CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

MSBT: ES091MSBT043 - ALUVIAL DEL OCA

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	ES091MSBT043	Nombre MSBT	ALUVIAL DEL OCA
Código DH	ES091	Nombre DH	Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea ES091MSBT043 Aluvial del Oca se encuentra en el del Dominio Hidrogeológico de la Depresión del Ebro en su extremo nor-occidental. Se localiza íntegramente en la provincia de Burgos con una superficie de 92,2 km², los límites de la MSBT se ajustan a la extensión de los depósitos aluviales del río Oca entre las localidades de Villalópez y Pino de Bureba, incluyendo sus afluentes Matapán y Cerrata. Su extremo occidental se ubica en la cuenca del río Vallarta, afluente de cabecera del río Oroncillo.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Castilla y León	Burgos	09043	Barrios de Bureba, Los	25,93	13,14
Castilla y León	Burgos	09056	Briviesca	12,07	10,62
Castilla y León	Burgos	09422	Vid de Bureba, La	99,91	10,55
Castilla y León	Burgos	09052	Berzosa de Bureba	94,86	8,06
Castilla y León	Burgos	09238	Oña	3,91	6,85
Castilla y León	Burgos	09135	Fuentebureba	68,95	6,80
Castilla y León	Burgos	09115	Cubo de Bureba	62,04	6,59
Castilla y León	Burgos	09411	Valle de Oca	14,00	5,84
Castilla y León	Burgos	09353	Santa María Rivarredonda	45,67	5,83
Castilla y León	Burgos	09060	Busto de Bureba	26,31	5,30
Castilla y León	Burgos	09149	Grisaleña	24,32	4,31
Castilla y León	Burgos	09423	Vileña	60,41	4,16
Castilla y León	Burgos	09273	Prádanos de Bureba	26,33	3,08
Castilla y León	Burgos	09083	Castil de Peones	18,31	2,77
Castilla y León	Burgos	09010	Alcocero de Mola	27,19	2,46
Castilla y León	Burgos	09283	Quintanaélez	8,86	1,68
Castilla y León	Burgos	09454	Villanueva de Teba	16,71	1,11
Castilla y León	Burgos	09292	Quintanavides	6,47	0,82
Castilla y León	Burgos	09220	Miraveche	0,09	0,02
Castilla y León	Burgos	09431	Villafranca Montes de Oca	0,03	0,01

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

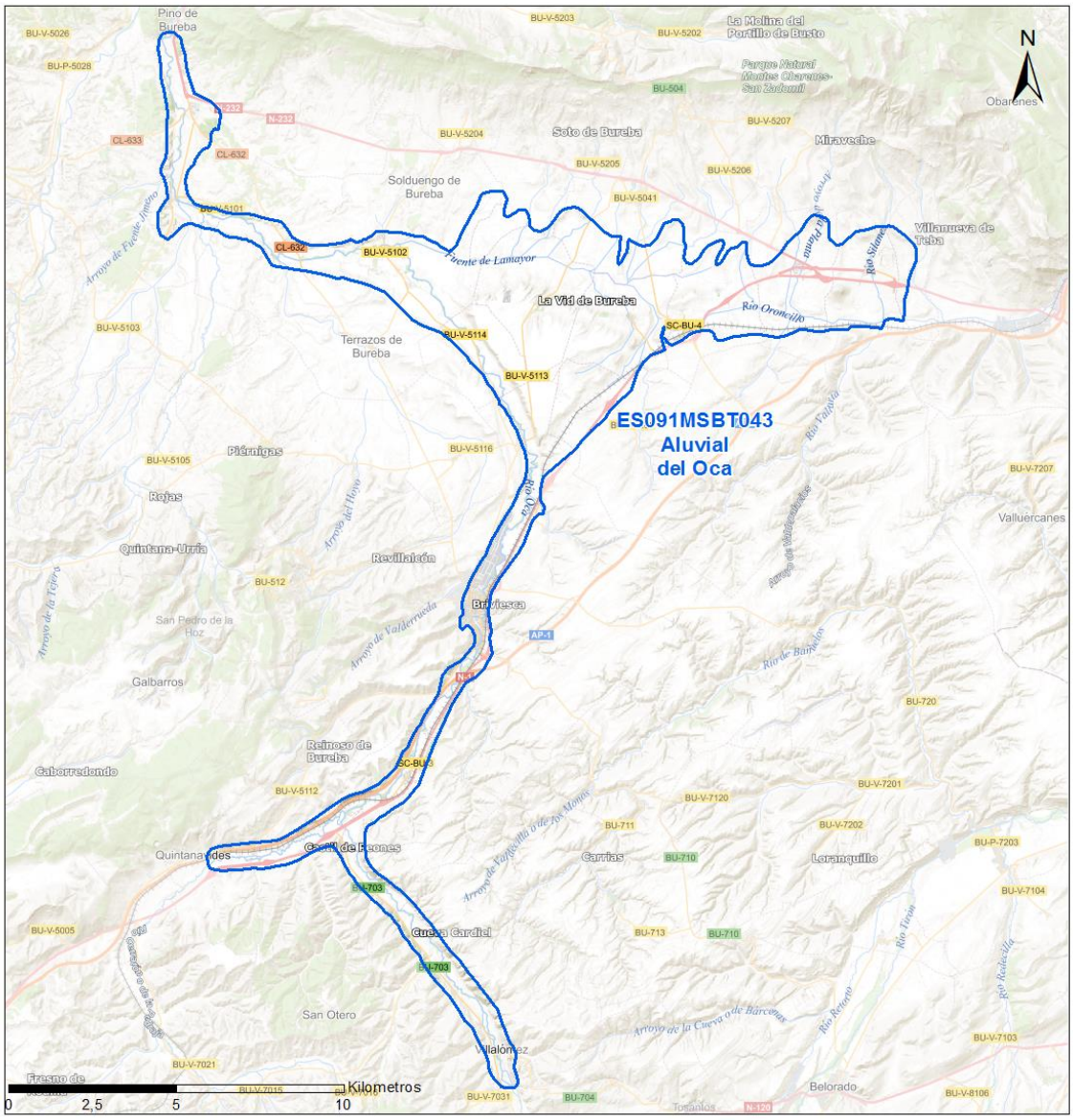
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	475.087	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.716.951
Longitud (CENTROIDE)	-3,30368	Latitud (CENTROIDE)			42,60463
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			389
Altitud mínima (m s.n.m.)	592	Altitud máxima (m s.n.m.)			981
Área total de la MSBT (km²)	92				

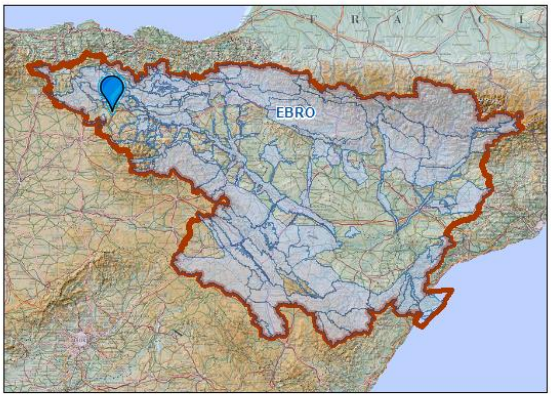
1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes	1.210	Año	2019

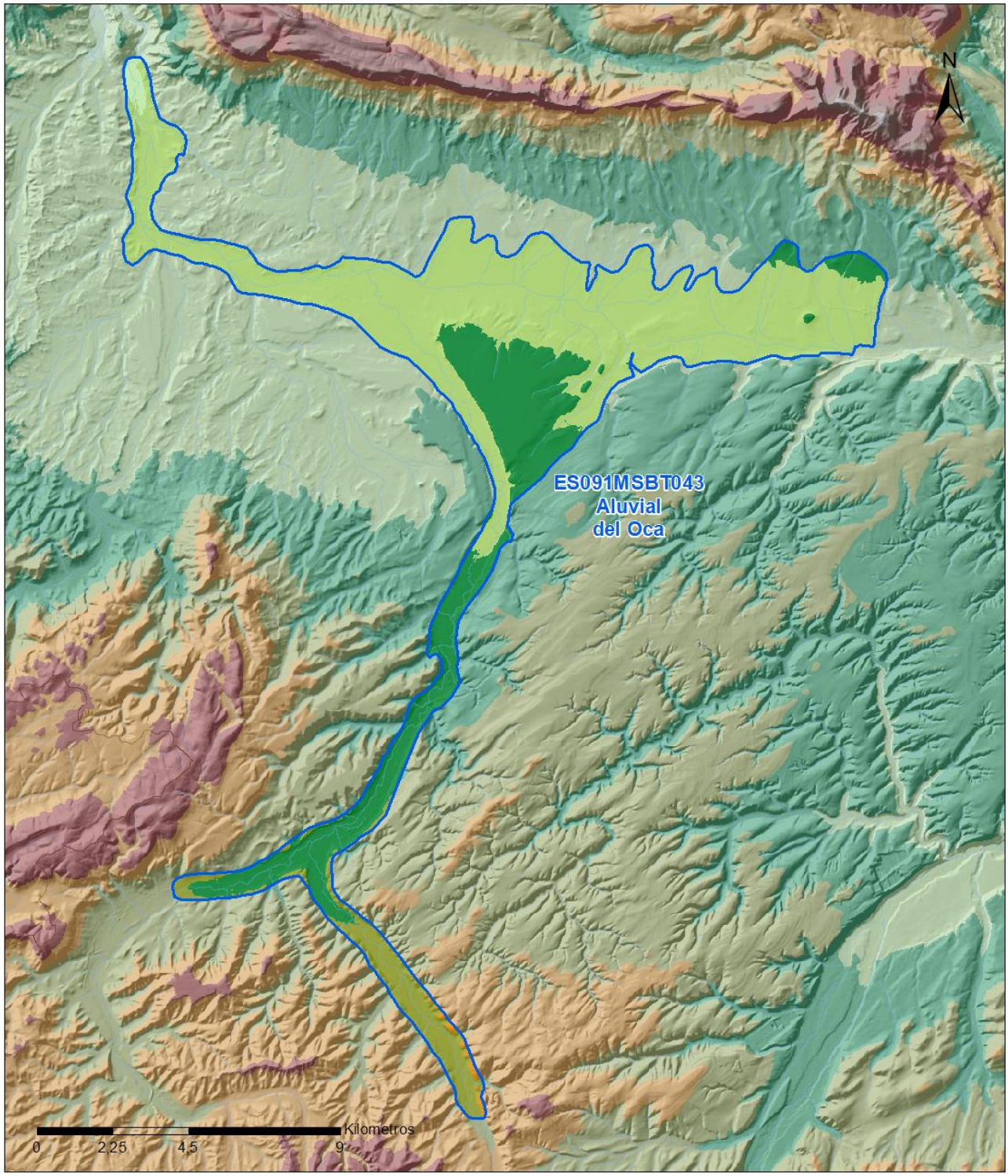
1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización





Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

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

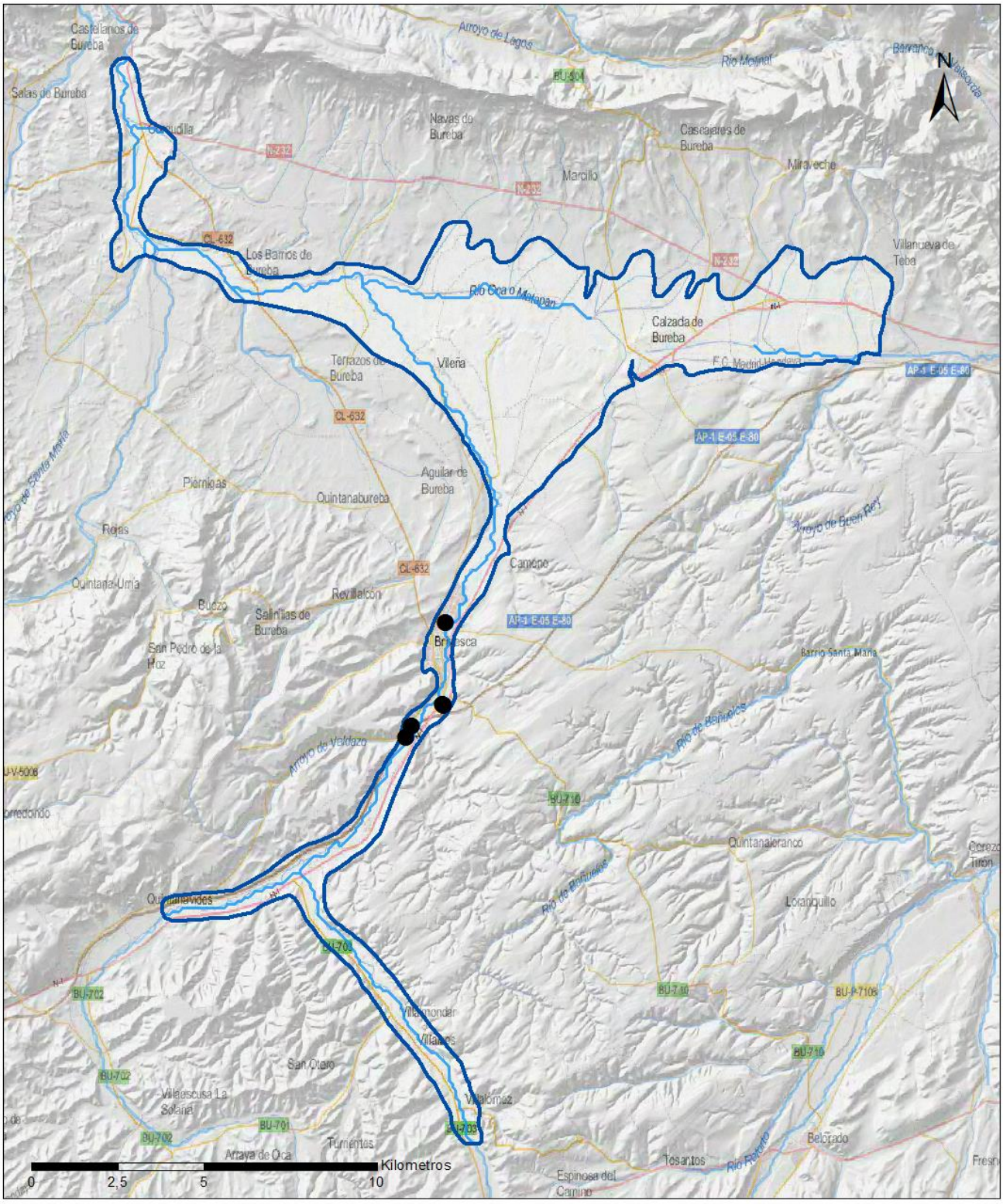
2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

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	1.5	Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas	☑
Fuentes puntuales	1.6	Vertederos	☐
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	☐
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	☐
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	☑
Fuentes difusas	2.4	Transporte	☐
Fuentes difusas	2.5	Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas	☐
Fuentes difusas	2.8	Minería	☐
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	☐
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	☐
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	☐

Mapa de localización de presiones

Fuentes puntuales



LEYENDA

MSBT:

Red hidrográfica

ES091MSBT043

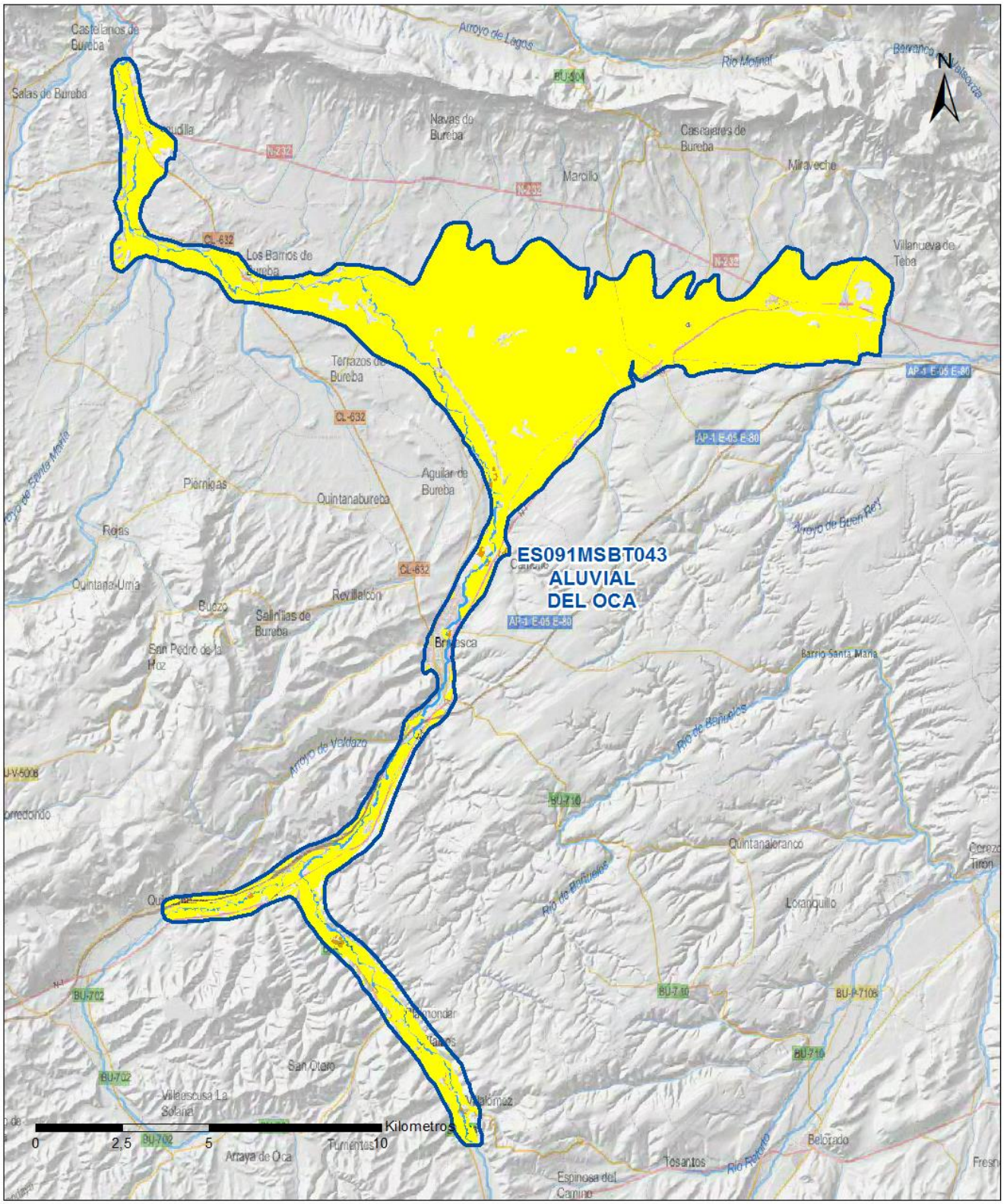
ALUVIAL DEL OCA

Tipo de Presión Puntual (significativa):

1.5 Gasolineras

1.5 Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas

Fuentes difusas



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT:

ES091MSBT043
ALUVIAL DEL OCA

Tipo de Presión Difusa (significativa):

2.2 Agricultura: Regadío

2.2 Agricultura: Secano

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

Tipos de impactos	Situación que permite reconocer el impacto	Situación
NUTR	Contaminación por nutrientes	Probable
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%)
PAH: naftaleno	PAH: naftaleno	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
NO_3^-	Nitrato	Masas en riesgo de afección por nitratos (valores medios o máximos entre 40 y 50 mg/l en los últimos 4 años en más del 20% masa o valores máximos o medios superiores a 50 mg/l en menos del 20% masa)
MTBE	MTBE	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
Fenantreno	Fenantreno	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	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

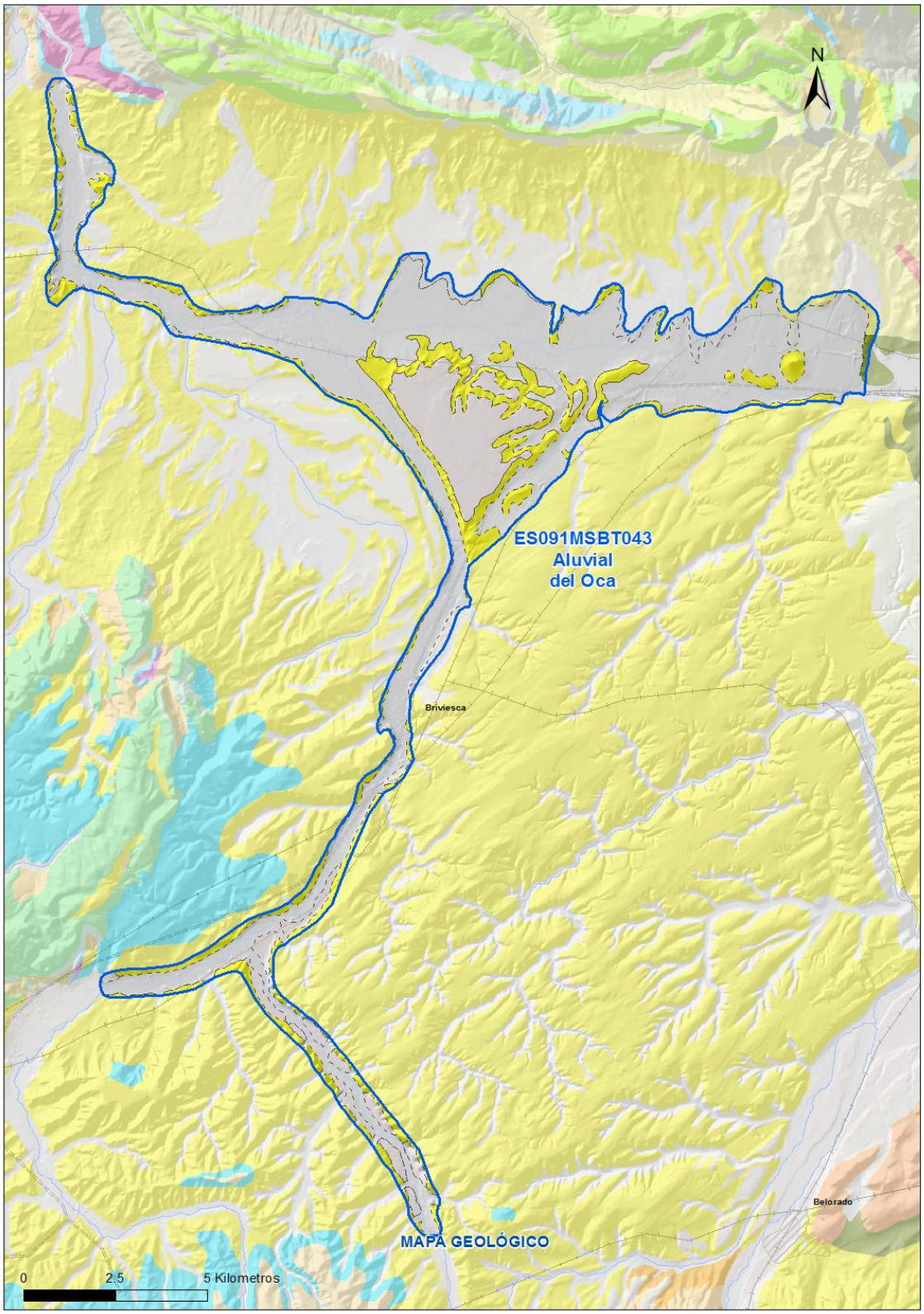
3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Cuenca Del Ebro

Cuenca Del Duero-Almazán

Pirineos-Vascocantábrica

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
706	Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
704	Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)
374	Lutitas con intercalaciones de areniscas
356	Arcillas, yesos, carbonatos, areniscas y, a veces, conglomerados
325	Margas, margocalizas y arcillas (Facies Dueñas)
324	Conglomerados fcmte.calcáreos, areniscas y arcillas rojas y pardas(Compl.Vegaquemada,etc.)

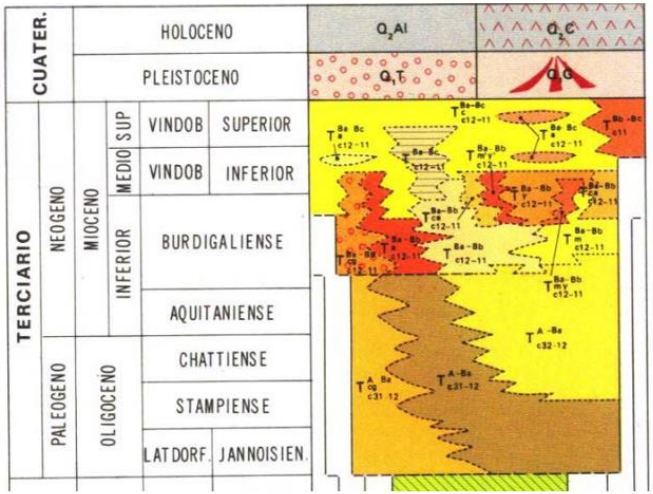
3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

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	59,15	Detrítica	64,18
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	11,67	Detrítica	12,66
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	1,79	Detrítica	1,94
Arcillas, yesos, carbonatos, areniscas y, a veces, conglomerados	Paleógeno	Oligoceno	0,70	Detrítica	0,75
Margas, margocalizas y arcillas (Facies Dueñas)	Neógeno	Mioceno	18,55	Carbonatada	20,13

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arcillas y arenas	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	12-17
Marga arcillosa	Neógeno	Mioceno-Oligoceno	

ES091MSBT043



Q_2C Coluviones

Q_2Al Aluviones y primera terraza

Q_1G Glacis

Q_1T Terrazas

T^{Bb-Bc}_{c11} Conglomerados sueltos

T^{Ba-Bc}_{c12-11} Calizas y margas blancas y grises lacustres. F. gris-blanca

$T^{Ba-Bc}_{a\ c12-11}$ Arcillas y margas rojas intercaladas en margas lacustres

T^{Ba-Bc}_{c12-11} Alternancia de arcillas rojas con canales de arena y calizas y margas lacustres. F. de Carcedo

$T^{Ba-Bb}_{ca\ c12-11}$ Arcillas rojas y verdes, arenas, areniscas calcáreas y calizas lacustres. F. de Briviesca

$T^{Ba-Bb}_{y\ c12-11}$ Yesos margas yesíferas F. de Cerezo

$T^{Ba-Bb}_{m'y'\ c12-11}$ Margas rojas y areniscas yesíferas F. de Cameno

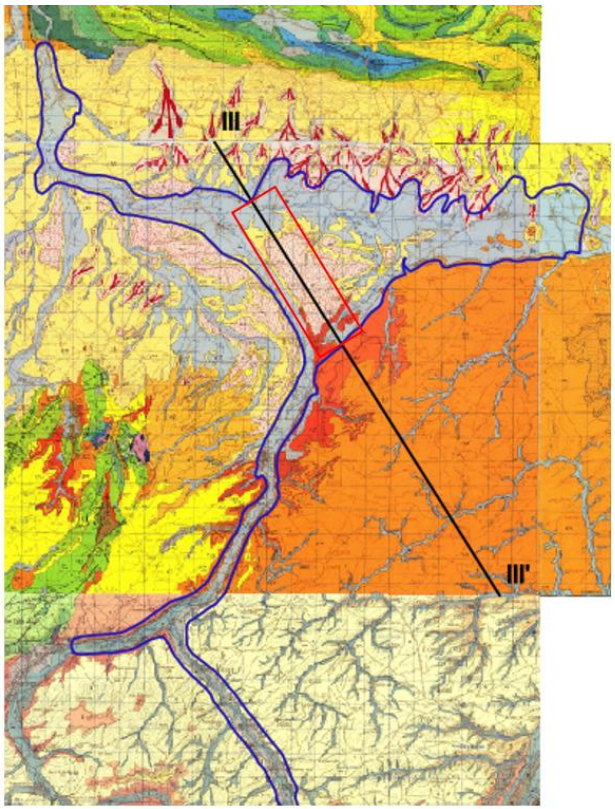
$T^{Ba-Bb}_{my\ c12-11}$ Margas grises y areniscas yesíferas. F. de Grisaleña

$T^{Ba-Bb}_{m\ c12-11}$ Margas grises, arenas, yesos dispersos F. de Altable

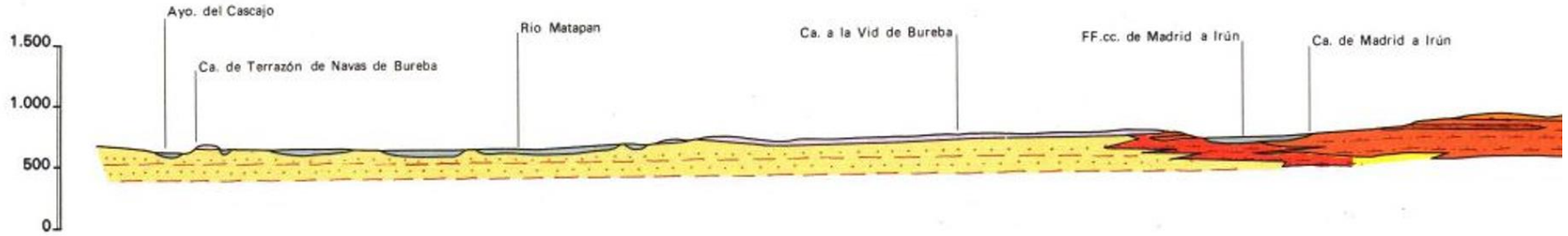
T^{Ba-Bb}_{c12-11} Arcillas rojas, areniscas y arenas F. de Bureba

$T^{Ba-Bb}_{a\ c12-11}$ Arcillas y conglomerados. Brechas F. de S. Pedro

$T^{Ba-Bb}_{cg\ c12-11}$ Conglomerados marginales de la F. Bureba



NO. III - III' SE.



3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Aluvial del Oca se encuentra en la Cuenca Terciaria del Ebro, localizada en el extremo nor-occidental del dominio hidrogeológico de la Depresión del Ebro. La principal litología que aflora en la MSBT son los depósitos cuaternarios detríticos asociados al río Oca y red de drenaje asociada, y las formaciones detríticas terciarias de baja permeabilidad que afloran de forma secundaria. La geomorfología de los materiales cuaternarios corresponde a terrazas bajas y depósitos de fondo de valle, que se disponen sobre los materiales del mioceno medio e inferior formado por margas, calizas margosas y arcillas (Fm Dueñas). El espesor de los materiales detríticos puede ser entre los 12 y 17 metros.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

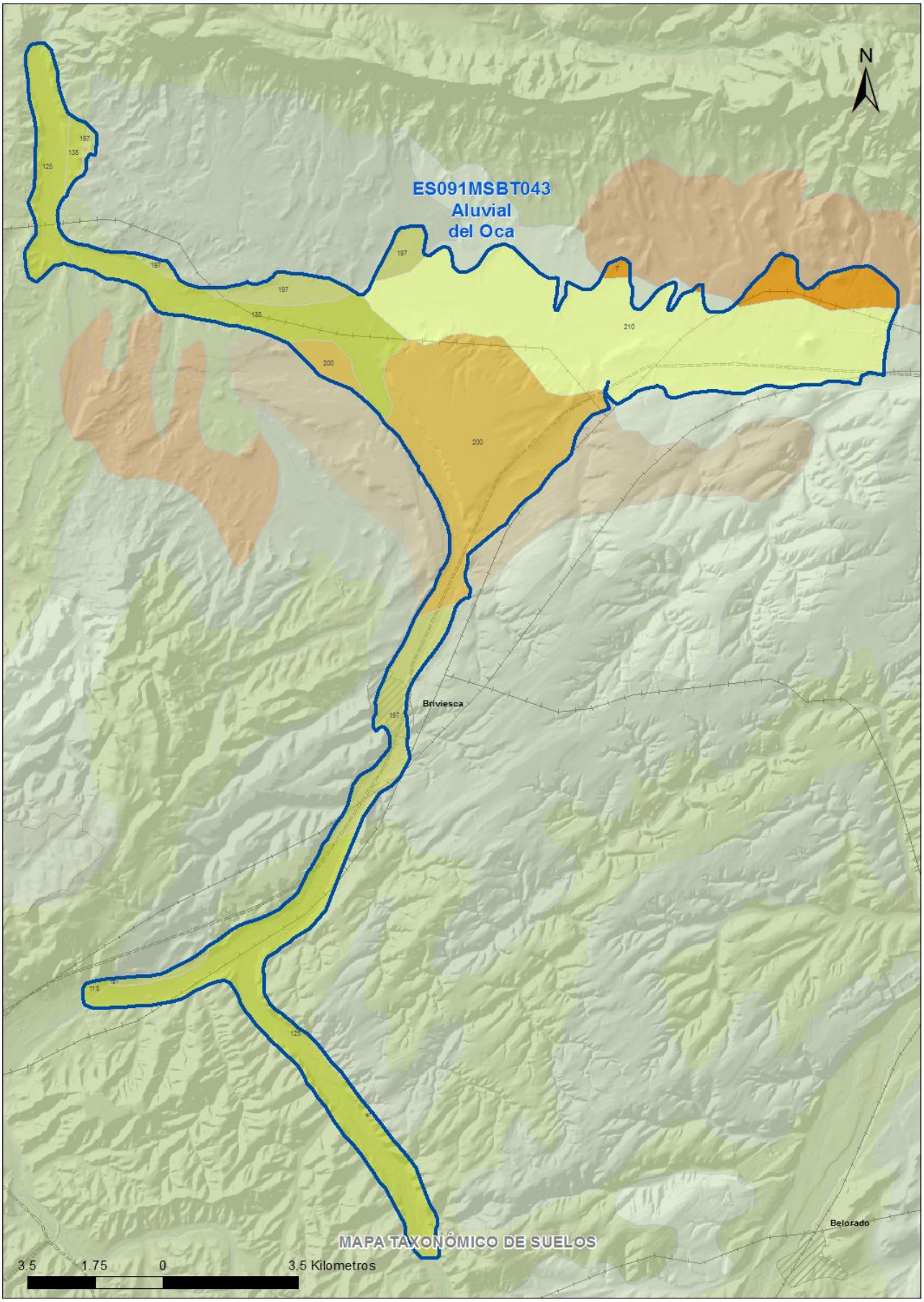
Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	3	3
Espesor Medio Z.N.S. (m)	3	
Litología Z.N.S.	Gravas, arenas, limos	

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km²)	% Afloramiento en la MSBT
ALFISOL, XERALF, HAPLOXERALF	4	4,04
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	28	30,32
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	30	32,93
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	30	32,72

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA

MSBT

Red Hidrografica

DDHH

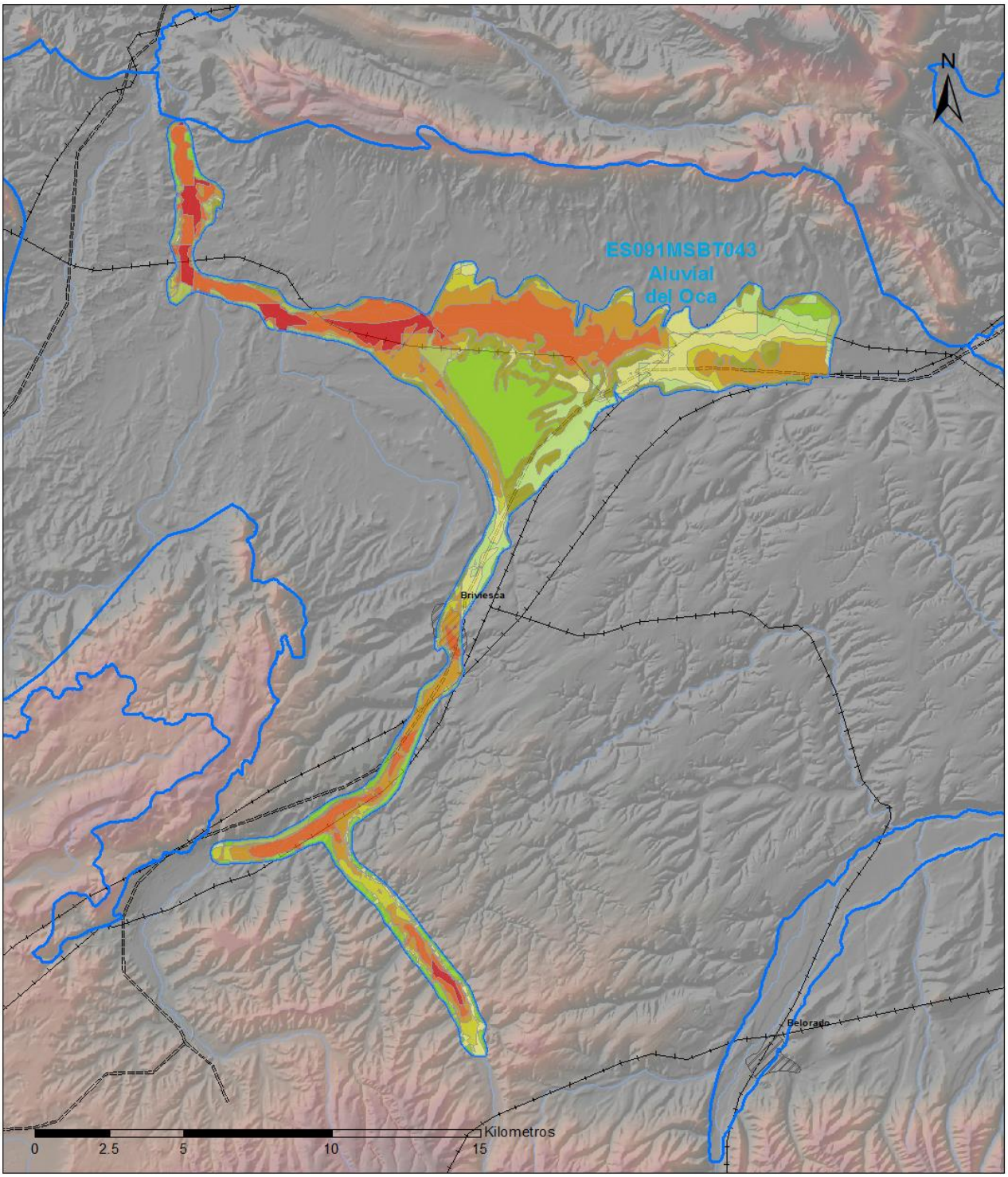
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
7	ALFISOL, XERALF, HAPLOXERALF, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
115	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, (Haploxerept), NO INCLUSION2
125	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
135	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, XEROFLUVENT, NO ASOCIA2, Haploxerept, NO INCLUSION2
197	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxeralf, NO INCLUSION2
200	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, HAPLOXERALF, NO ASOCIA2, Xerorthent, NO INCLUSION2
210	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, XERORTHENT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		DRASTIC Reducido
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT
1 (Muy Baja)	16 - 30	12,08
2 (Muy Baja)	30 - 44	3,95
3 (Baja)	44 - 58	14,37
4 (Baja)	58 - 72	8,29
5 (Moderada)	72 - 86	10,11
6 (Moderada)	86 - 100	6,87
7 (Alta)	100 - 114	19,37
8 (Alta)	114 - 128	20,26
9 (Muy Alta)	128 - 142	4,70

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



LEYENDA

Método DRASTIC Reducido

Grado de Vulnerabilidad, Rango de Valores

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

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

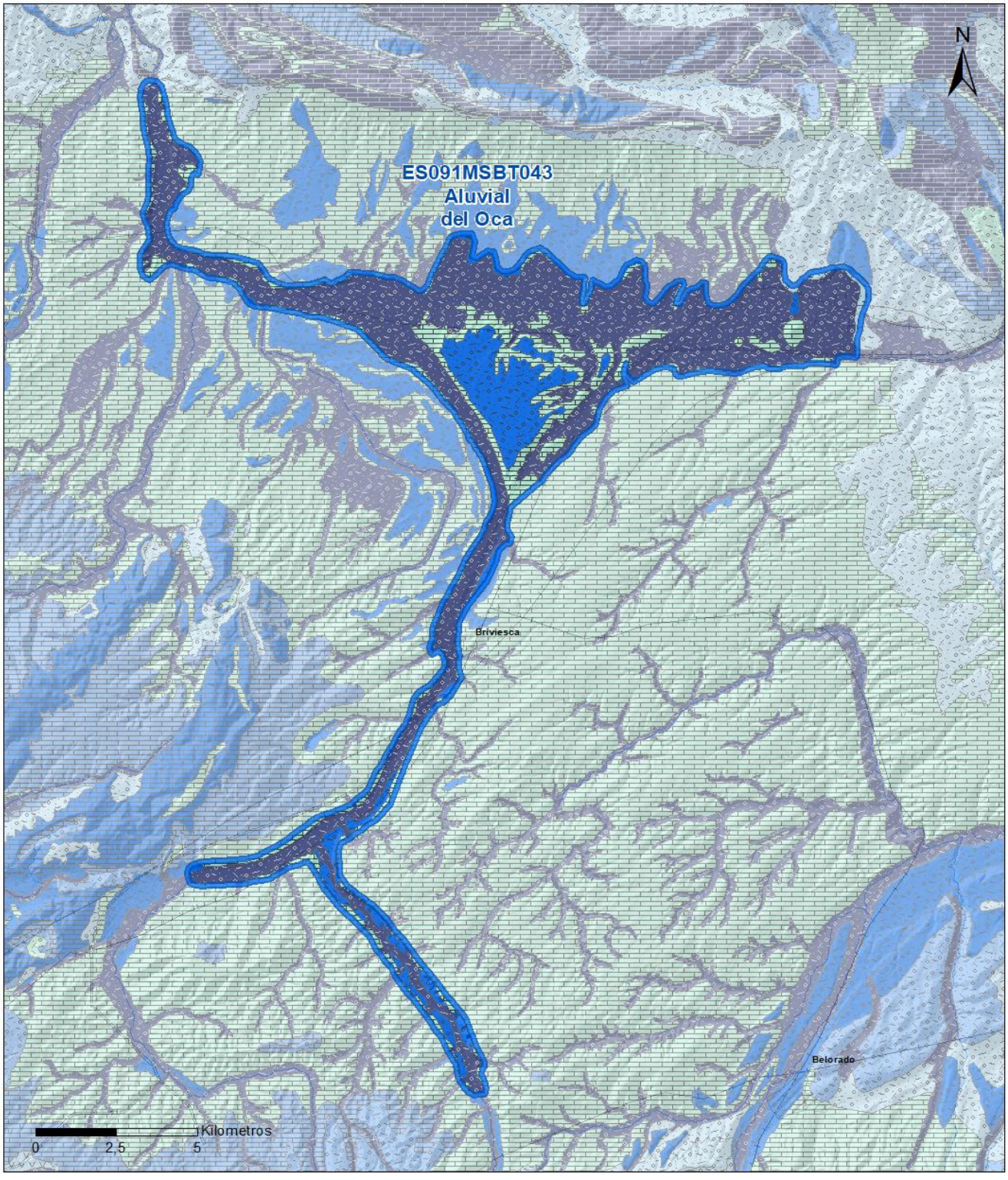
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Sur	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Este	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Norte	Abierto	Salida	Permeable	MONTES OBARENES

Descripción límites hidrogeológicos:

La MSBT del Aluvial del Oca, compuesta por materiales granulares de permeabilidad alta, limita puntualmente con las MSBT de Montes Obarenes por el que tiene salida de flujo hacia el acuífero carbonatado fisurado. El resto de la MSBT limita con materiales impermeables por lo que el flujo es nulo.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA

MSBT

PERMEABILIDAD

MUY ALTA, DETRÍTICAS

ALTA, DETRÍTICAS

BAJA, DETRÍTICAS

MUY BAJA, CARBONATADAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km²)
			Sistema	Serie		
Cuaternario (Aluvial del Oca)	Gravas, cantos cuarcíticos con matriz areno-limosa	Alta	Cuaternario	Pleistoceno - Holoceno	19 (máx.)	71

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Cuaternario (Aluvial del Oca)	71	76,80	Libre	19	Intergranular	Cuaternario (Aluvial del Oca)

Descripción general:

En la MSBT Aluvial del Oca se identifica un único acuífero constituido por el aluvial actual del Oca, fondos de valle y primera terraza, y su afluente Matapan. El acuífero formado por estos materiales detríticos tiene un funcionamiento hidrodinámico en régimen libre y una permeabilidad alta. Los depósitos cuaternarios ocupan el 76,8 % de la superficie de la MSBT (70,8 km2) y se disponen sobre los materiales miocenos que constituyen el sustrato impermeable.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m²/día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Detrítico Aluvial	Cuaternario (Aluvial del Oca)	Ensayo de bombeo	9,80	9,80	1,00E-02	1,00E-02

Descripción general:

Se ha obtenido un valor puntual para la transmisividad (m²/día) mediante ensayo de bombeo escalonado e inyección en el piezómetro 090.043.001 (Briviesca), considerándose un acuífero pobre. No hay disponible otros datos de parámetros hidráulicos en la MSBT.

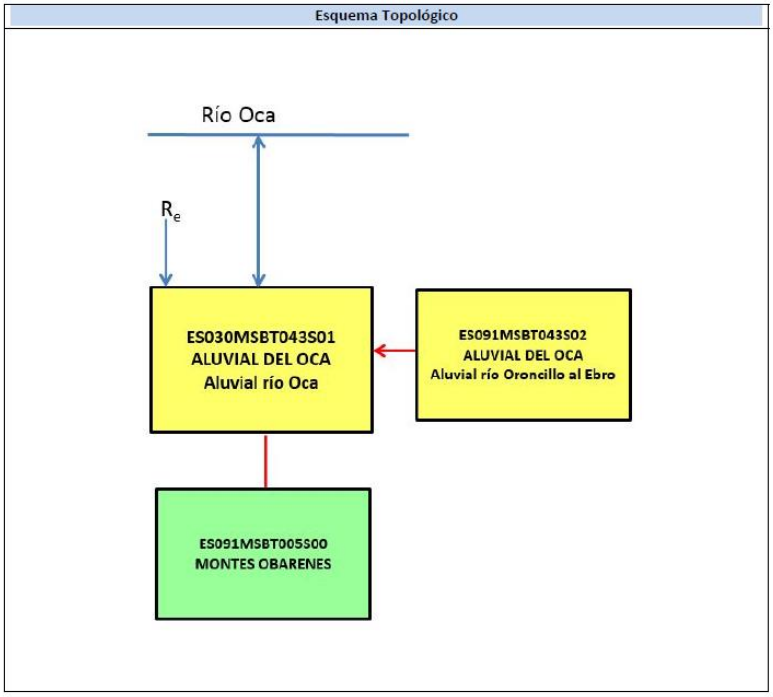
5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

La piezometría está vinculada al estado del río, con direcciones de flujo convergentes a él y acorde a la topografía del terreno. La recarga se produce en las propias formaciones aluviales por infiltración del agua de lluvia, retorno de riego y transferencia lateral de acuíferos colgados en los terciarios Según la situación piezométrica y el régimen de caudales superficiales, se puede producir alimentación desde la red hidrográfica. La zona de recarga son las propias formaciones aluviales. La zona de descarga está constituida por el propio río y por transferencia lateral a las aluviales aguas abajo.

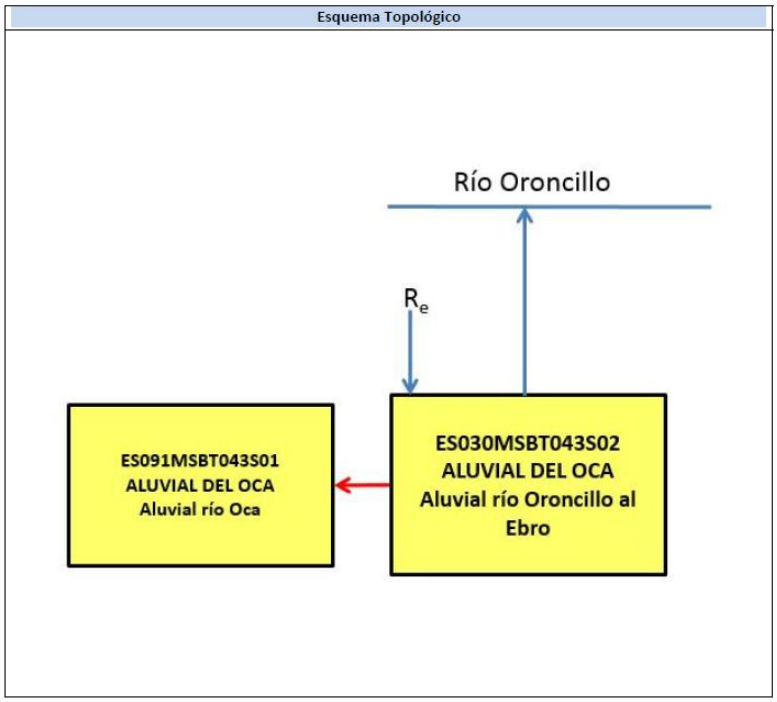
5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT043S01	Aluvial río Oca
Esquema: ES091MSBT043S01	



Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT043S02	Aluvial río Oroncillo al Ebro
Esquema: ES091MSBT043S02	



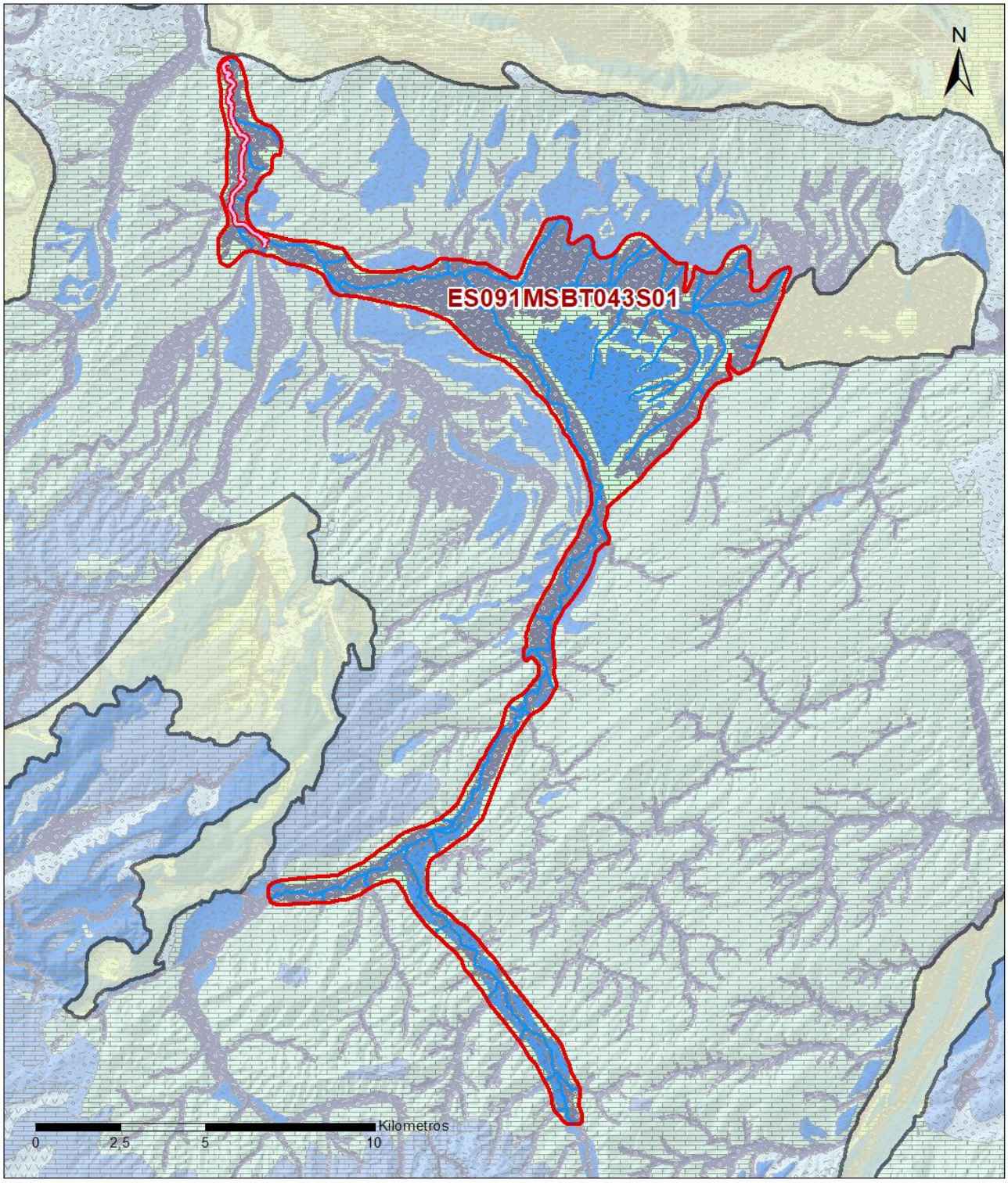
5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT043S01	ES091MSPF223	Río Oca desde el río Santa Casilda hasta el río Homino.	Descarga a cauce	091.043.001
ES091MSBT043S02	ES091MSPF238	Río Oroncillo (o Grillera) desde su nacimiento hasta el río Vallarta.	Descarga a cauce	091.043.002

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)	Coeficiente de reparto (%)	Relación unitaria de trasferencia (L/s/m)
ES091MSBT043S01	091.043.001					0	
ES091MSBT043S02	091.043.002					0	

Relación río/acuífero ES091MSBT043S01



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

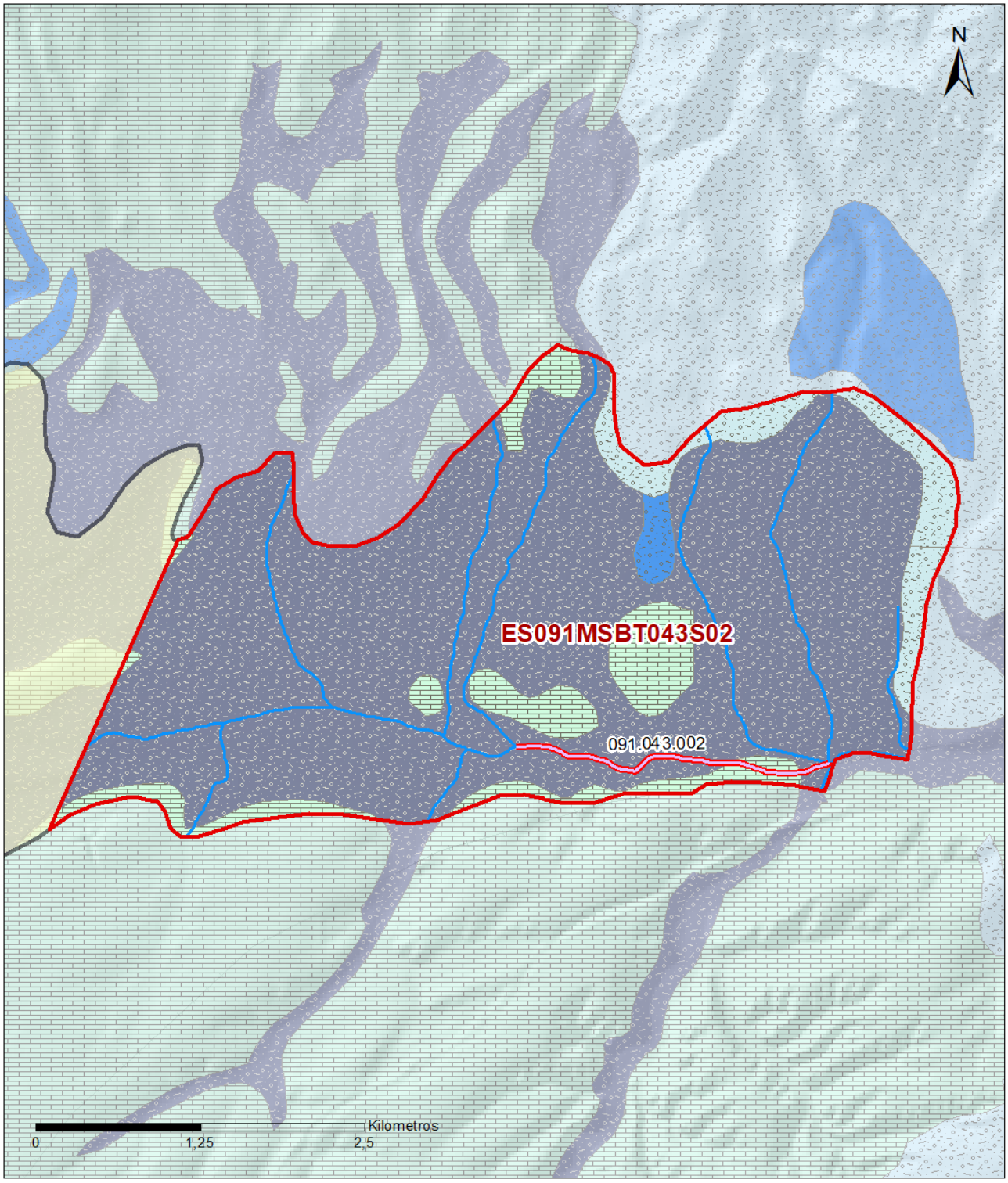
Manantiales

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

Relación río/acuífero ES091MSBT043S02



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 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

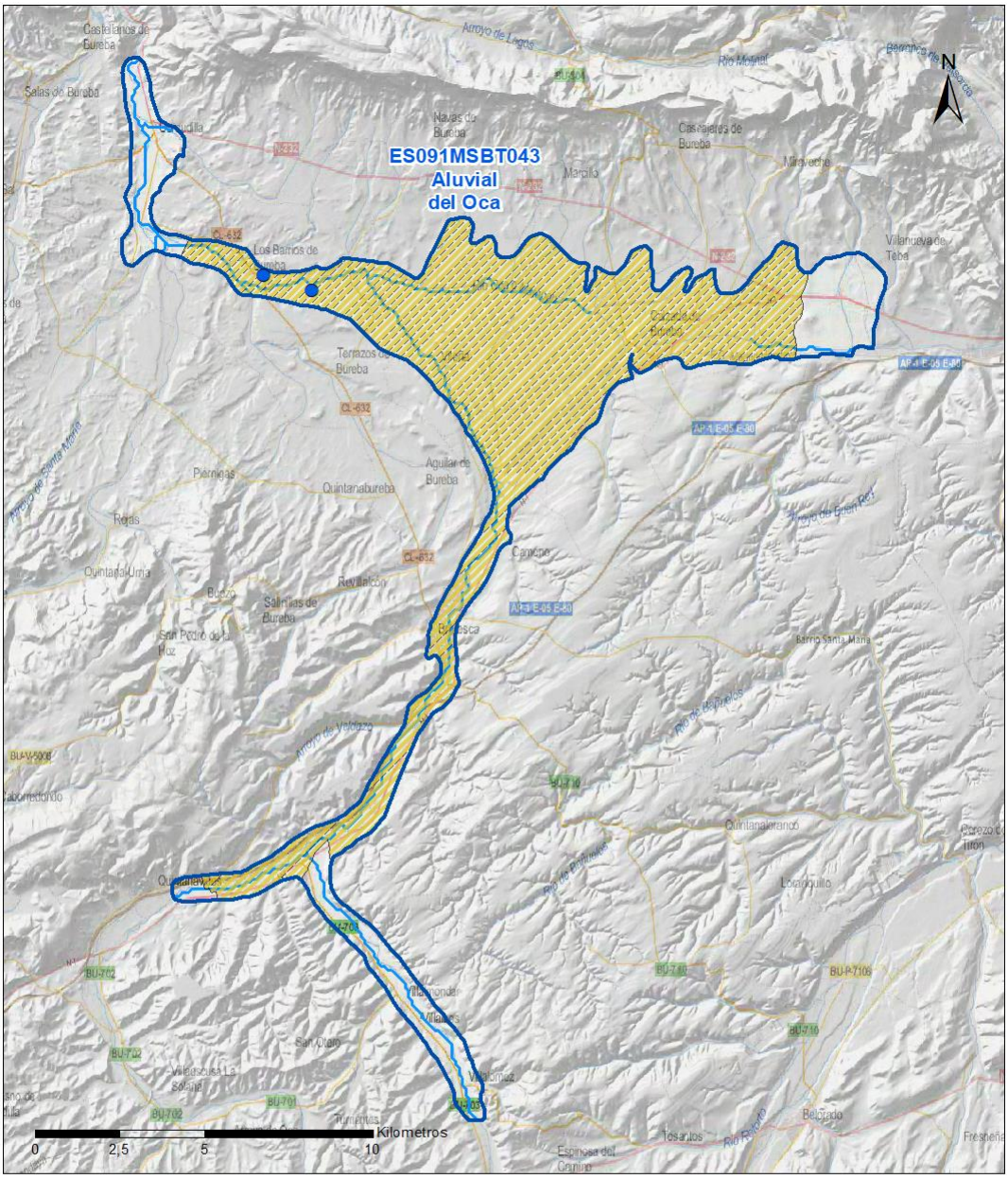
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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)	2	☑	☐		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	3	☐	☑	0	0,10
Zonas de futura captación de agua para consumo humano		☐	☐		
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	1	☐	☑	71	77,06
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	3,88	**Descargas hacia MSPF**	
Recarga desde MSPF		**Extracciones**	0,16
Transf. lateral otras MSBT		**Transf. lateral otras MSBT**	
Retornos de riego	0,00		
Otras entradas		**Otras salidas**	
Entradas Totales	3,88	**Salidas Totales**	0,16
Diferencia entradas-salidas (hm³/año) (RA)			3,72

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

7.2. 1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm³/año)	3,79
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm³/año)	0,64
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm³/año)	0,80
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm³/año)	3,04
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,21

7.2. 2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm³/año)	3,88
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm³/año)	0,16
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm³/año)	0,78
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm³/año)	3,11
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,05

"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

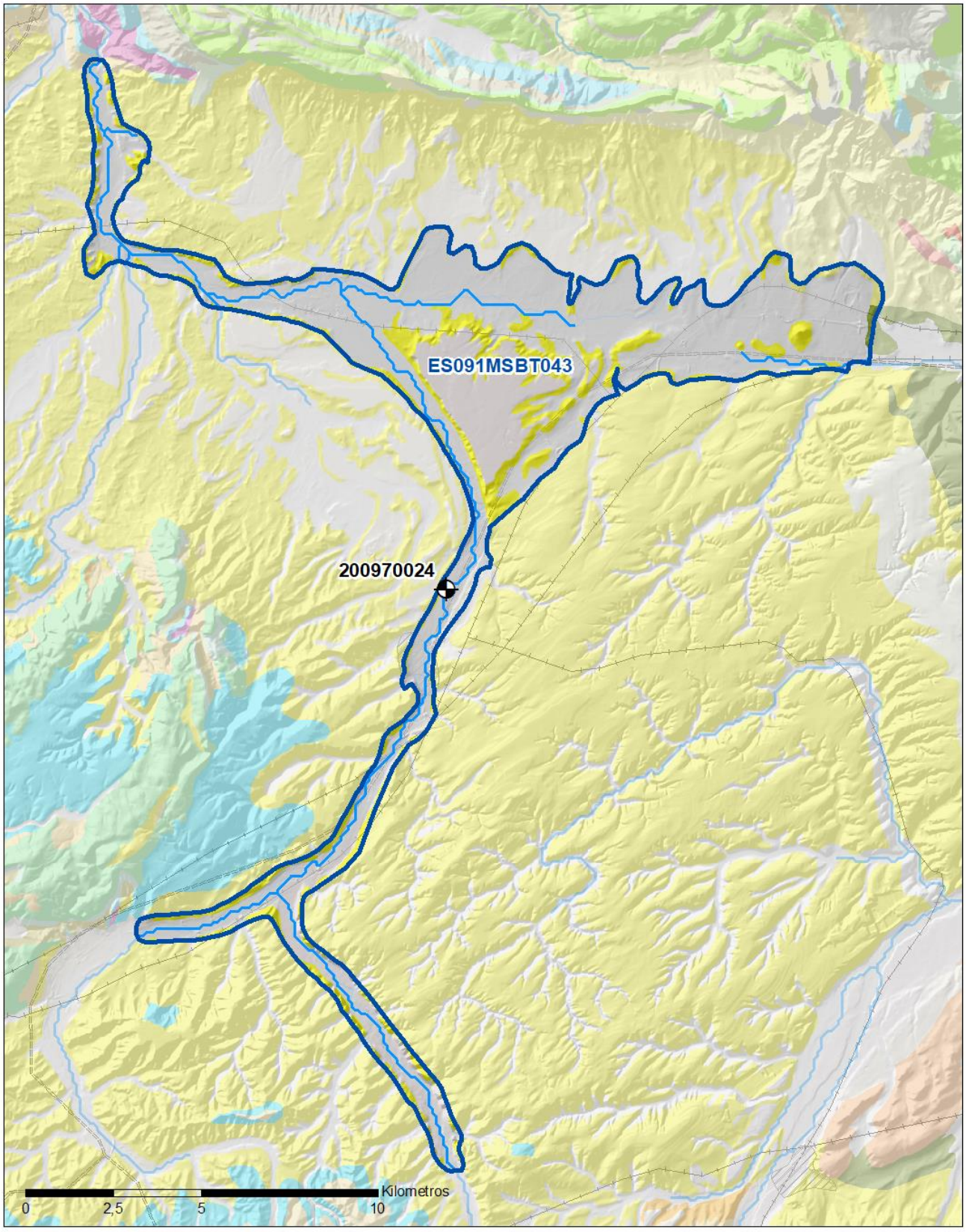
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
200970024	Piezometría	474.291	4.712.932	Cuaternario Aluvial	29/11/2010			19,0	701	☑	☐	☐

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

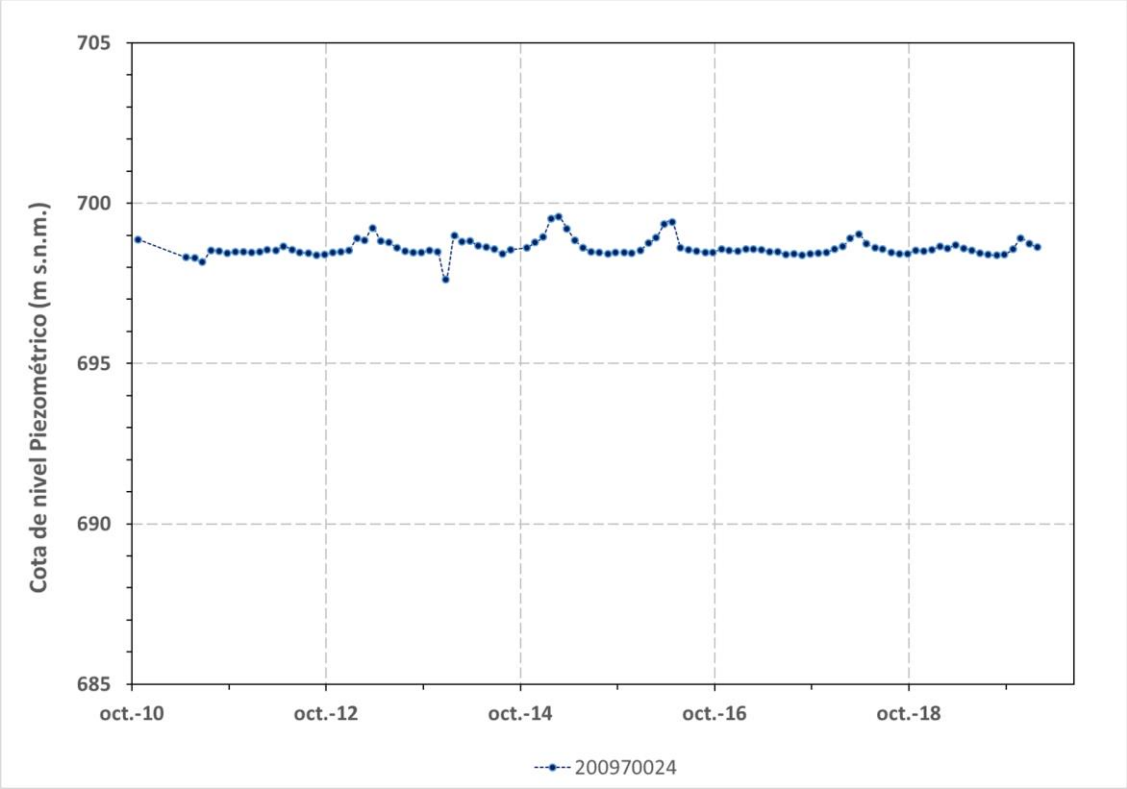
Piezometría

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_200970024), presenta medidas de profundidad del nivel piezométrico desde el año 2010 a 2020, con un valor de NP medio en 698,6 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 1,95 m.

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
200970024	2010	2020	109	699,6	697,6	698,6	2,0	-0,02	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

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

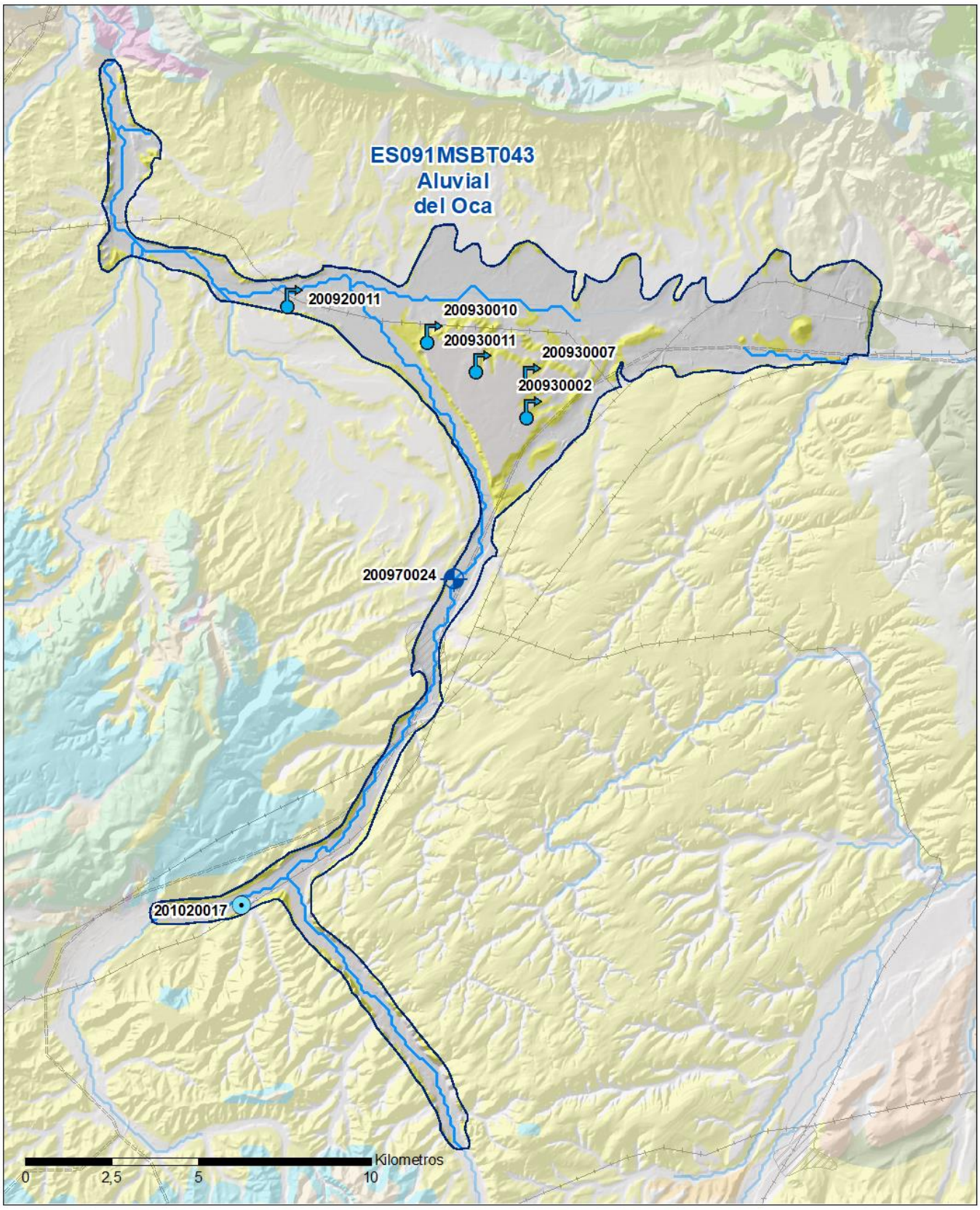
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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					
200920011	LOS LINARES	469.626	4.721.022	639		MANANTIAL		19/05/2010
200930002	FUENTE HONTORIA (MONTAÑANA)	476.521	4.717.799	710		MANANTIAL	Ac.Cuaternario Aluvial	08/07/2008
200930007	El Parral-Fte.Olilla (Po.1; Pa.9109)	476.486	4.718.755	708	2,0	MANANTIAL	Ac.Cuaternario Aluvial	08/07/2008
200930010	FUENTE LADRERO	473.648	4.719.982	691		MANANTIAL		07/11/2013
200930011	FUENTE MORENA	475.065	4.719.120	704		MANANTIAL	Ac.Cuaternario Aluvial	05/11/2013
200970024	POLIGONO DE LA VEGA MMA	474.291	4.712.932	701	19,0	SONDEO	Ac.Cuaternario Aluvial	01/08/2011
201020017	POZO REMOLLA	468.149	4.703.509	785	4,3	POZO	Ac.Cuaternario Aluvial	04/11/2013

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico		PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
200920011	☐	☐	☑	☐	☐	
200930002	☑	☐	☐	☑	☐	Abastecimientos urbanos
200930007	☐	☐	☐	☑	☐	Abastecimientos urbanos
200930010	☐	☐	☐	☑	☐	
200930011	☐	☐	☐	☑	☐	
200970024	☑	☐	☐	☑	☐	
201020017	☐	☐	☐	☑	☐	

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
200920011	Manantial en gravas, arcillas y arenas	Bicarbonatada sulfatada cálcica
200930002	Manantial en gravas, arcillas y arenas	Bicarbonatada sulfatada cálcica
200930007	Manantial en gravas, arcillas y arenas	Bicarbonatada sulfatada cálcica
200930010	Manantial en gravas, arcillas y arenas	Bicarbonatada cálcica
200930011	Manantial en gravas, arcillas y arenas	Bicarbonatada sulfatada cálcica
200970024	Gravas, arcillas, arenas y marga arcillosas	Sulfatada cálcica
201020017	Gravas, arcillas y arenas	Sulfatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

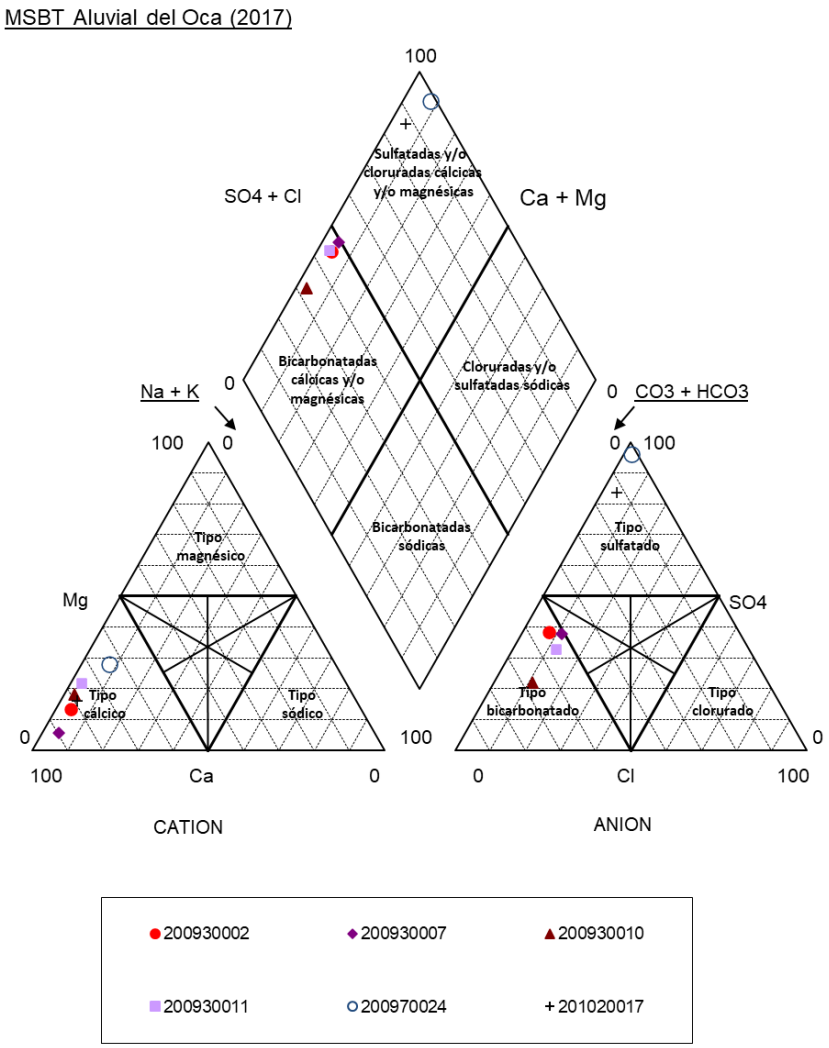


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 200920011

Aluvial del Oca_200920011 (2015-2017)

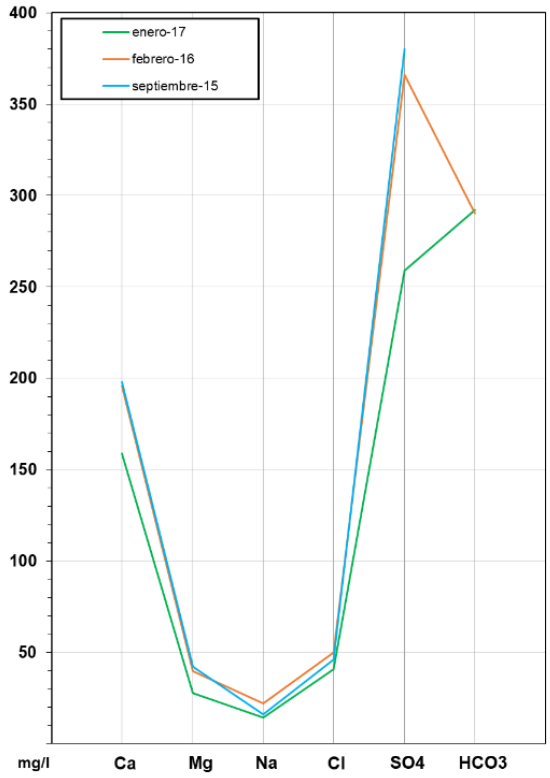


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 200930002

Aluvial del Oca_200930002 (2015-2019)

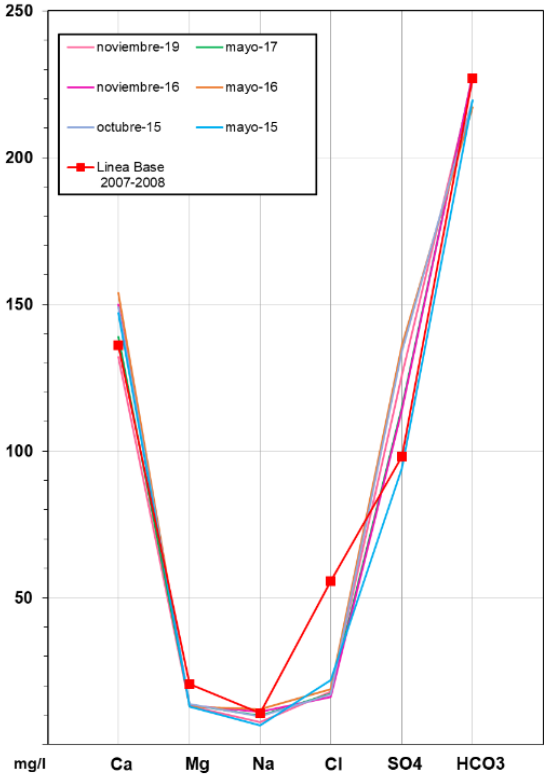


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 200930007

Aluvial del Oca_200930007 (2015-2019)

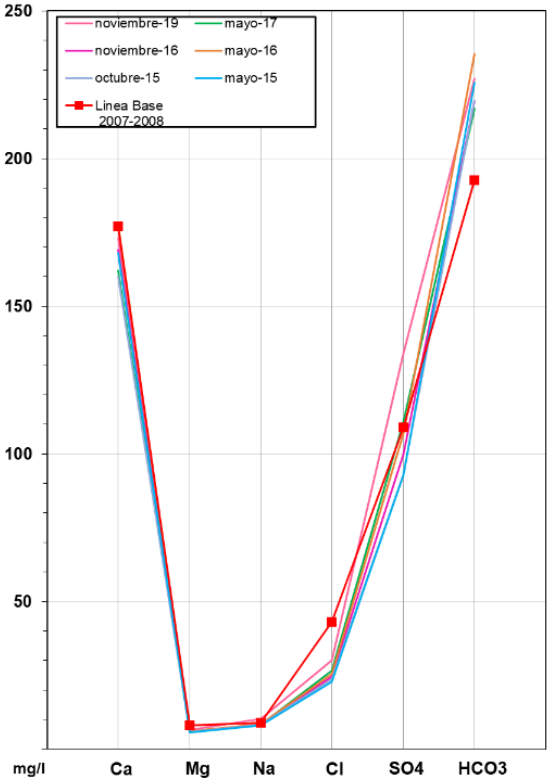


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 200930010

Aluvial del Oca_200930010 (2015-2019)

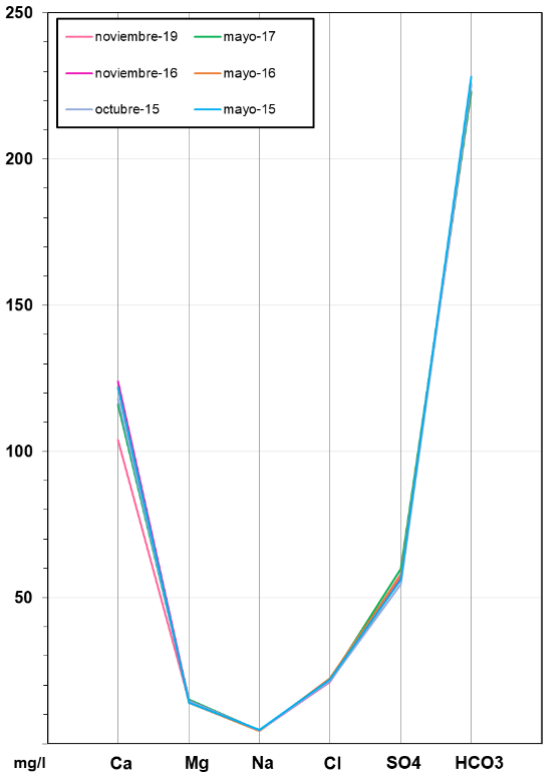


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 200930011

Aluvial del Oca_200930011 (2015-2019)

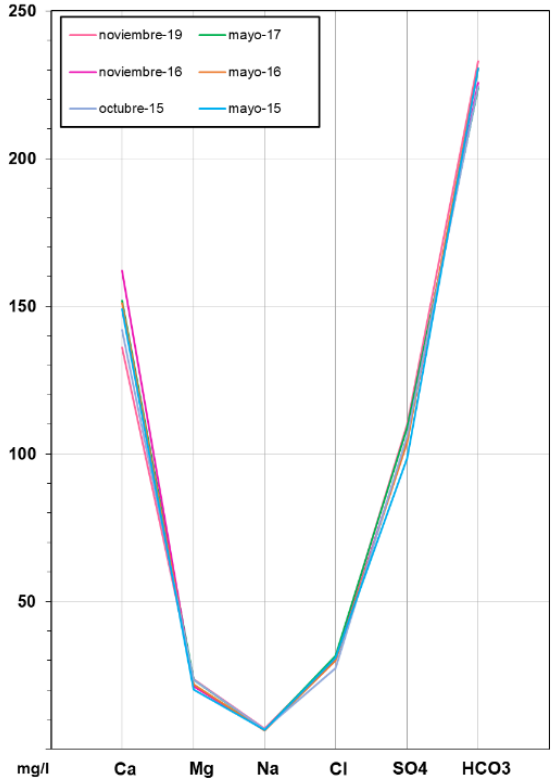


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 200970024

Aluvial del Oca_200930024 (2015-2019)

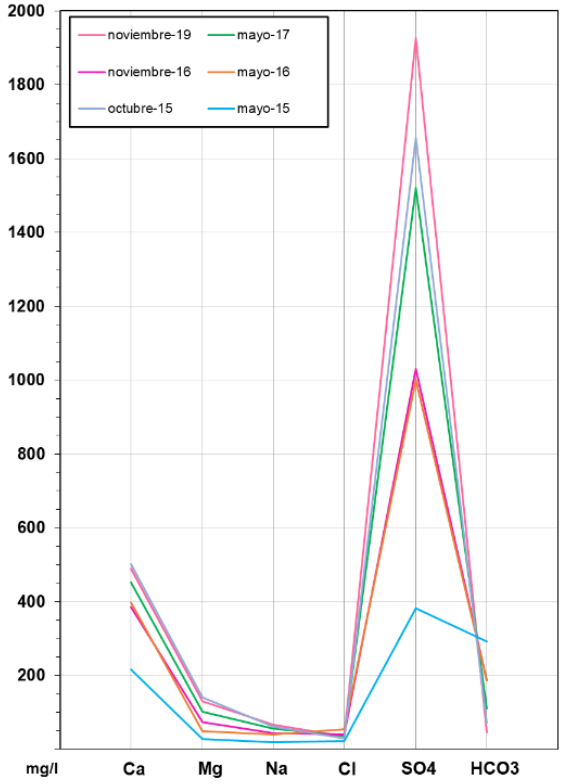
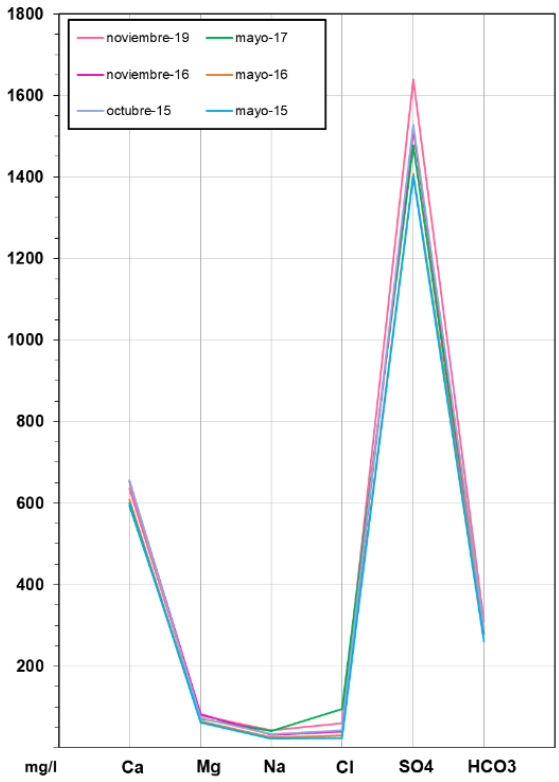


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 201020017

Aluvial del Oca_201020017 (2015-2019)



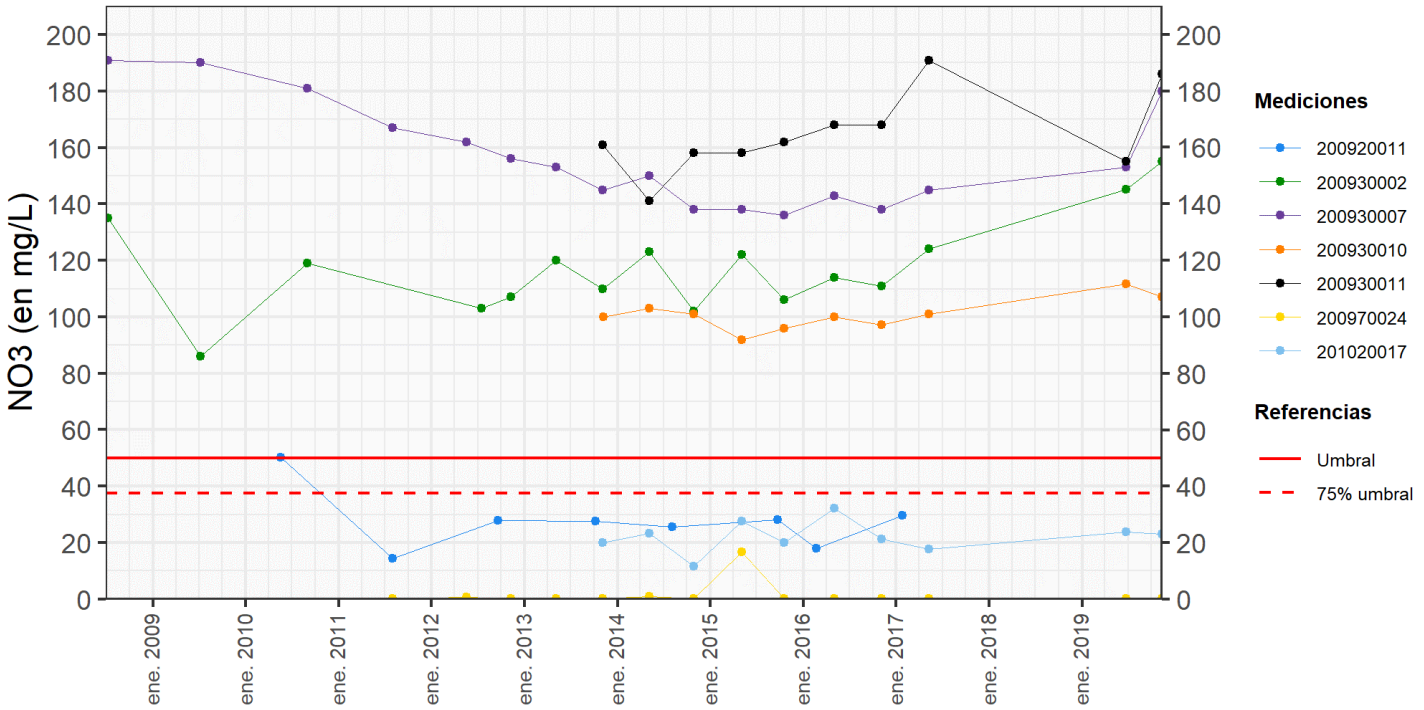
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

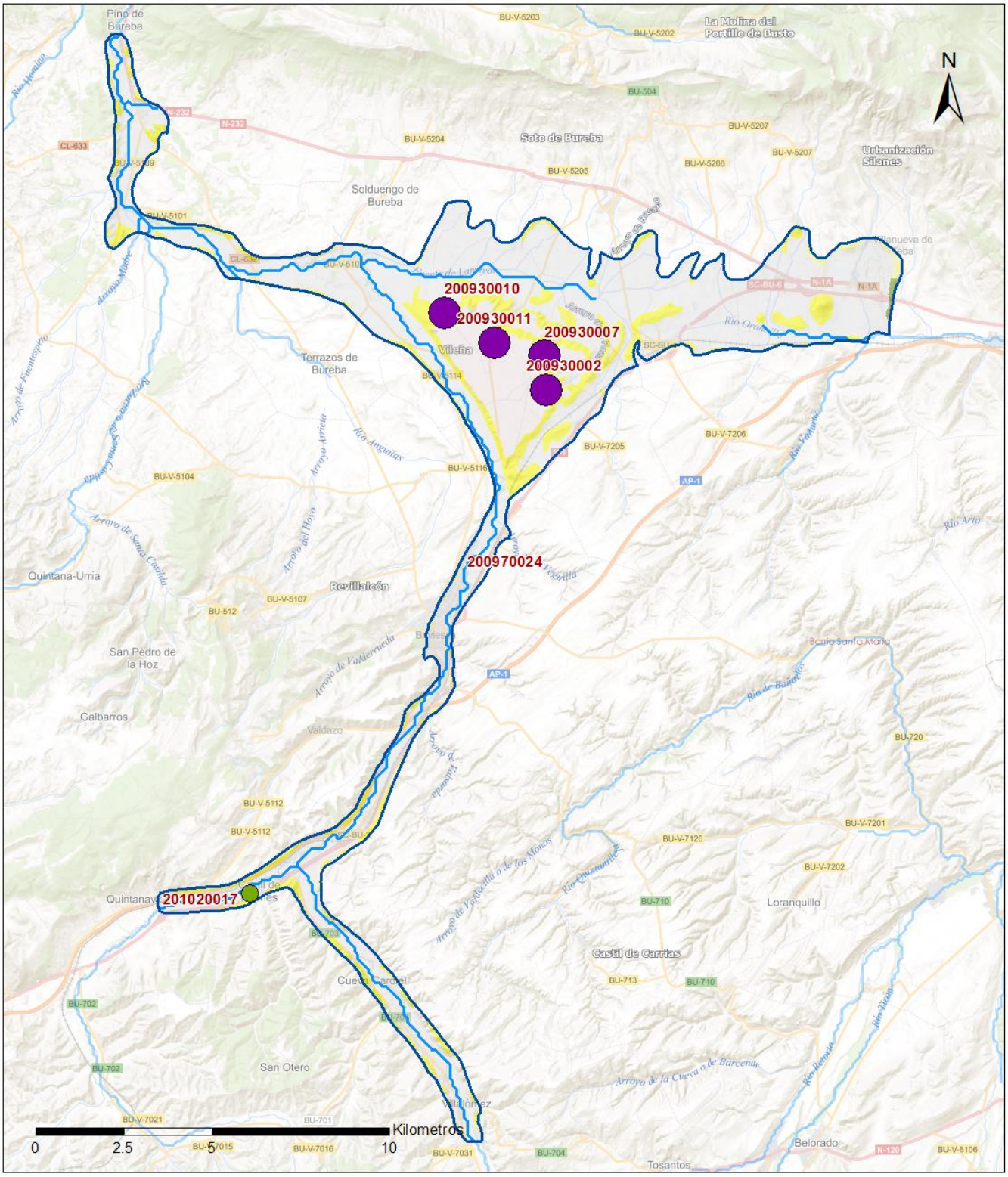
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº 1	Nitrato (NO_3^-)

Gráficas de Evolución



ES091MSBT043 - NO3 (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

MSBT:
Red hidrográfica
ES091MSBT043
Aluvial del Oca

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

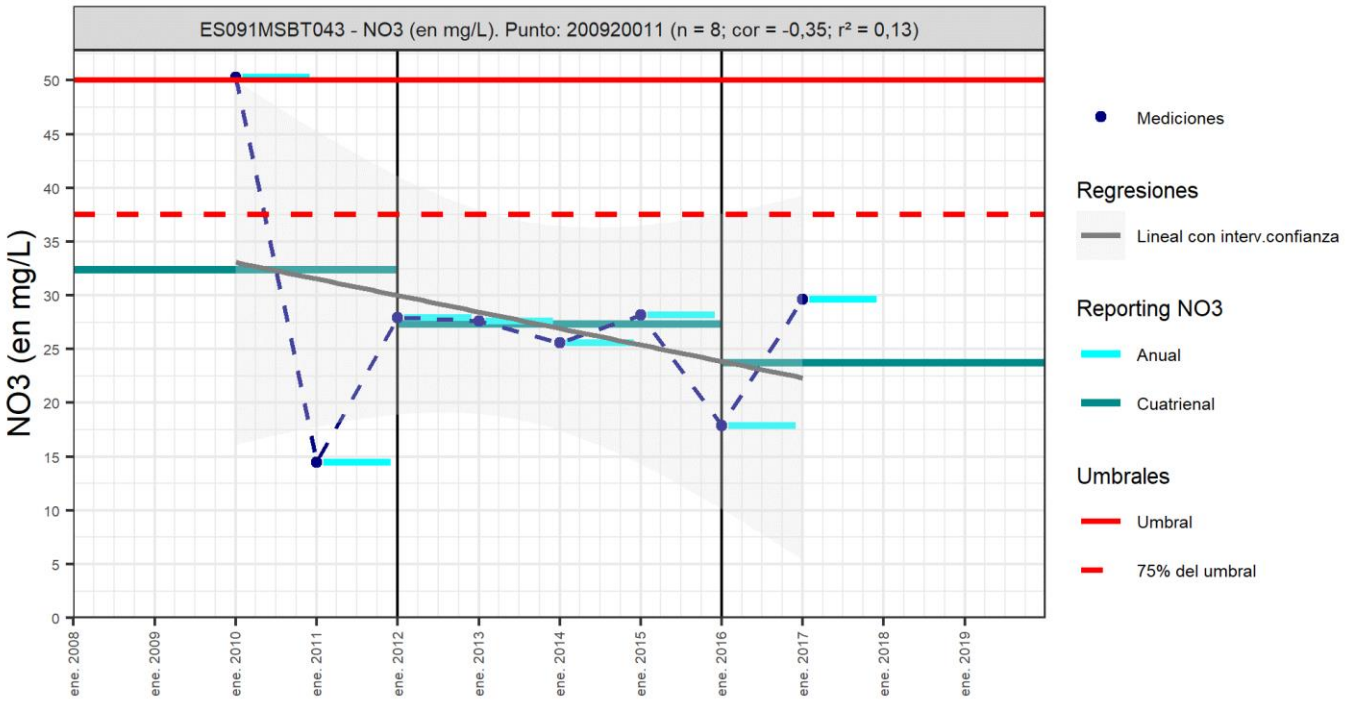
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitrato corresponden a los reportados en el informe cuatrienal 2016-2019 y forman parte de la red de nitratos. Todos los puntos tienen una serie histórica con un número mayor de 8 datos anuales para evaluar la tendencia por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall. Los puntos seleccionados corresponden a 3 manantiales (IPA_ 200920011, IPA_ 200930002, IPA_ 200930007).

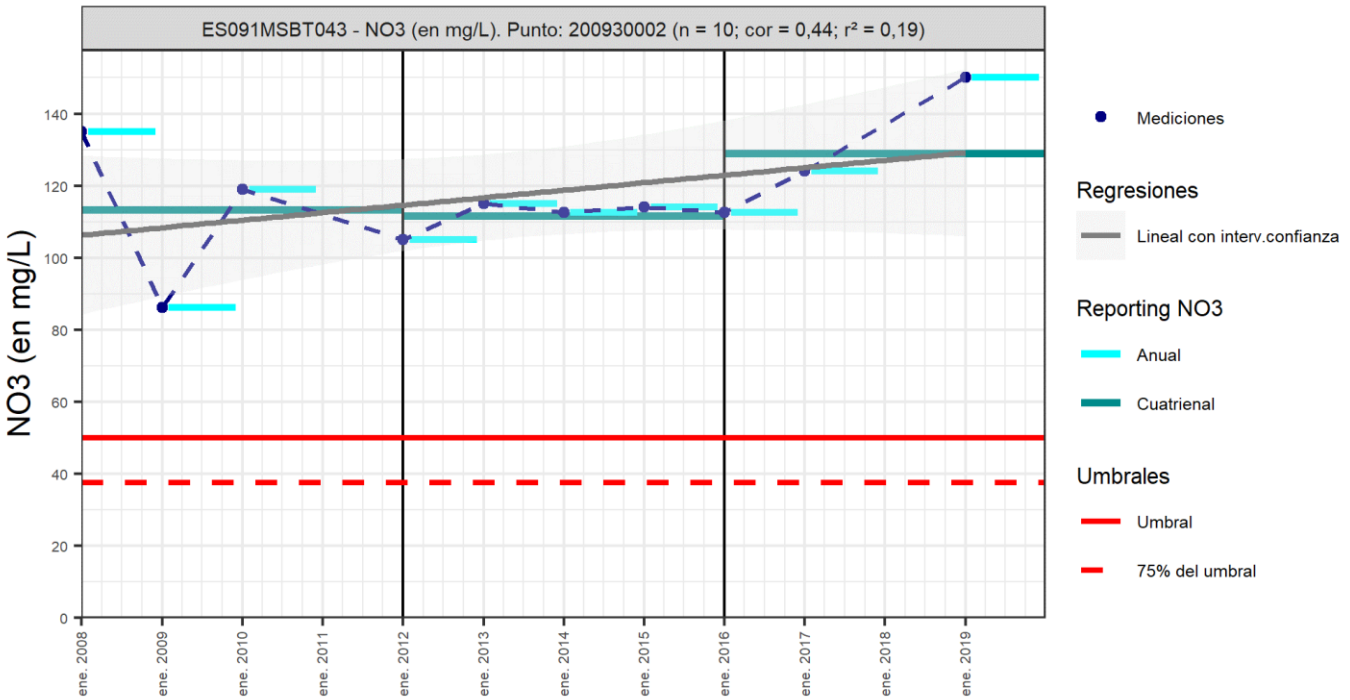
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO_3^-)

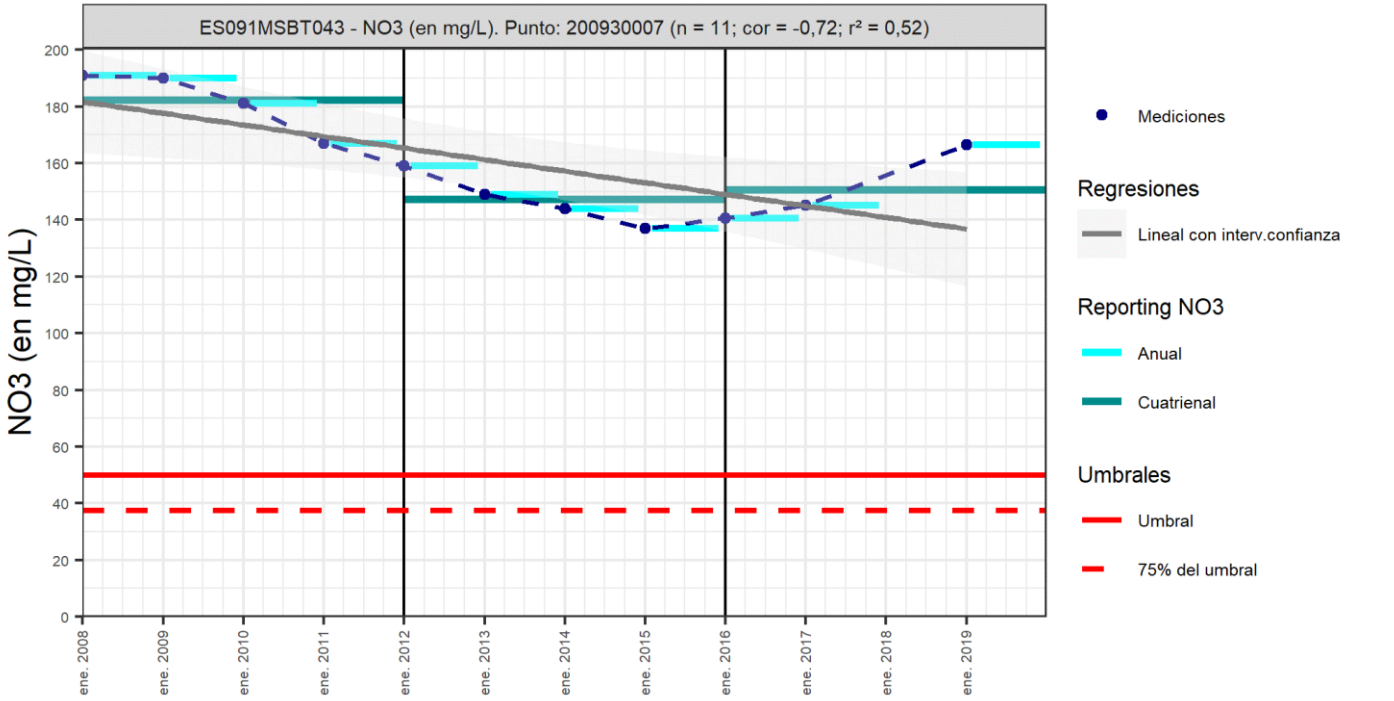
Código Punto 200920011



Código Punto 200930002



Código Punto 200930007



Análisis de tendencias

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en tres 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 2008 hasta 2019, por lo que la longitud de la serie de datos cumple el mínimo de 8 datos anuales. Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R2 < 0,3 indican una baja correlación y un nivel bajo de confianza para establecer tendencias crecientes o decrecientes en la concentración en nitrato, por la heterogeneidad de los datos. Los datos obtenidos por el análisis estadístico de Mann-Kendall y de la pendiente de Senn, al igual que en el método de regresión lineal, muestran que con los datos disponibles no se puede idénticar tendencia creciente (IPA 200930002) o decreciente (IPA_200920011 ya que los grados de significancia (GS) obtenidos son < 90% (tendencia dudosa). En el punto IPA_200930007 se identifica una tendencia decreciente en la concentración en nitrato con un grado de significancia muy buena con un GS de 99,2 %. Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son poco significativas en cuanto al aumento o diminución parcial de la concentración en nitrato. En general, la concentración de nitrato en tiene una tendencia decreciente comparando los dos últimos cuatrienios y la serie histórica anual (2004-2019), aunque parcialmente (diferencia entre cuatrienios) dos puntos presentan un aumento de concentración.

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
200920011	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	8	8	14,50	35,30		37,50
200930002	mg/L	Histórica	2008	2019	Anual	10	10	86,10	150,15	135,00	37,50
200930007	mg/L	Histórica	2008	2019	Anual	11	11	137,00	191,00	191,00	37,50

Resultados del análisis de tendencias							
	Método estadístico						
Código Punto	Regresión Lineal Simple			Test de Mann-Kendall			
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
200920011	0,13000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	1,00E+00	0,00	MEDIO
200930002	0,19000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	4,20E-01	58,10	MEDIO
200930007	0,52000	Descendente	ALTO	Descendente	1,00E-02	99,20	ALTO

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
200920011	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	3	23,80	32,40		37,50	27,30	23,80	-3,60	Descendente
200930002	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	3	111,60	128,90	135,00	37,50	111,60	12,90	17,30	Ascendente
200930007	Histórica	2008	2019	Cuatrienal	3	147,30	182,30		37,50	147,30	150,70	3,40	Ascendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea ES091MSBT043 Aluvial del Oca se encuentra en el del Dominio Hidrogeológico de la Depresión del Ebro en su extremo nor-occidental. Se localiza íntegramente en la provincia de Burgos con una superficie de 92,2 km², los límites de la MSBT se ajustan a la extensión de los depósitos aluviales del río Oca entre las localidades de Villalópez y Pino de Bureba, incluyendo sus afluentes Matapán y Cerrata. Su extremo occidental se ubica en la cuenca del río Vallarta, afluente de cabecera del río Oroncillo.

La MSBT Aluvial del Oca se localiza geológicamente la Cuenca Terciaria del Ebro y en el extremo noroccidental del Dominio Hidrogeológico del Ebro.La principal litología aflorante en la MSBT son los depósitos cuaternarios detríticos asociados al río Oca y a la red de drenaje asociada, y las formaciones detríticas terciarias de baja permeabilidad que afloran de forma secundaria. La geomorfología de los materiales cuaternarios corresponde a terrazas bajas y depósitos de fondo de valle, que se disponen sobre los materiales del Oligoceno-Mioceno formados por margas, arcillas, calizas, yesos, arenas y conglomerados (Fm Dueñas). El espesor de los materiales detríticos puede variar entre los 12 y 17 metros.

Se trata de un acuífero de Vulnerabilidad alta, que responde a la composición y espesor de la zona no saturada, con materiales detríticos muy permeables y niveles piezométricos cercanos a la superficie que disminuyen hacia las zonas cercanas al cauce del río. 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 38,6 %, moderado-alto al 56,6 % y muy alto al 4,7% de la superficie de la MSBT Aluvial del Oca.

La MSBT formada por los depósitos aluviales está rodeada por materiales de baja permeabilidad o impermeables, por lo que no hay transferencia de flujo subterráneo. Los límites hidrogeológicos de la MSBT son cerrados sin flujo de entrada, excepto al norte, donde se produce la salida de flujo subterránea de forma puntual hacia la MSBT colindante Montes de Obarenes, de naturaleza carbonatada y fisurada.

En la MSBT Aluvial del Oca se identifica un único acuífero constituido por el aluvial actual del Oca, fondos de valle y primera terraza, y su afluente Matapán. El acuífero formado por estos materiales detríticos tiene un funcionamiento hidrodinámico en régimen libre y una permeabilidad alta. Los depósitos cuaternarios ocupan el 76,8 % de la superficie de la MSBT (70,8 km²) y se disponen sobre los materiales Miocenos (arcillas, limolitas y yesos neógenos), que constituyen el sustrato impermeable.

Los parámetros hidráulicos son escasos, y sólo se dispone de un valor puntual obtenido mediante ensayo de bombeo en el piezómetro de control (090.043.001 Briviesca), con un valor de 9,8 m2/día. Se considera un acuífero pobre.

El acuífero tiene carácter aluvial, ya que su piezometría está vinculada al estado del río, con direcciones de flujo convergentes a él, y acorde a la topografía del terreno. La recarga se produce en las propias formaciones aluviales por infiltración del agua de lluvia, retorno de riego y transferencia lateral de acuíferos colgados en los terciarios. Según la situación piezométrica y el régimen de caudales superficiales, se puede producir alimentación desde la red hidrográfica. La zona de recarga son las propias formaciones aluviales. La zona de descarga está constituida por el propio río y por transferencia lateral a las aluviales aguas abajo.

En la MSBT Aluvial del Oca, se han identificado dos recintos hidrogeológicos identificados como Aluvial del río Oca (ES091MSBT043S01) que descarga en el río del mismo nombre y Aluvial del río Oroncillo (ES091MSBT043S02) con descarga al río Oroncillo. Ambos recintos pueden ser recargados por los ríos en épocas de avenidas y aguas altas, aunque su comportamiento sean generalmente como ríos ganadores.

En el tercer ciclo de planificación hidrológica se establecieron, para la MSBT Aluvial del Oca, unos recursos disponibles 3,11 hm³/año, sobre unos recursos renovables de 3,88 hm³/año. La salida de agua subterránea más importante se corresponde con las extracciones por bombeo que se estimaron en 0,16 hm³/año, lo que tiene como consecuencia que el índice de explotación de esta masa sea de 0,05.

La red de control piezométrico está constituida por un único piezómetro (IPA_200970024), presenta medidas de profundidad del nivel piezométrico desde el año 2010 a 2020, con un valor de NP medio en 698,6 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 1,95 m.

La red de control del estado químico de la MSBT tiene siete puntos de los cuales 5 corresponden a manantiales, 2 a pozos y sondeos. 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 7,9. Los valores de conductividad eléctrica varían entre 588 y 3.168 µS/cm, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 1.331,5 µS/cm, se consideran aguas naturales algo mineralizadas y dulces (< 2000 µS/cm Custodio y Llamas, 1983). La concentración en mg/L de Ca CO3, calculada a partir de las concentraciones máxima y mínima de Ca y Mg, varía entre 318,5 y 2.333 mg/L, indicando que las aguas son de naturaleza muy dura.

Las facies hidrogeoquímicas son diferentes en manantiales y pozos de la MSBT, siendo de tipo Ca-HCO3-SO4 en la mayoría de los manantiales (IPA_200920011, IPA_ 200930002, IPA_200930007, IPA_200930011, y de tipo Ca-SO4 en los pozos (IPA_200970024,

IPA_201020017) ubicados en los aluviales asociados al río Oca, en los que las concentraciones en sulfato alcanzan valores altos entre 1.000 y 1.800 mg/L. La frecuencia de muestreo durante el periodo 2015-2019 fue semestral en la mayoría de los puntos seleccionados como representativos de las facies hidrogeoquímicas. La representación de las concentraciones de elementos mayoritarios de manantiales en diagramas de columnas permite observar que no hay diferencias significativas en la evolución química del agua subterránea respecto a Línea Base 2007-2008, y tampoco entre los muestreos realizados en época de invierno y verano. Sí se aprecia evolución geoquímica con aumento de la concentración en sulfato en el sondeo perforado IPA_200970024 en el acuífero aluvial, aguas debajo de la población de Briviesca. El pozo (IPA_201020017) poco profundo ubicado en la cabecera de la MSBT en la zona aluvial, presenta altas concentraciones en sulfato pero no se aprecia variabilidad importante en el periodo 2015 a 2019.

La masa de agua subterránea está en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales por la concentración en nitrato , debido principalmente a la contaminación difusa por actividades agrícolas. Otros contaminantes de tipo TPH´s, BTEX, MTBE y ETBE, cuyo origen está asociado a emplazamientos con suelos contaminados, ponen a la MSBT en una situación probable de impacto químico.

La contaminación difusa por la actividad agrícola se manifiesta con altas concentraciones de nitrato en los manantiales que se encuentran al norte de la MSBT Aluvial del Oca, entre Vileña y Berzosa de Bureba. La concentración de nitrato en la serie histórica varía en un rango entre 11,0 y 191 mg/L, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 96,9 mg/L, que supera los 50 mg/L establecidos en la Norma de Calidad. La gráfica de evolución en la que se representa la red de control químico muestra puntos con elevadas concentraciones en nitrato que se mantienen estables con algunas variaciones, corresponden a lo puntos de manantiales, y los pozos que se encuentran al sur del aluvial y en la cabecera de la MSBT tienen valores por debajo de la NC y se mantienen estables.

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en tres puntos seleccionados de la red de control , 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 2008 hasta 2019, por lo que la longitud de la serie de datos cumple el mínimo de 8 datos anuales.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de $R2 < 0,3$ indican una baja correlación y un nivel bajo de confianza para establecer tendencias crecientes o decrecientes en la concentración en nitrato, por la heterogeneidad de los datos. Los datos obtenidos por el análisis estadístico de Mann-Kendall y de la pendiente de Senn, al igual que en el método de regresión lineal, muestran que no puede identificarse tendencia creciente (IPA 200930002) o decreciente (IPA_200920011), ya que los grados de significancia (GS) obtenidos son < 90% (tendencia dudosa). En el punto IPA_200930007 se identifica una tendencia decreciente en la concentración en nitrato, con un grado de significancia muy buena con un GS de 99,2 %.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son poco significativas en cuanto al aumento o diminución parcial de la concentración en nitrato. En general, la concentración de nitrato en tiene una tendencia decreciente comparando los dos últimos cuatrienios y la serie histórica anual (2004-2019), aunque parcialmente (diferencia entre cuatrienios) dos puntos presentan un aumento de concentración.

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 ES091MSBT043 Aluvial de Oca:

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 y puntual. 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, glacis, 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 puntual: la MSBT está en riesgo químico por contaminantes de origen puntual habiéndose detectado principalmente TPH, MTBE y BTEX. La zona afectada de la MSBT se circunscribe al acuífero aluvial en el entorno de Briviesca. En estas áreas se propone estudios específicos de la contaminación puntual para determinar el origen de la contaminación y ayuden a la mejora de la gestión de la misma y a la propuesta de medidas específicas.

Estudios de contaminación difusa: la masa de agua subterránea se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa principalmente por nitrato afectando al norte del acuífero aluvial en la zona de Vileña y La Vid de Bureba. 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 MST 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 (2010) Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de la Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro". Piezómetro Briviesca:090.043.001

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

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

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

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

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

• IGME, DGA (2010). Actividad 2: Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales en 2015. Demarcación Hidrográfica del Ebro, Masa de agua subterránea 090.043 Aluvial del Oca. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. IGME,

• 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 Vasco Cantábrico, Masa de agua subterránea 090.043 Aluvial del Oca. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.

• 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.

• IGME (1986). Mapa Geológico 1:50 000 (168) Briviesca

• 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: ES091MSBT043 - ALUVIAL DEL OCA

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.

MSBT: ES091MSBT043 - ALUVIAL DEL OCA

Parámetro / **Unidad**	T (In situ) °C	pH Ud. pH	C.E. (20°C) (In situ) µS/cm	O_2 (In situ) mg/L	DQO mg/L O_2	Dureza mg/L $CaCO_3$	Alcalinidad mg/L $CaCO_3$
Código Punto	**200920011**						
Valor							
Máx.	18,6	7	1.177	10,00	<LQ	<LQ	261,0
Mín.	11,6	7	797	5,30	<LQ	<LQ	209,0
P50	15,9	7	991	7,85	<LQ	<LQ	235,0
N reg.	6	5	6	8	4		2
Código Punto	**200930002**						
Valor							
Máx.	18,4	8	865	10,40	0,7	<LQ	190,0
Mín.	11,3	7	588	7,20	<LQ	<LQ	185,0
P50	13,5	8	743	9,50	<LQ	<LQ	186,0
N reg.	10	10	14	15	10		3
Código Punto	**200930007**						
Valor							
Máx.	19,7	8	932	10,80	0,7	<LQ	183,0
Mín.	10,4	7	711	6,30	<LQ	<LQ	158,0
P50	14,0	7	844	9,30	<LQ	<LQ	177,0
N reg.	11	12	15	16	11		3
Código Punto	**200930010**						
Valor							
Máx.	15,8	8	722	11,00	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	12,5	7	593	7,40	<LQ	<LQ	<LQ
P50	13,8	8	681	9,65	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	5	5	8	10	7		
Código Punto	**200930011**						
Valor							
Máx.	17,4	8	988	10,40	0,7	<LQ	<LQ
Mín.	12,8	7	814	8,40	<LQ	<LQ	<LQ
P50	13,7	8	933	9,45	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	5	5	8	10	7		
Código Punto	**200970024**						
Valor							
Máx.	15,0	8	3.168	7,80	4,5	<LQ	<LQ
Mín.	10,6	7	1.283	2,20	0,7	<LQ	<LQ
P50	13,3	8	2.508	5,70	1,4	<LQ	<LQ
N reg.	9	8	12	13	11		
Código Punto	**201020017**						
Valor							
Máx.	13,1	7	2.781	9,30	1,3	<LQ	<LQ
Mín.	9,2	7	2.341	4,30	<LQ	<LQ	<LQ
P50	12,3	7	2.623	7,65	0,6	<LQ	<LQ
N reg.	5	5	8	10	7		

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

Parámetro / **Unidad**	HCO_3^- mg/L	$CO_3^=$ mg/L	Cl^- mg/L	$SO_4^=$ mg/L	NO_3^- mg/L	NO_2^- mg/L	PO_4^{3-} mg/L	Na^+ mg/L	K^+ mg/L
Código Punto	**200920011**								
Valor									
Máx.	295,2	<LQ	50,00	380,0	50,3	0,00	<LQ	22,0	12,1
Mín.	231,0	<LQ	33,90	246,0	14,5	<LQ	<LQ	12,5	10,4
P50	285,2	<LQ	43,30	284,0	27,8	<LQ	<LQ	14,6	11,4
N reg.	6	6	8	8	8	7	6	8	8
Código Punto	**200930002**								
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	**200930002**								
Valor									
Máx.	228,1	<LQ	55,60	142,0	155,0	0,05	<LQ	12,0	3,4
Mín.	178,0	<LQ	14,60	81,1	86,1	<LQ	<LQ	5,7	1,3
P50	220,8	<LQ	18,00	98,4	116,5	<LQ	<LQ	6,5	1,7
N reg.	14	14	15	15	16	14	13	15	15
Código Punto	**200930007**								
Valor									
Máx.	235,5	<LQ	43,00	134,0	191,0	0,01	<LQ	10,3	1,3
Mín.	185,0	<LQ	22,90	92,7	136,0	<LQ	<LQ	7,8	<LQ
P50	219,6	<LQ	27,45	107,5	153,0	<LQ	<LQ	8,2	0,5
N reg.	15	15	16	16	17	15	15	16	16
Código Punto	**200930010**								
Valor									
Máx.	228,1	<LQ	22,80	62,4	111,7	0,00	<LQ	4,7	2,5
Mín.	187,0	<LQ	19,50	51,4	91,8	<LQ	<LQ	4,4	2,1
P50	225,7	<LQ	21,80	57,6	100,5	<LQ	<LQ	4,5	2,2
N reg.	9	9	9	9	10	9	8	9	9
Código Punto	**200930011**								
Valor									
Máx.	233,0	<LQ	31,60	110,0	191,0	0,01	<LQ	6,9	1,8
Mín.	188,0	<LQ	26,50	95,1	141,0	<LQ	<LQ	6,2	1,2
P50	225,7	<LQ	30,00	106,0	161,5	<LQ	<LQ	6,5	1,3
N reg.	9	9	9	9	10	9	8	9	9
Código Punto	**200970024**								
Valor									
Máx.	291,6	<LQ	62,50	2.175,0	16,6	0,06	<LQ	120,0	17,1
Mín.	17,1	<LQ	23,20	381,0	<LQ	<LQ	<LQ	19,4	4,8
P50	111,0	<LQ	35,90	1.521,0	<LQ	<LQ	<LQ	54,3	13,2
N reg.	13	13	13	13	14	13	12	13	13
Código Punto	**201020017**								
Valor									
Máx.	309,0	<LQ	94,40	1.639,0	32,2	0,03	<LQ	42,0	3,0
Mín.	220,0	<LQ	23,50	1.403,0	11,7	<LQ	<LQ	22,0	2,1
P50	290,4	<LQ	42,00	1.519,0	22,1	<LQ	<LQ	32,9	2,5
N reg.	9	9	9	9	10	9	8	9	9

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

Parámetro	Ca^{2+}	Mg^{2+}	As	Cd^{2+}	Hg	NH_4^+ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	**200920011**								
Valor									
Máx.	198,0	42,1	1,1800	0,0900	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	143,0	27,9	0,5540	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	166,5	32,8	0,8040	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	8	8	6	8	8	8	8	8	8
Código Punto	**200930002**								
Valor									
Máx.	154,0	20,6	<LQ	<LQ	<LQ	0,11	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	125,0	11,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	138,0	13,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	15	15				14			
Código Punto	**200930007**								
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	**200930007**								
Valor									
Máx.	184,0	8,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	160,0	5,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	169,0	6,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	15	16				15			
Código Punto	**200930010**								
Valor									
Máx.	124,0	15,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	104,0	14,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	122,0	14,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9				9			
Código Punto	**200930011**								
Valor									
Máx.	162,0	24,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	136,0	20,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	149,0	22,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9				9			
Código Punto	**200970024**								
Valor									
Máx.	633,0	180,0	<LQ	<LQ	<LQ	1,42	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	217,0	27,7	<LQ	<LQ	<LQ	0,08	<LQ	<LQ	<LQ
P50	452,0	101,0	<LQ	<LQ	<LQ	0,51	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	13	13				13			
Código Punto	**201020017**								
Valor									
Máx.	656,0	85,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	593,0	60,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	636,0	71,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9				9			

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