

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT051 - ALUVIAL DEL CIDACOS

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 ES091MSBT051 Nombre MSBT ALUVIAL DEL CIDACOS

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea ES091MSBT051 Aluvial del Cidacos se encuentra en el del Dominio Hidrogeológico de la Depresión del Ebro en su extremo nor-occidental. Se localiza íntegramente en la Comunidad Foral de Navarra con una superficie de 60,7 km². La masa está limitada por la propia extensión de los depósitos aluviales del Cidacos aguas abajo de la localidad de Unzue, hasta alcanzar los del Aragón, y los depósitos cuaternarios de los aluviales del Cemborain y Sansoain. Son 15 municipios los que tienen su totalidad o parte de su extensión dentro de los límites de la MSBT, siendo los municipios de San Martín de Unx (18,7%) y Olite (16,4 %) los que ocupan mayor superficie de la MSBT.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31227	Tafalla	11,57	18,69
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31191	Olite/Erriberri	11,84	16,40
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31150	Leoz/Leotz	7,05	11,08
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31192	Olóriz/Oloritz	14,53	9,74
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31051	Beire	21,75	7,97
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31238	Unzué/Untzue	20,45	6,36
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31207	Pueyo	17,49	6,06
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31178	Murillo el Cuende	4,76	4,61
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31205	Pitillas	6,42	4,48
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31217	San Martín de Unx	4,25	3,51
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31045	Barásoain	13,72	3,15
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31228	Tiebas-Muruarte de Reta	8,10	2,85
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31114	Garínoin	15,41	2,67
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31056	Biurrun-Olcoz	5,14	1,33
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31197	Orísoain	9,39	1,11

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	612.088	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.710.422
Longitud (CENTROIDE)	-1,63501	Latitud (CENTROIDE)			42,53815
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			600
Altitud mínima (m s.n.m.)	314	Altitud máxima (m s.n.m.)			914
Área total de la MSBT (km ²)	61				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes

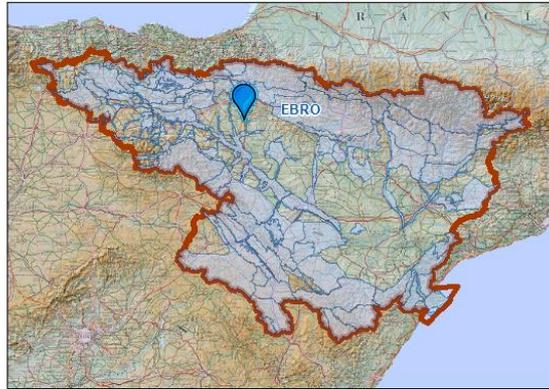
2.200

Año

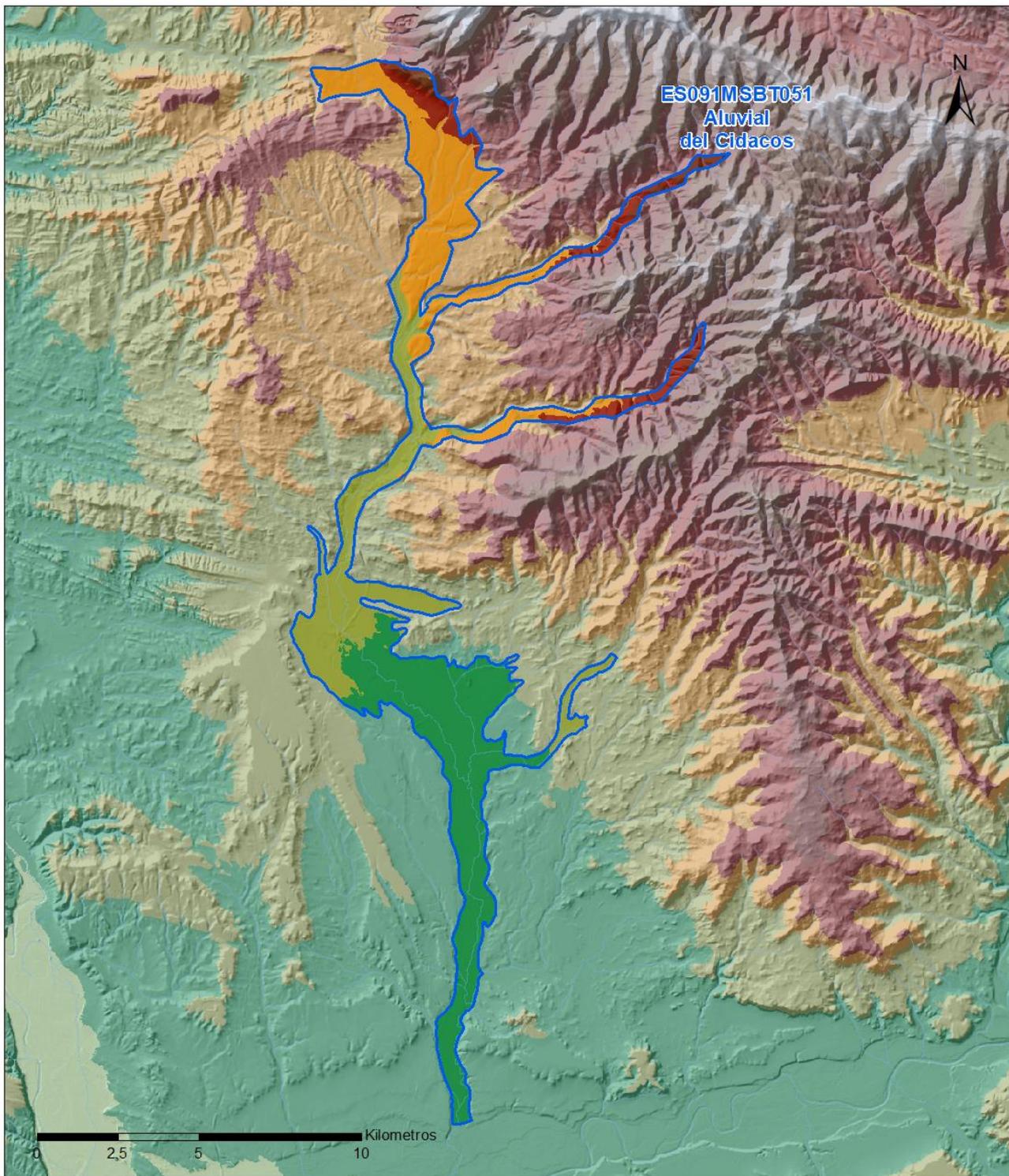
2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

 MSBT	 0 - 100	 400 - 500	 800 - 900
 Red Hidrográfica	 100 - 200	 500 - 600	 900 - 1,000
	 200 - 300	 600 - 700	 1,000 - 1,100
	 300 - 400	 700 - 800	 > 1,100

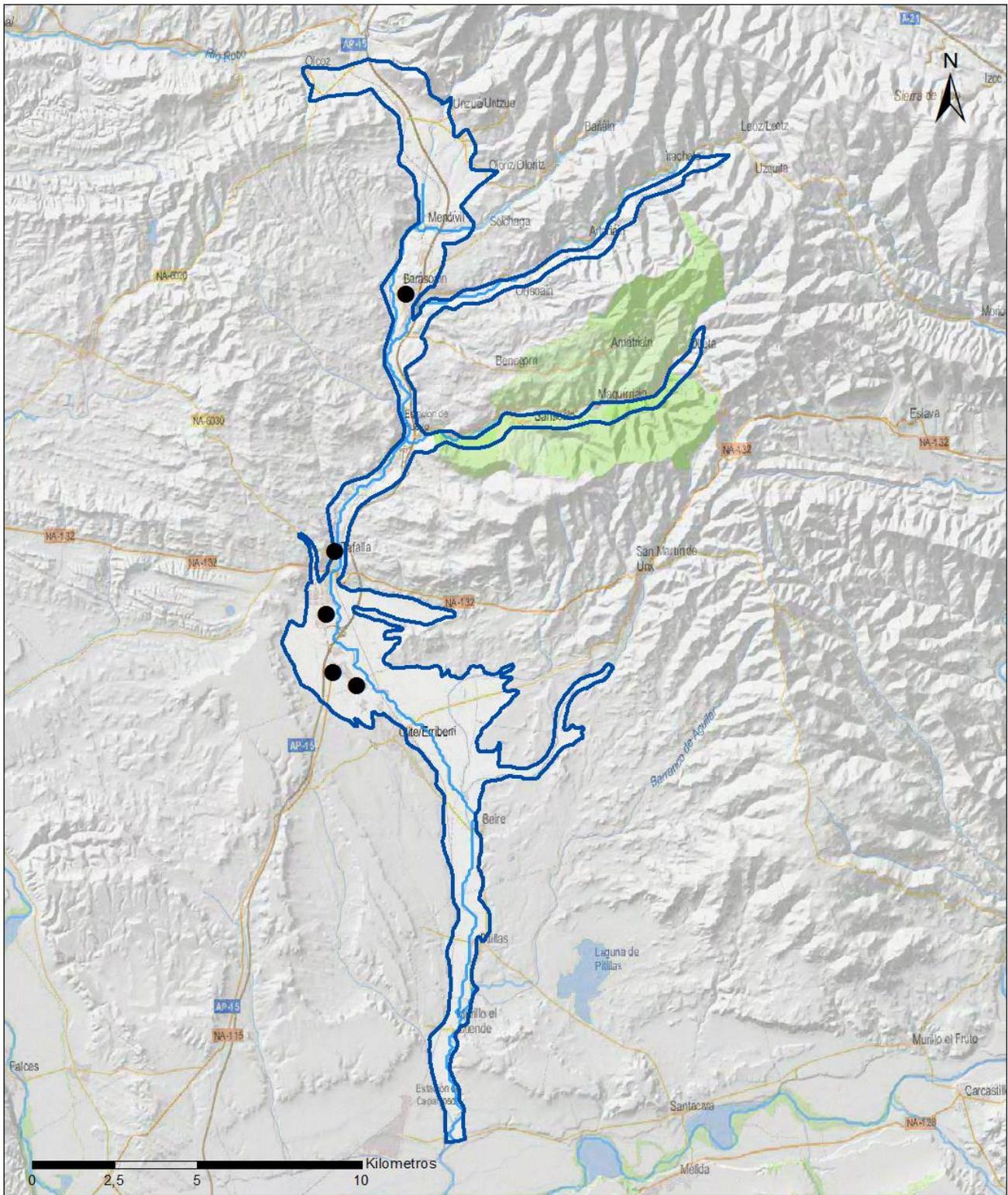
2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

Grupos de presiones	Tipos de presiones	Actividad	Presión Significativa
Fuentes puntuales	1.1	Vertidos urbanos	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.3	Vertidos industriales de plantas IED	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.5	Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.6	Vertederos	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.4	Transporte	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.8	Minería	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.7	Otros	<input type="checkbox"/>

Mapa de localización de presiones

Fuentes puntuales



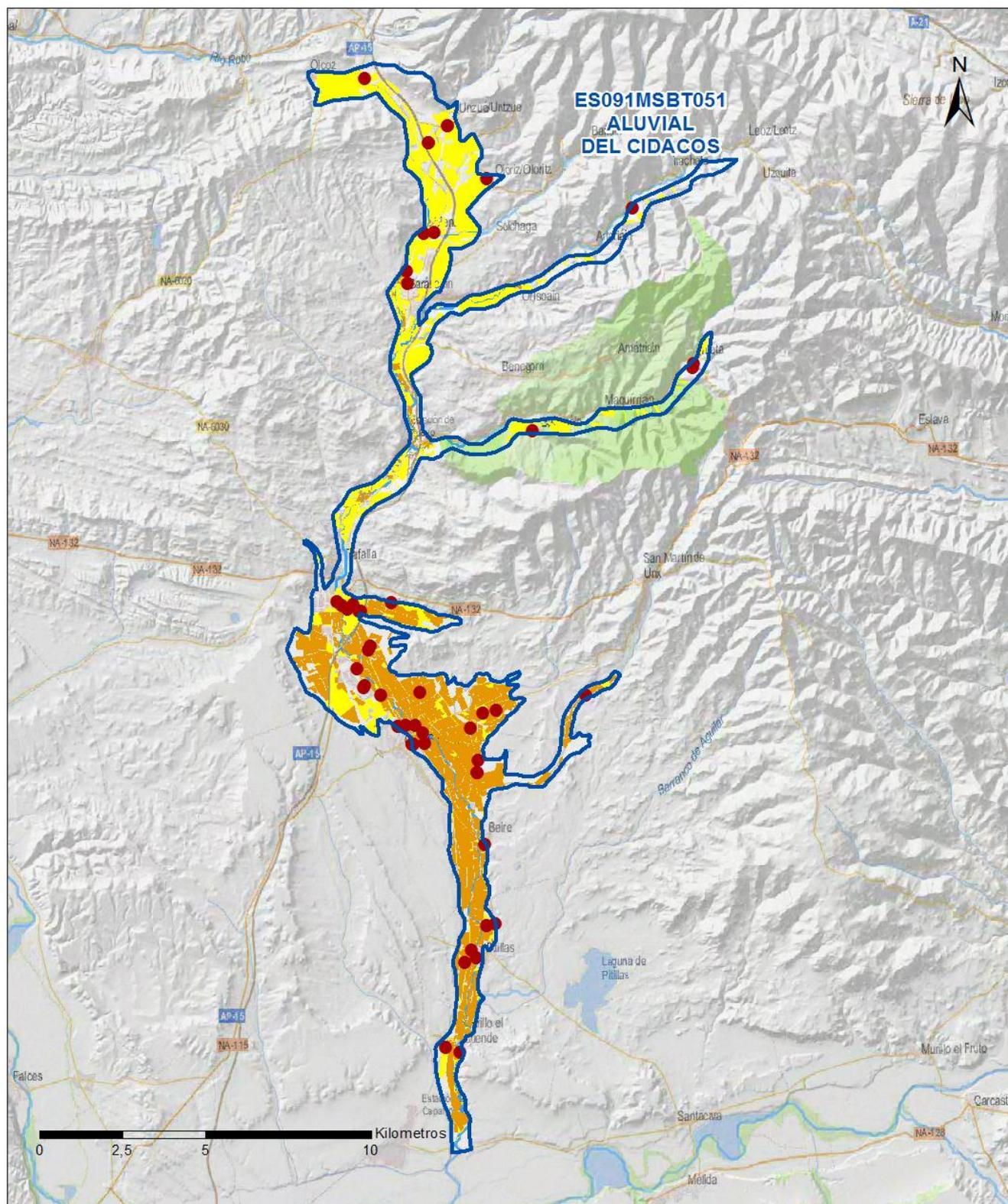
LEYENDA

-  MSBT:
-  Red hidrográfica
- ES091MSBT051
- ALUVIAL DEL CIDACOS

Tipo de Presión Puntual (significativa):

-  1.5 Gasolineras

Fuentes difusas



LEYENDA

-  Red hidrográfica
-  MSBT:
ES091MSBT051
ALUVIAL DEL CIDACOS

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
QUAL	Disminución de la calidad de las aguas continentales asociadas a las subterráneas por cambios químicos o cuantitativos en estas últimas	Comprobado
NUTR	Contaminación por nutrientes	Comprobado
CHEM	Contaminación química	Probable

2.3 RIESGO DE LA MSBT

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

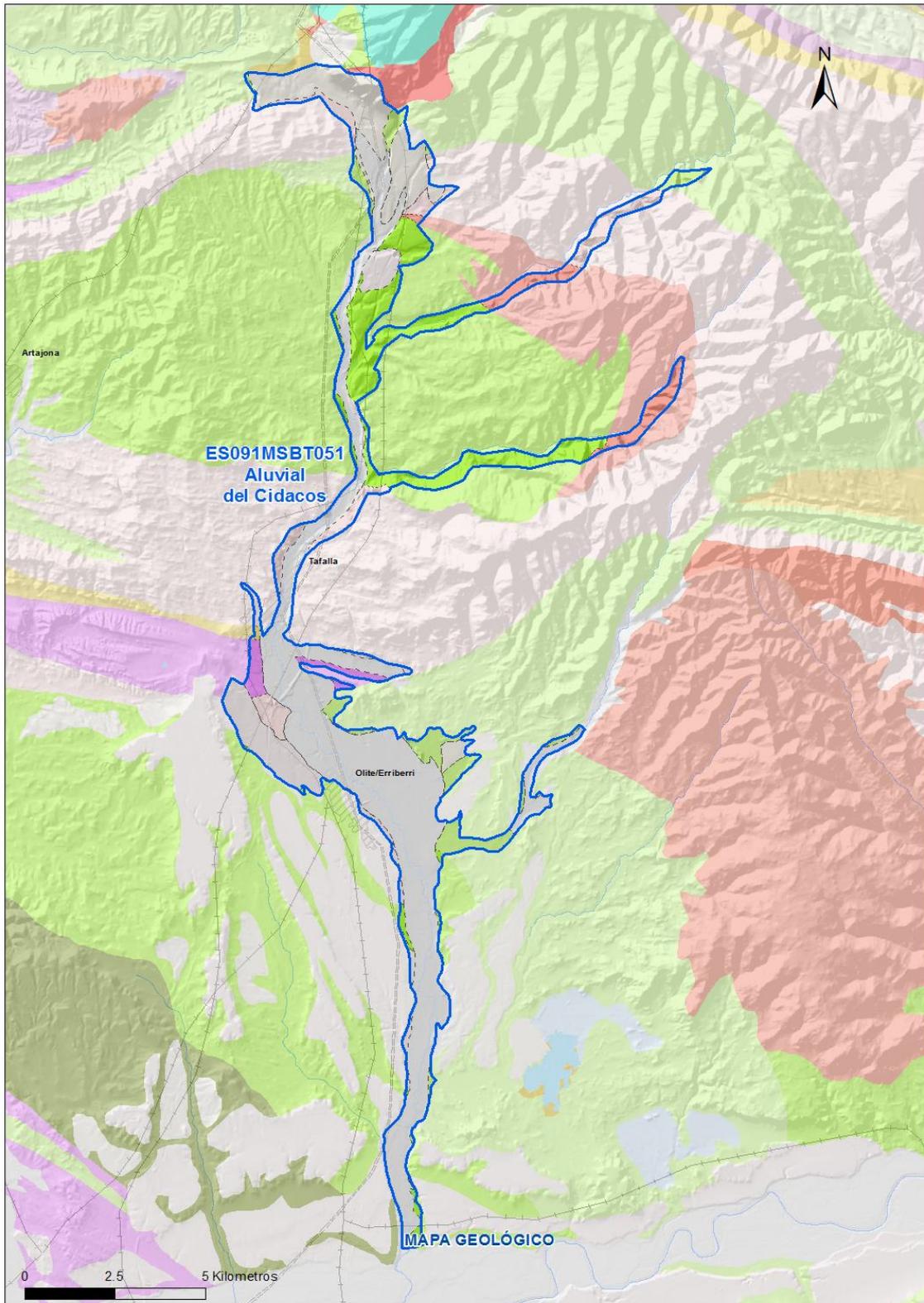
Riesgo de no alcanzar el buen estado químico		RIESGO QUÍMICO
Contaminante		Justificación / Observación
TPH	TPH	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
NO ₃ ⁻	Nitrato	Masas Afectadas por nitratos (> 50 mg/l en valores medios o máximos en los últimos 4 años en más del 20% masa)
MTBE	MTBE	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
ETBE	ETBE	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
BTEX: xileno	BTEX: xileno	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
BTEX: tolueno	BTEX: tolueno	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
BTEX: etilbenceno	BTEX: etilbenceno	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
BTEX: benceno	BTEX: benceno	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
BTEX	BTEX	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

Cuenca Del Ebro

3.2 MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA



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
706	Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
704	Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacia, piedemonte y superficies)
368	Lutitas, con intercalaciones de areniscas
366	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas
364	Yesos con intercalaciones de lutitas
363	Lutitas y margas, con intercalaciones de calizas y yesos
362	Lutitas y areniscas, a veces con yesos y calizas
361	Lutitas con intercalaciones de areniscas
360	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados

3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

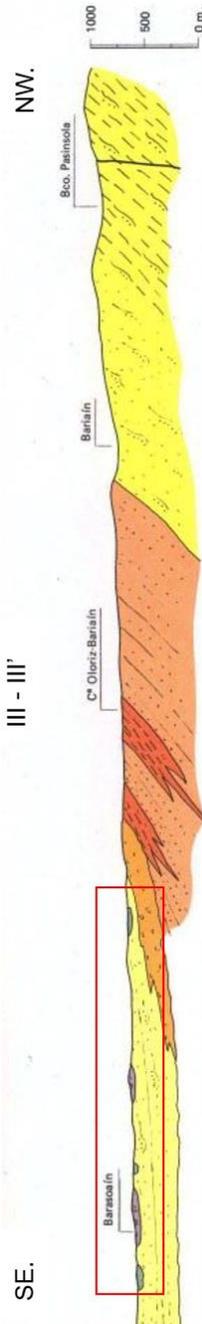
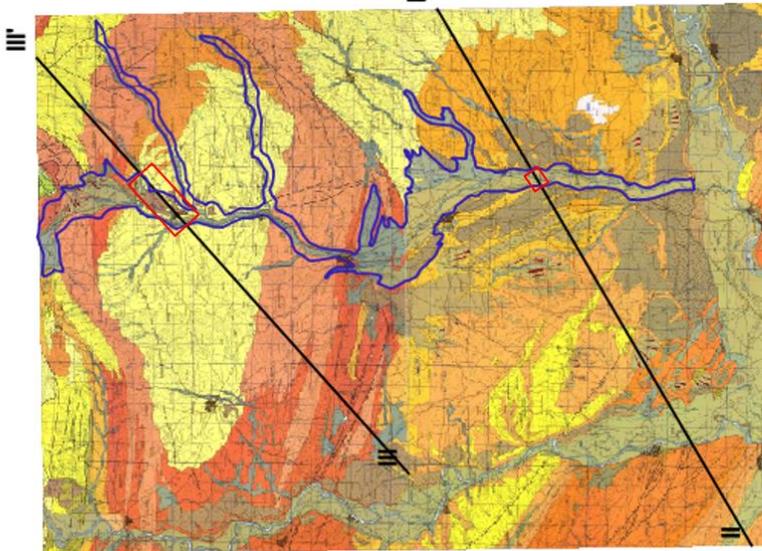
Litología	Edad geológica		Extensión (km ²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	27,66	Detrítica	45,57
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	4,78	Detrítica	7,87
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaci, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	6,79	Detrítica	11,19
Lutitas, con intercalaciones de areniscas	Neógeno	Mioceno	8,97	Detrítica	14,78
Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas	Neógeno	Mioceno	2,28	Detrítica	3,75
Yesos con intercalaciones de lutitas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	1,18	Evaporítica	1,94
Lutitas y areniscas, a veces con yesos y calizas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	4,22	Detrítica	6,96
Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	4,74	Detrítica	7,82

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Arcillas, arenas y gravas	Cuaternario	Pleistoceno	0-20
Margas, lutitas	Mioceno	Mioceno	

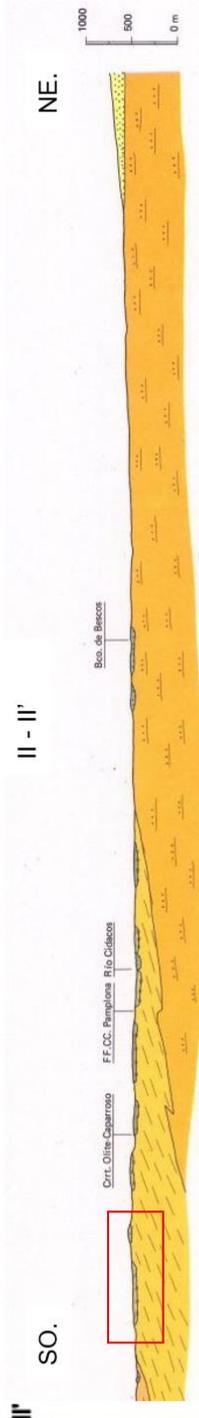
3.5 CORTES GEOLÓGICOS

ES091MSBT051



CUATERNARIO	HOLOCENO	19	20	21	22
	PLEISTOCENO	13	14	15	16
MIOCENO	FERIOR	11	12	13	14
	MEDIO	15	16	17	18
ARAGONIENSE	ASTARACIENSE	5	6	7	8
	ORLEANIENSE	9	10	11	12

- 22 Cauces abandonados
- 21 Depósitos endorreicos
- 20 Arcillas con cantos. Coluvión
- 19 Gravas, arenas y arcillas. Aluvial y fondo de valle
- 18 Gravas, arenas y arcillas. Glaciés
- 17 Terraza. Gravas y arenas
- 16 Terraza. Gravas y arenas
- 15 Terraza. Gravas y arenas
- 14 Terraza. Gravas y arenas
- 13 Terraza. Gravas y arenas
- 12 Terraza. Gravas y arenas
- 11 Terraza. Gravas y arenas



CUATERNARIO	HOLOCENO	20	21
	PLEISTOCENO	13	14
ARAGONIENSE	ASTARACIENSE	5	6
	ORLEANIENSE	9	10

- 21 Arcillas con cantos. Coluvión
- 20 Gravas, arenas y arcillas. Aluvial y Fondo de valle
- 19 Gravas, arenas y arcillas. Glaciés
- 18 Gravas y arenas. Terraza
- 17 Gravas y arenas. Terraza
- 16 Gravas. Terraza
- 15 Arcillas con capas finas de areniscas (Unidad de Ollite)
- 14 Limos y arcillas con areniscas rellenando paleocanales, localmente conglomerados (Artañona)

3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Aluvial del Cidacos se encuentra localizada en el sector nor-occidental del Dominio Hidrogeológico de la Depresión del Ebro que coincide con la Cuenca Terciaria del Ebro.

La estructura geológica de la MSBT viene definida por la extensión de los aluviales actuales del río Cidacos y las terrazas bajas asociadas a este. La litología detrítica corresponde a materiales cuaternarios, aluviales, terrazas, coluviales y abanicos. Pueden existir cambios, aunque los materiales aluviales presentan una secuencia vertical sencilla, desde gravas y arenas gruesas, poco o nada consolidadas, en el fondo, hasta limos y arcillas en la parte superior de la serie.

Los depósitos cuaternarios se disponen sobre los materiales terciarios de baja permeabilidad del Mioceno y Oligoceno, formado principalmente por margas, arcillas, areniscas y conglomerados.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	3	3
Esesor Medio Z.N.S. (m)	3	

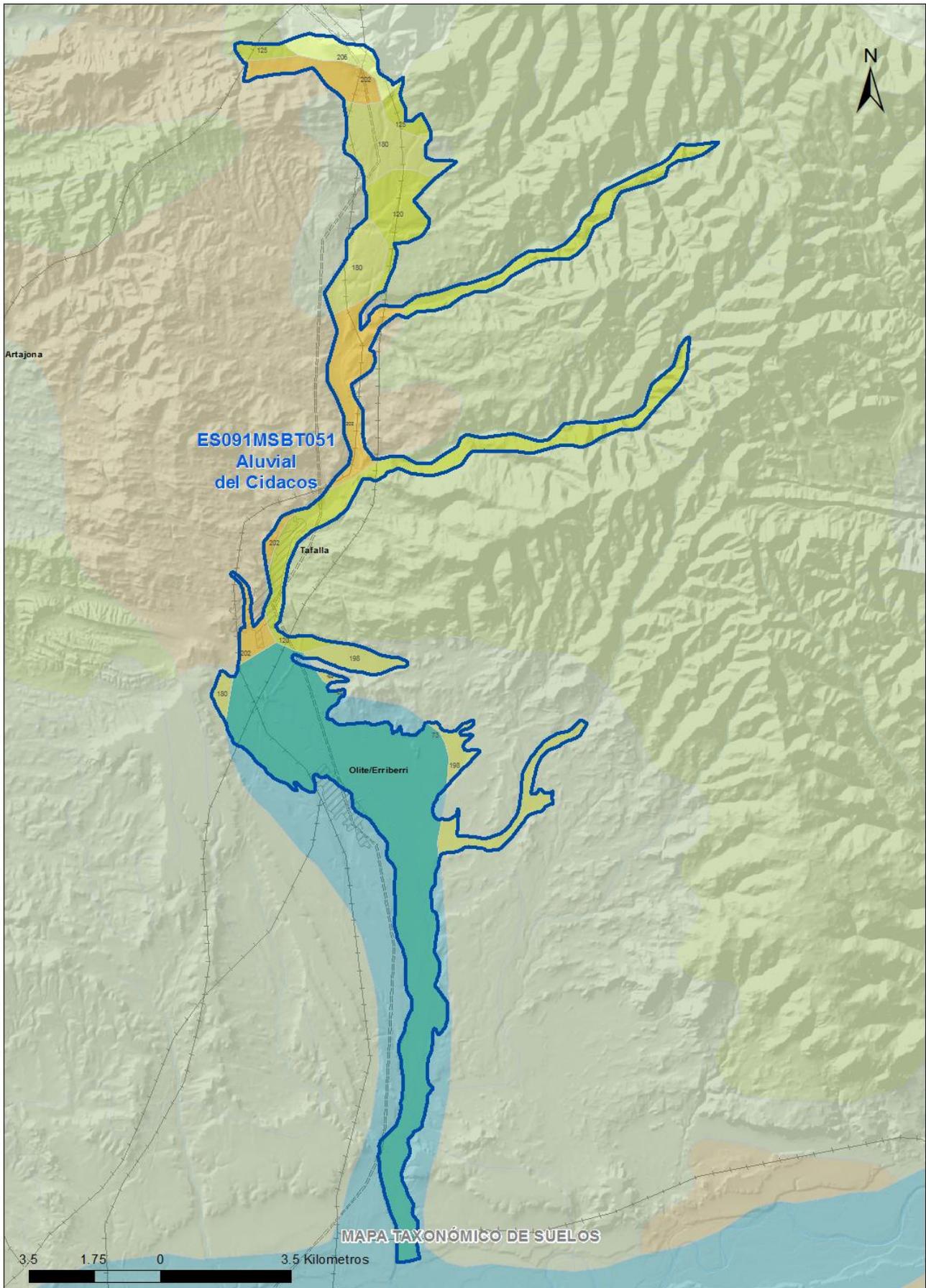
Litología Z.N.S. Gravas, arenas, limos

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km ²)	% Afloramiento en la MSBT
ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT	26	42,25
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	15	24,93
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	18	30,11
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	2	2,70

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA



MSBT



Red Hidrografica



DDHH

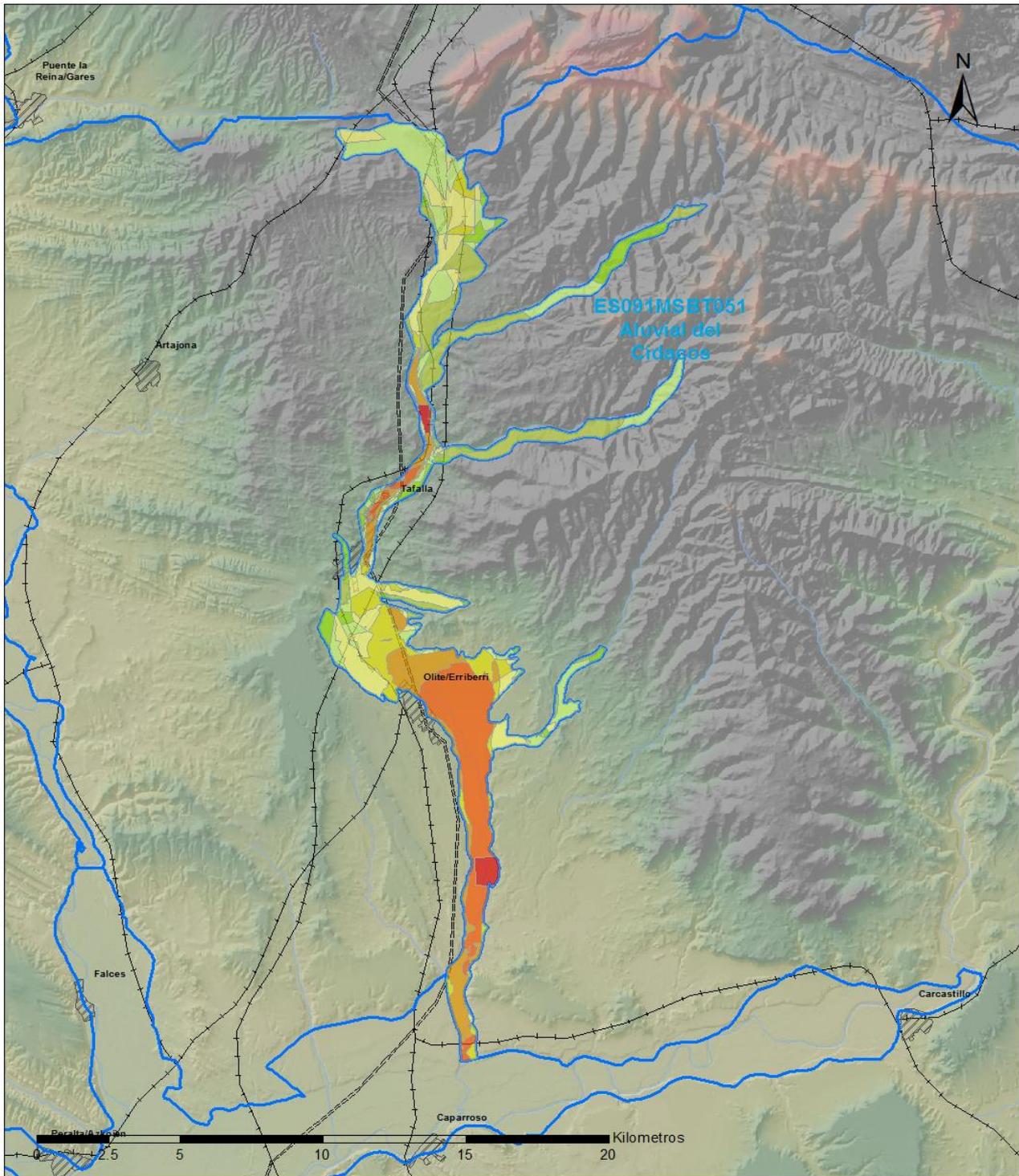
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
73	ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
114	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
120	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Haploxerept
125	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
180	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
198	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Xerofluvent, NO INCLUSION2
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
206	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxerert, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		DRASTIC Reducido	
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT	
2 (Muy Baja)	30 - 44	15,08	
3 (Baja)	44 - 58	7,18	
4 (Baja)	58 - 72	18,84	
5 (Moderada)	72 - 86	16,45	
6 (Moderada)	86 - 100	10,50	
7 (Alta)	100 - 114	11,51	
8 (Alta)	114 - 128	18,62	
9 (Muy Alta)	128 - 142	1,82	

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



LEYENDA

Método DRASTIC Reducido

Grado de Vulnerabilidad, Rango de Valores

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

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

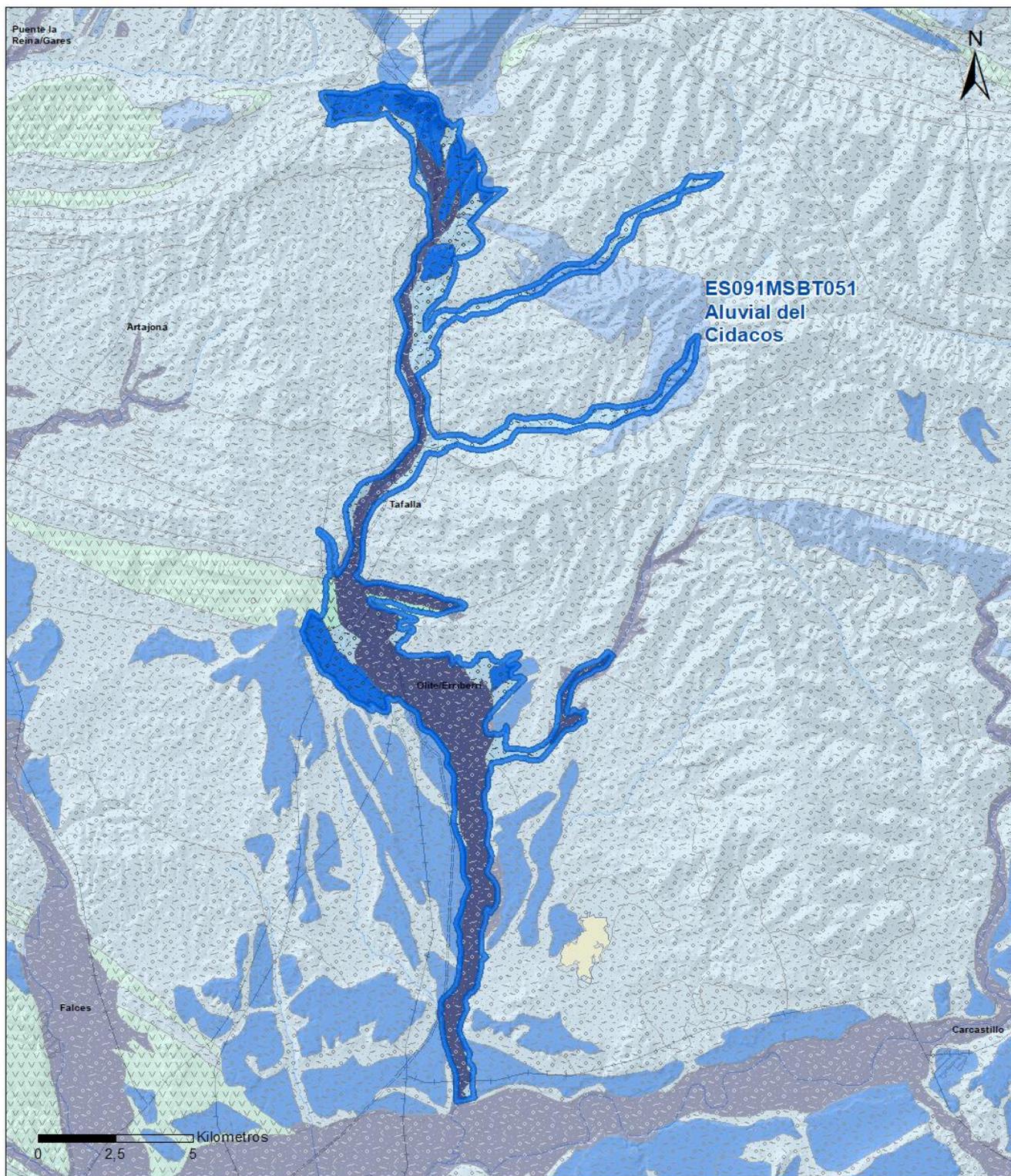
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Este	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Sur	Abierto	Salida	Permeable	ALUVIAL DEL EBRO-ARAGÓN: LODOSA-TUDELA
Norte	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRA DE ALAIZ

Descripción límites hidrogeológicos:

La MSBT del Aluvial del Cidacos, compuesta por materiales granulares de permeabilidad alta, limita al norte con la MSBTMSBT Sierra de Alaiz (ES091MSBT029) siendo de tipo cerrado y flujo nulo. Al sur, limita con la MSBT del Aluvial del Ebro-Aragón: Lodosa-Tudela (ES091MSBT049), de carácter abierto y sentido de flujo de salida hacia los aluviales que se extienden hacia el sur en la MSBT contigua al Aluvial del Cidacos. El resto de límites, este y oeste, son de naturaleza impermeable, corresponden a los materiales del Terciario de baja permeabilidad y no hay definida masa de agua subterránea (MSBT).

Mapa de permeabilidades



LEYENDA



MSBT

PERMEABILIDAD



MUY ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, DETRÍTICAS



MEDIA, DETRÍTICAS



BAJA, DETRÍTICAS



MUY BAJA, EVAPORÍTICAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km ²)
			Sistema	Serie		
Cuaternario	Gravas, arenas, limos y arcillas	Alta	Cuaternario	Pleistoceno	20	39

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km ²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Ac. Cuaternario Aluvial	39	64,60	Libre	20 (máx.)	Intergranular	Cuaternario

Descripción general:

En la MSBT Aluvial del Cidacos se identifica un único acuífero formado por los depósitos aluviales del río Cidacos y las terrazas medias y altas, con una superficie de 39, km² y un espesor que puede alcanzar los 20 m. La litología de este acuífero son gravas gruesas y medias con arenas, arcillas y limos, con una porosidad intergranular y un régimen hidráulico libre. La base impermeable corresponde a los materiales terciarios de baja permeabilidad, margas y arcillas, sobre los que se han depositado los materiales cuaternarios.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m ² /día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Ac. Cuaternario Aluvial	Cuaternario	Ensayo de Bombeo y Bibliográfico	0,50	300,00		

Descripción general:

Los datos obtenidos tienen como fuente ensayos de bombeo, aunque no son numerosos, la transmisividad es variable pudiendo estar entre 0,5 a 300 m²/día.

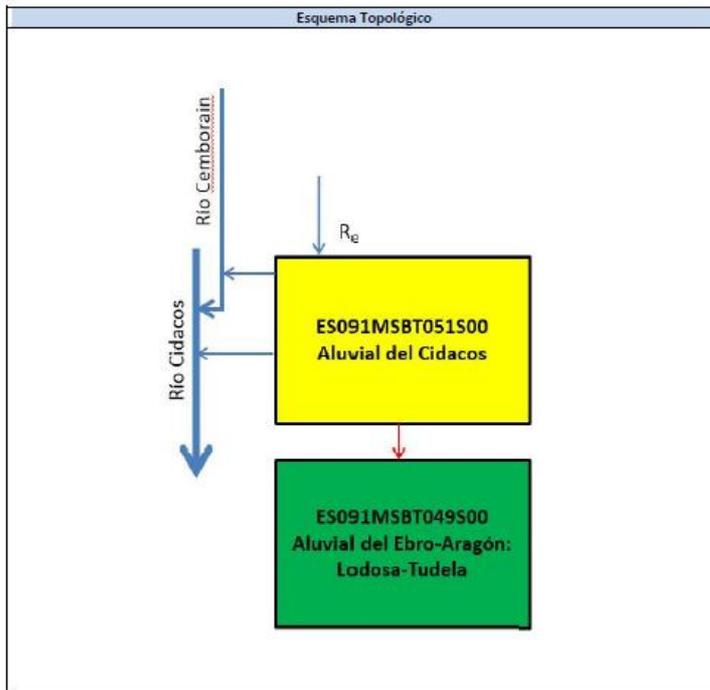
5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

El flujo de las aguas subterráneas en la MSBT coincide, a grandes rasgos, con el de las aguas superficiales. Los mecanismos de recarga del aluvial incluyen: infiltración directa de agua de lluvias, retornos de riego, almacenamiento de las riberas en periodos de crecida, alimentación procedente de barrancos laterales. La descarga natural se realiza de hacia el río Cidacos y aluviales con conexión lateral, no existen manantiales importantes. A veces, el río Cidacos puede experimentar inversiones de flujo temporales en periodos de crecida o de reducción del bombeo, pero no afectan al carácter general efluente.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT051S00	ALUVIAL DEL CIDACOS
Esquema: ES091MSBT051S00	

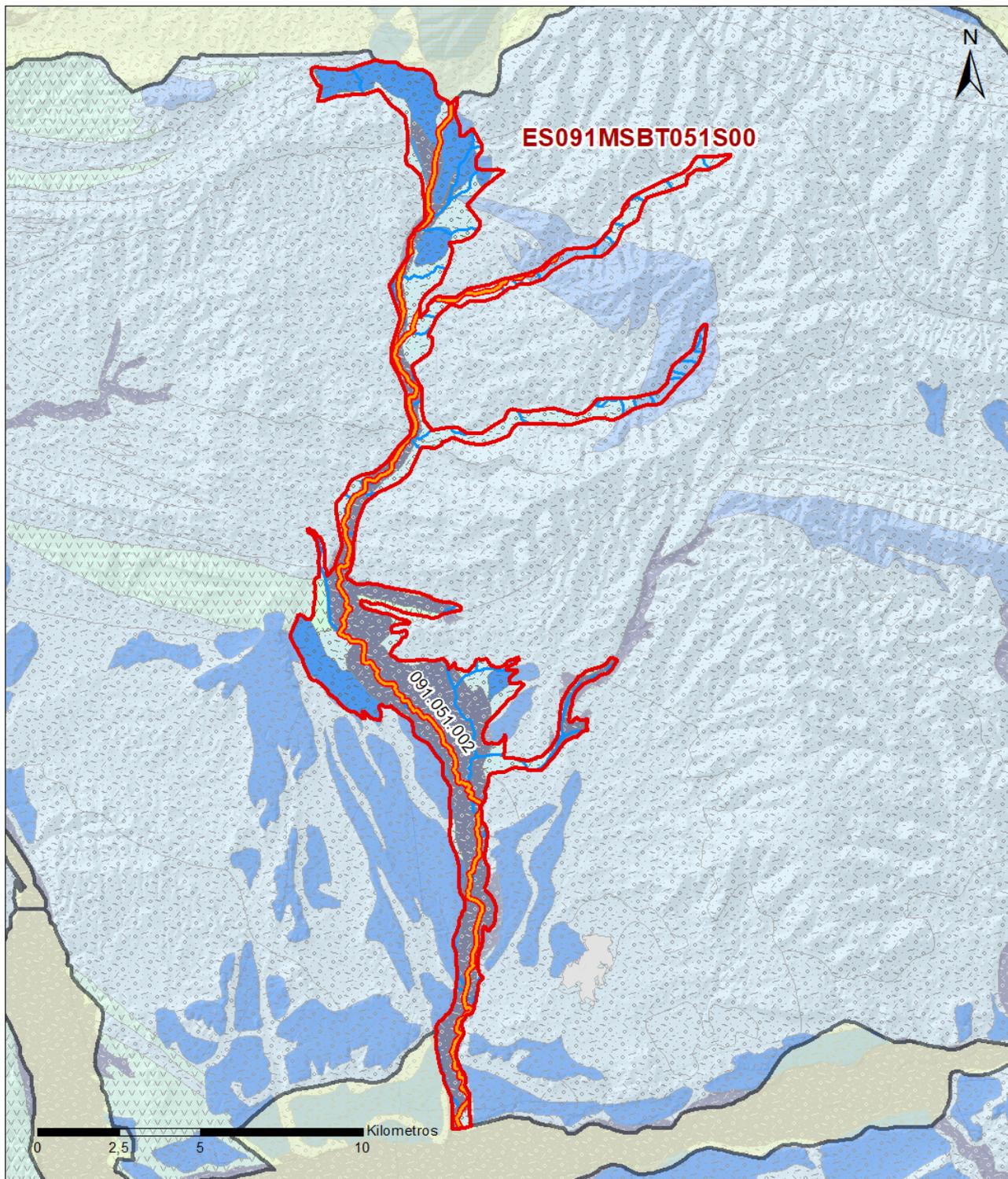


5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT051S00	ES091MSPF292	Río Zidacos desde su nacimiento hasta el río Cemborain.	Descarga a cauce	091.051.001
ES091MSBT051S00	ES091MSPF293	Río Cemborain desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Zidacos.	Descarga a cauce	091.051.003
ES091MSBT051S00	ES091MSPF423	Río Arga desde el río Salado hasta su desembocadura en el río Aragón.	Descarga a cauce	091.051.002

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 (hm ³ /año)	Rango (hm ³ /año)	Coefficiente de reparto (%)	Relación unitaria de transferencia (L/s/m)
ES091MSBT051S00	091.051.001	495	0,00759			0	
ES091MSBT051S00	091.051.002	380	0,01216			0	
ES091MSBT051S00	091.051.003	490	0,01267			0	



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 de régimen variable (ganador-perdedor) pero que mantiene una conexión difusa directa

6.- ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

6.1 ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)

6.1.1 NOMBRE, DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EDAS

Ver Anexo 1.

6.1.2 RESUMEN DE LOS EDAS

EDAS	Nº de EDAS	Tipo y Nº de EDAS												
		T. 1	T. 2	T. 3	T. 4	T. 5	T. 6	T. 7	T. 8	T. 9	T. 10	T. 11	T. 12	T. 13
EAAS														
ETDAS														
EAAS/ETDAS														

6.1.3 MAPA DE EDAS

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

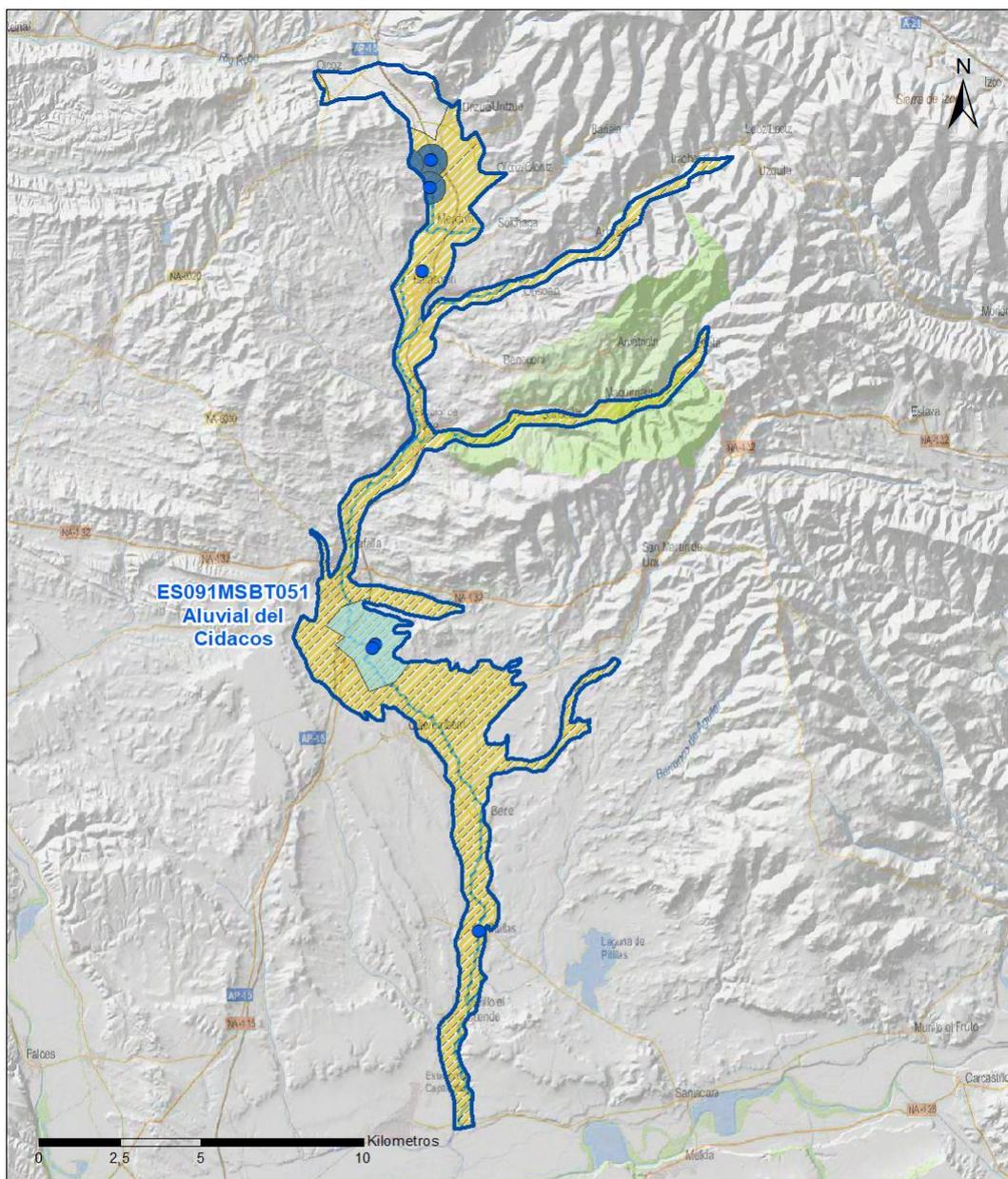
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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)	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6	9,47
Zonas de futura captación de agua para consumo humano		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	56	92,73
Perímetros de protección de aguas minerales y termales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

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

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

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

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

7.1 BALANCE HÍDRICO

7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm ³ /año)	Componente	Volumen (hm ³ /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 (hm ³ /año) (RN)		0,00	

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm ³ /año)	Componente	Volumen (hm ³ /año)
Infiltración lluvia	3,19	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF		Extracciones	0,59
Transf. lateral otras MSBT		Transf. lateral otras MSBT	
Retornos de riego	0,82		
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	4,01	Salidas Totales	0,59
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RA)		3,42	

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

7.2.1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm ³ /año)	2,60
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año)	0,58
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año)	0,60
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año)	5,29
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,11

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año)	3,19
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año)	0,59
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año)	0,64
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año)	3,37
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,18

“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

La masa no cuenta con ninguna instalación para la recarga artificial de acuíferos

7.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RECARGA ARTIFICIAL

8.- PIEZOMETRÍA

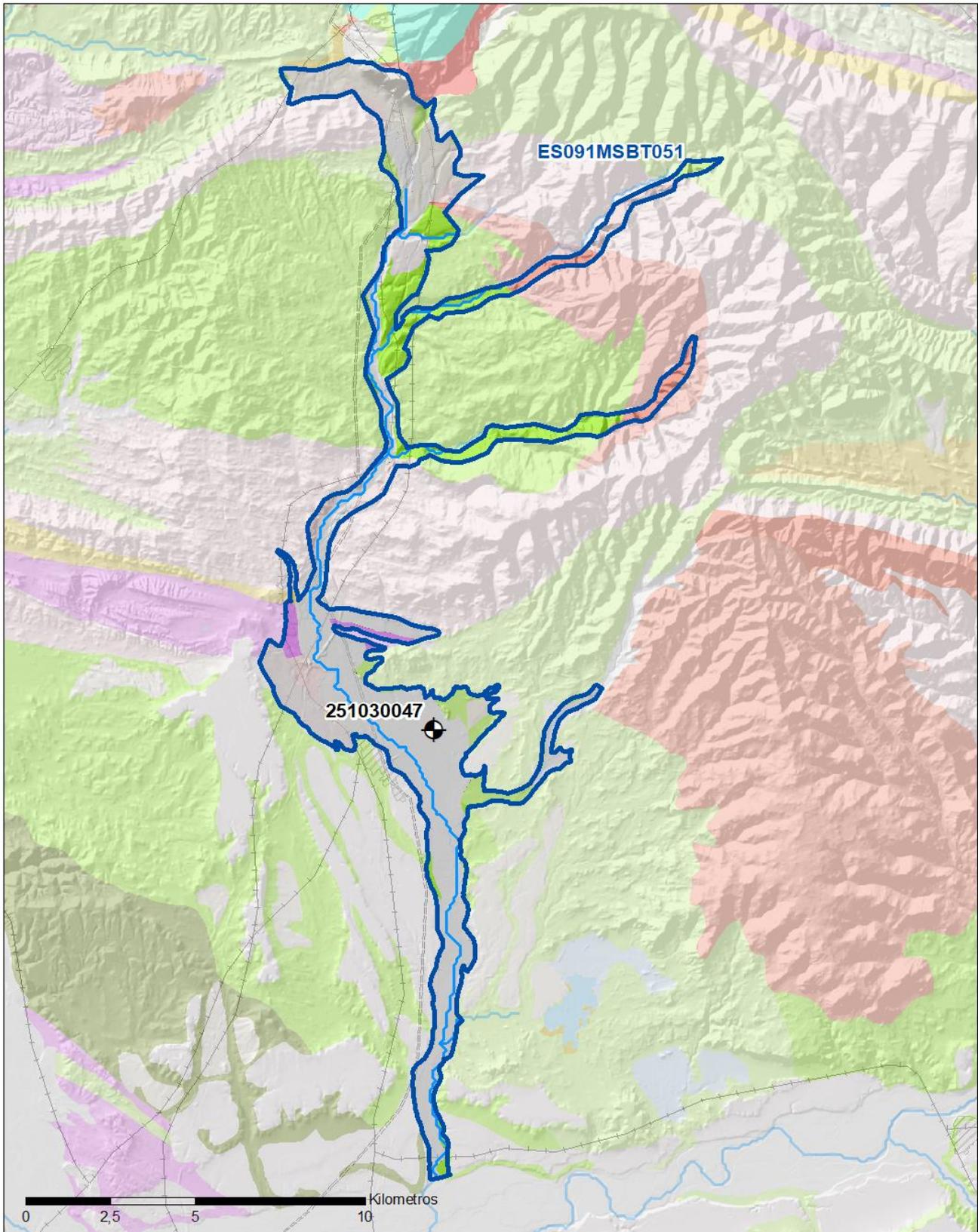
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
251030047	Piezometría	612.539	4.704.910	Cuaternario Aluvial	10/03/1999			14,0	382	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

8.2 MAPAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

Localización de puntos de control



LEYENDA

-  MSBT
-  Red hidrográfica

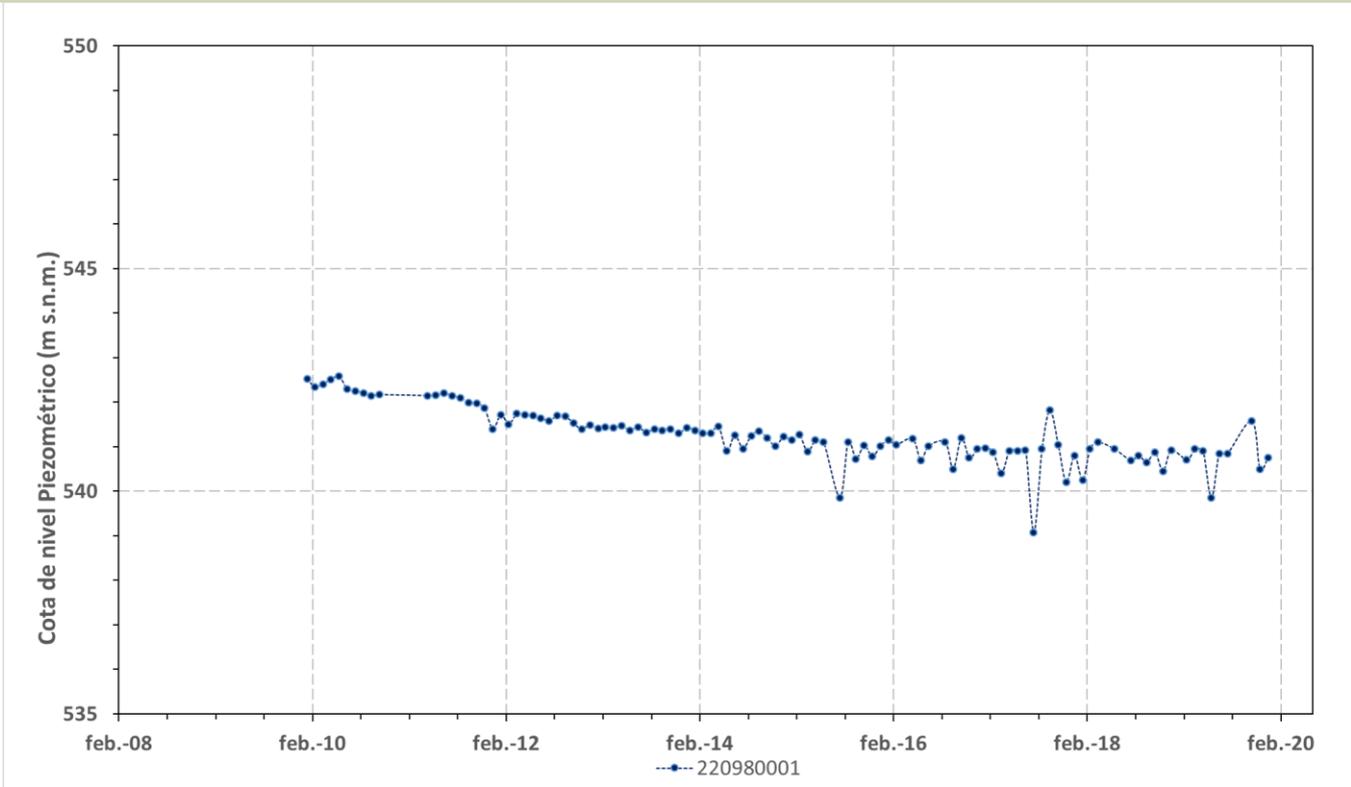
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  Piezometría
-  Hidrometría

8.3 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA PIEZOMETRÍA

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

Gráfico de la evolución piezométrica en los puntos de control



Observaciones a la evolución general de la piezometría / hidrometría

La red de control piezométrico está constituida por un único piezómetro (IPA_251030047), presenta medidas continuadas de nivel piezométrico desde el año 2007, con un valor de NP medio de 378,7 msnm. En general, la piezometría se muestra estable, no se observan variaciones interanuales importantes, el rango de variación del NP entre máximos y mínimos es de 2,95 m. A partir de 2010 se observa que la cota de nivel ha subido bruscamente y se mantiene estable hasta la actualidad, posiblemente sea debido a la actualización de las cotas topográficas de medición del nivel piezométrico.

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
251030047	1999	2020	123	380,6	377,7	378,7	3,0	0,04	Cuaternario Aluvial	No

8.4 EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

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

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS MANANTIALES SELECCIONADOS

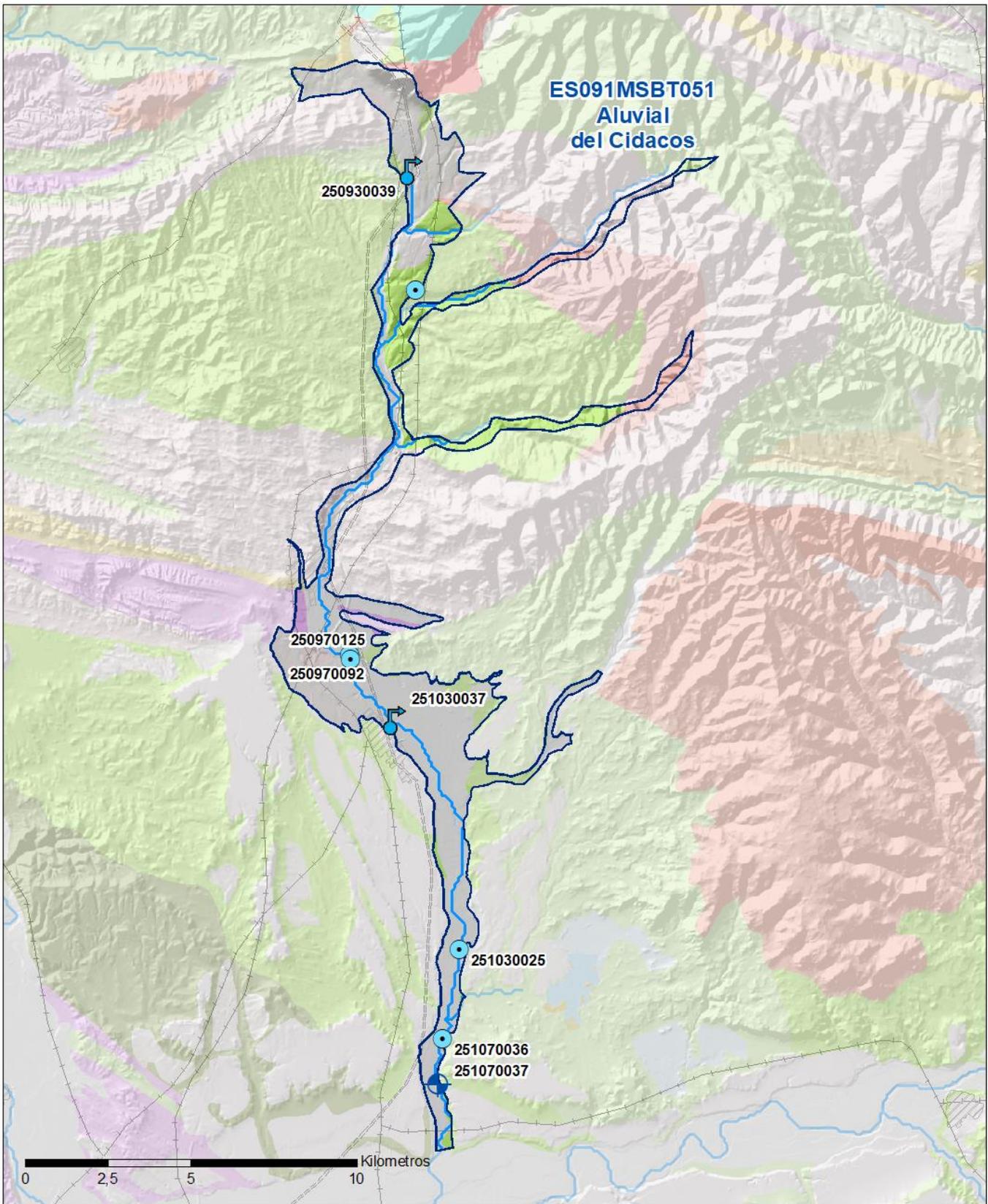
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

9.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO QUÍMICO

Puntos de Muestreo		UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m)	Prof. (m)	Tipo Captación	Acuífero/FGP	Fecha inicio muestreo
Código	Nombre	X	Y					
250930039	ARGUIRIZARI	611.700	4.721.383	563		MANANTIAL		28/05/2007
250930055	Chapardía - Ayuntamiento Garinoain	611.807	4.717.745	544		POZO		
250970092	ESCAL. POZO SOLA	609.813	4.706.683	399	20,0	POZO	Ac.Cuaternario Aluvial	27/03/2003
250970125	ESCAL. POZO JUNTO AL ALJIBE	609.841	4.706.538	398	8,0	POZO		09/04/1987
251030025	ABASTECIMIENTO A PITILLAS-PARQUE	613.122	4.697.711	348	8,6	POZO	Ac.Cuaternario Aluvial	07/05/2002
251030037	FUENTE DE OLITE	611.203	4.704.701	382		MANANTIAL	Ac.Cuaternario Aluvial	17/03/2009
251070036	Pozo en Murillo en Cuende II	612.614	4.695.012	333		POZO		12/05/2009
251070037	Sondeo LIFE Nitratos Murillo el Cuende. El Campillo	612.483	4.693.638	326	11,0	SONDEO	Ac.Cuaternario Aluvial	08/10/2013

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
	Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
250930039	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
250930055	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
250970092	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
250970125	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
251030025	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
251030037	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
251070036	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
251070037	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

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
250930039	Manantial Gravas, arenas y arcillas	Bicarbonatada cálcica
250970092	Gravas, arenas y arcillas	Bicarbonatada sulfatada cálcica
251030037	Manantial Gravas, arenas y arcillas	Bicarbonatada sulfatada cálcica
251070036	Gravas, arenas y arcillas	Clorurada sulfatada cálcica sódica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT Aluvial del Cidacos (2019)

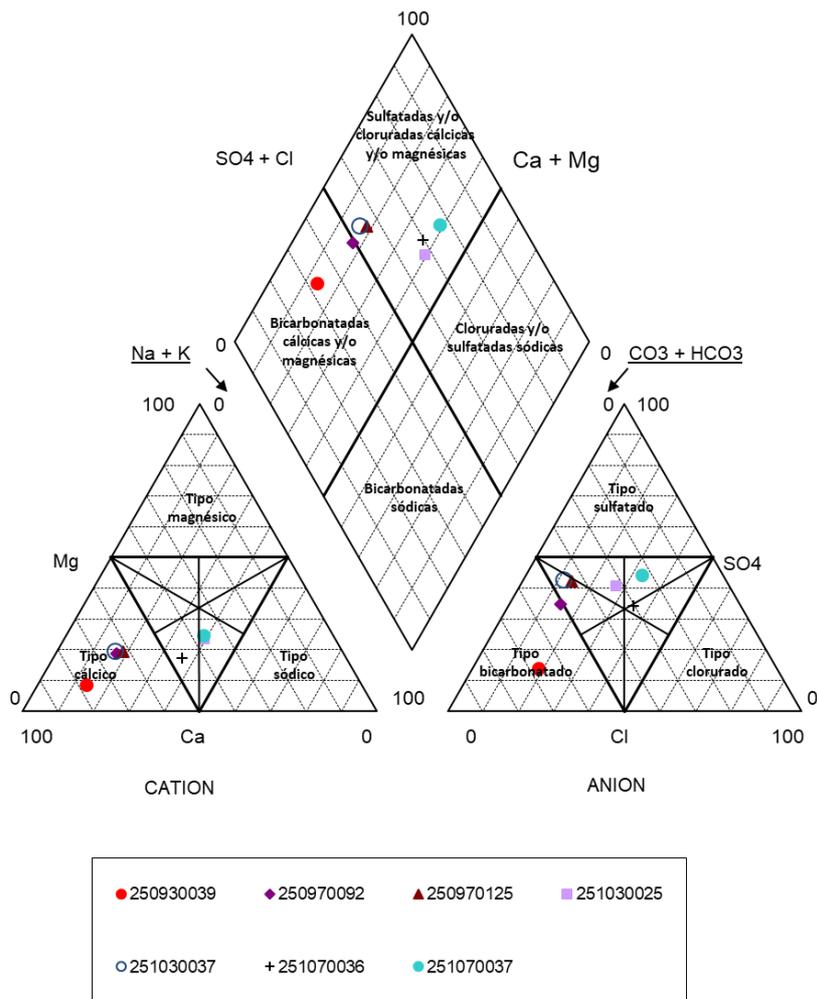


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 250930039

Aluvial del Cidacos_250930039 (2015-2019)

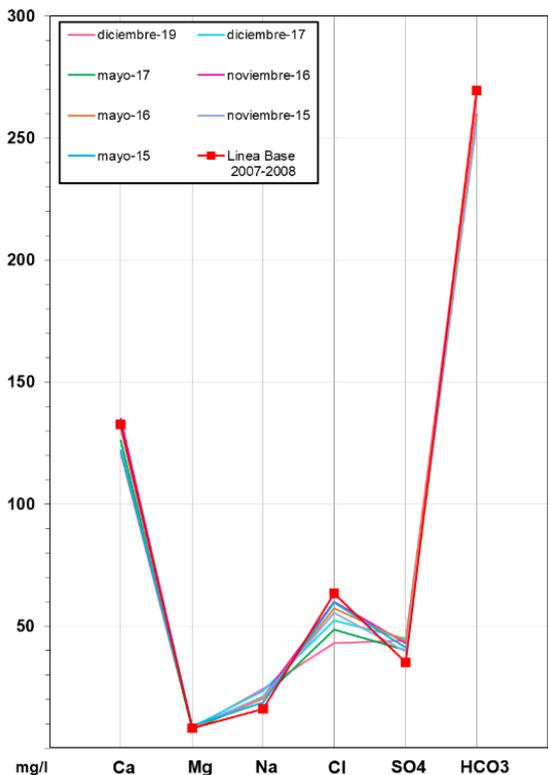


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 250970092

Aluvial del Cidacos_250970092 (2015-2019)

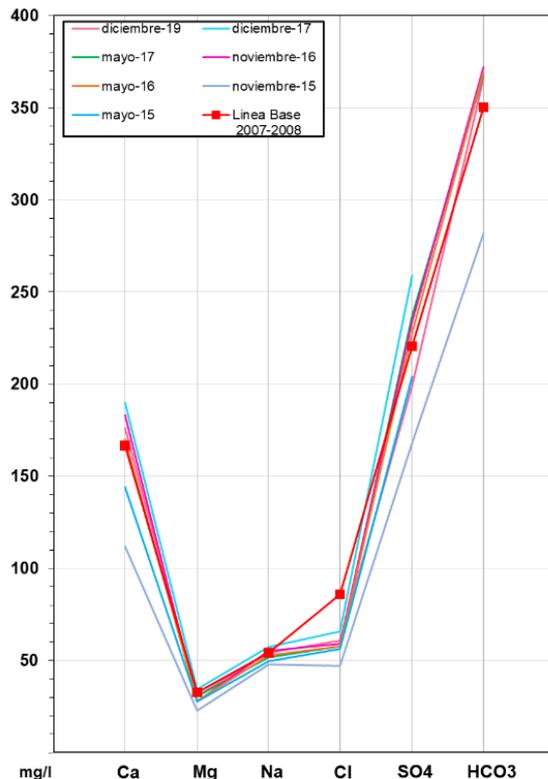


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 251030037

Aluvial del Cidacos_251070037 (2015-2019)

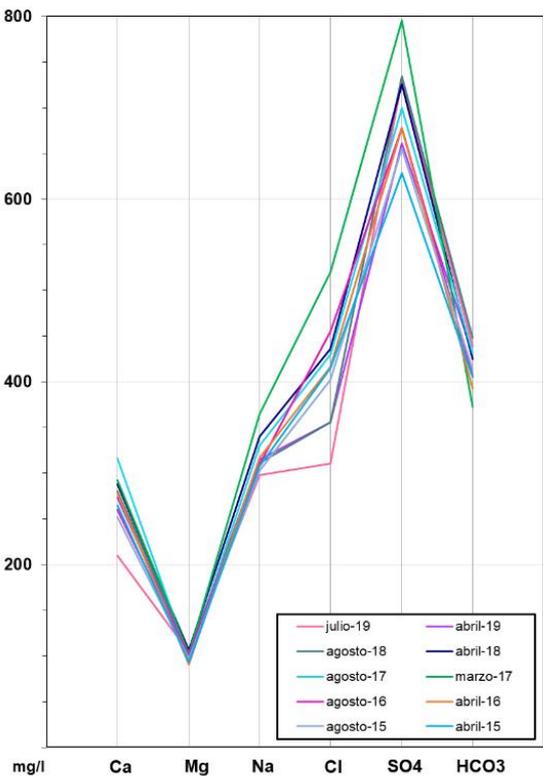
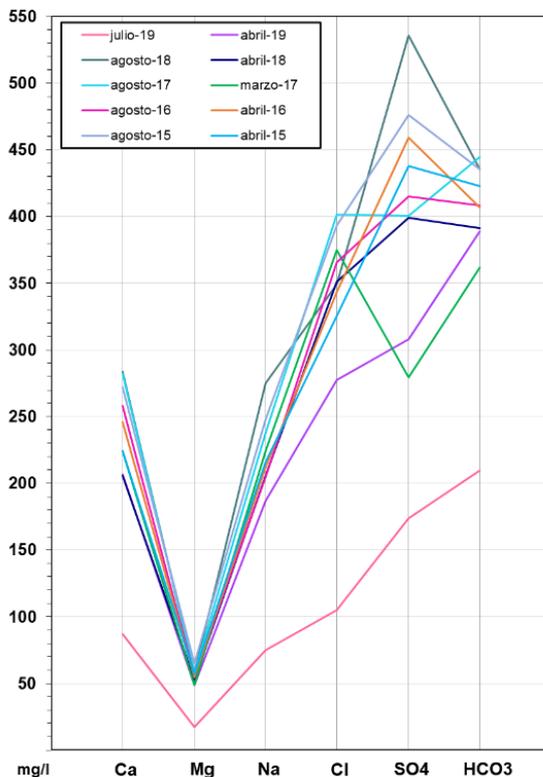


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 251070036

Aluvial del Cidacos_251070036 (2015-2019)



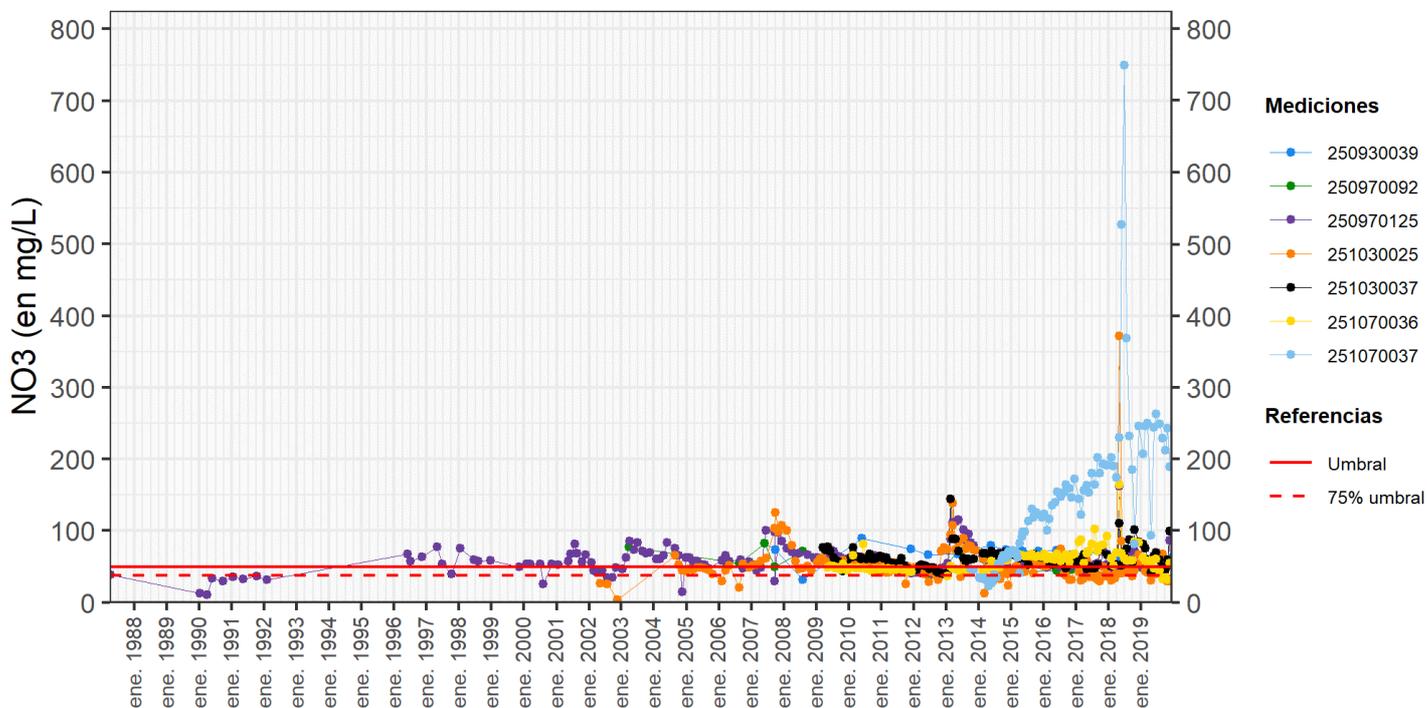
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

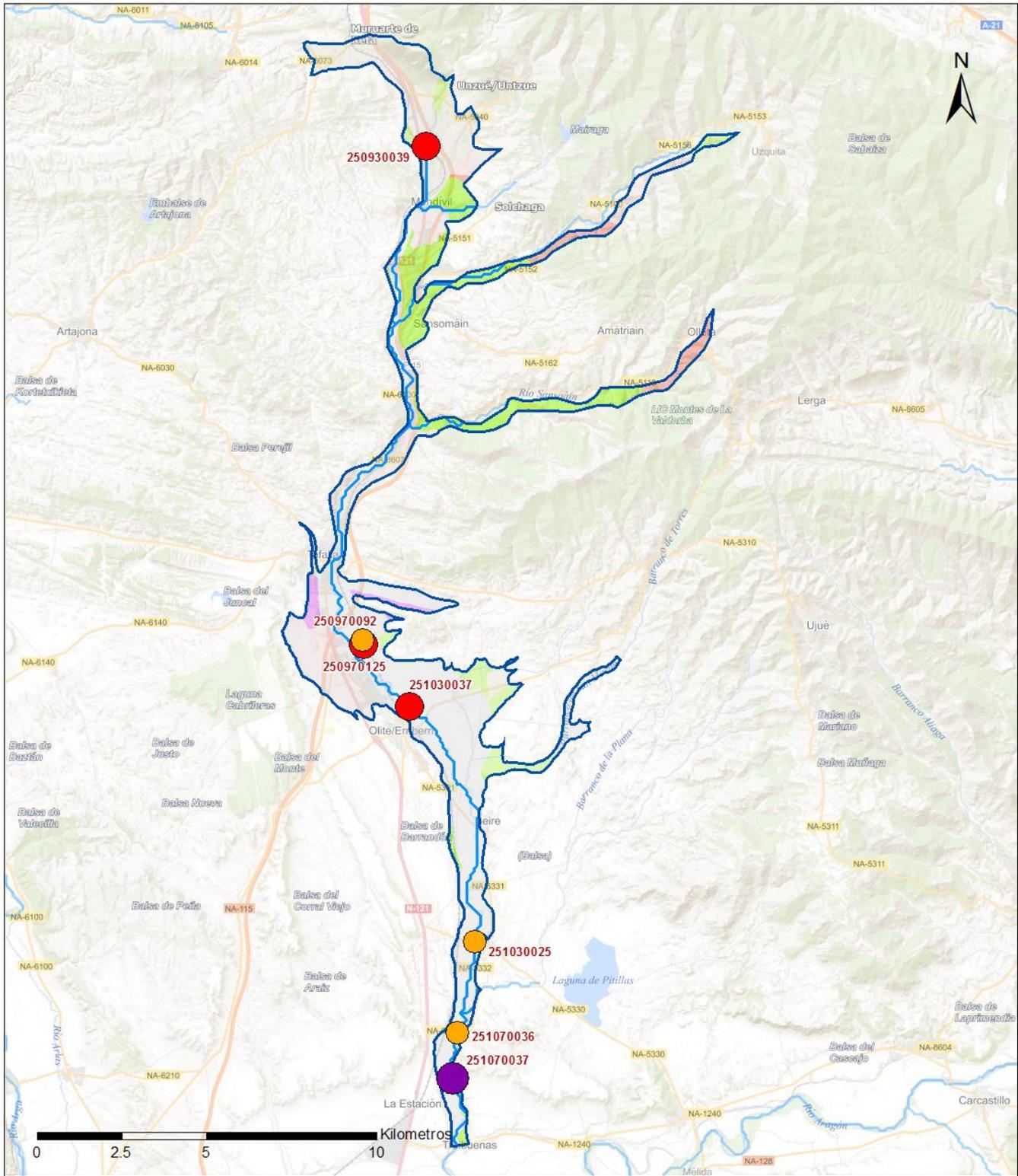
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº	Nitrato (NO ₃ ⁻)
	1	

Gráficas de Evolución



ES091MSBT051 - NO3 (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

 MSBT:
 Red hidrográfic
 ES091MSBT051
 Aluvial del Cidacos

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

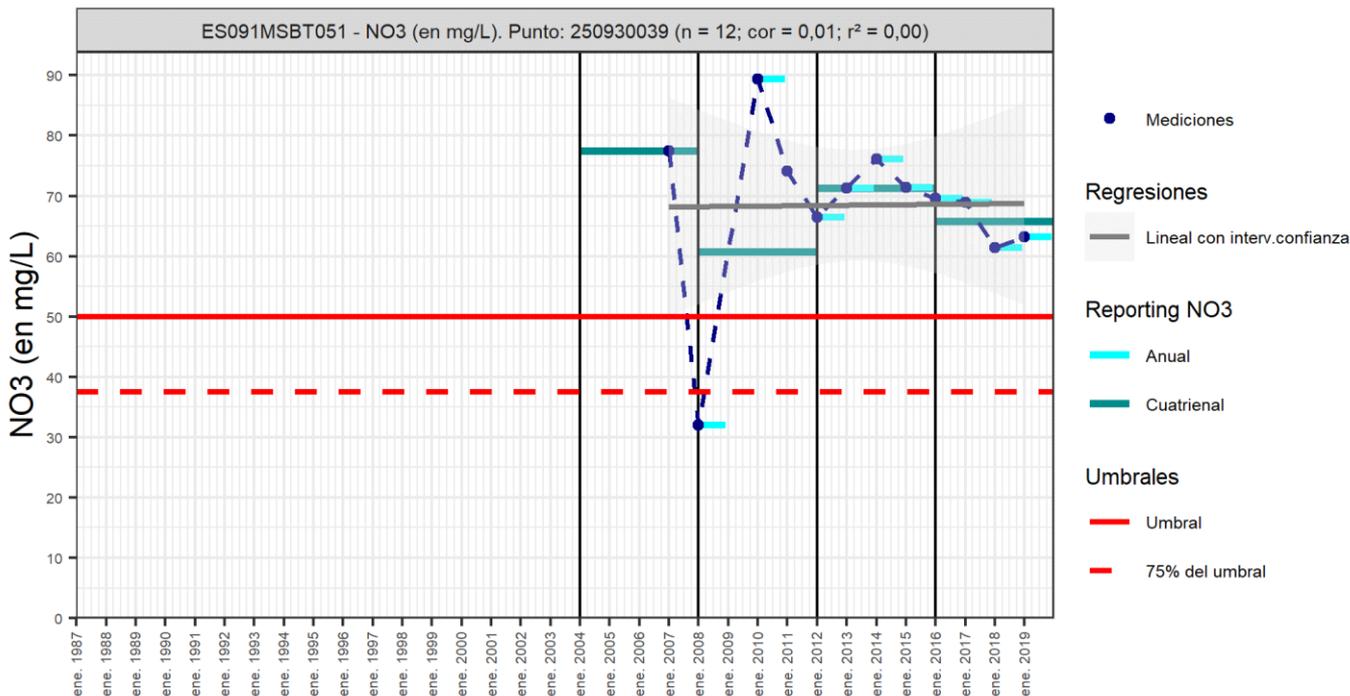
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitrato corresponden a los reportados en el informe cuatrienal 2016-2019. Todos los puntos tienen una serie histórica con un número mayor de 8 datos anuales para evaluar la tendencia de evolución química por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall. Los puntos seleccionados corresponden a 2 manantiales (IPA_ 250930039, IPA_ 251030037) y 4 pozos (IPA_ 250970092, IPA_ 250970125, IPA_ 251070036, IPA_ 251030025), localizados en el acuífero Cuaternario Aluvial.

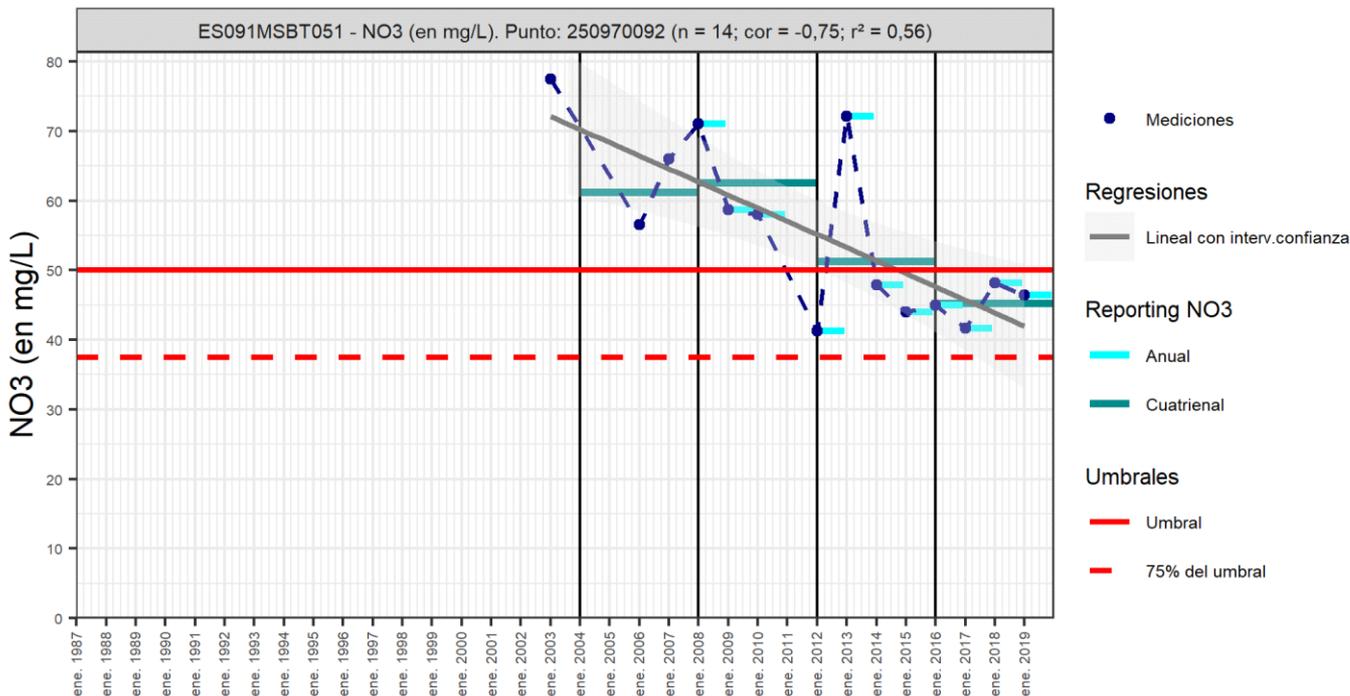
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO₃⁻)

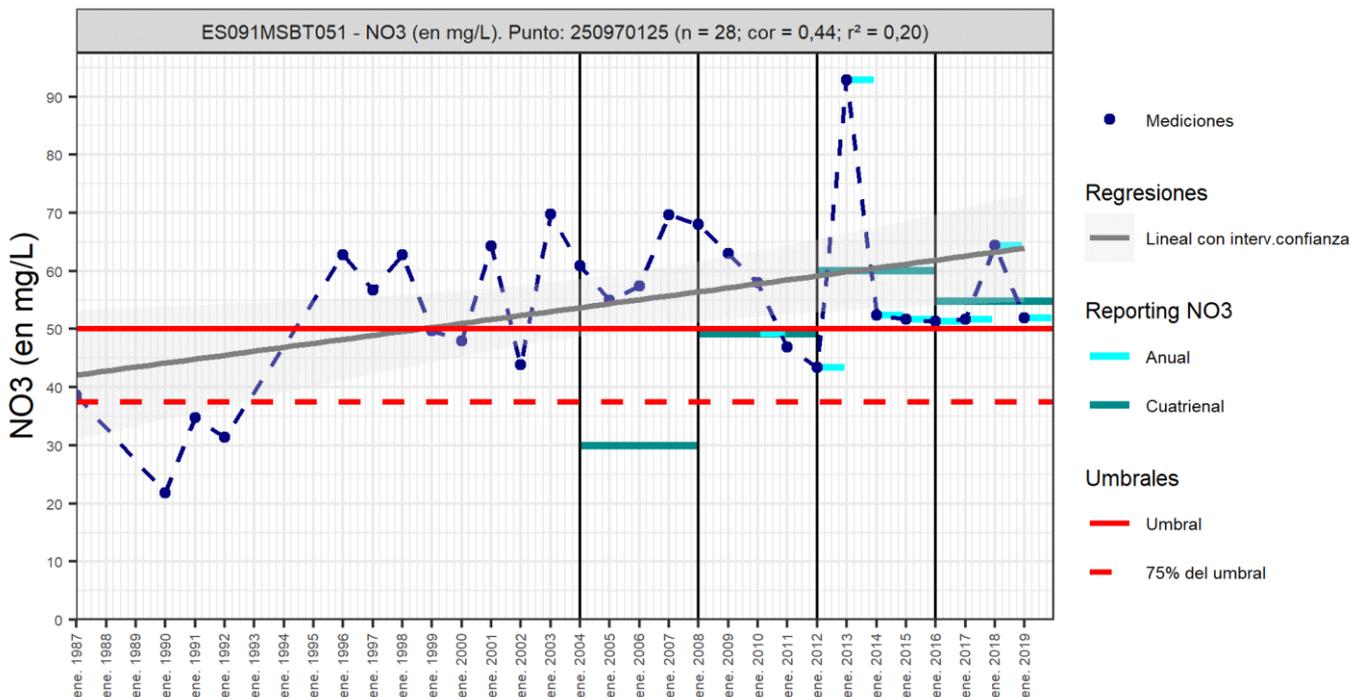
Código Punto 250930039



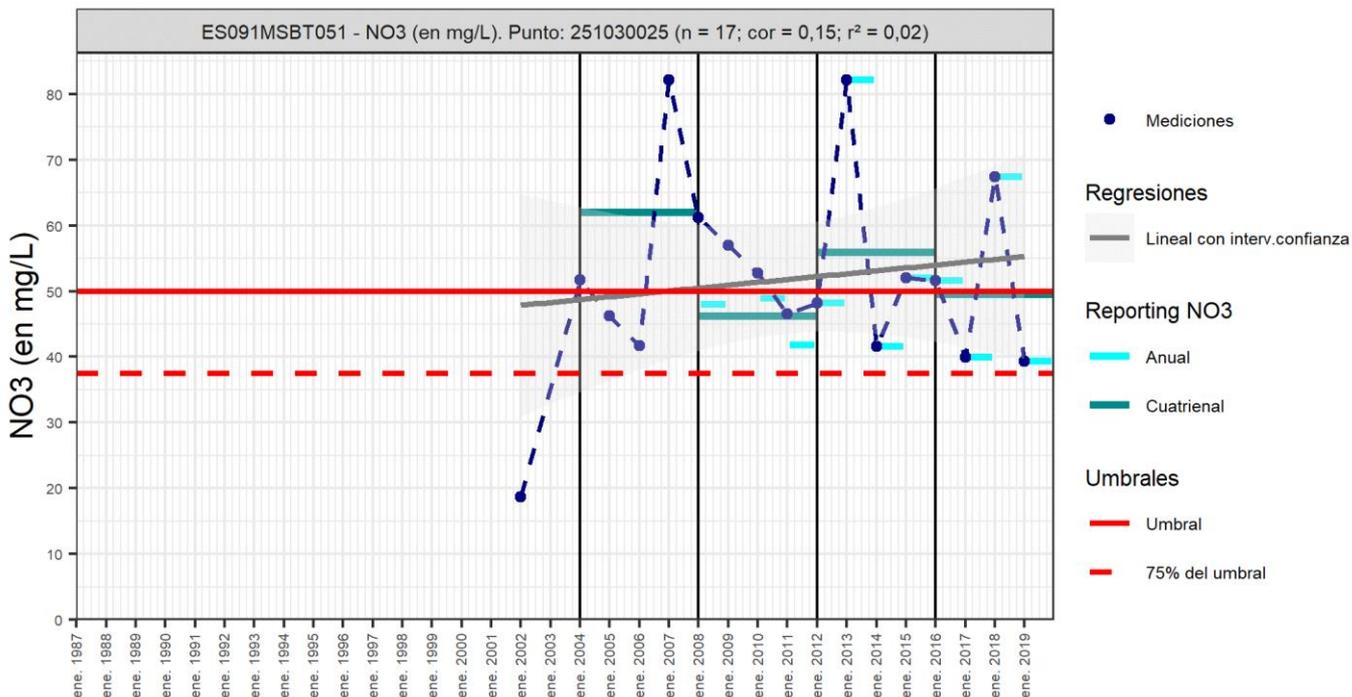
Código Punto 250970092



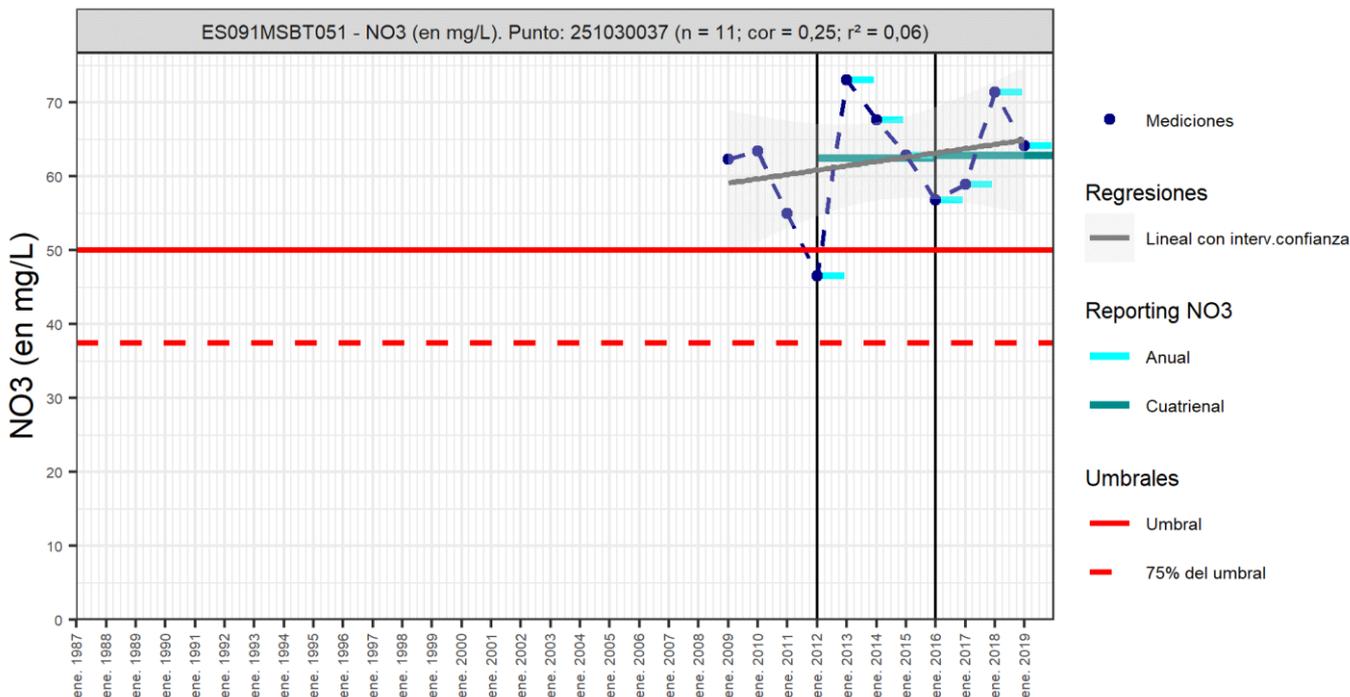
Código Punto 250970125



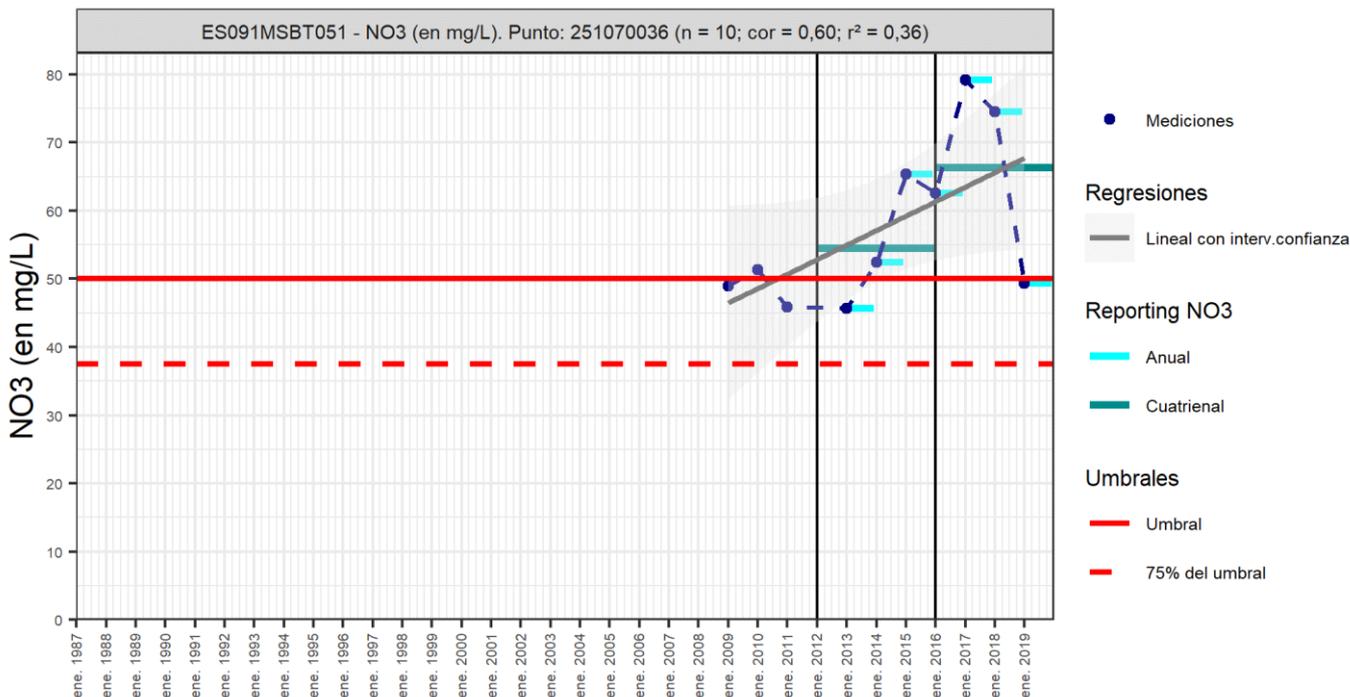
Código Punto 251030025



Código Punto 251030037



Código Punto 251070036



Análisis de tendencias

El análisis de la tendencia de evolución del nitrato se ha realizado en cinco puntos seleccionados de la red control de nitratos, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall, sobre una serie histórica de datos anuales que en algunos puntos se inicia a partir de 2005 hasta 2019, por lo que la longitud de la serie de datos en la mayoría de los puntos es extensa, entre 10 y 15 datos anuales. Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R2 >0,3 y de 0,6 indican que la correlación es moderada, excepto en los puntos IPA_250930039, IPA_250970125, IP_251030037, IPA_251070036, IPA_251030025, en los que R2es<0,3 debido a la heterogeneidad de los datos puede identificarse si existe tendencia, por lo que es necesario el análisis según el test de Mann-Kendall y pendiente de Sen (Sen’s Slope). El análisis estadístico de las series históricas anuales no permite identificar tendencias significativas crecientes o decrecientes en ninguno de los puntos analizados, siendo los valores del grado de significancia (GS) ><90% por lo que sus tendencias serian dudosas. Aunque sí que los valores de Sen’s Slope indican que la concentración de nitrato aumenta en los puntos IPA_250930039 y IPA_251070036, y disminuye en el resto de puntos analizados. Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2016 y 2016-2019, la concentración en nitrato disminuye ligeramente en la mayoría de los puntos al comparar tercer y cuarto cuatrienio. Se observa una estabilidad en los valores entre cuatrienios con variaciones mínimas, entre 0,3 y 6,0 mg/L.

Resultados del análisis de tendencias								Nitrate (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
250930039	mg/L	Histórica	2007	2019	Anual	12	12	32,00	89,40		37,50
250970092	mg/L	Histórica	2006	2019	Anual	14	13	41,30	72,10		37,50
250970125	mg/L	Histórica	2000	2019	Anual	28	15	43,40	92,90		37,50
251030025	mg/L	Histórica	2004	2019	Anual	17	15	39,30	82,20		37,50
251030037	mg/L	Histórica	2009	2019	Anual	11	11	46,50	73,10		37,50
251070036	mg/L	Histórica	2009	2019	Anual	10	10	45,60	79,20		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				
250930039	0,00000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	1,24E-01	87,63	MEDIO				
250970092	0,56000	Descendente	ALTO	Sin Tendencia	1,61E-01	83,89	MEDIO				
250970125	0,20000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	3,22E-01	67,77	MEDIO				
251030025	0,02000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	1,07E-01	89,26	ALTO				
251030037	0,06000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	2,76E-01	72,37	ALTO				
251070036	0,36000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	6,92E-01	30,78	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	4º	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
										Cuatrienio (2012-2015)	Cuatrienio (2016-2019)		
250930039	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	60,70	77,50	37,50	71,30	65,80	-5,50	Descendente	
250970092	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	45,30	62,60	37,50	51,30	45,30	-6,00	Descendente	
250970125	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	30,00	60,10	37,50	60,10	54,90	-5,20	Descendente	
251030025	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	46,30	62,00	37,50	56,00	49,60	-6,40	Descendente	
251030037	Histórica	2012	2019	Cuatrienal	2	62,60	62,90	37,50	62,60	62,90	0,30	Ascendente	
251070036	Histórica	2012	2019	Cuatrienal	2	60,58	205,19	37,50	60,58	205,19	144,61	Ascendente	

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea ES091MSBT051 Aluvial del Cidacos se encuentra en el del Dominio Hidrogeológico de la Depresión del Ebro en su extremo nor-occidental. Se localiza íntegramente en la Comunidad Foral de Navarra con una superficie de 60,7 km². La masa está limitada por la propia extensión de los depósitos aluviales del Cidacos aguas abajo de la localidad de Unzue, hasta alcanzar los del Aragón, y los depósitos cuaternarios de los aluviales del Cemborain y Sansoain. Los municipios que tienen su totalidad o parte de su extensión dentro de los límites de la MSBT son 15, siendo los municipios de San Martín de Unzué (18,7%) y Olite (16,4 %) los que ocupan mayor superficie de la MSBT.

La MSBT Aluvial del Cidacos se encuentra localizada en el sector nor-occidental del Dominio Hidrogeológico de la Depresión del Ebro que coincide con la Cuenca Terciaria del Ebro. La estructura geológica de la MSBT viene definida por la extensión de los aluviales actuales del río Cidacos y las terrazas bajas asociadas a este. La litología detrítica corresponde a materiales cuaternarios, aluviales, terrazas, coluviales y abanicos. Pueden existir cambios, aunque los materiales aluviales presentan una secuencia vertical sencilla, desde gravas y arenas gruesas, poco o nada consolidadas, en el fondo, hasta limos y arcillas en la parte superior de la serie. Los depósitos cuaternarios se disponen sobre los materiales terciarios de baja permeabilidad del Mioceno y Oligoceno, formado principalmente por margas, arcillas, areniscas y conglomerados.

Las características hidrogeológicas y edafológicas del acuífero, clasificado como detrítico-mixto, le confieren grado de vulnerabilidad intrínseco a la contaminación según el método DRASTIC reducido (Min= Grado 1; Max= Grado 10) de muy bajo-bajo al 41,1 %, moderado-alto al 57,1 % de la superficie de la MSBT Aluvial del Cidacos.

La MSBT del Aluvial del Cidacos, compuesta por materiales granulares de permeabilidad alta, limita al norte con la MSBTMSBT Sierra de Alaiz (ES091MSBT029) siendo de tipo cerrado y flujo nulo. Al sur, limita con la MSBT del Aluvial del Ebro-Aragón: Lodosa-Tudela (ES091MSBT049), de carácter abierto y sentido de flujo de salida hacia los aluviales que se extienden hacia el sur en la MSBT contigua. El resto de límites, este y oeste, son de naturaleza impermeable, corresponden a los materiales del Terciario de baja permeabilidad y no hay definida ninguna MSBT.

En la MSBT se identifica un único acuífero formado por los depósitos aluviales del río Cidacos y las terrazas medias y altas, con una superficie de 39, km² y un espesor que puede alcanzar los 20 m. La litología de este acuífero son gravas gruesas y medias con arenas, arcillas y limos, con una porosidad intergranular y un régimen hidráulico libre. La base impermeable corresponde a los materiales terciarios de baja permeabilidad, margas y arcillas, sobre los que se han depositado los materiales cuaternarios. Los datos obtenidos tienen como fuente ensayos de bombeo, aunque no son numerosos, la transmisividad es variable pudiendo estar entre 0,5 a 300 m²/día.

El flujo de las aguas subterráneas en la MSBT coincide, a grandes rasgos, con el de las aguas superficiales. Los mecanismos de recarga del aluvial incluyen: infiltración directa de agua de lluvias, retornos de riego, almacenamiento de las riberas en periodos de crecida, alimentación procedente de barrancos laterales. La descarga natural se realiza de hacia el río Cidacos y aluviales con conexión lateral, no existen manantiales importantes. A veces, el río Cidacos puede experimentar inversiones de flujo temporales en periodos de crecida o de reducción del bombeo, pero no afectan al carácter general efluente.

En la MSBT se ha delimitado un único recinto hidrogeológico identificado como Aluvial de Cidacos (ES091MSBT051S00) a las que se asocian las MSPF de los ríos Cemborain y Cidacos, ambos son ganadores. No se han identificado manantiales importantes que sean de interés en el funcionamiento hidrogeológico del recinto.

En el tercer ciclo de planificación hidrológica se establecieron unos recursos disponibles 3,37 hm³/año, sobre unos recursos renovables de 3,19 hm³/año. La salida de agua subterránea más importante se corresponde con las extracciones por bombeo que se estimaron en 0,59 hm³/año, lo que tiene como consecuencia que el índice de explotación de esta masa sea de 0,18.

La red de control piezométrico está constituida por un único piezómetro (IPA_251030047), presenta medidas continuadas de nivel piezométrico desde el año 2007, con un valor de NP medio de 378,7 msnm. En general, la piezometría se muestra estable, no se observan variaciones interanuales importantes, el rango de variación del NP entre máximos y mínimos es de 2,95 m. A partir de 2010 se observa que la cota de nivel ha subido bruscamente y se mantiene estable hasta la actualidad, posiblemente sea debido a la actualización de las cotas topográficas de medición del nivel piezométrico.

La red de control del estado químico de la MSBT tiene 8 puntos de control, corresponden a 2 manantiales, 5 pozos y un sondeo. Las características generales físico-químicas de la MSBT corresponden a un agua casi neutra a básica, con un pH que varía entre 6,8 a 8,7. Los valores de conductividad eléctrica varían entre 528 y 4.654 µS/cm, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 1.401 µS/cm, se consideran aguas naturales mineralizadas y dulces (< 2000 µS/cm Custodio y Llamas, 1983). La concentración en mg/L de Ca CO₃ varía entre 34,1 a 1.562 mg/L, indicando que el grado de dureza del agua puede variar de blanda a muy dura.

La facies hidrogeoquímica principal en pozos y manantiales de la MSBT corresponde a la composición variable entre los tipos Ca-HCO₃ (IPA_250930039) y Ca-HCO₃-SO₄(Cl) (IPA_251030037, IPA_251070036, IPA_250970092). El acuífero aluvial presenta elevadas concentraciones en SO₄, con valores máximos que varían entre 500 y 1.108 mg/L., y en cloruro con valores que pueden estar por encima de los 400 mg/L hasta 650 mg/L. La frecuencia de muestreo durante el periodo 2015-2019 fue semestral en la

mayoría de los puntos seleccionados, observándose que apenas hay evolución, en las concentraciones de aniones y cationes mayoritarios, respecto a la Línea Base 2007-2008 en los puntos (IPA_250930039 y IPA_250970092. En el punto IPA_251030025, en el que se dispone de Línea Base 2007-2008 se observa una salinización progresiva (muestreos año 2015-2019) de la MSBT con elevadas concentraciones en sulfato y cloruro, al igual que ocurre en los puntos IPA 251070036, IPA-251070037 (Diagramas de columnas).

La masa de agua subterránea está en riesgo químico comprobado de no alcanzar los objetivos medioambientales por la concentración en nitrato, debido principalmente a la contaminación difusa por la actividad agrícola y ganaderas (cargas ganaderas). Otros componentes orgánicos como TPH's, BTEX, ETBE y MTBE, cuyo origen está asociado a emplazamientos con suelos contaminados, probablemente tienen un impacto químico en la MSBT.

La contaminación difusa por la actividad agrícola y ganadera se manifiesta con altas concentraciones de nitrato en toda la MSBT, afectando tanto a pozos como manantiales. La concentración de nitrato en la serie histórica varía en un rango entre 3 y 750 mg/L, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 66 mg/L, que supera los 50 mg/L establecidos en la Norma de Calidad (NC). La gráfica de evolución en la que se representa la red de control químico muestra que la mayoría de los puntos sobrepasan límite de NC, alcanzando valores muy elevados de forma puntual (IPA_251070037).

El análisis de la tendencia de evolución del nitrato se ha realizado en cinco puntos seleccionados de la red control de nitratos, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann-Kendall, sobre una serie histórica de datos anuales que en algunos puntos se inicia a partir de 2005 hasta 2019, por lo que la longitud de la serie de datos en la mayoría de los puntos es extensa, entre 10 y 15 datos anuales.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de $R^2 > 0,3$ y de 0,6 indican que la correlación es moderada, excepto en los puntos IPA_250930039, IPA_250970125, IPA_251030037, IPA_251070036, IPA_251030025, en los que R^2 es $< 0,3$ debido a la heterogeneidad de los datos puede identificarse si existe tendencia, por lo que es necesario el análisis según el test de Mann-Kendall y pendiente de *Sen (Sen's Slope)*.

El análisis estadístico de las series históricas anuales no permite identificar tendencias significativas crecientes o decrecientes en ninguno de los puntos analizados, siendo los valores del grado de significancia (GS) $< 90\%$ por lo que sus tendencias serían dudosas. Aunque sí que los valores de *Sen's Slope* indican que la concentración de nitrato aumenta en los puntos IPA_250930039 y IPA_251070036, y disminuye en el resto de puntos analizados.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2016 y 2016-2019, la concentración en nitrato disminuye ligeramente en la mayoría de los puntos al comparar tercer y cuarto cuatrienio. Se observa una estabilidad en los valores entre cuatrienios con variaciones mínimas, entre 0,3 y 6,0 mg/L.

11.- PLAN DE ACCIÓN

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

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

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

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

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

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

A continuación, se proponen actuaciones específicas consideradas prioritarias para la mejora del conocimiento de la ES091MSBT051 Aluvial del Cidacos:

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. En la MSBT se ha identificado contaminación difusa por nitrato que afecta a la zona de Olite y Tafalla, y contaminación puntual en Barasoain. Dado su naturaleza, y las presiones a las que se encuentra sometida, se hace necesaria la realización de estudios específicos de mejora del conocimiento de la zona no saturada que permitan definir los principales parámetros que regulan el flujo y transporte de contaminante en el acuífero aluvial y con ello, determinar el volumen y dispersión de los contaminantes en la ZNS, cuantificar la capacidad de atenuación natural que presenta esta zona, y hacer una prognosis bajo diferentes escenarios de buenas prácticas agrarias como respuesta a la Directiva 91/676/CEE.

Estudios piezométricos: 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: los acuíferos aluviales presentan una elevada heterogeneidad en cuanto a parámetros hidráulicos se refiere según zonas, profundidad, diferentes formaciones (terrazas, glaciares, aluvial actual, etc.) por lo que requieren de un mayor número de puntos de estudio y análisis. La caracterización de los parámetros hidrogeológicos es indispensable para el desarrollo de modelos numéricos, en la medida en que constituye una de las principales entradas donde el número de datos y su distribución espacial influyen directamente en la mejora y mayor aproximación a la realidad.

Estudios de caracterización hidrogeoquímica: permiten mejorar el modelo conceptual de esta masa de agua mediante la realización de analíticas distribuidas y la posterior interpretación de datos. Dada la amplia extensión de las presiones significativas identificadas dentro de esta masa de agua, también se requiere de la realización de “barridos” que permitan detectar impactos previamente no detectados en toda su extensión. Además, como apoyo a los trabajos de planificación hidrológica, se debe desarrollar un sistema estandarizado para la mejora del análisis de tendencias en todas las MSBT, así como su vinculación automatizada con NABIA. Por último, en todas aquellas zonas con carencias de información, se deben efectuar estudios para la determinación de los niveles de fondo.

Estudios de contaminación difusa: la masa de agua subterránea se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa principalmente por nitrato afectando a todo el aluvial, especialmente en las zonas de Olite y Tafalla. Se trata de una contaminación que afecta amplias zonas donde 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: dentro de la MSBT se han establecido unos candidatos a EDAS, y se proponen trabajos para su identificación/validación (incluyendo trabajos de campo), así como trabajos para su caracterización y estimación de sus necesidades ambientales.

Análisis y diagnosis de las redes de monitoreo. Propuestas de mejora: 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.

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 todas las MSBT la mejora del modelo geológico 3D que sirva como base para la generación o mejora de modelos de flujo subterráneo, en el caso de que hubiera antecedentes de modelación numérica.

Modelización de flujo subterráneo: en esta MSBT se plantea crear 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 crear un modelo de transporte que permita comprender el origen y la causa de las variaciones espaciales y temporales, así como definir la dimensión de la contaminación detectada en el o los acuíferos, así como plantear escenarios para la mejora de la gestión y facilitar 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 ira acompañada 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 () Fichas de caracterización de las masas de agua subterránea en Información de Planificación Hidrológica de la CHE (www.chebro.es).
- CHE (2005) Proyecto de Construcción de Sondeos Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro. Informe Piezómetro Olite (090.051.001)
- CHE (2015). Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Segundo ciclo de planificación: 2015 – 2021. 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 (2012). Diagnóstico de las estaciones de seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea de las cuencas intercomunitarias, construidas y operativas antes del año 2.002. Apoyo Técnico a la Confederación Hidrográfica del Ebro. Memoria y anejos.
- 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.
- DGA (2010). Actividad 2: Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales 2015. Demarcación Hidrográfica del Ebro, Masa de Agua Subterránea: 090.051 Aluvial del Cidacos. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.
- DGA (2010). Actividad 4: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Demarcación Hidrográfica 091 Ebro, Dominio Depresión del Ebro, Masa de agua subterránea 090.051 Aluvial del Cidacos. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.
- IGME (1998). Memoria: Cuaternario del Ebro y sus afluentes (1989-1990)
- 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, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. Boletín Oficial del Estado número 229, Gobierno de España.

ANEXO 1: ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)



MSBT: ES091MSBT051 - ALUVIAL DEL CIDACOS

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT051 - ALUVIAL DEL CIDACOS

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20°C) (In situ)	O ₂ (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	°C	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O ₂	mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃
Código Punto	250930039						
Valor							
Máx.	22,3	8	824	10,10	1,0	<LQ	249,0
Mín.	12,0	7	630	6,90	<LQ	<LQ	211,0
P50	14,6	7	717	8,80	<LQ	<LQ	219,5
N reg.	14	12	14	19	12		4
Código Punto	250930055						
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	250970092						
Valor							
Máx.	23,2	8	1.197	10,00	0,9	<LQ	317,0
Mín.	12,3	7	921	6,40	<LQ	<LQ	265,0
P50	14,8	7	1.070	8,55	<LQ	<LQ	296,0
N reg.	17	16	16	22	14		8
Código Punto	250970125						
Valor							
Máx.	23,0	9	1.355	14,90	3,2	772,00	312,0
Mín.	7,2	7	528	1,78	<LQ	34,80	312,0
P50	15,2	7	1.105	8,65	0,7	561,00	312,0
N reg.	183	163	196	194	92	153	1
Código Punto	251030025						
Valor							
Máx.	25,5	9	2.640	85,10	6,8	1.043,00	474,0
Mín.	10,0	7	540	1,18	<LQ	34,10	189,0
P50	14,8	8	1.142	5,78	1,5	472,00	373,0
N reg.	166	140	179	198	97	97	41
Código Punto	251030037						
Valor							
Máx.	21,1	8	1.544	69,90	1,3	750,00	<LQ
Mín.	10,5	7	781	3,51	<LQ	53,80	<LQ
P50	15,3	7	1.091	5,06	0,6	568,00	<LQ
N reg.	98	78	112	123	88	69	
Código Punto	251070036						
Valor							
Máx.	18,8	9	2.780	9,99	12,3	1.259,00	<LQ
Mín.	10,9	7	897	1,10	<LQ	35,70	<LQ
P50	14,7	7	2.009	5,54	1,3	776,00	<LQ
N reg.	81	65	98	106	75	65	
Código Punto	251070037						
Valor							
Máx.	20,0	8	4.654	6,10	4,9	1.562,00	<LQ
Mín.	13,1	7	2.167	0,16	<LQ	793,00	<LQ
P50	15,1	7	2.681	2,71	1,2	1.013,50	<LQ
N reg.	58	38	71	94	67	78	

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	250930039								
Valor									
Máx.	303,8	<LQ	103,00	45,0	89,4	0,00	<LQ	24,3	3,0

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	250930039								
Valor									
Mín.	202,0	<LQ	17,00	29,0	32,0	<LQ	<LQ	11,0	2,0
P50	257,4	<LQ	55,30	41,5	71,1	<LQ	<LQ	19,0	2,4
N reg.	14	12	17	17	19	17	15	17	17
Código Punto	250930055								
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	250970092								
Valor									
Máx.	372,1	<LQ	99,00	285,0	82,0	0,14	0,26	58,7	7,2
Mín.	281,8	<LQ	47,00	161,0	38,7	<LQ	<LQ	47,8	4,6
P50	358,7	<LQ	65,60	227,0	49,7	<LQ	<LQ	53,5	5,4
N reg.	17	14	20	20	21	19	16	20	20
Código Punto	250970125								
Valor									
Máx.	458,5	17,70	97,20	423,0	162,5	6,00	1,10	86,3	11,9
Mín.	137,3	<LQ	15,10	24,8	10,9	<LQ	<LQ	10,7	2,6
P50	355,0	<LQ	68,60	266,6	54,0	<LQ	<LQ	57,0	5,0
N reg.	206	163	209	210	206	207	200	210	210
Código Punto	251030025								
Valor									
Máx.	578,1	<LQ	406,00	675,0	371,3	0,97	1,47	409,0	22,0
Mín.	106,5	<LQ	23,60	24,1	3,8	<LQ	<LQ	22,5	1,3
P50	349,5	<LQ	87,20	247,0	48,5	<LQ	<LQ	93,2	10,0
N reg.	160	155	197	197	198	195	187	198	198
Código Punto	251030037								
Valor									
Máx.	396,1	<LQ	98,40	485,0	144,5	<LQ	1,20	79,0	4,6
Mín.	288,0	<LQ	43,40	193,0	40,0	<LQ	<LQ	31,5	1,8
P50	342,9	<LQ	59,20	286,0	60,0	<LQ	<LQ	55,0	2,9
N reg.	123	123	123	123	121	120	120	123	123
Código Punto	251070036								
Valor									
Máx.	508,9	<LQ	479,50	839,0	163,8	0,60	2,30	404,0	72,6
Mín.	209,6	<LQ	81,00	174,0	31,7	<LQ	<LQ	75,0	3,3
P50	435,8	<LQ	317,00	399,0	57,3	<LQ	<LQ	202,0	7,3
N reg.	107	107	106	107	106	105	105	107	107
Código Punto	251070037								
Valor									
Máx.	469,4	<LQ	647,00	1.108,0	750,0	1,15	<LQ	489,0	5,4
Mín.	353,0	<LQ	310,50	535,0	22,6	<LQ	<LQ	265,0	1,7
P50	421,8	<LQ	413,50	655,0	122,0	0,18	<LQ	314,0	2,0
N reg.	89	88	89	89	87	87	86	89	89
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	250930039								
Valor									
Máx.	145,0	9,3	0,3280	<LQ	<LQ	<LQ	0,08	<LQ	<LQ
Mín.	110,0	7,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	131,0	8,3	0,1890	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<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	250930039									
Valor										
N reg.	17	17	8	8	8	17	6	6	6	
Código Punto	250930055									
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	250970092									
Valor										
Máx.	190,0	34,6	0,5410	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Mín.	112,0	22,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
P50	169,5	28,8	0,2270	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
N reg.	20	20	9	11	8	19	6	7	7	
Código Punto	250970125									
Valor										
Máx.	248,3	42,9	0,4600	0,0300	<LQ	0,50	<LQ	<LQ	<LQ	
Mín.	76,3	9,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
P50	175,2	33,0	0,2300	0,0150	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
N reg.	210	209	2	2	2	206				
Código Punto	251030025									
Valor										
Máx.	286,0	125,0	<LQ	<LQ	<LQ	0,17	<LQ	<LQ	<LQ	
Mín.	71,8	9,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
P50	133,0	40,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
N reg.	198	198	1	3	1	195		1	1	
Código Punto	251030037									
Valor										
Máx.	259,0	53,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Mín.	120,0	3,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
P50	176,8	35,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
N reg.	123	123					122			
Código Punto	251070036									
Valor										
Máx.	401,0	82,7	<LQ	<LQ	<LQ	0,49	<LQ	<LQ	<LQ	
Mín.	77,6	16,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
P50	204,0	53,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
N reg.	107	107					106			
Código Punto	251070037									
Valor										
Máx.	398,0	138,2	<LQ	<LQ	<LQ	0,95	<LQ	<LQ	<LQ	
Mín.	168,0	77,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
P50	262,3	95,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
N reg.	77	89					85			

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