CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

MSBT: ES091MSBT088 - MONREAL-CALAMOCHA

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	ES091MSBT088	Nombre MSBT	MONREAL-CALAMOCHA
Código DH	ES091	Nombre DH	Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea ES091MSBST088 Monreal-Calamocha con 745,38 km² de superficie, se encuentra principalmente en la comunidad autónoma de Aragón (99,10 %) y el resto se integra en la C.C.A.A de Castilla-La Mancha. Se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico Alto Jalón - Alto Jiloca en la zona sur-occidental de la D. Hidrográfica del Ebro. La MSBT comprende la cuenca del alto Jiloca desde Calamocha hasta Monreal del Campo, así como las serranías mesozoicas circundantes, y limita al noroeste con la cuenca endorreica de Gallocanta y al sureste con la divisoria hidrográfica entre la cuenca del Ebro y la del Júcar. Los municipios con mayor porcentaje de ocupación en la MSBT son Calamocha (20,04 %) y Maranchón (5,55 %).

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Aragón	Teruel	44050	Calamocha	47,18	20,04
Aragón	Teruel	44042	Blancas	99,99	9,90
Aragón	Teruel	44200	Rubielos de la Cérida	98,64	8,85
Aragón	Teruel	44153	Monreal del Campo	69,47	8,30
Aragón	Teruel	44085	Cosa	100,00	7,35
Aragón	Teruel	44034	Bañón	100,00	7,28
Aragón	Teruel	44056	Caminreal	100,00	5,95
Aragón	Teruel	44232	Torrijo del Campo	100,00	5,91
Aragón	Teruel	44112	Fuentes Claras	100,00	4,95
Aragón	Teruel	44220	Torralba de los Sisones	61,11	3,67
Aragón	Teruel	44035	Barrachina	94,92	3,16
Aragón	Teruel	44168	Odón	25,51	2,54
Aragón	Teruel	44190	Pozuel del Campo	57,54	2,15
Aragón	Teruel	44020	Alpeñés	46,31	1,78
Aragón	Teruel	44177	Pancrudo	12,19	1,64
Aragón	Teruel	44046	Bueña	29,04	1,59
Aragón	Teruel	44227	Torre los Negros	34,56	1,35
Aragón	Teruel	44219	Tornos	10,51	0,69
Aragón	Teruel	44039	Bello	8,65	0,61
Aragón	Teruel	44028	Argente	6,81	0,57
Aragón	Teruel	44136	Lidón	9,12	0,49
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19213	Pedregal, El	15,50	0,48
Castilla - La Mancha	Guadalajara	19222	Pobo de Dueñas, El	5,38	0,40
Aragón	Teruel	44169	Ojos Negros	1,78	0,22
Aragón	Teruel	44222	Torrecilla del Rebollar	1,60	0,14

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

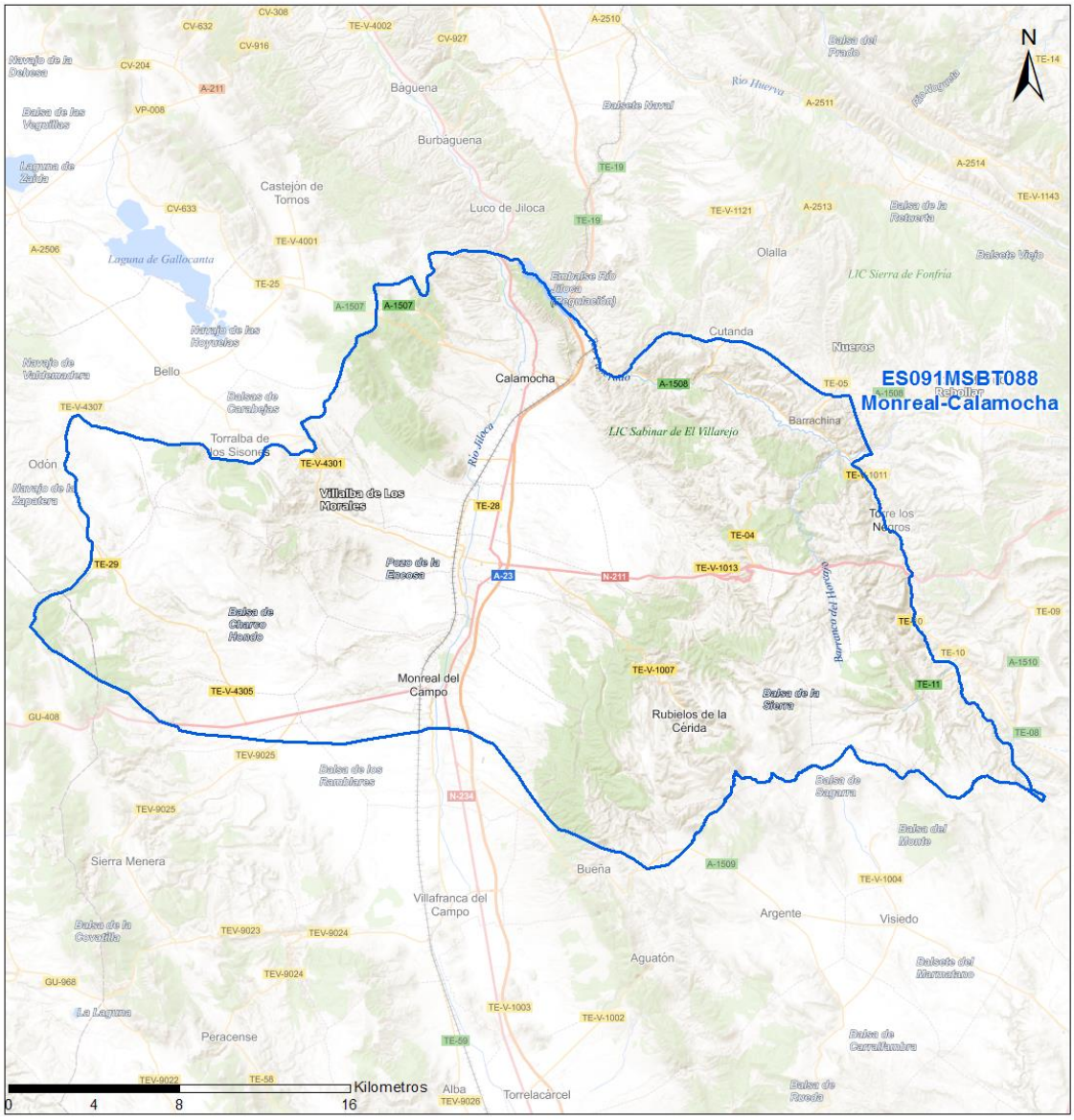
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	643.434	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.521.992
Longitud (CENTROIDE)	-1,29879	Latitud (CENTROIDE)			40,83641
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			644
Altitud mínima (m s.n.m.)	849	Altitud máxima (m s.n.m.)			1.494
Área total de la MSBT (km²)	745				

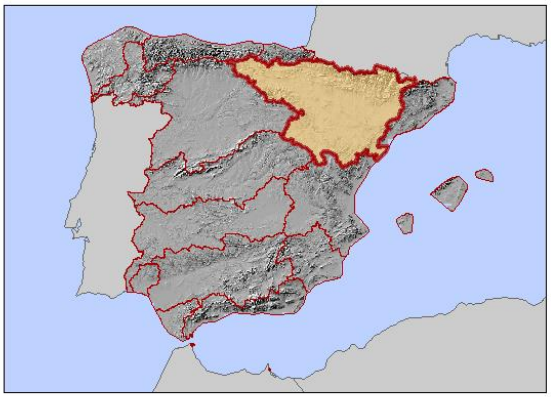
1.3 POBLACIÓN ASENTADA

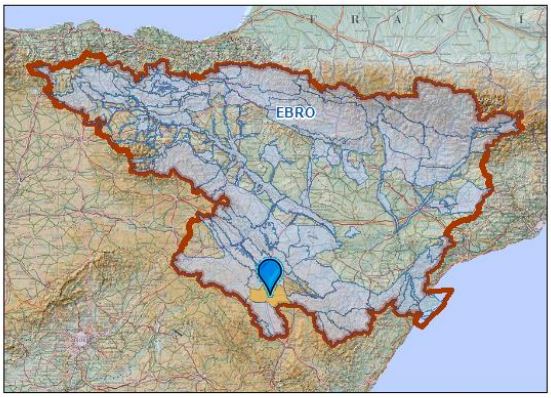
Nº habitantes	6.076	Año	2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

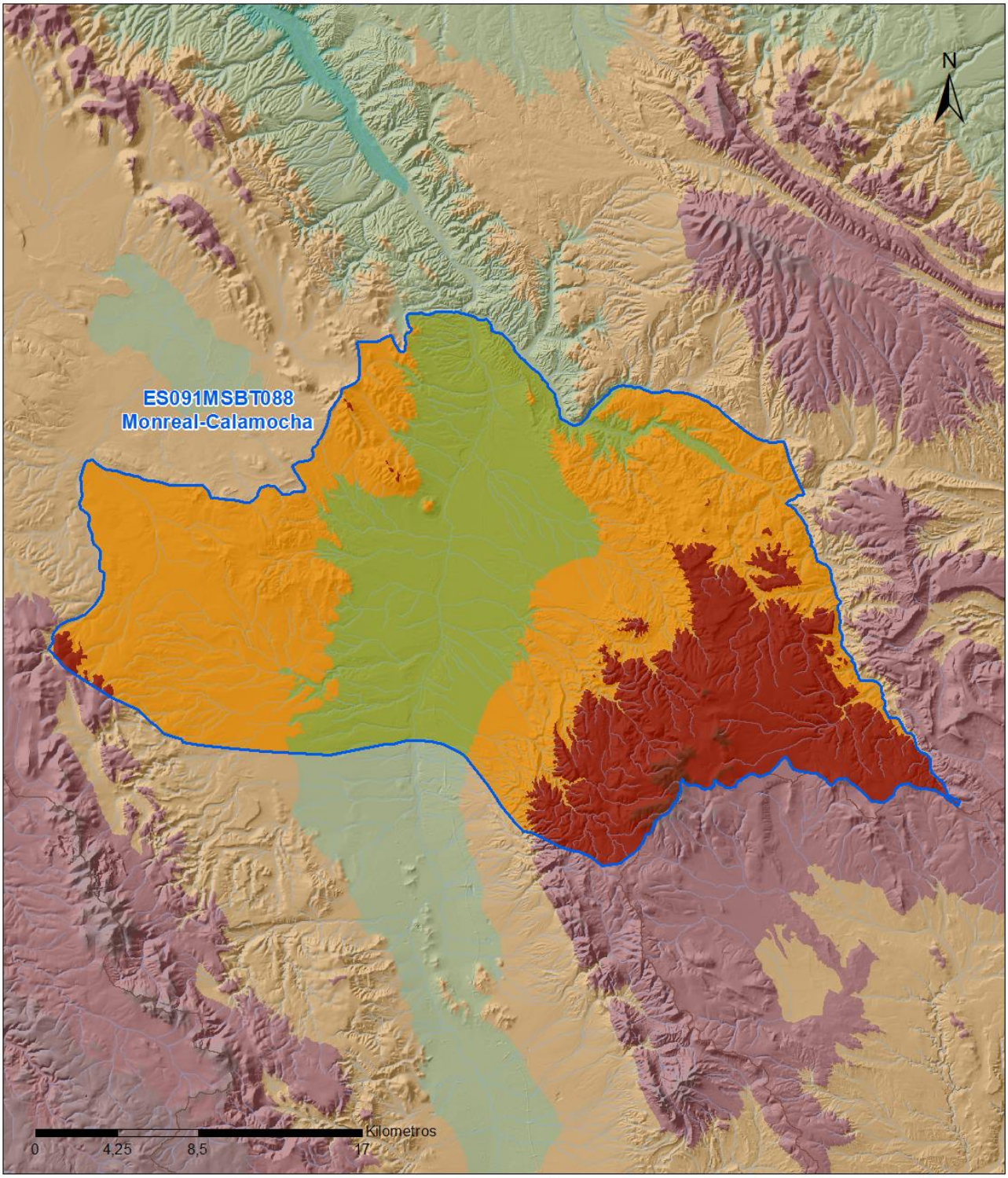
Mapa de localización







Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

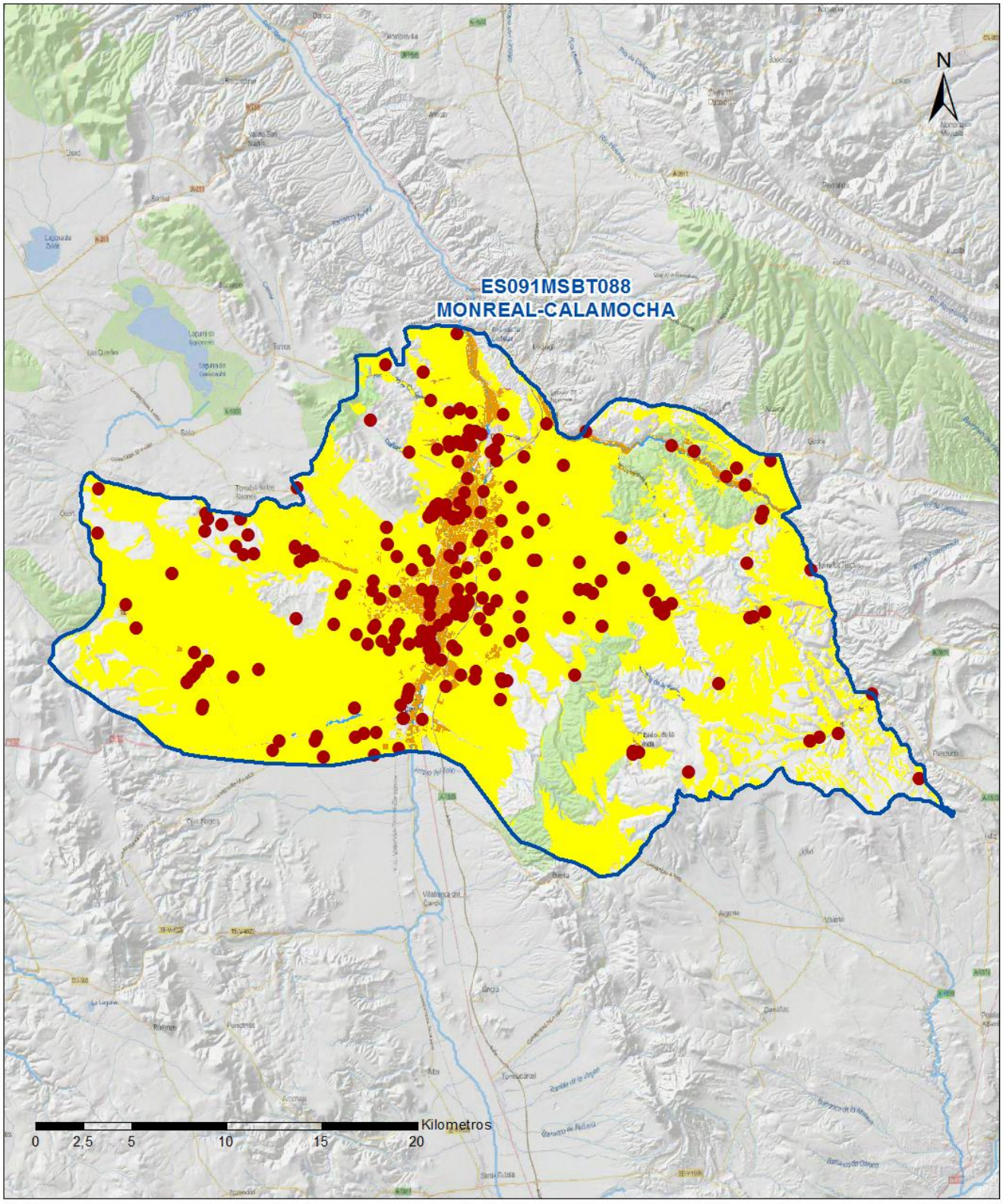
- MSBT
- Red Hidrografica
- 0 - 200
- 200 - 400
- 400 - 600
- 600 - 800
- 800 - 1,000
- 1,000 - 1,200
- 1,200 - 1,400
- 1,400 - 1,600
- 1,600 - 1,800
- 1,800 - 2,000
- 2,000 - 2,200
- > 2,200

2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

Grupos de presiones	Tipos de presiones	Actividad	Presión Significativa
Fuentes puntuales	1.1	Vertidos urbanos	☐
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	☐
Fuentes puntuales	1.6	Vertederos	☐
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	☐
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	☑
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	☑
Fuentes difusas	2.4	Transporte	☐
Fuentes difusas	2.8	Minería	☐
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	☐
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	☐
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	☐
Extracción / Desvío de agua	3.7	Otros	☐

Fuentes difusas



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT:

ES091MSBT088
MONREAL-CALAMOCHA

Tipo de Presión Difusa (significativa):

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

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

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

2.3 RIESGO DE LA MSBT

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

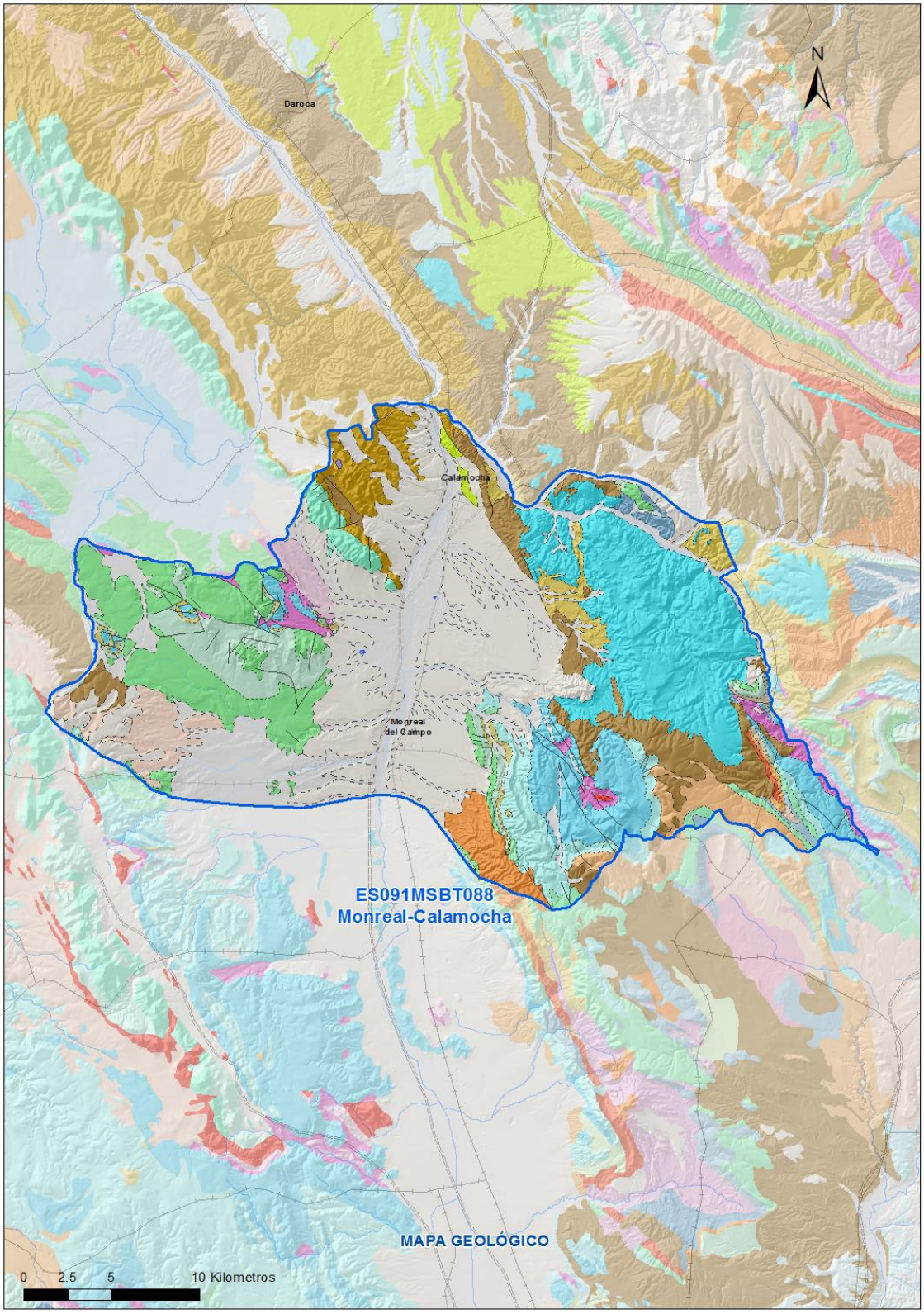
Riesgo de no alcanzar el buen estado químico		RIESGO QUÍMICO
Contaminante		Justificación / Observación
NO_3^-	Nitrato	Masas en riesgo de afección por nitratos (valores medios o máximos entre 40 y 50 mg/l en los últimos 4 años en más del 20% masa o valores máximos o medios superiores a 50 mg/l en menos del 20% masa)

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

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
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 glacis, piedemonte y superficies)
417	Arcillas y lutitas (a veces, con cantos y yesíferas), areniscas y conglomerados
414	Lutitas rojas y conglomerados. Lutitas y arenas ocres, a veces
411	Conglomerados, areniscas y lutitas
408	Margas yesíferas y yesos, con arcillas, arenas y, eventualmente margas, calizas y sílex
407	Calizas, calizas margosas y margas
397	Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos
393	Conglomerados y areniscas, con arcillas y limos rojos
389	Calizas y margas
386	Areniscas, conglomerados y calizas
380	Conglomerados, limos, arenas y lutitas
201	Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas
197	Calizas, dolomías, margas (Dol.Villa de Ves,Caballar;F.Tabladillo,Hontoria;Mgas.Chera)
175	Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F.Utrillas), a veces con dolomías (F.Ar.yArc.Segovia)
163	Calizas oncolíticas y pisolíticas
161	Margas, calizas y margocalizas
160	Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Fm.Carb. de Chelva)
157	Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)
152	Areniscas, arenas, calizas arenosas, margas, arcillas y margocalizas
141	Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)
137	Dolomías, calizas y margas(F. Muschelkalk)
105	Pizarras, areniscas, cuarcitas, calizas y margas
104	Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías. Paleozoico Ibérica Aragonesa
58	Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)
51	Pizarras oscuras con interc.de aren., cuarc.y sills basált. Piz.Río, Piz.Calymene,Fm.Rodada 2
4	Rocas volcánicas y subvolcánicas paleozoicas

3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

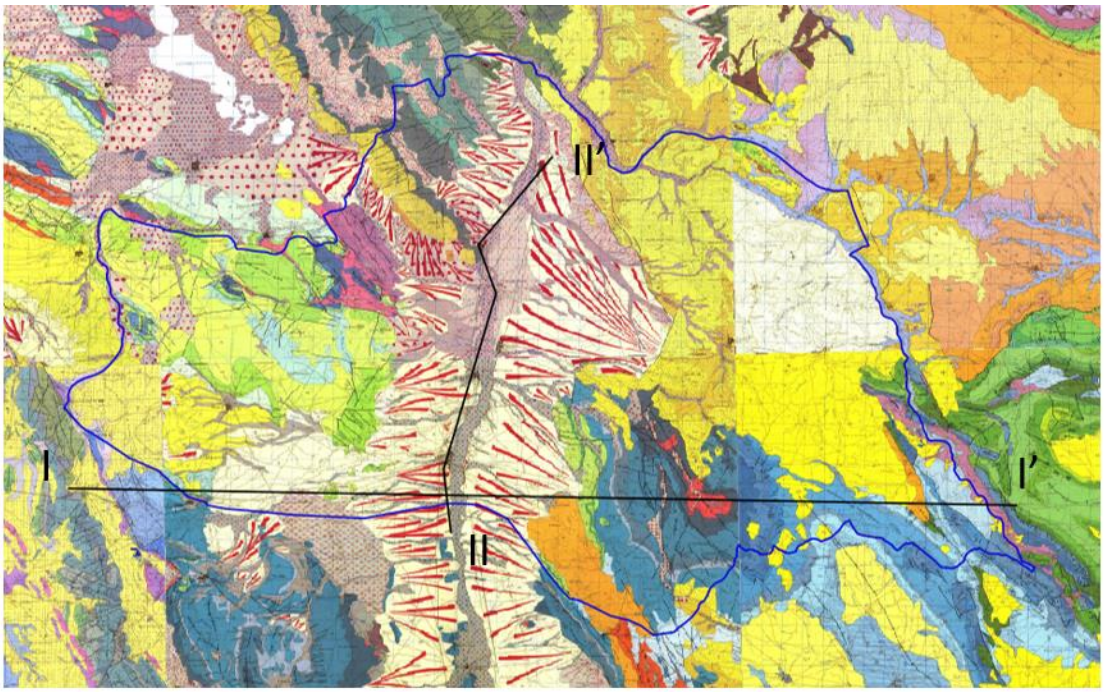
Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	126,22	Detrítica	16,93
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	156,68	Detrítica	21,02
Arcillas y lutitas (a veces, con cantos y yesíferas), areniscas y conglomerados	Neógeno-Cuaternario	Mioceno-Pleistoceno	15,33	Detrítica	2,06
Conglomerados, areniscas y lutitas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	16,94	Detrítica	2,27
Margas yesíferas y yesos, con arcillas, arenas y, eventualmente margas, calizas y sílex	Neógeno	Mioceno	13,63	Evaporítica	1,83
Calizas, calizas margosas y margas	Neógeno	Mioceno	106,39	Carbonatada	14,27
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	49,60	Detrítica	6,65
Conglomerados y areniscas, con arcillas y limos rojos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	13,66	Detrítica	1,83
Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas	Cretácico	Superior	68,03	Carbonatada	9,13
Calizas, dolomías, margas (Dol.Villa de Ves,Caballar;F.Tabladillo,Hontoria;Mgas.Chera)	Cretácico	Superior	33,11	Carbonatada	4,44
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F.Utrillas), a veces con dolomías (F.Ar.yArc.Segovia)	Cretácico	Inferior-Superior	4,30	Detrítica	0,58
Margas, calizas y margocalizas	Jurásico	Medio (Dogger)-Superior (Malm)	6,34	Carbonatada	0,85
Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Fm.Carb. de Chelva)	Jurásico	Medio (Dogger)	26,56	Carbonatada	3,56
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)	Triásico Superior-Jurásico Medio (Dogger)	Rethiense-Dogger	46,24	Carbonatada	6,20
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		12,10	Detrítica	1,62
Dolomías, calizas y margas(F. Muschelkalk)	Triásico	Medio	7,36	Carbonatada	0,99
Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías. Paleozoico Ibérica Aragonesa	Cámbrico-Ordovícico Inferior		21,09	Meta-Detrítica	2,83
Pizarras oscuras con interc.de aren., cuarc.y sills basált. Piz.Río, Piz.Calymene,Fm.Rodada 2	Ordovícico	Medio	8,41	Meta-Detrítica	1,13

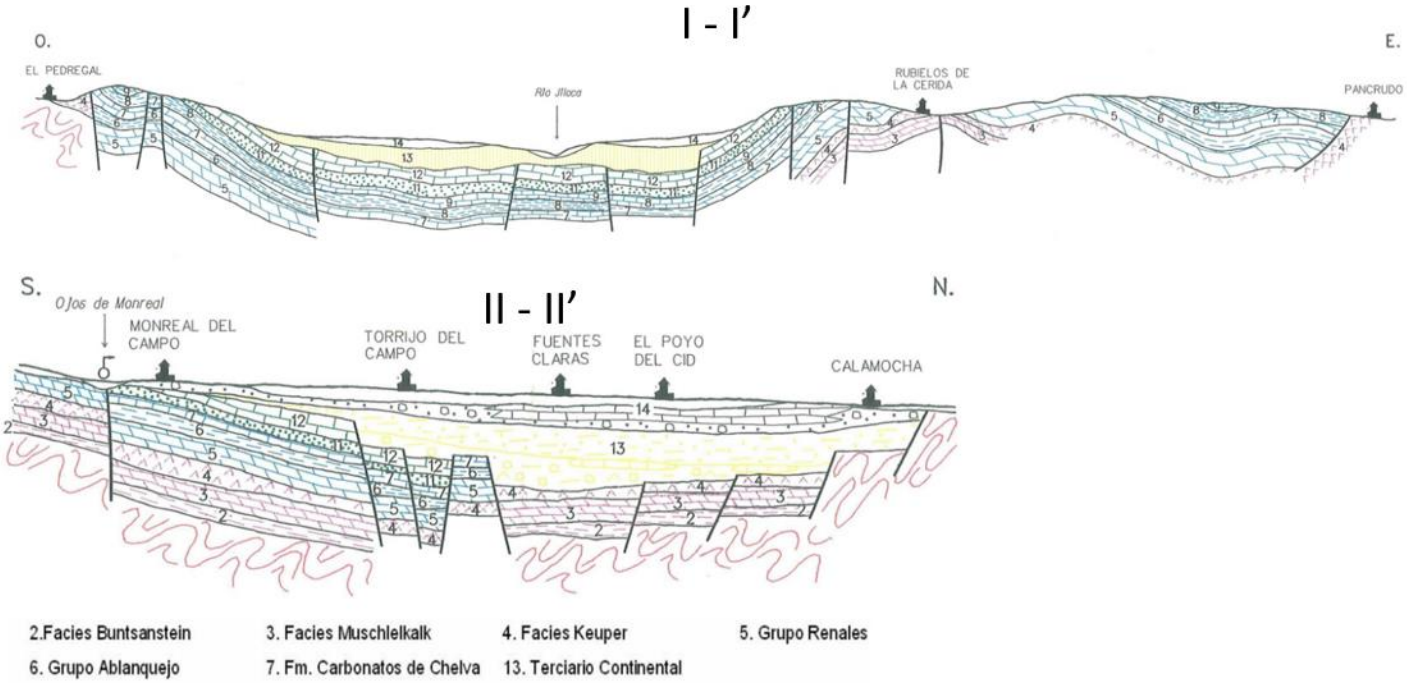
3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

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 yesíferas y yesos, con arcillas, arenas y, eventualmente margas, calizas y sílex	Neógeno	Mioceno	
Conglomerados, areniscas y lutitas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	
Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas	Cretácico	Superior	200-400
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F.Utrillas), a veces con dolomías (F.Ar.yArc.Segovia)	Cretácico	Inferior-Superior	100-250
Margas, calizas y margocalizas	Jurásico	Medio (Dogger)-Superior (Malm)	150-400

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)	Triásico - Jurásico	Superior (Triás.) - Medio (Jur.)	200-400
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		0-500
Dolomías, calizas y margas (F. Muschelkalk)	Triásico	Medio	50-100
Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías	Cámbrico-Ordovícico		

3.5 CORTES GEOLÓGICOS





3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Monreal-Calamocha se encuentra enclavada en el dominio geoestructural de la Cordillera Ibérica, en su sector central, y dentro de ésta, en el sector septentrional de la Fosa del Jiloca, generada por fallas en relevo de dirección NNO-SSE. Estas fallas están cortadas por otras en dirección ibérica que compartimentan la fosa en varios sectores. El sector que alberga esta masa de agua subterránea está hundido con respecto al meridional.

Se pueden diferenciar dos columnas tipo dentro de esta masa de agua, delimitadas por accidentes tectónicos:
Al sur de Caminreal está configurada de muro a techo por el Paleozoico que integra una serie pizarrosa y cuarcítica sobre la que se dispone el Trías en facies germánicas y la serie calcárea y margosa del Jurásico. Sobre el Jurásico se encuentran las facies Utrillas del Cretácico inferior, seguidas por toda la serie carbonatada del Cretácico superior. El Terciario también está presente formado por conglomerados y lutitas, seguido por los depósitos cuaternarios que incluyen glacis y aluviales.
Al norte de Caminreal, toda la serie mesozoica desaparece, y la columna tipo está formada por las pizarras y cuarcitas paleozoicas que afloran al NO de la MSBT, sobre las cuales descansa el Terciario con una amplia variedad litológica detrítica y carbonatada y el Cuaternario representado por tobas calcáreas, aluviales y glacis.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	149	13

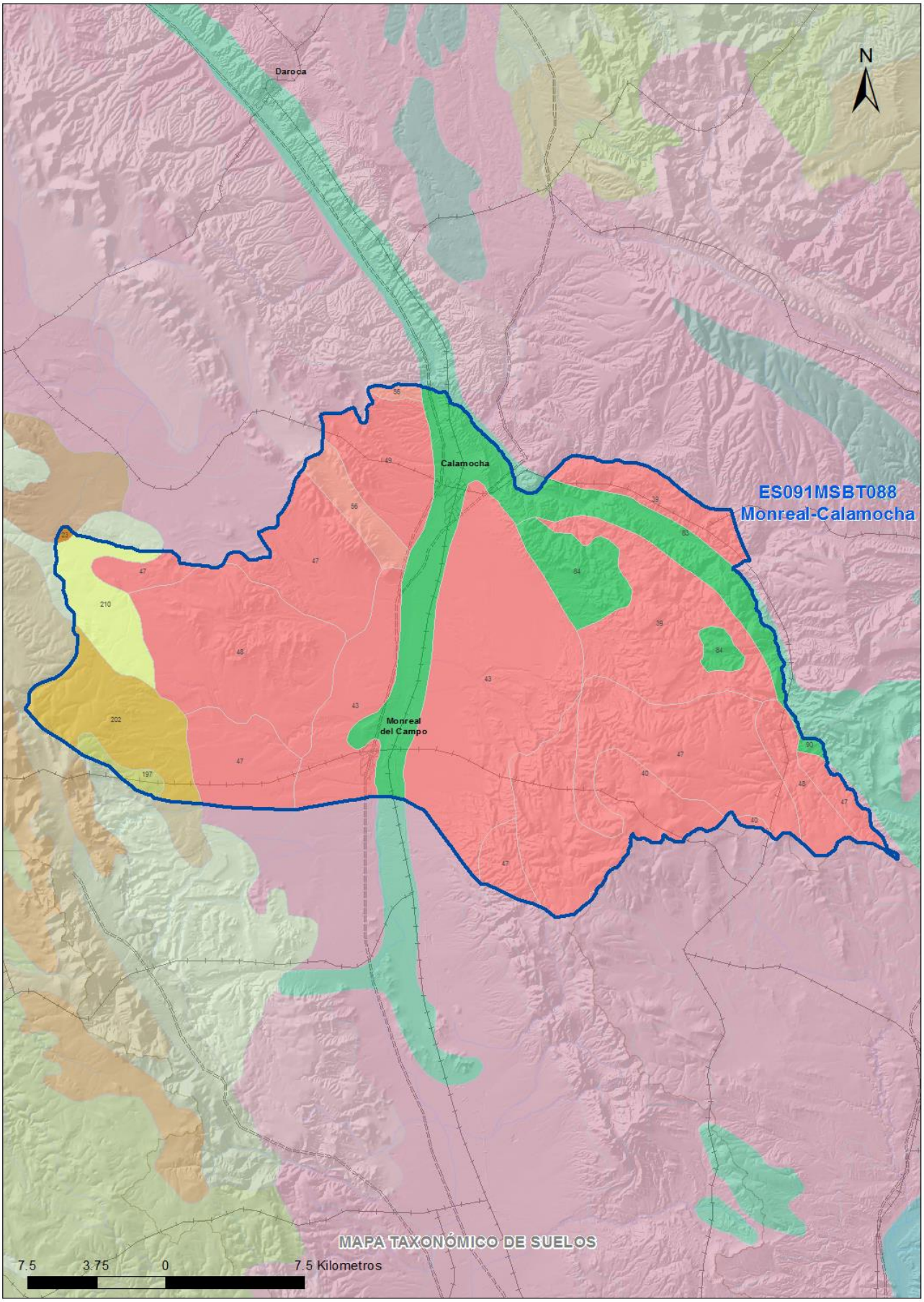
Espesor Medio Z.N.S. (m)	80
Litología Z.N.S.	Calizas, dolomías, brechas dolomíticas, margas, gravas, arenas, arcillas y limos

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km²)	% Afloramiento en la MSBT
ALFISOL, XERALF, PALEXERALF	1	0,07
ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID	556	74,66
ARIDISOL, CAMBID, HAPLOCAMBID	14	1,89
ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT	107	14,39
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	44	5,91
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	23	3,08

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA

MSBT

Red Hidrografica

DDHH

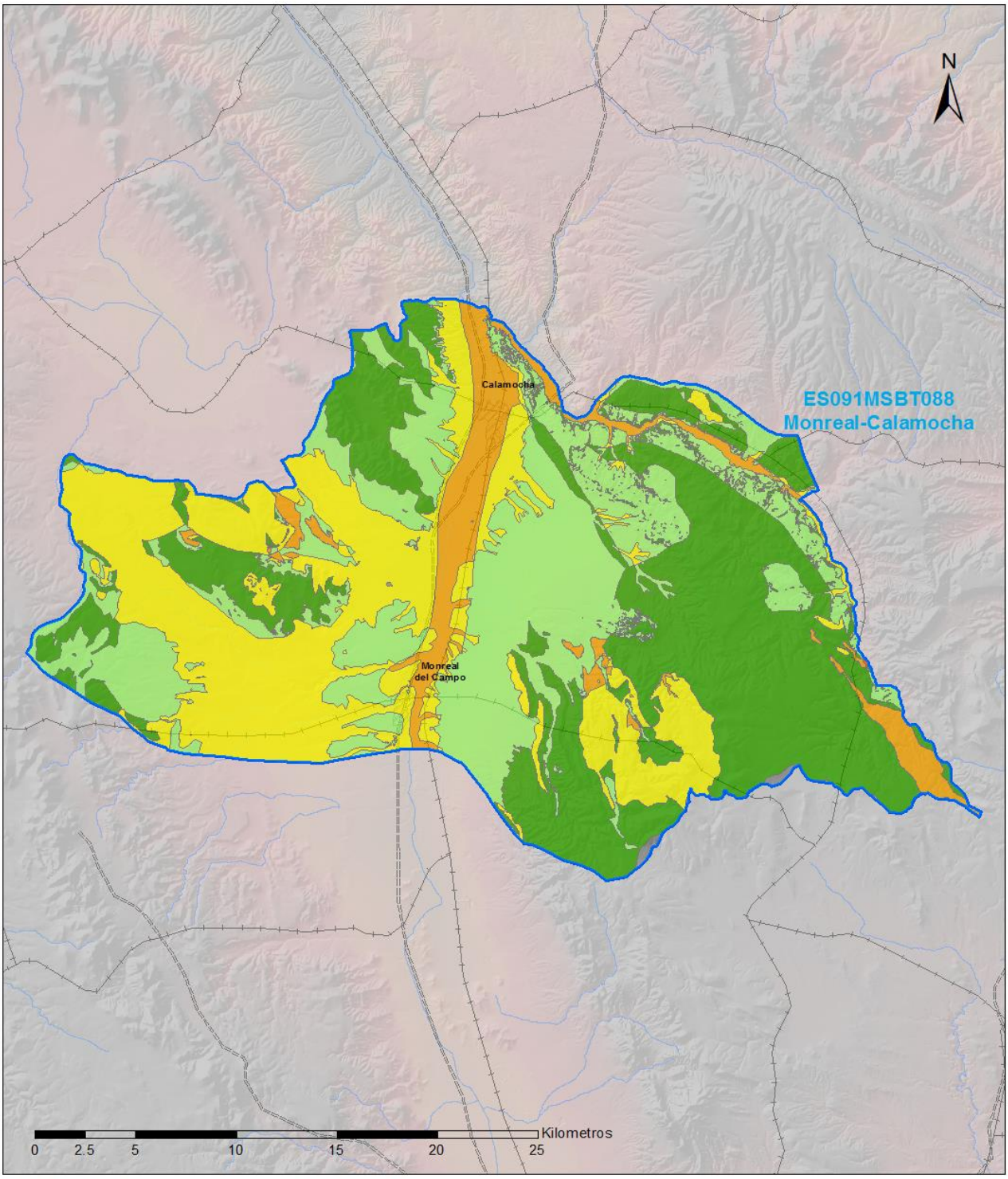
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
23	ALFISOL, XERALF, PALEXERALF, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, NO ASOCIA2, Epiaqualf, NO INCLUSION2
39	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, CALCIGYPSID, HAPLOSALID, Haplogypsid, NO INCLUSION2
40	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, HAPLARGID, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
43	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, HAPLOCAMBID, NO ASOCIA2, Haplargid, NO INCLUSION2
47	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, 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
56	ARIDISOL, CAMBID, HAPLOCAMBID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
83	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
84	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplocalcid, NO INCLUSION2
90	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOCALCID, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
197	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxeralf, NO INCLUSION2
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
210	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, XERORTHENT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		COP
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT
Muy Alta	0 - 0,5	0,01
Alta	0,5 - 1	7,39
Moderada	1 - 2	28,00
Baja	2 - 4	29,75
Muy Baja	4 - 15	34,60

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
Sureste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	Hoya de Alfambra
Sur	Abierto	Entrada	Permeable	CELLA-OJOS DE MONREAL
Este	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	ALIAGA-CALANDA
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	PÁRAMOS DEL ALTO JALÓN
Norte	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRA PALEOZOICA DE ATECA
Norte	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	HUERVA-PEREJILES
Norte	Abierto	Entrada	Permeable	GALLOCANTA

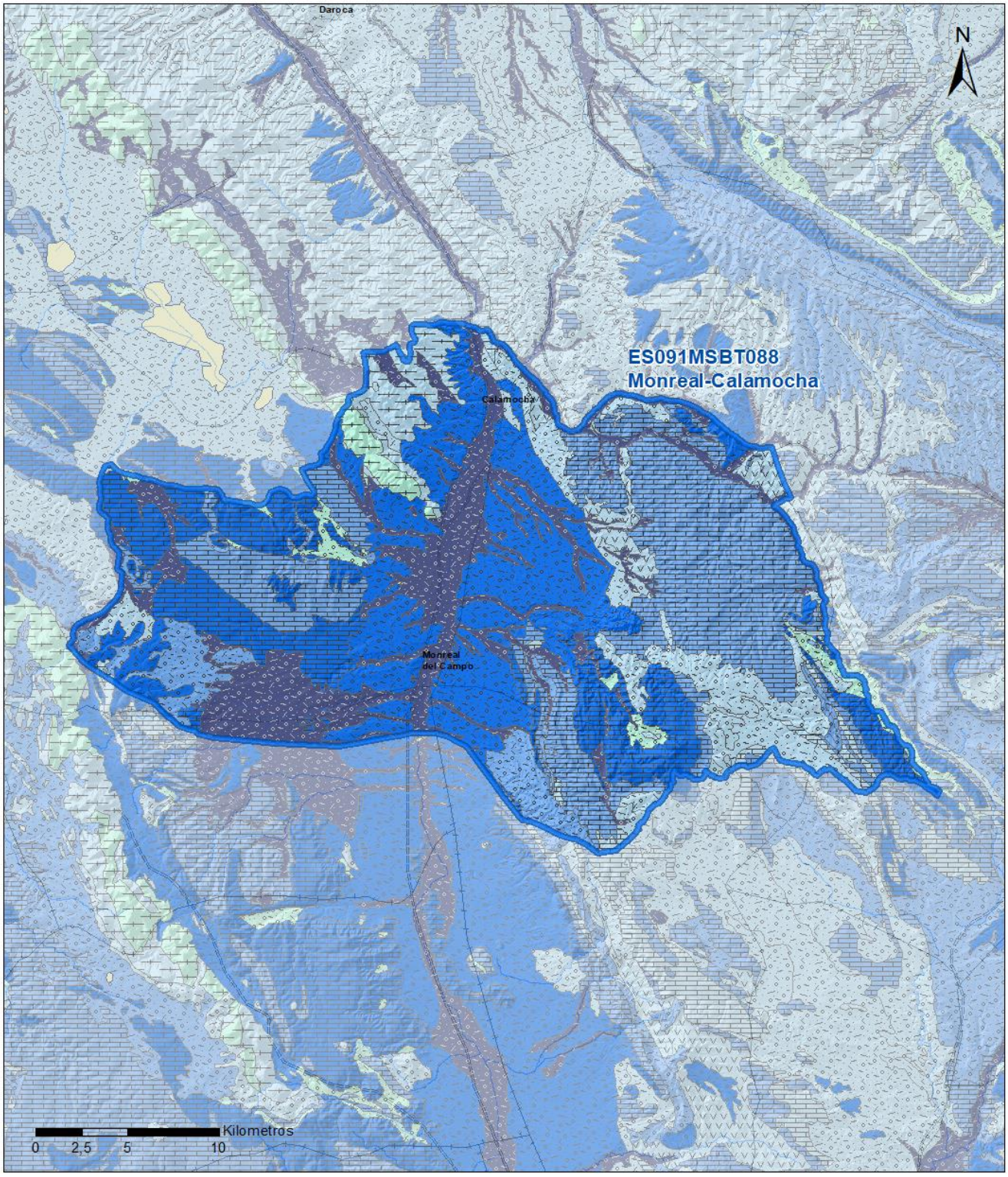
Descripción límites hidrogeológicos:

Los límites de la masa están definidos por la divisoria hidrográfica de la sierra paleozoica de Sta. Cruz al N; continúa por el río Pancrudo desde su desembocadura en el Jiloca hacia el E, desviado localmente para incluir el afloramiento Cretácico de Cutanda hasta la localidad de Alpeñés; y el río Pancrudo hasta la divisoria hidrográfica Jiloca-Rambla de la Hoz.

Al S el límite se establece en la divisoria hidrográfica entre el Jiloca y la Rambla de la Hoz. Para establecer el límite con la adyacente masa de agua de Cella-Ojos de Monreal, se traza una envolvente de los afloramientos cretácicos, extensos en esta masa de agua y casi ausentes en la septentrional. Este límite refleja la existencia de un accidente en el límite de ambas masas de agua subterránea, en la dirección Pozuel del Campo – Bueña, que compartimenta la fosa del Jiloca y hace que el sector de Cella-Ojos de Monreal tenga el sustrato más elevado. Los drenajes de Monreal están relacionados con este accidente, que enfrenta los niveles permeables del Jurásico con las arenas de Utrillas, de permeabilidad media a baja.

Al O y NO, el límite con las masas de Gallocanta y Alto Jalón se traza según la divisoria hidrográfica e hidrogeológica, respectivamente.

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

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km²)
			Sistema	Serie		
Muschelkalk	Dolomías	Media	Triásico	Medio	100-120	7
Suprakeuper-Lías (Grupo Renales)	Dolomías, brechas dolomíticas y calizas	Alta	Jurásico	Inferior	120-270	46
Dogger-Malm	Calizas oolítivas y margas	Media-Baja	Jurásico	Medio-Superior	190-260	29
Cretácico inferior	Arenas, arcillas, gravas y conglomerados	Media-Baja	Cretácico	Inferior	50	4
Cretácico superior	Calizas y dolomías	Alta	Cretácico	Superior	300	101
Terciario carbonatado	Calizas	Media	Neógeno	Mioceno-Plioceno		110
Terciario detrítico	Areniscas y conglomerados	Media-Baja	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno		83
Tobas Pleistocenas	Tobas	Muy alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno		
Aluvial del Jiloca	Gravas, arenas, arcillas y limos	Muy alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno		126
Cuaternario coluvial	Gravas, arenas, arcillas y limos	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno		157

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Muschelkalk	7	0,99	Confinado	120	Karstificación-Fisuración	Muschelkalk
Jurásico-Cretácico	188	25,17	Libre-semiconfinado	850	Karstificación-Fisuración	Cretácico superior, Cretácico inferior, Dogger-Malm y Superkeuper-Lías
Terciario continental	192	40,50	Libre		Karstificación-Intergranular	Terciario detrítico y terciario carbonatado
Cuaternario aluvio-coluvial	283	37,95	Libre		Intergranular	Aluvial del Jiloca, Cuaternario coluvial, Tobas pleistocenas

Descripción general:

Esta MSBT se identifica con los siguientes acuíferos:

- Jurásico-Cretácico, constituye uno de los principales acuíferos dentro de la masa de agua formado por un importante paquete de materiales carbonatados (dolomías, calizas y carniolas) entre los que se intercalan niveles margosos impermeables. Incluye las formaciones del Grupo Renales (Imon, Cortes de Tajuña y Cuevas Labradas), el Dogger-Malm (Fm Chelva, Loriguillas e Higueruelas) y el Cretácico superior, todas ellas conectadas entre sí a merced de las numerosas fracturas que dominan la zona. Posee un régimen hidráulico libre y confinado según zonas, y una permeabilidad alta asociada a procesos de karstificación y fisuración.
- Cuaternario, corresponde con otro de los acuíferos importantes de la MSBT, representado por el aluvial del Jiloca, los depósitos coluviales y las tobas Pleistocenas. Constituye un acuífero superficial libre, de permeabilidad alta a muy alta, en conexión directa con el río Jiloca.
- Terciario continental de carácter mixto, está formado por conglomerados y areniscas (terciario detrítico) y calizas (terciario carbonatado).
- Muschelkalk formado por dolomías, separadas del acuífero Jurásico-Cretácico por los materiales de muy baja permeabilidad del Keuper.

El acuífero cuaternario constituye un tapiz continuo en toda la fosa del Jiloca, y se extiende más allá del límite Sur, mientras que el acuífero profundo (Mesozoico), solo presente en la mitad sur de la masa de agua, está limitado por barreras al flujo a causa de la compartimentación de la fosa.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m²/día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Mesozoico	Cretácico superior	Ensayo de bombeo	56,00	56,00		
Mesozoico	Cretácico superior	Ensayo de bombeo	9.500,00	9.500,00		

Descripción general:

Existen dos piezómetros de control Torralva de los Sisones (IPA_261950029) y Blancas (IPA_262010019) en el que las pruebas de bombeo aportan valores de transmisividad 9.500 y 56 m²/día, respectivamente, según el método de análisis.

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Esta masa de agua subterránea responde a un funcionamiento en el que la recarga principal se realiza por infiltración directa del agua de lluvia a

través de los afloramientos permeables mesozoicos circundantes a la Fosa del Jiloca (fundamentalmente cretácicos y, en menor medida jurásicos) y sobre las formaciones permeables de la propia fosa, que a su vez reciben recarga por retornos de riegos. Asimismo, también se producen entradas laterales desde los cretácicos de Gallocanta y a través de los materiales mesozoicos de la Sierra de Lidón.

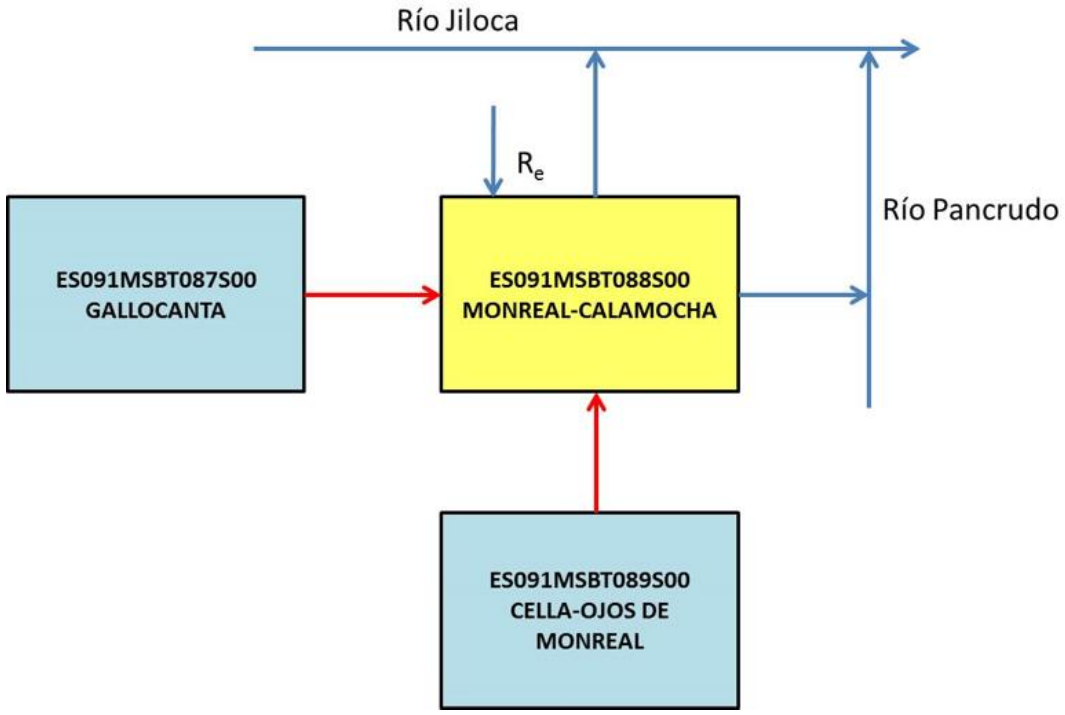
La descarga principal de la MSBT se produce a través del río Jiloca, que actúa como colector de la fosa. Además, entre Caminreal y Calamocha, se produce un estrechamiento progresivo del acuífero mesozoico produciéndose un ascenso del flujo subterráneo hacia el río a través de fracturas en el relleno terciario. También se producen descargas de importancia a favor de manantiales, entre los que destaca la surgencia de los Ojos de Caminreal (con un caudal medio en torno a los 200 l/s y cuyo caudal es derivado a acequias de riego) y los Ojos de Monreal, así como también mediante bombeo para riego. Por último, el río Pancrudo actúa también como drenaje del acuífero terciario carbonatado del sector Noreste de la MSBT.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT088S00	Monreal-Calamocha

Esquema: ES091MSBT088S00



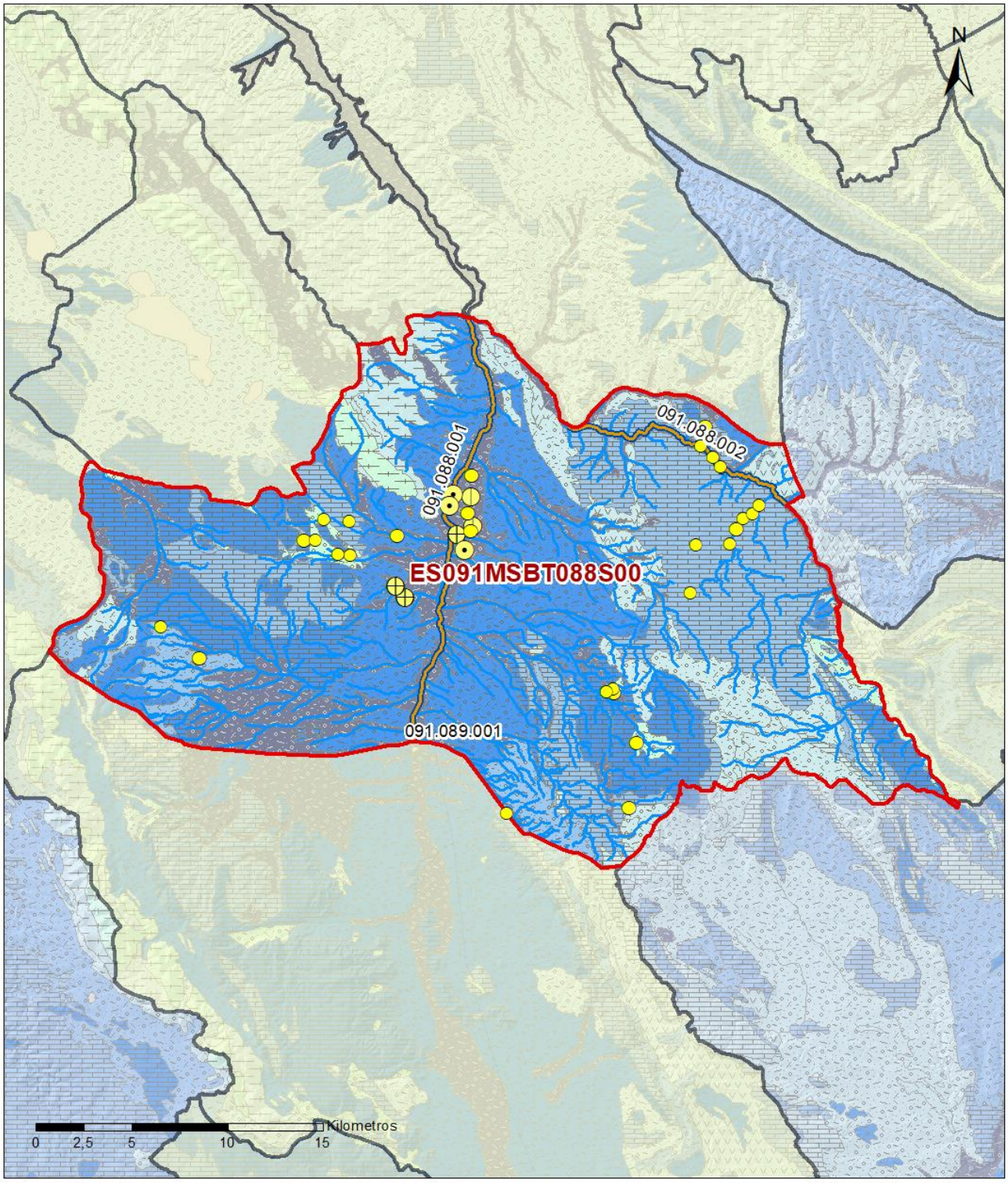
5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT088S00	ES091MSPF322	Río Jiloca desde los Ojos de Monreal hasta el río Pancrudo.	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.088.001
ES091MSBT088S00	ES091MSPF828	Río Pancrudo desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de Lechago.	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.088.002

5.6.3 PARÁMETROS DE LA RELACIÓN MSPF/MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código manantial principal o tramo	Cota de descarga (m)	Coef. α del manantial (días −1)	Caudal medio (hm³/año)	Rango (hm³/año)	Coeficiente de reparto (%)	Relación unitaria de trasferencia (L/s/m)
ES091MSBT088S00	091.088.001	850	0,00335	82,93	63,07-113,52	85	0,06210
ES091MSBT088S00	091.088.002	904	0,01794	11,70	10,72-13,40	15	0,01780

Relación río/acuífero ES091MSBT088S00



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 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

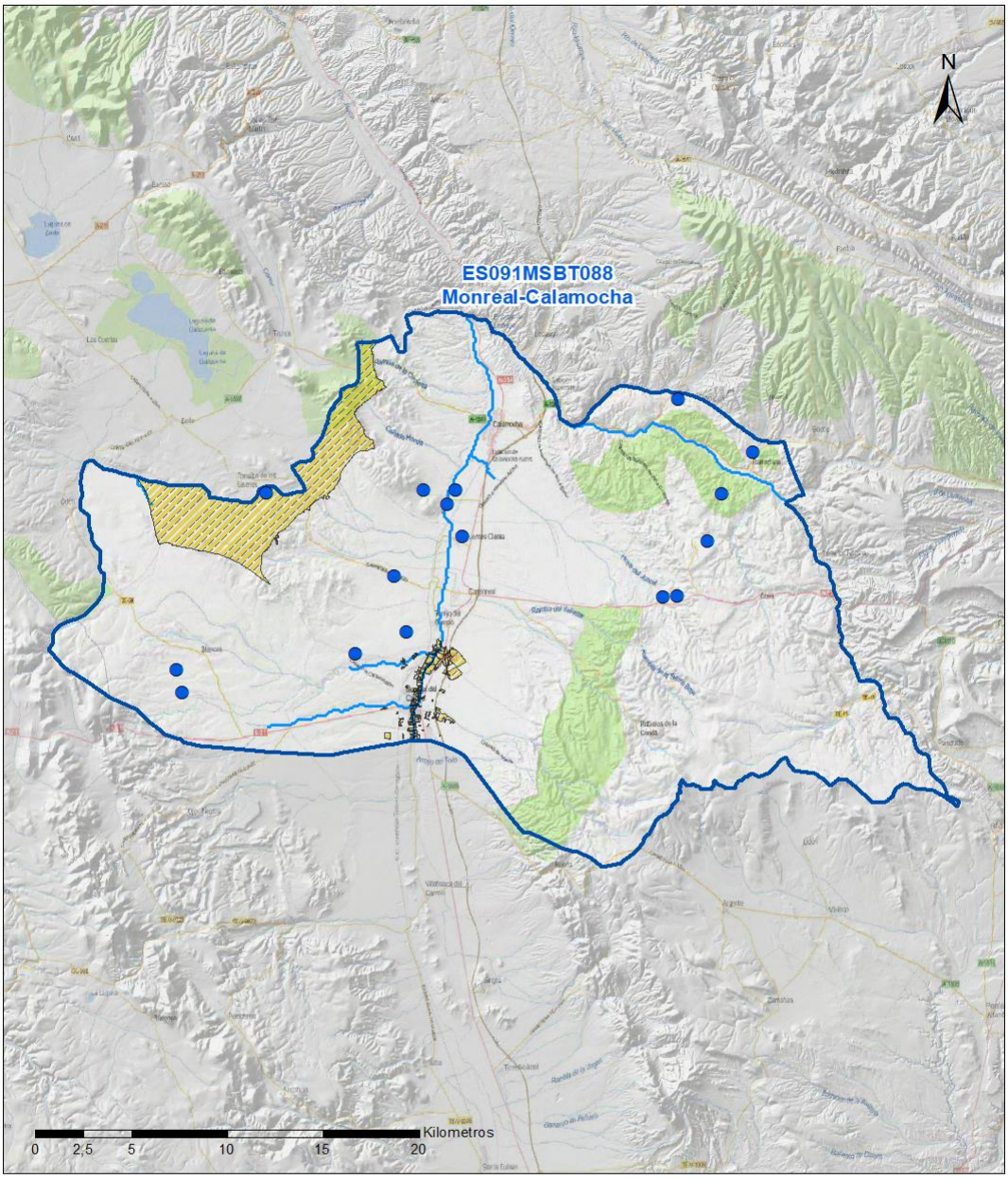
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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)	16	☑	☐		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	16	☐	☑	1	0,09
Zonas de futura captación de agua para consumo humano		☐	☐		
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	2	☐	☑	41	5,50
Perímetros de protección de aguas minerales y termales		☐	☐		

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

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

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

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

7.1 BALANCE HÍDRICO

7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)

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

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm³/año)	Componente	Volumen (hm³/año)
Infiltración lluvia	10,62	**Descargas hacia MSPF**	
Recarga desde MSPF		**Extracciones**	6,20
Transf. lateral otras MSBT		**Transf. lateral otras MSBT**	
Retornos de riego	0,67		
Otras entradas		**Otras salidas**	
Entradas Totales	11,29	**Salidas Totales**	6,20
Diferencia entradas-salidas (hm³/año) (RA)			5,09

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

7.2.1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm³/año)	10,71
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm³/año)	6,12
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm³/año)	2,20
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm³/año)	13,90
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,44

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm³/año)	10,62
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm³/año)	6,20
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm³/año)	2,12
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm³/año)	9,17
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,68

"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

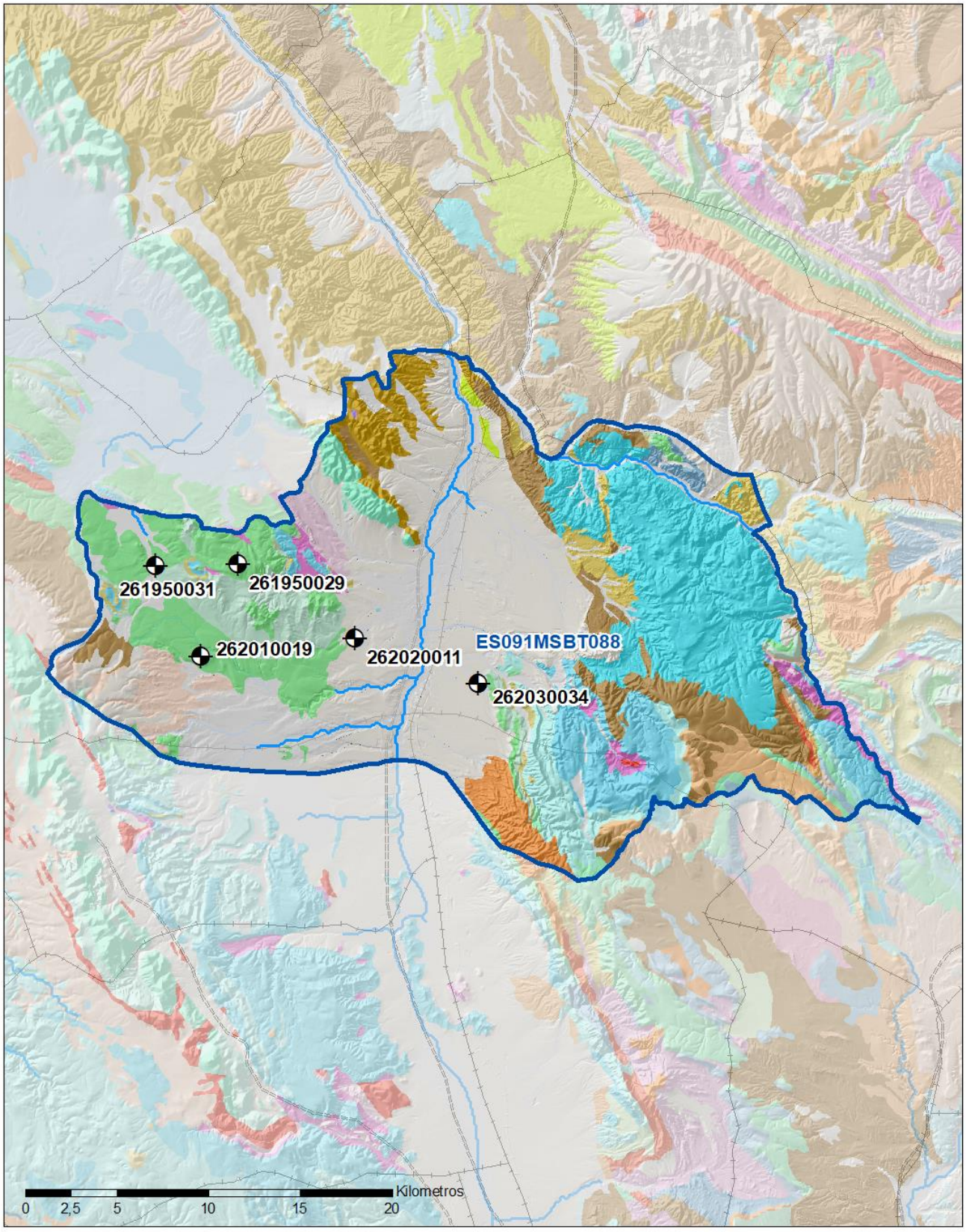
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
261950029	Piezometría	630.466	4.525.294	Cretácico Superior	22/07/2004			225,0	1.120	☑	☐	☐
261950031	Piezometría	625.984	4.525.191	Suprakeuper-Lías	12/07/2005			178,0	1.076	☑	☐	☐
262010019	Piezometría	628.421	4.520.284	Cretácico Superior	21/07/2004			175,0	1.064	☑	☐	☐
262020011	Piezometría	636.854	4.521.239	Cretácico Superior	01/07/1977			230,0	954	☑	☐	☐
262030034	Piezometría	643.536	4.518.769	Cretácico Superior	01/01/1985			242,0	974	☑	☐	☐

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

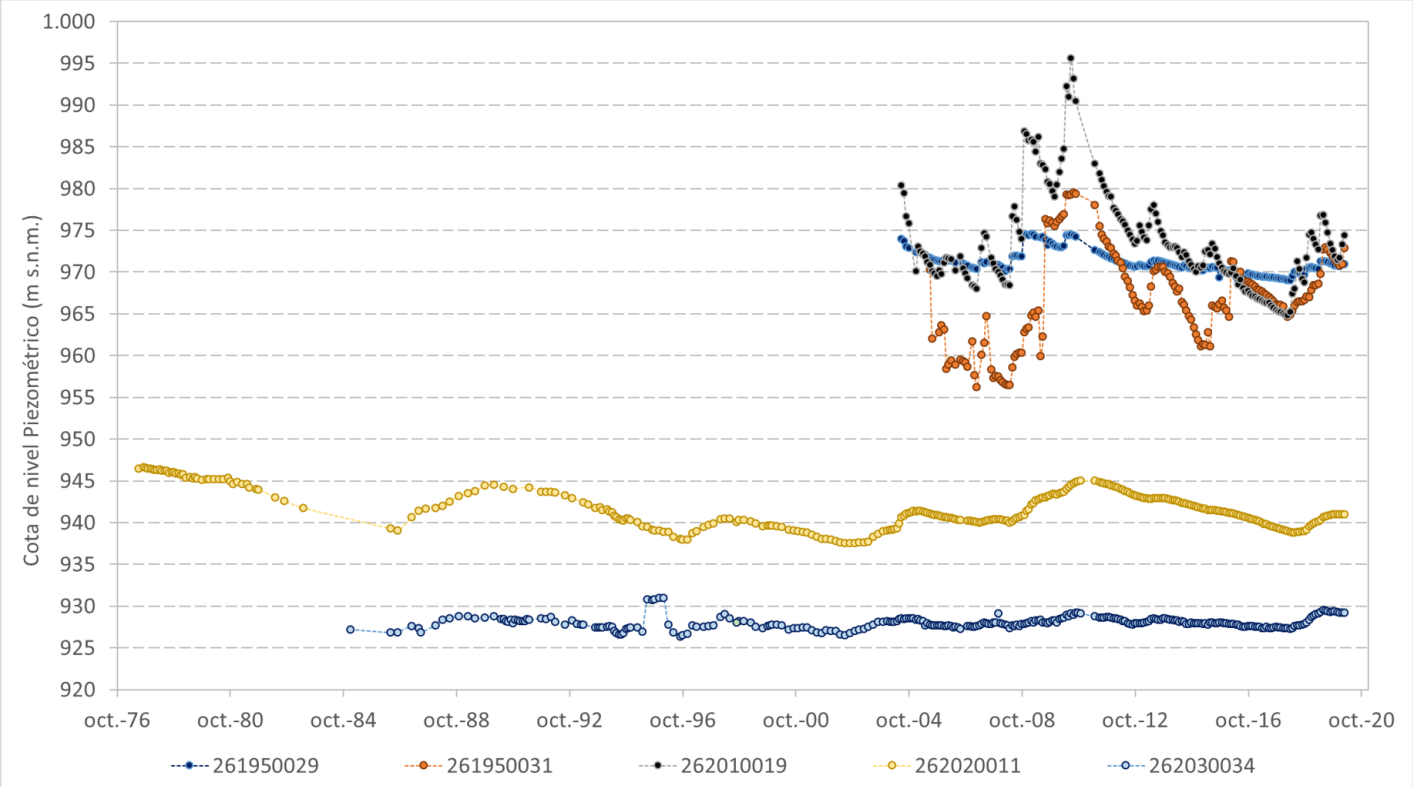
Piezometría

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 5 piezómetros, presentan medidas de profundidad continuadas comenzando a medirse en el año 1977, con valores de cotas piezométricas medias entre los 928,0 m s.n.m. en el punto IPA_262030034, y los 973,8 m s.n.m, en el punto IPA_ 262010019. Las evoluciones reflejadas en la gráfica muestran unas variaciones asociadas a posibles periodos húmedos y secos en los puntos de control IPA_ 262030034 y IPA_ 262020011, con máximos y mínimos a lo largo de varios años, con rangos de variación hasta los 9,1 m, mientras que los tres puntos restantes, IPA_ 262010019, IPA_ 261950031 y IPA_ 261950029, muestran unas variaciones más heterogéneas, con posible relación con variaciones interanuales y/o estacionales, con unos rangos de variación de hasta 30,8 m. Todos los puntos de control reflejan niveles del acuífero cretácico, a excepción del punto IPA_ 261950031, que se asocia con el acuífero Suprakeuper-Lías.

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
261950029	2004	2020	173	974,5	969,0	971,2	5,6	-0,19	Cretácico Superior	No
261950031	2005	2020	162	979,5	956,3	967,0	23,3	0,18	Suprakeuper-Lías	No
262010019	2004	2020	174	995,6	964,8	973,8	30,8	-0,37	Cretácico Superior	No
262020011	1977	2020	325	946,6	937,5	941,7	9,1	-0,13	Cretácico Superior	No
262030034	1985	2020	292	931,0	926,3	928,0	4,7	0,06	Cretácico Superior	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

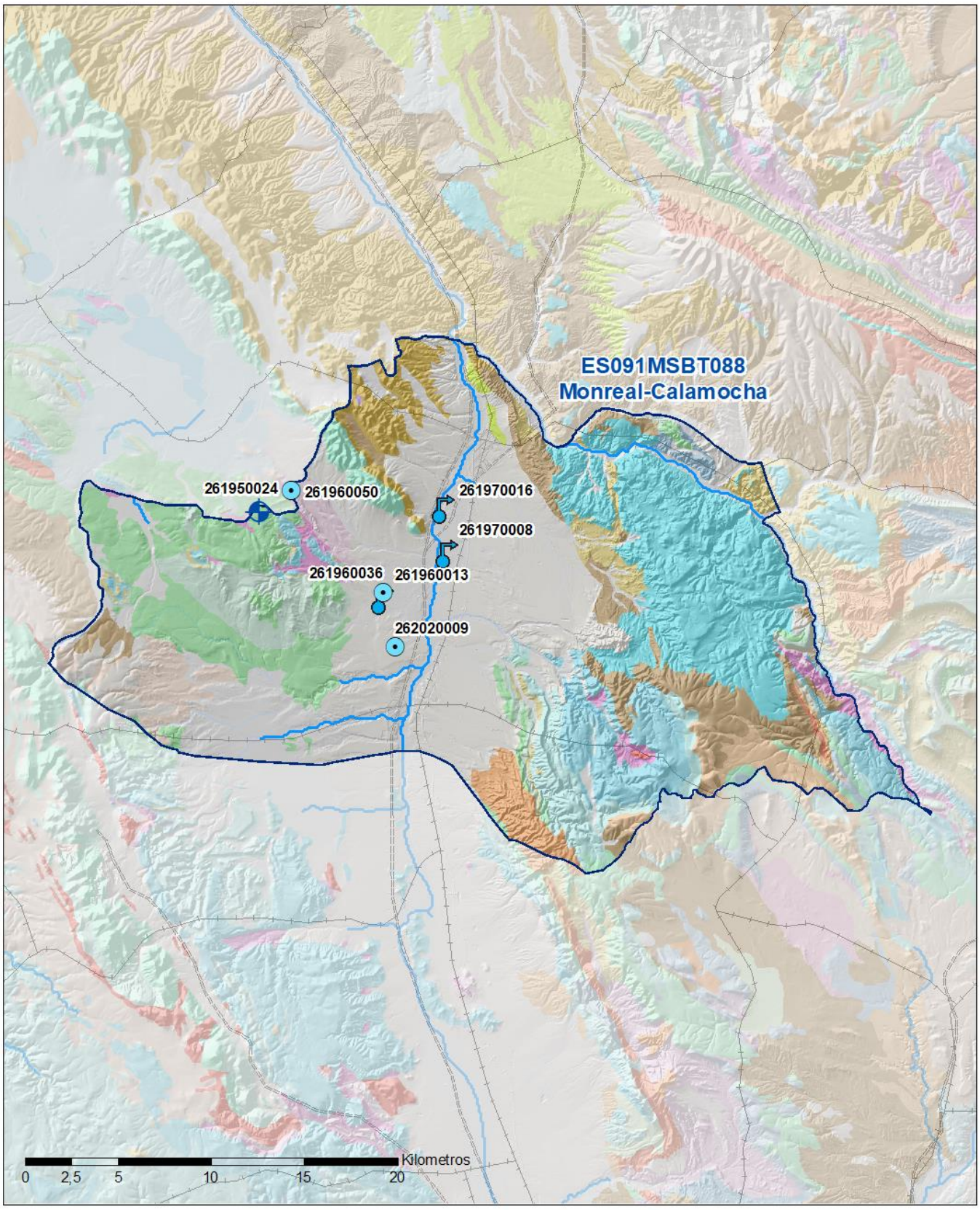
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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					
261950024	POLÍGONO GANADERO. Los Olmos	631.411	4.527.494	1.063	153,0	SONDEO		13/02/2013
261960013	OJOS DE CAMINREAL-1	638.066	4.522.781	931		MANANTIAL	Cretácico superior - Calizas	25/05/1995
261960036	PCa-2 ABTO DPTe. OJOS CAMINREAL. PARIDERA DE LAS MORATAS (PO:5 PA:26)	638.047	4.523.176	937	119,0	POZO	Cretácico superior - Calizas	17/05/2007
261960050	PARIDERA BARCA	633.153	4.528.655	1.043	95,0	POZO	Muschelkalk - Dolomías	01/12/2003
261970008	FUENTE EL CUBO	641.508	4.525.213	913		MANANTIAL	Tobas pleistocenas - Tobas	08/11/1995
261970016	FUENTE DEL HERRERO	641.307	4.527.638	904		MANANTIAL	Aluvial del Jiloca - Aluvial y glacis	19/11/2007
262020009	POZO AYUNTAMIENTO IRYDA TE-12 (Po:5, Pa:5)	638.718	4.520.229	951	216,0	POZO	Cretácico superior - Calizas	22/05/1995

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico		PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
261950024	☑	☐	☐	☐	☐	
261960013	☑	☐	☐	☐	☐	
261960036	☐	☐	☑	☑	☐	Abastecimientos urbanos
261960050	☐	☐	☐	☑	☐	Regadíos y usos agrarios
261970008	☑	☐	☑	☐	☐	
261970016	☐	☐	☑	☐	☐	
262020009	☐	☐	☑	☐	☐	Abastecimientos urbanos

Mapa Red Control



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT

Tipo de Captación

MANANTIAL

SONDEO

POZO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

Código Punto	Principales materiales atravesados	Facie Hidrogeoquímica
261950024		Bicarbonatada cálcica
261960013	Cretácico superior - Calizas	Bicarbonatada cálcica
261960036	Cretácico superior - Calizas	Bicarbonatada cálcica
261970008	Tobas pleistocenas - Tobas	Sulfatada cálcica
261970016	Aluvial del Jiloca - Aluvial y glacis	Sulfatada cálcica
262020009	Cretácico superior - Calizas	Sulfatada bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

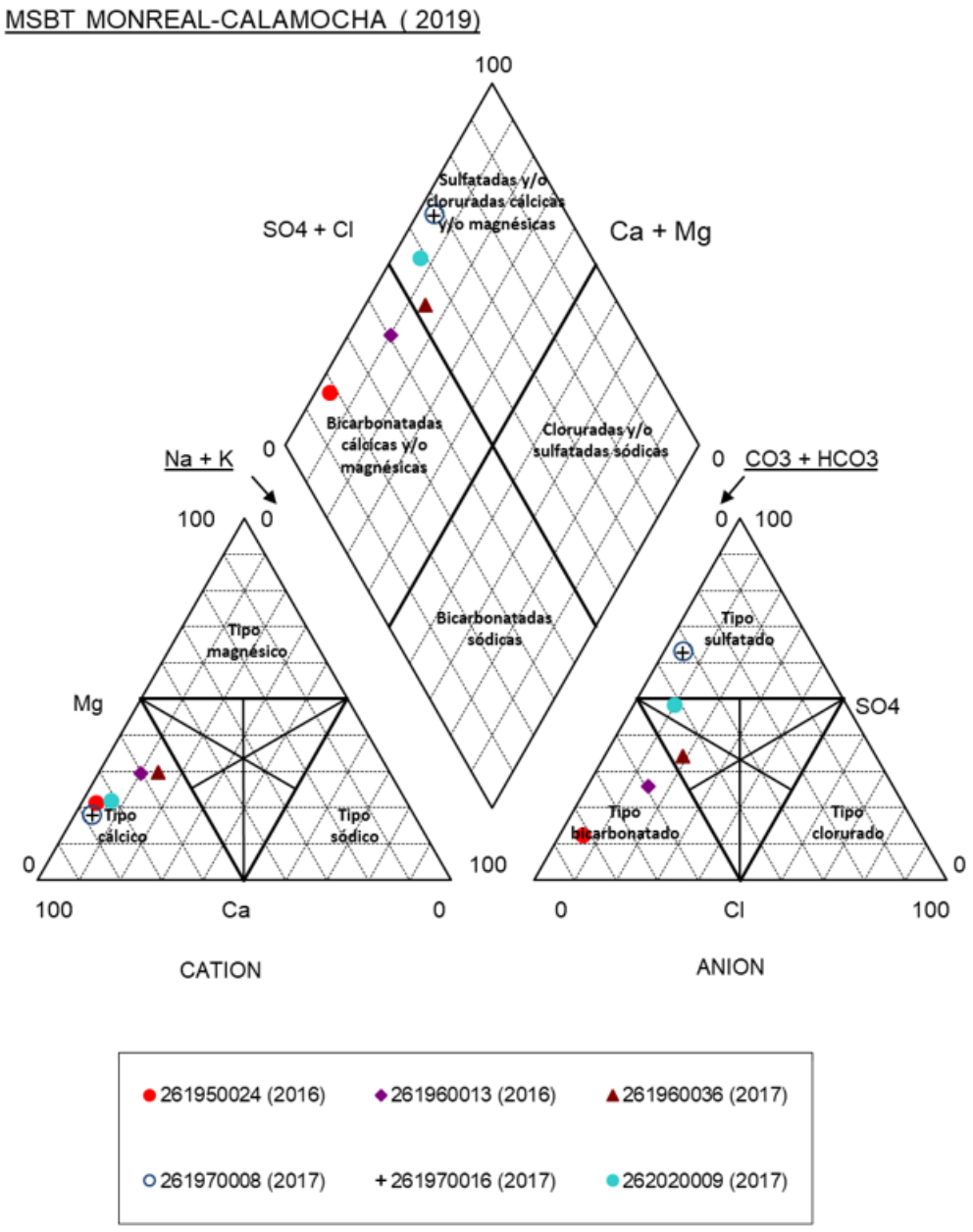


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261950024

Monreal-Calamocha 261950024 (2016)

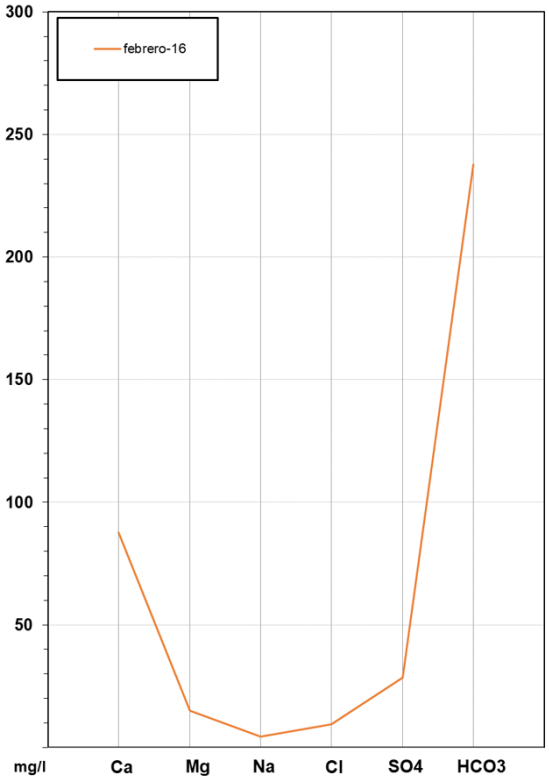


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261960013

Monreal-Calamocha 261960013 (2016)

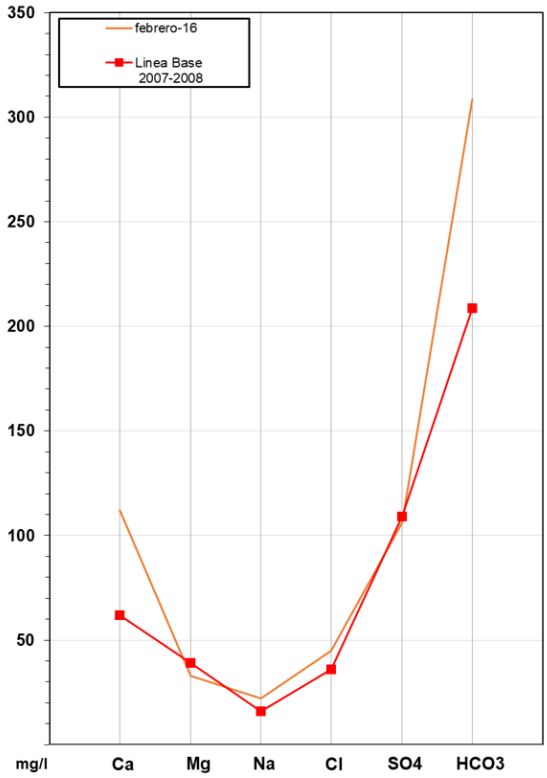


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261960036

Monreal-Calamocha 261960036 (2016-2017)

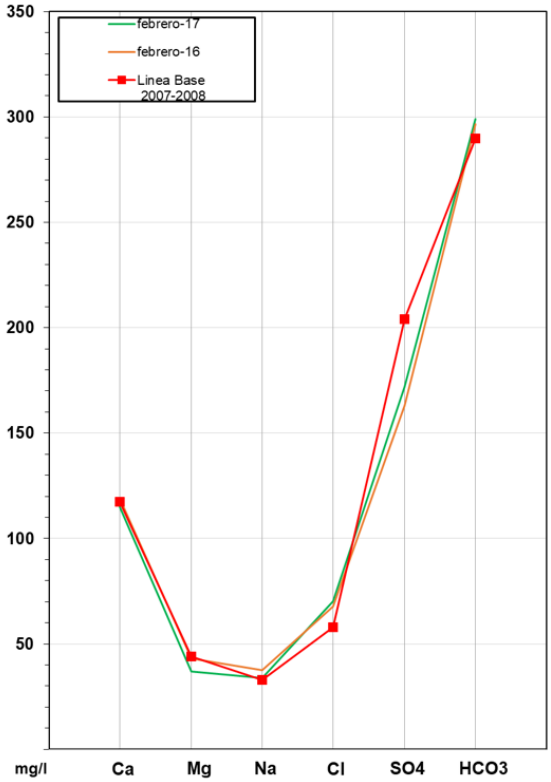


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261970008

Monreal-Calamocha 261970008 (2015-2017)

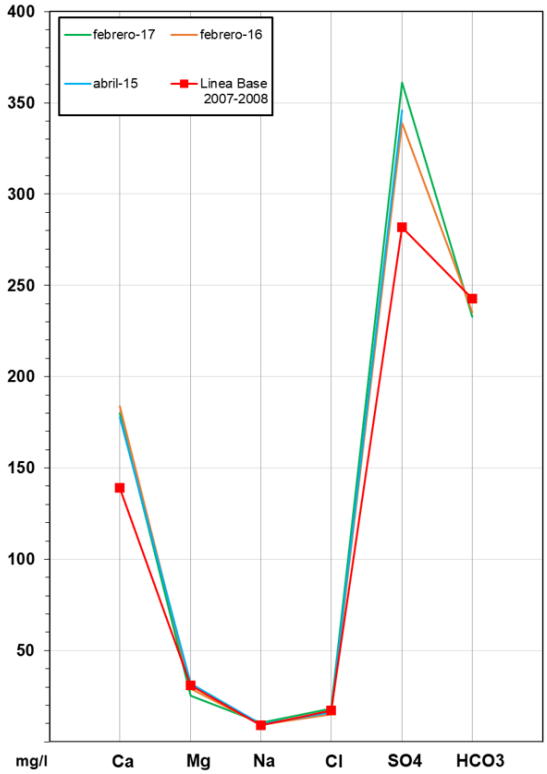


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261970016

Monreal-Calamocha 261970016 (2015-2017)

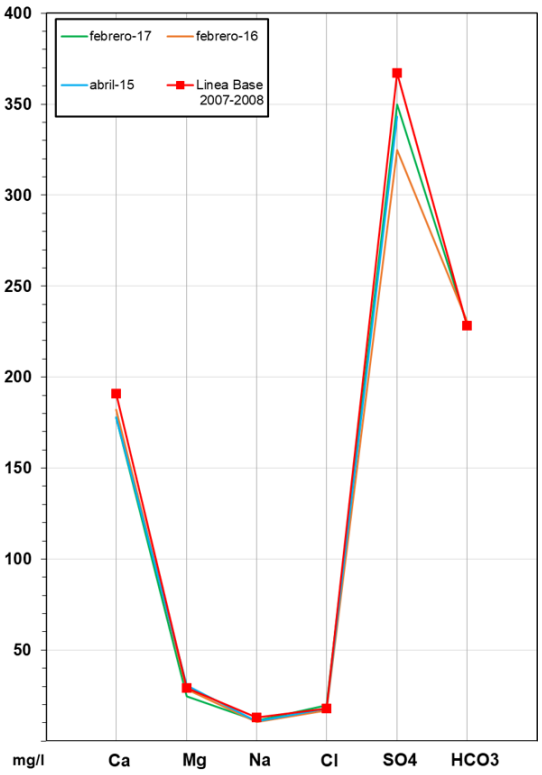
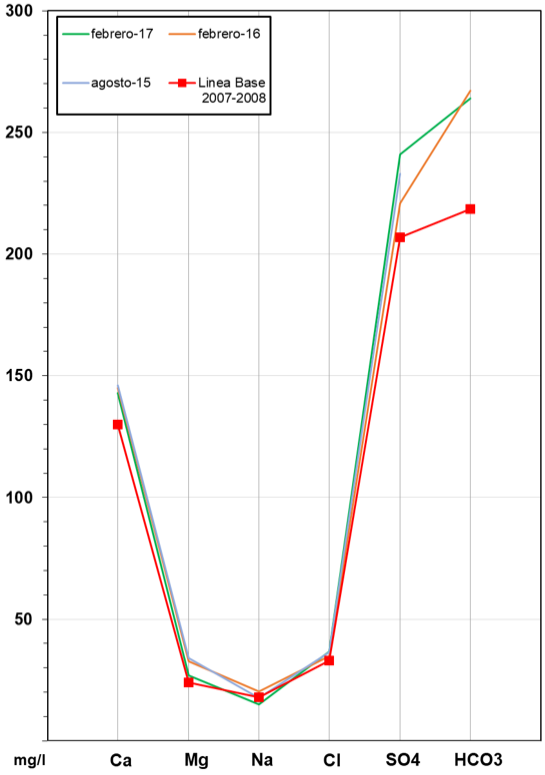


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 262020009

Monreal-Calamocha 262020009 (2015-2017)



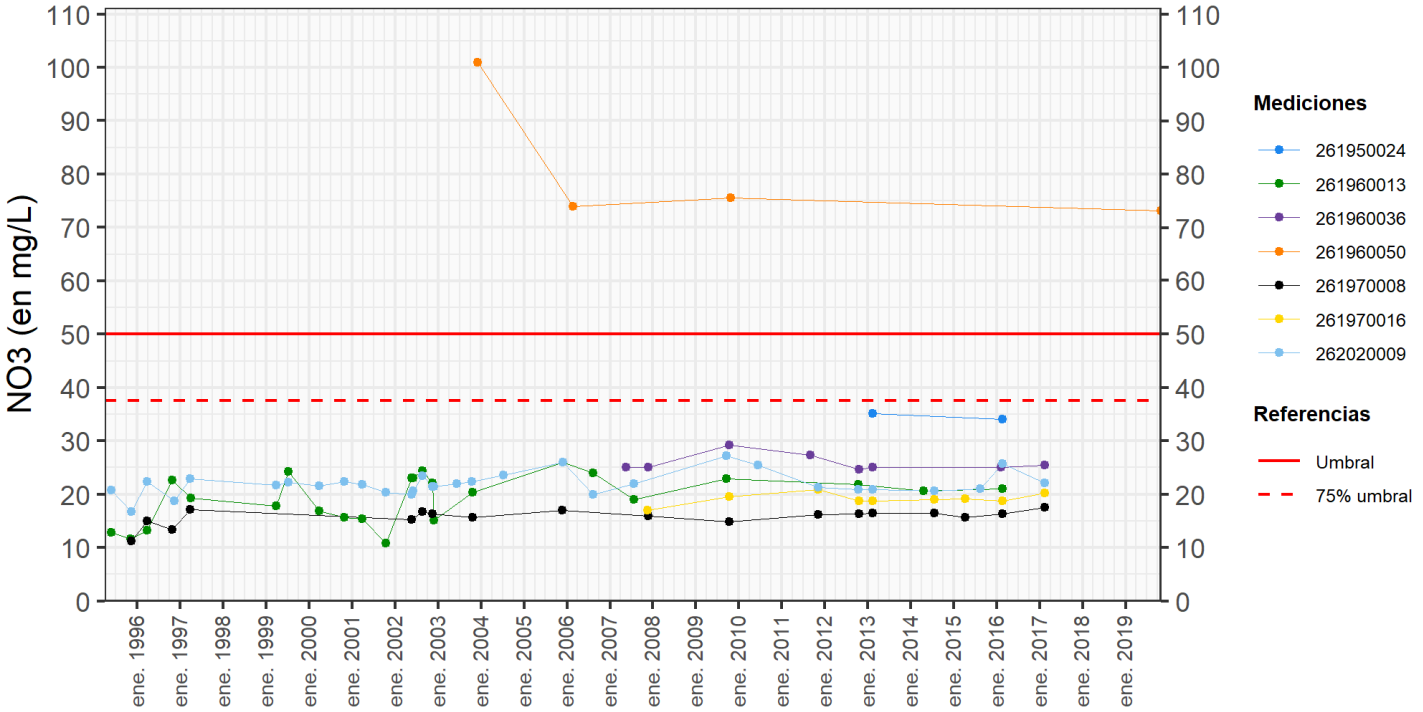
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

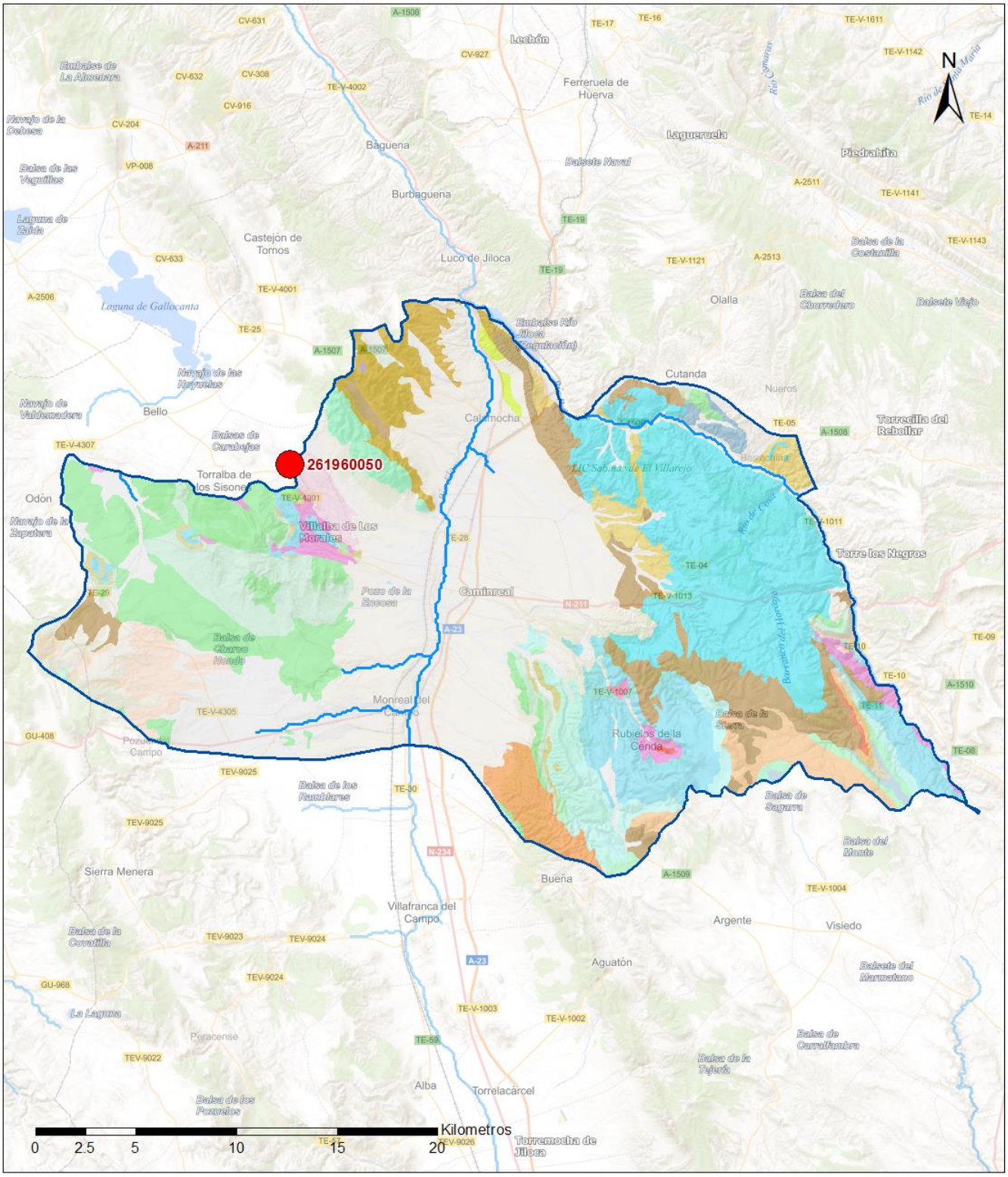
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº 1	Nitrato (NO_3^-)

Gráficas de Evolución



ES091MSBT088 - NO3 (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

MSBT:

Red hidrográfica

ES091MSBT088

Monreal-Calamocha

NITRATOS (mg/l) 2019

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

Norma de Calidad: 50 mg/l

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

EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

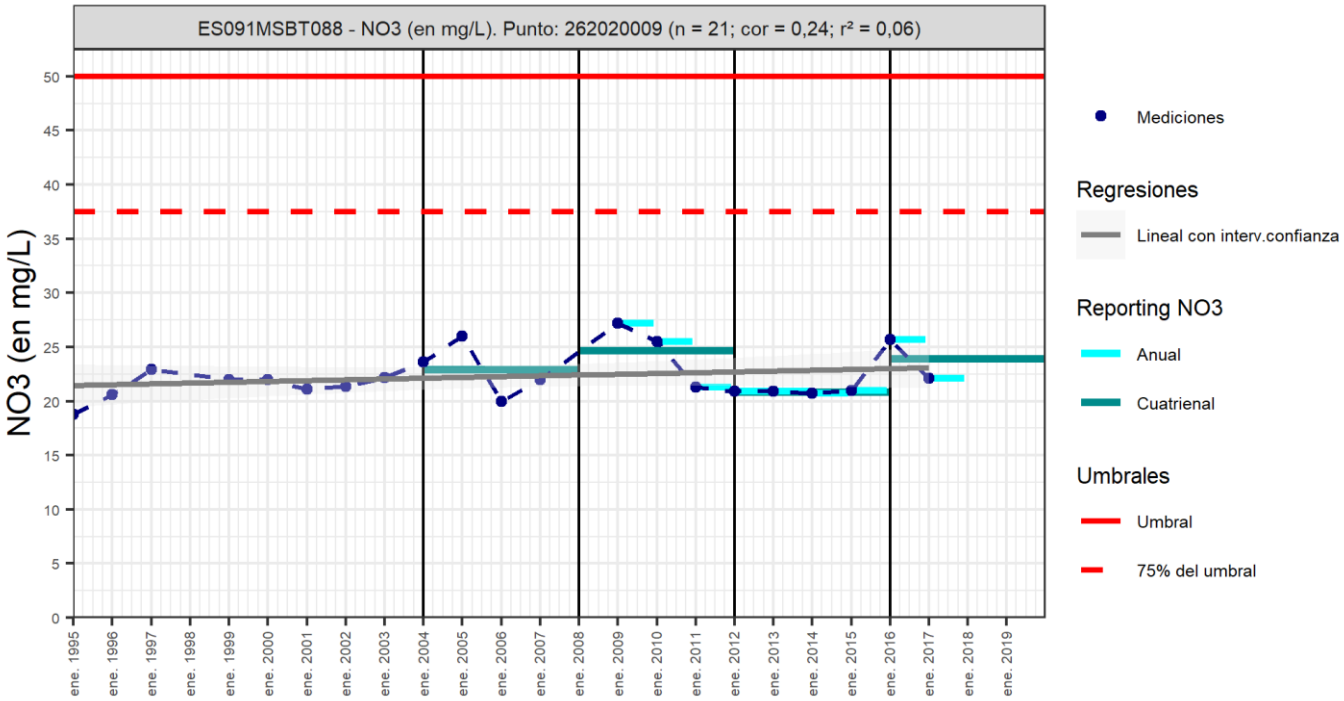
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Para el análisis de la tendencia del contenido en nitratos de la masa de agua Monreal-Calamocha se ha seleccionado 1 punto de control que se corresponde con un manantial (IPA_262020009) y dispone de 8 medidas consecutivas entre los años 2009 y el 2017.

Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO_3^-)

Código Punto 262020009



Análisis de tendencias

Los resultados obtenidos en el punto de control seleccionado (IPA_262020009) por el método de regresión lineal tienen valores de R^2 <0,3 (baja correlación) y no se identifica tendencia (R2>0,5) creciente o decreciente. El análisis estadístico de Mann-Kendall de las serie histórica anual no permite identificar una tendencia de evolución significativa GS < de 90% (tendencia dudosa).

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios muestran un ligero ascenso en la concentración de nitrato de 3,02 mg/L. En general, la concentración de nitrato tiene una tendencia creciente comparando los dos últimos cuatrienios.

Resultados del análisis de tendencias								Nitrato (NO_3^-)			
Código Punto	Unidad	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Valor Mín.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC./ V.Umbral
262020009	mg/L	Histórica	1995	2017	Anual	23	20	9,00	27,20	18,75	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
262020009	0,01218	**Sin Tendencia**	**MEDIO**	**Sin Tendencia**	5,30E-01	47,10	**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
262020009	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	20,88	24,66		37,50	20,88	23,90	3,02	**Ascendente**

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea ES091MSBST088 Monreal-Calamocha con 745,38 km² de superficie, se encuentra principalmente en la comunidad autónoma de Aragón y el resto se integra en la C.C.A.A de Castilla-La Mancha. Se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico Alto Jalón - Alto Jiloca en la zona sur-occidental de la D. Hidrográfica del Ebro. La MSBT comprende la cuenca del alto Jiloca desde Calamocha hasta Monreal del Campo, así como las serranías mesozoicas circundantes, y limita al noroeste con la cuenca endorreica de Gallocanta y al sureste con la divisoria hidrográfica de la cuenca del Ebro y parcialmente con la cuenca del Júcar. Los municipios con mayor porcentaje de ocupación en la MSBT son Calamocha y Maranchón.

Desde el punto de vista geológico, la MSBT se encuentra enclavada en el dominio geoestructural de la Cordillera Ibérica, en su sector central, y dentro de ésta, en el sector septentrional de la Fosa del Jiloca, generada por fallas en relevo de dirección NNO-SSE. Estas fallas están cortadas por otras en dirección ibérica que compartimentan la fosa en varios sectores. El sector que alberga esta masa de agua subterránea está hundido con respecto al sector meridional.

Los materiales reconocibles abarcan desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. El paleozoico integra una serie pizarrosa y cuarcítica que aparece en el umbral de Ateca que define el límite N de la masa de agua. Sobre él se dispone el Trías en facies germánicas y la serie calcárea y margosa del Jurásico. Sobre ella se disponen las facies Utrillas del Cretácico inferior, seguida por toda la serie carbonatada del Cretácico superior. El Terciario muestra una gran variedad litológica, con materiales detríticos y carbonatados. Los depósitos cuaternarios más recientes incluyen glacis, aluviales y tobas calcáreas. En la zona norte de la masa de agua, el Mesozioco no está presente, de modo que el las formaciones del terciario descansan sobre las pizarras y cuarcitas del Paleozoico.

La MSBT Monreal-Calamocha (ES091MSBT088) limita al N con las MSBT Gallocanta, (ES091MSBT087), Sierra Paleozoica de la Sierra de Ateca (ES091MSBT083) y Huerva-Perejiles (ES091MSBT082), con las que define una contacto abierto para el caso de Gallocanta (flujo de entrada) y un contacto cerrado (flujo nulo) con las otras dos; el limite E se corresponde parcialmente con la MSBT Aliaga-Calanda (ES091MSBT092), con un contacto cerrado (flujo nulo); el limite O se define con la MSBT Páramos del Alto Jalón (ES091MSBT086), con un contacto cerrado (flujo nulo); al S limita con la MSBT Cella-Ojos de Monreal (ES091MSBT089), con un contacto abierto (flujo entrada); y por último el límite SE se define con la MSBT Hoya de Alfambra (ES080MSBT080-101) la cual pertenece a las DH Júcar y define un contacto cerrado.

Está formada por los siguientes acuíferos: Jurásico-Cretácico carbonatado, principal acuífero en cuanto a recurso se refiere, e incluye las formaciones del Grupo Renales (Jurásico Inferior), las formaciones carbonatadas de Chelva, Loriguillas e Higueruelas (Dogger-Malm) y las calizas con intercalaciones margosas del Cretácico superior, todas ellas conectadas entre sí a merced de las numerosas fracturas que dominan la zona; Terciario continental, conjunto de materiales del relleno de la fosa del Jiloca que abarca materiales tanto detríticos como carbonatados; Cuaternario de carácter libre y permeabilidad muy alta, relacionado con el aluvial del río Jiloca, los depósitos coluvio-aluviales y las Tobas; Muschelkalk, separada del Jurásico-Cretácico por los materiales de muy baja permeabilidad del Keuper.

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), baja (rango 2-4), moderada (rango 1-2) y, del 34, 29 y 28 %, respectivamente, de la superficie de la MSBT.

Esta masa de agua subterránea responde a un funcionamiento en el que la recarga principal se realiza por infiltración directa del agua de lluvia a través de los afloramientos permeables mesozoicos circundantes a la Fosa del Jiloca (fundamentalmente cretácicos y, en menor medida jurásicos) y sobre las formaciones permeables de la propia fosa, que a su vez reciben recarga por retornos de riegos. Asimismo, también se producen entradas laterales desde los cretácicos de Gallocanta y a través de los materiales mesozoicos de la Sierra de Lidón. La descarga principal de la MSBT se produce a través del río Jiloca, que actúa como colector de la fosa. Además, entre Caminreal y Calamocha, se produce un estrechamiento progresivo del acuífero mesozoico produciéndose un ascenso del flujo subterráneo hacia el río a través de fracturas en el relleno terciario. También se producen descargas de importancia a favor de manantiales, entre los que destaca la surgencia de los Ojos de Caminreal (con un caudal medio en torno a los 200 l/s y cuyo caudal es derivado a acequias de riego) y los Ojos de Monreal, que drenan los recursos de los materiales del Cretácicos Superior y por medio de extracciones para riego. Por último, el río Pancrudo actúa como drenaje del acuífero terciario carbonatado del sector Noreste de la MSBT.

En la MSBT se ha identificado un recinto hidrogeológico que se corresponden con Monreal-Calamocha (ES091MSBT088S00) el cual está relacionado con los ríos Jiloca y Pancrudo, así como con las MSBT con las que limita.

Los recursos hídricos de esta MSBT para el tercer ciclo de planificación se calculan un recurso disponible de 9,17 hm³/año frente a unas extracciones de 6,2 hm³/año, lo que permite obtener como resultado para el índice de explotación (IE) un valor de 0,68.

La red de control piezométrico está constituida por 5 piezómetros que presentan medidas de profundidad continuadas comenzando a medirse en el año 1977, con valores de cotas piezométricas medias entre los 928,0 m s.n.m. en el punto IPA_ 262030034, y los 973,8 m s.n.m, en el punto IPA_262010019. Las evoluciones reflejadas en la gráfica muestran unas variaciones asociadas a posibles periodos húmedos y secos en los puntos de control IPA_ 262030034 y IPA_ 262020011, con máximos y mínimos a lo largo de varios años, con rangos de variación hasta los 9,1 m, mientras que los tres puntos restantes, IPA_ 262010019, IPA_ 261950031 y IPA_ 261950029, muestran unas variaciones más heterogéneas, con posible relación con

variaciones interanuales y/o estacionales, con unos rangos de variación de hasta 30,8 m. Todos los puntos de control reflejan niveles del acuífero cretácico, a excepción del punto IPA_ 261950031, que se asocia con el acuífero Suprakeuper-Lías.

La red de control químico dispone de 7 puntos de control del estado químico de las aguas que se corresponden con 3 manantiales, 3 sondeos y 1 pozos, con profundidades hasta los 213 m, y los cuales pertenecen a las redes de control de nitratos y abastecimiento. Las características generales fisicoquímico de esta masa de agua corresponden a un agua de mineralización entre débil y media, con valores de conductividad eléctrica que varían de entre 454 µS/cm hasta los 1.174 µS/cm (IPA_261970016) y un promedio para el percentil 50 (P50) de 798 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 214 y 626 mg/L (IPA_261960013), lo que indica que se trata de aguas de naturaleza generalmente dura y en menor medida muy dura. La facie hidrogeoquímica que caracteriza las aguas de la MSBT, en general se corresponde con bicarbonatada cálcica, y puntualmente sulfatada cálcica y sulfatada bicarbonatada cálcica.

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

Para el análisis de la tendencia del contenido en nitratos de la masa de agua Monreal-Calamocha se ha seleccionado 1 punto de control que se corresponde con un manantial (IPA_262020009) y dispone de 8 medidas consecutivas entre los años 2009 y el 2017.

Los resultados obtenidos en el punto de control seleccionado (IPA_262020009) por el método de regresión lineal tienen valores de R^2 <0,3 (baja correlación) y no se identifica tendencia (R2>0,5) creciente o decreciente. El análisis estadístico de Mann-Kendall de las serie histórica anual no permite identificar una tendencia de evolución significativa GS < de 90% (tendencia dudosa).

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios muestran un ligero ascenso en la concentración de nitrato de 3,02 mg/L. En general, la concentración de nitrato tiene una tendencia creciente comparando los dos últimos cuatrienios.

11.- PLAN DE ACCIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

	Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS	
	Subactividad/Herramienta	
S59	Cuantificación de la relación río-acuífero. Tratamiento y análisis de datos hidrométricos y foronómicos	☑
S60	Identificación y validación de EDAS	☑
S61	Diseño y realización de campañas campo en EDAS	☑

	Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS	
	Subactividad/Herramienta	
	S62 Caracterización hidrodinámica de EDAS	☑
	S63 Caracterización hidrogeoquímica de EDAS	☑
	S64 Estudios de contaminación de EDAS	☐
	Actividad	
A11	ANÁLISIS Y DIAGNOSIS DE LAS REDES DE MONITOREO. PROPUESTAS DE MEJORA	
	Subactividad/Herramienta	
	S65 Análisis y 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 Moreal-Calamocha:

Tratamiento de datos e información de caracterización: se consideran trabajos necesarios para valorar el alcance final, planificación y ejecución de cada una de las distintas actividades propuestas.

Estudios geológicos: se plantea la generación de cortes geológicos que se ajusten a los límites y geometría de la MSBT, fundamentales para abordar los modelos conceptuales y el desarrollo de modelos 3D.

Zona no saturada y vulnerabilidad: los estudios de mejora del conocimiento de la zona no saturada definen los principales parámetros que condicionan la entrada y transporte del contaminante hasta alcanzar el nivel freático. Se trata de una MSBT en la que se ha identificado contaminación difusa (NO_3). La realización de estos trabajos va a permitir conocer el volumen y dispersión de estos contaminantes en la ZNS, cuantificar la capacidad de atenuación natural que presenta esta zona, y hacer prognosis bajo diferentes escenarios de buenas prácticas agrarias como respuesta a la Directiva 91/676/CEE. También se platea en relación a la ZNS, la realización de estudios de vulnerabilidad a lo largo del río Jiloca, donde se localizan las zonas de mayor desarrollo (Calamocha y Monreal) y algunos de los humedales más importantes del Jiloca como son los Ojos de Caminreal o los Ojos de Fuentes Claras.

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 presión agrícola y la carga ganadera abarca buena parte de su superficie, 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. Se trata de una contaminación que suele afectar a amplias zonas donde, en ocasiones, resulta difícil determinar su origen y alcance. En este sentido se plantea, como mejora del conocimiento, estudios específicos que permitan determinar la tridimensionalidad de la dinámica de progreso de esta contaminación y su evolución en el tiempo. Para ello se plantean campañas específicas de muestreo, la construcción de puntos de control específicos en caso de ser necesarios, estudios isotópicos y estudios de atenuación natural.

Relación río acuífero y estudio de necesidades ambientales de los EDAS: se proponen trabajos de caracterización y estimación de las necesidades ambientales de los diferentes EDAS identificados dentro de esta masa de agua.

Análisis y 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. Son numerosos los acuíferos que se definen dentro de esta masa de agua y que soportan una importante presión difusa. En este sentido sería necesario introducir un mayor número de puntos de control de calidad química, que abarque todos ellos, en especial el aluvial del Jiloca y los acuíferos subyacentes, puntos con características constructivas que permitan su diferenciación.

Modelización geológica 3D: Dado el interés y con el objetivo de impulsar la modelización numérica como herramienta para la gestión del recurso hídrico, se propone como prioritario en esta MSBT la mejora del modelo geológico 3D que sirva como base para la generación de modelos de flujo. Es aconsejable considerar las MSBT vecinas para su posible integración, en este caso, la masa de

agua de Cella-Ojos de Monreal.

Modelización de flujo subterráneo: se plantea abordar la actualización de los modelos de flujo subterráneo realizados en esta masa de agua de modo que permitan establecer reglas y escenarios de gestión y evaluar con mayor exactitud los recursos disponibles a medio y largo plazo y frente al cambio climático. Es aconsejable considerar las MSBT vecinas para su posible integración, en este caso, la masa de agua de Cella-Ojos de Monreal.

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

ANEXO 1: ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)

MSBT: ES091MSBT088 - MONREAL-CALAMOCHA

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.

MSBT: ES091MSBT088 - MONREAL-CALAMOCHA

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20ºC) (In situ)	O_2 (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	ºC	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O_2	mg/L $CaCO_3$	mg/L $CaCO_3$
Código Punto	**261950024**						
Valor							
Máx.	8,1	8	460	11,00	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	8,1	8	454	8,40	<LQ	<LQ	<LQ
P50	8,1	8	457	9,70	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	2	2	2	2		
Código Punto	**261960013**						
Valor							
Máx.	20,1	8	861	13,40	1,4	<LQ	281,0
Mín.	11,4	7	477	5,00	<LQ	<LQ	207,0
P50	14,9	8	749	7,80	<LQ	<LQ	268,0
N reg.	23	23	20	24	5		17
Código Punto	**261960036**						
Valor							
Máx.	16,1	8	963	10,50	0,8	<LQ	257,0
Mín.	12,1	7	868	3,70	<LQ	<LQ	239,0
P50	14,0	7	929	8,95	<LQ	<LQ	248,0
N reg.	7	7	6	8	7		2
Código Punto	**261960050**						
Valor							
Máx.	16,7	8	775	13,50	<LQ	<LQ	268,0
Mín.	11,9	7	755	5,20	<LQ	<LQ	265,0
P50	14,3	8	755	9,45	<LQ	<LQ	266,5
N reg.	4	3	3	4	1		2
Código Punto	**261970008**						
Valor							
Máx.	19,9	8	1.072	11,60	1,1	<LQ	215,0
Mín.	13,4	7	711	4,10	<LQ	<LQ	189,0
P50	17,1	7	915	7,35	<LQ	<LQ	194,0
N reg.	16	16	15	18	7		9
Código Punto	**261970016**						
Valor							
Máx.	18,4	7	1.174	10,90	0,6	<LQ	210,0
Mín.	14,3	7	853	5,70	<LQ	<LQ	191,0
P50	16,2	7	959	8,50	<LQ	<LQ	199,0
N reg.	7	7	7	9	6		4
Código Punto	**262020009**						
Valor							
Máx.	19,6	7	998	10,70	1,4	<LQ	260,0
Mín.	12,3	6	594	4,40	<LQ	<LQ	210,0
P50	17,0	7	826	5,70	<LQ	<LQ	223,0
N reg.	29	29	27	30	8		20

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

Parámetro	HCO_3^-	$CO_3^=$	Cl^-	$SO_4^=$	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{3-}	Na^+	K^+
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	**261950024**								
Valor									
Máx.	239,1	<LQ	11,80	32,4	35,2	<LQ	<LQ	5,8	0,8
Mín.	237,9	<LQ	9,54	28,4	34,0	<LQ	<LQ	4,4	0,7
P50	238,5	<LQ	10,67	30,4	34,6	<LQ	<LQ	5,1	0,8
N reg.	2	2	2	2	2			2	2
Código Punto	**261960013**								
Valor									

Parámetro	HCO_3^-	$CO_3^=$	Cl^-	$SO_4^=$	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{3-}	Na^+	K^+
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	**261960013**								
Valor									
Máx.	342,8	<LQ	56,00	177,0	26,0	0,03	<LQ	28,1	2,4
Mín.	208,6	<LQ	30,90	101,0	10,8	<LQ	<LQ	15,1	1,3
P50	318,4	<LQ	44,20	123,0	20,5	0,02	<LQ	20,1	1,9
N reg.	21	20	21	21	24	7	4	21	21
Código Punto	**261960036**								
Valor									
Máx.	313,5	<LQ	88,20	236,0	29,2	0,02	0,09	47,9	3,0
Mín.	284,3	<LQ	57,00	151,0	24,6	<LQ	<LQ	26,2	2,0
P50	297,3	<LQ	62,05	171,0	25,1	<LQ	<LQ	34,2	2,5
N reg.	8	6	8	8	8	7	5	8	8
Código Punto	**261960050**								
Valor									
Máx.	327,0	<LQ	41,60	83,0	101,0	<LQ	<LQ	26,0	3,0
Mín.	300,1	<LQ	38,50	64,2	73,1	<LQ	<LQ	21,6	2,4
P50	323,3	<LQ	39,00	77,8	74,8	<LQ	<LQ	24,4	2,6
N reg.	3	3	3	3	4	2	2	3	3
Código Punto	**261970008**								
Valor									
Máx.	308,7	<LQ	22,00	361,0	17,5	0,00	0,05	15,0	2,0
Mín.	193,0	<LQ	8,80	282,0	11,2	<LQ	<LQ	9,0	<LQ
P50	236,7	<LQ	15,85	337,5	16,3	<LQ	<LQ	9,6	1,4
N reg.	15	14	16	16	18	12	13	16	16
Código Punto	**261970016**								
Valor									
Máx.	246,4	<LQ	19,50	367,0	20,9	0,00	<LQ	13,0	2,0
Mín.	192,0	<LQ	16,00	319,0	17,0	<LQ	<LQ	10,3	1,4
P50	228,6	<LQ	17,20	341,0	19,0	<LQ	<LQ	10,9	1,6
N reg.	8	7	9	9	9	8	7	9	9
Código Punto	**262020009**								
Valor									
Máx.	284,3	<LQ	68,80	247,0	27,2	0,01	<LQ	52,0	3,0
Mín.	218,4	<LQ	30,70	193,0	16,7	<LQ	<LQ	13,1	1,4
P50	269,1	<LQ	34,60	220,5	21,7	<LQ	<LQ	18,2	1,7
N reg.	23	23	26	26	31	16	11	26	26

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	**261950024**								
Valor									
Máx.	87,6	15,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	78,2	14,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	82,9	14,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	2	2				2			
Código Punto	**261960013**								
Valor									
Máx.	133,0	40,9	0,1800	<LQ	<LQ	0,12	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	62,0	26,9	0,1800	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	113,0	36,1	0,1800	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	21	21	1	3	1	23			
Código Punto	**261960036**								
Valor									

Parámetro	Ca^{2+}	Mg^{2+}	As	Cd^{2+}	Hg	NH_4^+ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	**261960036**								
Valor									
Máx.	129,0	53,5	0,4700	<LQ	<LQ	0,06	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	96,9	37,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	112,5	43,0	0,2815	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	8	8	8	8	8	8	5	6	6
Código Punto	**261960050**								
Valor									
Máx.	91,0	63,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	71,5	53,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	78,6	58,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3		1		2			
Código Punto	**261970008**								
Valor									
Máx.	185,0	39,4	0,4600	<LQ	<LQ	0,06	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	139,0	24,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	174,8	30,0	0,3260	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	16	16	9	10	9	17	8	9	9
Código Punto	**261970016**								
Valor									
Máx.	191,0	30,9	0,4410	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	174,0	24,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	180,0	28,9	0,3120	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	9	9	9	9	8	9	9
Código Punto	**262020009**								
Valor									
Máx.	152,0	39,5	0,3960	0,0500	<LQ	0,07	0,24	<LQ	<LQ
Mín.	129,0	24,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	136,0	33,3	0,2975	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	26	26	10	12	9	29	9	8	8

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