CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

MSBT: ES091MSBT079 - CAMPO DE BELCHITE

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	ES091MSBT079	Nombre MSBT	CAMPO DE BELCHITE
Código DH	ES091	Nombre DH	Ebro

Descripción localización:

La masa de agua del campo de Belchite se localiza al sureste de la cuenca del Ebro, en la zona de contacto de la Depresión del Ebro con el dominio Central Ibérico. Comprende las cuencas del río Ginel, la del Lopín y el tramo bajo del Aguas Vivas, así como la zona de intercuencas de numerosos barrancos laterales con descarga directa sobre el río Ebro.

Con una superficie de 1038 km², pertenece en su totalidad a la comunidad autónoma de Aragón, concretamente a las comarcas zaragozanas de Campo de Belchite y Zaragoza, y una pequeña franja en el extremo sureste (13%) a la comarca turolense del Bajo Martín.

La localidad más importante ubicada dentro de la masa de agua corresponde con la de Belchite con una población censada de 1.500 habitantes.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Aragón	Zaragoza	50045	Belchite	100,00	26,37
Aragón	Zaragoza	50164	Mediana de Aragón	99,32	8,67
Aragón	Zaragoza	50222	Quinto	72,79	8,30
Aragón	Teruel	44031	Azaila	97,43	7,65
Aragón	Zaragoza	50218	Puebla de Albortón	100,00	7,35
Aragón	Zaragoza	50115	Fuentes de Ebro	51,56	7,04
Aragón	Zaragoza	50275	Valmadrid	99,44	4,85
Aragón	Teruel	44265	Vinaceite	78,74	3,80
Aragón	Zaragoza	50297	Zaragoza	3,89	3,65
Aragón	Zaragoza	50023	Almonacid de la Cuba	66,76	3,55
Aragón	Zaragoza	50021	Almochuel	83,02	2,56
Aragón	Zaragoza	50136	Lécera	21,76	2,29
Aragón	Zaragoza	50240	Sástago	7,01	2,04
Aragón	Zaragoza	50114	Fuendetodos	33,55	2,01
Aragón	Zaragoza	50039	Azuara	12,01	1,92
Aragón	Zaragoza	50139	Letux	58,65	1,70
Aragón	Teruel	44191	Puebla de Híjar, La	25,60	1,50
Aragón	Zaragoza	50296	Zaida, La	84,96	1,41
Aragón	Zaragoza	50085	Codo	100,00	1,09
Aragón	Zaragoza	50005	Aguilón	18,30	1,05
Aragón	Zaragoza	50133	Lagata	25,21	0,57
Aragón	Teruel	44122	Híjar	2,72	0,43
Aragón	Zaragoza	50278	Velilla de Ebro	2,45	0,14
Aragón	Zaragoza	50163	María de Huerva	0,24	0,02
Aragón	Zaragoza	50019	Alforque	2,29	0,02
Aragón	Zaragoza	50131	Jaulín	0,14	0,01

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

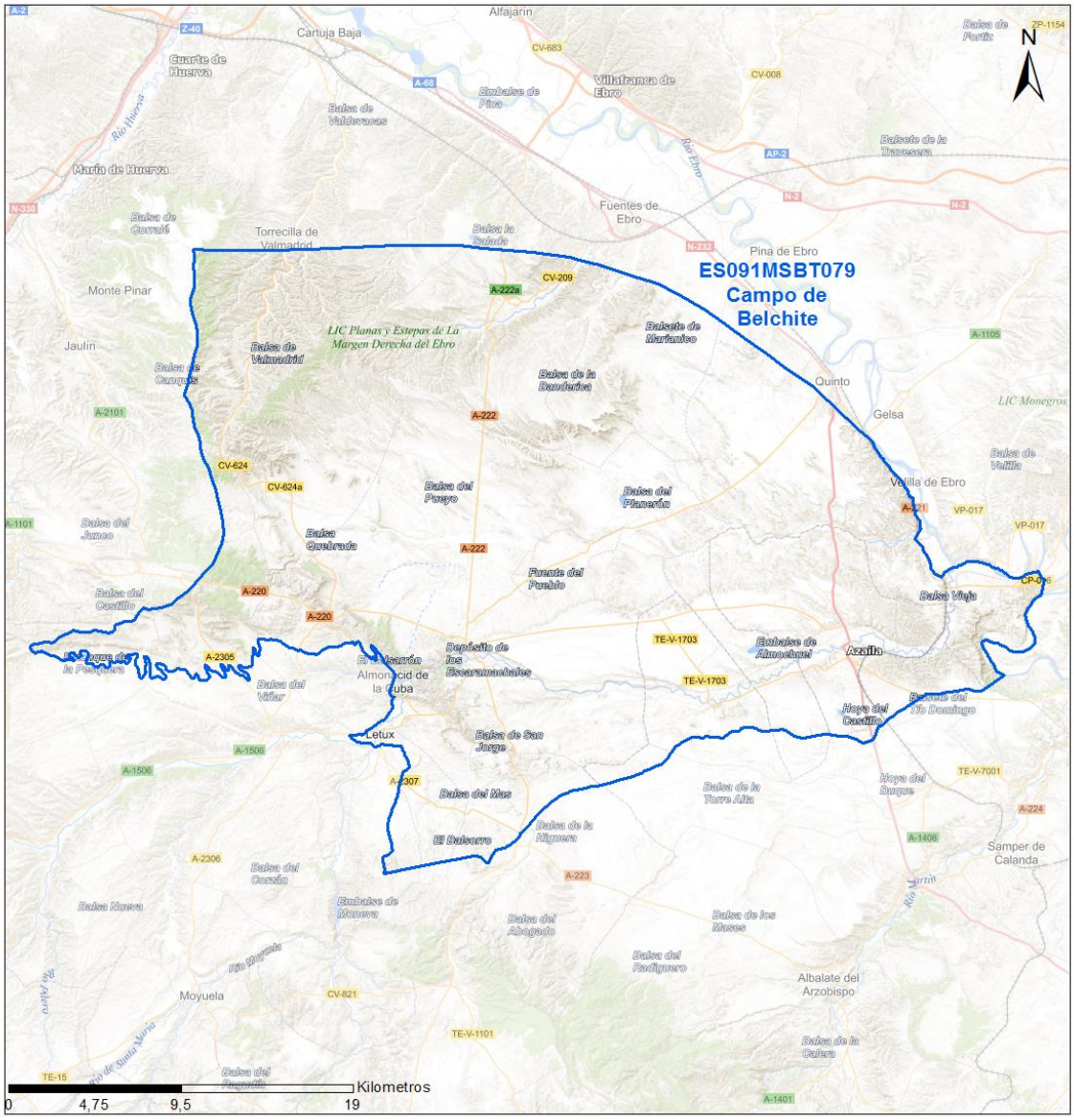
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	693.267	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.580.948
Longitud (CENTROIDE)	-0,68964	Latitud (CENTROIDE)			41,35685
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			724
Altitud mínima (m s.n.m.)	122	Altitud máxima (m s.n.m.)			846
Área total de la MSBT (km²)	1.038				

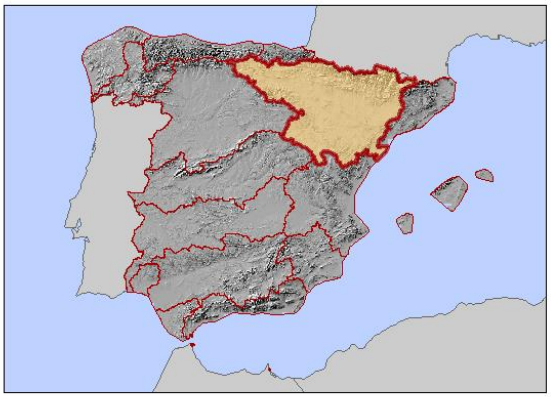
1.3 POBLACIÓN ASENTADA

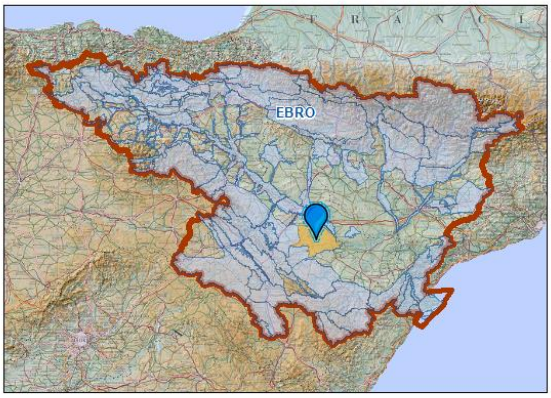
Nº habitantes	34.113	Año	2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

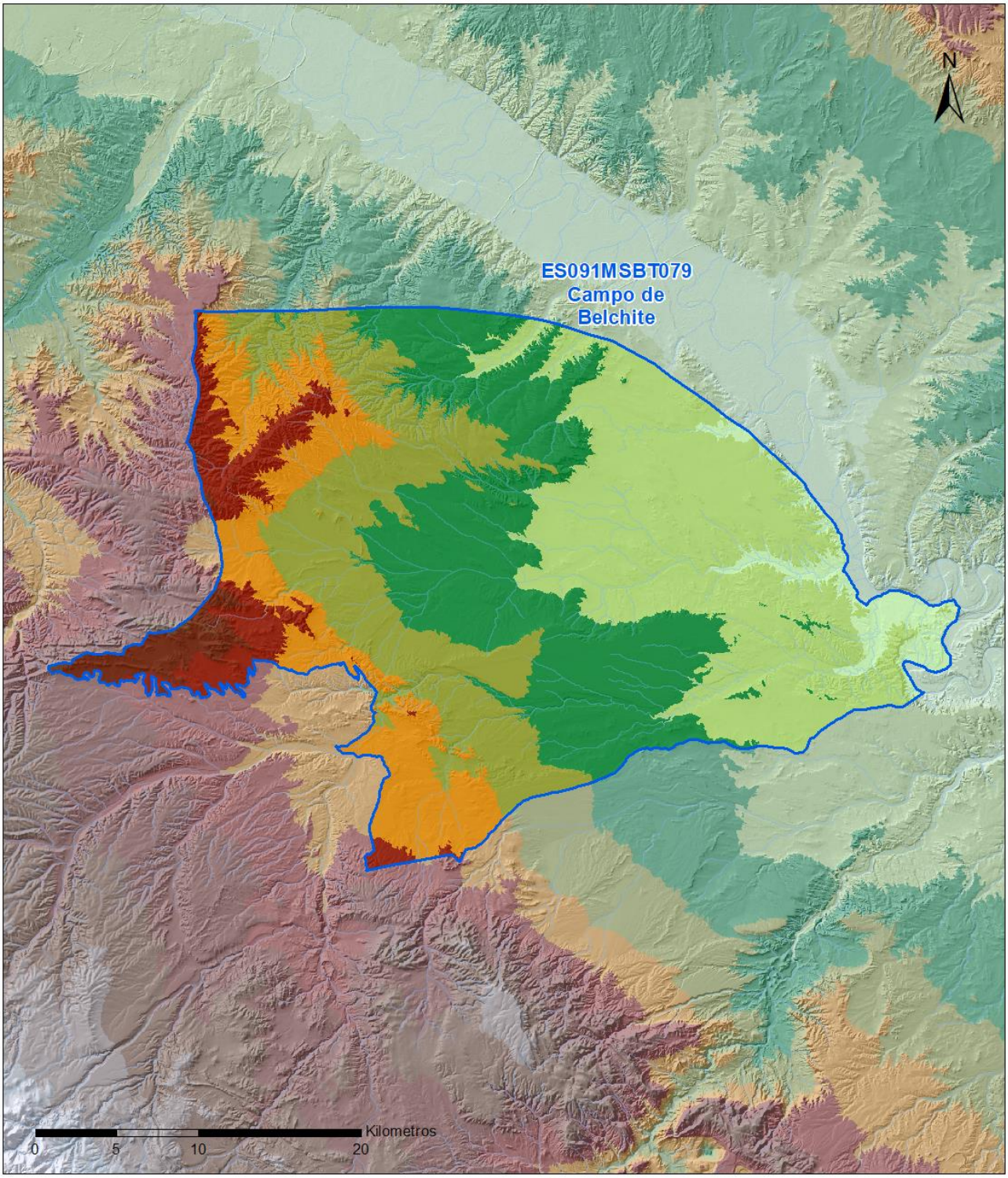
Mapa de localización







Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

- MSBT
- Red Hidrografica
- 0- 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 - 400
- 400 - 500
- 500 - 600
- 600 - 700
- 700 - 800
- 800 - 900
- 900 - 1,000
- 1,000 - 1,100
- > 1,100

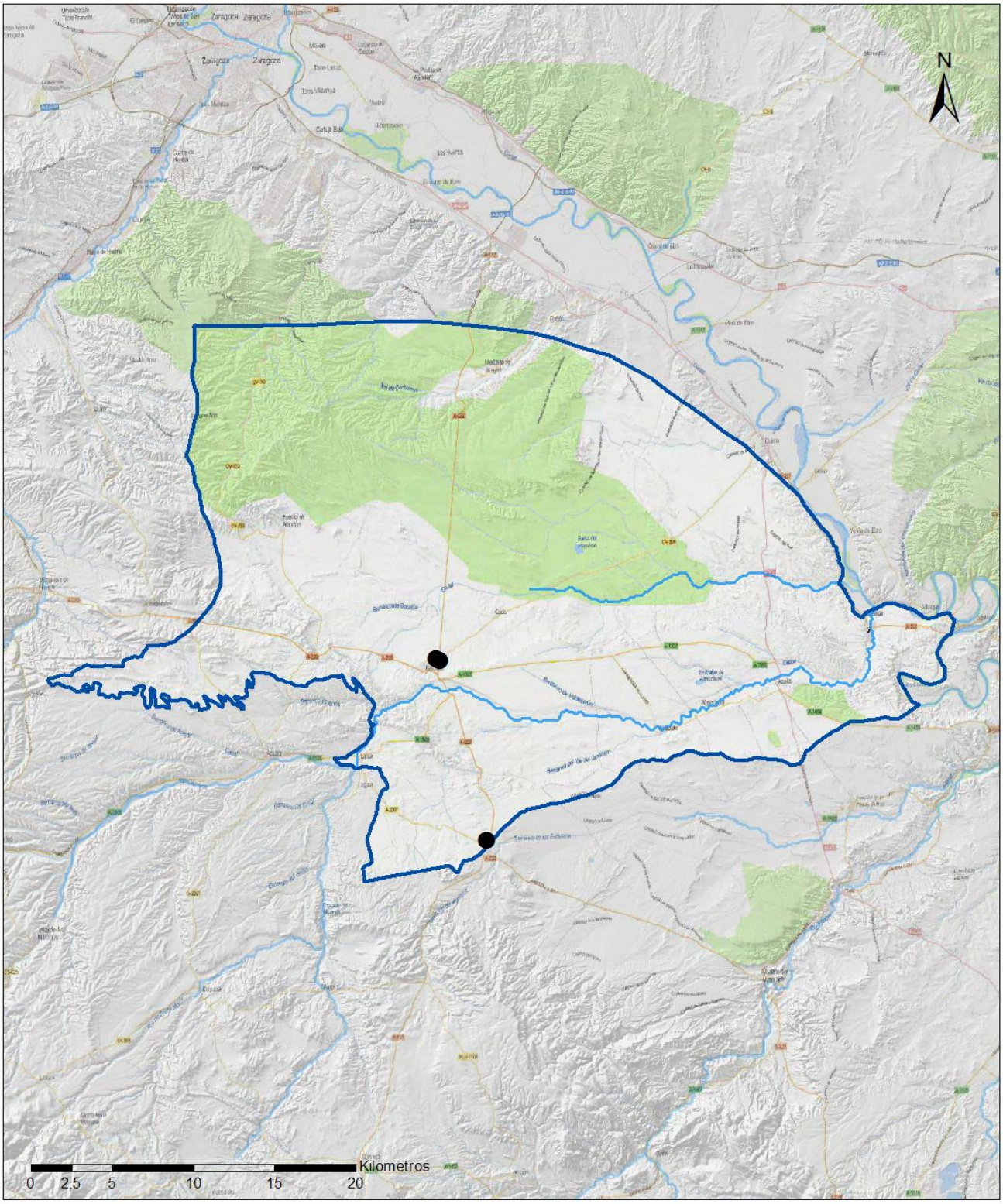
2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

Grupos de presiones	Tipos de presiones	Actividad	Presión Significativa
Fuentes puntuales	1.1	Vertidos urbanos	☐
Fuentes puntuales	1.2	Desbordamientos de sistemas de saneamiento en episodios de lluvia	☐
Fuentes puntuales	1.3	Vertidos industriales de plantas IED	☐
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	☐
Fuentes puntuales	1.5	Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas	☑
Fuentes puntuales	1.6	Vertederos	☐
Fuentes puntuales	1.8	Vertidos de piscifactorías	☐
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	☐
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	☑
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	☑
Fuentes difusas	2.4	Transporte	☐
Fuentes difusas	2.5	Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas	☐
Fuentes difusas	2.8	Minería	☐
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	☑
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	☑
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	☑

Mapa de localización de presiones

Fuentes puntuales



LEYENDA

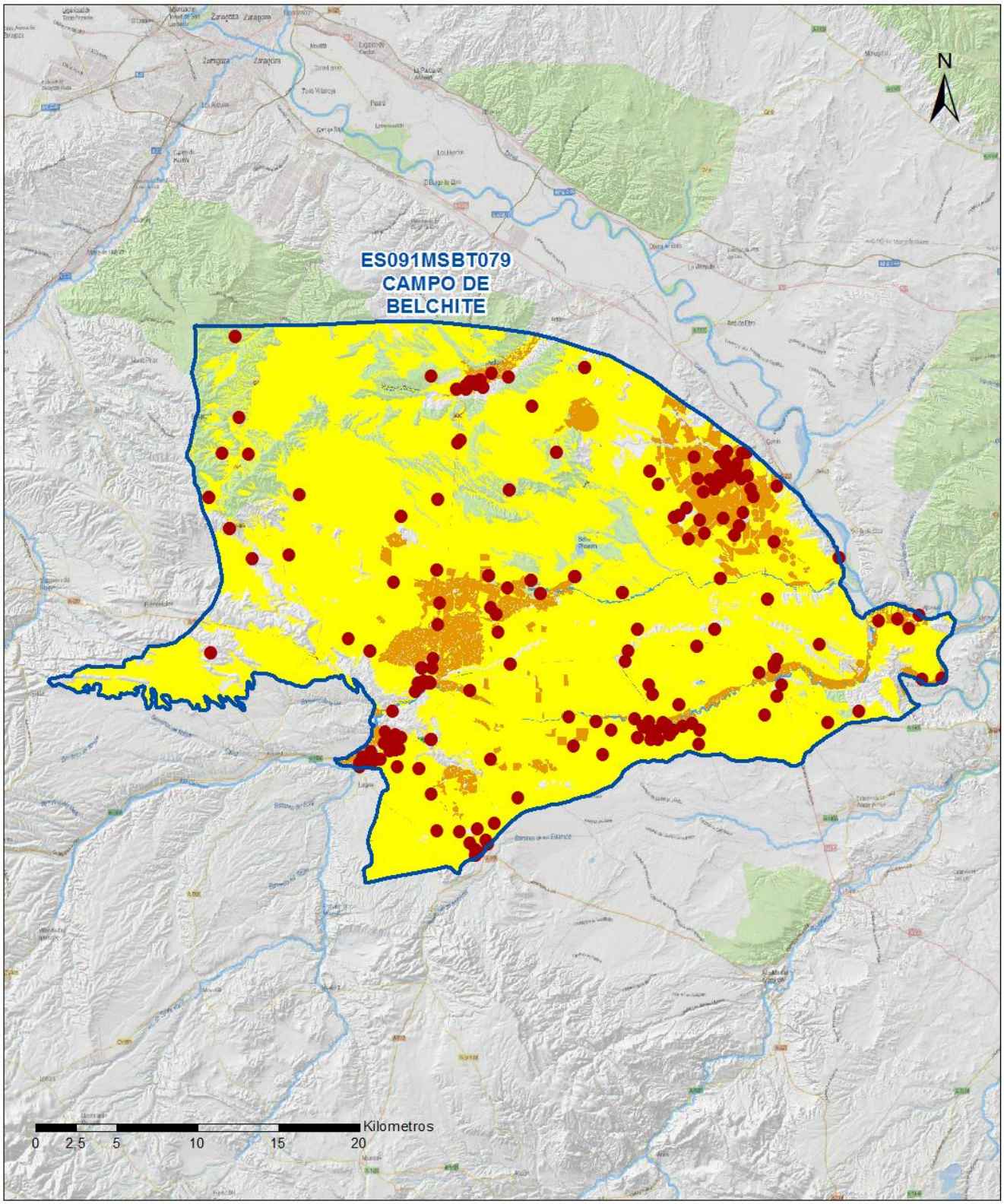
MSBT:
Red hidrográfica
ES091MSBT079
CAMPO DE BELCHITE

Tipo de Presión Puntual (significativa):

1.5 Gasolineras

1.5 Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas

Fuentes difusas



LEYENDA

Red hidrográfica

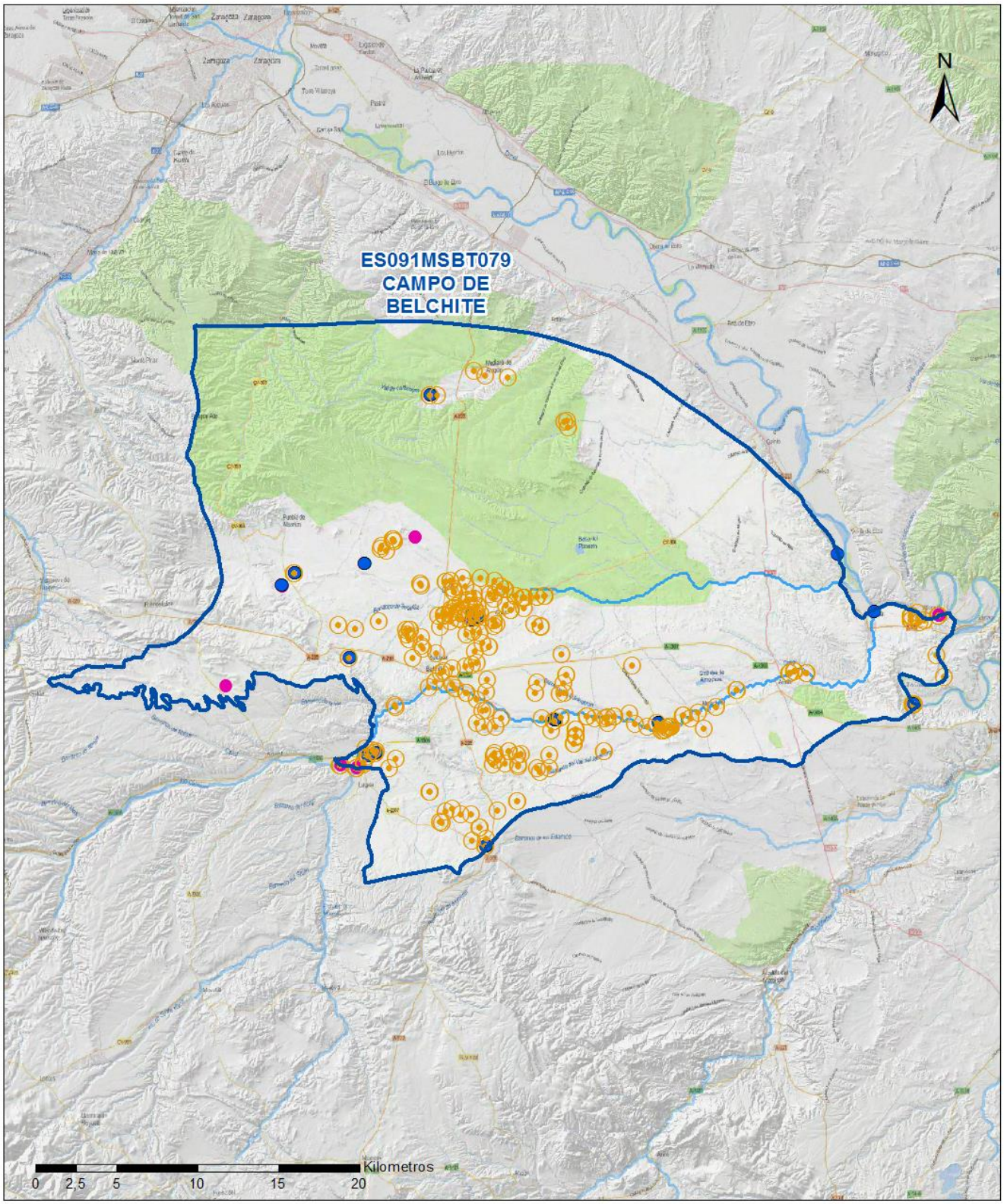
MSBT:

ES091MSBT079
CAMPO DE BELCHITE

Tipo de Presión Difusa (significativa):

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

Extracción / Desvío de agua



LEYENDA

- Red hidrográfica
- MSBT:
  ES091MSBT079

Tipo de Presión por Extracción (significativa):

- 3.1 Agricultura
- 3.2 Abastecimiento
- 3.3 Industria

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)	Probable
ECOS	Daño en los ecosistemas terrestres asociados a las aguas subterráneas por cambios químicos o cuantitativos en estas	Probable
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

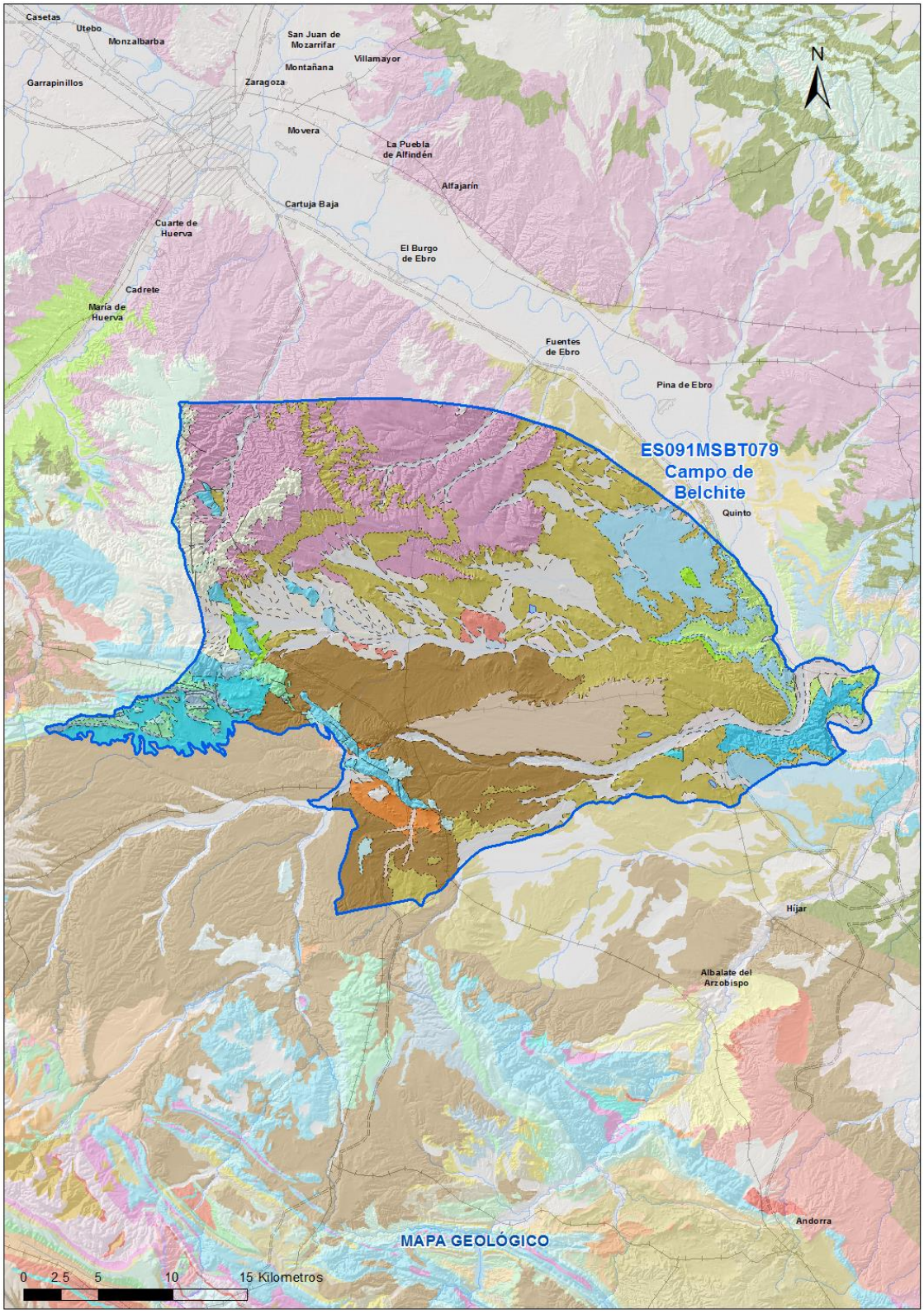
Riesgo de no alcanzar el buen estado químico		RIESGO QUÍMICO
Contaminante		Justificación / Observación
TPH	TPH	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
Terbutil-alcohol	Terbutil-alcohol	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
NO_3^-	Nitrato	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)
Ftalato	Ftalato	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

3.2 MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

MSBT

Estructuras

- Anticlinal
- Anticlinal 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
5000	Masa de agua superficial
714	Arcillas, limos y cantos, turba (Depósitos de áreas endorreicas, dep. lacustres, turberas)
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 glacis, piedemonte y superficies)
701	Gravas cuarcíticas, arenas silíceas y arcillas (Depósitos de rañas y otros aluviales finineógen
415	Calizas y margas
411	Conglomerados, areniscas y lutitas
407	Calizas, calizas margosas y margas
403	Lutitas, areniscas, conglomerados y, a veces, calizas
397	Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos
396	Margas y calizas
393	Conglomerados y areniscas, con arcillas y limos rojos
377	Calizas, localmente con lutitas
375	Lutitas con niveles de calizas y, a veces, yesos
371	Calizas, localmente con lutitas
370	Yesos con intercalaciones de lutitas
369	Lutitas con intercalaciones de yesos y carbonatos
368	Lutitas, con intercalaciones de areniscas
366	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas
365	Calizas, localmente con lutitas
362	Lutitas y areniscas, a veces con yesos y calizas
165	Calizas de oncolitos. Calizas de Higueruelas
163	Calizas oncolíticas y pisolíticas
161	Margas, calizas y margocalizas
160	Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Fm.Carb. de Chelva)
157	Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)

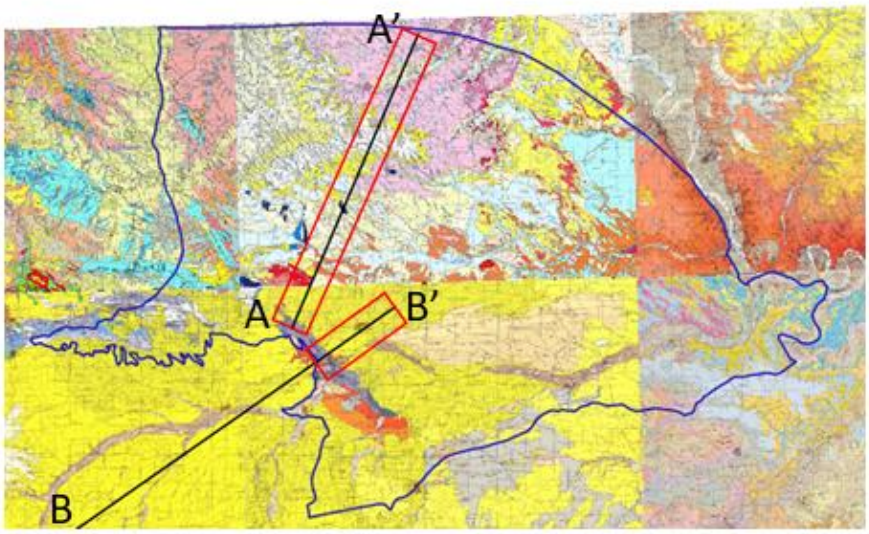
3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

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	129,54	Detrítica	12,48
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	13,14	Detrítica	1,27
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	32,51	Detrítica	3,13
Gravas cuarcíticas, arenas silíceas y arcillas (Depósitos de rañas y otros aluviales finineógen	Cuaternario	Pleistoceno	53,00	Detrítica	5,11
Calizas, calizas margosas y margas	Neógeno	Mioceno	27,82	Carbonatada	2,68
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	161,63	Detrítica	15,57
Conglomerados y areniscas, con arcillas y limos rojos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	10,15	Detrítica	0,98
Lutitas con niveles de calizas y, a veces, yesos	Neógeno	Mioceno-Plioceno	25,81	Detrítica	2,49
Calizas, localmente con lutitas	Neógeno	Mioceno	58,99	Carbonatada	5,68
Yesos con intercalaciones de lutitas	Neógeno	Mioceno	187,65	Evaporítica	18,08
Lutitas con intercalaciones de yesos y carbonatos	Neógeno	Mioceno	236,07	Detrítica	22,75
Lutitas, con intercalaciones de areniscas	Neógeno	Mioceno	6,69	Detrítica	0,64
Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas	Neógeno	Mioceno	5,82	Detrítica	0,56
Calizas, localmente con lutitas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Plioceno	17,69	Carbonatada	1,70
Lutitas y areniscas, a veces con yesos y calizas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	20,56	Detrítica	1,98
Calizas de oncolitos. Calizas de Higueruelas	Jurásico	Superior (Malm)	9,74	Carbonatada	0,94
Calizas oncolíticas y pisolíticas	Jurásico	Superior (Malm)	6,46	Carbonatada	0,62
Margas, calizas y margocalizas	Jurásico	Medio (Dogger)-Superior (Malm)	11,68	Carbonatada	1,13
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)	Triásico Superior-Jurásico Medio (Dogger)	Rethiense-Dogger	8,97	Carbonatada	0,86

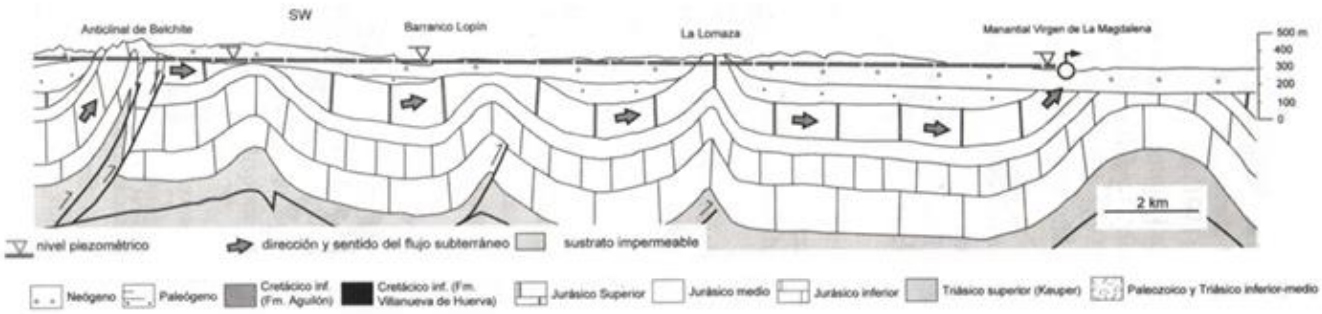
3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arenas, limos (depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos principales)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	0 - 15
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	50 -150
Calizas de oncolitos. Calizas de Higueruelas	Jurásico	Superior (Malm)	80
Margas, calizas y margocalizas	Jurásico	Med (Dogger)-Sup (Malm)	
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)	Trias Sup-Jurásico Med (Dogger)	Rethiense-Dogger	200-400
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (Keuper)	Triásico	Superior	

3.5 CORTES GEOLÓGICOS

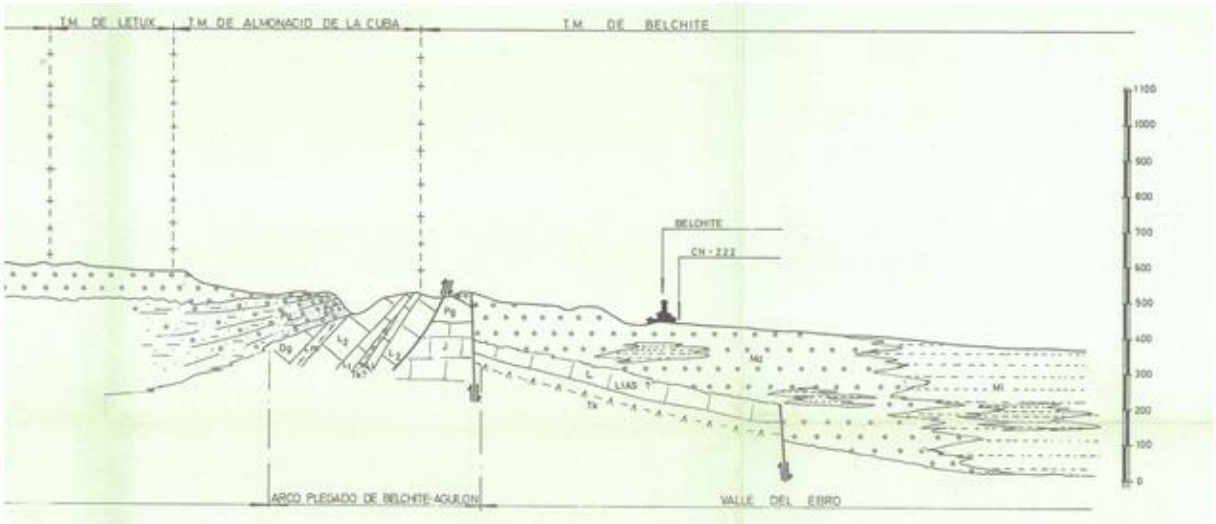


SO. A - A' NE.



B - B'

SO. NE.



ES091MSBT079 Campo de Belchite

3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Esta masa de agua se localiza dentro de la cuenca terciaria del Ebro, en la zona de contacto con la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, a la que se adscriben las estructuras mesozoicas visibles en su parte más occidental. Estas estructuras, conformadas por materiales jurásicos y paleógenos fundamentalmente, están definidas por anticlinales subparalelos, asimétricos, vergentes hacia el norte y con direcciones ibéricas. Entre ellas destaca el anticlinal de Belchite, que forma parte del Arco de Belchite-Aguilón, aflorante en el extremo suroeste de la masa de agua.

La serie mesozoica puede alcanzar más de 1.500 m de espesor e incluye formaciones de Triásico y Jurásico con recubrimiento Terciario. Sin llegar a aflorar, esta estructura se repite bajo los terciarios, dando lugar hacia el sur a los manantiales de Samper del Salz y Azuara, en la masa de agua adyacente de la Cubeta de Azuara, y al norte en el manantial de Codo.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

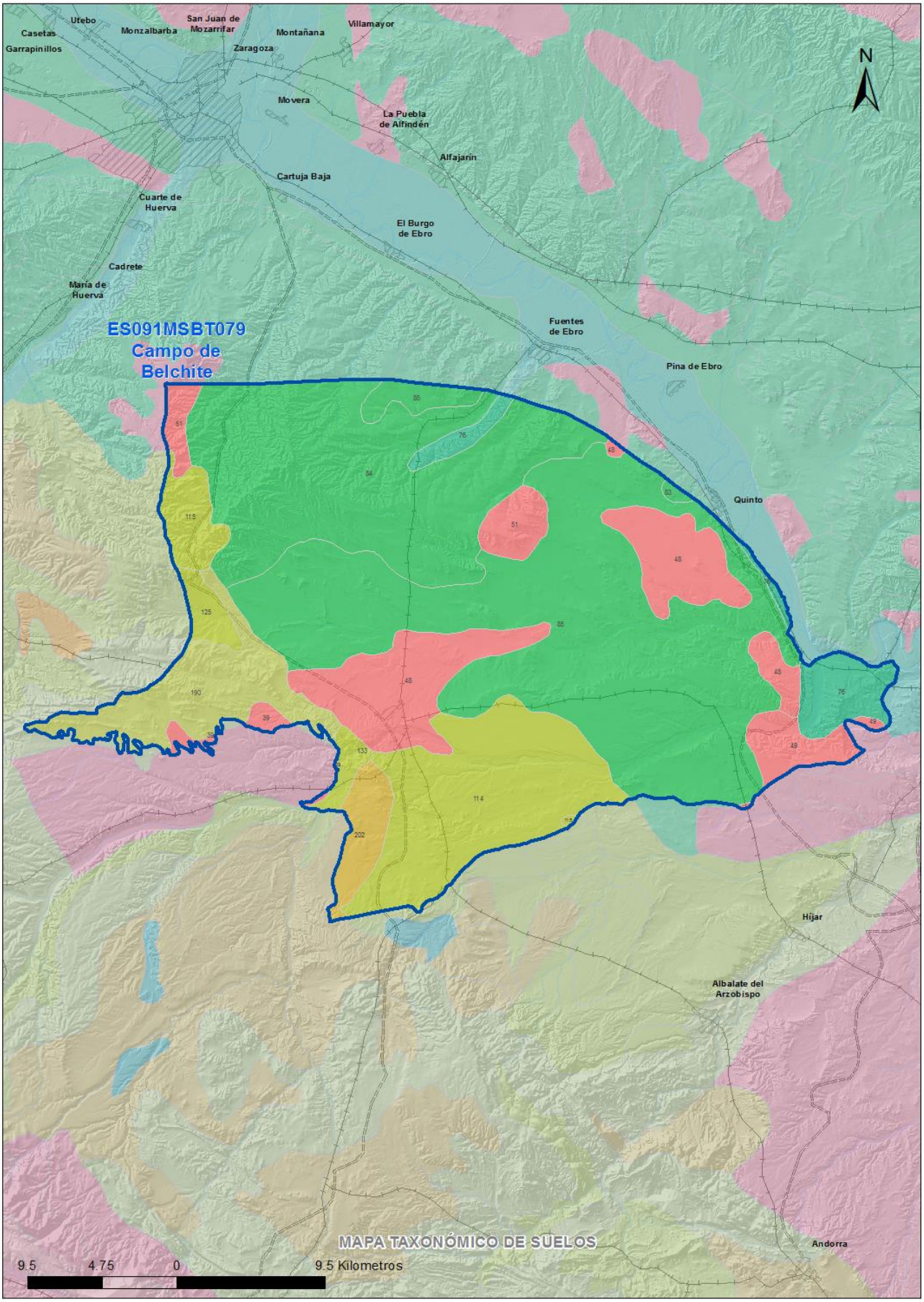
Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	171	93
Espesor Medio Z.N.S. (m)	136	
Litología Z.N.S.	Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km²)	% Afloramiento en la MSBT
ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID	160	15,41
ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT	36	3,49
ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT	585	56,41
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	168	16,15
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	89	8,54

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA

MSBT

Red Hidrografica

DDHH

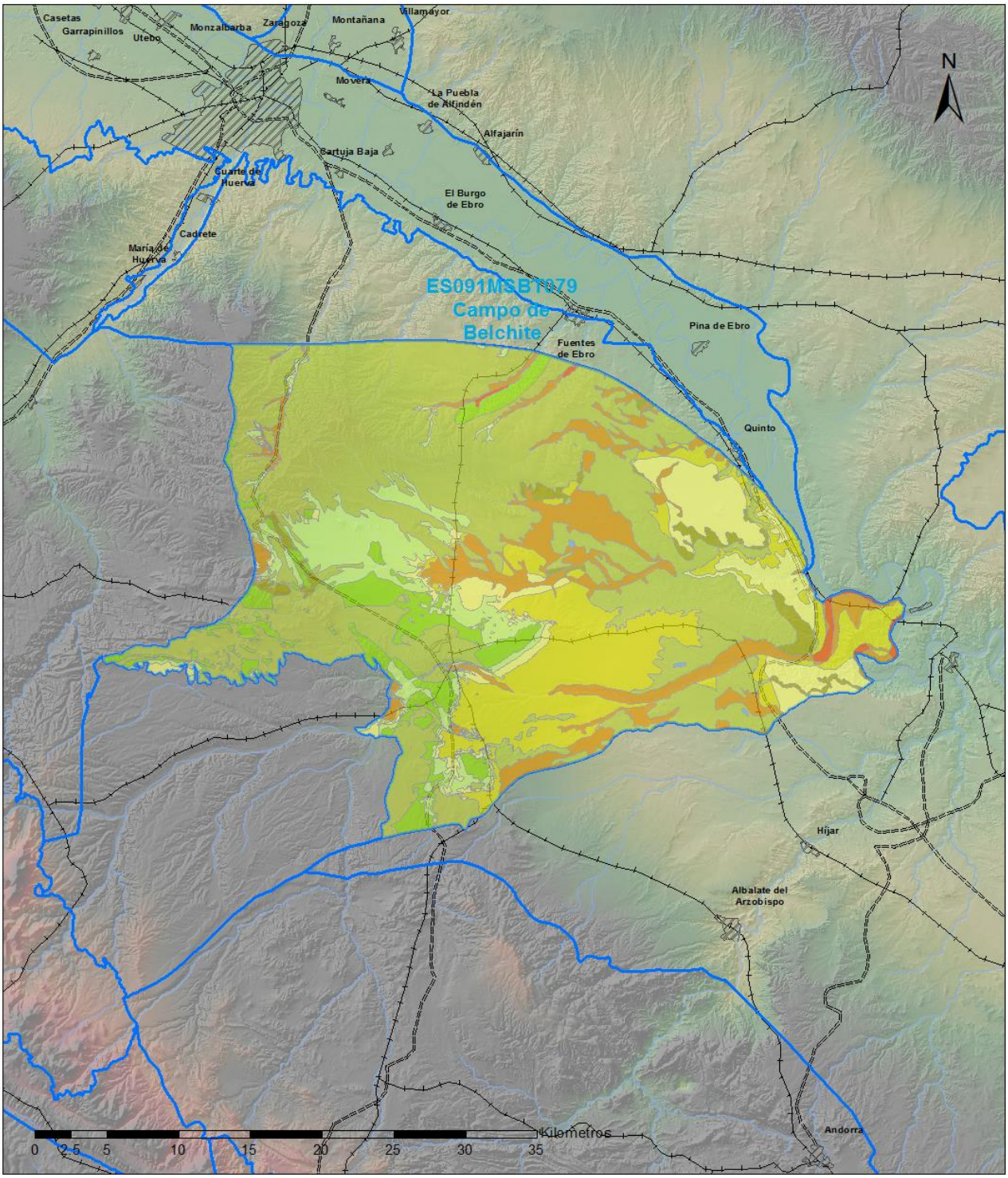
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
39	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, CALCIGYPSID, HAPLOSALID, Haplogypsid, NO INCLUSION2
48	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, Haplargid, NO INCLUSION2
49	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, Haplosalid, NO INCLUSION2
51	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, HAPLOCAMBID, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
76	ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT, XERORTHENT, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
83	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
84	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplocalcid, NO INCLUSION2
85	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplocalcid, Calcigypsid
114	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
115	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, (Haploxerept), NO INCLUSION2
125	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
133	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, XEROFLUVENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
190	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXEROLL, NO ASOCIA2, Rhodoxeralf, NO INCLUSION2
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		DRASTIC Reducido
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT
0	Masas de agua superficial	0,05
1 (Muy Baja)	16 - 30	2,07
2 (Muy Baja)	30 - 44	49,08
3 (Baja)	44 - 58	7,16
4 (Baja)	58 - 72	7,51
5 (Moderada)	72 - 86	8,41
6 (Moderada)	86 - 100	14,54
7 (Alta)	100 - 114	10,59
8 (Alta)	114 - 128	0,59

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



LEYENDA

Método DRASTIC Reducido

Grado de Vulnerabilidad, Rango de Valores

- Muy Baja, 16 - 30
- Muy Baja, 30 - 44
- Baja, 44 - 58
- Baja, 58 - 72
- Moderada, 72 - 86
- Moderada, 86 - 100
- Alta, 100 - 114
- Alta, 114 - 128
- Muy Alta, 128 - 142
- Muy Alta, 142 - 156
- Masas de agua superficial
- MSBT

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

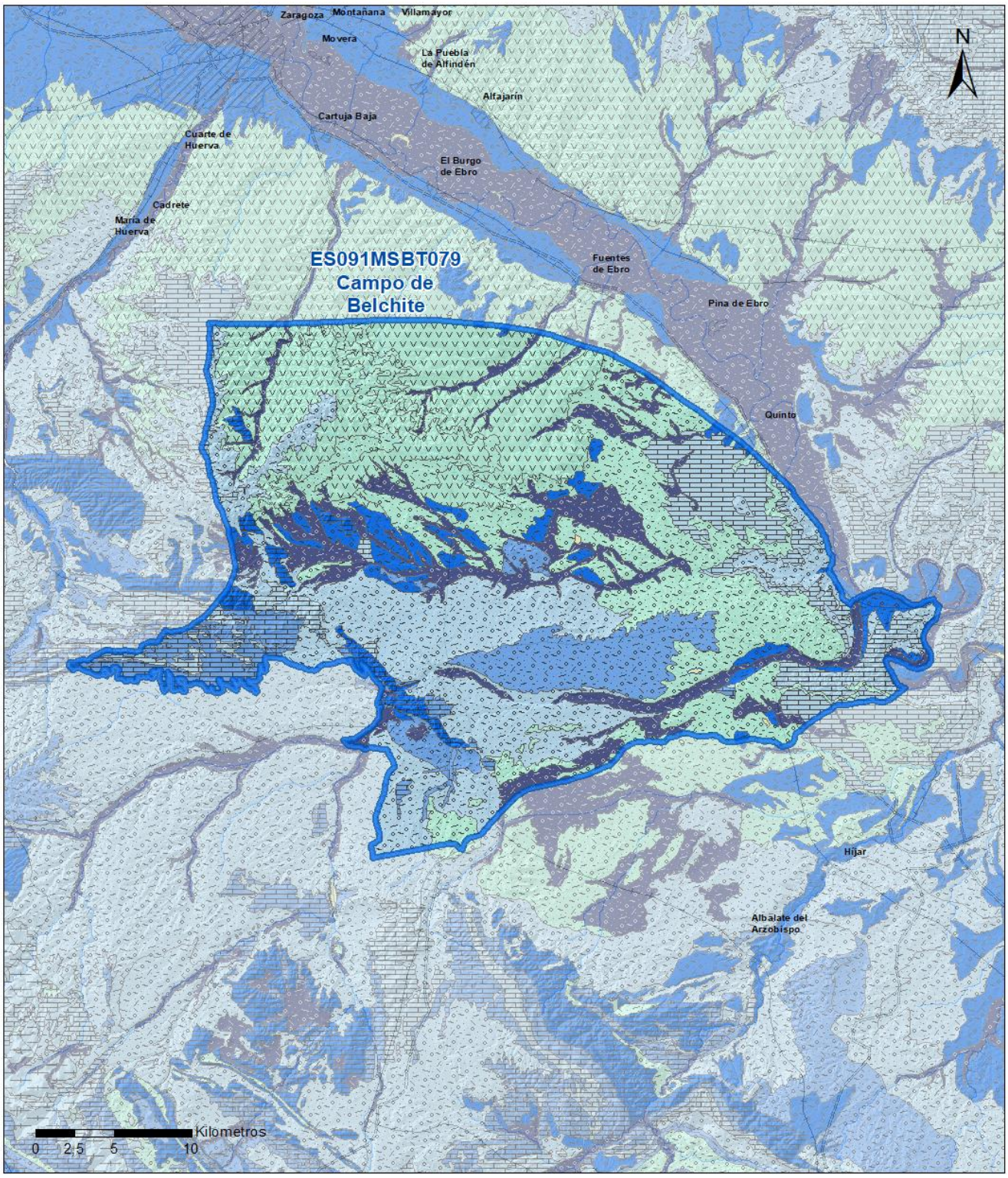
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Suroeste	Abierto	Entrada	Umbral piezométrico	CUBETA DE AZUARA
Noroeste	Cerrado	Flujo nulo	Umbral piezométrico	CAMPO DE CARIÑENA
Sur	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Norte	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	

Descripción límites hidrogeológicos:

El límite sur de la masa de agua del Campo de Belchite se traza a partir de la divisoria de los ríos Aguas Vivas y Martín hasta las proximidades de la localidad de Lécera, mientras que el límite norte, con dirección NO-SE, se traza también a partir de la divisoria hidrográfica del río Huerva hasta alcanzar el cauce Ebro, en las proximidades de la localidad de Quinto para continuar hacia el este por el cauce del río Ebro. El límite O, sigue paralelamente al río Aguas Vivas por las divisorias hidrográficas de la cuenca de este río y continúa por el contacto entre los materiales carbonatados y los detríticos miocenos y por la divisoria hidrogeológica oriental del río Huerva.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA

MSBT

PERMEABILIDAD

- Masa de agua superficial
- MUY ALTA, DETRÍTICAS
- ALTA, DETRÍTICAS
- ALTA, CARBONATADAS
- MEDIA, DETRÍTICAS
- MEDIA, CARBONATADAS
- BAJA, DETRÍTICAS
- BAJA, CARBONATADAS
- MUY BAJA, DETRÍTICAS
- MUY BAJA, EVAPORÍTICAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km²)
			Sistema	Serie		
Fms Cortes de Tajuña, Cuevas Labradas y Chelva	Calizas y dolomías	Alta	Trías Sup – Jurásico Sup	Lías	400	12
Higueruelas	Calizas oncolíticas	Alta	Jurásico Superior	Malm	120	16
Terciario detrítico	Conglomerados, areniscas y lutitas	Media	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	50-150	162
Cuaternarios aluviales	Gravas, arenas y limos	Muy alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	5-15	143

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Calizas y dolomías Jurásicas	28	2,71	Predominantemente confinado	400-500	Fisuración	Fms Cortes de Tajuña, Cuevas Labradas y Chelva e Higueruelas
Conglomerados y areniscas terciarias	162	15,57	Libre	50-150	Intergranular	Terciario detrítico
Cuaternarios aluviales	143	13,75	Libre	5-15	Intergranular	Cuaternarios aluviales

Descripción general:

Desde el punto de vista hidrogeológico, los principales materiales acuíferos de la masa de agua son los que forman parte de la cobertera mesozoica, que se encuentran impermeabilizados en su base por el Keuper, por encima de ellos se sitúan el terciario detrítico, de menor permeabilidad y las formaciones cuaternarias de los depósitos de glacis y aluviales.

Se identifican los siguientes acuíferos

- Carbonatado Jurásico que constituye el principal acuífero de la masa de agua conformado por unos 300 m de potencia de las formaciones carbonatadas (calizas y dolomías) de Cortes de Tajuña, Cuevas Labradas y Chelva del Lías (Jurásico inferior) que incluye además en su base unos 100 m de la formación Imón (Triásico final), así como las calizas de la formación Higueruela del Malm (Jurásico superior) con unos 120 m de potencia. El Lías y el Malm se encuentran separados por margocalizas de las formaciones Barahona, Cerro del Pez y Turmiel. Se trata de un acuífero cárstico, permeable por fisuración y disolución y de carácter libre en la estructura anticlinal de Belchite, y confinado en el resto por el Mioceno.
- Terciario detrítico se compone de una alternancia de conglomerados, arcillas y gravas del Mioceno con espesores muy variables de entre 50 a más de 150 m. Se comporta con un acuífero multicapa de permeabilidad media-baja en el que se localizan ciertos niveles de mayor permeabilidad que pueden explotarse como acuíferos. Hacia el este de la masa de agua pasan a predominar las litologías de facies más distales y de menor permeabilidad.
- Cuaternarios aluviales, constituidos por gravas, arenas y limos de permeabilidad muy alta y espesores por debajo de los 10 m, que configuran los depósitos aluviales y las terrazas bajas, medias y altas de los principales ríos de la masa de agua. Por extensión destacan los aluviales del río Aguas Vivas que conectan con depósitos de glacis laterales y el del barranco de Lopín con espesores que rondan los 5 m salvo zonas puntuales que pueden alcanzar los 15 m.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m²/día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Calizas y dolomías Jurásicas	Carbonatado Jurásico	Ensayo de bombeo	0,00	1.000,00	5,00E-04	
Conglomerados y areniscas terciarias	Terciario detrítico		100,00			
Cuaternarios aluviales	Cuaternarios aluviales					

Descripción general:

Las mejores cualidades hidráulicas corresponden a las formaciones acuíferas del Liásico, con valores de transmisividad del orden de 1.000 m²/día y caudales de explotación que alcanzan los 100 l/s. El coeficiente de almacenamiento se estima en torno a 5·10-5. La formación carbonatada de Higueruelas (Malm) muestra valores bastante más bajos (38 m²/día). No obstante, localmente puede mostrar una carstificación muy desarrollada en paleocarst fosilizados por el Terciario (como ocurre en La Puebla de Albortón), donde pueden alcanzarse valores de trasmisividad próximos a 1.000 m²/día y caudales de explotación de hasta 80 l/s.

Los ensayos de bombeo realizados en los piezómetros de control del Ministerio, en las calizas del Jurásico, arrojan valores de transmisividad de 10-75 m²/día en la zona cercana a los afloramientos del Malm en el anticlinal de Belchite (IPA-281650015) y valores más bajos de 0,002 m²/día, hacia el noroeste de la masa de agua, también en formaciones del Malm (IPA-281660032).

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

La recarga de las formaciones del Carbonatado Jurásico se produce por infiltración directa de las precipitaciones en el área del anticlinal de Belchite, donde el río Aguavivas es claramente influente (Coloma 2001), así como también se produce una aportación subterránea desde el sur, desde la masa de agua de la Cubeta de Azuara.

La descarga puntual más notable de estas formaciones carbonatadas corresponde al manantial de La Virgen de la Magdalena, en Mediana de Aragón, con un caudal medio del orden de 125 l/s. En esta zona el Jurásico se encuentra erosionado por el terciario, lo que provocando el rebose y ascenso de un flujo rápido de agua que mantiene una temperatura muy constante en torno a los 22ºC. Otras descargas puntuales de esta formación acuífera, corresponden con los manantiales de Codo con un caudal estimado del orden de 25 l/s. En los sectores surgentes del Arroyo Lopín y Aguas Vivas, la formación Higueruela está confinada por los materiales terciarios, de forma que la descarga se produce de forma difusa a través del Neógeno suprayacente. Asociados a estos flujos ascendentes del Jurásico también se forman algunas lagunas de carácter semipermanente como El Planerón, la Hoya de Almochuel y la Hoya del Duque.

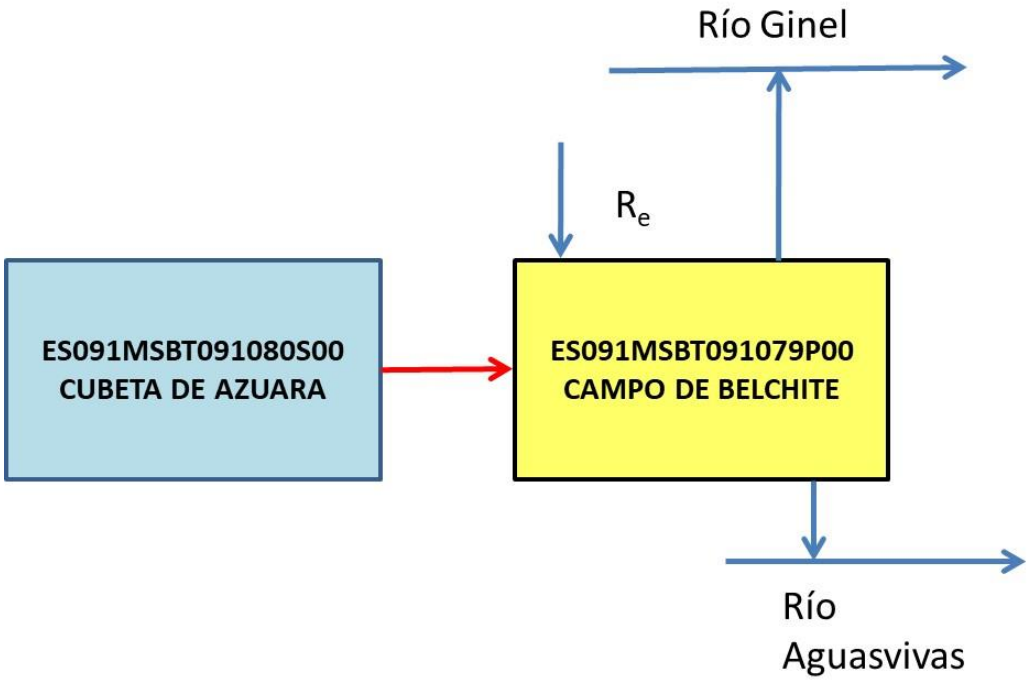
Dentro de esta masa de agua se identifican dos divisorias subterráneas, una desde Belchite hacia el NNE y otra desde esta misma localidad hacia el E. La primera delimita el flujo en dirección al manantial de Mediana de Aragón del flujo que drena por el manantial de Codo y el arroyo Lopín. La segunda delimita este último con el flujo en dirección el río Aguas Vivas. Esta delimitación del flujo subterráneo fue puesta en evidencia en ensayos con trazadores realizados en 1985 por la Dirección General del Agua, comprobándose asimismo la conexión de los afloramientos calcáreos del Bocafoz con el manantial de Mediana de Aragón y la ausencia de conexión de aquellos con el manantial de Codo y el área surgente de Vinaceite. Existe un comportamiento diferenciado en estos sectores con un menor gradiente hidráulico en el sector de Belchite-Mediana, (entre 0,2% y 0,5%), frente a los sectores situados al Este de la masa de agua debido a la diferente permeabilidad del acuífero regional.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT079P00	Campo de Belchite

Esquema: ES091MSBT079P00



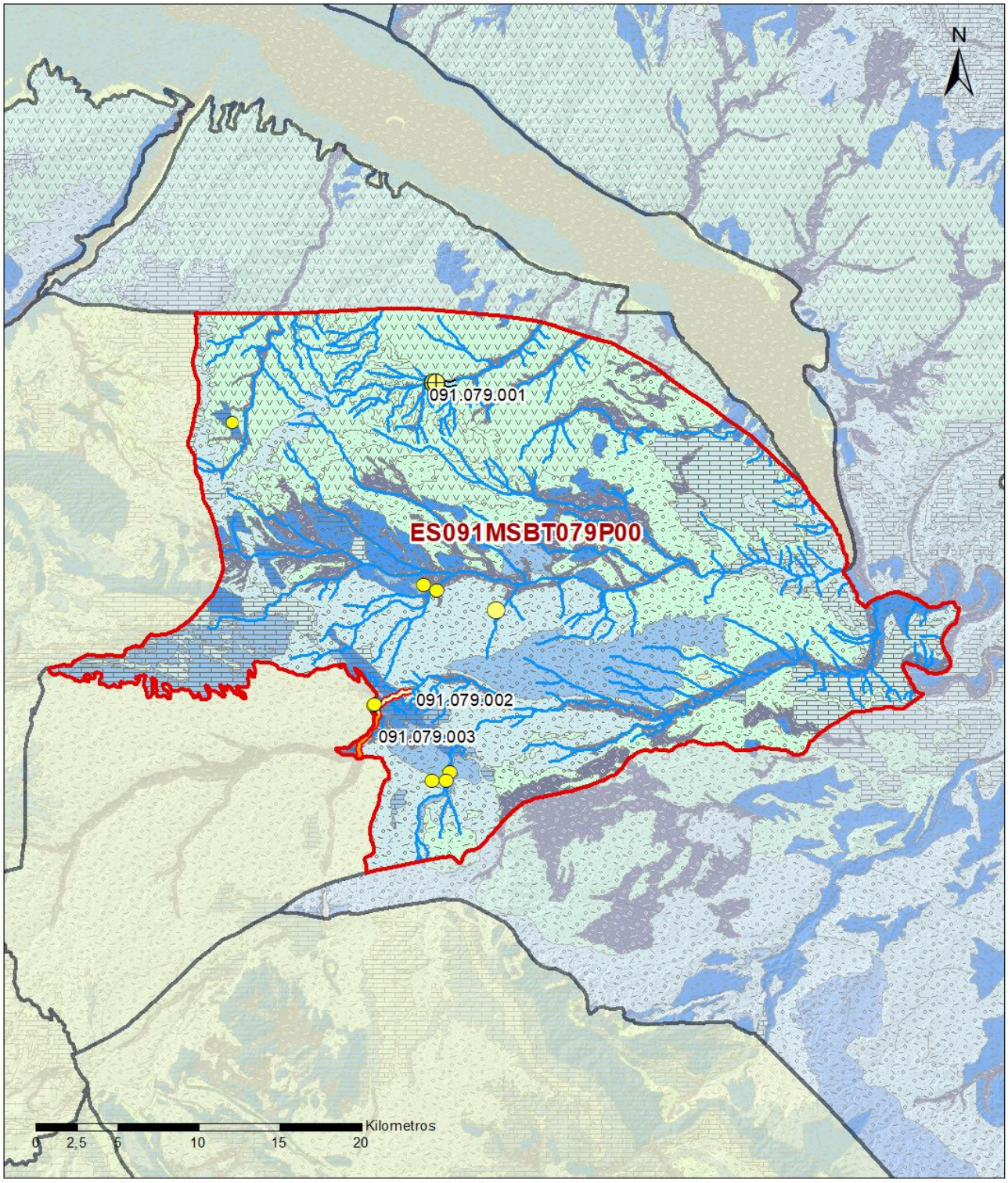
5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT079P00	ES091MSPF121	Río Ginel desde el manantial de Mediana de Aragón hasta su desembocadura en el río Ebro.	Descarga a manantial	091.079.001
ES091MSBT079P00	ES091MSPF129	Río Aguas Vivas desde el río Cámaras hasta su desembocadura en el río Ebro.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.079.002
ES091MSBT079P00	ES091MSPF129	Río Aguas Vivas desde el río Cámaras hasta su desembocadura en el río Ebro.	Descarga a cauce	091.079.003

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 (hm³/año)	Rango (hm³/año)	Coeficiente de reparto (%)	Relación unitaria de trasferencia (L/s/m)
ES091MSBT079P00	091.079.001	325		3,90	0,756-6,90	75	
ES091MSBT079P00	091.079.002	427				100	
ES091MSBT079P00	091.079.003	509				25	

Relación río/acuífero ES091MSBT079P00



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

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

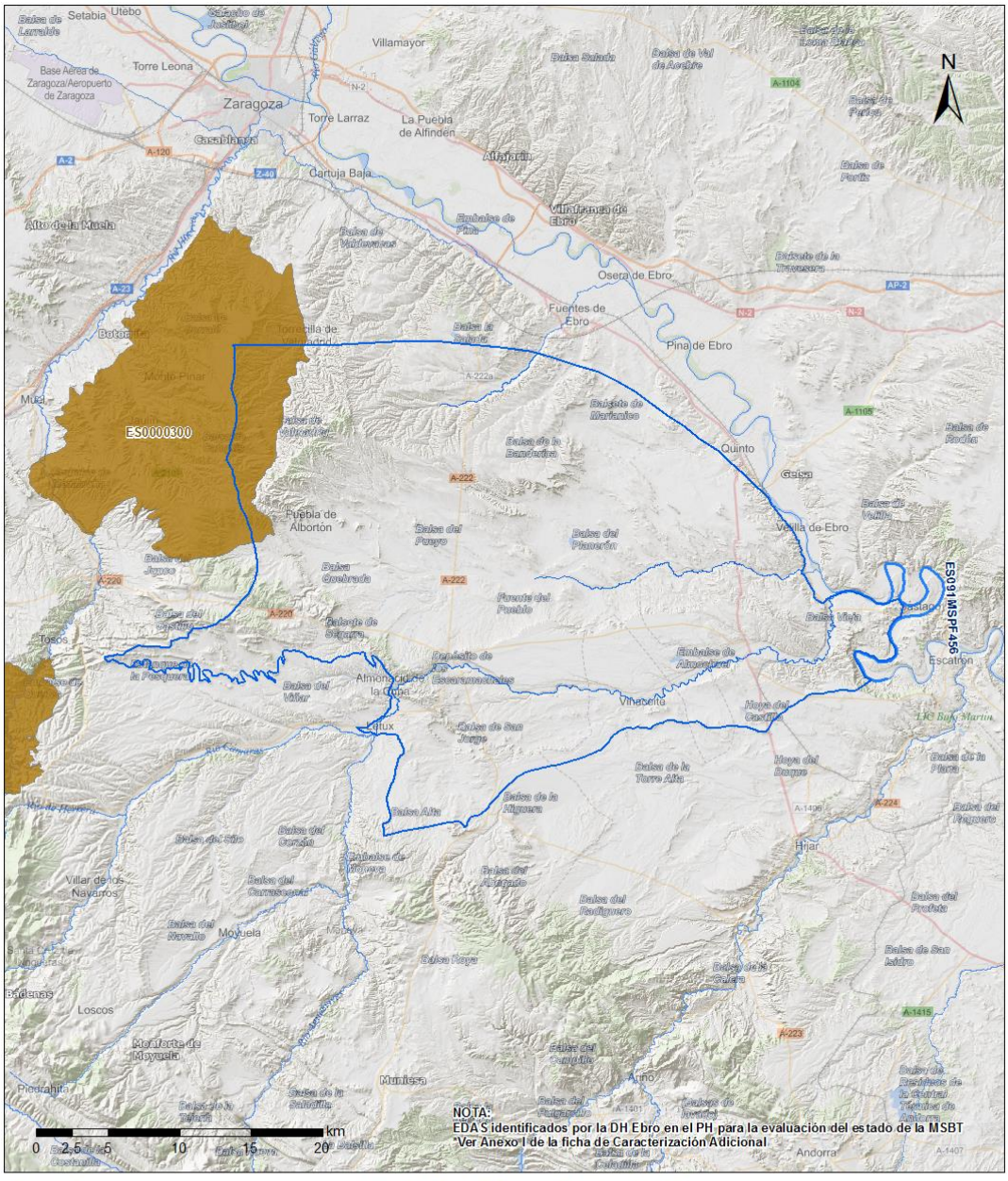
Ver Anexo 1.

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 Hidrografica

MSBT ES091MSBT079
Campo de Belchite

MSPF (Estado Inf. a bueno e inclumpimientos QEcol)

Código MSPF I Nombre MSPF

ES091MSPF456 I Río Ebro desde el río Aguas Vivas hasta el río Martín.

SITES RN2000 (ZEPA) con ETDAS en Mal Estado

Código SITE , Código Hábitat, Nombre Hábitat

ES0000300, 1510, Estepas salinas mediterráneas (Limonietalia) (*)

ES0000300, 6420, Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

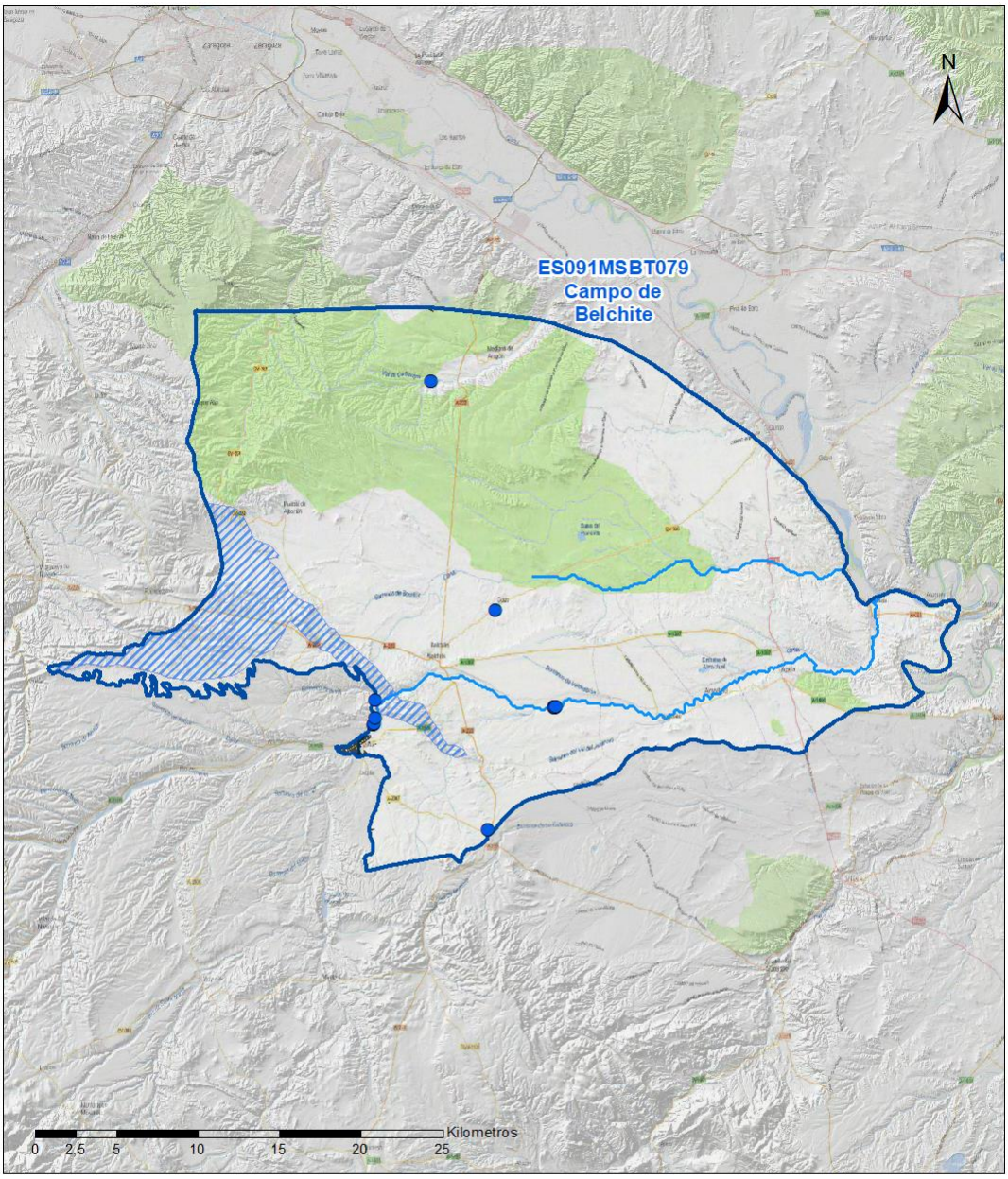
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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)	11	☑	☐		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	11	☐	☑	0	0,03
Zonas de futura captación de agua para consumo humano	2	☐	☑	70	6,77
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	2	☐	☑	1	0,09
Perímetros de protección de aguas minerales y termales		☐	☐		

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)
- Perimetros de proteccion 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 (hm³/año)	Componente	Volumen (hm³/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 (hm³/año) (RN)			0,00

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm³/año)	Componente	Volumen (hm³/año)
Infiltración lluvia	5,86	**Descargas hacia MSPF**	
Recarga desde MSPF		**Extracciones**	8,13
Transf. lateral otras MSBT		**Transf. lateral otras MSBT**	
Retornos de riego	5,69		
Otras entradas		**Otras salidas**	
Entradas Totales	11,56	**Salidas Totales**	8,13
Diferencia entradas-salidas (hm³/año) (RA)			3,43

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

7.2. 1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm³/año)	5,73
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm³/año)	5,76
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm³/año)	1,20
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm³/año)	14,20
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,41

7.2. 2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm³/año)	5,86
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm³/año)	8,13
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm³/año)	1,17
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm³/año)	10,39
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,78

"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

Esta masa de agua no cuenta con ninguna instalación para la recarga artificial de acuíferos.

7.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RECARGA ARTIFICIAL

8.- PIEZOMETRÍA

8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

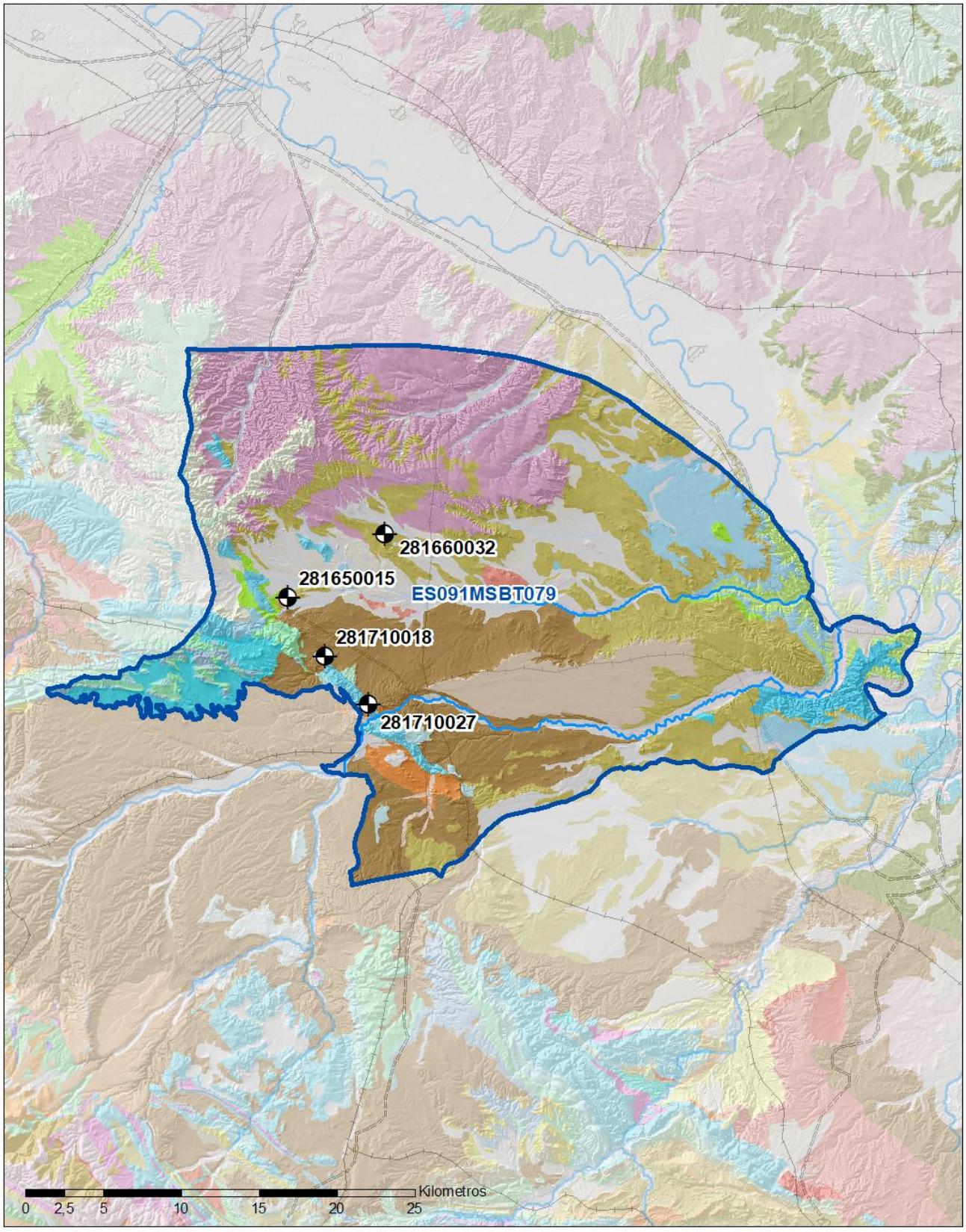
Código punto	Tipo	UTM (ETRS89-H30)		FGP/Acuífero	Inicio muestreo	Nivel de Ref. (m s.n.m.)	Nivel Umbral (m s.n.m.)	Prof. (m)	Cota (m s.n.m.)	Programa de control		
		X	Y							NP	CM	MT
281650015	Piezometría	680.282	4.580.380	Carbonatado Jurásico	13/02/2005			233,0	459	☑	☐	☐
281660032	Piezometría	686.529	4.584.414	Carbonatado Jurásico	06/11/2007			147,0	405	☑	☐	☐
281710018	Piezometría	682.683	4.576.596	Carbonatado Jurásico	04/06/1981			215,0	491	☑	☐	☐
281710027	Piezometría	685.495	4.573.523	Carbonatado Jurásico	24/02/2000			300,0	544	☑	☐	☐

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
Belchite	Piezómetro	689.782	4.579.773	340	150,0	Calizas	2022-2024	☑	☐	☐

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 masa de agua del Campo de Belchite posee 4 sondeos incluidos en las redes de control cuantitativo. Todos ellos, con profundidades comprendidas entre 150 y 300 m, atraviesan las formaciones carbonatadas del Malm y del Lías (FGP-Carbonatado Jurásico). Se sitúan en el flanco norte del anticlinal de Belchite (IPA-281710027, IPA-281650015 e IPA-281710018), salvo el piezómetro de la Puebla de Albortón, que se localiza algo más al noreste, en la zona de tránsito del acuífero jurásico hacia la zona de descarga regional, en Mediana de Aragón (IPA-281660032).

Los piezómetros IPA-281710018 e IPA-281650015, presentan mayor rango de variación a lo largo de su serie histórica, con un claro descenso para el piezómetro IPA-281710018 desde el primer tramo de medidas (1981-1993), con respecto a las medidas de los últimos años (2016-2019). El piezómetro IPA-281650015, al igual que el IPA-281710018, muestra diversos ciclos interanuales con un fuerte agotamiento en 2009-2012 y en 2016-2019, coincidiendo con las sequías de 2011-12 y 2016-17, sin que las progresivas recuperaciones alcancen el nivel piezométrico obtenido a inicio de las series. Ambos piezómetros marcan un descenso generalizado de 26,7 m (IPA-281710018) y 14,4 m (IPA-281650015), con una velocidad de -0,42 m/año (1981-2020) y de -0,67 m/año (2005-2020) respectivamente.

El piezómetro 281710027, muestra un menor rango de variación del nivel piezométrico (1,8 m), con dos comportamientos muy diferenciados desde inicio de la serie hasta septiembre de 2010 donde el nivel varía entre las cotas 375 - 373 m s.n.m. y a partir de esa fecha, el nivel se mantiene en la cota 373 m s.n.m., con cambios centimétricos.

Finalmente, el piezómetro IPA-281660032, se sitúa en una zona de tránsito cercano a las descargas regionales del acuífero Jurásico de modo que su rango de variación es menor situándose en 3,3 m. Muestra una recuperación en los años 2008-2017, seguido de un posterior agotamiento en 2017-2020.

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
281650015	2005	2020	2.080	327,5	313,1	318,9	14,4	-0,67	Carbonatado Jurásico	Sí
281660032	2007	2020	103	313,0	311,2	311,7	1,8	-0,10	Carbonatado Jurásico	Sí
281710018	1981	2020	886	376,5	349,8	355,5	26,7	-0,42	Carbonatado Jurásico	Sí
281710027	2000	2020	214	375,8	372,5	373,9	3,3	0,01	Carbonatado Jurásico	No

8.4 EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

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

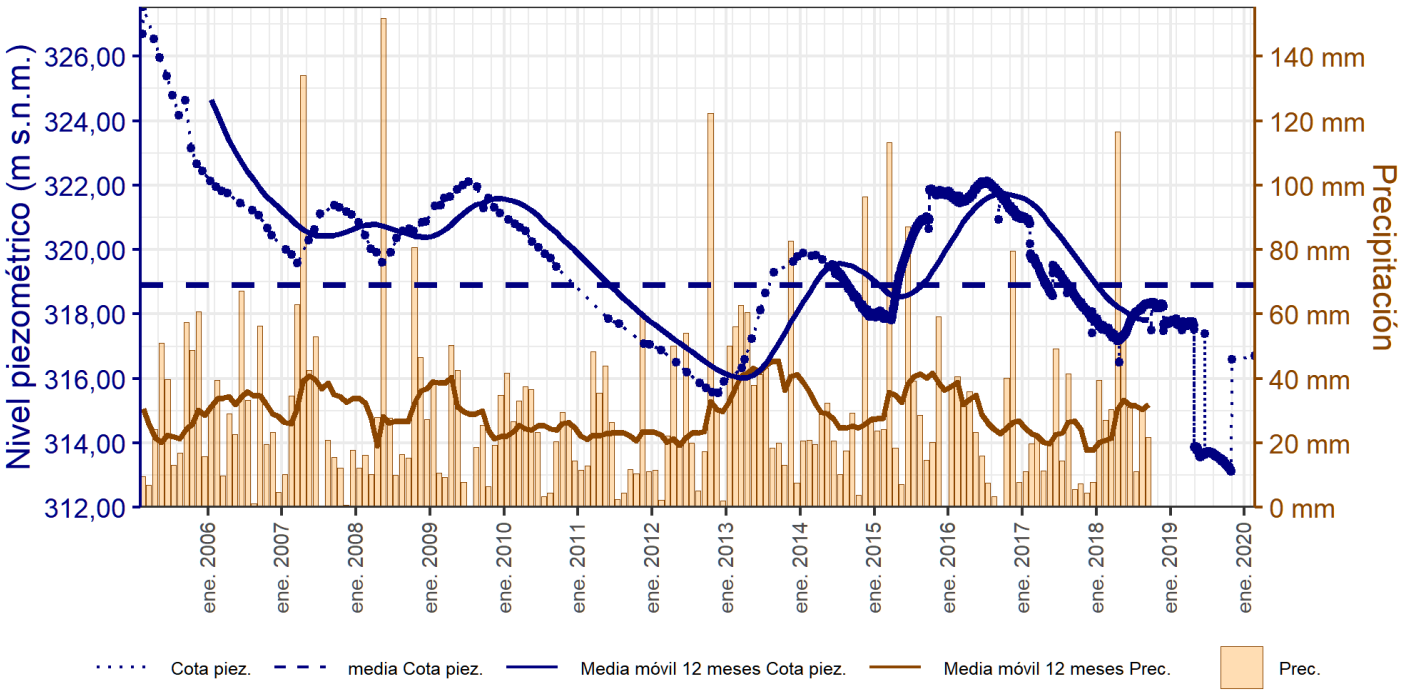
La masa de agua del Campo de Belchite posee 4 piezómetros de control con series de medidas mensuales con una longitud de entre 12 y 29 años. Para el análisis de tendencias se han seleccionado los puntos IPA-281650015, IPA 281710018 e IPA 281660032 y se ha descartado el piezómetro 281710027 dado que presenta dos ciclos con comportamientos muy dispares que puede no sean representativos del acuífero.

Se han realizado análisis de tendencias de las series históricas con promedios anuales comprendidos entre 2000 y 2019 y de series mensuales que abarcan los diez últimos años 2009-2019.

El método estadístico empleado es el test Mann-Kendall a partir del cual se establece si las tendencias son significativas; cuando el valor del grado de significancia es mayor del 90%, la fiabilidad del resultado obtenido es alta. Este es el resultado obtenido en todos lo piezómetros analizados.

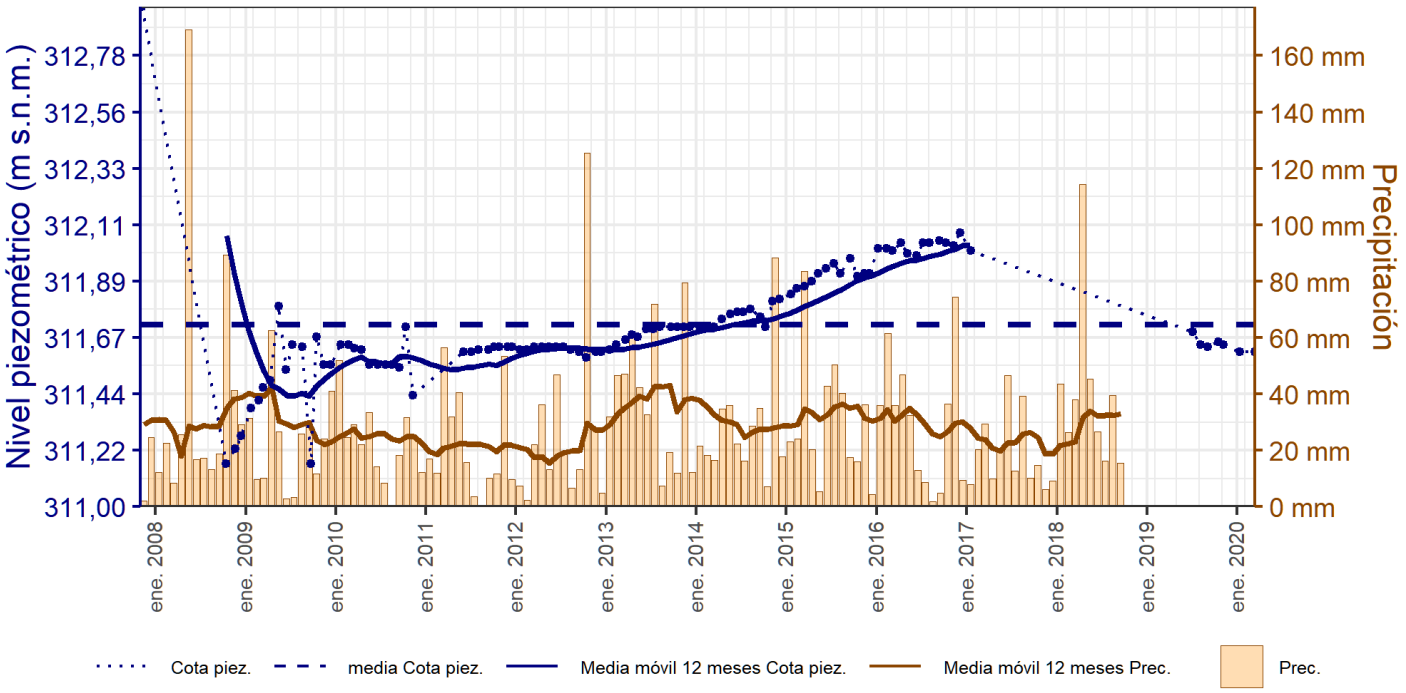
8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



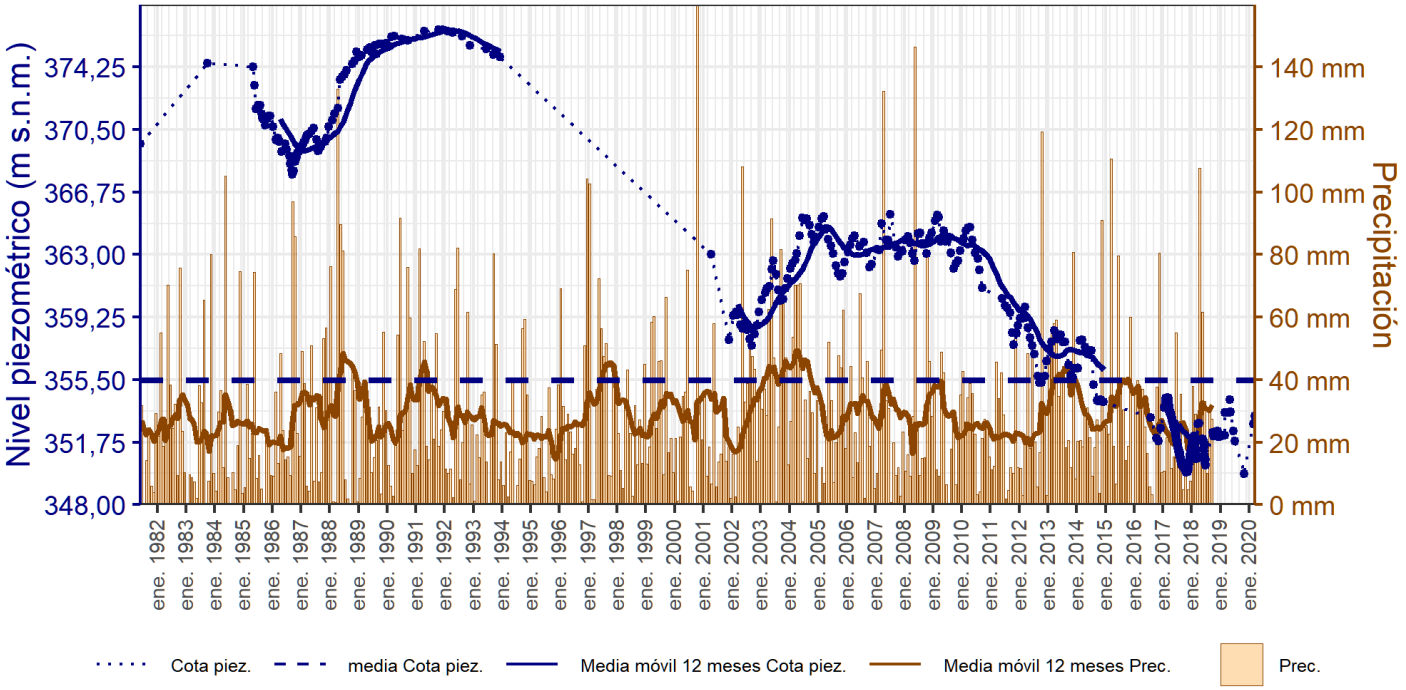
ES091MSBT079 - CAMPO DE BELCHITE. Piez: 281650015

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



ES091MSBT079 - CAMPO DE BELCHITE. Piez: 281660032

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



ES091MSBT079 - CAMPO DE BELCHITE. Piez: 281710018

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS MANANTIALES SELECCIONADOS

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

Piezómetros

Código punto	Serie	Año inicio	Año fin	Agreg.	N posible	N test	NP Máx. (msnm)	NP Mín. (msnm)	NP Medio (msnm)	Vel. de variación NP (m/año)	Método estadístico Test de Mann-Kendall			NCF
											Tendencia	p-value	GS (%)	
281650015	Histórica	2005	2019	Anual	15	15	324,7	315,2	319,6	-63,000	Descendente	1,30E-02	98,70	ALTO
281650015	Reciente	2009	2019	Mensual	153	111	325,4	313,4	319,0		Descendente	0,00E+00	100,00	ALTO
281660032	Histórica	2007	2019	Anual	12	12	313,0	311,2	311,8	-9,000	Ascendente	4,70E-02	95,30	ALTO
281660032	Reciente	2009	2019	Mensual	102	96	312,1	311,2	311,7		Ascendente	0,00E+00	100,00	ALTO
281710018	Histórica	2001	2019	Anual	29	18	363,9	351,9	359,1	-0,450	Descendente	2,00E-03	99,80	ALTO
281710018	Reciente	2009	2019	Mensual	248	97	365,4	349,8	356,9		Descendente	0,00E+00	100,00	ALTO

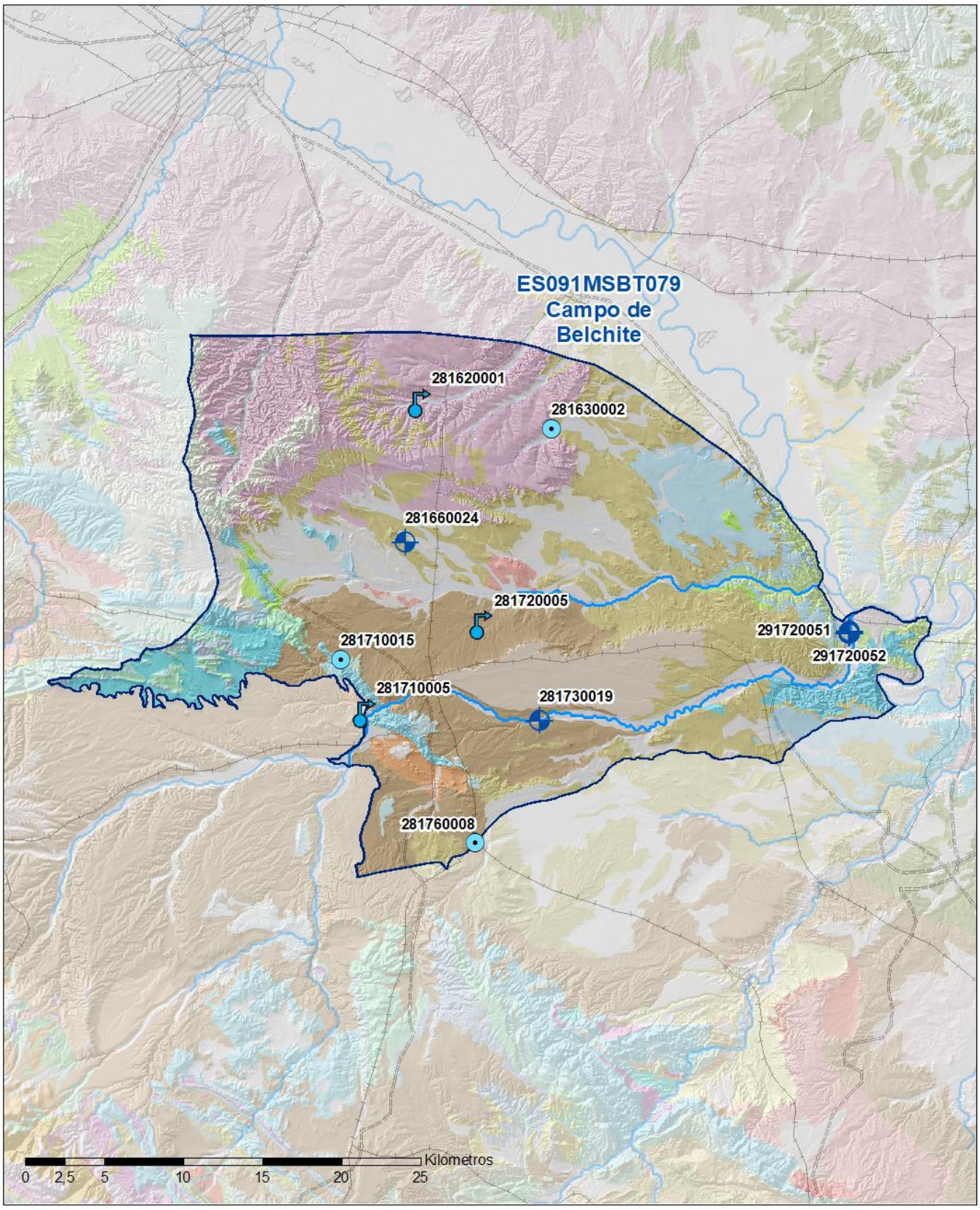
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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					
281620001	ERMITA VIRGEN DE LA MAGDALENA	688.359	4.591.980	315		MANANTIAL	Carbonatado Jurásico	09/04/2002
281630002	CAMPO MARIANICO. EL FORADO-2	696.705	4.590.341	286	205,0	POZO	Carbonatado Jurásico	17/07/2002
281660024	OMYA CLARIANA S.A. (CLARIANCAL)	687.458	4.583.207	388	220,0	SONDEO	Carbonatado Jurásico	05/11/2003
281710005	CASCO URBANO	684.879	4.572.370	488		MANANTIAL	Cuaternarios aluviales	09/04/2002
281710015	BARRANCO DE BOCAFOZ, Z-13	683.383	4.575.757	476	170,0	POZO	Carbonatado Jurásico	10/04/2002
281720005	MANANTIAL DE CODO. FUENTE DEL LUGAR. LAS SIETE BALSAS	692.307	4.577.926	336		MANANTIAL	Carbonatado Jurásico	22/05/1995
281730019	CARACIERZO BELCHITE	695.943	4.571.930	344	60,0	SONDEO	Terciario detrítico	14/06/2007
281760008	AYUNTAMIENTO. POZO AVENIDA JOSE ANTONIO	691.847	4.564.165	532	50,0	POZO	Terciario detrítico	19/11/2007
291720051	PEROXYCHEM - S2	715.517	4.577.493	158	8,6	SONDEO	Cuaternarios aluviales	29/11/2017
291720052	PEROXYCHEM - R4	715.528	4.577.451	157	7,0	SONDEO	Cuaternarios aluviales	29/11/2017
291720053	PEROXYCHEM - R5	715.504	4.577.425	157	6,0	SONDEO	Cuaternarios aluviales	29/11/2017
291720054	PEROXYCHEM - R7	715.494	4.577.404	157	6,0	SONDEO	Cuaternarios aluviales	
291720055	PEROXYCHEM - Px5	715.533	4.577.555	157	8,1	SONDEO	Cuaternarios aluviales	29/11/2017
291720056	PEROXYCHEM - Px7	715.542	4.577.505	157	7,1	SONDEO	Cuaternarios aluviales	29/11/2017

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico		PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
281620001	☑	☐	☑	☑	☐	Abastecimientos urbanos
281630002	☑	☐	☐	☐	☐	Regadíos y usos agrarios
281660024	☑	☐	☐	☐	☐	
281710005	☐	☐	☐	☑	☐	
281710015	☐	☐	☐	☑	☐	Regadíos y usos agrarios
281720005	☑	☐	☐	☑	☐	
281730019	☐	☐	☑	☐	☐	
281760008	☐	☐	☐	☑	☐	
291720051	☐	☑	☐	☐	☐	
291720052	☐	☑	☐	☐	☐	
291720053	☐	☑	☐	☐	☐	
291720054	☐	☑	☐	☐	☐	
291720055	☐	☑	☐	☐	☐	
291720056	☐	☑	☐	☐	☐	

Mapa Red Control



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT

Tipo de Captación

MANANTIAL

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	Facie Hidrogeoquímica
281620001	Yesos y lutitas (Terciario detrítico)/Calizas y dolomías (Carbonatado Jurásico)	Sulfatada clorurada cálcico sódica
281710005	Gravas, arenas y limos (Cuaternarios aluviales)	Bicarbonatada clorurada cálcico magnésica
281710015	Calizas y dolomías (Carbonatado Jurásico)	Sulfatada clorurada sódico cálcica
281720005	Gravas y limos (Glacis)/Lutitas y areniscas (Terciario detrítico)/ Calizas y dolomías (Carbonatado Jurásico)	Sulfatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

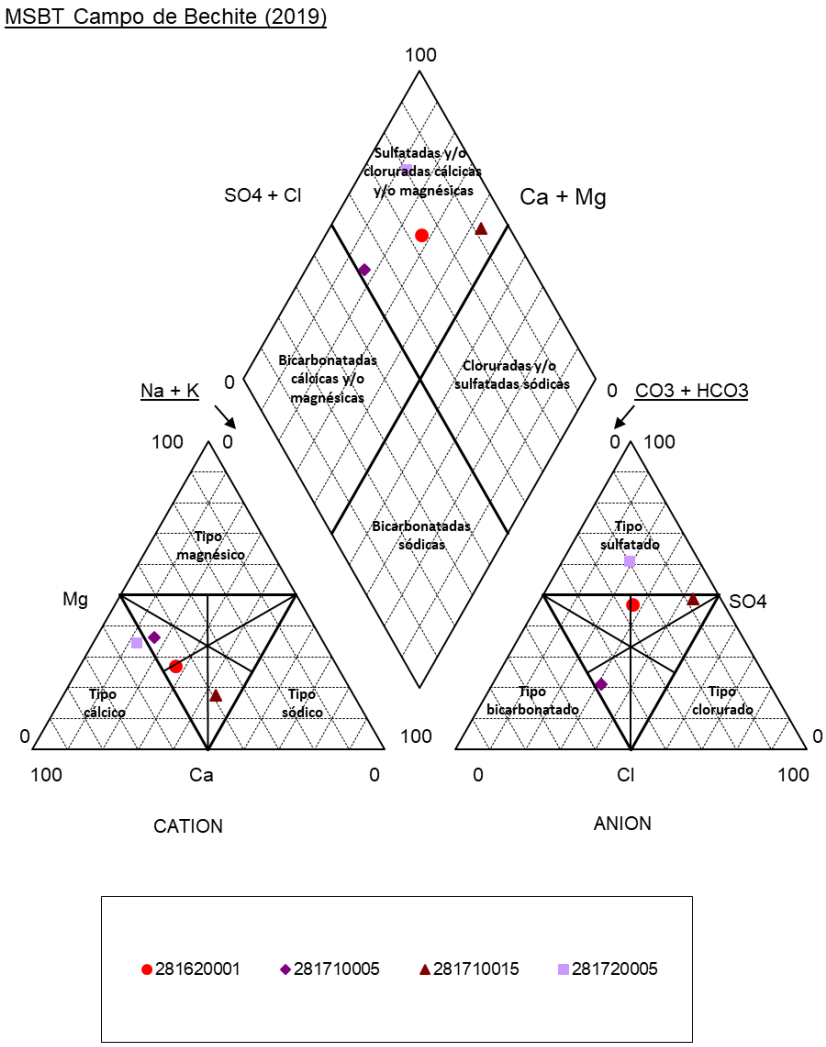


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 281620001

Campo de Belchite 281620001 (2015-2019)

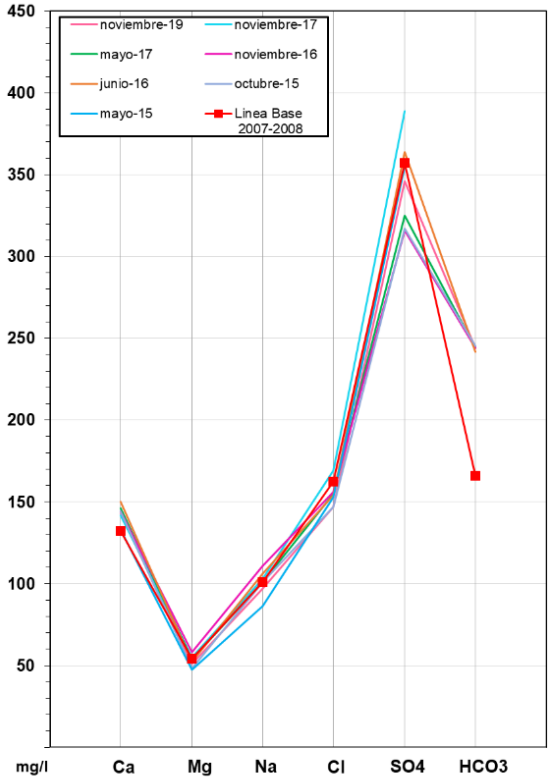


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 281710005

Campo de Belchite 281710005 (2015-2019)

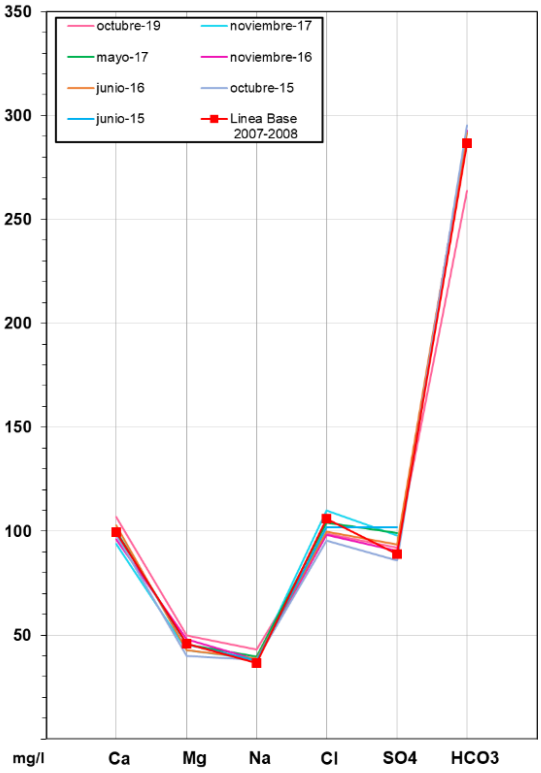
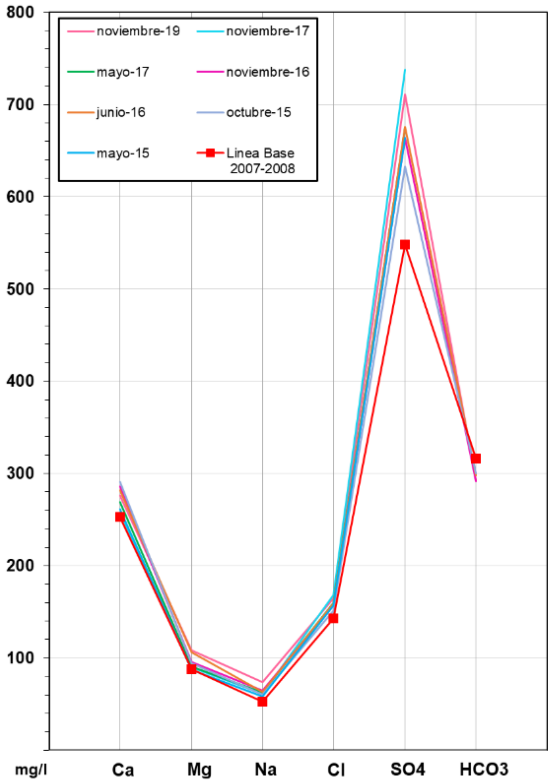


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 281720005

Campo de Belchite 281720005 (2015-2019)



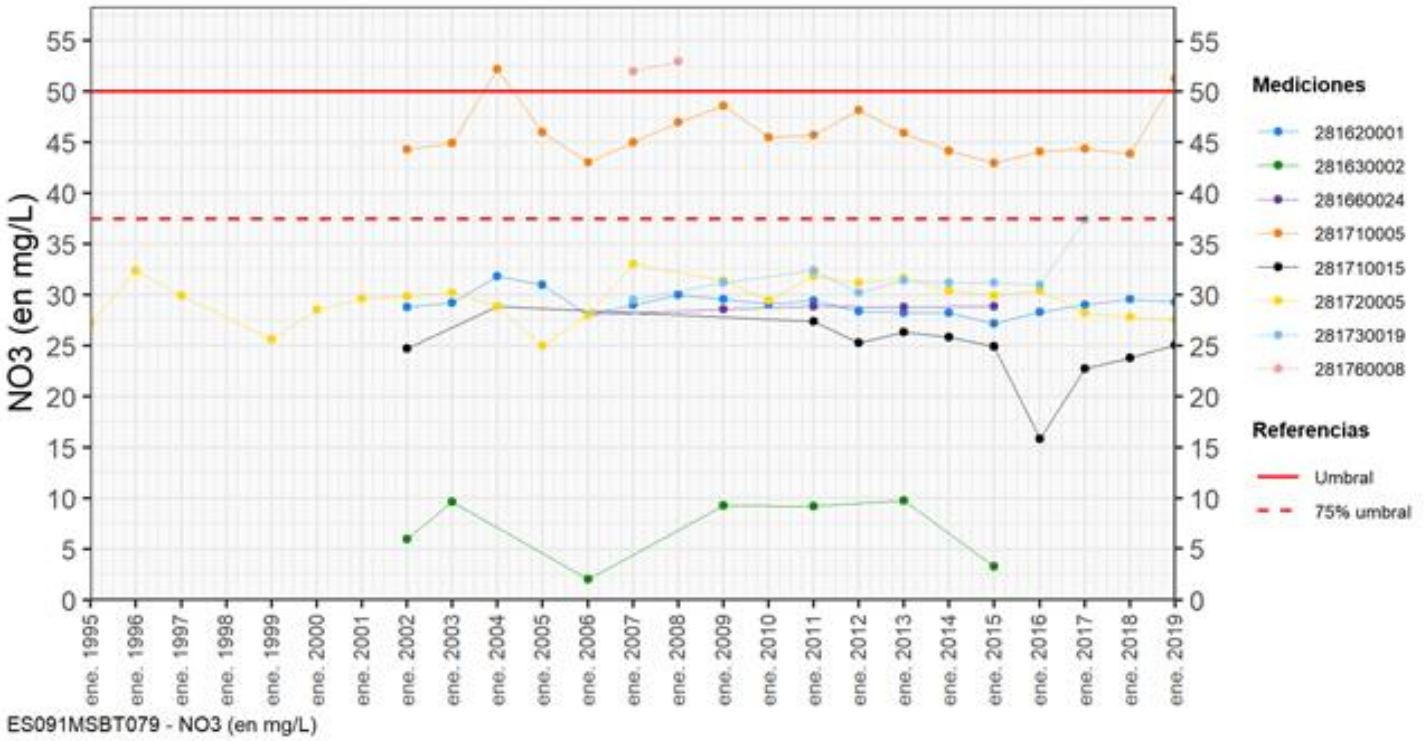
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

Parámetro	Unidad	Nivel Referencia (NR)	Uso/Receptor	Valor criterio	Valor umbral/Norma de calidad
Nitrato (NO_3^-)					50,00

9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

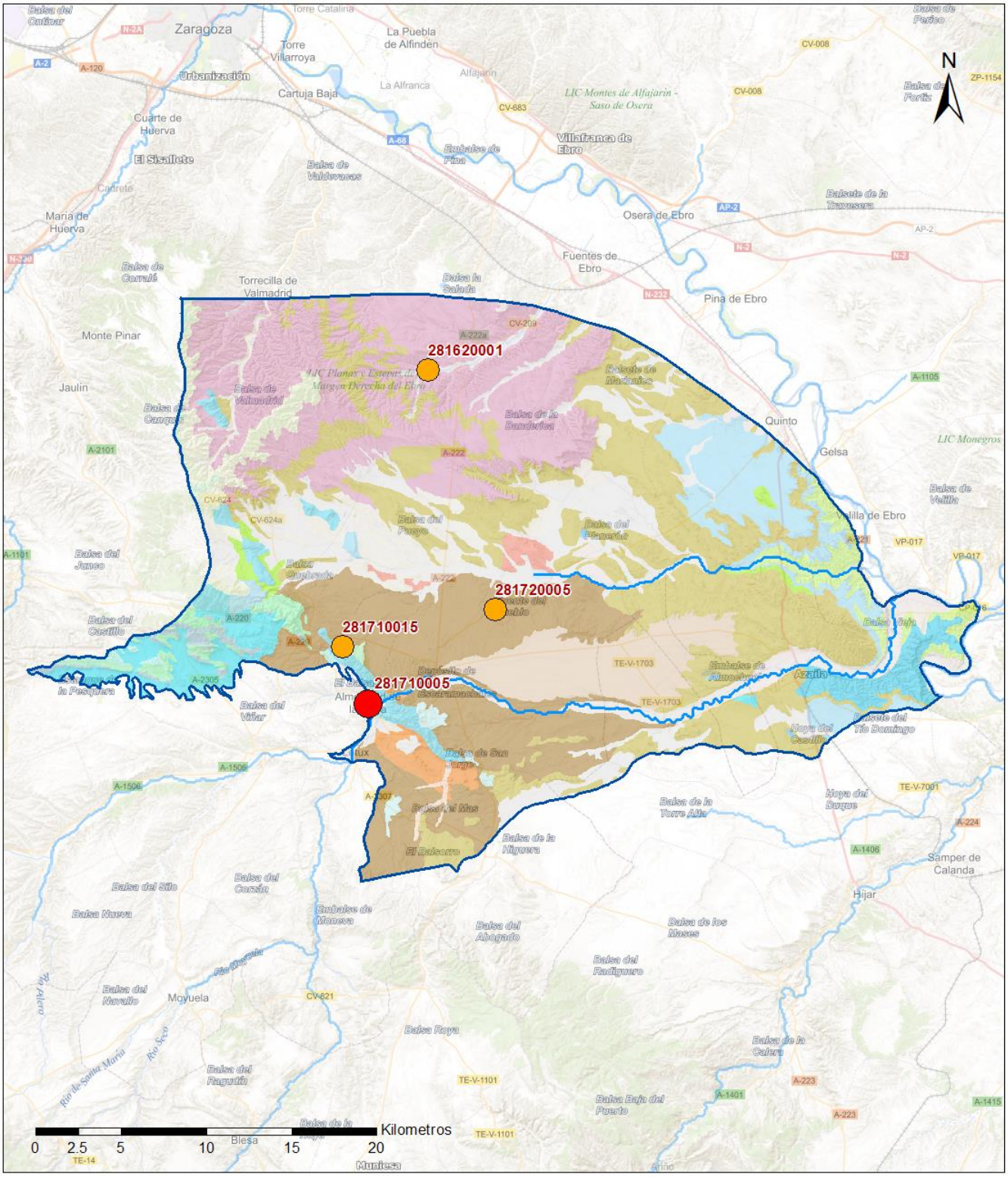
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº 1	Nitrato (NO_3^-)

Gráficas de Evolución



ES091MSBT079 - NO3 (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

MSBT:

Red hidrográfica

ES091MSBT079

Campo de Belchite

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

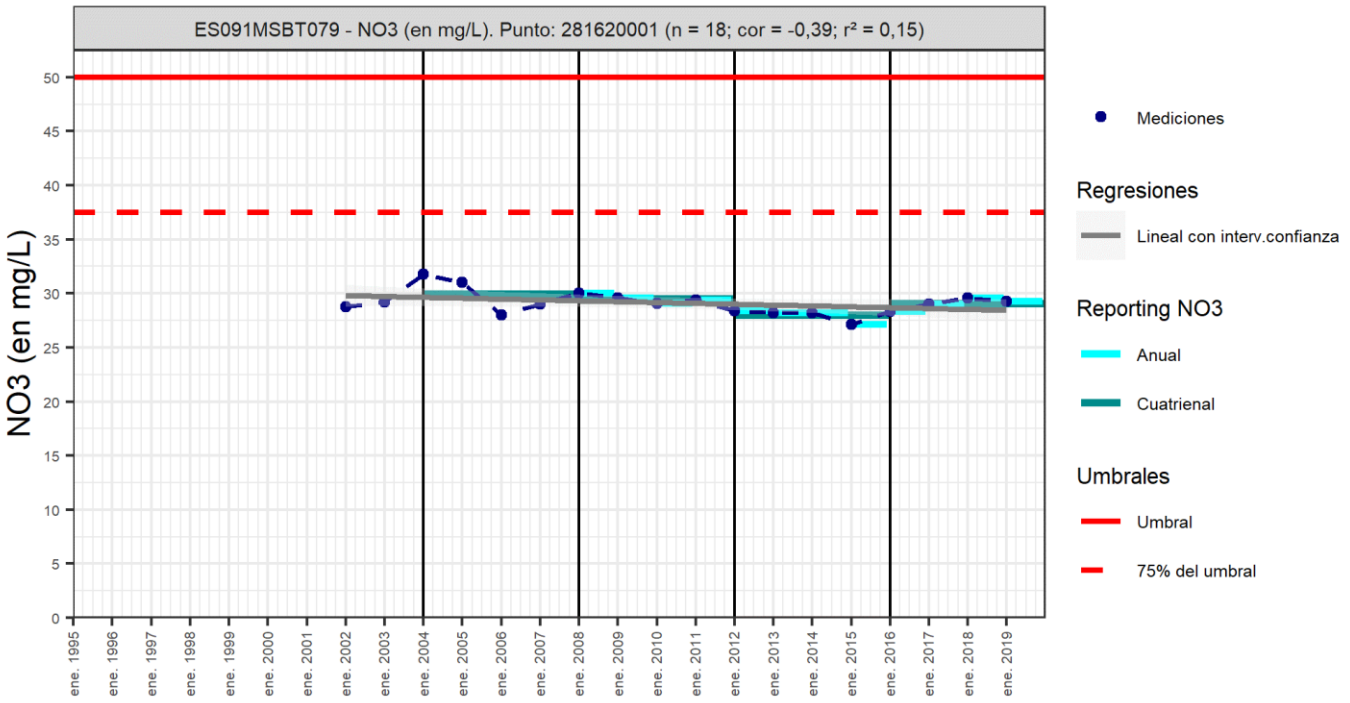
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitratos corresponden a los reportados en el Informe Cuatrienal 2016-2019 con series anuales de medida del contenido en nitrato de entre 9 y 23 años. Corresponden a dos de las principales descargas del acuífero carbonatado del Jurásico, en Mediana de Aragón (IPA-281620001) y en Codo (IPA-28172005), así como un sondeo de 170 m situado en la zona de recarga de este acuífero, en los afloramientos del anticlinal de Belchite (IPA-281710015). Otros puntos de control en los que se ha realizado análisis de tendencias corresponde a la fuente del casco urbano de Almonacid de La Cuba (IPA-281710005) en el extremo suroeste de la masa de agua, fuente asociada a cuaternarios aluviales, y el pozo IPA-281730019, emboquillado sobre cuaternarios y que explota el acuífero formado por gravas y arenas del detrítico terciario. Estos mismos puntos han sido empleados para el análisis de tendencias por cuatrienios.

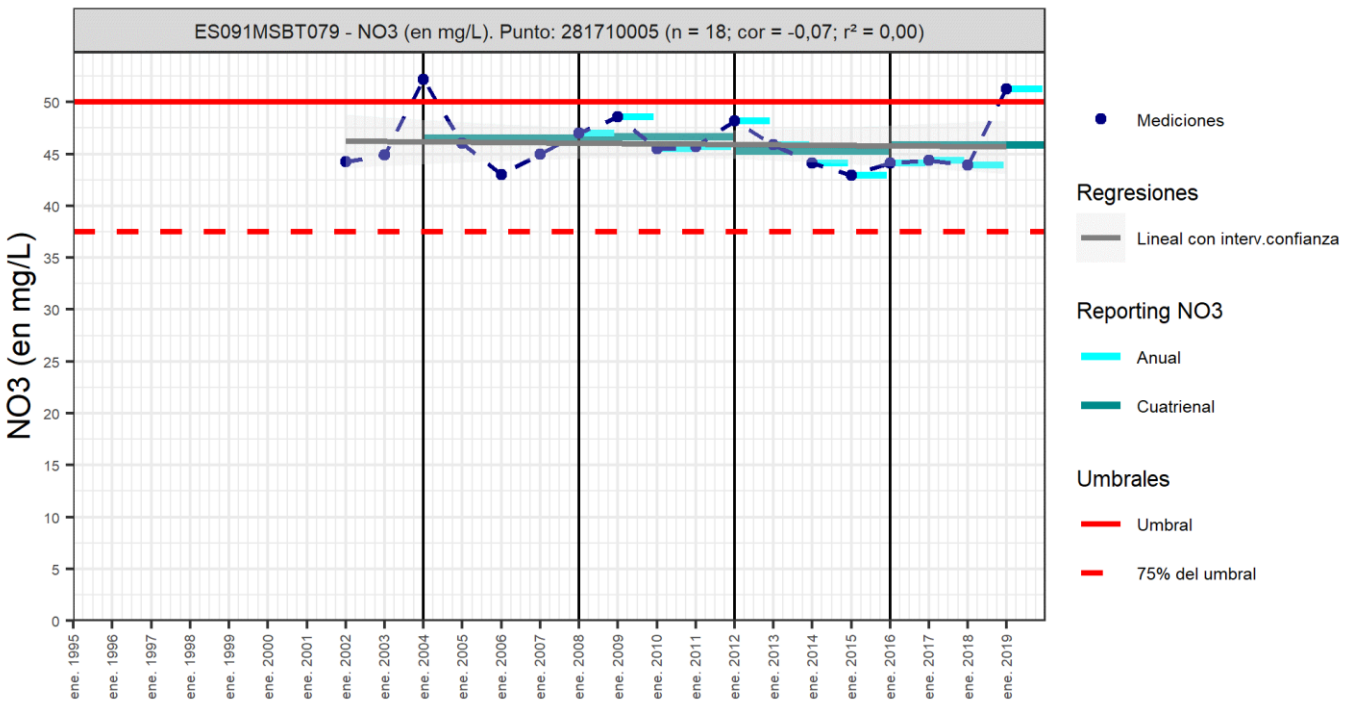
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO_3^-)

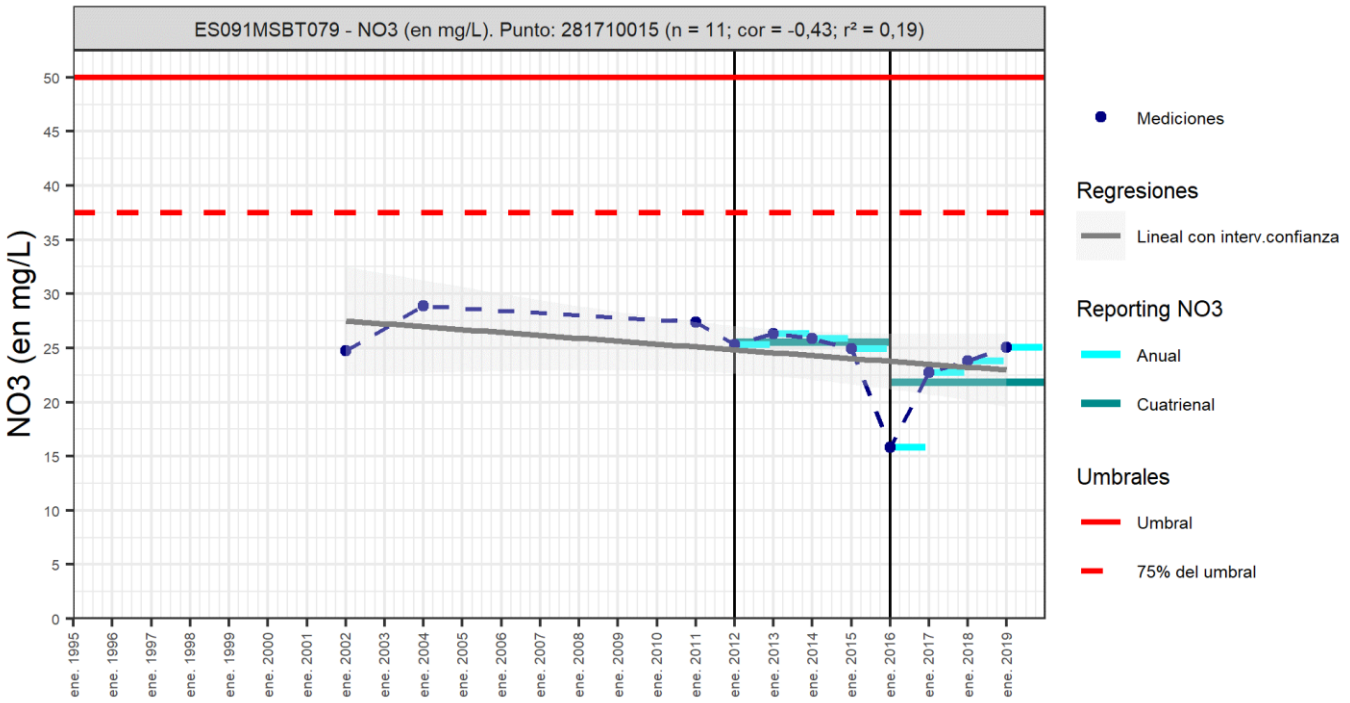
Código Punto 281620001



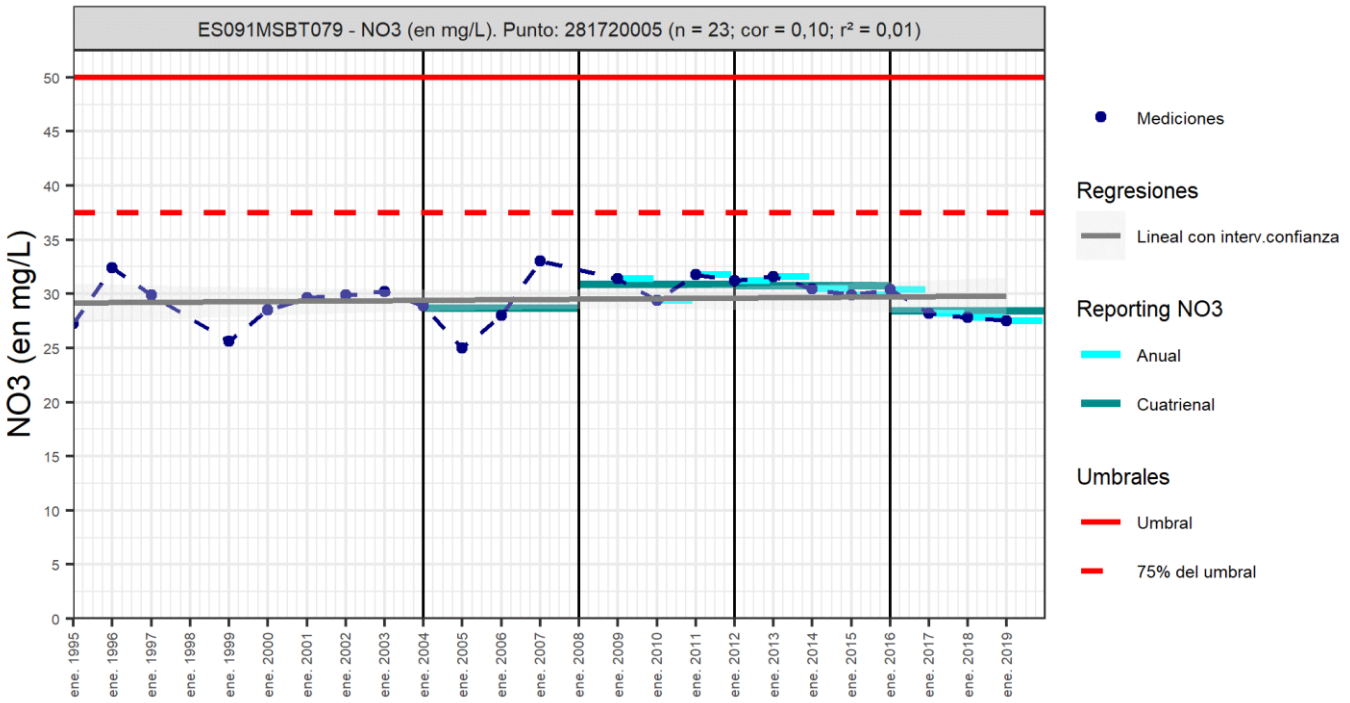
Código Punto 281710005



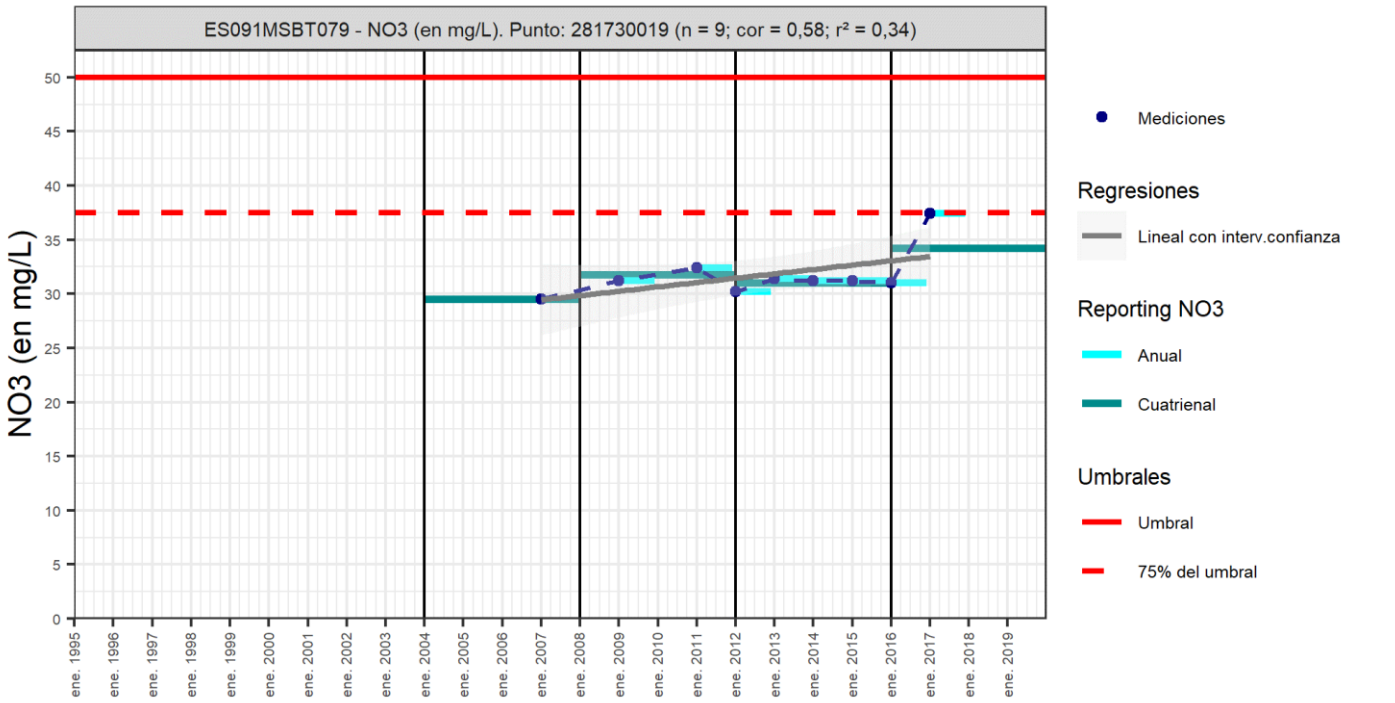
Código Punto 281710015



Código Punto 281720005



Código Punto 281730019



Análisis de tendencias

El análisis de tendencia en la concentración en nitrato se ha realizado en 5 puntos de la red de nitratos y de abastecimiento (3 manantiales, 1 pozo y 1 sondeo) mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall, sobre una serie histórica de promedios anuales que comprende en su mayoría los últimos 15 años.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal son poco fiables con valores de R^2 <0,3 debido a la heterogeneidad de los datos, por lo que es necesario el análisis según el test de Mann-Kendall y pendiente de Sen (Sen´s Slope). Los datos obtenidos muestran que se produce una disminución en la concentración en los puntos IPA281620001, IPA-2281710005, IPA-281710015 e IPA-281720005 y de aumento en el punto IPA-281730019. Sin embargo, no puede identificarse una tendencia, creciente o decreciente, que estadísticamente sea significativa, ya que el grado de significancia (GS) obtenido en el análisis es < 90% (tendencia dudosa), excepto en el punto IPA-281710015 que sí muestra una tendencia decreciente con un GS del 92,4% (tendencia clasificada como aceptable). Este punto corresponde con un pozo de explotación de las formaciones carbonatadas del Jurásico en la zona de recarga del anticlinal de Belchite, en el cual se calcula a partir de la pendiente de Sen un descenso de 0,51 mg/L al año para una serie de 9 años (2011-2019). En los otros puntos de control asociados a las descargas de este acuífero, en los manantiales de Mediana de Aragón (IPA-281620001) y de Codo (IPA-281720005), la concentración de nitrato se mantiene estable, en torno a 30 mg/L, con medidas desde 2002 y 1995 respectivamente.

El análisis de tendencias por cuatrienios realizado en los puntos de control del acuífero del Jurásico muestra resultados dispares, con descenso en el último cuatrienio (2016-2019) de 2,3 mg/L y 3,7 en el manantial de Codo y sondeo de Belchite, y de aumento de 1,1 mg/L en el manantial de Mediana de Aragón.

Por otro lado, el manantial asociado a los cuaternarios aluviales en Almonacid de La Cuba (IPA-281710005), es el que presenta dentro de la masa de agua las mayores concentraciones de este contaminante, alcanzado de forma puntual valores por encima de la norma de calidad. La concentración de nitrato en toda su serie de registros oscila entre 43 y 51 mg/L, con un promedio en el último cuatrienio de 45,9 mg/L similar al cuatrienio anterior.

Finalmente, el pozo de explotación del detrítico terciario, (IPA-281730019), presenta también unos valores muy constantes en torno a 30 mg/L, incrementándose en el último cuatrienio su contenido en nitrato en 3,2 mg/L, situándose el promedio en 34,2 mg/L.

Resultados del análisis de tendencias								Nitrato (NO_3^-)			
Código Punto	Unidad	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Valor Mín.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC./ V.Umbral
281620001	mg/L	Histórica	2005	2019	Anual	18	15	27,20	31,00	29,50	37,50
281710005	mg/L	Histórica	2005	2019	Anual	18	15	43,00	51,30	46,00	37,50
281710015	mg/L	Histórica	2011	2019	Anual	11	9	15,80	27,40		37,50
281720005	mg/L	Histórica	2004	2019	Anual	23	15	25,00	33,00	33,00	37,50
281730019	mg/L	Histórica	2007	2017	Anual	9	9	29,50	37,40	29,50	37,50

Resultados del análisis de tendencias							
	Método estadístico						
Código Punto	Regresión Lineal Simple			Test de Mann-Kendall			
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
281620001	0,11000	Sin Tendencia	MEDIO	Descendente	4,00E-01	60,20	MEDIO
281710005	0,00300	Sin Tendencia	MEDIO	Descendente	5,50E-01	44,70	MEDIO
281710015	0,17400	Sin Tendencia	MEDIO	Descendente	8,00E-02	92,40	ALTO
281720005	0,00000	Sin Tendencia	MEDIO	Descendente	3,20E-01	67,80	MEDIO
281730019	0,33600	Ascendente	ALTO	Ascendente	3,90E-01	60,50	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 Cuatrienio (2012-2015)	4º Cuatrienio (2016-2019)	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
281620001	Histórica	2005	2019	Cuatrienal	4	28,00	30,00	29,50	37,50	28,00	29,00	1,10	Ascendente
281710005	Histórica	2005	2019	Cuatrienal	4	45,30	46,70	46,00	37,50	45,30	45,90	0,60	Ascendente
281710015	Histórica	2012	2019	Cuatrienal	2	21,90	25,60		37,50	25,60	21,90	-3,70	Descendente
281720005	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	28,50	30,90	33,00	37,50	30,80	28,50	-2,30	Descendente
281730019	Histórica	2007	2017	Cuatrienal	4	29,50	34,20	29,50	37,50	31,00	34,20	3,20	Ascendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea del Campo de Belchite se localiza al sureste de la cuenca del Ebro, en la zona de contacto de la depresión del Ebro con el dominio Central Ibérico. Comprende las cuencas del río Ginel, la del Lopín y el tramo bajo del Aguas Vivas, así como la zona de intercuencas de numerosos barrancos laterales con descarga directa sobre el río Ebro. Con una superficie de 1038 km², pertenece en su totalidad a la comunidad autónoma de Aragón, repartida entre la provincia de Zaragoza (87%), y una pequeña franja en el extremo sureste que pertenece a Teruel.

Está configurada por materiales fundamentalmente jurásicos y terciarios que conforman diversos anticlinales subparalelos, asimétricos, vergentes hacia el norte y con direcciones ibéricas, donde destaca el anticlinal de Belchite, que forma parte del Arco de Belchite-Aguilón, aflorante al suroeste de la masa de agua. De muro a techo, la columna litológica tipo está formada por la serie mesozoica que puede llegar a alcanzar más de 1.500 m de espesor que incluye formaciones de Triásico y Jurásico marino, sobre las que se sitúan limos, arcillas, conglomerados y yesos de las formaciones detríticas del Terciario. Finalmente se encuentran los depósitos de glacis y aluviales de los principales ríos. Las características geológicas, estructurales y edafológicas, le confieren un grado de vulnerabilidad a la contaminación según DRASTIC reducido (Min= Grado 1; Max= Grado 10) medio o bajo (grados 1 a 6) al 88,8% de la superficie de la masa de agua, con valores de mayor grado (8) localizados en el último tramo de los principales ríos y barrancos.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el límite sur de esta masa de agua se traza a partir de la divisoria del río Aguas Vivas y Martín, mientras que el límite norte lo hace a partir de la divisoria hidrográfica del río Huerva hasta alcanzar y continuar hacia el este, por el cauce del río Ebro. El límite O, sigue paralelamente al río Aguas Vivas por las divisorias hidrográficas de la cuenca de este río, y continúa por el contacto entre los materiales carbonatados y los detríticos miocenos, hasta alcanzar la divisoria hidrogeológica oriental del río Huerva.

El principal acuífero de esta masa de agua corresponde con las formaciones carbonatadas del Jurásico inferior (Lías) y Jurásico superior (Malm) que conforman un acuífero kasrtico, permeable por fisuración y de permeabilidad alta. Se encuentra en su mayor parte confinado bajo un paquete de materiales detríticos del Terciario. El Lías muestra uno valores de transmisividad altos, del orden de 1.000 m²/día y caudales de explotación que pueden alcanzar los 100 l/s, mientras que las formaciones del Malm, presentan una transmisividades algo menores de 0,002-75 m²/día. Por encima del Jurásico se sitúan las formaciones terciarias Oligoceno-Mioceno (Terciario detrítico) compuestos por una alternancia de conglomerados, arcillas y gravas que se comportan como un acuífero multicapa de permeabilidad media-baja en el que se localizan ciertos niveles de mayor permeabilidad que pueden explotarse como acuíferos. Y finalmente se encuentran las formaciones cuaternarias de los depósitos de glacis y aluviales (Cuaternarios aluviales) con un espesor medio de 5 m que forman un acuífero libre de permeabilidad muy alta.

La recarga de las formaciones del carbonatado jurásico se produce por infiltración directa de las precipitaciones en el área del anticlinal de Belchite, donde el río Aguavivas es claramente influente, así como también se produce una aportación subterránea desde el sur, desde la masa de agua de la Cubeta de Azuara. Las descargas se producen hacia los principales ríos donde destacan como descargas puntuales los manantiales de Mediana de Aragón en el río Ginel o el de Codo en la cuenca del Lopín y como difusas las salidas en el Aguas Vivas. En estas zonas las descargas del Jurásico se producen a través de flujos ascendentes profundos que atraviesan las formaciones del Terciario.

Dentro de esta masa de agua se identifican dos divisorias subterráneas, una desde Belchite hacia el NNE y otra desde esta misma localidad hacia el E. La primera delimita el flujo en dirección al manantial de Mediana de Aragón del flujo que drena por el manantial de Codo y el arroyo Lopín. La segunda delimita este último con el flujo en dirección el río Aguas Vivas. Existe un comportamiento diferenciado en estos sectores con un menor gradiente hidráulico en el sector de Belchite-Mediana, (entre 0,2% y 0,5%), frente a los sectores situados al Este de la masa de agua debido a la diferente permeabilidad del acuífero regional.

Esta masa de agua se encuentra en riesgo cuantitativo de no alcanzar los objetivos medioambientales. Dentro de esta masa de agua se identifica como presión significativa la extracción de agua para agricultura (3.1), abastecimiento urbano (3.2) e industria (3.3) con un impacto probable de descenso del nivel piezométrico (LOWT) y un impacto probable de afecciones a ecosistemas terrestres dependientes de las aguas subterráneas (ECOS). En el balance hídrico realizado en el tercer Ciclo de Planificación se calcula para esta masa de agua un recurso disponible de 10,39 hm³/año, frente a un volumen de extracción de 8,13 hm³/año, lo que sitúa al índice de explotación (IE) en 0,78.

La red de control cuantitativo, dispone de 4 piezómetros de control, todos ellos de la FGP del Carbonatado Jurásico, que presentan series con periodos comprendidos entre 11 y 20 años. Se localizan en la zona de recarga de este acuífero en el anticlinal de Belchite (IPA-281550015, IPA-281710018 e IPA 281710027) y en la zona de transición hacia las descargas del manantial de Mediana de Aragón (IPA 281660032). Los piezómetros IPA-281650015 e IPA-281710018, muestran diversos ciclos interanuales con un fuerte agotamiento en 2009-2012 y en 2016-2019, coincidiendo con las sequías de 2011-12 y 2016-17, seguidos de periodos de recuperación sin que se llegue a alcanzar en ambos casos el nivel piezométrico obtenido a inicio de las series. Muestran un descenso generalizado de 26,7 m (IPA-281710018) y 14,4 m (IPA-281650015), con una velocidad de -0,42 m/año (1981-2020) y de -0,67 m/año (2005-2020) respectivamente. Los otros dos piezómetros, IPA-281660032 e IPA-281710027, acusan menores variaciones a lo largo de su serie histórica con un rango de 1,8 y 3,3 m. El primero muestra una recuperación en los años

2008-2017, seguido de un posterior agotamiento en 2017-2020 y el segundo presenta dos ciclos a inicio y final de serie con comportamientos muy dispares.

El análisis de tendencias de los niveles piezométricos de la masa de agua del Campo de Belchite se ha realizado sobre los puntos de la red de control piezométrico IPA-281650015, IPA-281710018 e IPA-281660032, en series anuales con periodos de tiempo comprendidos entre 12 y 18 años y series mensuales que abarcan los diez últimos años (2009-2019). El método estadístico empleado es el test Mann-Kendall a partir del cual se establece si las tendencias son significativas; cuando el valor del grado de significancia es mayor del 90%, la fiabilidad del resultado obtenido es alta. Los resultados muestran una tendencia decreciente tanto para las series mensuales como anuales en los piezómetros IPA-281650015 e IPA-281710018 y de tendencia creciente tanto mensual como anual en el piezómetro IPA-281660032, con un grado de significancia en todos los casos de >95% (tendencia clasificada entre buena y excelente).

La masa de agua del Campo de Belchite dispone de 14 puntos de control del estado químico de las aguas subterráneas, repartidos entre 2 manantiales correspondientes a las principales descargas del acuífero Jurásico en Medina de Aragón (IPA-281620001) y Codo (IPA-281720005) y otro asociado al acuífero de los aluviales cuaternarios (281710005), 2 pozos y un sondeo de más de 170 m de profundidad que explotan el acuífero carbonatado del Jurásico (281630002, 281660024 e IPA-281710015), otro pozo y otro sondeo de menos de 60 m que atraviesan las formaciones terciarias (IPA-281730019 e IPA-281760008), y finalmente 6 sondeos de menos de 10 m en el aluvial del Aguas Vivas en La Zaida (IPA 2917251-56) que pertenecen a la red de control operativo. Muestran unas aguas dulces de mineralización media con una conductividad eléctrica que varía entre 800 y 4.000 µS/cm y un valor promedio para el percentil 50 (P50) de 1.460 µS/cm. La concentración en mg/L de $CaCO_3$, calculada a partir de las concentraciones máximas y mínimas de Ca y Mg, varía entre 350 y 1400 mg/L lo que indica que se trata de aguas de naturaleza muy dura.

Presentan una composición química muy variable, con facies que van desde bicarbonatada clorurada cálcico magnésica a sulfatadas cálcicas, incluyendo en algunos casos cierto componente clorurado sódico. Esta alta variabilidad responde al tipo de terrenos existentes (terciarios yesíferos, tramos anhidríticos en las facies calcáreas jurásicas) así como a la existencia de flujos profundos. La representación de los muestreos en los diagramas de columnas, muestra una disminución del SO_4 y aumento de HCO_3 con respecto a la Línea Base en el manantial de Mediana de Aragón (IPA-281620001) y un aumento del SO_4 en el manantial de Codo (IPA-281720005).

La masa de agua de Campo de Belchite se encuentra en riego químico de no alcanzar los objetivos medioambientales. Dentro de esta masa de agua se identifica como presión difusa significativa la actividad agrícola (2.2) y la carga ganadera (2.10), así como la presión puntual debido a suelos contaminados en zonas industriales abandonadas (1.5) con un impacto probable de contaminación por nutrientes (NUTR) y un impacto probable por contaminación química (CHEM). El contaminante de riesgo asociado a la contaminación difusa es el nitrato con concentraciones que varían entre 2 y 53 mg/L y un valor promedio en todos los puntos de control de 31,1 mg/L (serie histórica 1995-2019). También se identifican dentro de esta masa de agua contaminantes derivados de los hidrocarburos y otros contaminantes de origen industrial como son el ftalatos y terbutil-acohol.

La gráfica de evolución de nitrato muestra el incumplimiento de la Norma de Calidad en los puntos IPA-281710005 e IPA-281760008. Se trata de dos puntos de control de los acuíferos más superficiales de la masa de agua, el aluvial del Aguas Vivas en Almonacid de la Cuba y el acuífero del terciario detrítico, en Lécera. El principal acuífero, el carbonato jurásico, si bien no supera en ninguno de los puntos de control la norma de calidad para este tipo de contaminante, los principales manantiales de descarga en Mediana de Aragón (IPA281520001) y Codo (IPA-281720005), mantienen una concentración de nitratos muy estable en torno a 30 mg/L en un periodo de más de 20 años (1995-2019).

El análisis estadístico de la tendencia de este contaminante en la masa de agua del Campo de Belchite se ha realizado en 5 puntos pertenecientes a la red de nitratos y abastecimiento, para una serie histórica de promedios anuales que comprende entre 9 y 15 años. Se ha aplicado el método de regresión lineal simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall. Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal son poco fiables con valores de R^2 <0,3 en la mayoría de la series, por lo que es necesario el análisis según el test de Mann-Kendall y pendiente de Sen (Sen´s Slope). Los datos obtenidos muestran que se produce una disminución en la concentración en los puntos IPA281620001, IPA-2281710005, IPA-281710015 e IPA-281720005 y de aumento en el punto IPA-281730019. Sin embargo, no puede identificarse una tendencia, creciente o decreciente, que estadísticamente sea significativa, ya que el grado de significancia (GS) obtenido en el análisis es < 90% (tendencia dudosa), excepto en el punto IPA-281710015 que sí muestra una tendencia decreciente con un GS del 92,4% (tendencia clasificada como aceptable). Este punto corresponde con un pozo de explotación de las formaciones carbonatadas del Jurásico en la zona de recarga del anticlinal de Belchite, en el cual se calcula a partir de la pendiente de Sen un descenso de 0,51 mg/L al año de la concentración de nitrato, para una serie de 9 años (2011-2019).

En cuanto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, se observa un incremento del nitrato de entre 0,6 y 3,2 mg/L para los puntos IPA-281710005 e IPA 281730019 correspondientes con puntos de la red de nitratos en el acuífero terciario y cuaternario, y de descenso de entre 2,3 y 3,7 para los puntos del de control del acuífero carbonatado jurásico (IPA-281720005 e IPA 281710015).

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

	Actividad	
A05	DEFINICIÓN DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS	
	Subactividad/Herramienta	
S28	Realización de sondeos hidrogeológicos	☐
S29	Análisis granulométricos	☐
S30	Ejecución e interpretación de ensayos de bombeo	☑
S31	Diseño, ejecución e interpretación de ensayos de permeabilidad en sondeos	☑
S32	Análisis y definición de detalle de las FGP y los acuíferos dentro de las MSBT	☐

	Actividad	
A06	ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA	
	Subactividad/Herramienta	
S33	Diseño de campañas de muestreo y solicitud de permisos	☑
S34	Realización de campañas de muestreo	☑
S35	Analíticas hidrogeoquímicas	☑
S36	Analíticas isotópicas	☑
S37	Análisis, interpretación y caracterización hidrogeoquímica	☑
S38	Análisis de tendencias hidrogeoquímicas	☑
S39	Determinación del Nivel de Referencia o Nivel de Fondo	☑

	Actividad	
A07	ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN PUNTUAL	
	Subactividad/Herramienta	
S40	Diseño del plan de actuaciones	☐
S41	Trabajos de campo y análisis de muestras en emplazamientos contaminados	☐
S42	Elaboración de perfiles geológicos e hidrogeológicos a escala de emplazamiento	☐
S43	Análisis de la contaminación vs oscilación del nivel freático	☐
S44	Análisis de tendencia de contaminantes	☐
S45	Modelo conceptual del emplazamiento contaminado	☐
S46	Estudio de viabilidad y remediación de acuíferos	☐

	Actividad	
A08	ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN DIFUSA	
	Subactividad/Herramienta	
S47	Campañas de muestreo	☑
S48	Construcción de puntos de control	☑
S49	Análisis hidroquímicos	☑
S50	Análisis isotópicos	☑
S51	Interpretación de resultados	☑
S52	Análisis de tendencias de nitrato	☑
S53	Estudios de atenuación natural de la contaminación difusa dentro del acuífero	☑

	Actividad	
A09	ESTIMACIÓN DE LA RECARGA	
	Subactividad/Herramienta	
S54	Estimación de la recarga por métodos directos: instalación de lisímetros o infiltrómetros	☐
S55	Estimación de la recarga por métodos de balance hídrico	☑
S56	Estimación de la recarga por Métodos Hidrodinámicos (Ley de Darcy)	☑
S57	Estimación de la recarga por métodos hidroquímicos o de trazadores	☑
S58	Estimación de la recarga por otros métodos	☐

	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	☑
S60	Identificación y validación de EDAS	☑
S61	Diseño y realización de campañas campo en EDAS	☑

	Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS	
	Subactividad/Herramienta	
	S62 Caracterización hidrodinámica de EDAS	☑
	S63 Caracterización hidrogeoquímica de EDAS	☑
	S64 Estudios de contaminación de EDAS	☑
	Actividad	
A11	ANÁLISIS Y DIAGNOSIS DE LAS REDES DE MONITOREO. PROPUESTAS DE MEJORA	
	Subactividad/Herramienta	
	S65 Análisis y Diagnosis de las redes de estado cuantitativo	☑
	S66 Análisis y Diagnosis de las redes de estado químico	☑
	S67 Propuestas de mejora y ampliación de las redes. Proyectos constructivos/acondicionamiento/rehabilitación	☑
	S68 Determinación del peso de los puntos de muestreo de los PDS para la mejora en la aplicación de la evaluación de estado	☑
	Actividad	
A12	MODELIZACIÓN GEOLÓGICA 3D	
	Subactividad/Herramienta	
	S69 Procesado y Parametrización de la información geológica: modelo conceptual geológico	☑
	S70 Elaboración Modelo Geológico 3D	☑
	Actividad	
A13	MODELIZACIÓN DE FLUJO SUBTERRÁNEO	
	Subactividad/Herramienta	
	S71 Procesado y Parametrización de la información hidrogeológica: modelo conceptual hidrogeológico	☑
	S72 Elaboración del Modelo de Flujo	☑
	Actividad	
A14	MODELIZACIÓN DE TRANSPORTE DE REACTIVOS Y SOLUTOS	
	Subactividad/Herramienta	
	S73 Procesado y Parametrización de la información hidrogeoquímica: modelo conceptual hidrogeoquímico	☑
	S74 Elaboración del Modelo hidrogeoquímico	☑
	Actividad	
A15	MODELOS DE GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH)	
	Subactividad/Herramienta	
	S75 Procesado y Parametrización de la información	☐
	S76 Elaboración Modelo Uso Conjunto	☐
	Actividad	
A16	EVALUACIÓN DEL RECURSO DISPONIBLE Y RESERVAS	
	Subactividad/Herramienta	
	S77 Situación actual RD y Reservas	☑
	S78 Evolución RD y Reservas según diferentes escenarios de recarga	☑
	S79 Evolución RD y Reservas según diferentes escenarios de presiones	☑
	Actividad	
A17	GEOTERMIA E HIDROTERMALISMO	
	Subactividad/Herramienta	
	S80 Geotermia	☐
	S81 Hidrotermalismo	☐
	Actividad	
A18	IDENTIFICACIÓN DE INTRUSIÓN MARINA	
	Subactividad/Herramienta	
		☐
	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	☐

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	☐

A continuación, se proponen actuaciones específicas consideradas prioritarias para la mejora del conocimiento de la MSBT Campo de Belchite:

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.

Zona no saturada y vulnerabilidad: los estudios de mejora del conocimiento de la zona no saturada definen los principales parámetros que condicionan la entrada y transporte del contaminante hasta alcanzar el nivel freático. Se trata de una MSBT en la que se ha identificado contaminación difusa (NO_3) que afecta sobre todo a los acuíferos más superficiales y puntual en el municipio de La Zaida. La realización de estos trabajos va a permitir conocer el volumen y dispersión de estos contaminantes en la ZNS, cuantificar la capacidad de atenuación natural que presenta esta zona, y hacer prognosis bajo diferentes escenarios de buenas prácticas agrarias como respuesta a la Directiva 91/676/CEE. También se platea en relación a la ZNS, la realización de estudios de vulnerabilidad con mayor detalle en el entorno de las zonas de contaminación puntual y en el entorno de los EDAS identificados, entre los que se encuentra la balsa del Planerón y la Hoya del Castillo.

Estudio de la piezometría: 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. Dado el número de presiones significativas identificadas dentro de esta masa de agua y su extensión, también se requiere de la realización de "barridos" que permitan detectar impactos previamente no detectados en toda su extensión. Además, como apoyo a los trabajos de planificación hidrológica, se debe 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 todas aquellas zonas con carencias de información, se deben efectuar estudios para la determinación de los niveles de fondo.

Estudios de contaminación puntual: la MBST está en riesgo químico por contaminantes de origen puntual habiéndose detectado principalmente TPH, Terbutil-alcohol y TPH. La zona afectada de la MSBT se circunscribe al detrítico en el entorno de La Zaida. En estas áreas se propone, por tanto, estudios específicos de la contaminación puntual que ayuden a determinar tanto el origen de la contaminación y ayuden a la mejora de la gestión de la misma y a la propuesta de medidas específicas.

Estudios de contaminación difusa: la MSBT se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa por nitratos. 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 que permitan determinar la tridimensionalidad de la dinámica de progreso de esta contaminación y su evolución en el tiempo. Para ello se plantean campañas específicas de muestreo, la construcción de puntos de control específicos en caso de ser necesarios, estudios isotópicos y estudios de atenuación natural.

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.

Relación río acuífero y estudio de necesidades ambientales de los EDAS: dentro de esta masa de agua se proponen también trabajos de caracterización y estimación de las necesidades ambientales de los EDAS. Se han identificado dos ETDAS de la RN2000 (Río Huerva y Las Planas) en mal estado de conservación, por lo que sería conveniente el estudio de su afección y de como su estado puede estar relacionado con las aguas subterráneas (cantidad y calidad).

Análisis y diagnosis de las redes de monitoreo: 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 diagnosis 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 diagnosis 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. En este sentido sería interesante, establecer puntos de control específicos de las formaciones Jurásicas/Terciarias/Cuaternarias, de forma que se pudiera estudiar y cuantificar el alcance de la contaminación y su evolución en el tiempo.

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 esta MSBT la mejora y/o creación de un modelo geológico 3D que sirva como base para la generación de modelos de flujo. Es aconsejable considerar las MSBT vecinas para su posible integración, en este caso, al acuífero Jurásico de la Cubeta de Azuara.

Modelización de flujo subterráneo: se plantea abordar la creación de 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. Es aconsejable considerar las MSBT vecinas para su posible integración, en este caso, al acuífero Jurásico de la Cubeta de Azuara

Modelización de transporte de reactivos y solutos: se propone la generación de un modelo de transporte que permita comprender el origen y la causa de las variaciones espaciales y temporales de los elementos contaminantes. Estos modelos van a permitir definir la extensión de la contaminación difusa y la geometría de las diferentes plumas de contaminación puntual detectadas, así como plantear escenarios para la mejora de la gestión y la ayuda a 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 irá acompañado 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 (2008). Fichas de caracterización de las masas de agua subterránea en Información de Planificación Hidrológica de la CHE (www.chebro.es).

• CHE (2015). Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Segundo ciclo de planificación: 2015 – 2021. Memoria y anejos.

• DGA (2012). Diagnosis 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.

• 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 (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.

• 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, 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de la 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: ES091MSBT079 - CAMPO DE BELCHITE

Código espacio RN2000	Nombre espacio RN2000	Tipo RN2000	Código hábitat	Nombre hábitat dependiente de aguas subterráneas	Grado conservación
ES0000300	Río Huerva y Las Planas	ZEPA	6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	C
ES0000300	Río Huerva y Las Planas	ZEPA	1510	Estepas salinas mediterráneas (Limonietalia) (*)	C

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.

MSBT: ES091MSBT079 - CAMPO DE BELCHITE

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20ºC) (In situ)	O_2 (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	ºC	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O_2	mg/L $CaCO_3$	mg/L $CaCO_3$
Código Punto	**281620001**						
Valor							
Máx.	24,2	7	1.693	71,00	0,7	<LQ	207,0
Mín.	19,5	7	1.243	5,00	<LQ	<LQ	180,0
P50	22,3	7	1.413	7,00	<LQ	<LQ	203,0
N reg.	23	20	22	27	14		8
Código Punto	**281630002**						
Valor							
Máx.	26,0	8	3.996	12,70	1,0	<LQ	179,0
Mín.	21,4	7	2.434	3,00	<LQ	<LQ	157,0
P50	25,3	7	2.876	4,20	<LQ	<LQ	168,0
N reg.	6	7	6	7	3		3
Código Punto	**281660024**						
Valor							
Máx.	19,9	8	1.325	8,10	0,6	<LQ	208,0
Mín.	17,5	7	1.160	6,90	<LQ	<LQ	198,0
P50	17,9	8	1.185	7,40	<LQ	<LQ	201,0
N reg.	5	6	5	5	3		3
Código Punto	**281710005**						
Valor							
Máx.	19,6	8	1.069	14,30	0,8	<LQ	255,0
Mín.	14,3	7	823	5,80	<LQ	<LQ	226,0
P50	16,7	7	911	8,30	<LQ	<LQ	243,0
N reg.	23	21	20	27	13		9
Código Punto	**281710015**						
Valor							
Máx.	25,8	8	3.834	8,50	<LQ	<LQ	199,0
Mín.	16,5	7	2.910	4,20	<LQ	<LQ	179,0
P50	22,4	7	3.297	5,40	<LQ	<LQ	195,5
N reg.	13	12	17	17	8		4
Código Punto	**281720005**						
Valor							
Máx.	22,8	8	2.070	13,40	0,8	<LQ	326,0
Mín.	11,2	7	1.443	5,70	<LQ	<LQ	183,0
P50	16,7	7	1.778	8,30	<LQ	<LQ	247,0
N reg.	35	33	34	39	12		21
Código Punto	**281730019**						
Valor							
Máx.	22,4	8	1.508	9,50	0,8	<LQ	196,0
Mín.	17,5	7	1.132	6,40	<LQ	<LQ	176,0
P50	18,2	7	1.326	7,50	<LQ	<LQ	186,0
N reg.	8	9	8	10	7		3
Código Punto	**281760008**						
Valor							
Máx.	21,8	7	<LQ	8,80	0,5	<LQ	210,0
Mín.	11,8	7	<LQ	8,60	<LQ	<LQ	210,0
P50	16,8	7	<LQ	8,70	0,3	<LQ	210,0
N reg.	2	2		2	2		1
Código Punto	**291720051**						
Valor							

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20ºC) (In situ)	O_2 (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	ºC	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O_2	mg/L $CaCO_3$	mg/L $CaCO_3$
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	**291720052**						
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	**291720053**						
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	**291720054**						
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	**291720055**						
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	**291720056**						
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.							

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	**281620001**								
Valor									
Máx.	309,9	<LQ	188,00	418,0	31,8	0,02	<LQ	130,0	5,0
Mín.	85,4	<LQ	147,00	316,0	27,1	<LQ	<LQ	76,8	3,0
P50	245,1	<LQ	158,50	353,5	28,9	<LQ	<LQ	105,5	3,4
N reg.	19	18	22	22	28	25	22	22	22
Código Punto	**281630002**								
Valor									
Máx.	218,4	<LQ	292,00	1.700,0	9,8	0,02	0,08	415,0	21,0
Mín.	196,4	<LQ	179,00	1.102,0	2,0	<LQ	<LQ	290,0	10,4
P50	203,1	<LQ	277,00	1.220,0	9,2	<LQ	<LQ	326,0	13,2
N reg.	6	5	7	7	7	4	4	7	7
Código Punto	**281660024**								
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	**281660024**								
Valor									
Máx.	253,8	<LQ	136,00	306,0	28,9	<LQ	<LQ	80,9	5,0
Mín.	239,1	<LQ	110,00	273,0	28,0	<LQ	<LQ	70,2	3,4
P50	245,2	<LQ	114,00	292,0	28,8	<LQ	<LQ	75,7	3,7
N reg.	5	5	6	6	5	4	4	6	6
Código Punto	**281710005**								
Valor									
Máx.	369,7	<LQ	115,00	104,0	52,2	0,01	0,07	49,0	6,0
Mín.	244,0	<LQ	63,00	85,9	42,0	<LQ	<LQ	36,0	3,2
P50	292,8	<LQ	100,45	92,1	45,3	<LQ	<LQ	38,8	3,5
N reg.	18	16	22	22	28	24	20	22	22
Código Punto	**281710015**								
Valor									
Máx.	300,1	<LQ	653,00	1.000,0	28,9	0,65	0,13	450,0	8,3
Mín.	198,0	<LQ	516,00	753,0	6,7	<LQ	<LQ	352,0	5,3
P50	230,6	<LQ	572,50	868,5	25,0	<LQ	<LQ	379,0	6,7
N reg.	11	11	14	14	18	15	12	14	14
Código Punto	**281720005**								
Valor									
Máx.	397,7	<LQ	168,00	813,0	33,9	0,10	0,08	74,0	9,0
Mín.	223,3	<LQ	142,40	548,0	22,9	0,02	<LQ	47,1	3,9
P50	298,9	<LQ	151,00	676,0	30,0	0,07	<LQ	61,1	6,0
N reg.	29	28	33	33	40	24	19	33	33
Código Punto	**281730019**								
Valor									
Máx.	239,1	<LQ	127,00	428,0	37,4	0,02	0,10	53,2	5,0
Mín.	186,0	<LQ	103,00	250,0	29,0	<LQ	<LQ	45,0	3,3
P50	222,6	<LQ	117,00	388,0	31,2	<LQ	<LQ	49,3	3,8
N reg.	10	7	11	11	10	9	7	10	10
Código Punto	**281760008**								
Valor									
Máx.	257,4	<LQ	72,00	201,0	53,0	<LQ	<LQ	25,0	7,0
Mín.	256,2	<LQ	66,00	116,0	52,0	<LQ	<LQ	25,0	5,0
P50	256,8	<LQ	69,00	158,5	52,5	<LQ	<LQ	25,0	6,0
N reg.	2	1	2	2	2	2	2	2	2
Código Punto	**291720051**								
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	**291720052**								
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	**291720053**								
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.									

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	**291720054**								
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	**291720055**								
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	**291720056**								
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.									

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	**281620001**								
Valor									
Máx.	179,0	66,0	1,3600	<LQ	<LQ	0,20	0,13	<LQ	<LQ
Mín.	116,0	47,6	0,8300	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	146,0	53,5	0,9060	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	22	22	7	9	7	26	7	7	7
Código Punto	**281630002**								
Valor									
Máx.	379,0	113,0	9,0000	<LQ	<LQ	0,14	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	253,0	82,4	9,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	271,0	100,0	9,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	7	7	1	2		5			
Código Punto	**281660024**								
Valor									
Máx.	164,0	54,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	128,0	44,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	134,0	47,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6		1		5			
Código Punto	**281710005**								
Valor									
Máx.	107,0	50,0	2,0000	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	73,4	40,0	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	99,1	45,3	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	22	22	1	3		25			
Código Punto	**281710015**								
Valor									
Máx.	355,0	97,0	0,8360	<LQ	<LQ	1,01	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	276,0	69,8	0,5820	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	311,0	78,9	0,6040	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	14	14	3	3	3	16	3	3	3
Código Punto	**281720005**								
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	**281720005**								
Valor									
Máx.	307,0	108,0	4,0000	<LQ	<LQ	0,13	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	231,0	85,4	4,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	277,0	91,6	4,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	33	33	1	3		36			
Código Punto	**281730019**								
Valor									
Máx.	149,0	84,2	0,4700	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	<LQ
Mín.	115,0	57,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	139,0	79,4	0,3600	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	11	11	10	10	10	11	8	8	8
Código Punto	**281760008**								
Valor									
Máx.	137,0	31,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	103,0	31,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	120,0	31,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	2	2	1	1	1	2			
Código Punto	**291720051**								
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.								3	3
Código Punto	**291720052**								
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.								3	3
Código Punto	**291720053**								
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.								3	3
Código Punto	**291720054**								
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	**291720055**								
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.								3	3
Código Punto	**291720056**								
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.								3	3

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