

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN

CONTENIDO

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

- 1.1 Identificación y ámbito administrativo
- 1.2 Caracterización funcional y territorial
- 1.3 Población asentada
- 1.4 Mapa de localización y topográfico

2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

- 2.1 Presiones significativas en la MSBT
- 2.2 Impactos en la MSBT
- 2.3 Riesgo de la MSBT

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

- 3.1 Ámbito geoestructural
- 3.2 Mapa geológico
- 3.3 Naturaleza y extensión de los afloramientos
- 3.4 Columna litológica tipo
- 3.5 Cortes geológicos
- 3.6 Descripción geológica

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

- 4.1 Zona no saturada (Z.N.S.)
- 4.2 Suelos edáficos
- 4.3 Mapa de suelos
- 4.4 Vulnerabilidad intrínseca
- 4.5 Mapa de vulnerabilidad intrínseca

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

- 5.1 Límites hidrogeológicos de la MSBT
- 5.2 Formaciones geológicas permeables
- 5.3 Acuíferos
- 5.4 Parámetros hidráulicos
- 5.5 Funcionamiento hidrogeológico
- 5.6 Recintos hidrogeológicos

6.- ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

- 6.1 Ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas (EDAS)
- 6.2 Zonas protegidas relacionadas con las aguas subterráneas

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

- 7.1 Balance hídrico
- 7.2 Recurso disponible (RD) e índice de explotación (IE)
- 7.3 Recarga artificial

8.- PIEZOMETRÍA

- 8.1 Programa de seguimiento del estado cuantitativo
- 8.2 Mapas de localización de puntos de control
- 8.3 Evolución temporal de la piezometría
- 8.4 Evaluación de tendencias

9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

- 9.1 Programa de seguimiento del estado químico
- 9.2 Indicadores de la calidad química de la MSBT
- 9.3 Facies hidrogeoquímicas representativas
- 9.4 Sustancias o indicadores del riesgo en la MSBT
- 9.5 Análisis de parámetros y sustancias causantes del riesgo

10.- CONCLUSIONES

11.- PLAN DE ACCIÓN

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

1.1 IDENTIFICACIÓN Y ÁMBITO ADMINISTRATIVO

Código EU MSBT ES091MSBT077 Nombre MSBT MIOCENO DE ALFAMÉN

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea ES091MSBT077 Mioceno de Alfamén se encuentra en la zona marginal de la Cuenca del Ebro y en la estribación sur del Sistema Ibérico. Se localiza íntegramente la C.C.A.A Aragón con una superficie de 276 km². Los límites de la MSBT se extienden hacia el este, desde el borde de la Sierra de Algairén hasta la localidad de Alfamén, y de norte a sur, desde Ricla a Cariñena.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Aragón	Zaragoza	50018	Alfamén	56,81	21,03
Aragón	Zaragoza	50073	Cariñena	64,86	19,42
Aragón	Zaragoza	50024	Almonacid de la Sierra	76,66	15,05
Aragón	Zaragoza	50025	Almunia de Doña Godina, La	70,92	14,58
Aragón	Zaragoza	50004	Aguarón	62,55	8,31
Aragón	Zaragoza	50068	Calatorao	44,35	7,75
Aragón	Zaragoza	50088	Cosuenda	62,96	7,24
Aragón	Zaragoza	50225	Ricla	9,80	3,22
Aragón	Zaragoza	50026	Alpartir	20,97	2,48
Aragón	Zaragoza	50143	Longares	5,56	0,93

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

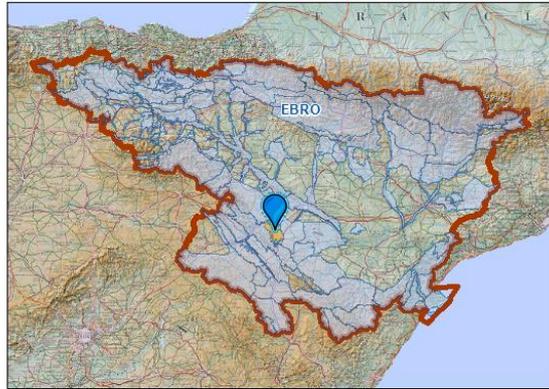
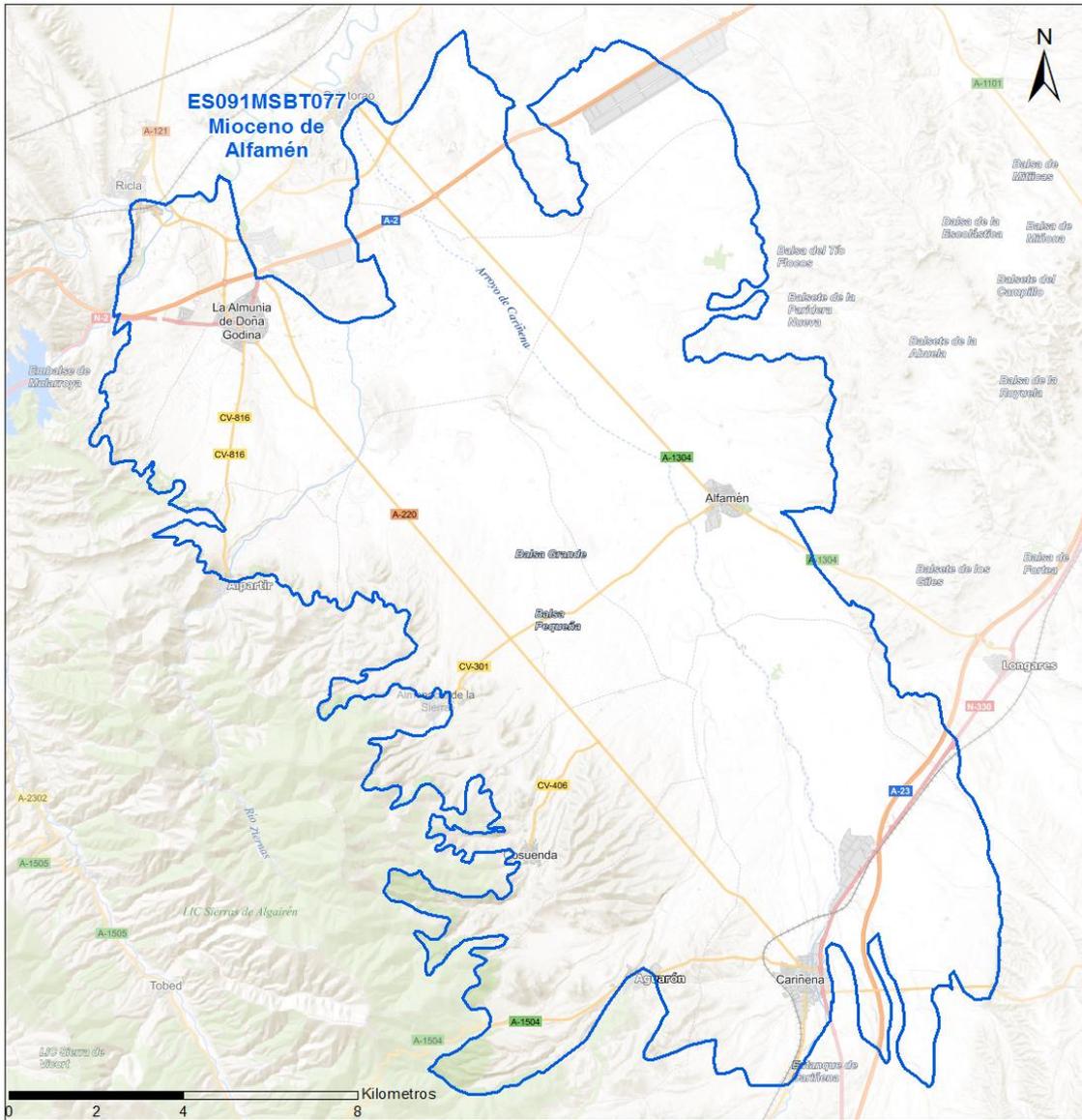
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	643.352	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.587.249
Longitud (CENTROIDE)	-1,28453	Latitud (CENTROIDE)			41,42406
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			573
Altitud mínima (m s.n.m.)	339	Altitud máxima (m s.n.m.)			912
Área total de la MSBT (km ²)	276				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

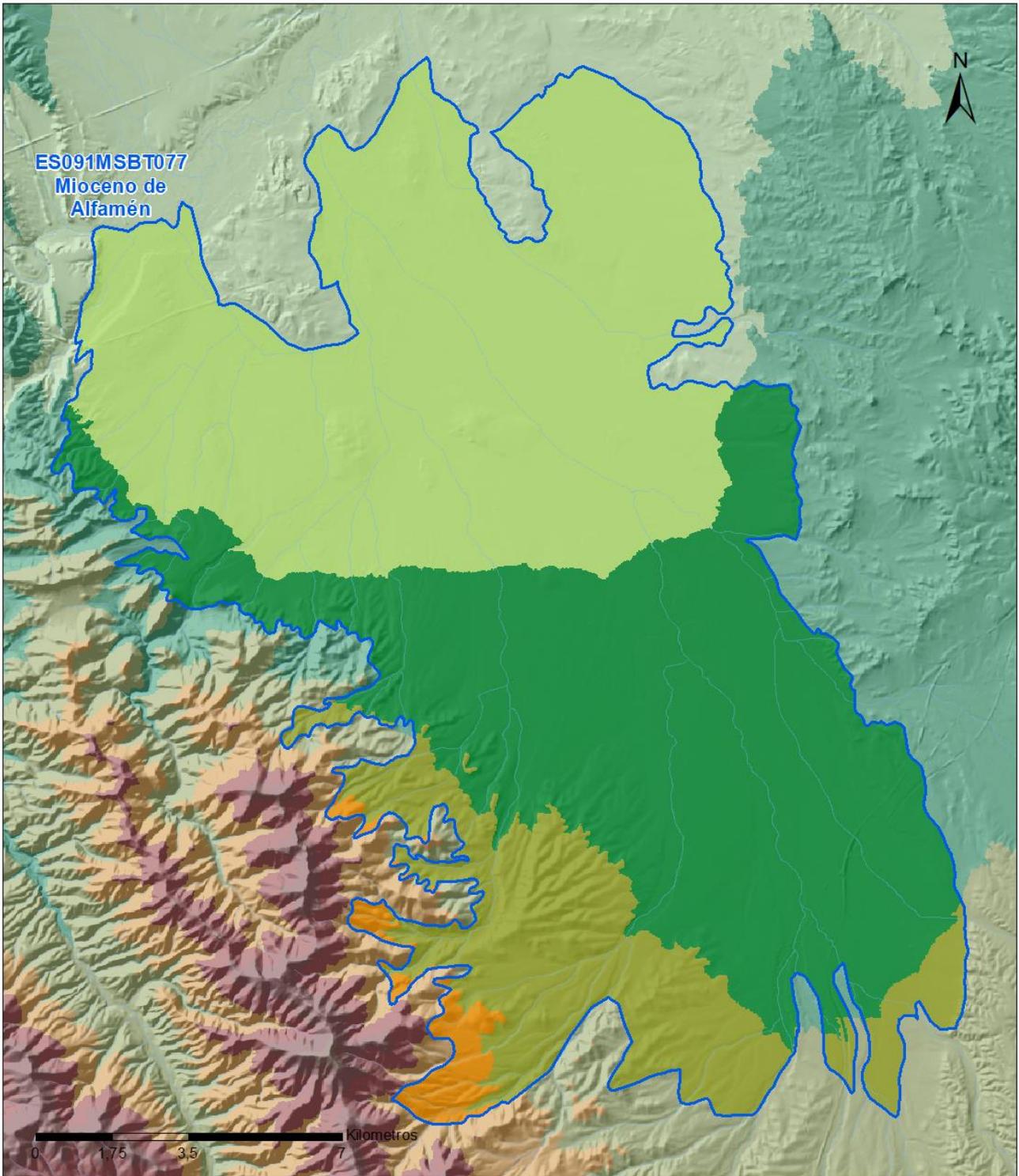
Nº habitantes	11.511	Año	2019
---------------	--------	-----	------

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

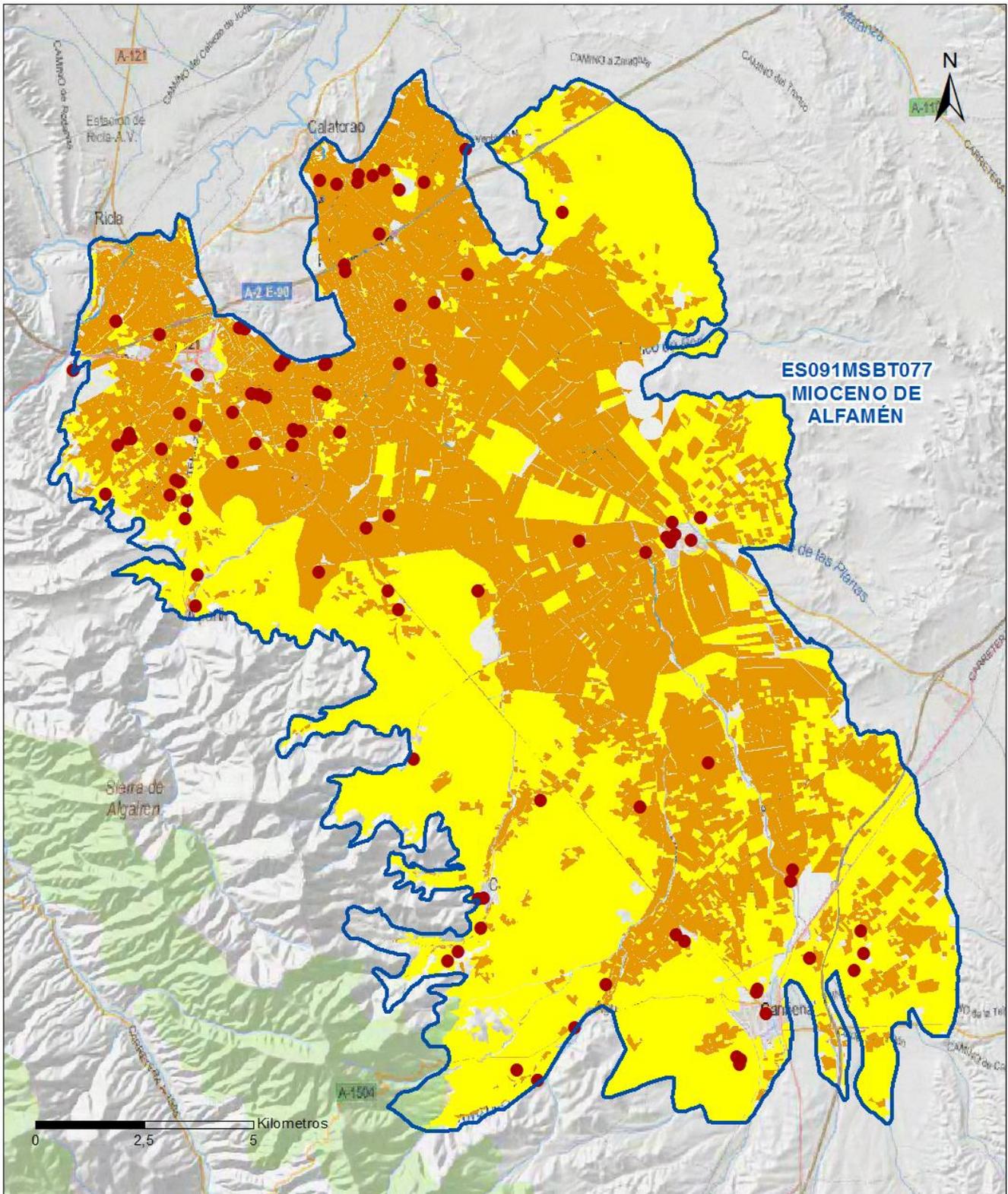


2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

Grupos de presiones	Tipos de presiones	Actividad	Presión Significativa
Fuentes puntuales	1.1	Vertidos urbanos	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.8	Vertidos de piscifactorías	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	<input checked="" type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.7	Otros	<input checked="" type="checkbox"/>
Recarga y alteración de nivel de aguas subterráneas	6.1	Recarga de aguas subterráneas	<input type="checkbox"/>
Recarga y alteración de nivel de aguas subterráneas	6.2	Alteración del nivel o el volumen de las aguas subterráneas	<input type="checkbox"/>

Fuentes difusas

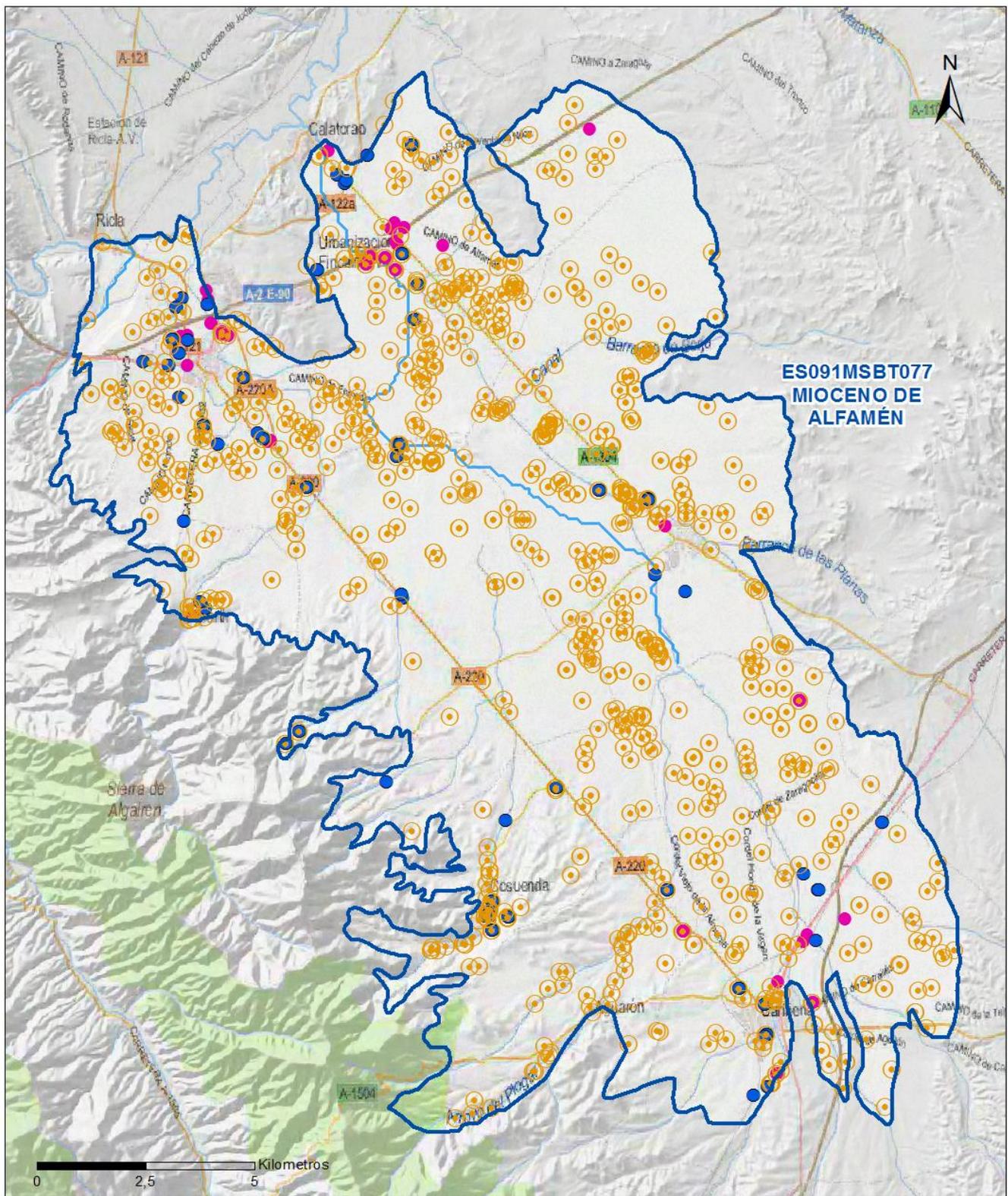


LEYENDA

-  Red hidrográfica
-  MSBT:
ES091MSBT077
MIOCENO DE ALFAMÉN

Tipo de Presión Difusa (significativa):

-  2.10 Otras fuentes difusas. Cabaña Ganadera.
-  2.2 Agricultura: Regadío
-  2.2 Agricultura: Secano



LEYENDA

- Red hidrográfica
- MSBT: ES091MSBT077

Tipo de Presión por Extracción (significativa):

- 3.1 Agricultura
- 3.2 Abastecimiento
- 3.3 Industria
- 3.7 Otros

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

Tipos de impactos	Situación que permite reconocer el impacto	Situación
NUTR	Contaminación por nutrientes	Probable
LOWT	Extracciones que exceden el recurso disponible de agua subterránea (disminución del nivel de agua)	Comprobado
ECOS	Daño en los ecosistemas terrestres asociados a las aguas subterráneas por cambios químicos o cuantitativos en estas	Comprobado
CHEM	Contaminación química	Probable

2.3 RIESGO DE LA MSBT

Riesgo de no alcanzar el buen estado cuantitativo	RIESGO CUANTITATIVO
Motivo	Justificación / Observación

Descenso piezométrico por extracción	IE > 0,7 / Descensos localizados o extracciones > 0,8 recursos disponibles / Descensos localizados en masas en las que los EDAS tienen mal estado conservación
--------------------------------------	--

Riesgo de no alcanzar el buen estado químico	RIESGO QUÍMICO
Contaminante	Justificación / Observación

NO ₃ ⁻ Nitrate	Masas en riesgo de afección por nitratos (valores medios o máximos entre 40 y 50 mg/l en los últimos 4 años en más del 20% masa o valores máximos o medios superiores a 50 mg/l en menos del 20% masa)
--------------------------------------	--

Desetilatrizona Desetilatrizona	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
---------------------------------	---

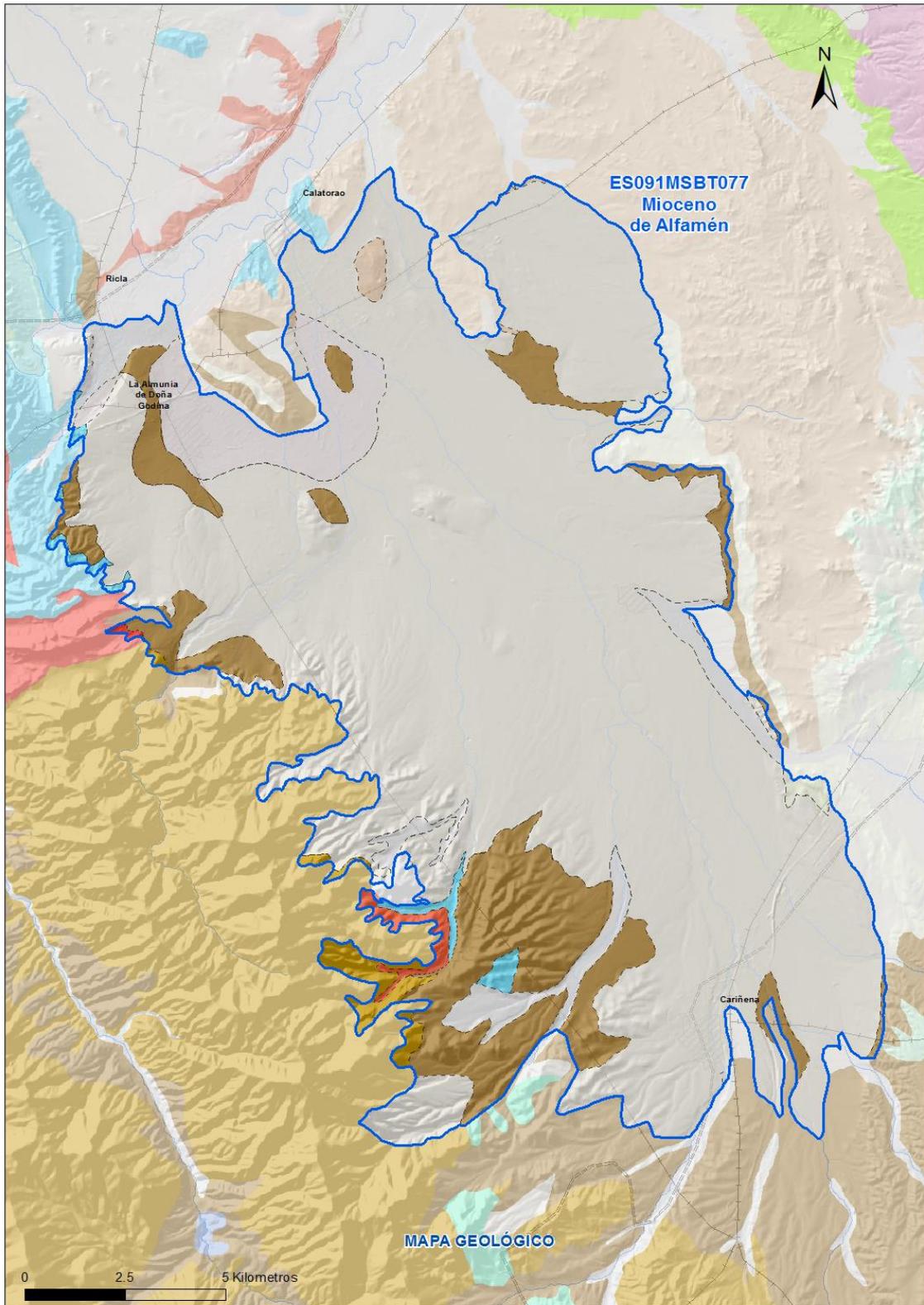
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Cuenca Del Ebro

Ibérica

3.2 MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA



Estructuras

- Anticinal
- Anticinal supuesto
- Sinclinal
- Sinclinal supuesto

Contactos y fallas

- Contacto concordante
- - - Contacto concordante supuesto
- - - - Contacto discordante
- - - - Contacto discordante supuesto
- Contacto intrusivo
- Contacto intrusivo
- Masas de agua
- - - Límite político
- Falla conocida
- Falla supuesta
- Cabalgamiento conocido
- Cabalgamiento supuesto

LITOLOGÍAS

Código	Descripción Litología
706	Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
704	Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacia, piedemonte y superficies)
397	Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos
375	Lutitas con niveles de calizas y, a veces, yesos
373	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
359	Conglomerados, areniscas y lutitas
165	Calizas de oncolitos. Calizas de Higuieruelas
157	Dolomías, brechas dolomíticas, carníolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajúña)
104	Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías. Paleozoico Ibérica Aragonesa
58	Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)
51	Pizarras oscuras con interc.de aren., cuarc.y sills basált. Piz.Río, Piz. Calymene,Fm.Rodada 2

3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

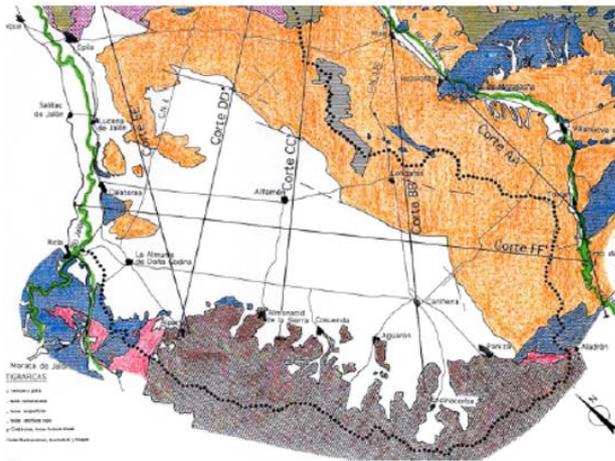
Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	9,97	Detrítica	3,62
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	12,24	Detrítica	4,44
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaciares, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	209,58	Detrítica	76,06
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	34,09	Detrítica	12,37
Conglomerados, areniscas y lutitas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	1,49	Detrítica	0,54
Calizas de oncolitos. Calizas de Higuieruelas	Jurásico	Superior (Malm)	1,41	Carbonatada	0,51
Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías. Paleozoico Ibérica Aragonesa	Cámbrico-Ordovícico Inferior		3,38	Meta-Detrítica	1,23

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

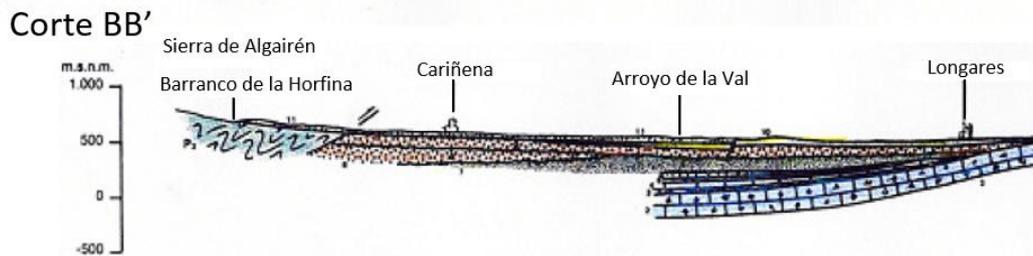
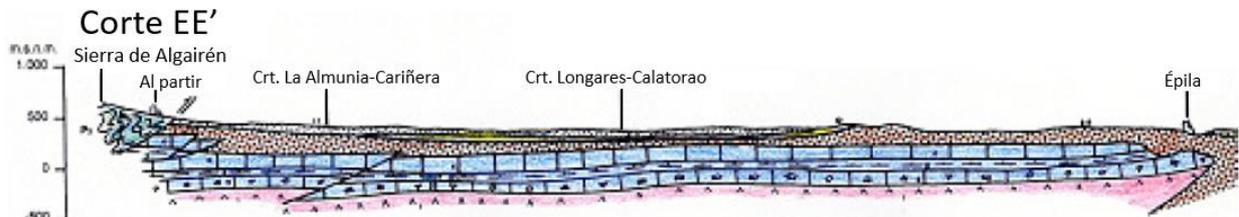
Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arenas y limos (Terrazas, glaciares y piedemonte)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	
Conglomerados, arenas, arcillas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	300
Calizas de oncolitos (Fm. Higuieruelas)	Jurásico	Superior (Malm)	200-300

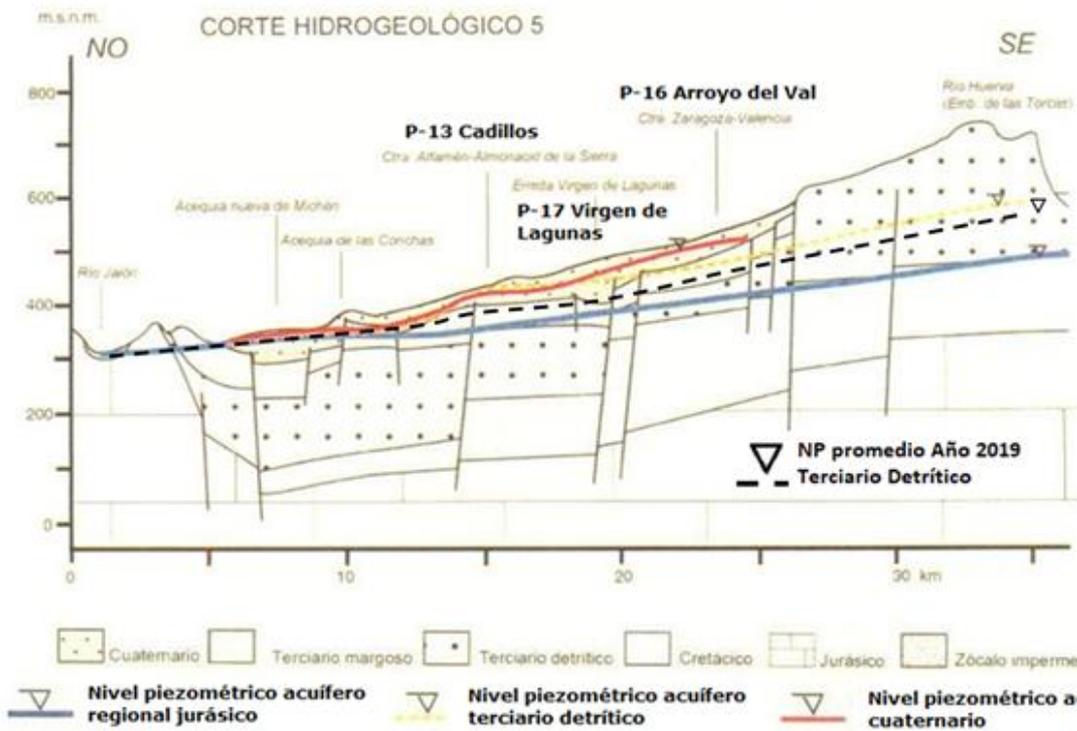
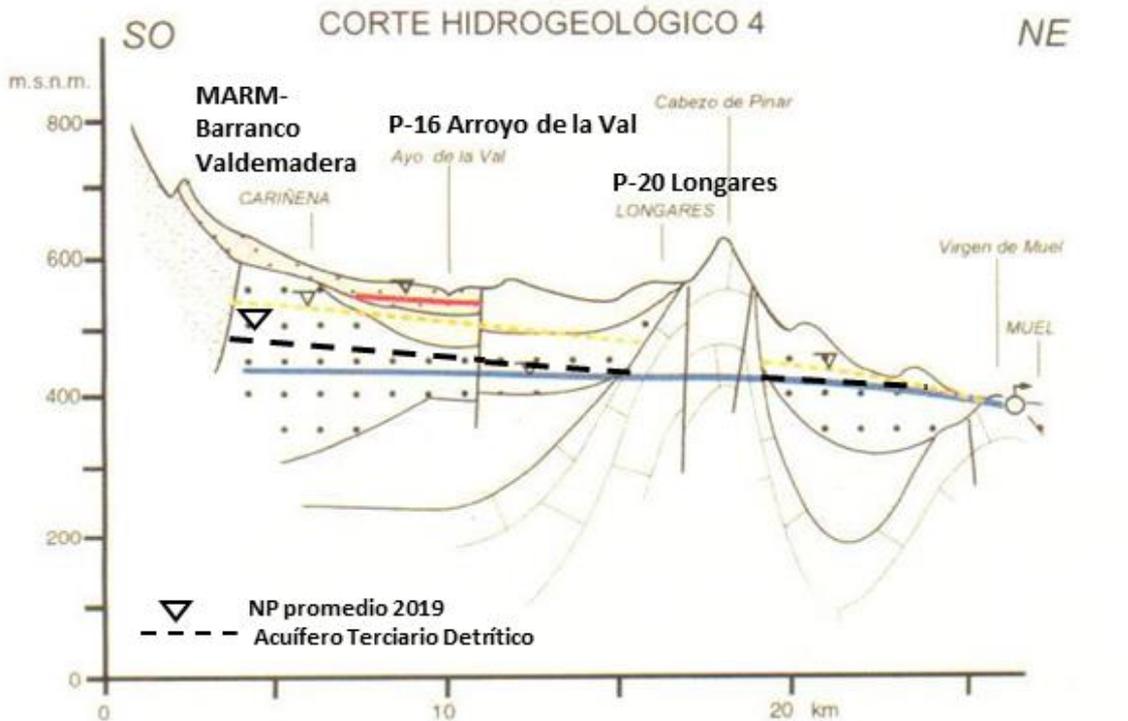
3.5 CORTES GEOLÓGICOS

ES091MSBT077 Mioceno de Alfamen



LEYENDA CORTES GEOLÓGICOS





Esquema de funcionamiento hidrogeológico de la MSBT077 Mioceno de Alfamén –Horizonte Inferior (Fuente: Cuchí & Coloma, 2004 VIII Simposio de Hidrogeología). Escala vertical ampliada para interpretación

3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Mioceno de Alfamén se encuentra en las estribaciones de las sierras septentrionales de la Cordillera Ibérica, en el contacto geológico entre las sierras paleozoicas y mesozoicas con las formaciones terciarias de la Depresión del Ebro. Limitada por la sierra de La Virgen y Vicort al NO, se extiende desde las faldas de la Sierra de Algairén hacia el Campo de Cariñena, subyacente a los depósitos pliocuaternarios (ES091MSBT076 Pliocuaternario de Alfamén) que se extienden como un glacis desde la Sierra. Pertenecen ambas MSBT al Dominio Hidrogeológico Central Ibérico

La MSBT se circunscribe los depósitos terciarios formados por conglomerados, areniscas y arcillas del Mioceno. Se disponen con una geometría subhorizontal con frecuentes cambios laterales de facies horizontales y verticales, configuran una geometría compleja y heterogénea. La estructura corresponde a un sinclinal de suaves buzamientos (<10º) con el flanco SO cabalgado por el Paleozoico de la Sierra de Algairén.

Bajo los depósitos terciarios se encuentra el sustrato mesozoico, principalmente de edad Jurásico con una geometría interna compleja, con varios sectores de afloramientos diferenciados. En el sector del río Jalón, los materiales carbonatados se encuentran afectados por cabalgamientos y fallas inversas que, hacia la Almunia de Doña Godina, toman una disposición monoclinial subyacente a los depósitos terciarios detríticos.

El Jurásico tiene en el área de estudio una reducida extensión de afloramiento. Sin embargo, los materiales jurásicos quedan ocultos en prácticamente toda la zona comprendida entre la Cadena Ibérica y la "falla noribérica". Los sondeos que explotan las formaciones hidrogeológicas acuíferas jurásicas aparecen especialmente concentrados en las zonas de Epila, Ricla y Calatorao; son obras que nunca atraviesan totalmente la serie. En la cuenca del Huerva las Subunidades Acuíferas del Jurásico son explotadas para el abastecimiento a pequeñas poblaciones; son los casos de Muel, Jaulín, Fuendetodos, Aguilón y Villanueva de Huerva.

La MSBT presenta un cauce principal, la Rambla de Cariñena, que discurre con dirección S a NNE, y dos tramos de ríos principales: tramo del río Jalón aguas debajo de Ricla y los dos últimos kilómetros del río Grio antes de la desembocadura al río Jalón

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

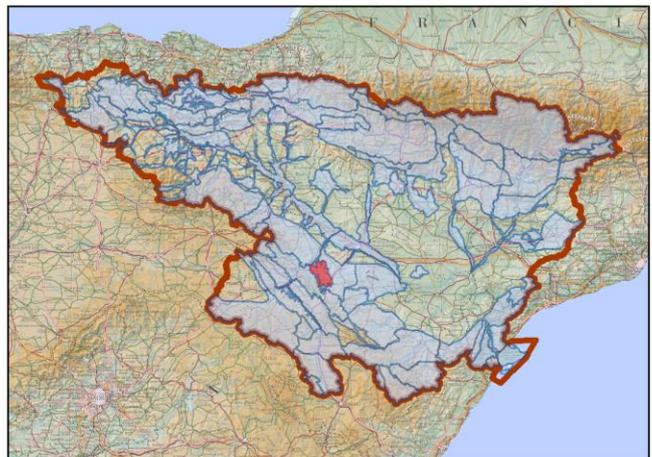
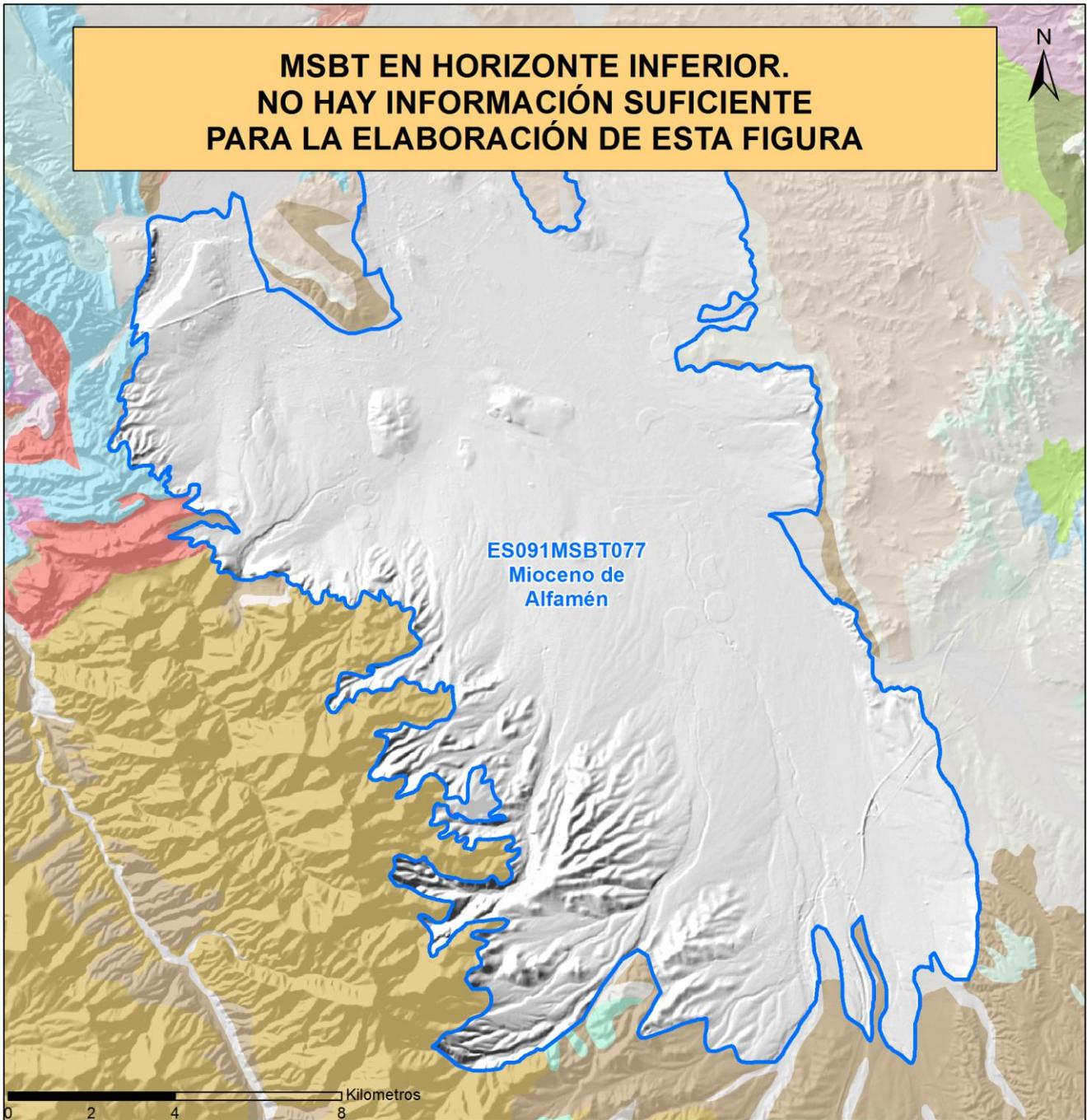
4.1 ZONA NO SATURADA (Z.N.S.)

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
Espesor Medio Z.N.S. (m)		
Litología Z.N.S.		

4.2 SUELOS EDÁFICOS

4.3 MAPA DE SUELOS

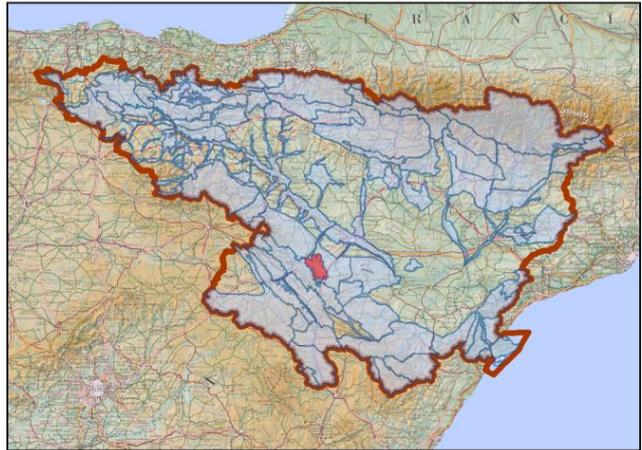
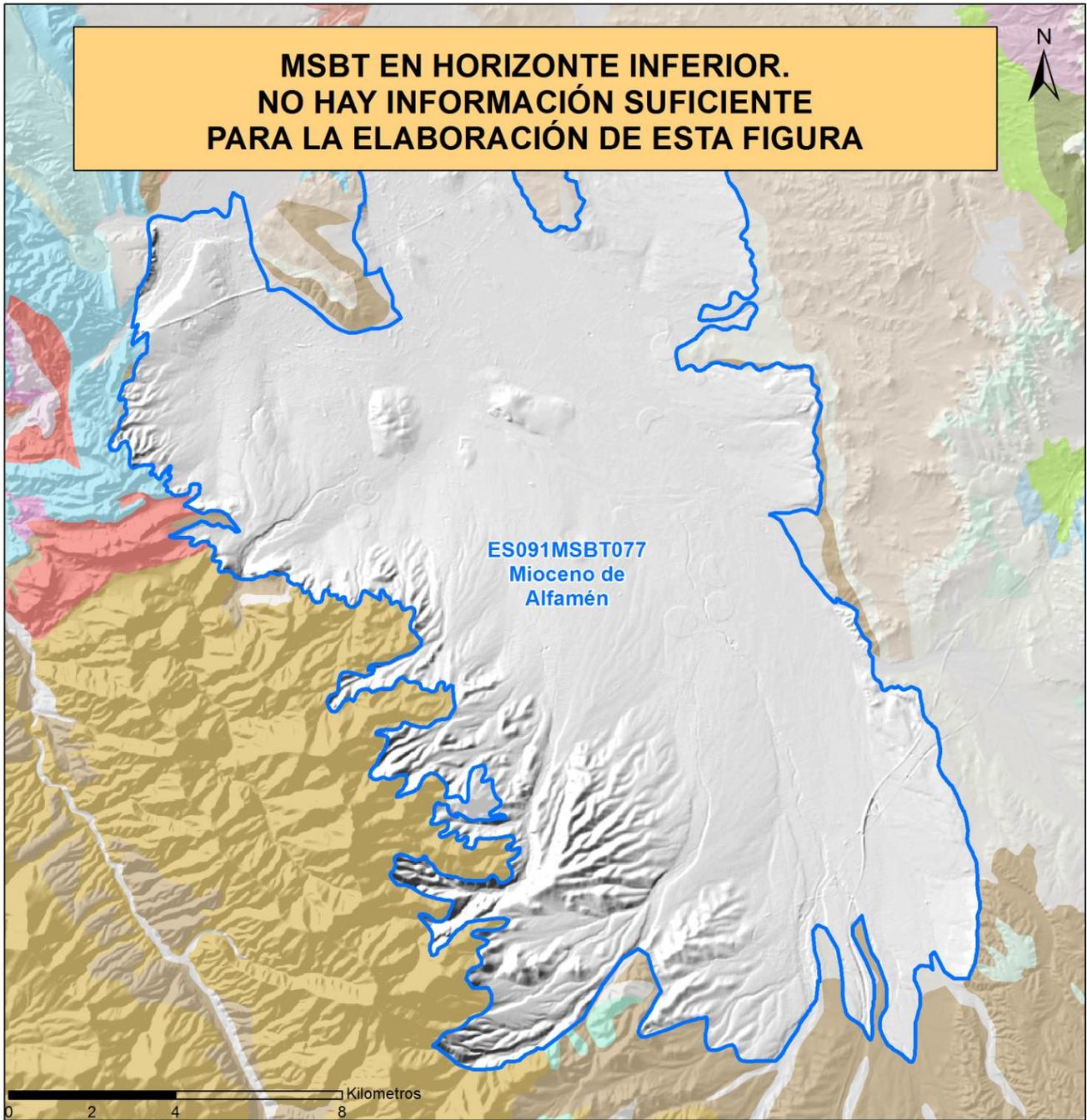
Mapa de suelos



*Nota: Sin clasificación Tipo de Suelo
ES091MSBT077 Mioceno de Alfamén –Horizonte Inferior*

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

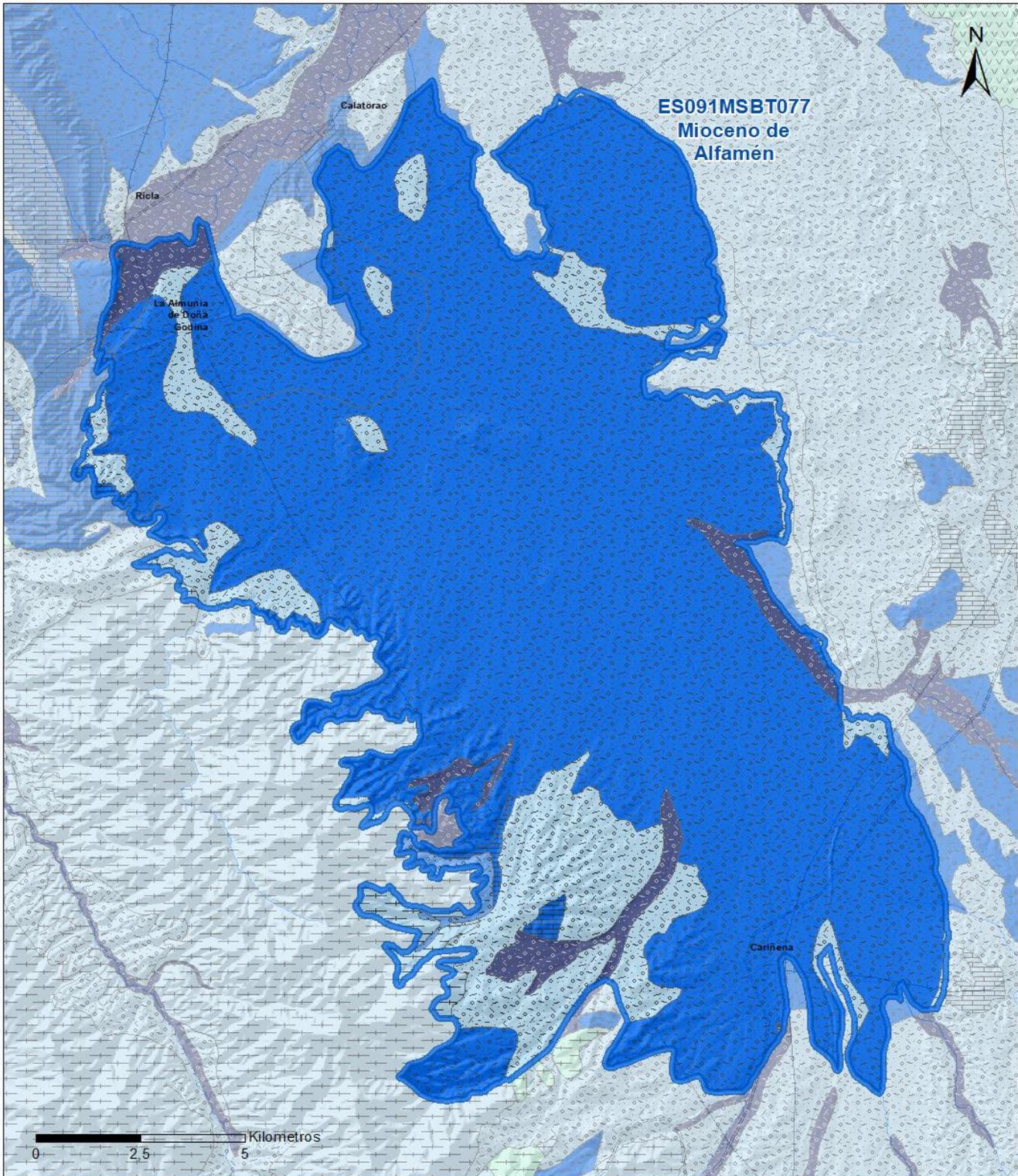
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Suroeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRAS PALEOZICAS DE LA VIRGEN Y VICORT
Noroeste	Abierto	Salida	Permeable	SOMONTANO DEL MONCAYO
Noreste	Abierto	Entrada	Convencional	PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN
Sureste	Abierto	Entrada	Convencional	PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN

Descripción límites hidrogeológicos:

El límite noreste y sureste de la MSBT Mioceno de Alfamén son de tipo abierto y flujo de entrada, reciben transferencia lateral desde la MSBT Pliocuaternario de Alfamén (ES091MSBT076). El límite noroeste es de tipo abierto y de salida de flujo subterráneo hacia el río Jalón que en esa zona limita con la MSBT Somontano del Moncayo (ES091MSBT072). El límite suroeste con la MSBT Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort (ES091MSBT074) se considera cerrado y de flujo nulo por el contacto con materiales impermeables paleozoicos.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA



MSBT

PERMEABILIDAD



MUY ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, CARBONATADAS



MEDIA, DETRÍTICAS



BAJA, DETRÍTICAS



BAJA, META-DETRÍTICAS



MUY BAJA, META-DETRÍTICAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km ²)
			Sistema	Serie		
Jurásico Carbonatado-Malm	Calizas y dolomías	Alta	Jurásico	Superior (Malm)		
Jurásico Carbonatado-Dogger	Calizas y dolomías	Alta	Jurásico	Dogger		
Jurásico Carbonatado-Grupo Lias	Calizas y dolomías	Alta	Jurásico	Lias	200-300	2
Terciario Detrítico	Conglomerados, areniscas y lutitas	Media	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	300	38

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km ²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Ac. Cortes de Tajuña	2	0,77	Confinado	300	Karstificación-Fisuración	Jurásico Carbonatado (Grupo Lias, Dogger y Malm)
Ac. Terciario Detrítico de Alfamén	38	13,82	Confinado	300	Intergranular	Terciario Detrítico

Descripción general:

En la MSBT Mioceno de Alfamén se identifican dos acuíferos, formados por las facies detríticas (Ac. Terciario Detrítico de Alfamén) y el otro por los materiales carbonatados del Jurásico (Ac. Cortes de Tajuña).

Las formaciones carbonatadas del Jurásico, fundamentalmente el Lías inferior (Fm Carniolas de Cortes de Tajuña y Fm Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas), forman un acuífero cárstico de flujo difuso, de alta permeabilidad. Su espesor puede alcanzar 300 m. Está confinado en casi toda su extensión dentro de la masa de agua.

Las facies detríticas del Mioceno (conglomerados, areniscas y lutitas) constituye el acuífero multicapa denominado Terciario Detrítico de Alfamén, cuyo espesor puede alcanzar un espesor de 300 m. Las facies más gruesas, y por tanto más permeables (porosidad intergranular), se disponen en el contacto con las sierras paleozoicas y recubriendo los paleorrelieves formados por los materiales jurásicos. Este acuífero está confinado en la mayor parte de su superficie, excepto en los bordes de contacto con la Sierra de Algairén, por una serie arcillosa del neógeno que en la parte central y distal actúa como un acuitardo, desconectando hidráulicamente el acuífero superior pliocuaternario que se encuentra en la MSBT 076 Pliocuaternario de Alfamén. Su espesor puede alcanzar hasta 300 m.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m ² /día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Ac. Cortes de Tajuña	Jurásico Carbonatado (Grupo Lias, Dogger y Malm)	Ensayos de Bombeo	3,00	3.800,00	3,00E-05	7,00E+00
Ac. Terciario Detrítico de Alfamén	Terciario Detrítico	Ensayos de Bombeo	15,00	2.150,00	5,00E-02	1,50E-01

Descripción general:

Acuífero Terciario Detrítico de Alfamén: Los datos disponibles apuntan hacia valores comprendidos entre 300 y 800 m²/día para los casos más altos, y entre 200 y 300 m²/día para los valores más frecuentes. Pueden ser considerados valores excepcionalmente bajos los que no alcanzan 50 m²/día. Los caudales específicos altos se encuentran entre 5 y 10 L/s/m, los medios entre 1 y 2 L/s/m, y los bajos inferiores a 0,25 L/s/m.

Acuífero Jurásico- Cortes de Tajuña: Se dispone de pocos datos fiables de transmisividades directamente medidas, que podrían tener un valor medio próximo a los 2.000 m²/día. Sin embargo, valores obtenidos a partir de caudales específicos observados sondeos de explotación, indicarían un rango de transmisividad media comprendido entre 100 y 400 m²/día, correspondientes a caudales específicos entre 1 y 5 L/s/m de descenso. Algunos valores excepcionales superan puntualmente los 10 e incluso los 20 L/s/m.

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

En líneas generales, el flujo subterráneo en Ac. Detrítico Terciario se orienta desde las Sierras de Algairén y Vicort hacia el llano del Campo de Cariñena, y dentro del llano hacia el río Jalón. En la llanada, que se extiende entre los cauces del río Huerva al sur y río Jalón al norte, la piezometría del acuífero Terciario muestra la presencia de una "cascada piezométrica" justo aguas abajo de la alineación Alfamén y Almonacid de la Sierra.

La recarga principal se produce directamente en las Sierras de Algairén y en la cabecera de la Rambla de Cariñena por infiltración de las escorrentías de los barrancos que drenan las sierras paleozoicas. Existe un gradiente vertical descendente desde el acuífero suprayacente (Plioceno de Alfamén) al Ac. Terciario Detrítico que se encuentra por debajo, y que a su vez tiene transferencia hidráulica lateral hacia la MSBT contigua del Campo de Cariñena (ES091MSBT075). El río Jalón actúa como línea de descarga

general del de la masa de agua subterránea, aguas debajo de la localidad de Calatorao.

El seguimiento de los niveles piezométricos a lo largo de los años muestra un comportamiento del sistema acuífero subterráneo diferente según el área. La tendencia general en el acuífero Terciario ha sido al descenso progresivo de los niveles, máximo en la zona entre Alfamén y la Virgen de las Lagunas. Incluso se ha invertido el régimen natural en algunas zonas dónde el nivel freático intersectaba la topografía, formándose lagunas naturales próximas a la ermita de la Virgen de Lagunas y que actualmente ya no existen debido a la sobreexplotación y descenso del nivel piezométrico.

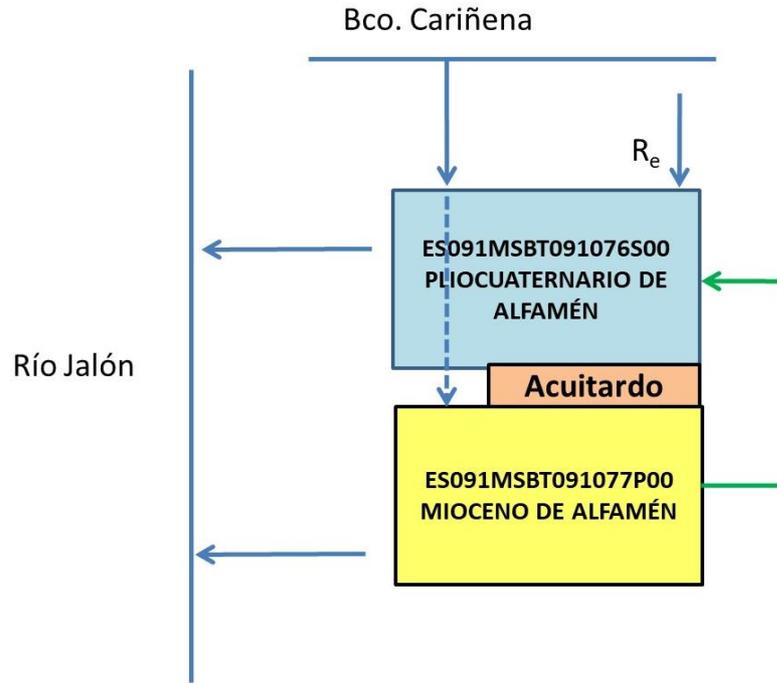
Las formaciones jurásicas (Grupo Lias, Dogger y Malm) constituyen el llamado Ac. Cortes de Tajuña, que adopta el nombre de la Fm. Cortes de Tajuña, la principal por sus características hidrogeológicas y entidad como acuífero, dentro del Grupo Lias. El flujo subterráneo se orienta de SE a NO, en dirección a la zona de descarga del río Jalón, en el cual se produce de forma difusa en el cauce o por manantiales como Ojos de Pontil, entre las poblaciones de Epila y Lumpiaque. La recarga de este acuífero se produce en el SE, sobre las estratificaciones mesozoicas del área de Belchite-Aguilón, en la zona de Almonacid de la Sierra y mediante transferencia del acuífero detrítico.

Asimismo, parecen haberse detectado flujos ascendentes, es decir, un área de descarga en la zona de Cadillos- Alfamén, al SE de la localidad de Alfamén (De Miguel, J.L., 1998). En líneas generales, los gradientes verticales de potencial hidráulico entre los acuíferos Jurásico y Terciario, que frecuentemente aparecen superpuestos en la misma vertical, son siempre descendentes, salvo en las proximidades de la zona de descarga al Jalón, en donde se vuelven ascendentes. De esta forma, el acuífero Jurásico actúa a modo de un gran "dren de fondo".

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLOGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT077P00	Mioceno de Alfamén
Esquema: ES091MSBT077P00	

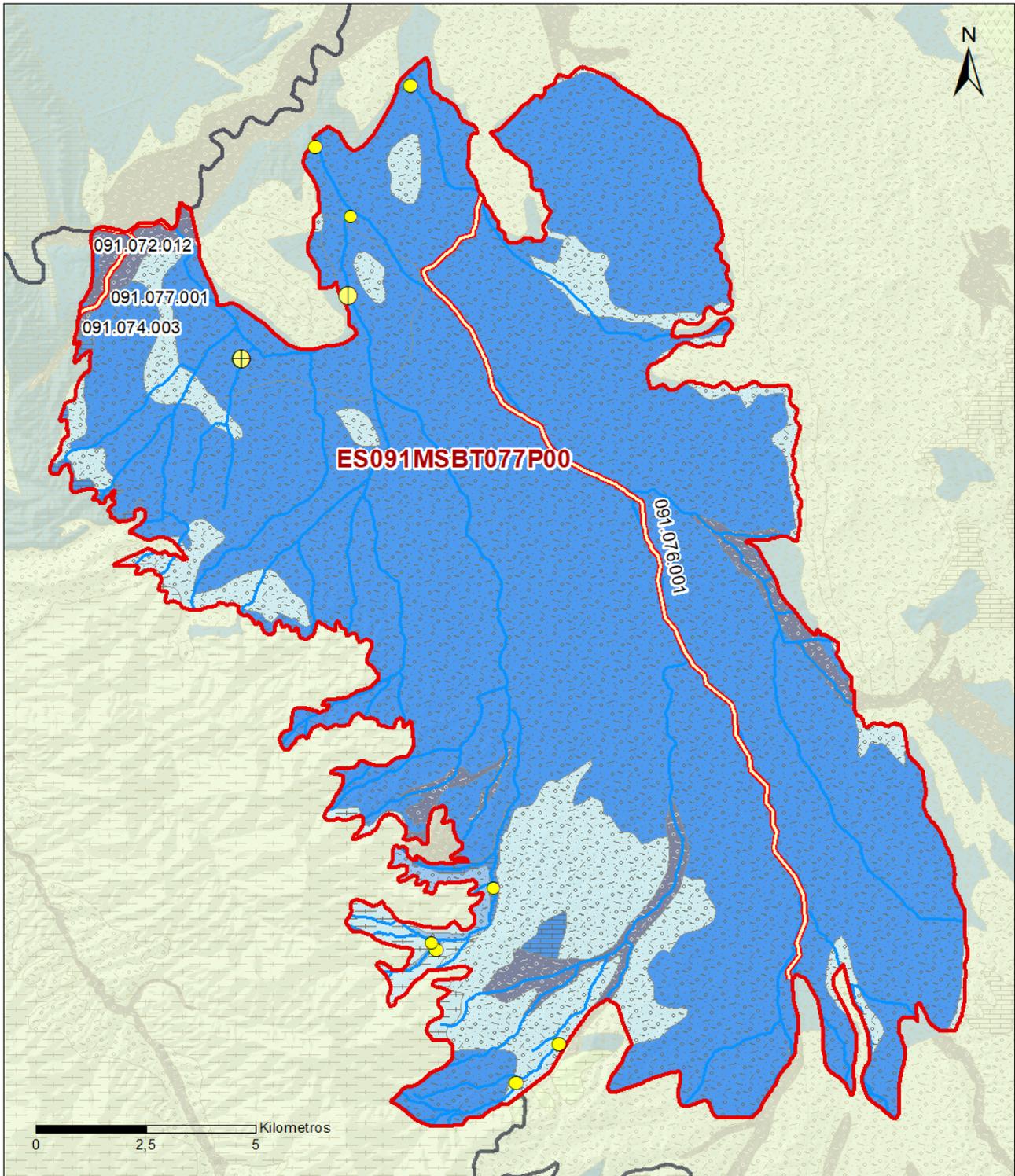


5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT077P00	ES091MSPF113	Río Grío desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.077.001
ES091MSBT077P00	ES091MSPF446	Río Jalón desde el río Grío hasta su desembocadura en el río Ebro.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.077.002

5.6.3 PARÁMETROS DE LA RELACIÓN MSPF/MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código manantial principal o tramo	Cota de descarga (m)	Coef. α del manantial (días -1)	Caudal medio ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Rango ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Coefficiente de reparto (%)	Relación unitaria de transferencia (L/s/m)
ES091MSBT077P00	091.077.001	365				50	
ES091MSBT077P00	091.077.002	352				50	



LEYENDA

-  Recintos Hidrogeológicos
-  MSBT
-  Red hidrográfica

Manantiales

-  <1 l/s
-  1-10 l/s
-  10-15 l/s
-  15-25 l/s
-  25-50 l/s
-  50-100 l/s
-  100-250 l/s
-  >250 l/s

Relación Río-Acuífero

-  Río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha

6.- ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

6.1 ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)

6.1.1 NOMBRE, DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EDAS

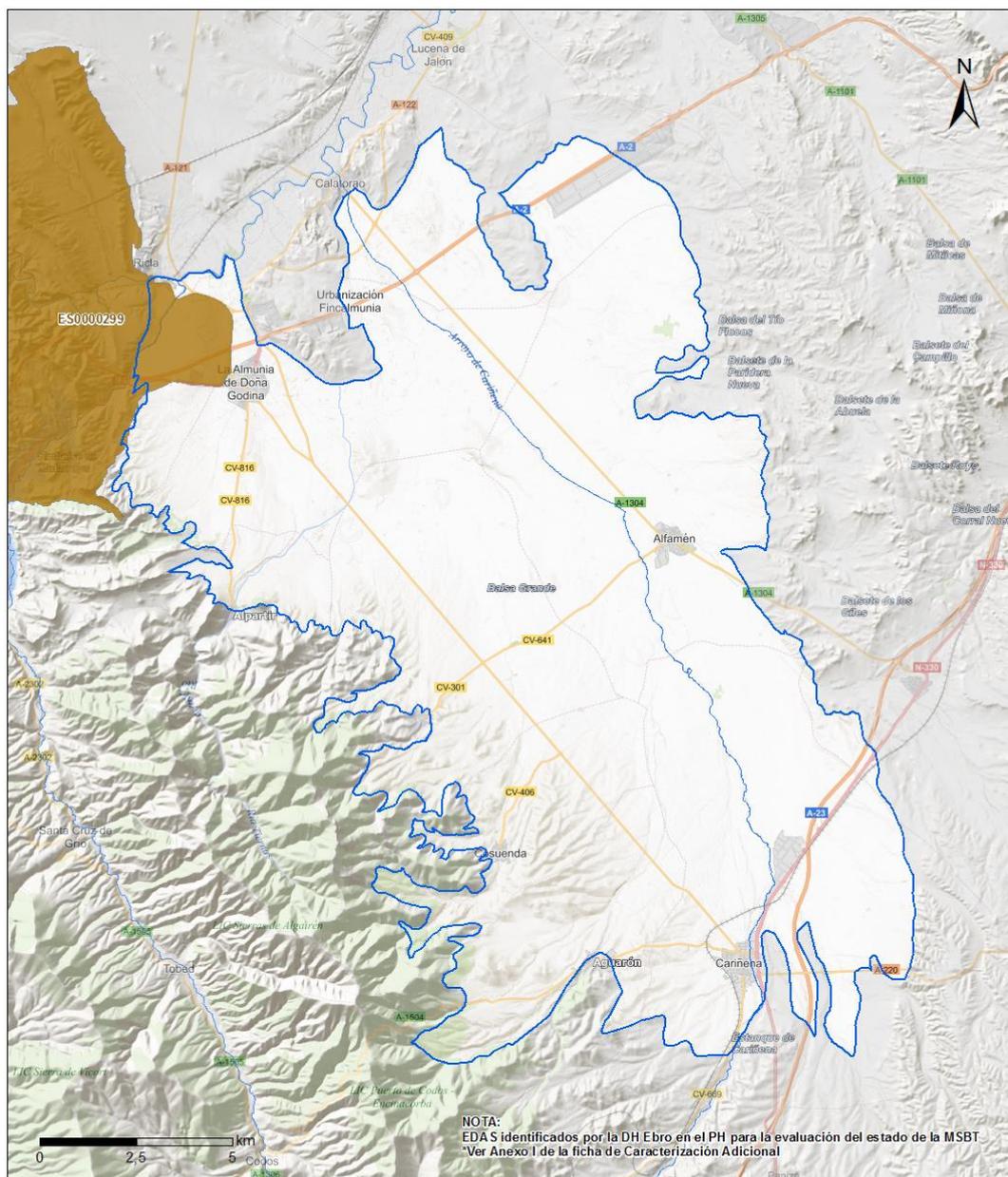
Ver Anexo 1.

6.1.2 RESUMEN DE LOS EDAS

EDAS	Nº de EDAS	Tipo y Nº de EDAS												
		T. 1	T. 2	T. 3	T. 4	T. 5	T. 6	T. 7	T. 8	T. 9	T. 10	T. 11	T. 12	T. 13
EAAS														
ETDAS														
EAAS/ETDAS														

6.1.3 MAPA DE EDAS

Mapa de EDAS



LEYENDA

Red Hidrográfica

MSBT ES091MSBT077
Mioceno de Alfamén

SITES RN2000 (ZEPA) con ETDA S en Mal Estado

Código SITE , Código Hábitat, Nombre Hábitat

ES0000299, 6420, Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

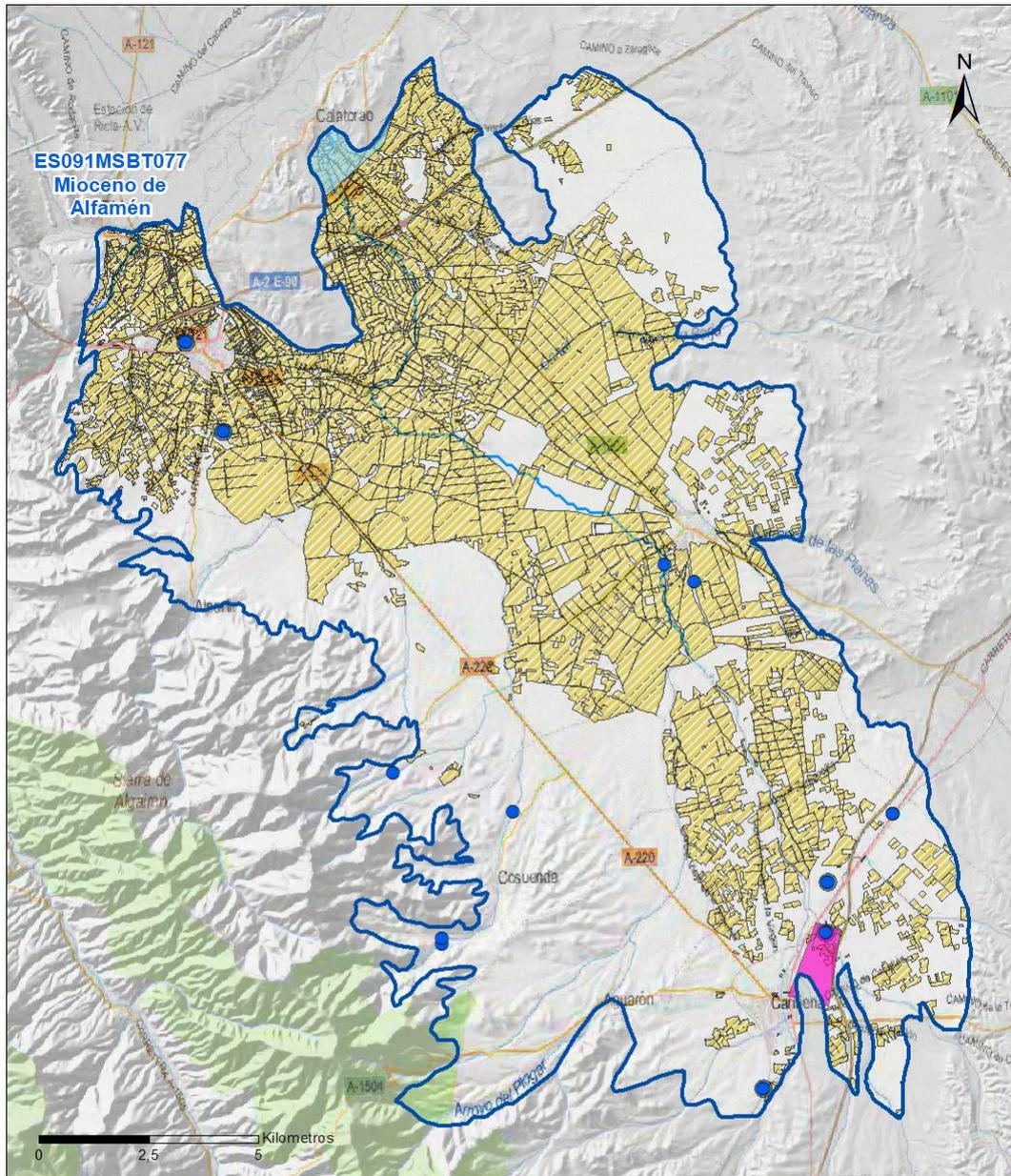
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Tipo de Zona Protegida	Nº	Geometría		Superficie total (km²)	% de la MSBT
		Punto	Polígono		
Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC)	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	0,81
Zonas de futura captación de agua para consumo humano		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	117	42,44
Perímetros de protección de aguas minerales y termales	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,41

Información más detallada acerca de las ZZPP relacionadas con las aguas subterránea se puede consultar en el Anejo 4 del Plan Hidrológico de la DH

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

- Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC)
- ⋈ Perímetros de protección de ZPAC
- ⋈ Zonas de Salvaguarda
- ⋈ Zonas de futura captación de agua de consumo humano
- ▨ Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)
- ⋈ Perímetros de protección de aguas minerales y termales
- ⋈ MSBT
- ⋈ Red hidrográfica

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

7.1 BALANCE HÍDRICO

7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm ³ /año)	Componente	Volumen (hm ³ /año)
Infiltración lluvia		Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF		Transf. lateral otras MSBT	
Transf. lateral otras MSBT			
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	0,00	Salidas Totales	0,00
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RN)		0,00	

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm ³ /año)	Componente	Volumen (hm ³ /año)
Infiltración lluvia	0,00	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF	30,00	Extracciones	52,03
Transf. lateral otras MSBT	28,00	Transf. lateral otras MSBT	
Retornos de riego			
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	58,00	Salidas Totales	52,03
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RA)		5,97	

7.2 RECURSO DISPONIBLE (RD) E ÍNDICE DE EXPLOTACIÓN (IE)

7.2.1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm ³ /año)	58,00
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año)	49,00
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año)	11,60
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año)	46,40
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	1,06

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año)	58,00
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año)	52,03
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año)	11,60
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año)	46,40
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	1,12

“Recurso Renovable” (RR)= Entradas (Infiltración + Recarga desde MSPF + Transf lateral a otras MSBT+ Otras entradas) - Salida (Transf lateral a otras MSBT)
 “Recurso Disponible” (RD)= Recurso Renovable (RR)-Necesidad Ambiental (NA)+ Retorno de Riego

7.3 RECARGA ARTIFICIAL

7.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Cuenta con instalación de inducción a la recarga en barranco de Aguarón y cosuenda, mediante diques para favorecer la infiltración en la zona donde acuífero pliocuaternario y mioceno están conectados.

7.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RECARGA ARTIFICIAL

8.- PIEZOMETRÍA

8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

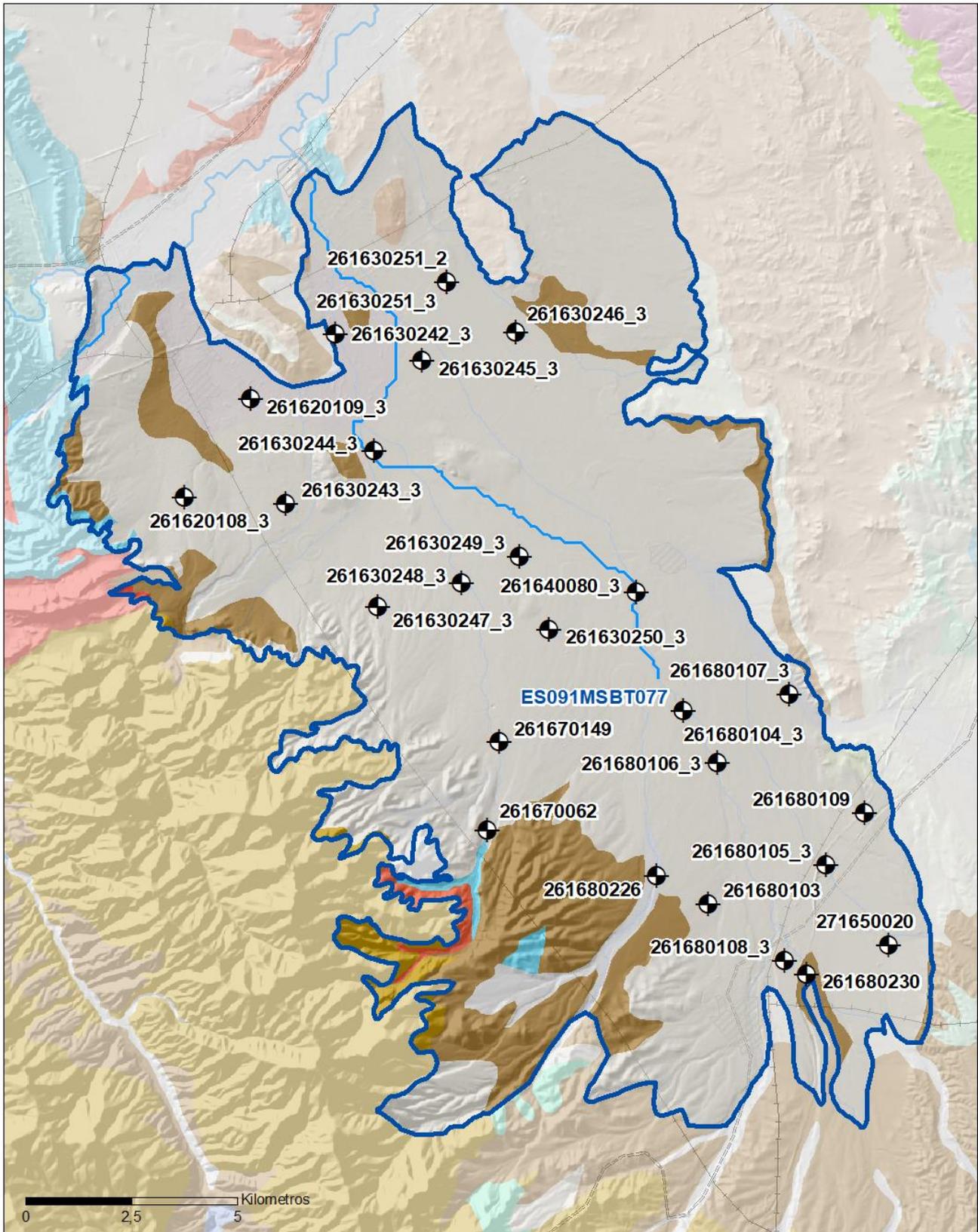
Código punto	Tipo	UTM (ETRS89-H30)		FGP/Acuífero	Inicio muestreo	Nivel de Ref. (m s.n.m.)	Nivel Umbral (m s.n.m.)	Prof. (m)	Cota (m s.n.m.)	Programa de control		
		X	Y							NP	CM	MT
261620108_3	Piezometría	635.431	4.590.377	Detrítico Terciario de Alfamén	15/01/1980			88,0	418	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261620109_3	Piezometría	636.982	4.592.719	Detrítico Terciario de Alfamén	27/09/1988			200,0	364	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630242_3	Piezometría	638.976	4.594.266	Detrítico Terciario de Alfamén	21/06/1988			207,0	362	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630243_3	Piezometría	637.822	4.590.231	Detrítico Terciario de Alfamén	30/03/1989			245,0	404	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630244_3	Piezometría	639.892	4.591.491	Detrítico Terciario de Alfamén	21/04/1989			210,0	378	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630245_3	Piezometría	641.039	4.593.629	Detrítico Terciario de Alfamén	22/09/1988			195,0	377	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630246_3	Piezometría	643.246	4.594.313	Detrítico Terciario de Alfamén	13/10/1988			200,0	385	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630247_3	Piezometría	639.979	4.587.764	Detrítico Terciario de Alfamén	09/09/1988			252,0	456	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630248_3	Piezometría	641.971	4.588.331	Detrítico Terciario de Alfamén	09/09/1988			200,0	442	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630249_3	Piezometría	643.333	4.588.963	Detrítico Terciario de Alfamén	16/09/1988			200,0	431	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630250_3	Piezometría	644.036	4.587.228	Detrítico Terciario de Alfamén	10/11/1979			200,0	465	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630251_2	Piezometría	641.625	4.595.506	Ac. Cortes de Tajuña (Carbonatado Jurásico)	22/10/1988			185,0	370	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630251_3	Piezometría	641.625	4.595.506	Ac. Cortes de Tajuña (Carbonatado Jurásico)	09/12/1988			235,0	370	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261640080_3	Piezometría	646.087	4.588.109	Detrítico Terciario de Alfamén	31/08/1988			240,0	455	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261670062	Piezometría	642.581	4.582.450	Ac. Cortes de Tajuña (Carbonatado Jurásico)	09/02/1996			256,0	577	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261670149	Piezometría	642.847	4.584.545	Detrítico Terciario de Alfamén (Piezómetro mixto)	24/01/2011			170,0	532	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680103	Piezometría	647.797	4.580.691	Detrítico Terciario de Alfamén	10/11/1988			212,0	554	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680104_3	Piezometría	647.202	4.585.300	Detrítico Terciario de Alfamén	26/08/1988			199,0	491	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680105_3	Piezometría	650.584	4.581.625	Detrítico Terciario de Alfamén	28/04/1989			122,0	547	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680106_3	Piezometría	648.001	4.584.042	Detrítico Terciario de Alfamén	27/11/1979			198,0	509	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680107_3	Piezometría	649.709	4.585.679	Detrítico Terciario de Alfamén	10/11/1988			214,0	492	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680108_3	Piezometría	649.599	4.579.340	Detrítico Terciario de Alfamén	22/08/1988			98,0	570	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680109	Piezometría	651.482	4.582.861	Detrítico Terciario de Alfamén	17/08/1988			200,0	551	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680226	Piezometría	646.565	4.581.360	Detrítico Terciario de Alfamén	21/12/2006			214,0	560	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680230	Piezometría	650.107	4.579.011	Detrítico Terciario de Alfamén	22/08/1988			138,0	573	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
271650020	Piezometría	652.057	4.579.710	Detrítico Terciario de Alfamén				225,0	588	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.1.1 AMPLIACIÓN DE LA RED DE CONTROL (Piezómetros en ejecución y manantiales)

Código punto	Tipo	UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m.)	Prof. (m)	FGP/Acuífero	Plazo de Ejecución	Programa de control		
		X	Y					NP	CM	MT
090.603.033a	Piezómetro	643.613	4.577.136	688	250,0	Materiales carbonatados	2022-2024	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.2 MAPAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

Localización de puntos de control



LEYENDA

-  MSBT
-  Red hidrográfica

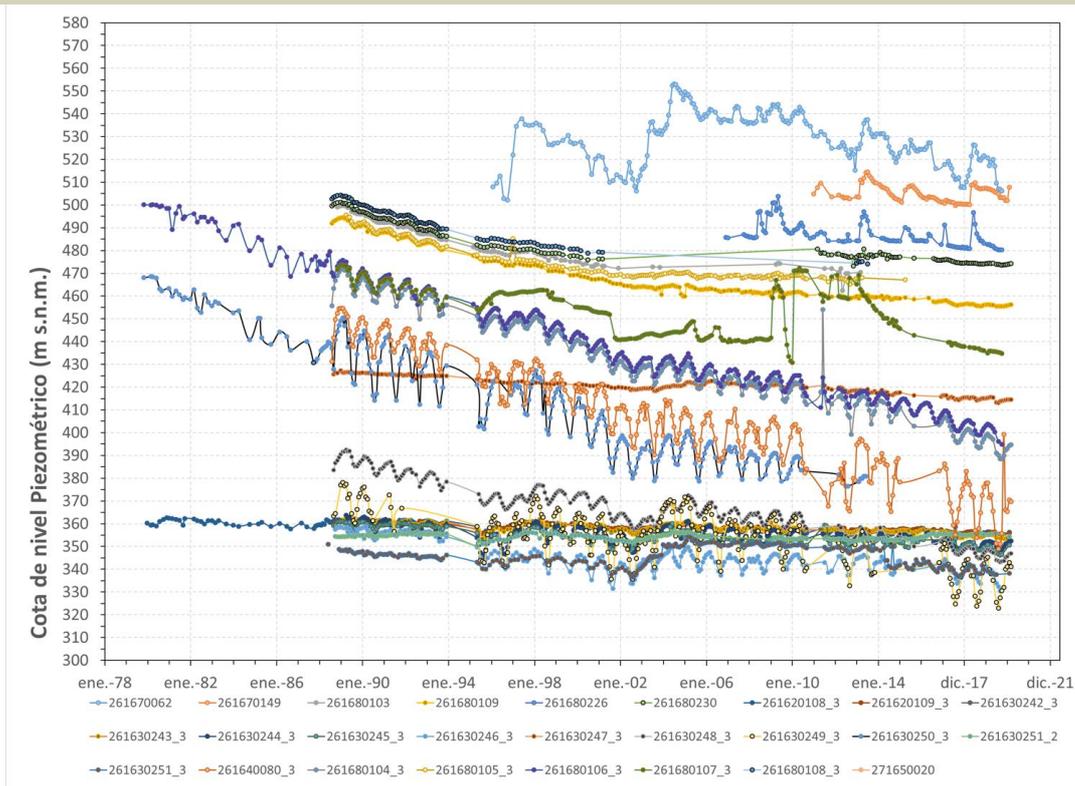
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  Piezometría
-  Hidrometría

8.3 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA PIEZOMETRÍA

8.3.1. EVOLUCIÓN GENERAL DE LA PIEZOMETRÍA/HIDROMETRÍA DE LA MSBT

Gráfico de la evolución piezométrica en los puntos de control



Observaciones a la evolución general de la piezometría / hidrometría

La red de control piezométrico está constituida por 26 puntos de control, distribuidos la mayoría en Ac. Terciario Detrítico de Alfamén (23 puntos). El acuífero regional Ac. Cortes de Tajuña, que aflora localmente en las proximidades del río Jalón, está controlado por 3 piezómetros (IPA_261670062, IPA_261630251_2;261630251_3).

El nivel piezométrico NP en la MSBT comienza a medirse de forma continuada desde 1979, y es a partir de 1988 que se amplía la red de control piezométrico y la frecuencia de medición en la red de control cuantitativo.

El nivel piezométrico (NP) promedio en el Ac.Detrítico de Alfamen varía entre 340,2 y 50,5,1 m.s.n.m, se observa en 14 puntos de control piezométrico rangos de variación (NPmax-NPmin) por encima de los 20 m hasta los 107 m, máximo alcanzado en el punto IPA 261640080_3. La evolución piezométrica en estos puntos indican un descenso del nivel piezométrico debido a la intensa extracción de agua subterránea que se produce en esta MSBT.

El nivel piezométrico promedio en acuífero carbonatado Ac. Cortes de Tajuña varía entre 354,4 a 528,8 m.s.n.m con un rango de variación desde 6,53 a 50,9 m.

Datos Históricos de piezometría del Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo (piezómetros)

Código punto	Año inicio	Año fin	Número de datos	NP Máx. (m s.n.m.)	NP Mín. (m s.n.m.)	NP Medio (m s.n.m.)	Variación de NP	Vel. de variación NP (m/año)	FGP/Acuífero	Seleccionado
261620108_3	1980	2020	332	362,6	354,1	358,7	8,5	-0,10		No
261620109_3	1988	2020	282	362,2	355,0	358,6	7,2	-0,12		No
261630242_3	1988	2020	1.263	355,0	349,8	351,5	5,2	-0,04		No
261630243_3	1989	2020	399	362,4	353,3	356,9	9,1	-0,25		No
261630244_3	1989	2020	1.017	363,8	345,3	352,9	18,5	-0,36		No
261630245_3	1988	2020	292	361,0	346,3	354,4	14,7	-0,25		No
261630246_3	1988	2019	1.132	360,0	329,1	340,2	30,9	-0,76		Sí
261630247_3	1988	2020	1.241	428,4	412,9	416,4	15,6	-0,25		Sí
261630248_3	1988	2020	1.283	392,6	343,1	352,9	49,4	-0,78		Sí
261630250_3	1979	2013	281	468,6	376,5	414,3	92,1	-2,56		No
261630251_2	1988	2020	274	356,8	350,2	354,4	6,5	0,00		No
261630251_3	1988	2020	299	354,2	336,5	345,9	17,7	-0,33		Sí
261640080_3	1988	2020	1.262	454,6	347,3	379,8	107,3	-1,88		No
261670062	1996	2019	226	553,2	502,2	528,8	51,0	-0,08	Carbonatado Jurásico	Sí
261670149	2011	2020	98	514,6	499,8	505,2	14,8	0,31	Detrítico Terciario de Alfamén (Piezómetro mixto)	No
261680103	1988	2013	122	499,8	462,5	485,5	37,3	-1,15	Detrítico Terciario de Alfamén	No
261680104_3	1988	2020	1.347	472,3	388,1	406,5	84,3	-1,84		Sí
261680105_3	1989	2015	218	495,6	465,2	475,2	30,4	-1,10		Sí
261680106_3	1979	2019	2.547	500,2	394,8	413,7	105,4	-2,63		Sí
261680107_3	1988	2019	295	474,0	430,7	453,6	43,3	-1,19		No
261680108_3	1988	2013	124	504,3	474,2	493,4	30,1	-1,13		No
261680109	1988	2020	1.404	498,7	455,4	459,6	43,2	-1,32	Detrítico Terciario de Alfamén	No
261680226	2006	2019	121	503,7	480,2	487,1	23,5	-0,43	Detrítico Terciario de Alfamén	No
261680230	1988	2020	1.327	501,2	473,1	476,3	28,1	-0,78	Detrítico Terciario de Alfamén	No
271650020	2001	2019	169	492,0	481,8	489,0	10,3	-0,30	Detrítico Terciario de Alfamén	No

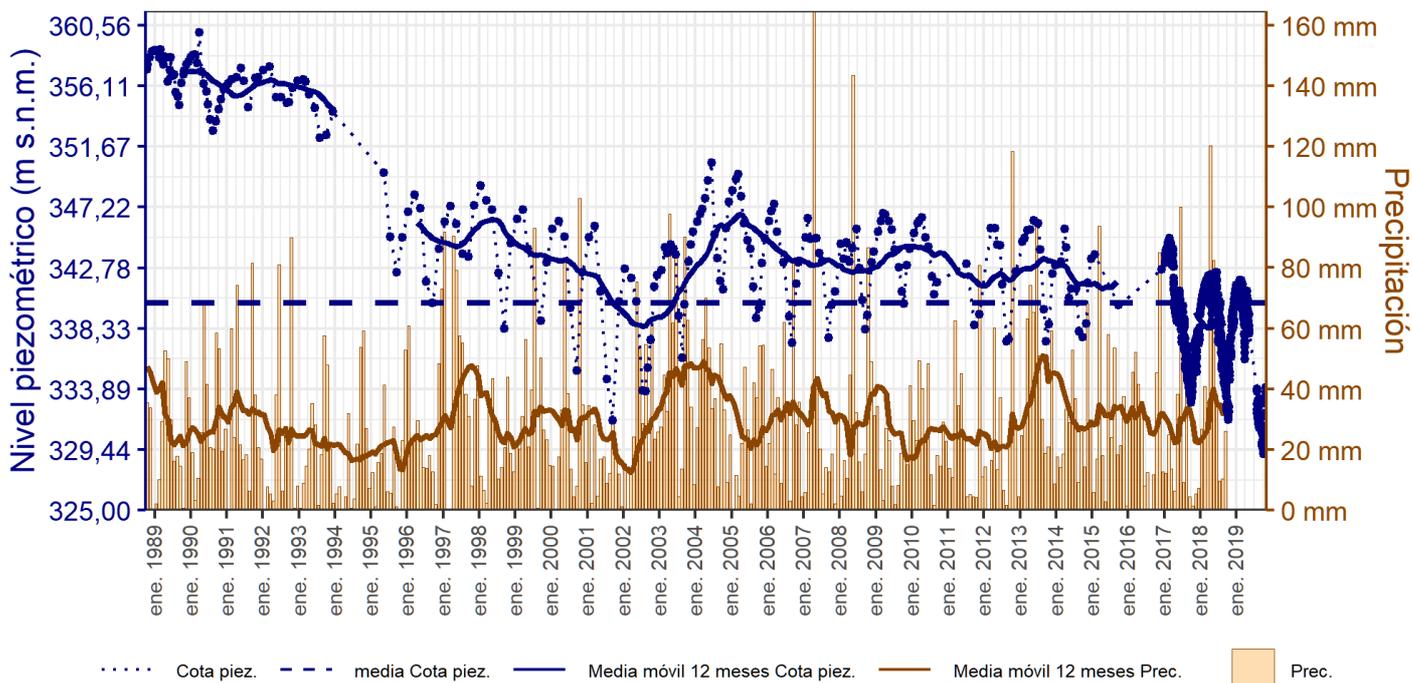
8.4 EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

8.4.1 JUSTIFICACIÓN DE SELECCIÓN DE LOS PUNTOS PARA LA EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

Los puntos seleccionados para evaluar la tendencia piezométrica a largo plazo corresponden a 9 puntos de la red de control cuantitativo (26 en total): 7 puntos en el Ac. Detrítico de Alfamén (IPA_261630246_3, IPA_261630247_3, IPA_261630248_3, IPA_261640080_3, IPA_61680104_3, IPA_261680105_3, IPA_261680106_3) y 2 puntos (IPA_261630251_3, IPA_261670062) en el carbonatado Fm. Cortes de Tajuña. Estos puntos tienen representatividad temporal, histórica desde el año 1979 y 1988, y reciente que corresponde a dos últimos ciclos de planificación hidrológica (12 años). La serie temporal es suficientemente extensa como para abarcar distintos ciclos interanuales con estaciones húmeda, seca e intermedia, y en caso de situaciones excepcionales de sequía o gran pluviosidad. El método estadístico para la evaluación de la tendencia piezométrica en la MSBT Mioceno de Alfamén es el Test de Mann-Kedall y Sen's Slope, que permite la detección de tendencia con significancia estadística.

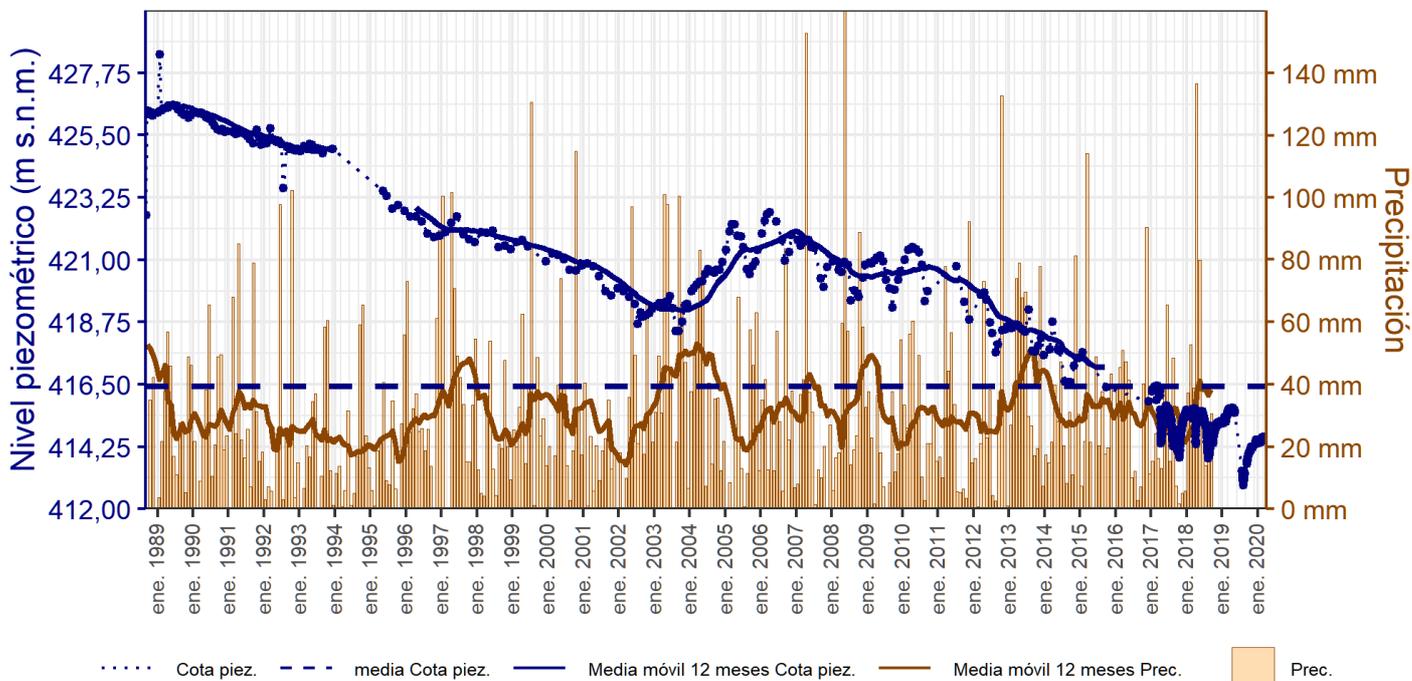
8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



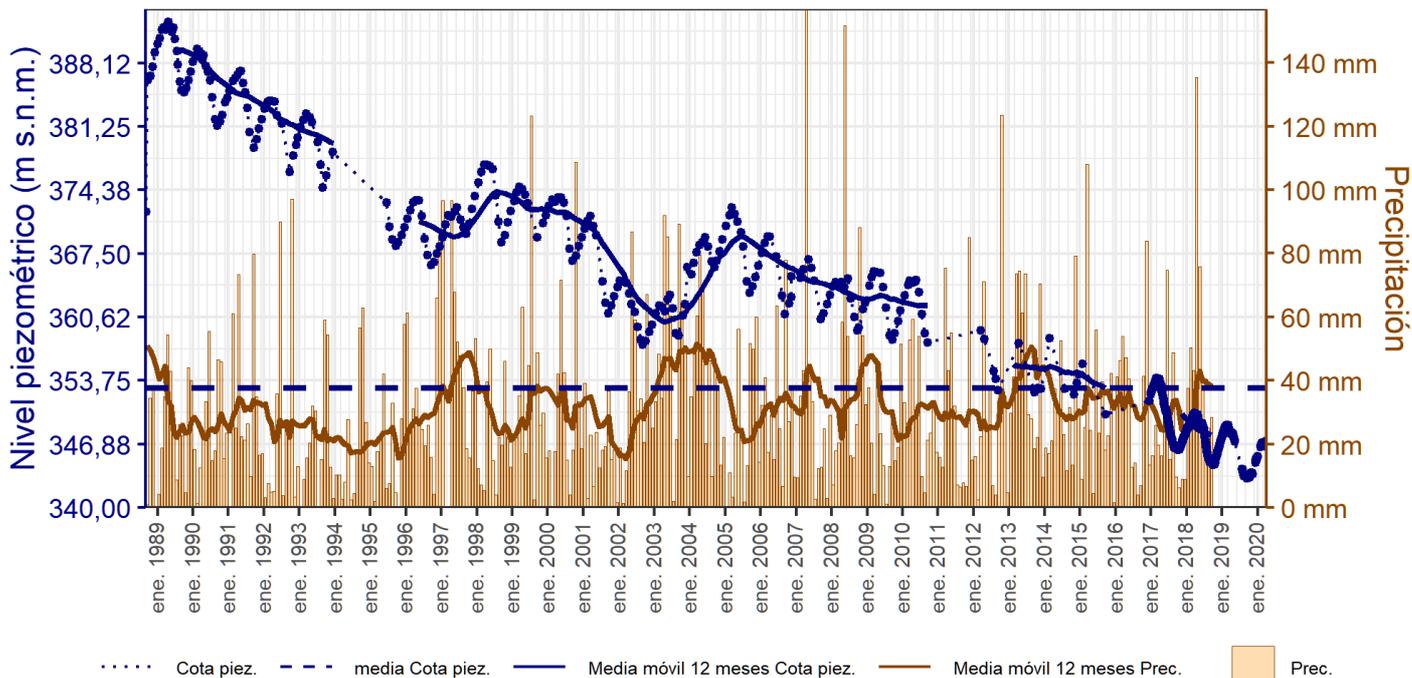
ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN. Piez: 261630246_3

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



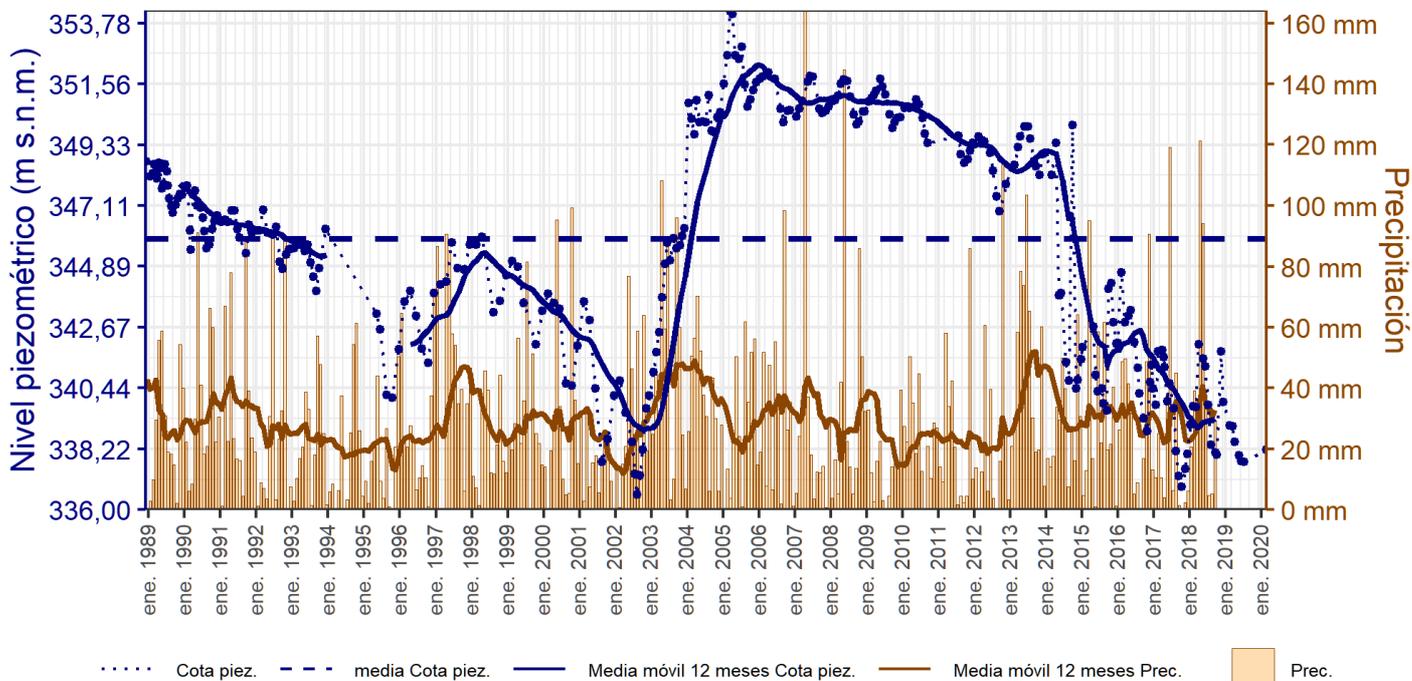
ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN. Piez: 261630247_3

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



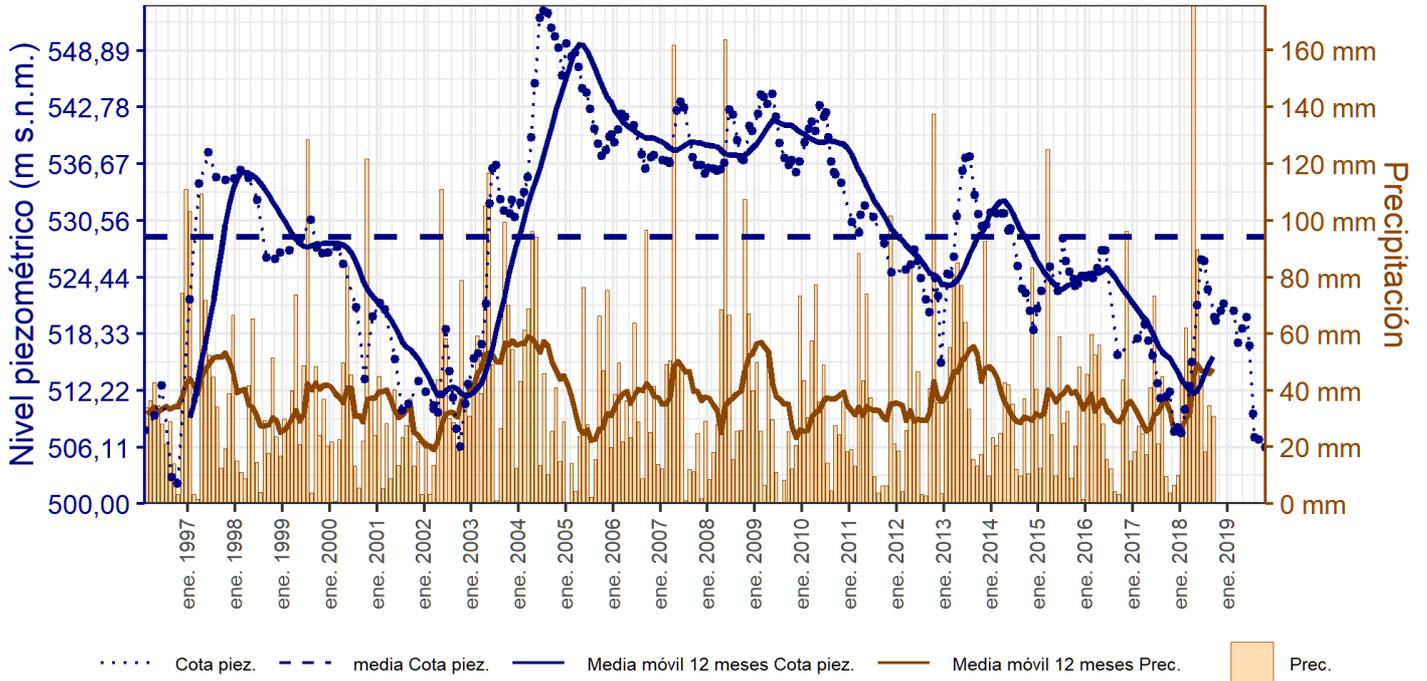
ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN. Piez: 261630248_3

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



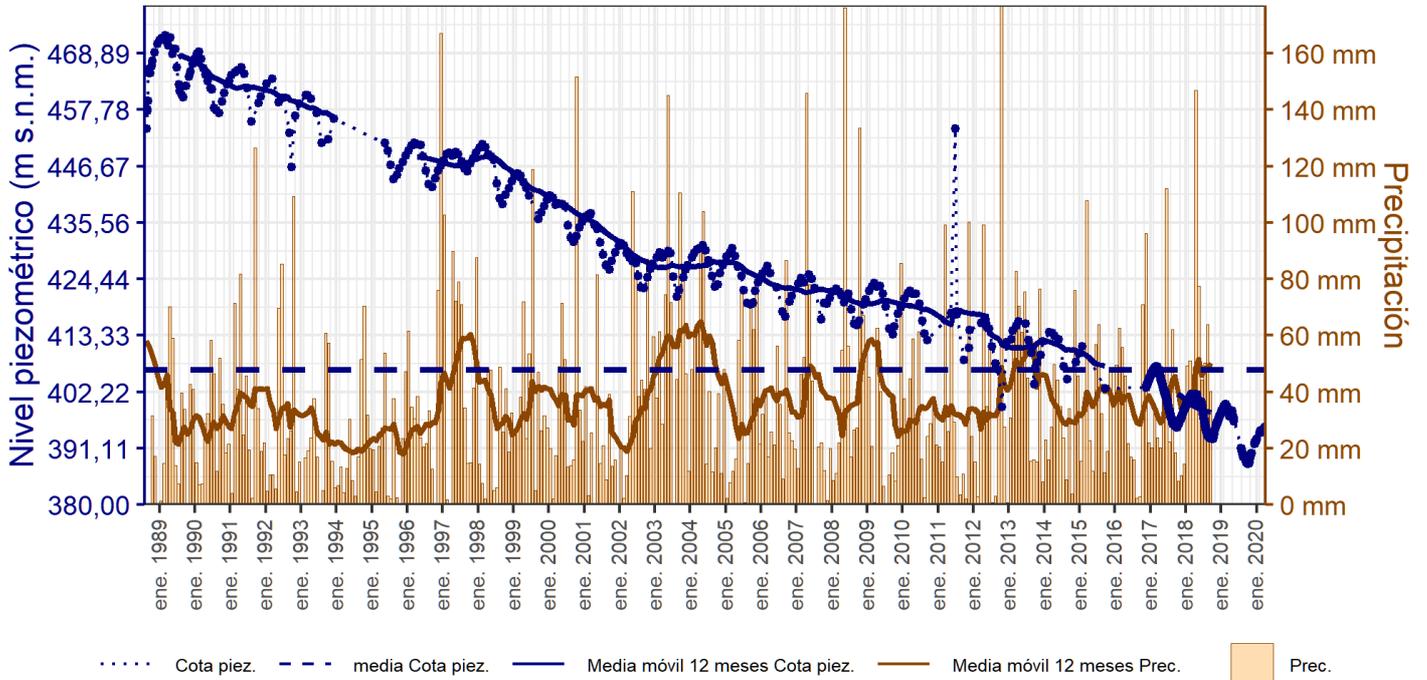
ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN. Piez: 261630251_3

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



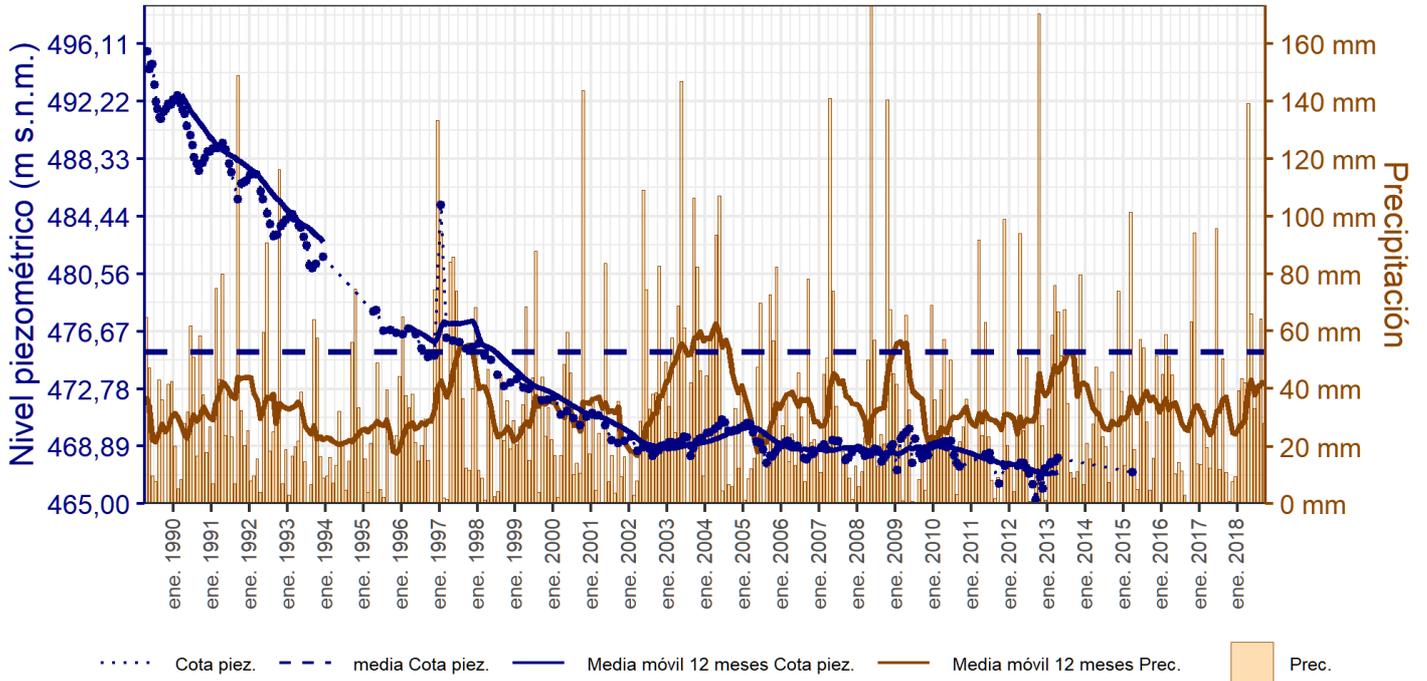
ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN. Piez: 261670062

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



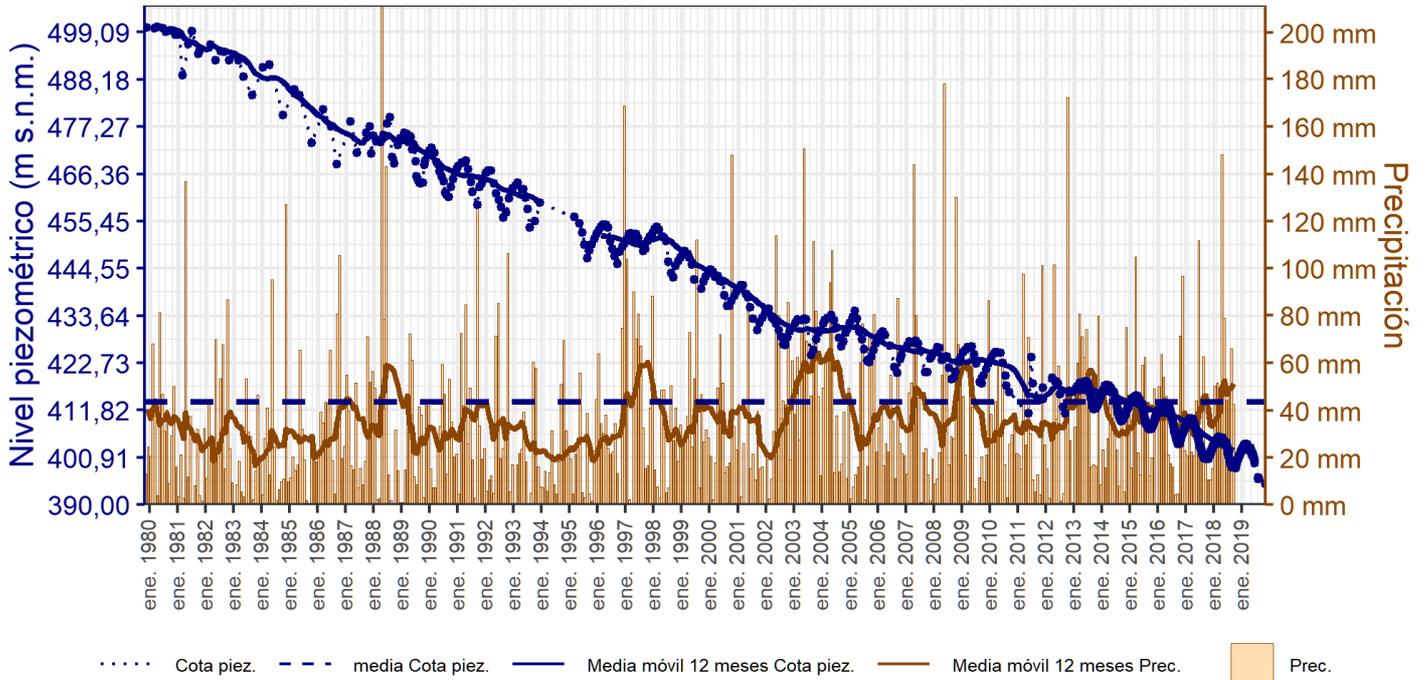
ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN. Piez: 261680104_3

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN. Piez: 261680105_3

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN. Piez: 261680106_3

8.4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LAS TENDENCIAS DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS/CAUDALES

Código punto	Serie	Año inicio	Año fin	Agreg.	N posible	N test	Piezómetros			Vel. de variación NP (m/año)	Método estadístico			NCF
							NP Máx. (msnm)	NP Mín. (msnm)	NP Medio (msnm)		Test de Mann-Kendall			
											Tendencia	p-value	GS (%)	
261630246_3	Histórica	1988	2019	Anual	31	31	357,8	337,0	345,2	-0,674	Descendente	2,85E-07	100,00	ALTO
261630246_3	Reciente	2009	2019	Mensual	253	90	346,8	330,3	341,2		Descendente	2,15E-11	100,00	ALTO
261630247_3	Histórica	1988	2020	Anual	32	32	426,5	414,5	420,5	-0,352	Descendente	1,70E-11	100,00	ALTO
261630247_3	Reciente	2009	2019	Mensual	269	93	421,5	413,1	417,6		Descendente	4,85E-29	100,00	ALTO
261630248_3	Histórica	1988	2020	Anual	31	31	389,6	346,3	365,6	-1,238	Descendente	1,69E-11	100,00	ALTO
261630248_3	Reciente	2009	2019	Mensual	289	73	365,6	343,2	353,5		Descendente	4,54E-22	100,00	ALTO
261630251_3	Histórica	1988	2020	Anual	32	32	352,2	338,2	345,4	-0,329	Descendente	3,94E-02	96,06	ALTO
261630251_3	Reciente	2009	2019	Mensual	283	108	351,7	336,8	344,7		Descendente	6,21E-30	100,00	ALTO
261640080_3	Histórica	1988	2020	Anual	32	32	447,6	369,3	405,2	-2,331	Descendente	6,78E-13	100,00	ALTO
261640080_3	Reciente	2009	2019	Mensual	304	88	406,9	349,0	380,2		Descendente	1,15E-12	100,00	ALTO
261670062	Histórica	1995	2019	Anual	24	24	545,1	507,0	527,6	0,281	Sin Tendencia	2,44E-01	75,63	MEDIO
261670062	Reciente	2009	2019	Mensual	219	108	544,2	506,1	526,1		Descendente	6,36E-23	100,00	ALTO
261680104_3	Histórica	1988	2020	Anual	32	32	467,6	394,4	429,1	-2,167	Descendente	1,71E-14	100,00	ALTO
261680104_3	Reciente	2009	2019	Mensual	305	93	454,0	388,4	408,2		Descendente	2,69E-27	100,00	ALTO
261680105_3	Histórica	1989	2015	Anual	25	25	492,8	466,9	473,9	-1,026	Descendente	6,05E-10	100,00	ALTO
261680105_3	Reciente	2009	2019	Mensual	210	41	470,0	465,2	468,0		Descendente	2,16E-05	100,00	ALTO
261680106_3	Histórica	1979	2014	Anual	35	35	500,1	415,6	452,1	-2,409	Descendente	1,10E-16	100,00	ALTO
261680106_3	Reciente	2009	2019	Mensual	372	114	426,5	394,8	412,2		Descendente	4,31E-34	100,00	ALTO

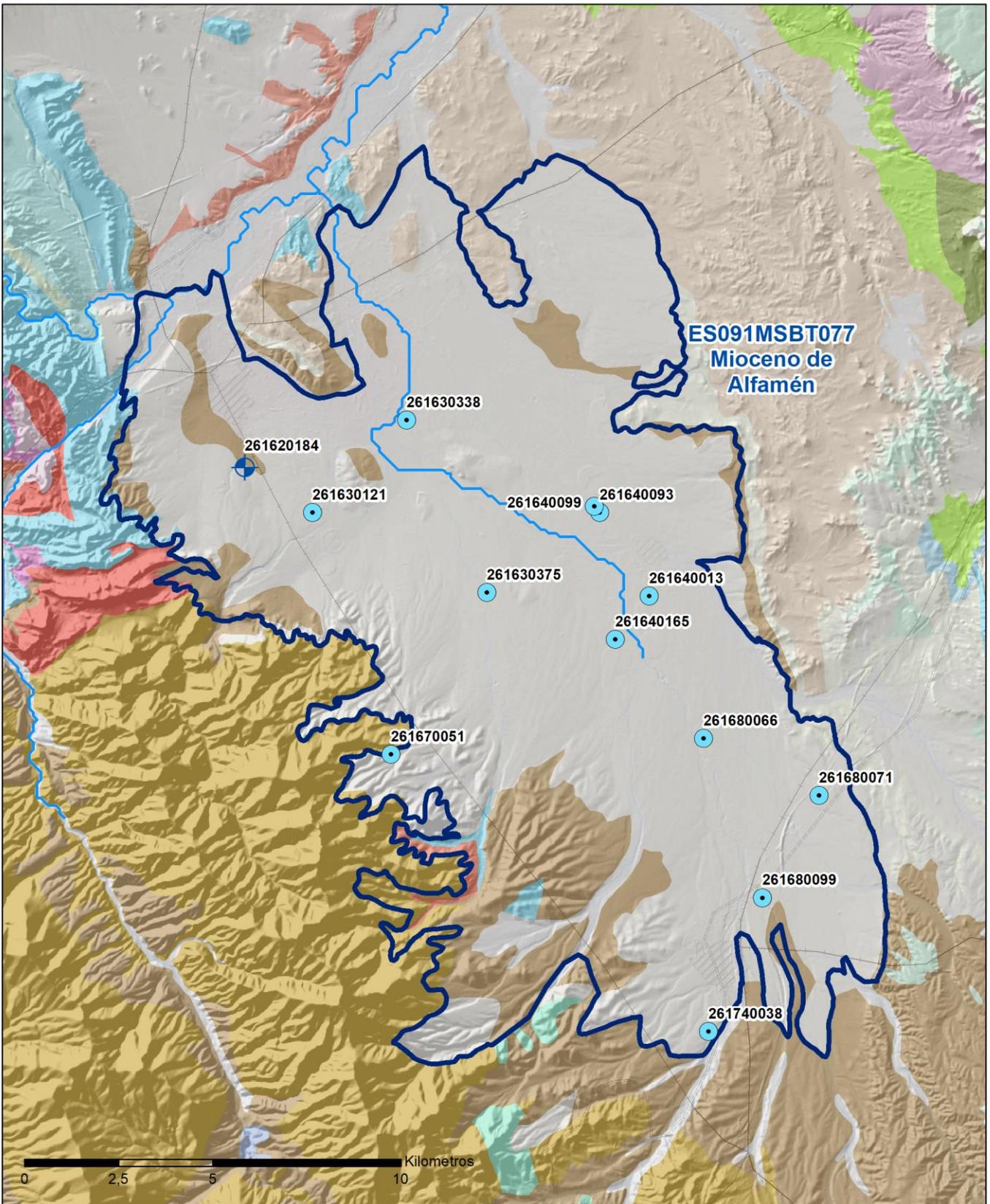
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

9.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO QUÍMICO

Puntos de Muestreo		UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m)	Prof. (m)	Tipo Captación	Acuífero/FGP	Fecha inicio muestreo
Código	Nombre	X	Y					
261620184	ABASTECIMIENTO A LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA, P-2	636.008	4.591.156	391	100,0	SONDEO	Piezometros Mixtos MSBT076/077	01/02/1999
261630121	VILASECA. FINCA LA REDONDA	637.810	4.589.943	410	79,0	POZO	Piezometros Mixtos MSBT076/077	28/05/2013
261630338	POZO VIEJO LA DEHESILLA (PO 37; PA 12). Toma 2	640.312	4.592.420	376	28,0	POZO	Piezometros Mixtos MSBT076/077	29/08/2011
261630375	CAHIZ PELAO (POZO 2)	642.446	4.587.803	456	160,0	POZO	Piezometros Mixtos MSBT076/077	28/04/2015
261640013	TOMA 2 EXPEDIENTE, RUTAL. Toma 2 del Expte. 1997-P-710	646.764	4.587.704	463	187,0	POZO	Ac. Terciario Detrítico Alfamén	25/11/2009
261640093	P-7 SAT VIRGEN DEL ROSARIO, PEDREGALES BAJOS	645.451	4.589.944	433	70,0	POZO	Piezometros Mixtos MSBT076/077	
261640099	P-12 SAT VIRGEN DEL ROSARIO, PEDREGALES BAJOS	645.310	4.590.119	431	55,0	POZO	Piezometros Mixtos MSBT076/077	30/08/2011
261640165	TOMA 4. GRANJA VIRGEN DEL ROSARIO.	645.860	4.586.548	473	171,0	POZO	Piezometros Mixtos MSBT076/077	16/11/2017
261670051	CUESTA VALDEGARZÓN. SONDEO VIEJO. Toma 2	639.900	4.583.462	654	100,0	POZO	Ac. Terciario Detrítico Alfamén	25/11/2009
261680066	P-1 FRUTAS LÁZARO	648.212	4.583.889	512	118,0	POZO	Ac. Terciario Detrítico Alfamén	22/05/2002
261680071	ABASTECIMIENTO A LONGARES. LAS VENTAS. Toma 1 del Expte. 2001-P-11	651.282	4.582.363	553	170,0	POZO	Ac. Terciario Detrítico Alfamén	26/04/1995
261680099	P-4 LA MAJUELA, BCO. DE VALDEMORAO. Toma 4 INTEGRA Expte. 2006-P-737	649.772	4.579.618	567	134,0	POZO	Ac. Terciario Detrítico Alfamén	30/09/2009
261740038	P-2 LA ESTACADA, POZO DEL TRATANTE. Toma 2 INTEGRA Expte. 2006-P-737	648.344	4.576.034	626	121,0	POZO	Piezometros Mixtos MSBT076/077	30/09/2009

Puntos de Muestreo Código	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS		
261620184	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
261630121	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
261630338	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
261630375	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
261640013	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
261640093	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
261640099	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
261640165	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
261670051	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
261680066	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
261680071	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
261680099	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
261740038	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	

Mapa Red Control



LEYENDA

 Red hidrográfica

 MSBT

Tipo de Captación

 SONDEO

 POZO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

Código Punto	Principales materiales atravesados	Facies Hidrogeoquímica
261640013	Conglomerados, arenas, arcillas y margas calcareas	Bicarbonatada cálcica
261670051		Bicarbonatada cálcica
261680066	Conglomerados, arenas, arcillas y margas calcareas	Bicarbonatada cálcica
261680071	Conglomerados, arenas, arcillas y margas calcareas	Bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN (2019)

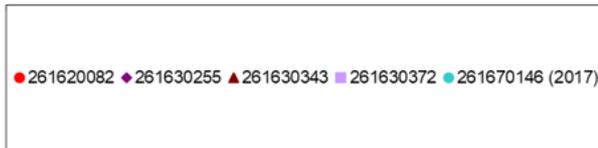
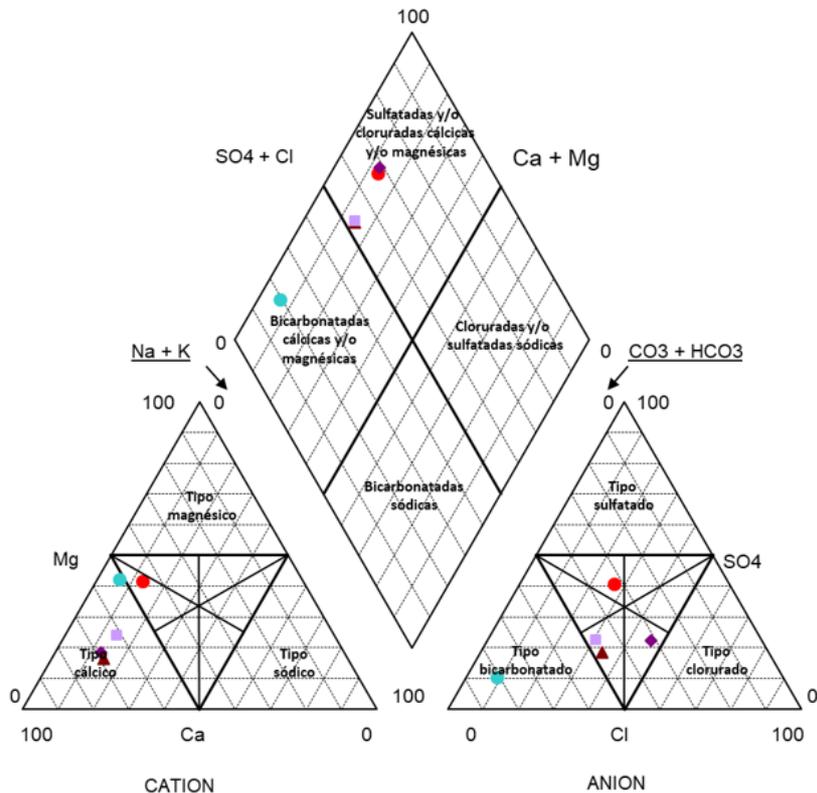


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261640013

Mioceno de Alfamén 261640013 (2016-2017)

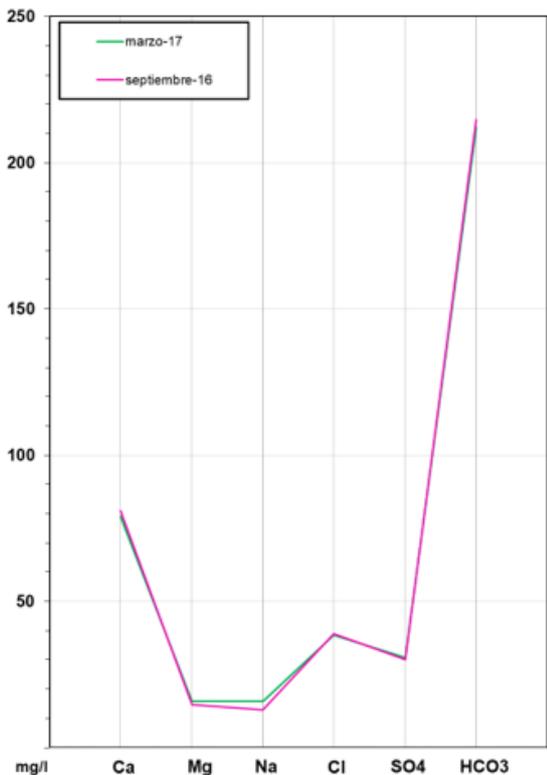


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261670051

Mioceno de Alfamén 26170051 (2015-2017)

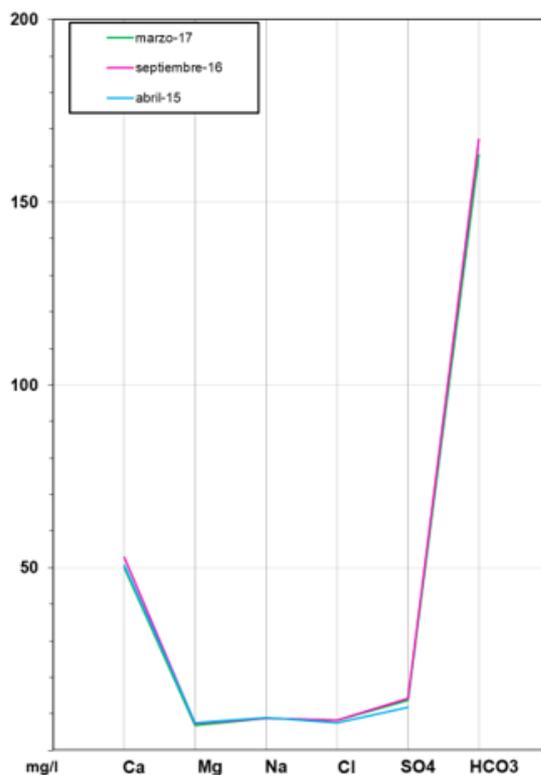


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261680066

Mioceno de Alfamén 261680066 (2015-2017)

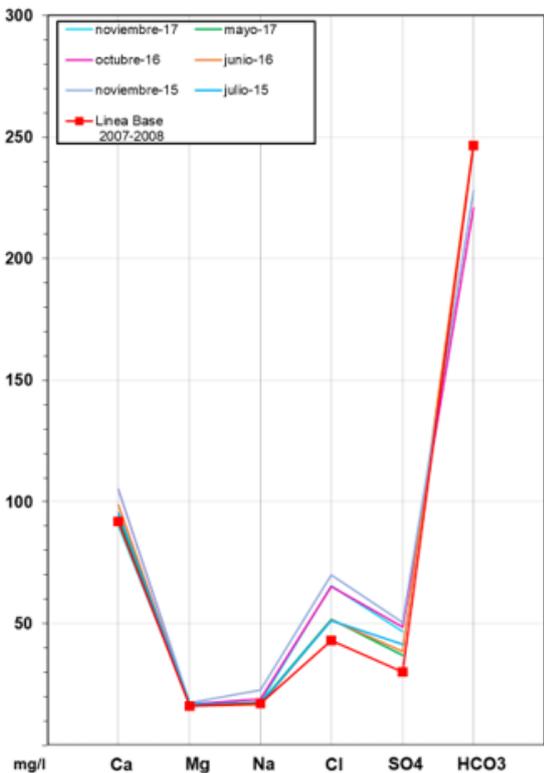
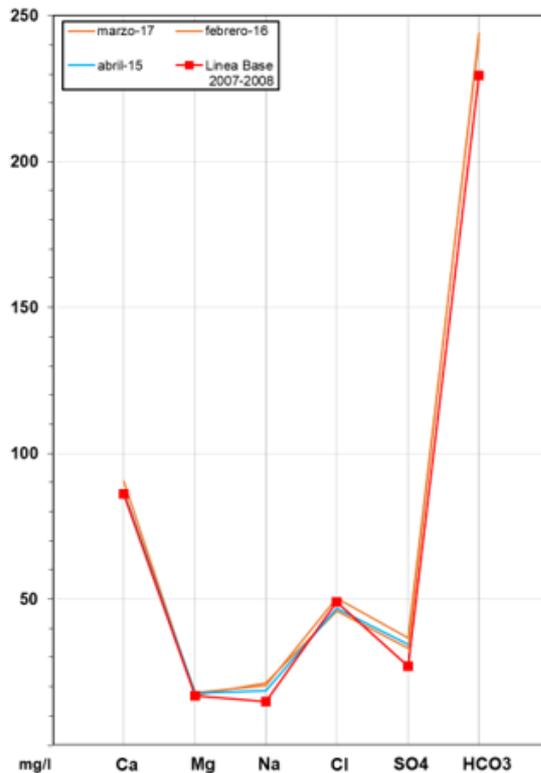


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261680071

Mioceno de Alfamén 261680071 (2015-2017)



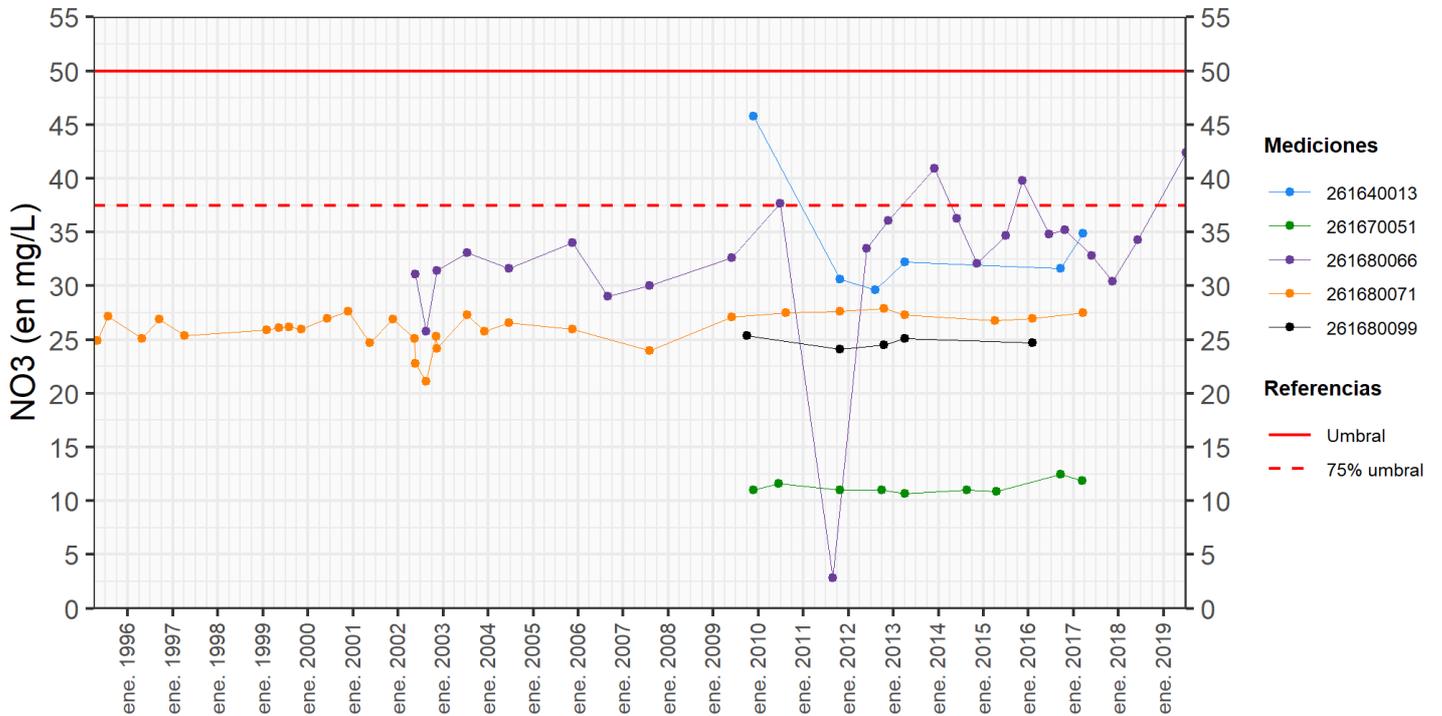
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

Parámetro	Unidad	Nivel Referencia (NR)	Uso/Receptor	Valor criterio	Valor umbral/Norma de calidad
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L				50,00

9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

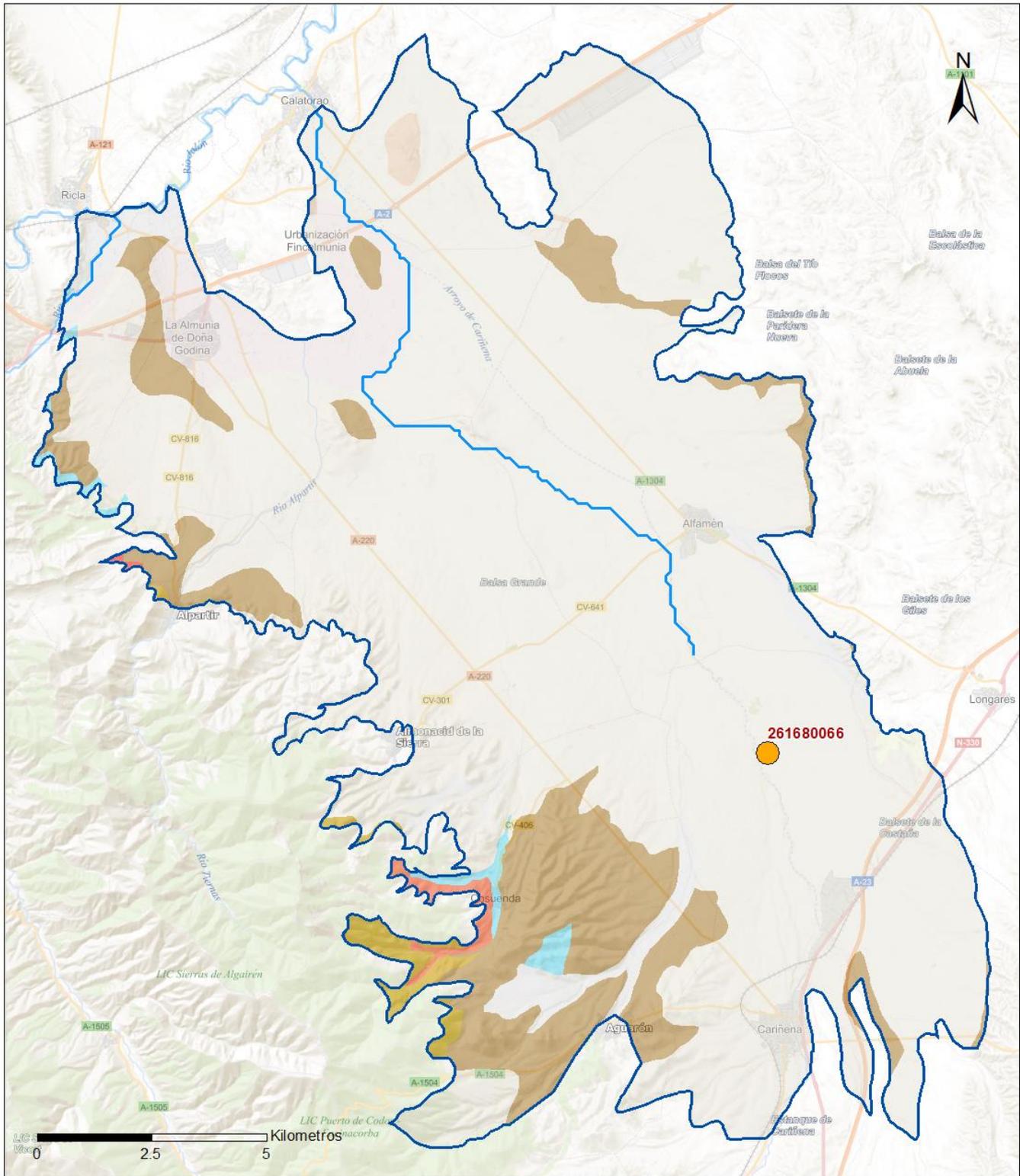
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº	Nitrato (NO ₃ ⁻)
	1	

Gráficas de Evolución



ES091MSBT077 - NO₃ (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

 MSBT:
 Red hidrográfic
ES091MSBT077
Mioceno de Alfamén

NITRATOS (mg/l) 2019

-  0 - 10
-  10 - 25
-  25 - 50
-  50 - 100
-  > 100

Norma de Calidad: 50 mg/l

Concentración Natural de Nitratos en las Aguas Subterráneas < 10 mg/l

EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

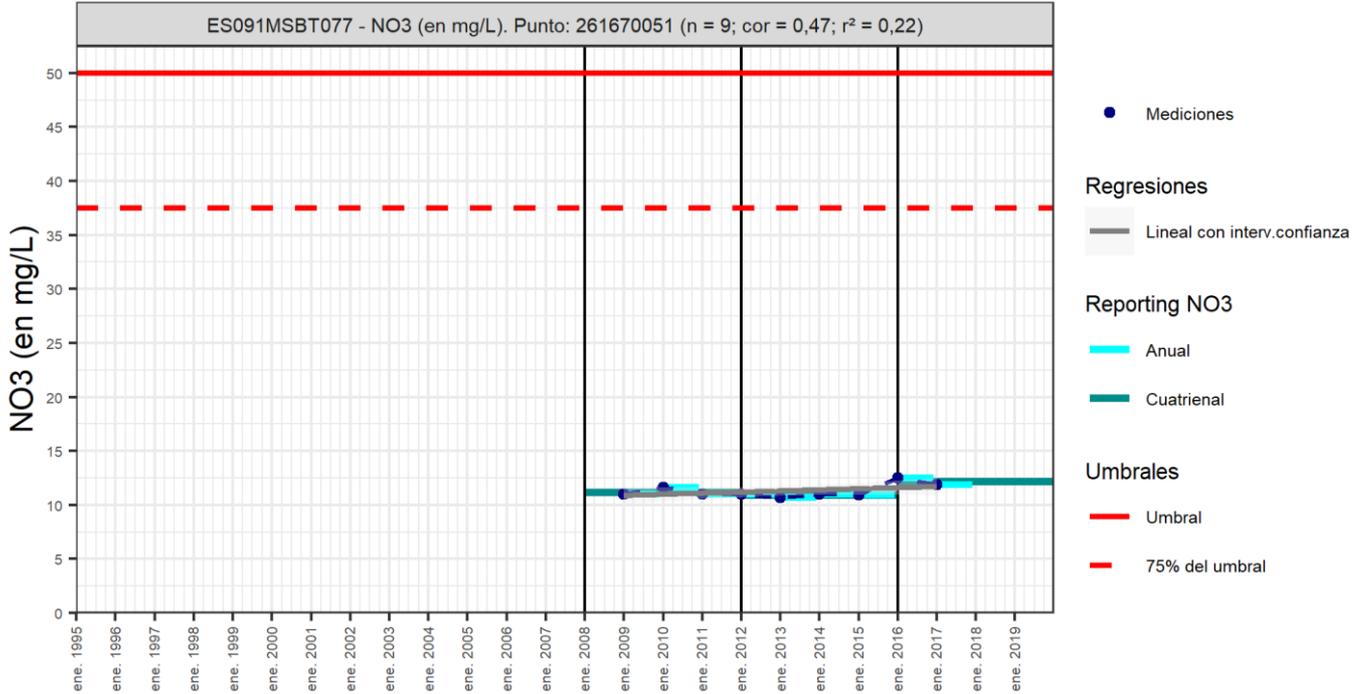
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitrato son reportados en el informe cuatrienal 2016-2019 y forman parte de la red de nitratos. Los tres puntos tienen una serie histórica con un número mayor de 8 datos anuales para evaluar la tendencia por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall. Los puntos seleccionados corresponden a puntos en el Ac.Terciario Detrítico de Alfamén (IPA_ 261670051, IPA_ 261680066, IPA_ 261680071)

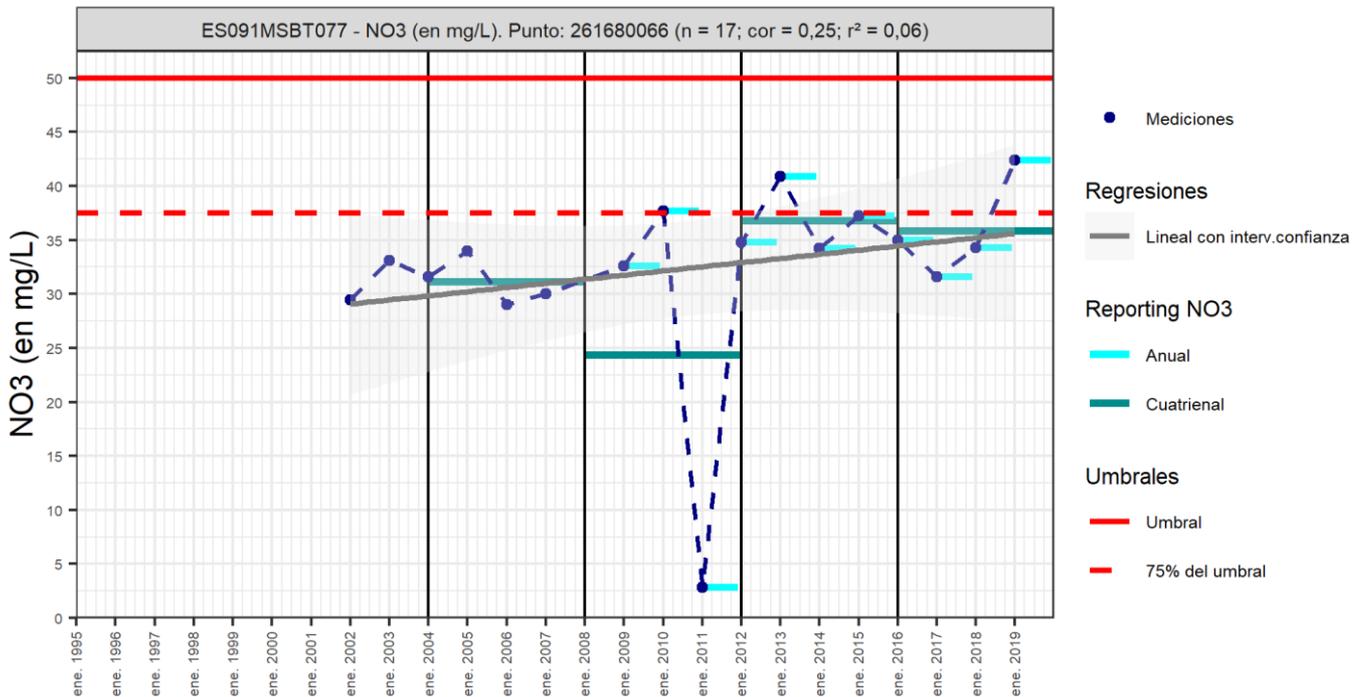
Gráfico de evaluación de tendencia

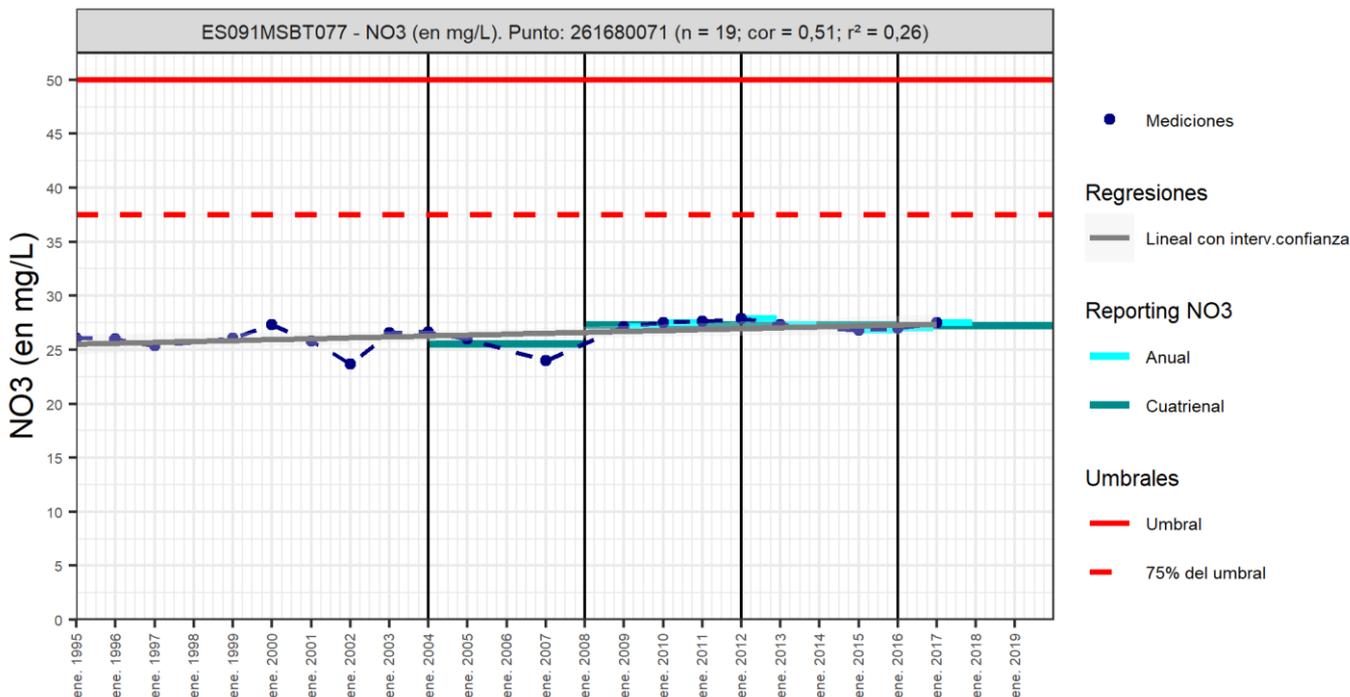
Nitrato (NO₃⁻)

Código Punto 261670051



Código Punto 261680066





Análisis de tendencias

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en tres puntos seleccionados de la red control, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall. La serie histórica de medición (mínimo de 8 datos anuales), en algunos puntos se inicia en 1995, y es a partir del año 2009 que se amplía el número de puntos de control y medición de la concentración en nitrato.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R2 <0,3 indican una baja correlación y no puede establecerse tendencia (R2>0,5), creciente o decreciente, con series heterogéneas de datos. El análisis estadístico realizado sobre la serie histórica (min.8 y max.15 datos anuales) no permite identificar que las tendencias sean significativas obteniéndose valores de GS < 90% (tendencia dudosa). Los valores de la pendiente indican que la concentración en nitrato parece crecer, aunque las diferencias entre cuatrienios, 2012-2015 y 2016-2019, son mínimas de 1,0 mg/l, por lo que hay cierta estabilidad en la concentración.

Código Punto	Unidad	Resultados del análisis de tendencias						Nitrato (NO ₃ ⁻)			
		Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Valor Mín.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC./ V.Umbral
261670051	mg/L	Histórica	2009	2001	Anual	9	9	10,70	11,00		37,50
261680066	mg/L	Histórica	2004	2019	Anual	18	15	2,81	31,60	30,00	37,50
261680071	mg/L	Histórica	2007	2017	Anual	20	9	24,00	24,00	24,00	37,50

Código Punto	Resultados del análisis de tendencias						
	Método estadístico						
	Regresión Lineal Simple			Test de Mann-Kendall			
R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa	
261670051	0,22000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	7,42E-01	25,76	MEDIO
261680066	0,06000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	6,68E-02	93,32	ALTO
261680071	0,26900	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	6,75E-01	32,50	MEDIO

Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos (NO ₃ ⁻) en mg/L													
Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Min.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC (mg/L)	3º	4º	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
										Cuatrenio (2012-2015)	Cuatrenio (2016-2019)		
261670051	Histórica	2008	2019	Cuatrenial	3	10,90	12,20		37,50	10,90	12,20	1,30	Ascendente
261680066	Histórica	2004	2019	Cuatrenial	4	24,37	36,79	30,00	37,50	36,79	35,83	-0,96	Descendente
261680071	Histórica	2004	2019	Cuatrenial	4	25,53	27,33	24,00	37,50	27,33	27,25	-0,08	Descendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea ES091MSBT077 Mioceno de Alfamén se encuentra en la zona marginal de la Cuenca del Ebro y en la estribación sur del Sistema Ibérico. Se localiza íntegramente la C.C.A.A de Aragón con una superficie de 276 km². Los límites de la MSBT se extienden hacia el este, desde el borde de la Sierra de Algairén hasta la localidad de Alfamén, y de norte a sur, desde Ricla a Cariñena.

La MSBT Mioceno de Alfamén se encuentra en las estribaciones de las sierras septentrionales de la Cordillera Ibérica, en el contacto geológico entre las sierras paleozoicas y mesozoicas con las formaciones terciarias de la Depresión del Ebro. Limitada por la Sierra de La Virgen y Vicort al NO, se extiende desde las faldas de la Sierra de Algairén hacia el Campo de Cariñena, subyacente a los depósitos pliocuaternarios (ES091MSBT076 Pliocuaternario de Alfamén) que se extienden como un glacis desde la Sierra. Pertenecen ambas MSBT al Dominio Hidrogeológico Central Ibérico.

La MSBT se circunscribe los depósitos terciarios formados por conglomerados, areniscas y arcillas del Mioceno. Se disponen con una geometría subhorizontal con frecuentes cambios laterales de facies horizontales y verticales, configuran una geometría compleja y heterogénea. La estructura corresponde a un sinclinal de suaves buzamientos (<10°) con el flanco SO cabalgado por el Paleozoico de la Sierra de Algairén.

Bajo los depósitos terciarios se encuentra el sustrato mesozoico, principalmente de edad Jurásico con una geometría interna compleja, con varios sectores de afloramientos diferenciados. En el sector del río Jalón, los materiales carbonatados se encuentran afectados por cabalgamientos y fallas inversas que, hacia la Almunia de Doña Godina, toman una disposición monoclin subyacente a los depósitos terciarios detríticos.

La MSBT Mioceno de Alfamén corresponde al horizonte inferior que subyace a la MSBT Pliocuaternario de Alfamén (ES091MSBT076) que corresponde al horizonte superior, y por tanto no se aplica método para valorar la vulnerabilidad intrínseca de la MSBT.

El límite noreste y sureste de la MSBT Mioceno de Alfamén son de tipo abierto y flujo de entrada, recibe transferencia lateral desde la MSBT Pliocuaternario de Alfamén (ES091MSBT076). El límite noroeste es de tipo abierto y de salida de flujo subterráneo hacia el río Jalón que en esa zona limita con la MSBT Somontano del Moncayo (ES091MSBT072). El límite suroeste con la MSBT Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort (ES091MSBT074) se considera cerrado y de flujo nulo por el contacto con materiales impermeables paleozoicos.

En la MSBT Mioceno de Alfamén se identifican dos acuíferos de naturaleza diferente por su litología y comportamiento hidrogeológico: el Ac. Terciario Detrítico de Alfamén formado por facies detríticas, y el Ac. Cortes de Tajuña formado materiales carbonatados del Jurásico.

Las formaciones carbonatadas del Jurásico, fundamentalmente el Lías inferior (Fm Carniolas de Cortes de Tajuña y Fm Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas), forman un acuífero cárstico de flujo difuso, de alta permeabilidad. Su espesor puede alcanzar 300 m. Está confinado en casi toda su extensión dentro de la masa de agua.

Las facies detríticas del Mioceno (conglomerados, areniscas y lutitas) constituye el acuífero multicapa denominado Terciario Detrítico de Alfamén, cuyo espesor puede alcanzar un espesor de 300 m. Las facies más gruesas, y por tanto más permeables (porosidad intergranular), se disponen en el contacto con las sierras paleozoicas y recubriendo los paleorrelieves formados por los materiales jurásicos. Este acuífero está confinado en la mayor parte de su superficie, excepto en los bordes de contacto con la Sierra de Algairén, por una serie arcillosa del Neógeno que en la parte central y distal actúa como un acuitardo, desconectando hidráulicamente el acuífero superior pliocuaternario que se encuentra en la MSBT 076 Pliocuaternario de Alfamén. Su espesor puede alcanzar hasta 300 m.

Acuífero Terciario Detrítico de Alfamén: Los datos disponibles apuntan hacia valores comprendidos entre 300 y 800 m²/día para los casos más altos, y entre 200 y 300 m²/día para los valores más frecuentes. Pueden ser considerados valores excepcionalmente bajos los que no alcanzan 50 m²/día. Los caudales específicos altos se encuentran entre 5 y 10 L/s/m, los medios entre 1 y 2 L/s/m, y los bajos inferiores a 0,25 L/s/m.

Acuífero Jurásico- Cortes de Tajuña: Se dispone de pocos datos fiables de transmisividades directamente medidas, que podrían tener un valor medio próximo a los 2.000 m²/día. Sin embargo, los valores obtenidos a partir de caudales específicos observados en sondeos de explotación, indicarían un rango de transmisividad media comprendido entre 100 y 400 m²/día, correspondientes a caudales específicos entre 1 y 5 L/s/m de descenso. Algunos valores excepcionales superan puntualmente los 10 e incluso los 20 L/s/m.

En líneas generales, el flujo subterráneo en Ac. Detrítico Terciario se orienta desde las Sierras de Algairén y Vicort hacia el llano del Campo de Cariñena, y dentro del llano hacia el río Jalón. En la llanura, que se extiende entre los cauces del río Huerva al sur y río Jalón al norte, la piezometría del acuífero Terciario muestra la presencia de una "cascada piezométrica" justo aguas abajo de la alineación Alfamén y Almonacid de la Sierra.

La recarga principal se produce directamente en las Sierras de Algairén y en la cabecera de la Rambla de Cariñena por infiltración de las escorrentías de los barrancos que drenan las sierras paleozoicas. Existe un gradiente vertical descendente desde el acuífero suprayacente (Plioceno de Alfamén) al Ac. Terciario Detrítico que se encuentra por debajo, y que a su vez tiene transferencia hidráulica lateral hacia la MSBT contigua del Campo de Cariñena (ES091MSBT075). El río Jalón actúa como línea de descarga general de la masa de agua subterránea, aguas debajo de la localidad de Calatorao.

El seguimiento de los niveles piezométricos a lo largo de los años muestra un comportamiento del sistema acuífero subterráneo diferente según el área. La tendencia general en el acuífero Terciario ha sido al descenso progresivo de los niveles, máximo en la zona entre Alfamén y la Virgen de las Lagunas. Incluso se ha invertido el régimen natural en algunas zonas donde el nivel freático intersectaba la topografía, formándose lagunas naturales próximas a la ermita de la Virgen de Lagunas y que actualmente ya no existen debido a la sobreexplotación y descenso del nivel piezométrico.

Las formaciones jurásicas (Grupo Lias, Dogger y Malm) constituyen el llamado Ac. Cortes de Tajuña, que adopta el nombre de la Fm. Cortes de Tajuña, la principal por sus características hidrogeológicas y entidad como acuífero, dentro del Grupo Lias. El flujo subterráneo se orienta de SE a NO, en dirección a la zona de descarga del río Jalón, en el cual se produce de forma difusa en el cauce o por manantiales como Ojos de Pontil, entre las poblaciones de Épila y Lumpiaque. La recarga de este acuífero se produce en el SE, sobre las estribaciones mesozoicas del área de Belchite-Aguilón, en la zona de Almonacid de la Sierra y mediante transferencia del acuífero detrítico.

Asimismo, parecen haberse detectado flujos ascendentes, es decir, un área de descarga en la zona de Cadillos- Alfamén, al SE de la localidad de Alfamén (De Miguel, J.L., 1998). En líneas generales, los gradientes verticales de potencial hidráulico entre los acuíferos Jurásico y Terciario, que frecuentemente aparecen superpuestos en la misma vertical, son siempre descendentes, salvo en las proximidades de la zona de descarga al Jalón, en donde se vuelven ascendentes. De esta forma, el acuífero Jurásico actúa a modo de un gran "dren de fondo".

En la MSBT Mioceno de Alfamén se han identificado un único recinto hidrogeológico (ES091MSBT0077P00) denominado Mioceno de Alfamén que drena hacia el río Jalón. Las descargas se realizan por manantiales, y descarga difusa al cauce. Puede recibir recarga difusa desde la MSBT suprayacente (ES091MSBT076S00 Pliocuaternario de Alfamén) a través de un nivel arcillas que en alguna zona funciona como acuitardo, en el borde con la Sierra de Algairén este nivel desaparece produciéndose un contacto directo. En otras zonas, la potencia del nivel de arcillas puede ser mayor y producir un confinamiento total de la MSBT Mioceno de Alfamén. La conexión hidráulica descrita anteriormente como flujo subterráneo vertical descendente no obedece al régimen natural, siendo este de sentido ascendente y produciéndose desde el acuífero profundo (MSBT077 Mioceno de Alfamén) al acuífero suprayacente del pliocuaternario (MSBT 076 Pliocuaternario de Alfamén). La inversión del régimen natural de funcionamiento hidrogeológico entre estas dos MSBT se ha generado por la sobreexplotación del acuífero profundo y descenso del nivel piezométrico, generándose un diferencial de gradiente hidráulico entre ambas MSBT y sus correspondientes recintos hidrogeológicos.

En el tercer ciclo de planificación hidrológica se establecieron, para la MSBT Mioceno de Alfamén, unos recursos disponibles 46,40 hm³/año, sobre unos recursos renovables de 58,0 hm³/año. La salida de agua subterránea más importante se corresponde con las extracciones por bombeo que se estimaron en 52,3 hm³/año, lo que tiene como consecuencia que el índice de explotación de esta masa sea de 1,12.

La red de control piezométrico está constituida por 26 puntos de control, distribuidos la mayoría en Ac. Terciario Detrítico de Alfamén (23 puntos). El acuífero regional Ac. Cortes de Tajuña, que aflora localmente en las proximidades del río Jalón, está controlado por 3 piezómetros (IPA_261670062, IPA_261630251_2; IPA_261630251_3). El nivel piezométrico (NP) de la MSBT comienza a medirse de forma continuada desde 1979, y es a partir de 1988 cuando se amplía la red de control piezométrico y la frecuencia de medición en la red de control cuantitativo.

El NP promedio en el Ac. Detrítico de Alfamén varía entre 340,2 y 50,5,1 m.s.n.m, se observa en 14 puntos de control piezométrico rangos de variación (NPmax-NPmin) por encima de los 20 m hasta los 107 m, máximo alcanzado en el punto IPA 261640080_3. La evolución piezométrica en estos puntos indican un descenso del nivel piezométrico debido a la intensa extracción de agua subterránea que se produce en esta MSBT.

El nivel piezométrico promedio en acuífero carbonatado Ac. Cortes de Tajuña varía entre 354,4 a 528,8 m.s.n.m con un rango de variación desde 6,53 a 50,9 m.

La masa de agua subterránea se encuentra en riesgo cuantitativo (LOWT) por extracción directa de agua requerida principalmente para actividad agrícola, industrial y abastecimiento público de agua. El nivel piezométrico (NP) es un parámetro fundamental indicador del impacto generado sobre la MSBT Mioceno de Alfamén.

Los puntos seleccionados para evaluar la tendencia piezométrica a largo plazo corresponden a 9 puntos de la red de control cuantitativo (26 en total): 7 puntos en el Ac. Detrítico de Alfamén (IPA_261630246_3, IPA_261630247_3, IPA_261630248_3, IPA_261640080_3, IPA_61680104_3, IPA_261680105_3, IPA_261680106_3) y 2 puntos (IPA_261630251_3, IPA_261670062) en el

carbonatado Fm.Cortes de Tajuña. Estos puntos tienen representatividad temporal, histórica desde el año 1979 y 1988, y reciente que corresponde a dos últimos ciclos de planificación hidrológica (12 años). La serie temporal es suficientemente extensa como para abarcar distintos ciclos interanuales con estaciones húmeda, seca e intermedia, y en caso de situaciones excepcionales de sequía o gran pluviosidad.

Los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método de Test Mann –Kendall y Sen's Slope, aplicado a la serie histórica, permite identificar tendencia significativa descendente del nivel piezométrico en los dos acuíferos principales de la MSBT Mioceno de Alfamén, en siete puntos distribuidos de forma regular para cubrir la superficie de la MSBT, el valor de GS se encuentra entre 95 y 100 % (tendencia excelente). En los puntos del acuífero Fm Cortes de Tajuña, la tendencia es significativa descendente en el punto IPA_261630251_3 con un valor de GS >95 % (Tendencia buena) y en el punto IPA_261670062 no hay tendencia (GS <90%).

La red de control del estado químico de la MSBT tiene 14 puntos de control, de los cuales 8 puntos son de tipo mixto que controlan dos horizontes o MSBT superpuestas: MSBT076 Pliocuaternario que corresponden al Horizonte 1 y la MSBT077 Mioceno de Alfamén que corresponde al Horizonte 2 y es subyacente a la anterior. Otros 6 puntos son exclusivos de la MSBT 077 Mioceno de Alfamén. Las características generales físico-químicas de la MSBT corresponden a un agua ligeramente ácida a básica, con un pH entre 6,5 y 8,1. Los valores de conductividad eléctrica varían entre 230 y 760 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 515,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se consideran aguas naturales poco mineralizadas y dulces (< 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Custodio y Llamas, 1983).

La facies hidrogeoquímica identificada en la MSBT corresponde al tipo Ca-HCO₃. La frecuencia de muestreo durante el periodo 2015-2019 fue escaso, solo se dispone de Línea Base 2007-2008 en el punto IPA_261680066, IPA_261680071, y no se observan variaciones significativas en la concentración de elementos mayoritarios representados en los diagramas cuantitativos, salvo un ligero aumento de cloruro en punto IPA_261680066.

La masa de agua subterránea está en riesgo químico (NUT) de no alcanzar los objetivos medioambientales por la concentración en nitrato, debido principalmente a la contaminación difusa por la actividad agrícola. Otro compuesto presente en el agua subterránea es el producto de degradación, Desetilatrizona, cuyo origen son los fertilizantes utilizados en agricultura y que generan un impacto probable (CHEM).

La contaminación difusa por la actividad agrícola manifiesta concentraciones de nitrato en zonas puntuales de la MSBT, afectando especialmente a la zona centro de Campo de Cariñena hacia el norte en dirección al río Jalón. La concentración de nitrato en la serie histórica varía en un rango entre 2 y 46 mg/L, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 25,5 mg/L que no supera el valor de 50 mg/L establecido en la Norma de Calidad. La gráfica de evolución en la que se representa la red de control químico muestra que todos los puntos de la red de control se encuentran por debajo del valor de la NC para nitrato.

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en tres puntos seleccionados de la red control, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann – Kendall. La serie histórica de medición (mínimo de 8 datos anuales), en algunos puntos se inicia en 1995, y es a partir del año 2009 que se amplía el número de puntos de control y medición de la concentración en nitrato.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R² <0,3 indican una baja correlación y no puede establecerse tendencia (R²>0,5), creciente o decreciente, con series heterogéneas de datos. El análisis estadístico realizado sobre la serie histórica (min.8 y max.15 datos anuales) no permite identificar que las tendencias sean significativas obteniéndose valores de GS < 90% (tendencia dudosa). Los valores de la pendiente indican que la concentración en nitrato parece crecer, aunque las diferencias entre cuatrienios, 2012-2015 y 2016-2019, son mínimas de 1,0 mg/l, por lo que hay cierta estabilidad en la concentración.

11.- PLAN DE ACCIÓN

El objeto del Plan de Acción en las fichas de Caracterización Adicional pretende orientar los trabajos necesarios para impulsar las necesidades de mejora del conocimiento en materia de aguas subterráneas que han sido detectadas. La Ley de Cambio Climático y Transición Energética, bajo el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), señala la necesidad de abordar desde la planificación hidrológica estudios específicos de adaptación a los efectos del cambio climático a escala de cada demarcación hidrográfica. También, el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia contempla, como uno de sus ejes, el impulso a la modelización numérica y digital del ciclo hidrológico.

Resultado del trabajo de Caracterización Adicional en las MSBT en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales, y detectadas las necesidades en cada una de ellas, se propone una serie de actuaciones prioritarias de acuerdo a sus características hidrogeológicas y tipología de presiones e impactos.

Actividad	
A01	TRATAMIENTO DE DATOS E INFORMACIÓN DE CARACTERIZACIÓN
	Subactividad/Herramienta
	S01 Recopilación y análisis de antecedentes <input checked="" type="checkbox"/>
	S02 Diseño y creación del sistema de almacenamiento de la información <input checked="" type="checkbox"/>
	S03 Inventario de puntos de agua en gabinete y diseño de campañas de campo <input checked="" type="checkbox"/>
	S04 Inventario de puntos de agua en campo <input checked="" type="checkbox"/>
	S05 Recopilación y/o Generación de coberturas y Creación de proyecto SIG y Base de Datos <input type="checkbox"/>
Actividad	
A02	ESTUDIOS GEOLÓGICOS
	Subactividad/Herramienta
	S06 Prospección geofísica (diseño, realización e interpretación) <input type="checkbox"/>
	S07 Realización de sondeos de reconocimiento <input type="checkbox"/>
	S08 Cartografía Geológica <input type="checkbox"/>
	S09 Generación de cortes geológicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S10 Estudios estructurales <input type="checkbox"/>
	S11 Informe geológico <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A03	ESTUDIO DE LA ZONA NO SATURADA
	Subactividad/Herramienta
	S12 Diseño de estrategia de investigación de la ZNS <input type="checkbox"/>
	S13 Ensayos y recogida de muestras en campo y análisis en laboratorio. Aplicación de métodos de investigación directos. <input type="checkbox"/>
	S14 Estimación de parámetros de la ZNS a través de métodos indirectos. <input type="checkbox"/>
	S15 Modelización de la ZNS <input type="checkbox"/>
	S16 Diseño y creación de un sistema de almacenamiento de la información de los parámetros de la ZNS <input type="checkbox"/>
	S17 Planteamiento de los estudios de vulnerabilidad <input type="checkbox"/>
	S18 Métodos de estimación de la vulnerabilidad <input type="checkbox"/>
	S19 Generación de mapas de vulnerabilidad y análisis de datos <input type="checkbox"/>
Actividad	
A04	ESTUDIO DE LA PIEZOMETRÍA
	Subactividad/Herramienta
	S20 Diseño de campañas de piezometría e hidrometría <input checked="" type="checkbox"/>
	S21 Realización de campañas de piezometría e hidrometría. Interpretación de resultados (Isopiezas). <input checked="" type="checkbox"/>
	S22 Análisis de series termopluviométricas <input checked="" type="checkbox"/>
	S23 Análisis de tendencias piezométricas <input checked="" type="checkbox"/>
	S24 Situación piezométrica en condiciones naturales <input checked="" type="checkbox"/>
	S25 Informe de situación piezométrica <input checked="" type="checkbox"/>
	S26 Estudio de los flujos profundos <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A05	DEFINICIÓN DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS
	Subactividad/Herramienta
	S27 Diseño de metodología de determinación de parámetros hidráulicos <input checked="" type="checkbox"/>

Actividad	
A05	DEFINICIÓN DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLOGICOS
Subactividad/Herramienta	
	S28 Realización de sondeos hidrogeológicos <input type="checkbox"/>
	S29 Análisis granulométricos <input type="checkbox"/>
	S30 Ejecución e interpretación de ensayos de bombeo <input checked="" type="checkbox"/>
	S31 Diseño, ejecución e interpretación de ensayos de permeabilidad en sondeos <input checked="" type="checkbox"/>
	S32 Análisis y definición de detalle de las FGP y los acuíferos dentro de las MSBT <input type="checkbox"/>
Actividad	
A06	ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA
Subactividad/Herramienta	
	S33 Diseño de campañas de muestreo y solicitud de permisos <input checked="" type="checkbox"/>
	S34 Realización de campañas de muestreo <input checked="" type="checkbox"/>
	S35 Analíticas hidrogeoquímicas <input checked="" type="checkbox"/>
	S36 Analíticas isotópicas <input checked="" type="checkbox"/>
	S37 Análisis, interpretación y caracterización hidrogeoquímica <input checked="" type="checkbox"/>
	S38 Análisis de tendencias hidrogeoquímicas <input checked="" type="checkbox"/>
	S39 Determinación del Nivel de Referencia o Nivel de Fondo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A07	ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN PUNTUAL
Subactividad/Herramienta	
	S40 Diseño del plan de actuaciones <input type="checkbox"/>
	S41 Trabajos de campo y análisis de muestras en emplazamientos contaminados <input type="checkbox"/>
	S42 Elaboración de perfiles geológicos e hidrogeológicos a escala de emplazamiento <input type="checkbox"/>
	S43 Análisis de la contaminación vs oscilación del nivel freático <input type="checkbox"/>
	S44 Análisis de tendencia de contaminantes <input type="checkbox"/>
	S45 Modelo conceptual del emplazamiento contaminado <input type="checkbox"/>
	S46 Estudio de viabilidad y remediación de acuíferos <input type="checkbox"/>
Actividad	
A08	ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN DIFUSA
Subactividad/Herramienta	
	S47 Campañas de muestreo <input checked="" type="checkbox"/>
	S48 Construcción de puntos de control <input checked="" type="checkbox"/>
	S49 Análisis hidroquímicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S50 Análisis isotópicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S51 Interpretación de resultados <input checked="" type="checkbox"/>
	S52 Análisis de tendencias de nitrato <input checked="" type="checkbox"/>
	S53 Estudios de atenuación natural de la contaminación difusa dentro del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A09	ESTIMACIÓN DE LA RECARGA
Subactividad/Herramienta	
	S54 Estimación de la recarga por métodos directos: instalación de lisímetros o infiltrómetros <input type="checkbox"/>
	S55 Estimación de la recarga por métodos de balance hídrico <input checked="" type="checkbox"/>
	S56 Estimación de la recarga por Métodos Hidrodinámicos (Ley de Darcy) <input checked="" type="checkbox"/>
	S57 Estimación de la recarga por métodos hidroquímicos o de trazadores <input checked="" type="checkbox"/>
	S58 Estimación de la recarga por otros métodos <input type="checkbox"/>
Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS
Subactividad/Herramienta	
	S59 Cuantificación de la relación río-acuífero. Tratamiento y análisis de datos hidrométricos y foronómicos <input type="checkbox"/>
	S60 Identificación y validación de EDAS <input type="checkbox"/>
	S61 Diseño y realización de campañas campo en EDAS <input type="checkbox"/>

Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS
Subactividad/Herramienta	
	S62 Caracterización hidrodinámica de EDAS <input type="checkbox"/>
	S63 Caracterización hidrogeoquímica de EDAS <input type="checkbox"/>
	S64 Estudios de contaminación de EDAS <input type="checkbox"/>
Actividad	
A11	ANÁLISIS Y DIAGNOSIS DE LAS REDES DE MONITOREO. PROPUESTAS DE MEJORA
Subactividad/Herramienta	
	S65 Análisis y Diagnóstico de las redes de estado cuantitativo <input checked="" type="checkbox"/>
	S66 Análisis y Diagnóstico de las redes de estado químico <input checked="" type="checkbox"/>
	S67 Propuestas de mejora y ampliación de las redes. Proyectos constructivos/condicionamiento/rehabilitación <input checked="" type="checkbox"/>
	S68 Determinación del peso de los puntos de muestreo de los PDS para la mejora en la aplicación de la evaluación de estado <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A12	MODELIZACIÓN GEOLÓGICA 3D
Subactividad/Herramienta	
	S69 Procesado y Parametrización de la información geológica: modelo conceptual geológico <input checked="" type="checkbox"/>
	S70 Elaboración Modelo Geológico 3D <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A13	MODELIZACIÓN DE FLUJO SUBTERRÁNEO
Subactividad/Herramienta	
	S71 Procesado y Parametrización de la información hidrogeológica: modelo conceptual hidrogeológico <input checked="" type="checkbox"/>
	S72 Elaboración del Modelo de Flujo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A14	MODELIZACIÓN DE TRANSPORTE DE REACTIVOS Y SOLUTOS
Subactividad/Herramienta	
	S73 Procesado y Parametrización de la información hidrogeoquímica: modelo conceptual hidrogeoquímico <input checked="" type="checkbox"/>
	S74 Elaboración del Modelo hidrogeoquímico <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A15	MODELOS DE GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH)
Subactividad/Herramienta	
	S75 Procesado y Parametrización de la información <input type="checkbox"/>
	S76 Elaboración Modelo Uso Conjunto <input type="checkbox"/>
Actividad	
A16	EVALUACIÓN DEL RECURSO DISPONIBLE Y RESERVAS
Subactividad/Herramienta	
	S77 Situación actual RD y Reservas <input checked="" type="checkbox"/>
	S78 Evolución RD y Reservas según diferentes escenarios de recarga <input checked="" type="checkbox"/>
	S79 Evolución RD y Reservas según diferentes escenarios de presiones <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A17	GEOTERMIA E HIDROTHERMALISMO
Subactividad/Herramienta	
	S80 Geotermia <input type="checkbox"/>
	S81 Hidrotermalismo <input type="checkbox"/>
Actividad	
A18	IDENTIFICACIÓN DE INTRUSIÓN MARINA
Subactividad/Herramienta	
	<input type="checkbox"/>
Actividad	
A19	ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DE MEDIDAS O ALTERNATIVAS DE GESTIÓN EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO
Subactividad/Herramienta	
	S82 Diseño específico de estrategias de seguimiento y análisis hidrogeológico para evaluación de medidas o repercusiones del cambio climático <input type="checkbox"/>

Actividad	
A19	ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DE MEDIDAS O ALTERNATIVAS DE GESTIÓN EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO
Subactividad/Herramienta	
S83	Diseño específico de estrategias de análisis de respuesta de los sistemas acuíferos ante diversas alternativas de gestión <input type="checkbox"/>

A continuación, se proponen actuaciones específicas consideradas prioritarias para la mejora del conocimiento de la ES091MSBT077 Mioceno Alfamén:

Tratamiento de datos e información de caracterización: se consideran trabajos necesarios para valorar el alcance final, planificación y ejecución de cada una de las distintas actividades propuestas.

Estudios geológicos: se plantea la generación de cortes geológicos que se ajusten a los límites y geometría de la MSBT, fundamentales para abordar los modelos conceptuales y el desarrollo de modelos 3D. Esta MSBT es el horizonte inferior subyacente a la MSBT Pliocuaternario de Alfamén, falta información sobre el límite entre el acuífero detrítico superior y mesozoico carbonatado (inferior) y la relación hidráulica (flujo vertical).

Estudios piezométricos: corresponden a uno de los aspectos hidrogeológicos básicos para comprender el funcionamiento hidrodinámico de esta MSBT. La generación de isopiezas de forma generalizada y continuada en el tiempo a escala de MSBT se considera una actividad prioritaria de cara a la consecución de los siguientes objetivos: conocer la situación piezométrica actual y comprobar periódicamente su evolución, lo que refleja si existe o no la necesidad de adoptar medidas de protección, y su ubicación; constituir un instrumento de calibración para las propias redes oficiales, facilitando la toma de decisiones (puntos de la red representativos, se captan niveles localizados o colgados, etc.), así como mejorar el nivel de confianza en la evaluación del estado cuantitativo; y proporcionar información básica para la calibración de modelos numéricos y su correcta implementación de forma que se puedan abordar escenarios predictivos.

Definición de acuíferos y parámetros hidrogeológicos: en esta MSBT se detecta falta de información respecto a la determinación de los parámetros hidráulicos, por lo que se propone mejorar la obtención de los parámetros de transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Estos trabajos constituyen uno de las principales entradas en el desarrollo de modelos numéricos, tanto el número de datos como su distribución en el espacio influyen directamente en una mejor y más fiable aproximación a la realidad.

Estudios de caracterización hidrogeoquímica: se efectuarán analíticas distribuidas y posterior interpretación de datos para la mejora del modelo conceptual en las MSBT. También la realización de “barridos” para identificar impactos previamente no detectados. Además, como apoyo a los trabajos de planificación hidrológica, se pretende desarrollar un sistema estandarizado para la mejora del análisis de tendencias en todas las MSBT, así como su vinculación automatizada con NABIA. Por último, en aquellas MSBT con carencias de información, se efectuarán estudios para la determinación de niveles de fondo.

Estudios de contaminación difusa: la MSBT se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa por nitratos en la zona de Alfamén y La Almunia de Doña Godina. Se trata de una contaminación que suele afectar a amplias zonas donde, en ocasiones, resulta difícil determinar su origen y alcance. En este sentido se plantea, como mejora del conocimiento, estudios específicos origen y evolución en el tiempo.

Estimación de la recarga: en esta MSBT se propone el uso de métodos adicionales para la estimación de la recarga (balance hídrico, hidrodinámico e hidroquímico) en función de la información disponible y la naturaleza de la masa, con objeto de comparar y contrastar los resultados y efectuar los análisis de sensibilidad pertinentes.

Análisis y diagnóstico de las redes de monitoreo. Propuestas de mejora: con el fin de mejorar la evaluación del estado de las MSBT e incrementar el nivel de confianza (NCF), se considera imprescindible el análisis y diagnóstico de las redes de muestreo. Estos trabajos permiten conocer el grado de representatividad que tienen tanto los puntos de control, como las propias redes. En base a los resultados de este análisis y diagnóstico de las redes y sus puntos, se podrán efectuar propuestas de mejora para el cumplimiento de los objetivos específicos de cada una de estas redes.

Modelización geológica 3D: dado el interés, y con el objetivo de impulsar la modelización numérica como herramienta para la gestión del recurso hídrico, se propone como prioritario en todas las MSBT la mejora del modelo geológico 3D que sirva como base para la generación o mejora de modelos de flujo subterráneo, en el caso de que hubiera antecedentes de modelación numérica.

Modelización de flujo subterráneo: en esta MSBT se plantea crear un modelo de flujo subterráneo que permita establecer reglas y escenarios de gestión y evaluar con mayor exactitud los recursos disponibles a medio y largo plazo, y frente al cambio climático.

Modelización de transporte de reactivos y solutos: se propone crear un modelo de transporte que permita comprender el origen y la causa de las variaciones espaciales y temporales, así como definir la dimensión de la contaminación detectada en el o los acuíferos, así como plantear escenarios para la mejora de la gestión y facilitar la toma de decisiones (reducir presiones en zonas concretas, etc.).

Evaluación del recurso disponible y reservas: con el apoyo de trabajos previos o actividades planteadas previamente (cálculo de

necesidades ambientales en EDAS, mejora de valores obtenidos de recarga, determinación de reservas a partir de modelos geológicos, etc.) se cuantificará el recurso disponible y reservas de la MSBT. Una vez calibrados los modelos numéricos se podrán efectuar simulaciones y análisis según distintos escenarios, tanto de recarga como de presiones y mejorar la planificación y gestión de los recursos hídricos subterráneos en la MSBT.

El conocimiento adquirido en cada una de las actividades aquí propuestas ira acompañada de divulgación social, con el objetivo de desarrollar la formación y la cultura en materia de aguas subterráneas. Para ello se realizarán, acorde a la naturaleza de la actividad y público receptor, jornadas formativas, publicaciones de artículos científicos, difusión en redes sociales, conferencias, exposiciones etc.

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHE() Fichas de caracterización de las masas de agua subterránea en Información de Planificación Hidrológica de la CHE (www.chebro.es).
- CHE (2019). Documentos iniciales: programa, calendario, estudio general sobre la demarcación y fórmulas de consulta. Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Revisión de tercer ciclo de planificación (2021-2027). Memoria y anejos.
- DGA (2012). Diagnóstico de las estaciones de seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea de las cuencas intercomunitarias, construidas y operativas antes del año 2.002. Apoyo Técnico a la Confederación Hidrográfica del Ebro. Memoria y anejos.
- DGA (2020). Guía metodológica para la determinación de las necesidades ambientales asociadas a los ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas. En: *Actuaciones para gestión de las aguas subterráneas y los ecosistemas asociados ante el impacto del cambio climático*. Plan PIMA ADAPTA 2017.
- DGA (2020). Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas. Secretaría de estado de medio ambiente, Dirección General del Agua. Versión 2, julio 2020.
- DGA (2010). Actividad 2: Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales 2015. Demarcación Hidrográfica del Ebro, Masa de Agua Subterránea: 090.077 Mioceno de Alfamén. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.
- DGA (2010). Actividad 4: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Demarcación Hidrográfica 091 Ebro, Dominio Depresión del Ebro, Masa de agua subterránea 090.075 Mioceno de Alfamén. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.
- IGME (1998). Memoria: Cuaternario del Ebro y sus afluentes (1989-1990)
- IGME, DGA y UMA (2010). Actividad 9: Protección de las aguas subterráneas empleadas para consumo humano según los requerimientos de la Directiva Marco del Agua. Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de las masas de agua subterránea intercomunitarias masas detríticas y mixtas. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. Madrid
- IGME, DGA (2019). Fichas de datos de los recintos hidrogeológicos de la demarcación hidrográfica del Ebro para su implementación en el modelo simpa. En: Encomienda de gestión para desarrollar diversos trabajos relacionados con el inventario de recursos hídricos subterráneos y con la caracterización de acuíferos compartidos entre demarcaciones hidrográficas.
- MARM (2008). ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. Boletín Oficial del Estado número 229, Gobierno de España.

ANEXO 1: ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)



MSBT: ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN

Código espacio RN2000	Nombre espacio RN2000	Tipo RN2000	Código hábitat	Nombre hábitat dependiente de aguas subterráneas	Grado conservación
ES0000299	Desfiladeros del Río Jalón	ZEPA	6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	C

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT077 - MIOCENO DE ALFAMÉN

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20°C) (In situ)	O ₂ (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	°C	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O ₂	mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃
Código Punto	261620184						
Valor							
Máx.	20,6	7	1.721	9,40	1,0	<LQ	292,0
Mín.	12,0	7	1.044	4,80	<LQ	<LQ	224,0
P50	16,1	7	1.399	7,80	<LQ	<LQ	260,0
N reg.	37	34	34	44	16		13
Código Punto	261630121						
Valor							
Máx.	18,3	7	1.050	10,60	<LQ	<LQ	178,0
Mín.	13,4	7	818	6,60	<LQ	<LQ	168,0
P50	16,8	7	962	8,30	<LQ	<LQ	176,0
N reg.	8	6	11	13	6		3
Código Punto	261630338						
Valor							
Máx.	22,7	7	1.722	9,60	0,8	<LQ	255,0
Mín.	15,2	7	973	5,40	<LQ	<LQ	226,0
P50	16,8	7	1.240	7,80	<LQ	<LQ	253,0
N reg.	11	9	14	16	9		3
Código Punto	261630375						
Valor							
Máx.	<LQ	7	539	7,50	<LQ	<LQ	146,0
Mín.	<LQ	7	539	7,50	<LQ	<LQ	146,0
P50	<LQ	7	539	7,50	<LQ	<LQ	146,0
N reg.		1	1	1			1
Código Punto	261640013						
Valor							
Máx.	20,1	8	594	8,50	<LQ	<LQ	179,0
Mín.	17,6	7	499	7,30	<LQ	<LQ	179,0
P50	19,5	7	546	7,90	<LQ	<LQ	179,0
N reg.	5	4	6	6	5		1
Código Punto	261640093						
Valor							
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.							
Código Punto	261640099						
Valor							
Máx.	20,4	8	833	11,70	<LQ	<LQ	190,0
Mín.	13,5	7	588	1,80	<LQ	<LQ	170,0
P50	17,2	7	689	8,95	<LQ	<LQ	180,0
N reg.	9	9	13	14	9		2
Código Punto	261640165						
Valor							
Máx.	20,3	<LQ	585	8,10	<LQ	<LQ	193,0
Mín.	14,9	<LQ	533	6,40	<LQ	<LQ	193,0
P50	18,0	<LQ	556	8,05	<LQ	<LQ	193,0
N reg.	4		4	4	1		1
Código Punto	261670051						
Valor							

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20°C) (In situ)	O ₂ (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	°C	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O ₂	mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃
Máx.	16,2	7	328	9,50	<LQ	<LQ	138,0
Mín.	14,3	7	230	6,00	<LQ	<LQ	98,0
P50	15,2	7	315	8,00	<LQ	<LQ	136,0
N reg.	7	7	8	9	5		3
Código Punto	261680066						
Valor							
Máx.	23,2	8	760	12,40	0,6	<LQ	225,0
Mín.	14,8	7	533	5,50	<LQ	<LQ	170,0
P50	18,0	7	611	8,45	<LQ	<LQ	207,0
N reg.	19	18	19	24	10		9
Código Punto	261680071						
Valor							
Máx.	23,0	8	635	9,30	0,6	<LQ	210,0
Mín.	17,8	7	467	6,20	<LQ	<LQ	182,0
P50	19,8	7	534	8,10	<LQ	<LQ	193,0
N reg.	29	30	28	31	7		22
Código Punto	261680099						
Valor							
Máx.	17,8	8	597	10,30	0,7	<LQ	219,0
Mín.	16,9	7	524	6,70	<LQ	<LQ	209,0
P50	17,4	7	571	9,00	0,3	<LQ	214,0
N reg.	4	5	4	5	4		2
Código Punto	261740038						
Valor							
Máx.	19,3	7	592	9,90	0,6	<LQ	236,0
Mín.	11,6	7	491	6,40	<LQ	<LQ	200,0
P50	16,6	7	533	8,70	<LQ	<LQ	227,0
N reg.	7	6	8	9	5		3

Nota: Los valores <LQ corresponden a valores por debajo Límite Cuantificación (LQ).

Parámetro	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	Na ⁺	K ⁺
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	261620184								
Valor									
Máx.	430,7	<LQ	147,00	364,0	44,3	0,04	0,14	71,4	4,0
Mín.	273,3	<LQ	107,00	130,0	30,7	<LQ	<LQ	31,4	1,8
P50	335,5	<LQ	132,00	316,0	35,7	<LQ	<LQ	49,6	2,3
N reg.	25	22	29	29	34	31	26	29	29
Código Punto	261630121								
Valor									
Máx.	196,4	<LQ	143,00	125,0	84,8	0,02	2,30	22,0	3,8
Mín.	160,0	<LQ	104,00	56,4	69,7	<LQ	<LQ	11,7	1,6
P50	191,5	<LQ	121,00	88,0	74,5	<LQ	<LQ	18,9	1,7
N reg.	8	8	11	11	13	11	11	11	11
Código Punto	261630338								
Valor									
Máx.	345,3	<LQ	194,00	372,0	79,5	0,01	<LQ	86,3	2,1
Mín.	226,0	<LQ	108,00	134,0	33,6	<LQ	<LQ	33,6	1,6
P50	291,6	<LQ	137,50	246,5	52,3	<LQ	<LQ	51,0	1,8
N reg.	11	11	14	14	16	14	14	14	14
Código Punto	261630375								
Valor									

Parámetro	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	Na ⁺	K ⁺
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	261630375								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	47,90	36,4	35,1	0,03	<LQ	9,6	1,5
Mín.	<LQ	<LQ	47,90	36,4	35,1	0,03	<LQ	9,6	1,5
P50	<LQ	<LQ	47,90	36,4	35,1	0,03	<LQ	9,6	1,5
N reg.			1	1	1	1	1	1	1
Código Punto	261640013								
Valor									
Máx.	225,1	<LQ	39,00	39,5	45,8	<LQ	<LQ	15,7	1,8
Mín.	212,0	<LQ	30,90	22,1	29,6	<LQ	<LQ	11,3	1,5
P50	218,2	<LQ	36,70	28,0	31,9	<LQ	<LQ	13,3	1,6
N reg.	6	6	6	6	6	5	4	6	6
Código Punto	261640093								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.									
Código Punto	261640099								
Valor									
Máx.	241,6	<LQ	55,00	85,8	125,0	1,11	0,05	21,1	1,9
Mín.	189,0	<LQ	38,30	51,0	56,2	<LQ	<LQ	14,0	1,2
P50	226,5	<LQ	46,55	61,3	66,8	<LQ	<LQ	17,0	1,3
N reg.	10	10	12	12	14	12	12	12	12
Código Punto	261640165								
Valor									
Máx.	237,0	<LQ	38,60	30,0	33,9	<LQ	0,06	17,8	1,7
Mín.	237,0	<LQ	37,00	27,6	29,5	<LQ	<LQ	16,1	1,5
P50	237,0	<LQ	37,80	28,8	32,2	<LQ	0,03	17,0	1,6
N reg.	1	1	2	2	4	2	2	2	2
Código Punto	261670051								
Valor									
Máx.	167,1	<LQ	8,24	14,2	12,5	0,00	<LQ	8,9	1,0
Mín.	131,0	<LQ	<LQ	10,9	10,7	<LQ	<LQ	6,1	<LQ
P50	156,1	<LQ	7,42	11,7	11,0	<LQ	<LQ	8,3	0,8
N reg.	7	7	9	9	9	8	6	9	9
Código Punto	261680066								
Valor									
Máx.	305,0	<LQ	71,40	65,0	42,4	0,04	0,08	23,0	2,4
Mín.	199,0	<LQ	37,70	26,8	2,8	<LQ	<LQ	13,0	<LQ
P50	245,1	<LQ	51,35	37,7	33,3	<LQ	<LQ	17,5	1,7
N reg.	15	14	20	20	24	21	19	20	20
Código Punto	261680071								
Valor									
Máx.	284,3	<LQ	56,00	40,4	27,9	0,00	0,09	52,8	3,0
Mín.	222,0	<LQ	38,80	18,7	21,1	<LQ	<LQ	9,7	0,8
P50	236,7	<LQ	44,40	24,5	26,2	<LQ	<LQ	14,0	1,7
N reg.	25	24	28	28	31	22	18	28	28
Código Punto	261680099								
Valor									
Máx.	267,2	<LQ	42,80	23,3	25,4	<LQ	<LQ	17,9	1,3
Mín.	253,1	<LQ	39,70	19,7	24,1	<LQ	<LQ	10,7	1,0
P50	256,2	<LQ	42,30	21,8	24,7	<LQ	<LQ	15,4	1,3
N reg.	5	5	5	5	5	5	4	5	5

Parámetro	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	Na ⁺	K ⁺
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	261740038								
Valor									
Máx.	303,1	<LQ	51,60	60,8	17,2	0,00	0,08	31,9	1,2
Mín.	244,0	<LQ	16,40	17,4	12,2	<LQ	<LQ	20,3	<LQ
P50	284,3	<LQ	21,30	23,5	13,0	<LQ	<LQ	24,8	1,0
N reg.	7	7	9	9	9	9	7	9	9
Nota: Los valores <LQ corresponden a valores por debajo Límite Cuantificación (LQ).									
Parámetro	Ca ²⁺	Mg ²⁺	As	Cd ²⁺	Hg	NH ₄ ⁺ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	261620184								
Valor									
Máx.	221,0	53,3	0,7440	<LQ	<LQ	<LQ	0,15	<LQ	<LQ
Mín.	142,0	30,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	202,5	45,0	0,3795	<LQ	<LQ	<LQ	0,05	<LQ	<LQ
N reg.	28	29	8	10	8	32	23	6	6
Código Punto	261630121								
Valor									
Máx.	153,0	27,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	125,0	18,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	146,0	22,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	11	11				11			
Código Punto	261630338								
Valor									
Máx.	270,0	42,6	<LQ	<LQ	<LQ	0,13	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	118,0	22,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	199,5	28,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	14	14				14			
Código Punto	261630375								
Valor									
Máx.	76,5	17,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	76,5	17,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	76,5	17,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	1				1			
Código Punto	261640013								
Valor									
Máx.	80,9	15,8	0,7300	<LQ	<LQ	<LQ	0,08	<LQ	<LQ
Mín.	75,3	13,9	0,4300	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	78,8	15,3	0,5100	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Código Punto	261640093								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.									
Código Punto	261640099								
Valor									
Máx.	133,0	18,4	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	89,8	13,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	107,0	15,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	12	12				12			
Código Punto	261640165								
Valor									

Parámetro	Ca ²⁺	Mg ²⁺	As	Cd ²⁺	Hg	NH ₄ ⁺ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	261640165								
Valor									
Máx.	80,0	16,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	75,3	15,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	77,7	16,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	2	2				2			
Código Punto	261670051								
Valor									
Máx.	52,9	7,6	0,6380	0,1100	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	38,4	5,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	48,0	6,1	0,1400	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	9	9	9	9	8	8	8
Código Punto	261680066								
Valor									
Máx.	124,0	20,0	<LQ	<LQ	<LQ	0,08	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	84,0	14,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	96,4	16,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	19	20		2		22			
Código Punto	261680071								
Valor									
Máx.	93,0	24,6	0,4450	<LQ	<LQ	0,09	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	61,3	12,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	80,7	16,9	0,3870	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	28	28	7	8	6	29	6	6	6
Código Punto	261680099								
Valor									
Máx.	94,3	16,6	0,4800	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	88,2	15,7	0,3100	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	88,7	16,3	0,3230	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Código Punto	261740038								
Valor									
Máx.	86,4	15,3	0,7200	0,0400	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	80,1	11,2	0,2460	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	83,8	12,6	0,2980	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	9	9	10	9	8	9	9

Nota: Los valores <LQ corresponden a valores por debajo Límite Cuantificación (LQ).