CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

MSBT: ES091MSBT091 - CUBETA DE OLIETE

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	ES091MSBT091	Nombre MSBT	CUBETA DE OLIETE
Código DH	ES091	Nombre DH	Ebro

Descripción localización:

La masa de agua de la Cubeta de Oliete se ubica al sureste de la cuenca del Ebro, repartida entre las cuencas del río Aguas Vivas al oeste y Martín al este, tributarios por la margen derecha del río Ebro. Pertenece al dominio del Maestrazgo Catalánides, a la rama turolense de la Ibérica, en el sector ubicado al norte de las sierras de Oriche y Anadón. Administrativamente pertenece íntegramente a la comunidad Autónoma de Aragón, compartida entre las provincias de Teruel y Zaragoza. La localidad de mayor población e intensidad económica corresponde a la localidad de Andorra, cabecera de la Comarca Andorra-Sierra de Arcos. Esta comarca, junto con la de Cuecas Mineras, ocupan la mayor parte de la masa de agua de la Cubeta de Oliete.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Aragón	Teruel	44161	Muniesa	100,00	10,69
Aragón	Teruel	44172	Oliete	100,00	7,04
Aragón	Teruel	44029	Ariño	100,00	6,75
Aragón	Teruel	44043	Blesa	100,00	6,62
Aragón	Teruel	44022	Alloza	94,70	6,36
Aragón	Teruel	44167	Obón	100,00	5,63
Aragón	Teruel	44025	Andorra	43,98	5,12
Aragón	Teruel	44011	Alcaine	100,00	4,72
Aragón	Teruel	44100	Estercuel	100,00	4,58
Aragón	Teruel	44008	Albalate del Arzobispo	26,32	4,46
Aragón	Zaragoza	50171	Moneva	85,68	4,33
Aragón	Teruel	44006	Alacón	100,00	3,91
Aragón	Teruel	44125	Huesa del Común	69,67	3,54
Aragón	Teruel	44087	Crivillén	100,00	3,46
Aragón	Teruel	44131	Josa	100,00	2,32
Aragón	Teruel	44084	Cortes de Aragón	100,00	2,01
Aragón	Teruel	44146	Mata de los Olmos, La	98,65	1,93
Aragón	Teruel	44152	Monforte de Moyuela	48,64	1,91
Aragón	Zaragoza	50213	Plenas	59,71	1,87
Aragón	Teruel	44224	Torre de las Arcas	60,95	1,87
Aragón	Zaragoza	50136	Lécera	18,15	1,63
Aragón	Teruel	44184	Plou	100,00	1,42
Aragón	Teruel	44116	Gargallo	55,31	1,37
Aragón	Zaragoza	50179	Moyuela	37,50	1,32
Aragón	Teruel	44063	Cañizar del Olivar	64,68	1,19
Aragón	Teruel	44142	Maicas	50,21	1,02
Aragón	Teruel	44173	Olmos, Los	26,93	0,98
Aragón	Teruel	44124	Hoz de la Vieja, La	24,84	0,89
Aragón	Zaragoza	50039	Azuara	2,51	0,34
Aragón	Teruel	44155	Montalbán	3,55	0,24
Aragón	Teruel	44138	Loscos	3,42	0,20
Aragón	Teruel	44151	Molinos	1,44	0,09
Aragón	Teruel	44066	Castel de Cabra	3,05	0,07
Aragón	Teruel	44040	Berge	2,05	0,07
Aragón	Teruel	44024	Anadón	1,95	0,04
Aragón	Teruel	44268	Zoma, La	0,14	0,01

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

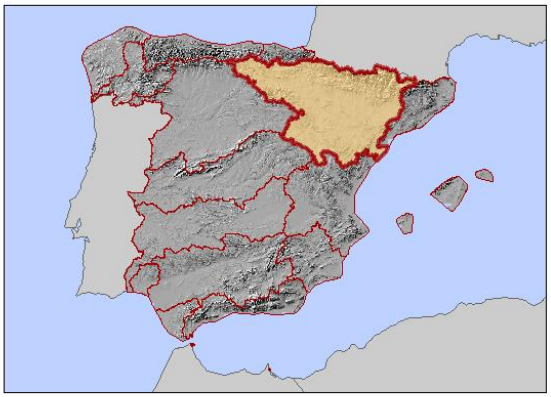
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	693.265	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.541.677
Longitud (CENTROIDE)	-0,70213	Latitud (CENTROIDE)			41,00342
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			821
Altitud mínima (m s.n.m.)	348	Altitud máxima (m s.n.m.)			1.169
Área total de la MSBT (km²)	1.215				

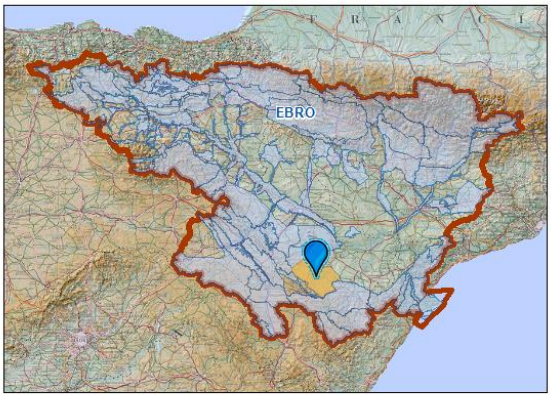
1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes	7.823	Año	2019

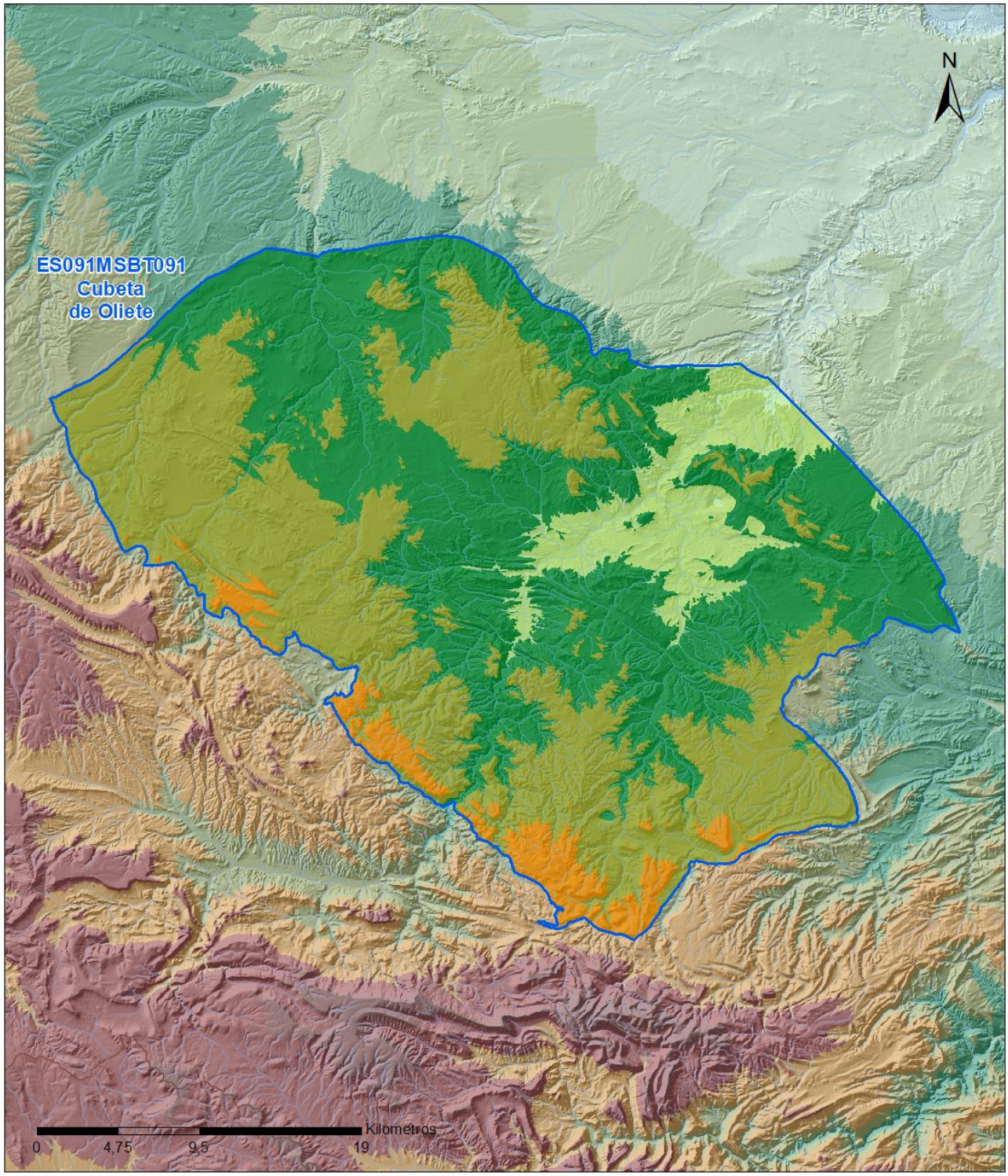
1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización





Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

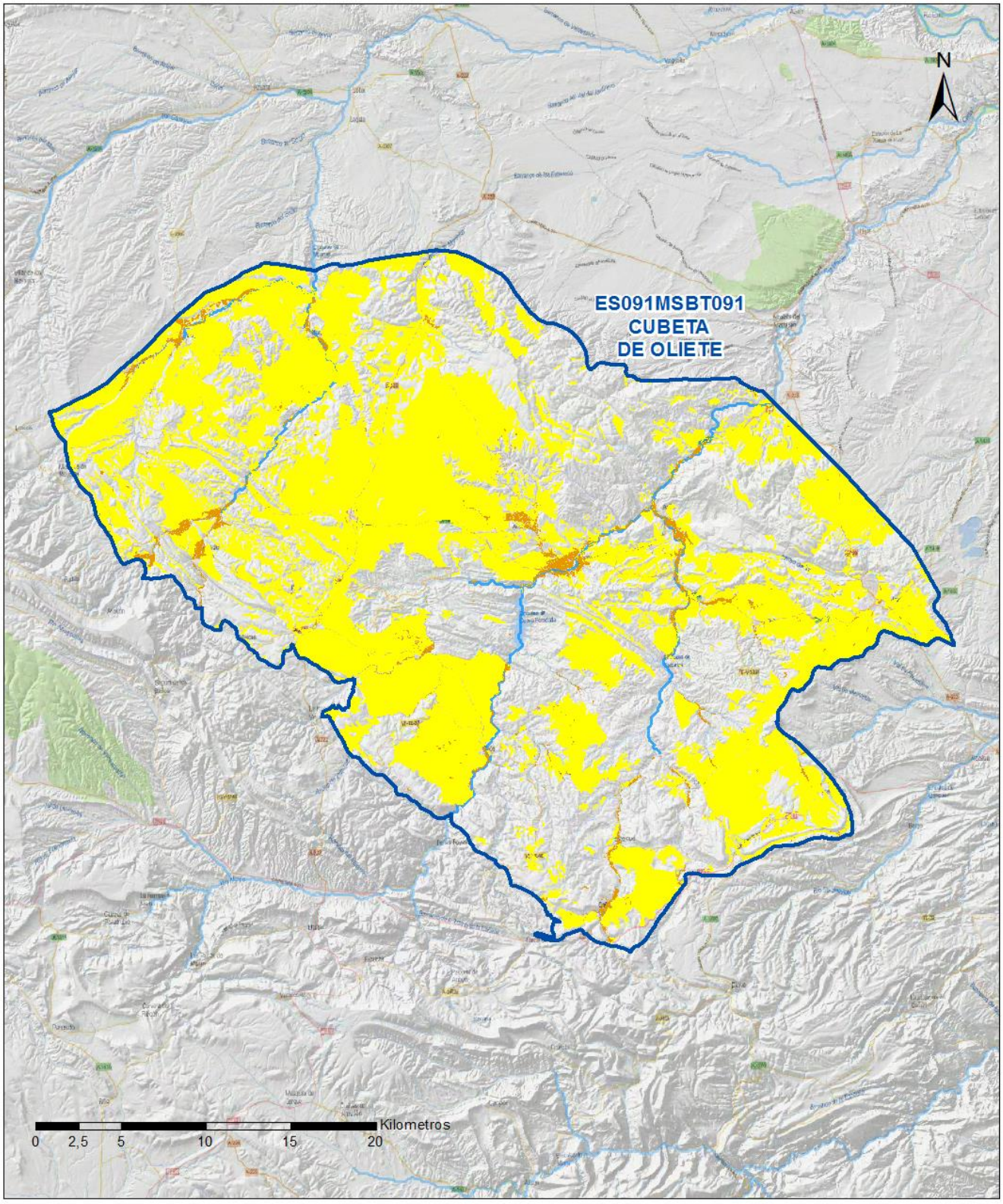
- MSBT
- Red Hidrografica
- 0 - 200
- 200 - 400
- 400 - 600
- 600 - 800
- 800 - 1,000
- 1,000 - 1,200
- 1,200 - 1,400
- 1,400 - 1,600
- 1,600 - 1,800
- 1,800 - 2,000
- 2,000 - 2,200
- > 2,200

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	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	☐
Fuentes puntuales	1.6	Vertederos	☐
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	2.8	Minería	☐
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	☐
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	☐
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	☐
Extracción / Desvío de agua	3.7	Otros	☐

Fuentes difusas



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT:
ES091MSBT091
CUBETA DE OLIETE

Tipo de Presión Difusa (significativa):

2.2 Agricultura: Regadío

2.2 Agricultura: Secano

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

Tipos de impactos	Situación que permite reconocer el impacto	Situación
NUTR	Contaminación por nutrientes	Probable

2.3 RIESGO DE LA MSBT

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

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

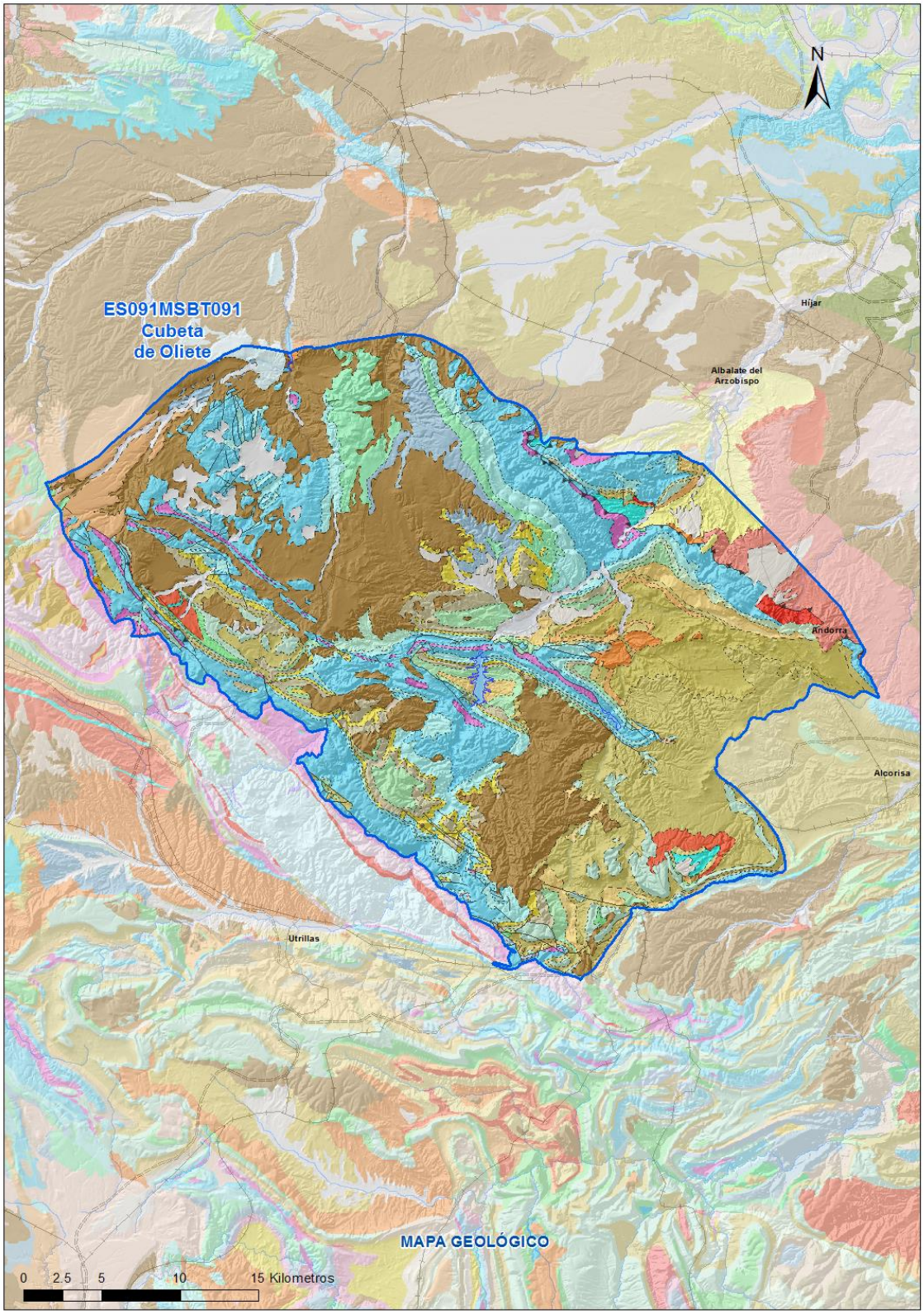
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Cuenca Del Ebro

Ibérica

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
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
417	Arcillas y lutitas (a veces, con cantos y yesíferas), areniscas y conglomerados
411	Conglomerados, areniscas y lutitas
410	Calizas, dolomías y margas
397	Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos
396	Margas y calizas
393	Conglomerados y areniscas, con arcillas y limos rojos
388	Conglomerados, arenas y lutitas
387	Calizas y margas
386	Areniscas, conglomerados y calizas
380	Conglomerados, limos, arenas y lutitas
371	Calizas, localmente con lutitas
369	Lutitas con intercalaciones de yesos y carbonatos
366	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas
359	Conglomerados, areniscas y lutitas
356	Arcillas, yesos, carbonatos, areniscas y, a veces, conglomerados
201	Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas
197	Calizas, dolomías, margas (Dol.Villa de Ves,Caballar;F.Tabladillo,Hontoria;Mgas.Chera)
194	Arenas y arcillas, con lignitos. Fm. Escucha
191	Margas y calizas
187	Calizas, margas, arcillas y areniscas
184	Calizas, margas y areniscas
175	Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F.Utrillas), a veces con dolomías (F.Ar.yArc.Segovia)
174	Margas, calizas, arcillas y dolomías
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)
159	Margas, calizas bioclásticas y margosas. Fm. Margas Cerro del Pez, etc.
157	Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)
141	Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)
137	Dolomías, calizas y margas(F. Muschelkalk)
109	Pizarras, areniscas y pizarras arcillosas
108	Calizas, margas, cuarcitas y pizarras
104	Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías. Paleozoico Ibérica Aragonesa
58	Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)
4	Rocas volcánicas y subvolcánicas paleozoicas

3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

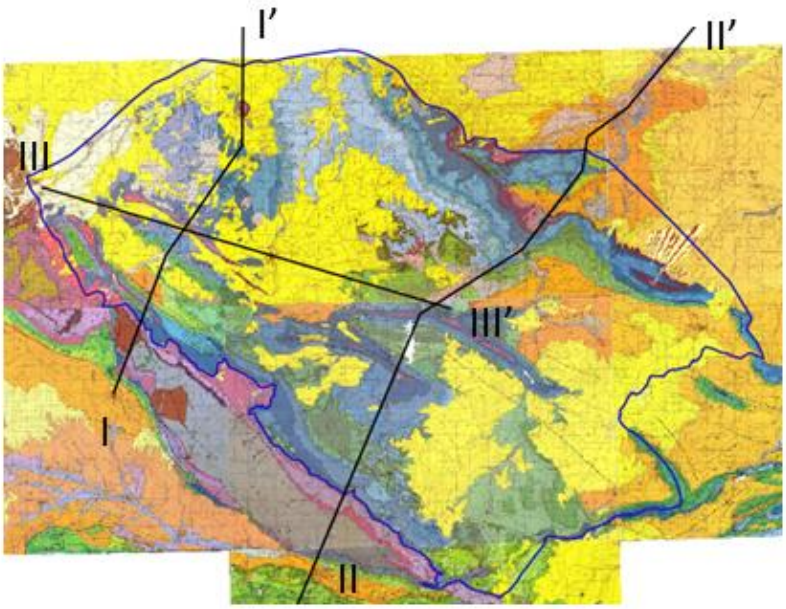
Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	35,24	Detrítica	2,90
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	18,86	Detrítica	1,55
Arcillas y lutitas (a veces, con cantos y yesíferas), areniscas y conglomerados	Neógeno-Cuaternario	Mioceno-Pleistoceno	21,08	Detrítica	1,74
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	365,98	Detrítica	30,13
Conglomerados y areniscas, con arcillas y limos rojos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	6,63	Detrítica	0,55
Areniscas, conglomerados y calizas	Paleógeno	Eoceno-Oligoceno	7,72	Detrítica	0,64
Lutitas con intercalaciones de yesos y carbonatos	Neógeno	Mioceno	54,02	Detrítica	4,45
Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas	Neógeno	Mioceno	18,89	Detrítica	1,56
Conglomerados, areniscas y lutitas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	6,87	Detrítica	0,57
Arcillas, yesos, carbonatos, areniscas y, a veces, conglomerados	Paleógeno	Oligoceno	13,94	Detrítica	1,15
Calizas, dolomías, margas (Dol.Villa de Ves,Caballar;F.Tabladillo,Hontoria;Mgas.Chera)	Cretácico	Superior	32,61	Carbonatada	2,68
Arenas y arcillas, con lignitos. Fm. Escucha	Cretácico	Inferior	26,13	Detrítica	2,15
Margas y calizas	Cretácico	Inferior	34,82	Carbonatada	2,87
Calizas, margas, arcillas y areniscas	Cretácico	Inferior	30,45	Carbonatada	2,51
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F.Utrillas), a veces con dolomías (F.Ar.yArc.Segovia)	Cretácico	Inferior-Superior	143,81	Detrítica	11,84
Margas, calizas, arcillas y dolomías	Cretácico	Inferior-Superior	44,39	Carbonatada	3,65
Calizas oncolíticas y pisolíticas	Jurásico	Superior (Malm)	29,43	Carbonatada	2,42
Margas, calizas y margocalizas	Jurásico	Medio (Dogger)-Superior (Malm)	37,68	Carbonatada	3,10
Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Fm.Carb. de Chelva)	Jurásico	Medio (Dogger)	78,95	Carbonatada	6,50
Margas, calizas bioclásticas y margosas. Fm. Margas Cerro del Pez, etc.	Jurásico	Inferior (Lías)-Superior (Malm)	6,22	Carbonatada	0,51
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)	Triásico Superior-Jurásico Medio (Dogger)	Rethiense-Dogger	227,06	Carbonatada	18,69
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		19,90	Detrítica	1,64

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

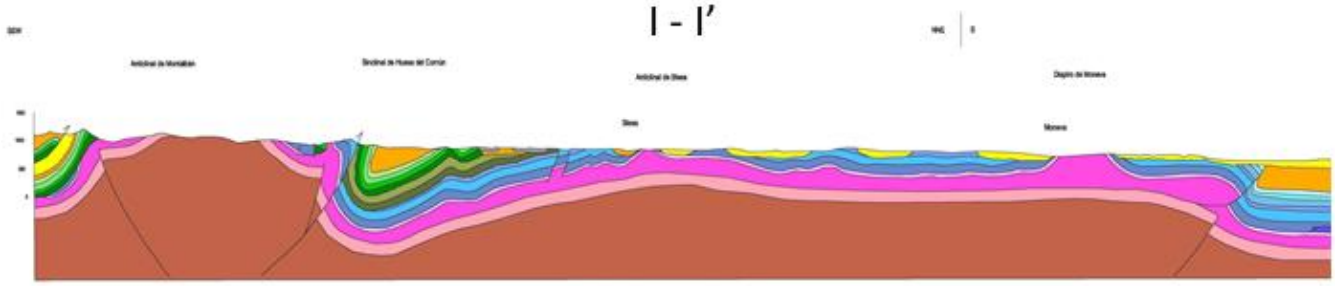
Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arenas, limos y arcillas (depósitos de terrazas y aluviales)	Cuaternario	Holoceno	0-10
Conglomerados, areniscas, lutitas con intercalaciones de yesos y carbonatos	Neógeno	Mioceno	50
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	50-500
Calizas, dolomías, margas	Cretácico	Superior	
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F. Utrillas), a veces con dolomías (F. Ar.y Arc. Segovia)	Cretácico	Inf. - Sup.	150-200
Calizas, margas, arcillas y areniscas (facies Weald y Urgon)	Cretácico	Inferior	300
Calizas oncolíticas y pisolíticas (Fm. Higueruelas)	Jurásico	Malm	150
Calizas y margas (Fm Loriguilla, Sot de Chera y Frías)	Jurásico	Malm	100-150

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Fm. Carbonatada de Chelva)	Jurásico	Dogger	50-120
Margas, calizas bioclásticas y margosas.	Jurásico	Inf. (Lías) - Sup. (Malm)	50-100
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos	Jurásico	Lías	200-700
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico	Superior	40-80
Dolomías, calizas y margas (F. Muschelkalk)	Triásico	Medio	0-200
Calizas, margas, cuarcitas y pizarras	Paleozoico		

3.5 CORTES GEOLÓGICOS

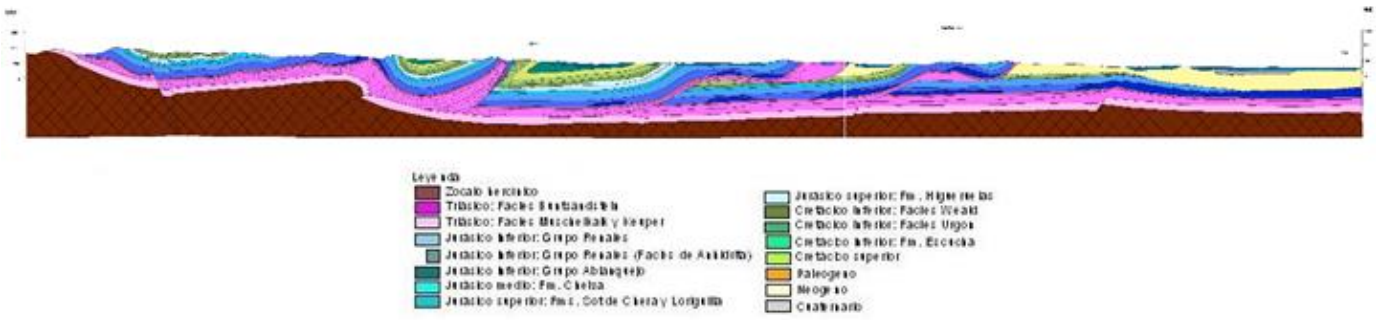


I - I'

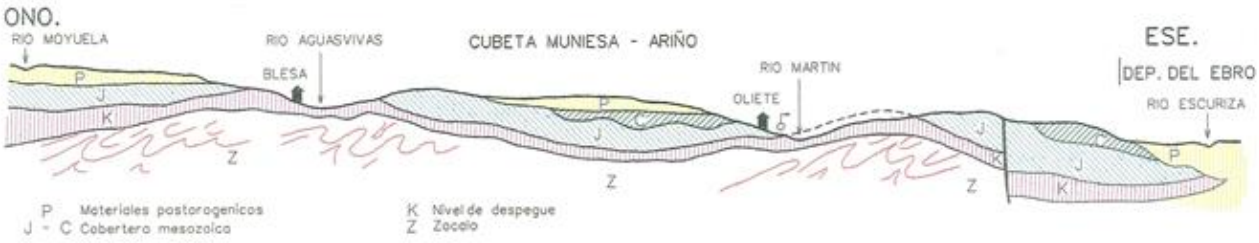


II - II'

CORTE RÍO MARTÍN



III - III'



ES091MSBT091 Cubeta de Oliete

3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La masa de agua de la Cubeta de Oliete pertenece a la rama aragonesa de la Ibérica, localizada en la zona de contacto con los terciarios de la Depresión del Ebro.

Su estructura geológica está caracterizada por la formación de pliegues y cabalgamientos de vergencia N y NE, cuyo desplazamiento se produce gracias a los materiales de naturaleza plástica del Triásico superior (facies Keuper) que actúa como nivel de despegue de la cobertera mesozoica y paleógena.

Está asociada a dos cuencas sintectónicas paleógenas: la cuenca de Muniesa al nororoeste, y la de Alloza al sureste. Se trata de surcos sedimentarios, asociados a las láminas de cabalgamiento de los Arcos de Muniesa y Oliete, cuyo relleno presenta sinclinales de alineación Ibérica, resultado de esfuerzos comprensivos ligados a las estructuras tectónicas de cabalgamiento. El Arco de Oliete, adyacente al macizo Paleozoico, se caracteriza por la presencia de pliegues apretados, algunos desventrados en cuyo núcleo aflora el Keuper y cabalgamientos de vergencia N y NE que configuran la Sierra de Moros. El Arco de Muniesa más externo y acusado, presenta una estructura interna más suave con una geometría sinclinal muy laxa de dirección N-S. Se encuentra cabalgando sobre la depresión del Ebro en la sierra de Arcos, mediante un doble cabalgamiento de la cobertera mesozoica sobre el paleógeno.

La serie estratigráfica local, de muro a techo, es la siguiente:

• Paleozoico. Se compone de pizarras, cuarcitas y areniscas con muy poca superficie de afloramiento.

• Triásico inferior (Buntsandstein). Se compone de conglomerados con cantos de cuarcita sobre los que se sitúan areniscas y arcillas rojas con muy poca superficie de afloramiento, localizada al sur de la masa de agua junto al zócalo paleozoico.

• Triásico medio (Muschelkalk). Serie carbonatada compuesta de dolomías y calizas dolomítcas que puede alcanzar los 215 m de potencia. Aflora de forma muy reducida al sur de la masa de agua, enmarcando el zócalo paleozoico sobre el Buntsandstein.

• Triásico superior. Representado por arcilla, margas yesíferas y yesos –a veces masivos- y niveles de areniscas, de la facies Keuper. Aflora en la base de los cabalgamientos de la cobertera mesozoica y en el núcleo de los anticlinales, con mayor representación al norte de la masa de agua, en la sierra de Arcos.

• Jurásico inferior (Lias) Representado por las formaciones carbonatadas del Grupo Renales (brechas, calizas dolomíticas y calizas) y del Grupo Ablanquejo (margas y margocalizas) con un espesor total que puede alcanzar los 700 m. El Grupo Renales engloba las dolomías tableadas de Imón (15 m), las carniolas de Cortes de Tajuña (125-150 m) y las calizas y dolomías de Cuevas Labradas (100-200 m) y el Grupo Ablanquejo, las margas grises de Cerro de pez (2-5 m), las calizas bioclásticas de Barahona (10-30 m) y las margas y calizas de Turmiel (40-80 m). Estas formaciones afloran en los cabalgamientos y anticlinales del arco de Muniesa y Oliete.

• Jurásico medio (Dogger). Representado por la formación carbonatada de Chelva, con una potencia media de 50 a 120 m.

• Jurásico superior (Malm). Se compone de muro a techo por calizas y margas de las formaciones Loriguillas, Sot de Chera y Frías y por las calizas masivas blancas de la formación Higueruela (150 m) con una amplia superficie de afloramiento en el centro del Arco de Muniesa.

• Cretácico inferior. Tramo de gran espesor donde dominan los depósitos detríticos finos de las facies Weald compuestos por areniscas, lutitas y calizas, sobre las que se sitúan las facies Urgon definidas por las calizas y margas de la Cubeta de Oliete (formaciones Alacón (60-120 m), Forcall (30-50 m) y Oliete (40-100m)).

• Cretácico inferior-superior. Corresponde con las arenas de Utrillas, formación discordante dispuesto sobre cualquier término subyacente. Se componen de arcillas arenosas esporádicamente lignitíferas y algunos niveles de conglomerados. Su espesor es muy variable, sin llegar a superar los 200 m.

• Cretácico superior. Con poca representación en esta masa de agua, se compone de dolomías, calizas y margas que afloran al sureste de la masa de agua.

• Terciario. Aflora en buena parte de la masa de agua y constituye el relleno de las cubetas intramontañosas terciarias de Muniesa y Alloza, y el relleno de la Depresión del Ebro. En la cubeta de Muniesa, el terciario está constituido por un conjunto detrítico con una potencia próxima a los 200 m donde predominan las facies groseras y medias (conglomerados y lutitas). En la cubeta de Alloza está representado por conglomerados grises, areniscas, lutitas y calizas del Mioceno con espesores en el sector central de la cubeta de 250 m y arenas limos y niveles de conglomerados y arcillas rojas del Paleoceno – Oligoceno inferior, con espesores que pueden alcanzar los 500 m.

• Cuaternario. Comprende los depósitos aluviales de los principales ríos y afluentes, con poca representación dentro de la masa de agua. Están formados por arcillas, arenas y gravas.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

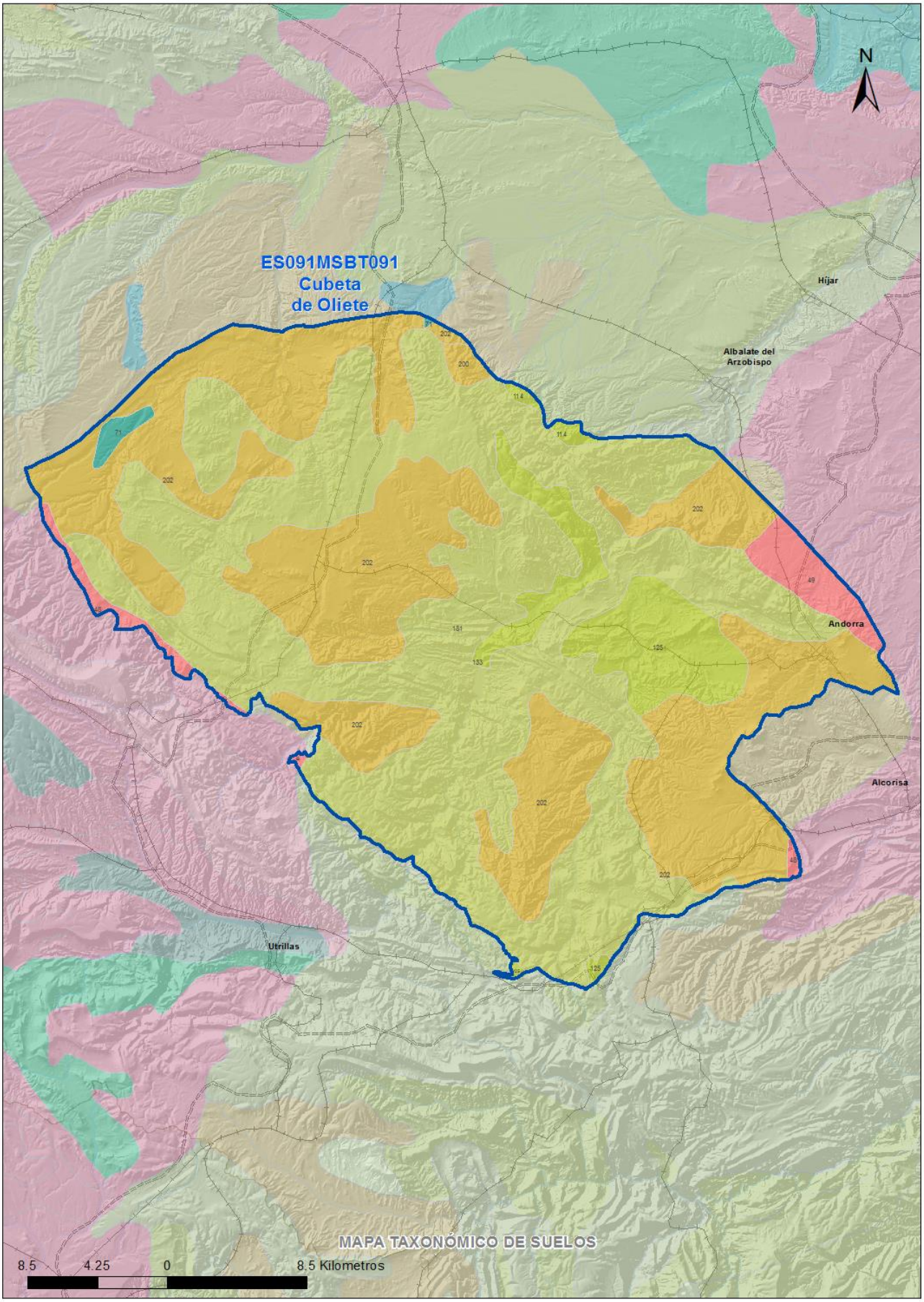
Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	290	21
Espesor Medio Z.N.S. (m)	113	
Litología Z.N.S.	Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas, calizas, gravas, arenas, arcillas y limos	

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km²)	% Afloramiento en la MSBT
ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID	35	2,92
ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT	6	0,46
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	92	7,61
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	1.081	89,01

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA

MSBT

Red Hidrografica

DDHH

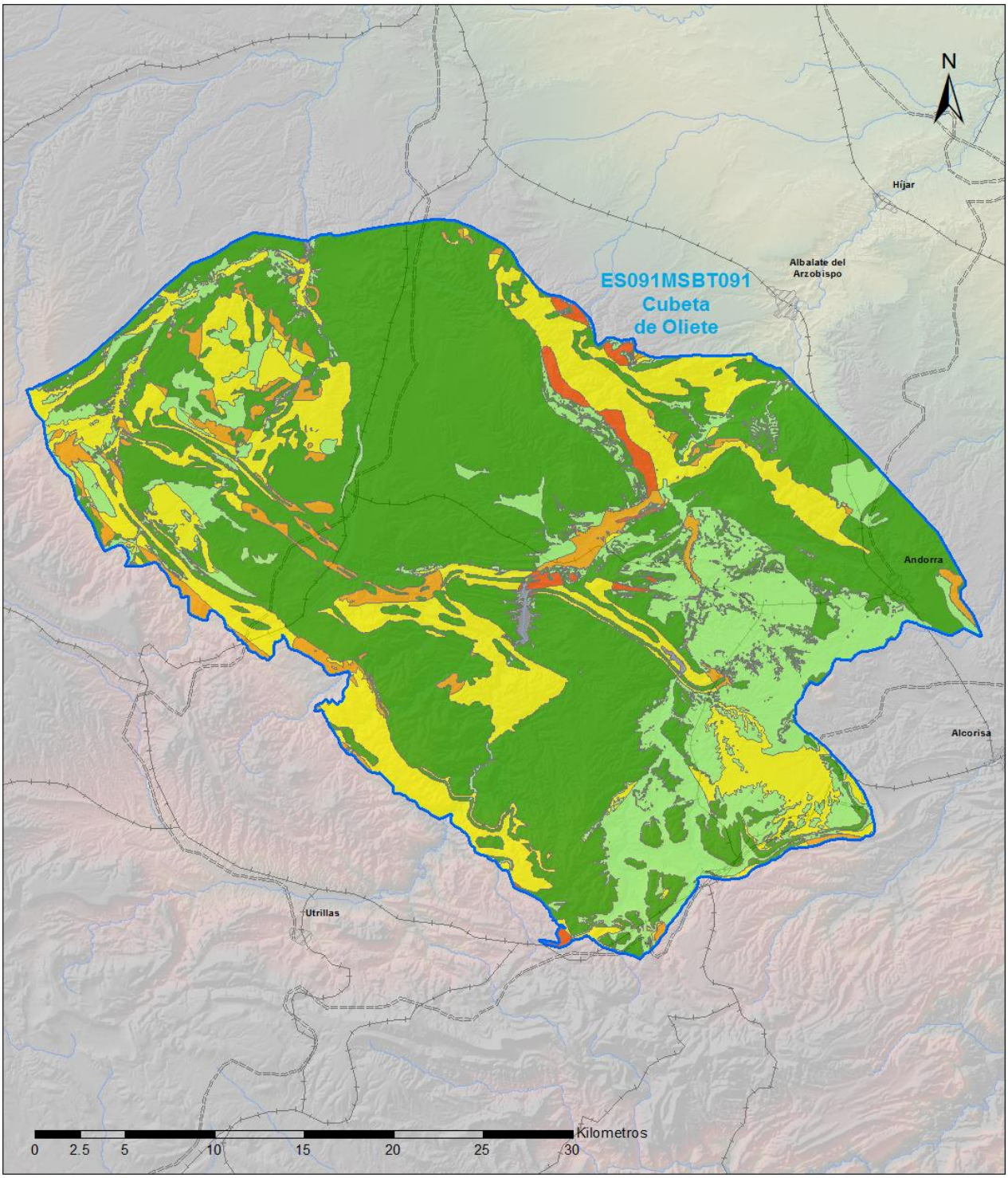
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
48	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, Haplargid, NO INCLUSION2
49	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, Haplosalid, NO INCLUSION2
71	ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
114	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, 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
181	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeralf, NO INCLUSION2
200	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, HAPLOXERALF, NO ASOCIA2, Xerorthent, NO INCLUSION2
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		COP
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT
Muy Alta	0 - 0,5	1,07
Alta	0,5 - 1	3,79
Moderada	1 - 2	19,20
Baja	2 - 4	18,69
Muy Baja	4 - 15	56,99

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



LEYENDA

MSBT

Método COP
Rango - Índice Vulnerabilidad

CLASE COP

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Muy Alta

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

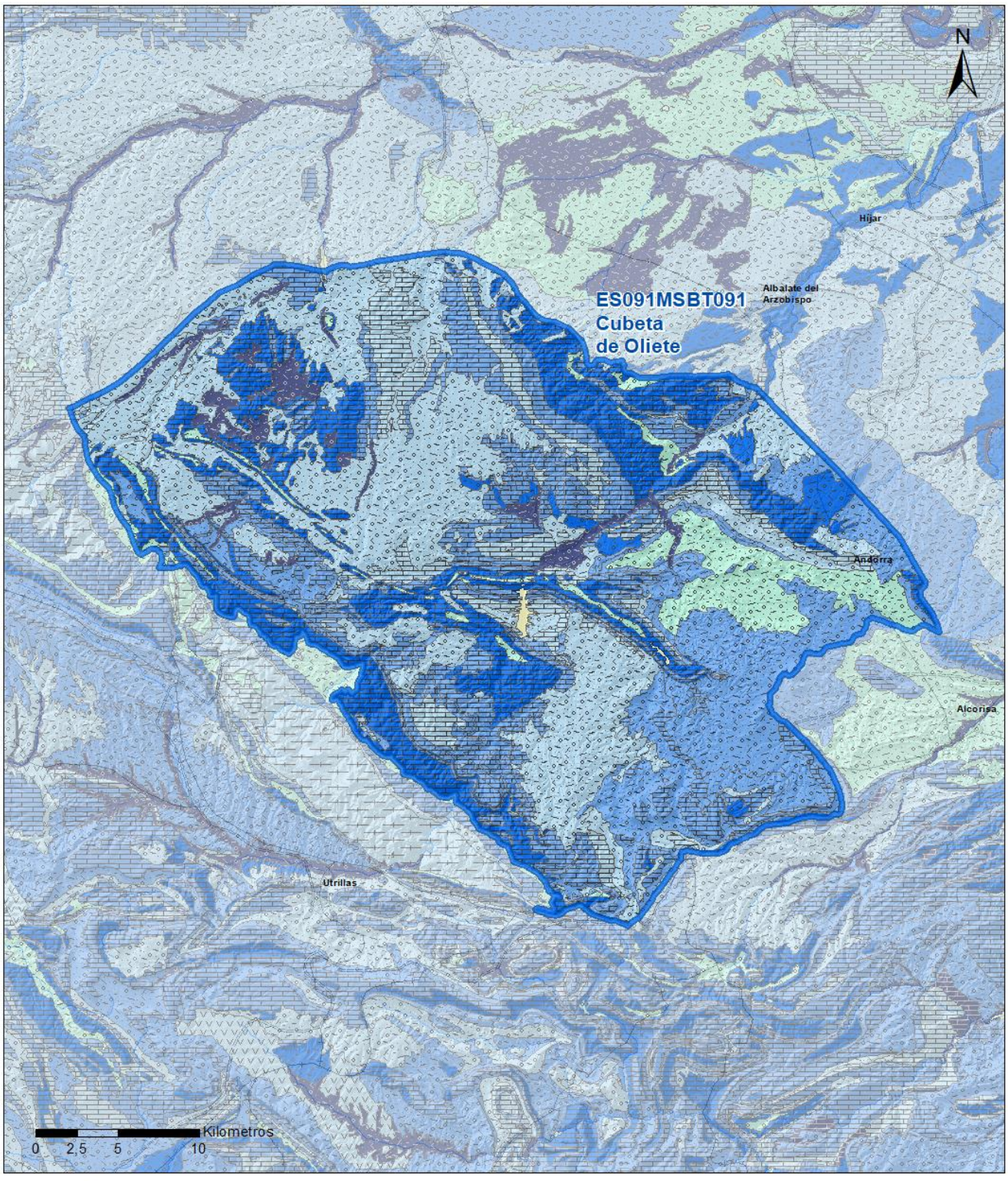
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Umbral piezométrico	CUBETA DE AZUARA
Este	Cerrado	Flujo nulo	Umbral piezométrico	ALIAGA-CALANDA
Sur	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Norte	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	

Descripción límites hidrogeológicos:

El límite norte de la masa de agua está definido por el contacto de la cobertera mesozoica con los detríticos de baja permeabilidad del Terciario del Ebro, desde el embalse de Moyuela hasta alcanzar los afloramientos mesozoicos localizados al este de Andorra, en la divisoria de los ríos Martín y Guadalopillo. El límite sur, desde Huesa de Común hasta Torre de Arcas, viene marcado por el contacto del jurásico con las arcillas de Keuper asociadas al flanco norte del anticlinal del macizo paleozico de Montalbán. Los límites este y oeste están colindando con las masas de agua de Aliaga-Calanda y Cubeta de Azuara. El oeste se localiza sobre materiales detríticos del terciarios de baja permeabilidad y viene marcado por el límite hidrográfico de las cuencas Moyuela (arroyo de Santa María) y Cámaras, ambos cabecera del Aguas Vivas y el este, por el umbral piezométrico que marca la divisoria hidrogeológica con la masa de agua de Aliaga-Calanda. La mayor parte de los límites de esta masa de agua son cerrados, sin que se identifiquen trasferencias subterráneas relevantes hacia otras masas de agua. A partir de los datos piezométricos, sí que se define una importante trasferencia subterránea dentro de la masa de agua, entre la cuenca del Aguas Vivas, cuya red de drenaje se encuentra colgado con respecto a las formaciones acuíferas que atraviesa, a favor del río Martín donde se localizan importantes descargas, algunas de carácter termal como son los manantiales de Ariño.

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
- BAJA, META-DETRÍTICAS
- BAJA, ÍGNEAS
- MUY BAJA, DETRÍTICAS
- MUY BAJA, META-DETRÍTICAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km²)
			Sistema	Serie		
Muschelkalk	Dolomías y calizas dolomítcas	Media	Triásico	Muschelkalk	150	1
Grupo Renales	Dolomías, carniolas y calizas	Alta	Jurásico	Lias	300	227
Fm. Carbonatada de Chelva	Calizas oolíticas y margas	Media	Jurásico	Dogger	100	79
Fm. Higueruela	Calizas oncolíticas y pisolíticas	Media	Jurásico	Malm	150	29
Barremiense-Aptiense	Calizas, margas y areniscas	Media	Cretácico	Inferior	40	0
Fm Arenas de Utrillas	Arenas y arcillas	Media	Cretácico	Inf. - Sup.	150	144
Terciario continental detrítico	Conglomerados, areniscas y lutitas	Media	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	200	366
Cuaternario coluvial	Gravas, arenas, arcillas y limos	Muy alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	20	19
Cuaternario aluvial	Gravas, arenas y limos	Muy alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	5	35

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Triásico medio	0	0,04	Confinado	150	Fisuración	Muschelkalk
Jurásico Inferior	227	18,70	Predominantemente confinado	300	Karstificación	Grupo Renales
Dogger-Malm	108	8,92	Predominantemente confinado	250	Karstificación	Fm Higueruelas y Chelva
Cretácico inferior	0	0,03	Predominantemente confinado	40	Karstificación	Barremiense-Aptiense
Albiense-Cenomaniese	144	11,84	Predominantemente confinado		Intergranular	Fm Arenas de Utrillas
Terciario continental	366	30,13	Libre	200	Intergranular	Terciario continental detrítico
Cuaternario coluvial	19	1,55	Libre	20	Intergranular	Cuaternario coluvial
Cuaternario	35	2,90	Libre	5	Intergranular	Cuaternario aluvial

Descripción general:

La masa de agua de la cubeta de Oliete, pertenece al dominio hidrogeológico del Maestrazgo-Catalánides.

El principal acuífero corresponde a las formaciones carbonatadas del grupo Renales del Jurásico inferior (Lías), que presenta una elevada permeabilidad fruto de una intensa fracturación y al aumento de la porosidad ligada a procesos de dolomitización metasomática que favorece la disolución de los carbonatos dando lugar al desarrollo de un karst. A muro de estas formaciones aparece la formación de los yesos de Lécera, formación de muy baja permeabilidad que genera barreras al flujo subterráneo como consecuencia de la disposición estructural del conjunto jurásico, llegando a aislar sectores dentro del acuífero liásico.

Otras formaciones geológicas permeables asociadas a procesos de karstificación, corresponden a las formaciones Chelva e Higueruelas, ambas constituidas por depósitos calcáreos del Jurásico medio y superior (Dogger-Malm) y de menor productividad hidrogeológica que las formaciones del Grupo Renales. Entre estas formaciones se localiza una serie margosa interpuesta de baja permeabilidad (Formaciones Sot de Chera y Loriguilla) que no impide posibles conexiones entre ambas gracias a la fracturación (y carstificación), así como posibles conexiones locales entre éstos y niveles permeables del Terciario.

Las calizas del Muschelkalk poseen cierto interés hidrogeológico con una pequeña superficie de afloramiento en la franja suroccidental de la masa de agua.

En el Cretácico Inferior, en líneas generales, dominan los depósitos de detríticos finos que actúan a nivel regional como un tramo de gran espesor y baja permeabilidad, que adquiere cierta relevancia local asociada a intercalaciones calcáreas algo más potentes.

En las formaciones detríticas del Terciario predominan las facies groseras y medias (conglomerados y areniscas) con algunos niveles de limos. En función de su distribución interna se localizan niveles acuíferos más o menos independizados entre sí. A escala regional funciona como un acuitardo, con algunos niveles explotables.

Finalmente, los acuíferos cuaternarios corresponden a los depósitos aluviales y coluviales, de muy poca entidad dentro de esta masa de agua.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m²/día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Triásico medio	Muschelkalk	Ensayo de bombeo	500,00	500,00		

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m²/día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Jurásico Inferior	Grupo Renales	Ensayo de bombeo	28,00	22.100,00		
Dogger-Malm	Fm Higueruelas	Ensayo de bombeo	1,70	237,00		2,20E-02

Descripción general:

En el acuífero del Grupo Renales (Jurásico Inferior), en la zona de descarga de la Sierra de Arcos (subunidad Muniesa-Sierra de Arco), se realizaron dos ensayos de bombeo, con caudales ponderados de 210 y 350 l/s y un descenso neto de 2,78 y 0,4 m, sin que se detectaran afecciones al manantial de Ariño, localizado a 1.400 y 2.300 m de los pozos. Los resultados mostraron un acuífero de elevada permeabilidad, con una transmisividad de entre 18.000 – 22.100 m²/día y un coeficiente de almacenamiento de entre 0,014 – 0,02. Dentro de la subunidad Blesa-Oliete, también se realizaron ensayos de bombeo en el acuífero del grupo Renales, cercanos al río Martín, (piezómetro MMA de Obón) con valores de transmisividad de 3.150 m²/día y un descenso de 0,45 m para un bombeo escalonado de 7-17 l/s. En otros ensayos de bombeo realizados en zonas más alejadas de las áreas de descarga (pozo de abastecimiento a Blesa), el acuífero mostró unas propiedades hidrodinámicas mucho más modestas, con una transmisividad en torno a los 600 m²/día, alcanzando los valores más bajos de transmisividad en el pozo de abastecimiento complementario de Andorra con 28 m²/día (subunidad Los Estrechos). En el acuífero de las calizas del Malm (Fm. Higueruelas) también se realizaron ensayos de bombeo en Lécera y en un pozo surgente Alacón cercano al manantial de San Miguel que arrojan unos valores de transmisividad menores que el acuífero del Grupo Renales de 33 y 237 m²/día. En la zona de Ventas de Muniesa, en el área de recarga de este acuífero, el ensayo de bombeo realizado en el piezómetro del Ministerio dio valores más bajos de 1,7 m²/día y descensos de 51,7 m con un caudal de 1,5 y 3 l/s.

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

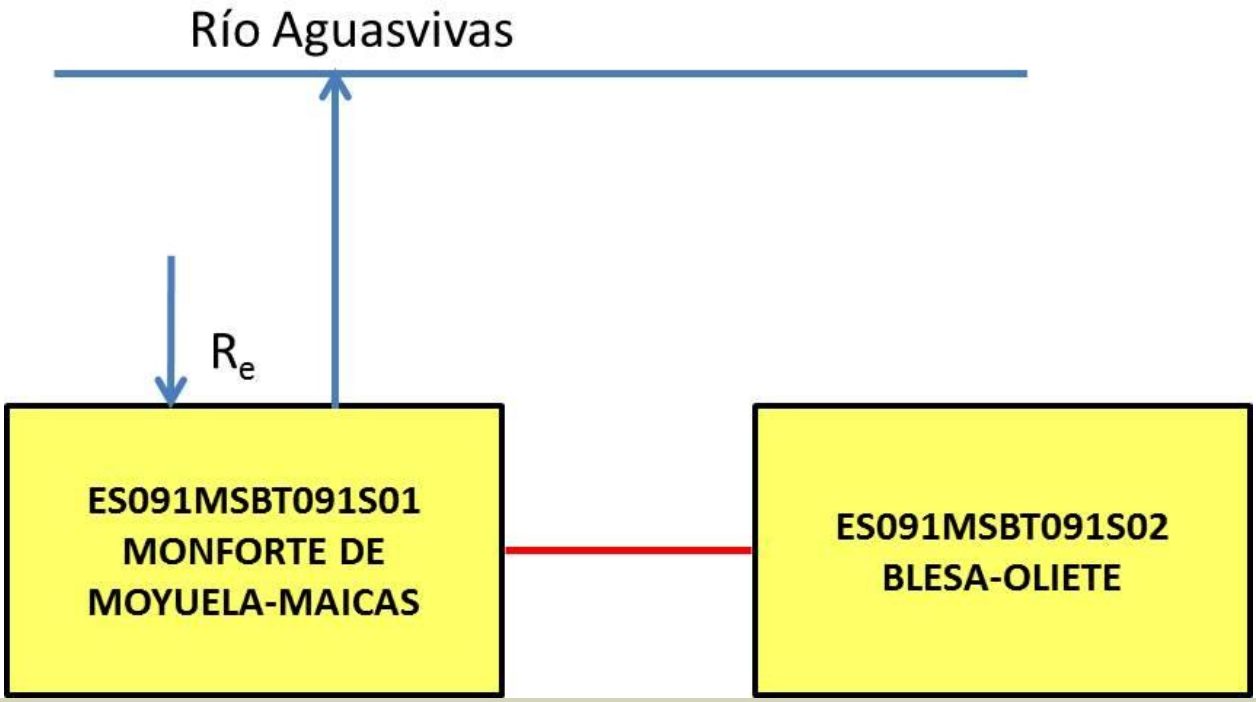
La estructuración geológica compartimenta hidrogeológicamente esta masa de agua en diferentes subunidades hidrogeológicas con áreas de recarga y descarga propias y separadas por accidentes estructurales (cabalgamientos y anticlinales) en los que aflora las formaciones de baja permeabilidad del Keuper. Se trata de las subunidades de Monforte de Moyuela-Maicas, Blesa-Oliete, Muniesa-Sierra de Arcos y Los Estrechos. La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones en los afloramientos permeables y por infiltración de los cauces perdedores a su paso por los materiales de alta permeabilidad del Jurásico: río Aguas Vivas (constricción del canal de Moneva para evitar las pérdidas del río al atravesar las formaciones del Grupo Renales) o los ríos Martín y Cabra, aguas arriba de Obón. Los terciarios de las cubetas de Muniesa y Alloza, si bien se trata de formaciones de permeabilidad baja, también constituyen por su extensión una significativa área de recarga mediante percolación vertical a los acuíferos jurásicos infrayacentes. Por otro lado, las descargas se producen de forma natural a los cauces mediante manantiales asociados a estructuras geológicas donde aflora la base impermeable del Keuper, siendo el río Martín el principal colector de los flujos subterráneos. Las principales descargas puntuales corresponden a los manantiales de Alcaine (200 l/s), Oliete y Ariño (800 l/s), todos ellos localizados en el río Martín y las principales descargas difusas, también en el río Martín se localizan en la subunidad de los Estrechos, donde el río corta los materiales jurásicos del grupo Renales.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

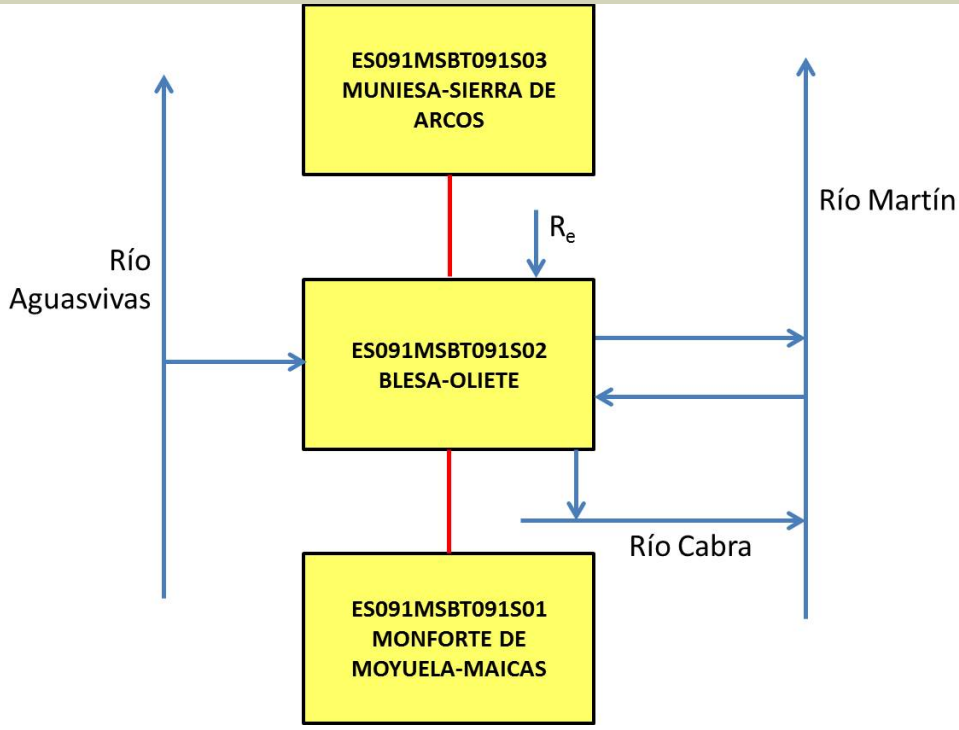
Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT091S01	Monforte de Moyuela-Maicas

Esquema: ES091MSBT091S01



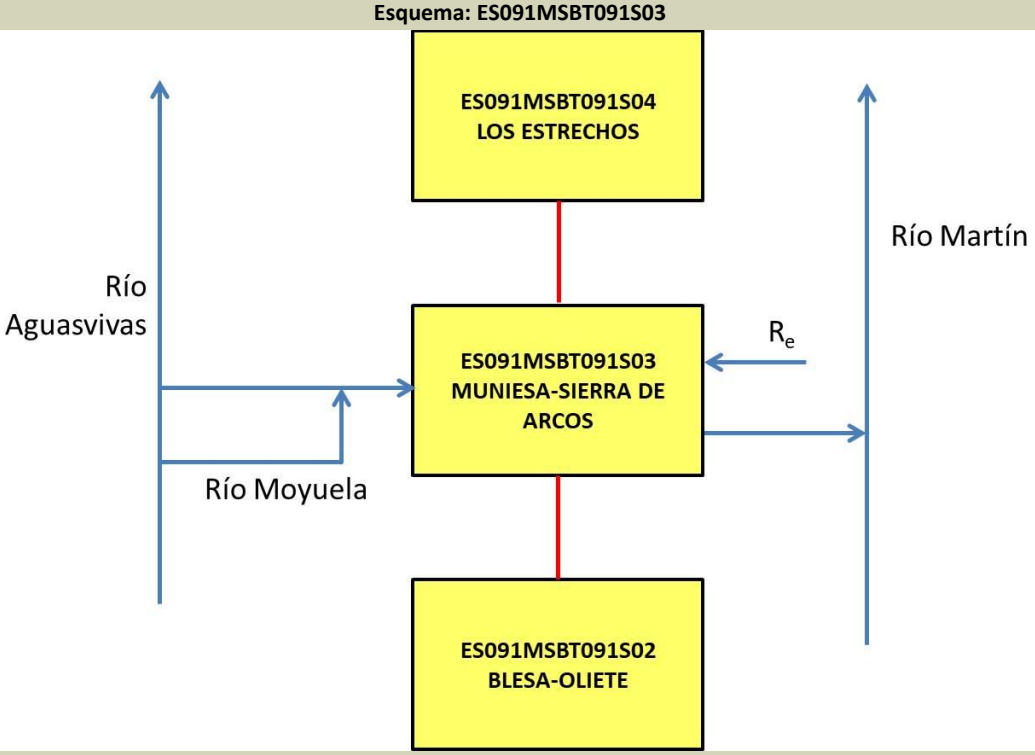
Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT091S02	Blesa-Oliete

Esquema: ES091MSBT091S02



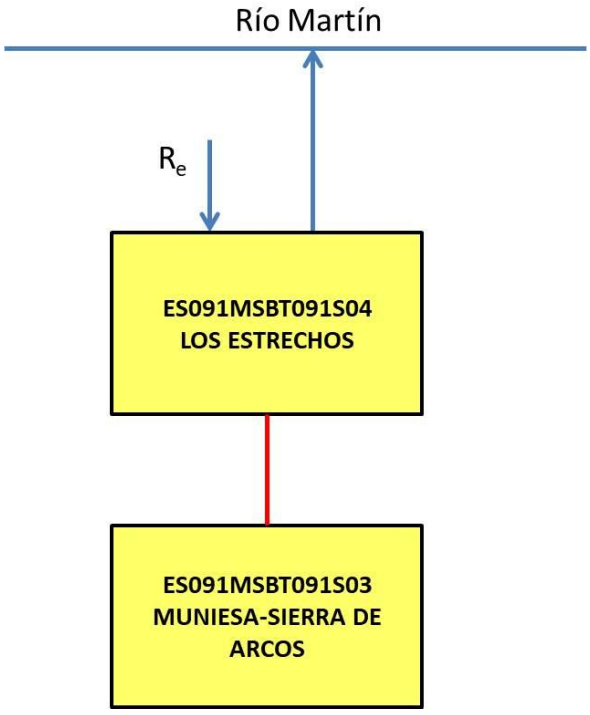
Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT091S03	Muniesa-Sierra de Arcos

Esquema: ES091MSBT091S03



Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT091S04	Los Estrechos

Esquema: ES091MSBT091S04



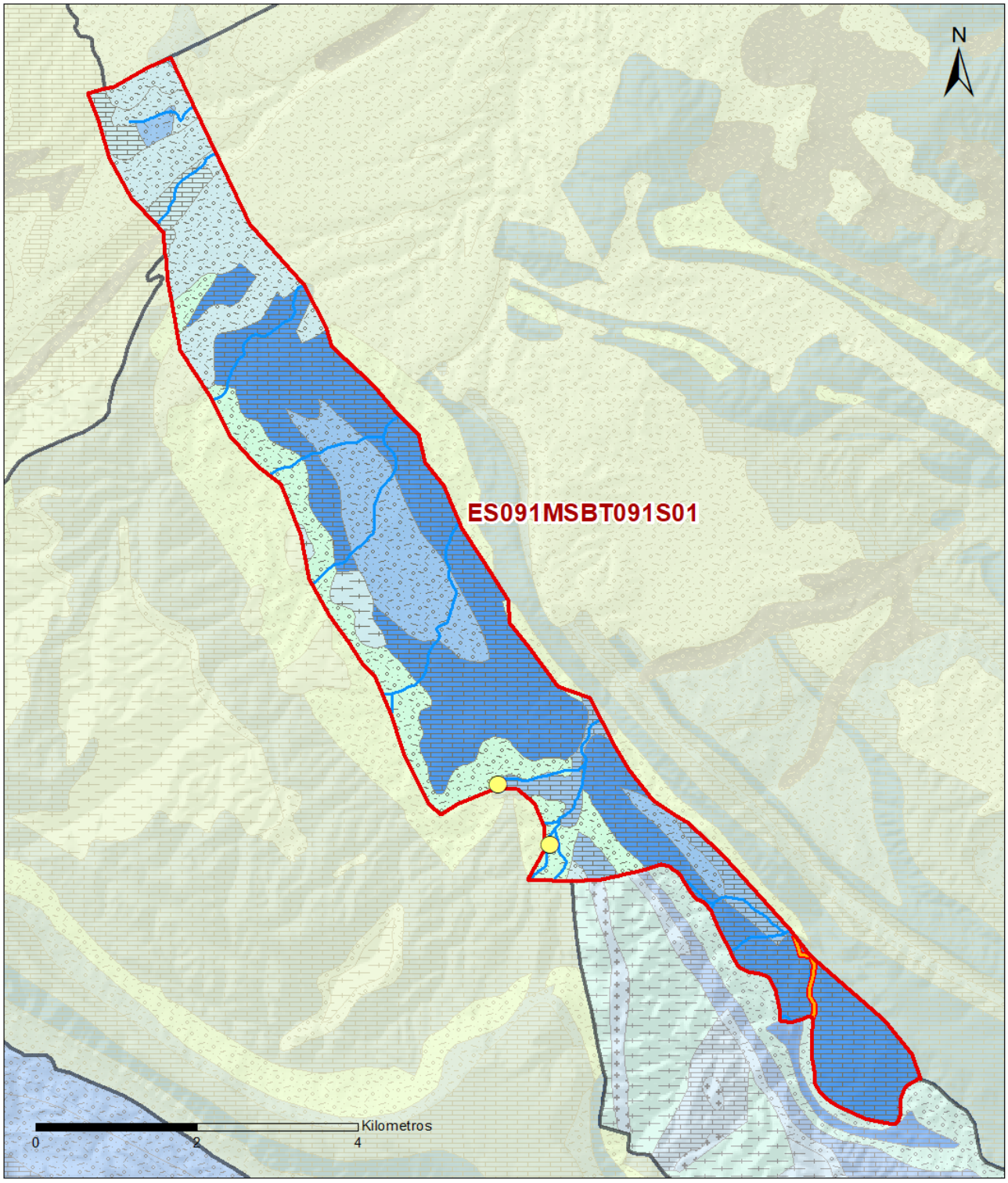
5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT091S01	ES091MSPF333	Río Aguas Vivas desde su nacimiento hasta el azud de Blesa.	Descarga a cauce	091.091.001
ES091MSBT091S02	ES091MSPF123	Río Aguas Vivas desde el azud de Blesa hasta la cola del Embalse de Moneva.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.091.002
ES091MSBT091S02	ES091MSPF133	Río Martín desde la Presa de Cueva Foradada hasta el río Escuriza.	Descarga a manantial	091.091.007
ES091MSBT091S02	ES091MSPF135	Río Martín desde el río Escuriza hasta su desembocadura en el río Ebro.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.091.010
ES091MSBT091S02	ES091MSPF344	Río Martín desde el río Ancho (final de la canalización de Montalbán) hasta el río Cabra.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.091.004
ES091MSBT091S02	ES091MSPF345	Río Cabra desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Obón.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.091.005
ES091MSBT091S02	ES091MSPF346	Río Martín desde el río Cabra hasta la cola del Embalse de Cueva Foradada.	Descarga a manantial	091.091.006
ES091MSBT091S03	ES091MSPF123	Río Aguas Vivas desde el azud de Blesa hasta la cola del Embalse de Moneva.	Descarga a manantial	091.091.008
ES091MSBT091S03	ES091MSPF333	Río Aguas Vivas desde su nacimiento hasta el azud de Blesa.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.091.003
ES091MSBT091S04	ES091MSPF135	Río Martín desde el río Escuriza hasta su desembocadura en el río Ebro.	Descarga a cauce	091.091.009

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)
ES091MSBT091S01	091.091.001	874				100	
ES091MSBT091S02	091.091.002			-2,19		50	-0,00650
ES091MSBT091S02	091.091.004			-1,07		20	-0,01790
ES091MSBT091S02	091.091.005					15	-0,01790
ES091MSBT091S02	091.091.006	605	0,00479	6,62	2,30-8,98	75	
ES091MSBT091S02	091.091.007	530		2,20	1,26-3,15	25	
ES091MSBT091S02	091.091.010			-0,37	-0,126 a -0,851	15	-0,02380
ES091MSBT091S03	091.091.003			-8,67		100	-0,02580
ES091MSBT091S03	091.091.008	435	0,00213	24,50	1,60-45,75	100	
ES091MSBT091S04	091.091.009	359				100	

Relación río/acuífero ES091MSBT091S01



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

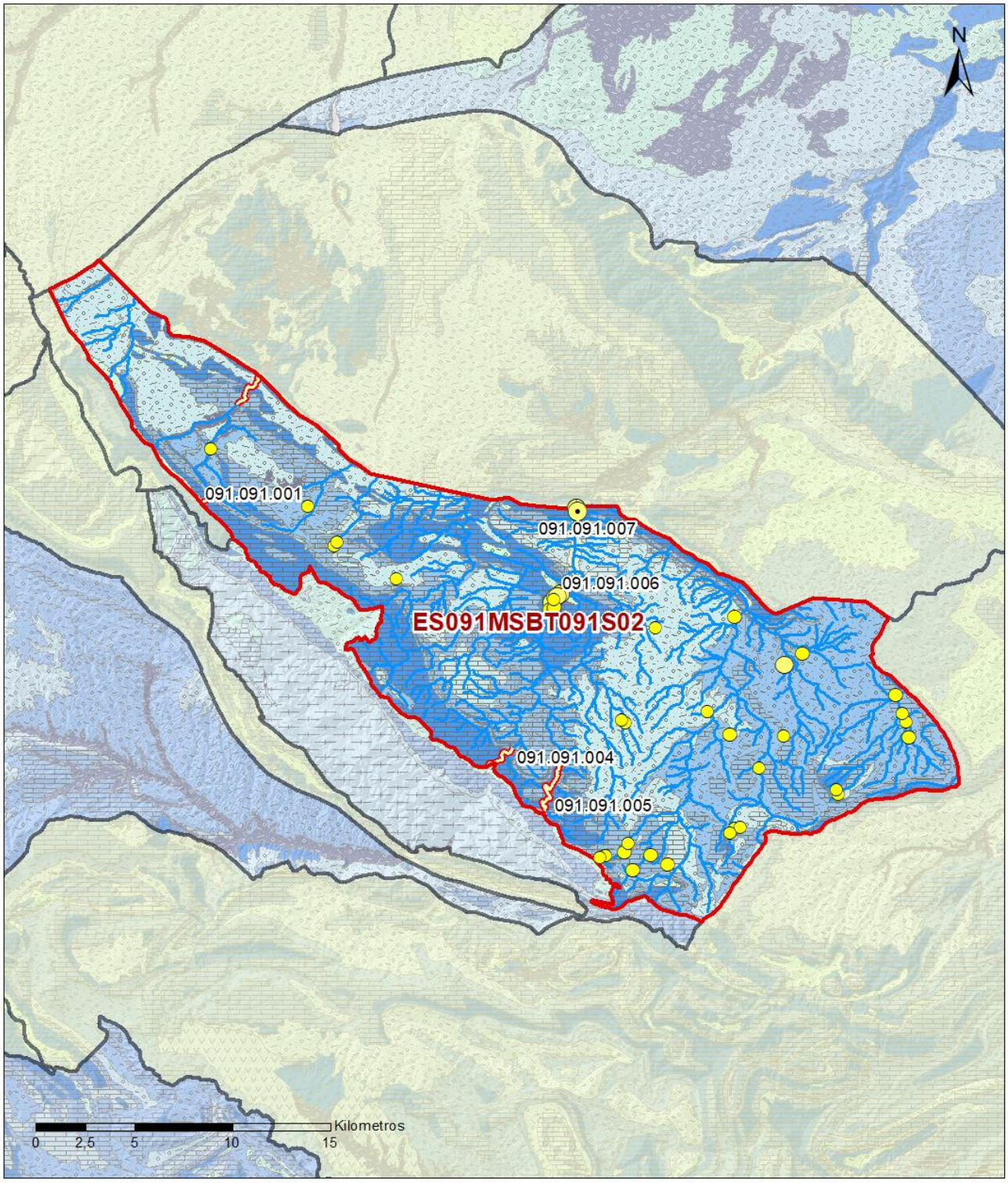
Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

- Río ganador con conexión difusa directa
- Río ganador que recibe la descarga directa del acuífero

Relación río/acuífero ES091MSBT091S02



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

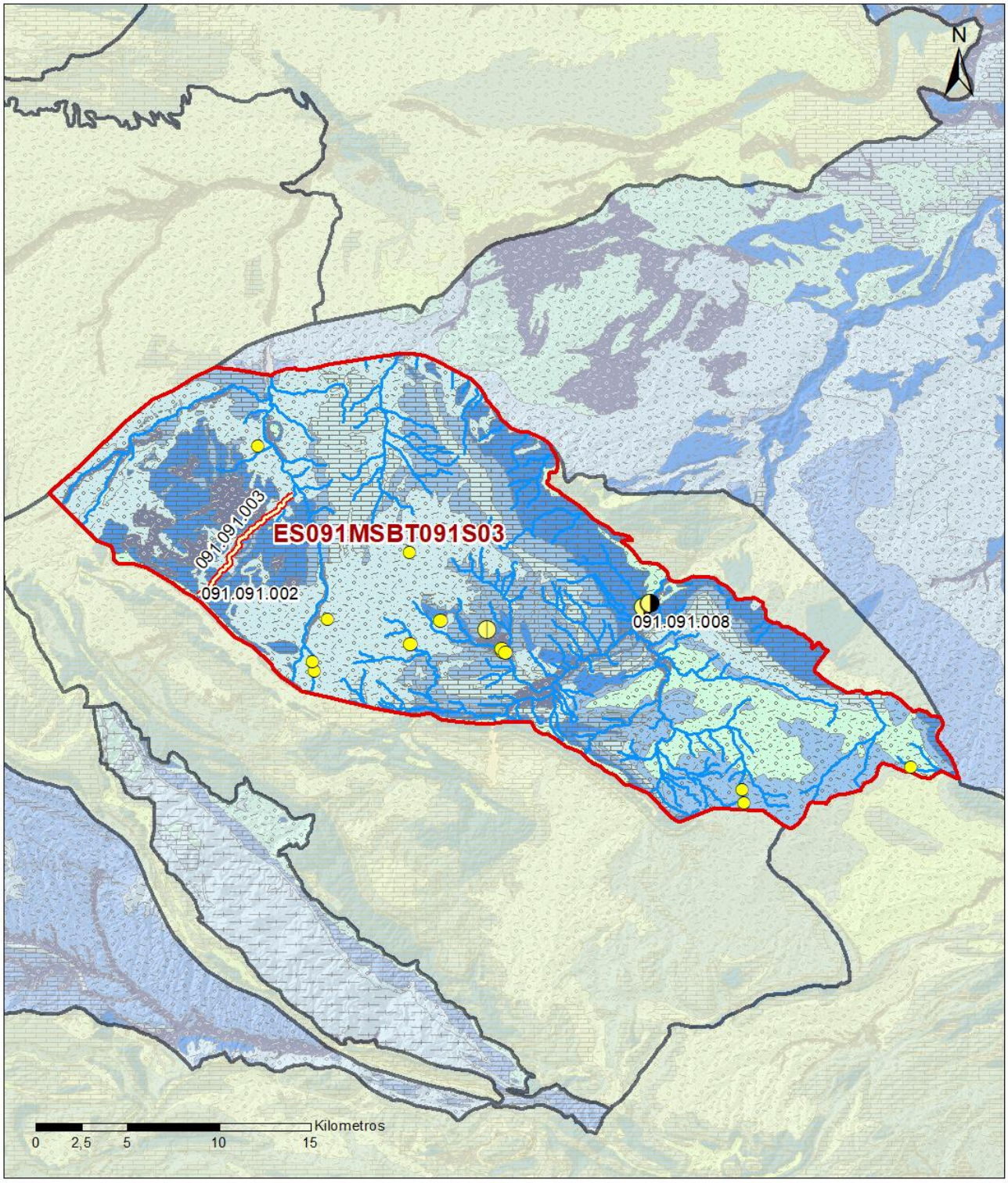
Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

- Río ganador con conexión difusa directa
- Río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha
- Río ganador a favor de un grupo de manantiales asociados al cauce o a tributarios

Relación río/acuífero ES091MSBT091S03



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

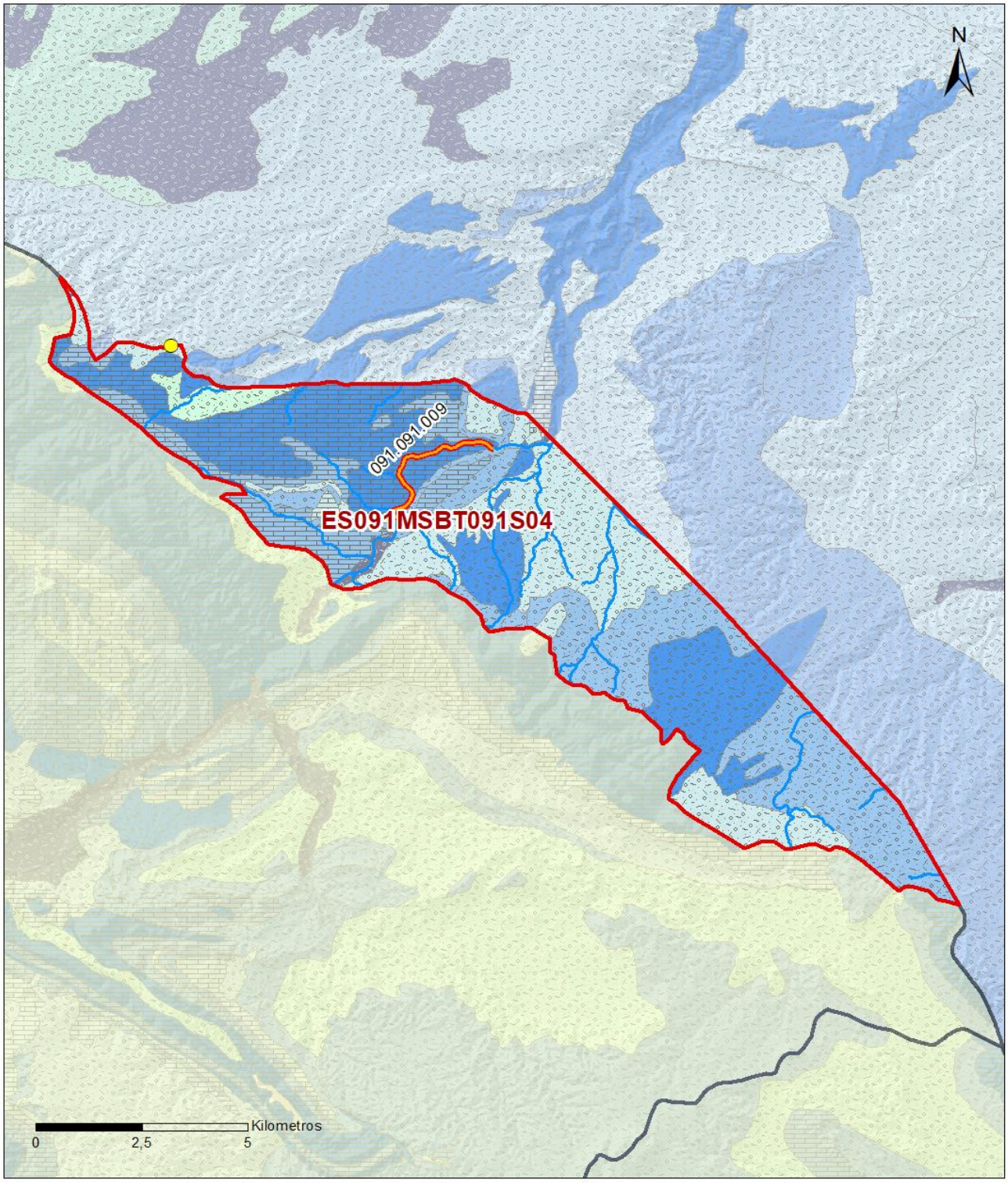
Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

- Río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha
- Río ganador a favor de un grupo de manantiales asociados al cauce o a tributarios

Relación río/acuífero ES091MSBT091S04



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

- Río ganador con conexión difusa directa

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

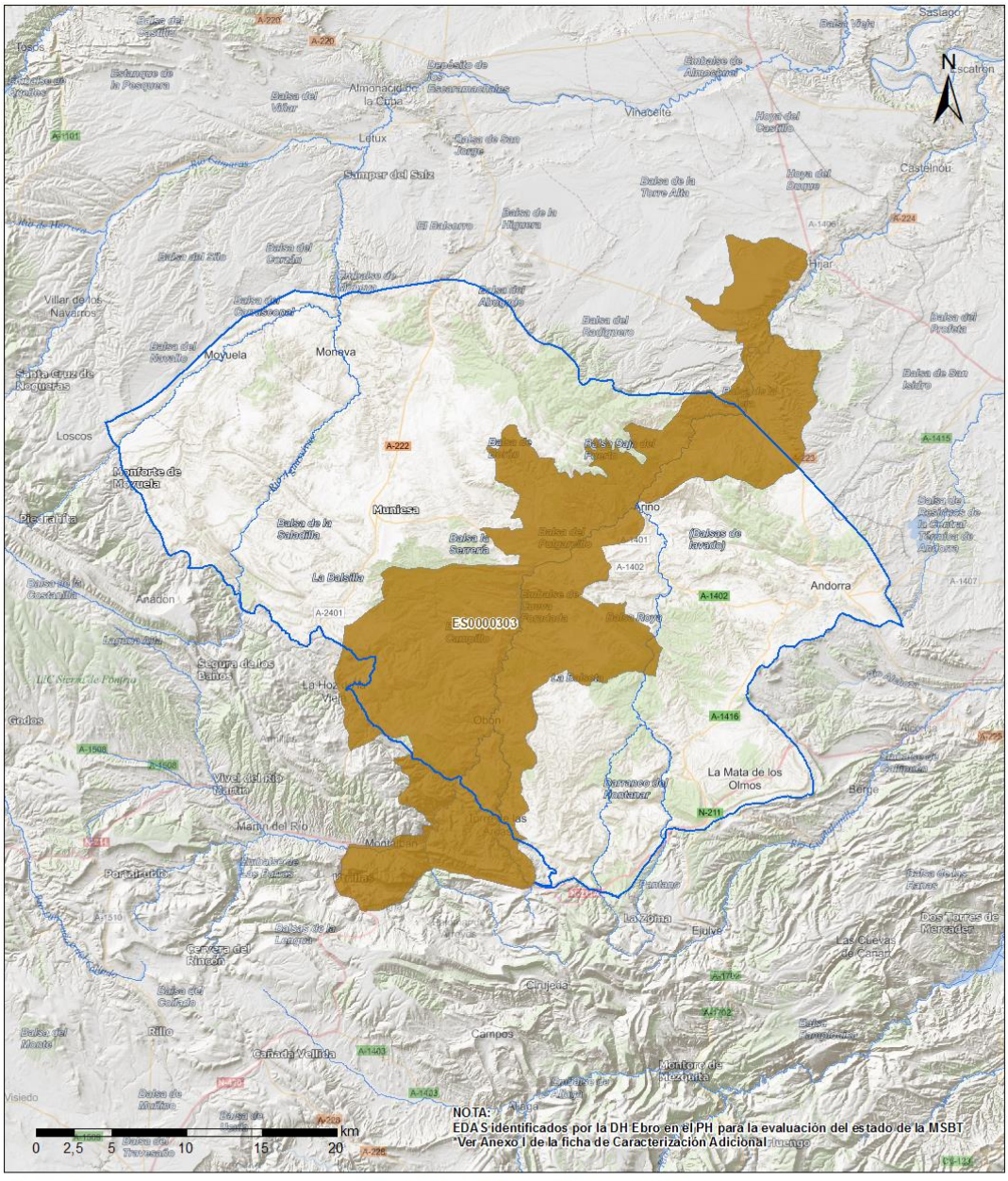
Ver Anexo 1.

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 ES091MSBT091
Cubeta de Oliete

SITES RN2000 (ZEPA) con ETDAS en Mal Estado

Código SITE , Código Hábitat, Nombre Hábitat

ES0000303, 7220, Manantiales petrificantes con formación de tuf (Cratoneurion) (*)

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

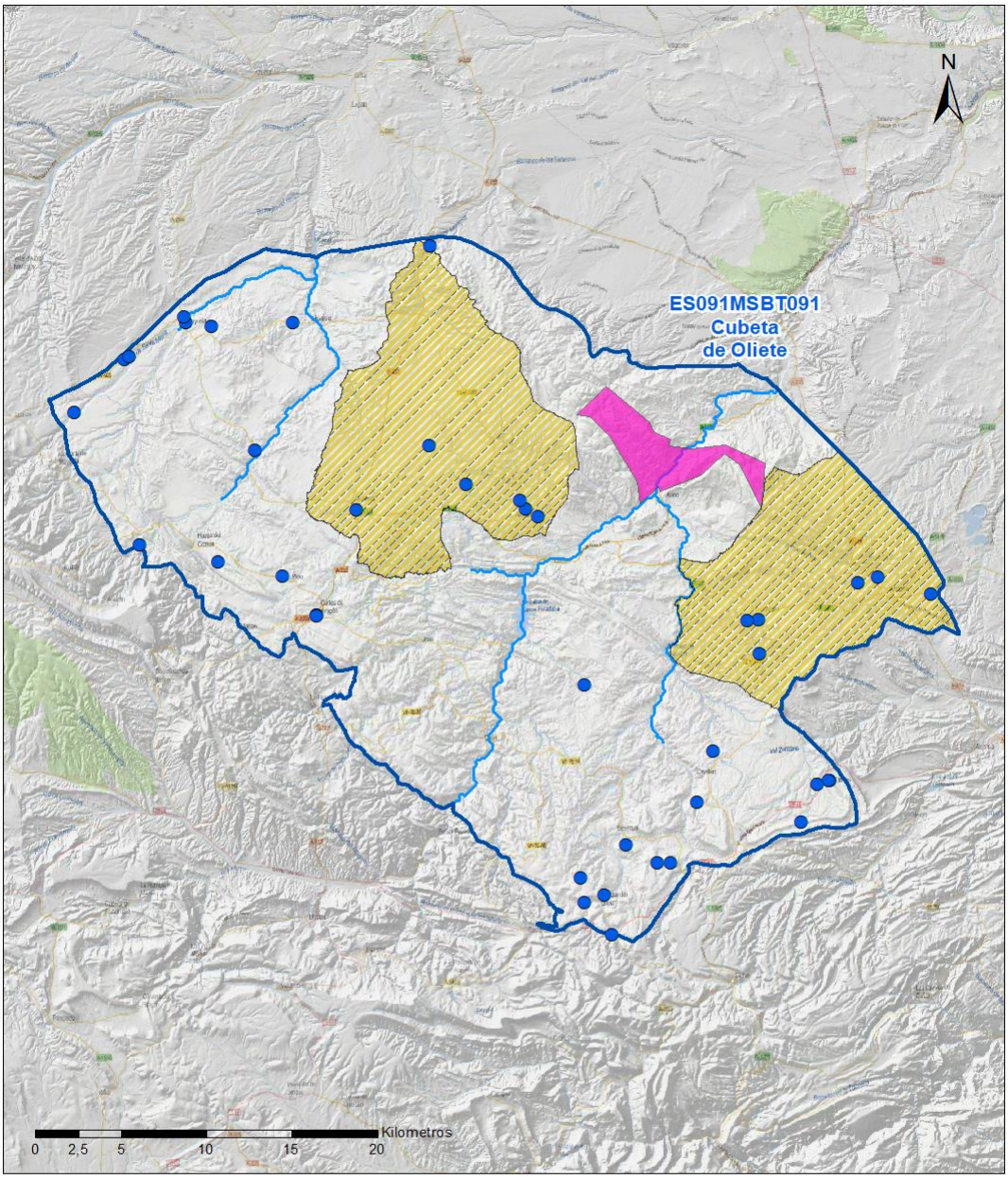
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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)	40	☑	☐		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	40	☐	☑	2	0,13
Zonas de futura captación de agua para consumo humano		☐	☐		
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	1	☐	☑	316	26,05
Perímetros de protección de aguas minerales y termales	1	☐	☑	24	1,94

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	10,31	**Descargas hacia MSPF**	
Recarga desde MSPF	12,30	**Extracciones**	5,05
Transf. lateral otras MSBT	35,00	**Transf. lateral otras MSBT**	
Retornos de riego	0,48		
Otras entradas		**Otras salidas**	
Entradas Totales	58,08	**Salidas Totales**	5,05
Diferencia entradas-salidas (hm³/año) (RA)			53,03

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

7.2. 1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm³/año)	16,14
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm³/año)	4,32
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm³/año)	3,20
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm³/año)	15,52
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,28

7.2. 2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm³/año)	57,60
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm³/año)	5,05
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm³/año)	11,52
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm³/año)	46,56
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,11

"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

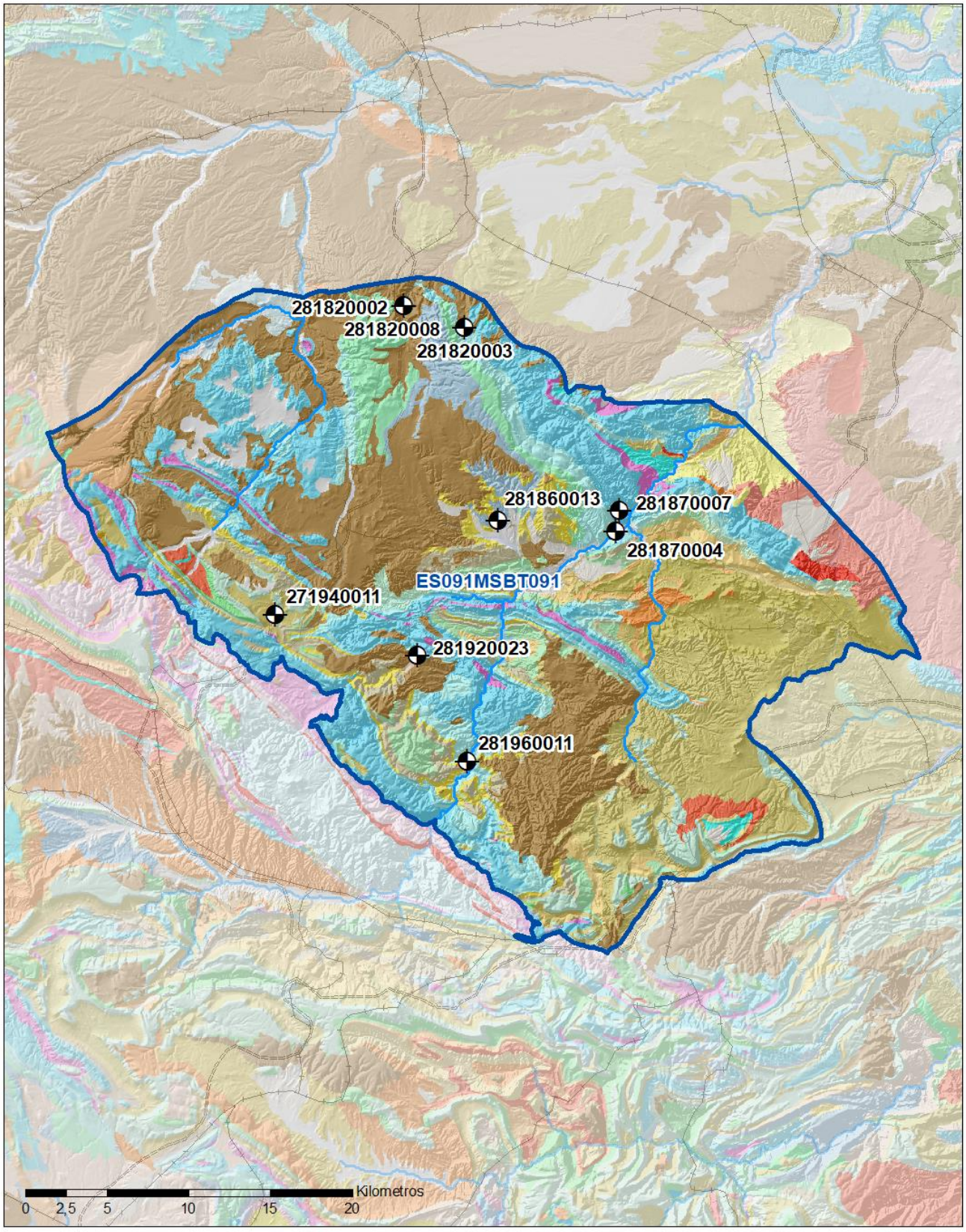
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
271940011	Piezometría	680.187	4.539.623	Barremiense-Aptiense	26/04/1994			180,0	911	☑	☐	☐
281820002	Piezometría	688.048	4.558.514	Fm carbonatada Chelva	14/12/1994			362,2	674	☑	☐	☐
281820003	Piezometría	691.768	4.557.172	Grupo Renales	07/05/2001			316,0	757	☑	☐	☐
281820008	Piezometría	688.054	4.558.503	Fm. Higueruela	23/10/2006			161,0	672	☑	☐	☐
281860013	Piezometría	693.836	4.545.371	Grupo Renales	06/06/2001			816,0	681	☑	☐	☐
281870004	Piezometría	701.026	4.544.704	Grupo Renales	24/04/1994			145,0	462	☑	☐	☐
281870007	Piezometría	701.245	4.546.005	Grupo Renales	03/10/2000			103,0	488	☑	☐	☐
281920023	Piezometría	688.870	4.537.123	Grupo Renales				295,0	728	☑	☐	☐
281960011	Piezometría	691.937	4.530.639	Grupo Renales	11/06/2008			250,0	658	☑	☐	☐

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

8.2 MAPAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

Localización de puntos de control



LEYENDA

MSBT

Red hidrográfica

Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

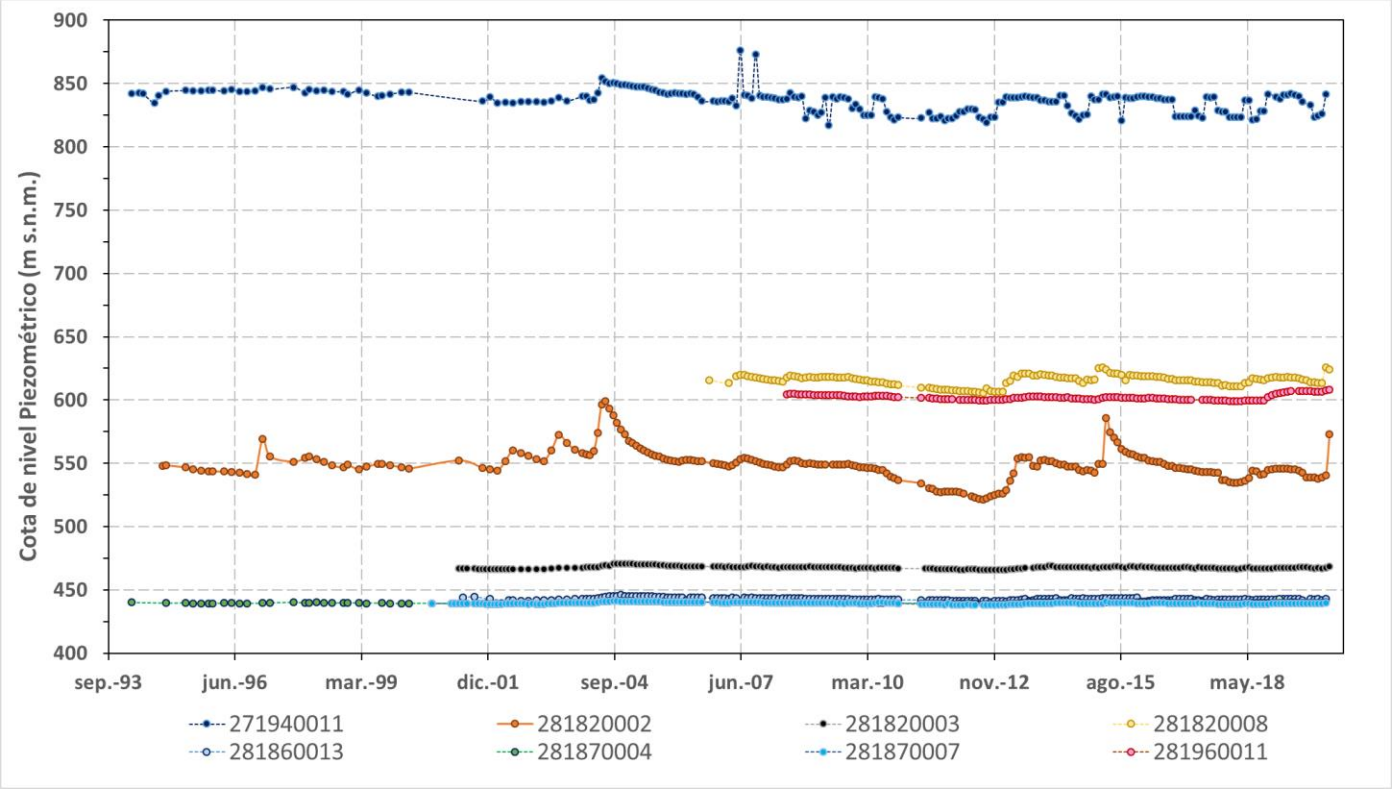
Piezometría

Hidrometría

8.3 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA PIEZOMETRÍA

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

Gráfico de la evolución piezométrica en los puntos de control



Observaciones a la evolución general de la piezometría / hidrometría

La red de control cuantitativo dispone en la masa de agua de la cubeta de Oliete de 16 puntos de control repartidos entre 10 piezómetros y 7 puntos de aforo en manantiales. El principal acuífero, las calizas y dolomías del Grupo Renales (Jurásico inferior), dispone de 5 puntos de control piezométrico en la zona de recarga en la cuenca del Aguas Vivas (IPA-28182003), en la zona de recarga y tránsito hacia las descargas en los manantiales de Alcaine (IPA-281960011 y IPA-281920023) y en la zona de descarga regional en el río Martín en Ariño (IPA-28187004 y IPA-281870007). El acuífero del Malm también dispone de un piezómetro en su zona de recarga, en Ventas de Muniesa (IPA-28182008), así como otros dos piezómetros que atraviesan además de esta formación acuífera otras formaciones como el Dogger en zona de recarga (IPA-28182002), o el Lias en una de las principales descargas del acuífero del Malm, en los manantiales de San Miguel en Alacón (IPA-281860013). Finalmente, el acuífero del Cretácico Inferior (Barremiense-Aptiense), dispone de un piezómetro de control en Plou (IPA-271940011). Son series mensuales con datos desde el 1994, y algunos de estos puntos de control (IPA-281960011) están equipados con sistemas automáticos de medida con registro diario. Todos ellos muestran un comportamiento similar, con una importante recuperación en los años 2004-2005 y un posterior descenso, salvo el piezómetro del acuífero del Cretácico Inferior (IPA-271940011), donde a partir de noviembre de 2007 se observan unos descensos e incrementos puntuales muy acusados.

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
271940011	1994	2020	230	876,1	816,8	836,6	59,3	-0,01	Barremiense-Aptiense	No
281820002	1994	2020	229	598,9	521,3	548,7	77,6	0,96	Fm carbonatada Chelva	No
281820003	2001	2020	227	470,6	466,0	467,6	4,6	0,08	Grupo Renales	No
281820008	2006	2020	153	625,9	605,5	615,7	20,4	0,59	Fm. Higueruela	No
281860013	2001	2020	200	447,0	440,4	442,9	6,6	-0,21	Grupo Renales	No
281870004	1994	2020	260	441,3	438,6	439,7	2,7	0,01	Grupo Renales	No
281870007	2000	2020	239	441,1	438,1	439,4	3,1	0,01	Grupo Renales	No
281960011	2008	2020	973	608,5	599,1	602,3	9,4	0,34	Grupo Renales	No

8.4 EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

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

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS MANANTIALES SELECCIONADOS

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

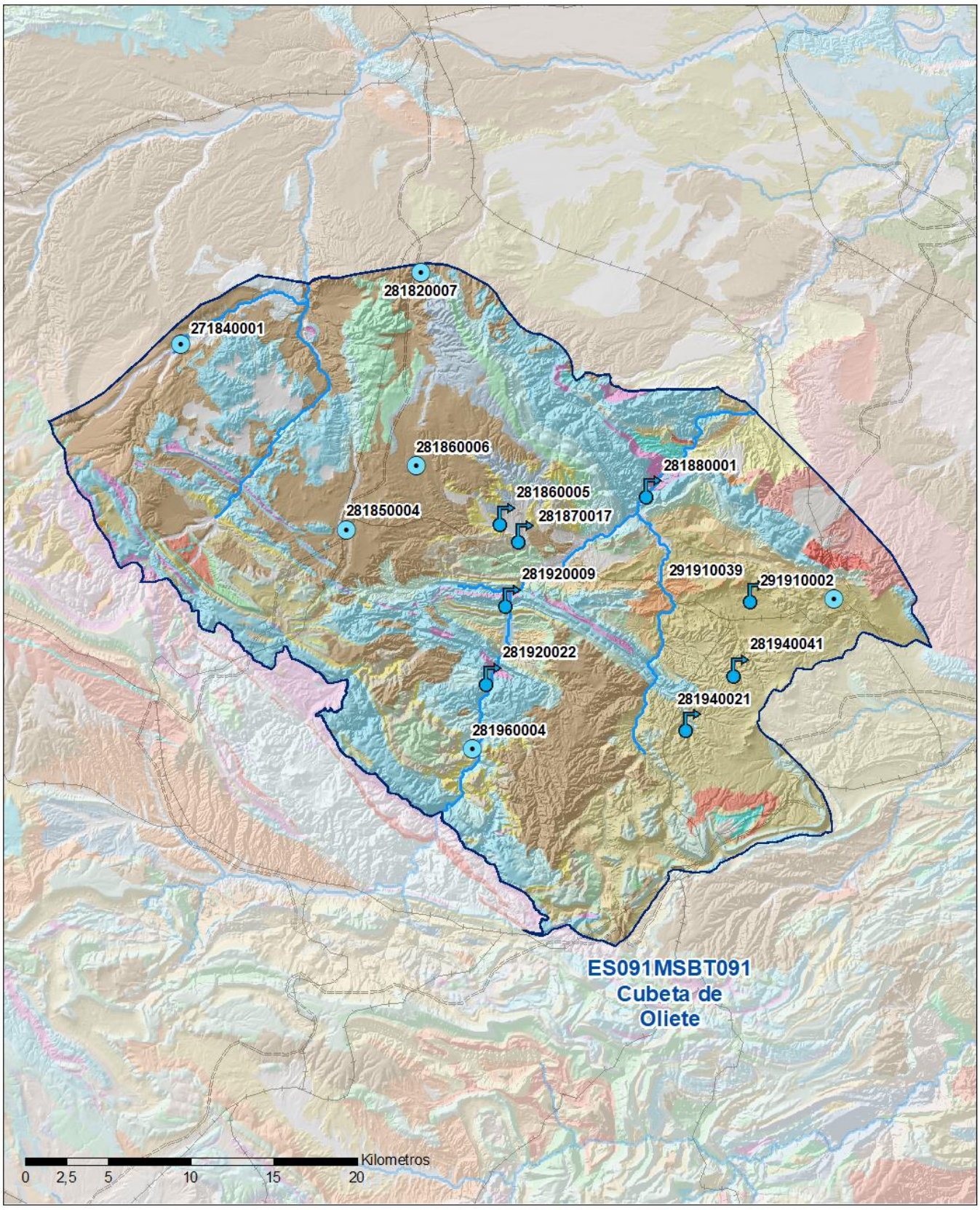
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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					
271840001	POZO DEL PARQUE	674.283	4.555.297	729	6,0	POZO	Cuaternario aluvial	11/04/2002
281820007	SONDEO CUESTA BLANCA. C.H.E. ABASTECIMIENTO	688.700	4.559.614	649	165,0	POZO	Fm. Higueruela	18/05/2007
281850004	ANTIGUO POZO DE ABASTECIMIENTO. LAS ERAS	684.247	4.544.098	792	109,0	POZO	Terciario continental detrítico	11/04/2002
281860005	FUENTE DE SAN MIGUEL. MANANTIAL DE ALACÓN	693.745	4.544.879	639		MANANTIAL	Fm. Higueruela	29/05/1995
281860006	ABASTECIMIENTO A MUNIESA. ABORNES / HOYA DE GABARDA	688.463	4.547.937	780	325,0	POZO	Fm. Higueruela	22/05/2002
281870017	FUENTE ALFARA. MANANTIAL DE ALACÓN	694.859	4.543.806	597		MANANTIAL		16/05/2007
281880001	BAÑOS DE ARIÑO-1	702.591	4.546.507	433		MANANTIAL	Grupo Renales	18/05/1995
281920009	MANANTIALES DE OLIETE	694.109	4.539.930	560		MANANTIAL	Grupo Renales	03/11/2003
281920022	MANANTIALES DE ALCAINE. CONTROL QUÍMICO.FUENTE HERMOSA	692.913	4.535.223	613		MANANTIAL	Grupo Renales	18/06/2002
281940021	MAS DE CRIVILLEN	704.931	4.532.440	718		MANANTIAL	Fm Arenas de Utrillas	29/05/1995
281940041	MANANTIAL PINIELLA	707.807	4.535.731	755		MANANTIAL	Terciario continental detrítico	20/11/2007
281960004	SONDEO ABASTECIMIENTO DPTe	691.831	4.530.886	658	197,0	POZO	Grupo Renales	26/07/2010
291910002	POZO DE SAN JUAN (Pol. 18, Parc. 253)	713.579	4.539.922	695	384,2	POZO	Fm Arenas de Utrillas	29/05/1995
291910039	CHIL ROYA	708.839	4.540.197	649		MANANTIAL	Terciario continental detrítico	10/04/2002

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico		PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
271840001	☐	☐	☐	☑	☐	
281820007	☐	☐	☑	☐	☐	Abastecimientos urbanos
281850004	☐	☐	☑	☑	☐	
281860005	☑	☐	☐	☑	☐	
281860006	☐	☐	☑	☑	☐	Abastecimientos urbanos
281870017	☐	☐	☑	☑	☐	
281880001	☑	☐	☐	☐	☐	
281920009	☑	☐	☐	☐	☐	
281920022	☑	☐	☐	☐	☐	
281940021	☑	☐	☐	☐	☐	
281940041	☐	☐	☑	☑	☐	
281960004	☐	☐	☑	☐	☐	
291910002	☐	☐	☑	☑	☐	Abastecimientos urbanos
291910039	☐	☐	☐	☑	☐	Otros usos

Mapa Red Control



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT

Tipo de Captación

MANANTIAL

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
281850004	Conglomerados, areniscas y lutitas (Terciario cont. Detrítico)	Bicarbonatada cálcico magnésica
281860005	Calizas oncolíticas y pisolíticas (Fm. Higueruela)	Bicarbonatada cálcica
281860006	Calizas oncolíticas y pisolíticas (Fm. Higueruela)	Bicarbonatada cálcica
281870017	Gravas, limos y arcillas (Cuaternario aluvial/¿Barremiense-Aptiense?)	Bicarbonatada cálcica
281940041	Conglomerados (Mioceno)	Bicarbonatada cálcica
291910002	Arcillas, areniscas y conglomerados (Terciario cont, Detrítico)/ Arenas (fm Utrillas)	Sulfatada cálcica
291910039	Conglomerados, areniscas y lutitas (Terciario cont. Detrítico)	Bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

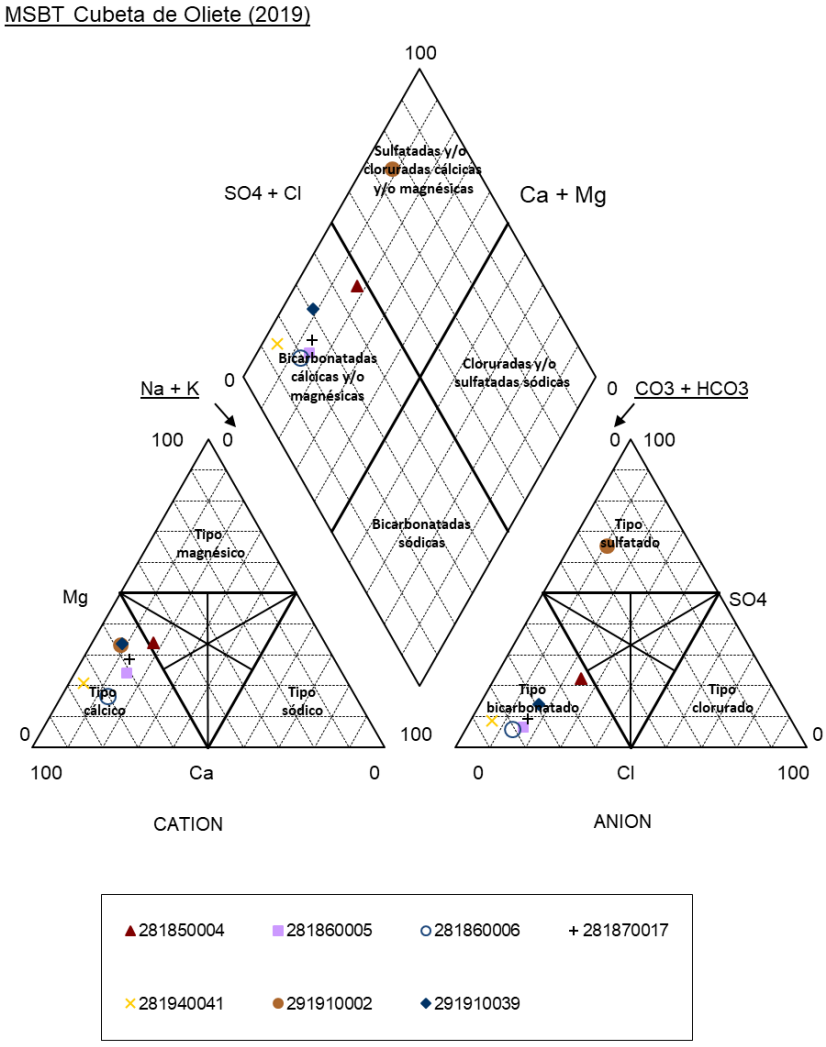


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 281850004

Cubeta de Oliete_281850004_(2015-2019)

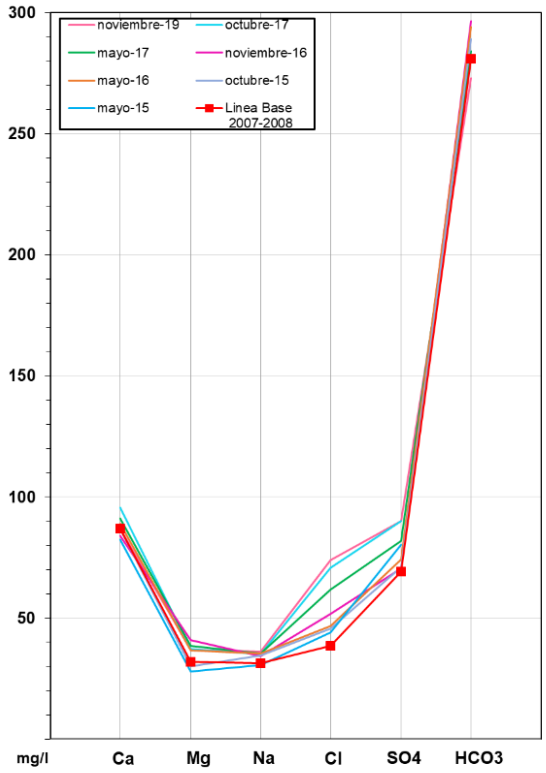


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 281860005

Cubeta de Oliete_281860005_(2015-2019)

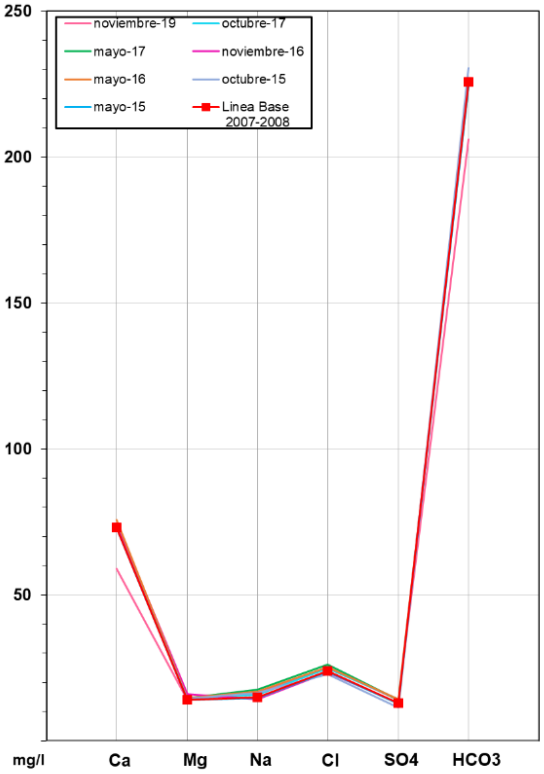


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 281870017

Cubeta de Oliete_281870017_(2015-2019)

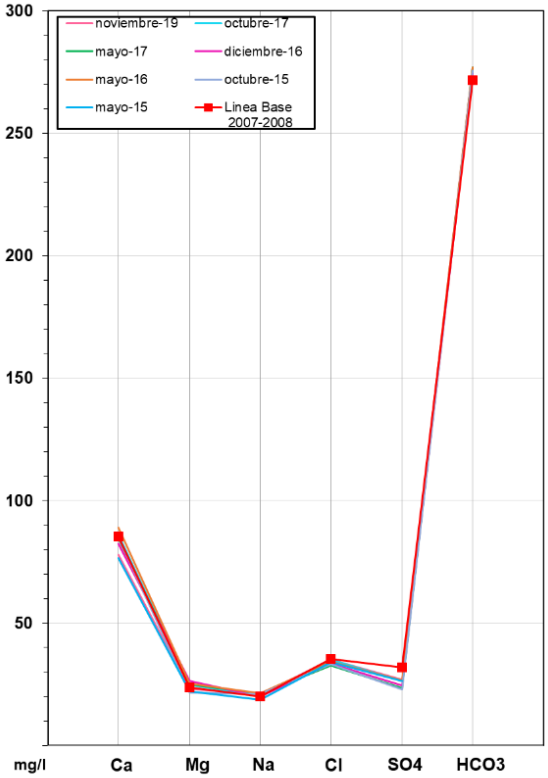
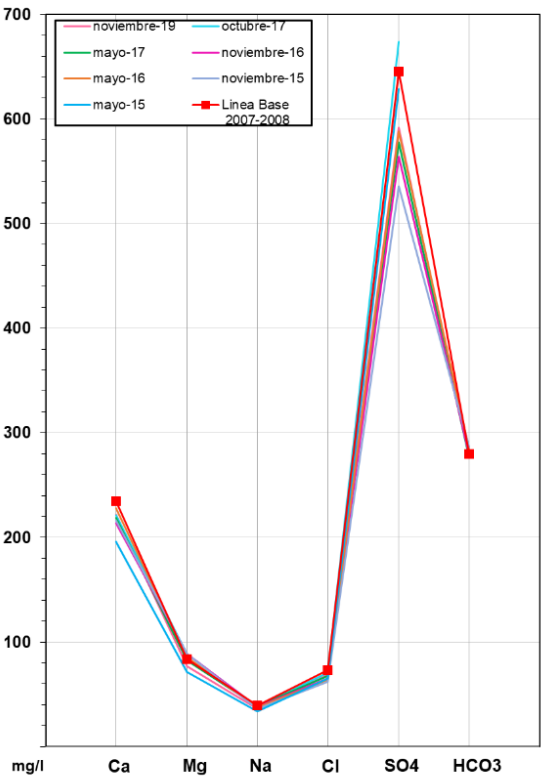


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 291910002

Cubeta de Oliete_291910002_(2015-2019)



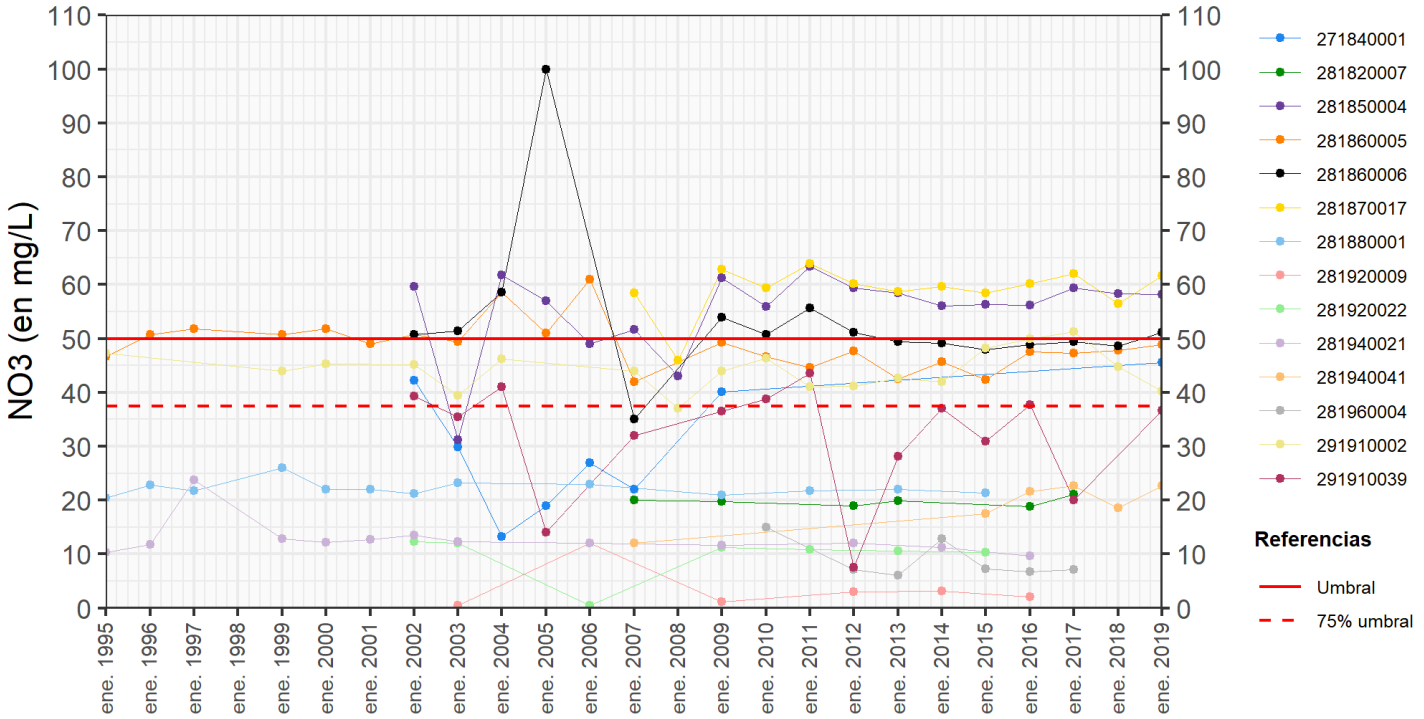
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

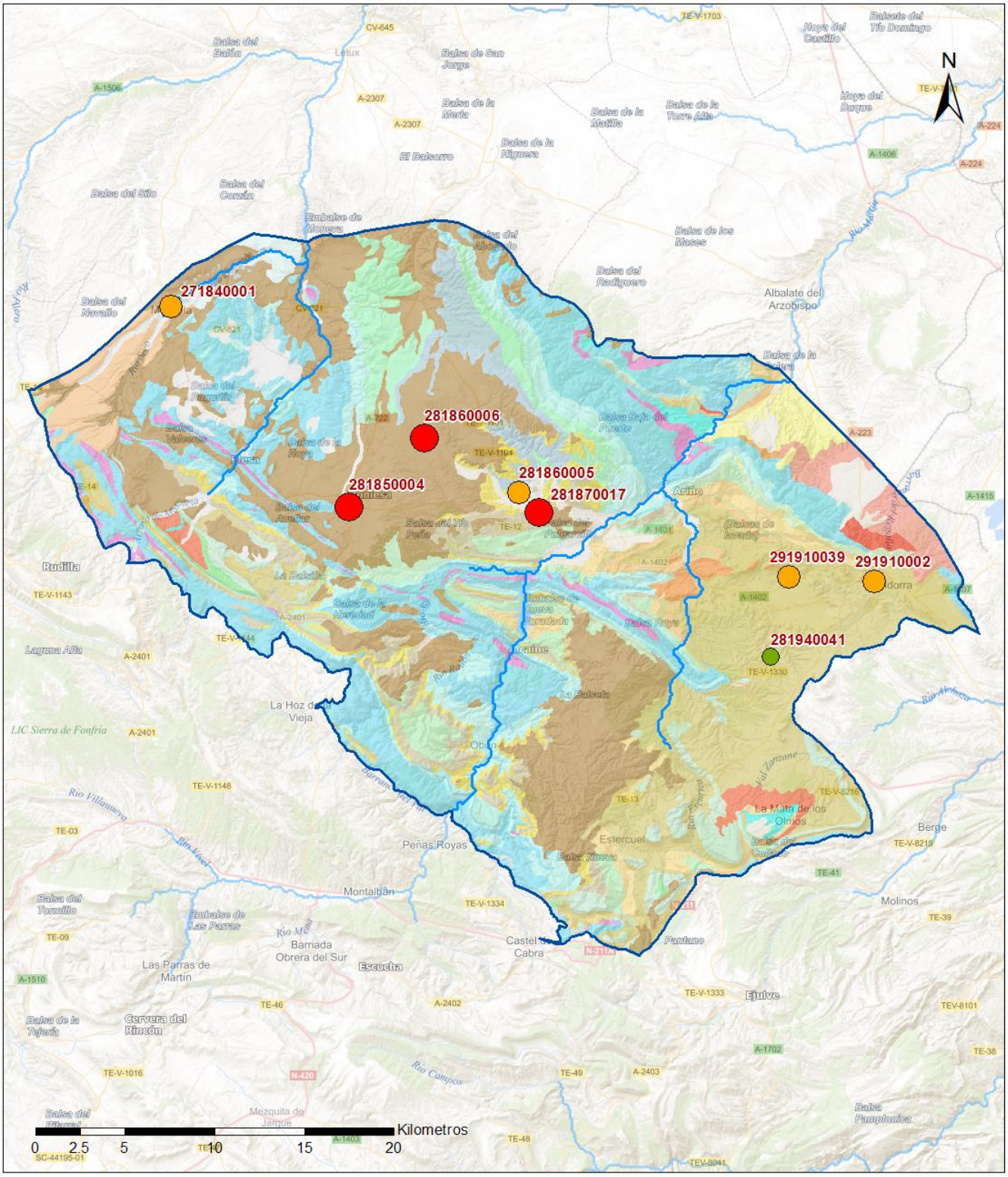
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº 1	Nitrato (NO_3^-)

Gráficas de Evolución



ES091MSBT091 - NO3 (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

MSBT:

Red hidrográfica

ES091MSBT091

Cubeta de Oliete

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

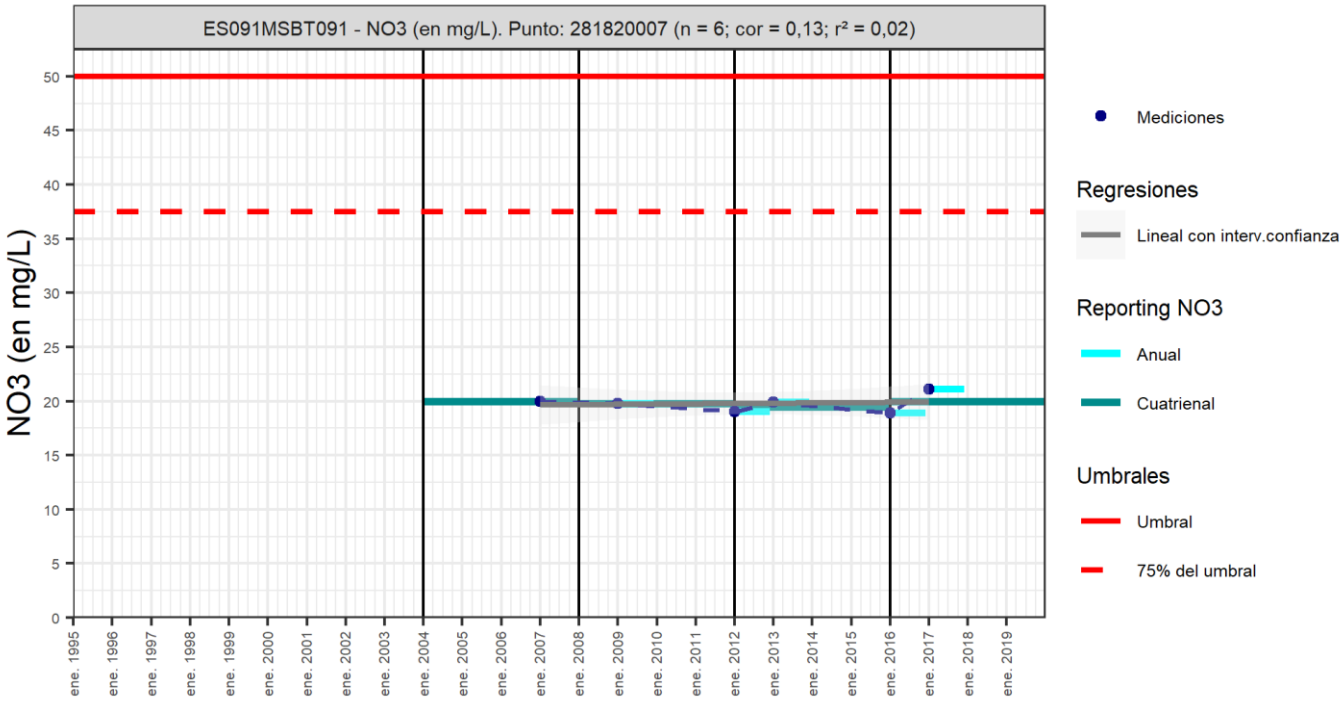
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Para la evaluación de tendencias del contenido en nitrato de la masa de agua de la Cubeta de Oliete se han seleccionado 6 puntos de control que presentan series de tiempo anuales que abarcan de entre 13 y 15 años. Se trata del manantial de San Miguel en Alacón que recoge una de las principales descargas del acuífero carbonatado del Malm (IPA-28186005), la fuente Alfara (IPA-281870017) sobre cuaternarios y el manantial de Alloza (IPA-291810039) con pequeñas descargas procedentes del acuífero del detrítico terciario. También se analizan la tendencia de nitrato de tres pozos, todos ellos emboquillados en formaciones terciarias, que captan el acuífero de las arenas de Utrillas en Andorra (IPA-291910002), el carbonatado del Malm (IPA-281860006) o el acuífero de los conglomerados terciarios (IPA-281850004), estos últimos en el entorno de Muniesa. Además, para el informe cuatrienal, se han incorporado 2 puntos más con medidas en los últimos dos cuatrienios, que corresponden a los puntos IPA-28182007 y IPA-28196004. Se trata de pozo de abastecimiento a Lécera que explota el acuífero carbonatado del Malm y el de abastecimiento a Obón que explota el acuífero carbonatado del Lías.

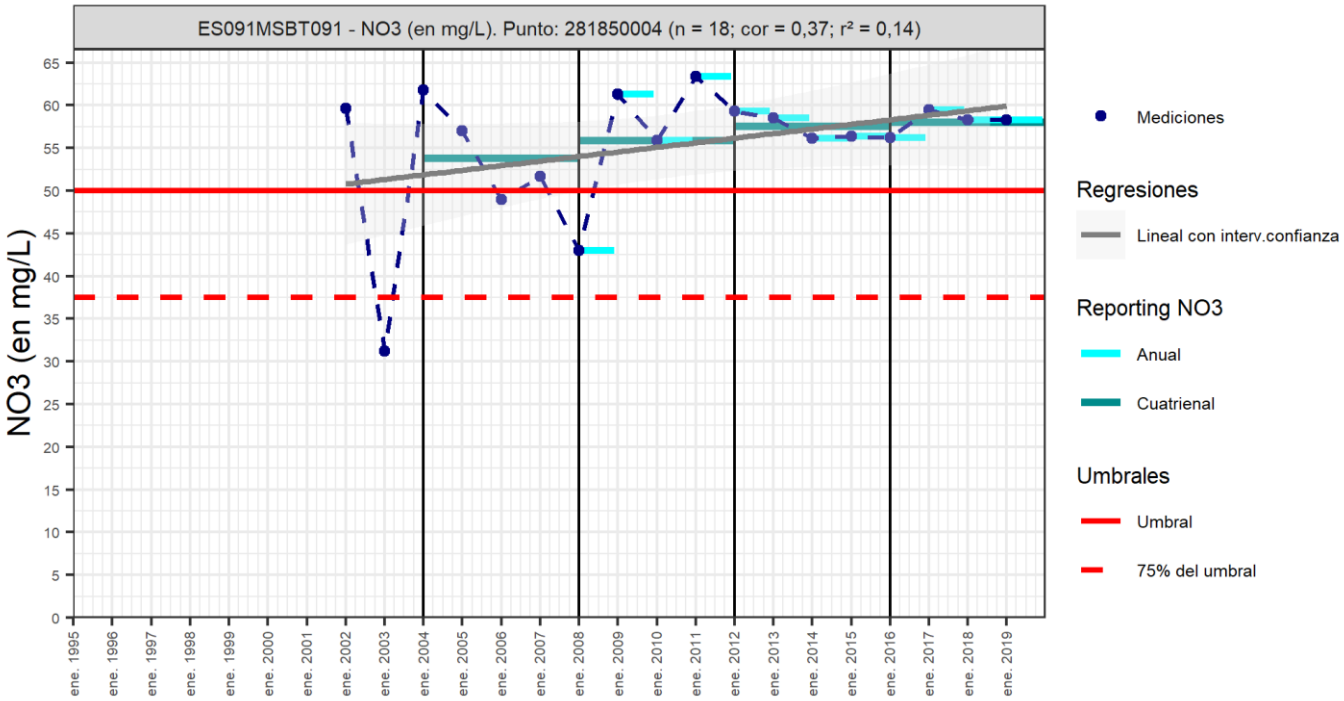
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO_3^-)

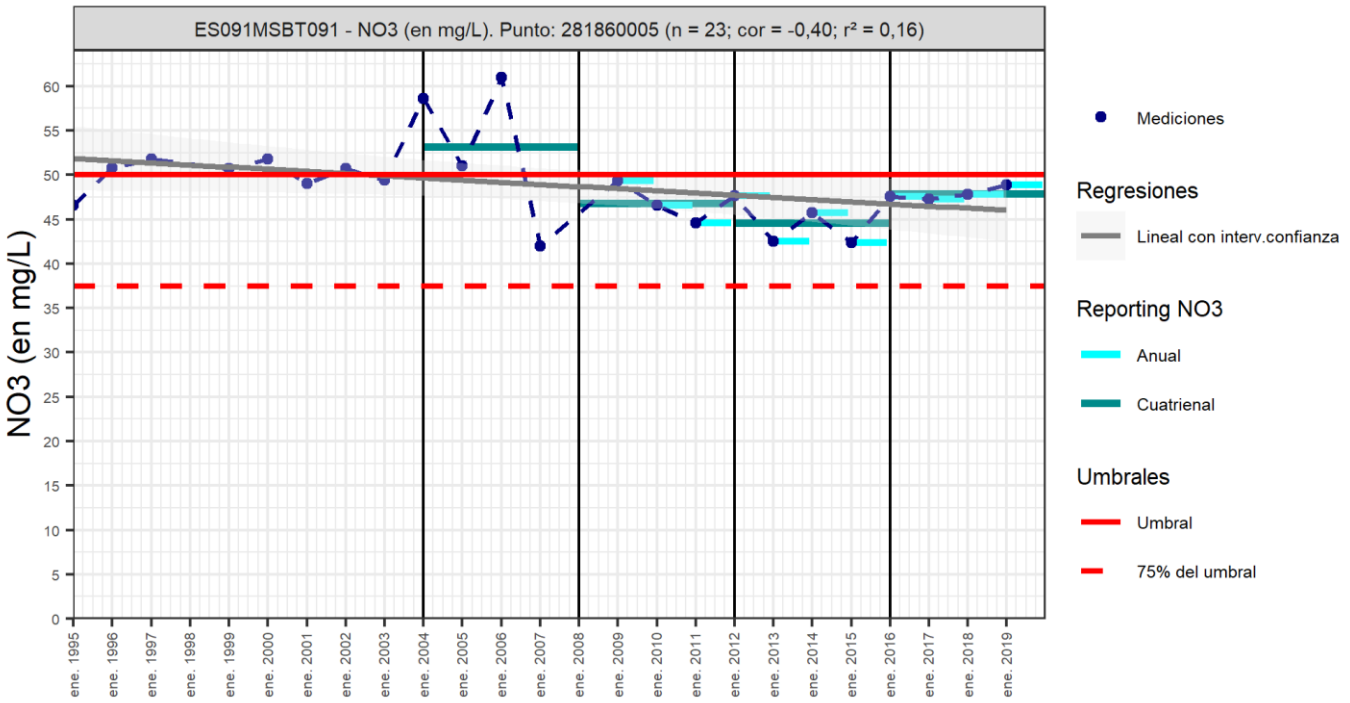
Código Punto 281820007



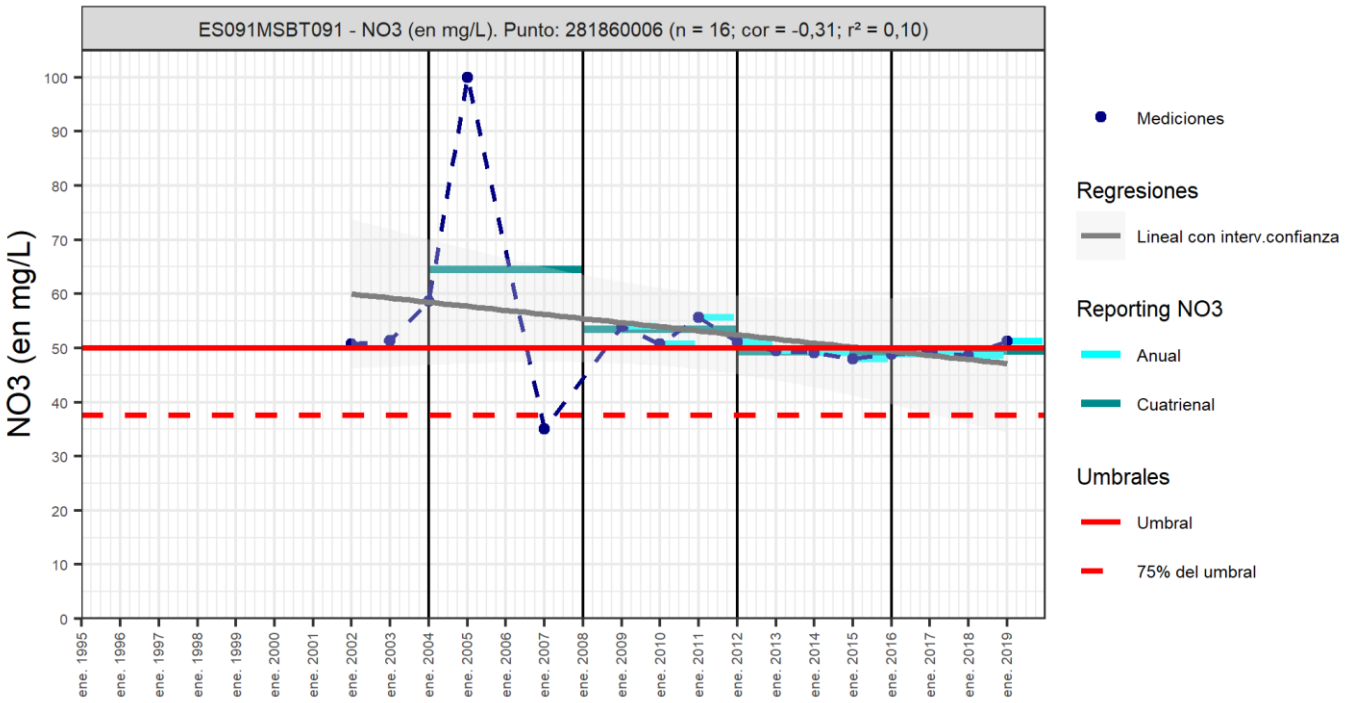
Código Punto 281850004



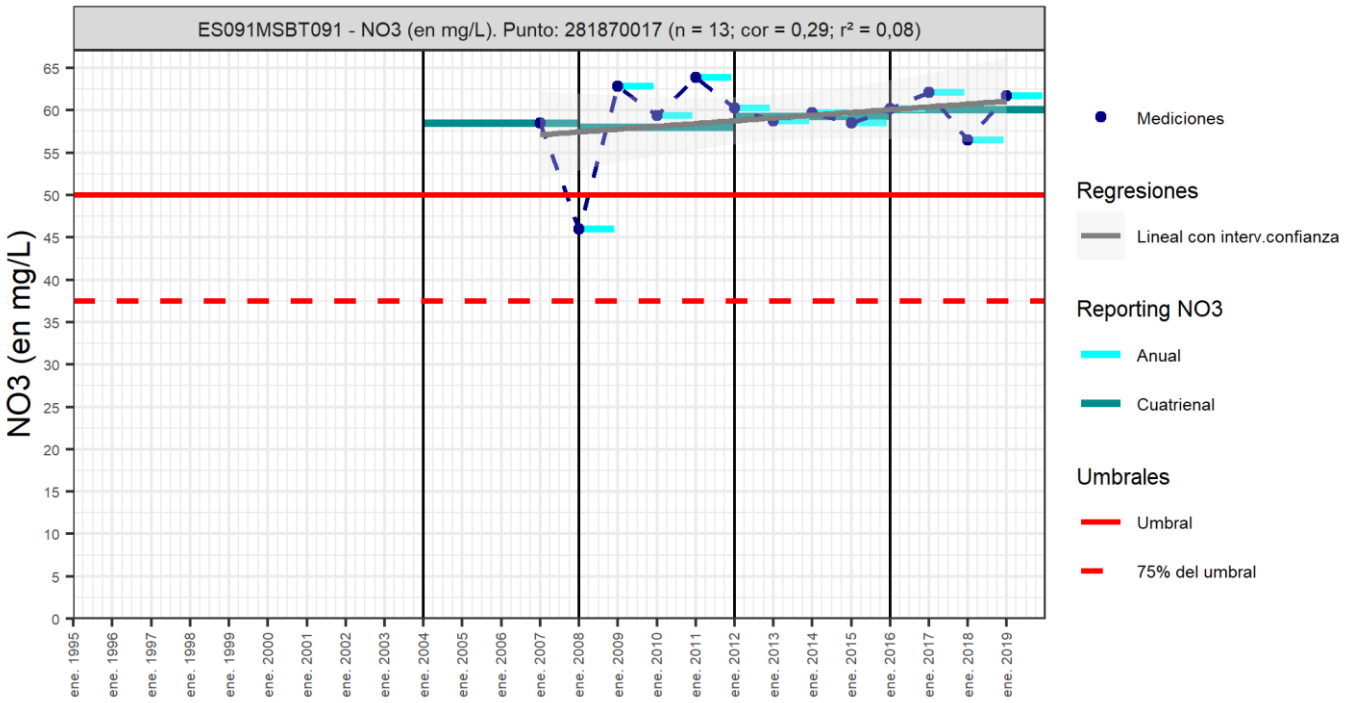
Código Punto 281860005



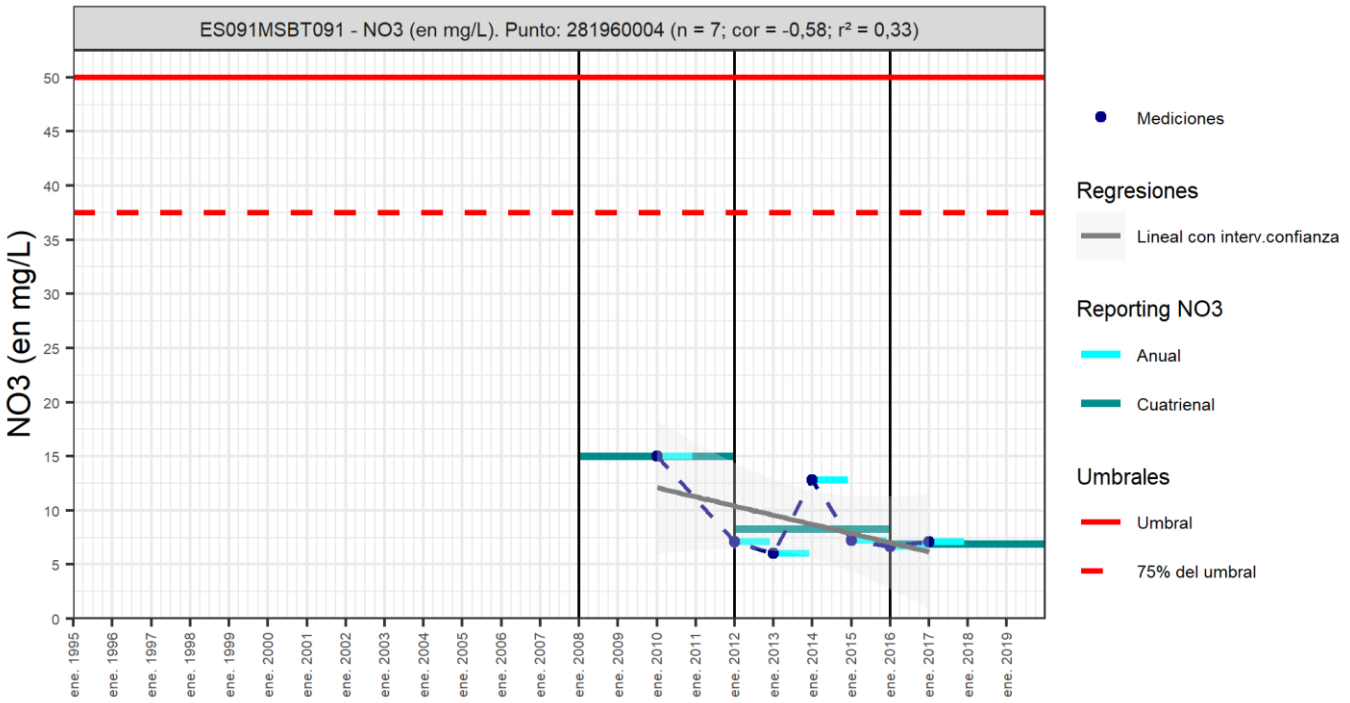
Código Punto 281860006



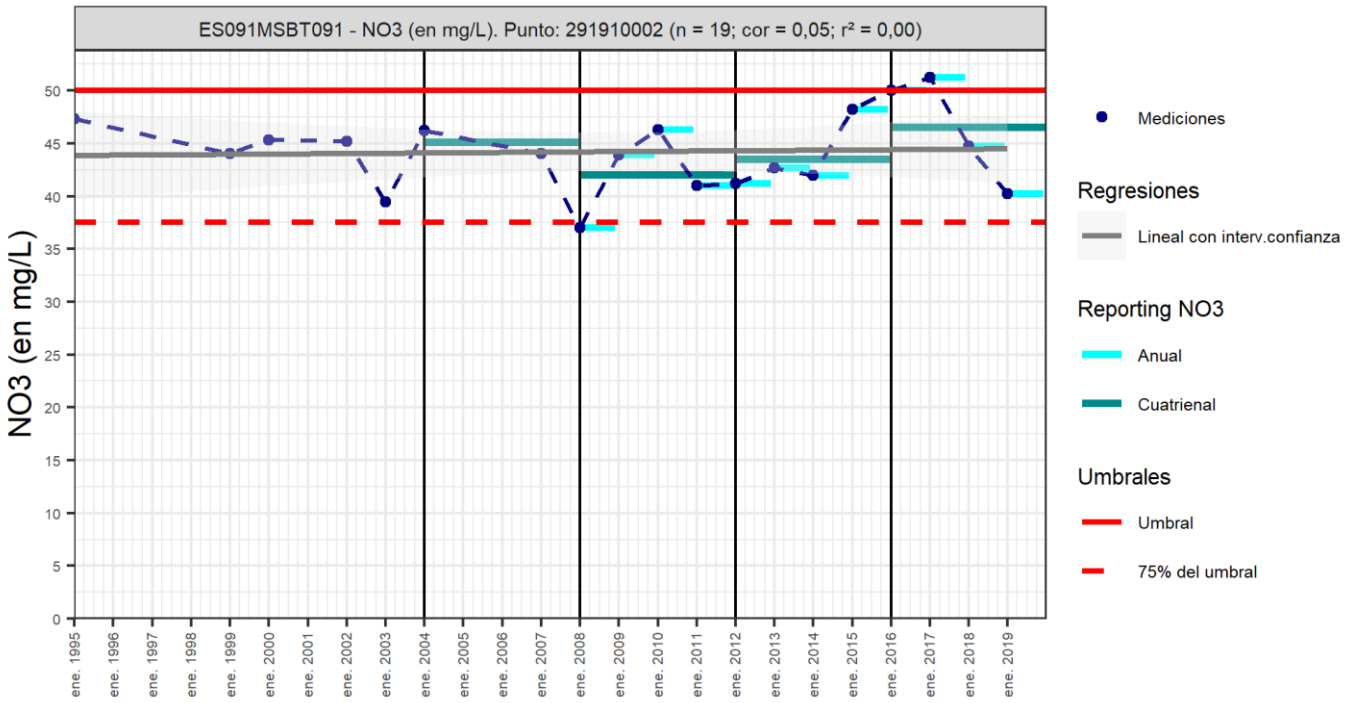
Código Punto 281870017



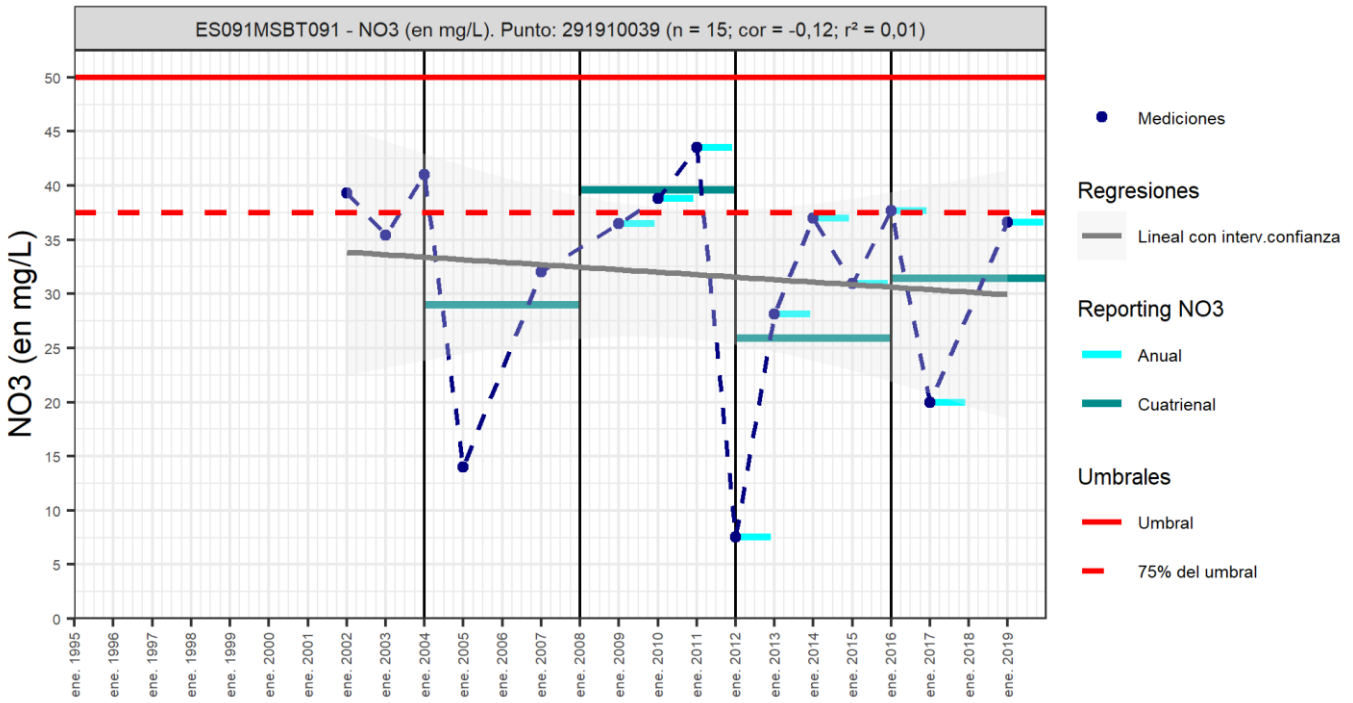
Código Punto 281960004



Código Punto 291910002



Código Punto 291910039



Análisis de tendencias

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal son poco fiables con valores de R2< 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 IPA-281860005, IPA-281960006 e IPA-291910039 y aumento en los puntos IPA-28185004, IPA-281870017 e IPA-291910039 pero 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), salvo para el punto IPA-281860006 donde se obtiene un grado de confianza de >95% (tendencia buena). En este punto se obtiene un descenso de la concentración de nitratos de 0, 35 mg/l al año (pendiente de Sen) para un periodo de 15 años (2003-2019). A partir de los promedios cuatrienales, la mayor parte de los puntos seleccionados muestran en el último cuatrienio (2016-2019) un pequeño incremento de nitrato de menos de 6 mg/l con respecto al cuatrienio anterior (2012-2015). El pozo de abastecimiento a Obón en el acuífero del Lías (IPA-281960004), es el único que muestra un descenso de 1,4 mg/l. A nivel general, se observa en esta masa de agua valores de nitrato por debajo de la norma de calidad en los acuíferos del Lías y del Malm en Obón y sur de Lécera (IPA-281960004 y IPA-281820007). Sin embargo, las descargas del acuífero del Malm en el manantial de San Miguel (IPA-281860005), si bien todos los muestreos de los últimos años se mantienen por debajo del límite de 50 mg/l, los valores anuales de los 3 últimos cuatrienios están muy cercanos al límite (>40 mg/l), sin apenas cambios . Por otro lado, los pozos emboquillados en el terciario (IPA-281850004, IPA-281860006 y IPA-29191002), también muestran valores de contenido en nitrato elevados, pero tan solo el pozo de explotación de los conglomerados miocenos en Muniesa supera de forma continuada el límite de los 50 mg/l (IPA-281850004). El contenido en nitrato de las formaciones terciarias en el entorno de Alloza (IPA-291910039) es algo más bajo, con valores que fluctúan entre 5 y 45 mg/l (Figura 23 te, la fuente de Alfara (IPA-281870017)

cercana al manantial de San Miguel en Alacón, situada sobre cuaternarios, es otro de los puntos analizado cuyo contenido en nitrato supera de forma continuada el valor límite de los 50 mg/l (Figura 23).

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
281820007	mg/l	Histórica	2007	2017	Anual	6	0	18,90	21,10	20,00	37,50
281850004	mg/l	Histórica	2005	2019	Anual	18	15	43,00	63,40	49,50	37,50
281860005	mg/l	Histórica	2004	2019	Anual	23	15	42,00	61,00	42,00	37,50
281860006	mg/l	Histórica	2003	2019	Anual	16	15	35,00	100,00	35,00	37,50
281870017	mg/l	Histórica	2007	2019	Anual	13	13	46,00	63,90	54,30	37,50
281960004	mg/l	Histórica	2010	2017	Anual	7	0	6,00	15,00		37,50
291910002	mg/l	Histórica	2003	2019	Anual	19	15	37,00	51,30	40,50	37,50
291910039	mg/l	Histórica	2002	2019	Anual	15	15	7,60	43,50	32,00	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
281820007							
281850004	0,18700	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	2,80E-01	72,40	MEDIO
281860005	0,23700	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	4,30E-01	57,20	MEDIO
281860006	0,13600	Sin Tendencia	MEDIO	Descendente	5,00E-02	95,20	ALTO
281870017	0,08400	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	7,10E-01	28,60	MEDIO
281960004							
291910002	0,11800	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	2,30E-01	76,50	MEDIO
291910039	0,01400	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	5,50E-01	44,70	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
281820007	Histórica	2007	2017	Cuatrienal	4	19,50	20,00	20,00	37,50	19,50	20,00	0,60	Ascendente
281850004	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	53,80	58,10	49,50	37,50	57,60	58,10	0,50	Ascendente
281860005	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	44,60	53,20	42,00	37,50	44,60	47,90	3,30	Ascendente
281860006	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	49,40	64,50	35,00	37,50	49,40	49,50	0,10	Ascendente
281870017	Histórica	2007	2019	Cuatrienal	4	58,00	60,10	54,30	37,50	59,30	60,10	0,80	Ascendente
281960004	Histórica	2010	2017	Cuatrienal	3	6,90	15,00		37,50	8,30	6,90	-1,40	Descendente
291910002	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	42,10	46,50	40,50	37,50	43,50	46,50	3,00	Ascendente
291910039	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	25,90	39,60	32,00	37,50	25,90	31,40	5,50	Ascendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua de la Cubeta de Oliete se localiza en el extremo sureste de la cuenca del Ebro repartida entre las cuencas del río Aguas Vivas al oeste y Martín al este, tributarios por la margen derecha del río Ebro. Pertenece al dominio del Maestrazgo Catalánides, a la rama turolense de la Ibérica, localizada al norte de las sierras de Oriche y Anadón en la zona de contacto con la Depresión del Ebro. Pertenece íntegramente a la comunidad Autónoma de Aragón, repartida entre las provincias de Teruel y Zaragoza.

Esta masa de agua se encuentra asociada a dos cuencas sintectónicas paleógenas: la cuenca de Muniesa al nororoeste, y la de Alloza al sureste. Se trata de surcos sedimentarios, asociados a las láminas de cabalgamiento de los Arcos de Muniesa y Oliete, cuyo relleno presenta sinclinales de alineación Ibérica, resultado de esfuerzos comprensivos ligados a las estructuras tectónicas de cabalgamiento. La serie estratigráfica de muro a techo más característica dentro de esta masa se encuentra representado por: pizarras, cuarcitas y areniscas del Paleozoico; conglomerados del Triásico inferior (Buntsandstein), calizas del Triásico medio (Muschelkalk) y arcillas y margas yesíferas del Triásico superior (Keuper); las formaciones carbonatadas del Jurásico; depósitos detríticos y carbonatados de las facies Weald e Urgon del Cretácico inferior; formaciones detríticas continentales del Terciario; y finalmente los depósitos aluviales del Cuaternario. Las características hidrogeológicas y edafológicas de los acuíferos que configuran esta masa de agua le confieren un grado de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación según el método Cob muy bajo al 57% de superficie de la masa de agua, limitando tan solo al 1% el grado muy alto.

La mayor parte de los límites de esta masa de agua son cerrados, sin que se identifiquen trasferencias subterráneas relevantes hacia otras masas de agua. El límite norte viene marcado por el contacto con los detríticos del terciario del Ebro de baja permeabilidad, el sur por las formaciones paleozoicas del Macizo de Montalbán y el este y oeste por el umbral piezométrico que marca la divisoria hidrogeológica con la masa de agua de Aliaga-Calanda y por el límite hidrográfico de las cuencas Moyuela (arroyo de Santa María) y Cámaras sobre materiales detríticos del terciarios de baja permeabilidad.

El principal acuífero corresponde a la serie carbonatada del Jurásico inferior (FGP-Grupo Renales). Esta formación se encuentra confinada en la mayor parte de la masa de agua y posee una elevada permeabilidad asociada a intensos procesos de fracturación y karstificación. Puede llegar a alcanzar en ciertos sectores valores de transmisividad de más de 10.000 m²/día. Otras formaciones acuíferas también asociadas a procesos de karstificación pero con una menor productividad hidrogeológica corresponden a las formaciones carbonatadas del Jurásico medio y superior (FGP-Fm Carbonatada de Chelva y FGP-Higueruelas) o las calizas del Muschelkalk (FGP- Muschelkalk). El Cretácico Inferior está dominado por depósitos detríticos finos que actúan a nivel regional como un tramo de gran espesor y baja permeabilidad, que adquiere cierta relevancia local asociada a intercalaciones calcáreas algo más potentes (FGP- Barremiense-Aptiense). Las formaciones detríticas del Terciario se encuentran formadas por conglomerados y areniscas con niveles de limos y actúan a escala regional como un gran acuitardo, con algunos niveles explotables (FGP-Terciario continental). Finalmente, los acuíferos cuaternarios corresponden a los depósitos aluviales y coluviales (FGP-Cuaternario aluvial), de poca entidad dentro de esta masa de agua.

La estructuración geológica compartimenta hidrogeológicamente esta masa de agua en diferentes subunidades hidrogeológicas con áreas de recarga y descarga propias y separadas por accidentes estructurales (cabalgamientos y anticlinales) en los que aflora las formaciones de baja permeabilidad del Keuper. Se trata de las subunidades de Monforte de Moyuela-Maicas (recinto hidrogeológico ES091MSBT091S01), Blesa-Oliete (recinto hidrogeológico ES091MSBT091S02), Muniesa-Sierra de Arcos (recinto hidrogeológico ES091MSBT091S03) y Los Estrechos (recinto hidrogeológico ES091MSBT091S04).

La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones en los afloramientos permeables y por infiltración de los cauces perdedores a su paso por los materiales de alta permeabilidad del Jurásico: río Aguas Vivas o los ríos Martín y Cabra, aguas arriba de Obón. Los terciarios de las cubetas de Muniesa y Alloza también constituyen por su extensión un área significativa de recarga mediante percolación vertical a los acuíferos jurásicos infrayacentes. Las descargas se producen de forma natural a los cauces mediante manantiales asociados a estructuras geológicas donde aflora la base impermeable del Keuper, siendo el río Martín el principal colector de los flujos subterráneos. A partir de los datos piezométricos se define una importante trasferencia subterránea dentro de la masa de agua, entre la cuenca del Aguas Vivas, cuya red de drenaje se encuentra colgado con respecto a las formaciones acuíferas que atraviesa, a favor del río Martín donde se localizan importantes descargas.

Dentro de esta masa de agua no se identifica como presión significativa la extracción de agua. En el tercer ciclo de planificación se calcula para esta masa de agua un recurso disponible de 1,87 hm³/año frente a un volumen de extracción de 0,82 hm³/año, lo que permite obtener como resultado para el índice de explotación (IE) un valor de 0,44. Se dispone de 9 piezómetros de control con lecturas mensuales de nivel piezométrico mensual, algunos de los cuales presentan series muy completas desde 1994. La mayor parte de ellos controlan el acuífero del Jurásico inferior (FGP-Grupo Renales) además de la FGP-Fm Carbonatada Chelva, FGP-Fm Higueruela y FGP-Barremiense-Aptiense. Todos ellos muestran un comportamiento similar, con una importante recuperación en los años 2004-2005 y un posterior descenso, salvo el piezómetro del acuífero del Cretácico Inferior (IPA-271940011), donde a partir de noviembre de 2007 se observan unos descensos e incrementos puntuales muy acusados.

La red de control del estado químico dispone de 14 puntos de control repartidos entre 6 pozos y 8 manantiales distribuidos entra las diferentes FGP. En cuanto a la caracterización hidrogeoquímica, encontramos que la facies dominante en la mayor parte

puntos analizados corresponde a bicarbonatada cálcica. Se trata de aguas dulces poco mineralizadas con una conductividad de entre 370 y 1.000 µS/cm y un valor promedio del percentil 50 (P50) de 450 mg/l. La concentración en mg/l del $CaCO_3$, calculadas a partir de las concentraciones máximas y mínimas de Ca y Mg varía entre 135 y 1600 mg/l, lo que indica que son aguas de naturaleza dura a muy dura. Mención aparte se encuentran algunos de los sondeos profundos en las formaciones del Grupo Renales (Lías) que alcanzan en los niveles basales anhidrita ($CaSO_4$) o cristales de yeso ($CaSO_4:2H_2O$) o también en algunos de los manantiales como los de Ariño (IPA-281880001), principal descarga del Grupo Renales de la subunidad Muniesa-Sierra de Arcos, cuyo origen se debe al afloramiento del substrato impermeable de las arcillas y yesos de la facies Keuper a favor de una estructura cabalgante. Estas aguas son más mineralizadas con una composición hidroquímica que tiende hacia facies de tipo Ca-SO_4 y una conductividad eléctrica de más de 1000 µS/cm, alcanzado en los manantiales de Ariño valores por encima de 2000 µS/cm (aguas de fuerte mineralización). La representación de los muestreos en los diagramas de columnas muestra diferencias poco significativas en la evolución química del agua subterránea con respecto a la Línea Base 2007-2008 salvo para el punto IPA-281850004 correspondiente a un pozo en el terciario continental detrítico, donde se observa un aumento de los cloruros y sulfatos.

Esta masa de agua se encuentra en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales. Sobre esta masa de agua se identifica como presión difusa significativa, la agricultura (2.2) con un impacto probable de contaminación por nutrientes (NUTR). El contaminante de riesgo asociado a esta contaminación corresponde al nitrato obteniéndose concentraciones por encima de la norma de calidad de 50 mg/l en los puntos IPA-281870017, IPA-281850004 e IPA-281860006 correspondientes con dos pozos emboquillados en el terciario en el entorno de Muniesa (IPA-281850004 y IPA-281860006) y el manantial de Alacón sobre cuaternarios (IPA-281870017), todos ellos en la subunidad de Muniesa-Sierra de Arcos.

Se ha realizado un análisis de tendencia en la concentración en 6 puntos seleccionados de la red control de nitratos, mediante el método de regresión lineal simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall, sobre una serie histórica de datos anuales que en la mayoría de los puntos se inicia en 2003 hasta 2019. 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 IPA-281860005, IPA-281960006 e IPA-291910039 y aumento en los puntos IPA-28185004, IPA-281870017 e IPA-291910039 pero 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), salvo para el punto IPA-281860006 donde se obtiene un grado de confianza de >95% (tendencia buena). En este punto se obtiene un descenso de la concentración de nitratos de 0, 35 mg/l al año (pendiente de Sen) para un periodo de 15 años (2003-2019).

A partir de los promedios cuatrienales, la mayor parte de los puntos seleccionados muestran en el último cuatrienio (2016-2019) un incremento de nitrato de menos de 6 mg/l con respecto al cuatrienio anterior (2012-2015). El pozo de abastecimiento a Obón en el acuífero del Lías (IPA-281960004), es el único que muestra un descenso de 1,4 mg/l.

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 Cubeta de Oliete:

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.

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. Dada la extensión de la superficie agrícola, 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 difusa: la MSBT se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa por nitratos que afecta fundamentalmente a los acuíferos detríticos (Terciario y Cuaternario) de la subunidad Muniesa-Sierra de Arcos. 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.

Relación río acuífero y estudio de necesidades ambientales de los EDAS: se proponen trabajos de caracterización y estimación de las necesidades ambientales de los diferentes EDAS identificados dentro de esta masa de agua. Se han identificado un ETDAS de la RN2000 (ZEPA Desfiladeros del Río Martín) en mal estado de conservación que corresponde con el hábitat de manantiales petrificantes con formación de tuf, por lo que es necesario la realización de estudio de afección y análisis que relacionen el estado de estos EDAS con el de las aguas subterráneas de las que dependen (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. Esta masa de agua presenta numerosos acuíferos con funcionamientos independientes según zonas de modo que requieren de un importante número de puntos de control tanto químico como piezométrico para su correcto control y conocimiento.

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 creación y/o mejora del modelo geológico 3D que sirva como base para la generación de modelos de flujo.

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.

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, 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 y SGE (2004). Geología de España. Madrid.

• 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 número229, Gobierno de España.

ANEXO 1: ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)

MSBT: ES091MSBT091 - CUBETA DE OLIETE

Código espacio RN2000	Nombre espacio RN2000	Tipo RN2000	Código hábitat	Nombre hábitat dependiente de aguas subterráneas	Grado conservación
ES0000303	Desfiladeros del Río Martín	ZEPA	7220	Manantiales petrificantes con formación de tuf (Cratoneurion) (*)	C

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.

MSBT: ES091MSBT091 - CUBETA DE OLIETE

Parámetro / **Unidad**	T (In situ) °C	pH Ud. pH	C.E. (20°C) (In situ) µS/cm	O_2 (In situ) mg/L	DQO mg/L O_2	Dureza mg/L $CaCO_3$	Alcalinidad mg/L $CaCO_3$
Código Punto	**271840001**						
Valor							
Máx.	17,8	8	999	8,80	<LQ	<LQ	266,0
Mín.	11,3	7	794	5,40	<LQ	<LQ	251,0
P50	15,8	7	851	7,00	<LQ	<LQ	252,5
N reg.	11	10	8	11	3		4
Código Punto	**281820007**						
Valor							
Máx.	18,4	8	471	9,70	0,5	<LQ	199,0
Mín.	10,1	7	389	7,40	<LQ	<LQ	199,0
P50	15,4	7	461	9,20	<LQ	<LQ	199,0
N reg.	6	6	5	7	6		1
Código Punto	**281850004**						
Valor							
Máx.	19,0	8	836	77,00	0,6	<LQ	242,0
Mín.	8,2	7	438	1,30	<LQ	<LQ	188,0
P50	15,1	7	735	7,20	<LQ	<LQ	229,0
N reg.	25	23	20	25	16		9
Código Punto	**281860005**						
Valor							
Máx.	26,1	8	671	12,40	1,0	<LQ	215,0
Mín.	10,2	7	419	6,40	<LQ	<LQ	180,0
P50	15,8	8	487	9,70	<LQ	<LQ	191,5
N reg.	35	33	33	39	13		20
Código Punto	**281860006**						
Valor							
Máx.	21,9	8	506	11,00	<LQ	<LQ	181,0
Mín.	13,1	7	378	5,90	<LQ	<LQ	165,0
P50	15,1	8	445	9,30	<LQ	<LQ	176,0
N reg.	21	18	21	25	12		6
Código Punto	**281870017**						
Valor							
Máx.	22,2	8	670	9,90	0,8	<LQ	237,0
Mín.	13,4	7	517	5,40	<LQ	<LQ	223,0
P50	15,3	7	614	8,55	<LQ	<LQ	229,0
N reg.	16	14	16	20	13		5
Código Punto	**281880001**						
Valor							
Máx.	22,1	7	2.602	6,90	1,1	<LQ	203,0
Mín.	19,7	6	1.754	3,60	<LQ	<LQ	161,0
P50	21,5	7	2.310	4,70	<LQ	<LQ	171,0
N reg.	18	19	19	19	3		16
Código Punto	**281920009**						
Valor							
Máx.	14,7	8	1.028	7,30	<LQ	<LQ	243,0
Mín.	10,5	7	717	1,80	<LQ	<LQ	169,0
P50	12,6	8	933	5,55	<LQ	<LQ	206,0
N reg.	5	5	4	6	3		2
Código Punto	**281920022**						
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.	18,2	8	852	9,40	2,2	<LQ	213,0
Mín.	17,4	7	763	6,20	<LQ	<LQ	141,0
P50	18,0	7	798	7,70	<LQ	<LQ	200,0
N reg.	6	7	6	7	3		3
Código Punto	**281940021**						
Valor							
Máx.	19,1	7	562	9,30	<LQ	<LQ	288,0
Mín.	12,1	7	421	4,30	<LQ	<LQ	225,0
P50	14,3	7	496	5,50	<LQ	<LQ	248,0
N reg.	18	18	16	19	3		15
Código Punto	**281940041**						
Valor							
Máx.	16,2	8	621	9,40	<LQ	<LQ	252,0
Mín.	13,4	7	482	5,50	<LQ	<LQ	235,0
P50	14,7	8	539	6,90	<LQ	<LQ	243,5
N reg.	6	5	9	9	6		2
Código Punto	**281960004**						
Valor							
Máx.	16,6	7	1.283	8,50	<LQ	<LQ	245,0
Mín.	13,4	7	1.078	5,30	<LQ	<LQ	245,0
P50	15,3	7	1.207	6,90	<LQ	<LQ	245,0
N reg.	5	5	6	6	5		1
Código Punto	**291910002**						
Valor							
Máx.	20,7	8	1.733	9,10	0,8	<LQ	248,0
Mín.	14,6	7	1.135	4,30	<LQ	<LQ	227,0
P50	19,2	7	1.468	8,00	<LQ	<LQ	242,0
N reg.	24	22	25	29	12		11
Código Punto	**291910039**						
Valor							
Máx.	27,8	9	781	10,60	4,7	<LQ	323,0
Mín.	3,0	7	512	4,50	<LQ	<LQ	153,0
P50	21,0	8	710	8,40	<LQ	<LQ	279,0
N reg.	17	17	18	21	10		5

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	**271840001**								
Valor									
Máx.	402,6	<LQ	34,90	388,0	50,2	<LQ	<LQ	19,0	6,0
Mín.	301,3	<LQ	27,00	188,0	13,2	<LQ	<LQ	13,5	1,1
P50	308,0	<LQ	32,00	225,5	34,1	<LQ	<LQ	17,0	3,0
N reg.	6	5	6	6	11	9	6	6	6
Código Punto	**281820007**								
Valor									
Máx.	247,1	<LQ	45,00	21,0	21,1	0,00	<LQ	7,0	1,2
Mín.	114,7	<LQ	12,20	13,1	18,9	<LQ	<LQ	6,0	<LQ
P50	237,9	<LQ	14,00	15,8	19,9	<LQ	<LQ	6,0	1,0
N reg.	7	5	7	7	7	6	4	7	7
Código Punto	**281850004**								
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	**281850004**								
Valor									
Máx.	397,7	<LQ	74,00	90,1	63,4	0,21	0,06	37,0	2,4
Mín.	229,4	<LQ	25,00	40,0	2,4	<LQ	<LQ	29,0	<LQ
P50	284,0	<LQ	44,10	74,1	58,0	<LQ	<LQ	33,5	0,9
N reg.	21	18	24	24	30	27	22	24	24
Código Punto	**281860005**								
Valor									
Máx.	262,3	<LQ	33,00	16,7	61,0	1,25	<LQ	18,0	3,0
Mín.	166,0	<LQ	19,20	11,3	39,9	<LQ	<LQ	10,6	<LQ
P50	230,6	<LQ	23,40	13,6	48,5	0,10	<LQ	15,6	1,2
N reg.	30	29	33	33	40	23	20	33	33
Código Punto	**281860006**								
Valor									
Máx.	279,4	<LQ	23,00	13,2	100,0	0,02	<LQ	16,0	0,9
Mín.	171,0	<LQ	16,20	10,0	35,0	<LQ	<LQ	9,0	<LQ
P50	206,2	<LQ	18,10	10,9	50,2	<LQ	<LQ	13,4	0,6
N reg.	17	16	20	20	26	23	19	20	20
Código Punto	**281870017**								
Valor									
Máx.	280,6	<LQ	39,00	42,0	63,9	0,01	<LQ	22,2	2,1
Mín.	227,0	<LQ	31,60	21,0	46,0	<LQ	<LQ	16,4	1,6
P50	275,7	<LQ	33,40	25,9	59,7	<LQ	<LQ	20,0	1,8
N reg.	16	14	19	19	21	19	16	19	19
Código Punto	**281880001**								
Valor									
Máx.	247,7	<LQ	100,00	1.597,0	29,0	<LQ	<LQ	73,3	6,0
Mín.	196,4	<LQ	85,40	1.271,0	18,0	<LQ	<LQ	51,5	3,2
P50	207,4	<LQ	92,80	1.401,0	22,0	<LQ	<LQ	58,0	3,7
N reg.	18	18	19	19	19	4	4	19	19
Código Punto	**281920009**								
Valor									
Máx.	296,5	<LQ	53,40	343,0	12,0	<LQ	0,36	44,4	6,0
Mín.	166,0	<LQ	24,00	239,0	<LQ	<LQ	<LQ	26,2	4,5
P50	186,1	<LQ	44,90	309,0	2,6	<LQ	0,18	37,3	5,3
N reg.	6	6	6	6	6	2	2	6	6
Código Punto	**281920022**								
Valor									
Máx.	259,9	<LQ	47,00	272,0	12,3	0,57	0,65	17,3	2,5
Mín.	172,0	<LQ	22,30	204,0	<LQ	<LQ	<LQ	13,9	<LQ
P50	242,3	<LQ	24,40	239,0	10,9	<LQ	0,18	16,7	2,1
N reg.	6	5	7	7	7	4	4	7	7
Código Punto	**281940021**								
Valor									
Máx.	324,5	<LQ	11,60	55,0	23,7	<LQ	<LQ	5,5	1,2
Mín.	229,4	<LQ	<LQ	19,7	8,8	<LQ	<LQ	3,4	<LQ
P50	302,6	<LQ	7,47	29,1	12,0	<LQ	<LQ	4,4	<LQ
N reg.	19	19	19	19	19	2	2	19	19
Código Punto	**281940041**								
Valor									
Máx.	294,0	<LQ	13,90	41,4	23,4	<LQ	<LQ	6,0	0,9
Mín.	277,0	<LQ	10,40	16,7	12,0	<LQ	<LQ	4,9	<LQ
P50	285,0	<LQ	11,00	21,8	21,8	<LQ	<LQ	5,1	0,6
N reg.	6	5	8	8	10	8	8	8	8

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	**281960004**								
Valor									
Máx.	305,0	<LQ	49,70	449,0	15,0	0,00	<LQ	46,6	8,3
Mín.	242,0	<LQ	33,50	369,0	6,0	<LQ	<LQ	33,7	6,3
P50	293,0	<LQ	46,70	403,0	7,1	<LQ	<LQ	36,9	7,3
N reg.	6	6	7	7	7	7	6	7	7
Código Punto	**291910002**								
Valor									
Máx.	302,6	<LQ	80,00	695,0	51,4	0,00	0,10	41,0	6,0
Mín.	237,0	<LQ	60,10	447,0	35,6	<LQ	<LQ	29,0	3,3
P50	286,7	<LQ	66,15	583,0	44,0	<LQ	<LQ	36,8	3,7
N reg.	21	20	24	24	29	21	19	24	24
Código Punto	**291910039**								
Valor									
Máx.	420,9	<LQ	55,10	72,3	43,5	0,98	0,08	19,3	7,2
Mín.	179,0	<LQ	41,70	46,5	7,6	<LQ	<LQ	11,5	1,7
P50	331,9	<LQ	45,45	49,2	37,0	<LQ	<LQ	16,8	2,0
N reg.	14	13	16	15	21	19	16	16	16

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	**271840001**								
Valor									
Máx.	130,0	55,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	113,0	48,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	119,5	53,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6		2		10			
Código Punto	**281820007**								
Valor									
Máx.	106,0	11,5	0,3600	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	41,0	7,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	81,1	8,3	0,2730	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	7	7	7	7	7	7	5	5	5
Código Punto	**281850004**								
Valor									
Máx.	98,0	41,0	1,0000	0,0330	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	63,3	26,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	86,3	33,3	0,3820	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	24	24	12	14	11	28	5	8	8
Código Punto	**281860005**								
Valor									
Máx.	80,2	16,4	1,0000	<LQ	<LQ	0,14	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	59,0	14,0	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	73,1	14,6	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	33	33	1	3		36			
Código Punto	**281860006**								
Valor									
Máx.	78,5	31,6	1,0000	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	48,1	8,8	0,3100	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	72,6	9,9	0,4250	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	20	20	10	11	9	24	6	7	7
Código Punto	**281870017**								
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	**281870017**								
Valor									
Máx.	94,0	26,7	0,7190	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	76,5	21,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	84,7	24,0	0,5510	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	18	19	9	9	9	19	5	8	8
Código Punto	**281880001**								
Valor									
Máx.	561,0	98,5	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	441,0	75,7	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	508,0	87,6	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	19	19	1	2		16			
Código Punto	**281920009**								
Valor									
Máx.	145,0	43,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	122,0	32,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	127,5	38,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6		1		5			
Código Punto	**281920022**								
Valor									
Máx.	140,0	45,7	1,0000	<LQ	<LQ	1,10	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	110,0	34,5	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	124,0	35,8	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	7	7	1	2		5			
Código Punto	**281940021**								
Valor									
Máx.	101,0	25,8	1,0000	<LQ	<LQ	0,72	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	77,2	16,8	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	86,8	19,8	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	19	19	1	2		16			
Código Punto	**281940041**								
Valor									
Máx.	97,8	15,8	0,3100	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	82,0	13,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	91,2	14,5	0,2610	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	8	8	3	3	3	8	2	2	2
Código Punto	**281960004**								
Valor									
Máx.	187,0	53,0	0,5790	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	157,0	45,2	0,1220	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	181,0	50,0	0,2730	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Código Punto	**291910002**								
Valor									
Máx.	248,0	97,1	1,0000	<LQ	<LQ	0,25	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	181,0	71,5	0,1600	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	217,5	82,8	0,2640	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	24	24	8	8	7	26	5	6	6
Código Punto	**291910039**								
Valor									
Máx.	110,0	51,1	<LQ	<LQ	<LQ	0,19	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	41,6	25,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	93,0	34,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	16	16		1		20			

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