CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

MSBT: ES091MSBT069 - CAMEROS

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	ES091MSBT069	Nombre MSBT	CAMEROS
Código DH	ES091	Nombre DH	Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea Cameros (ES091MSBST069) con 1.810 km² de superficie, se encuentra principalmente en la comunidad autónoma de La Rioja y el resto se integra en las C.C.A.A de Castilla y León y Navarra. Se localiza en el Dominio Hidrogeológico de la Demanda-Cameros, en el límite occidental de la D. Hidrográfica del Ebro con la D.H. del Duero. Pertenece a la rama riojana de la Cordillera Ibérica ubicada en su extremo noroccidental, en la Sierra de Cameros. Los municipios con mayor porcentaje de ocupación en la MSBT son San Pedro Manrique, Lumbreras de Cameros y Villar del Río.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Castilla y León	Soria	42165	San Pedro Manrique	100,00	9,72
Rioja, La	Rioja, La	26091	Lumbreras de Cameros	99,17	7,82
Castilla y León	Soria	42209	Villar del Río	100,00	7,01
Rioja, La	Rioja, La	26177	Villoslada de Cameros	99,83	5,22
Rioja, La	Rioja, La	26054	Cornago	99,36	4,42
Rioja, La	Rioja, La	26047	Cervera del Río Alhama	51,86	4,37
Rioja, La	Rioja, La	26058	Enciso	100,00	3,85
Rioja, La	Rioja, La	26004	Ajamil de Cameros	100,00	3,65
Castilla y León	Soria	42218	Yanguas	100,00	3,00
Rioja, La	Rioja, La	26080	Igea	99,96	2,99
Rioja, La	Rioja, La	26098	Munilla	100,00	2,99
Rioja, La	Rioja, La	26132	San Román de Cameros	100,00	2,62
Rioja, La	Rioja, La	26082	Laguna de Cameros	100,00	2,30
Rioja, La	Rioja, La	26135	Santa Engracia del Jubera	47,22	2,24
Castilla y León	Soria	42135	Oncala	99,90	2,20
Castilla y León	Soria	42014	Aldehuelas, Las	99,65	2,08
Rioja, La	Rioja, La	26146	Soto en Cameros	76,28	2,06
Castilla y León	Soria	42121	Montenegro de Cameros	64,38	1,97
Castilla y León	Soria	42166	Santa Cruz de Yanguas	99,70	1,84
Castilla y León	Soria	42107	Magaña	56,95	1,84
Castilla y León	Soria	42196	Valdeprado	100,00	1,76
Rioja, La	Rioja, La	26126	Robres del Castillo	79,02	1,56
Rioja, La	Rioja, La	26112	Ortigosa de Cameros	75,21	1,37
Castilla y León	Soria	42216	Vizmanos	99,32	1,33
Rioja, La	Rioja, La	26012	Almarza de Cameros	81,78	1,27
Castilla y León	Soria	42198	Valtajeros	99,91	1,26
Rioja, La	Rioja, La	26119	Préjano	48,14	1,13
Rioja, La	Rioja, La	26003	Aguilar del Río Alhama	34,32	1,02
Rioja, La	Rioja, La	26169	Villanueva de Cameros	100,00	1,02
Rioja, La	Rioja, La	26181	Zarzosa	100,00	1,01
Castilla y León	Soria	42060	Cerbón	100,00	0,99
Rioja, La	Rioja, La	26100	Muro de Aguas	55,87	0,95
Rioja, La	Rioja, La	26017	Arnedillo	35,16	0,94
Rioja, La	Rioja, La	26104	Navajún	100,00	0,90
Rioja, La	Rioja, La	26101	Muro en Cameros	100,00	0,88
Rioja, La	Rioja, La	26161	Valdemadera	100,00	0,77
Rioja, La	Rioja, La	26121	Rabanera	100,00	0,76
Rioja, La	Rioja, La	26035	Cabezón de Cameros	100,00	0,66
Rioja, La	Rioja, La	26077	Hornillos de Cameros	100,00	0,66
Rioja, La	Rioja, La	26153	Torre en Cameros	100,00	0,64
Castilla y León	Soria	42092	Fuentes de Magaña	100,00	0,62

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Rioja, La	Rioja, La	26083	Lagunilla del Jubera	31,74	0,60
Castilla y León	Soria	42062	Cigudosa	43,99	0,51
Rioja, La	Rioja, La	26147	Terroba	100,00	0,49
Rioja, La	Rioja, La	26081	Jalón de Cameros	100,00	0,46
Rioja, La	Rioja, La	26115	Pinillos	61,48	0,40
Rioja, La	Rioja, La	26067	Gallinero de Cameros	58,84	0,36
Castilla y León	Soria	42175	Suellacabras	11,22	0,24
Rioja, La	Rioja, La	26032	Brieva de Cameros	8,92	0,23
Rioja, La	Rioja, La	26165	Viguera	8,03	0,18
Rioja, La	Rioja, La	26070	Grávalos	10,02	0,17
Rioja, La	Rioja, La	26118	Pradillo	25,02	0,14
Rioja, La	Rioja, La	26107	Nieva de Cameros	5,54	0,13
Rioja, La	Rioja, La	26151	Torrecilla en Cameros	7,44	0,13
Rioja, La	Rioja, La	26122	Rasillo de Cameros, El	13,01	0,11
Castilla y León	Soria	42054	Carrascosa de la Sierra	9,54	0,07
Rioja, La	Rioja, La	26088	Leza de Río Leza	3,25	0,02
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31105	Fitero	0,70	0,02
Rioja, La	Rioja, La	26124	Ribafrecha	0,32	0,01
Castilla y León	Soria	42027	Arévalo de la Sierra	0,27	0,01
Castilla y León	Soria	42141	Póveda de Soria, La	0,11	0,01
Castilla y León	Soria	42106	Losilla, La	0,83	0,01
Castilla y León	Soria	42163	San Felices	0,25	0,01
Castilla y León	Soria	42056	Castilfrío de la Sierra	0,38	0,01
Castilla y León	Soria	42215	Vinuesa	0,02	0,01
Castilla y León	Soria	42082	Estepa de San Juan	0,23	0,01
Castilla y León	Soria	42160	Royo, El	0,02	0,01
Castilla y León	Soria	42174	Sotillo del Rincón	0,02	0,01
Rioja, La	Rioja, La	26011	Alfaro	0,01	0,01
Castilla y León	Soria	42019	Almarza	0,01	0,01
Rioja, La	Rioja, La	26173	Villarroya	0,01	0,01

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

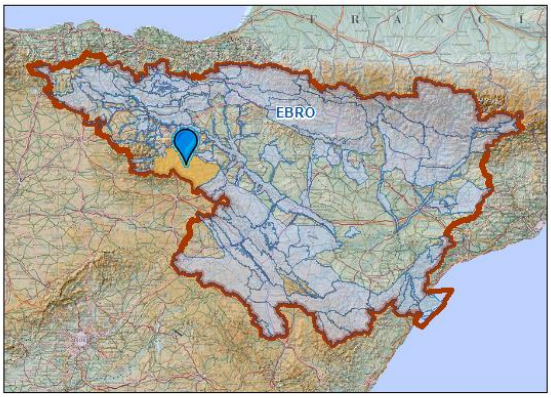
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	553.656	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.660.560
Longitud (CENTROIDE)	-2,35139	Latitud (CENTROIDE)			42,09524
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			1.726
Altitud mínima (m s.n.m.)	439	Altitud máxima (m s.n.m.)			2.165
Área total de la MSBT (km²)	1.811				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

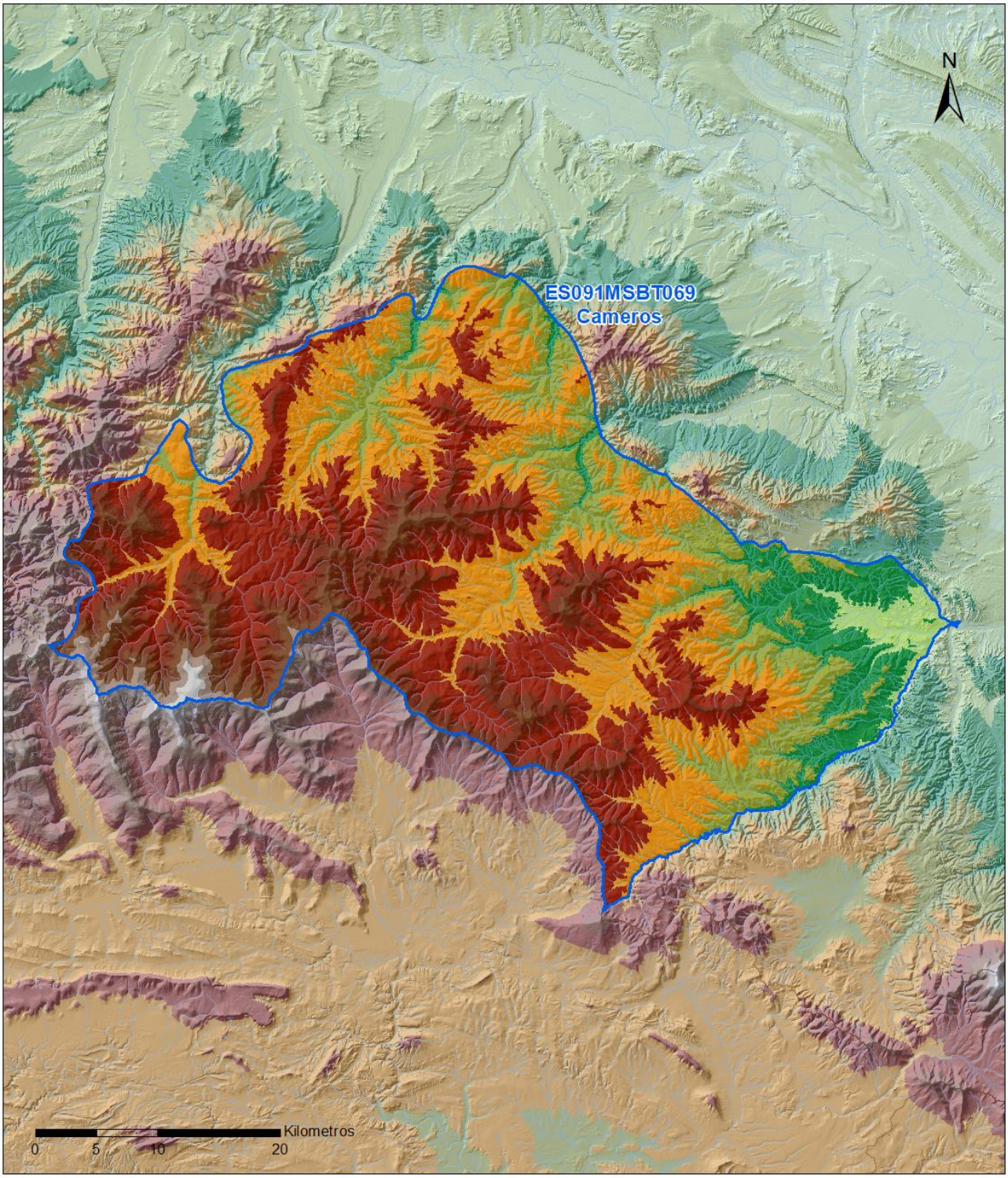
Nº habitantes	5.829	Año	2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

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

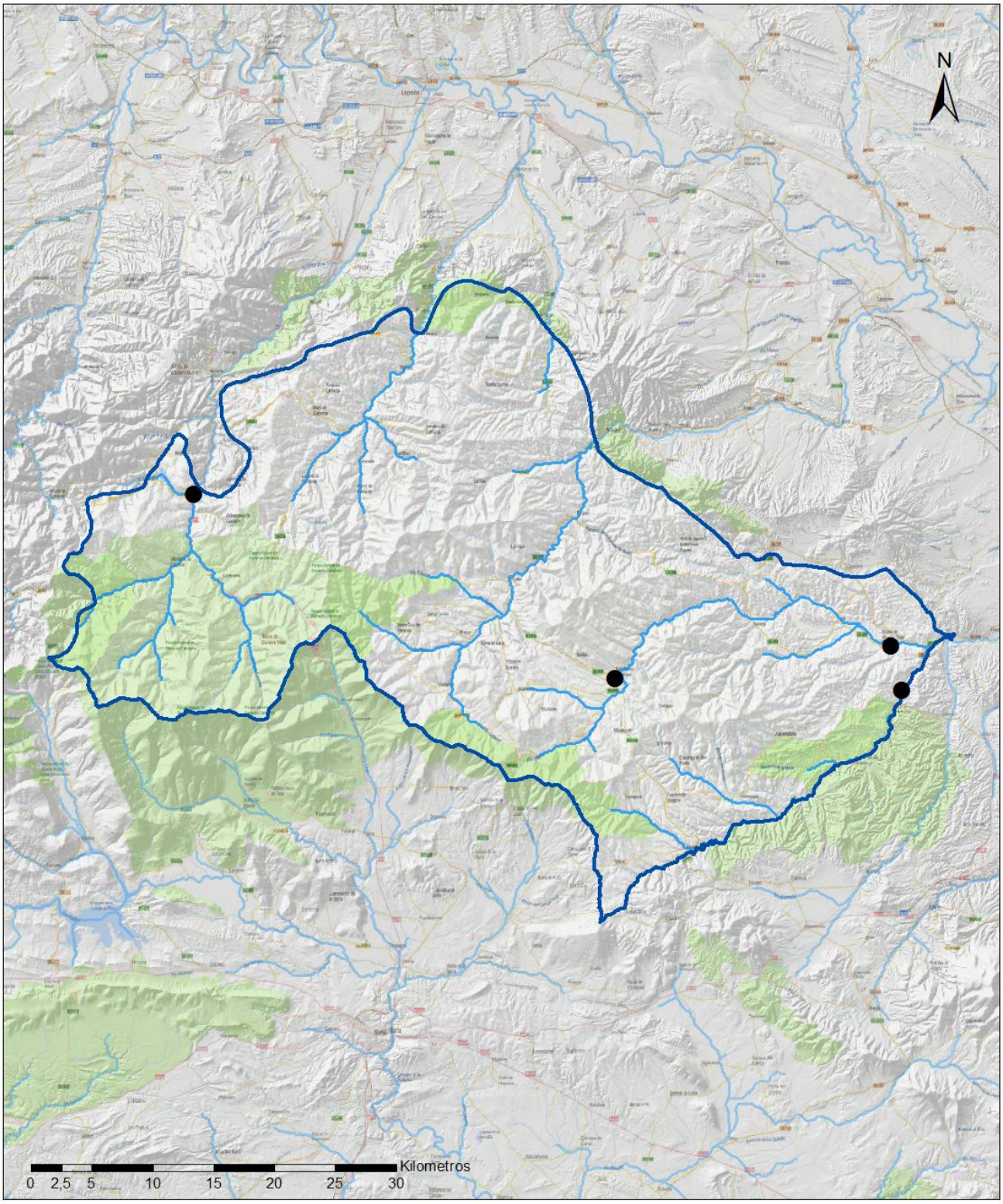
2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

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

Mapa de localización de presiones

Fuentes puntuales



LEYENDA

MSBT:

Red hidrográfica

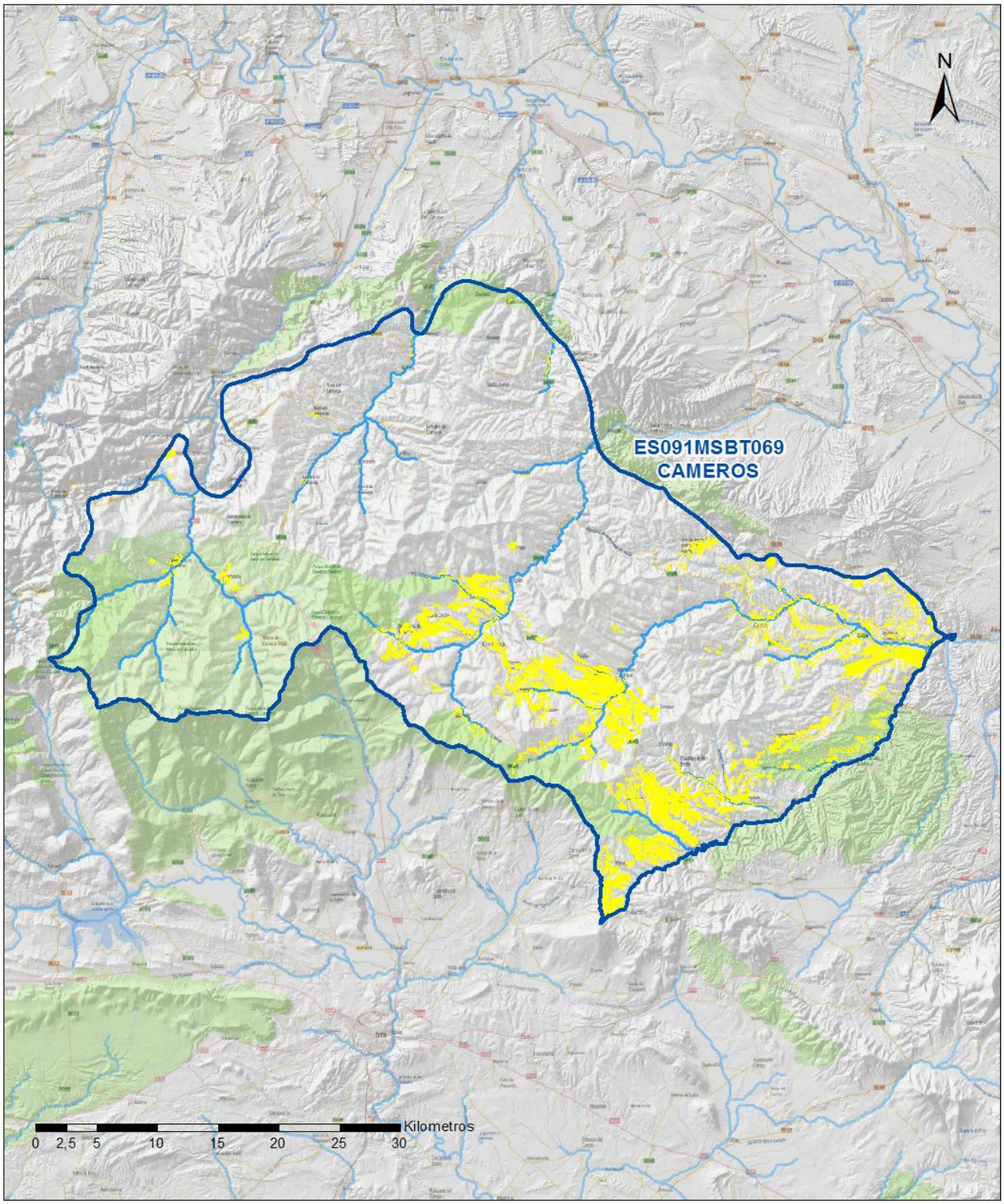
ES091MSBT069

CAMEROS

Tipo de Presión Puntual (significativa):

1.5 Gasolineras

Fuentes difusas



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT:

ES091MSBT069
CAMEROS

Tipo de Presión Difusa (significativa):

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
CHEM	Contaminación química	Probable

2.3 RIESGO DE LA MSBT

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

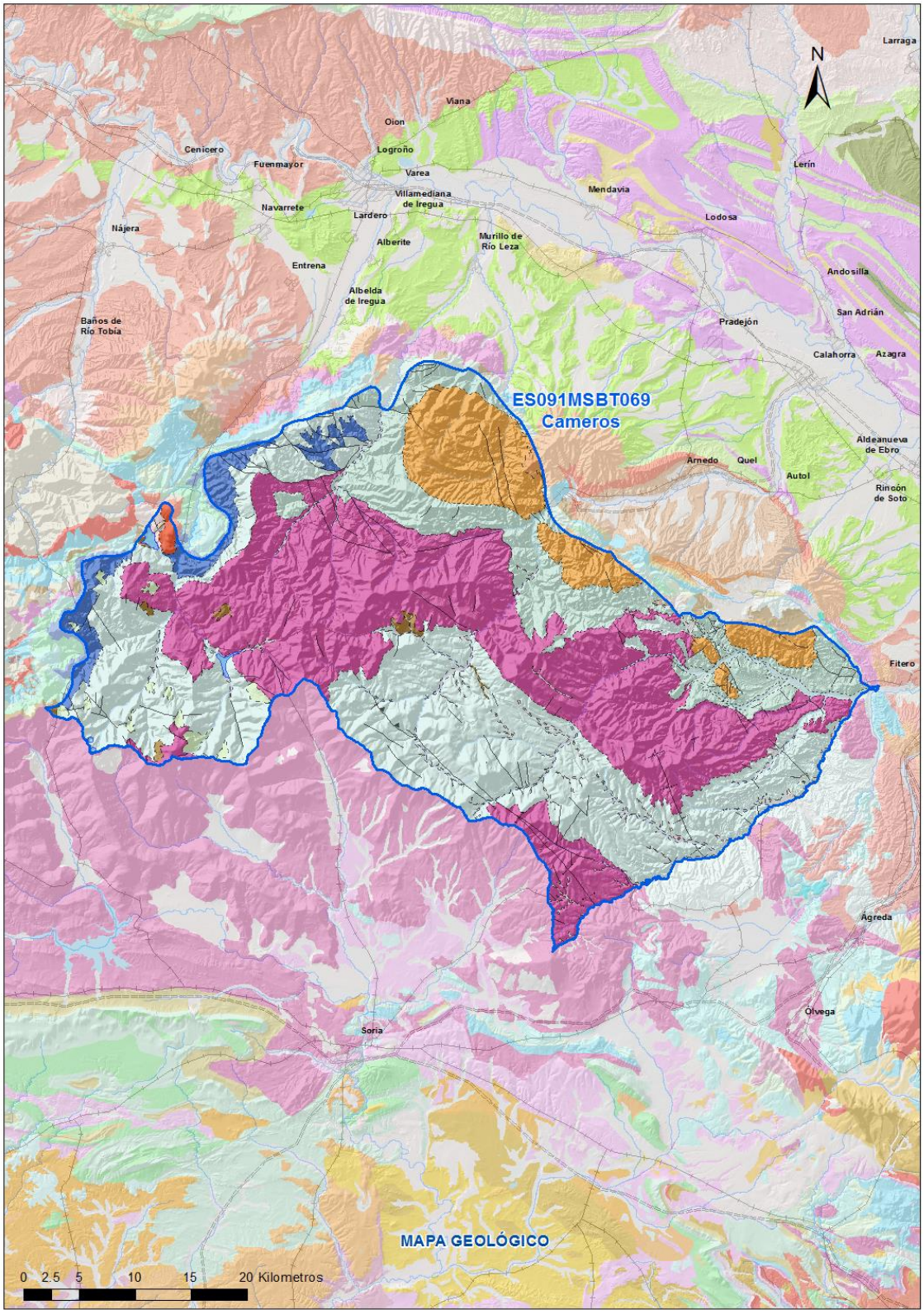
Riesgo de no alcanzar el buen estado químico		RIESGO QUÍMICO
Contaminante		Justificación / Observación
TPH	TPH	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
NO_3^-	Nitrato	Masas en riesgo de afección por nitratos (valores medios o máximos entre 40 y 50 mg/l en los últimos 4 años en más del 20% masa o valores máximos o medios superiores a 50 mg/l en menos del 20% masa)
ETBE	ETBE	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Ibérica

3.2 MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

MSBT

Estructuras

- Anticlinal
- Anticlinal supuesto
- Sinclinal
- Sinclinal supuesto

Contactos y fallas

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

LITOLOGÍAS

Código	Descripción Litología
5000	Masa de agua superficial
711	Bloques, cantos, arcillas (Depósitos glaciares, canchales, coluviones de montaña)
706	Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
704	Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)
378	Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo
372	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas
360	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
359	Conglomerados, areniscas y lutitas
171	Arcillas y limolitas. Facies Weald
169	Calizas, calizas margosas y margas. Facies Weald
167	Calizas, dolomías y margas. Facies Purbeck
166	Conglomerados, areniscas, limolitas y calizas oolíticas. Facies Purbeck
152	Areniscas, arenas, calizas arenosas, margas, arcillas y margocalizas
149	Lutitas, areniscas, conglomerados y, a veces, calizas arenosas
141	Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)

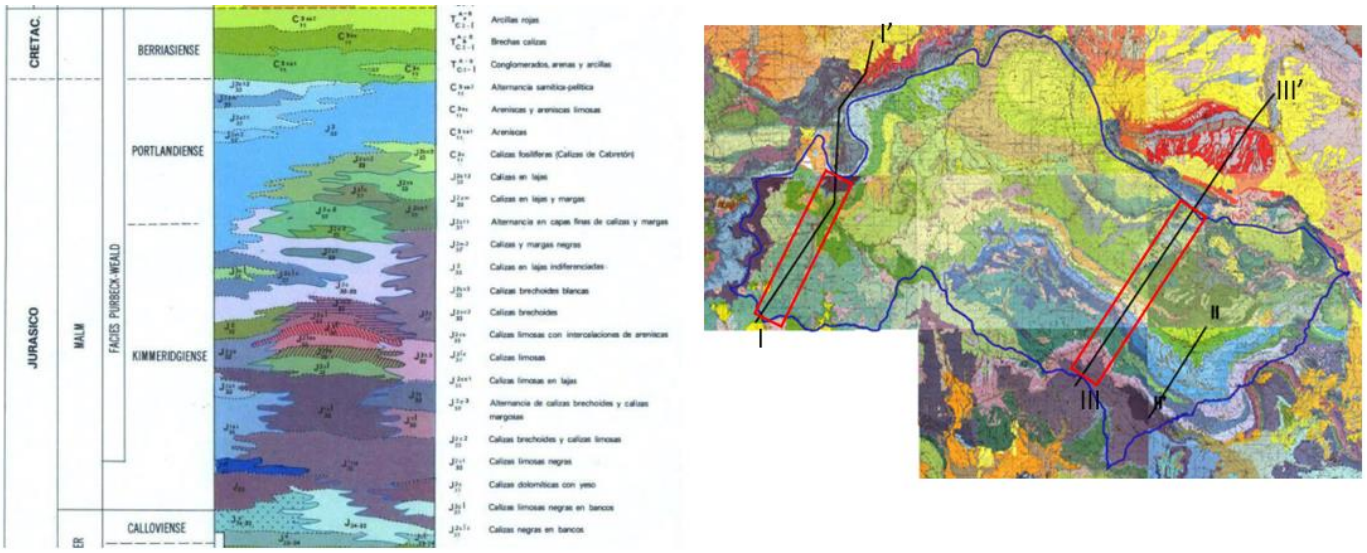
3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

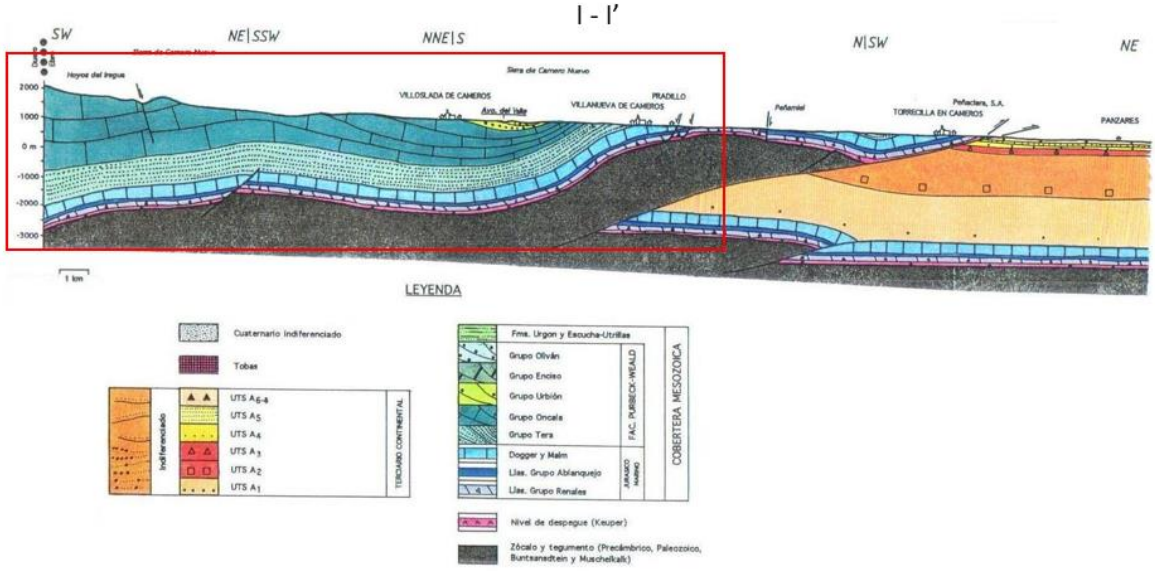
Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Bloques, cantos, arcillas (Depósitos glaciares, canchales, coluviones de montaña)	Cuaternario	Holoceno	12,97	Detrítica	0,72
Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	33,22	Detrítica	1,83
Arcillas y limolitas. Facies Weald	Cretácico	Inferior	159,20	Detrítica	8,79
Calizas, calizas margosas y margas. Facies Weald	Cretácico	Inferior	229,66	Carbonatada	12,68
Calizas, dolomías y margas. Facies Purbeck	Jurásico Superior (Malm)-Cretácico Inferior	Malm-Neocomiense	619,04	Carbonatada	34,19
Conglomerados, areniscas, limolitas y calizas oolíticas. Facies Purbeck	Jurásico	Superior (Malm)	59,98	Detrítica	3,31
Lutitas, areniscas, conglomerados y, a veces, calizas arenosas	Jurásico Superior-Cretácico Inferior		674,48	Detrítica	37,25

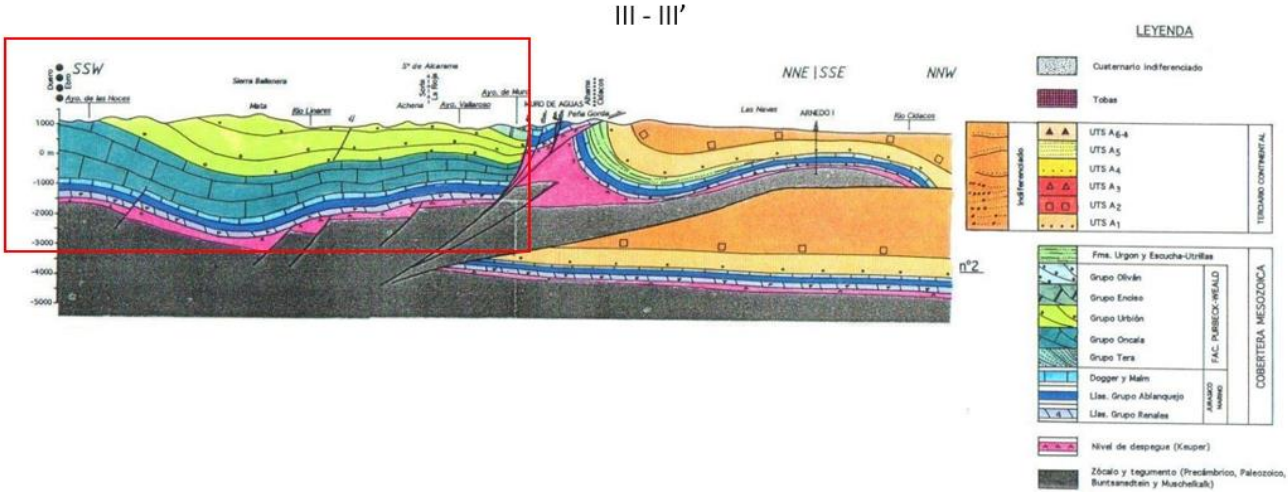
3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Bloques, cantos, arcillas	Cuaternario	Holoceno	
Gravas, arenas, limos	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	
Arcillas y limolitas	Cretácico	Inferior	
Calizas, calizas margosas y margas	Cretácico	Inferior	250 (máx.)
Conglomerados, areniscas, limolitas y calizas oolíticas	Jurásico	Superior (Malm)	200 (máx.)
Calizas, dolomías y margas	Jurásico - Cretácico	Superior (Jur.) - Inferior (Cret.)	200 (máx.)
Lutitas, areniscas, conglomerados y calizas arenosas	Jurásico - Cretácico	Superior (Jur.) - Inferior (Cret.)	80-225

3.5 CORTES GEOLÓGICOS







3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Cameros se encuentra enclavada en el dominio geoestructural de la Cordillera Ibérica, en su sector más septentrional.
Desde el punto de vista geológico los materiales aflorantes de la cuenca de Cameros comprenden edades que van desde el Jurásico superior al Cretácico inferior, recubriendo los depósitos del Jurásico marino (Lías y Dogger). Se encuentran representados casi exclusivamente por las denominadas facies Weald cuyo espesor es extraordinariamente importante reconociendo un espesor vertical máximo del orden de 5000 metros, y de unos 9000 metros si se miden en el sentido de desplazamiento del depocentro. A lo largo del Anticlinal de Oncala, el espesor atravesado es de unos 1000 m.

Al final del Jurásico y durante todo el Cretácico inferior, en el sector más septentrional de la Cordillera Ibérica se formó la cuenca de Los Cameros. Su relleno tuvo lugar en un régimen distensivo, muy subsidente, incluido en el contexto del rifting ibérico finijurásico – eocretácico. Tanto la velocidad de subsidencia como la tasa de sedimentación fueron mucho más elevadas que en el resto de las cuencas mesozoicas de la Cordillera Ibérica, dando lugar a una potente serie sedimentaria de materiales en facies Weald.
Tisher (1965,66) propone una subdivisión litoestratigráfica del megaciclo weáldico en cinco unidades, con rango de grupo, alternativamente detríticas y carbonatadas.
Los grupos definidos de base a techo son los siguientes:

- Grupo Tera, está formada por los conglomerados, areniscas y limonitas. Constituye una formación desarrollada sobre un conjunto de areniscas y microconglomerados fracturados y ligeramente carstificados. Su potencia oscila entre 225 y 80 m
- Grupo Oncala, constituida por las calizas arenosas, margas, yesos, arenitas y limolitas. Se trata de un conjunto tableado de calizas y calizas con yesos, de potencia muy variable (entre 300 y más de 1100m). Presenta una densa red de planos de discontinuidad, formada por fracturas y planos de estratificación.
- Grupo Urbión, constituido por conglomerados silíceos, cuarzoarenitas y arcillolitas.
- Grupo Enciso (de carácter mixto detrítico-carbonatado), constituido por calizas lacustres que incluyen margas, margocalizas y calizas
- Grupo Oliván

Todos ellos presentan un claro carácter continental, si bien en los Grupos Oncala y Enciso están representados esporádicos episodios de influencia marina.
Finalmente, el Cuaternario está constituido por depósitos aluviales y coluviales, de muy poca entidad.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

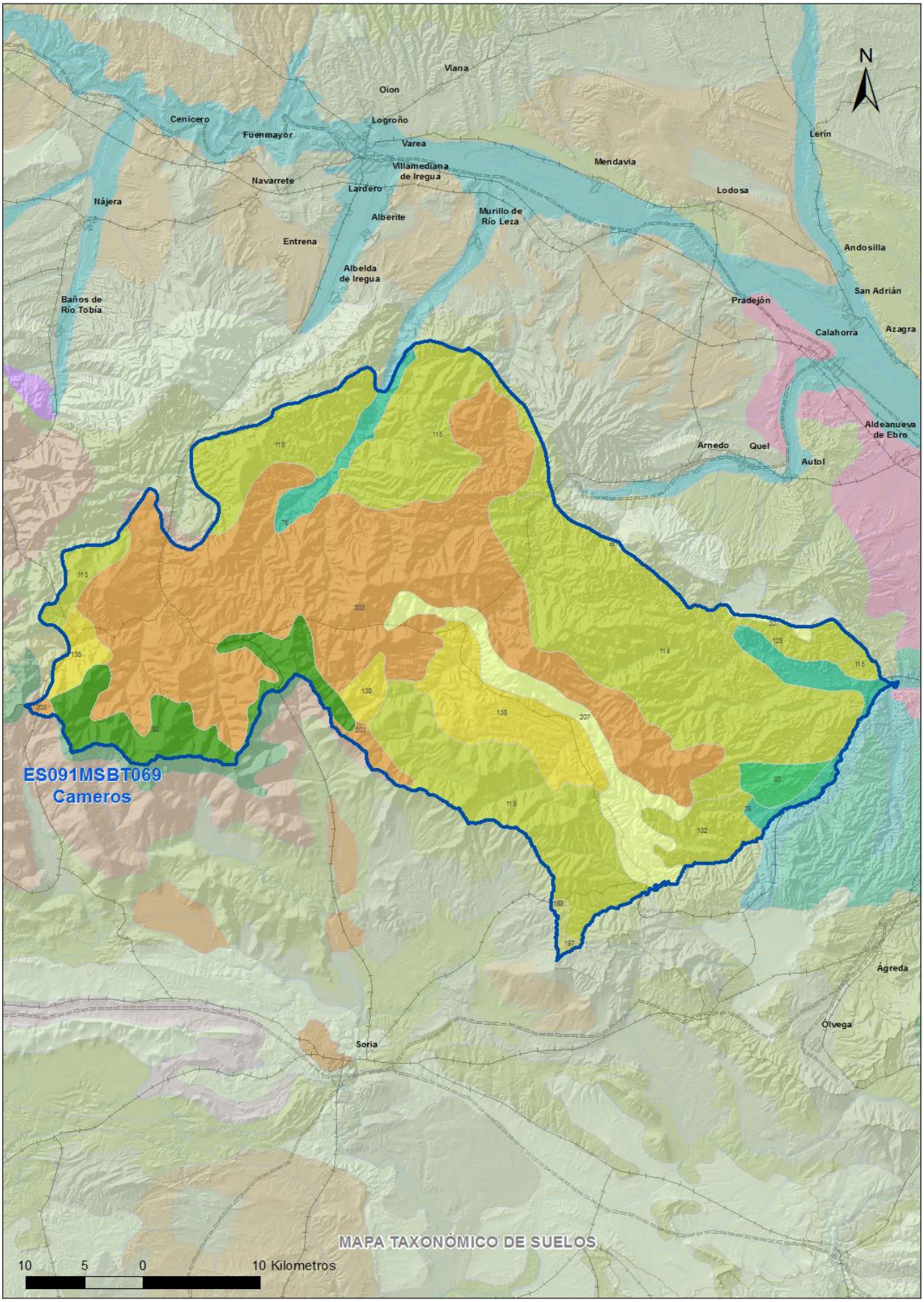
Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	97	17
Espesor Medio Z.N.S. (m)	57	
Litología Z.N.S.	Calizas, dolomías y margas. Facies Purbeck	

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km²)	% Afloramiento en la MSBT
ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT	65	3,60
ENTISOL, ORTHENT, CRYORTHENT	94	5,21
ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT	20	1,09
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	912	50,37
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	5	0,30
INCEPTISOL, XEREPT, DYSTROXEREPT	632	34,92
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	81	4,50

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA

MSBT

Red Hidrografica

DDHH

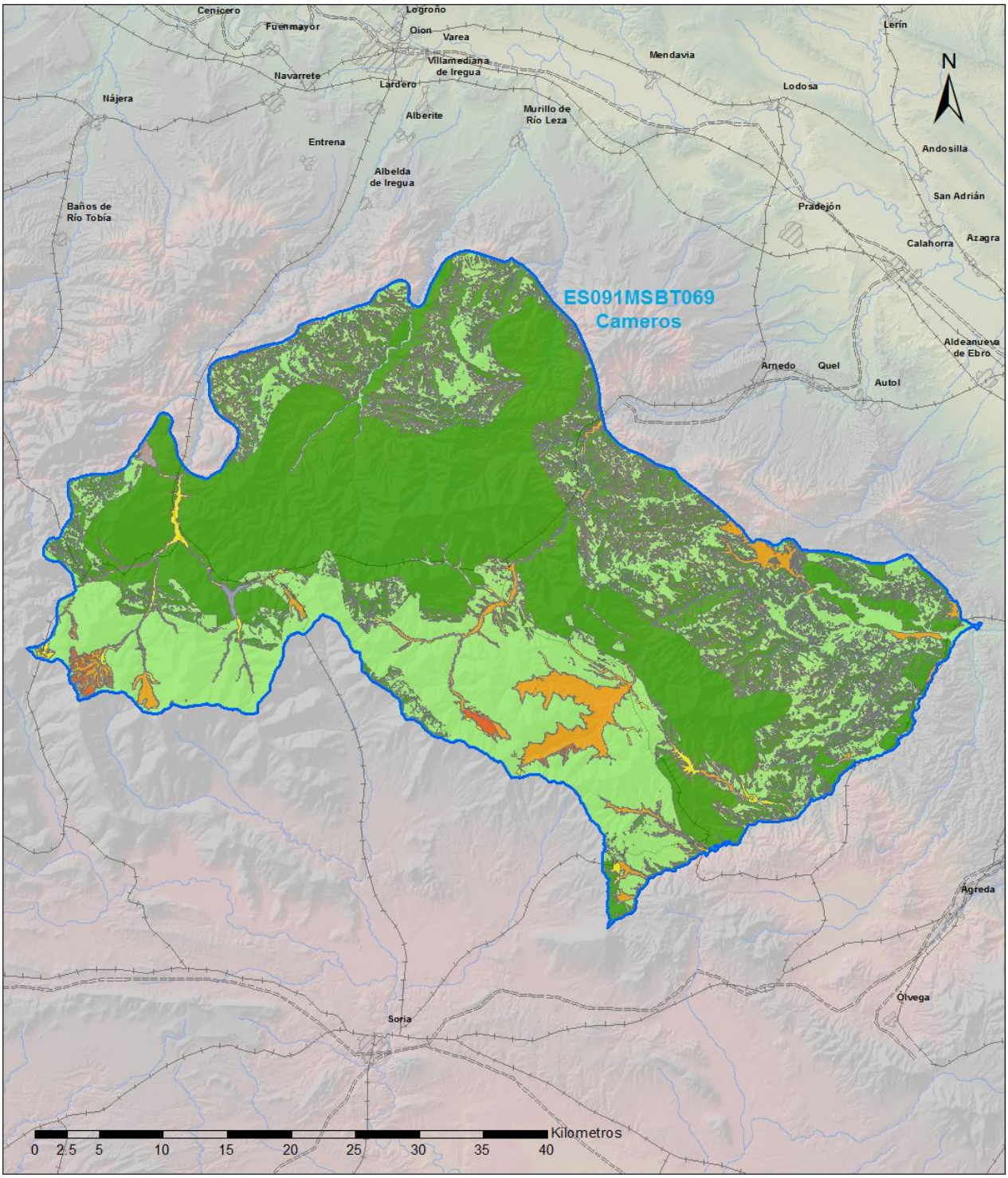
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
76	ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT, XERORTHENT, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
82	ENTISOL, ORTHENT, CRYORTHENT, DYSTROCRYEPT, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
83	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
114	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
115	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, (Haploxerept), NO INCLUSION2
125	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
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
183	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, EPIAQUENT, XERORTHENT, Xeropsamment, NO INCLUSION2
197	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxeralf, NO INCLUSION2
203	INCEPTISOL, XEREPT, DYSTROXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Xerorthent, NO INCLUSION2
207	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Xerorthent

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		COP
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT
Muy Alta	0 - 0,5	0,35
Alta	0,5 - 1	3,65
Moderada	1 - 2	1,30
Baja	2 - 4	40,52
Muy Baja	4 - 15	53,96

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

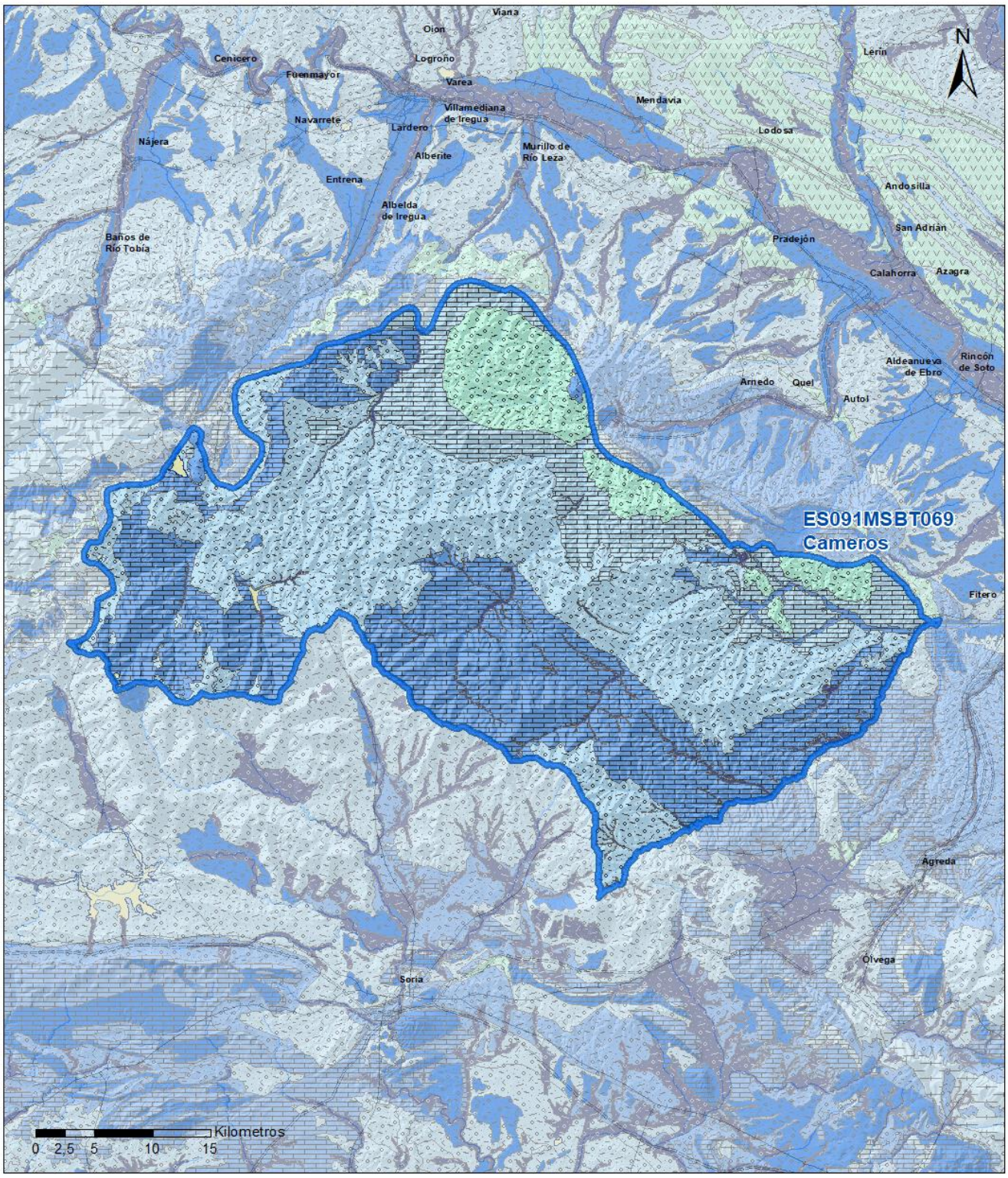
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Suroeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	Sierras de Neila y Urbión
Este	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	MANSILLA-NEILA
Sureste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	AÑAVIEJA-VALDEGUTUR
Noreste	Abierto	Entrada-salida según varias circunstancias	Permeable	FITERO-ARNEDILLO
Noroeste	Semipermeable	Salida	Permeable	PRADOLUENGO-ANGUIANO

Descripción límites hidrogeológicos:

La MSBT Cameros (ES091MSBT069) limita al noroeste con la MSBT Pradoluengo-Anguiano (ES091MSBT065), con la que tiene un contacto semipermeable con flujo de salida, y al este con la MSBT Mansilla-Neila (ES091MSBT068), con flujo nulo; al noreste, está en contacto con la MSBT Fitero-Arnedillo (ES091MSBT066), con un contacto abierto, con situaciones de entrada y salida según varias circunstancias; al sureste limita con la MBST Añavieja-Valdegutur, con un contacto cerrado; y por último, limita al suroeste con la MSBT Sierras de Neila y Urbión (ES020MSBT000400027), con la cual tiene un contacto cerrado.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA

MSBT

PERMEABILIDAD

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

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km²)
			Sistema	Serie		
Grupo Oncala	Calizas y calizas con yesos	Baja	Cretácico	Inferior	300-1100	230
Calizas lacustres del Grupo Enciso	Calizas arenosas y margosas	Baja	Cretácico	Inferior	250	159
Cuaternario aluvial	Gravas, arenas, limos	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno		46
Base del Grupo Tera	Conglomerados, areniscas y limonitas.	Baja	Jurásico sup-Cretácico inferior	Tithoniense-Berriasiense	225-80	674

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Grupo Oncala	230	12,68	Predominantemente libre	300-1100	Karstificación-Fisuración	Grupo Oncala
Grupo Enciso	159	8,79	Predominantemente libre	250 (máx.)	Karstificación-Fisuración	Calizas lacustres del Grupo Enciso
Cuaternario	46	2,55	Libre		Intergranular	Cuaternario aluvial
Base del Grupo Tera	674	37,25	Predominantemente libre	225-80	Karstificación-Fisuración	Base del Grupo Tera

Descripción general:

Los materiales que conforman el relleno finijurásico-cretácico de la Cuenca de Los Cameros recubren los depósitos del Jurásico marino (Lías y Dogger) y se encuentran representados casi exclusivamente por las denominadas facies purbeck-weald. En su conjunto se comportan como un gran acuitardo que contribuye a la recarga regional del flujo profundo de la FGP carbonatada del Suprakeuper- Lías.

Dentro de estas formacines se pueden indentificar tres con ciertas características acuíferas:
- Base del Grupo Tera formado por conglomerados, areniscas y limolitas. Constituye una formación acuífera desarrollada sobre un conjunto de areniscas y microconglomerados fracturados y ligeramente carstificados. Su potencia oscila entre 225 y 80 m
- La formación del Grupo Oncala, situada por encima del Grupo Tera, es de carácter predominantemente carbonatado en la que se observa una tendencia general de evolución de facies de E a O con aumento en el contenido de terrígenos, pasando de las facies predominantemente carbonatadas al E a las esencialmente detríticas al O. Su máxima potencia se alcanza en el sector oriental donde se superan los 2.000 m. Dentro de la serie, los niveles permeables los constituyen el conjunto tableado de calizas y calizas con yesos de potencia muy variable (entre 300 m y más de 1.100 m). La presencia de una densa red de planos de discontinuidad formada por fracturas y planos de estratificación confieren a este conjunto calcáreo una notable permeabilidad, que le permite actuar como un acuífero en general libre.
- La formación de las calizas lacustres del grupo Enciso está representada por un conjunto de litologías carbonatadas y detríticas, en las que las calizas arenosas y margosas constituyen los niveles permeables en los que se ha desarrollado una carstificación favorecida por la circulación de agua en su interior.

Finalmente como formación acuífera se encuentra el cuaternario aluvial, constituido por depósitos aluviales y coluviales de los ríos Linares y Alhama de muy poca entidad dentro de esta MSBT.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m²/día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Grupo Oncala	Grupo Oncala	Ensayo de bombeo	0,39	1.480,00		

Descripción general:

Los valores de transmisividad obtenidos a partir de ensayos de bombeo están entre los 1480 y 22,6 m²/día (según Informes Piezómetros Rincón de Olivedo (IPA-241270051) y Valdeprado (IPA-241310008)

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

En líneas generales, el conjunto de litologías weáldicas son muy diversas, tienen potencias muy variables, con numerosos y rápidos cambios de facies, que forman un conjunto hidrogeológico de permeabilidad media-baja (acuitardo), que en sus fisuras y poros presenta una importante capacidad de almacenamiento de agua debido a su gran espesor, que localmente puede alcanzar los 4000 m

Las recargas más importantes se producen por precipitación directa sobre los afloramientos de los Gr Tera y Oncala en la cuenca del Alhama, así como en las calizas del Gr Enciso en el interfluvio Leza-Jubera. El resto de las facies Weald son esencialmente poco permeables, lo que unido a las elevadas pendientes topográficas, hace que la escorrentía directa sea claramente predominante respecto a la posible infiltración de las aguas pluviales. No obstante, sus características de acuitardo de gran extensión areal permiten una transferencia de recursos a la FGP Jurásico marino, cuyo flujo regional es canalizado hasta surgir en la franja Jurásica del frente cabalgante de La Demanda-Cameros, en las vecinas MASB de Pradoluengo-Anguiano y Fitero-Arnedillo.

En general, las formaciones acuíferas definidas generan flujos locales que se caracterizan por presentar descargas de caudales variables, inferiores a 10 l/s. Son flujos muy relacionados con las precipitaciones y un reducido tiempo de residencia en el terreno, en los que las zonas de

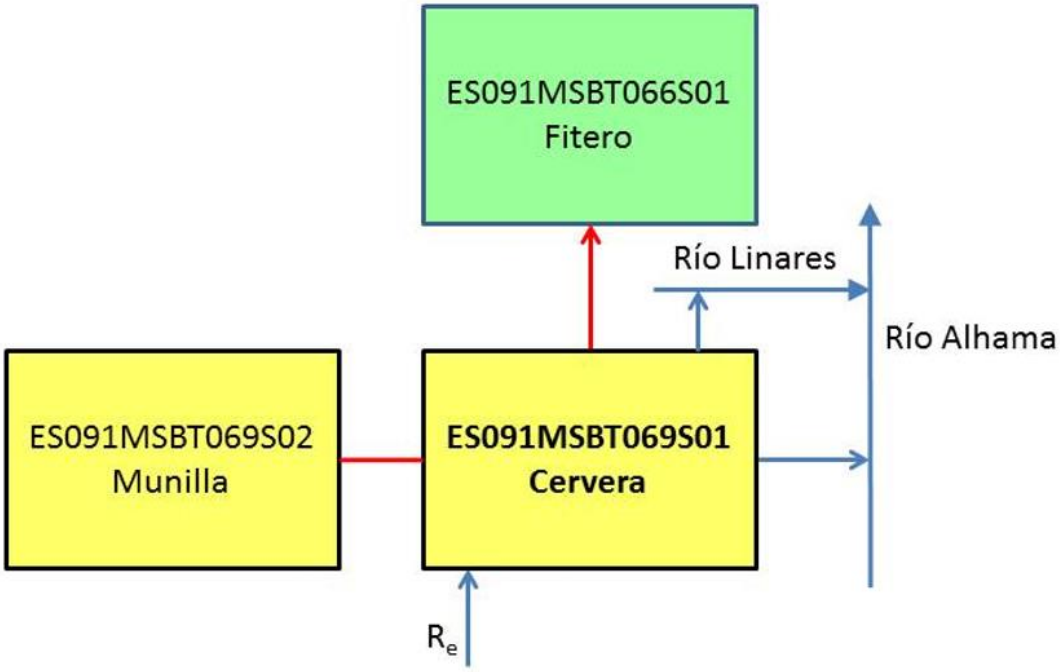
recarga y descarga están próximas. Buena parte de los numerosos manantiales se localizan en los fondos de barrancos. Así pues, la abundancia de estos manantiales, su (en general) bajo y fluctuante caudal y su disposición topográfica nos indican la baja permeabilidad de estos materiales. Pese a todo hay algunos manantiales que presentan caudales medios relevantes.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

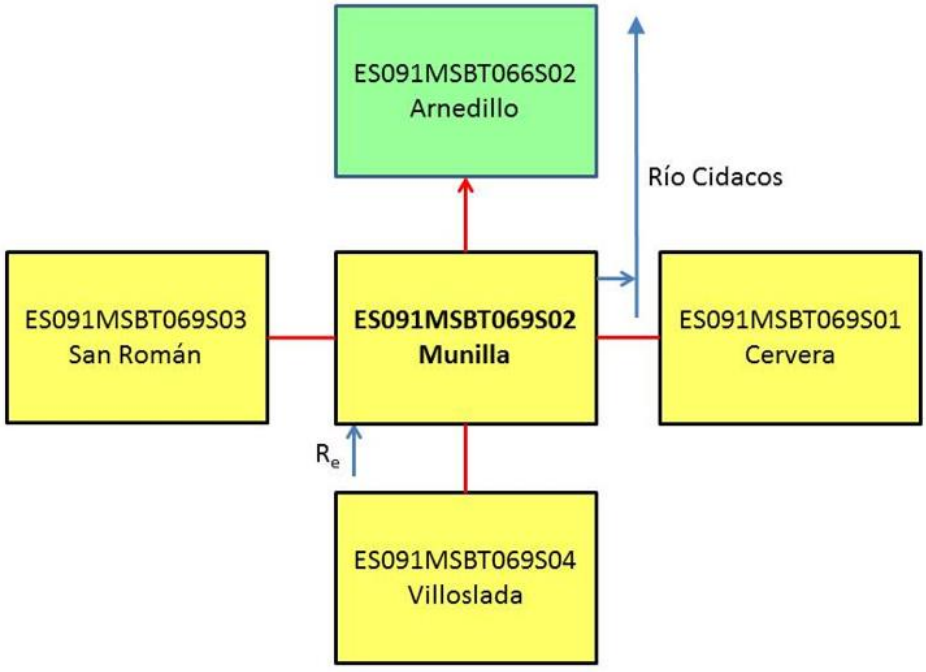
Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT069S01	Cervera

Esquema: ES091MSBT069S01

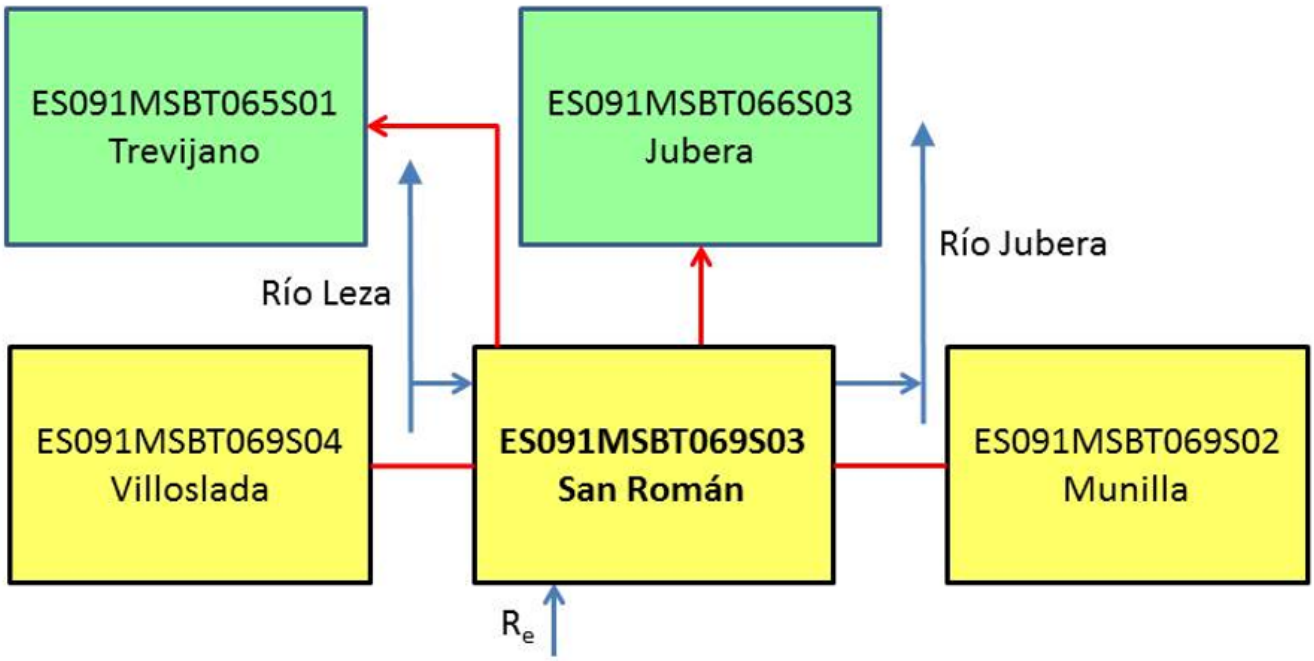


Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT069S02	Munilla

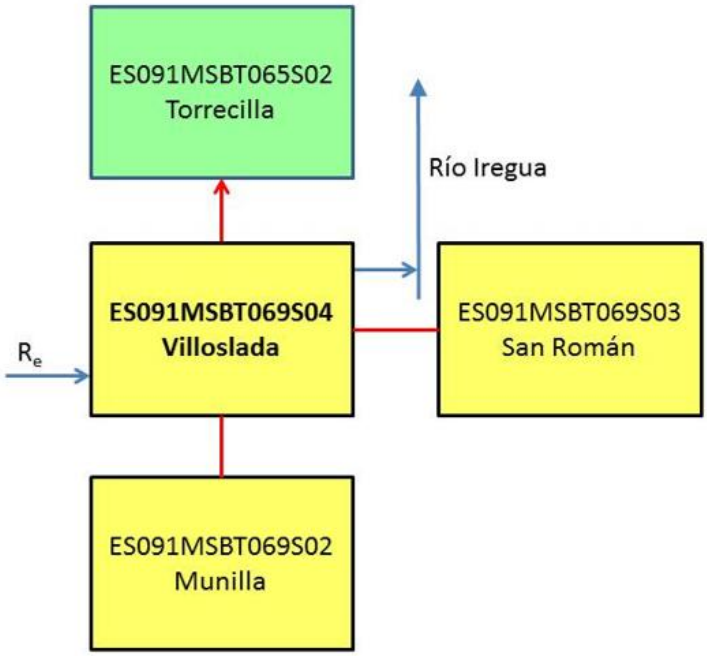
Esquema: ES091MSBT069S02



Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT069S03	San Román
Esquema: ES091MSBT069S03	



Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT069S04	Villoslada
Esquema: ES091MSBT069S04	



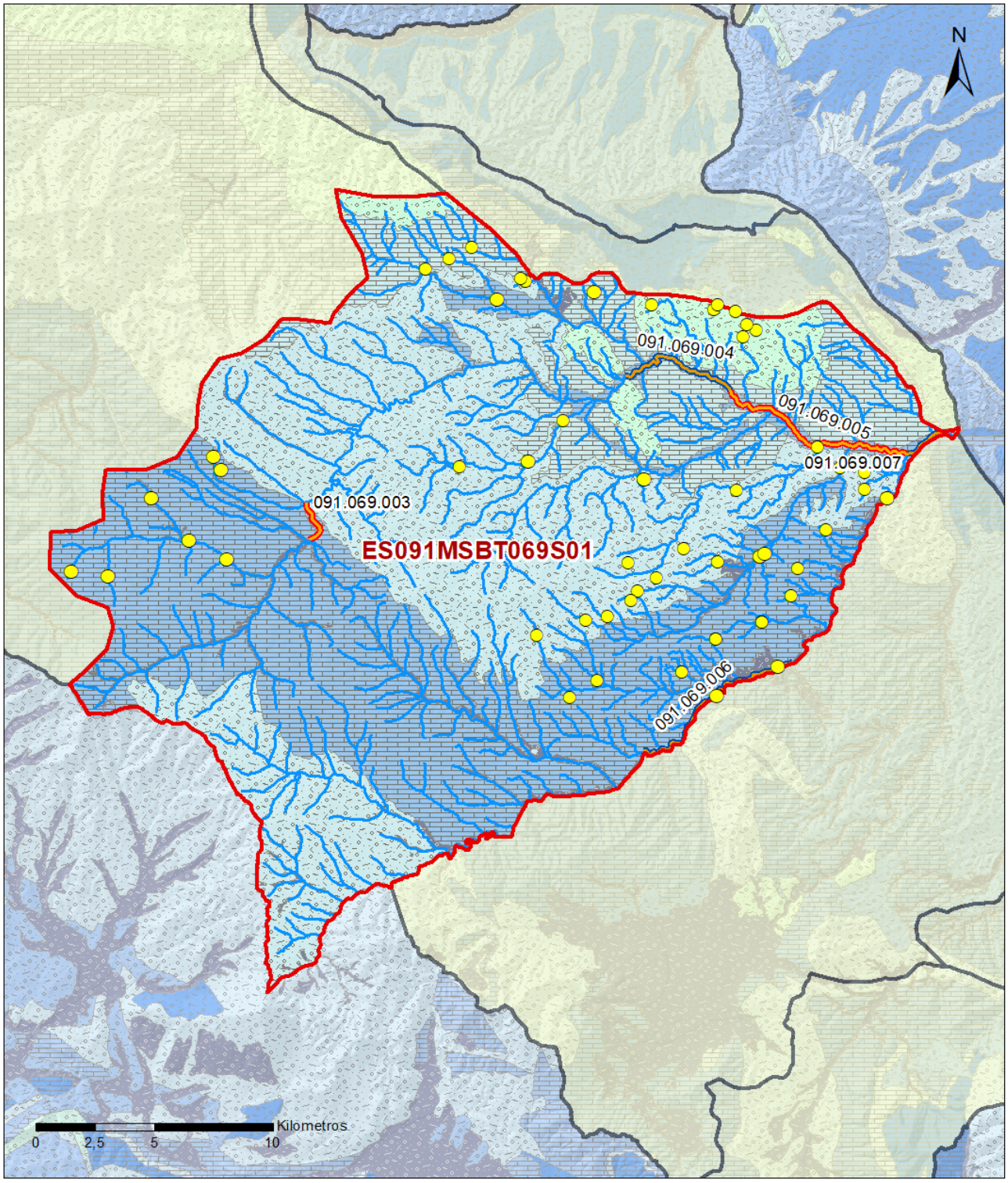
5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT069S01	ES091MSPF295	Río Alhama desde su nacimiento hasta el río Linares.	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.069.006
ES091MSBT069S01	ES091MSPF296	Río Linares desde la estación de aforos número 43 de San Pedro Manrique hasta su desembocadura en el río Alhama.	Descarga a cauce	091.069.003
ES091MSBT069S01	ES091MSPF296	Río Linares desde la estación de aforos número 43 de San Pedro Manrique hasta su desembocadura en el río Alhama.	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.069.004
ES091MSBT069S01	ES091MSPF296	Río Linares desde la estación de aforos número 43 de San Pedro Manrique hasta su desembocadura en el río Alhama.	Descarga a cauce	091.069.005
ES091MSBT069S01	ES091MSPF297	Río Alhama desde el río Linares hasta el río Añamaza.	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.069.007
ES091MSBT069S02	ES091MSPF687	Río Cidacos desde su nacimiento hasta la población de Yanguas (incluye ríos Baos y Ostaza).	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.069.002
ES091MSBT069S03	ES091MSPF1812	Embalse de Soto Terroba.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.069.001
ES091MSBT069S04	ES091MSPF202	Río Iregua desde el río Lumbreras hasta el río Albercos.	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.069.008
ES091MSBT069S04	ES091MSPF953	Río Iregua desde el azud del canal de trasvase al Embalse de Ortigosa hasta el río Lumbreras.	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.069.009

5.6.3 PARÁMETROS DE LA RELACIÓN MSPF/MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código manantial principal o tramo	Cota de descarga (m)	Coef. α del manantial (días −1)	Caudal medio (hm^3/año)	Rango (hm^3/año)	Coeficiente de reparto (%)	Relación unitaria de trasferencia (L/s/m)
ES091MSBT069S01	091.069.003	1.048	0,01140	2,50		24	
ES091MSBT069S01	091.069.004	548	0,02610	2,50		24	
ES091MSBT069S01	091.069.005	458				24	
ES091MSBT069S01	091.069.006	586	0,00410	1,40		13	
ES091MSBT069S01	091.069.007	445		1,60		15	
ES091MSBT069S02	091.069.002	957	0,01200	22,00		100	
ES091MSBT069S03	091.069.001	706				100	
ES091MSBT069S04	091.069.008	877				50	
ES091MSBT069S04	091.069.009	981				50	

Relación río/acuífero ES091MSBT069S01



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

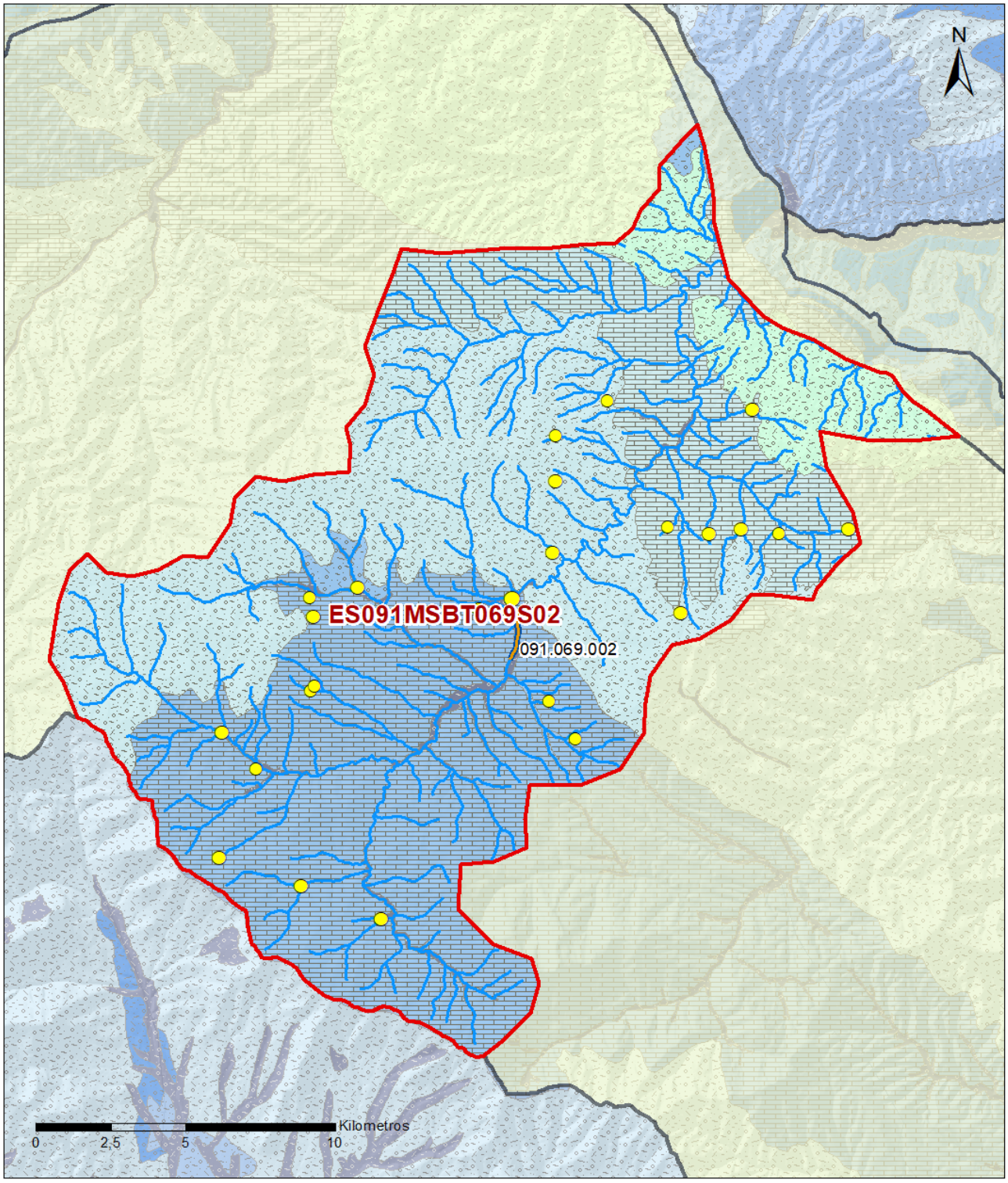
Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

- Río ganador con conexión difusa directa
- Río ganador que recibe la descarga directa del acuífero
- Río ganador que recibe la descarga indirecta del acuífero (flujo profundo) y a través de manantiales situados en el mismo cauce o en tributarios

Relación río/acuífero ES091MSBT069S02



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

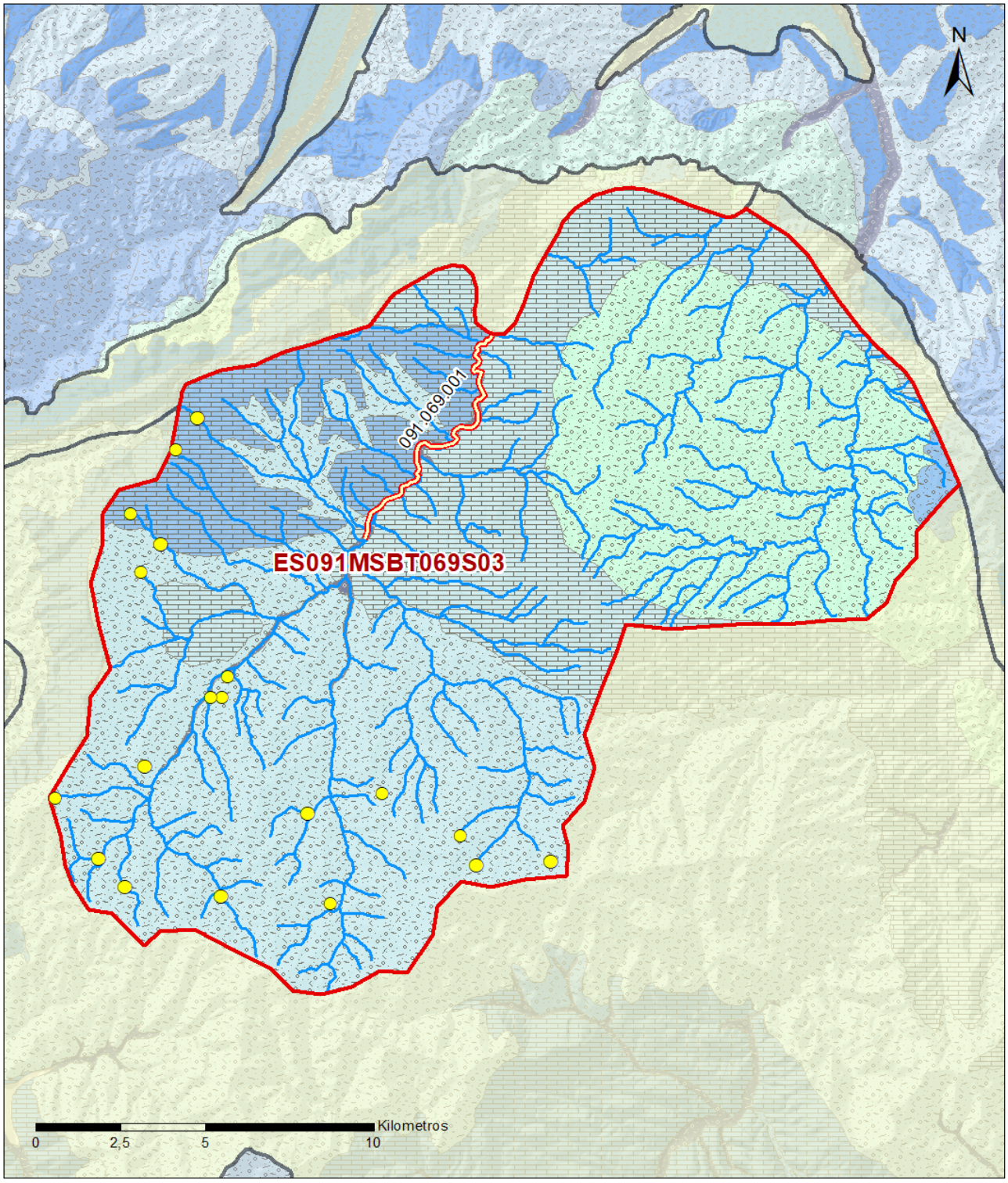
Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

- Río ganador que recibe la descarga directa del acuífero

Relación río/acuífero ES091MSBT069S03



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

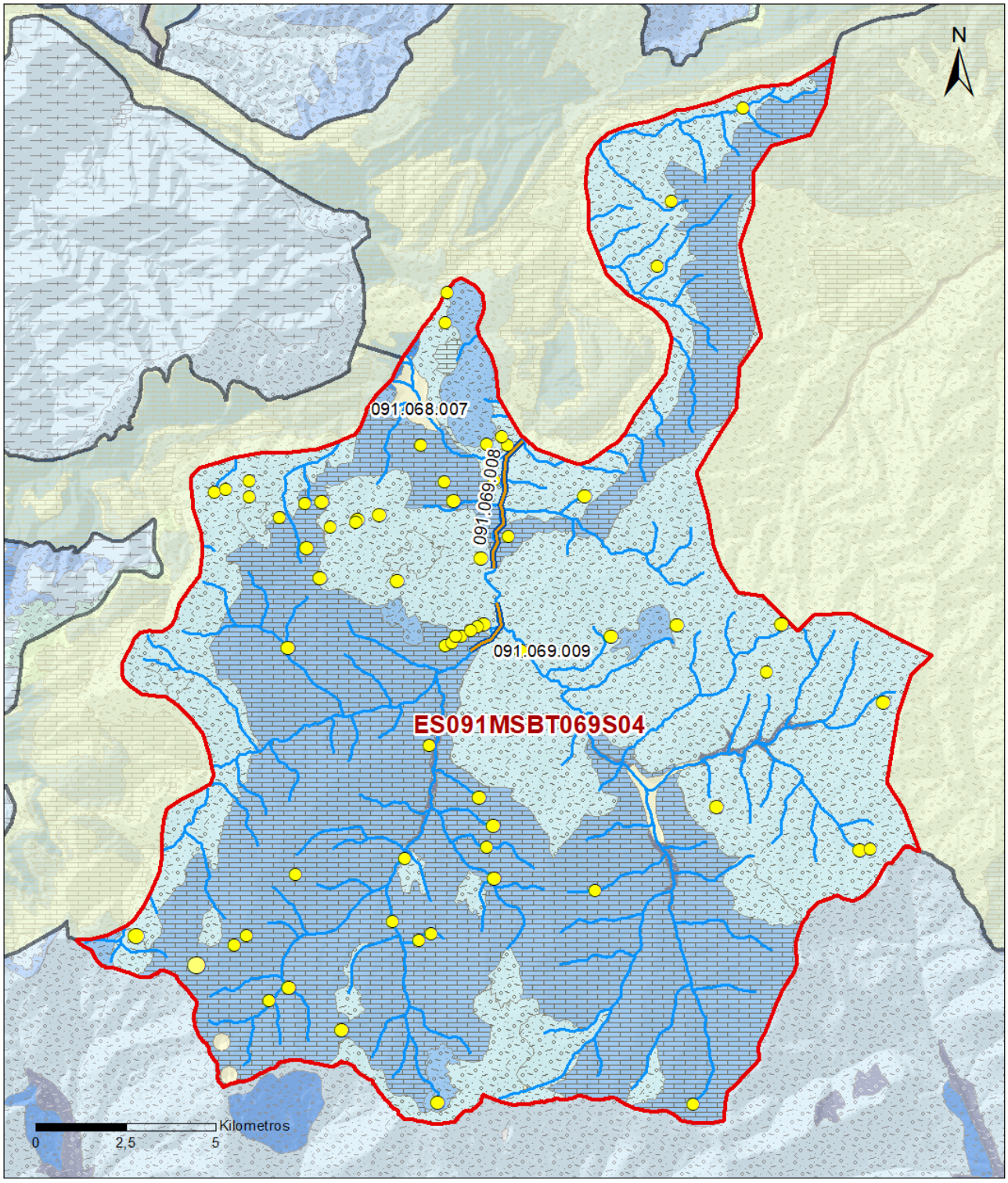
Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

- Río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha

Relación río/acuífero ES091MSBT069S04



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

- Río ganador 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

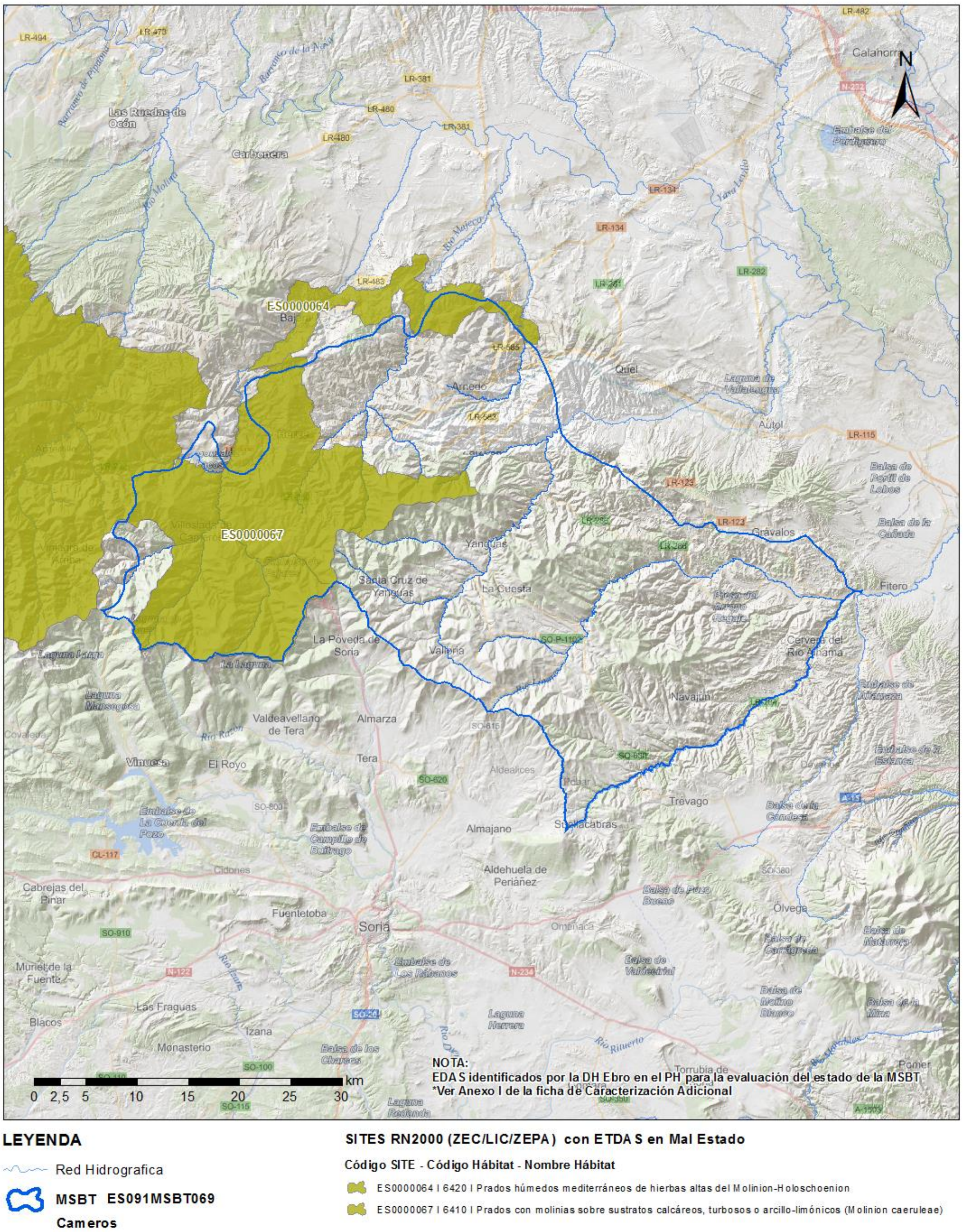
Ver Anexo 1.

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

Mapa de EDAS



6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

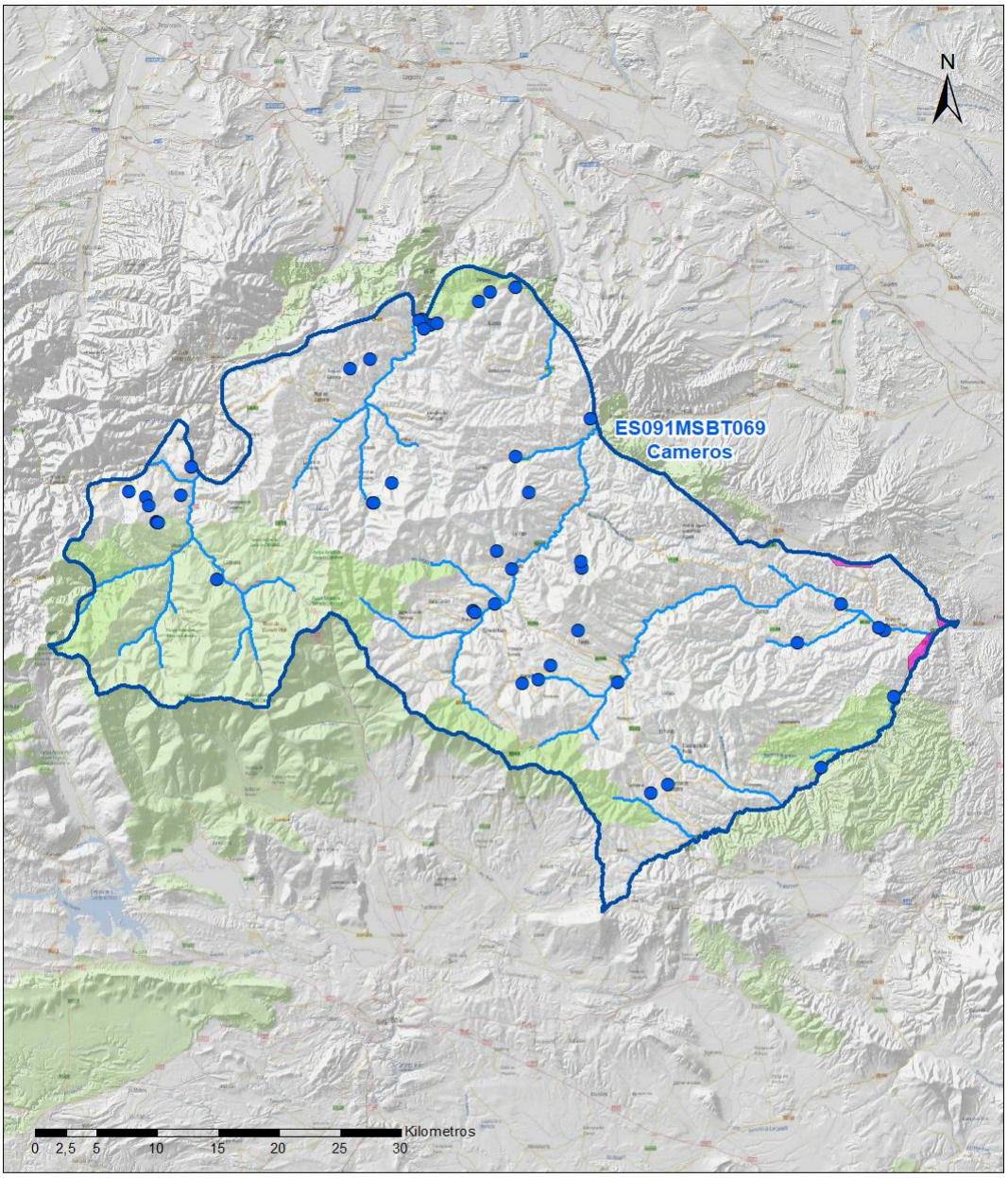
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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	☑	☐		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	46	☐	☑	1	0,08
Zonas de futura captación de agua para consumo humano	3	☐	☑	0	0,00
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)		☐	☐		
Perímetros de protección de aguas minerales y termales	3	☐	☑	5	0,28

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

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

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

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

7.1 BALANCE HÍDRICO

7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm³/año)	Componente	Volumen (hm³/año)
Infiltración lluvia		**Descargas hacia MSPF**	
Recarga desde MSPF		**Transf. lateral otras MSBT**	
Transf. lateral otras MSBT			
Otras entradas		**Otras salidas**	
Entradas Totales	0,00	**Salidas Totales**	0,00
Diferencia entradas-salidas (hm³/año) (RN)			0,00

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm³/año)	Componente	Volumen (hm³/año)
Infiltración lluvia	25,12	**Descargas hacia MSPF**	
Recarga desde MSPF		**Extracciones**	1,15
Transf. lateral otras MSBT		**Transf. lateral otras MSBT**	3,50
Retornos de riego	1,08		
Otras entradas		**Otras salidas**	
Entradas Totales	26,21	**Salidas Totales**	4,65
Diferencia entradas-salidas (hm³/año) (RA)			21,56

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

7.2. 1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm³/año)	24,94
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm³/año)	0,79
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm³/año)	5,00
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm³/año)	22,20
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,04

7.2. 2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm³/año)	21,62
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm³/año)	1,15
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm³/año)	4,32
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm³/año)	18,38
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,06

"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

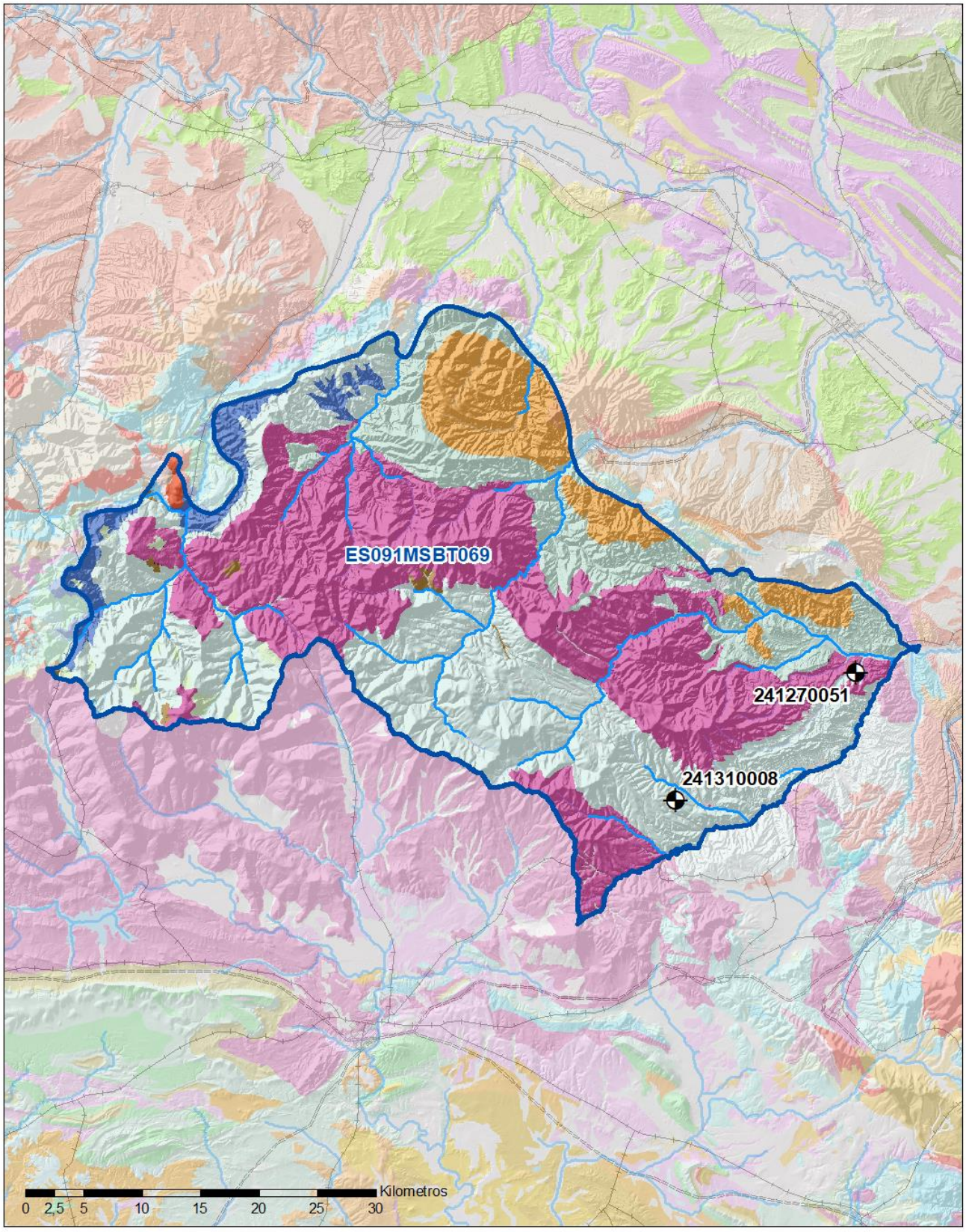
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
241270051	Piezometría	586.136	4.654.599	Cretácico Inferior	20/12/2006			102,0	525	☑	☐	☐
241310008	Piezometría	570.754	4.643.705		21/04/2010			139,0	1.047	☑	☐	☐

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

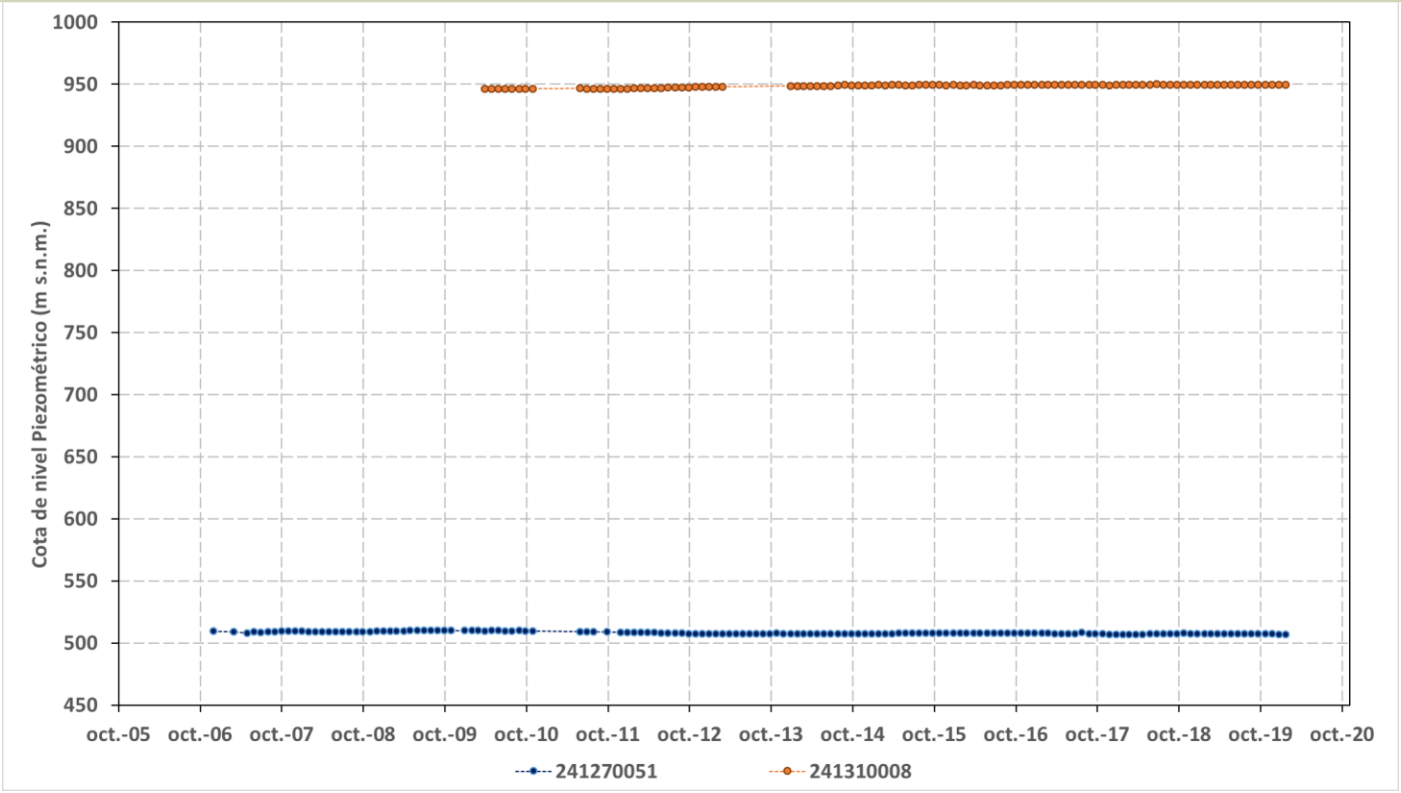
Piezometría

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 dos piezómetros. Presentan medidas del nivel piezométrico (NP) continuas desde el año 2006 en el punto IPA_241270051 con un NP medio de 508,3 msnm, y a partir de 2010 en el punto IPA _241310008 con un valor de NP medio de 948,7 msnm. En general, la evolución piezométrica de ambos puntos es estable, sin presentarse variaciones significativas interanuales o estacionales, siendo el rango de variación del NP entre máximos y mínimos de 3,2 y 3,8 m respectivamente para los puntos IPA_241270051 y IPA_241310008.

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
241270051	2006	2020	149	510,2	507,0	508,3	3,2	-0,18	Cretácico Inferior	No
241310008	2010	2020	105	950,0	946,3	948,7	3,8	0,32		No

8.4 EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

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

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS MANANTIALES SELECCIONADOS

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

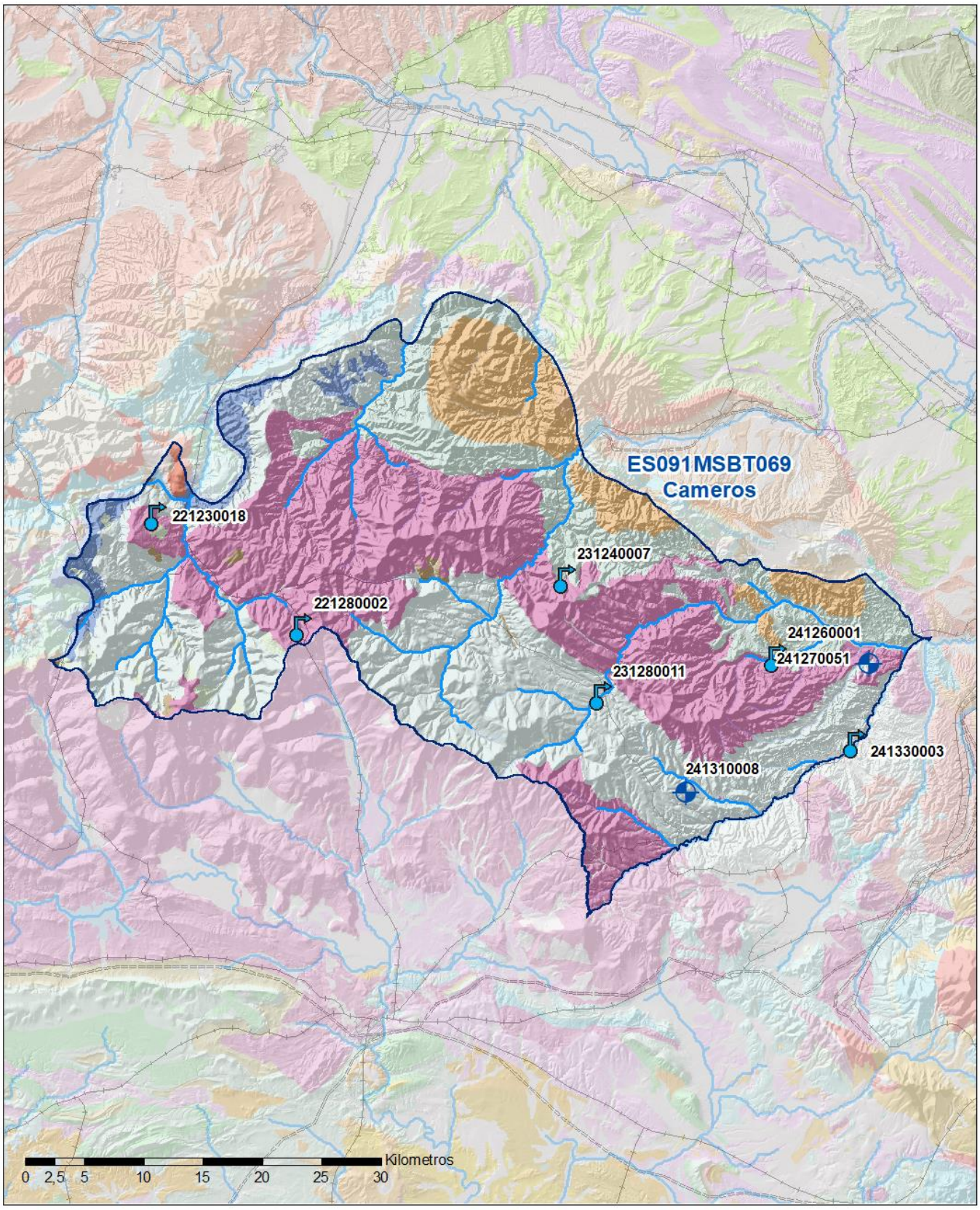
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

9.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO QUÍMICO

Puntos de Muestreo		UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m)	Prof. (m)	Tipo Captación	Acuífero/FGP	Fecha inicio muestreo
Código	Nombre	X	Y					
221230018	FUENTE LACE	526.102	4.667.021	1.268		MANANTIAL	Cretácico Inferior	03/10/2012
221280002	NACIMIENTO RIO PIQUERAS	538.340	4.657.590	1.453		MANANTIAL		27/09/2011
231240007	VALLEJONDO	560.588	4.661.716	1.199		MANANTIAL	Cretácico Inferior	
231280011	MANANTIAL CANALÓN	563.616	4.651.829	1.074		MANANTIAL		17/12/2007
241260001	FUENTE MOROTA	578.347	4.655.077	680		MANANTIAL		19/12/2007
241270051	RINCON DE OLIVEDO MMA BARRANCO DE CANEJADA	586.136	4.654.599	525	102,0	SONDEO	Cretácico Inferior	28/09/2011
241310008	VALDEPRADO MARM	570.754	4.643.705	1.047	139,0	SONDEO	Cretácico Inferior	29/09/2011
241330003	CLUNIA	585.016	4.647.865	571		MANANTIAL		19/12/2007

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico		PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
221230018	☑	☐	☐	☐	☐	Abastecimientos urbanos
221280002	☑	☐	☐	☐	☐	
231240007	☑	☐	☐	☐	☐	
231280011	☐	☐	☑	☑	☐	
241260001	☐	☐	☑	☐	☐	
241270051	☑	☐	☐	☐	☐	
241310008	☑	☐	☐	☐	☐	
241330003	☐	☐	☑	☐	☐	

Mapa Red Control



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT

Tipo de Captación

MANANTIAL

SONDEO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

Código Punto	Principales materiales atravesados	Facie Hidrogeoquímica
221230018	Calizas arenosas, margas, arenitas y limolitas (Gr. Oncala)	Bicarbonatada cálcica
231280011		Bicarbonatada cálcica
241260001		Bicarbonatada cálcica
241270051	Calizas arenosas, margas, arenitas y limolitas (Gr. Oncala)	Sulfatada cálcica
241310008	Calizas arenosas, margas, arenitas y limolitas (Gr. Oncala)	Sulfatada cálcica magnésica
241330003		Sulfatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

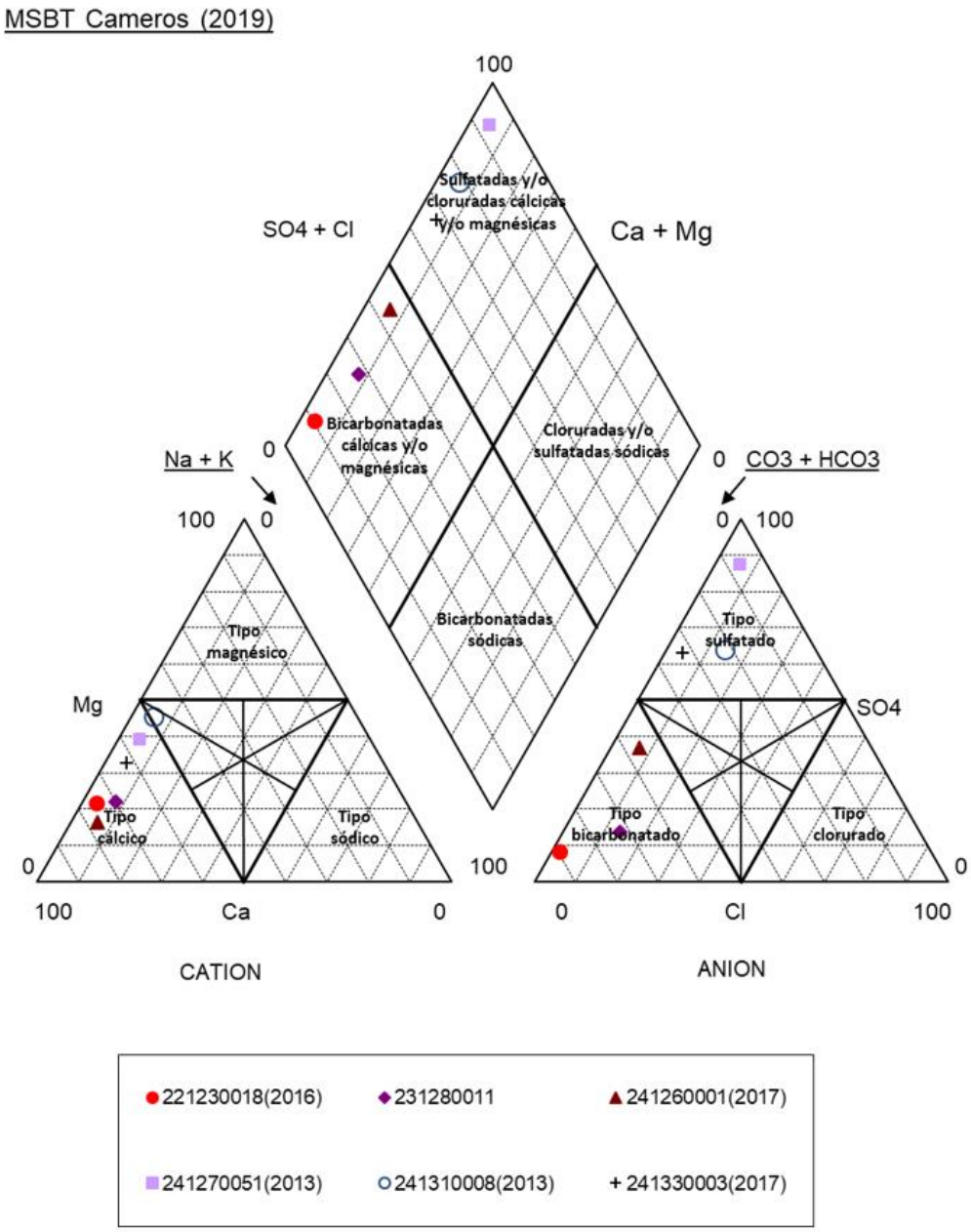


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 221230018

Cameros_221230018 (2016)

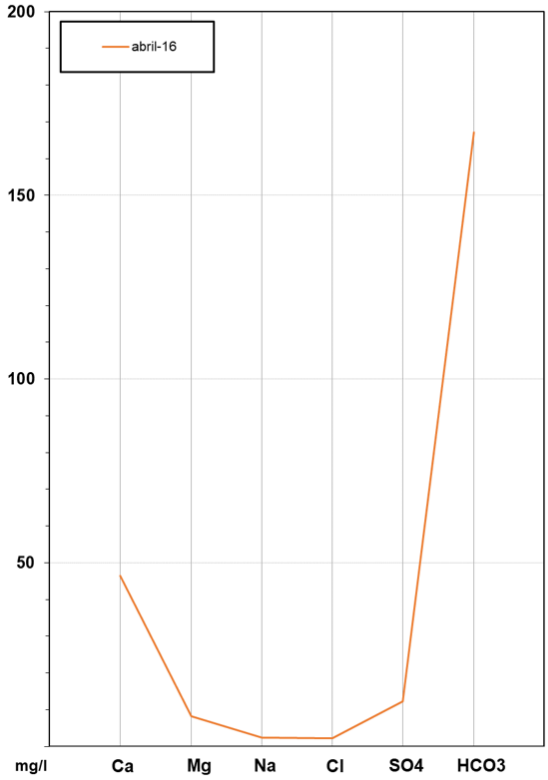


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 231280011

Cameros_2312800011 (2015-2019)

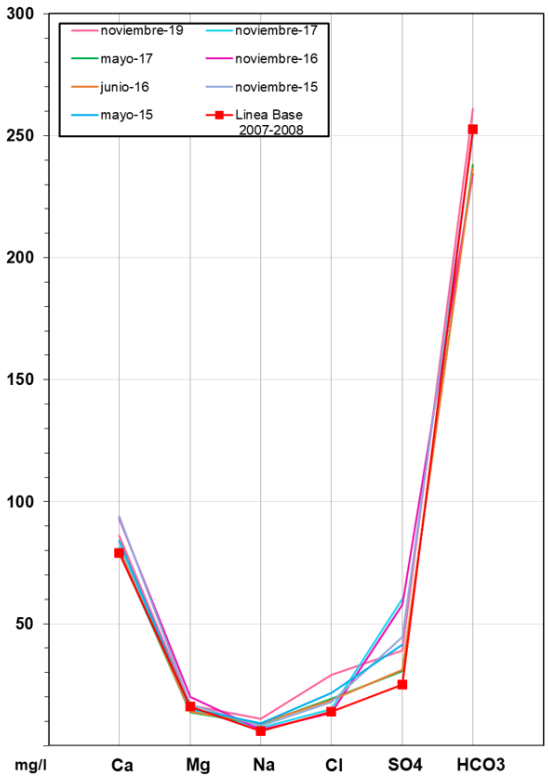


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 241260001

Cameros_241260001 (2015-2017)

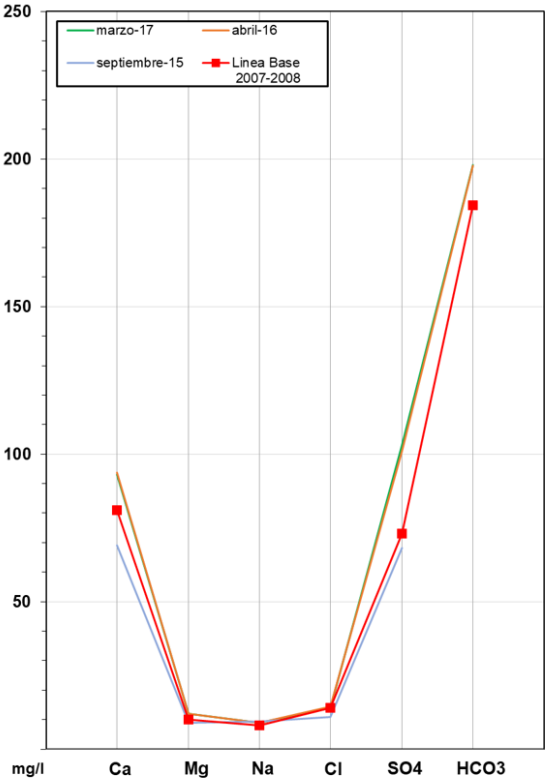


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 241270051

Cameros_241270051 (2015)

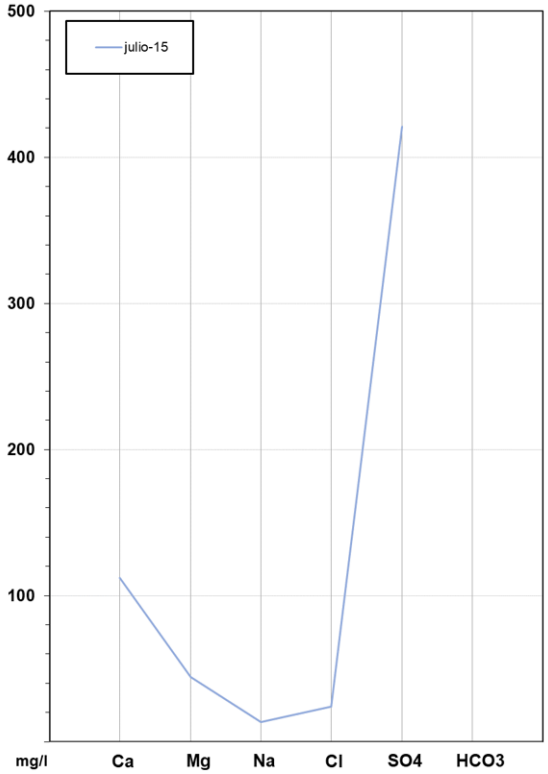


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 241310008

Cameros_241310008 (2015)

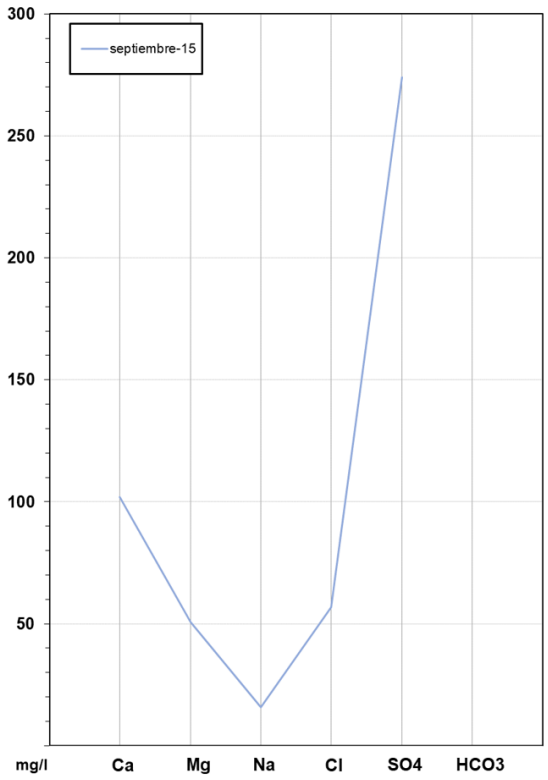
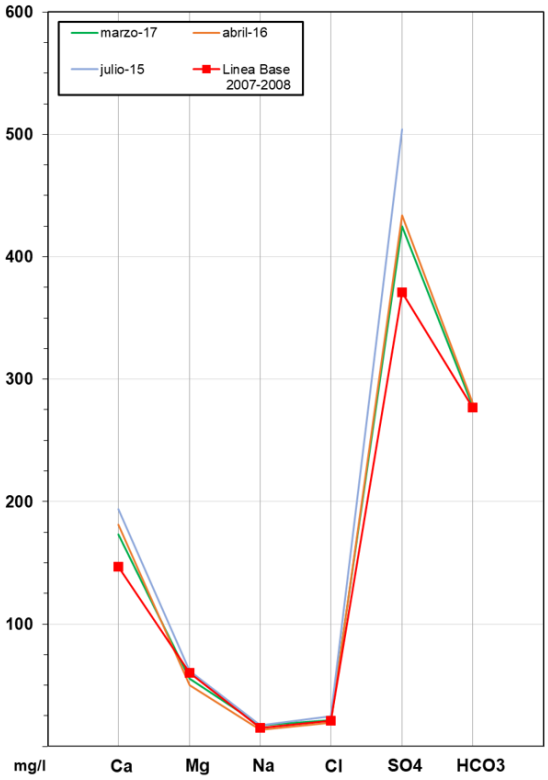


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 241330003

Cameros_241330003 (2015-2017)



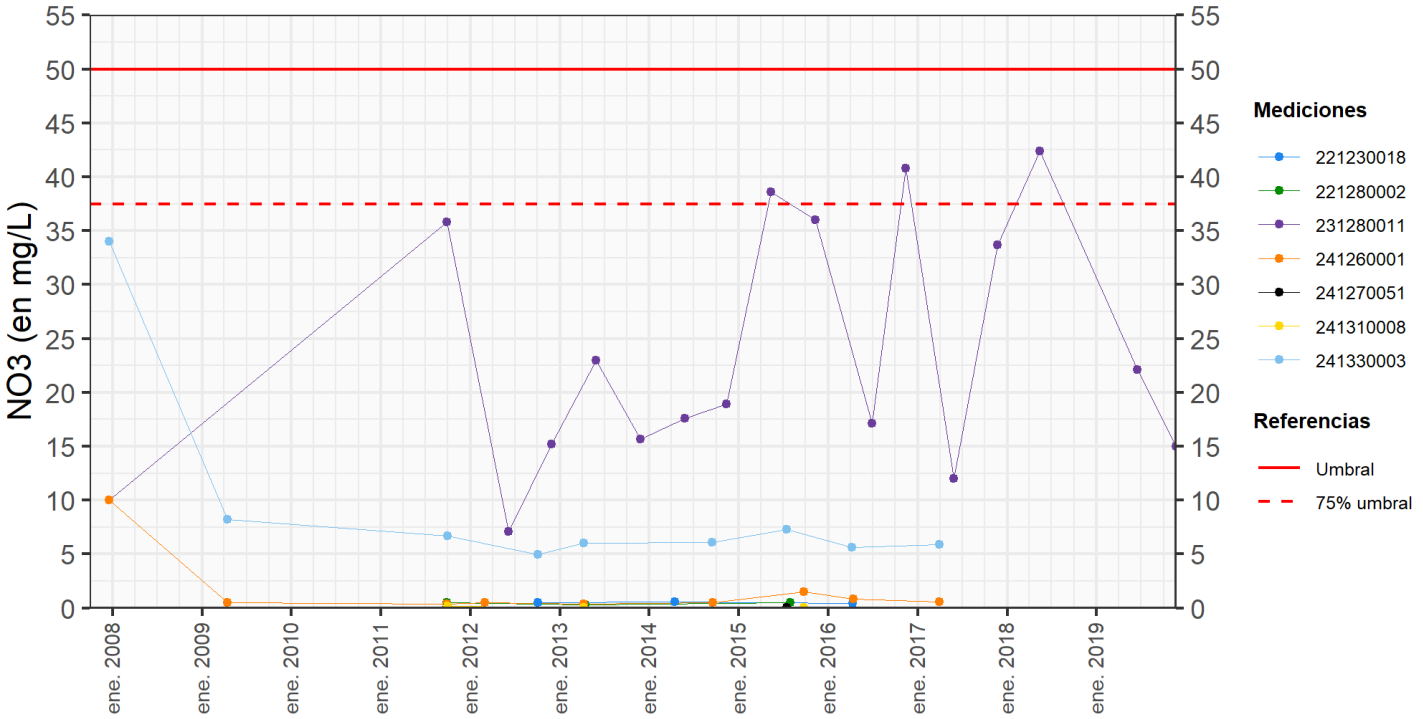
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

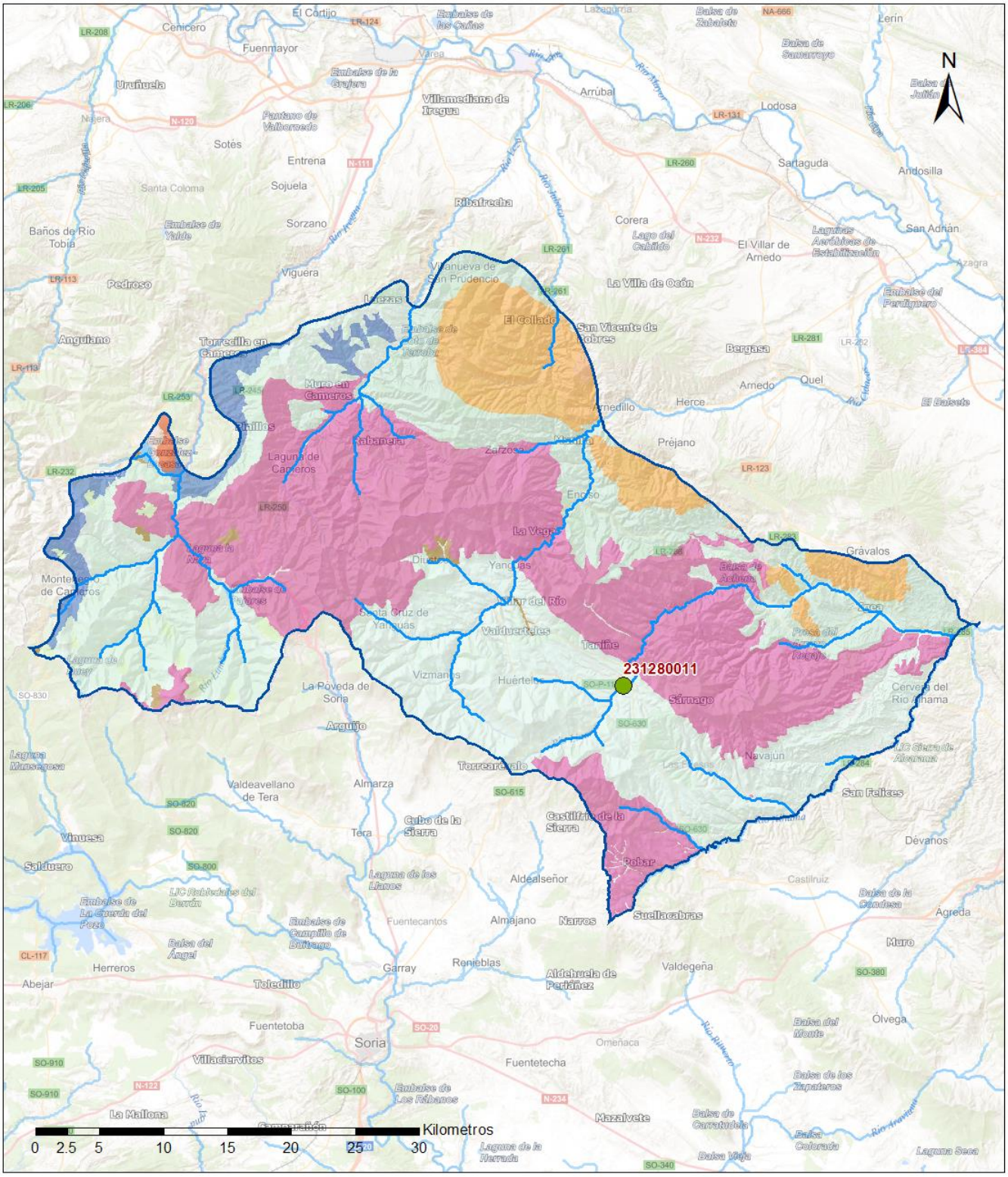
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº 1	Nitrato (NO_3^-)

Gráficas de Evolución



ES091MSBT069 - NO3 (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

MSBT:
Red hidrográfica
ES091MSBT069
Cameros

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

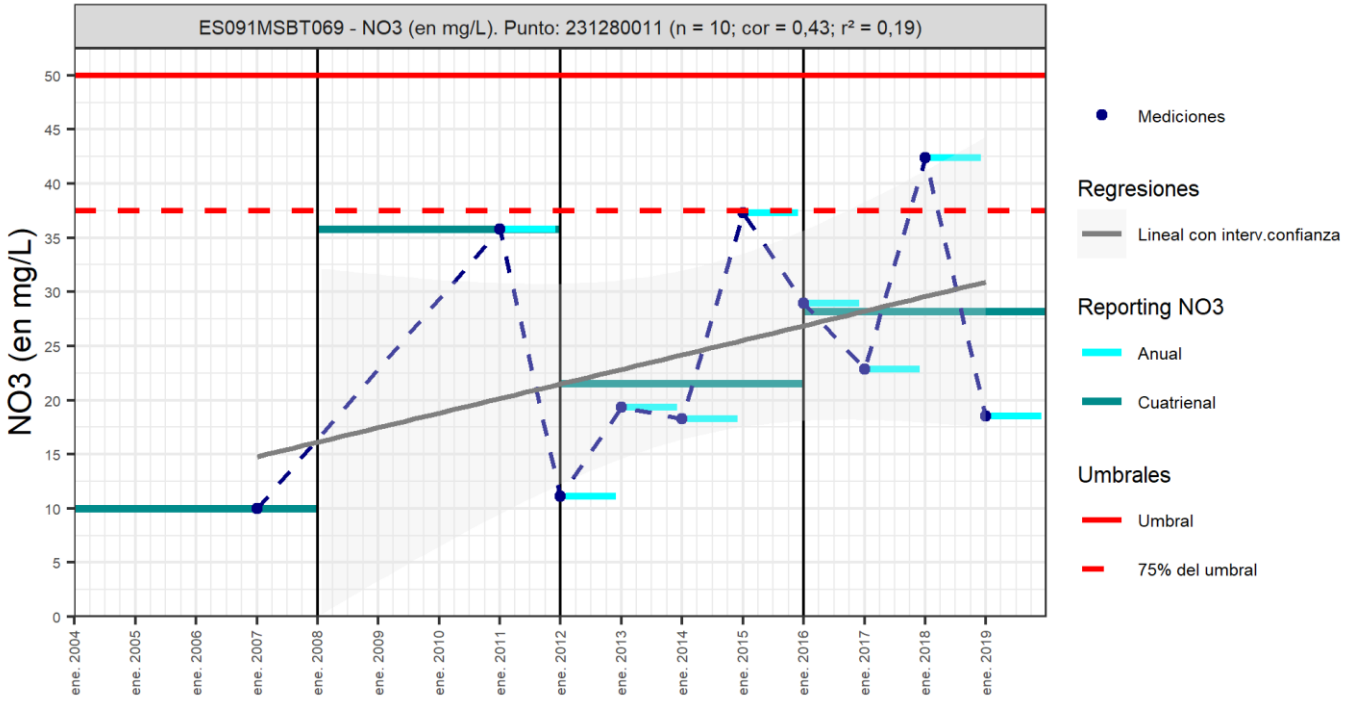
Selección de puntos para evaluación de tendencias

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 corresponden a manantiales (IPA_ 231280011, IPA_ 241260001, IPA_ 241330003) y tienen una serie histórica con un número mínimo de 8 datos anuales para evaluar la tendencia por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall.

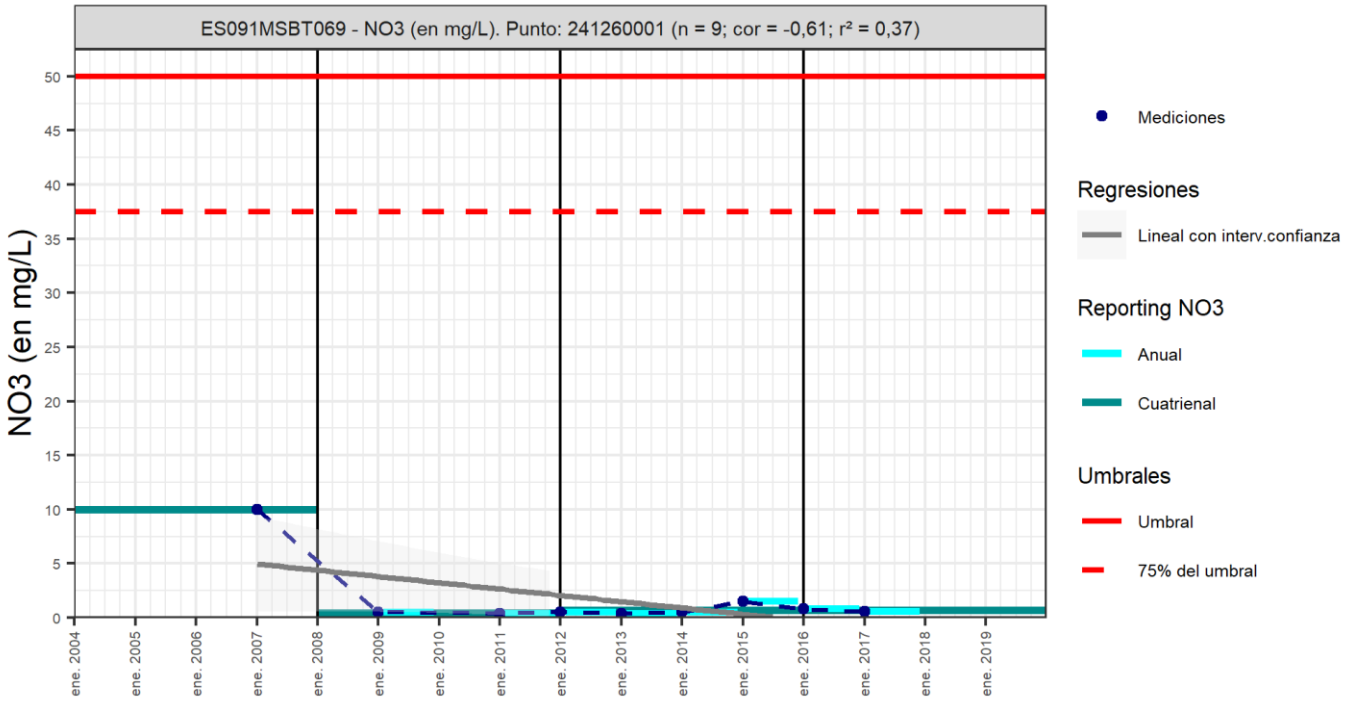
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO_3^-)

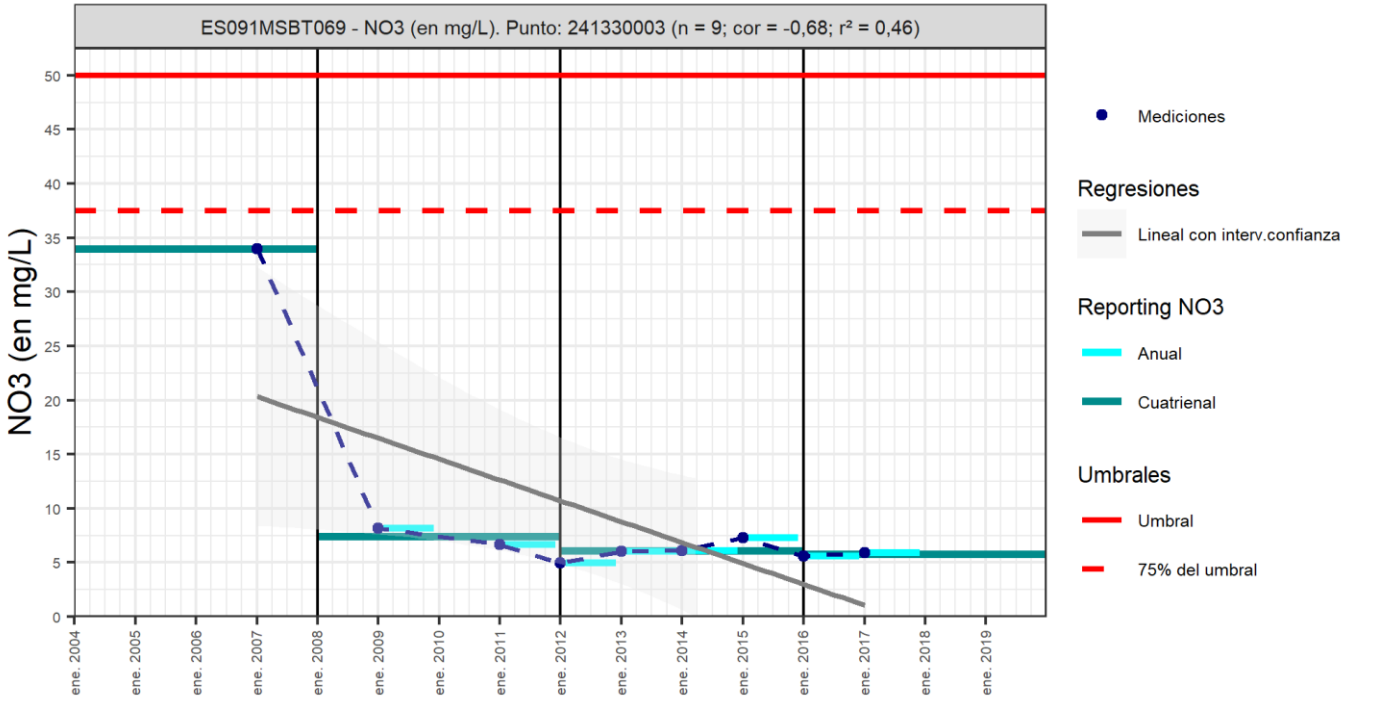
Código Punto 231280011



Código Punto 241260001



Código Punto 241330003



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. El análisis estadístico realizado sobre la serie histórica (min.8 y max.15 datos anuales) permite identificar tendencia significativa creciente en el punto IPA_ 241260001, con valor de grado de significación de GS>95 (tendencia buena). En los puntos IPA_ 231280011 y IPA_ 241330003 no puede identificarse tendencia, con valores Gs<95%, pero el valor de la pendiente Sen indica que la concentración en nitrato crece en el primero y decrece en el segundo punto.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2016 y 2016-2019, la concentración de nitrato se mantiene estable con ligeras variaciones entre 0,30 a 6,70 mg/L, por debajo del valor de 50 mg/L indicado por la Norma de Calidad. En el punto IPA _ 231280011 se observa un aumento respecto al tercer cuatrienio.

Resultados del análisis de tendencias								Nitrato (NO_3^-)			
Código Punto	Unidad	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Valor Mín.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC./ V.Umbral
231280011	mg/L	Histórica	2007	2019	Anual	10	9	10,00	42,40	10,00	37,50
241260001	mg/L	Histórica	2007	2017	Anual	9	9	0,40	10,00	10,00	37,50
241330003	mg/L	Histórica	2007	2017	Anual	9	9	5,00	34,00	34,00	37,50

Resultados del análisis de tendencias							
	Método estadístico						
Código Punto	Regresión Lineal Simple			Test de Mann-Kendall			
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
231280011	0,18919	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	1,38E-01	86,24	MEDIO
241260001	0,37000	Sin Tendencia	MEDIO	Ascendente	3,77E-02	96,23	ALTO
241330003	0,46000	Descendente	ALTO	Sin Tendencia	4,88E-01	51,16	MEDIO

Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos ($NO_3^=$) en mg/L												
Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Min.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC (mg/L)	3º Cuatrienio (2012-2015)	4º Cuatrienio (2016-2019)	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
231280011	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	10,00	35,80		37,50	21,50	28,20	6,70	Ascendente
241260001	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	0,40	100,00		37,50	0,70	0,70	0,00	Estable
241330003	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	3	5,80	34,00		37,50	6,10	5,80	-0,30	Descendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea Cameros (ES091MSBST069) con 1.810 km² de superficie, se encuentra principalmente en la comunidad autónoma de La Rioja y el resto se integra en las C.C.A.A de Castilla y León y Navarra. Se localiza en el Dominio Hidrogeológico de la Demanda-Cameros, en el límite occidental de la D. Hidrográfica del Ebro con la D.H. del Duero. Pertenece a la rama riojana de la Cordillera Ibérica ubicada en su extremo noroccidental, en la Sierra de Cameros. Los municipios con mayor porcentaje de ocupación en la MSBT son San Pedro Manrique, Lumbreras de Cameros y Villar del Río.

Desde el punto de vista geológico los materiales aflorantes de la cuenca de Cameros comprenden edades que van desde el Jurásico superior al Cretácico inferior, recubriendo los depósitos del Jurásico marino (Lías y Dogger). Se encuentran representados casi exclusivamente por las denominadas facies Weald cuyo espesor es extraordinariamente importante reconociendo un espesor vertical máximo del orden de 5.000 metros, y de unos 9.000 metros si se miden en el sentido de desplazamiento del depocentro. A lo largo del Anticlinal de Oncala, el espesor atravesado es de unos 1.000 m.

Respecto a las litologías presente en la MSBT, se considera la propuesta de subdivisión litoestratigráfica de Tisher (1965,66), un megaciclo weáldico en cinco unidades, con rango de grupo, alternativamente detríticas y carbonatadas. Los grupos definidos de base a techo son los siguientes: Grupo Tera formada por los conglomerados, areniscas y limonitas con potencias entre 225 y 80 m; Grupo Oncala, constituida por las calizas arenosas, margas, yesos, arenitas y limolitas. de potencia muy variable, entre 300 y más de 1100 m); Grupo Urbión, constituido por conglomerados silíceos, cuarzoarenitas y arcillolitas.; Grupo Enciso constituido por calizas lacustres que incluyen margas, margocalizas y calizas; y el Grupo Oliván. Finalmente, el Cuaternario está constituido por depósitos aluviales y coluviales, de muy poca entidad.

Las características hidrogeológicas y edafológicas del acuífero, clasificado como carbonatado, le confieren grado de vulnerabilidad intrínseco a la contaminación según el método COP de muy baja (rango 4-15) y baja (rango 2-4), del 53 y 40 %, respectivamente, de la superficie de la MSBT.

La MSBT Cameros (ES091MSBT069) limita al noroeste con la MSBT Pradoluengo-Anguiano (ES091MSBT065), con la que tiene un contacto semipermeable con flujo de salida, y al este con la MSBT Mansilla-Neila (ES091MSBT068), con flujo nulo; al noreste, está en contacto con la MSBT Fitero-Arnedillo (ES091MSBT066), con un contacto abierto, con situaciones de entrada y salida según varias circunstancias; al sureste limita con la MBST Añavieja-Valdegutur, con un contacto cerrado; y por último, limita al suroeste con la MSBT Sierras de Neila y Urbión (ES020MSBT000400027), con la cual tiene un contacto cerrado.

En la MSBT se han identificado cuatro formaciones acuíferas: la base del Grupo Tera, formada por los conglomerados, areniscas y limonitas, y que constituye una formación desarrollada sobre un conjunto de areniscas y microconglomerados fracturados y ligeramente carstificados (potencias entre 225 y 80 m); por encima de ella, se encuentra la formación del Grupo Oncala, la cual presenta un conjunto de calizas tableadas y calizas con yesos (potencias muy variables entre 300 y más de 1.100 m), con presencia de una densa red de fracturas y planos de estratificación que le confiere a este conjunto calcáreo una notable permeabilidad y que le permite actuar como un acuífero relevante, en general libre; la formación acuífera de las calizas lacustres del grupo Enciso, que incluyen margas, margocalizas y calizas; y por último, la formación acuífera Cuaternaria, constituida por depósitos aluviales y coluviales, de muy poca entidad. A excepción de los niveles permeables incluidos en el Weald (Cretácico inferior), ya descritos anteriormente, todo este conjunto de materiales poco permeables se comporta como un gran acuitardo.

El funcionamiento hidrogeológico está caracterizado por la diversidad de las litologías weáldicas, con potencias muy variables, numerosos y rápidos cambios de facies, que forman un conjunto hidrogeológico de permeabilidad media-baja (acuitardo), que en sus fisuras y poros presenta una importante capacidad de almacenamiento de agua debido a su gran espesor, que localmente puede alcanzar los 4.000 m. La gran variedad de materiales incluidos en las facies purbeck-weald (conglomerados, areniscas, limolitas, argilitas, margas, calizas e incluso yesos) hace que ocasionalmente existan capas en las que se ha desarrollado una permeabilidad superior a la del conjunto, hasta formar auténticos acuíferos locales. En estos casos su conductividad hidráulica es esencialmente debida a la presencia de una fracturación y posterior carstificación. Las recargas más importantes se producen por precipitación directa sobre los afloramientos de los Gr Tera y Oncala en la cuenca del Alhama, así como en las calizas del Gr Enciso en el interfluvio Leza-Jubera. El resto de las facies weald son esencialmente poco permeables, lo que unido a las elevadas pendientes topográficas, hace que la escorrentía directa sea claramente predominante respecto a la posible infiltración de las aguas pluviales. No obstante, sus características de acuitardo de gran extensión areal permiten una transferencia de recursos a la FGP Jurásico marino, cuyo flujo regional es canalizado hasta surgir en la franja Jurásica del frente cabalgante de La Demanda-Cameros, en las vecinas MSBT Pradoluengo- Anguiano y Fitero-Arnedillo.

En general, las FGPs definidas generan flujos locales que se caracterizan por presentar descargas de caudales variables. Son flujos muy relacionados con las precipitaciones y un reducido tiempo de residencia en el terreno, en los que las zonas de recarga y descarga están próximas. Buena parte de los numerosos manantiales se localizan en los fondos de barrancos. Así pues, la abundancia de estos manantiales, su bajo y fluctuante caudal, y su disposición topográfica nos indican la baja permeabilidad de estos materiales. Pese a todo hay algunos manantiales que presentan caudales medios relevantes.

En la MSBT se han identificado 4 recintos hidrogeológicos que se corresponden con Cervera (ES091MSBT069S01), Munilla (ES091MSBT069S02), San Roman (ES091MSBT069S03) y Villoslada (ES091MSBT069S04).

En el cálculo de los recursos hídricos de esta MSBT para el tercer ciclo de planificación, se obtiene un recurso disponible de 18 hm^3/año frente a unas extracciones de 1,15 hm^3/año, lo que permite obtener como resultado para el índice de explotación (IE) un valor de 0,06.

La red de control piezométrico está constituida por dos piezómetros. Presentan medidas del nivel piezométrico (NP) continuas desde el año 2006 en el punto IPA_241270051 con un NP medio de 508,3 msnm, y a partir de 2010 en el punto IPA _241310008 con un valor de NP medio de 948,7 msnm. En general, la evolución piezométrica de ambos puntos es estable, sin presentarse variaciones significativas interanuales o estacionales, siendo el rango de variación del NP entre máximos y mínimos de 3,2 y 3,8 m respectivamente para los puntos IPA_241270051 y IPA_241310008.

Dispone de 8 puntos de control del estado químico de las aguas, repartidos entre 6 manantiales, y 2 sondeos, con una profundidad de entre 102 y 139 m, que pertenecen en su mayoría a la red de control vigilancia (5 puntos) y a la de abastecimiento (1 punto). Las características generales fisicoquímico de esta masa de agua corresponden con un agua de mineralización débil a alta, con valores de conductividad eléctrica que varían de entre 251 µS/cm hasta los 2.169 µS/cm y un promedio para el percentil 50 (P50) de 780 µS/cm. La concentración en mg/L de $CaCO_3$ calculada a partir de las concentraciones máximas y mínimas de Ca y Mg, varían entre 55 y 934 mg/L, lo que indica que se trata de aguas de naturaleza blanda a muy dura. Comprende diferentes facies hidroquímicas desde bicarbonatadas cálcicas a sulfatadas cálcicas, y en un punto de control, sulfatada cálcica magnésica. La representación de los muestreos en los diagramas de Schöeller muestran una evolución de la composición química (sulfatos) de esta masa de agua: en el punto IPA_241330003 se observa un aumento del SO_4 en los últimos años con respecto a la Línea Base, punto que corresponde con un manantial cercano al río Alhama.

La masa de agua subterránea está en riesgo químico (NUT) de no alcanzar los objetivos medioambientales por la concentración en nitrato, debido principalmente a la actividad agrícola y carga ganadera. La concentraciones son bajas, por debajo del límite de la Norma de Calidad (50 mg/L) y que puntualmente alcanzan el Valor Umbral (37,5 mg/L).

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 corresponden a manantiales (IPA_ 231280011, IPA_ 241260001, IPA_ 241330003) y tienen una serie histórica con un número mínimo de 8 datos anuales para evaluar la tendencia por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2016 y 2016-2019, la concentración de nitrato se mantiene estable con ligeras variaciones entre 0,30 a 6,70 mg/L, por debajo del valor de 50 mg/L indicado por la Norma de Calidad. En el punto IPA _ 231280011 se observa un aumento respecto al tercer cuatrienio.Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2016 y 2016-2019, la concentración de nitrato se mantiene estable con ligeras variaciones entre 0,30 a 6,70 mg/L, por debajo del valor de 50 mg/L indicado por la Norma de Calidad. En el punto IPA _231280011 se observa un aumento respecto al tercer cuatrienio.

11.- PLAN DE ACCIÓN

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

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

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

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

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

Actividad	
A19	ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DE MEDIDAS O ALTERNATIVAS DE GESTIÓN EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO

Subactividad/Herramienta		
S83	Diseño específico de estrategias de análisis de respuesta de los sistemas acuíferos ante diversas alternativas de gestión	☐

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

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. También se requiere de la realización de "barridos" que permitan detectar impactos previamente no detectados en toda su extensión. Además, como apoyo a los trabajos de planificación hidrológica, se debe desarrollar un sistema estandarizado para la mejora del análisis de tendencias en todas las MSBT, así como su vinculación automatizada con NABIA. Por último, en todas aquellas zonas con carencias de información, se deben efectuar estudios para la determinación de los niveles de fondo.

Estudios de contaminación puntual: la MBST está en riesgo químico por contaminantes de origen puntual habiéndose detectado principalmente TPH y ETBE. En estas zonas de suelos contaminados se propone, por tanto, estudios específicos de la contaminación puntual que ayuden a determinar tanto el origen de la contaminación y ayuden a la mejora de la gestión de la misma y a la propuesta de medidas específicas.

Estudios de contaminación difusa: la MSBT se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa por nitratos. Se trata de una contaminación que suele afectar a amplias zonas donde, en ocasiones, resulta difícil determinar su origen y alcance. En este sentido se plantea, como mejora del conocimiento, estudios específicos que permitan determinar la tridimensionalidad de la dinámica de progreso de esta contaminación y su evolución en el tiempo. Para ello se plantean campañas específicas de muestreo, la construcción de puntos de control específicos en caso de ser necesarios, estudios isotópicos y estudios de atenuación natural.

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 dos ETDAS de la RN2000 (ZEPA Peñas de Iregua, Leza y Jubera y ZEPA Sierras de Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros) 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 diagnosis de las redes de monitoreo: con el fin de mejorar la evaluación del estado de las MSBT e incrementar el nivel de confianza (NCF), se considera imprescindible el análisis y diagnosis de las redes de muestreo. Estos trabajos permiten conocer el grado de representatividad que tienen tanto los puntos de control, como las propias redes. En base a los resultados de este análisis y diagnosis de las redes y sus puntos, se podrán efectuar propuestas de mejora para el cumplimiento de los objetivos específicos de cada una de estas redes. Se trata de una masa de agua muy amplia, en la que solo se dispone de dos piezómetros localizados ambos en la cuenca del Alhama, así como también es necesario incorporar algunos puntos de control de calidad en los acuíferos que no disponen de ellos.

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 y la geometría de las diferentes plumas de contaminación puntual detectadas, así como plantear escenarios para la mejora de la gestión y la ayuda a la toma de decisiones (reducir presiones en zonas concretas, etc.).

Evaluación del recurso disponible y reservas: con el apoyo de trabajos previos o actividades planteadas previamente (cálculo de necesidades ambientales en EDAS, mejora de valores obtenidos de recarga, determinación de reservas a partir de modelos geológicos, etc.) se cuantificará el recurso disponible y reservas de la MSBT. Una vez calibrados los modelos numéricos se podrán efectuar simulaciones y análisis según distintos escenarios, tanto de recarga como de presiones y mejorar la planificación y gestión de los recursos hídricos subterráneos en la MSBT.

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

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• CHE (2008). Fichas de caracterización de las masas de agua subterránea en Información de Planificación Hidrológica de la CHE (www.chebro.es).

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

• DGA (2012). Diagnosis de las estaciones de seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea de las cuencas intercomunitarias, construidas y operativas antes del año 2.002. Apoyo Técnico a la Confederación Hidrográfica del Ebro. Memoria y anejos.

• CHE (2019). Documentos iniciales: programa, calendario, estudio general sobre la demarcación y fórmulas de consulta. Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Revisión de tercer ciclo de planificación (2021-2027). Memoria y anejos

• DGA (2020). Guía metodológica para la determinación de las necesidades ambientales asociadas a los ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas. En: *Actuaciones para gestión de las aguas subterráneas y los ecosistemas asociados ante el impacto del cambio climático*. Plan PIMA ADAPTA 2017.

• DGA (2020). Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas. Secretaría de estado de medio ambiente, Dirección General del Agua. Versión 2, julio 2020.

• IGME 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: ES091MSBT069 - CAMEROS

Código espacio RN2000	Nombre espacio RN2000	Tipo RN2000	Código hábitat	Nombre hábitat dependiente de aguas subterráneas	Grado conservación
ES0000067	Sierras de Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros	ZEC/ZEPA	6410	Prados con molinias sobre sustratos calcáreos, turbosos o arcillo-limónicos (Molinion caeruleae)	C
ES0000064	Peñas de Iregua, Leza y Jubera	ZEC/ZEPA	6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	C

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.

MSBT: ES091MSBT069 - CAMEROS

Parámetro / **Unidad**	T (In situ) °C	pH Ud. pH	C.E. (20°C) (In situ) µS/cm	O_2 (In situ) mg/L	DQO mg/L O_2	Dureza mg/L $CaCO_3$	Alcalinidad mg/L $CaCO_3$
Código Punto	**221230018**						
Valor							
Máx.	12,5	8	274	11,00	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	10,0	7	266	10,50	<LQ	<LQ	<LQ
P50	11,3	7	270	10,70	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	2	2	2	3	2		
Código Punto	**221280002**						
Valor							
Máx.	12,0	7	422	12,20	0,7	<LQ	10,0
Mín.	9,9	6	251	10,20	<LQ	<LQ	10,0
P50	10,9	6	356	11,60	0,4	<LQ	10,0
N reg.	2	3	3	3	2		1
Código Punto	**231240007**						
Valor							
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.							
Código Punto	**231280011**						
Valor							
Máx.	18,3	8	603	10,50	<LQ	<LQ	188,0
Mín.	4,6	6	420	3,80	<LQ	<LQ	177,0
P50	10,6	7	521	8,50	<LQ	<LQ	182,5
N reg.	12	10	14	16	11		2
Código Punto	**241260001**						
Valor							
Máx.	16,8	8	560	10,50	0,5	<LQ	143,0
Mín.	6,8	7	265	6,50	<LQ	<LQ	127,0
P50	11,1	8	445	8,90	<LQ	<LQ	135,0
N reg.	7	7	7	9	6		2
Código Punto	**241270051**						
Valor							
Máx.	16,4	7	2.169	6,80	3,4	<LQ	48,0
Mín.	15,6	7	745	2,10	0,6	<LQ	48,0
P50	16,0	7	1.354	2,20	2,0	<LQ	48,0
N reg.	2	3	3	3	2		1
Código Punto	**241310008**						
Valor							
Máx.	16,2	7	1.686	6,70	5,5	<LQ	146,0
Mín.	14,2	7	812	1,80	4,8	<LQ	146,0
P50	15,2	7	1.393	4,20	5,2	<LQ	146,0
N reg.	2	3	3	3	2		1
Código Punto	**241330003**						
Valor							
Máx.	16,3	7	1.214	8,90	<LQ	<LQ	239,0
Mín.	8,0	7	850	2,90	<LQ	<LQ	227,0
P50	13,9	7	1.124	7,20	<LQ	<LQ	233,0
N reg.	7	7	6	9	6		2

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

Parámetro / **Unidad**	HCO_3^- mg/L	$CO_3^=$ mg/L	Cl^- mg/L	$SO_4^=$ mg/L	NO_3^- mg/L	NO_2^- mg/L	PO_4^{3-} mg/L	Na^+ mg/L	K^+ mg/L
Código Punto	**221230018**								
Valor									
Máx.	208,1	<LQ	2,55	13,6	0,6	<LQ	<LQ	2,8	0,9

Parámetro	HCO_3^-	$CO_3^=$	Cl^-	$SO_4^=$	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{3-}	Na^+	K^+
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	**221230018**								
Valor									
Mín.	153,0	<LQ	2,20	12,3	0,4	<LQ	<LQ	2,5	0,7
P50	167,1	<LQ	2,20	12,6	0,5	<LQ	<LQ	2,6	0,8
N reg.	3	3	3	3	3			3	3
Código Punto	**221280002**								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	119,00	3,7	0,5	<LQ	<LQ	53,2	0,9
Mín.	<LQ	<LQ	74,00	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	38,3	<LQ
P50	<LQ	<LQ	115,00	1,2	0,3	<LQ	<LQ	49,6	0,6
N reg.	2	2	3	3	3	2	2	3	3
Código Punto	**231240007**								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.									
Código Punto	**231280011**								
Valor									
Máx.	269,6	<LQ	29,00	60,2	42,4	0,01	0,19	11,0	1,2
Mín.	185,0	<LQ	11,50	25,0	7,1	<LQ	<LQ	6,0	<LQ
P50	236,7	<LQ	17,90	37,1	18,9	<LQ	<LQ	8,2	0,9
N reg.	13	12	15	15	17	15	15	15	15
Código Punto	**241260001**								
Valor									
Máx.	198,0	<LQ	15,20	106,0	10,0	0,02	<LQ	9,8	0,7
Mín.	112,0	<LQ	6,50	32,5	<LQ	<LQ	<LQ	5,3	<LQ
P50	181,1	<LQ	12,30	73,0	0,5	<LQ	<LQ	8,2	0,5
N reg.	8	7	9	9	9	8	7	9	9
Código Punto	**241270051**								
Valor									
Máx.	191,1	<LQ	44,90	1.143,0	<LQ	0,03	<LQ	23,2	1,4
Mín.	83,0	<LQ	24,00	421,0	<LQ	<LQ	<LQ	13,4	1,2
P50	137,0	<LQ	42,10	869,0	<LQ	0,01	<LQ	21,6	1,3
N reg.	2	2	3	3	3	2	2	3	3
Código Punto	**241310008**								
Valor									
Máx.	385,2	<LQ	88,40	570,0	0,2	<LQ	<LQ	21,4	2,1
Mín.	236,7	<LQ	56,70	274,0	<LQ	<LQ	<LQ	15,9	0,7
P50	310,9	<LQ	76,40	545,0	<LQ	<LQ	<LQ	18,0	1,9
N reg.	2	2	3	3	3	2	2	3	3
Código Punto	**241330003**								
Valor									
Máx.	304,1	<LQ	34,60	504,0	34,0	<LQ	<LQ	22,8	3,8
Mín.	241,0	<LQ	17,30	371,0	4,9	<LQ	<LQ	12,7	2,4
P50	279,3	<LQ	21,00	430,0	6,1	<LQ	<LQ	15,2	3,3
N reg.	8	7	9	9	9	8	7	9	9

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

Parámetro	Ca^{2+}	Mg^{2+}	As	Cd^{2+}	Hg	NH_4^+ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	**221230018**								
Valor									
Máx.	55,3	11,5	0,1790	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	46,5	8,2	0,1790	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	52,8	11,1	0,1790	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Parámetro	Ca^{2+}	Mg^{2+}	As	Cd^{2+}	Hg	NH_4^+ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	**221230018**								
Valor									
N reg.	3	3	1			3			
Código Punto	**221280002**								
Valor									
Máx.	16,3	5,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	7,8	2,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	15,2	4,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3				3			
Código Punto	**231240007**								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.									
Código Punto	**231280011**								
Valor									
Máx.	93,9	20,0	0,4900	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	72,8	13,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	83,9	15,2	0,3920	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	15	15	7	7	7	15	6	6	6
Código Punto	**241260001**								
Valor									
Máx.	93,7	12,2	0,5200	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	47,6	5,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	81,0	10,0	0,2020	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	9	9	9	9	7	8	8
Código Punto	**241270051**								
Valor									
Máx.	378,0	121,0	<LQ	<LQ	<LQ	1,36	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	112,0	44,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	218,0	93,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3				3			
Código Punto	**241310008**								
Valor									
Máx.	205,0	121,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	102,0	50,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	168,0	94,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3				3			
Código Punto	**241330003**								
Valor									
Máx.	196,0	61,8	0,4650	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	147,0	49,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	181,0	55,3	0,2600	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	9	9	9	9	7	8	8

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