

PROYECTO GENERAL DE DESMANTELAMIENTO DE LA PLANTA QUERCUS DE FABRICACIÓN DE CONCENTRADOS DE URANIO (FASE I)

SAELICES EL CHICO (SALAMANCA)



**ANEXO I – PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA EJECUCIÓN DEL RECINTO DE
CONFINAMIENTO Y EL DESMANTELAMIENTO DE LA ERA DE LIXIVIACIÓN
ESTÁTICA DE LA PLANTA QUERCUS**

ANEJO I – GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

JULIO-2024



ANEJO 1

GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA



ÍNDICE

A. 1. GEOLOGÍA Y TECTÓNICA.....	3
A.1.1. LITOLOGÍA.....	3
A. 2. HIDROGEOLOGÍA.....	9
A.2.1. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO REGIONAL.	9
A.2.2 CARACTERÍSTICAS HIDRODINÁMICAS.	10
A.2.3 PIEZOMETRÍA.	15
A.2.4 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO.....	20
A.2.5 NIVEL FREÁTICO EN LA ZONA DEL RECINTO DE CONFINAMIENTO	22



A. 1. GEOLOGÍA Y TECTÓNICA.

Desde el punto de vista geológico, Mina FE está situada en la Zona Centroibérica del Macizo Hercínico, próxima al borde de la fosa tectónica de Ciudad Rodrigo. Los principales materiales aflorantes corresponden a las series metasedimentarias de la Unidad Superior del Complejo Esquisto-Grauváquico (C.E.G.) del Precámbrico o Cámbrico inferior.

Hacia el norte los materiales del C.E.G. están recubiertos por materiales detríticos del Terciario de la mencionada cubeta de Ciudad Rodrigo.

A.1.1. LITOLOGÍA.

- **Complejo Esquisto-Grauváquico**

La unidad Superior del C.E.G. está constituida fundamentalmente por rocas metasedimentarias con bajo grado de metamorfismo en las que alternan, de forma rítmica y monótona, niveles con predominio de elementos detríticos finos (pizarras) con otros en los que prevalecen los más gruesos (cuarcitas y conglomerados), y tramos anfibólicos y calcosilicatados. Las litologías predominantes son:

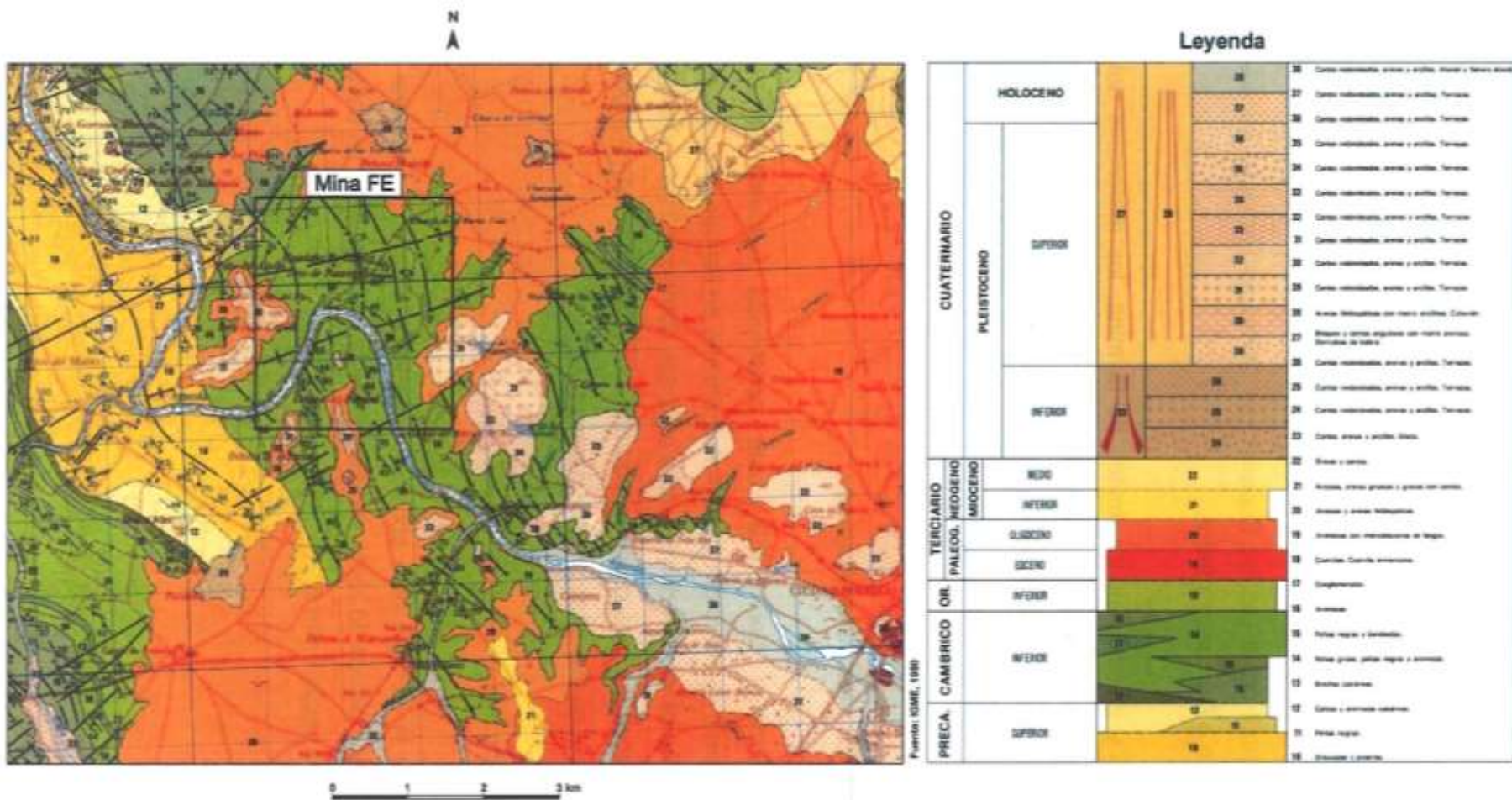
- Pizarras y filitas

Constituyen la litología más abundante en toda la zona. En general tienen un alto contenido en sulfuros de hierro (pirita) y materia orgánica con un contenido medio en carbono que oscila entre 0,25 y 2,5%).

Su contenido en cuarzo es variable lo que permite agruparlas en diferentes tipos: cuarzo-filitas, muy compactas y de color gris azulado; pizarras cuarzo-sericíticas también de color gris azulado; y



pizarras sericíticas, fácilmente alterables y de color gris claro. Las pizarras con mayor contenido en materia orgánica, pizarras empelíticas, se caracterizan por un color gris oscuro a negro.



SOLICITUD DE LA AUTORIZACIÓN DE DESMANTELAMIENTO Y CIERRE DE LA PLANTA QUERCUS (FASE I)
DOCUMENTO A) ESTUDIO DE SEGURIDAD
PROPUESTA 3 DE REVISIÓN 0 / DICIEMBRE 2020
Pág. A.2- Anexo I- Memoria: Anejo 1 - 5



- Cuarcitas

Están intercaladas en las pizarras. Corresponden a tramos areniscosos con un bajo grado de metamorfismo. Se pueden diferenciar: metacuarzoareniscas de colores grises, muy compactas; metaareniscas con abundante matriz arcillosa, alterables y de color marrón claro; y metacuarzoareniscas calcosilicatadas (con actinolita y epidota).

- Conglomerados

Aparecen preferiblemente en los tramos más altos de la serie de pizarras. Están constituidos por brechas, conglomerados subarcósicos y conglomerados con cantos de carbonatos. Están estratificados en capas de unos pocos centímetros hasta medio metro. Pueden tener gradación normal o inversa.

Asimismo, asociados a las pizarras negras hay niveles de conglomerados con abundante matriz arcillosa y nódulos de fosfatos.

- Niveles calcosilicatados

Los niveles calcosilicatados suelen estar asociados a las pizarras negras. Desde el punto de vista litológico son muy variados dominando las calizas más o menos arenosas bien estratificadas y, en menor medida, las dolomías y los conglomerados y brechas calcáreas. También hay niveles anfibolíticos constituidos por actinolita, tremolita, cuarzo, plagioclasas y clorita.

Las pizarras ampelíticas predominantes parecen indicar un medio deposicional submarino, en el límite de una plataforma continental, tranquilo y de ambiente reductor, con aportes reducidos de elementos detríticos gruesos (turbidíticos) que darían lugar a los tramos cuarcíticos y conglomeráticos –abanicos submarinos profundos-. Estos materiales están afectados por un metamorfismo regional de bajo grado que ha permitido la preservación de buena parte de las estructuras sedimentarias.



- Recubrimientos superficiales

Los materiales del C.E.G. están parcialmente recubiertos por materiales detríticos del Terciario y los depósitos aluviales del río Águeda.

- Materiales detríticos del Terciario

Afloran, fundamentalmente, hacia el sector norte de la Mina Fe y en menor medida hacia el este y el sur. Están discordantes sobre el C.E.G. al que, en la zona estudiada, recubren con un espesor muy exiguo (máximo 2 ó 3 m.). Corresponden a los abanicos aluviales de los sedimentos de relleno de la fosa tectónica de Ciudad Rodrigo.

Están constituidos por arenas feldespáticas (arcosas) de grano grueso a muy grueso, mal seleccionadas, de colores blanquecinos y amarillentos, con una abundante matriz arcillosa. Tienen ocasionales intercalaciones de gravas y cantos y presentan frecuentes cambios laterales de facies tanto en sentido horizontal como vertical. Destacan los cantos de cuarzo y de materiales del C.E.G. Su potencia en la zona de estudio es de unos 2 a 3 m. Se les atribuye una edad oligocena.

- Depósitos cuaternarios

Están constituidos por los depósitos aluviales restringidos a las zonas de vaguadas. Están formados por arcillas con algunos cantos de cuarzo. Su extensión es muy limitada y su potencia reducida (0,6 a 2,7 metros). Además hay algunas zonas de alteración superficial con suelos bien desarrollados.

- Tectónica

Los materiales del área del entorno de mina Fe, han sido afectados por las diversas fases de la Orogenia Hercínica y por una tectónica de fractura durante la Orogenia Alpina.



Dentro de la zona, se observan varias fases de deformación, todas ellas hercínicas, siendo su importancia cada vez menor según se avanza en el tiempo. También es diferente el tipo de deformación de cada fase según las heterogeneidades litológicas.

Así, la primera fase origina una esquistosidad de flujo muy penetrativa, con grandes estructuras, de escala kilométrica, con direcciones de los planos axiales variables entre N-S y N130ºE, salvo en los niveles más competentes, en los que se manifiesta como se fractura.

La segunda fase produce una esquistosidad de crenulación o de fractura bastantes penetrativas pero que rara vez es de flujo. Se caracteriza por la crenulación de la esquistosidad de la primera fase. Da lugar a la formación de pliegues, en general vergentes al norte, de escala decamétrica a hectamétrica con planos axiales con una orientación aproximada de N80E y buzamientos de 70º.

Una fase posterior, la tercera, origina una esquistosidad de fractura bastante amplia, de gran longitud de onda, con dirección NNE y una esquistosidad grosera.

Las fracturas existentes en el emplazamiento son bien relleno de grietas de tensión de dirección N 60/70 N correspondientes al juego normal de las N 60/50 N, o bien a grietas de tensión N 20-40/50 N correspondientes al juego senextro de las fallas N 70/50 N límites de la banda de fractura.



A. 2. HIDROGEOLOGÍA.

A.2.1. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO REGIONAL.

Desde el punto de vista administrativo, la zona de estudio se sitúa en la Demarcación Hidrográfica del Duero, en el límite de la masa de agua subterránea (MASb) 4000053 (Vitigudino) de la nueva división establecida por la Confederación Hidrográfica. Con una gran extensión superficial, unos 2.995 km², esta MASb está constituida en su mayor parte por materiales graníticos, metamórficos y metasedimentarios ocasionalmente recubiertos por depósitos detríticos del Terciario y Cuaternario (cuya extensión de afloramiento es inferior al 5% de la superficie de la MASb).

En la zona estudiada la MASb está representada por el C.E.G. que ocupa la mayor parte de su superficie. Los metasedimentos del C.E.G. se pueden considerar de baja o muy baja permeabilidad y no dan lugar a auténticos acuíferos. Su conductividad hidráulica está condicionada, principalmente, por la presencia de fracturas y discontinuidades litológicas que podrían favorecer la aparición de vías preferentes de circulación del agua.

No obstante, dada la naturaleza fundamentalmente arcillosa de los productos de alteración de los materiales que conforman el C.E.G. las fallas suelen estar selladas o tener muy baja permeabilidad por lo que su influencia hidrogeológica suele ser reducida.

Al norte y al este del área afectada por el desmantelamiento, la era de lixiviación estática y las instalaciones industriales de proceso respectivamente, pasa el límite de la vecina MASb 4000063 (Ciudad Rodrigo). Esta MASb está constituida fundamentalmente por los materiales detríticos del Terciario que rellenan la fosa tectónica de Ciudad Rodrigo dando lugar a un acuífero de carácter regional. No obstante, en esta zona los sedimentos detríticos del Terciario están en el borde de la fosa y presentan una gran proporción de materiales arcillosos y muy reducida potencia por lo que



su interés desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos hídricos es muy limitado o nulo.

La recarga de la MASb de Vitigudino procede de la infiltración de la precipitación en toda la superficie, en mayor o menor medida en función de la permeabilidad de los materiales que afloran. En Mina FE los materiales del C.E.G., además de la infiltración que se produce en superficie, podrían recibir una cierta recarga procedente de los materiales detríticos que rellenan la cubeta tectónica de Ciudad Rodrigo en aquellas zonas en las que están recubiertos por éstos. El río Agueda, constituye un eje de descarga regional de este sector de la MASb.

A.2.2 CARACTERÍSTICAS HIDRODINÁMICAS.

Los materiales metamórficos o metasedimentarios que constituyen el sustrato del área afectada por el desmantelamiento se caracterizan por una baja o muy baja permeabilidad desarrollada, fundamentalmente, a favor de zonas de fracturación. La circulación del agua fuera de las zonas alteradas de la superficie, tiene lugar de forma preferente por fracturas o discontinuidades litológicas que, cuando no están selladas por la alteración de los rellenos de falla, pueden constituir vías preferentes de flujo.

Los principales datos sobre las características hidráulicas del C.E.G. preceden de ensayos en sondeos y superficiales llevados a cabo por Frasa (“Mina FE de Saelices el Chico. Estudio hidrogeológico del área del Proyecto Quercus”, 1991) y Aitemin (“Testificación hidráulica. Funcionamiento de la Falla Boa”, 2000; “Ensayos hidráulicos en los piezómetros de control de las aguas subterráneas FE3-1 y FE3-2 del Centro Medioambiental de Ciudad Rodrigo, Salamanca”, 2012).

En la tabla A.1.1 puede verse los valores de conductividad hidráulica determinados por Frasa mediante ensayos de valvuleo en sondeos con profundidades entre 20 y 137 m dispersos por toda



la mina. Se consideran una buena representación de las características hidrodinámicas generales del C.E.G. y su variabilidad. De acuerdo con los resultados de los ensayos la conductividad hidráulica oscila entre 3×10^{-5} m/s y 8×10^{-10} m/s con una media 10^{-6} m/s. Veintiuno de los sondeos ensayados (el 60 %) tienen una conductividad hidráulica menor de 10^{-7} m/s. Todos los ensayos se realizaron a sondeo abierto por lo que afectan al conjunto de la formación atravesada en el mismo.

En conjunto ponen de manifiesto la baja permeabilizad del C.E.G. aunque sin que se llegar a valores extraordinariamente bajos.



Tabla A.1.1: Parámetros hidráulicos en sondeo abierto

Sondeo		Parámetros hidráulicos	
Código	Profundidad (m)	Transmisividad T (m ² /s)	Cond. Hidráulica K (m/s)
S-01	60,00	3E-06	6E-08
S-02	40,70	2E-05	6E-07
S-03	60,00	1E-05	2E-07
S-04	60,00	5E-07	8E-09
S-05	42,60	1E-06	3E-08
S-06	20,00	5E-07	2E-08
S-07	20,00	3E-07	2E-08
S-08	20,10	5E-07	2E-08
S-09	20,10	7E-07	3E-08
S-10	40,20	2E-05	6E-07
S-11	40,20	3E-07	9E-09
S-12	30,00	1E-06	4E-08
S-13	30,00	2E-06	8E-08
S-14	30,00	2E-06	8E-08
S-15	16,00	1E-05	7E-07
S-16	35,00	1E-05	3E-07
S-17	21,80	6E-04	3E-05
S-18	20,80	2E-06	1E-07
S-19	93,93	1E-07	1E-09
S-20	110,10	3E-07	3E-09
S-21	30,00	5E-07	2E-08
S-22	30,00	2E-05	8E-07
S-23	30,00	1E-06	4E-08
S-25	30,00	1E-06	4E-08
S-27	30,00	5E-06	2E-07
S-28	30,00	8E-06	3E-07
S-30	69,00	2E-05	3E-07
S-31	101,00	2E-07	2E-09
S-32	79,00	8E-05	1E-06
S-33	137,00	1E-07	8E-10
S-34	59,00	2E-05	4E-07
S-35	84,00	2E-07	3E-09
S-36	79,00	2E-07	3E-09
S-37	64,50	2E-04	4E-06
S-38	69,00	1E-06	2E-08
Media		3,0E-05	1,1E-06
Máximo		6,0E-04	3,0E-05
Mínimo		1,0E-07	8,0E-10

Fuente: Frasa, 1991

Los ensayos realizados por Aitemin (tabla A.1.2) son de tipo pulso y slug y corresponden a tramos de sondeo independizados mediante obturadores o mediante el sellado del anular con pellets de bentonita.



Tabla A.1.2: Parámetros hidráulicos en secciones independientes de sondeo. Aitemin 2000_2012

Sondeo	Tramo ensayado			Parámetros		Observaciones
	Prof. Base (m)	Prof. Techo (m)	Longitud (m)	Transmisividad T (m ² /s)	Cond. hidráulica K (m/s)	
SM2	46,83	36,00	10,83	3,0E-08	3,0E-09	Falla Boa
	58,67	47,83	10,83	1,0E-07	9,0E-09	
	77,57	47,83	29,74	1,0E-06	4,0E-08	
SM3	43,83	40,00	3,83	2,0E-06	6,0E-07	Falla Boa
	51,1	39,61	11,48	1,0E-06	1,0E-07	Falla Boa
SM4	22,47	13,64	8,83	7,0E-05	8,0E-06	Falla Boa
	32,3	23,47	8,83	3,0E-08	3,0E-09	
	50,62	23,47	27,09	3,0E-08	2,0E-09	
Fe 3-1	31	Superficie	31,00	>1,0E-2	>3,2E-4	Situado en el relleno de del hueco de explotación Fe 3
Fe 3-2	59,5	48,00	13,50	3,0E-05	2,2E-06	Situado bajo la zona de explotación de Fe 3
Media				1,2E-05	1,2E-06	Excluido Fe 3-1
Máximo				7,0E-05	8,0E-06	Excluido Fe 3-1
Mínimo				3,0E-08	2,0E-09	Excluido Fe 3-1

Los valores obtenidos varían, en los tramos ensayados en el C.E.G., entre un máximo de $8,0 \times 10^{-6}$ m/s en uno de los tramos ensayados en la Falla Boa y $2,0 \times 10^{-9}$ m/s en un tramo inmediatamente por debajo del anterior. La conductividad hidráulica media es equivalente a la estimada en los ensayos a sondeo abierto de Frasa, 10^{-6} m/s.

Es de destacar que la conductividad hidráulica de los tramos de la Falla Boa varía entre unos y otros más de dos órdenes de magnitud siendo el valor medio ($2,2 \times 10^{-6}$ m/s) claramente superior a la de los tramos que no la incluyen cuya permeabilidad media es de $1,4 \times 10^{-8}$ m/s. El ensayo realizado en las pizarras bajo el zócalo del antiguo hueco minero de Fe 3 (sondeo Fe 3-2) da uno de los valores de permeabilidad más elevados ($2,2 \times 10^{-6}$ m/día) lo que refleja el efecto de las voladuras en las propiedades del macizo rocoso.



En el sondeo Fe 3-1 el tramo ensayado no corresponde al C.E.G. sino al relleno al relleno del antiguo hueco de explotación Fe-3. La permeabilidad en estos materiales es considerablemente más elevada estando por encima de 10^{-4} m/s.

Por último, también se dispone de algunos datos de conductividad hidráulica obtenidos por Frasa (1991) en algunas formaciones en superficie mediante ensayos Heafeli (tabla A.1.3). Los valores más bajos corresponden a los ensayos realizados en las arcosas del Terciario — 10^{-7} m/s, un orden de magnitud inferior al medio obtenido para las pizarras en los sondeos—. Los más elevados (10^{-5} m/s) son los de los recubrimientos cuaternarios que, en general, tienen muy poca potencia y continuidad lateral. Las pizarras en superficie tienen un valor equivalente al medio obtenido en los ensayos en sondeos.

Tabla A.1.3. Parámetros hidráulicos en formaciones superficiales. Frasa (1991)

Formación	Cond. Hidráulica K (m/s)
Suelos coluvionales (Cuaternario)	1,0E-05
Rañas (Cuaternario)	3,0E-05 – 7,0E-07
Arcosas (Terciario)	2,0E-07
Pizarras (C.E.G.). Parte superior aflorante	1,0E-06

En conjunto, todas las formaciones de la zona restaurada tienen conductividades hidráulicas bajas o muy bajas no dando lugar al desarrollo de auténticos acuíferos. Los valores más altos —del orden de 10^{-5} m/s— se dan en los materiales detríticos del Cuaternario y las zonas fracturadas poco profundas del C.E.G. Las pizarras alteradas y diaclasadas en superficie tiene valores un orden de magnitud menor. Por su parte, las arcosas dan valores de un orden de magnitud superior al de las pizarras no fracturadas — 10^{-7} m/s y 10^{-8} m/s respectivamente—. En cuanto de las antiguas zonas de explotación, presentan las permeabilidades más altas con valores que superan los 10^{-4} m/s.



A.2.3 PIEZOMETRÍA.

La caracterización piezométrica de la zona de actuación se basa en los datos de un total de 19 puntos de la red de control de aguas subterráneas de la mina, los más próximos.

Esta información se ha complementado con la proporcionada por los nuevos sondeos perforados en el entorno de los antiguos huecos mineros (FE 3-1 y FE 3-2, en 2010; SN-1 a SN-6 en 2012-13).

En los puntos de control más próximos a la era Quercus (S-48, S-49, S-50 y S-51) la cota del agua se sitúa entre unos 650 y 675 m (cotas ENUSA) descendiendo gradualmente en sentido SSW, hacia los antiguos huecos de explotación de FE 1 y FE 3. El espesor de la zona vadosa es, en general, bastante reducido variando entre menos de un metro (S-49) y unos 4-5 m (S-48). Debido a su posición en un sector topográficamente elevado, de recarga, las oscilaciones estacionales de los niveles del agua son relativamente fuertes entre 2 y 4 m, Figura nº A.1.2. en relación a otros sondeos de Mina FE.

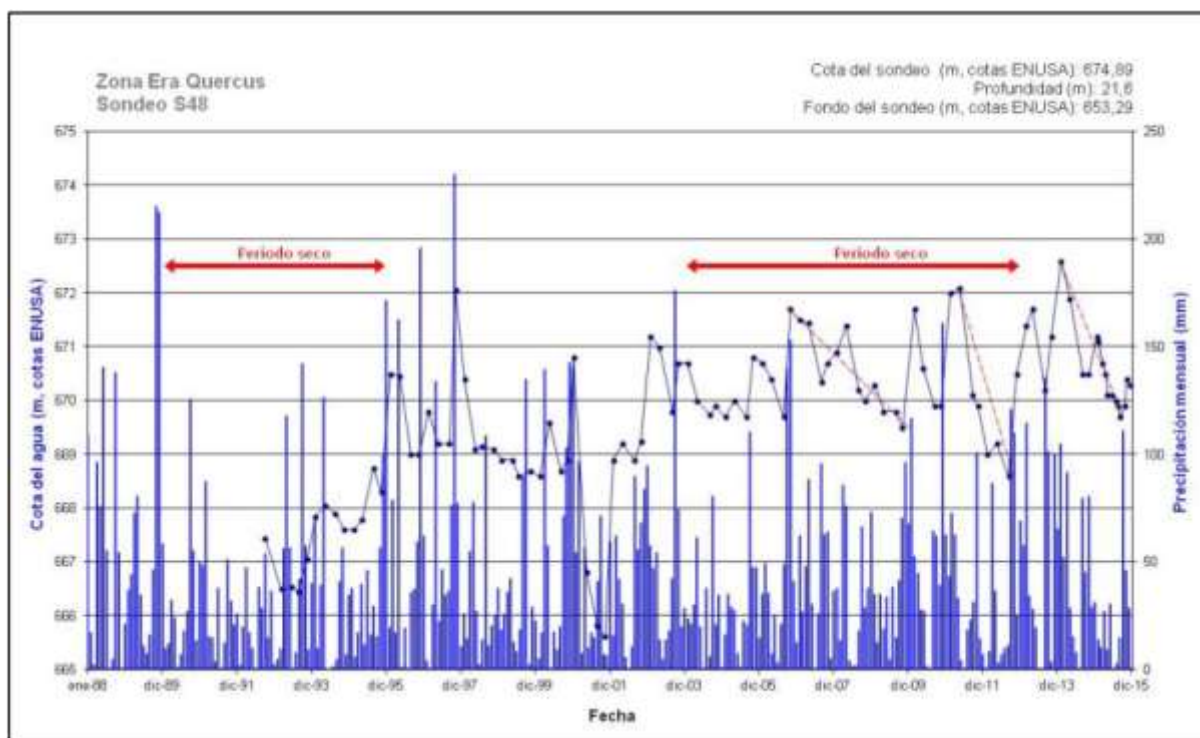


Figura nº A.1.2. Evolución de niveles en el sondeo S-48.

Las cotas del agua en el sector de la era Quercus, salvo por las oscilaciones estacionales ya mencionadas, se mantienen constantes en el tiempo sin que se aprecie ninguna tendencia constante en el tiempo al ascenso o descenso, salvo en el sondeo S-48 que sube suavemente entre 1993 y 2007 (Figura nº A.1.2).

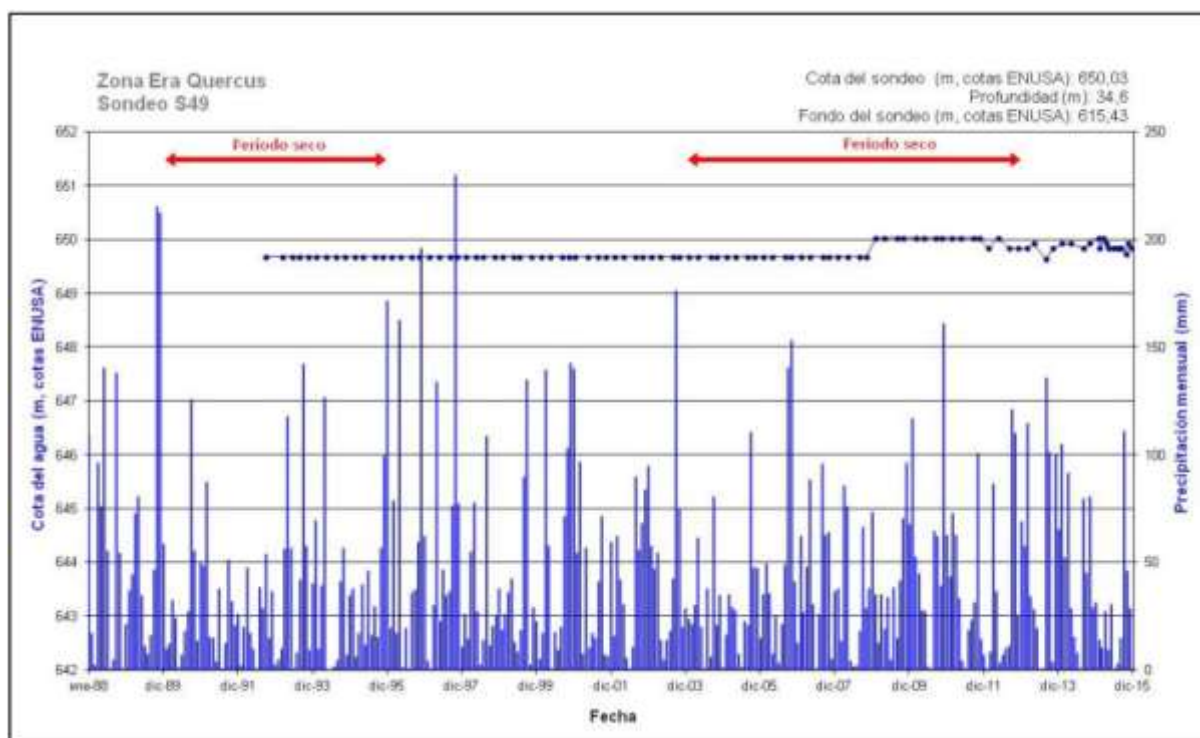


Figura nº A.1.3. Evolución de niveles en el sondeo S-49.

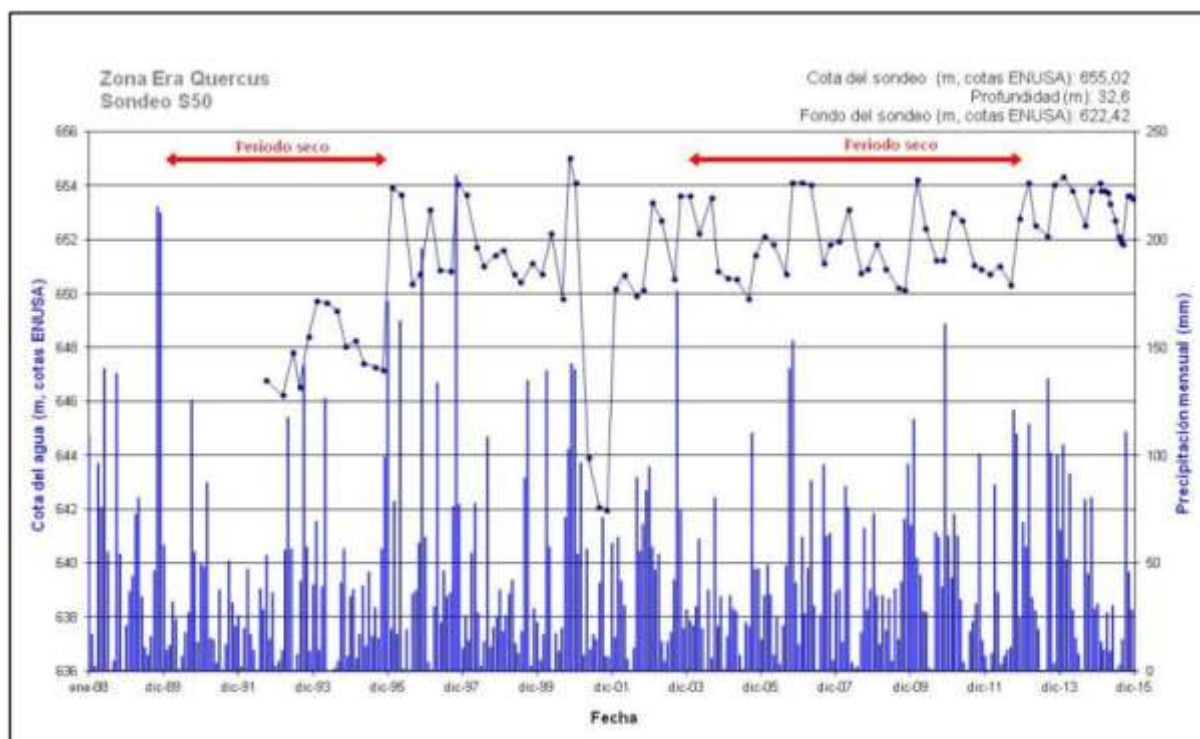


Figura nº A.1.4. Evolución de niveles en el sondeo S-50.

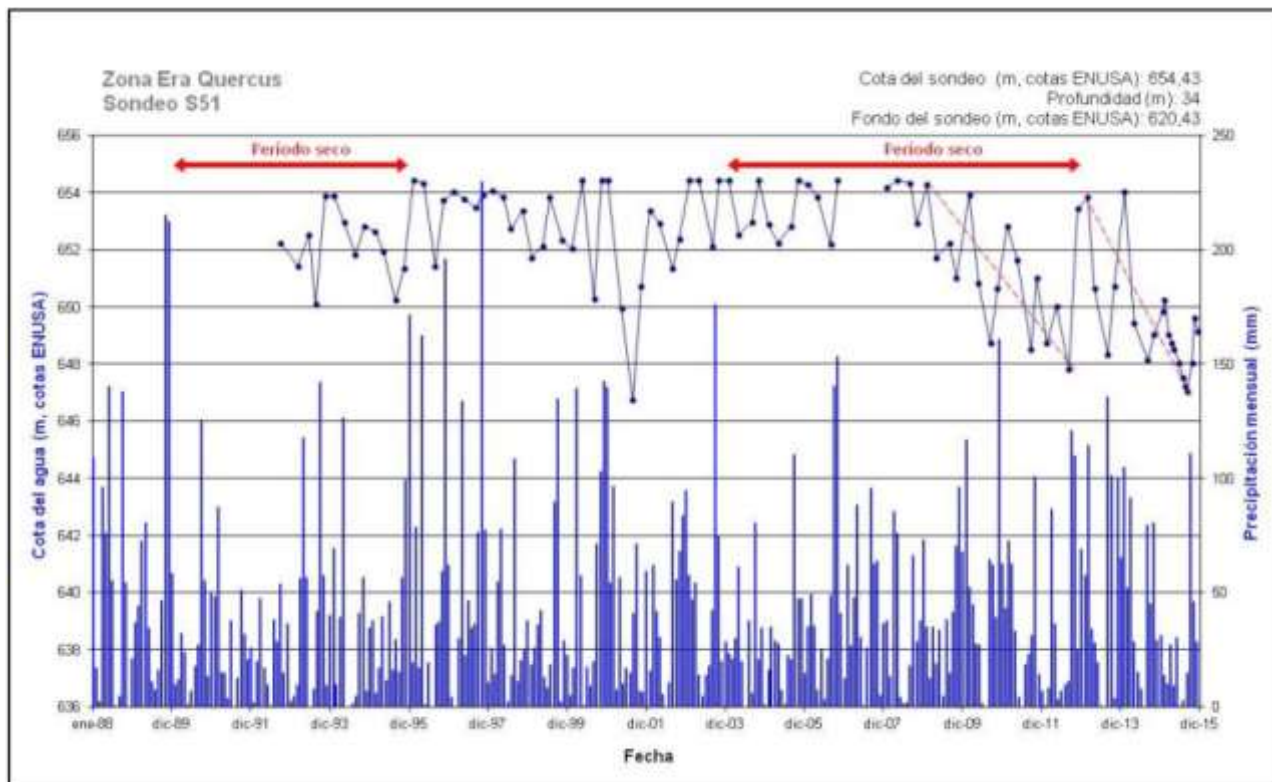


Figura nº A.1.5. Evolución de niveles en el sondeo S-51.

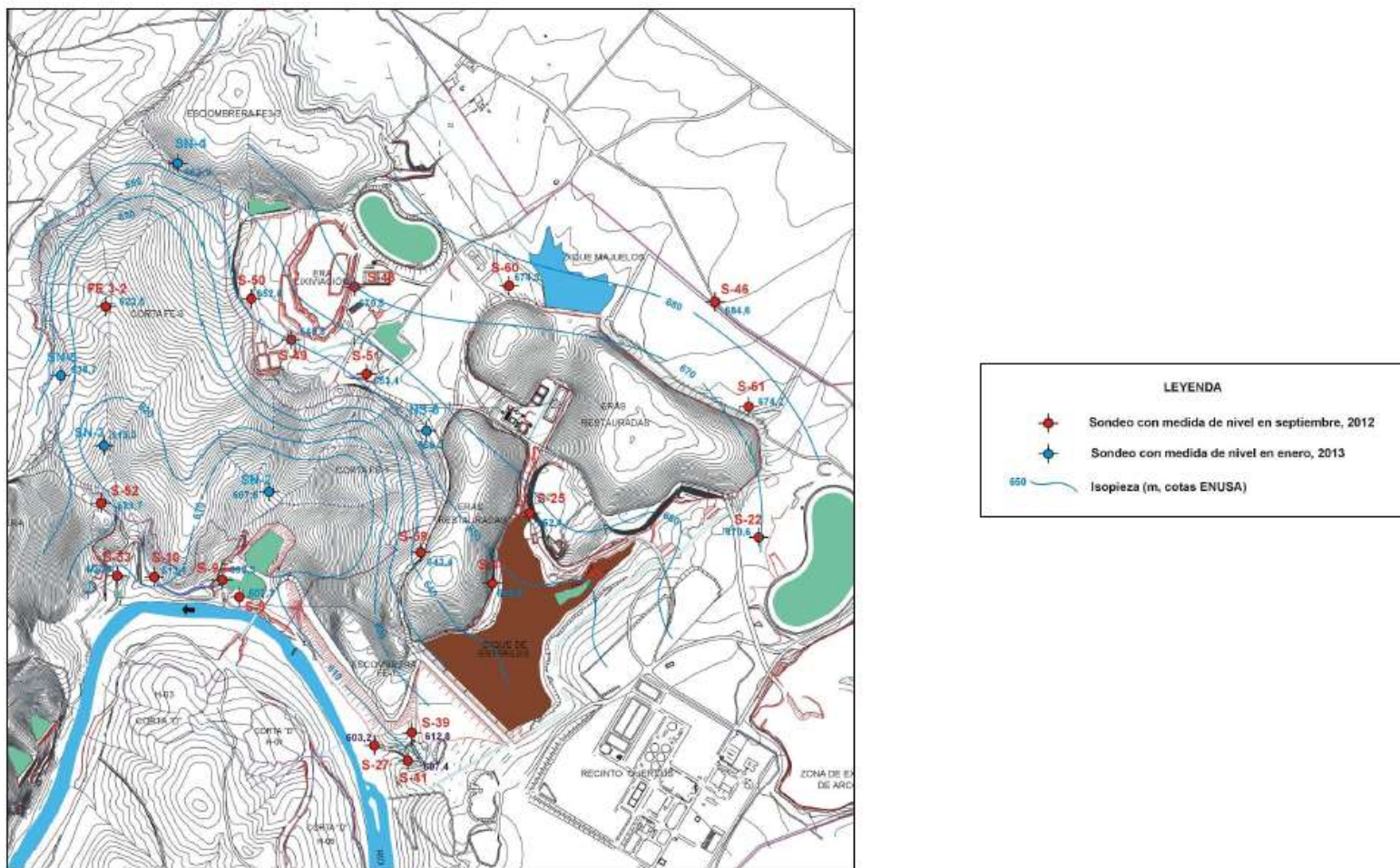


Figura nº A.1.6. Piezometría. Jesus Mº Suso- 2013



A.2.4 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

La recarga en la zona procede fundamentalmente de la infiltración de las precipitaciones caídas en las proximidades de la mina y la descarga se produce hacia el río Águeda.

La Era Quercus está en una zona de recarga, “colgada” sobre el nivel piezométrico local. En la figura A.1.6 puede verse el mapa de isopiezas del entorno de la Era Quercus en septiembre de 2012, con el apoyo de los datos aportados por los nuevos sondeos perforados (niveles del agua de enero de 2013).

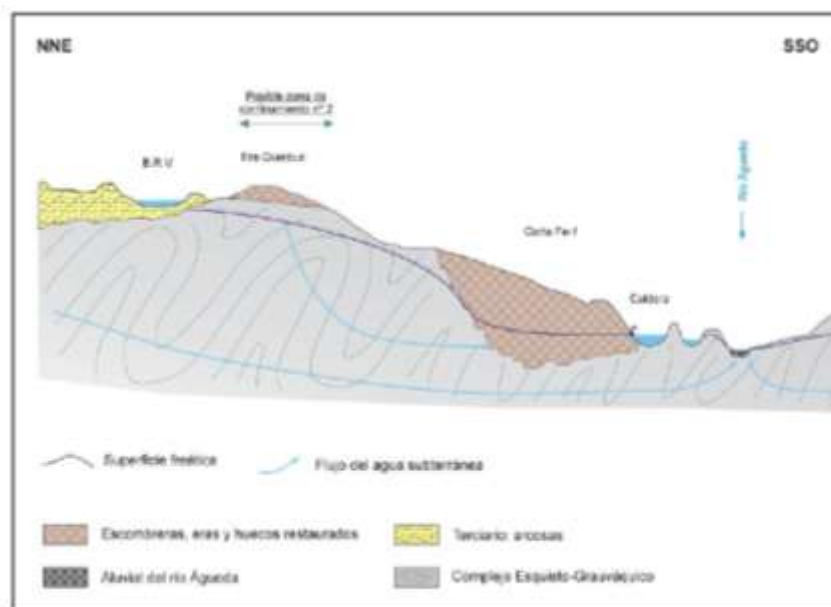


Figura A.1.7. Esquema hidrogeológico de la Era Quercus. Jesus M^a Suso_ 2013

El flujo subterráneo en el entorno de la era y la zona adyacente donde se ubicará el recinto final de confinamiento está claramente condicionado por la presencia de los antiguos huecos de explotación restaurados, en los que la transmisividad del relleno es mucho más elevada que la de las pizarras que los rodean y que constituyen también su sustrato. Los niveles del agua en el relleno son considerablemente más bajos y tienen menores oscilaciones que en las pizarras. Los gradientes hidráulicos son relativamente suaves al norte y noreste de los huecos, en las pizarras,



para aumentar bruscamente en las proximidades de éstos, en cuyo interior se hacen muy suaves debido a la elevada permeabilidad del relleno. En el interior de los huecos los nuevos sondeos perforados en FE-3 (FE 3-1 y FE 3-2) muestran un gradiente vertical ascendente entre las pizarras del sustrato y el relleno, evidenciando el flujo desde las pizarras del zócalo hacia el interior del relleno.

El flujo subterráneo bajo la superficie actual de la era de lixiviación se dirige fundamentalmente hacia FE-3 y FE-1 y la descarga final de todo este sector se produce a través de la surgencia denominada EF-04 de FE-3 y de la caldera actual de FE-1 (ver figura nº A.1.7). Por lo que si a pesar de las capas de protección ambiental previstas, se llegase a producir algún lixiviado, este se incorporaría a los puntos finales de descarga de FE-3 y FE-1 con lo que estarían perfectamente controlados.



A.2.5 NIVEL FREÁTICO EN LA ZONA DEL RECINTO DE CONFINAMIENTO

En noviembre de 2013 se realizó el estudio geotécnico del área donde está prevista la ubicación del Recinto de Confinamiento de los residuos de la Planta Quercus. Este estudio geotécnico se incluye íntegramente en el *Anejo 2. Estudio Geotécnico*.

Para el reconocimiento de la zona se perforaron 4 sondeos a rotación con recuperación de testigo, de 10 m de profundidad, distribuidos por el área de estudio. La situación de éstos sobre ortofoto, así como sus coordenadas UTM (Datum ETRS89) y cotas absolutas (msnm), se muestra en la *Figura A.1.8*.



Figura A.1.8. Situación de los sondeos geotécnicos perforados en la zona del Recinto de Confinamiento.



Se llevó a cabo la entubación de 2 de los 4 sondeos, los denominados S-1 y S-3, con el fin de realizar un seguimiento periódico del nivel freático local de esta reducida zona, así como para complementar los datos del piezómetro S-48, que ya existía anteriormente.

A continuación se inserta la *Tabla A.1.4* de registros piezométricos semanales obtenidos desde noviembre de 2013 hasta diciembre de 2019. Los niveles piezométricos están referidos a cotas absolutas (msnm). También se adjunta la pluviometría registrada en la estación meteorológica de la mina en cada periodo de tiempo para facilitar la interpretación de los resultados.

Durante el periodo de observación de los sondeos, comprendido entre noviembre de 2013 y diciembre de 2019, se observan valores mínimos comprendidos entre 664,92 y 666,38 m, variando 1,46 m entre los valores mínimos. Los valores máximos registrados oscilan entre las cotas 668,50 y 670,88 m, es decir, una variación entre valores máximos de 2,38 m.

Para facilitar la interpretación de los datos piezométricos, los registros obtenidos se representan en la gráfica adjunta en la *Figura A.1.9*. En ésta se puede observar que durante todo el periodo de seguimiento el agua freática supera en contadas ocasiones la cota media de base del recinto de confinamiento, situada en los 668,75 m de cota absoluta. Además, el sondeo S-1, situado más al norte, es prácticamente el único que supera la cota 668,75 m, y lo hace debido a las altas precipitaciones producidas en determinados periodos.



NIVEL PIZOMÉTRICO (COTAS ABSOLUTAS)		ERA QUERCUS (Cotas en msnm) (SONDEOS ENTUBADOS)			04/02/2016	0,13	666,84	668,68	666,72	01/02/2018	0,13	665,34	667,48	665,52
FECHA	LLUVIA (h/m²)	S-48	S-1	S-3	11/02/2016	0,20	667,44	668,78	666,82	08/02/2018	0,45	665,64	667,48	665,32
					18/02/2016	0,28	667,84	669,18	667,32	15/02/2018	0,46	665,44	667,48	665,32
					24/02/2016	0,08	667,34	669,08	667,12	21/02/2018	0,10	665,44	667,38	665,22
					03/03/2016	0,00	667,34	669,08	667,22	01/03/2018	0,34	666,84	669,38	665,62
					10/03/2016	0,05	667,34	669,08	667,32	08/03/2018	0,42	666,64	669,18	666,02
					17/03/2016	0,00	667,04	668,48	666,92	15/03/2018	0,70	668,74	670,88	666,92
					22/03/2016	0,18	667,34	668,48	666,92	22/03/2018	0,24	667,24	669,88	667,02
					31/03/2016	0,13				27/03/2018	0,60	667,24	669,78	667,02
					07/04/2016	0,13	666,94	668,48	666,92	05/04/2018	0,98	667,14	669,28	666,82
					14/04/2016	0,15	666,94	668,38	666,82	12/04/2018	0,33	668,44	670,68	667,32
					21/04/2016	0,68	669,34	669,78	668,52	20/04/2018	0,15	667,54	670,18	667,42
					26/04/2016	0,00	667,94	669,48	667,92	26/04/2018	0,16	667,24	669,58	667,12
					05/05/2016	0,00	667,44	669,18	667,42	03/05/2018	0,57	667,04	669,18	666,82
					12/05/2016	0,66	668,94	669,78	668,52	10/05/2018	0,00	666,94	668,88	666,82
					18/05/2016	0,09	667,94	669,58	667,92	17/05/2018	0,00			
					26/05/2016	0,00	667,84	669,38	667,52	24/05/2018	0,14	667,84	668,88	667,62
					03/06/2016	0,07	667,44	668,88	667,42	31/05/2018	0,24	666,94	668,78	666,72
					09/06/2016	0,00	667,14	668,78	667,02	07/06/2018	0,34	666,94	668,88	666,72
					16/06/2016	0,00	666,64	668,08	666,52	14/06/2018	0,20	666,84	668,68	666,72
					13/06/2016	0,00	666,64	668,08	666,52	21/06/2018	0,13	666,74	668,48	666,82
					19/06/2016	0,00	666,64	667,78	666,42	29/06/2018	0,00	666,64	668,48	666,72
					26/06/2016	0,06	666,64	667,88	666,42	05/07/2018	0,56	666,64	668,18	666,62
					04/07/2016	0,10	666,34	667,68	666,32	12/07/2018	0,00	666,54	668,28	666,42
					11/07/2016	0,02	666,64	667,78	666,12	19/07/2018	0,00	666,34	668,08	666,12
					18/07/2016	0,00	666,34	667,68	666,12	26/07/2018	0,00	666,44	668,18	666,12
					24/07/2016	0,03	666,24	667,58	666,02	02/08/2018	0,00	666,54	668,18	666,12
					31/07/2016	0,00	666,24	667,48	665,92	09/08/2018	0,00	666,44	668,18	666,12
					07/08/2016	0,00	666,24	667,38	665,92	16/08/2018	0,00	666,34	667,98	666,02
					20/08/2016	0,00	666,14	667,28	665,82	23/08/2018	0,00	666,04	667,78	665,82
					29/08/2016	0,00	665,94	667,18	665,72	30/08/2018	0,00	666,14	667,68	666,12
					04/09/2016	0,00	665,94	667,18	665,62	06/09/2018	0,20	666,24	667,78	666,02
					12/09/2016	0,11	665,94	667,18	665,62	13/09/2018	0,40	666,14	667,78	665,82
					19/09/2016	0,26	665,94	667,48	665,82	20/09/2018	0,80	666,04	667,78	665,72
					26/09/2016	0,31	665,54	667,28	665,62	27/09/2018	0,00	666,34	668,08	666,02
					03/10/2016	0,16	665,94	667,08	665,52	04/10/2018	0,00	666,24	668,08	665,82
					09/10/2016	0,10	665,44	667,48	665,62	11/10/2018	0,01	665,84	667,38	665,62
					16/10/2016	0,37	665,94	667,43	665,82	18/10/2018	0,19	666,14	668,68	665,72
					24/10/2016	0,00	665,74	667,38	665,72	25/10/2018	0,15	665,64	667,38	665,62
					31/10/2016	0,00	665,74	667,18	665,52	30/10/2018	0,10	665,84	667,48	665,72
					07/11/2016	0,15	665,84	667,28	665,62	09/11/2018	0,43	666,64	668,98	665,62
					13/11/2016	0,23	665,84	667,28	665,62	16/11/2018	0,14	666,64	669,18	665,72
					20/11/2016	0,30	665,94	667,88	665,92	22/11/2018	0,14	667,14	669,08	666,02
					27/11/2016	0,00	666,04	667,98	666,12	29/11/2018	0,12	666,74	668,38	666,22
					04/12/2016	0,12	666,44	667,98	666,22	04/12/2018	0,13	667,14	668,88	666,62
					11/12/2016	0,00	666,24	667,68	666,02	13/12/2018	0,01	667,54	668,88	667,02
					18/12/2016	0,24	666,44	667,88	666,42	20/12/2018	0,80	668,24	668,68	666,72
					08/01/2015	0,00	666,44	667,88	666,32	03/01/2019	0,00	667,84	668,28	666,42
					15/01/2015	0,00	666,74	667,88	666,42	10/01/2019	0,00	667,54	668,28	666,32
					22/01/2015	0,25	666,64	667,88	666,32	18/01/2019	0,00	667,54	668,28	666,22
					29/01/2015	0,00	666,64	667,78	666,32	24/01/2019	0,10	667,14	668,18	666,12
					05/02/2015	0,14	666,94	668,08	666,42	01/02/2019	0,67	667,04	668,28	666,22
					12/02/2015	0,00	666,54	667,88	666,22	07/01/2019	0,02	666,84	668,68	666,42
					19/02/2015	0,04	666,14	667,78	666,12	14/02/2019	0,01	666,74	669,38	666,42
					26/02/2015	0,02	666,14	667,68	666,12	21/02/2019	0,09	667,04	669,18	666,32
					03/03/2015	0,00	666,04	667,58	666,02	28/02/2019	0,00	666,34	668,18	666,32
					12/03/2015	0,00	665,94	667,48	665,92	08/03/2019	0,25	667,54	668,88	666,12
					20/03/2015	0,00	665,94	667,38	665,92	15/03/2019	0,00	667,34	668,78	666,12
					27/03/2015	0,10	665,94	667,28	665,82	21/03/2019	0,00	667,24	668,78	666,02
					31/03/2015	0,00	665,84	667,28	665,82	28/03/2019	0,00	666,24	667,88	666,12
					10/04/2015	0,06	665,94	667,28	665,92	04/04/2019	0,00	666,14	668,08	666,12
					16/04/2015	0,02	665,94	667,28	665,72	11/04/2019	0,15	666,54	668,08	666,42
					29/04/2015	0,03	665,74	667,08	665,62	25/04/2019	0,48	668,54	669,88	667,02
					07/05/2015	0,08	665,74	666,98	665,92	02/05/2019	0,09	666,64	668,38	666,22
					14/05/2015	0,00	665,54	666,98	665,52	10/05/2019	0,00	666,54	668,38	666,42
					21/05/2015	0,00	665,64	666,98	665,52	16/05/2019	0,00	666,24	668,08	666,42
					29/05/2015	0,00	665,54	666,98	665,42	24/05/2019	0,00	666,14	668,08	666,32
					05/06/2015	0,00	665,54	666,98	665,42	30/05/2019	0,00			
					12/06/2015	0,21	665,64	666,98	665,22	05/06/2019	0,00	666,54	667,88	666,22
					18/06/2015	0,09	665,34	666,78	665,32	13/06/2019	0,39	666,14	667,88	665,82
					25/06/2015	0,00	665,54	666,78	665,22	20/06/2019	0,00	666,14	667,88	665,72
					02/07/2015	0,00	665,54	666,78	665,22	27/06/2019	0,21	666,14	667,88	665,82
					09/07/2015	0,00	665,44	666,78	665,22	05/07/2019	0,00	666,04	667,98	665,82
					16/07/2015	0,00	665,44	666,78	665,22	12/07/2019	0,36	666,04	667,98	665,82
					23/07/2015	0,00	665,44	666,78	665,12	19/07/2019	0,00	666,14	668,18	665,82
30/07/2015	0,00	665,44	666,78	665,12	25/07/2019	0,15	666,04	668,08	665,72					
06/08/2015	0,00	665,34	666,78	665,12	01/08/2019	0,00	666,04	667,98	665,72					
13/08/2015	0,00	665,34	666,68	665,12	08/08/2019	0,00	666,04	667,88	665,72					
20/08/2015	0,00	665,34	666,68	665,12	14/08/2019	0,10	666,14	667,98	665,72					
27/08/2015	0,00	665,34	666,68	665,12	22/08/2019	0,00	666,04	667,98	665,62					
03/09/2015	0,01	665,24	666,58	665,02	29/08/2019	0,13	666,04	667,28	665,32					
10/09/2015	0,00	665,14	666,58	665,02	04/09/2019	0,00	665,64	667,28	665,22					
17/09/2015	0,14	665,34	666,68	665,12	12/09/2019	0,02	665,64	667,28	665,22					
24/09/2015	0,00	665,34	666,68	665,12	20/09/2019	0,11	665,54	667,18	665,32					
01/10/2015	0,00	665,24	666,58	664,92	26/09/2019	0,00	665,54	667,08	665,52					
08/10/2015	0,01	665,04	666,38	664,92	03/10/2019	0,00	665,44	667,08	665,32					
15/10/2015	0,46	665,44	667,48	665,32	10/10/2019	0,00	665,44	667,18	665,32					
22/10/2015	0,23	665,34	666,78	664,92	17/10/2019	0,13	665,54	667,38	665,52					
28/10/2015	0,29	665,34	666,98	665,22	24/10/2019	0,33	665,64	667,58	665,52					
05/11/2015	0,48	666,34	668,08	665,42	30/10/2019	0,02	665,44	667,48	665,12					
12/11/2015	0,00	665,84	667,08	665,42	06/11/2019	0,21	666,14	668,88	665,82					
19/11/2015	0,00	665,84	667,08	665,42	14/11/2019	0,10	665,44	667,88	665,42					
26/11/2015	0,00	665,84	667,08	665,52	21/11/2019	0,28	665,64	668,08	665,52					
03/12/2015	0,00	665,74	666,98	665,32	29/11/2019	0,15	665,74	668,18	665,62					
09/12/2015	0,00	665,74	666,68	665,22	04/12/2019	0,14	666,44	669,18	666,12					
17/12/2015	0,02	665,54	666,78	665,12	12/12/2019	0,04	666,24	669,58	666,22					
22/12/2015	0,09	666,34	666,78	665,62	19/12/2019	0,44	667,64	670,68	666,72					
07/01/2016	0,33	666,34	667,88	665,72										
14/01/2016	0,51	666,84	668,08	666,42	04/01/2018	0,14	665,44	667,08	665,22					
21/01/2016	0,10	666,84	668,48	666,52	11/01/2018	0,19	665,74	667,58	665,52					
27/01/2016	0,06	667,04	668,58	666,52	18/01/2018	0,15	665,74	667,58	665,42					
					25/01/2018	0,48	666,14	668,48	666,02					
							Cota max.	669,34	670,88	668,52				
							Cota min.	665,04	666,38	664,92				
							Difer. Cota	-4,30	-4,50	-3,62				



Para la excavación del Recinto de Confinamiento y colocación de las capas de impermeabilización está previsto alcanzar en el fondo del vaso las cotas 670,5 m en la zona norte (próximo al sondeo S-1) y 665 m en el sur del recinto. Una vez colocadas las capas de impermeabilización, protección y rodadura que permitirán la correcta explotación del Recinto, la cota de la base se situará 1 m por encima de las de excavación, es decir, a 671,5 m al norte y 666 m al sur. En la *Figura A.1.9.*, además del nivel freático y la precipitación, también se ha representado la cota de diseño de la base del Recinto de Confinamiento, situada en el valor promedio de estas dos últimas cotas citadas.

Aunque las actividades de excavación se suelen ejecutar en periodos estivales de poca precipitación, cabe la posibilidad de que aflore el nivel freático durante las mismas, por lo que se considera necesario la realización de un drenaje en el fondo del Recinto de Confinamiento para deprimir el nivel de agua en las fluctuaciones que se pudieran producir en las etapas posteriores a la construcción del vaso.

Tomando como referencia la Instrucción de Carreteras 5.1-IC "Drenaje", en su apartado 6.5. se especifica la necesidad de construir una zanja dren de 1 m de profundidad para mantener el nivel freático alejado de la superficie.

En la *Figura A.1.9.* se ha representado el nivel medio de diseño de fondo del drenaje de base del Recinto de Confinamiento, situado entre las cotas 669,5 m, en la zona norte próximo al S-1, y 664 m en la zona sur del recinto.



Figura A.1.9. Gráfica de niveles piezométricos, del Recinto y del Dren de base proyectado hasta dic-2019.

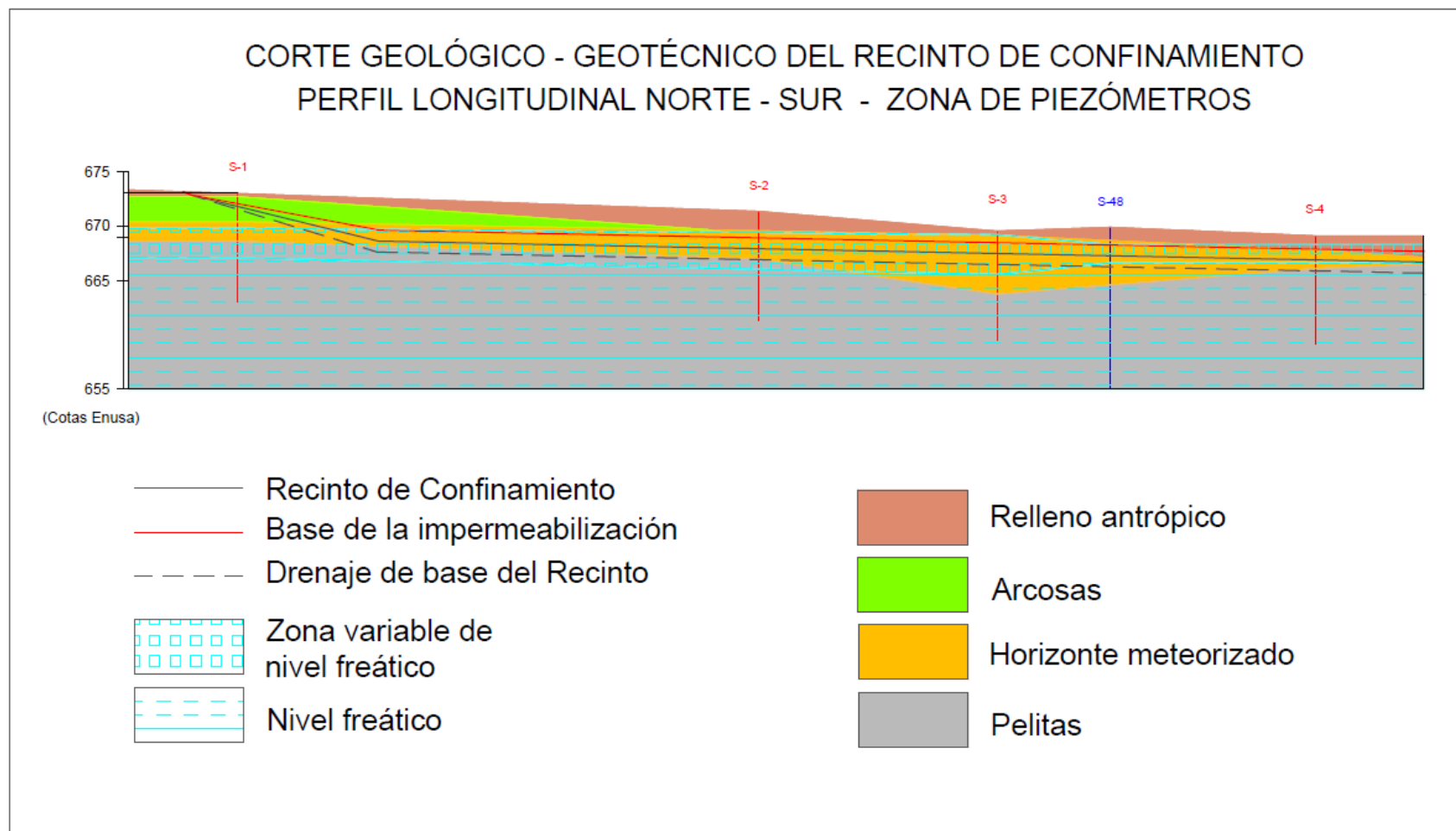


Figura A.1.10. Perfil norte-sur, zona de piezómetros, Recinto de Confinamiento. Corte geológico - Geotécnico. Nivel Freático.



En la *Figura A.1.10* se representa el perfil de excavación del Recinto de confinamiento, así como el de drenaje de fondo y las capas de impermeabilización, sobre la litología deducida de los sondeos realizados en el estudio geotécnico y sobre los perfiles del nivel freático y su zona de fluctuación.

En este perfil, con dirección norte - sur de la zona de los piezómetros, se puede observar como la excavación del Recinto se realiza hasta llegar al menos hasta la capa de Horizonte meteorizado, considerada en el estudio geotécnico como ripable y excavable al tiempo que presenta suficiente capacidad portante para soportar el Recinto de Confinamiento y los materiales a depositar sobre éste. En el perfil también se comprueba que el Recinto y su drenaje de fondo se sitúan en la zona de fluctuación del nivel freático, y que la zanja dren perimetral de la base del recinto será suficiente para deprimir este por debajo de las capas de impermeabilización.