no constituyen una orogenia, no obstante si 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 granitos, y posiblemente también sea la responsable de diferentes rejuegos de los pliegues que son claramente observables en las diferentes formaciones existentes en la zona.

d.- Tectónica de fracturación.

La tectónica de fracturación responde a un comportamiento frágil de los diferentes materiales afectados por la orogenia hercínica y su origen se produce, por las observaciones efectuadas en el campo, en la fase tardihercínica a la que antes hacíamos mención.

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

d.1.- Primera Familia de Fracturas:

Son fracturas de dirección N 5°- 45° E, observables por todo el perímetro de protección del balneario, es la falla que limita las unidades estratigráficas (Falla de Plasencia).

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.

d.2.- Segunda Familia de Fracturas:

Son fracturas de dirección N70°-90°E, observables dentro de La Codosera-San Mamede, son fallas de desgarre sinestrosas cauterizadas a veces por intrusiones básicas.

d.3.- Tercera Familia de Fracturas:

Se trata de un sistema de fallas de dirección N100°-145°-115°E. Son fallas que presentan una importante componente horizontal sinestrosa que separa los cabalgamientos de la 2ª fase de deformación estudiada en apartados anteriores, posiblemente represente las líneas de máxima tensión dentro de la banda de cizalla definida por las grandes fracturas longitudinales.

d.4.- Cuarta Familia de Fracturas:

Son fracturas de dirección N-S, estas fracturas no son observables prácticamente en el perímetro de protección.

Por lo observado parece ser que son las fracturas más recientes de las estudiadas, a diferencia de las anteriores tienen un carácter dextroso.

3.2.- Situación hidrogeológica de las obras:

3.2.1.- Introducción:

En el siguiente apartado se aportará una descripción de los materiales hidrogeológicos investigados, se hablará un poco de la hidrología del enclave y climatología, se estudiará el funcionamiento hidrogeológico de los materiales encontrados en la zona, se estimará niveles piezométricos y se comentarán los caudales que se esperan obtener y los obtenidos en realidad.

3.2.2.- Hidrología y climatología:

a.- Hidrología:

En el apartado referente a la hidrología cabe destacar el dominio de las pizarras sobre las cuarcitas en la zona, lo que provoca el estancamiento del agua de lluvia y su posterior escorrentía por los numerosos cauces que corren en dirección N-S. En este apartado mencionar que no existe ningún cauce fluvial en un perímetro de 300 metros alrededor de la captación. El cauce más cercano es un afluente de la Rivera Avid que discurre en dirección norte - sur a unos 350 metros al este de la captación. La propia Rivera Avid esta a más de medio kilómetro al oeste de la parcela afectada.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

El cauce más cercano a la captación es estacional, en verano por lo general conducen poco agua e incluso en épocas de prolongada sequía se secan, y en el periodo otoño – invernol están activos. Además se observan algunas escorrentías (pequeñas vaguadas) por las que puede circular agua durante fenómenos tormentosos de gran importancia, no obstante no se les puede considerar ni siquiera cauces estacionales.

La morfología fluvial de los cauces que se observan por el área de estudio es dendrítica arborescente.

b.- Climatología:

La climatología que afecta a este entorno tiene uniformidad en el espacio e irregularidad en el tiempo, son los caracteres principales del clima de esta zona.

Uniformidad especialmente motivada por la ausencia de relieves, tal que salvo ligerísimas variaciones o fenómenos tormentosos aislados de escasa extensión, toda el área se ve sometida a los mismos valores climáticos generales que, según el Centro Meteorológico de Badajoz, son:

Precipitación:	684,3 mm
Nº de días de lluvia de media:	50 – 70 días.
Nº de días de nieve de media:	0,3 días.
Tª media.	15,3º C
Tª máximas (media):	38º C
Tª mínimas (media):	6º C

En líneas generales el clima imperante es típicamente continental, atenuado por la influencia atlántica, que se manifiesta en inviernos más suaves y lluviosos que en la meseta castellana y veranos cálidos. La máxima pluviosidad se localiza en las confluencias otoño - invierno e invierno - primavera, siendo las medias ligeramente inferiores a las de áreas adyacentes, oscilando en general entre los 650-700 mm.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

En cuanto a temperatura, toda el área se encuentra por encima de los 15,3° C de media anual. La insolación, en relación con los días de lluvia, es elevada, superior al 65 % anual, y las heladas, normalmente entre mediados de noviembre y marzo, no son excesivamente abundantes ni fuertes.

Las precipitaciones medias anuales son cercanas a los 700 l/m² y se concentran principalmente en otoño e invierno.

En líneas generales el clima imperante es típicamente mediterráneo continental ligeramente atenuado por la influencia atlántica, esto se manifiesta en inviernos más suaves y lluviosos que en la meseta castellana y veranos cálidos.

La máxima pluviosidad se localiza en las confluencias otoño - invierno e invierno - primavera, siendo las medias similares a las de áreas adyacentes, oscilando en general por encima de los 600 l/m² anuales.

En cuanto a temperatura, toda el área se encuentra por encima de los 15° C de media anual. La insolación, en relación con los días de lluvia, es elevada, superior al 35 % anual, y las heladas, normalmente entre mediados de noviembre y marzo, no son excesivamente abundantes ni fuertes.

La infiltración estimada tratándose de materiales pizarrosos observados en la zona es de un 8 % de la pluviometría.

3.2.3.- Marco hidrogeológico:

a.- Introducción:

Un acuífero es un depósito de agua subterránea almacenada en la porosidad de las rocas almacén.

Las características y potencialidad de los acuíferos dependen de sus dimensiones, de su forma, y de la permeabilidad de los materiales que los forman; por lo tanto los materiales y la tectónica de la zona nos marca el comportamiento hidráulico del acuífero del que se alimentará la futura Planta Embotelladora.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Por todo esto se precisa de un análisis hidrogeológico de los materiales donde se encuentran ubicado el acuífero que aquí nos ocupa. Para comprender mejor el marco hidrogeológico donde se ha efectuado el estudio hidrogeológico.

b.- Marco Hidrogeológico del acuífero de Puerto Pino:

b.1.- Introducción:

El agua de la que se nutre el acuífero de Puerto Pino (agua minero natural Aqua Solum), es de los denominados tectónicos y está enclavado en el lecho de cuarcitas armoricanas ordovícicas (Arenig), el acuífero está limitado por fallas de desgarre, y tiene una orientación W – E

El acuífero investigado, presenta un nivel de permeabilidad media a alta generada por la macrofracturación y por la estratificación subvertical que presenta la cuarcita armoricana de Valencia de Alcántara. Se trataría pues de un acuífero de tipo limitado con bordes negativos, y en el que funcionamiento hidráulico es complejo ya que se encuentra íntimamente ligado a las fracturas que la afectan.

La Unidad Hidrogeológica que alberga al acuífero causante es el Sinclinal de La Codosera – San Mamede y está formado por las siguientes formaciones:

Cuarcitas Armoricanas, grauwackas y Pizarras, de edades comprendidas desde el Ordovícico hasta el Devónico; la recarga del acuífero proviene del agua de lluvia caída en los riscos de la parte más sur-oriental de Puerto Pino; dicho agua de lluvia se infiltra por la macrofracturación que presenta la cuarcita armoricana de la zona; además se intuye cierta alimentación y trasmisividad con la parte más sur-occidental de Puerto Pino.

b.2.- Tipo de Acuífero:

El acuífero 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 tectónico.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

En resumen tenemos un acuífero de tipo discontinuo, tectónico; limitados y confinados, limitados por fallas de desgarre. Se trata pues de un acuífero generado por permeabilidad secundaria debida a la porosidad generada por la fracturación y estratificación vertical del macizo cuarcítico, la roca almacén del acuífero es en su totalidad el macizo cuarcítico.

Este tipo de acuíferos tienen una recarga difícil por regla general, en nuestro caso el acuífero se alimenta de dos recargas; por lo que este aspecto negativo se atenúa un poco; en el aspecto positivo mencionar que tienen una alto coeficiente de almacenamiento; lo cual quiere decir que son pozos de larga vida.

La Formación almacén del acuífero es por tanto la Formación Arenig que está compuesta por ortocuarcitas, vulgarmente es conocida como Cuarcita Armoricana, y se trata de un paquete de sedimentos de playa e intramareales (arenas transformadas por metamorfismo en cuarcitas); de espesores comprendidos entre los 100 y 200 metros; y de edad Ordovícico (Arenigiense: 490-470 M.A.).

Las cuarcitas son materiales impermeables, que resultan permeables por la porosidad generada por la trituración y alteración en zona de macrofracturación, aportando caudales de 1 a 20 l/s.

En las intercalaciones de las cuarcitas con otros materiales, pizarras y esquistos principalmente, pueden existir caudales medios comprendidos entre 1 y 5 l/s.

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

$$3 \text{ a } 50 \text{ metros: } K = 1,14 \times 10^{-7}$$

$$50 \text{ a } 75 \text{ metros: } K = 2,17 \times 10^{-8}$$

$$\text{En zonas de fracturación: } K = 1,30 \times 10^{-6}$$

Como se puede apreciar tiene una permeabilidad moderada, propia de materiales semipermeables, en zonas de fracturación, donde existe porosidad secundaria tectónica y disolución “kárstica” asociada que produce un aumento de la permeabilidad.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

El **nivel piezométrico** de esta formación en esta zona es variable, al tratarse de un pozo tectónico, si bien suele ser de 70 a 90 metros de profundidad.

La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene una dirección aproximada NNW-SSE, aproximadamente N140°-160°E, coincidiendo con la dirección principal de estratificación de la cuarcita, 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.

c.- Marco hidrogeológico de las pizarras y filitas ordovícicas:

Dentro de esta formación, el agua subterránea se nutre de un acuífero de los denominados tectónicos que está enclavado en filones de cuarcitas, que aparecen rellenando fracturas tardihercínicas de fracturación.

El acuífero que se relaciona con los senos cuarcíticos, presenta un nivel de permeabilidad media a alta generada por la macrofracturación que presenta la cuarcita. Se trataría pues de un acuífero de tipo limitado con bordes negativos, y en el que funcionamiento hidráulico es complejo ya que se encuentra íntimamente ligado a las fracturas que la afectan.

La Unidad Hidrogeológica que alberga al acuífero causante está formada por la siguiente formación:

La composición litológica de la formación está constituido básicamente filitas y esquistos grises.

Esta formación es la roca almacén del acuífero que se desea captar, este estaría ubicado en las numerosas cuarcitas que alberga esta formación, resultado del relleno de fracturas tardihercínicas de fracturación.

El acuífero 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 tectónico.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

En resumen tenemos un acuífero de tipo discontinuo, tectónico; limitados y confinados, limitado por la impermeabilidad de las pizarras ampelíticas. Se trata pues de un acuífero generado por permeabilidad secundaria debida a la porosidad generada por la de los materiales cuarcíticos.

Este tipo de acuíferos tienen una recarga difícil por regla general, en nuestro caso el acuífero se alimenta de dos recargas; por lo que este aspecto negativo se atenúa un poco; en el aspecto positivo mencionar que tienen una alto coeficiente de almacenamiento; lo cual quiere decir que son pozos de larga vida.

Las cuarcitas son materiales impermeables, que resultan permeables por la porosidad generada por la trituración y alteración en zona de macrofracturación, aportando caudales de 1 a 2 l/s.

d.- Unidad Hidrogeológica de materiales cuaternarios:

Esta Unidad Hidrogeológica está formada por las siguientes formaciones:

No se puede hablar de acuífero ya que no existe un seno hidrogeológicamente bien, está compuesto por un conjunto de materiales de baja porosidad constituidos por litologías detríticas (sedimentos aluviales) y un seno de alteración edáfico, que se extiende por toda la zona, excepto en el escarpe cuarcítico.

Los límites de la profundidad del acuífero vienen claramente condicionados por la potencia del recubrimiento neógeno, según esto la potencia del acuífero puede estimarse en unos 1 a 2 metros, no obstante hay que mencionar que esporádicamente la profundidad puede llegar a 4 metros en la parte nordeste de la parcela.

El tipo de acuífero es 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.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Está formado por un estrato permeable parcialmente saturado de agua, que es el perfil de alteración edáfico y Formación Cuaternaria aluvial, que yace sobre otro estrato impermeable o relativamente impermeable, en este caso, las formaciones geológicas anteriormente mencionadas 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 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 fluviales” se le asignan al conjunto del “acuífero” una transmisividad del orden de 8 a 10 m²/día, que para un espesor medio de 20 metros, significa una **permeabilidad** del orden de $4,63 \times 10^{-6}$ m/s. De los citados ensayos se puede deducir la existencia de dos capas diferentes. La superior de 8 a 10 metros con una transmisividad de 25 m²/día y la inferior de 10-12 metros y una transmisividad del orden de 1 - 2 m²/día.

El **nivel piezométrico** de esta formación en esta zona es variable si bien suele ser de 0,5 a 2 metros de profundidad, en función de la época en la que nos encontremos, por ejemplo en épocas de lluvias suele estar a 0,5 m, mientras en verano suele ubicarse a 2 metros, e incluso llega a agotarse el almacenamiento del acuífero. La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene una dirección isótropa.

3.2.4.- Columna estratigráfica:

Comentando lo que se observa en los datos extraídos del sondeo efectuado podemos decir que nos encontramos con una columna estratigráfica compleja. Inicialmente aparece un depósito de glaciares que se compone de una mezcla de arcillas, arenas y cantos poligénicos.

El espesor de esta formación apenas tiene unos 2 metros, en torno a los 2 metros de profundidad empieza a aparecer ripios procedentes de materiales pizarrosos Ordovícicos hasta los 12 metros de profundidad, a partir de este punto encontramos materiales cuarcíticos arenigiosos, y estos mismos materiales se sigue observando hasta el final del sondeo.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

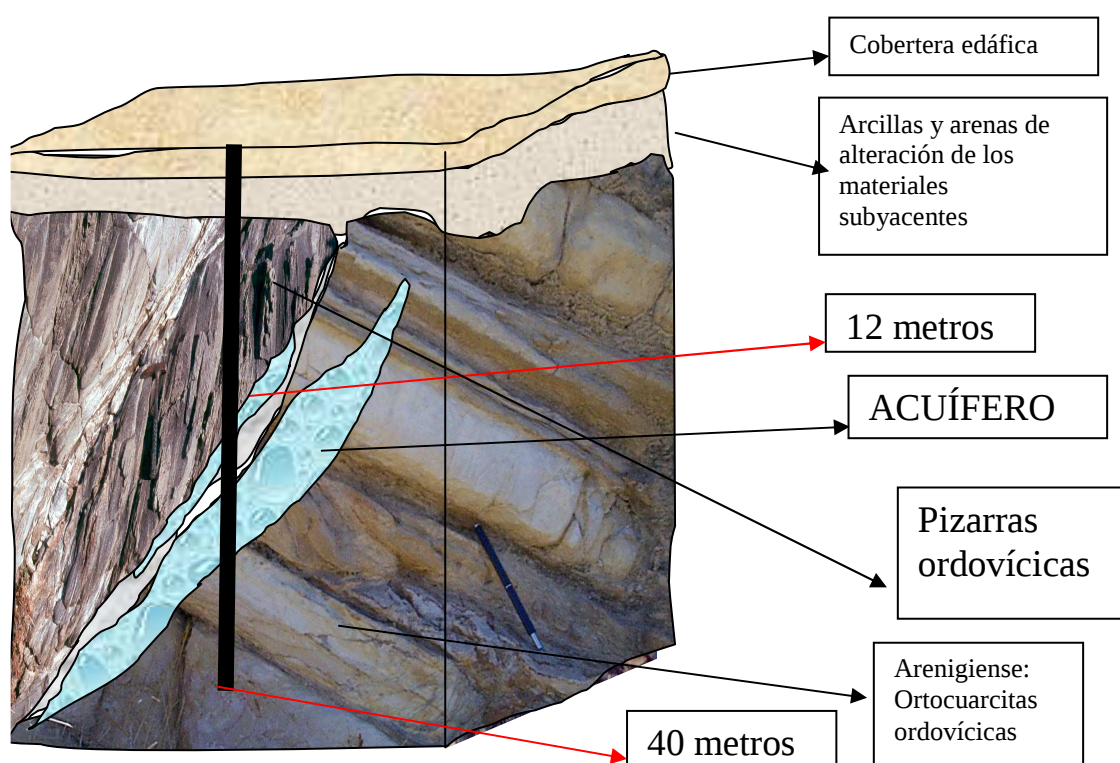
A partir de los 12 metros, coincidiendo con la aparición de las cuarcitas, encontramos el acuífero de Puerto Pino. A esta profundidad encontramos una zona de macrofracturación dentro ya de la cuarcita ordovícica.

El tipo de acuífero que puede existir relacionado con esta zona, es de tipo discontinuo, estos acuíferos 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 tectónico. Una fractura provocada por esfuerzos tensionales, puede ser que tenga movimientos de bloques, son las fracturas denominadas fallas; dentro de las fallas existen varios tipos: normales, inversas o de desgarre.

Por lo tanto tenemos un acuífero de tipo discontinuo y tectónico; este tipo de acuíferos son también definidos como acuíferos limitados y confinados. Este tipo de acuíferos tienen una recarga difícil por regla general y un alto coeficiente de almacenamiento; lo cual quiere decir que puede dar lugar a pozos de larga vida. Este tipo de fallas pueden llegar a tener caudales superiores a los 3 l/s, en nuestro caso el caudal medio obtenido es de 3,37 l/s.

A continuación se muestra un corte geológico tridimensional idealizado de lo que podemos encontrar en el sondeo efectuado.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

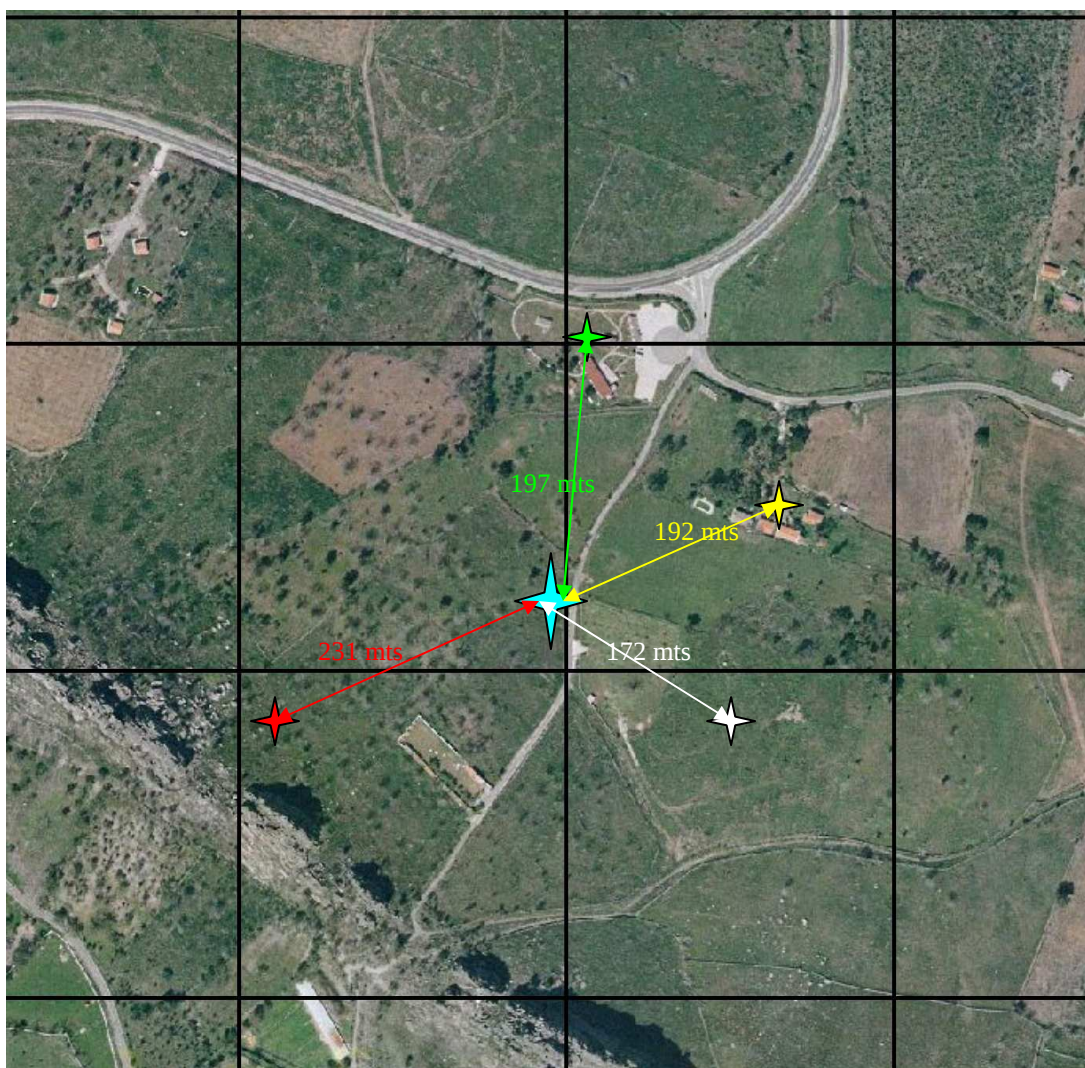


4.- INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA DE LA ZONA:

4.1.- Introducción:

Se han observado cuatro puntos de agua en el entorno de la captación objeto de este estudio. Posiblemente no sólo existirán esos cuatro puntos, pero consultados los vecinos de la zona y la Confederación Hidrográfica del Tago, son los únicos puntos de agua de los que se tiene constancia que existen.

A continuación se muestra una fotografía aérea con la zona de localización aproximada de los puntos de agua que se encuentran en esta área.



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

LEYENDA

	Sondeo Captación Puerto Pino
	Sondeo Aguas Ferruginosas
	Sondeo Parcela 57.c del Polígono 55
	Sondeo Parcela 65 del Polígono 55
	Sondeo Parcela 62 del Polígono 55

4.2.- Pozo Aguas Ferruginosas:

4.2.1.- Características técnicas de las obras:

Se trata de un pozo de sondeo que se encuentra en la misma parcela que el sondeo de Puerto Pino, fue el primer sondeo que se hizo y a pesar de obtener un buen caudal, por encima de 4 l/s, las características hidroquímicas del agua no cumple con los requisitos de aguas minerales naturales envasadas, y ello se debe fundamentalmente a que tienen un contenido elevadísimo de hierro y manganeso, de hecho cumplen con la reglamentación de aguas minero medicinales ferruginosas. Este tipo diferente de agua proviene de la contaminación ocasionada al traspasar la formación Cuarcítica Ordovícica Arenigiense (formación en la que se ha captado el acuífero de Puerto Pino) y perforar sobre la formación Ordovícica Basal. Esta es un conjunto de niveles arenisco-cuarcíticos muy ferrigitizados que alternan con centimétricos niveles pizarrosos con un grado de seritización alto; la ferrigitización es a través de las fracturas y de los contactos litológicos. Esta alta ferrigitización de la roca almacén provoca que el agua disuelva el óxido férrico existente en aquella y pase a formar parte del agua, lo que conlleva una alta concentración de Fe_2O_3 en el agua.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Las características físicas del sondeo son las que siguen:

- Profundidad: 90 metros lineales.
- Diámetro de perforación: 220 cmts.
- Límite de desviación máximo: Medio grado sexagesimal.

En lo que respecta al entubado las características del mismo son las siguientes:

- Diámetro de entubado: 200 cmts.
- Tipo de entubado: PVC sanitario de 10 atmósferas.
- Ranurado: Longitudinal a partir de 60 metros aproximadamente.
- Cementación: Cementado natural por las características plásticas del material existente en el entorno.
- Relleno: Gravilla y ripios del sondeo.
- Ubicación: Coordenadas HUSO 29.- 4355972Y / 648280X

4.2.2.- Hidrogeología del pozo:

Los datos que a continuación se aportan están tomados de la profundidad del pozo, de los ripios del sondeo y de la hidrogeología de la zona.

Inicialmente la captación se ha desarrollado sobre un depósito coluvial de origen cuaternario. Se ha diferenciado como coluvión a los depósitos de cantos angulosos de cuarcita que circundan el relieve hercínico de la zona y que constituyen verdaderos piedemontes.

A continuación se localiza un horizonte edafológico de alteración, se trata de un suelo edafológicamente clasificado aproximadamente como Ultic haploxeralf, conocido localmente como “Tierra fuerte”, tiene espesores variables pero no suele superar los 150 centímetros.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Son suelos relativamente jóvenes, el perfil es de tipo: Ap/Bt/Bc/R. La mezcla continuada del horizonte A con la parte superior del Bt por el laboreo agrícola es le origen del horizonte Ap. El horizonte Bt es netamente arcilloso y con revestimientos de este material sobre las caras de los agregados, los cuales suelen ser prismáticos y bien desarrollados. Las características de los distintos horizontes vienen definidas en la siguiente tabla:

Horizonte	Profundidad en cm.	DESCRIPCIÓN
Ap	0-35	Pardo en seco, textura limo-arcillosa, con cantos de cuarcitas, muy permeable.
Bt	35-140	Pardorrojizo en húmedo, textura arcillosa, permeabilidad lenta.
Bc	+ 140	Pizarras negras con arcillas entre los intersticios de la estratificación

En torno a los 0,60 metros de profundidad afecta a la Formación Cuarcítica Arenigiense.

Se trata de una potente capa de 50 metros de ortocuarcitas blancas.

En torno a los 24 metros empezó a aparecer los primeros indicios de humedad, a los 33 metros el caudal estimado de la captación era de 2 l/s, a partir de los 51 metros aparecen unas areniscas cuarcitosas muy ferrigitizadas (Ordovícico Basal), estas se siguen observando hasta el final del sondeo (90 mts de profundidad). El caudal a los 65 metros aumenta bruscamente hasta tener los 4,8 l/s que tiene la captación efectuada.

El acuífero que se ha localizado en este sondeo 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.

4.3.- Punto de agua en Sondeo de Parcela 57c, Polígono 55:

4.3.1.- Características técnicas de las obras:

El método de perforación elegido en este sondeo ha sido el de rotoperforación con martillo en fondo que es el más usado para el tipo de captaciones que aquí se está tratando como son los pozos verticales. Las características físicas del sondeo son las que siguen:

- Profundidad: 43 metros lineales.
- Diámetro de perforación: 180 mm.
- Límite de desviación máximo: Medio grado sexagesimal.

En lo que respecta al entubado las características del mismo son las siguientes:

- Diámetro de entubado: 160 mm.
- Tipo de entubado: P.V.C. en 6 atmósferas
- Ranurado: Longitudinal a partir de 25 metros aproximadamente.
- Cementación: Cementado natural por las características plásticas del material existente en el entorno.
- Relleno: Gravilla y ripios del sondeo.
- Ubicación: Coordenadas HUSO 29.- 4356257Y / 648536X

4.3.2.- Hidrogeología del pozo:

Los datos que a continuación se aportan están tomados de la profundidad del pozo, de los ripios del sondeo y de la hidrogeología de la zona.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Inicialmente la captación se ha desarrollado sobre un depósito coluvial de origen cuaternario. Se ha diferenciado como coluvión a los depósitos de cantos angulosos de cuarcita que circundan el relieve hercínico de la zona y que constituyen verdaderos piedemontes.

A continuación se localiza un horizonte edafológico de alteración, se trata de un suelo edafológicamente clasificado aproximadamente como Ultic haploxeralf, conocido localmente como “Tierra fuerte”, tiene espesores variables pero no suele superar los 150 centímetros.

Son suelos relativamente jóvenes, el perfil es de tipo: Ap/Bt/Bc/R. La mezcla continuada del horizonte A con la parte superior del Bt por el laboreo agrícola es le origen del horizonte Ap. El horizonte Bt es netamente arcilloso y con revestimientos de este material sobre las caras de los agregados, los cuales suelen ser prismáticos y bien desarrollados. Las características de los distintos horizontes vienen definidas en la siguiente tabla:

Horizonte	Profundidad en cm.	DESCRIPCIÓN
Ap	0-35	Pardo en seco, textura limo-arcillosa, con cantos de cuarcitas, muy permeable.
Bt	35-140	Pardorrojizo en húmedo, textura arcillosa, permeabilidad lenta.
Bc	+ 140	Pizarras negras con arcillas entre los intersticios de la estratificación

En torno a los 1,60 metros de profundidad afecta a la Formación Pizarrosa Ordovícica.

Se trata de una sucesión de pizarras ampelíticas de colores negros a marrones oscuros. El tamaño de grano es de medio a fino.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Dentro del macizo pizarroso aparecen filones de cuarzo que rellenan fracturas tardihercínicas de descompresión, en una de los mismos a la profundidad de 35 metros se intuye que ha localizado el acuífero del pozo de la parcela 57c del polígono 55, deteniendo la perforación a los 43 metros.

El acuífero que esperamos encontrar 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.

Este se piensa que puede ser este caso ya que el sondeo vertical a efectuado se piensa que ha cortado una fractura tardihercínica de descompresión rellena de cuarzo a unos 35 metros de profundidad, este filón de cuarzo genera porosidad por microfisurado, el cual alberga un acuífero de tipo tectónico que nos aporta un caudal de 1,0 l/s aproximadamente.

En general las producciones medias sobre estos materiales suelen estar por debajo de un litro por segundo, aunque en determinadas ocasiones pueden ser superiores, este podría ser el caso, ya que los caudales que se han alcanzado son de 1 l/s, si bien son suficientes para el objeto de la captación que no es otro que el uso del agua para uso recreativo en esta parcela.

4.4.- Punto de agua en Sondeo de Parcela 65, Polígono 55:

4.4.1.- Características técnicas de las obras:

El método de perforación elegido en este sondeo ha sido el de rotoperforación con martillo en fondo que es el más usado para el tipo de captaciones que aquí se está tratando como son los pozos verticales. Las características físicas del sondeo son las que siguen:

- Profundidad: 37 metros lineales.
- Diámetro de perforación: 180 mm.
- Límite de desviación máximo: Medio grado sexagesimal.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

En lo que respecta al entubado las características del mismo son las siguientes:

- Diámetro de entubado: 160 mm.
- Tipo de entubado: P.V.C. en 6 atmósferas
- Ranurado: Longitudinal a partir de 20 metros aproximadamente.
- Cementación: Cementado natural por las características plásticas del material existente en el entorno.
- Relleno: Gravilla y ripios del sondeo.
- Ubicación: Coordenadas HUSO 29.- 4356126Y / 648660X

4.4.2.- Hidrogeología del pozo:

Los datos que a continuación se aportan están tomados de la profundidad del pozo, de los ripios del sondeo y de la hidrogeología de la zona.

Inicialmente la captación se ha desarrollado sobre un depósito coluvial de origen cuaternario. Se ha diferenciado como coluvión a los depósitos de cantos angulosos de cuarcita que circundan el relieve hercínico de la zona y que constituyen verdaderos piedemontes.

A continuación se localiza un horizonte edafológico de alteración, se trata de un suelo edafológicamente clasificado aproximadamente como Ultic haploxeralf, conocido localmente como “Tierra fuerte”, tiene espesores variables pero no suele superar los 150 centímetros.

Son suelos relativamente jóvenes, el perfil es de tipo: Ap/Bt/Bc/R. La mezcla continuada del horizonte A con la parte superior del Bt por el laboreo agrícola es le origen del horizonte Ap. El horizonte Bt es netamente arcilloso y con revestimientos de este material sobre las caras de los agregados, los cuales suelen ser prismáticos y bien desarrollados. Las características de los distintos horizontes vienen definidas en la siguiente tabla:

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Horizonte	Profundidad en cm.	DESCRIPCIÓN
Ap	0-35	Pardo en seco, textura limo-arcillosa, con cantos de cuarcitas, muy permeable.
Bt	35-140	Pardorrojizo en húmedo, textura arcillosa, permeabilidad lenta.
Bc	+ 140	Pizarras negras con arcillas entre los intersticios de la estratificación

En torno a los 1,80 metros de profundidad afecta a la Formación Pizarrosa Ordovícica.

Se trata de una sucesión de pizarras ampelíticas de colores negros a marrones oscuros. El tamaño de grano es de medio a fino.

Dentro del macizo pizarroso aparecen filones de cuarzo que rellenan fracturas tardihercínicas de descompresión, en una de los mismos a la profundidad de 31 metros se intuye que ha localizado el acuífero del pozo de la parcela 65 del polígono 55, deteniendo la perforación a los 37 metros.

El acuífero que esperamos encontrar 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.

Este se piensa que puede ser este caso ya que el sondeo vertical a efectuado se piensa que ha cortado una fractura tardihercínica de descompresión rellena de cuarzo a unos 31 metros de profundidad, este filón de cuarzo genera porosidad por microfisurado, el cual alberga un acuífero de tipo tectónico que nos aporta un caudal de 0,5 l/s aproximadamente.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

En general las producciones medias sobre estos materiales suelen estar por debajo de un litro por segundo, aunque en determinadas ocasiones pueden ser superiores, este no es nuestro caso, ya que los caudales que se han alcanzado son de 0,5 l/s, si bien son suficientes para el objeto de la captación que no es otro que el uso del agua para uso recreativo en esta parcela.

4.5.- Punto de agua en Sondeo de Parcela 62, Polígono 55:

4.5.1.- Características técnicas de las obras:

El método de perforación elegido en este sondeo ha sido el de rotoperforación con martillo en fondo que es el más usado para el tipo de captaciones que aquí se está tratando como son los pozos verticales. Las características físicas del sondeo son las que siguen:

- Profundidad: 40 metros lineales.
- Diámetro de perforación: 180 mm.
- Límite de desviación máximo: Medio grado sexagesimal.

En lo que respecta al entubado las características del mismo son las siguientes:

- Diámetro de entubado: 160 mm.
- Tipo de entubado: P.V.C. en 6 atmósferas
- Ranurado: Longitudinal a partir de 25 metros aproximadamente.
- Cementación: Cementado natural por las características plásticas del material existente en el entorno.
- Relleno: Gravilla y ripios del sondeo.
- Ubicación: Coordenadas HUSO 29.- 4356006Y / 648620X

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

4.5.2.- Hidrogeología del pozo:

Los datos que a continuación se aportan están tomados de la profundidad del pozo, de los ripios del sondeo y de la hidrogeología de la zona.

Inicialmente la captación se ha desarrollado sobre un depósito coluvial de origen cuaternario. Se ha diferenciado como coluvión a los depósitos de cantos angulosos de cuarcita que circundan el relieve hercínico de la zona y que constituyen verdaderos piedemontes.

A continuación se localiza un horizonte edafológico de alteración, se trata de un suelo edafológicamente clasificado aproximadamente como Ultic haploxeralf, conocido localmente como “Tierra fuerte”, tiene espesores variables pero no suele superar los 150 centímetros.

Son suelos relativamente jóvenes, el perfil es de tipo: Ap/Bt/Bc/R. La mezcla continuada del horizonte A con la parte superior del Bt por el laboreo agrícola es le origen del horizonte Ap. El horizonte Bt es netamente arcilloso y con revestimientos de este material sobre las caras de los agregados, los cuales suelen ser prismáticos y bien desarrollados. Las características de los distintos horizontes vienen definidas en la siguiente tabla:

Horizonte	Profundidad en cm.	DESCRIPCIÓN
Ap	0-35	Pardo en seco, textura limo-arcillosa, con cantos de cuarcitas, muy permeable.
Bt	35-140	Pardorrojizo en húmedo, textura arcillosa, permeabilidad lenta.
Bc	+ 140	Pizarras negras con arcillas entre los intersticios de la estratificación

En torno a los 1,20 metros de profundidad afecta a la Formación Pizarrosa Ordovícica.

Se trata de una sucesión de pizarras ampelíticas de colores negros a marrones oscuros. El tamaño de grano es de medio a fino.

Dentro del macizo pizarroso aparecen filones de cuarzo que rellenan fracturas tardihercínicas de descompresión, en una de los mismos a la profundidad de 34 metros se intuye que ha localizado el acuífero del pozo de la parcela 62 del polígono 55, deteniendo la perforación a los 40 metros.

El acuífero que esperamos encontrar 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.

Este se piensa que puede ser este caso ya que el sondeo vertical a efectuado se piensa que ha cortado una fractura tardihercínica de descompresión rellena de cuarzo a unos 34 metros de profundidad, este filón de cuarzo genera porosidad por microfisurado, el cual alberga un acuífero de tipo tectónico que nos aporta un caudal de 1,0 l/s aproximadamente.

En general las producciones medias sobre estos materiales suelen estar por debajo de un litro por segundo, aunque en determinadas ocasiones pueden ser superiores, este podría ser el caso, ya que los caudales que se han alcanzado son de 1 l/s, si bien son suficientes para el objeto de la captación que no es otro que el uso del agua para uso recreativo en esta parcela.

4.6.- Interconectividad:

En este apartado mencionar que el sondeo que ha resultado positivo no tiene interconectividad con tres de las cuatro captaciones aquí relacionadas, ya que se trata de acuíferos que captan agua de formaciones diferentes al que se ha captado el agua en el presente proyecto. Tan sólo podría tener una cierta interconectividad con el pozo de las aguas ferruginosas pero la distancia existente (>200 mts) provoca que no afecte en modo alguno a la cantidad de las aguas, si bien si que existe interconectividad, que debe de tenerse en cuenta, ya que en el caso de que se contaminase el pozo de las Aguas ferruginosas dicho contaminante podría afectar a largo plazo a la captación objeto de la Declaración de aguas Minero – naturales.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

No obstante se trata de un pozo que es propiedad del mismo titular de esta solicitud por lo que el riesgo de contaminación está atenuado por medidas protectoras tomadas en aquél, similares a las tomadas en el pozo objeto de este estudio, y que describiremos en el siguiente capítulo.

5.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES:

5.1.- Introducción:

En este apartado se exponen las características de las obras de perforación y entubado efectuadas en el paraje de Puerto Pino y que ha localizado el acuífero donde se localizan las aguas que se quieren declarar como minero – naturales (Aqua Solum).

5.2.- Captación Puerto Pino (Aguas captadas Aqua Solum):

5.2.1.- Situación geográfica:

La parcela afectada por la ejecución del sondeo y el pozo derivado de del mismo, se enclava a unos 92 km. aproximadamente al oeste de Cáceres capital, en el Término Municipal de Valencia de Alcántara, más en concreto se sitúan en la Parcela 59 del Polígono 55 (Ver mapas y planos anexos), el paraje al que pertenece la parcela es el conocido como Puerto Pino.

Desde el punto de vista hidrológico la zona afectada se ubica en la cuenca hidrográfica del Tajo y concretando más en la subcuenca de la “Riviera de Avid”.

En Proyección U.T.M. Datum Europeo., los sondeos se encuentran en:

4356077 Y 648490 X

5.2.2.- Descripción de las obras.

Este sondeo ha sido el que nos ha resultado positivo ya que se ha captado un caudal estimado de 3,37 l/s.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

La perforación se realizó mediante una maquina ha roto-percusión, con martillo en fondo; la maquina empleada fue una perforadora sobre camión mas un compresor de 21.000 litros a 12 ATM.; considerando este tipo de perforación el más idóneo para la ejecución de pozos-sondeos, de acuerdo con el tipo de terreno que se preveían atravesar.

Las características del sondeo efectuado han sido las siguientes:

- Sondeo : Perforación vertical.
- Profundidad: 40 metros.
- Diámetro de Perforación: 220 mm.
- Revestimiento con tubo. 180 mm. de PVC para uso alimentario.
- Caudal estimado: 3,37 l/s (12.132 l/h).

El sistema de perforación empleado ha sido el de roto-percusión con martillo en fondo; la maquina empleada fue una perforadora sobre camión mas un compresor de 21.000 litros a 12 ATM.

Todo el material empleado era de buena calidad, la tubería de revestimiento del pozo que se ha utilizado para el entubado era de PVC, con una presión de 6 ATM, siendo perfectamente cilíndrica con el fin de facilitar la maniobra de entrada y salida si fuese necesario de la bomba de extracción del agua.

Durante la realización del sondeo se procedió a la realización de una columna estratigráfica, con el fin de delimitar los diferentes cortes del acuífero para la situación de los filtros, que se puede ver en anexos (Ver Columna de Sondeo)

5.2.3.- Descripción del entubado.-

Para el entubado del pozo, se ha colocado a todo lo largo del sondeo una tubería de presión con un diámetro de 180 mm., todo el material empleado es de buena calidad, la tubería de revestimiento de los pozos es de PVC, con una presión de 6 ATM de uso alimentario, siendo perfectamente cilíndrica con el fin de facilitar la maniobra de entrada y salida si fuese necesario de la bomba de extracción del agua. Se ha procedido al ranurado de los tubos en el tramo que va desde los 15 a los 40 metros coincidiendo con los tramos del acuífero productivo; entre el tubo de P.V.C. y la pared del sondeo, se ha procedido al relleno de este con garbancillo (grava de río).

El eje del sondeo es vertical en toda su profundidad, y se ha colocado 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 filtros y acuífero.

5.2.4.- Medidas de protección contra la contaminación.-

Al tratarse de aguas cuyo destino final es el consumo humano, requiere de unas medidas que protejan a la captación ante cualquier contaminante que pudiera acceder al tubo de sondeo, es por ello que se ha tomado una serie de medidas para proteger al máximo la captación efectuada.

La zona más vulnerable de la columna del sondeo es la conformada por el cuaternario, se trata de una formación altamente vulnerable, subyacente de esta formación nos encontramos con las pizarras ampelíticas que son impermeables y la vulnerabilidad de la misma es muy baja. Por lo tanto se ha optado por proteger al pozo en este tramo cuaternario que es el altamente vulnerable a la contaminación.

Para ello se ha eliminado, en un perímetro de cuatro metros cuadrados entorno al pozo, los 50 a 60 centímetros de arcillas, arenas y cantos poligénicos de la formación cuaternaria, en este hueco se ha instalado una solera de 2 x 2 x 0,50 mts de hormigón para impermeabilizar el tramo vulnerable del pozo.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Esta solera es de hormigón armado, para su mayor compactación y sobre todo protección a la contaminación se le han añadido a cada 15 cm. una malla de acero galvanizado en lugar de hierro, para evitar oxidaciones en el armado del hormigón.

Así mismo para disminuir la porosidad intergranular al máximo, se han añadido un producto natural consistente en fibra de coco, que aporta una elevada disminución de la porosidad intergranular en el hormigón.

Para preservar aún más la captación se ha colocado sobre la solera de hormigón y cubriendo la captación una caseta prefabricada de hormigón, de 1,5 x 1,5 mts y 2,20 metros de altura, posee puerta con cerradura metálica de 0,8 metros de ancha y 1,8 metros de altura.

Todo lo descrito anteriormente está protegido con un cerramiento perimetral realizados en postes galvanizados y malla belga de una altura mínima de 2 metros. Este cerramiento posee una puerta de acero y malla electrosoldada con cerradura. (ver esquema del pozo en anexos).

5.2.5.- Desarrollo del pozo y pruebas de aforo.-

Una vez finalizadas las labores de perforación, entubación, se procedió a la limpieza del sondeo, mediante un valvuleo o pistoneo, que lo efectuó la propia maquina ejecutora de la perforación, además de ello se desinfectó con tres litros de hipoclorito sódico el tubo de sondeo para evitar que en la analítica que había que efectuar posteriormente nos diera contaminación bacteriológica inducida por la maquinaria de sondeo.

5.2.6.- Plazo de ejecución.-

El tiempo máximo para la realización de estos trabajos ha sido, para la perforación un día desde el inicio de las obras y para el entubado otro día. El sistema de contratación es el de contratación directa por parte del adjudicatario de este trabajo con la empresa ejecutora de los sondeos, que en este caso ha sido SONDEOS AGUASUR, S.L..

6.- HIDRÁULICA DE LA CAPTACIÓN PUERTO PINO “AQUA SOLUM” (VALENCIA DE ALCANTARA, CACERES): AFORO Y ENSAYO DE BOMBEO

6.1.- Introducción:

Se han realizado diversos ensayos para conocer los parámetros hidráulicos de la captación, inicialmente se ha ejecutado un aforo específico para conocer el caudal óptimo del pozo.

Una vez realizado el aforo se ha dejado recuperar el pozo 24 horas, y a continuación se ha realizado un ensayo de bombeo de 72 horas, por último se ha realizado la recuperación del pozo, midiendo 80 minutos después de la conclusión del ensayo de bombeo.

Para la realización de los trabajos se ha contratado a la empresa SG Electricidad, especializada en aforos de pozos en Extremadura y que ya ha realizado aforos y ensayos de bombeo y recuperación para la Junta de Extremadura.

6.2.- Ficha técnica de los trabajos realizados:

La ficha técnica del aforo y ensayo de bombeo es la siguiente:

Las características físicas del sondeo son las que siguen:

- Profundidad: 40 metros lineales.
- Diámetro de perforación: 220 mm.
- Límite de desviación máximo: Medio grado sexagesimal.

En lo que respecta al entubado las características del mismo son las siguientes:

- Diámetro de entubado: 180 mm.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

- Tipo de entubado: P.V.C. en 6 atmósferas para uso alimentario
- Ranurado: Longitudinal a partir de 12 metros aproximadamente.
- Relleno: Gravilla.

El sistema de alimentación usado para estos trabajos es el más usado para este tipo de captaciones, el de extracción mediante electrobomba sumergible. Las características de la misma son las que siguen:

- Tipo de Bomba: Electrobomba sumergible.
- Potencia: 4 C.V. a 380 V trifásica .
- Caudal en l/h que es capaz de suministrar: Capacitada para elevar un caudal de 6.000 l/h a 160 m.c.a. con V. R. incluida.
- Altura manométrica: $\approx$ 23 metros.
- Instalación de caudalímetro para medición del caudal del pozo desde 1.000 l/h a 14.400 l/h.
- Sonda digital de 200 metros de cable subteflex de 3 hilos, de 1,5 mm². con apantallamiento y aislamiento antihumedad.

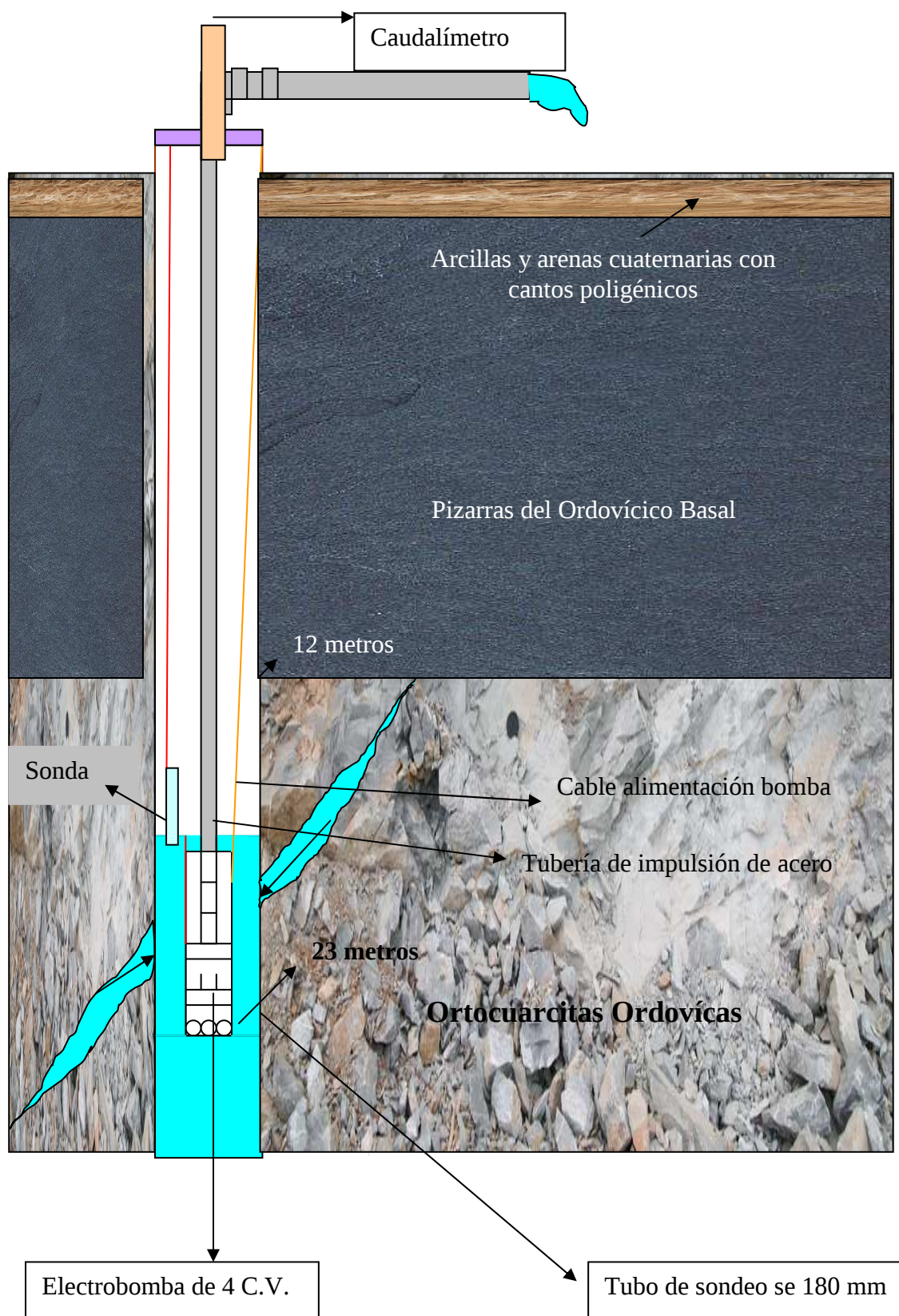
6.3.- Aforo:

El aforo ha consistido en la detracción de agua al pozo hasta apurar el mismo, el apurado del pozo se entiende como el descenso del nivel dinámico hasta alcanzar la altura manométrica de la bomba. Una vez alcanzada la altura manométrica se ha tratado de calcular el caudal óptimo manteniendo el nivel dinámico y midiendo el caudal que se extrae, con ello hemos averiguado el caudal óptimo del pozo para poder ejecutar el ensayo de bombeo de 72 horas, y poder ratificar si el caudal resultante es el óptimo o no.

El objetivo de este aforo tiene por objeto determinar que caudal se puede extraer sin afectar gravemente a la hidráulica de la captación, o sea calcular el caudal óptimo del pozo. Así mismo se pretende calcular regimenes de extracción, cálculo del nivel piezométrico y caudal de recarga entre otros datos hidráulicos.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

A continuación se expone el esquema del sondeo con las instalaciones para la ejecución de los trabajos de aforo:



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

El aforo realizado es de 52 horas y 10 minutos de duración, el volumen bombeado ha sido en total de unos 619,38 m³, en este periodo. Se han hecho un total de 11 medidas. El aforo comienza a las 10:30 horas del día 9 de noviembre del 2009.

La primera medida se toma al inicio del aforo para comprobar el nivel de agua que tenemos en el pozo, el nivel estático aparente está a 4,00 metros y empezamos a extraer el caudal máximo del pozo que es de 12.780 l/h, este caudal está por debajo del potencial hidráulico de la bomba usada. En los primeros 60 minutos se produce un descenso brusco del nivel dinámico pasando a estar tras a una profundidad de 12,00 metros. También a los 60 minutos baja el caudal pasando de ser de 12.780 l/h (3,55 l/s) a ser 12.132 l/h (3,37 l/s).

Trascurridos otros 130 minutos vuelve a haber un descenso, esta vez más atenuado, del nivel dinámico pasando a estar el mismo a los 14 metros, el caudal ya se estabiliza en los 12.132 l/h. Tras otros 300 minutos el nivel dinámico se estabiliza, lo que nos sugiere que estamos en una zona de recarga del acuífero a esta profundidad, lo cual coincide con lo observado en el sondeo, ya que el acuífero “afloró” a los 13 metros. El caudal extraído por la bomba sigue estable.

Tras otras once horas de extracción vuelve a bajar el nivel dinámico a los 16 metros, extrayendo un total de 133.452 m³ a caudal constante de 3,37 l/s, lo cual demuestra el enorme potencial hidráulico de esta captación, ya que hasta ese momento y tras casi 21 horas desde el inicio del aforo, el nivel dinámico ha descendido tan sólo 12 metros y el caudal tan sólo ha bajado 648 l/h, este último descenso tan sólo observado en los primeros 60 minutos.

Pasados 1910 minutos (32 horas y 40 minutos) desde el inicio del aforo el nivel dinámico se mantiene en los 16 metros, también se mantiene el caudal de extracción, han pasado más 10 horas desde la última medida, esta estabilidad tanto en el nivel como en el caudal de extracción nos sugiere que estamos en una zona de recarga muy ancha.

Tras otras trece horas de aforo el nivel dinámico desciende tres metros, pero el caudal de extracción sigue estable en los 3,37 l/s, esto nos indica que estamos ante un muy buen acuífero.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Después de bombear agua durante otras ocho horas tan sólo desciende el nivel dinámico un metro, mientras que el caudal sigue constante.

En resumen mencionar en la primera hora de bombeo a caudal máximo se produce un descenso del nivel dinámico de 8 metros y un descenso del caudal instantáneo de 648 l/h, en las siguientes 51 horas y 10 minutos el nivel dinámico desciende 8 metros y el caudal instantáneo no desciende nada. Lo cual nos indica que estamos en una zona de recarga potente de más de 10 metros.

El caudal medio del aforo es de 3,37 l/s ya que ha permanecido inalterado en más de 48 horas de aforo, y el descenso del nivel es intrascendente ya que no se ha llegado ni a apurar el pozo en este periodo de tiempo.

Si observamos la curva característica del aforo efectuado que se muestra en anexos, nos muestra un escalón en el descenso del nivel, se trata de un descenso progresivo del nivel dinámico cuando alcanzamos el caudal medio del pozo (12.132 l/h), si observamos la gráfica del aforo vemos que no existen escalones significativos, y que la curva está muy “tumbada” lo que se traduce en un descenso mínimo de metros en un elevado periodo de tiempo.

En definitiva y según lo observado en el aforo podemos decir que tenemos un caudal medio de 12.132 l/h, caudal que consideraremos óptimo debido a la “estabilidad” de este y del nivel dinámico del pozo en más de 52 horas de extracción. El caudal de recarga del acuífero es de 12.000 a 12.132 l/h, en este caudal es en el que se ha estabilizado el pozo, con menos caudal se ha observado que el nivel dinámico sube y con más caudal sigue descendiendo.

El nivel estático aparente del pozo es 5 metros, es el nivel que alcanza el pozo cuando se recupera totalmente, siempre en la fecha en la que se ha ejecutado los trabajos de investigación hidráulica, en verano este nivel bajará posiblemente.

6.4.- Ensayo de bombeo:

6.4.1.- Introducción:

Se ha realizado un ensayo de bombeo con un caudal de 12.132 l/h, el ensayo de bombeo se inicio tras un día de reposo del pozo después de realizar el aforo, tras las cuales el pozo recobró el nivel estático. El ensayo se efectuó desde las 10:30 horas del día 13 de Noviembre hasta las 10:30 horas del día 16 de Noviembre de 2009; del cual se presentan datos y resultados, en anexos.

Se han desarrollado las siguientes actuaciones:

- Ensayo de bombeo a caudal de 12.132 constante de 72 horas de duración
- Valoración de la curva característica del pozo
- Valoración del caudal de explotación.

6.4.2.- Trabajos realizados:

Características del pozo estudiado

Profundidad perforación (m):	40
Diámetro perforación (mm):	220
Profundidad entubación (m):	40
Diámetro entubado (mm):	180
Tipo de entubación:	PVC en 6 atmósferas
Nivel estático aparente (m):	5
Nivel piezométrico (m):	5
Altura manométrica:	23
Capacidad bomba:	14.400 l/h a 40 m.c.d.a.
Caudal extracción:	12.132 l/h

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

6.4.3.- Datos de Base:

El programa de ensayo consistió en la realización de la extracción continua del caudal que consideramos óptimo, que en este caso son los 12.132 litros hora. Para el mismo el sondeo tiene instalado un caudalímetro con tubo pitot.

6.4.4.- Curva característica:

Según Rorabaugh, el descenso en un pozo (S_p) bombeando a un caudal (Q) puede formularse:

$$S_p = B Q + C Q^n$$

En donde B y C son los valores que permiten estimar el comportamiento pozo – acuífero. El valor de B según Custodio (1971) se hace en base a la representación doble-logarítmica de Q t descenso específico (s/Q) que en nuestro caso nos ha aportado un valor de:

$$B = 1,75 \text{ m.s/l}$$

El valor de n se ajusta aceptablemente para el valor: 2

$$C = 0,60 \text{ m.s/l}$$

La ecuación del pozo por tanto resulta para el tramo considerado es:

$$S = 1,75 Q + 0,60 Q^2$$

6.4.5.- Caudal de explotación del pozo:

El ajuste es aceptable para todo el ensayo de bombeo efectuado, por lo tanto y observando los datos extraídos de los ensayos de bombeo realizados, se considera que una explotación continua del pozo que no se supere los 12.132 l/h.

Estas recomendaciones se contemplan, a falta de ensayos más prolongados y representativos de las condiciones del sector del acuífero considerado, ya que debido al caudal existente, se hace muy compleja la interpretación del mismo.

6.4.6.- Descripción del ensayo de bombeo:

El ensayo de bombeo realizado es de 72 horas de duración, el volumen bombeado ha sido en total de unos 873,504 m³, en las 72 horas. Se han hecho un total de 41 medidas. El ensayo de bombeo comienza a las 10:30 horas del día 13 de Noviembre del 2009 y concluye a las 10:30 horas 16 de Noviembre del 2009.

Observando los datos de descenso podemos decir que se produce un descenso del nivel dinámico de manera progresiva, no brusca. En los primeros 60 minutos se ha producido un descenso de 6,90 metros del nivel dinámico.

A partir de aquí el descenso se va atenuando, ya que estamos en los primeros metros de la zona de recarga del pozo, desde la toma de medida nº.: 17 (60 minutos) hasta la toma nº.: 27 (420 minutos) el descenso producido es tan sólo de 2,10 metros.

El descenso del nivel dinámico sigue siendo suavemente prolongado hasta llegar a los 16 metros de profundidad, que se alcanzan en la estación nº.: 33 (1.440 minutos de bombeo), a partir de esta toma se estabiliza el nivel dinámico hasta el final del ensayo de bombeo.

En la gráfica del ensayo de bombeo se observa un escalón que marca los 60 minutos y los 12 metros de profundidad, este escalón corresponde con el inicio de la zona de recarga y por consiguiente con el inicio de estabilización del caudal, esta estabilización llega a partir de los 1440 minutos (24 horas), donde se alcanza los 16 metros de profundidad que es la zona de recarga más importante del acuífero, en este punto el caudal de recarga es el mismo que el caudal de extracción (12.132 l/h), por lo que podemos considerar este caudal como el caudal óptimo del pozo, dato que se corrobora en este ensayo de bombeo ya que en 48 horas de extracción el nivel dinámico permanece prácticamente inalterable.

Se puede observar tanto en la gráfica como en los datos aportados que al llegar a este nivel, se produce la estabilización del caudal, ya que es en la localización del área de recarga del acuífero, en esta zona el aporte de agua del acuífero es la misma que la bombeada en el ensayo, por ese motivo se produce la estabilización.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

En la primera hora de ensayo se produce un descenso del nivel dinámico más brusco, este descenso se produce debido a que la columna de agua existente entre el inicio del nivel del área de recarga (≈ 12 mts) y el nivel dinámico, son de aguas de relleno producidas en la recuperación del pozo.

6.4.7.- Conclusiones:

a.- Tras la extracción en continuo durante 3 días del pozo a caudal constante de 12.132 l/h, se ha considerado que este es el caudal óptimo del acuífero.

b.- Durante los días 13, 14, 15 y 16 de Noviembre del 2009 se propuso la realización de las pruebas partiendo de una situación en reposo (nivel dinámico de 5 metros) y con mediciones centimétricas precisas.

c.- El nivel piezométrico del pozo son los 5 metros.

d.- La estabilización del nivel dinámico se produce a los 16 metros, a esta profundidad el caudal del pozo (12.132 l/h) es el mismo que el caudal de recarga, considerando el caudal anteriormente mencionado como el caudal óptimo de la captación.

6.5.- Ensayo de recuperación:

6.5.1.- Introducción:

Se ha estudiado la recuperación del pozo tras realizarse el aforo. Este ensayo comenzó justo al terminar el ensayo de bombeo, en esta fase el nivel dinámico parte de los 16 metros en el que se encontraba tras agotarse el pozo, y se inicia a las 10:30 horas del día 16 de Noviembre hasta las 11:40 horas del mismo día, ya que el pozo recupera extraordinariamente bien.

De los datos tomados se presentan resultados en anexos.

Se han desarrollado las siguientes actuaciones:

- Ensayo de recuperación del nivel estático de 3 horas de duración

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

- Valoración de la recuperación del pozo.
- Valoración de la gráfica de recuperación.

6.5.2.- Trabajos realizados:

Características del pozo estudiado

Profundidad perforación (m):	40
Diámetro perforación (mm):	220
Profundidad entubación (m):	40
Diámetro entubado (mm):	180
Tipo de entubación:	PVC en 6 atmósferas
Nivel estático aparente (m):	5
Nivel piezométrico (m):	5
Altura manométrica:	23
Capacidad bomba:	14.400 l/h a 40 m.c.d.a.
Caudal extracción:	12.132 l/h

El ensayo de recuperación del nivel estático del pozo, se inició con el nivel dinámico en 16 metros.

6.5.3.- Descripción del ensayo de recuperación:

El ensayo de recuperación realizado es de una hora y veinte minutos de duración. Se han hecho un total de 18 medidas.

Observando los datos de descenso podemos decir que se produce un ascenso del nivel dinámico de manera progresiva, no brusca. En los primeros 20 minutos se ha producido un ascenso de 2,50 metros del nivel dinámico.

Trascurridos 30 minutos el ascenso del nivel dinámico es de 4,90 metros. A partir de este punto, una vez recuperada el área de recarga el ascenso empieza a ser un poco más brusco y en tan sólo 20 minutos el nivel dinámico asciende cinco metros situándose en los 6,10 metros de profundidad, en tan sólo 20 minutos más el pozo recupera el nivel estático situado en los 5 metros

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Entre las medidas 1 y 13 (de 0 minutos a 25 minutos) el pozo tan sólo recupera 4 metros, la media es de a 0,16 mt/min. La explicación de ello es que en estos metros se localiza la cámara del acuífero que alimenta la captación de Puerto Pino.

6.5.4.- Conclusiones:

a.- El pozo tiene una recuperación extraordinaria, por lo que no es problema llegar a agotarlo, sin embargo la explotación del mismo debe hacerse siempre con el caudal óptimo del pozo (12.132 l/h), para que no se llegue nunca a agotar el mismo. La recuperación del pozo tras agotarse tiene un periodo de duración de 80 minutos.

b.- Tras los resultados observados en las pruebas de bombeo y recuperación, se ha comprobado que el nivel estático del pozo real coincide realmente con el nivel piezométrico.

7.- ESTUDIO HIDROQUÍMICO DE LAS AGUAS AQUA SOLUM DEL PARAJE PUERTO PINO DE VALENCIA DE ALCÁNTARA (CACERES):

7.1.- Introducción:

El presente estudio se adjunta con el fin de ser adjuntado al expediente de Declaración de Aguas Minero Naturales “Aqua Solum” del paraje Puerto Pino de Valencia de Alcántara (Cáceres).

El estudio hidroquímico ha consistido en:

- Analítica de las aguas.
- Estudio hidroquímico s.l.
- Estudio bacteriológico.

7.2.- Analítica de las aguas:

Se han obtenido muestras tomadas a pie del pozo efectuado en la parcela afectada, y han sido analizadas por el laboratorio LABAQUA, S.A., en Alicante.

En resumen el estudio geoquímico que aquí se contempla se ha tomado de un **análisis hidroquímico** realizado para la Declaración de Agua Minero – natural en Extremadura, con los ensayos requeridos por la legislación vigente.

Se ha tomado la muestra de agua a las 30 horas de iniciar el ensayo de bombeo, ya que a partir de 24 horas de caudal continuo, la toma de muestras es perfectamente válida, además hay que tener en cuenta que se ha habido realizado 24 horas antes del inicio del ensayo de bombeo un aforo de 24 horas que había apurado el pozo, por lo que se puede considerar que la muestra es representativa del sondeo efectuado.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Mencionar que el laboratorio usado en este estudio cuenta con Certificado de la ENAC.

Se han determinado los siguientes parámetros:

Caracteres organolépticos: Color, olor, sabor y turbidez.

Caracteres físico – químicos: Amonio, cloro residual libre, conductividad a 20°C, oxidabilidad, pH, aceites y grasas, cianuros totales, detergentes aniónicos, fenoles, residuo seco y residuo seco a 260°C.

Cationes mayoritarios: Calcio, magnesio, potasio, sílice y sodio.

Aniones: Bicarbonatos, carbonatos, cloruros, nitratos, bromatos, fluoruros y sulfatos.

Metales: Aluminio, fósforo, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo y selenio.

Compuestos orgánicos volátiles: Tetracloroetano, tricloroetano, dicloroetano, triclorobenceno, dicloropropeno, tricloropropano, dibromo, cloropropano, dibromoetano, diclorobenceno, dicloroetano, dicloropropano, triclorobenceno, diclorobenceno, dicloropropano, clorotolueno, bromobenceno, dicloroetano, dicloropropeno, clorobenceno, dibromometano, diclorometano, hexaclorobutadieno, isopropilbenceno, n-butilbenceno, n-propilbenceno, p- isopropiltolueno, sec-butilbenceno, tert-butilbenceno, tetracloeteno, tetracloruro de carbono, trans-1,2-dicloroeteno, trans-1,3-dicloropropeno y tricloroetano.

Trihalometanos: Bromodiclorometano, bromoformo, cloroformo y dibromoclorometano.

BTEX's: Trimetilbenceno, benceno, estireno, etilbenceno, m+p-xileno, o-xileno y tolueno.

Hidrocarburos aromáticos policíclicos: Benzo-a-pireno, fluoranteno, naftaleno, suma de hidrocarburos aromáticos policíclicos, benzo-(g,h,i)-perileno, benzo-b-fluoranteno, benzo-kfluoranteno y Indeno-(1,2,3-c, d)-pireno.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Plaguicidas organoclorados: a-HCH, alaclor, Aldrin, b-HCH, d-HCH, dieldrín, endosulfan I, endosulfan II, endosulfan sulfato, endrín, endrín cetona, heptacloro, heptacloro epóxido, hexaclorobenceno, isodrín, lindano, metoxiclor, quinalfos, suma de isómeros DDD, suma de isómeros DDE y suma de isómeros DDT.

Plaguicidas organofosforados: Cis-clorfeninfos, clorpirifos, diazinón, etión, malatión, metadimofos, metil-paratión, monocrotofobos, ometoato, profenofos, trans-clorfeninfos y triazofos.

Plaguicidas organonitrogenados: Atrazina, cianazina, prometrina, porpazina, secbutilazina, simazina, terbulazina.

Plaguicidas carbamatos: Carbofurano, carbosulfán, mercabam y pirimicarbanato.

Bifenilos policlorados (PCBs, congéneres): Suma de 10 congéneres de PCB.

Fenoles: Pentaclorofenol.

Otros plaguicidas: Acefato, carbofenotión, clortaldimetil, dimetoato, fenitrotión, metildatión, metil-pirifos, metomilo, prometón, simetrina, tetradifón y tiometón.

Parámetros microbiológicos: Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, microorganismos cultivables a 22°C, microorganismos cultivables a 37°C, enterococos, clostridium sulfitorreductores, estreptococos fecales y bacterias coliformes.

La analítica obtenida se presenta en anexos, aunque a continuación se relacionan los componentes analizados que caracterizan al agua.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Caracteres Físico-químico:

Conductividad (a 20 °C).	40,0 μ S/cm.
Temperatura media (toma de muestra).	14° C
Temperatura ambiente:	10,5° C
pH	6,9 U. pH
Residuo seco.	46 mg/l
Residuo seco a 260°C	45 mg/l
Amonio.	< 0,1 mg/l
Cloro residual libre.	< 0,05 mg/l
Oxidabilidad.	< 0,5 mg O ₂ /l
Turbidez.	1,0 UNIF

<i>Balance iónico:</i>	<i>mg/l</i>	<i>mEq/l</i>
------------------------	-------------	--------------

Aniones:

Bicarbonatos.	10,0	0,16
Sulfatos	2,8	0,06
Cloruros	6	0,17
Nitratos	2,0	
Fluoruros.	0,121	
Carbonato.	< 5,00	
Sílice.	14,3	

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

<i>Balance iónico:</i>	<i>mg/l</i>	<i>mEq/l</i>
Cationes:		
Calcio.	<1	0,05
Magnesio.	1,1	0,09
Sodio	4,1	0,19
Potasio	< 1	0,05
Hierro	0,017	
Manganeso	0,002	
Cobre	< 0,002	
Aluminio	0,020	
Antimonio	< 0,002	
Arsénico total	< 0,002	
Bario	0,004	
Boro	< 0,001	
Níquel	< 0,002	
Plomo	< 0,002	
Mercurio.	< 0,0002	
Cadmio	< 0,001	
Cromo.	< 0,002	

7.3.- Representaciones gráficas:

7.3.1.- Introducción:

Para el manejo de datos y la interpretación de los resultados del análisis hidroquímico existe una gama muy alta de representaciones gráficas de los datos extraídos del análisis de las muestras.

Estas representaciones gráficas comúnmente se expresan en diagramas, de estos existen dos alternativas: diagramas individuales (que muestran las propiedades de una sola muestra) y diagramas colectivos que juntan las informaciones de muchas muestras).

Los datos de los elementos mayores han sido plasmados en diagramas hidroquímicos para una mejor comprensión, los diagramas escogidos han sido el Diagrama de Stiff y el de Schoeller – Berkloff. Este tipo de diagramas han sido escogidos para la caracterización hidroquímica debido a que, a diferencia de otros diagramas, este es fácil de entender y muestran claramente la evolución del agua subterránea al plasmarse sobre planos. Y en nuestro caso sirve para conocer la tipología del agua de Aqua Solum.

7.3.2.- Diagrama de Stiff:

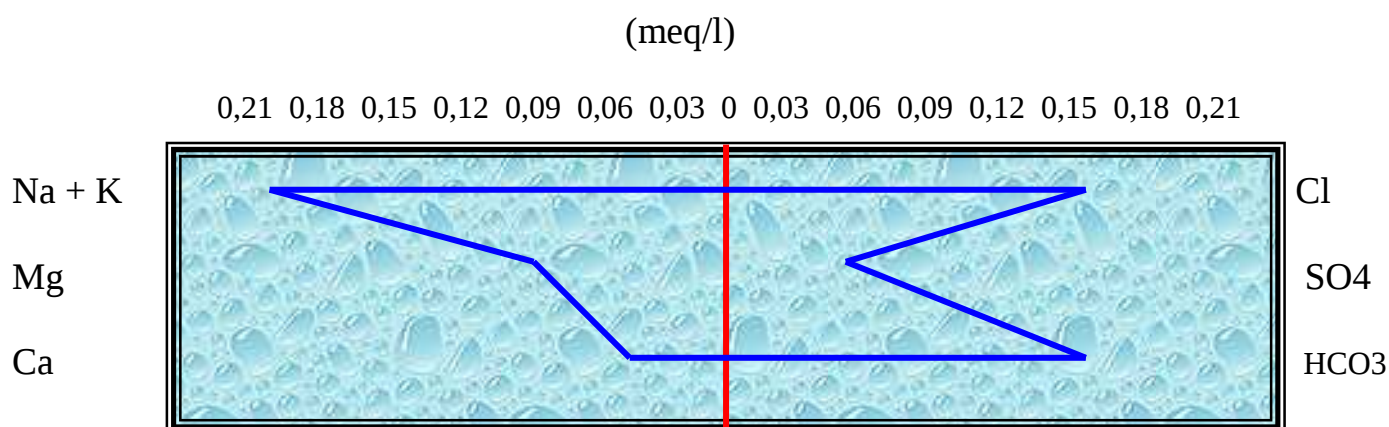
Los diagramas de Stiff son polígonos que sirven para fácilmente identificar la familia de agua que se tiene en un aprovechamiento dado. Estos diagramas se encuentran divididos mediante una línea vertical, quedando los aniones (iones con cargas negativas) de los elementos mayores del lado derecho y los cationes (iones positivos) de los elementos mayores del lado izquierdo. Todas las concentraciones de los iones se encuentran expresadas en miliequivalentes por litro (meq/l) y la escala está en función del contenido en sales, para así facilitar una mejor idea de la magnitud de los iones disueltos en cada una de las muestras

Es decir cuanto más ancho sea el polígono, más mineralizada se encuentra el agua a la que representa. El orden que se tiene para los diagramas del presente trabajo es el siguiente:

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Del lado izquierdo tenemos en el nivel superior la suma de sodio (Na) y potasio (K), en el nivel intermedio se representa la cantidad de magnesio (Mg) y en el nivel inferior se representa el calcio (Ca). Del lado derecho tenemos en el nivel superior el cloruro (Cl), en el nivel intermedio se representa la cantidad de sulfato (SO₄) y en el nivel inferior se representa la cantidad de bicarbonato (CO₃H).

La forma y las dimensiones de los diferentes polígonos nos marcan en gran medida la familia de agua a la que pertenece el agua de la captación realizada en el paraje de Puerto Pino (Futura Agua Minero - natural Aqua - Solum), a continuación es observable el diagrama de Stiff de las aguas muestreadas.



La familia a la que pertenece el agua de la captación de Puerto Pino según el polígono de Stiff es:

Aguas Clorurobicarbonatadas sódicas.

7.3.3.- Diagrama de Schoeller – Berkaloff:

Son diagramas denominados colectivos, ya que en los mismos se representan un conjunto de muestras, a diferencia de los diagramas de Stiff donde se trataban de polígonos individuales.

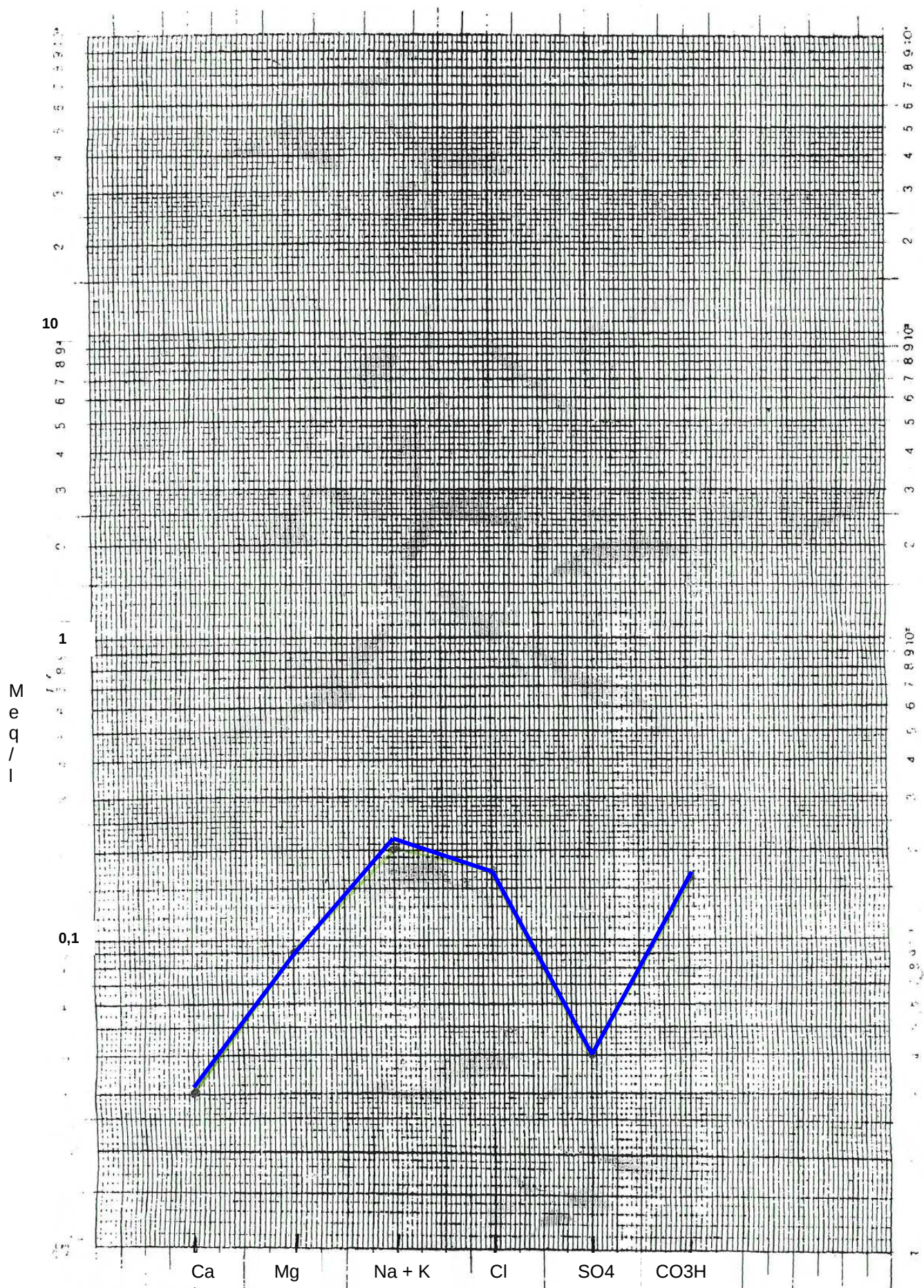
En este tipo de diagramas el agua queda representada por una línea quebrada, en estos diagramas se puede observar como gráficamente se distinguen aguas de la misma “familia”.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Estos diagramas pueden observarse en anexos, los mismos consisten en una representación gráfica en la cual se colocan en una tabla logarítmica en ordenadas los miliequivalentes/litro y en coordenadas del siguiente modo: Ca, Mg, Na + K, Cl, SO₄ y CO₃H.

Como se puede ver en el diagrama anexo se trata de un agua muy poco mineralizada

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)



7.4.- Estudio hidroquímico de las aguas, caracterización del agua de Puerto Pino (Aqua Solum):

7.4.1.- Introducción:

Una vez vistas las determinaciones hidroquímicas de las aguas y estudiada gráficamente el agua de Puerto Pino, pasamos a exponer una serie de conclusiones sobre la hidroquímica del agua.

Según hemos visto en el apartado anterior, la tipología del agua es **Clorurobicarbonatada sódica**; esta tipología está hecha en base a componentes físico-químicos mayoritarios, sin embargo **el compuesto mayoritario en el agua es la sílice**.

Esta agua tiene un pH neutro (6,9) y tiene un componente salino muy escaso. Los contenidos en sulfatos son muy bajos y el anión mayoritario (bicarbonatos) tiene contenidos similares a aguas minerales envasadas como son Los Riscos o Aquarel Las Jaras.

En lo que respecta a los cationes manifiestan contenidos bajos a moderados en estos, constituyendo **un agua muy “pura”**, los contenidos mayoritarios son el sodio, apareciendo el magnesio y el calcio en menor medida.

El agua de Puerto Pino tiene un residuo seco de 46 mg/l, uno de los más bajos de las aguas minerales extremeñas, esto nos indica que se trata de un agua de **mineralización muy débil**.

Se conocen como aguas oligominerales. Aquellas donde la mineralización es inferior a 1 g/l, lo cual es nuestro caso. Dentro de este tipo de agua se considera oligomineral de mediana mineralización (0.2-1 g/l), pero sin considerárseles factores mineralizantes especiales.

Esta agua tiene a la sílice como compuesto mayoritario y una mineralización muy débil. Todas estas características indican que la circulación del agua es solamente por cuarcitas, un material silíceo y muy resistente a la corrosión química por lo que el contenido de aniones y cationes disueltos en el agua es mínimo.

En resumen el agua de Puerto Pino (Aqua Solum) puede ser considerada como aguas pertenecientes a la familia de las clorurobicarbonatadas sódicas, oligominerales, de mineralización muy débil, hipotónicas. Su componente mayoritario es la sílice y sus componentes minoritarios son: los bicarbonatos, el cloro y el sodio; en pequeña cantidad se encuentran: magnesio, calcio, sulfatos, potasio.

Por su contenido en calcio y en magnesio ha de calificarse como agua muy fina (muy blanda).

7.4.2.- Otros elementos:

Además de los elementos estudiados y analizados, existen otros menores que a pesar de no ser representados gráficamente hasta ahora, si que nos indican una serie de hechos a tener en cuenta a la hora de conocer el origen del agua y posibles afectividades y/o contaminaciones que pudiera sufrir.

Estos elementos son: Nitratos, sílice, hierro, manganeso, cobre, estroncio, amonio, nitritos, entre otros; la mayoría de estos elementos denominados menores a los que se le han efectuado análisis no revelan ningún hecho de interés ya que mantienen valores muy bajos por lo que no resultan elementos diferenciadores ni indicadores de nada, sin embargo como posteriormente veremos el contenido en hierro es anómalamente alto, y sobre todo el de la sílice.

A continuación pasamos a analizar los resultados de los elementos menores más característicos:

a.- Sílice:

Los valores de la sílice disuelta en el agua de Puerto Pino son de 14,3 mg/l. Estos contenidos en sílice son altos, si se compara con otras aguas similares, siendo el componente iónico mayoritario en esta agua. Este hecho nos indica que el agua analizada ha tenido que circular por una formación con alto contenido en sílice, lo cual nos viene a decir que esta sílice proviene del lavado y disolución de la cuarcita armoricana ordovícica de puerto Pino. Conociendo el bajo grado de solubilidad del material silíceo prospectado, el contenido en sílice y la mineralización del agua, se puede afirmar que el agua discurre únicamente por la formación anteriormente referida.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

b.- Nitratos:

Los nitratos son sales muy solubles y por lo tanto es muy difícilmente precipitable. Los valores de nitrato disuelto en el agua de Aqua Solum son de 2 mg/l.

Estos valores de nitrato son bajos y por tanto están dentro de los límites marcados por la Reglamentación Técnico-Sanitaria para las Aguas Envasadas (R.D. 1164/1991), lo que nos viene a decir que la contaminación del agua es nula, y no se aprecian signos de contaminación por nitratos.

c.- Hierro y manganeso:

En este apartado se va a hablar del hierro existente en las aguas de Puerto Pino que presentan valores muy bajos.

Los valores del hierro disuelto en el agua de La Dehesilla es de 0,017 mg/l y del manganeso 0,002 mg/l. Estos compuestos pueden provenir principalmente del lavado de diacclas dentro de la cuarcita ordovícica, en las que se observan pátinas ferruginosas precipitadas en alguna fisuras que es conducida a través de la red de fracturación hasta la zona de recarga.

7.4.3.- Temperatura:

La temperatura es de 14° C tomados el día del muestreo, en el que la temperatura ambiente era de 10,5 °C y la humedad relativa del 52 %. En el grupo de las aguas oligominerales, atendiendo a su temperatura, este tipo de agua son reconocidas como **aguas acratopegas** (con menos de 20 °C).

7.5.- Análisis Bacteriológico, plaguicidas y otros:

7.5.1.- Determinaciones bacteriológicas:

Las determinaciones realizadas son las exigidas en el pliego de condiciones del presente Estudio Hidrogeológico, los análisis efectuados son: Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, microorganismos cultivables a 22°C, microorganismos cultivables a 37°C, enterococos, clostridium sulfitorreductores, estreptococos fecales.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Se han efectuado dos analíticas en dos laboratorios diferentes, y ello es debido, a que este tipo de determinaciones requieren de comparativas para desechar cualquier posibilidad de contaminación.

Los resultados de los análisis son los siguientes:

PRIMERA MUESTRA (Analizada en LABAQUA, S.A.):

Análisis bacteriológico:

Coliformes totales.	0 ufc en 250 ml.
Bacterias aerobias a 22°C.	1 ufc/ml.
Bacterias aerobias a 37 °C	0 ufc/ml
Estreptococos fecales.	0 ufc en 250 ml.
Escherichia Coli.	0 ufc en 250 ml.
Escherichi Coli a 44°C	0 ufc en 250 ml.
Clostridios sulfito-reductores.	0 ufc en 50 ml.
Pseudomonas aeruginosa	0 ufc en 250 ml.
Clostridium perfringens	0 ufc en 100 ml.
Enterococos	0 ufc en 250 ml.

- ufc: Unidades formadoras de colonias

SEGUNDA MUESTRA (Analizada en Laboratorio Agroalimentario de la Junta de Extremadura)

Análisis bacteriológico:

Coliformes totales.	< 1 ufc en 250 ml.
Gérmenes totales a 22°C.	< 1 ufc/ml.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Microorganismos a 36 °C	< 1 ufc/ml
Estreptococos fecales.	< 1 ufc en 250 ml.
Salmonella sp.	Ausencia en 250 ml
Escherichia Coli.	< 1 ufc en 100 ml.
Clostridios sulfito-reductores (esporas).	< 1 ufc en 50 ml.
Pseudomonas spp	< 1 ufc en 250 ml.
Clostridium perfringens	< 1 ufc en 100 ml.
Enterococos	< 1 ufc en 250 ml

- ufc: Unidades formadoras de colonias

Según los resultados analíticos obtenidos demuestra que esta agua esta carente de contaminación microbiológica siendo completamente apta para su consumo.

7.5.2.- Plaguicidas y otros:

Dentro de los análisis químicos efectuados se han efectuado analíticas a plaguicidas (individuales), plaguicidas (totales), PAH, selenio, tetracloroetano, trocloroetano, total trihalometanos.

Los resultados de los mismos se exponen en anexos.

En relación a los compuestos orgánicos volátiles (dicloroetano, tetracoloroetano, mezcla de tricloroetano y tetracloroetano, y triclororteno) los resultados son por debajo de los límites de detección de los mismos, o sea por debajo de los límites permitidos por la reglamentación técnico – sanitaria.

Los trihalometanos (suma de trihalometanos, bromodiclorometano, bromoformo, cloroformo y dibromoclorometano) tiene valores por debajo de los límites de detección de los mismos, o sea por debajo de los límites permitidos por la reglamentación técnico – sanitaria.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

El contenido en benceno es de $< 0,2 \mu\text{g/l}$, por debajo de los límites permitidos por la reglamentación técnico – sanitaria.

En lo que se refiere a los hidrocarburos aromáticos policíclicos (benzo-a-pireno, suma de hidrocarburos aromáticos policíclicos, benzo-(g,h,i)-perileno, benzo-b-fluoranteno, Benzo-k-fluortanteno e indeno-(1,2,3-c,d)-pireno) tienen valores por debajo de los límites de detección de los mismos, o sea por debajo de los límites permitidos por la reglamentación técnico – sanitaria.

En el caso de los plaguicidas (a-HCH, Aldrin, ametrina, atrazina, b-HCH, d-HCH, diazinón, dieldrín, endosulfan I, endosulfan II, endosulfan sulfato, endrín, endrín cetona, etión, heptacloro, heptacloro epóxido, lindano, metil-paratión, metoxiclor, p,p'-DDD, p,p'-DDE, p,p'-DDT, paratión, prometrina, propazina, simazina, terbutilazina, terbutrina y trietazina) tienen valores por debajo de los límites de detección de los mismos, o sea por debajo de los límites permitidos por la reglamentación técnico – sanitaria.

Por último en lo respecta a los bifenilos policlorados (PCBs, congéneres), al igual que en los casos anteriores, tienen valores por debajo de los límites de detección de los mismos, o sea por debajo de los límites permitidos por la reglamentación técnico – sanitaria.

7.5.3.- Conclusiones:

En base a estos resultados obtenidos se clasifica el agua como potable, bacteriológicamente considerada. El agua por tanto, cumple con las características microbiológicas establecidas por la Reglamentación Técnico-Sanitaria para las Aguas de Bebida Envasadas, ya que tienen ausencia total de coliformes, pseudomonas, cloristridios, etc, en los rangos marcados por la ley vigente, así mismo tiene ausencia de contaminación de plaguicidas, bifenilos policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, benceno, trihalometnos y compuestos orgánicos volátiles, por todo ello el agua es desde el punto de vista de los elementos analizados en este capítulo apta para el uso de aguas medicinales.

7.6.- Conclusiones:

Las conclusiones a la analítica efectuada son las siguientes:

- Ausencia de contaminación bacteriológica; por lo que respecta a estos parámetros las aguas cumplen los requisitos de potabilidad necesarios para poder ser declaradas como minero - natural
- Los componentes físico-químicos considerados como tóxicos o peligrosos, y aquellos en los que la concentración queda restringida a unos límites máximos, se encuentran en todos los casos ausentes, o en concentraciones inferiores a los límites establecidos; por lo que respecta a estos parámetros las aguas cumplen también los requisitos necesarios para poder ser declaradas como minero - natural.
- Los compuestos orgánicos volátiles, trihalometanos, BTEX's, hidrocarburos aromáticos policíclicos, así como los plaguicidas organoclorados, plaguicidas organofosforados, plaguicidas organonitrogenados, plaguicidas carbamatos, bifenilos, fenos y el resto de plaguicidas, todos ellos considerados como tóxicos o peligrosos; se encuentran en todos los casos ausentes, o en concentraciones inferiores a los límites establecidos; por lo que respecta a estos parámetros las aguas cumplen también los requisitos necesarios para poder ser declaradas como minero - natural.
- Los componentes físico-químicos mayoritarios de las aguas del agua de Puerto Pino (Aqua Solum) muestran que se trata de aguas pertenecientes a la familia de las **clorurobicarbonatadas sódicas, oligominerales, de mineralización débil, hipotónicas**. Su componente mayoritario es **la sílice** y sus componentes minoritarios son: los bicarbonatos, el cloro y el sodio; en pequeña cantidad se encuentran: magnesio, calcio, sulfatos, potasio. Por su contenido en calcio y en magnesio ha de calificarse como **agua muy fina (muy blanda)**. Las características físico-químicas cuadran perfectamente con las geológicas-hidrogeológicas de la cartografía de la zona efectuada (ver anexos).

8.- MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL MANANTIAL Y ZONA CIRCUNDANTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN Y AFECCIÓN DE POTENCIAL HÍDRICO, DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE MÁXIMA DE PROTECCIÓN:

8.1.- Introducción:

La contaminación de los acuíferos se produce cuando entran a formar parte del mismo elementos contaminantes, estos pueden ser de dos tipos: elementos que constituyen contaminación por si solos, en este apartado estarían incluidos principalmente los contaminantes orgánicos como: plaguicidas, detergentes, coliformes, coliformes fecales, Escherichia coli, estreptococos fecales, cloristridios sulfito-reductores, pseudomonas aeruginosa, salmonella, etc.. El otro tipo son elementos que no causan contaminación por si solos pero que en el caso de que se tengan altas concentraciones puede provocar contaminaciones importantes, estos son por ejemplo: Nitratos, nitritos, amonio, cobre, cromo y otros.

En el presente apartado se pretende establecer dentro del futuro Perímetro de Protección de las aguas Aqua Solum una zona de máxima precaución. Se evaluará así mismo el posible riesgo de contaminación que podría correr el acuífero, se estudiará el área en el cual podría existir una potencial afectividad sobre las futuras aguas del pozo en lo que se refiere a la cantidad de agua existente, se investigará la vulnerabilidad del acuífero, y se definirá la zona circundante contra la contaminación, así mismo se hablarán de las medidas de protección del manantial más oportunas a tomar.

8.2.- El Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas:

8.2.1.- Introducción:

La calidad natural de las aguas subterráneas, entendiendo como tal su composición original, es producto de la interacción del agua de infiltración y de los materiales con los que entra en contacto durante el ciclo hidrogeológico.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Determinados factores externos, principalmente de actividades antrópicas, como podría ser en este caso las actividades agroganaderas, pueden provocar alteraciones en dicha composición al introducir sustancias ajenas susceptibles de modificar su naturaleza original.

Las aguas procedentes de la captación de Puerto Pino son de una excelente calidad química ya que presentan muy bajos contenidos salinos debido a los caracteres hidrogeológicos que presenta. El desarrollo de actividades agroganaderas y otras potencialmente contaminantes puede provocar que en el acuífero del que se nutre la captación, objeto de este estudio, sea posible los procesos de contaminación. El problema principal que puede presentar en un futuro esta agua, si no se pone proteje, es la presencia de elevadas concentraciones de compuestos nitrogenados y microbiológicos producidos por actividades antrópicas.

Los mecanismos por los que un agente contaminante puede alcanzar el acuífero de Puerto Pino y propagarse por él son múltiples y en ocasiones muy complejos, pero los mecanismos más factibles consisten en la infiltración de aguas de lluvia que disuelven, lixivian y arrastran abonos, pesticidas y purines al interior del macizo cuarcítico, todos estos contaminantes harían crecer de sobremanera la concentración de nitratos en el agua de Aqua Solum.

El flujo del agua y el transporte de contaminantes desde la superficie del suelo al nivel freático tiende a ser un proceso lento en muchos acuíferos, esto significa que puede tomar muchos años, aún décadas, antes que se detecten los efectos de un episodio de contaminación por un contaminante persistente en explotación; esto nos viene a decir que si se empiezan a desarrollar actividades antrópicas potencialmente contaminantes en el entorno de la captación de Puerto Pino, es posible que inicialmente no se detecte esa contaminación pero es factible que aparezca en futuro a medio plazo.

8.2.2.- *Tipos de contaminantes posibles:*

Entre los constituyentes inorgánicos presentes en las Aguas de Aqua Solum y nombrados en las recomendaciones como adversos para la salud humana, se encuentra el nitrato y compuestos nitrogenados como el más ampliamente distribuido y problemático por su alta movilidad y estabilidad en sistemas aeróbicos de aguas subterráneas.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Si bien mencionar en este punto que actualmente el nitrato y otros constituyentes de importancia organoléptica o estética, tales como el cloro, sulfato, sodio, hierro y manganeso, se encuentran en niveles de muy bajos a aceptables, además tienen un origen natural, no se aprecian valores anómalos que pudieran indicarnos contaminación alguna futura.

En lo que se refiere a constituyentes orgánicos, se debe reconocer que las recomendaciones no cubren aún el rango de compuestos orgánicos sintéticos que sean conocidos como contaminantes potenciales del agua ya que no existe suficiente evidencia médica para establecer valores consistentes. Aquellos compuestos orgánicos que representan la mayor amenaza a la calidad de las aguas subterráneas y a la salud humana en definitiva, son ciertos tipos de hidrocarburos halogenados, de grupos alifáticos y aromáticos, en nuestro caso actualmente los valores son prácticamente nulos, y no parece ser que actualmente sea un contaminante a tener en cuenta.

Los pesticidas enumerados en las guías de OMS experimentan una fuerte sorción en el suelo y resulta improbable que puedan contaminar las aguas subterráneas, no obstante se han realizado muy pocas investigaciones y analíticas sobre el tema y a pesar de que su presencia es prácticamente nula en las aguas si que se debería de impedir cualquier aplicación de plaguicidas en las inmediaciones del acuífero.

En lo que respecta a la contaminación microbiológica, la actual recomendación de la OMS indica que un abastecimiento debería ser considerado no satisfactorio si se detectan las bacterias indicadoras (coliformes fecales) en cualquier muestra de 100 ml. Este es junto con la contaminación por nitratos uno de las máximas preocupaciones que pueden deparar las actividades objeto del presente estudio.

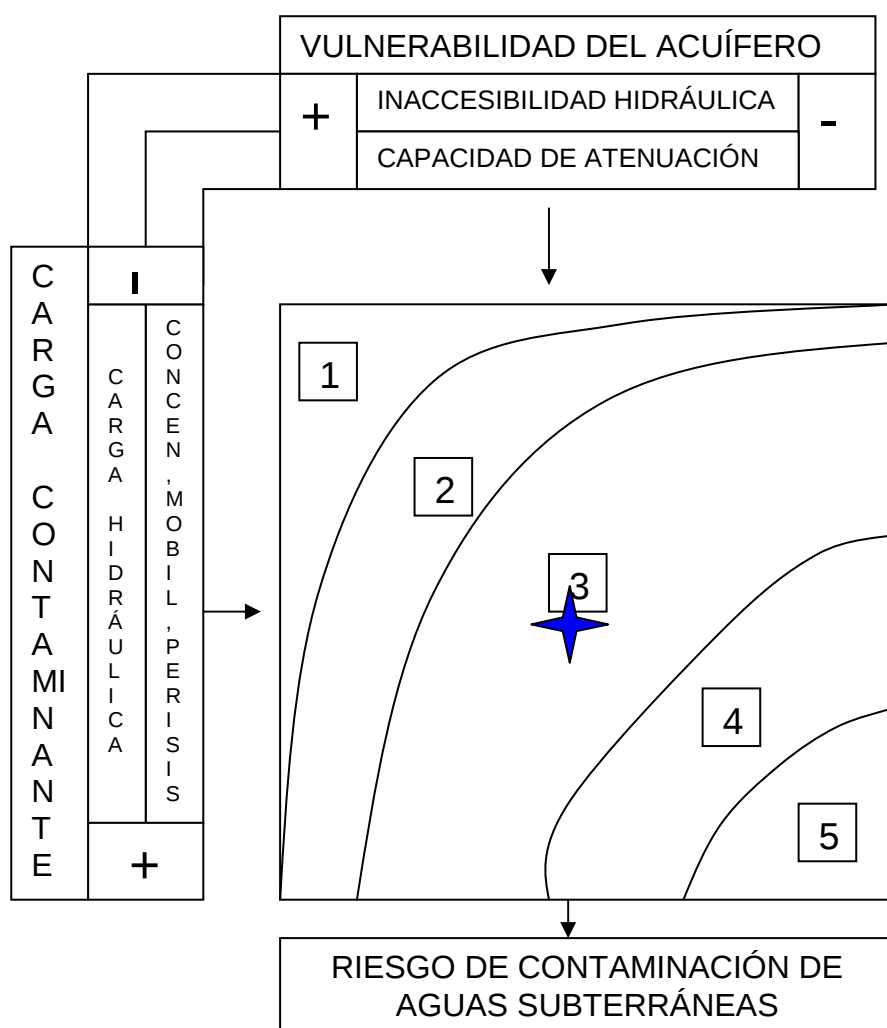
En la actualidad debido a la ausencia de actividades antrópicas potencialmente contaminantes (principalmente agroganaderas), estos últimos elementos contaminantes está exentos en el agua de Aqua Solum, pero hay que proteger el acuífero para que estos contaminantes no lleguen al acuífero.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

8.2.3.- Concepto fundamental del riesgo de contaminación:

8.2.3.1.- Introducción:

La definición más lógica del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas es concebido como la interacción entre la carga contaminante y la vulnerabilidad del acuífero.



- 1.- MUY BAJO
- 2.- BAJO
- 3.- MODERADO
- 4.- ELEVADO
- 5.- EXTREMO

Esquema conceptual del riesgo de contaminación de aguas subterráneas

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

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.

En nuestro caso como podemos ver en la gráfica tenemos por el tipo de formación geológica que alberga al acuífero, una mediana accesibilidad hidráulica, por lo que con poca carga contaminante puede conferir un riesgo moderado de contaminación, en el caso de que aumente la carga contaminante, producidos por potenciales actividades antrópicas contaminantes; tendremos un riesgo elevado en años venideros, como no se tomen las medidas oportunas de evitar tales actividades en el entorno de ubicación del pozo.

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

El término riesgo de contaminación se define como la probabilidad de que las aguas subterráneas se contaminen con concentraciones por encima de los valores recomendados por la OMS para la calidad de agua de consumo humano.

Otro de los conceptos a tener en cuenta es el de zona no saturada y el de napa freática, la zona no saturada está formada por partículas sólidas, poros llenos de aire y agua en proporción constantemente variable, mientras que la napa freática es la zona saturada de agua, todos los poros están llenos de agua. Desde el punto de vista de la contaminación un contaminante empieza a ser preocupante al llegar a la napa freática ya que en ese momento se incorporaría al agua, en este caso al agua de la captación de Puerto Pino, la zona no saturada adicionalmente, en el caso de contaminantes persistentes y móviles, como es el caso de los nitratos, simplemente causa un gran retardo a su llegada a la napa freática, sin ninguna atenuación beneficiosa. En otros tipos de contaminantes la zona no saturada atenúa la acción perniciosa de los mismos, el grado de dicha atenuación dependerá del tiempo de recorrido o residencia en la zona no saturada, los tipos de contaminantes que entrarían en esta última categoría serían los de origen orgánico y pesticidas.

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 fisuras.

Teniendo en cuenta esto último y aplicándolo a nuestro caso en concreto, en el que tenemos formaciones de cuarcitas muy fisuradas y con estratificación vertical, la variación puede ser dramática ya que por los macroporos y fisuras pueden retener y conducir agua solamente a muy bajo potencial hídrico. Mientras que las tasas de flujo natural en la zona no saturada de casi todas las formaciones no exceden de 0,2 mt/día a corto plazo, y menos aún promediadas a periodos más largos, la tasa del flujo de agua y de la penetración de algunos contaminantes en formaciones fisuradas, como es nuestro caso, pueden estar en un orden de magnitud mucho más alto cuando existe una carga hidráulica importante. Este es un factor clave en la determinación del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas que pudieran sufrir las aguas de Aqua Solum ya que al tener una tasa de flujo mucho más alta superior a 0,2 metros al día, debido a las características hidrogeológicas del acuífero implica que el tiempo de tránsito que tarda un contaminante en llegar al acuífero puede ser más corto que en otro tipo de formaciones, en tal caso la contaminación microbiológica y bacteriológica adquiere importancia; ya que si en otro tipo de acuíferos el tiempo de transito generalmente es superior al periodo de vida y por tanto de contaminación de un determinado contaminante microbiológico, en nuestro caso puede ser que este tiempo de transito no sea el suficiente para que un supuesto contaminante llegue al acuífero y pueda formar colonias. En posteriores apartados y en anexos se hablará de la perdurabilidad de los contaminantes orgánicos e inorgánicos.

8.2.3.2.- Caracterización de carga contaminante al subsuelo:

Se le debe dar mucha más consideración a la carga contaminante al subsuelo generada por actividades humanas en las superficie, por actividades agroganaderas principalmente.

Es fundamental la división entre la contaminación por fuentes puntuales (que son fáciles de identificar) y por fuentes difusas. Las fuentes puntuales de contaminación son los asentamientos ganaderos ubicados en los alrededores de captaciones; las fuentes difusas son las proporcionadas por actividades agrarias con el uso de fertilizantes, pesticidas, etc.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

El cultivo y manejo agrícola del suelo y las actividades ganaderas ejercen una gran influencia en la calidad de las aguas subterráneas y tienen un control muy importante en las tasas de recarga del acuífero.

Algunas prácticas de uso agrícola del suelo son capaces de causar una seria contaminación difusa de las aguas subterráneas por nutrientes y/o pesticidas, especialmente en condiciones hidrogeológicas favorables para que ello ocurra, como es nuestro caso. Las prácticas ganaderas son capaces de causar una seria contaminación puntual de las aguas subterráneas por los purines y excretas, especialmente en condiciones favorables para que ello ocurra, como es nuestro caso.

Los factores que determinan la tasa de lixiviación de compuestos nitrogenados (nitratos, nitritos, amonio), sales y contaminante microbiológicos, de los suelos cultivados y de los suelos afectados por contaminación ganadera son complejos. El alcance más lógico es considerar el suelo como parte del sistema de producción agroganadero, a intentar caracterizar la carga contaminante lixiviada que se infiltra al agua subterránea. Varios de los factores son muy difíciles de determinar, especialmente la proporción de drenaje artificial y las tasas de irrigación en exceso. Sin embargo, el factor más desconocido es la cantidad de nitratos, pesticidas y contaminantes microbiológicos lixiviados, que es una función compleja de la interacción entre el régimen climático y de irrigación con el sistema de suelo.

La determinación de la tasa de lixiviación de contaminantes causa muchos problemas y en nuestro caso es muy difícil de determinar. En lo que se refiere al nitrato se tendría que estimar directamente para una práctica de cultivo dada o para un número de cabezas y tipo de ganado. Las prácticas ganaderas intensivas pueden provocar altas tasas de lixiviación de nitratos aunque son muy difíciles de predecir cuantitativamente, por lo que habrá que evitar que se instalen en las cercanías del acuífero de Puerto Pino.

Las actividades ganaderas existentes en la zona son de ámbito muy localizado y están considerablemente alejadas del entorno de la captación.

8.2.3.3.- Caracterización de la vulnerabilidad del acuífero:

Los principales factores que controlan la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación son: el grado de confinamiento del acuífero, la profundidad de la napa freática o del acuífero, el contenido de humedad de la zona no saturada, conductividad vertical hidráulica, la distribución del tamaño de grano y fisura en la zona no saturada, la litología de la zona no saturada y las características hidrogeológicas del acuífero. Además hay que tener en cuenta el tipo de contaminante, nivel piezométrico, grado de alteración, etc.

En función de todos los factores se aporta una descripción de la vulnerabilidad hidrogeológica a la contaminación de los diferentes tipos de materiales existentes en la zona; teniendo en cuenta que la actividad productora más probable de supuesta contaminación sería la agroganadera:

a.- Unidad de Villar del Rey:

Se localiza al Sur del área de investigación, son materiales pertenecientes al Precámbrico, esta Unidad pertenecen a la Zona de Ossa-Morena:

a.1.- Precámbrico Superior:

Son básicamente una sucesión de esquistos, pizarras, grauwackas y esquistos biotíticos, que intercalan pasadas de conglomerados y de cuarcitas negras.

Se trata de terrenos poco vulnerables y no vulnerables en su mayoría, debido a la baja permeabilidad, gracias a la abundancia en materiales arcillosos que tienen en su composición la mayoría de las rocas. Existen ciertas zonas de vulnerabilidad medio-alta, en las intercalaciones de las cuarcitas negras y en las pasadas de conglomerados, ya que las cuarcitas presentan una alta porosidad y por lo tanto permeabilidad por fracturación y los conglomerados ídem por su carácter detrítico.

b.- Unidad de San Mamede – La Codosera:

Por la exploración de campo efectuada y por la geofísica realizada, el acuífero que alimenta a los manantiales de Agua de Aqua Solum el que constituye la Formación Cuarcítica Armoricana. Esta Unidad pertenece a la Zona Centro-Ibérica

b.1.- Arenig:

Es la base de la sierra de Puerto Pino y es la formación donde se encuentra ubicado el acuífero de Aqua Solum; aparece ocupando una gran extensión al suroeste de la parcela afectada, de hecho el perímetro de protección que se propone se establece en base a los afloramientos cuarcíticos de la zona. Los materiales que forman este conjunto son principalmente ortocuarcitas, que son unos materiales muy resistentes a la meteorización mecánica y química, de ahí que la mayoría de los resaltes sean de cuarcita ya que es el material que mejor ha resistido el embate de la erosión.

Desde el punto de vista litológico la formación está formada por un potente conjunto de ortocuarcitas blancas, de aspecto masivo aunque se presentan ciertos paquetes bandeados a techo de la formación, presenta estratificación subvertical (70° a 85° de buzamiento), lo que facilita de sobremanera la infiltración del agua lluvia.

La alineación de estos materiales es Noroeste-Sudeste, el afloramiento tiene unos 300.000 m² de superficie y la potencia de estos materiales es heterogénea no obstante en la Sierra de Puerto Pino se intuye que se alcanzan espesores superiores a los 250 metros.

Se trata de terrenos muy vulnerables al tener una alta permeabilidad por fisuración y por la estratificación vertical de sus estratos, careciendo de protección ante la infiltración, las cuarcitas presentan una alta porosidad y por lo tanto permeabilidad por fracturación y presentan un alto grado de vulnerabilidad principalmente ante contaminantes como pueden ser los nitratos y los contaminantes de tipo bacteriológicos (coliformes fecales pe.), producidos por potenciales actividades ganaderas y agrícolas.

b.2.- Ordovícico Basal:

Esta formación aparece a muro de la anterior, se la puede observar al nordeste de la parcela afectada.

Se trata de una facies distinta a las cuarcitas del Arenig. Consisten en cuarcitas areniscosas ferruginosas de colores cremas, rojizos y marrones, depende del grado de oxidación, con altísimo contenido en hierro en los contactos litológicos y en la cercanía a las zonas de fracturación. Presentan interestratificaciones de pizarras, limolitas y grauwackas, estas cuarcitas areniscosas están en contacto con las ortocuarcitas y pasan desapercibidas, porque constituyen las laderas de las lomas por donde discurren las cuarcitas del Arenig.

En definitiva se trata de un conjunto de niveles areniscosos muy ferrigitizados que alternan con centimétricos niveles pizarrosos con un grado de seriticización alto; la ferrigitización de estas areniscas es a través de las fracturas y de los contactos litológicos.

Se trata de terrenos con una vulnerabilidad media-baja, debido a la baja permeabilidad de la mayoría de las rocas. Las zonas de vulnerabilidad más alta se encuentran en las intercalaciones de las cuarcitas areniscosas y las pizarras, ya que las cuarcitas presentan una alta porosidad y por lo tanto permeabilidad por fracturación.

Se ha efectuado al nordeste de la captación objeto de este estudio, otra captación que ha dado altos contenidos en hierro, de modo que puede ser considerada como aguas ferruginosas, el agua localizada en esta segunda captación.

b.3.- Ordovícico-Silúrico:

Sobre las cuarcitas del arenig se encuentran unas pizarras ampelíticas negras, que han sido datadas en la zona próxima de Portugal como Wenlockiense por la fauna de graptolites que contienen. No obstante, no existe razón para limitar su edad a ese piso; no se ha observado discontinuidad entre la cuarcita arenigiense y estas filitas, sino, por el contrario, una facies de transición entre ambas. Suponemos, por estos, que este tramo representa al resto del Ordovícico y a una parte importante del Silúrico.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Esta formación aparece en contacto con las cuarcitas areginienses en el punto situado más al este de la parcela, de hecho es la formación que ha atravesado el sondeo antes de llegar a los 12 metros a las cuarcitas arenigienses donde se localiza el acuífero.

Se trata de terrenos no vulnerables en su mayoría, debido a la baja o inexistente permeabilidad que posee, desde el punto de vista hidrogeológico son materiales impermeables que no suelen formar acuíferos. Estos se presentan tan sólo en filones de cuarzo, que son materiales con un comportamiento mucho más frágil y ante el plegamiento y fracturación desarrollan porosidad por fracturación, la baja permeabilidad en general de esta formación se debe a la abundancia en materiales arcillosos que tienen en su composición la mayoría de las rocas.

c.- Cuaternario de depósitos recientes:

En este grupo están representados los materiales aluviales, coluviales y detríticos de vertiente en general. Todos ellos del Holoceno.

En la cartografía se han diferenciado como aluviones los depósitos de fondo de valle de ríos y arroyos cuya corriente adquiere cierta importancia, pudiéndose separar éstos de los aportes laterales por gravedad.

Sin embargo, en la mayor parte del perímetro de protección, con una topografía plana y una red de drenaje incipiente, esta diferenciación no ha sido posible, agrupándose como detríticos de vertiente al conjunto de aluviones, coluviones y a una delgada capa edafizada y homogeneizada por procesos de cultivo.

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

Estos materiales son observables en las faldas de los escarpes cuarcíticos de La Portilla, Mirasierra de los Ángeles y de la Sierra de Peñas de Puerto Roque.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

En general son terrenos muy vulnerables por presentar cuando menos permeabilidades medias por porosidad generada por el carácter detrítico de la formación. No obstante al tratarse de una formación de escaso espesor, el cuaternario holoceno no puede ser considerado como una Unidad Hidrogeológica digna de mención; y ello a pesar de su alto porcentaje en fracción arena con respecto a la fracción arcilla o limo, muy superior a 1.

Esto último facilita de sobremanera la infiltración del agua de lluvia con posterior deposito en el contacto con el zócalo que actúa como pantalla impermeable o permeable (en función del carácter hidrogeológico de la formación suprayacente). De todos modos el escaso espesor del seno cuaternario provoca que la componente evapo-transpiración adquiera una gran importancia y como consecuencia de ello el agua infiltrada termina evapo-transpirándose en un escaso periodo de tiempo. Con esta premisa se me antoja un ejercicio fútil el hablar de la vulnerabilidad de este material.

8.2.4.- Resumen:

En resumen mencionar que el acuífero del que se nutre la captación de Puerto Pino (Aqua Solum) es moderadamente vulnerable debido básicamente a dos motivos:

a.- Naturaleza de la zona no saturada: Como ya se ha mencionado la zona no saturada lo que provoca, a efectos de la contaminación, es un retardo en el tiempo de transito de llegar un contaminante al acuífero, en nuestro caso este retraso es reducido ya que si bien en la zona del sondeo las pizarras ordovícicas son impermeables y por tanto retarda el tiempo de tránsito, en cambio un contaminante que se infiltre en las peñas de Puerto Pino puede llegar rápidamente al acuífero, ya que la litología de la zona (cuarcitas) es muy permeable, con lo cual el retraso producido es casi inexistente.

b.- Tipo de acuífero: Teniendo en cuenta que en nuestro caso en concreto, en el que tenemos formaciones cuarcíticas muy fisuradas y alteradas, la variación puede ser dramática ya que se puede conducir agua a muy bajo potencial hídrico.

8.3.- Medidas de protección de la captación y zona circundante contra la contaminación y afectividad de otras captaciones:

Para hacernos una idea del área de influencia que podría tener el acuífero del que se nutre la captación de Puerto Pino (Aqua Solum) para evitar una supuesta contaminación o bien la afectividad sobre la cantidad de agua por otras captaciones, vamos a establecer un cálculo teórico:

Vamos a tratar de calcular el radio ideal de la zona circundante contra la contaminación de la captación y la afección a la cantidad de agua del acuífero captado, esto se hará partiendo de los datos que poseemos del mismo y de otros datos teóricos extrapolados a aquel.

La ecuación a emplear es una ecuación volumétrica que calcula el volumen de agua que llegará a la captación en un tiempo determinado, que será considerado necesario para eliminar o disminuir la transmisividad hasta un nivel admisible.

Al tratarse de un acuífero que no es homogéneo ni isótropo, el cálculo del radio exacto se antoja harto complicado, por lo tanto vamos a suponer que tenemos un acuífero detrítico homogéneo en el que no existen direcciones privilegiadas de flujo. En tal caso la ecuación volumétrica es la siguiente:

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

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

$$m_e H \pi R^2 = \text{Volumen del agua contenido}$$

Por lo tanto

$$R = \sqrt{\frac{Q_t}{m_e H \pi}}$$

Siendo:

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Q = Caudal constante.

t = Tiempo de tránsito hasta la captación.

Me = porosidad eficaz del acuífero.

H = espesor saturado de la captación.

R = Radio del perímetro de protección.

El calcular el radio del área de protección contra la contaminación y contra una supuesta afectividad de otras captaciones, del acuífero extrapolando datos de un acuífero detrítico se hace en base a que la transmisividad de un acuífero detrítico.

El caudal de la captación se espera que sea de 50.000 m³/año.

Porosidad eficaz: 0,3

Espesor saturado: vamos a dar la profundidad máxima de la captación efectuada de 40 metros.

Tiempo: vamos a calcular la transmisividad para un periodo de 30 años.

$$R = \sqrt{\frac{50.000 \times 30}{0,3 \times 40 \times 3,1416}} = \sqrt{\frac{1.500.000}{37,67}} = 199,54 \text{ metros}$$

Esta distancia de 199,54 metros, que es el protoradio del área de protección, es un dato meramente orientativo, 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, el cual no es nuestro caso. No obstante si que nos da una idea de cual podría ser el área de influencia sobre esta captación.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Además de delimitar esta área de protección se ha impermeabilizado el acuífero para evitar que lleguen contaminaciones a la napa freática para ello, como ya se ha mencionado en anteriores apartados la captación a aprovechar se encuentra protegida de posibles contaminaciones procedentes de la superficie del terreno, por la instalación de una solera de 50 cm. de espesor (profundidad del suelo en la zona hasta llegar a las pizarras impermeables). Además de esta protección está cubierto con una caseta prefabricada de hormigón.

Los 200 metros (aproximadamente) de radio aplicados en el cálculo teórico sirven en cierta medida para un potencial riesgo de contaminación, si bien al existir una conexión del acuífero con las cuarcitas circundantes, es preciso proteger todo el entorno cuarcítico inmediato, para ello se propone un perímetro de protección que pasamos a describir en el siguiente apartado.

**9.- PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN PARA LAS
FUTURAS AGUAS MINERO-NATURALES DE AQUA SOLUM
(PUERTO PINO, VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES):**

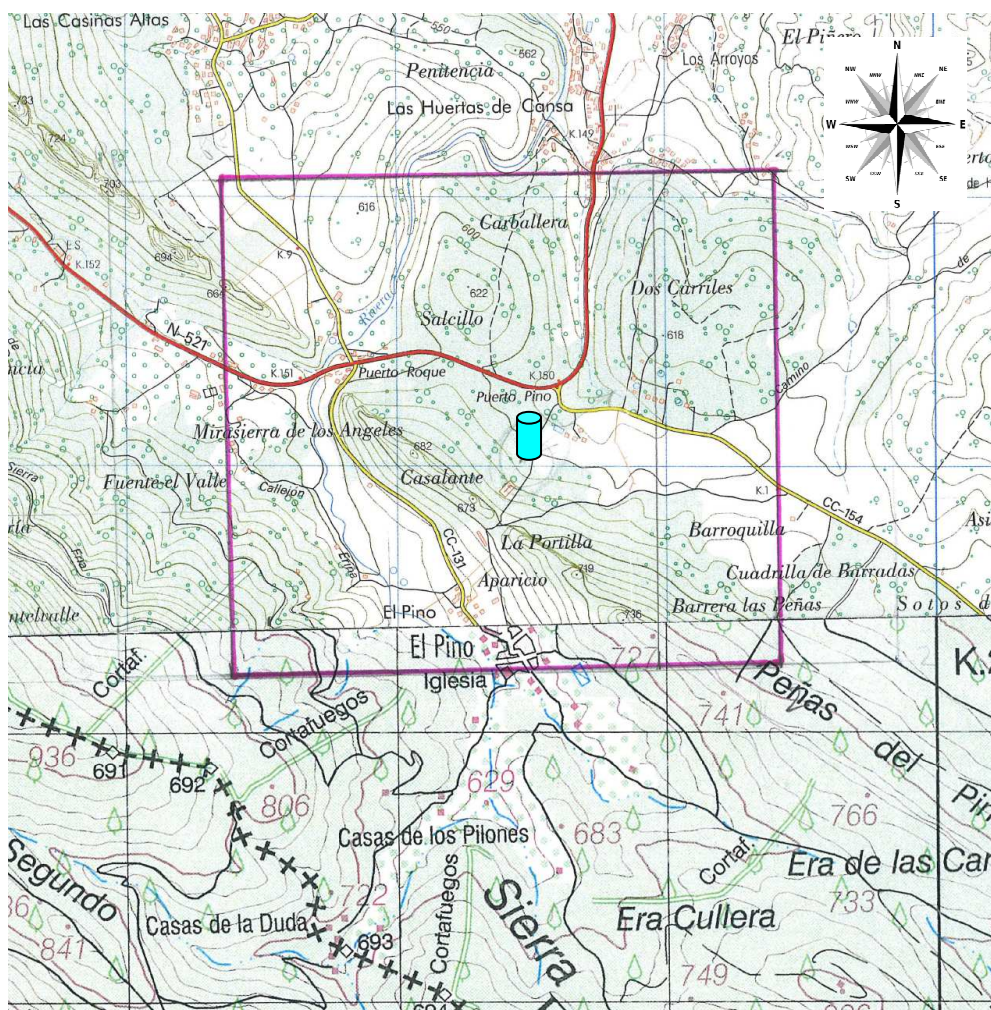
9.1.- Introducción:

El presente anexo se hace para proponer un perímetro de protección en base a la transmisividad y sobre todo a la hidrogeológica de la zona. En función de ello se propone el siguiente perímetro de protección:

VERTICE	LONGITUD	LATITUD
Pp	07° 17' 20"	39° 21' 00"
1	07° 16' 00"	39° 21' 00"
2	07° 16' 00"	39° 20' 00"
3	07° 17' 20"	39° 20' 00"

Quedando de este modo cerrado el perímetro en 12 cuadrículas mineras.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)



PERÍMETRO DE PROTECCION PROPUESTO



CAPTACIÓN DE PUERTO PINO (AGUAS AQUA SOLUM)

9.2.- Datos hidrogeológicos:

La unidad hidrogeológica que alberga las futuras aguas minero-medicinales de Aqua Solum es la Formación Ordovícica Arenigiense, ya que en la prospección efectuada el acuífero está dentro de esta formación que aparece subyacente de las pizarras del ordovícico Basal que afloran en la zona de la captación.

Comentando lo que se observa en los datos extraídos del sondeo efectuado podemos decir que nos encontramos con una columna estratigráfica compleja. Inicialmente aparece un depósito de glaciares que se compone de una mezcla de arcillas, arenas y cantos poligénicos.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

El espesor de esta formación apenas tiene unos 2 metros, en torno a los 2 metros de profundidad empieza a aparecer ripios procedentes de materiales pizarrosos Ordovícicos hasta los 12 metros de profundidad, a partir de este punto encontramos materiales cuarcíticos arenigienses, y estos mismos materiales se sigue observando hasta el final del sondeo.

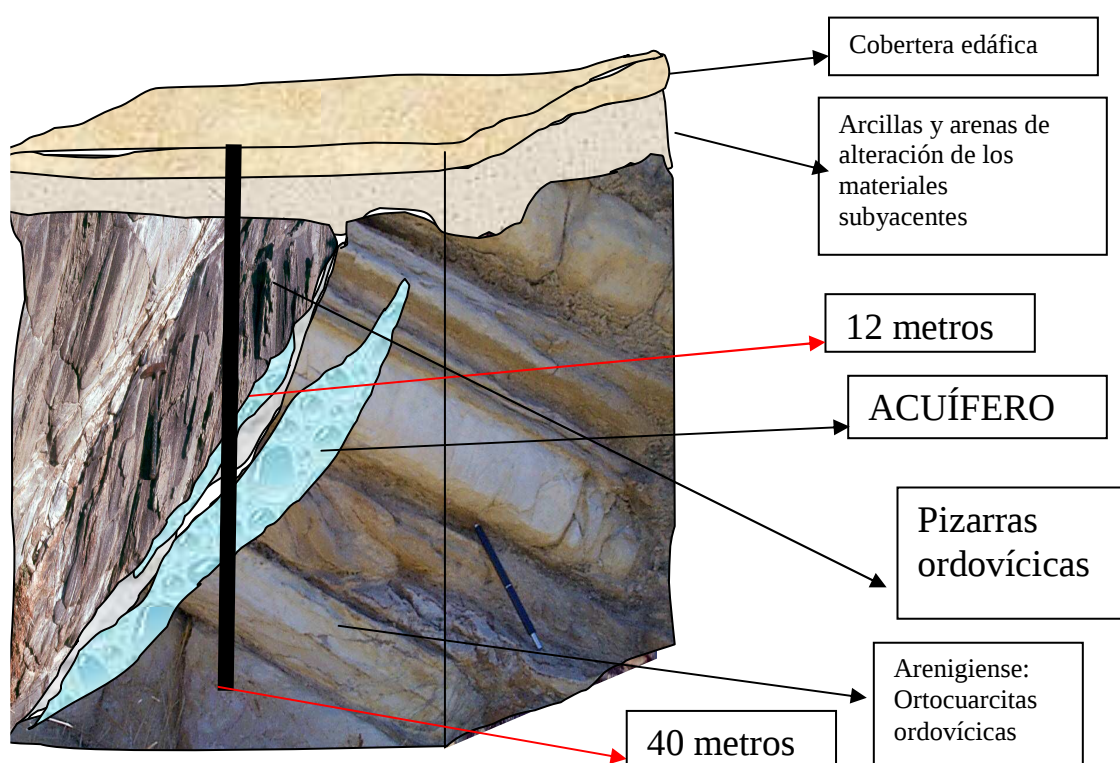
A partir de los 12 metros, coincidiendo con la aparición de las cuarcitas, encontramos el acuífero de Puerto Pino. A esta profundidad encontramos una zona de macrofracturación dentro ya de la cuarcita ordovícica.

El tipo de acuífero que puede existir relacionado con esta zona, es de tipo discontinuo, estos acuíferos 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 tectónico. Una fractura provocada por esfuerzos tensionales, puede ser que tenga movimientos de bloques, son las fracturas denominadas fallas; dentro de las fallas existen varios tipos: normales, inversas o de desgarre.

Por lo tanto tenemos un acuífero de tipo discontinuo y tectónico; este tipo de acuíferos son también definidos como acuíferos limitados y confinados. Este tipo de acuíferos tienen una recarga difícil por regla general y un alto coeficiente de almacenamiento; lo cual quiere decir que puede dar lugar a pozos de larga vida. Este tipo de fallas pueden llegar a tener caudales superiores a los 3 l/s, en nuestro caso el caudal medio obtenido es de 3,37 l/s.

A continuación se muestra un corte geológico tridimensional idealizado de lo que podemos encontrar en el sondeo efectuado.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)



El agua de la que se nutre el acuífero de Puerto Pino (agua minero natural Aqua Solum), es de los denominados tectónicos y está enclavado en el lecho de cuarcitas armoricanas ordovícicas (Arenig), el acuífero está limitado por fallas de desgarre, y tiene una orientación W – E

El acuífero investigado, presenta un nivel de permeabilidad media a alta generada por la macrofracturación y por la estratificación subvertical que presenta la cuarcita armoricana de Valencia de Alcántara. Se trataría pues de un acuífero de tipo limitado con bordes negativos, y en el que funcionamiento hidráulico es complejo ya que se encuentra íntimamente ligado a las fracturas que la afectan.

La Unidad Hidrogeológica que alberga al acuífero causante es el Sinclinal de La Codosera – San Mamede y está formado por las siguientes formaciones:

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Cuarcitas Armoricanas, grauwackas y Pizarras, de edades comprendidas desde el Ordovícico hasta el Devónico; la recarga del acuífero proviene del agua de lluvia caída en los riscos de la parte más sur-oriental de Puerto Pino; dicho agua de lluvia se infiltra por la macrofracturación que presenta la cuarcita armoricana de la zona; además se intuye cierta alimentación y transmisividad con la parte más sur-occidental de Puerto Pino.

El acuífero 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 tectónico.

En resumen tenemos un acuífero de tipo discontinuo, tectónico; limitados y confinados, limitados por fallas de desgarre. Se trata pues de un acuífero generado por permeabilidad secundaria debida a la porosidad generada por la fracturación y estratificación vertical del macizo cuarcítico, la roca almacén del acuífero es en su totalidad el macizo cuarcítico.

Este tipo de acuíferos tienen una recarga difícil por regla general, en nuestro caso el acuífero se alimenta de dos recargas; por lo que este aspecto negativo se atenúa un poco; en el aspecto positivo mencionar que tienen una alto coeficiente de almacenamiento; lo cual quiere decir que son pozos de larga vida.

La Formación almacén del acuífero es por tanto la Formación Arenig que está compuesta por ortocuarcitas, vulgarmente es conocida como Cuarcita Armoricana, y se trata de un paquete de sedimentos de playa e intramareales (arenas transformadas por metamorfismo en cuarcitas); de espesores comprendidos entre los 100 y 200 metros; y de edad Ordovícico (Arenigiense: 490-470 M.A.).

Las cuarcitas son materiales impermeables, que resultan permeables por la porosidad generada por la trituración y alteración en zona de macrofracturación, aportando caudales de 1 a 20 l/s.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

En las intercalaciones de las cuarcitas con otros materiales, pizarras y esquistos principalmente, pueden existir caudales medios comprendidos entre 1 y 5 l/s.

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

$$3 \text{ a } 50 \text{ metros: } K = 1,14 \times 10^{-7}$$

$$50 \text{ a } 75 \text{ metros: } K = 2,17 \times 10^{-8}$$

$$\text{En zonas de fracturación: } K = 1,30 \times 10^{-6}$$

Como se puede apreciar tiene una permeabilidad moderada, propia de materiales semipermeables, en zonas de fracturación, donde existe porosidad secundaria tectónica y disolución “kárstica” asociada que produce un aumento de la permeabilidad.

El **nivel piezométrico** de esta formación en esta zona es variable, al tratarse de un pozo tectónico, si bien suele ser de 70 a 90 metros de profundidad.

La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene una dirección aproximada NNW-SSE, aproximadamente N140°-160°E, coincidiendo con la dirección principal de estratificación de la cuarcita, 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.

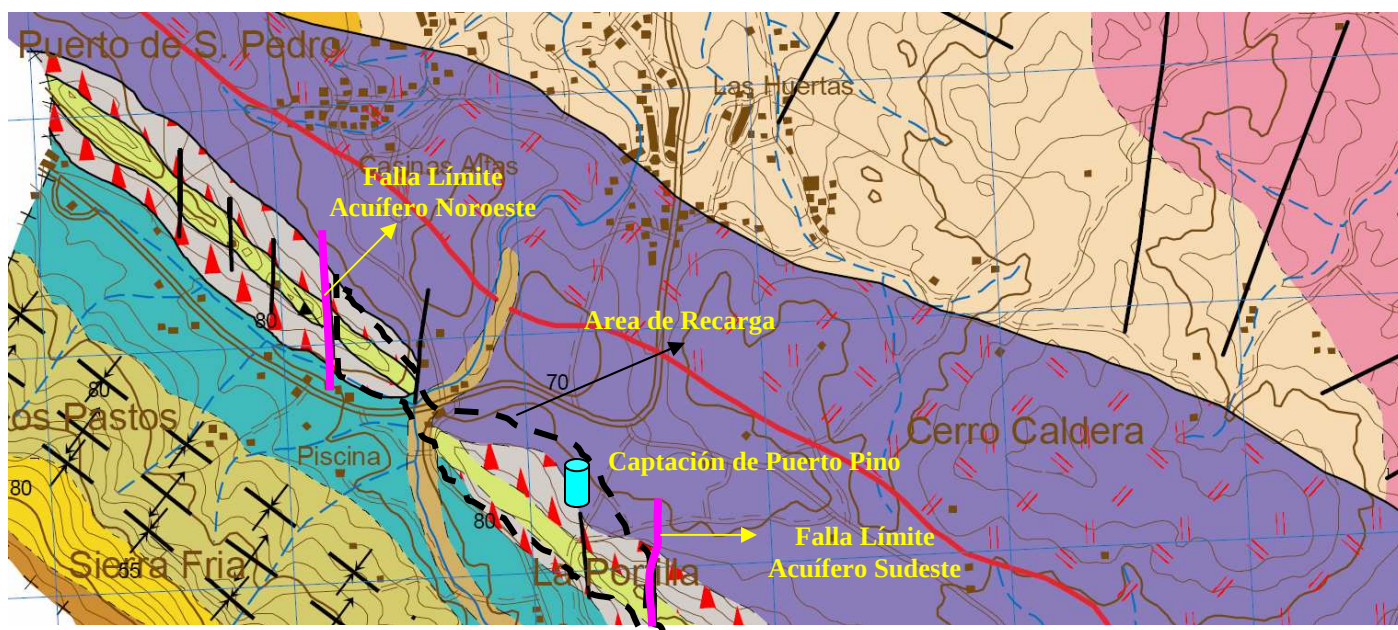
9.3.- Perímetro de protección propuesto:

Según los datos obtenidos en el apartado 8,3 habría que estimar un radio de protección de unos 200 metros en torno al pozo la Nava, no obstante estamos ante un acuífero tectónico que se alimenta de una formación (ordovícica arenigiense) que tiene varios kilómetros de recorrido, y desde el punto de vista sobre todo del riesgo de contaminación si que hay que ampliar el perímetro de protección para evitar problemas futuros.

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

Es por ello que se propone proteger el área de recarga del acuífero Puerto Pino, que es la que está comprendida entre dos fallas al noroeste y sudeste de la captación de Puerto Pino, ya que desde el punto de vista hidrogeológico es conveniente la protección de todo el área de recarga, indistintamente de que por transmisividades afecte o no.

Es por ello que el perímetro aportado se ha hecho en base a la protección de todo el área de recarga del acuífero de Puerto Pino.



Según observamos en el mapa geológico, el área de recarga del pozo Puerto Pino es la formación de cuarcitas ordovícicas que conforman las sierras que aparecen al noroeste y sudeste de la captación, esta formación está compartimentada por fallas que limitan el acuífero es por ello que se propone proteger el acuífero entre las dos fallas (ver mapa adjunto) para obtener una protección del perímetro efectiva.

10.- CONCLUSIONES:

10.1.- Introducción:

El presente Estudio Hidrogeológico se ha realizado con el objetivo de cumplir con la legislación vigente para la Declaración como Agua Minero-Natural de las aguas Aqua Solum de la captación de Puerto Pino (Valencia de Alcántara, Cáceres).

En base a los objetivos establecidos se han realizado una serie de trabajos encaminados a poner de manifiesto el recurso minero de la sección B investigado, tras la conclusión de los mismos podemos extraer una serie de conclusiones.

10.2.- Conclusiones al Estudio Hidrogeológico:

Como conclusiones al Estudio Hidrogeológico efectuado podemos sacar las siguientes:

- Dentro de parcela 59 del polígono 55 del Término Municipal de Valencia de Alcántara, parcela que pertenece al paraje de Puerto Pino (Cáceres, Extremadura), se ha localizado un acuífero de tipo tectónico, con suficiente caudal para el objetivo marcado en el presente estudio.

- En el sondeo efectuado podemos decir que nos encontramos con una columna estratigráfica compleja. Inicialmente aparece un depósito de glaciares que se compone de una mezcla de arcillas, arenas y cantos poligénicos. El espesor de esta formación apenas tiene unos 2 metros, en torno a los 2 metros de profundidad empieza a aparecer ripios procedentes de materiales pizarrosos Ordovícicos hasta los 12 metros de profundidad, a partir de este punto encontramos materiales cuarcíticos arenigiosos, y estos mismos materiales se siguen observando hasta el final del sondeo. A partir de los 12 metros, coincidiendo con la aparición de las cuarcitas, encontramos el acuífero de Puerto Pino. A esta profundidad encontramos una zona de macrofracturación dentro ya de la cuarcita ordovícica. El tipo de acuífero que puede existir relacionado con esta zona, es de tipo discontinuo, estos acuíferos 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 tectónico. Una fractura provocada por esfuerzos tensionales, puede ser que tenga movimientos de bloques, son las fracturas denominadas fallas; dentro de las fallas existen varios tipos: normales, inversas o de desgarre. Por lo tanto tenemos un acuífero de tipo discontinuo y tectónico; este tipo de acuíferos son también definidos como acuíferos limitados y confinados. Este tipo de acuíferos tienen una recarga difícil por regla general y un alto coeficiente de almacenamiento; lo cual quiere decir que puede dar lugar a pozos de larga vida. Este tipo de fallas pueden llegar a tener caudales superiores a los 3 l/s, en nuestro caso el caudal medio obtenido es de 3,37 l/s.
- Se ha realizado una captación, se ha hecho un sondeo de 40 metros de profundidad con un entubado con tubería de 180 metros PVC de 6 atmósferas y un diámetro de 180 mm.
- Tras realizar el sondeo se realizaron diferentes pruebas de aforo, ensayo de bombeo y recuperación del pozo. Tras la extracción en continuo durante 3 días del pozo a caudal constante de 12.132 l/h, se ha considerado que este es el caudal óptimo del acuífero. Se ha determinado que el nivel estático y piezométrico del pozo son los 5 metros

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

- Ausencia de contaminación bacteriológica; por lo que respecta a estos parámetros las aguas cumplen los requisitos de potabilidad necesarios para poder ser declaradas como minero - natural
- Los componentes físico-químicos considerados como tóxicos o peligrosos, y aquellos en los que la concentración queda restringida a unos límites máximos, se encuentran en todos los casos ausentes, o en concentraciones inferiores a los límites establecidos; por lo que respecta a estos parámetros las aguas cumplen también los requisitos necesarios para poder ser declaradas como minero - natural.
- Los compuestos orgánicos volátiles, trihalometanos, BTEX's, hidrocarburos aromáticos policíclicos, así como los plaguicidas organoclorados, plaguicidas organofosforados, plaguicidas organonitrogenados, plaguicidas carbamatos, bifenilos, fenos y el resto de plaguicidas, todos ellos considerados como tóxicos o peligrosos; se encuentran en todos los casos ausentes, o en concentraciones inferiores a los límites establecidos; por lo que respecta a estos parámetros las aguas cumplen también los requisitos necesarios para poder ser declaradas como minero - natural.
- Los componentes físico-químicos mayoritarios de las aguas del agua de Puerto Pino (Aqua Solum) muestran que se trata de aguas pertenecientes a la familia de las **clorurobicarbonatadas sódicas, oligominerales, de mineralización débil, hipotónicas**. Su componente mayoritario es **la sílice** y sus componentes minoritarios son: los bicarbonatos, el cloro y el sodio; en pequeña cantidad se encuentran: magnesio, calcio, sulfatos, potasio. Por su contenido en calcio y en magnesio ha de calificarse como **agua muy fina (muy blanda)**. Las características físico-químicas cuadran perfectamente con las geológicas-hidrogeológicas de la cartografía de la zona efectuada (ver anexos).

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DECLARACIÓN DE AGUA MINERO NATURAL AQUA SOLUM (VALENCIA DE ALCANTARA, CÁCERES)

11.- PRESUPUESTO:

A continuación se pasan a presupuestar los distintos trabajos que se han llevado a cabo en el área de investigación:

CONCEPTO	COSTE
➤ Estudio hidrogeológico.	902 €
➤ Análisis químicos	1.893 €

Presupuesto total del proyecto.	2.795 €
--	----------------

El Estudio Hidrogeológico y analítica de las aguas efectuado/a en la FINCA PUERTO PINO del Termino Municipal del **Valencia de Alcántara (Cáceres)**, para la Declaración de las aguas Aqua Solum como aguas minero naturales, se ha presupuestado en la cantidad de **dos mil setecientos noventa y cinco euros (2.795 €)**.

En Santa Marta a 15 de Diciembre del 2.009

Fdo: José-Ángel Solanilla Rodrigo
Colegiado nº 1.099. Huelva.

ANEXO I

MAPAS Y PLANOS

ANEXO II

DATOS ANALÍTICOS

ANEXO III

FICHAS Y GRAFICAS DE CONTROL DE AFOROS

ANEXO IV

COLUMNAS Y ESQUEMAS DE LOS SONDEOS

ANEXO V

REPORTAJE FOTOGRAFICO

ANEXO VI

DOCUMENTACIÓN DEL PETICIONARIO

Documentación del Peticionario:

- .- C.I.F. Extremadura Delicatessen, S.L.
- .- Escritura Constitución de Sociedad limitada.
- .- D.N.I Poder General.
- .- Escritura Poder General.
- .- Escritura de Compra-Venta.
- .- Contrato de Arrendamiento.