

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT078 - MANUBLES-RIBOTA

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 ES091MSBT078 Nombre MSBT MANUBLES-RIBOTA

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea ES091MSBT078 Manubles-Ribota con 450,97 km² de superficie, se encuentra principalmente en la comunidad autónoma de Aragón y el resto se integra en la C.C.A.A de Castilla y León. Se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico Centro Ibérico en la zona occidental de la D. Hidrográfica del Ebro, limitando al norte con la D.H. del Duero. Los límites de la MSBT comprenden la zona más noroccidental de la Depresión de Calatayud, al sureste por el río Jalón, al noreste por las Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort, y al suroeste por las Sierras Paleozoicas de Ateca. Los municipios con mayor porcentaje de ocupación en la MSBT son Villarroja de la Sierra y Calatayud.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Aragón	Zaragoza	50293	Villarroja de la Sierra	79,89	16,22
Aragón	Zaragoza	50067	Calatayud	33,25	11,43
Aragón	Zaragoza	50050	Bijuesca	78,48	9,93
Aragón	Zaragoza	50263	Torrijo de la Cañada	50,88	8,41
Aragón	Zaragoza	50079	Cervera de la Cañada	100,00	6,48
Aragón	Zaragoza	50029	Aniñón	53,30	6,20
Aragón	Zaragoza	50038	Ateca	27,60	5,18
Aragón	Zaragoza	50257	Torralba de Ribota	68,74	4,96
Aragón	Zaragoza	50178	Moros	41,75	4,95
Aragón	Zaragoza	50047	Berdejo	99,84	4,29
Aragón	Zaragoza	50253	Terrer	54,29	4,02
Aragón	Zaragoza	50155	Malanquilla	44,00	3,57
Aragón	Zaragoza	50084	Clarés de Ribota	81,01	3,36
Aragón	Zaragoza	50260	Torrelapaja	83,81	2,91
Aragón	Zaragoza	50287	Villalengua	32,41	2,88
Castilla y León	Soria	42156	Reznos	57,50	2,60
Castilla y León	Soria	42051	Carabantes	57,90	2,09
Castilla y León	Soria	42064	Ciria	3,54	0,36
Castilla y León	Soria	42148	Quiñonería	1,54	0,13
Castilla y León	Soria	42187	Torrubia de Soria	0,32	0,04

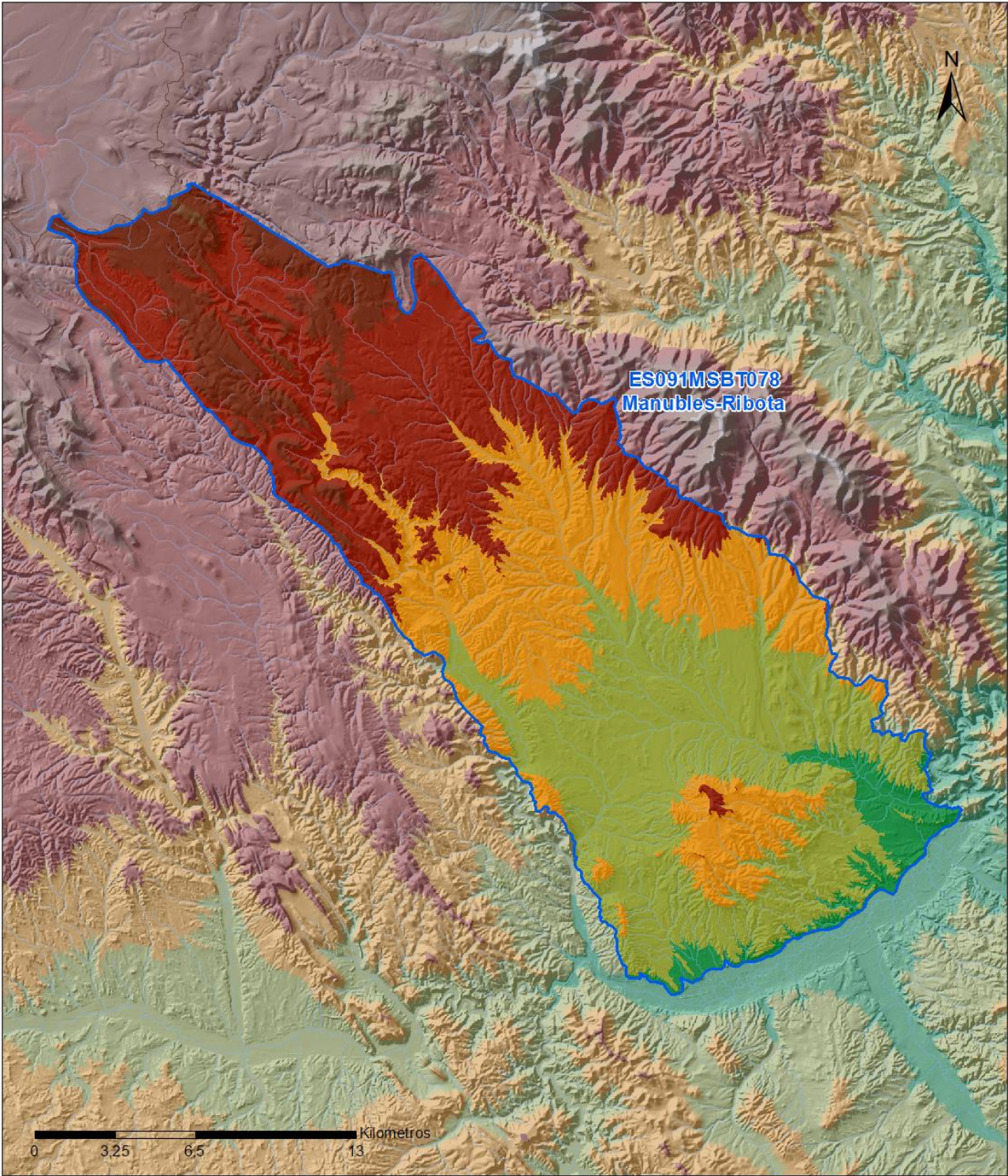
1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	599.407	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.591.091
Longitud (CENTROIDE)	-1,80980	Latitud (CENTROIDE)			41,46530
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			772
Altitud mínima (m s.n.m.)	517	Altitud máxima (m s.n.m.)			1.289
Área total de la MSBT (km²)	451				

2019

Mapa de localización

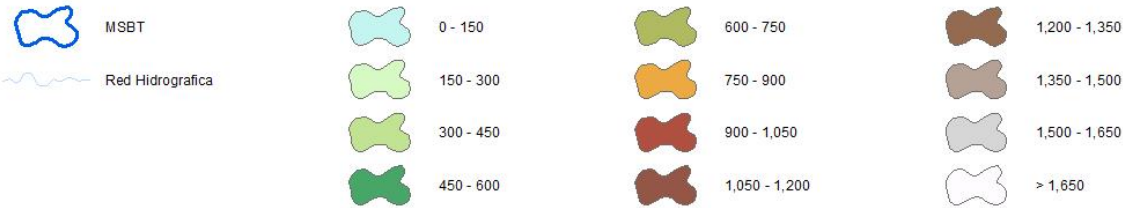




MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

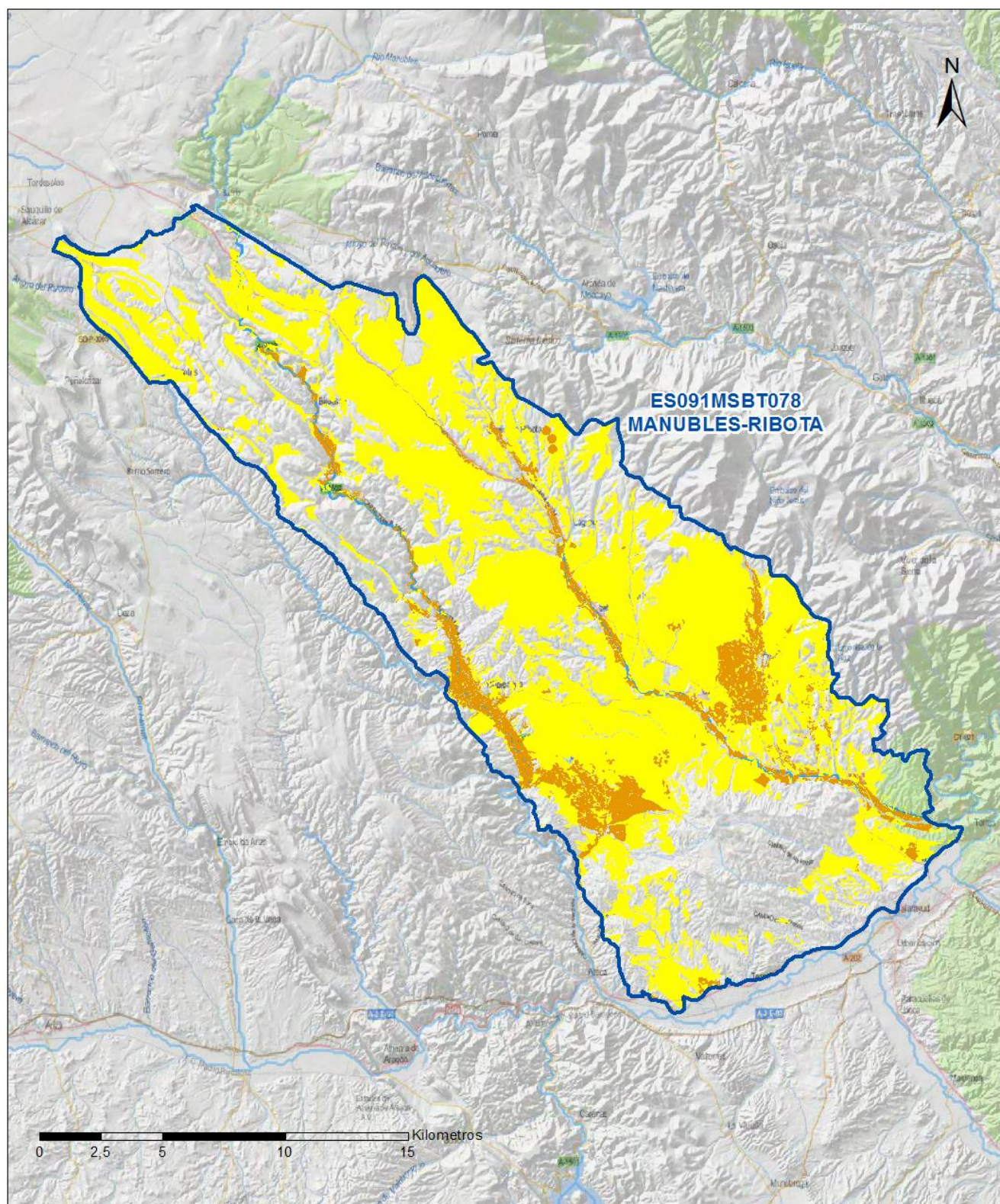


2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

Grupos de presiones	Tipos de presiones	Actividad	Presión Significativa
Fuentes puntuales	1.1	Vertidos urbanos	☐
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	☐
Fuentes puntuales	1.6	Vertederos	☐
Fuentes puntuales	1.8	Vertidos de piscifactorías	☐
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	☐
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	☐
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	☒
Fuentes difusas	2.4	Transporte	☐
Fuentes difusas	2.8	Minería	☐
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	☐
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	☐
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	☐

Fuentes difusas



LEYENDA

- Red hidrográfica
- MSBT:
- ES091MSBT078
- MANUBLES-RIBOTA

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)
------------------------------	---------	--

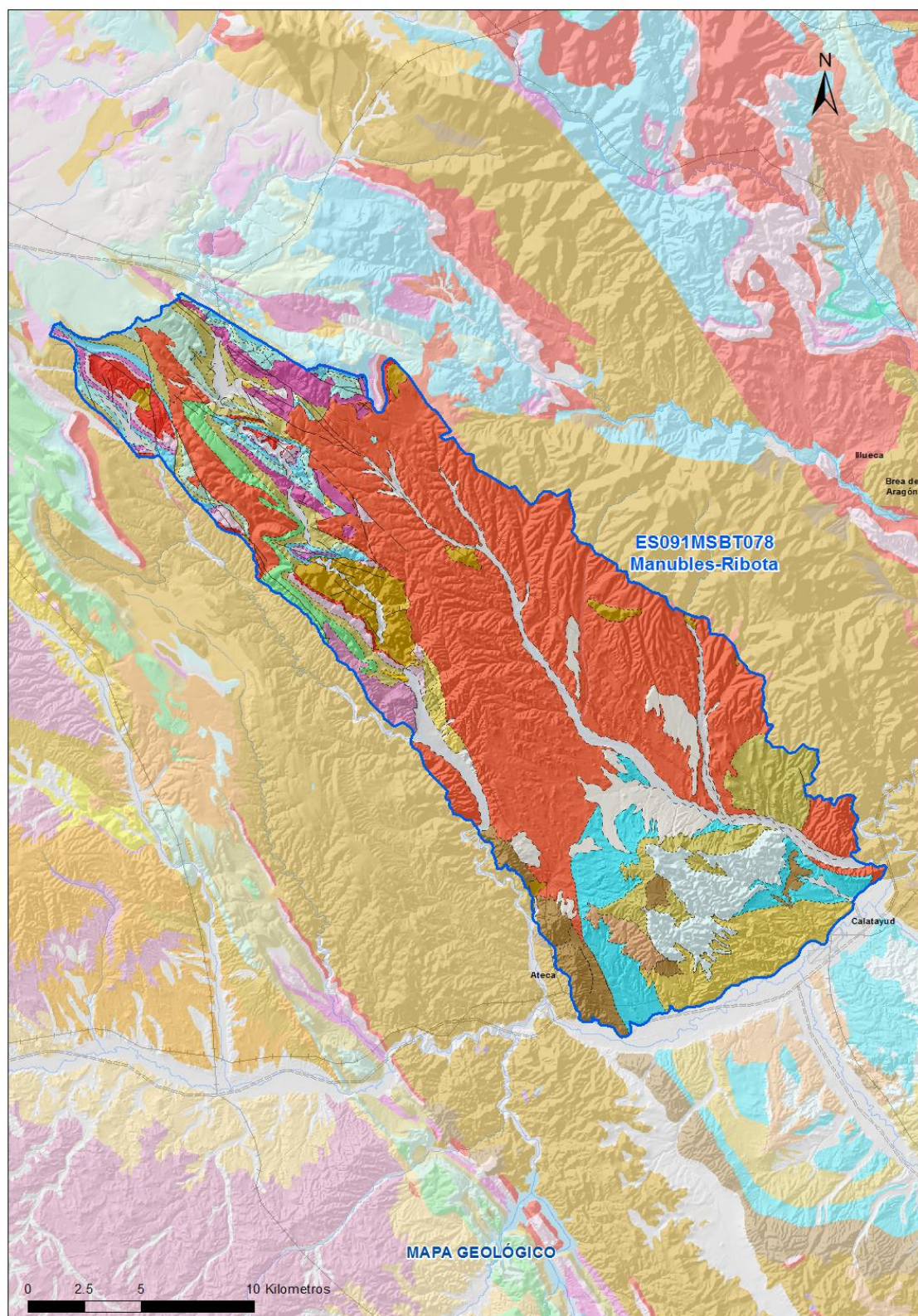
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Cuenca Del Duero-Almazán

Ibérica

3.2 MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA**Estructuras**

- Anticinal
- Anticinal supuesto
- Sinclinal
- Sinclinal supuesto

Contactos y fallas

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

LITOLOGÍAS

Código	Descripción Litología
706	Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
704	Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacia, piedemonte y superficies)
410	Calizas, dolomías y margas
408	Margas yesíferas y yesos, con arcillas, arenas y, eventualmente margas, calizas y sílex
407	Calizas, calizas margosas y margas
397	Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos
378	Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo
369	Lutitas con intercalaciones de yesos y carbonatos
363	Lutitas y margas, con intercalaciones de calizas y yesos
359	Conglomerados, areniscas y lutitas
352	Conglomerados, con intercalaciones de areniscas, margas y niveles de yeso
339	Conglomerados cuarcíticos, gravas y arenas silíceas y arcillas (Rañas y otros aluviales finineóg
334	Arcillas rojas, con intercalaciones de areniscas, margas, calizas y costras (F. Tordómar)
323	Lutitas rojas con niv.conglom., arenis. y costras calcáreas(F.Sta María Campo y U.Detr.Aranda)
318	Arcillas y limos
201	Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas
197	Calizas, dolomías, margas (Dol.Villa de Ves,Caballar,F.Tabladillo,Hontoria,Mgas.Chera)
175	Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F.Utrillas), a veces con dolomías (F.Ar.yArc.Segovia)
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, carníolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)
149	Lutitas, areniscas, conglomerados y, a veces, calizas arenosas
141	Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)
137	Dolomías, calizas y margas(F. Muschelkalk)
104	Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías. Paleozoico Ibérica Aragonesa
58	Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)

3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

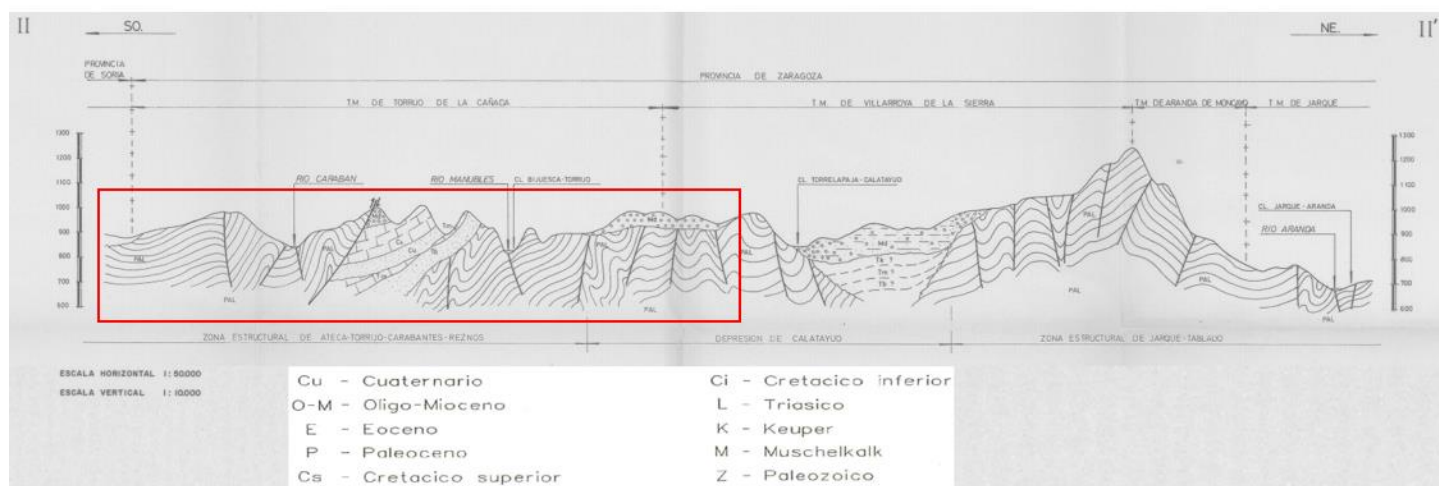
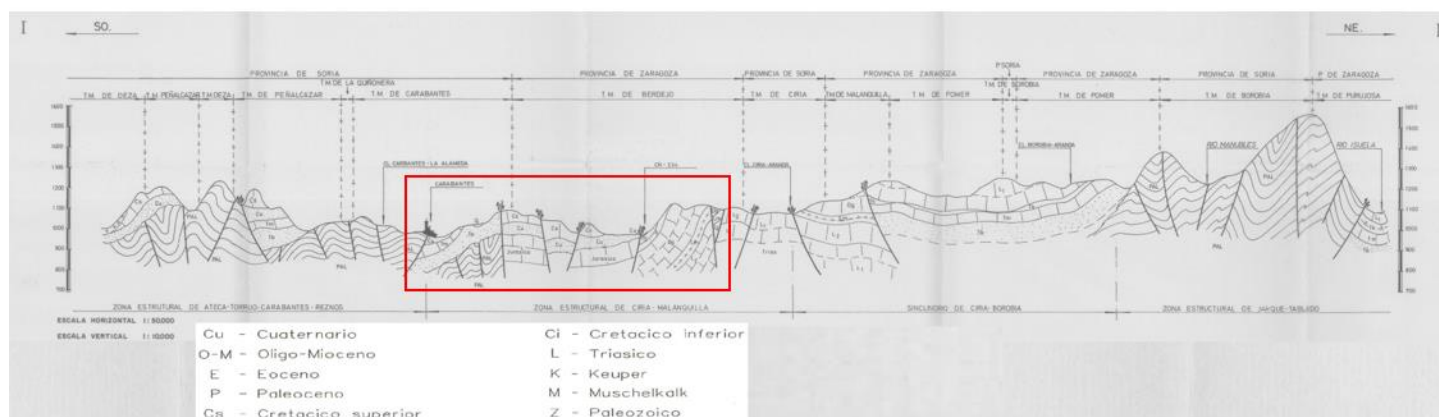
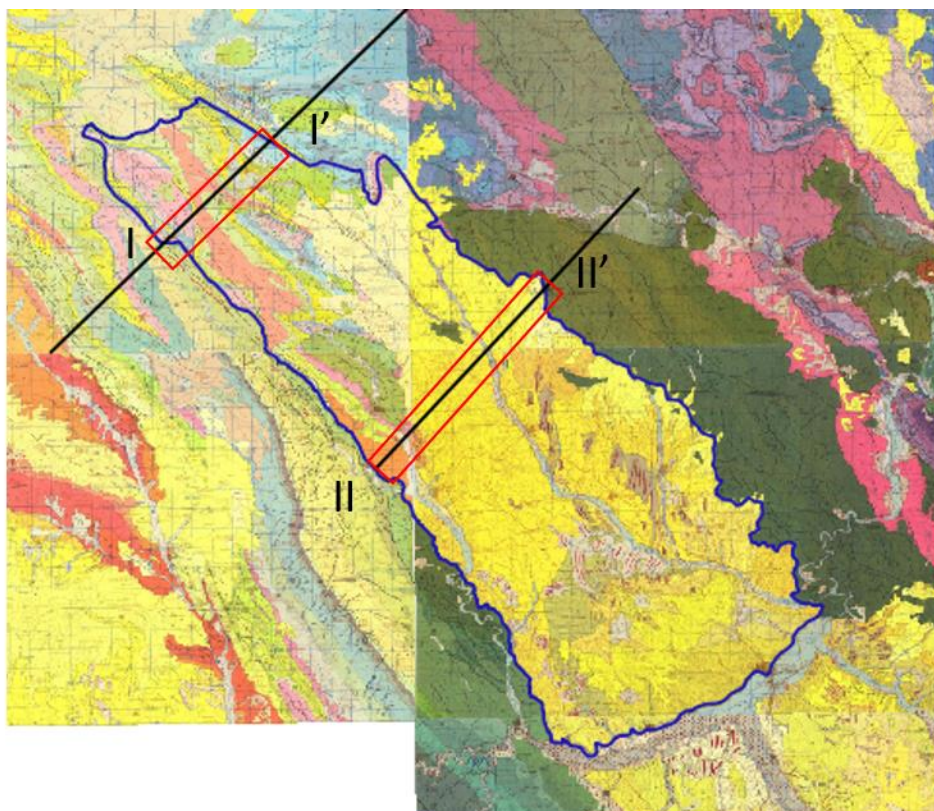
Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	26,85	Detrítica	5,95
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacia, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	16,92	Detrítica	3,75
Calizas, dolomías y margas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	19,09	Carbonatada	4,23
Margas yesíferas y yesos, con arcillas, arenas y, eventualmente margas, calizas y sílex	Neógeno	Mioceno	18,85	Evaporítica	4,18
Calizas, calizas margosas y margas	Neógeno	Mioceno	24,43	Carbonatada	5,42
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	10,73	Detrítica	2,38
Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo	Neógeno	Plioceno	3,56	Detrítica	0,79
Lutitas con intercalaciones de yesos y carbonatos	Neógeno	Mioceno	22,12	Detrítica	4,90
Conglomerados, areniscas y lutitas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	205,93	Detrítica	45,66
Conglomerados, con intercalaciones de areniscas, margas y niveles de yeso	Paleógeno	Oligoceno	3,64	Detrítica	0,81
Lutitas rojas con niv.conglom.,arenis. y costras calcáreas(F.Sta María Campo y U.Detr.Aranda)	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno Medio	5,08	Detrítica	1,13
Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas	Cretácico	Superior	8,57	Carbonatada	1,90
Calizas, dolomías, margas (Dol.Villa de Ves,Caballar;F.Tabladillo,Hontoria;Mgas.Che ra)	Cretácico	Superior	6,59	Carbonatada	1,46
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F.Utrillas), a veces con dolomías (F.Ar.yArc.Segovia)	Cretácico	Inferior-Superior	16,45	Detrítica	3,65
Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Fm.Carb. de Chelva)	Jurásico	Medio (Dogger)	6,15	Carbonatada	1,36
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)	Triásico Superior-Jurásico Medio (Dogger)	Rethiense-Dogger	7,52	Carbonatada	1,67
Lutitas, areniscas, conglomerados y, a veces, calizas arenosas	Jurásico Superior-Cretácico Inferior		11,43	Detrítica	2,53
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		2,86	Detrítica	0,64
Dolomías, calizas y margas(F. Muschelkalk)	Triásico	Medio	6,78	Carbonatada	1,50
Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías. Paleozoico Ibérica Aragonesa	Cámbrico-Ordovícico Inferior		15,24	Meta-Detrítica	3,38
Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)	Pérmico Superior-Triásico Inferior		6,62	Detrítica	1,47

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arenas, arcillas y limos	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	14
Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo	Neógeno	Plioceno	
Calizas, dolomías y margas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	225
Calizas, calizas margosas y margas	Neógeno	Mioceno	
Lutitas rojas con niv.conglom.,arenis. y costras calcáreas (F.Sta María Campo y U.Detr.Aranda)	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno Medio	
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno - Neógeno	Oligoceno - Mioceno	400

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Conglomerados, con intercalaciones de areniscas, margas y niveles de yeso	Paleógeno	Oligoceno	
Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas	Cretácico	Superior	
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados, a veces con dolomías	Cretácico	Inferior-Superior	
Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Fm.Carb. de Chelva)	Jurásico	Medio (Dogger)	80-115
Lutitas, areniscas, conglomerados y, a veces, calizas arenosas	Jurásico - Cretácico	Superior (Jur.) - Inferior (Cret.)	165
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos	Triásico - Jurásico	Superior (Triás.) - Medio Dogger (Jur.)	340
Dolomías, calizas y margas	Triásico	Medio	70-100
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas	Triásico		
Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos	Pérmico - Triásico	Superior (Perm.) - Inferior (Triás.)	

3.5 CORTES GEOLÓGICOS



3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Manubles-Ribota se encuentra enclavada en el dominio geoestructural de la Cordillera Ibérica, en su sector más septentrional, y dentro de ésta, en la zona noroeste de la depresión de Calatayud.

Esta depresión es una cuenca intramontañosa de dirección aproximada NO-SE, controlada por fallas tardihercínicas de zócalo y rellena de materiales oligocenos, miocenos, pliocenos y cuaternarios. En el extremo NO, afloran materiales mesozoicos afectados por una intensa fracturación y plegamiento de dirección ibérica. Su continuidad bajo los terciarios de la depresión de Calatayud es incierta.

Las litologías que caracterizan la MSBT se corresponden con dolomías del Muschelkalk (70-100 m), carniolas, calizas y dolomías del Rethiense-Sinemuriense (340 m), carbonatos de Chelva del Dogger (80-115 m) y carbonatos del Malm (165 m). Estos materiales están afectados por una serie de pliegues y cabalgamientos de orientación ibérica que fosilizan bajo sedimentos pliocenos hacia el Sureste.

En el ámbito del Terciario, los materiales corresponden a conglomerados de borde de cuenca, con un espesor superior a 400 m, y los páramos carbonatados cuya potencia máxima es del orden de 225 m.

Por último, se incluyen los depósitos aluviales de la margen izquierda del Jalón, así como los pequeños aluviales del Manubles, Ribota (ambos con un espesor del orden de 3-4 m) y glaciares del cuaternario.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	20	20
Espesor Medio Z.N.S. (m)	20	

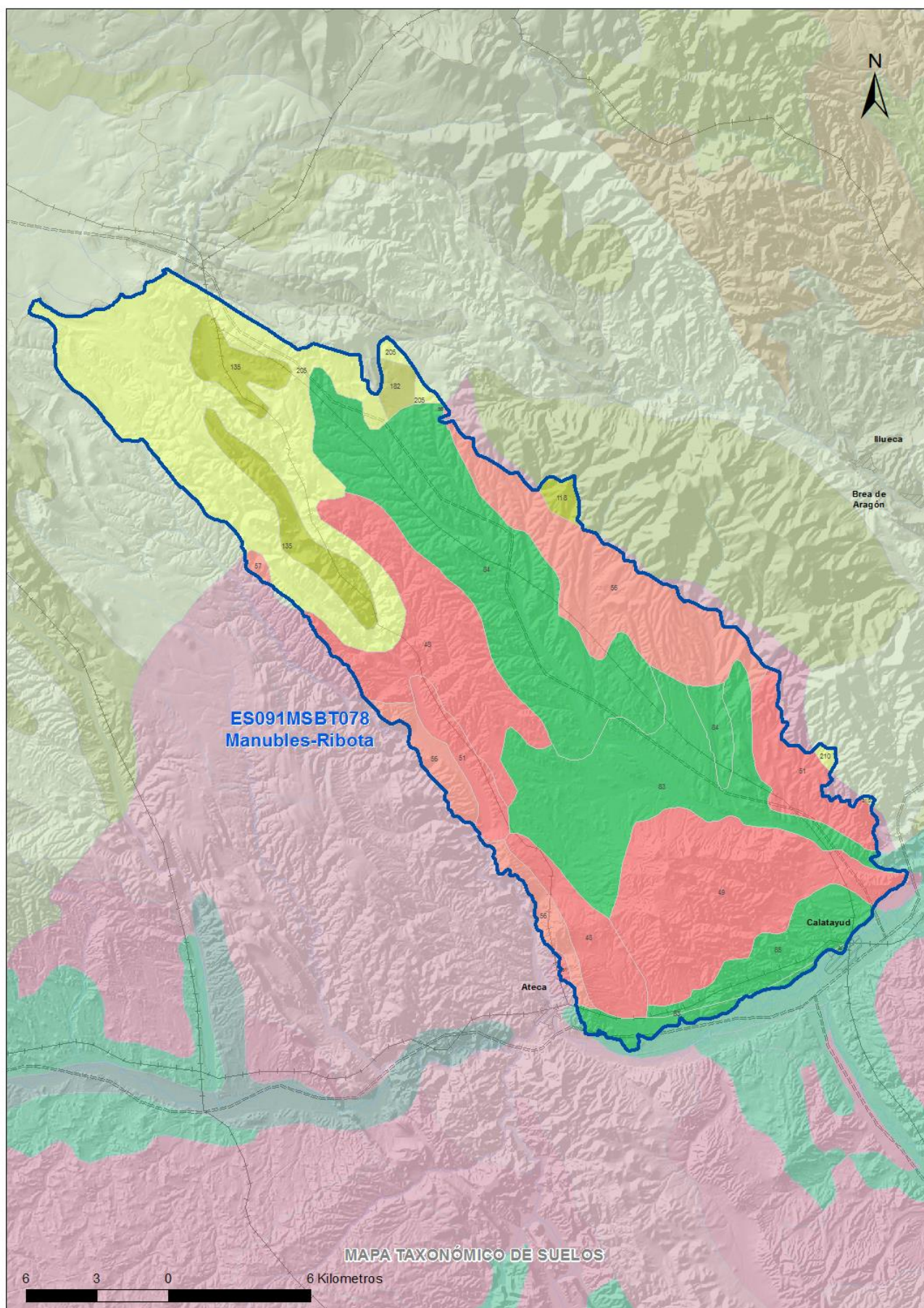
Litología Z.N.S. Conglomerados, areniscas y lutitas

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km ²)	% Afloramiento en la MSBT
ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID	130	28,85
ARIDISOL, CAMBID, HAPLOCAMBID	51	11,41
ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT	156	34,66
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	23	5,03
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	3	0,66
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	87	19,38

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA



MSBT



Red Hidrografica



DDHH

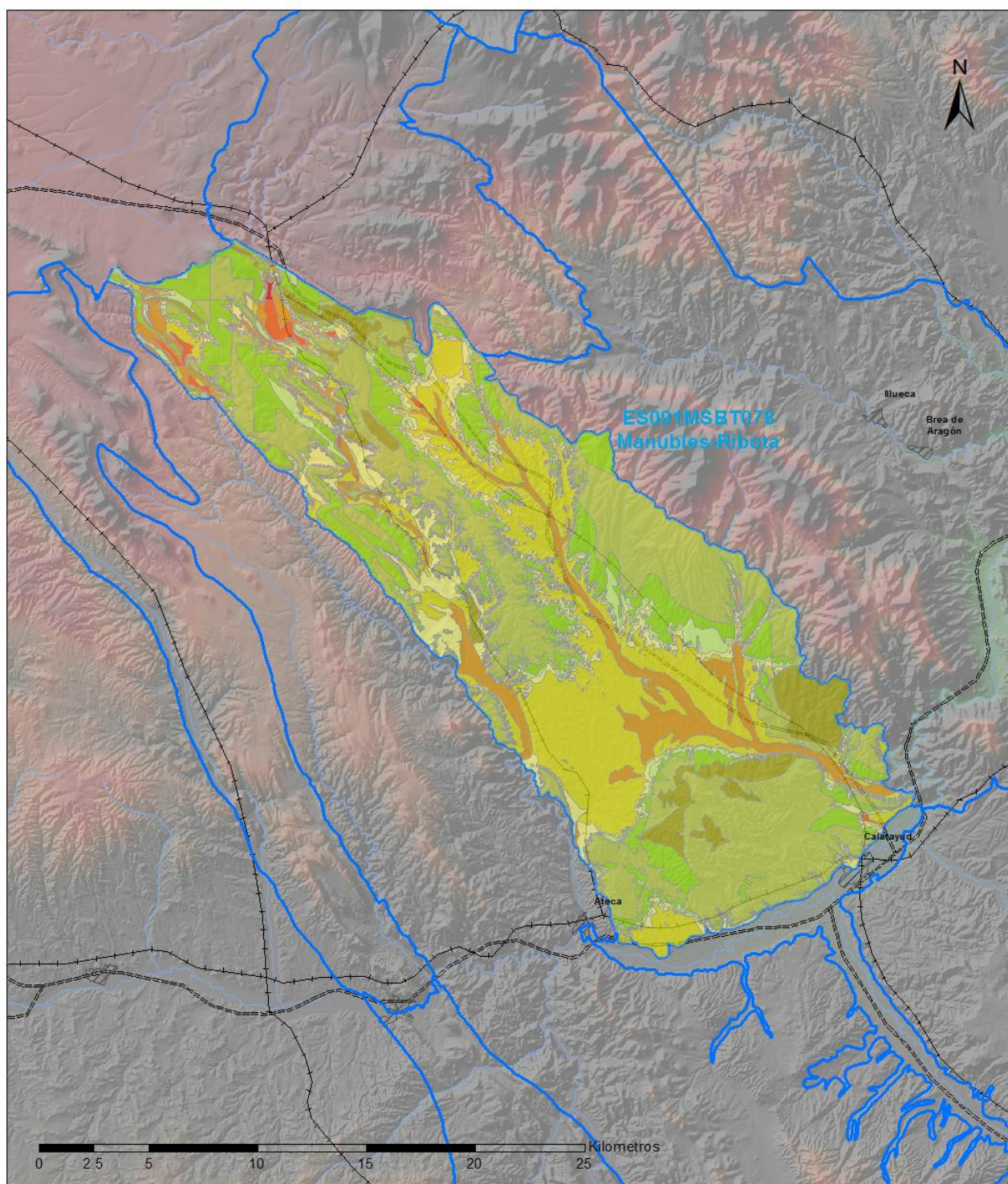
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

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
51	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, HAPLOCAMBID, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
56	ARIDISOL, CAMBID, HAPLOCAMBID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
57	ARIDISOL, CAMBID, HAPLOCAMBID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, Haplargid, NO INCLUSION2
83	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
84	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplocalcid, NO INCLUSION2
85	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplocalcid, Calcigypsid
118	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxerept, Haplosalid
135	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, XEROFLUVENT, NO ASOCIA2, Haploxerept, NO INCLUSION2
182	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Xerorthent, Xeropsamment
197	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxeraif, NO INCLUSION2
205	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeraif, Rhodoxeraif
207	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Xerorthent
210	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, XERORTHENT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		DRASTIC Reducido	
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT	
1 (Muy Baja)	16 - 30	5,91	
2 (Muy Baja)	30 - 44	29,95	
3 (Baja)	44 - 58	19,85	
4 (Baja)	58 - 72	6,44	
5 (Moderada)	72 - 86	8,37	
6 (Moderada)	86 - 100	21,07	
7 (Alta)	100 - 114	7,63	
8 (Alta)	114 - 128	0,75	
9 (Muy Alta)	128 - 142	0,05	

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

**LEYENDA****Método DRASTIC Reducido****Grado de Vulnerabilidad, Rango de Valores**

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

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

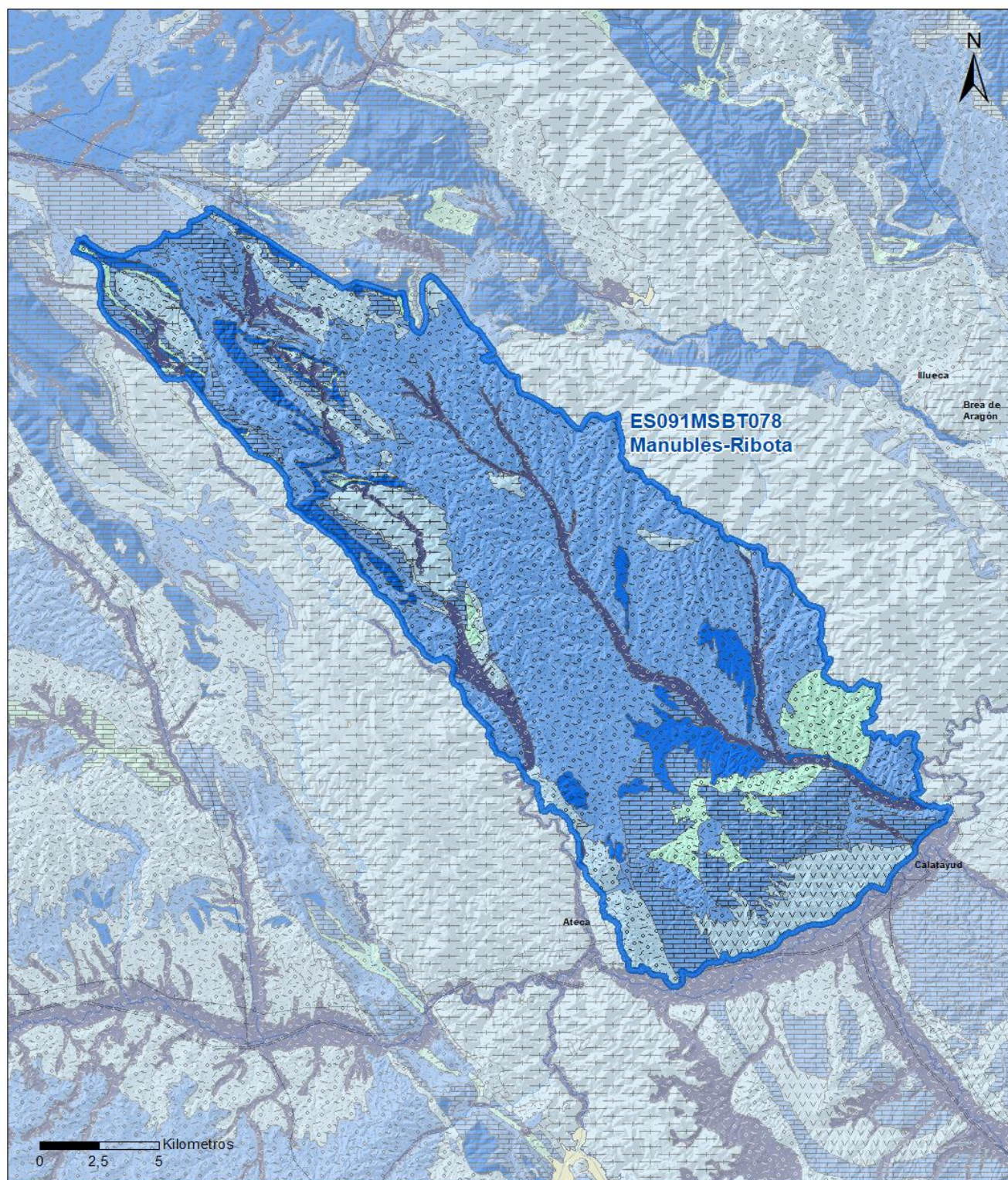
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Noreste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	BOROBIA-ARANDA DE MONCAYO
Sureste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	ALUVIAL JALÓN-JILOCA
Noroeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	Araviana
Suroeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRA PALEOZOICA DE ATECA
Noreste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRAS PALEOZOICAS DE LA VIRGEN Y VICORT

Descripción límites hidrogeológicos:

La MSBT Manubles-Ribota (ES091MSBT078) limita al noreste con las MSBT Borobia-Aranda del Moncayo (ES091MSBT073) y Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort (ES091MSBT074), con las que tiene un contacto cerrado con flujo nulo; al suroeste con la MSBT Sierras Paleozoicas de Ateca (ES091MSBT083) con la que tiene contacto cerrado con flujo nulo; al sureste con la MSBT Aluvial de Jilón-Jiloca (ES091MSBT081) con la que tiene contacto cerrado con flujo nulo; y el límite noroeste con la MSBT Araviana (ES020MSBT000400034), la cual pertenece a la DH del Duero, y con la que tiene un contacto cerrado con flujo nulo.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA



PERMEABILIDAD



MUY ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, CARBONATADAS



MEDIA, DETRÍTICAS



MEDIA, CARBONATADAS



BAJA, DETRÍTICAS



BAJA, CARBONATADAS



BAJA, EVAPORÍTICAS



BAJA, META-DETRÍTICAS



MUY BAJA, DETRÍTICAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km²)
			Sistema	Serie		
Muschelkalk	Dolomías	Media-Alta	Triásico	Medio	70-100	7
Mesozoico cuenta alta	Dolomías, calizas y margas	Media-Alta	Jurásico - Cretácico		245-280	29
Terciario detrítico	Conglomerados terciarios de borde	Media	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	400	224
Terciario carbonatado	Páramos carbonatados: calizas	Media	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	225	44
Aluvial del Manubles	Gravas y arenas	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	3-4	27
Aluvial de Ribota	Gravas y arenas	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	3-4	27
Cuaternario aluvial	Gravas, arenas, arcillas y limos	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno		17

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Mesozoico	36	7,89	Predominantemente libre	315-380	Karstificación-Fisuración	Mesozoico cuenca alta y Muschelkalk
Terciario	267	65,32	Libre	625	Karstificación-Intergranular	Terciario carbonatado y Terciario detrítico
Cuaternario	71	14,71	Libre	14	Intergranular	Cuaternario aluvial, Aluvial de Ribota, Aluvial del Manubles

Descripción general:

En la MSBT se definen 3 acuíferos, los cuales están formados por más de una FGP cada uno. El acuífero Mesozoico está constituido por dolomías de la FGP Muschelkalk (70-100 m), y por la FGP Mesozoico cuenca alta, la cual está formada por las carniolas, calizas y dolomías del Rethiense-Sinemuriense (340 m), carbonatos de Chelva del Dogger (80-115 m) y carbonatos del Malm (165 m). Están afectados por una serie de pliegues y cabalgamientos de orientación ibérica que fosilizan bajo sedimentos pliocenos hacia el SE. Constituye un acuífero permeable por fisuración y karstificación que es de carácter eminentemente libre.

El segundo acuífero está constituido por dos FGP, que se corresponden con los materiales detríticos (FGP Terciario detrítico) que incluyen los conglomerados terciarios de borde de cuenca, con un espesor superior a 400 m, y los páramos carbonatados cuya potencia máxima es del orden de 225 m (FGP Terciario carbonatado).

El tercer acuífero definido está formado por 3 FGP que se asocian a los materiales de los depósitos aluviales de la margen izquierda del río Jalón, así como los pequeños aluviales del Manubles, Ribota (ambos con un espesor del orden de 3-4m) y glacia.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m²/día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Terciario	Terciario detrítico	Ensayo de bombeo	1,42	7,57		

Descripción general:

Existe un piezómetro de control en Cervera de la Guardia (090.078.001) en el que las pruebas de bombeo aportan valores de transmisividad bajos entre 1,42 y 7,57 m²/día, según el método de análisis.

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

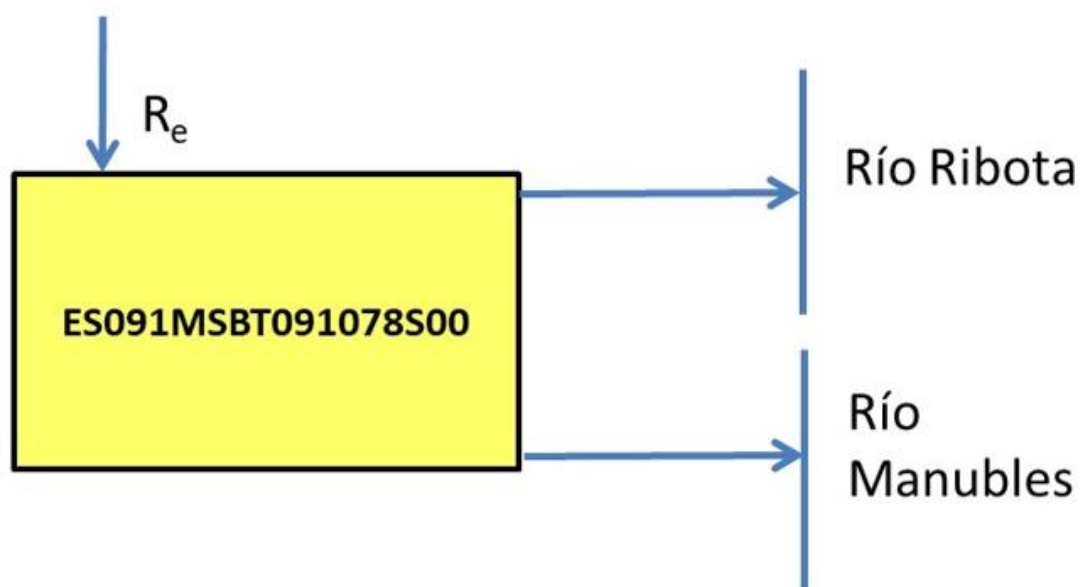
Desde el punto de vista hidrogeológico, la MSBT se recarga exclusivamente por la infiltración directa del agua de lluvia sobre las formaciones permeables mesozoicas (en el sector de cabecera) y Terciario-Cuaternarias del resto. A su vez, la descarga se produce hacia los cursos de agua superficiales, principalmente hacia el río Manubles, que recoge la descarga del acuífero mesozoico, entre las poblaciones de Berdejo y Bijuesca, y buena parte de la descarga de los acuíferos terciarios y cuaternarios de forma difusa, también drenados, en parte, por el río Ribota.

Las direcciones de flujo son, en todos los acuíferos presentes, convergentes hacia el río Manubles, receptor de todos los recursos, localizado en el límite suroeste de la MSBT.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT078S00	Manubles-Ribota
Esquema: ES091MSBT078S00	

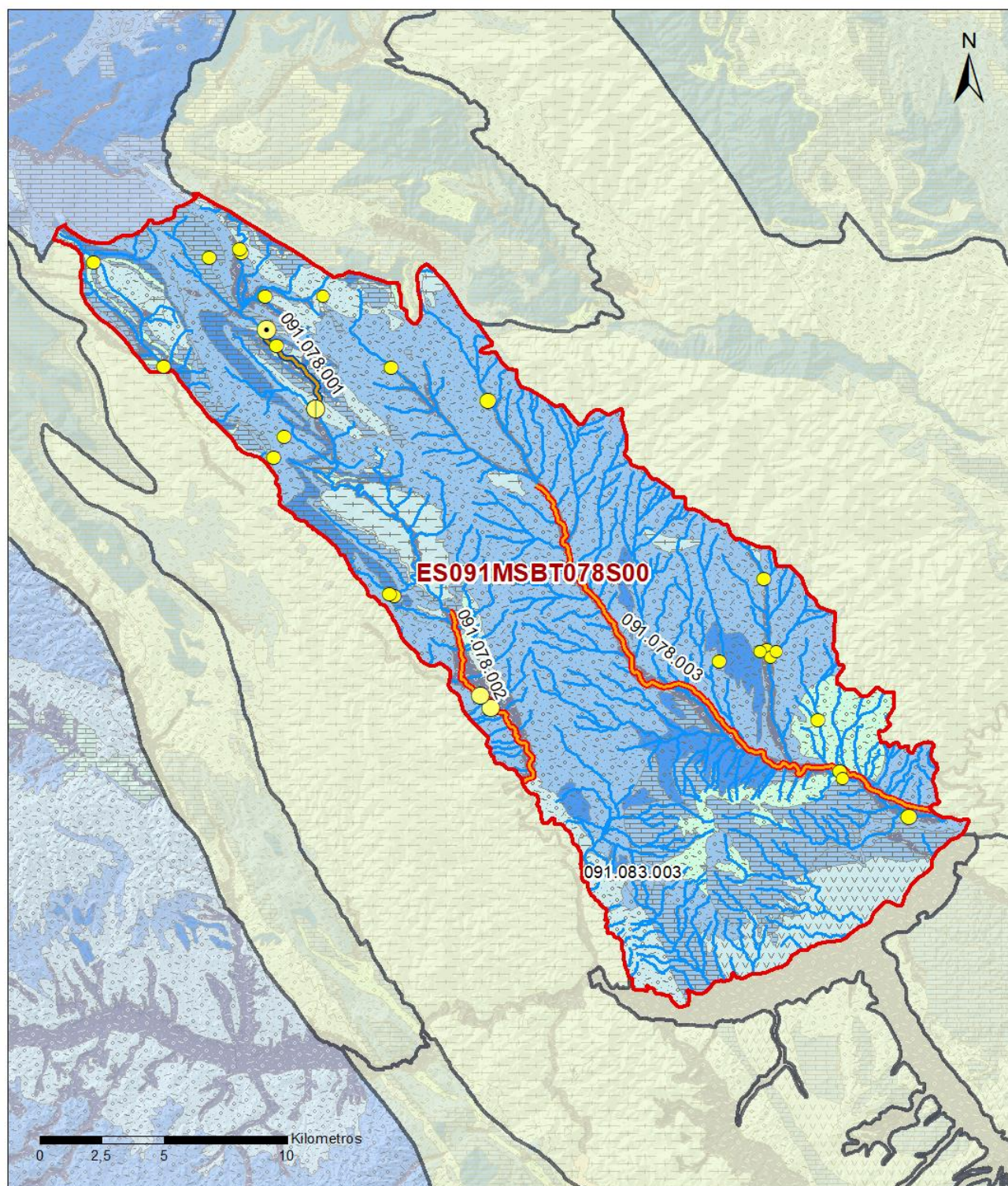


5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT078S00	ES091MSPF321	Río Manubles desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón (incluye río Carabán).	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.078.001
ES091MSBT078S00	ES091MSPF321	Río Manubles desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón (incluye río Carabán).	Descarga a cauce	091.078.002
ES091MSBT078S00	ES091MSPF325	Río Ribota desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón.	Descarga a cauce	091.078.003

5.6.3 PARÁMETROS DE LA RELACIÓN MSPF/MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código manantial principal o tramo	Cota de descarga (m)	Coef. α del manantial (días -1)	Caudal medio (hm ³ /año)	Rango (hm ³ /año)	Coefficiente de reparto (%)	Relación unitaria de trasferencia (L/s/m)
ES091MSBT078S00	091.078.001	967		11,44	0,248-29,233	46	0,07800
ES091MSBT078S00	091.078.002	764	0,02080	5,27	5,27-11,95	21	0,01800
ES091MSBT078S00	091.078.003	832		8,28	-1,05-47,213	33	0,01000

**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

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

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

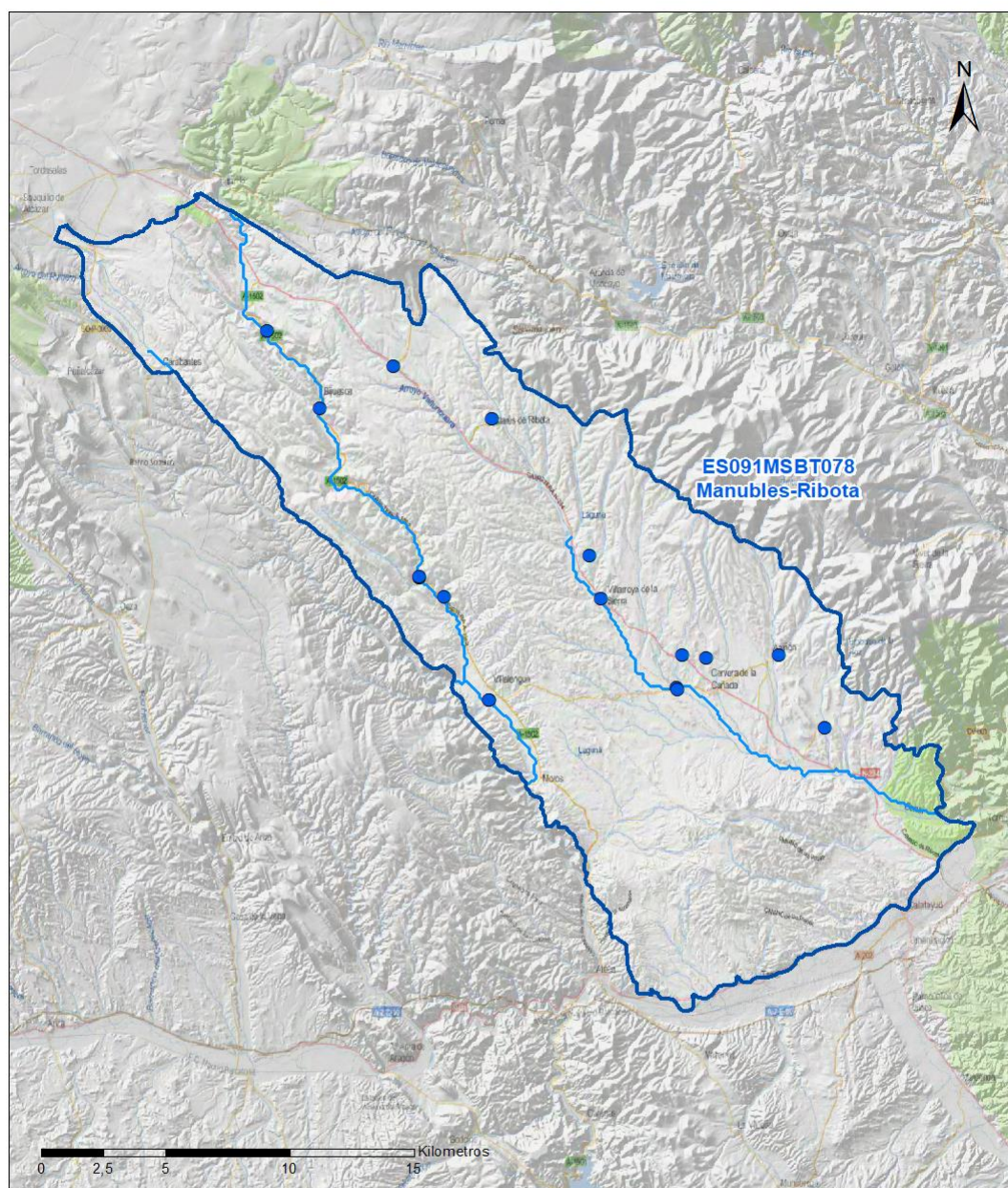
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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)	17	☒	☐		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	18	☐	☒	1	0,12
Zonas de futura captación de agua para consumo humano		☐	☐		
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)		☐	☐		
Perímetros de protección de aguas minerales y termales		☐	☐		

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

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

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

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

7.1 BALANCE HÍDRICO

7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (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	4,57	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF		Extracciones	2,86
Transf. lateral otras MSBT		Transf. lateral otras MSBT	
Retornos de riego	1,45		
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	6,01	Salidas Totales	2,86
Diferencia entradas-salidas (hm³/año) (RA)		3,15	

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

7.2.1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm³/año)	4,75
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm³/año)	2,10
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm³/año)	1,00
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm³/año)	7,73
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,27

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm³/año)	4,57
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm³/año)	2,86
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm³/año)	0,91
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm³/año)	5,10
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,56

"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

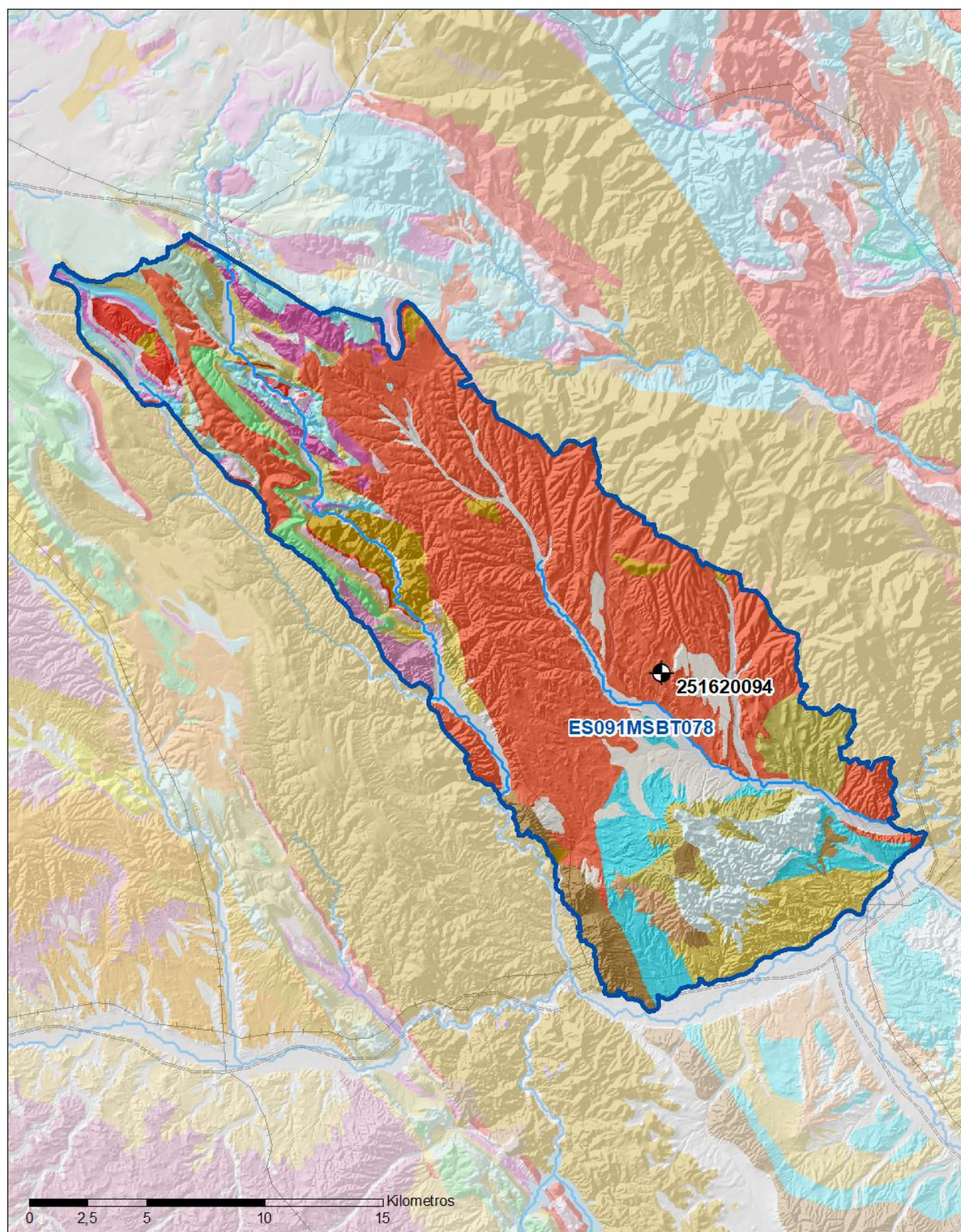
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
251620094	Piezometría	605.086	4.588.958	Conglomerados Terciarios de Borde	20/02/1997			109,0	728	☒	☐	☐

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

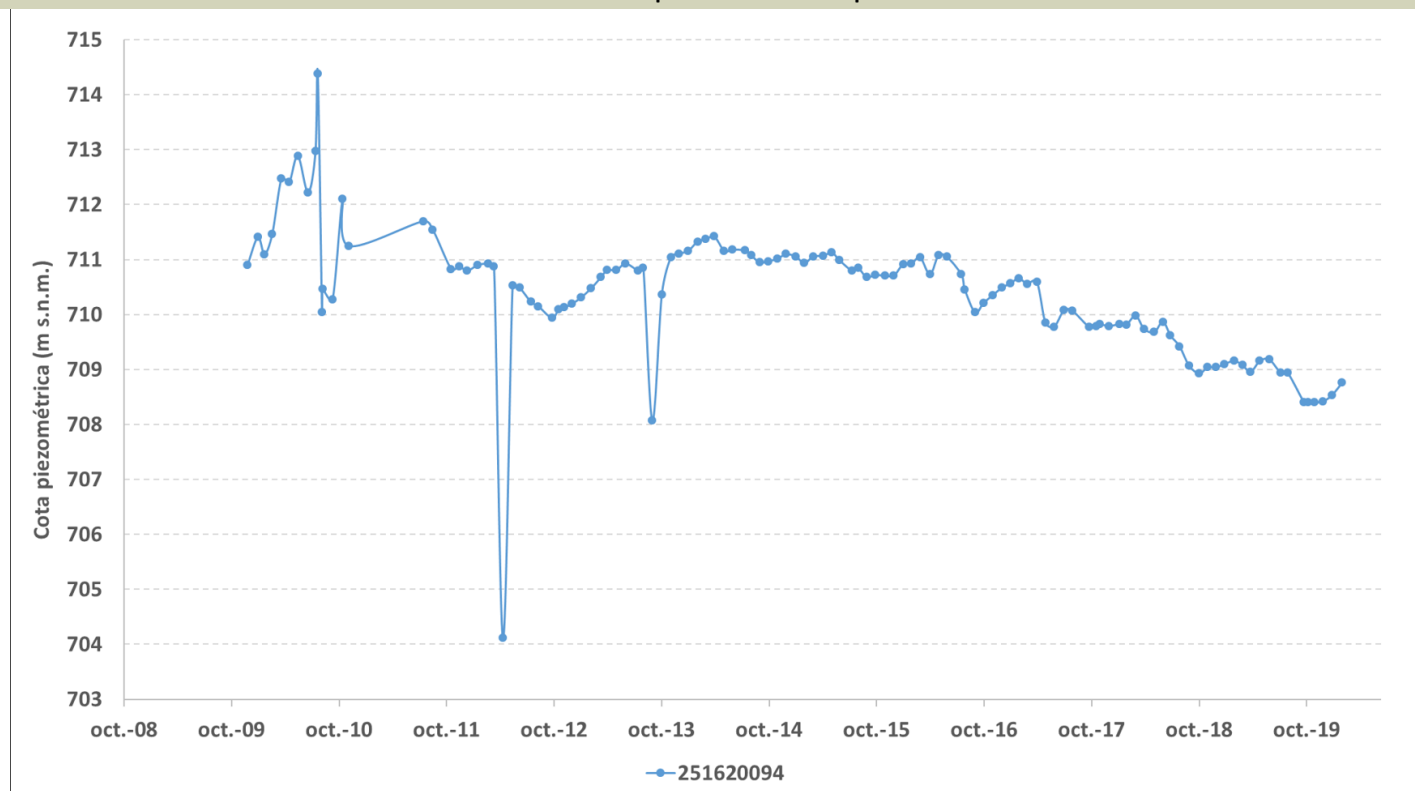
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  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 piezométrico está constituida por un piezómetro (IPA_251620094), con medidas continuas del nivel piezométrico (NP) desde el año 2009 y un promedio de 710,5 m s.n.m. Muestra una evolución con leves variaciones significativas interanuales y estacionales y un carácter descendente, donde el rango de variación del NP es de 10,3 m. El punto de control se sitúa en el acuífero de los Conglomerados Terciarios de borde.

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
251620094	1997	2020	127	714,4	704,1	710,5	10,3	-0,17	Conglomerados Terciarios de Borde	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

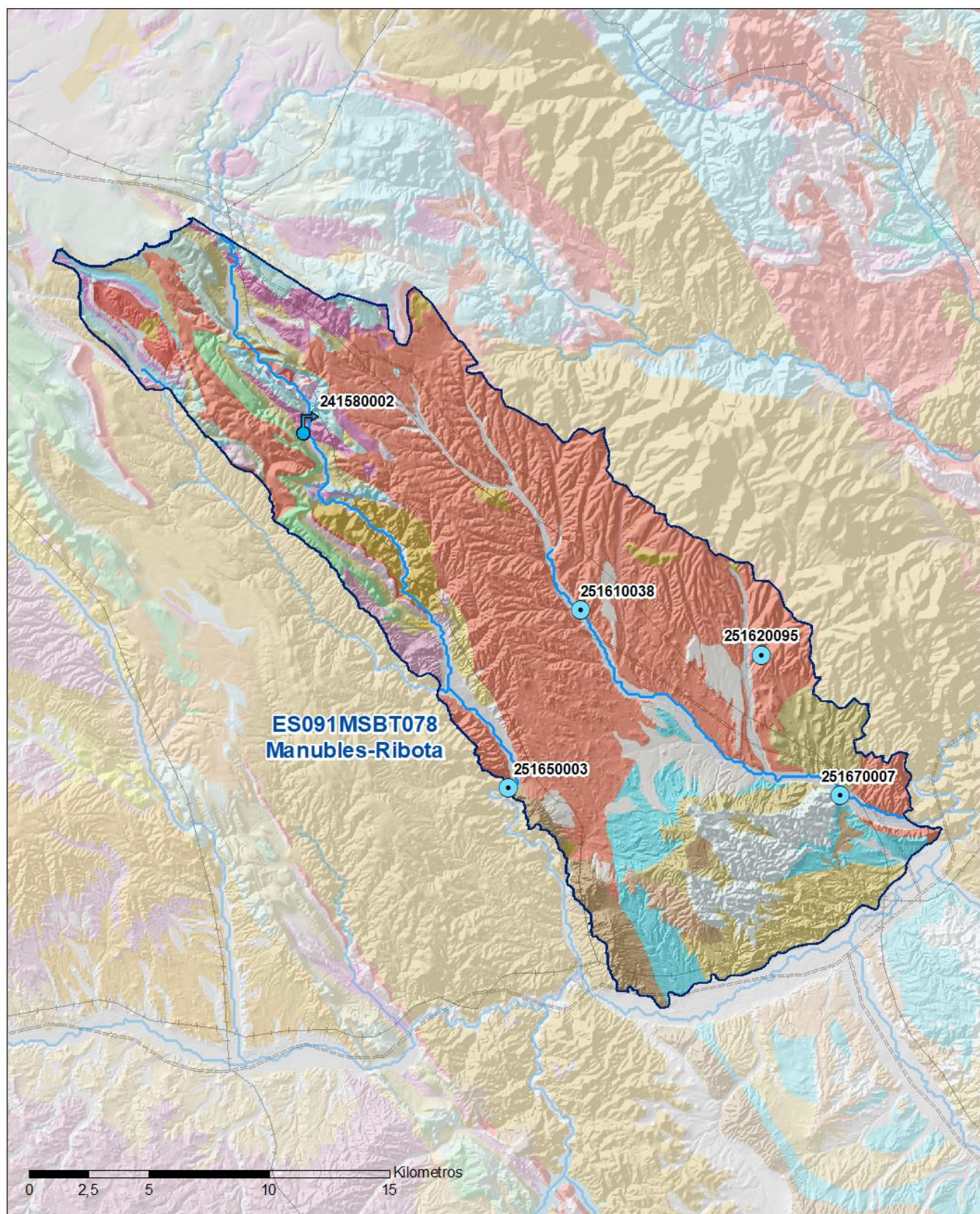
8.4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LAS TENDENCIAS DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS/CAUDALES

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					
241580002	MANANTIAL DE BIJUESCA. AYTO. BIJUESCA (Bco.Aguilón)	589.857	4.598.859	910		MANANTIAL		27/03/1995
251610038	POZO LOS PINGONES. CASCO URBANO	601.188	4.591.189	735	4,5	POZO		04/10/2007
251620095	POZO BARRANCO ALCUADRÓN. SESTERO (Po: 1, Pa: 25)	608.694	4.589.320	725	136,4	POZO	Terciario	04/10/2007
251650003	EL PUENTE DEL RIO	598.202	4.583.829	679	7,0	POZO	Cuaternario	18/10/2007
251670007	RIBOTA AYUNTAMIENTO	611.991	4.583.496	575	100,0	POZO		03/05/2007

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
	Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
	241580002	☒	☐	☒	☐	☐	
	251610038	☐	☐	☒	☐	☐	Desconocido
	251620095	☐	☐	☒	☐	☐	Abastecimientos urbanos
	251650003	☐	☐	☒	☐	☐	
	251670007	☐	☐	☒	☐	☐	Abastecimientos urbanos

**LEYENDA**

Red hidrográfica

MSBT

Tipo de Captación

MANANTIAL

POZO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

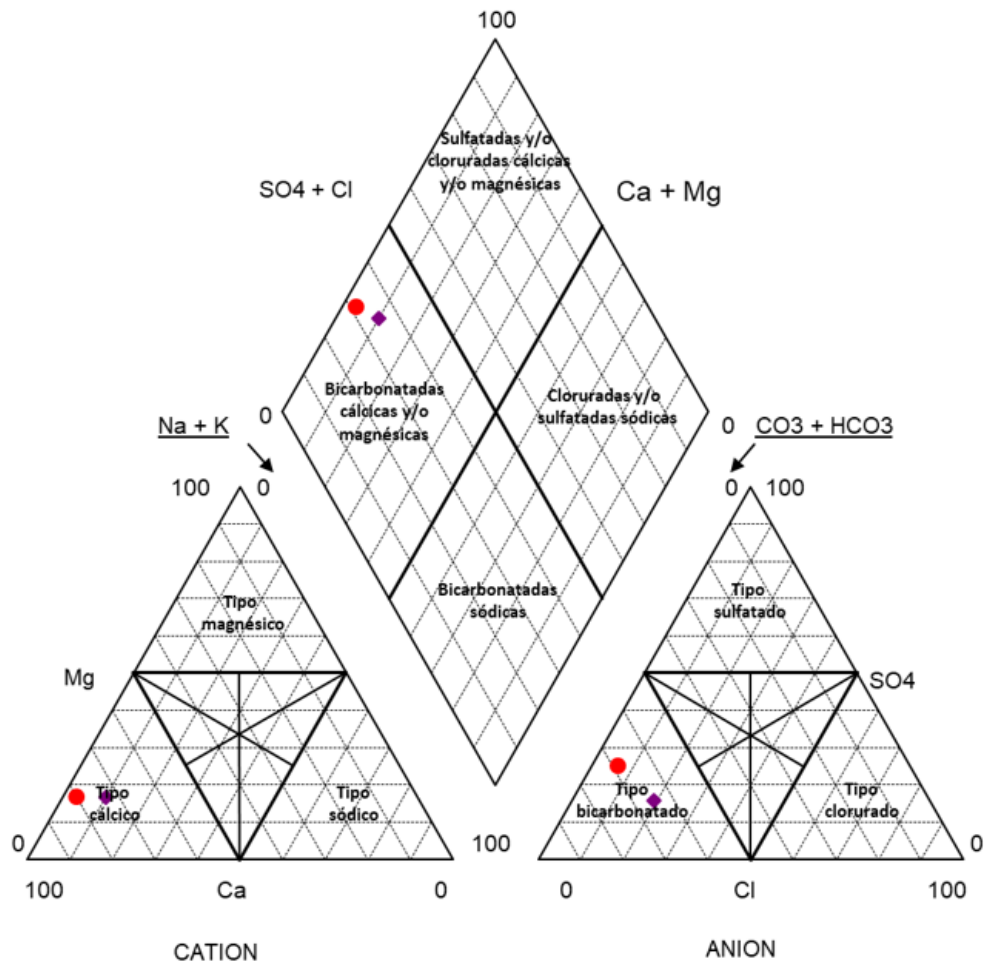
Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

Código Punto	Principales materiales atravesados	Facies Hidrogeoquímica
241580002		Bicarbonatada cálcica
251610038		Bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT MANUBLES-RIBOTA (2017)



● 241580002 (2017)

● 251610038 (2017)

Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 241580002

Manubles-Ribota 241580002 (2015-2017)

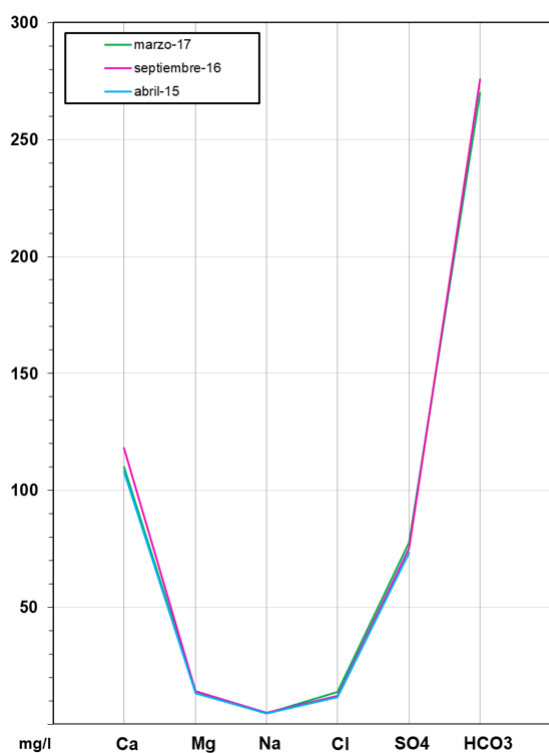
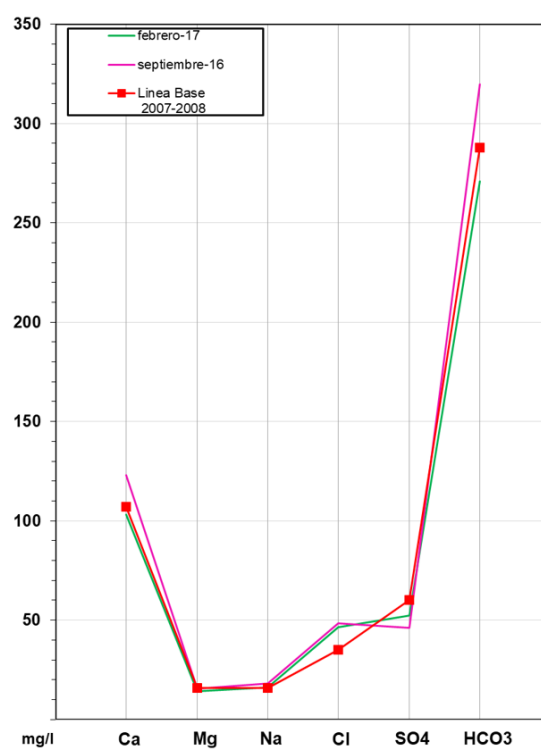


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 251610038

Manubles-Ribota 251610038 (2016-2017)

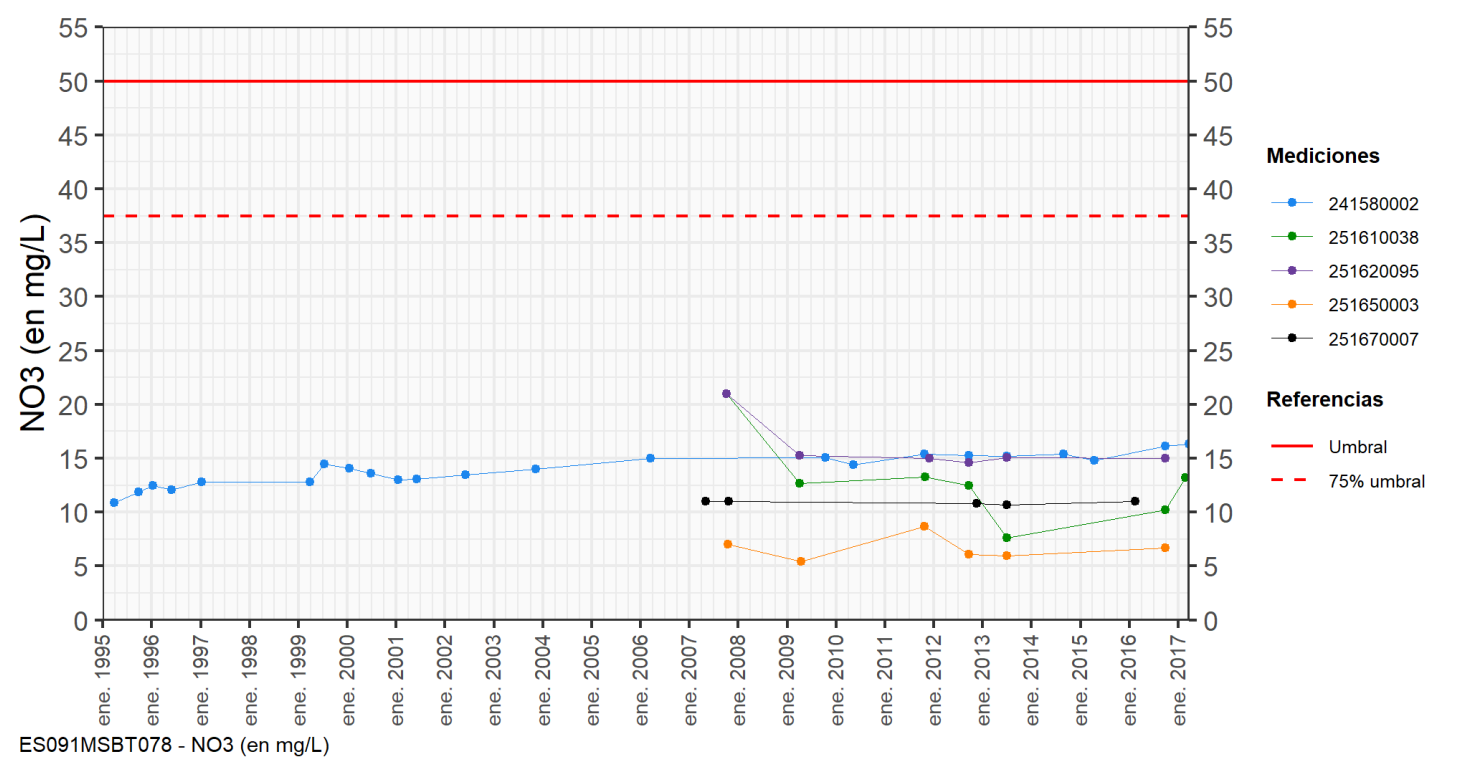


9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

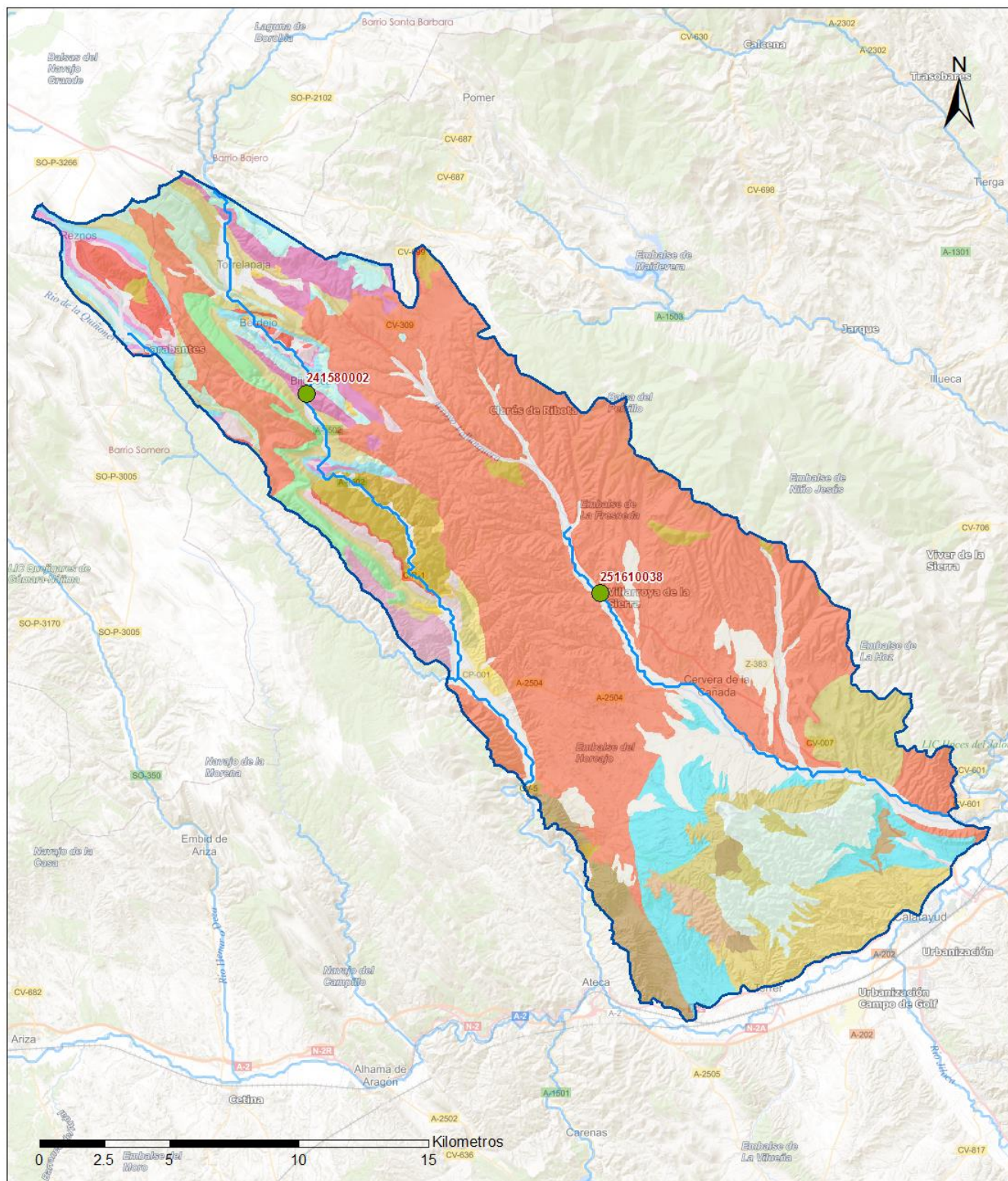
Parámetro	Unidad	Nivel Referencia (NR)	Uso/Receptor	Valor criterio	Valor umbral/Norma de calidad
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L				50,00

9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

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



Mapa de distribución actual



LEYENDA

 MSBT:
 Red hidrográfica
 ES091MSBT078
 Manubles-Ribota

NITRATOS (mg/l) 2017

-  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

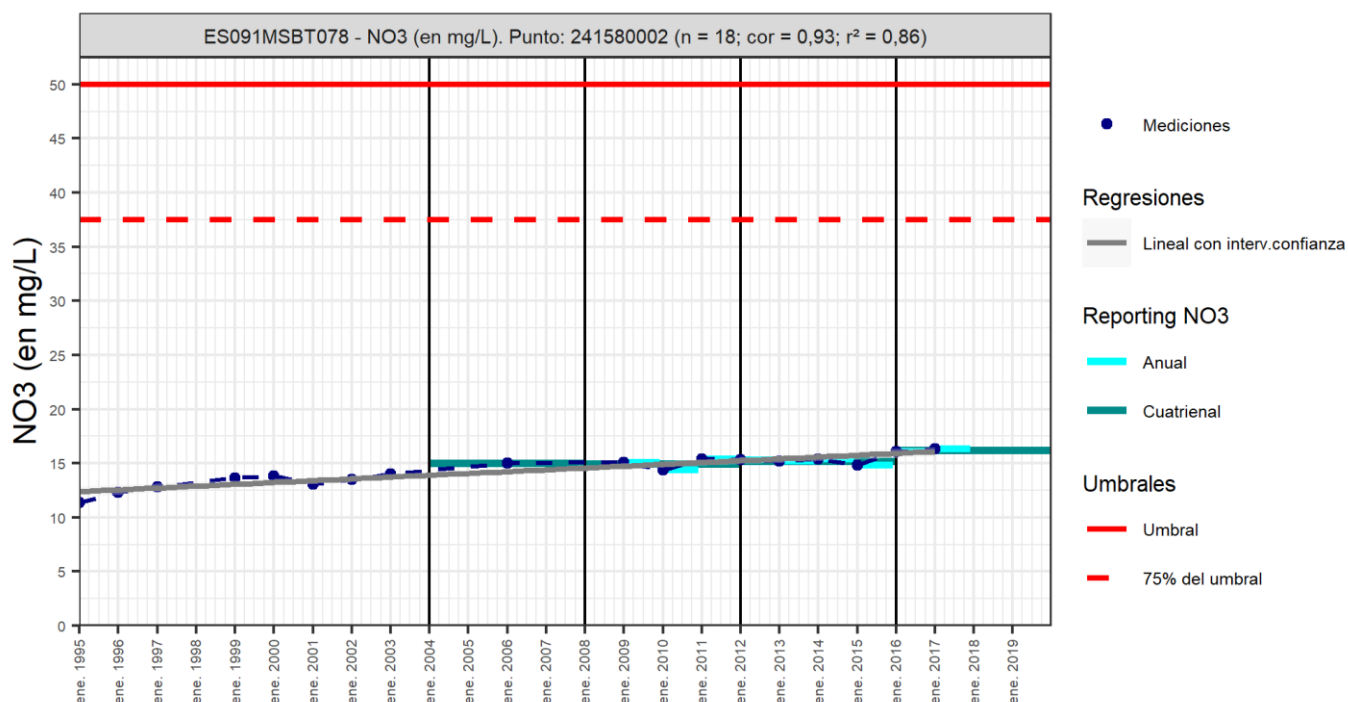
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Para el análisis de la tendencia del contenido en nitratos de la masa de agua Manubles-Ribota se ha seleccionado 1 punto de control que se corresponde con un manantial (IPA_241580002) y dispone de 9 medidas consecutivas entre los años 2009 y el 2017.

Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO_3^-)

Código Punto 241580002



Análisis de tendencias

Los resultados obtenidos en el punto de control seleccionado (IPA_241580002) por el método de regresión lineal tienen valores de $R^2 > 0,6$ (alta correlación), con una tendencia ascendente. El análisis estadístico de Mann-Kendall de las series históricas anuales permite identificar una tendencia de evolución significativa $GS > 90\%$ con una tendencia creciente.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son levemente significativas, con ascenso en la concentración de nitrato en el punto seleccionado de 15,18 a 16,20 mg/L. En general, la concentración de nitrato tiene una tendencia creciente comparando los dos últimos cuatrienios.

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
241580002	mg/L	Histórica	1995	2017	Anual	23	17	12,30	16,30	11,40	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
241580002	0,86493	Ascendente	ALTO	Ascendente	9,00E-02	90,70	ALTO

Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos (NO_3^-) en mg/L

Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Mín.	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
										15,18	16,20	1,02	
241580002	Histórica	2012	2019	Cuatrienal	2	15,18	16,20		37,50	15,18	16,20	1,02	Ascendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea ES091MSBT078 Manubles-Ribota con 450,97 km² de superficie, se encuentra principalmente en la comunidad autónoma de Aragón y el resto se integra en la C.C.A.A de Castilla y León. Se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico Centro Ibérico en la zona occidental de la D. Hidrográfica del Ebro, limitando al norte con la D.H. del Duero. Los límites de la MSBT comprenden la zona más noroccidental de la Depresión de Calatayud, al sureste por el río Jalón, al noreste por las Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort, y al suroeste por las Sierras Paleozoicas de Ateca. Los municipios con mayor porcentaje de ocupación en la MSBT son Villarroja de la Sierra y Calatayud.

Desde el punto de vista geológico, la MSBT se encuentra enclavada en el dominio geoestructural de la Cordillera Ibérica, en su sector más septentrional, y dentro de ésta, en la zona noroeste de la depresión de Calatayud. Esta depresión es una cuenca intramontañosa de dirección aproximada NO-SE, controlada por fallas tardihercínicas de zócalo y rellena de materiales oligocenos, miocenos, pliocenos y cuaternarios. En el extremo NO, afloran materiales mesozoicos afectados por una intensa fracturación y plegamiento de dirección ibérica. Su continuidad bajo los terciarios de la depresión de Calatayud es incierta.

Las litologías que caracterizan la MSBT se corresponden con dolomías del Muschelkalk (70-100 m), carniolas, calizas y dolomías del Rethiense-Sinemuriense (340 m), carbonatos de Chelva del Dogger (80-115 m) y carbonatos del Malm (165 m). Estos materiales están afectados por una serie de pliegues y cabalgamientos de orientación ibérica que fosilizan bajo sedimentos pliocenos hacia el Sureste. En el ámbito del Terciario, los materiales corresponden a conglomerados de borde de cuenca, con un espesor superior a 400 m, y los páramos carbonatados cuya potencia máxima es del orden de 225 m. Por último, se incluyen los depósitos aluviales de la margen izquierda del Jalón, así como los pequeños aluviales del Manubles, Ribota (ambos con un espesor del orden de 3-4 m) y glaciares del cuaternario.

La MSBT Manubles-Ribota (ES091MSBT078) limita al noreste con las MSBT Borobia-Aranda del Moncayo (ES091MSBT073) y Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort (ES091MSBT074), con las que tiene un contacto cerrado con flujo nulo; al suroeste con la MSBT Sierras Paleozoicas de Ateca (ES091MSBT083) con la que tiene contacto cerrado con flujo nulo; al sureste con la MSBT Aluvial de Jilón-Jiloca (ES091MSBT081) con la que tiene contacto cerrado con flujo nulo; y el límite noroeste con la MSBT Araviana (ES020MSBT000400034), la cual pertenece a la DH del Duero, y con la que tiene un contacto cerrado con flujo nulo por ser divisoria hidrológica entre cuencas.

En la MSBT se definen 3 acuíferos, los cuales están formados por más de una FGP cada uno. El acuífero Mesozoico está constituido por dolomías de la FGP Muschelkalk (70-100 m), y por la FGP Mesozoico cuenca alta, la cual está formada por las carniolas, calizas y dolomías del Rethiense-Sinemuriense (340 m), carbonatos de Chelva del Dogger (80-115 m) y carbonatos del Malm (165 m). Están afectados por una serie de pliegues y cabalgamientos de orientación ibérica que fosilizan bajo sedimentos pliocenos hacia el SE. Constituye un acuífero permeable por fisuración y carstificación que es de carácter eminentemente libre. El segundo acuífero está constituido por dos FGP, que se corresponden con los materiales detríticos (FGP Terciario detrítico) que incluyen los conglomerados terciarios de borde de cuenca, con un espesor superior a 400 m, y los páramos carbonatados cuya potencia máxima es del orden de 225 m (FGP Terciario carbonatado). El tercer acuífero definido está formado por 3 FGP que se asocian a los materiales de los depósitos aluviales de la margen izquierda del río Jalón, así como los pequeños aluviales del Manubles, Ribota (ambos con un espesor del orden de 3-4m) y glaciares.

Las características hidrogeológicas y edafológicas de la masa de agua, clasificada como detrítico-mixta, le confieren un grado de vulnerabilidad intrínseco a la contaminación según el método DRASTIC reducido (Min= Grado 1; Max= Grado 10) de muy bajo-bajo (grado 1-4) al 62,2%, moderado (grado 5-6) al 29,4% y alto-muy alto (grado 7-10) al 8,4% de la superficie de la MSBT.

Desde el punto de vista del funcionamiento hidrogeológico, la MSBT se recarga exclusivamente por la infiltración directa del agua de lluvia sobre las formaciones permeables mesozoicas (en el sector de cabecera) y Terciario-Cuaternarias del resto. A su vez, la descarga se produce hacia los cursos de agua superficiales, principalmente hacia el río Manubles, que recoge la descarga del acuífero mesozoico, entre las poblaciones de Berdejo y Bijuesca, y buena parte de la descarga de los acuíferos terciarios y cuaternarios de forma difusa, también drenados, en parte, por el río Ribota. Las direcciones de flujo son, en todos los acuíferos presentes, convergentes hacia el río Manubles, receptor de todos los recursos, localizado en el límite suroeste de la MSBT.

En la MSBT se ha identificado un recinto hidrogeológico que se corresponden con el código ES091MSBT078S01 el cual está relacionado con los ríos Ribota y Manubles.

Dentro del cálculo de los recursos hídricos de esta MSBT para el tercer ciclo de planificación se obtiene un recurso disponible de 5,10 hm³/año frente a unas extracciones de 2,86 hm³/año, lo que permite obtener como resultado para el índice de explotación (IE) un valor de 0,56.

La red de control piezométrico está constituida por un piezómetro (IPA_ 251620094), con medidas continuas del nivel piezométrico (NP) desde el año 2009 y un promedio de 710,5 m s.n.m. Muestra una evolución con leves variaciones significativas interanuales y estacionales y un carácter descendente, donde el rango de variación del NP es de 10,3 m. El punto de control se sitúa en el acuífero de los Conglomerados Terciarios de borde.

La red de control químico dispone de 5 puntos de control del estado químico de las aguas, repartidos entre 1 manantiales y 4 pozos, con una profundidad de entre 4,5 y 136,41 m, que pertenecen a las redes de control de abastecimiento y vigilancia. Las características generales fisicoquímico de esta masa de agua corresponden a un agua de mineralización débil a media, con valores de conductividad eléctrica que varían de entre 396 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta los 836 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un promedio para el percentil 50 (P50) de 593 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La concentración en mg/L de CaCO_3 calculada a partir de las concentraciones máximas y mínimas de Ca y Mg, varían entre 201 y 481 mg/L , lo que indica que se trata de aguas de naturaleza dura. La facie hidrogeoquímica que caracteriza las aguas de la MSBT se corresponde con bicarbonatada cálcica.

La MSBT Manubles-Ribota se encuentra en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales por reconocerse impactos probables de tipo NUTR, asociados a presiones de tipo difusas.

Para el análisis de la tendencia del contenido en nitratos de la masa de agua Manubles-Ribota se ha seleccionado 1 punto de control que se corresponde con un manantial (IPA_241580002) y dispone de 9 medidas consecutivas entre los años 2009 y el 2017. Los resultados obtenidos en el punto de control seleccionado (IPA_241580002) por el método de regresión lineal tienen valores de $R^2 > 0,6$ (alta correlación), con una tendencia ascendente. El análisis estadístico de Mann-Kendall de las series históricas anuales permite identificar una tendencia de evolución significativa $GS > \text{de } 90\%$ con una tendencia creciente. Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son levemente significativas, con ascenso en la concentración de nitrato en el punto seleccionado de 15,18 a 16,20 mg/L . En general, la concentración de nitrato tiene una tendencia creciente comparando los dos últimos cuatrienios.

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 Diagnóstico de las redes de estado cuantitativo ☒
	S66 Análisis y Diagnóstico 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 HIDROTHERMALISMO
	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 Manubles-Ribota:

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. Dado la extensión de la superficie agrícola, en especial los regadíos de frutales sobre los aluviales del Manubles y Ribota, también es necesaria 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. 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.

Análisis y diagnóstico 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 diagnóstico de las redes de muestreo. Estos trabajos permiten conocer el grado de representatividad que tienen tanto los puntos de control, como las propias redes. En base a los resultados de este análisis y diagnóstico de las redes y sus puntos, se podrán efectuar propuestas de mejora para el cumplimiento de los objetivos específicos de cada una de estas redes.

Modelización geológica 3D: Dado el interés y con el objetivo de impulsar la modelización numérica como herramienta para la gestión del recurso hídrico, se propone como prioritario en 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). Diagnóstico de las estaciones de seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea de las cuencas intercomunitarias, construidas y operativas antes del año 2.002. Apoyo Técnico a la Confederación Hidrográfica del Ebro. Memoria y anejos.
- 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: ES091MSBT078 - MANUBLES-RIBOTA

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT078 - MANUBLES-RIBOTA

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20°C) (In situ)	O ₂ (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	°C	Ud. pH	μS/cm	mg/L	mg/L O ₂	mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃
Código Punto	241580002						
Valor							
Máx.	18,2	8	640	9,90	<LQ	<LQ	231,0
Mín.	13,2	6	491	6,50	<LQ	<LQ	217,0
P50	15,6	7	546	7,50	<LQ	<LQ	222,5
N reg.	21	21	21	23	6		16
Código Punto	251610038						
Valor							
Máx.	18,4	7	833	8,40	<LQ	<LQ	209,0
Mín.	9,7	7	483	6,60	<LQ	<LQ	209,0
P50	16,7	7	693	7,85	<LQ	<LQ	209,0
N reg.	6	6	6	6	6		1
Código Punto	251620095						
Valor							
Máx.	21,6	8	491	11,60	0,5	<LQ	203,0
Mín.	13,0	7	396	6,70	<LQ	<LQ	203,0
P50	16,0	7	481	9,00	<LQ	<LQ	203,0
N reg.	5	5	5	5	5		1
Código Punto	251650003						
Valor							
Máx.	18,3	8	806	10,70	<LQ	<LQ	302,0
Mín.	12,8	7	563	6,70	<LQ	<LQ	302,0
P50	17,0	7	687	9,00	<LQ	<LQ	302,0
N reg.	5	6	5	6	5		1
Código Punto	251670007						
Valor							
Máx.	21,6	8	587	8,40	0,9	<LQ	<LQ
Mín.	14,1	7	455	6,90	<LQ	<LQ	<LQ
P50	17,9	7	561	7,60	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	4	5	3	5	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	241580002								
Valor									
Máx.	281,8	<LQ	61,00	84,2	16,3	0,03	<LQ	6,0	2,0
Mín.	224,0	<LQ	8,20	63,0	10,9	<LQ	<LQ	3,2	<LQ
P50	270,0	<LQ	11,10	72,7	14,1	<LQ	<LQ	4,6	1,0
N reg.	21	21	23	23	23	9	8	23	23
Código Punto	251610038								
Valor									
Máx.	328,2	<LQ	50,40	60,0	21,0	<LQ	<LQ	18,2	3,0
Mín.	255,0	<LQ	35,00	44,3	7,6	<LQ	<LQ	14,6	1,5
P50	296,5	<LQ	46,60	49,9	12,7	<LQ	<LQ	16,0	2,0
N reg.	7	6	7	7	7	6	5	7	7
Código Punto	251620095								
Valor									
Máx.	252,5	<LQ	23,50	16,0	21,0	<LQ	<LQ	10,0	3,0
Mín.	245,1	<LQ	20,50	8,3	14,6	<LQ	<LQ	6,9	2,2
P50	247,7	<LQ	21,65	9,6	15,1	<LQ	<LQ	7,7	2,4
N reg.	6	5	6	6	6	6	5	6	6
Código Punto	251650003								
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	251650003								
Valor									
Máx.	379,4	<LQ	27,00	115,0	8,7	<LQ	<LQ	15,0	4,0
Mín.	319,6	<LQ	18,10	59,9	5,4	<LQ	<LQ	8,3	1,9
P50	348,9	<LQ	23,60	94,4	6,4	<LQ	<LQ	12,4	2,9
N reg.	6	5	6	6	6	6	5	6	6
Código Punto	251670007								
Valor									
Máx.	258,6	<LQ	21,00	63,0	11,0	0,00	0,07	30,0	8,0
Mín.	200,1	<LQ	16,70	46,0	10,7	<LQ	<LQ	25,5	6,1
P50	257,4	<LQ	17,20	52,3	11,0	<LQ	<LQ	26,1	7,8
N reg.	5	3	5	5	5	5	4	5	5
Nota: Los valores <LQ corresponden a valores por debajo Límite Cuantificación (LQ).									
Parámetro	Ca ²⁺	Mg ²⁺	As	Cd ²⁺	Hg	NH ₄ ⁺ Total	Σ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	241580002								
Valor									
Máx.	118,0	15,0	1,0000	1,0000	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	95,5	12,2	0,2100	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	105,0	13,4	0,2480	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	23	23	9	10	8	21	8	8	8
Código Punto	251610038								
Valor									
Máx.	123,0	17,7	0,3100	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	96,0	14,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	107,0	15,3	0,2000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	7	7	7	6	7	7	5	7	7
Código Punto	251620095								
Valor									
Máx.	69,0	22,5	0,1700	<LQ	0,1000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	59,6	19,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	63,1	20,5	0,1375	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	6	6	6	6	4	6	6
Código Punto	251650003								
Valor									
Máx.	125,0	34,0	0,4300	<LQ	<LQ	0,06	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	84,6	25,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	112,0	28,3	0,3870	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	6	6	6	6	4	5	5
Código Punto	251670007								
Valor									
Máx.	60,0	31,0	0,1950	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	40,0	24,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	50,8	26,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	5	5	5	5	5	5	3	4	4
Nota: Los valores <LQ corresponden a valores por debajo Límite Cuantificación (LQ).									