

# CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT086 - PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN

# 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 ES091MSBT086 Nombre MSBT PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea ES091MSBT086 Páramos del Alto Jalón con 2.284 km<sup>2</sup> de superficie, se encuentra principalmente en la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha y el resto se integra en las C.C.A.A de Aragón y Castilla y León. Se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico Alto Jalón - Alto Jiloca en la zona sur-occidental de la D. Hidrográfica del Ebro en el límite con la cuenca del Tajo al SO y la del Duero al NO. Comprende la cuenca alta del río Jalón y sus afluentes localizados al oeste del macizo paleozoico de Ateca. Los municipios con mayor porcentaje de ocupación en la MSBT son Arcos de Jalón y Maranchón.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Castilla y León	Soria	42025	Arcos de Jalón	70,78	13,67
Castilla y León	Soria	42113	Medinaceli	89,77	8,06
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19265	Tartanedo	100,00	6,49
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19170	Maranchón	82,78	5,55
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19190	Molina de Aragón	54,42	4,01
Aragón	Zaragoza	50271	Used	98,75	3,68
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19287	Tortuera	100,00	3,60
Aragón	Zaragoza	50256	Torralba de los Frailes	100,00	2,59
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19059	Campillo de Dueñas	93,25	2,47
Aragón	Zaragoza	50090	Cubel	95,92	2,46
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19332	Yunta, La	100,00	2,46
Aragón	Teruel	44168	Odón	70,43	2,29
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19115	Establés	99,99	2,29
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19243	Rueda de la Sierra	97,76	2,18
Aragón	Zaragoza	50001	Abanto	74,41	2,08
Aragón	Zaragoza	50173	Monterde	79,17	1,94
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19183	Milmarcos	100,00	1,92
Aragón	Zaragoza	50125	Ibdes	76,55	1,89
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19122	Fuentelsaz	100,00	1,77
Aragón	Zaragoza	50016	Aldehuela de Liestos	100,00	1,66
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19324	Villel de Mesa	100,00	1,62
Aragón	Zaragoza	50071	Campillo de Aragón	100,00	1,61
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19109	Embid	100,00	1,58
Aragón	Zaragoza	50246	Sisamón	82,51	1,50
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19188	Mochales	100,00	1,41
Aragón	Zaragoza	50082	Cimballa	100,00	1,40
Aragón	Zaragoza	50192	Nuévalos	72,31	1,32
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19222	Pobo de Dueñas, El	51,49	1,25
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19285	Torrubia	99,84	1,23
Aragón	Zaragoza	50129	Jaraba	62,99	1,18
Aragón	Zaragoza	50070	Calmarza	92,48	1,14
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19016	Algar de Mesa	100,00	1,04
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19254	Selas	52,23	1,02
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19175	Mazarete	38,95	0,96
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19139	Hombrados	56,28	0,93
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19209	Pardos	89,01	0,90
Aragón	Zaragoza	50015	Alconchel de Ariza	56,68	0,86
Castilla y León	Soria	42167	Santa María de Huerta	38,42	0,83
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19163	Luzón	28,18	0,70
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19033	Anquela del Ducado	58,85	0,66
Aragón	Zaragoza	50091	Cuerlas, Las	39,85	0,57

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Castilla y León	Soria	42115	Miño de Medinaceli	22,89	0,56
Aragón	Zaragoza	50065	Cabolafuente	29,34	0,50
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19032	Anguita	8,80	0,49
Aragón	Zaragoza	50120	Godojos	59,19	0,43
Aragón	Zaragoza	50020	Alhama de Aragón	27,78	0,38
Aragón	Zaragoza	50072	Carenas	23,46	0,32
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19099	Corduente	2,32	0,24
Aragón	Zaragoza	50239	Santed	14,76	0,12
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19011	Alcolea del Pinar	1,57	0,08
Aragón	Zaragoza	50117	Gallocanta	2,19	0,03
Castilla y León	Soria	42008	Alcubilla de las Peñas	0,66	0,02
Castilla y León	Soria	42219	Yelo	1,86	0,02
Aragón	Zaragoza	50058	Bubierca	1,45	0,02
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19257	Sigüenza	0,06	0,01
Aragón	Zaragoza	50087	Contamina	0,84	0,01
Aragón	Zaragoza	50076	Castejón de las Armas	0,60	0,01
Aragón	Zaragoza	50037	Atea	0,10	0,01
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19076	Castellar de la Muela	0,02	0,01
Aragón	Zaragoza	50042	Balconchán	0,01	0,01
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19237	Rillo de Gallo	0,01	0,01
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19089	Ciruelos del Pinar	0,01	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)	588.287	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.546.081
Longitud (CENTROIDE)	-1,94972	Latitud (CENTROIDE)			41,06106
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			868
Altitud mínima (m s.n.m.)	648	Altitud máxima (m s.n.m.)			1.516
Área total de la MSBT (km <sup>2</sup> )	2.285				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes

7.436

Año

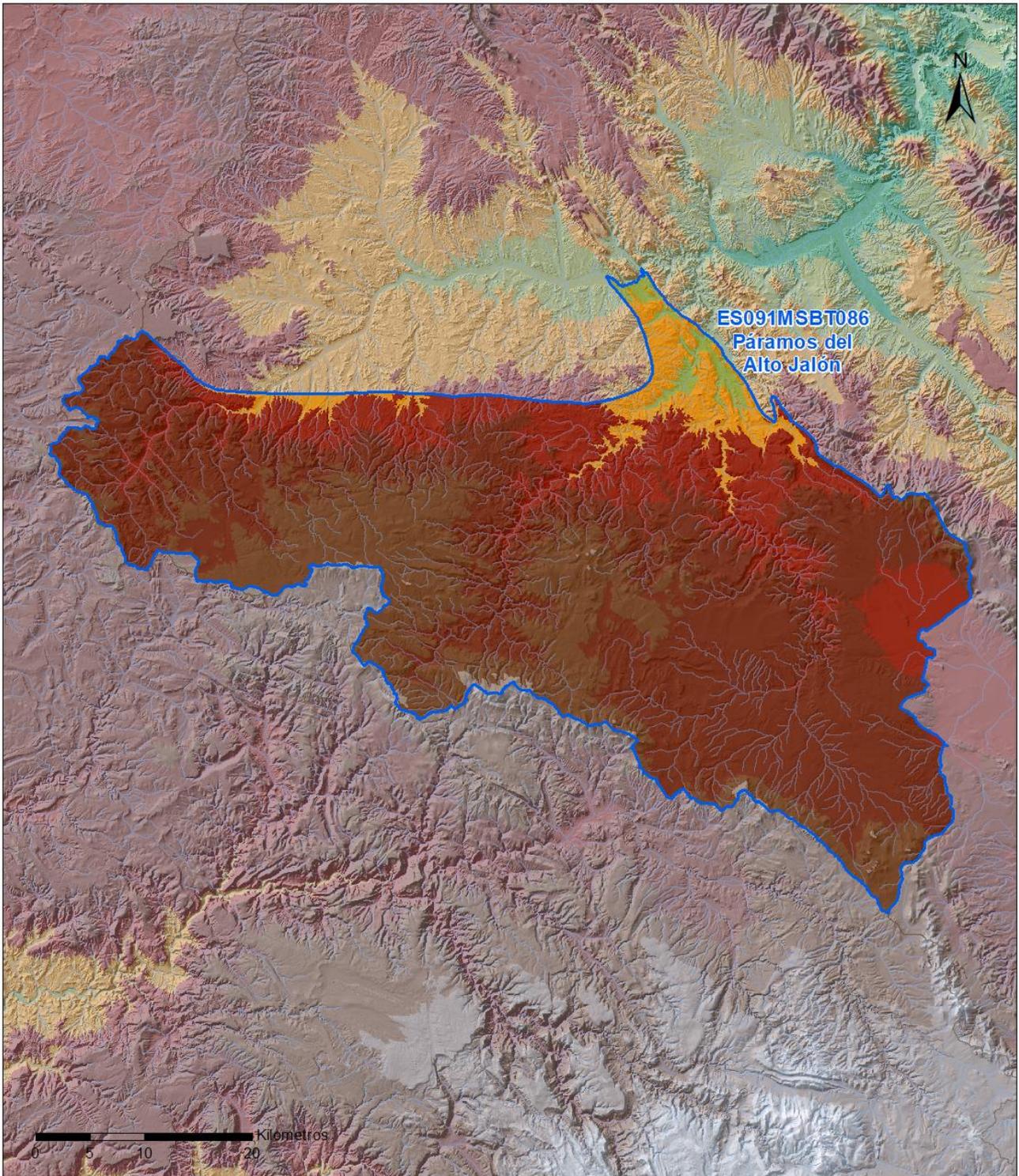
2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

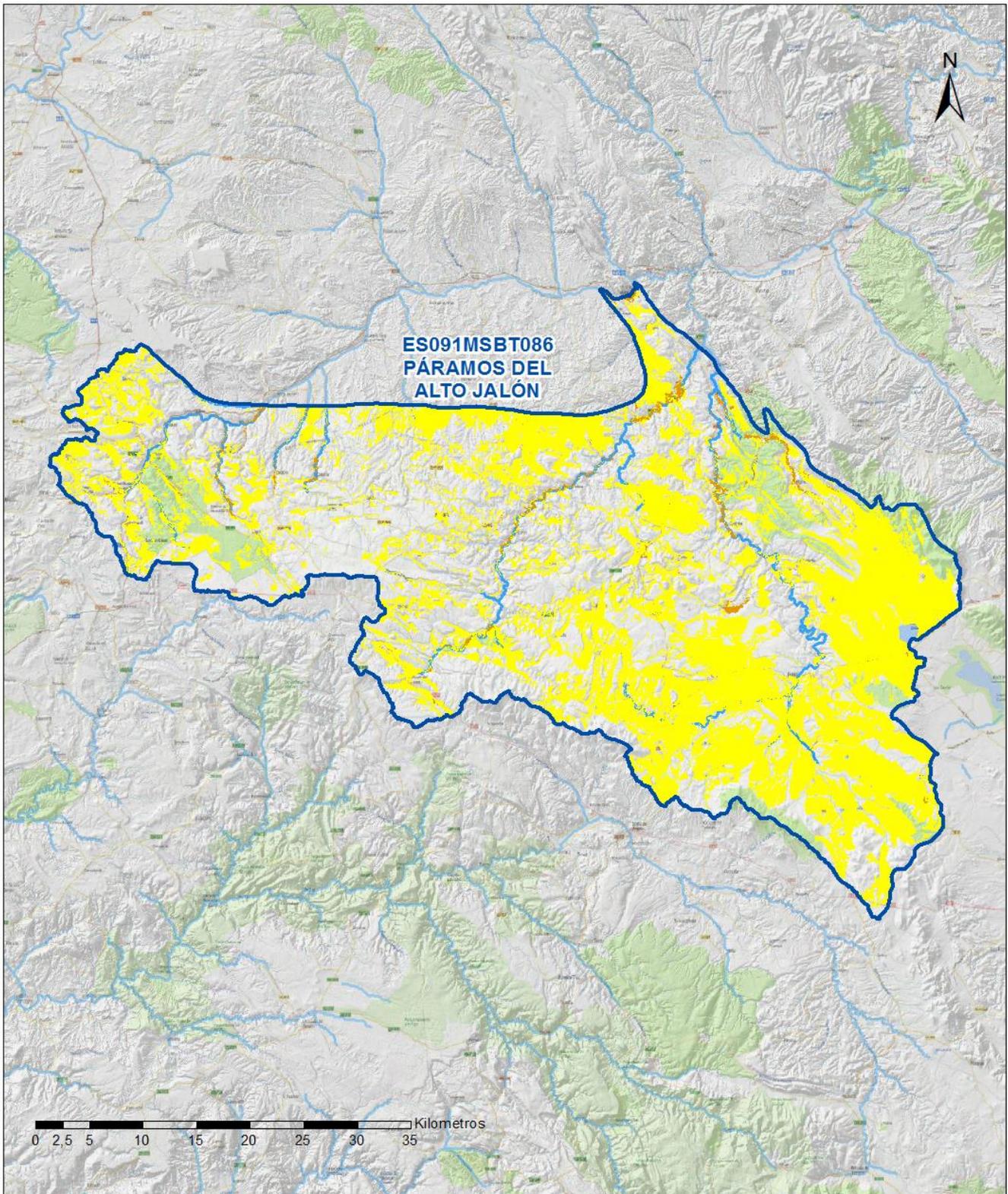


## 2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

## 2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

Grupos de presiones	Tipos de presiones	Actividad	Presión Significativa
Fuentes puntuales	1.1	Vertidos urbanos	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.2	Desbordamientos de sistemas de saneamiento en episodios de lluvia	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.5	Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.6	Vertederos	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.4	Transporte	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.8	Minería	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	<input type="checkbox"/>

Fuentes difusas



**LEYENDA**

-  Red hidrográfica
-  MSBT:  
ES091MSBT086  
PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN

**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 <sub>3</sub> <sup>-</sup>	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)
------------------------------	---------	--

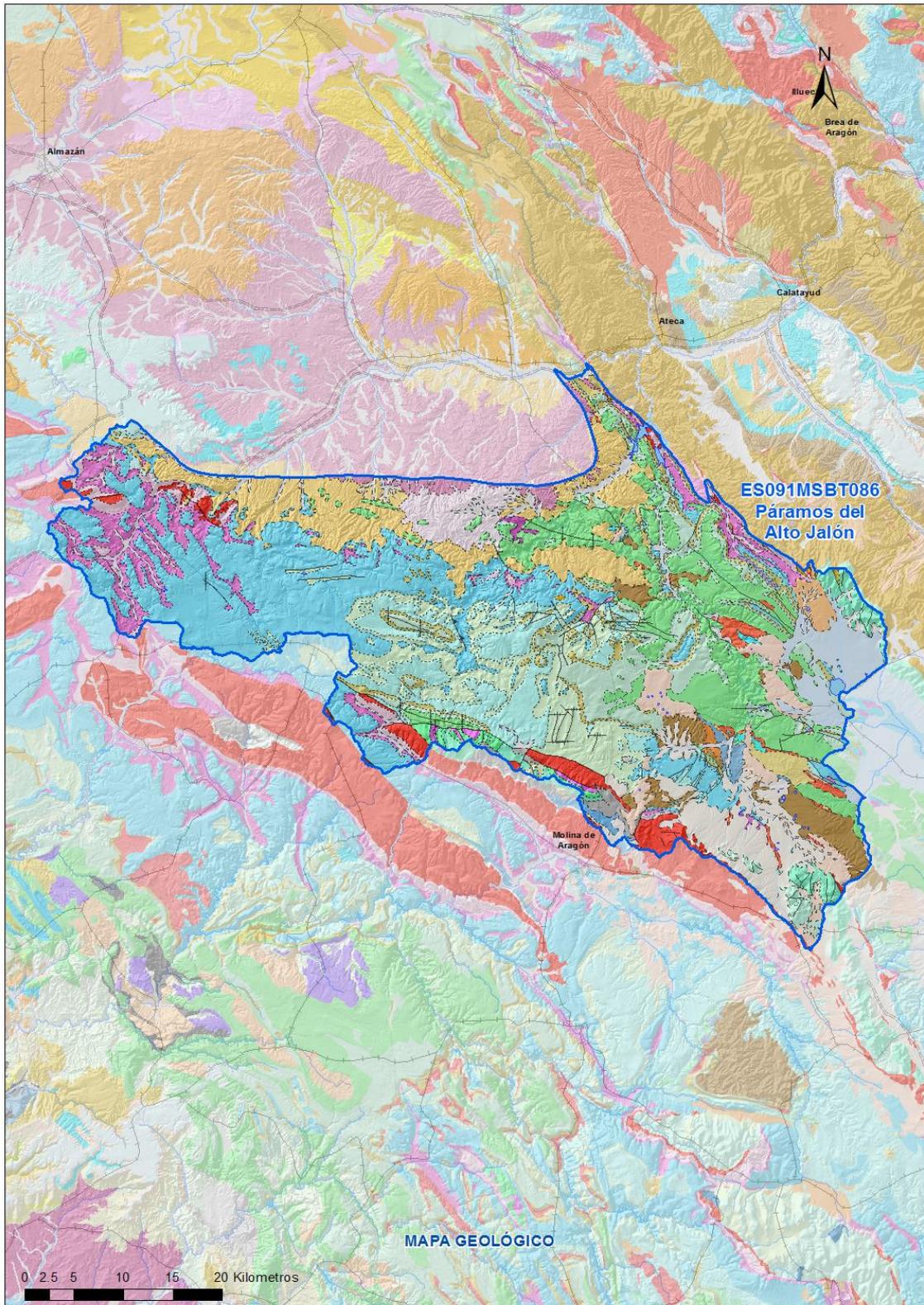
### 3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

#### 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
- Masas de agua
- Límite político
- Falla conocida
- Falla supuesta
- Cabalgamiento conocido
- Cabalgamiento supuesto

**LITOLOGÍAS**

Código	Descripción Litología
5000	Masa de agua superficial
714	Arcillas, limos y cantos, turba (Depósitos de áreas endorreicas, dep. lacustres, turberas)
706	Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacia, piedemonte y superficies)
417	Arcillas y lutitas (a veces, con cantos y yesíferas), areniscas y conglomerados
411	Conglomerados, areniscas y lutitas
410	Calizas, dolomías y margas
407	Calizas, calizas margosas y margas
397	Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos
393	Conglomerados y areniscas, con arcillas y limos rojos
389	Calizas y margas
388	Conglomerados, arenas y lutitas
387	Calizas y margas
380	Conglomerados, limos, arenas y lutitas
338	Calizas, margocalizas y brechas calcáreas y oncolíticas (Calizas del Páramo 2)
336	Margas, limos, arenas y arcillas, ocreos o rojas
330	Calizas (Calizas "terminales de Tierra de Campos", al este de Burgos)
326	Margas yesíferas y yesos (Facies Villatoro)
324	Conglomerados fcmte. calcáreos, areniscas y arcillas rojas y pardas (Compl. Vegaquemada, etc.)
323	Lutitas rojas con niv. conglom., arenis. y costras calcáreas (F. Sta María Campo y U. Detr. Aranda)
201	Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas
197	Calizas, dolomías, margas (Dol. Villa de Ves, Caballar, F. Tabladillo, Hontoria, Mgas. Chera)
196	Arenas, margas y calizas
175	Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F. Utrillas), a veces con dolomías (F. Ar. y Arc. 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, carnioles 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)
116	Alternancias de pizarras, areniscas y cuarcitas
115	Calizas. Zona de Molina de Aragón
113	Riolitas, cineritas y grauvacas. Zona de Molina de Aragón
106	Pizarras, limolitas y cuarcitas
105	Pizarras, areniscas, cuarcitas, calizas y margas
104	Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías. Paleozoico Ibérica Aragonesa
88	Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)
53	Cuarcitas, pizarras y, a veces, rocas volcánicas. Cuarcita de Criadero
51	Pizarras oscuras con interc. de aren., cuarc. y silis basált. Piz. Río, Piz. Calymene, Fm. Rodada 2
50	Cuarcitas (C. Armoricana, F. Alto Rey, F. Culebra y Peñagorda) y alt. ctas-aren.-piz. (Fm. Pochico)
49	Cuarcitas, conglomerados, areniscas y lutitas. Serie Púrpura y Fm. Constante o Bornova

**3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS**

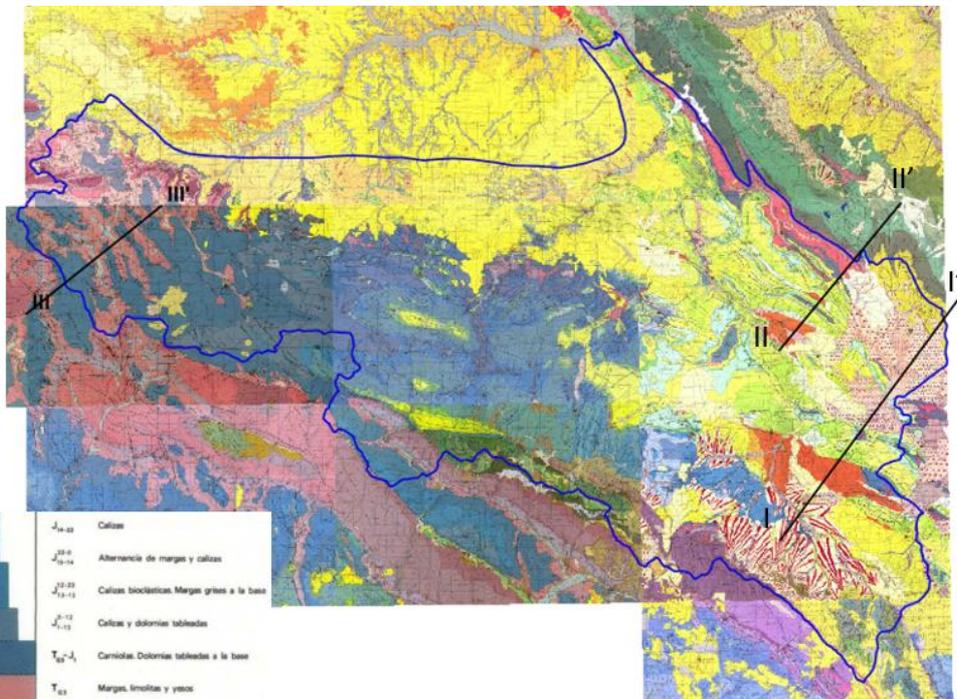
Litología	Edad geológica		Extensión (km <sup>2</sup> )	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Arcillas, limos y cantos, turba (Depósitos de áreas endorreicas, dep. lacustres, turberas)	Cuaternario	Holoceno	65,16	Detrítica	2,85
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	81,76	Detrítica	3,58
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaci, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	100,58	Detrítica	4,40
Arcillas y lutitas (a veces, con cantos y yesíferas), areniscas y conglomerados	Neógeno-Cuaternario	Mioceno-Pleistoceno	13,51	Detrítica	0,59
Conglomerados, areniscas y lutitas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	71,87	Detrítica	3,15
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	63,40	Detrítica	2,77
Conglomerados, arenas y lutitas	Paleógeno	Oligoceno	13,87	Detrítica	0,61
Conglomerados, limos, arenas y lutitas	Paleógeno	Paleoceno-Oligoceno	18,11	Detrítica	0,79
Margas, limos, arenas y arcillas, ocre o rojas	Neógeno	Mioceno	48,58	Detrítica	2,13
Conglomerados fcmte. calcáreos, areniscas y arcillas rojas y pardas (Compl. Vegaquemada, etc.)	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno Medio	210,13	Detrítica	9,20
Lutitas rojas con niv. conglom., arenis. y costras calcáreas (F. Sta María Campo y U. Detr. Aranda)	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno Medio	23,55	Detrítica	1,03
Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas	Cretácico	Superior	271,23	Carbonatada	11,87
Calizas, dolomías, margas (Dol. Villa de Ves, Caballar; F. Tabladillo, Hontoria; Mgas. Chera)	Cretácico	Superior	148,98	Carbonatada	6,52
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F. Utrillas), a veces con dolomías (F. Ar. y Arc. Segovia)	Cretácico	Inferior-Superior	61,27	Detrítica	2,68
Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Fm. Carb. de Chelva)	Jurásico	Medio (Dogger)	141,31	Carbonatada	6,18
Margas, calizas bioclásticas y margosas. Fm. Margas Cerro del Pez, etc.	Jurásico	Inferior (Lías)-Superior (Malm)	155,21	Carbonatada	6,79
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)	Triásico Superior-Jurásico Medio (Dogger)	Rethiense-Dogger	455,86	Carbonatada	19,95
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		121,71	Detrítica	5,33
Dolomías, calizas y margas (F. Muschelkalk)	Triásico	Medio	41,89	Carbonatada	1,83
Pizarras, areniscas, cuarcitas, calizas y margas	Ordovícico Medio-Silúrico Inferior		13,07	Meta- Detrítica	0,57
Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)	Pérmico Superior-Triásico Inferior		57,47	Detrítica	2,52
Pizarras oscuras con interc. de aren., cuarc. y sills basált. Piz. Río, Piz. Calymene, Fm. Rodada 2	Ordovícico	Medio	39,00	Meta- Detrítica	1,71

**3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO**

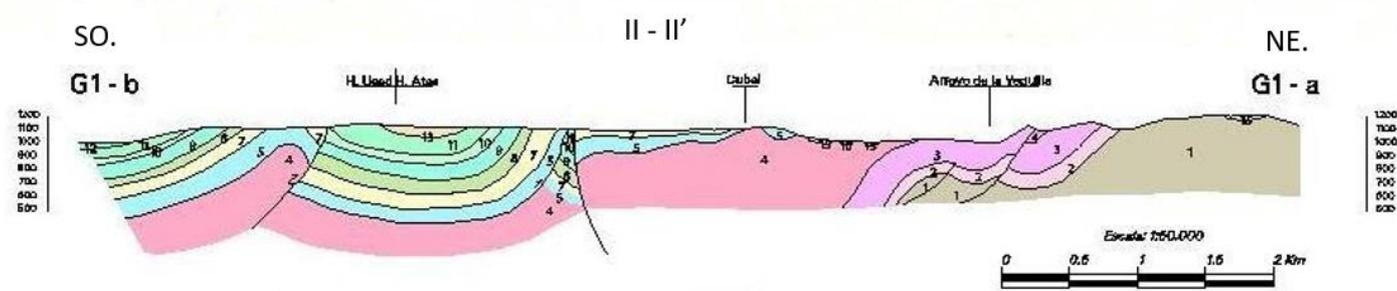
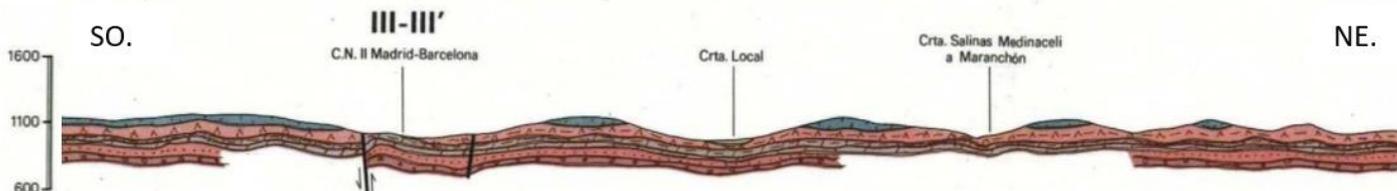
Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arenas, arcillas y limos	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	
Arcillas y lutitas (a veces, con cantos y yesíferas), areniscas y conglomerados	Neógeno-Cuaternario	Mioceno-Pleistoceno	
Margas, limos, arenas y arcillas, ocre o rojas	Neógeno	Mioceno	

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Conglomerados, areniscas y lutitas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	
Conglomerados, limos, arenas y lutitas	Paleógeno	Paleoceno-Oligoceno	
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados, a veces con dolomías	Cretácico	Inferior-Superior	105
Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas	Cretácico	Superior	250-400
Margas, calizas bioclásticas y margosas	Jurásico	Inferior (Lías)-Superior (Malm)	100-150
Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas	Jurásico	Medio (Dogger)	100-150
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos	Triásico - Jurásico	Superior (Triás.) - Medio (Jur.)	
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas	Triásico		
Dolomías, calizas y margas	Triásico	Medio	

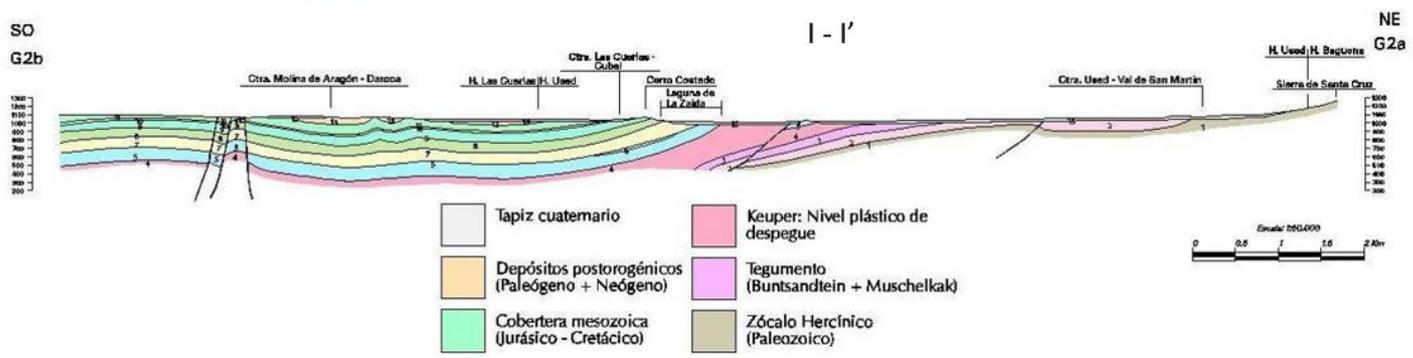
3.5 CORTES GEOLÓGICOS



JURASICO	LIAS	TOARCIENSE	J <sub>1-2</sub>	Calizas	
		PLIES-BACHIENSE	J <sub>2-3</sub>	Alteración de margas y calizas	
			J <sub>3-4</sub>	Calizas bioclásticas. Margas grises a la base	
		DOMERIENSE	J <sub>4-5</sub>	Calizas y dolomías tabulares	
	CARIKIENSE	J <sub>5-6</sub>	Carniolas. Dolomías tabulares a la base		
	TRIASICO	SUPERIOR	F. K.	T <sub>1-2</sub>	Margas, limolitas y yesos
			F. MUSCH.	T <sub>2-3</sub>	Dolomías, margas y calizas dolomíticas
		MEDIO	F. MUSCH.	T <sub>3-4</sub>	Dolomías
			F. BIUNT.	T <sub>4-5</sub>	Areniscas y arcillas limosas
		INFERIOR	F. BIUNT.	T <sub>5-6</sub>	Conglomerados, areniscas y arcillas
F. BIUNT.			T <sub>6-7</sub>		



- Tapiz cuaternario
- Depósitos postorogénicos (Paleógeno + Neógeno)
- Cobertera mesozoica (Jurásico - Cretácico)
- Keuper: Nivel plástico de despegue
- Tegumento (Buntsandstein + Muschelkak)
- Zócalo Hercínico (Paleozoico)



### 3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Páramos del Alto Jalón se encuentra enclavada en el dominio geoestructural de la Cordillera Ibérica, en su sector occidental, y dentro de esta, en la Rama Castellana. Incluye toda la Cuenca Alta del río Jalón y sus afluentes al Oeste del macizo paleozoico de Ateca. La geometría general se identifica con un amplio sinclinal NO-SE de materiales mesozoicos entre el Macizo Paleozoico de Ateca y las serranías que enlazan con la Cordillera Central (Ministra y Solorio), y en su núcleo noroccidental alberga la Cuenca Terciaria de Almazán.

Desde el punto de vista geológico, esta MSBT alberga una amplia extensión de afloramientos mesozoicos. Las litologías arcillosas de las facies del Keuper constituyen el límite inferior de la masa de agua subterránea. Los materiales mesozoicos (detriticos y carbonatados), se confinan hacia el noroeste bajo la Depresión Terciaria de Almazán. Hacia el norte y hacia el este, el Cretácico va adquiriendo importancia en extensión, a la par que el Jurásico reduce su potencia por erosión pre o intra-Cretácica.

Las mayores extensiones de afloramiento se localizan en el flanco meridional (Sierra del Solorio), constituidas esencialmente por materiales calcáreos del Jurásico inferior. La estructura en esta zona se define por suaves deformaciones que muestran la intersección de directrices ibéricas (NO-SE) y del Guadarrama (E-O).

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	171	13
Espesor Medio Z.N.S. (m)	72	

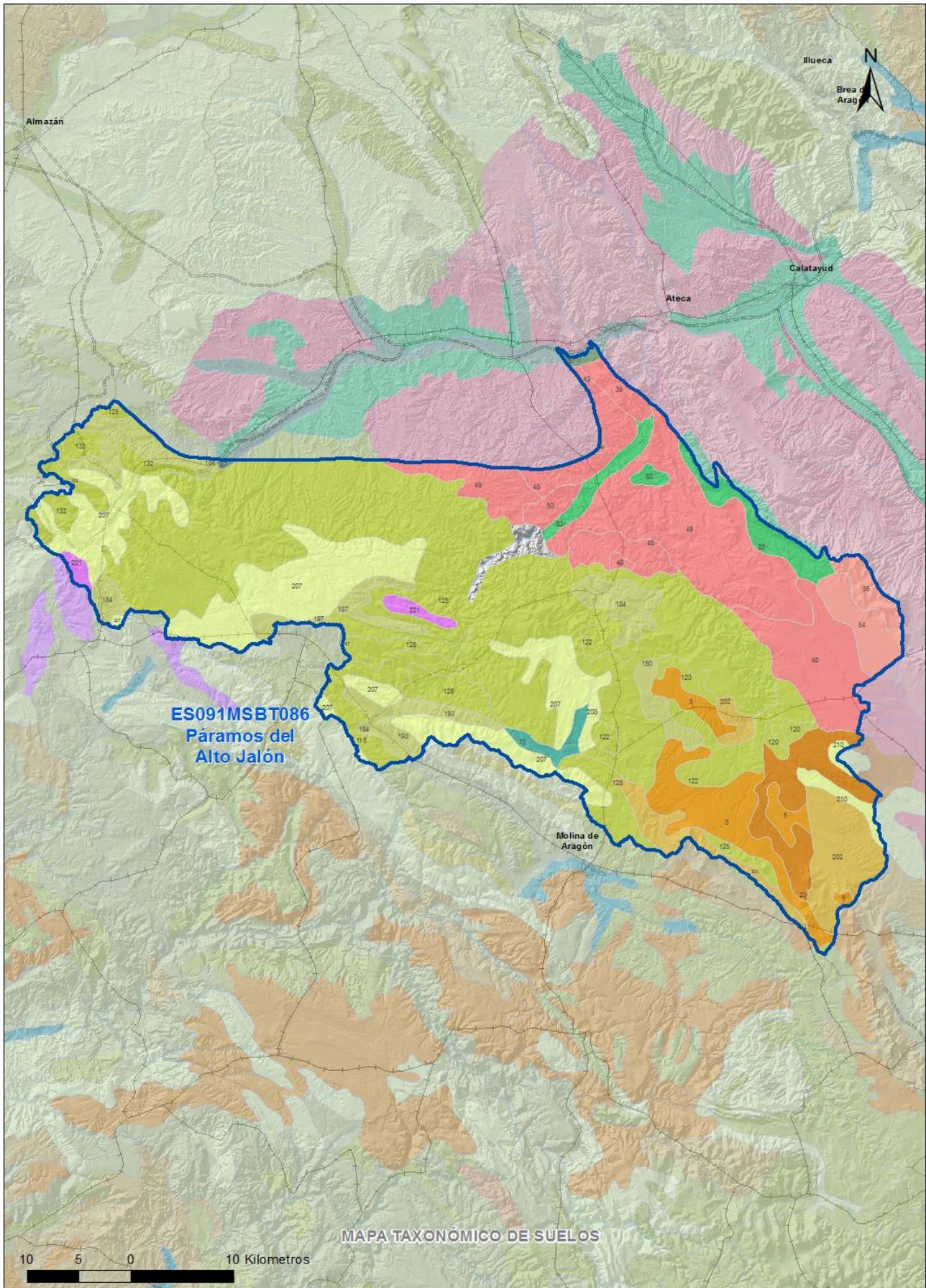
Litología Z.N.S. Calizas, dolomías, brechas dolomíticas, margas, arenas, arcillas, gravas y conglomerados

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km <sup>2</sup> )	% Afloramiento en la MSBT
ALFISOL, XEROLF, HAPLOXEROLF	111	4,87
ALFISOL, XEROLF, PALEXEROLF	67	2,95
ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID	405	17,73
ARIDISOL, CAMBID, HAPLOCAMBID	57	2,49
ENTISOL, FLUVENT, TORRIFLUVENT	5	0,23
ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT	13	0,57
ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT	61	2,69
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	966	42,30
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	264	11,57
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	302	13,23
MOLLISOL, XEROLL, HAPLOXEROLL	15	0,68

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



# LEYENDA



MSBT



Red Hidrografica



DDHH

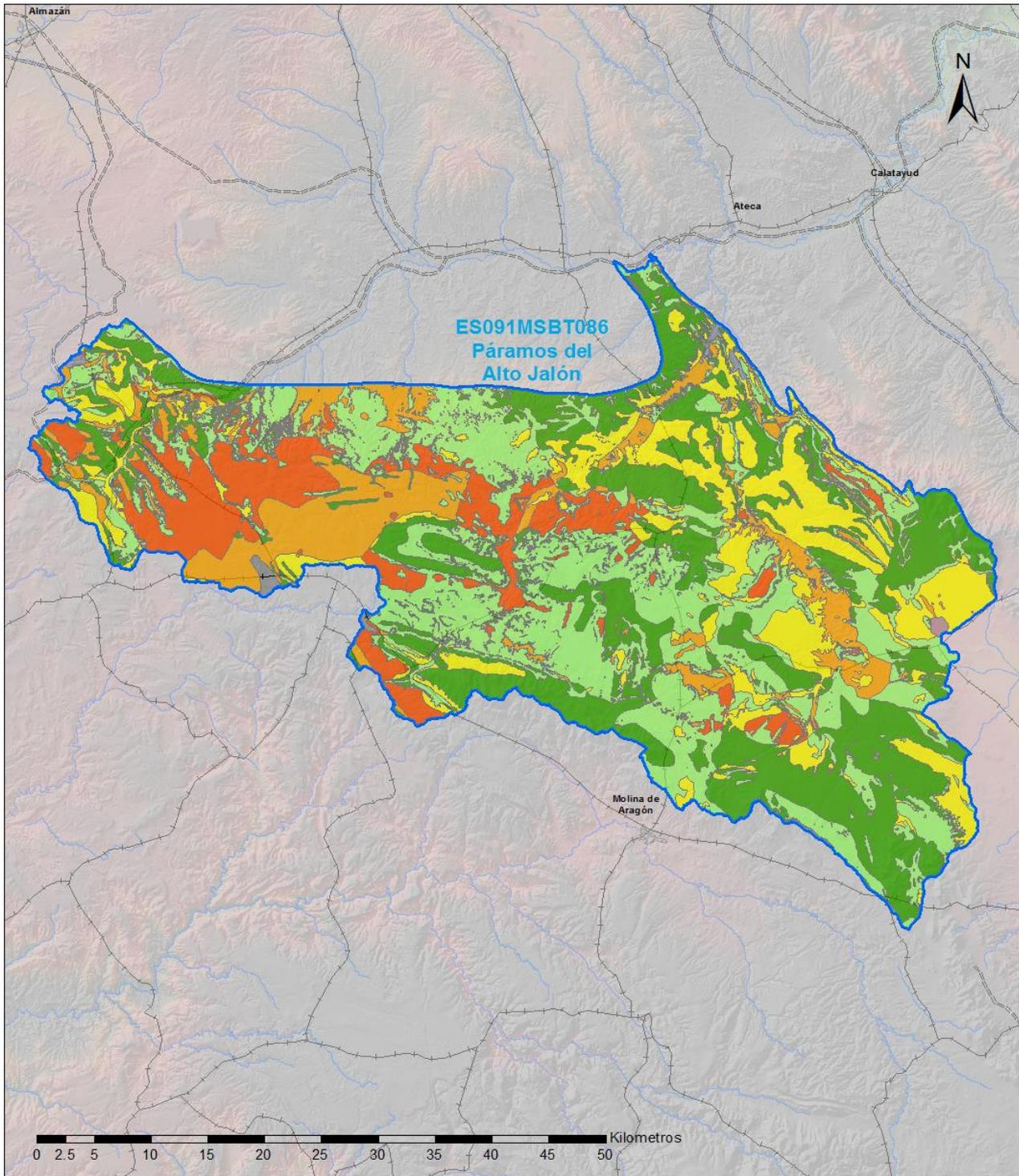
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
5	ALFISOL, XEROLF, HAPLOXEROLF, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Epiqualf, Epiquent
23	ALFISOL, XEROLF, PALEXEROLF, NO GRUPO2, HAPLOXEROLF, NO ASOCIA2, Epiqualf, NO INCLUSION2
39	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, CALCIGYPSID, HAPLOSALID, Haplogypsid, NO INCLUSION2
48	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, Haplargid, NO INCLUSION2
49	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, Haplosalid, NO INCLUSION2
50	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, Petrocalcid, NO INCLUSION2
54	ARIDISOL, CAMBID, HAPLOCAMBID, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplargid, NO INCLUSION2
56	ARIDISOL, CAMBID, HAPLOCAMBID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
67	ENTISOL, FLUVENT, TORRIFLUVENT, TORRIORTHENT, HAPLOCALCID, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
73	ENTISOL, FLUVENT, XEROFUVENT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
83	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
85	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplocalcid, Calcigypsid
115	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, (Haploxerept), NO INCLUSION2
120	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Haploxerept
122	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, Haploxeralf, Rhodoxeralf
125	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
128	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, Haploxerert, Calcixerept
132	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEROLL, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
138	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, DYSTROXEREPT, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
180	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
184	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXEROLF, NO ASOCIA2, Haplosalid, NO INCLUSION2
193	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XEROFUVENT, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Xerorthent
197	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxeralf, NO INCLUSION2
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
207	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Xerorthent
208	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, EPIAQUENT, EPIAQUALF, Haploxeralf, NO INCLUSION2
210	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXEROLF, XERORTHENT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
221	MOLLISOL, XEROLL, HAPLOXEROLL, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxerept, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		COP	
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT	
Muy Alta	0 - 0,5	10,86	
Alta	0,5 - 1	11,27	
Moderada	1 - 2	16,21	
Baja	2 - 4	31,74	
Muy Baja	4 - 15	29,24	

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

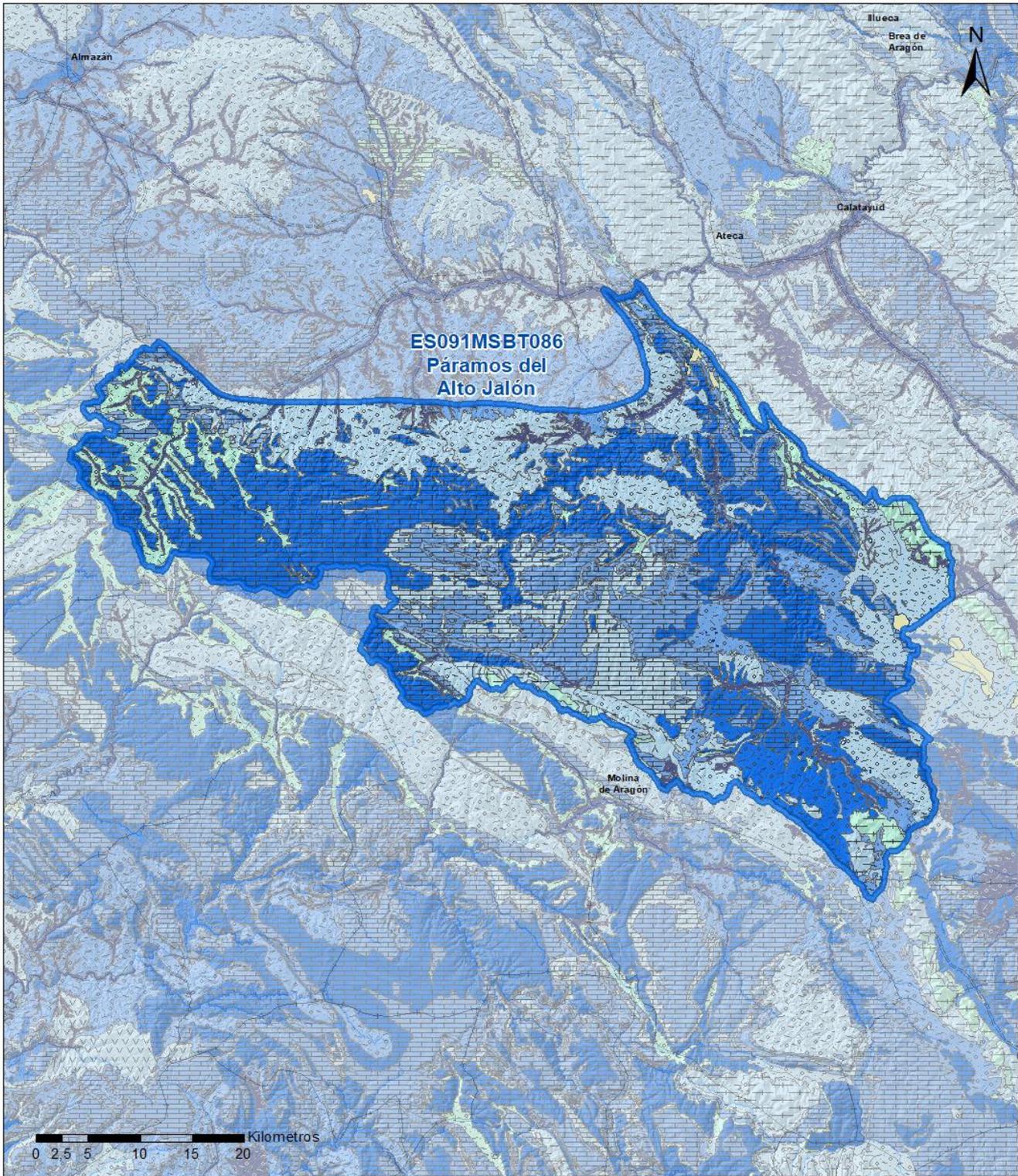
## 5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Noroeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	Tierras de Caracena - Berlanga
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	Sigüenza-Maranchón
Noreste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRA PALEOZOICA DE ATECA
Sureste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	CELLA-OJOS DE MONREAL
Sureste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	MONREAL-CALAMOCHA
Sureste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	GALLOCANTA

## Descripción límites hidrogeológicos:

La MSBT Páramos del Alto Jalón (ES091MSBT086) limita al sureste con las MSBT Gallocanta (ES091MSBT087), Monreal-Calamocho (ES091MSBT088) y Cella-Ojos de Monreal (ES091MSBT089), las cuales presentan una condición de contacto cerrado (flujo nulo); el límite noreste se define con la MSBT Sierra Paleozoica de Ateca (ES091MSBT083), con un contacto cerrado (flujo nulo); y los límites oeste y noroeste con las MSBT Sigüenza-Maranchón (ES030MSBT030.002) y MSBT Tierras de Caracena - Berlanga (ES020MSBT000400050), las cuales pertenecen a las DH Tajo y Duero respectivamente, y con las cuales se define contacto cerrado.

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, EVAPORÍTICAS



BAJA, META-DETRÍTICAS



BAJA, VOLCÁNICAS



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	Calizas y dolomías	Media-Alta	Triásico	Medio	60	42
Lías	Calizas, dolomías y carniolas	Media-Alta	Jurásico	Inferior (Lías)	130	155
Dogger	Calizas (Fm Chelva)	Media-Alta	Jurásico	Medio (Dogger)	50	141
Cretácico inferior	Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (Fm Utrillas)	Media	Cretácico	Inferior	105	61
Cretácico superior	Calizas y dolomías	Media-Alta	Cretácico	Superior	400	420
Terciario continental detrítico	Conglomerados	Media	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno		210
Terciario continental carbonatado	Calizas	Media-Alta	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno		24
Cuaternario aluvial	Gravas, arenas, arcillas y limos	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno		82
Cuaternario coluvial	Gravas, arenas, arcillas y limos	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno		101

**5.3 ACUÍFEROS**

Acuífero	Extensión afloramiento (km²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Muschelkalk	42	1,83	Predominantemente confinado	60	Karstificación-Fisuración	Muschelkalk
Jurásico	297	12,97	Semiconfinado	180	Karstificación-Fisuración	Dogger y Lías
Cretácico	481	21,07	Confinado-semiconfinado	500	Karstificación-Fisuración	Cretácico superior y Cretácico inferior
Terciario	234	20,26	Libre		Karstificación-Intergranular	Terciario continental carbonatado y Terciario continental detrítico
Cuaternario	182	7,98	Libre		Intergranular	Cuaternario coluvial y Cuaternario aluvial

Descripción general:

La MSBT está formada por 5 acuíferos, los cuales están formados por una o dos FGP. Los dos acuíferos más relevantes son el Jurásico, formado por las FGP Dogger y Lías de naturaleza carbonatada, y el acuífero Cretácico, constituido por las FGP Cretácico inferior (arenas de Utrillas con unos 105 m) y Cretácico superior (las calizas y dolomías con un espesor del orden de 250-400 m). Por su extensión, potencia y características hidráulicas tienen importancia regional. Se trata de acuíferos de carácter predominantemente libre que se confinan hacia el noroeste bajo los terciarios de Almazán.

Por debajo del acuífero Jurásico, y separado de él por las arcillas de baja permeabilidad del Keuper, se localiza el acuífero formado por las calizas y dolomías del Muschelkalk, de unos 60 m de espesor. Sus afloramientos son muy reducidos y se localizan en las zonas de borde. Constituye un acuífero profundo en la mayor parte de la extensión de la masa de agua. Otros acuíferos de interés más local son el Terciario (incluyen las FGP Terciario continental carbonatado y Terciario continental detrítico), y el acuífero Cuaternario formado por las FGP Cuaternario aluvial y Cuaternario coluvial.

**5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS**

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m²/día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Lías	Lías	Ensayo de bombeo	1,60	120,00		

Descripción general:

Existen dos piezómetros de control Anchuela del Campo (09.702.01) y La Yunta (09.702.007) en el que las pruebas de bombeo aportan valores de transmisividad medios de 120 m²/día, según el método de análisis.

**5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

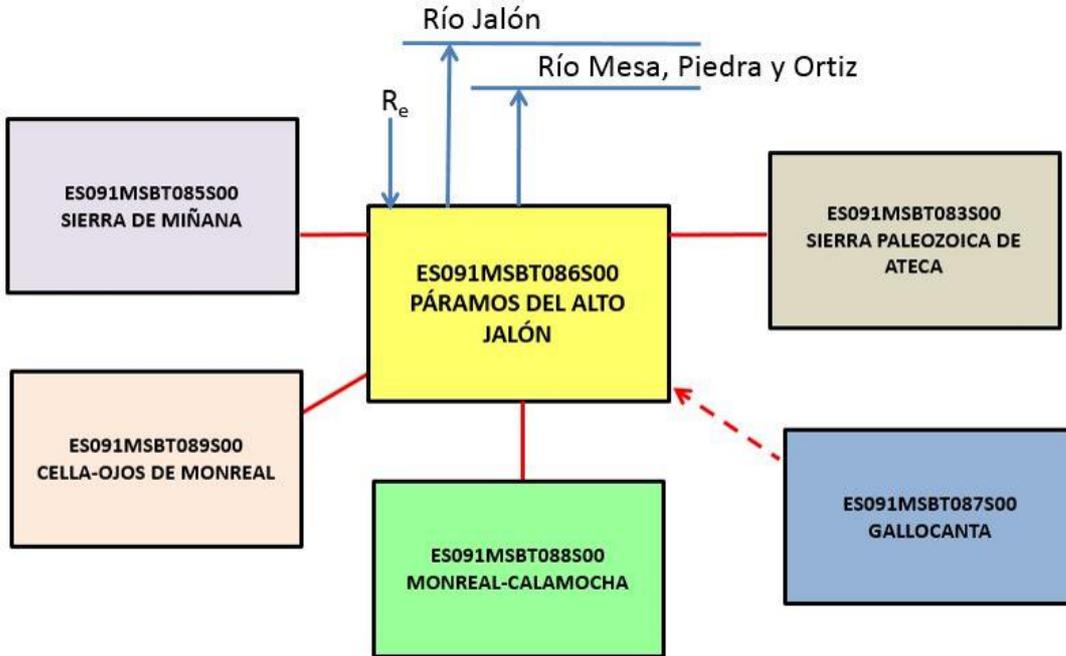
El funcionamiento hidrogeológico de la MSBT se encuentra relacionado fundamentalmente con el acuífero jurásico-cretácico que constituye la mayor parte de los afloramientos permeables a favor de los cuales se produce la recarga por infiltración directa del agua de lluvia. Existe la posibilidad de una recarga lateral procedente de la MSBT contigua de Gallocanta. La descarga se produce principalmente a favor de la red hidrográfica, fundamentalmente en los ríos Piedra, Mesa y Jalón, y a través de manantiales situados en el contacto con las formaciones triásicas. Además, se conoce la existencia de descargas subterráneas al embalse de la Tranquera, así como salidas laterales hacia el norte bajo la cuenca de Almazán. Las principales descargas visibles, Mochales y Cimballa, se producen a favor del contacto con los materiales triásicos y en Jaraba, donde drena el excedente de los anteriores. Esta masa de agua subterránea presenta un régimen de funcionamiento casi natural, ya que apenas existen zonas de explotación (únicamente se capta agua subterránea para abastecimientos de pequeñas poblaciones) y no hay obras de

regulación o derivación significativas.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT086S00	Páramos del Alto Jalón
Esquema: ES091MSBT086S00	

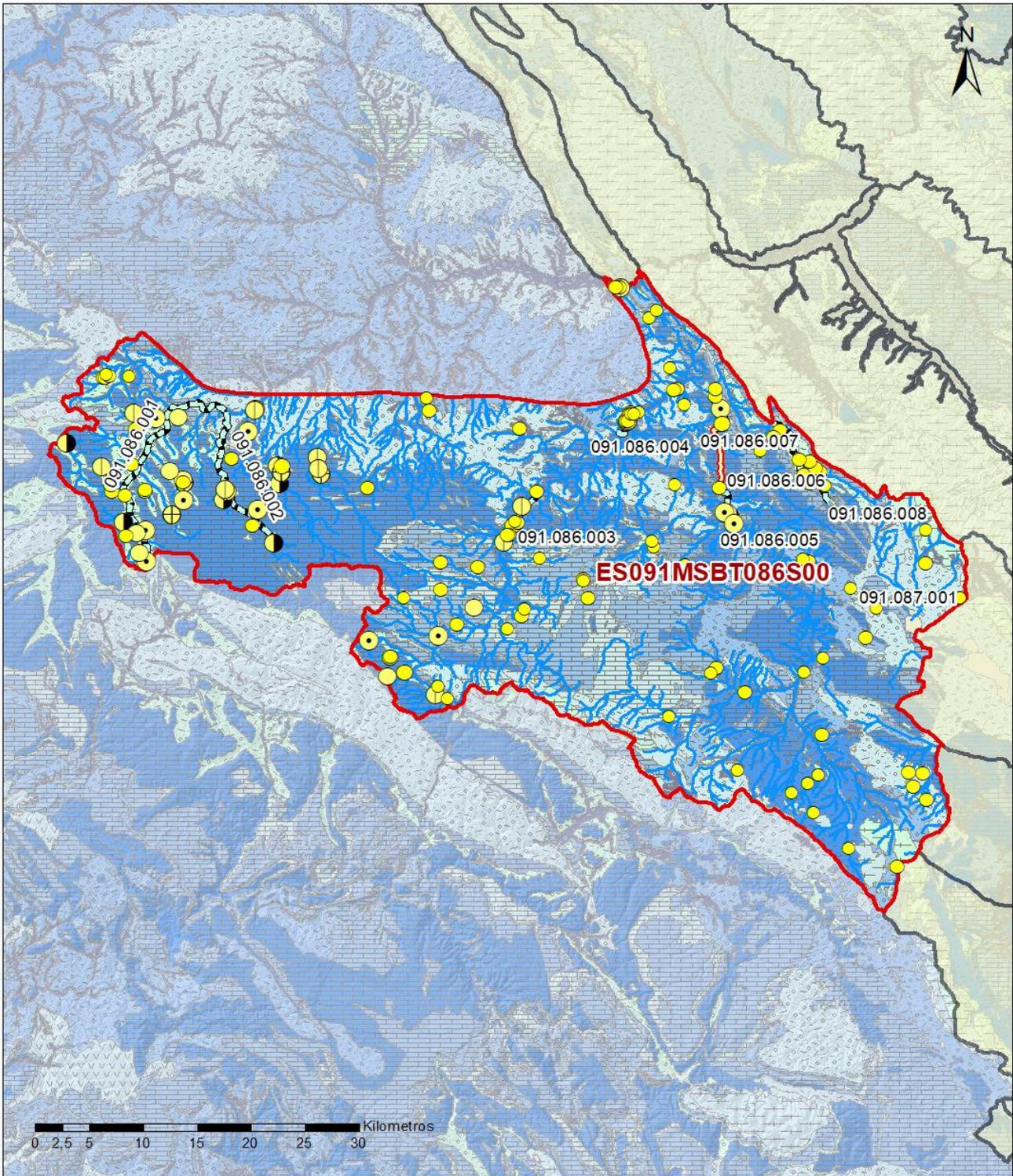


5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT086S00	ES091MSPF306	Río Jalón desde su nacimiento hasta el río Blanco (incluye arroyo de Sayona).	Descarga a manantial	091.086.001
ES091MSBT086S00	ES091MSPF307	Río Blanco desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón.	Descarga a manantial	091.086.002
ES091MSBT086S00	ES091MSPF315	Río Piedra desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de La Tranquera (incluye río San Nicolás del Congosto).	Descarga a manantial	091.086.005
ES091MSBT086S00	ES091MSPF315	Río Piedra desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de La Tranquera (incluye río San Nicolás del Congosto).	Descarga a manantial	091.086.006
ES091MSBT086S00	ES091MSPF315	Río Piedra desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de La Tranquera (incluye río San Nicolás del Congosto).	Recarga difusa de cauce al recinto	091.086.007
ES091MSBT086S00	ES091MSPF315	Río Piedra desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de La Tranquera (incluye río San Nicolás del Congosto).	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.086.008
ES091MSBT086S00	ES091MSPF316	Río Ortiz desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de La Tranquera.	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.086.009
ES091MSBT086S00	ES091MSPF319	Río Mesa desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de La Tranquera (incluye río Mazarete).	Descarga a manantial	091.086.003
ES091MSBT086S00	ES091MSPF319	Río Mesa desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de La Tranquera (incluye río Mazarete).	Descarga a manantial	091.086.004

5.6.3 PARÁMETROS DE LA RELACIÓN MSPF/MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código manantial principal o tramo	Cota de descarga (m)	Coef. $\alpha$ del manantial (días $-1$ )	Caudal medio ( $\text{hm}^3/\text{año}$ )	Rango ( $\text{hm}^3/\text{año}$ )	Coefficiente de reparto (%)	Relación unitaria de trasferencia (L/s/m)
ES091MSBT086S00	091.086.001		0,00500	17,32		15	0,02000
ES091MSBT086S00	091.086.002		0,00500			3	0,01700
ES091MSBT086S00	091.086.003		0,00450	32,44		25	0,13000
ES091MSBT086S00	091.086.004		0,00450	17,80		10	0,15000
ES091MSBT086S00	091.086.005	850	0,00360	46,25		42	
ES091MSBT086S00	091.086.006					0	
ES091MSBT086S00	091.086.007	850	0,00360	46,25		42	
ES091MSBT086S00	091.086.008		0,01100			3	
ES091MSBT086S00	091.086.009			2,50		2	



**LEYENDA**

-  Recintos Hidrogeológicos
-  MSBT
-  Red hidrográfica

**Manantiales**

-  <math><1\text{ l/s}</math>
-  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-Acuifero**

-  Río perdedor con conexión difusa indiferenciada (se desconoce si existe conexión difusa directa - efecto ducha o o sumidero-)
-  Río ganador a favor de un grupo de manantiales asociados al cauce o a tributarios
-  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

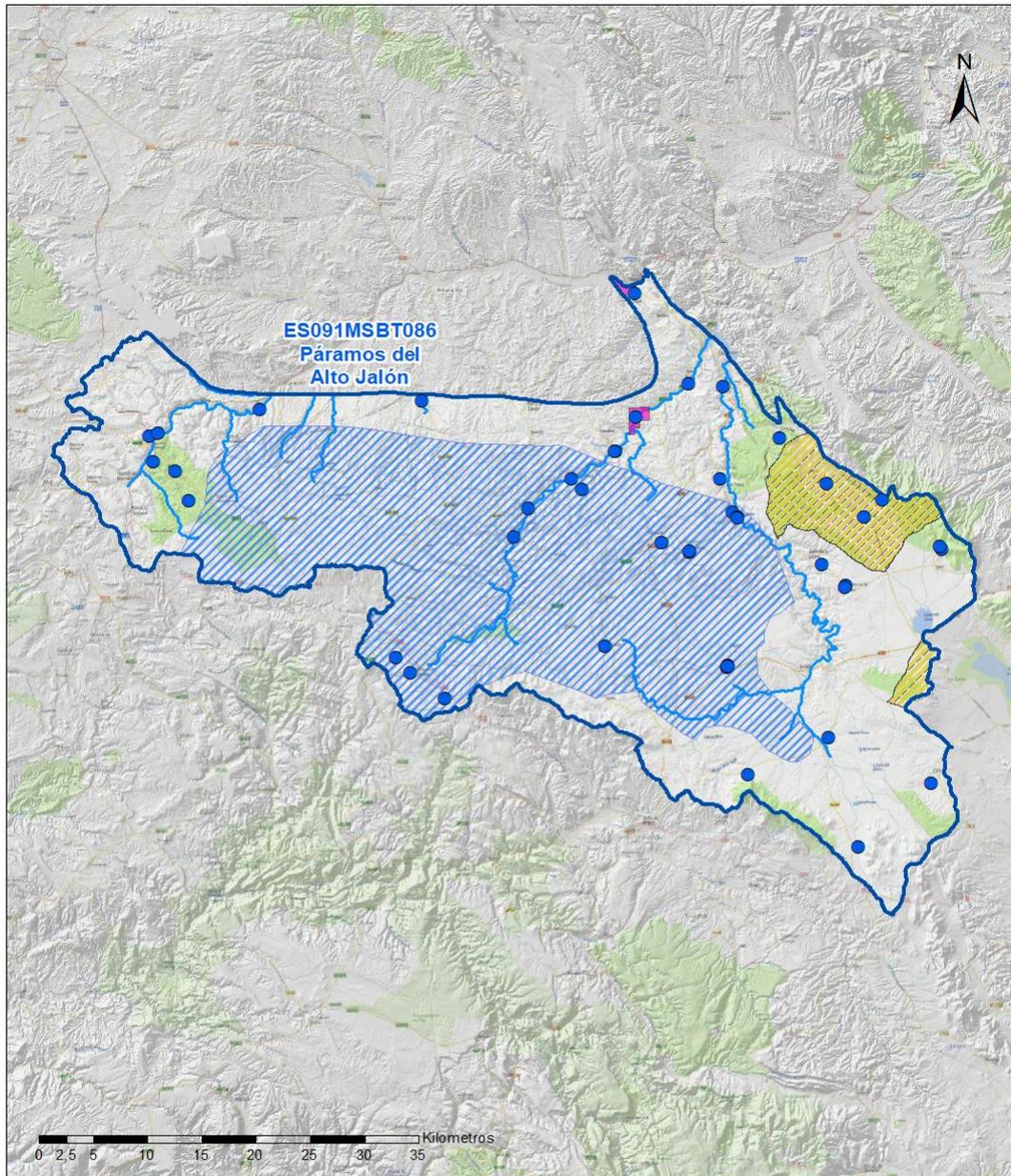
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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)	45	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	45	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,06
Zonas de futura captación de agua para consumo humano	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.051	45,99
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	118	5,17
Perímetros de protección de aguas minerales y termales	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5	0,24

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

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

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

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

7.1 BALANCE HÍDRICO

7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)

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

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm <sup>3</sup> /año)	Componente	Volumen (hm <sup>3</sup> /año)
Infiltración lluvia	26,48	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF		Extracciones	2,49
Transf. lateral otras MSBT		Transf. lateral otras MSBT	
Retornos de riego	0,32		
Otras entradas		Otras salidas	
<b>Entradas Totales</b>	<b>26,81</b>	<b>Salidas Totales</b>	<b>2,49</b>
Diferencia entradas-salidas (hm <sup>3</sup> /año) (RA)		24,32	

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

7.2.1 2º Ciclo de Planificación ( 2015 )

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm <sup>3</sup> /año)	26,50
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm <sup>3</sup> /año)	1,79
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm <sup>3</sup> /año)	5,40
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm <sup>3</sup> /año)	24,62
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,07

7.2.2 3º Ciclo de Planificación ( 2021 )

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm <sup>3</sup> /año)	26,48
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm <sup>3</sup> /año)	2,49
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm <sup>3</sup> /año)	5,30
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm <sup>3</sup> /año)	21,51
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,12

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

7.3 RECARGA ARTIFICIAL

7.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

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

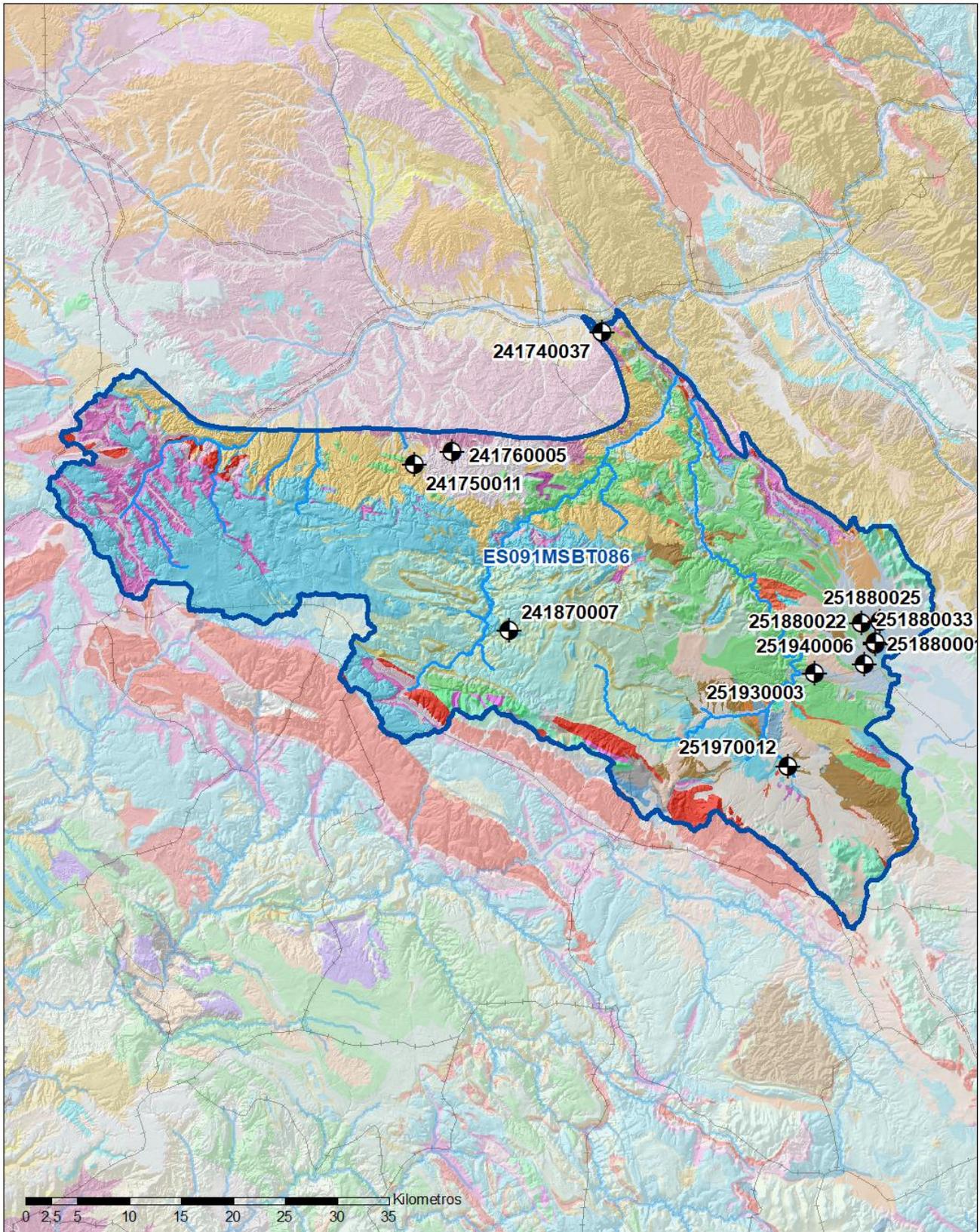
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
241740037	Piezometría	592.757	4.571.491	Cretácico Superior	01/12/1998			120,0	751	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
241750011	Piezometría	574.732	4.558.670	Cretácico Superior	22/07/1994			234,0	966	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
241760005	Piezometría	578.371	4.559.940	Cretácico Superior	29/05/1995			500,0	986	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
241870007	Piezometría	583.883	4.542.559	Lías	09/10/2004			216,0	1.168	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
251880001	Piezometría	619.016	4.541.317	Cuaternario Aluvial	16/10/1978			4,4	1.012	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
251880022	Piezometría	617.758	4.543.310	Suprakeuper-Lías	01/01/1998			118,0	1.030	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
251880025	Piezometría	619.486	4.543.517	Muschelkalk	25/09/2000			85,6	1.024	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
251880033	Piezometría	619.020	4.541.425	Lías	16/12/1999			61,0	1.019	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
251930003	Piezometría	613.221	4.538.431	Cretácico Superior	16/10/1995			153,0	1.095	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
251940006	Piezometría	618.026	4.539.323	Cretácico Superior	19/09/1986			261,0	1.023	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
251970012	Piezometría	610.614	4.529.440	Lías	04/03/2008			258,0	1.078	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

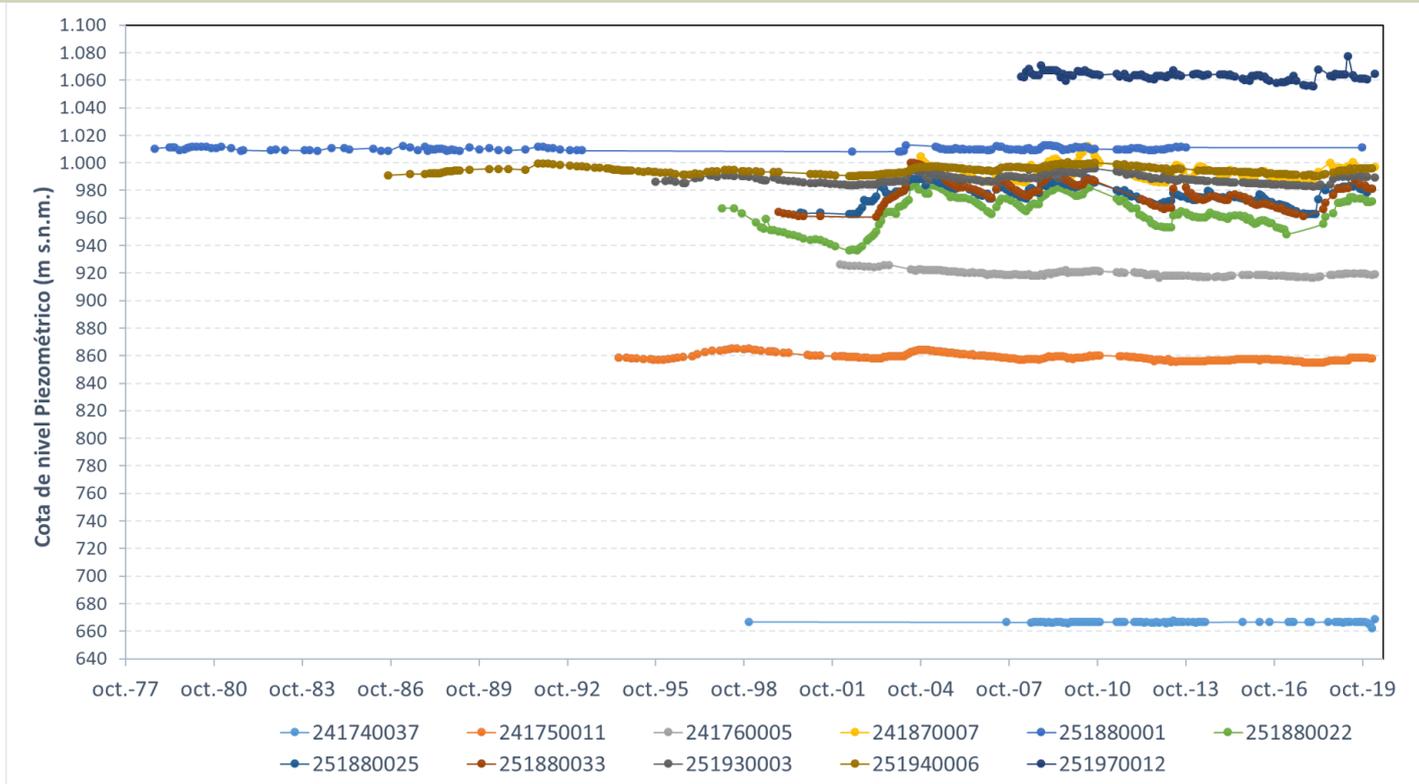
**Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo**

-  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 11 piezómetros, que registran medidas del nivel piezométrico (NP) desde del año 1978, pero la continuidad de las medidas es variable, ya que casi todos los puntos presentan algún periodo sin medidas (de meses a años). Las gráficas de evolución reflejan dos tipos de comportamientos: un grupo de puntos (IPA\_251940006, IPA\_251930003, IPA\_241760005 y IPA\_241750011) muestran leves variaciones interanuales y/o estacionales, con rangos de variación de hasta 15 m; y un segundo grupo de puntos (IPA\_251880022, IPA\_251880033, IPA\_241870007 y IPA\_251880025) que reflejan fluctuaciones del NP con mayores amplitudes, con rangos de variación de hasta 49 m. Los puntos de control del primer grupo descrito se corresponden con medidas de los niveles acuíferos de edad Triásica-Jurásica (Lías, Suprakeuper-Lías, Muschelkalk), mientras que los puntos de control del segundo grupo detallado, reflejan medidas de los niveles acuíferos del Cretácico Superior.

**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
241740037	1998	2020	449	672,5	661,2	666,4	11,4	0,20	Cretácico Superior	No
241750011	1994	2020	244	865,3	855,0	858,8	10,3	-0,03	Cretácico Superior	No
241760005	1995	2020	199	932,6	916,8	921,3	15,8	-0,37	Cretácico Superior	No
241870007	2004	2020	146	1.012,1	985,3	993,0	26,9	-0,50	Lías	No
251880001	1978	2019	153	1.012,7	1.008,4	1.010,3	4,2	0,02	Cuaternario Aluvial	No
251880022	1998	2020	193	985,1	936,3	964,8	48,9	0,22	Suprakeuper-Lías	No
251880025	2000	2020	188	988,8	962,9	977,5	26,0	0,86	Muschelkalk	No
251880033	1999	2020	166	1.000,3	960,9	979,1	39,4	0,80	Lías	No
251930003	1995	2020	221	996,1	983,0	988,4	13,1	0,13	Cretácico Superior	No
251940006	1986	2020	262	1.000,4	990,4	994,9	10,0	0,15	Cretácico Superior	No
251970012	2008	2020	113	1.077,3	1.055,6	1.063,3	21,8	0,19	Lías	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



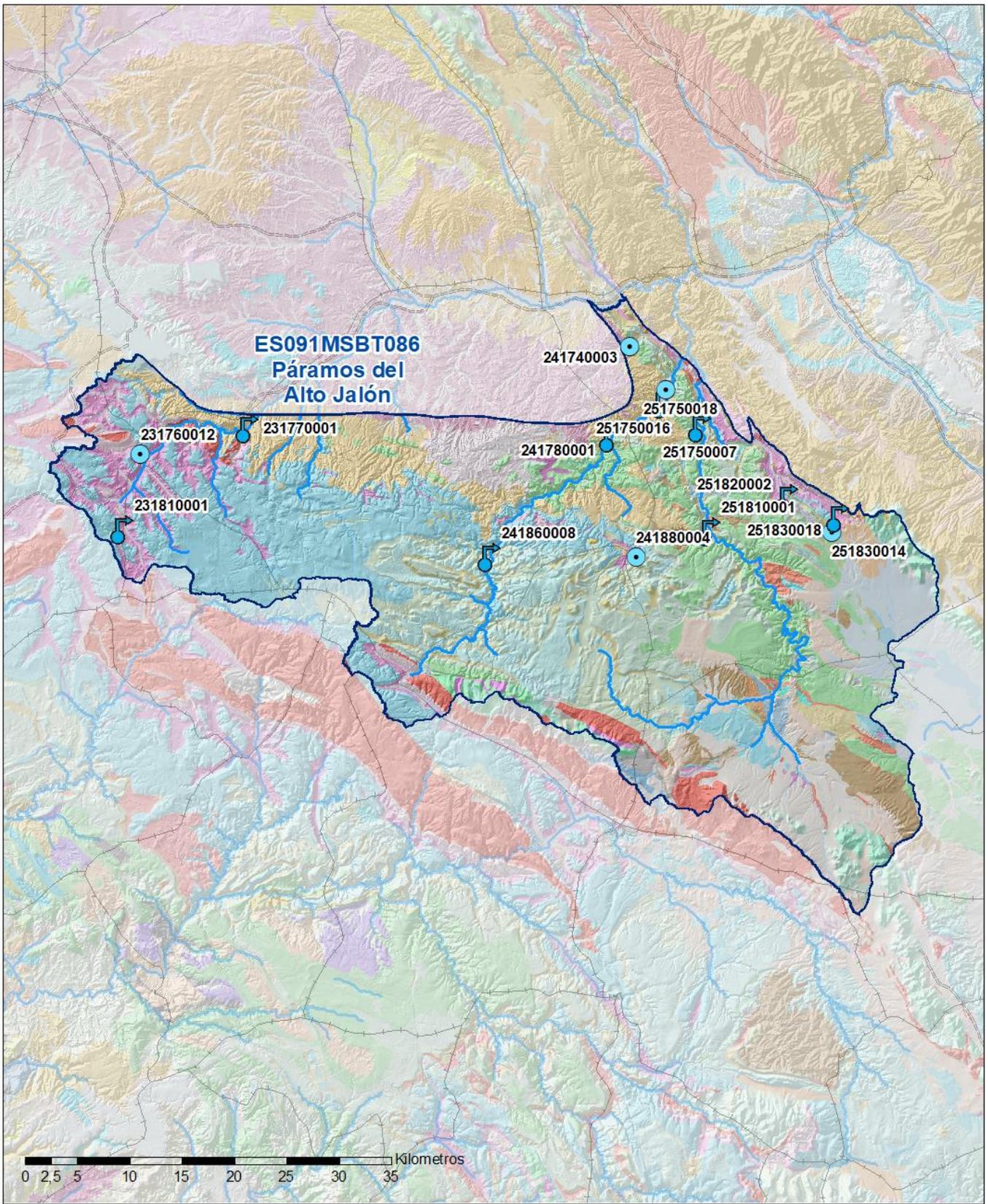
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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					
231760012	Los Lavaderos 1 (Po. 75; Pa. 5107)	548.323	4.558.141	1.022	110,0	POZO	Muschelkalk - Calizas y dolomías	19/05/2009
231770001	MN MOLINO DE SOMAEN	558.552	4.560.642	840		MANANTIAL	Terciario continental detrítico - Conglomerados	12/05/2003
231810001	ABTO ESTERAS DE MEDINACELI	546.559	4.550.848	1.079		MANANTIAL	Lías - Calizas, dolomías y carniolas (Grupo Renales)	12/05/2003
241740003	SONDEO GODOJOS DPZ	595.028	4.568.449	741	210,0	POZO	Cretácico superior - Calizas y dolomías	08/05/2003
241780001	BALNEARIO DE LA VIRGEN. JARABA	593.208	4.559.678	772		MANANTIAL	Cretácico superior - Calizas y dolomías	16/07/2002
241860008	EL OJILLO DE LA SERNA. MANANTIAL MOCHALES	581.596	4.548.200	994		MANANTIAL	Lías - Calizas, dolomías y carniolas (Grupo Renales)	13/05/2003
241880004	SONDEO DE ABASTECIMIENTO	595.593	4.548.245	1.106	300,0	POZO	Lías - Calizas, dolomías y carniolas (Grupo Renales)	08/05/2003
251750007	MONASTERIO DE PIEDRA	601.705	4.560.682	711		MANANTIAL	Cretácico superior - Calizas y dolomías	29/04/2003
251750016	FUENTE DE LA OLMEDA	598.160	4.563.024	702		MANANTIAL	Terciario continental detrítico - Conglomerados	02/10/2007
251750018	SEPULCRO, POLÍGONO 10, PARCELA 445	598.459	4.564.325	713	100,0	POZO		29/04/2003
251810001	FUENTE EL MOLINO-CIMBALLA	602.609	4.550.659	902		MANANTIAL	Lías - Calizas, dolomías y carniolas (Grupo Renales)	16/07/2002
251820002	LAS FUENTES	610.047	4.553.845	953		MANANTIAL	Muschelkalk - Calizas y dolomías	29/04/2003
251830014	El Pozanco	614.244	4.550.615	1.077	140,0	POZO		29/10/2013
251830018	Mimburro	614.850	4.551.983	1.017		MANANTIAL	Lías - Calizas, dolomías y carniolas (Grupo Renales)	29/10/2013

Puntos de Muestreo Código	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS		
231760012	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
231770001	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
231810001	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
241740003	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
241780001	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
241860008	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
241880004	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
251750007	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Acuicultura	
251750016	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
251750018	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
251810001	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
251820002	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
251830014	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
251830018	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

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	Facies Hidrogeoquímica
251810001	Lías	Bicarbonatada cálcica
251820002	Muschelkalk	Bicarbonatada cálcica
251830014		Bicarbonatada sulfatada cálcica
251830018	Lías	Sulfatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN ( 2019)

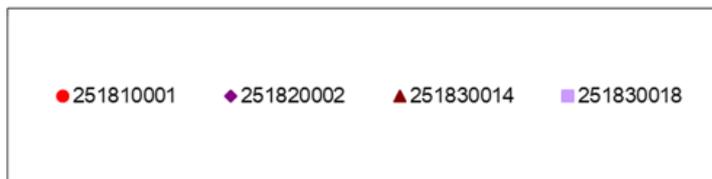
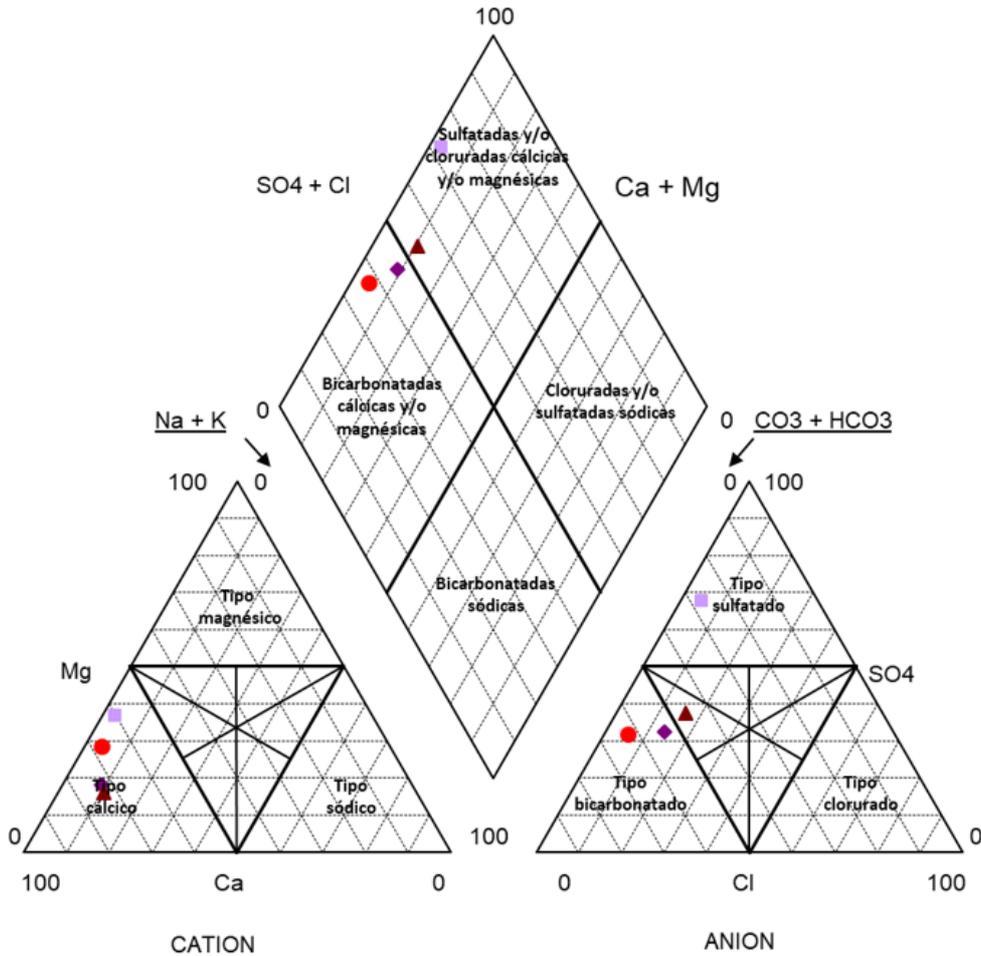


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 251810001

Páramos del Alto Jalón 251810001 (2015-2019)

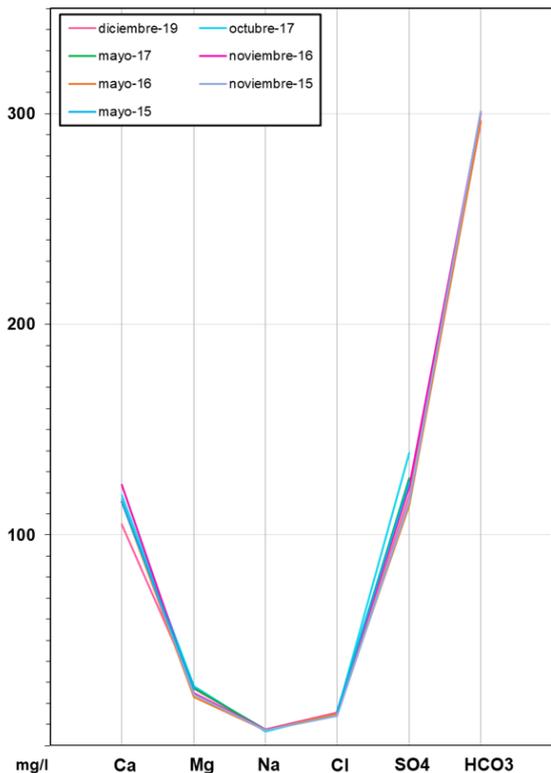


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 251820002

Páramos del Alto Jalón 251820002 (2015-2019)

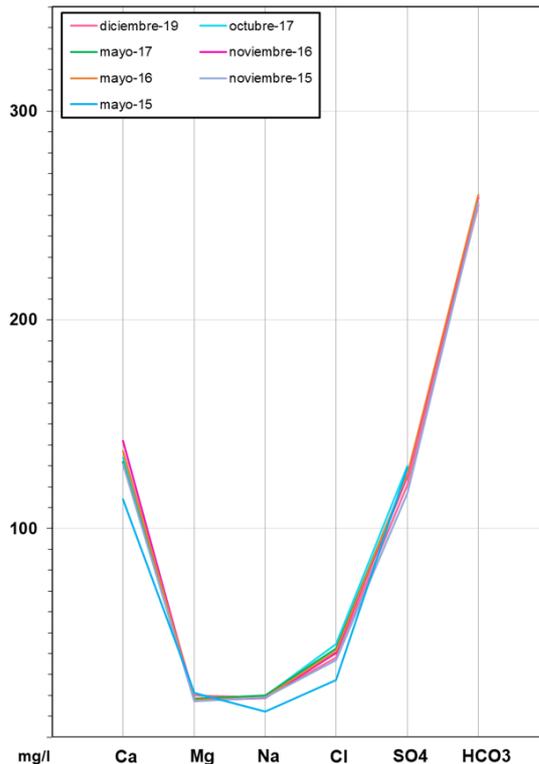


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 251830014

Páramos del Alto Jalón 251830014 (2015-2019)

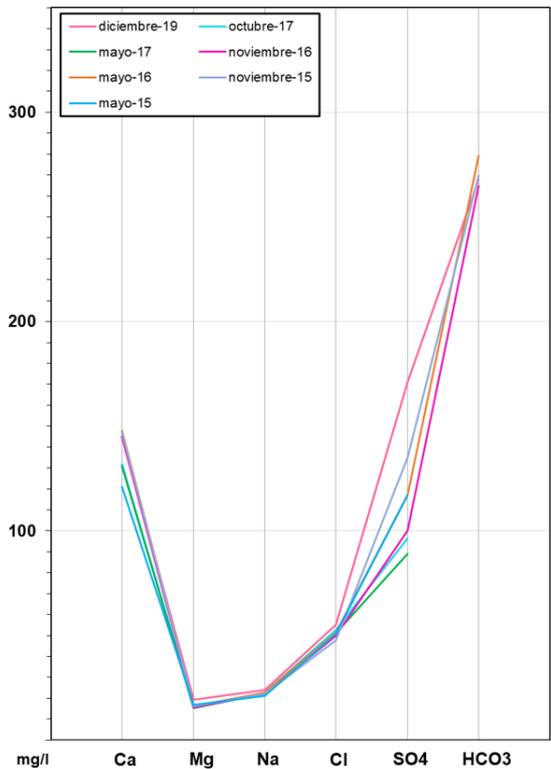
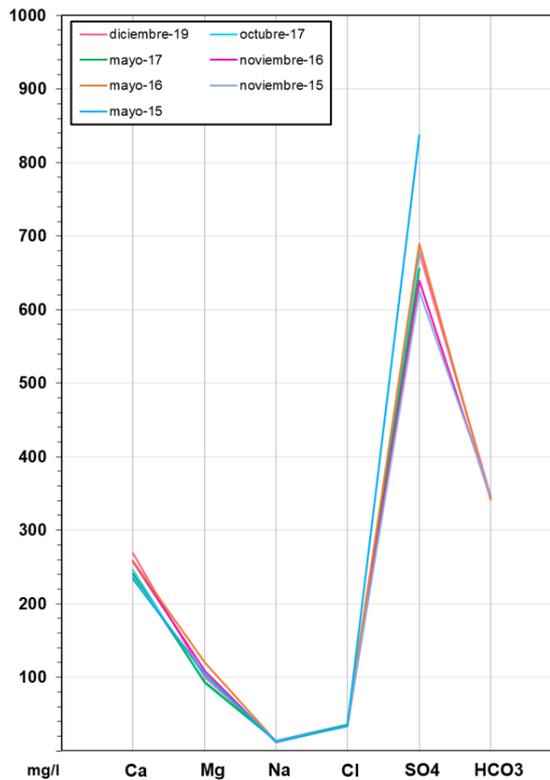


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 251830018

Páramos del Alto Jalón 251830018 (2015-2019)



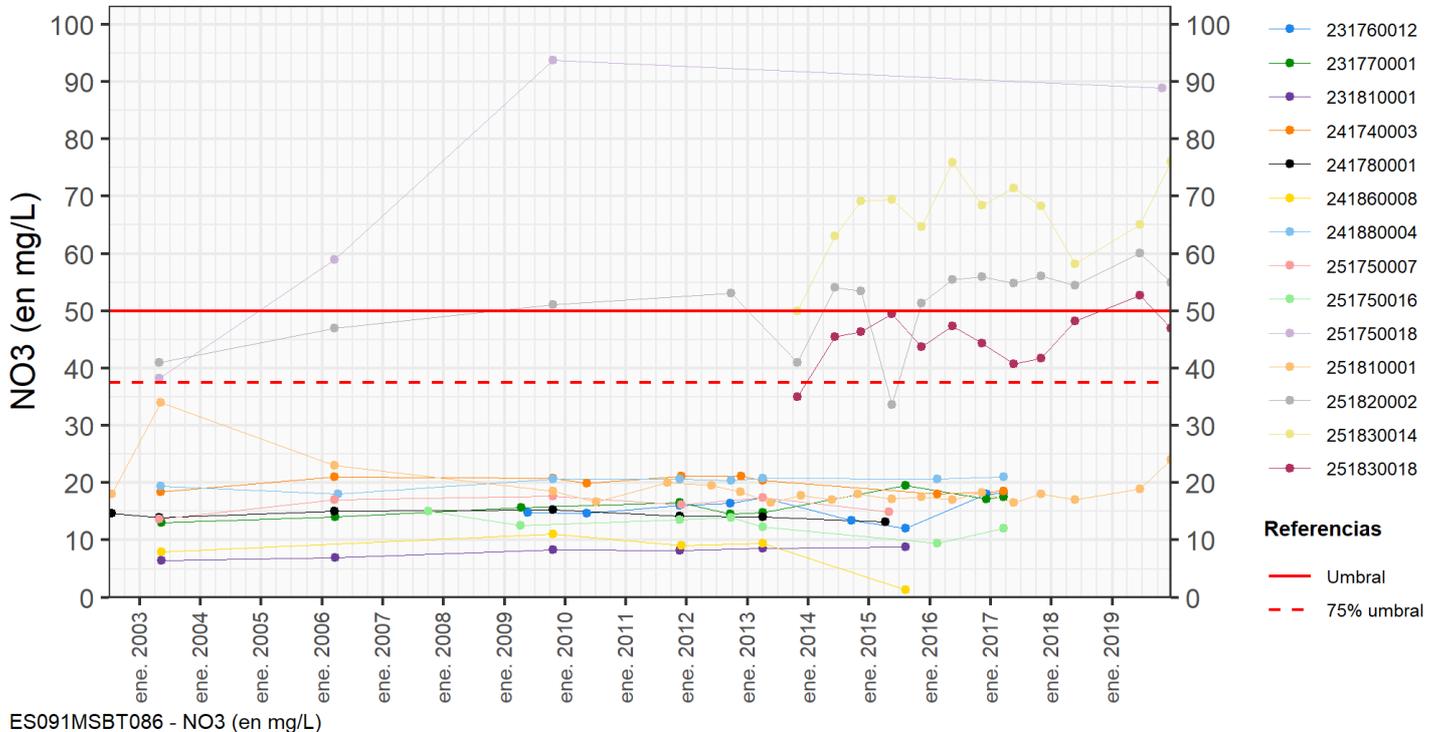
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

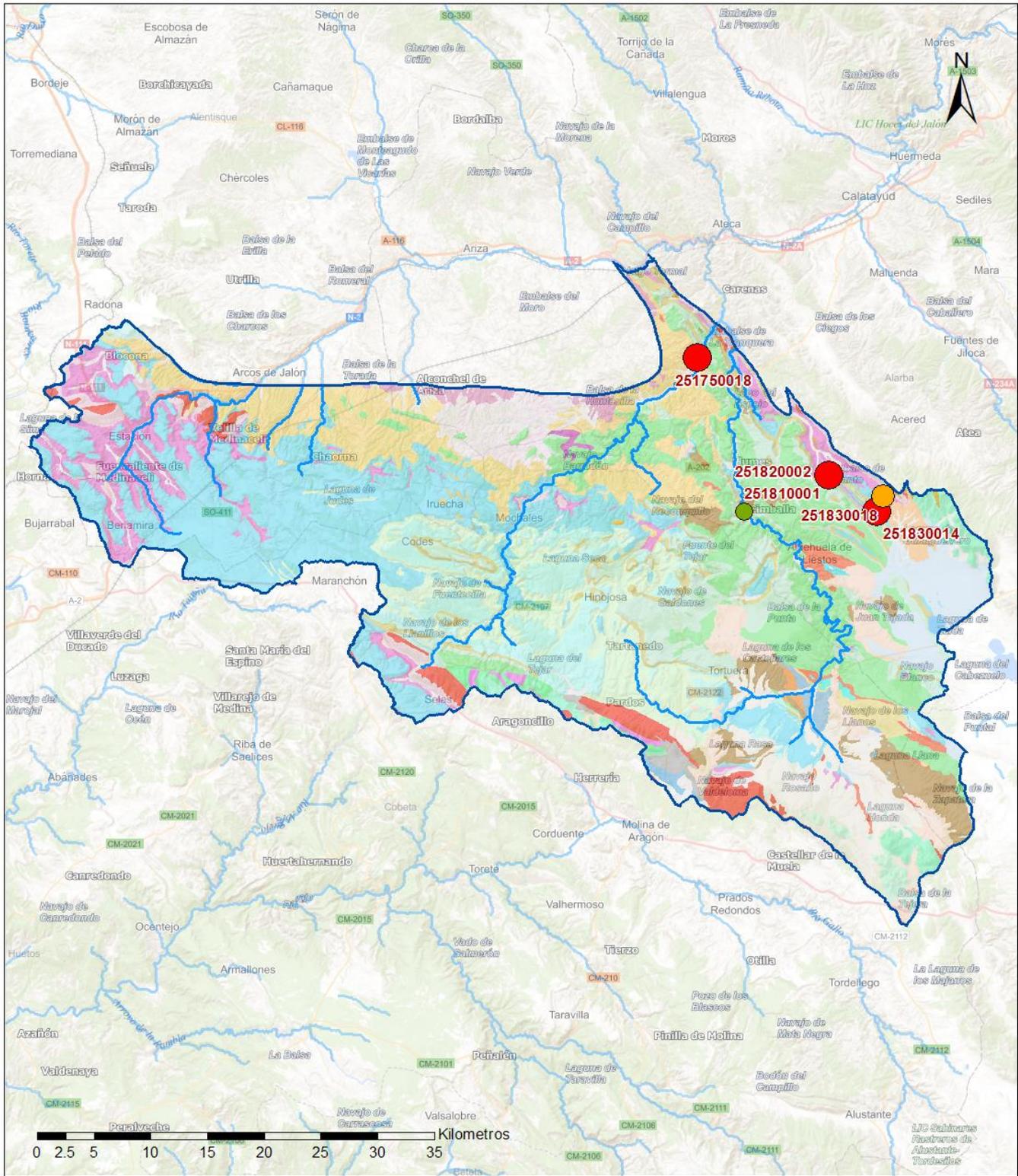
9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº	Valor
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	1	50,00

Gráficas de Evolución



Mapa de distribución actual



LEYENDA

 MSBT:  
 Red hidrográfic  
 ES091MSBT086  
 Páramos del Alto Jalón

NITRATOS (mg/l) 2019

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

Norma de Calidad: 50 mg/l

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

**EVALUACIÓN DE TENDENCIAS**

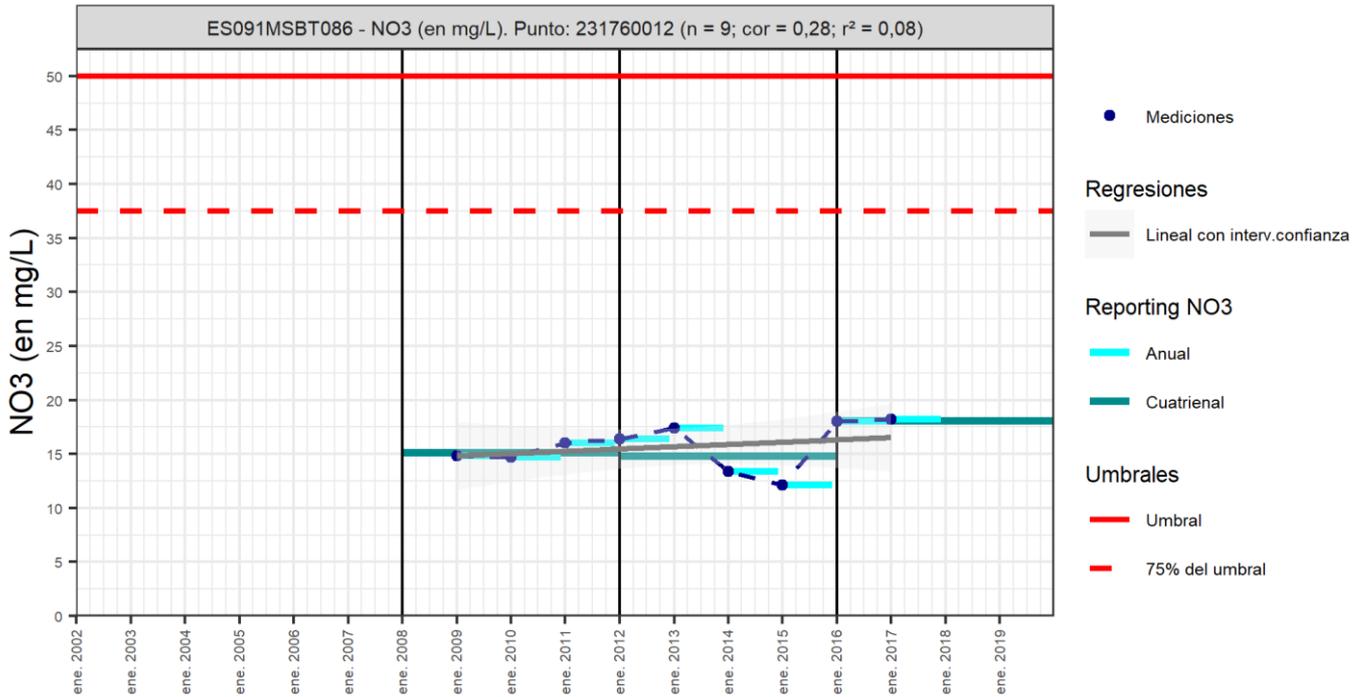
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitrato en la MSBT son reportados en el informe cuatrienal 2016-2019 y forman parte de la red de nitratos. Los tres puntos (IPA\_231760012, IPA\_251810001, IPA\_251820002) seleccionados controlan principalmente los acuíferos carbonatados del Muschelkalk y del Lias (Grupo Renales), con una serie histórica de un mínimo de 8 datos anuales para la tendencia por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall.

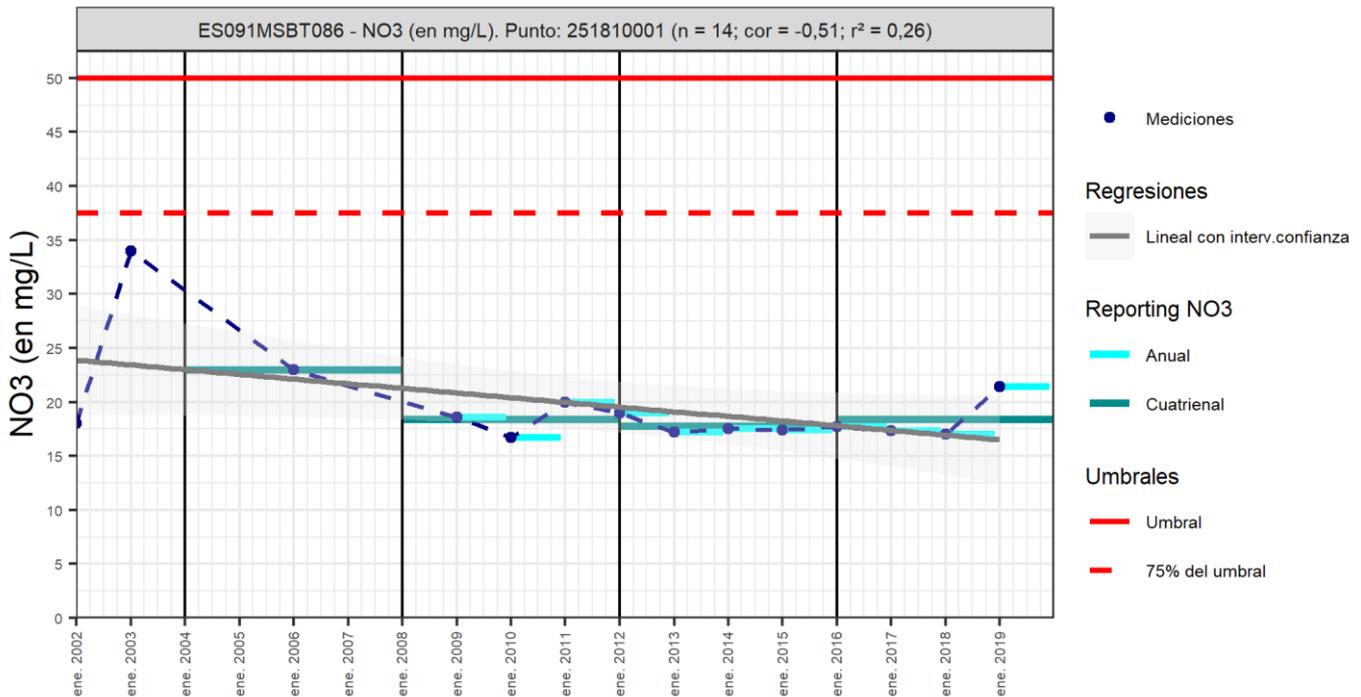
Gráfico de evaluación de tendencia

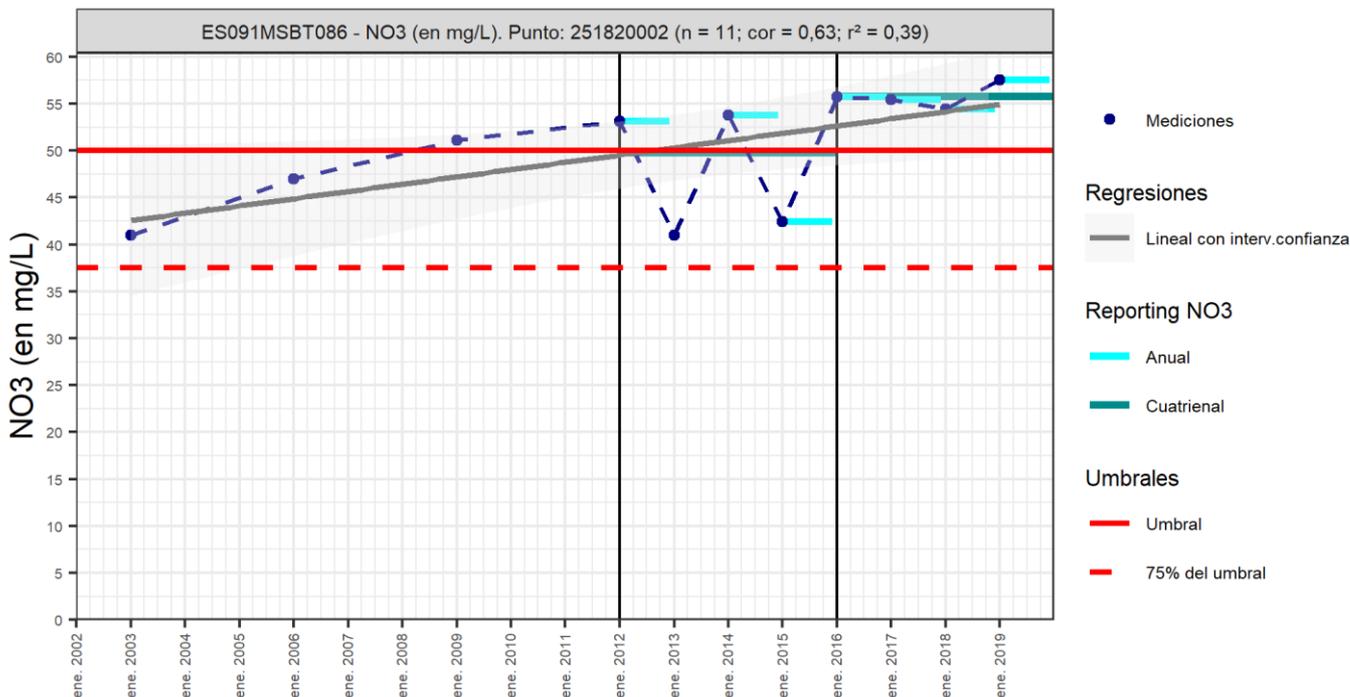
Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Código Punto 231760012



Código Punto 251810001





Análisis de tendencias

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R2 <0,3 indican una baja correlación y no puede establecerse tendencia (R2>0,5), creciente o decreciente, debido a la heterogeneidad de los datos. Los resultados obtenidos en el Test de Mann Kendall no permiten identificar tendencia significativa en dos de los puntos seleccionados, habiéndose obtenido valores de GS < 90 % (tendencia dudosa). En el punto IPA 251820002, sí se identifica una tendencia significativa creciente.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R2 <0,3 indican una baja correlación y no puede establecerse tendencia (R2>0,5), creciente o decreciente, debido a la heterogeneidad de los datos. Los resultados obtenidos en el Test de Mann Kendall no permiten identificar tendencia significativa en dos de los puntos seleccionados, habiéndose obtenido valores de GS < 90 % (tendencia dudosa). En el punto IPA 251820002, sí se identifica una tendencia significativa creciente.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, la concentración de nitrato aumenta ligeramente entre 1 y 6 mg/L respecto al tercer cuatrienio (2012-2015). En general los valores son bajos y solo por encima de la NC (50 mg/L) en el punto IPA 251820002 (2016-2019).

Resultados del análisis de tendencias								Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )			
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
231760012	mg/L	Histórica	2009	2017	Anual	9	9	12,10	18,20		37,50
251810001	mg/L	Histórica	2009	2019	Anual	14	11	16,70	34,00		37,50
251820002	mg/L	Histórica	2003	2019	Anual	11	8	41,00	57,55		37,50

Resultados del análisis de tendencias							
Código Punto	Método estadístico						
	Regresión Lineal Simple				Test de Mann-Kendall		
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
231760012	0,07670	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	2,51E-01	74,85	MEDIO
251810001	0,26120	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	8,76E-01	12,37	MEDIO
251820002	0,39275	Sin Tendencia	MEDIO	Ascendente	6,00E-02	93,70	ALTO

Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) en mg/L													
Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Min.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC (mg/L)	3º	4º	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
										Cuatrienio (2012-2015)	Cuatrienio (2016-2019)		
231760012	Histórica	2012	2019	Cuatrienal	2	14,83	18,10	37,50	14,83	18,10	3,28	Ascendente	
251810001	Histórica	2012	2019	Cuatrienal	2	16,33	17,35	37,50	16,30	17,40	1,02	Ascendente	
251820002	Histórica	2012	2019	Cuatrienal	2	49,77	55,99	37,50	49,77	55,99	6,02	Ascendente	

## 10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea ES091MSBT086 Páramos del Alto Jalón con 2.284 km<sup>2</sup> de superficie, se encuentra principalmente en la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha y el resto se integra en las C.C.A.A de Aragón y Castilla y León. Se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico Alto Jalón - Alto Jiloca en la zona sur-occidental de la D. Hidrográfica del Ebro en el límite con la cuenca del Tajo al SO y la del Duero al NO. Comprende la cuenca alta del río Jalón y sus afluentes localizados al oeste del macizo paleozoico de Ateca. Los municipios con mayor porcentaje de ocupación en la MSBT son Arcos de Jalón y Maranchón.

Desde el punto de vista geológico, la MSBT se encuentra enclavada en el dominio geoestructural de la Cordillera Ibérica, en su sector occidental, y dentro de esta, en la Rama Castellana. La geometría general se identifica con un amplio sinclinal NO-SE de materiales mesozoicos entre el Macizo Paleozoico de Ateca y las serranías que enlazan con la Cordillera Central (Ministra y Solorio), y en su núcleo noroccidental alberga la Cuenca Terciaria de Almazán.

Alberga una amplia extensión de afloramientos mesozoicos. Las litologías arcillosas de las facies del Keuper constituyen el límite inferior de la masa de agua subterránea. Los materiales mesozoicos (detríticos y carbonatados), se confinan hacia el noroeste bajo la Depresión Terciaria de Almazán. Hacia el norte y hacia el este, el Cretácico va adquiriendo importancia en extensión, a la par que el Jurásico reduce su potencia por erosión pre o intra-Cretácica. Las mayores extensiones de afloramiento se localizan en el flanco meridional (Sierra del Solorio), constituidas esencialmente por materiales calcáreos del Jurásico inferior. La estructura en esta zona se define por suaves deformaciones que muestran la intersección de directrices ibéricas (NO-SE) y del Guadarrama (E-O).

La MSBT Páramos del Alto Jalón (ES091MSBT086) limita al sureste con las MSBT Gallocanta (ES091MSBT087), Monreal-Calamocha (ES091MSBT088) y Cella-Ojos de Monreal (ES091MSBT089), las cuales presentan una condición de contacto cerrado (flujo nulo); el límite noreste se define con la MSBT Sierra Paleozoica de Ateca (ES091MSBT083), con un contacto cerrado (flujo nulo); y los límites oeste y noroeste con las MSBT Sigüenza-Maranchón (ES030MSBT030.002) y MSBT Tierras de Caracena - Berlanga (ES020MSBT000400050), las cuales pertenecen a las DH Tajo y Duero respectivamente, y con las cuales se define contacto cerrado.

La MSBT está formada por 5 acuíferos, los cuales están formados por una o dos FGP. Los dos acuíferos más relevantes son el Jurásico, formado por las FGP Dogger y Lías de naturaleza carbonatada, y el acuífero Cretácico, constituido por las FGP Cretácico inferior (arenas de Utrillas con unos 105 m) y Cretácico superior (las calizas y dolomías con un espesor del orden de 250-400 m). Por su extensión, potencia y características hidráulicas tienen importancia regional. Se trata de acuíferos de carácter predominantemente libre que se confinan hacia el noroeste bajo los terciarios de Almazán. Por debajo del acuífero Jurásico, y separado de él por las arcillas de baja permeabilidad del Keuper, se localiza el acuífero formado por las calizas y dolomías del Muschelkalk, de unos 60 m de espesor. Sus afloramientos son muy reducidos y se localizan en las zonas de borde. Constituye un acuífero profundo en la mayor parte de la extensión de la masa de agua. Otros acuíferos de interés más local son el Terciario (incluyen las FGP Terciario continental carbonatado y Terciario continental detrítico), y el acuífero Cuaternario formado por las FGP Cuaternario aluvial y Cuaternario coluvial.

Las características hidrogeológicas y edafológicas del acuífero, clasificado como carbonatado, le confieren grado de vulnerabilidad intrínseco a la contaminación según el método COP de baja (rango 2-4) y muy baja (rango 4-15), del 31 y 29 %, respectivamente, de la superficie de la MSBT.

El funcionamiento hidrogeológico de la MSBT se encuentra relacionado fundamentalmente con el acuífero jurásico-cretácico que constituye la mayor parte de los afloramientos permeables a favor de los cuales se produce la recarga por infiltración directa del agua de lluvia. Existe la posibilidad de una recarga lateral procedente de la MSBT contigua de Gallocanta. La descarga se produce principalmente a favor de la red hidrográfica, fundamentalmente en los ríos Piedra, Mesa y Jalón, y a través de manantiales situados en el contacto con las formaciones triásicas. Además, se conoce la existencia de descargas subterráneas al embalse de la Tranquera, así como salidas laterales hacia el norte, bajo la cuenca de Almazán. Las principales descargas visibles, Mochales y Cimballa, se producen a favor del contacto con los materiales triásicos y en Jaraba, donde drena el excedente de los anteriores. Esta masa de agua subterránea presenta un régimen de funcionamiento casi natural, ya que apenas existen zonas de explotación (únicamente se capta agua subterránea para abastecimientos de pequeñas poblaciones) y no hay obras de regulación o derivación significativas.

En la MSBT se ha identificado un recinto hidrogeológico que se corresponden con Páramos del Alto Jalón (ES091MSBT086S00) el cual está relacionado con los ríos Jalón, Mesa, Piedra y Ortiz.

En el cálculo de los recursos hídricos de esta MSBT para el tercer ciclo de planificación, se obtiene un recurso disponible de 21,51 hm<sup>3</sup>/año frente a unas extracciones de 2,46 hm<sup>3</sup>/año, lo que permite obtener como resultado para el índice de explotación (IE) un valor de 0,12.

La red de control piezométrico está constituida por 11 piezómetros, que registran medidas del nivel piezométrico (NP) desde del año 1978, pero la continuidad de las medidas es variable, ya que casi todos los puntos presentan algún periodo sin medidas (de

meses a años). Las gráficas de evolución reflejan dos tipos de comportamientos: un grupo de puntos (IPA\_251940006, IPA\_251930003, IPA\_241760005 y IPA\_241750011) muestran leves variaciones interanuales y/o estacionales, con rangos de variación de hasta 15 m; y un segundo grupo de puntos (IPA\_251880022, IPA\_251880033, IPA\_241870007 y IPA\_251880025) que reflejan fluctuaciones del NP con mayores amplitudes, con rangos de variación de hasta 49 m. Los puntos de control del primer grupo descrito se corresponden con medidas de los niveles acuíferos de edad Triásica-Jurásica (Lías, Suprakeuper-Lías, Muschelkalk), mientras que los puntos de control del segundo grupo detallado, reflejan medidas de los niveles acuíferos del Cretácico Superior.

La red de control del estado químico de las aguas subterráneas dispone de 14 puntos de control que se corresponden con 9 manantiales y 5 pozos, con profundidades entre 100 y 300 m, y los cuales pertenecen a las redes de control de vigilancia, abastecimiento y nitratos. Las características generales fisicoquímico de esta masa de agua corresponden a un agua de mineralización media, con valores de conductividad eléctrica que varían de entre 412  $\mu\text{S}/\text{cm}$  hasta los 1.730  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (IPA\_231760012) y un promedio para el percentil 50 (P50) de 843  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La concentración en mg/L de  $\text{CaCO}_3$  calculada a partir de las concentraciones máximas y mínimas de Ca y Mg, varían entre 243 y 1.628 mg/L (IPA\_231760012), lo que indica que se trata de aguas de naturaleza muy dura. La facie hidrogeoquímica que caracteriza las aguas de la MSBT, en general se corresponde con bicarbonatada cálcica y puntualmente como bicarbonatada sulfatada cálcica y sulfatada cálcica.

La masa de agua subterránea está en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales por la concentración en nitrato, debido principalmente a la actividad agrícola. La concentración de nitrato en la serie histórica varía en un rango entre 1 y 93 mg/L, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 28,0 mg/L para la MSBT y que no supera el valor de 50 mg/L establecido en la Norma de Calidad. La gráfica de evolución de nitrato, en la que se representa la red de control químico, muestra que cinco puntos de superan el valor de NC, ubicándose en el límite noreste de la MSBT, entre el Embalse de la Tranquera y Embalse de Abanto.

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitrato en la MSBT son reportados en el informe cuatrienal 2016-2019 y forman parte de la red de nitratos. Los tres puntos (IPA\_231760012, IPA\_251810001, IPA\_251820002) seleccionados controlan principalmente los acuíferos carbonatados del Muschelkalk y del Lias (Grupo Renales), con una serie histórica de un mínimo de 8 datos anuales para la tendencia por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de  $R^2 < 0,3$  indican una baja correlación y no puede establecerse tendencia ( $R^2 > 0,5$ ), creciente o decreciente, debido a la heterogeneidad de los datos. Los resultados obtenidos en el Test de Mann Kendall no permiten identificar tendencia significativa en dos de los puntos seleccionados, habiéndose obtenido valores de GS  $< 90\%$  (tendencia dudosa). En el punto IPA 251820002, sí se identifica una tendencia significativa creciente.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, la concentración de nitrato aumenta ligeramente entre 1,0 y 6,0 mg/L respecto al tercer cuatrienio (2012-2015). En general los valores son bajos y solo por encima de la NC (50 mg/L) en el punto IPA 251820002 (2016-2019).

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

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

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

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

A continuación, se proponen actuaciones específicas consideradas prioritarias para la mejora del conocimiento de la MSBT Páramos del Alto Jalón:

**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 que la superficie agrícola cubre buena parte de la superficie de esta masa de agua, 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 a los acuíferos localizados al NE de la masa de agua. 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 EAAS, La Laguna Honda que se encuentra en mal estado de conservación, 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 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. Esta masa de agua presenta numerosos acuíferos repartidos entre las cuencas del río Piedra, Mesa y cabecera del Jalón, por lo 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](http://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: ES091MSBT086 - PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN



# ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT086 - PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20°C) (In situ)	O <sub>2</sub> (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	°C	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O <sub>2</sub>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	mg/L CaCO <sub>3</sub>
<b>Código Punto</b>	<b>231760012</b>						
<b>Valor</b>							
Máx.	18,2	8	1.730	8,90	<LQ	<LQ	252,0
Mín.	14,7	7	1.135	2,60	<LQ	<LQ	131,0
P50	15,6	7	1.628	6,00	<LQ	<LQ	230,0
N reg.	7	7	8	7	5		3
<b>Código Punto</b>	<b>231770001</b>						
<b>Valor</b>							
Máx.	16,7	8	899	9,90	<LQ	<LQ	249,0
Mín.	13,8	7	670	7,30	<LQ	<LQ	220,0
P50	14,3	7	814	8,70	<LQ	<LQ	240,5
N reg.	7	8	8	8	6		4
<b>Código Punto</b>	<b>231810001</b>						
<b>Valor</b>							
Máx.	13,2	8	521	9,50	<LQ	<LQ	242,0
Mín.	11,6	7	443	8,10	<LQ	<LQ	223,0
P50	12,0	7	466	8,60	<LQ	<LQ	237,0
N reg.	5	6	5	5	3		3
<b>Código Punto</b>	<b>241740003</b>						
<b>Valor</b>							
Máx.	16,2	8	736	10,20	<LQ	<LQ	250,0
Mín.	10,9	8	412	4,70	<LQ	<LQ	215,0
P50	13,8	8	578	8,40	<LQ	<LQ	217,0
N reg.	8	8	8	8	6		3
<b>Código Punto</b>	<b>241780001</b>						
<b>Valor</b>							
Máx.	29,1	8	847	6,80	<LQ	<LQ	248,0
Mín.	16,8	7	703	5,80	<LQ	<LQ	238,0
P50	27,6	7	790	6,25	<LQ	<LQ	242,0
N reg.	6	7	6	6	3		3
<b>Código Punto</b>	<b>241860008</b>						
<b>Valor</b>							
Máx.	14,6	8	600	9,30	<LQ	<LQ	270,0
Mín.	10,0	7	509	6,90	<LQ	<LQ	237,0
P50	12,9	8	528	7,25	<LQ	<LQ	253,5
N reg.	4	5	5	4	2		2
<b>Código Punto</b>	<b>241880004</b>						
<b>Valor</b>							
Máx.	15,8	8	761	9,90	0,5	<LQ	251,0
Mín.	12,8	7	620	7,50	<LQ	<LQ	250,0
P50	14,2	8	659	8,55	<LQ	<LQ	250,5
N reg.	7	7	7	6	6		2
<b>Código Punto</b>	<b>251750007</b>						
<b>Valor</b>							
Máx.	14,4	8	736	71,00	<LQ	<LQ	262,0
Mín.	7,7	7	575	6,20	<LQ	<LQ	244,0
P50	13,4	7	643	7,80	<LQ	<LQ	250,0
N reg.	5	6	5	5	3		3
<b>Código Punto</b>	<b>251750016</b>						
<b>Valor</b>							

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20°C) (In situ)	O <sub>2</sub> (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	°C	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O <sub>2</sub>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Máx.	19,0	8	902	9,20	0,9	<LQ	270,0
Mín.	14,0	7	719	7,50	<LQ	<LQ	270,0
P50	15,6	7	820	8,50	<LQ	<LQ	270,0
N reg.	6	6	6	6	6		1
Código Punto	<b>251750018</b>						
Valor							
Máx.	17,3	7	942	8,00	<LQ	<LQ	284,0
Mín.	16,4	7	759	4,70	<LQ	<LQ	278,0
P50	16,9	7	935	7,25	<LQ	<LQ	281,0
N reg.	4	3	3	4	1		2
Código Punto	<b>251810001</b>						
Valor							
Máx.	18,6	8	788	9,40	0,8	<LQ	265,0
Mín.	14,2	7	600	6,10	<LQ	<LQ	221,0
P50	16,4	7	686	7,50	<LQ	<LQ	245,0
N reg.	16	13	18	20	10		6
Código Punto	<b>251820002</b>						
Valor							
Máx.	16,5	7	871	12,20	<LQ	<LQ	230,0
Mín.	13,3	7	612	4,90	<LQ	<LQ	210,0
P50	15,6	7	793	7,65	<LQ	<LQ	214,0
N reg.	11	9	13	16	7		4
Código Punto	<b>251830014</b>						
Valor							
Máx.	18,2	8	1.383	9,90	<LQ	<LQ	223,0
Mín.	12,1	7	771	3,90	<LQ	<LQ	214,0
P50	14,6	8	865	7,60	<LQ	<LQ	219,0
N reg.	7	5	10	12	5		3
Código Punto	<b>251830018</b>						
Valor							
Máx.	17,9	8	1.699	11,00	1,4	<LQ	280,0
Mín.	12,4	7	1.454	6,00	0,7	<LQ	277,0
P50	14,1	8	1.600	7,90	1,1	<LQ	277,0
N reg.	7	5	10	12	5		3

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

Parámetro	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	<b>231760012</b>								
Valor									
Máx.	295,2	<LQ	381,00	141,0	18,2	<LQ	<LQ	226,0	5,4
Mín.	241,0	<LQ	257,00	110,0	12,1	<LQ	<LQ	143,0	<LQ
P50	292,8	<LQ	343,00	136,0	16,0	<LQ	<LQ	203,0	4,9
N reg.	7	7	9	9	9	8	6	9	9
Código Punto	<b>231770001</b>								
Valor									
Máx.	303,8	<LQ	105,00	156,0	19,6	0,00	<LQ	66,7	2,4
Mín.	281,8	<LQ	25,00	69,0	13,0	<LQ	<LQ	16,0	1,9
P50	293,8	<LQ	47,60	120,0	15,7	<LQ	<LQ	27,0	2,0
N reg.	8	8	9	9	9	7	6	9	9
Código Punto	<b>231810001</b>								
Valor									

Parámetro	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	<b>231810001</b>								
Valor									
Máx.	295,2	<LQ	10,80	31,0	8,8	<LQ	<LQ	4,1	0,7
Mín.	272,1	<LQ	<LQ	26,0	6,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	287,9	<LQ	4,08	27,2	8,2	<LQ	<LQ	2,0	0,3
N reg.	5	5	6	6	6	4	4	6	6
Código Punto	<b>241740003</b>								
Valor									
Máx.	316,0	<LQ	45,90	101,0	21,2	0,01	0,08	27,0	3,0
Mín.	264,7	<LQ	8,60	21,3	18,1	<LQ	<LQ	4,7	1,5
P50	279,4	<LQ	23,50	58,9	20,4	<LQ	<LQ	12,7	2,0
N reg.	8	7	9	9	9	7	6	9	9
Código Punto	<b>241780001</b>								
Valor									
Máx.	300,1	<LQ	59,00	138,0	15,3	<LQ	0,07	36,0	3,0
Mín.	290,4	<LQ	48,70	121,0	13,2	<LQ	<LQ	30,0	2,0
P50	294,7	<LQ	53,10	135,0	14,2	<LQ	0,01	34,3	2,1
N reg.	6	5	7	7	7	4	4	7	7
Código Punto	<b>241860008</b>								
Valor									
Máx.	301,1	<LQ	26,70	49,8	11,0	0,08	<LQ	11,7	2,0
Mín.	287,9	<LQ	10,90	37,5	1,3	<LQ	<LQ	5,8	<LQ
P50	288,5	<LQ	14,00	42,8	9,1	<LQ	<LQ	8,7	1,1
N reg.	4	4	5	5	5	3	3	5	5
Código Punto	<b>241880004</b>								
Valor									
Máx.	313,5	<LQ	29,00	81,6	21,0	0,00	0,16	32,6	2,1
Mín.	304,1	<LQ	25,30	70,0	18,0	<LQ	<LQ	11,6	1,4
P50	307,2	<LQ	26,70	78,1	20,6	<LQ	<LQ	14,9	1,7
N reg.	8	7	8	8	8	6	6	8	8
Código Punto	<b>251750007</b>								
Valor									
Máx.	319,6	<LQ	18,00	113,0	17,7	<LQ	0,08	10,0	2,0
Mín.	281,8	<LQ	12,50	101,0	13,7	<LQ	<LQ	6,5	1,4
P50	297,7	<LQ	15,30	110,5	16,6	<LQ	0,01	7,8	1,8
N reg.	5	5	6	6	6	4	4	6	6
Código Punto	<b>251750016</b>								
Valor									
Máx.	380,6	<LQ	62,00	152,0	15,0	0,04	<LQ	36,0	4,0
Mín.	314,0	<LQ	54,70	92,6	9,4	<LQ	<LQ	29,8	2,2
P50	341,6	<LQ	57,30	97,6	12,5	0,00	<LQ	33,2	2,6
N reg.	7	6	7	7	7	6	5	7	7
Código Punto	<b>251750018</b>								
Valor									
Máx.	362,3	<LQ	65,70	132,0	93,8	<LQ	0,03	31,0	5,0
Mín.	339,2	<LQ	50,90	111,0	38,3	<LQ	<LQ	26,9	2,9
P50	346,5	<LQ	57,00	127,0	73,9	<LQ	0,01	27,8	3,3
N reg.	3	3	3	3	4	2	2	3	3
Código Punto	<b>251810001</b>								
Valor									
Máx.	323,3	<LQ	16,40	139,0	34,0	0,03	0,14	10,0	4,0
Mín.	246,0	<LQ	12,10	23,0	16,6	<LQ	<LQ	4,7	0,8
P50	296,5	<LQ	14,10	119,0	18,0	0,01	<LQ	6,9	1,5
N reg.	15	13	19	19	21	17	16	18	18

Parámetro	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	<b>251820002</b>								
Valor									
Máx.	263,5	<LQ	44,60	132,0	60,1	0,01	<LQ	38,0	5,6
Mín.	216,0	<LQ	27,20	117,0	33,6	<LQ	<LQ	12,3	2,4
P50	257,4	<LQ	40,40	126,0	53,8	<LQ	<LQ	18,9	3,5
N reg.	10	9	13	13	16	11	11	13	13

Código Punto	<b>251830014</b>								
Valor									
Máx.	279,4	<LQ	55,00	171,0	76,0	0,06	0,06	24,0	17,6
Mín.	216,0	<LQ	47,60	89,1	50,0	<LQ	<LQ	18,2	4,8
P50	268,2	<LQ	50,80	117,0	68,3	<LQ	<LQ	22,1	8,4
N reg.	6	6	9	9	12	9	9	9	9

Código Punto	<b>251830018</b>								
Valor									
Máx.	347,7	<LQ	36,00	838,0	52,7	0,02	0,08	14,2	6,1
Mín.	288,0	<LQ	32,30	582,0	35,0	<LQ	<LQ	11,5	4,8
P50	344,0	<LQ	34,40	656,0	45,9	<LQ	<LQ	13,1	5,4
N reg.	6	6	9	9	12	9	9	9	9

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

Parámetro	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	As	Cd <sup>2+</sup>	Hg	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 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	<b>231760012</b>								
Valor									
Máx.	97,3	57,2	3,9700	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	53,0	37,5	0,9450	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	92,3	53,8	1,2400	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	8	8	8	9	8	8	8

Código Punto	<b>231770001</b>								
Valor									
Máx.	133,0	32,3	3,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	92,3	24,3	0,2610	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	107,0	29,4	0,3540	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	7	8	6	8	5	6	6

Código Punto	<b>231810001</b>								
Valor									
Máx.	108,0	12,8	<LQ						
Mín.	90,5	11,6	<LQ						
P50	97,4	12,3	<LQ						
N reg.	6	6	1	2		5			

Código Punto	<b>241740003</b>								
Valor									
Máx.	102,0	36,5	1,0000	0,2600	<LQ	0,14	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	66,1	19,2	0,1800	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	79,3	27,3	0,3620	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	7	8	6	8	6	6	6

Código Punto	<b>241780001</b>								
Valor									
Máx.	102,0	43,0	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	91,0	37,4	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	97,6	41,2	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	7	7	1	2		5			

Código Punto	<b>241860008</b>								
Valor									

Parámetro	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	As	Cd <sup>2+</sup>	Hg	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
<b>Código Punto</b>	<b>241860008</b>								
Valor									
Máx.	96,7	22,3	<LQ	<LQ	<LQ	0,36	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	86,9	19,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	89,1	20,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	5	5	1	1		4			
<b>Código Punto</b>	<b>241880004</b>								
Valor									
Máx.	136,0	30,0	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	88,5	24,6	0,1470	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	99,2	26,5	0,2060	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	8	8	6	7	5	7	5	5	5
<b>Código Punto</b>	<b>251750007</b>								
Valor									
Máx.	117,0	31,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	102,0	27,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	110,0	29,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	1	2		5			
<b>Código Punto</b>	<b>251750016</b>								
Valor									
Máx.	126,0	42,0	0,4600	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	96,0	33,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	102,0	35,4	0,3190	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	7	7	7	7	7	7	5	7	7
<b>Código Punto</b>	<b>251750018</b>								
Valor									
Máx.	103,0	72,0	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	90,2	52,7	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	101,0	65,3	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3	1	2		2			
<b>Código Punto</b>	<b>251810001</b>								
Valor									
Máx.	124,0	29,2	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	88,0	21,8	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	116,0	25,5	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	19	19	1	2		17			
<b>Código Punto</b>	<b>251820002</b>								
Valor									
Máx.	164,0	21,3	1,0000	0,0330	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	106,0	16,6	0,3880	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	132,0	18,4	0,6940	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	13	13	2	3		12			
<b>Código Punto</b>	<b>251830014</b>								
Valor									
Máx.	148,0	19,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	121,0	15,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	140,0	16,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9				9			
<b>Código Punto</b>	<b>251830018</b>								
Valor									
Máx.	269,0	120,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	234,0	91,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	246,0	102,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9				9			

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