

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT046 - LAGUARDIA

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 ES091MSBT046 Nombre MSBT LAGUARDIA

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

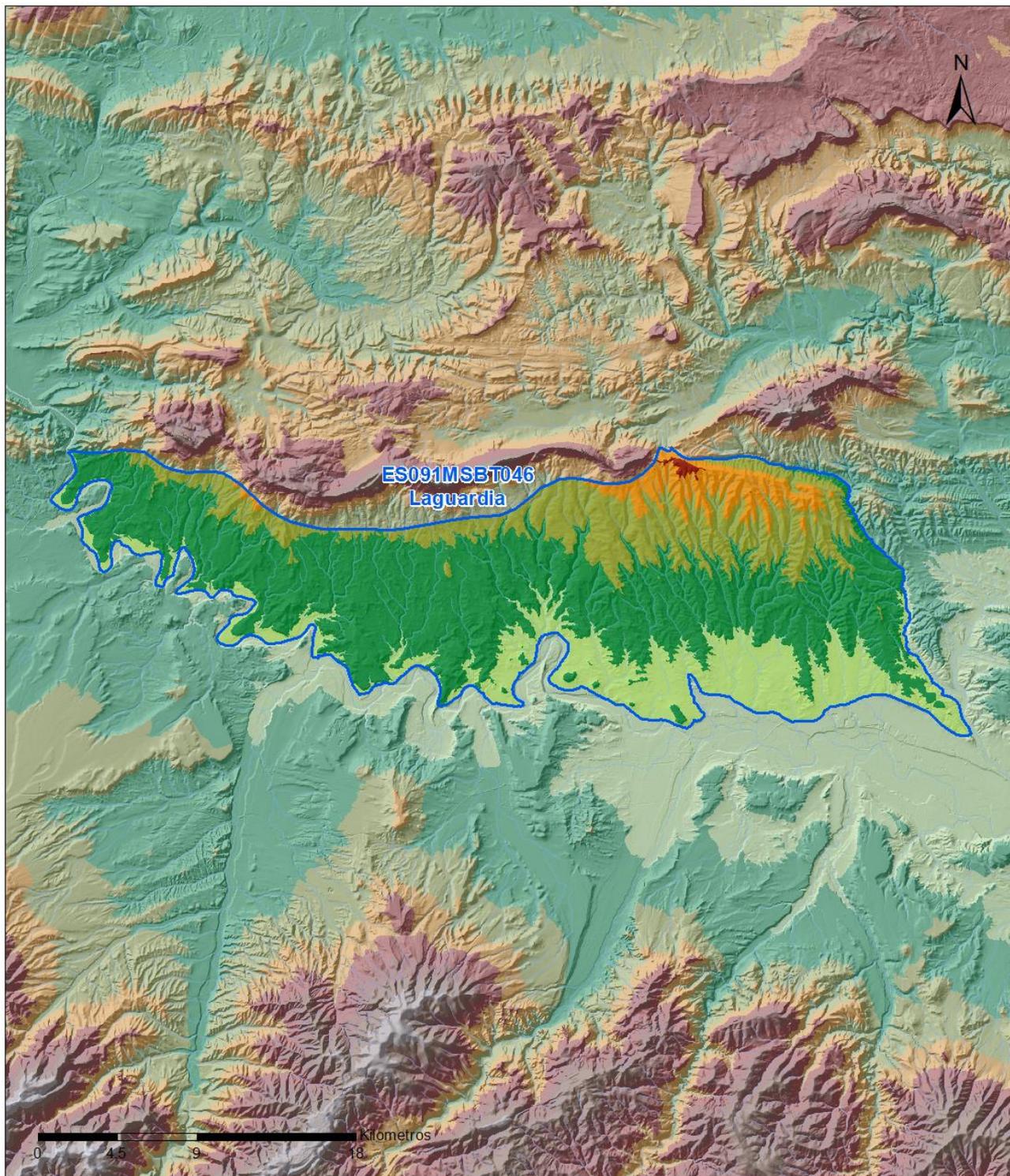
La masa de agua subterránea ES091MSBT046 Laguardia con 473,3 km² de superficie, se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico de la Depresión del Ebro. La MSBT se reparte principalmente entre el País Vasco (53,2%) y la Comunidad Foral de Navarra (33,2%), el resto en la comunidad autónoma de La Rioja (13,6%).

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31251	Viana	77,40	12,90
País Vasco	Araba/Álava	01031	Laguardia	65,49	11,19
País Vasco	Araba/Álava	01043	Oyón-Oion	100,00	9,54
Rioja, La	Rioja, La	26142	San Vicente de la Sonsierra	77,53	7,95
País Vasco	Araba/Álava	01032	Lanciego/Lantziogo	97,69	5,00
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31047	Bargota	87,78	4,69
País Vasco	Araba/Álava	01028	Labastida/Bastida	57,21	4,61
País Vasco	Araba/Álava	01060	Yécora/Iekora	100,00	3,97
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31026	Aras	100,00	3,74
País Vasco	Araba/Álava	01023	Elvillar/Bilar	88,94	3,29
Rioja, La	Rioja, La	26001	Ábalos	79,69	3,04
País Vasco	Araba/Álava	01022	Elciego	80,04	2,76
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31141	Lapoblación	56,82	2,48
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31008	Aguilar de Codés	52,86	2,08
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31035	Armañanzas	75,29	1,97
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31231	Torres del Río	72,98	1,91
País Vasco	Araba/Álava	01041	Navaridas	100,00	1,88
País Vasco	Araba/Álava	01011	Baños de Ebro/Mañueta	94,19	1,88
País Vasco	Araba/Álava	01039	Moreda de Álava/Moreda Araba	100,00	1,83
País Vasco	Araba/Álava	01057	Villabuena de Álava/Eskuernaga	100,00	1,79
Rioja, La	Rioja, La	26089	Logroño	10,20	1,70
País Vasco	Araba/Álava	01019	Kripan	56,06	1,48
País Vasco	Araba/Álava	01052	Samaniego	64,99	1,46
País Vasco	Araba/Álava	01034	Leza	67,11	1,41
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31043	Azuelo	51,95	1,15
País Vasco	Araba/Álava	01033	Lapuebla de Labarca	86,09	1,09
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31145	Lazagurría	27,95	1,00
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31096	Espronceda	26,66	0,49
Rioja, La	Rioja, La	26033	Briñas	95,76	0,49
Rioja, La	Rioja, La	26071	Haro	4,17	0,36
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31230	Torralba del Río	9,23	0,35
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31165	Mendavia	1,53	0,25
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31162	Marañón	13,06	0,16
Rioja, La	Rioja, La	26154	Torremontalbo	3,67	0,04
Rioja, La	Rioja, La	26034	Briones	0,35	0,03
Rioja, La	Rioja, La	26129	San Asensio	0,33	0,02
Rioja, La	Rioja, La	26068	Gimileo	0,84	0,01
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31219	Sansol	0,12	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)	540.330	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.710.529
Longitud (CENTROIDE)	-2,50886	Latitud (CENTROIDE)			42,54601
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			609
Altitud mínima (m s.n.m.)	366	Altitud máxima (m s.n.m.)			975
Área total de la MSBT (km ²)	473				

Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

-  MSBT
-  Red Hidrográfica

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

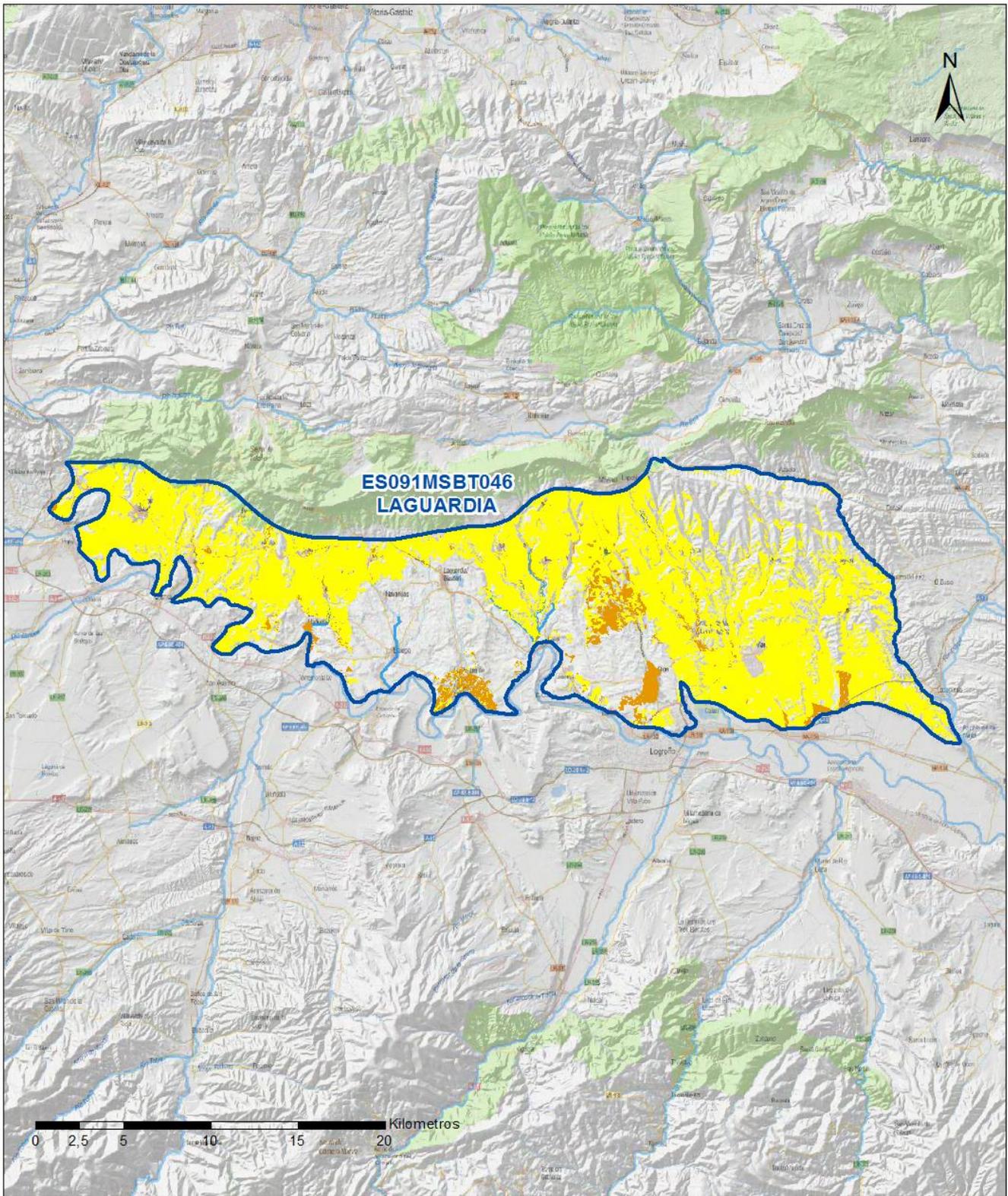
- | | | | | | |
|---|-----------|---|---------------|---|---------------|
|  | 0 - 150 |  | 600 - 750 |  | 1,200 - 1,350 |
|  | 150 - 300 |  | 750 - 900 |  | 1,350 - 1,500 |
|  | 300 - 450 |  | 900 - 1,050 |  | 1,500 - 1,650 |
|  | 450 - 600 |  | 1,050 - 1,200 |  | > 1,650 |

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

Fuentes difusas



LEYENDA

-  Red hidrográfica
-  MSBT:
- ES091MSBT046
- LAGUARDIA

Tipo de Presión Difusa (significativa):

-  2.2 Agricultura: Regadío
-  2.2 Agricultura: Secano

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

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

2.3 RIESGO DE LA MSBT

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

Riesgo de no alcanzar el buen estado químico	RIESGO QUÍMICO
Contaminante	Justificación / Observación

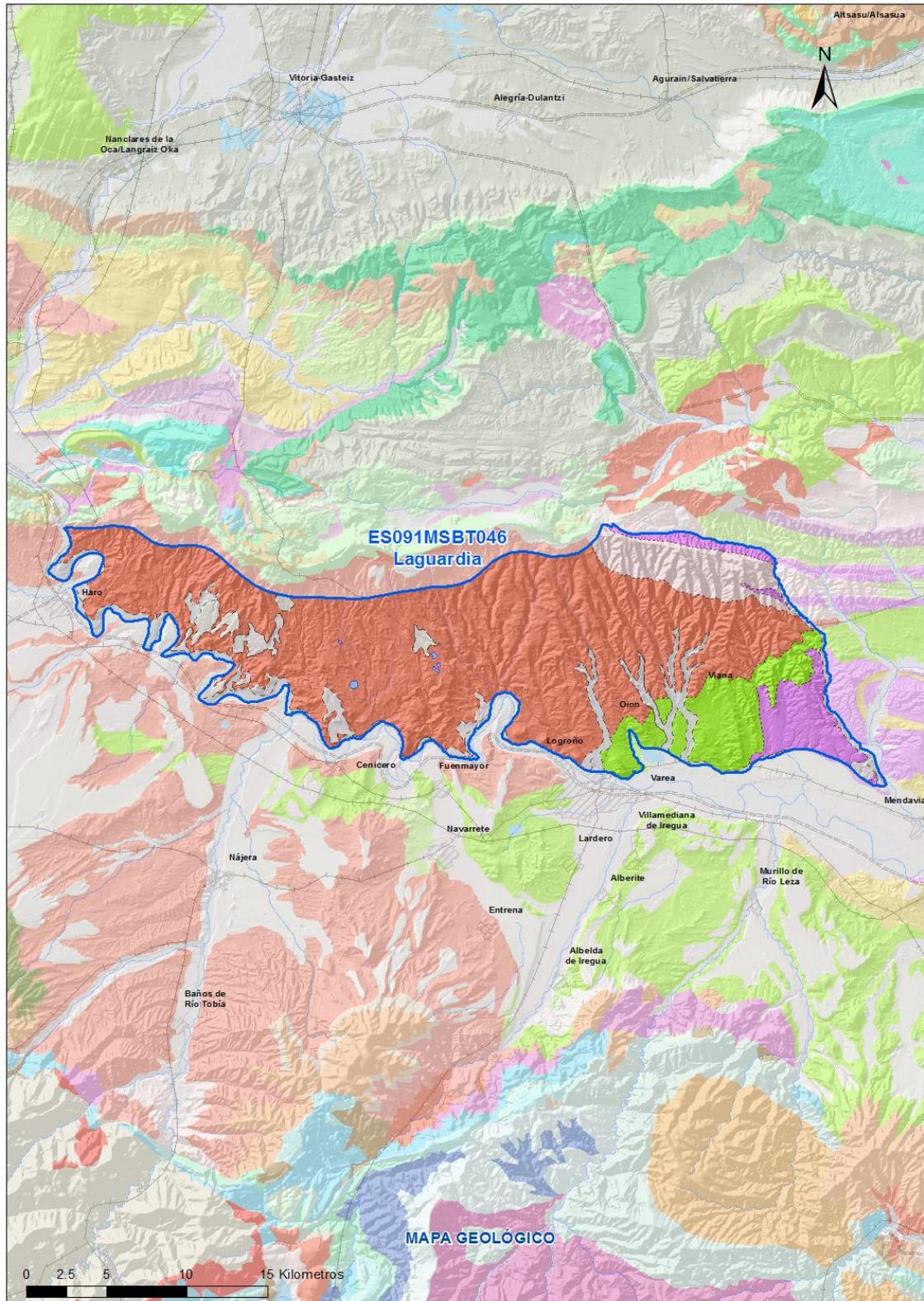
NO ₃ ⁻	Nitrato	Masas en riesgo de afección por nitratos (valores medios o máximos entre 40 y 50 mg/l en los últimos 4 años en más del 20% masa o valores máximos o medios superiores a 50 mg/l en menos del 20% masa)
------------------------------	---------	--

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

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
5000	Masa de agua superficial
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
367	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
366	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas
364	Yesos con intercalaciones de lutitas
362	Lutitas y areniscas, a veces con yesos y calizas
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	33,04	Detrítica	6,98
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	15,14	Detrítica	3,20
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaci, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	7,18	Detrítica	1,52
Lutitas, con intercalaciones de areniscas	Neógeno	Mioceno	43,44	Detrítica	9,18
Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados	Neógeno	Mioceno	314,09	Detrítica	66,36
Yesos con intercalaciones de lutitas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	29,51	Evaporítica	6,23
Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	30,46	Detrítica	6,44

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arenas y limos	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	
Lutitas con intercalaciones de areniscas y localmente de conglomerados	Neógeno	Mioceno	
Yesos con intercalaciones de lutitas	Neógeno	Mioceno	
Alternancia de areniscas y limolitas	Neógeno	Mioceno	100-120

3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Laguardia se localizan en el noroeste de la Depresión Terciaria del Ebro, limita al norte con el Dominio hidrogeológico Vasco-Cantábrico, con la franja tectonizada de la Sierra de Cantabria como límite geográfico. La Cuenca del Ebro constituye el antepaís meridional de la Cadena Cantábrica, consiste en una fosa de varios kilómetros de profundidad rellena de sedimentos terciarios que se apoyan sobre la serie mesozoica que reviste el zócalo. Localmente, a los pies de la Sierra de Cantabria, los depósitos de ambiente continental y de naturaleza evaporítica del Oligoceno-Mioceno se extienden hacia el sur en posición subhorizontal con buzamientos del orden de 5 grados, rellenando la depresión del Ebro-Rioja en la denominada Rioja Alta y Rioja Alavesa. Las megabrechas y conglomerados se asocian al frente de cabalgamiento de la Sierra de Cantabria, en afloramientos pequeños, aislados y de escasa continuidad lateral. La serie estratigráfica local en la MSBT es la siguiente:

- Terciario (Paleógeno –Neógeno): formado por una potente serie detrítica en la que se produce alternancia de las litologías predominantes de areniscas con lutitas y a veces margas y calizas. Los sedimentos yesíferos intercalados con niveles arcillosos, evidencian la deposición en ambientes lacustres. En las zonas próximas a las sierras y relacionadas con zonas de fractura, se identifican fosas o semifosas colmatadas por conglomerados en la parte proximal que evolucionan distalmente hacia areniscas limolitas y arcillas.
- Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno): los depósitos cuaternarios están formados principalmente por gravas, arenas y arcillas y localmente por bloques heterométricos. Estos materiales están asociados a las terrazas, glaciares y fondos de valle (aluviales) por los que discurren ríos y arroyos. Los aluviales tiene una granulometría granodecreciente con gravas, arenas, limos y arcillas, que no son demasiado potente pero si alcanzar una extensión superficial importante.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	27	27
Espesor Medio Z.N.S. (m)	27	

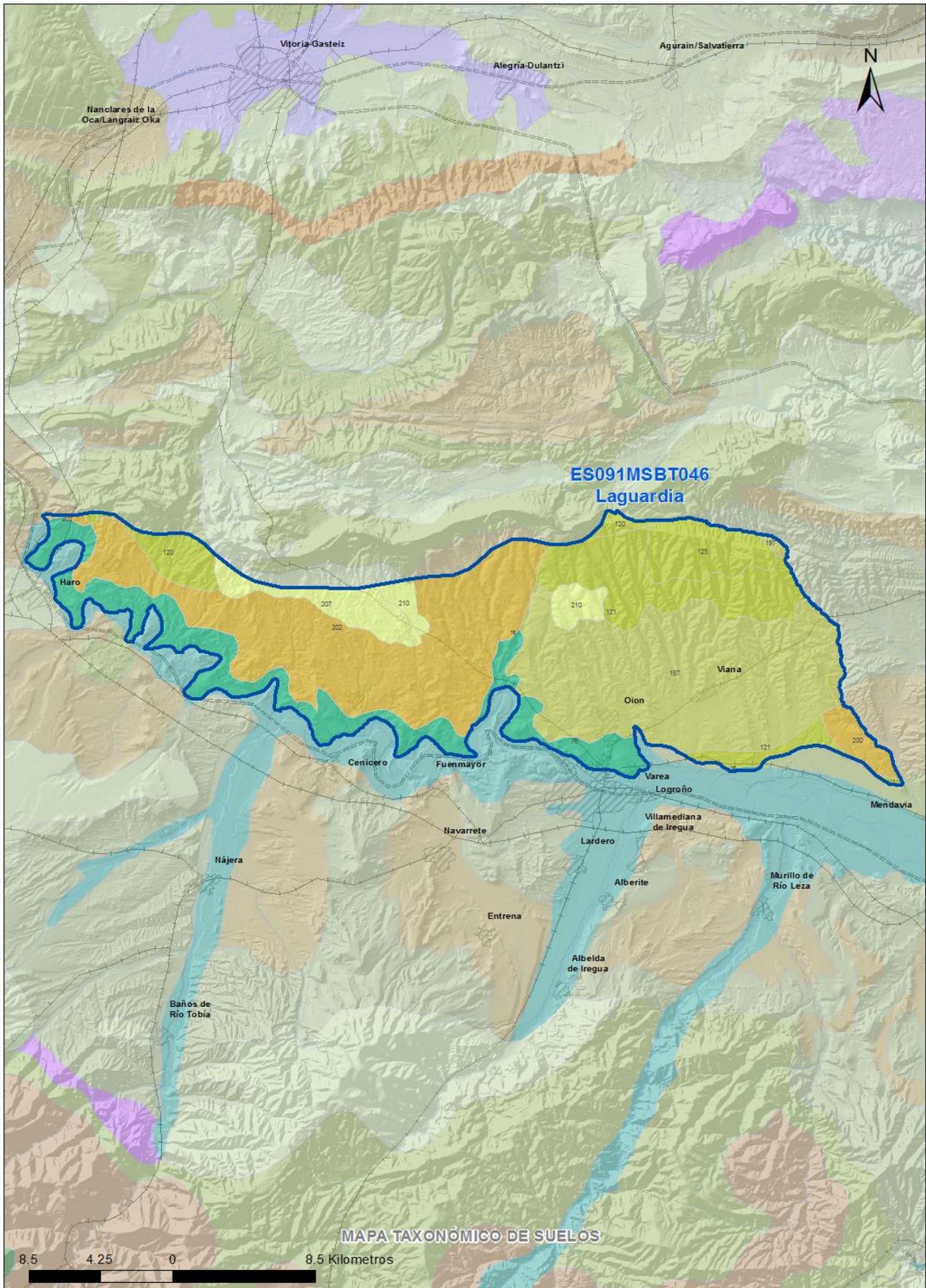
Litología Z.N.S. Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km ²)	% Afloramiento en la MSBT
ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT	68	14,43
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	92	19,53
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	283	59,78
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	30	6,26

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA



MSBT



Red Hidrografica



DDHH

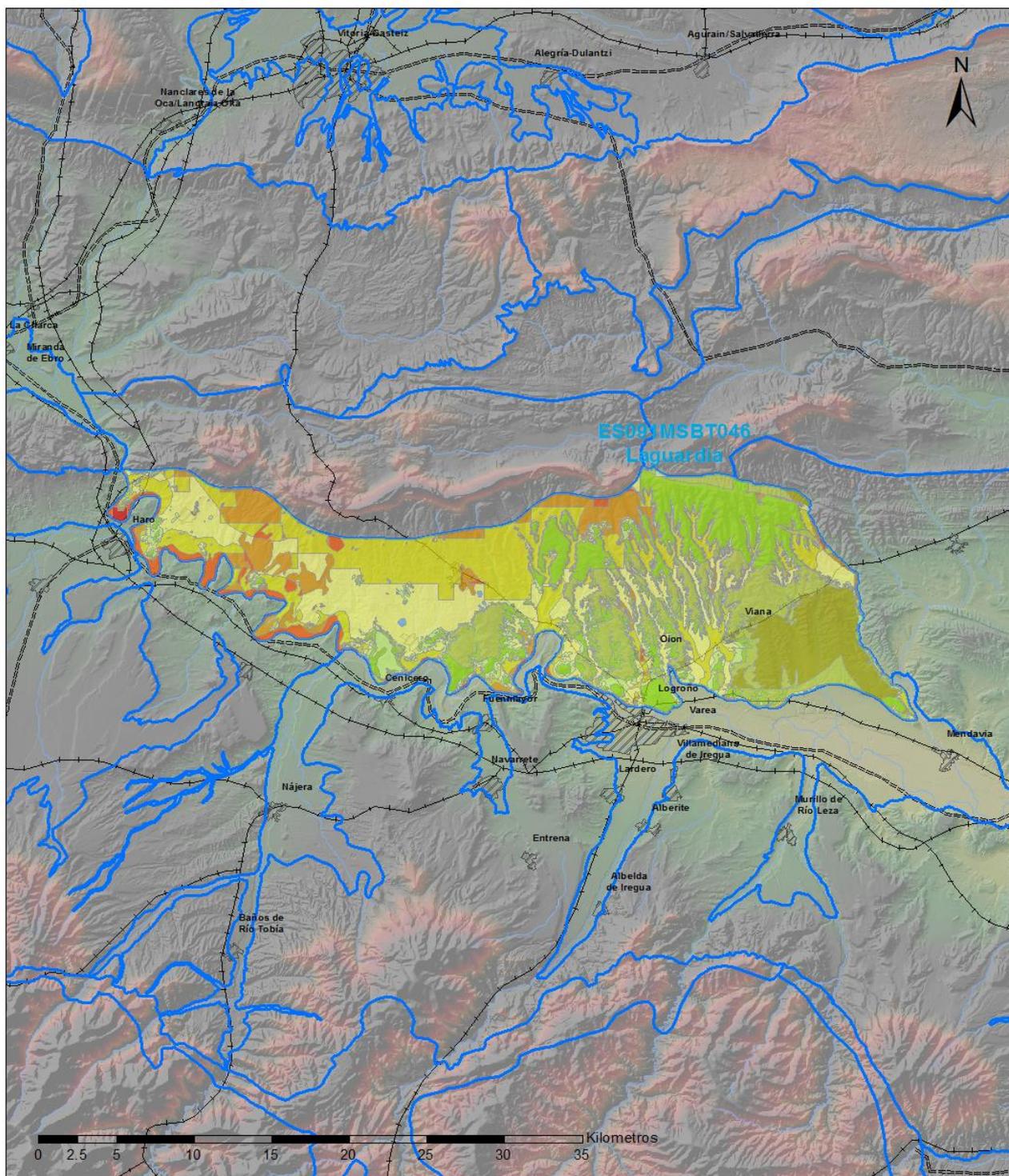
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
76	ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT, XERORTHENT, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
120	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Haploxerept
121	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, Haploxeralf, NO INCLUSION2
125	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, 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
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
207	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Xerorthent
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
0	Masas de agua superficial	0,09
1 (Muy Baja)	16 - 30	8,26
2 (Muy Baja)	30 - 44	13,48
3 (Baja)	44 - 58	18,40
4 (Baja)	58 - 72	6,65
5 (Moderada)	72 - 86	20,11
6 (Moderada)	86 - 100	21,78
7 (Alta)	100 - 114	7,76
8 (Alta)	114 - 128	3,31
9 (Muy Alta)	128 - 142	0,16

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

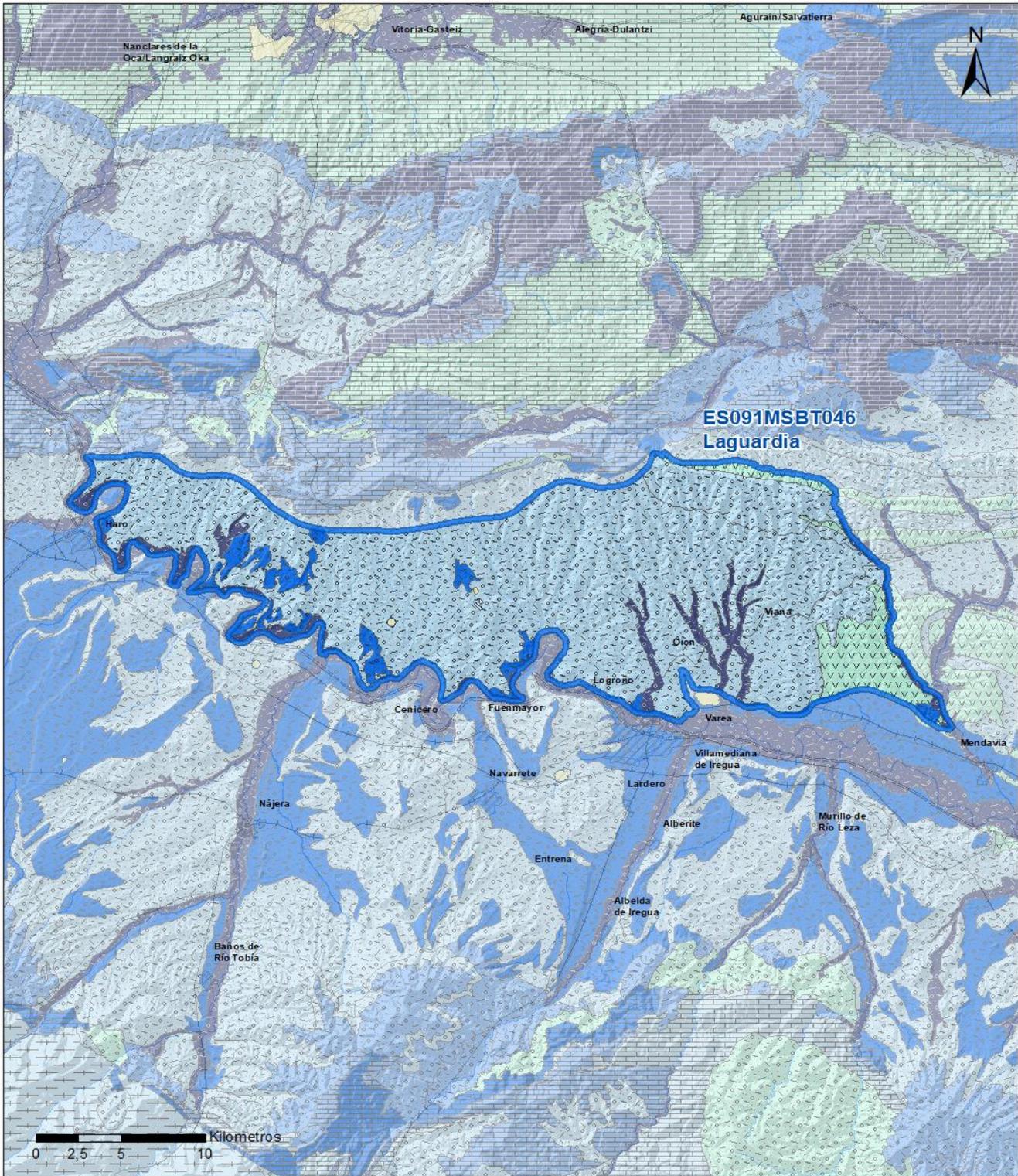
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Este	Abierto	Flujo nulo	Impermeable	LAGUARDIA
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Sur	Abierto	Salida	Permeable	ALUVIAL DE LA RIOJA-MENDAVIA
Sur	Abierto	Salida	Permeable	ALUVIAL DEL NAJERILLA-EBRO
Norte	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRA DE LÓQUIZ
Norte	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRA DE CANTABRIA

Descripción límites hidrogeológicos:

Los límites de la MSBT se consideran cerrados, exceptuando el límite sur que en zonas puntuales puede tener transferencia hidráulica hacia los aluviales del Rio Ebro, y que se incluyen en las MSBT del Aluvial Najerilla-Ebro (ES091MSBT047) Aluvial de La Rioja-Mendavia (ES091MSBT048). Para definir estos límites con mayor detalles es necesario realizar una piezometría con un mayor número de puntos.

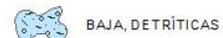
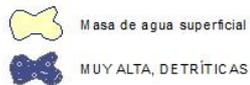
Mapa de permeabilidades



LEYENDA



PERMEABILIDAD



5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km ²)
			Sistema	Serie		
Terciario	Alternancia de areniscas y lutitas y localmente conglomerados	Media-Baja	Neógeno	Mioceno	120	314
Cuaternario	Gravas, arenas y limos, y cantos con matriz arcillosa	Media-Alta	Cuaternario	Pleistoceno - Holoceno		55

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km ²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Areniscas del Mioceno	314	66,36	Libre		Intergranular	Terciario
Cuaternario Aluvial	55	11,70	Libre		Intergranular	Cuaternario

Descripción general:

El acuífero cuaternario es de escasa entidad y ocupa el 11,7 % de la MSBT. En general están constituido por depósitos de fondo de valle, retazos de glacis y terrazas desconectadas de la red fluvial. Los aluviales se extienden en las márgenes del río Ebro, aunque con escasa conexión hidráulica con el cauce. Es un acuífero de carácter libre con porosidad granular y alta capacidad de almacenamiento. Las areniscas del Mioceno constituyen el principal acuífero, de régimen libre y media- baja permeabilidad, su extensión ocupa el 66,4% de la superficie de la MSBT. A este acuífero se asocian las lagunas de Carralagroño y Carravalseca, de carácter endorreico y eventualmente inundadas con aguas de origen mixto.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m ² /día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Areniscas del Mioceno	Terciario	Ensayo de Inyección Slug-Test	0,23	0,74		

Descripción general:

No se dispone información sobre parámetros hidráulicos en el acuífero cuaternario. Existe un piezómetro de control en La Guardia (090.046.001) en el que las pruebas de bombeo aportan valores de transmisividad bajos entre 0,23 y 0,74 m²/día, según el método de análisis.

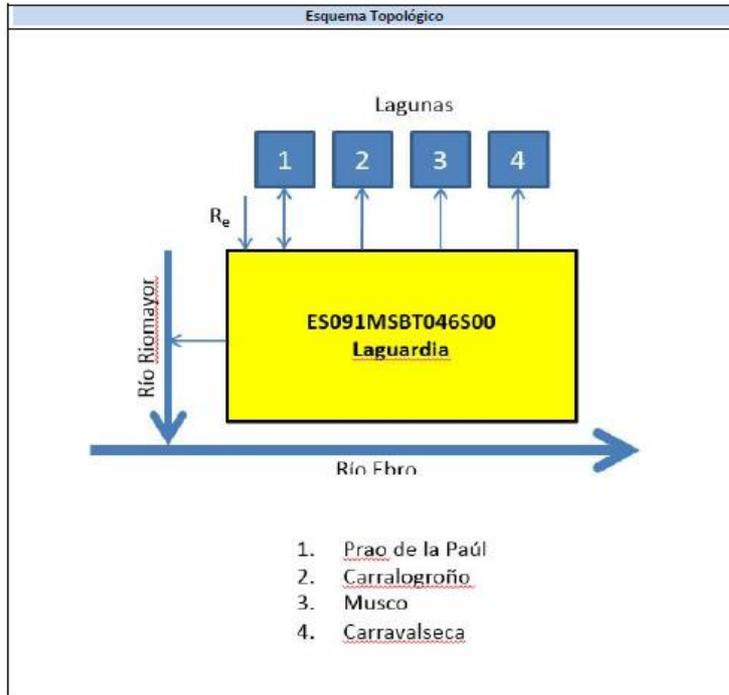
5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

La baja permeabilidad de los materiales del Mioceno provoca que la superficie piezométrica tenga un fuerte control topográfico. El flujo general es hacia la depresión del río Ebro, parte de este flujo descarga directamente en el curso del río Mayor que discurre atravesando la MSBT de norte a sur, y en otros numerosos torrentes y manantiales de escaso caudal. La recarga se produce por infiltración de la precipitación en los materiales más permeables. Se han identificado cuatro lagunas (Lagunas de Carralagroño, Carravalseca, Musco, y Prao de Paúl) endorreicas naturales con conexión con la MSBT, de origen mixto, subterráneo y de escorrentía superficial, se desconoce en detalle el funcionamiento de estas lagunas.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT046S00	LAGUARDIA
Esquema: ES091MSBT046S00	



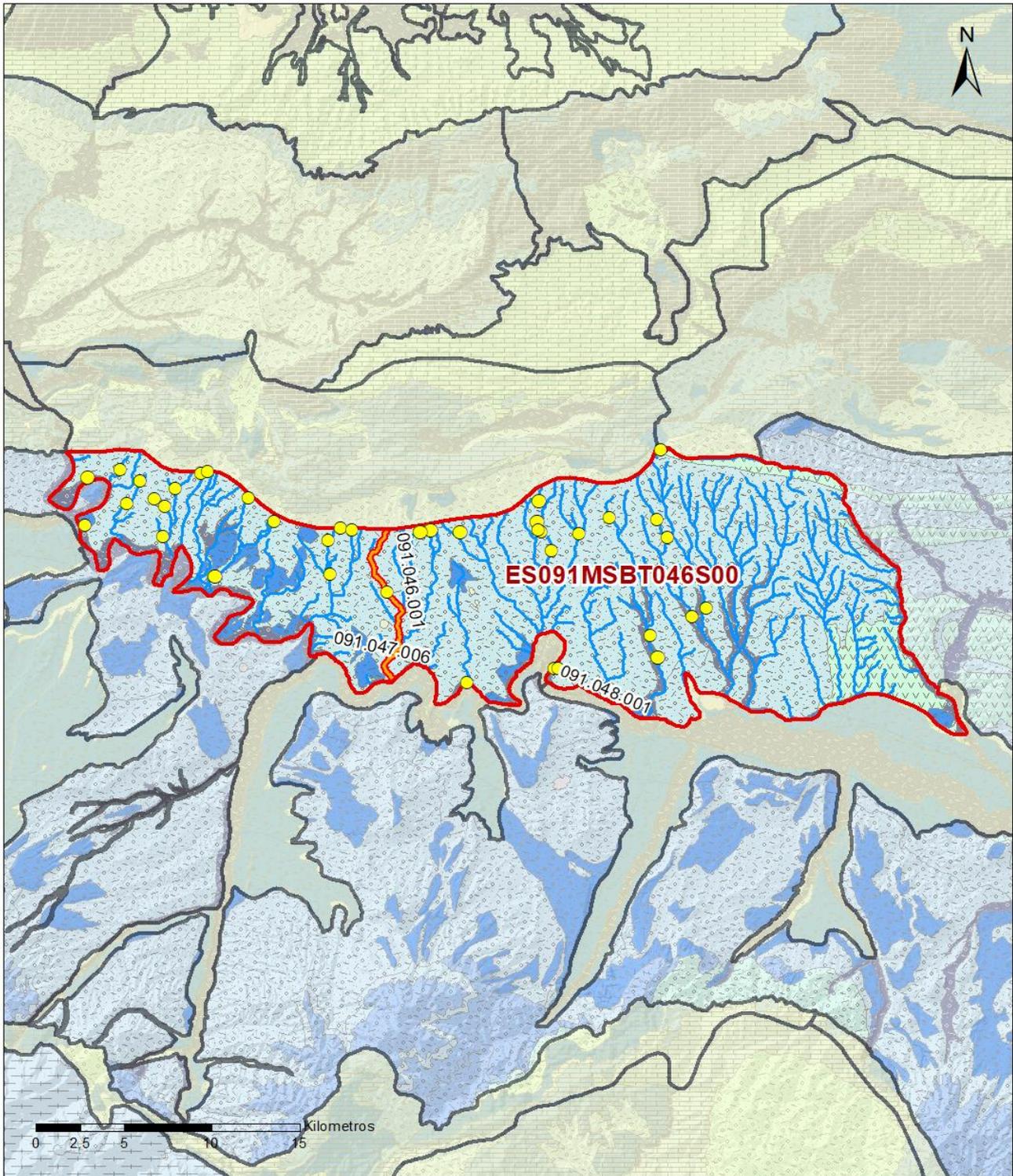
5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT046S00	ES091MSPF88	Río Riomayor desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro.	Descarga a cauce	091.046.001

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 ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Rango ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Coeficiente de reparto (%)	Relación unitaria de transferencia (L/s/m)
ES091MSBT046S00	091.046.001					100	

Relación río/acuífero ES091MSBT046S00



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

6.- ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

6.1 ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)

6.1.1 NOMBRE, DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EDAS

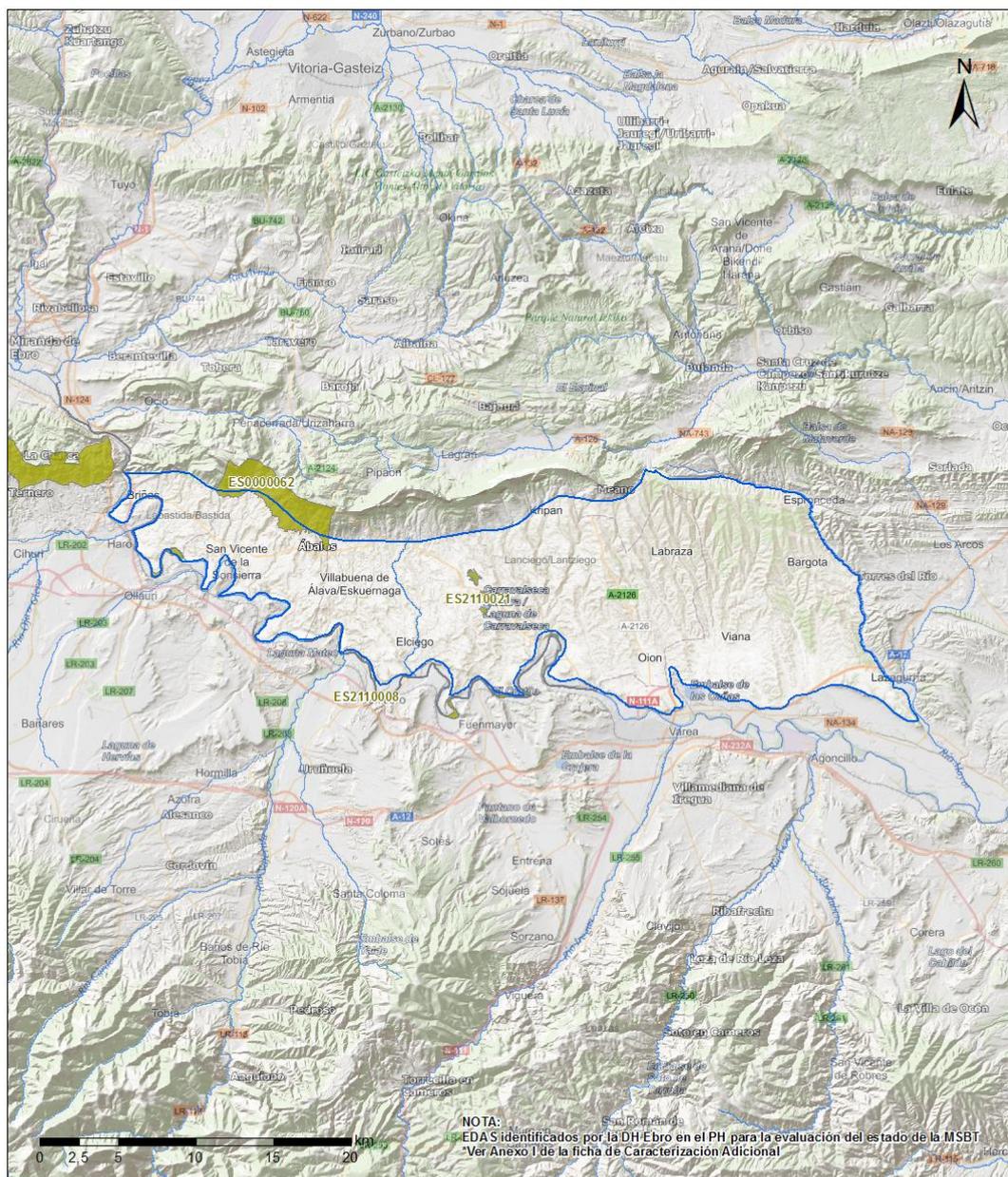
Ver Anexo 1.

6.1.2 RESUMEN DE LOS EDAS

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

6.1.3 MAPA DE EDAS

Mapa de EDAS



NOTA:
 Las EDAS identificadas por la DH Ebro en el PH para la evaluación del estado de la MSBT.
 Ver Anexo I de la ficha de Caracterización Adicional

LEYENDA

- Red Hidrográfica
- MSBT ES091MSBT046 Laguardia
- MSPF Lago (Mal Estado)
- Código MSPF | Nombre MSPF
- ES091MSPF1037 | Laguna del Musco

SITES RN2000 (ZEC/LIC/ZEPA) con ETDA S en Mal Estado

- Código SITE - Código Hábitat - Nombre Hábitat
- ES0000062 | 6420 | Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion
- ES2110008 | 6420 | Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion
- ES2110021 | 1410 | Pastizales salinos mediterráneos (Juncetalia maritima)
- ES2110021 | 1510 | Estepas salinas mediterráneas (Limonietalia) (*)

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

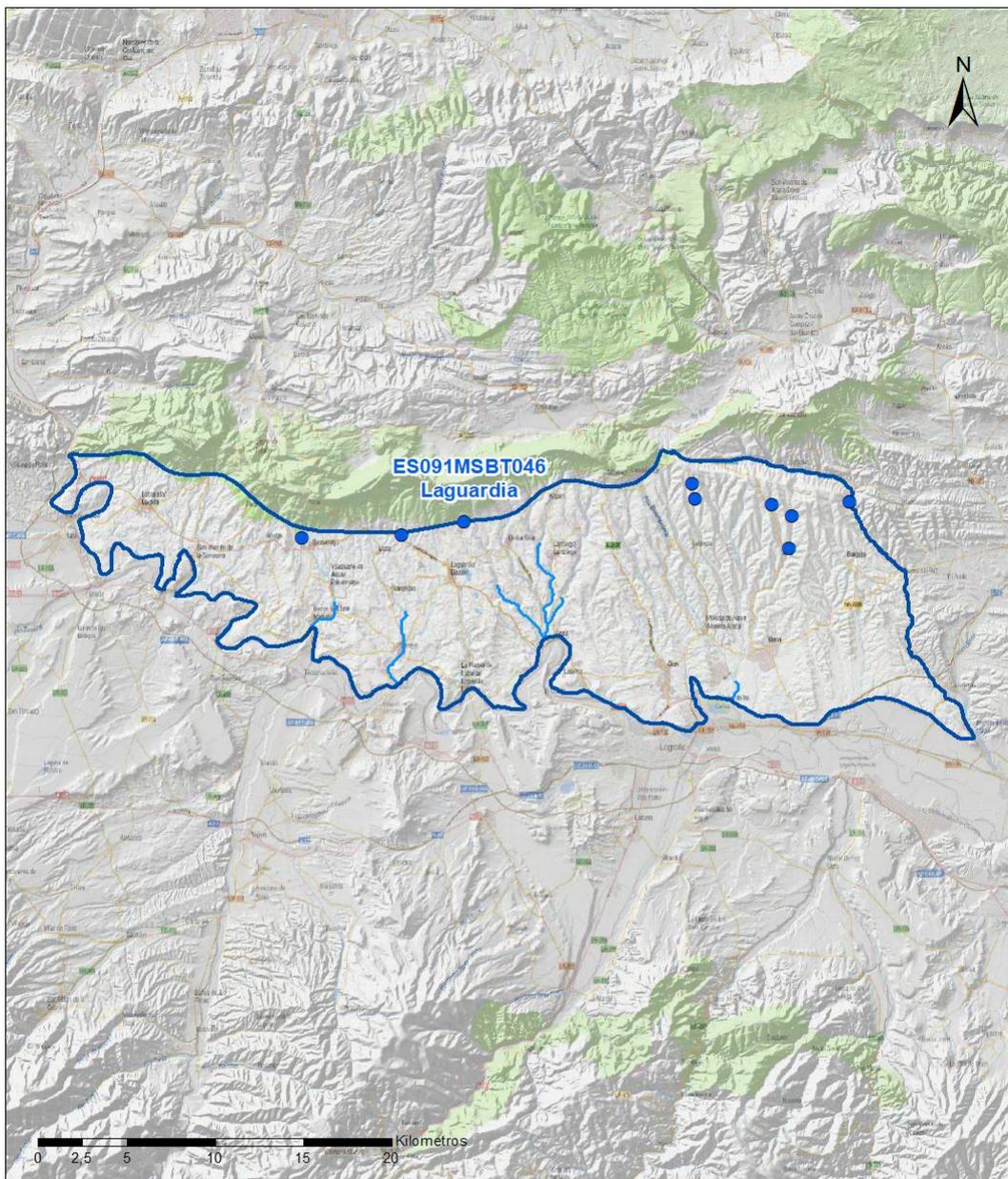
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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)	9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0,06
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)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
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	1,79	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF		Extracciones	0,80
Transf. lateral otras MSBT		Transf. lateral otras MSBT	
Retornos de riego	0,21		
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	2,00	Salidas Totales	0,80
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RA)		1,20	

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)	1,64
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año)	1,89
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año)	0,40
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año)	3,17
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,60

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año)	1,79
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año)	0,80
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año)	0,36
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año)	1,65
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,49

“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

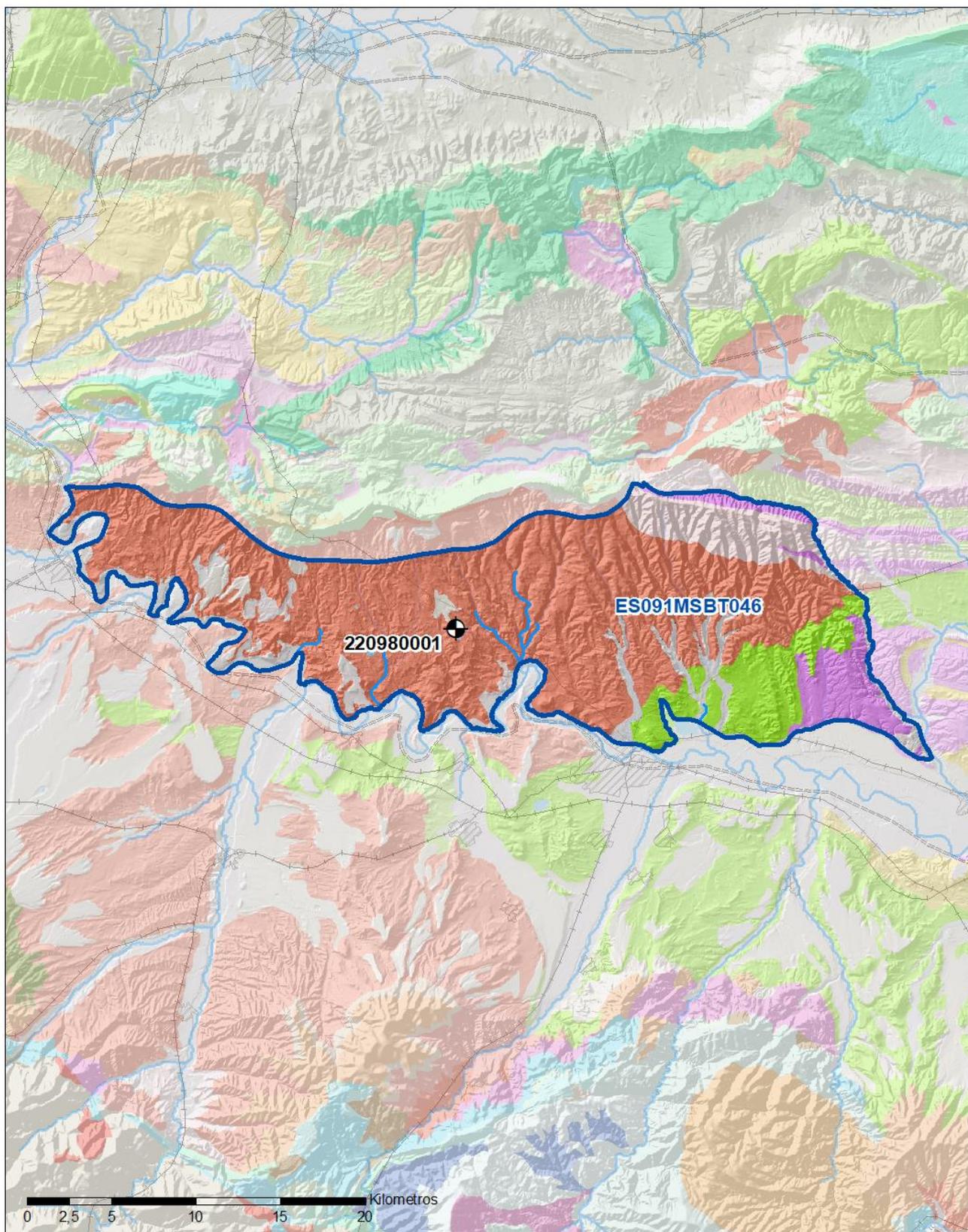
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
220980001	Piezometría	535.656	4.709.708		23/02/2010			120,0	568	<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

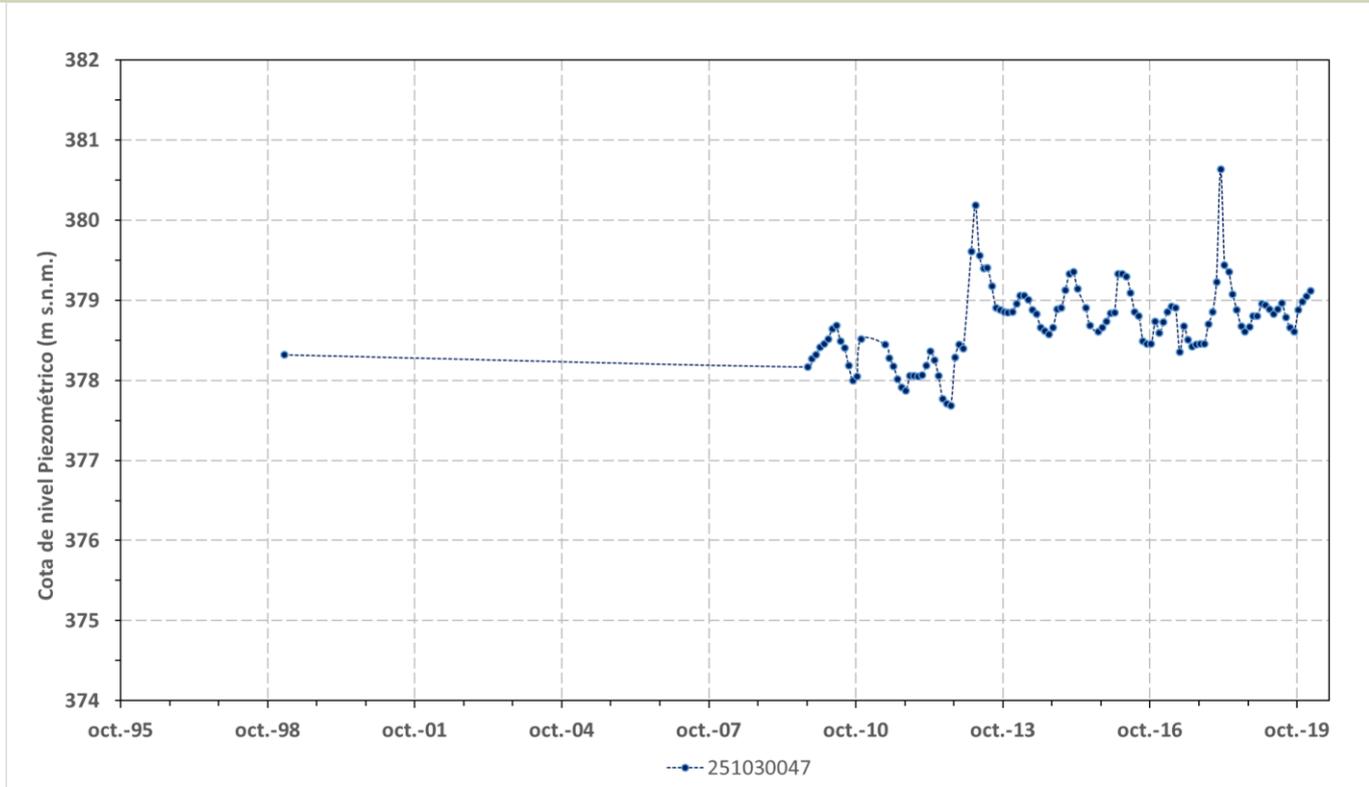
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  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_220980001), presenta medidas de profundidad del nivel piezométrico desde el año 2010 al año 2020, con un valor de NP medio en 541,5 msnm. En general, la piezometría se muestra estable con tendencia al descenso, no se observan variaciones interanuales importantes y el rango de variación del NP entre máximos y mínimos es de 3,5 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
220980001	2010	2020	813	542,6	539,1	541,5	3,5	-0,18		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

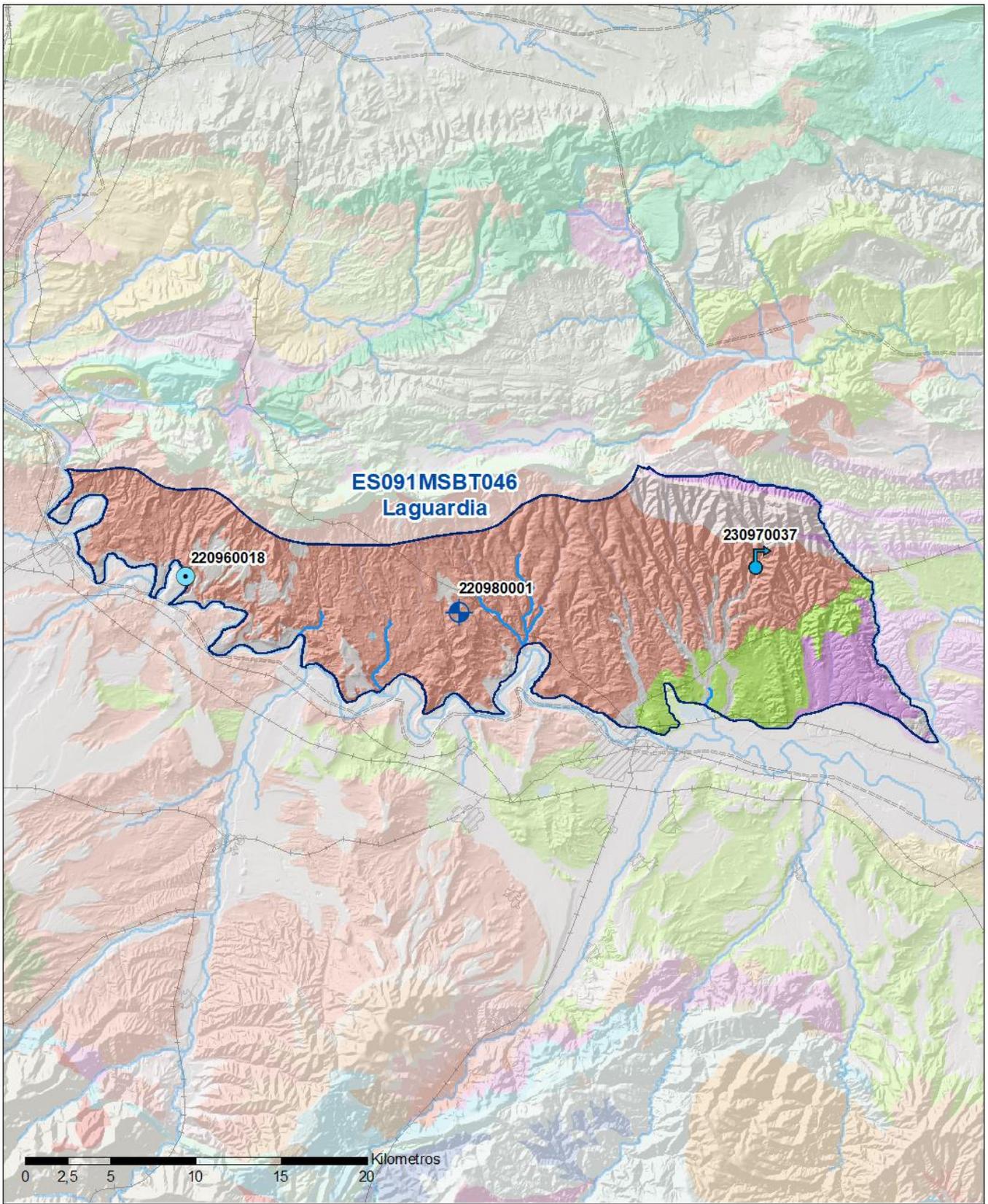
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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					
220960018	POZO DEL EBRO	519.673	4.711.843	430		POZO	Ac. Cuaternario Aluvial	05/11/2007
220980001	LAGUARDIA MARM, CARRALOGROÑO (CONTROL URA SP-30)	535.656	4.709.708	568	120,0	SONDEO		13/12/2011
230970037	LA FUENTE VIEJA	553.274	4.712.795	595		MANANTIAL		25/10/2012

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
	Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
220960018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos
220980001	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
230970037	<input checked="" 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	Facies Hidrogeoquímica
220960018	Gravas, arenas con matriz arcillosa Cuaternario aluvial	Bicarbonatada sulfatada cálcica magnésica
220980001	Alternancia de areniscas y lutitas (Areniscas Mioceno)	Sulfatada sódica
230970037	Manantial Alternancia de areniscas y lutitas (Areniscas Mioceno)	Bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT Laguardia (2016)

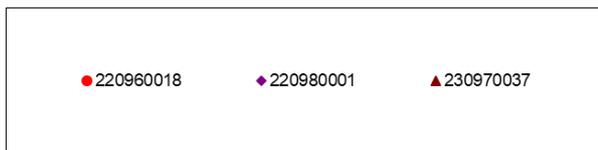
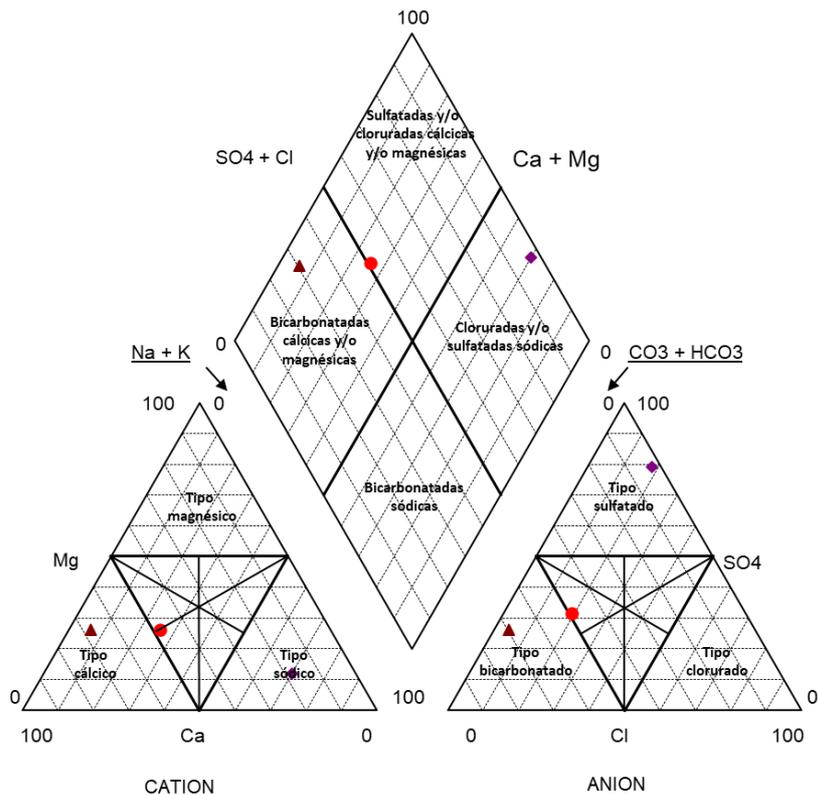


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 220960018

Laguardia_220960018 (2015-2017)

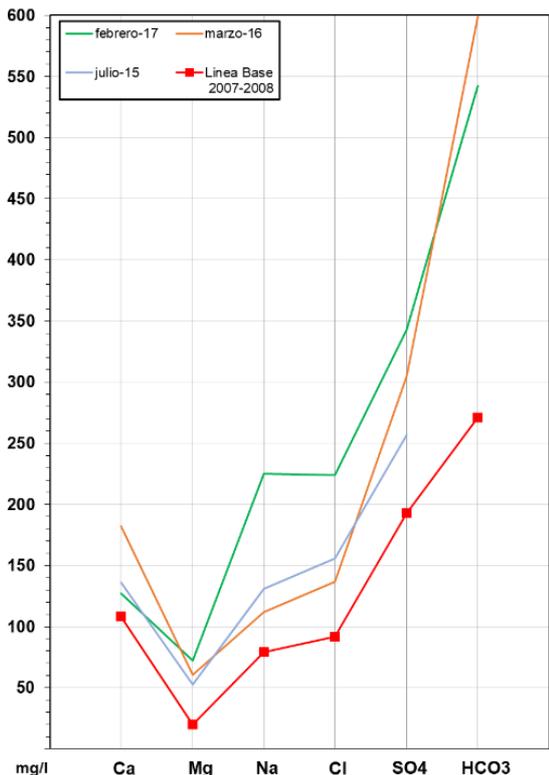


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 220980001

Laguardia_220980001 (2015-2019)

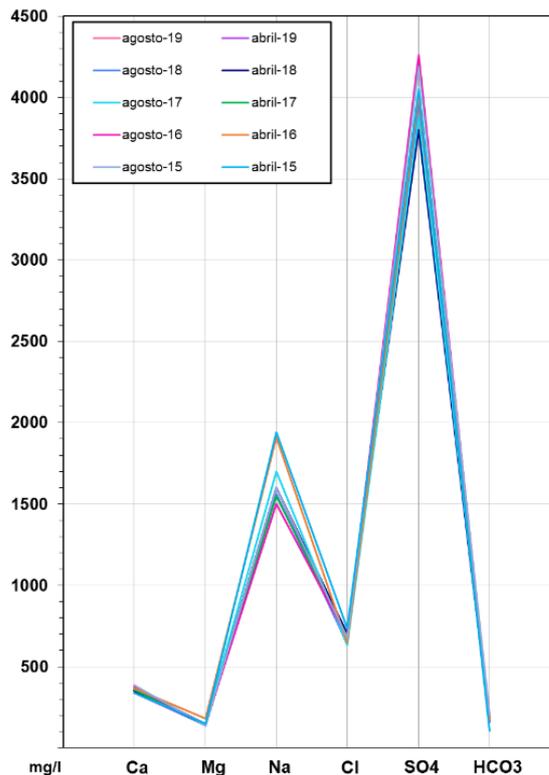
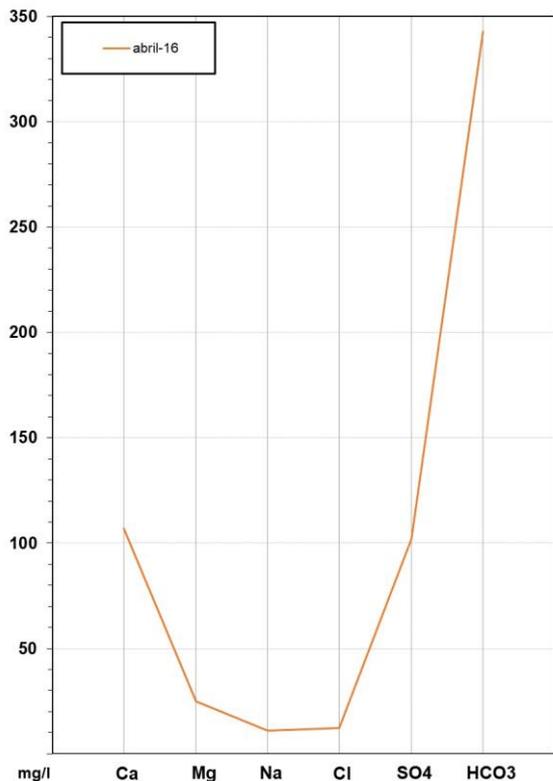


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 230970037

Laguardia_230970037 (2016)

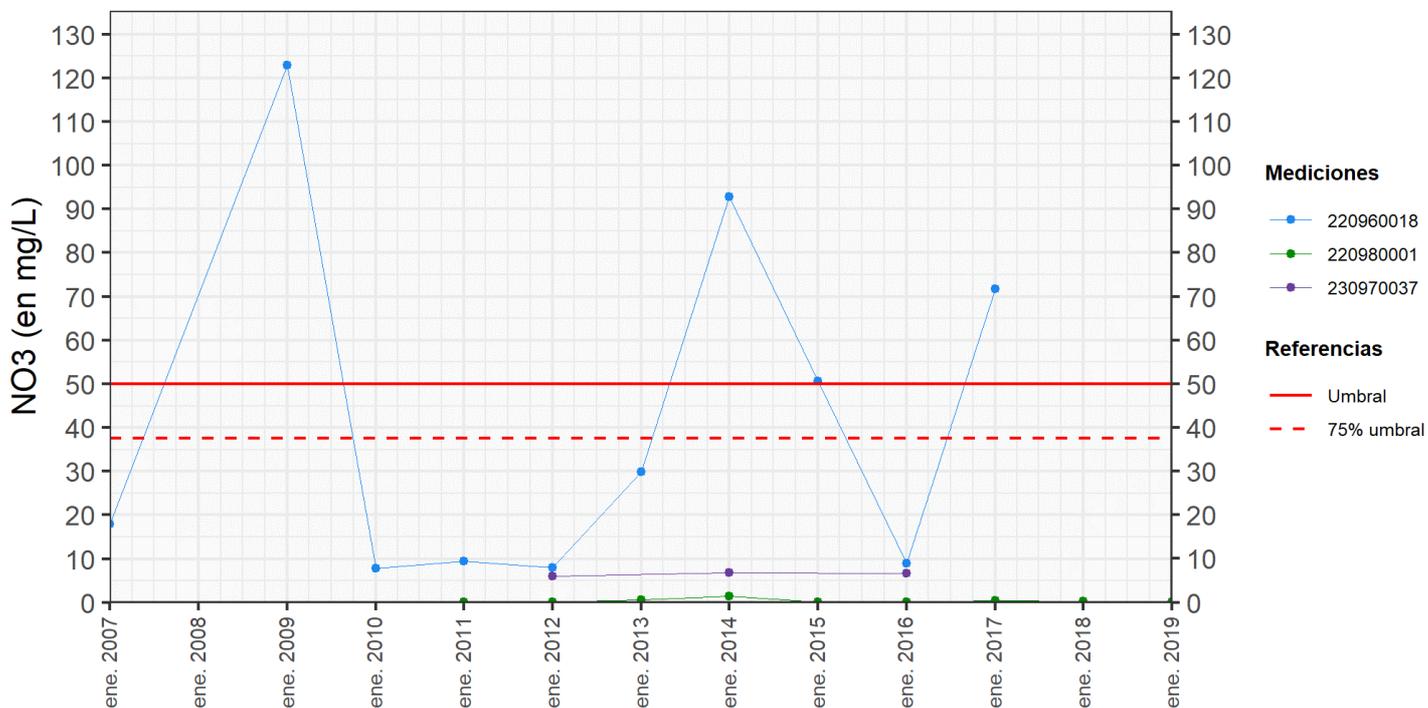


9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

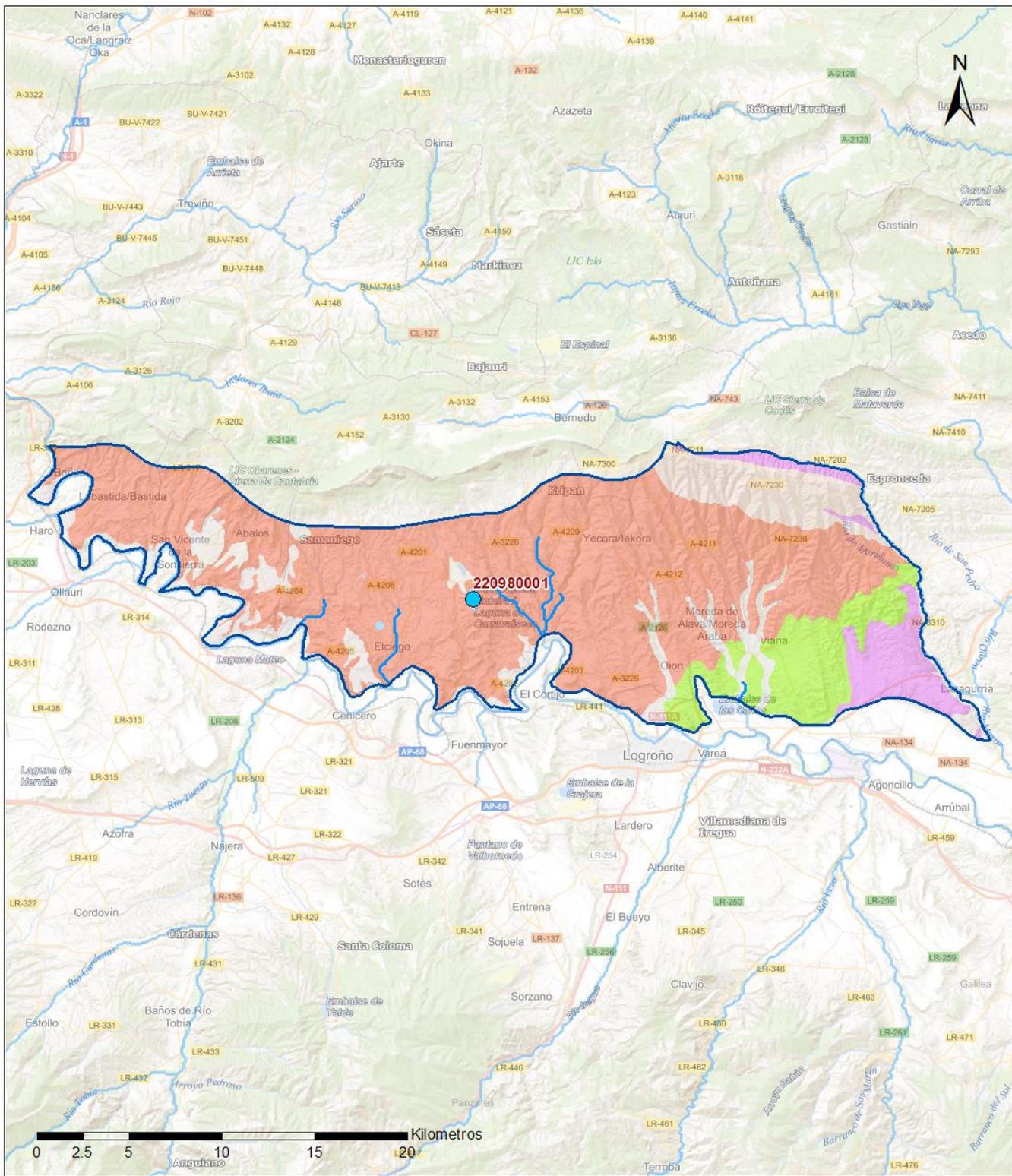
9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº	Nitrato (NO ₃ ⁻)
Gráficas de Evolución		



ES091MSBT046 - NO3 (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

 MSBT:
 Red hidrográfica
 ES091MSBT046
 Laguardia

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

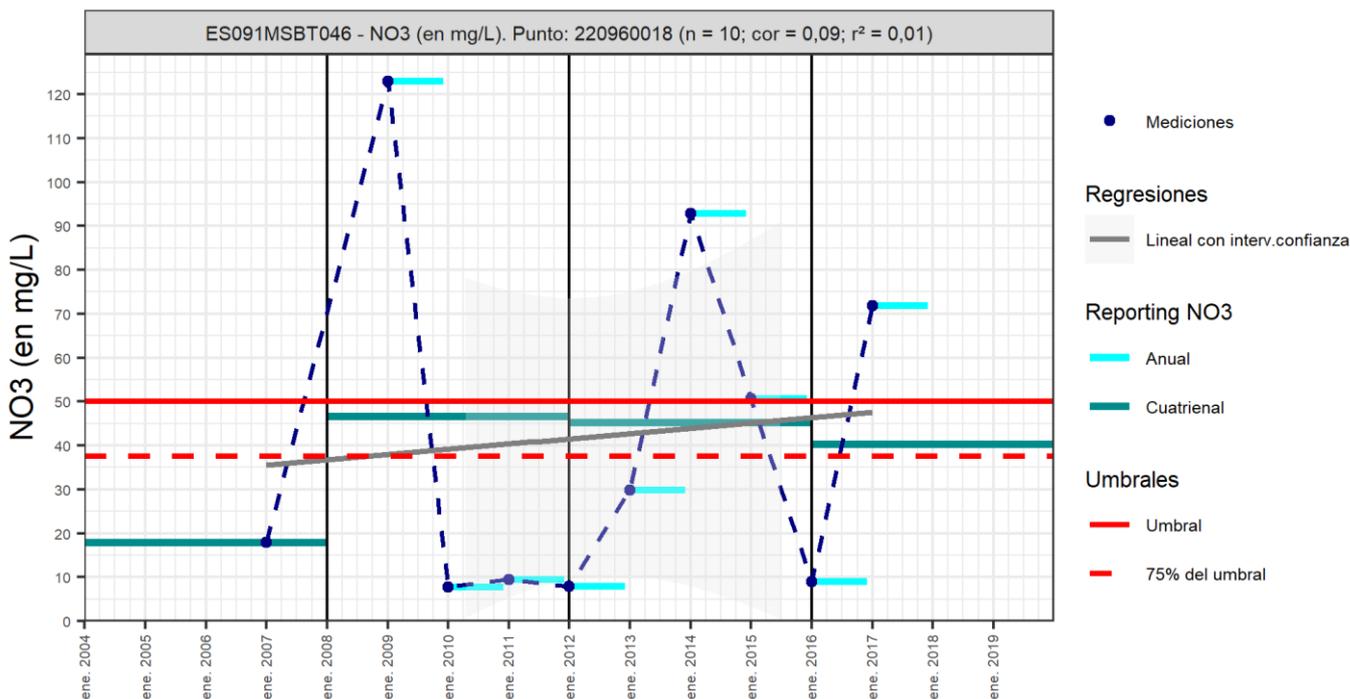
Selección de puntos para evaluación de tendencias

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 por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall.

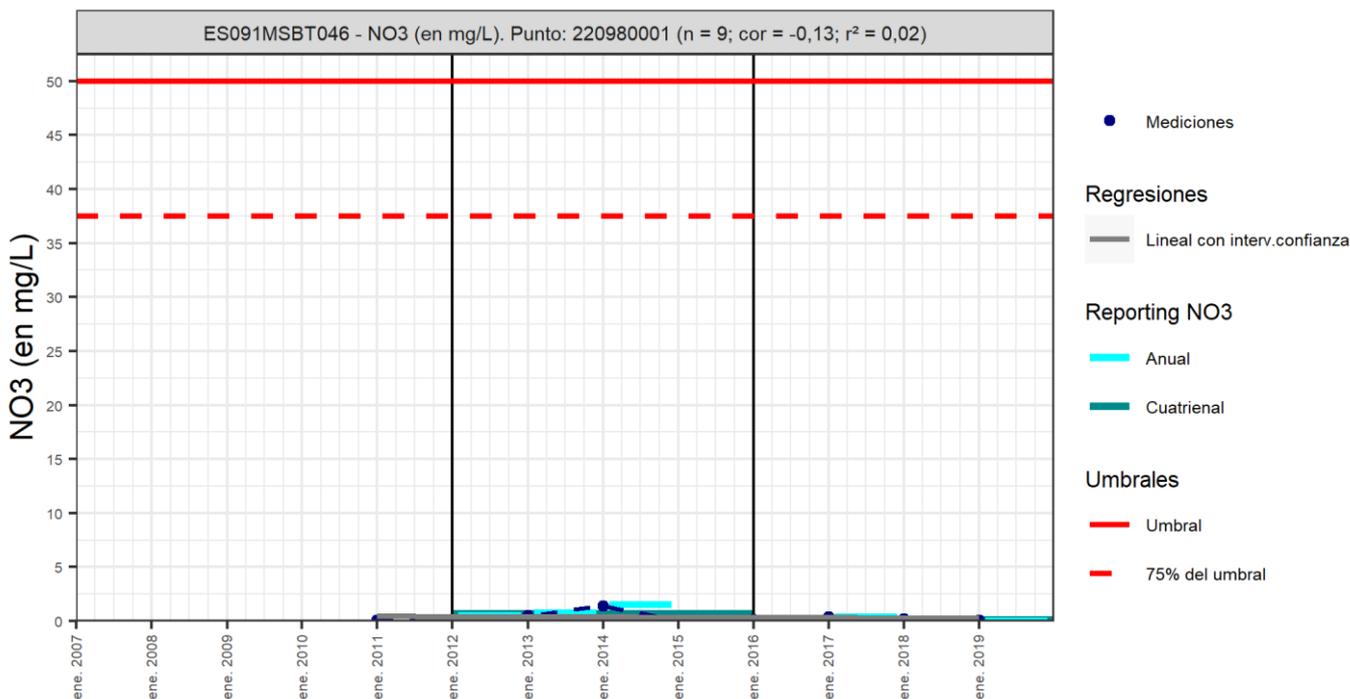
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO₃⁻)

Código Punto 220960018



Código Punto 220980001



Análisis de tendencias

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en dos puntos seleccionados de la red control químico, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzado de Mann –Kendall. La serie histórica de medición de análisis es de 2007 a 2019 y cumple con el número de dato anuales necesarios, mínimo de 8 datos anuales, para aplicar dichos métodos. Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R2 < 0,3 indican que la correlación es baja. Los resultados obtenidos por el método estadístico de Test Mann –Kendall no permite identificar tendencias significativas en la concentración de nitrato, los valores de Sen’slope indican disminución en el punto IPA_220980001 y aumento IPA_220960018, pero con valores del grado de significancia < 90% la tendencia puede definirse como dudosa. Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son poco significativas, con disminución de 0,6 y 5,0 mg/L respectivamente en los puntos (IPA_220980001 y IPA_220960018) Por lo que se deduce cierta estabilidad en las concentraciones de

nitrate en el periodo 2007 a 2019, por debajo de valor de 50 mg/L que marca la Norma de Calidad.

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
220960018	mg/L	Histórica	2007	2017	Anual	10	10	7,80	123,00	18,00	37,50
220980001	mg/L	Histórica	2011	2019	Anual	9	9	0,10	1,40		37,50

Resultados del análisis de tendencias							
Código Punto	Método estadístico						
	Regresión Lineal Simple				Test de Mann-Kendall		
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
220960018	0,01000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	5,90E-01	40,85	MEDIO
220980001	0,02000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	9,20E-01	8,40	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)	3 ^e	4 ^e	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
										Cuatrienio (2012-2015)	Cuatrienio (2016-2019)		
220960018	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	18,00	46,70	18,00	37,50	45,00	40,00	-5,00	Descendente
220980001	Histórica	2012	2019	Cuatrienal	2	0,10	0,70		37,50	0,73	0,14	-0,60	Descendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea ES091MSBT046 Laguardia con 473,3 km² de superficie, se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico de la Depresión del Ebro. La MSBT se reparte principalmente entre el País Vasco (53,2%) y la Comunidad Foral de Navarra (33,2%), el resto en la comunidad autónoma de La Rioja (13,6%).

La MSBT Laguardia se localizan en el noroeste de la Depresión Terciaria del Ebro, limita al norte con el Dominio Hidrogeológico Vasco-Cantábrico, con la franja tectonizada de la Sierra de Cantabria como límite geográfico. La Cuenca del Ebro constituye el antepaís meridional de la Cadena Cantábrica, consiste en una fosa de varios kilómetros de profundidad rellena de sedimentos terciarios que se apoyan sobre la serie mesozoica que reviste el zócalo.

Localmente, a los pies de la Sierra de Cantabria, los depósitos detríticos del Oligoceno-Mioceno, de ambiente continental y localmente de naturaleza lacustre-evaporítico, se extienden hacia el sur en posición subhorizontal con buzamientos del orden de 5 grados, rellenando la depresión del Ebro-Rioja en la denominada Rioja Alta y Rioja Alavesa. Las megabrechas y conglomerados se asocian al frente de cabalgamiento de la Sierra de Cantabria, en afloramientos pequeños, aislados y de escasa continuidad lateral. Los depósitos cuaternarios están formados principalmente por gravas, arenas y arcillas y localmente por bloques heterométricos. Estos materiales están asociados a las terrazas, glaciares y fondos de valle (aluviales) por los que discurren ríos y arroyos. Los aluviales tienen una granulometría grano decreciente con gravas, arenas, limos y arcillas. Las potencias de los depósitos aluviales son exiguas, pero pueden alcanzar una importante extensión.

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 56,8 %, moderado-alto al 52,9 % de la superficie de la MSBT Laguardia.

Los límites de la MSBT se consideran cerrados, exceptuando el límite sur que en zonas puntuales puede tener transferencia hidráulica hacia los aluviales del Río Ebro, y que se incluyen en las MSBT del Aluvial Najerilla-Ebro (ES091MSBT047) y Aluvial de La Rioja-Mendavia (ES091MSBT048).

En la MSBT Laguardia se identifica un acuífero principal constituido por las areniscas del Mioceno, que se intercalan con niveles de lutitas y limolitas. La extensión que ocupa es del 66,4 % en la MSBT, y su régimen hidráulico natural es libre. El acuífero cuaternario es de escasa entidad y ocupa el 11,7 % de la MSBT. En general están constituido por depósitos de fondo de valle, retazos de glaciares y terrazas desconectadas de la red fluvial. Los aluviales se extienden en las márgenes del río Ebro, aunque con escasa conexión hidráulica con el cauce. Es un acuífero de carácter libre con porosidad granular y alta capacidad de almacenamiento.

No se dispone información sobre parámetros hidráulicos en el acuífero cuaternario. Existe un piezómetro de control en La Guardia (090.046.001) en el que las pruebas de bombeo aportan valores de transmisividad bajos entre 0,23 y 0,74 m²/día, según el método de análisis.

La baja permeabilidad de los materiales del Mioceno provoca que la superficie piezométrica tenga un fuerte control topográfico. El flujo general es hacia la depresión del río Ebro, parte de este flujo descarga directamente en el curso del río Mayor que discurre atravesando la MSBT de norte a sur, y en otros numerosos torrentes y manantiales de escaso caudal. La recarga se produce por infiltración de la precipitación en los materiales más permeables.

Se han identificado cuatro lagunas (Lagunas de Carralagroño, Carravalseca, Musco, y Prao de Paúl) endorreicas naturales con conexión con la MSBT, de origen mixto, subterráneo y de escorrentía superficial, se desconoce en detalle el funcionamiento de estas lagunas. En la MSBT se ha delimitado un único recinto hidrogeológico identificado como Laguardia (ES091MSBT046S00) a las que se asocian las MSPF asociadas a dichas lagunas y la descarga al río Riomayor afluente del río Ebro.

En el tercer ciclo de planificación hidrológica se establecieron, para la MSBT Laguardia, unos recursos disponibles 1,65 hm³/año, sobre unos recursos renovables de 1,8 hm³/año. La salida de agua subterránea más importante se corresponde con las extracciones por bombeo que se estimaron en 0,80 hm³/año, lo que tiene como consecuencia que el índice de explotación de esta masa sea de 0,49.

La red de control piezométrico está constituida por un único piezómetro (IPA_220980001), presenta medidas de profundidad del nivel piezométrico desde el año 2010 al año 2020, con un valor de NP medio en 541,5 msnm. En general, la piezometría se muestra estable con tendencia al descenso, no se observan variaciones interanuales importantes y el rango de variación del NP entre máximos y mínimos es de 3,5 m.

La red de control del estado químico de la MSBT tiene 3 puntos de control ubicados en el eje central de la MSBT, de los que uno corresponde a un manantial y otros dos puntos a pozo y sondeo. Las características generales físico químicas de la MSBT corresponden a un agua neutra, con un pH que varía entre 6,9 a 7,7. Los valores de conductividad eléctrica (CE) varían entre 676 y 10,038 µS/cm, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 3.359 µS/cm, se consideran aguas naturales muy mineralizadas y salobres (entre 2.000 a 5.000 µS/cm Custodio y Llamas,1983). En algunos puntos se han registrado valores de CE muy altos por

encima de los 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Las facies hidrogeoquímicas identificadas corresponden a facies de tipo Na-SO₄ en el pozo profundo (IPA 220980001), que capta el acuífero de las Areniscas del Mioceno, acuífero principal en la MSBT, por otro lado, el manantial Fuente Vieja (IPA_230970037) que drena aguas menos salinas de tipo Ca-HCO₃. Los diagramas de columnas (representación de iones mayoritarios) para estos dos puntos, muestran concentraciones que reflejan flujos subterráneos con diferentes tiempos de residencia y evolución geoquímica. El pozo (IPA_230970037) tiene concentraciones en sulfato entre 3.500 a 4.000 mg/L, son aguas salobres que indican que el flujo subterráneo en este acuífero tiene tiempos de residencia largos, y sin variabilidad estacional significativa durante el periodo de muestreo (2015 a 2019). Por el contrario, el manantial Fuente Vieja drena aguas con tiempos de residencia más cortos y de menor salinidad (100 mg/L en sulfato y <20 mg/L en Cl). El pozo IPA_220960018, en el acuífero aluvial, tiene una facie hidrogeoquímica mixta Ca -Mg-HCO₃-SO₄, que presenta evolución geoquímica respecto a la Línea Base 2007-2008.

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 la actividad agrícola. La concentración de nitrato en la serie histórica varía en un rango entre 5 y 123 mg/L, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 15,3 mg/L por debajo de 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 una importante variación interanual, superándose la NC (50 mg/L) puntualmente (año 2009, 2014, 2017) y posteriormente a estos máximos alcanzados, la concentración disminuye por debajo de los 10 mg/L.

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en dos puntos seleccionados de la red control químico, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann -Kendall. La serie histórica de medición de análisis es de 2007 a 2019 y cumple con el número de dato anuales necesarios, mínimo de 8 datos anuales, para aplicar dichos métodos. Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R² < 0,3 indican que la correlación es baja. Los resultados obtenidos por el método estadístico de Test Mann -Kendall no permite identificar tendencias significativas en la evolución de la concentración de nitrato, los valores de Sen's slope indican disminución en el punto IPA_220980001 y aumento IPA_220960018, pero con valores del grado de significancia < 90% la tendencia puede definirse como dudosa.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son poco significativas, con disminución de 0,6 y 5,0 mg/L respectivamente en los puntos (IPA_220980001 y IPA_220960018) Por lo que se deduce cierta estabilidad en las concentraciones de nitrato en el periodo 2007 a 2019, por debajo de valor de 50 mg/L que marca la Norma de Calidad.

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 type="checkbox"/>
	S18 Métodos de estimación de la vulnerabilidad <input type="checkbox"/>
	S19 Generación de mapas de vulnerabilidad y análisis de datos <input 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 checked="" type="checkbox"/>
S29	Análisis granulométricos <input checked="" type="checkbox"/>
S30	Ejecución e interpretación de ensayos de bombeo <input checked="" type="checkbox"/>
S31	Diseño, ejecución e interpretación de ensayos de permeabilidad en sondeos <input checked="" type="checkbox"/>
S32	Análisis y definición de detalle de las FGP y los acuíferos dentro de las MSBT <input type="checkbox"/>
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 type="checkbox"/>
S41	Trabajos de campo y análisis de muestras en emplazamientos contaminados <input type="checkbox"/>
S42	Elaboración de perfiles geológicos e hidrogeológicos a escala de emplazamiento <input type="checkbox"/>
S43	Análisis de la contaminación vs oscilación del nivel freático <input type="checkbox"/>
S44	Análisis de tendencia de contaminantes <input type="checkbox"/>
S45	Modelo conceptual del emplazamiento contaminado <input type="checkbox"/>
S46	Estudio de viabilidad y remediación de acuíferos <input type="checkbox"/>
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 checked="" type="checkbox"/>
S61	Diseño y realización de campañas campo en EDAS <input checked="" type="checkbox"/>

Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS
Subactividad/Herramienta	
S62	Caracterización hidrodinámica de EDAS <input checked="" type="checkbox"/>
S63	Caracterización hidrogeoquímica de EDAS <input checked="" type="checkbox"/>
S64	Estudios de contaminación de EDAS <input checked="" type="checkbox"/>
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 ES091MSBT046 Laguardia:

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 en la zona centro de la MSBT. 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 incipientemente la zona central entre Elciego y Yécora. 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 diagnóstico 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 diagnóstico de las redes de muestreo. Estos trabajos permiten conocer el grado de representatividad que tienen tanto los puntos de control, como las propias redes. En base a los resultados de este análisis y diagnóstico de las redes y sus puntos, se podrán efectuar propuestas de mejora para el cumplimiento de los objetivos específicos de cada una de estas redes.

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 irá 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 de Laguardia (091.046)
- 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 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 090.046 Laguardia. 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 (170) Haro
- 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: ES091MSBT046 - LAGUARDIA

Código espacio RN2000	Nombre espacio RN2000	Tipo RN2000	Código hábitat	Nombre hábitat dependiente de aguas subterráneas	Grado conservación
ES2110021	Guardiako aintzirak / Lagunas de Laguardia	ZEC	1510	Estepas salinas mediterráneas (Limonietalia) (*)	C
ES2110021	Guardiako aintzirak / Lagunas de Laguardia	ZEC	1410	Pastizales salinos mediterráneos (Juncetalia maritimae)	C
ES2110008	Ebro ibaia / Río Ebro	ZEC	6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	C
ES0000062	Obarenes - Sierra de Cantabria	ZEC/ZEPA	6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	C

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT046 - LAGUARDIA

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	220960018						
Valor							
Máx.	22,2	7	2.780	8,50	4,7	<LQ	488,0
Mín.	8,7	7	738	3,60	<LQ	<LQ	398,0
P50	16,3	7	1.581	7,05	0,9	<LQ	411,0
N reg.	8	8	8	10	6		3

Código Punto	220980001						
Valor							
Máx.	<LQ	8	10.038	5,80	1,6	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	7	7.280	4,40	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	7	7.715	4,90	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.		22	40	4	19		

Código Punto	230970037						
Valor							
Máx.	14,8	8	886	10,90	0,7	<LQ	<LQ
Mín.	12,5	7	676	4,60	0,6	<LQ	<LQ
P50	13,6	7	781	8,30	0,7	<LQ	<LQ
N reg.	2	2	2	3	2		

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	220960018								
Valor									
Máx.	599,0	<LQ	300,00	622,0	123,0	0,45	0,12	278,0	132,0
Mín.	227,1	<LQ	76,90	126,0	7,8	<LQ	<LQ	76,6	21,4
P50	446,3	<LQ	132,00	245,5	24,0	0,20	<LQ	121,5	54,5
N reg.	8	7	10	10	10	9	7	10	10

Código Punto	220980001								
Valor									
Máx.	235,0	<LQ	793,00	4.380,0	6,0	0,10	0,15	1.940,0	109,1
Mín.	82,0	<LQ	535,00	3.224,0	<LQ	<LQ	<LQ	1.400,0	2,6
P50	159,5	<LQ	650,00	3.963,0	<LQ	<LQ	<LQ	1.663,8	5,1
N reg.	46	46	46	46	46	46	46	46	46

Código Punto	230970037								
Valor									
Máx.	364,8	<LQ	18,90	195,0	6,8	<LQ	<LQ	50,0	3,4
Mín.	283,0	<LQ	12,10	102,0	5,9	<LQ	<LQ	11,0	1,6
P50	342,8	<LQ	15,30	164,0	6,6	<LQ	<LQ	12,4	1,9
N reg.	3	3	3	3	3			3	3

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	220960018								
Valor									
Máx.	224,0	81,5	1,4800	0,0400	<LQ	0,16	0,03	<LQ	<LQ
Mín.	71,5	15,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	131,5	43,5	0,9290	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	10	10	9	10	10	10	6	9	9

Código Punto	220980001								
Valor									
Máx.	458,0	190,0	10,0000	0,3000	<LQ	1,98	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	222,0	68,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	360,0	140,0	<LQ	<LQ	<LQ	0,80	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	46	46	8	8	8	46		8	8

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	230970037								
Valor									
Máx.	125,0	35,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	107,0	25,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	109,0	28,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3				3			

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