

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT013 - CUARTANGO-SALVATIERRA

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 ES091MSBT013 Nombre MSBT CUARTANGO-SALVATIERRA

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea ES091MSBT013 Cuartango-Salvatierra con 593,9 km² de superficie, se encuentra principalmente en la comunidad autónoma del País Vasco (98%) y el resto se integra en la C.C.A.A de Castilla y León. Se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico Vasco-Cantábrico en la zona septentrional de la D. Hidrográfica del Ebro. La MSBT se sitúa entre las provincias de Álava y Burgos. Los municipios con mayor porcentaje de ocupación en la MSBT son Vitoria-Gasteiz (25,82%) y Kuartango (9,41 %).

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
País Vasco	Araba/Álava	01059	Vitoria-Gasteiz	55,47	25,82
País Vasco	Araba/Álava	01020	Kuartango	66,32	9,41
País Vasco	Araba/Álava	01053	San Millán/Donemiliaga	59,40	8,54
País Vasco	Araba/Álava	01013	Barrundia	50,92	8,35
País Vasco	Araba/Álava	01008	Arratzua-Ubarrundia	67,35	6,52
País Vasco	Araba/Álava	01063	Zuia	31,59	6,51
País Vasco	Araba/Álava	01027	Iruraiz-Gauna	78,96	6,26
País Vasco	Araba/Álava	01051	Agurain/Salvatierra	94,87	6,03
País Vasco	Araba/Álava	01009	Asparrena	42,38	4,66
País Vasco	Araba/Álava	01021	Elburgo/Burgelu	72,48	3,91
País Vasco	Araba/Álava	01054	Urkabustaiz	24,01	2,46
País Vasco	Araba/Álava	01058	Legutio	30,93	2,39
País Vasco	Araba/Álava	01018	Zigoitia	13,66	2,35
País Vasco	Araba/Álava	01001	Alegría-Dulantzi	65,09	2,18
País Vasco	Araba/Álava	01901	Iruña Oka/Iruña de Oca	19,82	1,78
Castilla y León	Burgos	09109	Condado de Treviño	3,55	1,56
País Vasco	Araba/Álava	01061	Zalduondo	60,51	1,21
Castilla y León	Burgos	09276	Puebla de Arganzón, La	1,93	0,06
País Vasco	Araba/Álava	53001	Comunidad de la Sierra Brava de Badaya	0,62	0,02
Navarra, Comunidad Foral de	Navarra	31073	Ziordia	0,01	0,01

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	531.790	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.746.521
Longitud (CENTROIDE)	-2,61087	Latitud (CENTROIDE)			42,87052
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			582
Altitud mínima (m s.n.m.)	471	Altitud máxima (m s.n.m.)			1.053
Área total de la MSBT (km ²)	594				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes

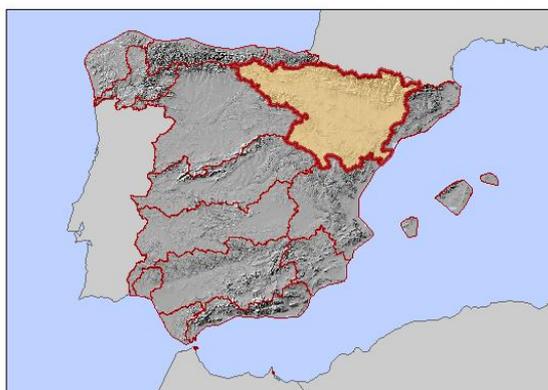
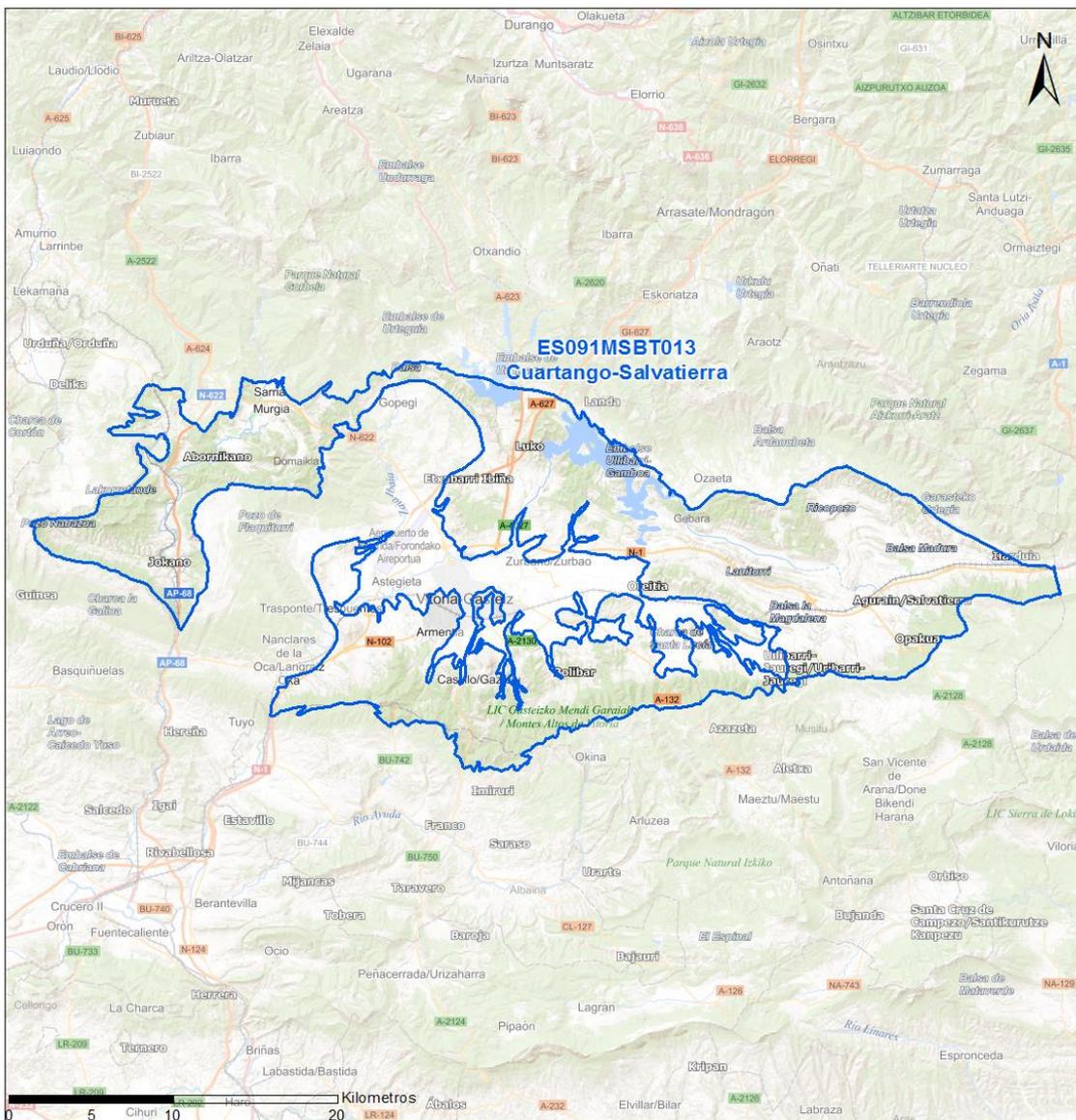
152.362

Año

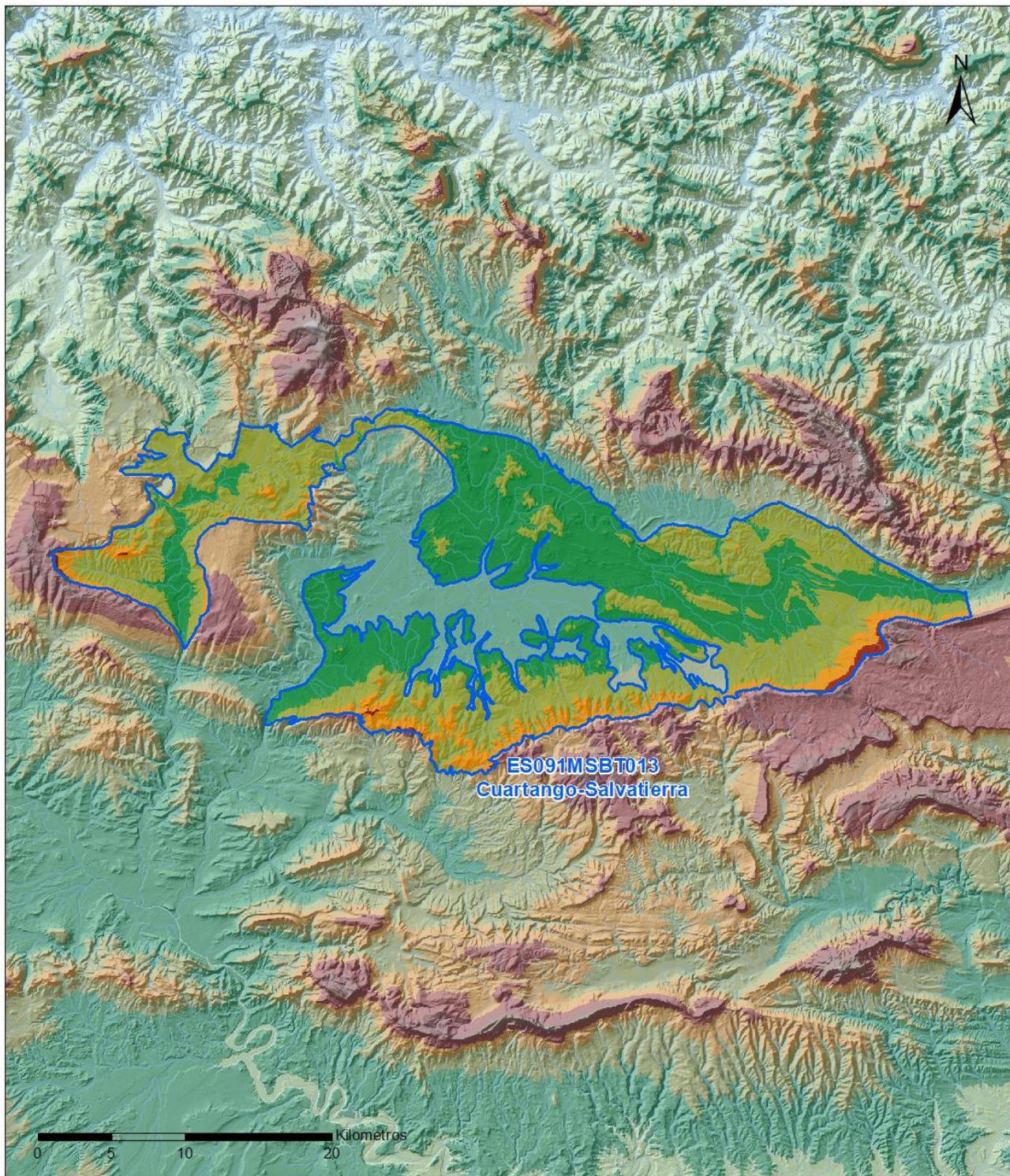
2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

-  MSBT
-  Red Hidrográfica

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

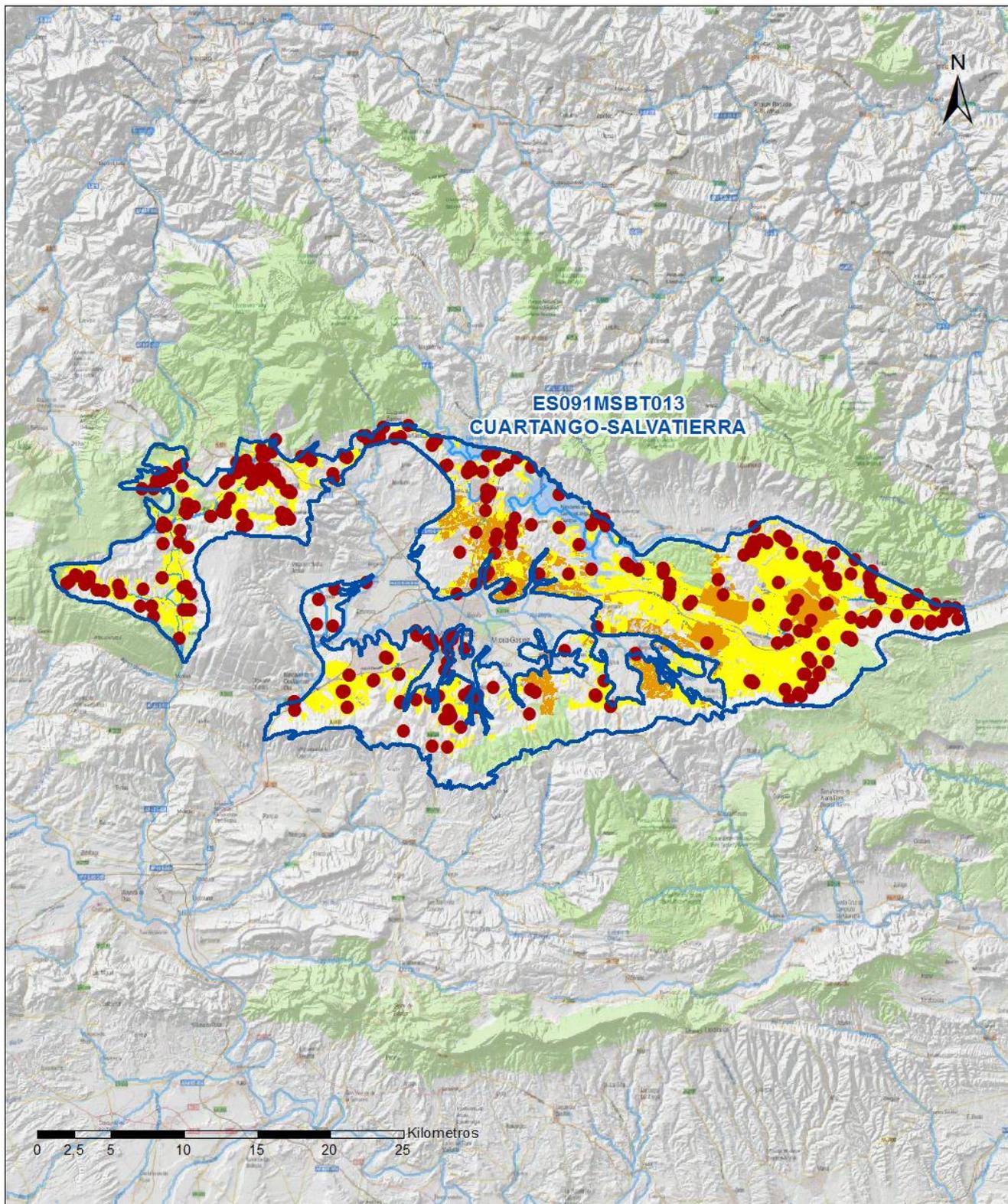
	0 - 150		600 - 750		1,200 - 1,350
	150 - 300		750 - 900		1,350 - 1,500
	300 - 450		900 - 1,050		1,500 - 1,650
	450 - 600		1,050 - 1,200		> 1,650

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	1.2	Desbordamientos de sistemas de saneamiento en episodios de lluvia	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	<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 checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.4	Transporte	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.8	Minería	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.7	Otros	<input type="checkbox"/>

Fuentes difusas



LEYENDA

-  Red hidrográfica
-  MSBT:
- ES091MSBT013
- CUARTANGO-SALVATIERRA

Tipo de Presión Difusa (significativa):

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

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

Tipos de impactos	Situación que permite reconocer el impacto	Situación
NUTR	Contaminación por nutrientes	Probable
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
NO ₃ ⁻	Nitrato	Masas Afectadas por nitratos (> 50 mg/l en valores medios o máximos en los últimos 4 años en más del 20% masa)
Glifosato	Glifosato	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)

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.)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacia, piedemonte y superficies)
372	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas
352	Conglomerados, con intercalaciones de areniscas, margas y niveles de yeso
157	Dolomías, brechas dolomíticas, carnioles y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)
156	Dolomías y calcarenitas
154c	Calizas, margas y calcarenitas
154b	Margas
154a	Calizas y dolomías
153	Areniscas, lutitas y margas
141	Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)
12	Ofitas y rocas volcánoclasticas (Ofitas del Keuper)

3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

Litología	Edad geológica		Extensión (km ²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Masa de agua superficial	-	-	22,77	Masa de agua superficial	3,83
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	35,07	Detrítica	5,90
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaci, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	10,87	Detrítica	1,83
Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	4,34	Detrítica	0,73
Calizas, margas y calcarenitas	Cretácico	Superior	4,98	Carbonatada	0,84
Margas	Cretácico	Superior	486,44	Carbonatada	81,90
Calizas y dolomías	Cretácico	Superior	9,04	Carbonatada	1,52
Areniscas, lutitas y margas	Cretácico		4,13	Carbonatada	0,70
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		10,91	Detrítica	1,84

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arenas, arcillas y limos	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	
Conglomerados, areniscas, lutitas y margas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	
Conglomerados, areniscas, margas y niveles de yeso	Peloógeno	Oligoceno	
Dolomías y calcarenitas	Cretácico-Paleógeno	Superior-Paleoceno	
Calizas, margas y calcarenitas	Cretácico	Superior	
Margas	Cretácico	Superior	
Calizas y dolomías	Cretácico	Superior	200-400
Areniscas, lutitas y margas	Cretácico		
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas	Triásico-Jurásico	Superior-Medio (Dogger)	
Arcillas abigarradas, yesos, margas y areniscas	Triásico	Superior	
Ofitas y rocas volcanoclásticas	Triásico	Superior	

3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Cuartango-Salvatierra (ES091MSBT013) se localiza en la zona central de la cuenca Vasco-Cantábrica, y dentro de ella, en el dominio de la Llanada Alavesa. La tectónica existente en la región es relativamente sencilla, predominando las estructuras de plegamiento con dirección aproximada NO-SE, afectadas por fallas de dirección SO-NE y NO-SE. La geología se caracteriza con un conjunto monoclinal de materiales del Cretácico superior, con suaves buzamientos hacia el sur. La litología que compone la masa de agua Cuartango – Salvatierra se caracteriza las siguientes edades geológicas:

- Triásico (y Jurásico Inferior), representado por rocas que van desde dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos de la Fm. Cortes de Tajuña, arcillas abigarradas y yesos, con niveles de margas y areniscas de las Facies Keuper, y, por último, ofitas y rocas volcanoclásticas (Ofitas del Keuper).
- Cretácico (Superior), formado por una potente serie, compuesta fundamentalmente por margas y margocalizas que incluyen el periodo Cenomaniense – Campaniense (Cretácico superior), siendo esta litología la de mayor presencia en las masas de agua, y en menor medida, se presenta una serie que alberga un importante paquete carbonatado, las calizas de Subijana, que afloran en el sector noreste.
- Paleógeno – Neógeno, caracterizado por litologías de conglomerados, areniscas, lutitas y margas, con puntuales niveles de yeso (Oligoceno).
- Cuaternario, compuesto por litologías de gravas, arenas, arcillas y limos, y que constituyen tanto depósitos aluviales y terrazas en zonas de ríos, como depósitos de glacia y piedemonte en las laderas.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	2	1
Esesor Medio Z.N.S. (m)	2	

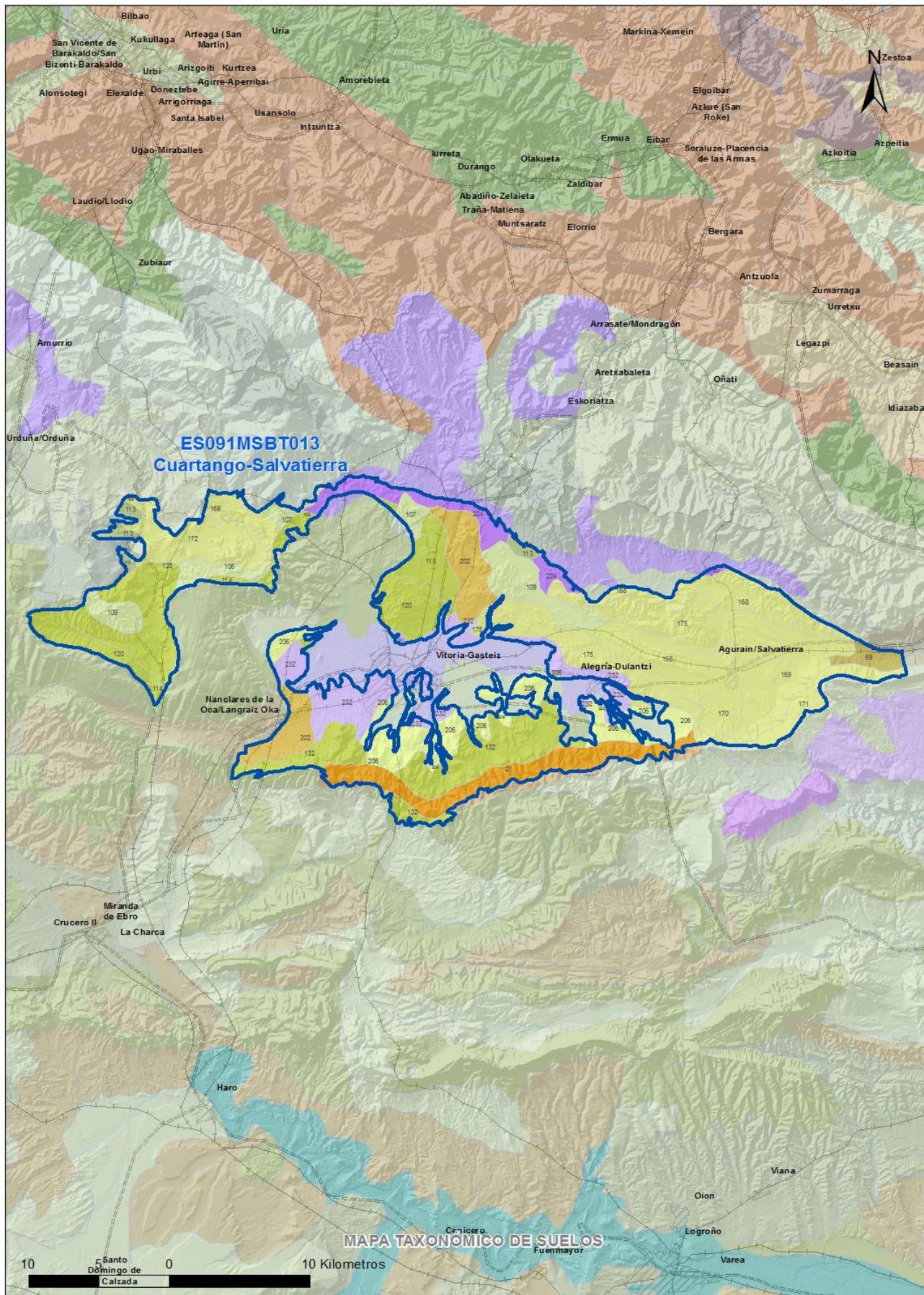
Litología Z.N.S. Gravas, arenas, limos

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km ²)	% Afloramiento en la MSBT
ALFISOL, XERALF, HAPLOXERALF	35	5,94
ENTISOL, FLUVENT, USTIFLUVENT	6	1,07
ENTISOL, ORTHENT, USTORTHENT	48	8,14
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	142	23,94
INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT	221	37,26
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	33	5,60
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	44	7,49
ULTISOL, USTULT, HAPLUSTULT	20	3,35
VERTISOL, XERERT, HAPLOXERERT	43	7,21

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA



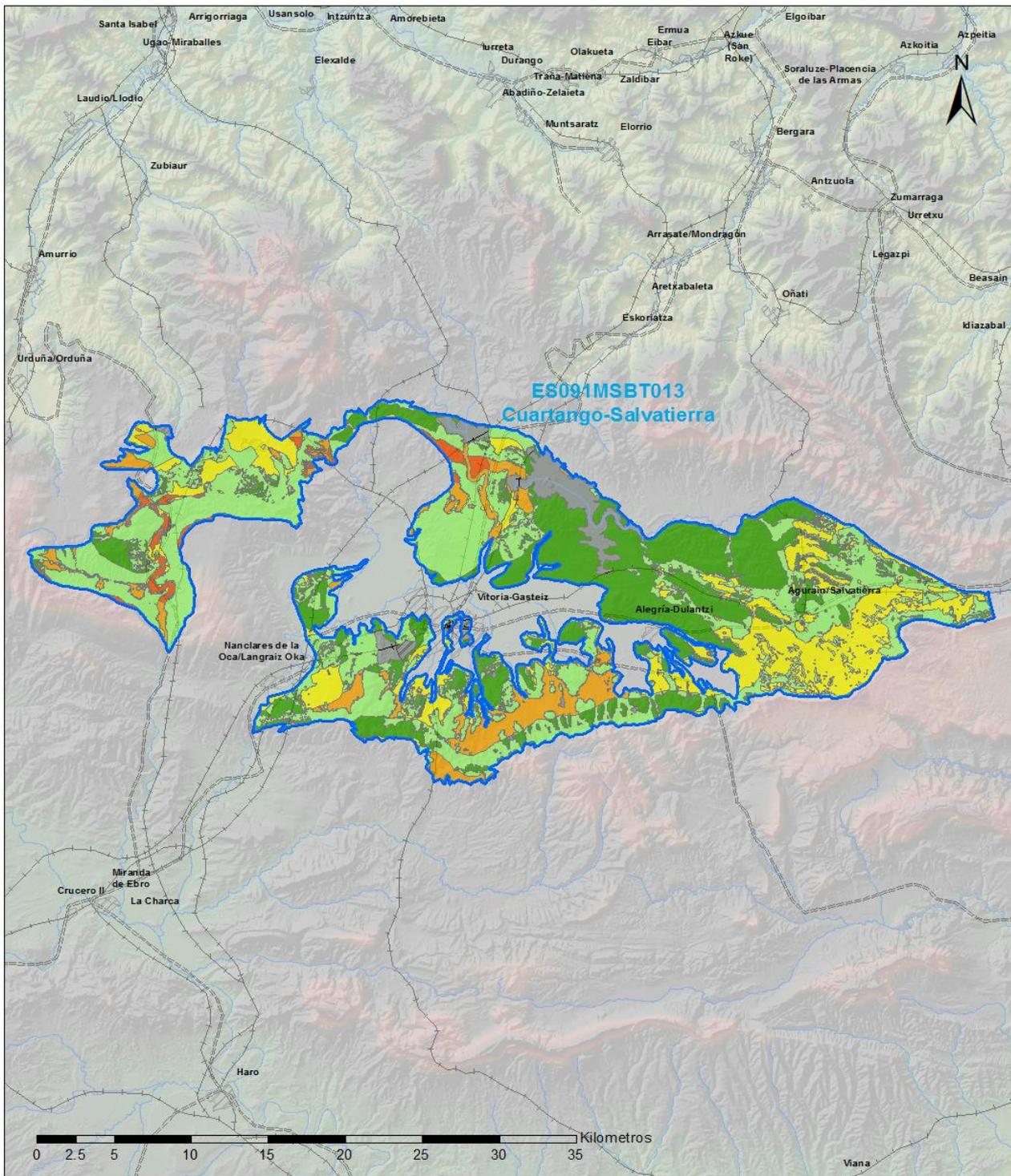
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
21	ALFISOL, XERALF, HAPLOXEROLF, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Calcixerapt, Haploxerept
69	ENTISOL, FLUVENT, USTIFLUVENT, NO GRUPO2, FLUVAQUENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
106	ENTISOL, ORTHENT, USTORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
107	ENTISOL, ORTHENT, USTORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplustept, NO INCLUSION2
109	ENTISOL, ORTHENT, USTORTHENT, NO GRUPO2, HAPLUSTEPT, NO ASOCIA2, Haplustalf, Haplustoll
113	ENTISOL, ORTHENT, USTORTHENT, DYSTRUSTEPT, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplustept, NO INCLUSION2
114	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
115	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, (Haploxerept), NO INCLUSION2
120	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Haploxerept
125	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
132	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEROLL, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
168	INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
169	INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplustoll, Ustorthent
170	INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT, NO GRUPO2, HAPLOXERERT, USTORTHENT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
171	INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT, NO GRUPO2, HAPLUSTALF, NO ASOCIA2, Haplustoll, NO INCLUSION2
172	INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT, NO GRUPO2, HAPLUSTOLL, NO ASOCIA2, Rhodustalf, NO INCLUSION2
175	INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT, NO GRUPO2, USTORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
180	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
206	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxerert, NO INCLUSION2
207	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Xerorthent
224	ULTISOL, USTULT, HAPLUSTULT, NO GRUPO2, DYSTRUSTEPT, NO ASOCIA2, Ustorthent, NO INCLUSION2
232	VERTISOL, XERERT, HAPLOXERERT, CALCIXERERT, HAPLOXEREPT, CALCIXEREPT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		COP	
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT	
Muy Alta	0 - 0,5	1,89	
Alta	0,5 - 1	8,03	
Moderada	1 - 2	18,10	
Baja	2 - 4	40,42	
Muy Baja	4 - 15	27,11	

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



LEYENDA

 MSBT

**Método COP
Rango - Índice Vulnerabilidad**

- CLASE COP**
-  Muy Baja
 -  Baja
 -  Moderada
 -  Alta
 -  Muy Alta

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

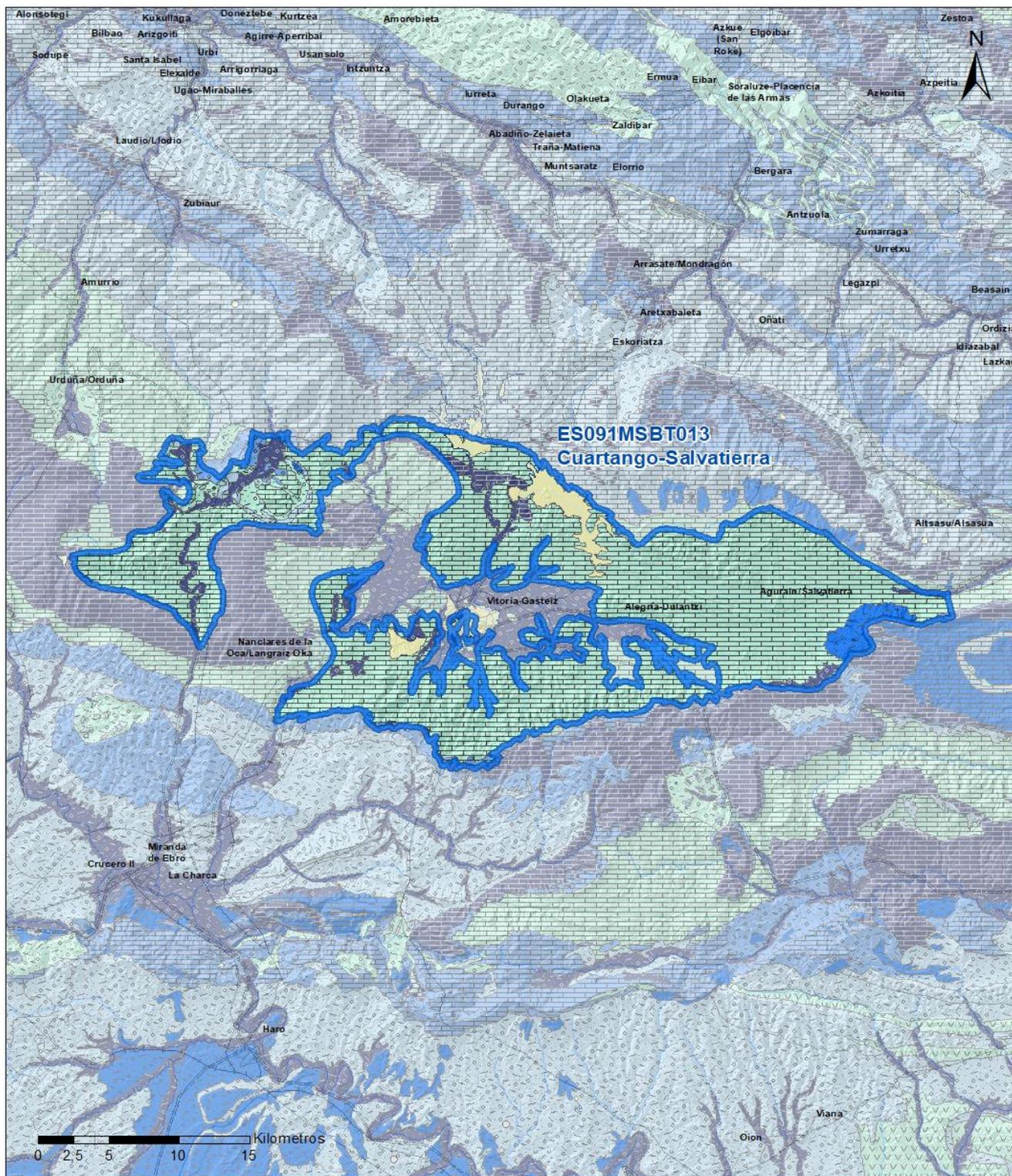
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Suroeste	Abierto	Salida	Permeable	CALIZAS DE SUBIJANA
Este	Abierto	Salida	Permeable	ALUVIAL DE VITORIA
Este	Abierto	Entrada	Impermeable	CALIZAS DE SUBIJANA
Sur	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRA DE CANTABRIA
Sur	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SINCLINAL DE TREVIÑO
Este	Abierto	Entrada	Permeable	SIERRA DE AIZKORRI
Norte	Abierto	Entrada	Permeable	ALTUBE-URKILLA

Descripción límites hidrogeológicos:

La MSBT Cuartango-Salvatierra (ES091MSBT013) presenta con 5443 km² presenta una delimitación compleja y comparte límites con un elevado número de MSBT. Los principales límites caracterizados, corresponden a la descarga hacia los aluviales del Vitoria (ES091MSBT012) y hacia la MSBT Calizas de Subijana, cuyo límite es permeable por continuidad litológica del acuífero Cretácico Superior, aunque el sentido de flujo puede ser de entrada y salida.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA



PERMEABILIDAD

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

- ALTA, CARBONATADAS
- MEDIA, DETRÍTICAS
- MEDIA, CARBONATADAS
- BAJA, CARBONATADAS

- BAJA, VOLCÁNICAS
- MUY BAJA, DETRÍTICAS
- MUY BAJA, CARBONATADAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km ²)
			Sistema	Serie		
Cretácico Superior	Calizas y dolomías	Alta	Cretácico	Superior	200-400	9
Cuaternario	Gravas, arenas, arcillas y limos	Alta	Cuaternario	Pleistoceno - Holoceno		46

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km ²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Cretácico Superior (Coniaciense)	9	1,52	Libre	200-400	Karstificación- Fisuración	Cretácico Superior
Cuaternario Aluvial	46	7,74	Libre		Intergranular	Cuaternario

Descripción general:

En la MSBT Cuartango-Salvatierra se identifican dos acuíferos, el primero de ellos y de mayor importancia por su carácter regional (identificado en las masas de agua colindantes) es el Cretácico Superior (coniaciense), caracterizado por una porosidad propia de materiales carbonatados (carstificación y fisuración), el cual está formado por una única FGP Cretácico Superior. El segundo acuífero de carácter local, es el Cuaternario Aluvial, formado por los depósitos asociados a los procesos fluviales, y el cual está formado por la FGP Cuaternario, con una porosidad Intergranular.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m ² /día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
	Cretácico Superior (Coniaciense)	Ensayo de bombeo	13,57	22,60		

Descripción general:

Los valores de transmisividad obtenidos a partir de ensayos de bombeo están entre los 13,57 y 22,6 m²/día (según Informe Piezómetro Andagoia-Kuartango: 090.013.001)

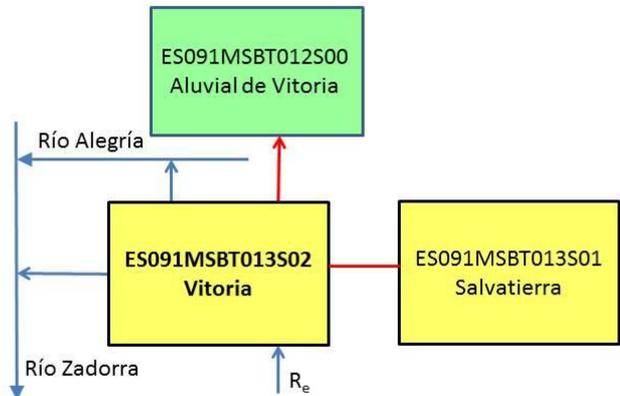
5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

El funcionamiento hidrogeológico de la MSBT Cuartango – Salvatierra está condicionado por la baja permeabilidad de la mayor parte de la extensión de esta masa de agua que se corresponde con litologías de margas y margocalizas, por lo tanto, cabe suponer que la circulación subterránea se restrinja a flujos someros, cuya dirección estará muy condicionada por la topografía local y en dirección a la red de drenaje superficial. Por lo tanto, el interés del funcionamiento hidrogeológico se centra en los dos acuíferos definidos, el primero de ellos, el Cretácico Superior (Calizas de Subijana), que aflora extensamente en el sector más nororiental, y forma un acuífero de permeabilidad alta, con una porosidad propia de acuíferos carbonatados que responde principalmente a procesos de carstificación. Este acuífero se presenta en las masas de agua colindantes, con un carácter anisótropo respecto a su desarrollo en los materiales que lo caracterizan. El segundo acuífero detallado, que se corresponde con los materiales cuaternarios, constituye pequeños acuíferos libres de permeabilidad media a alta por porosidad Intergranular. La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones sobre los afloramientos, y la descarga se realiza principalmente como transferencia lateral hacia las masas colindantes, con mayor incidencia hacia los materiales cuaternarios de la masa Aluvial de Vitoria, y hacia la red hidrográfica, además de pequeños manantiales.

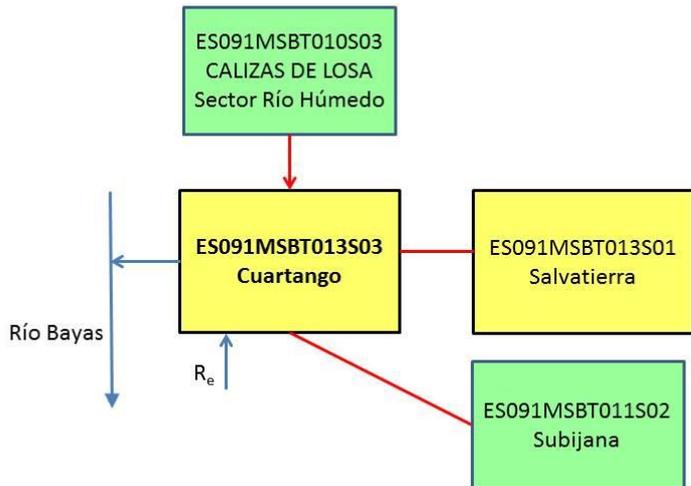
5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT013S02	Vitoria
Esquema: ES091MSBT013S02	



Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT013S03	Cuartango
Esquema: ES091MSBT013S03	

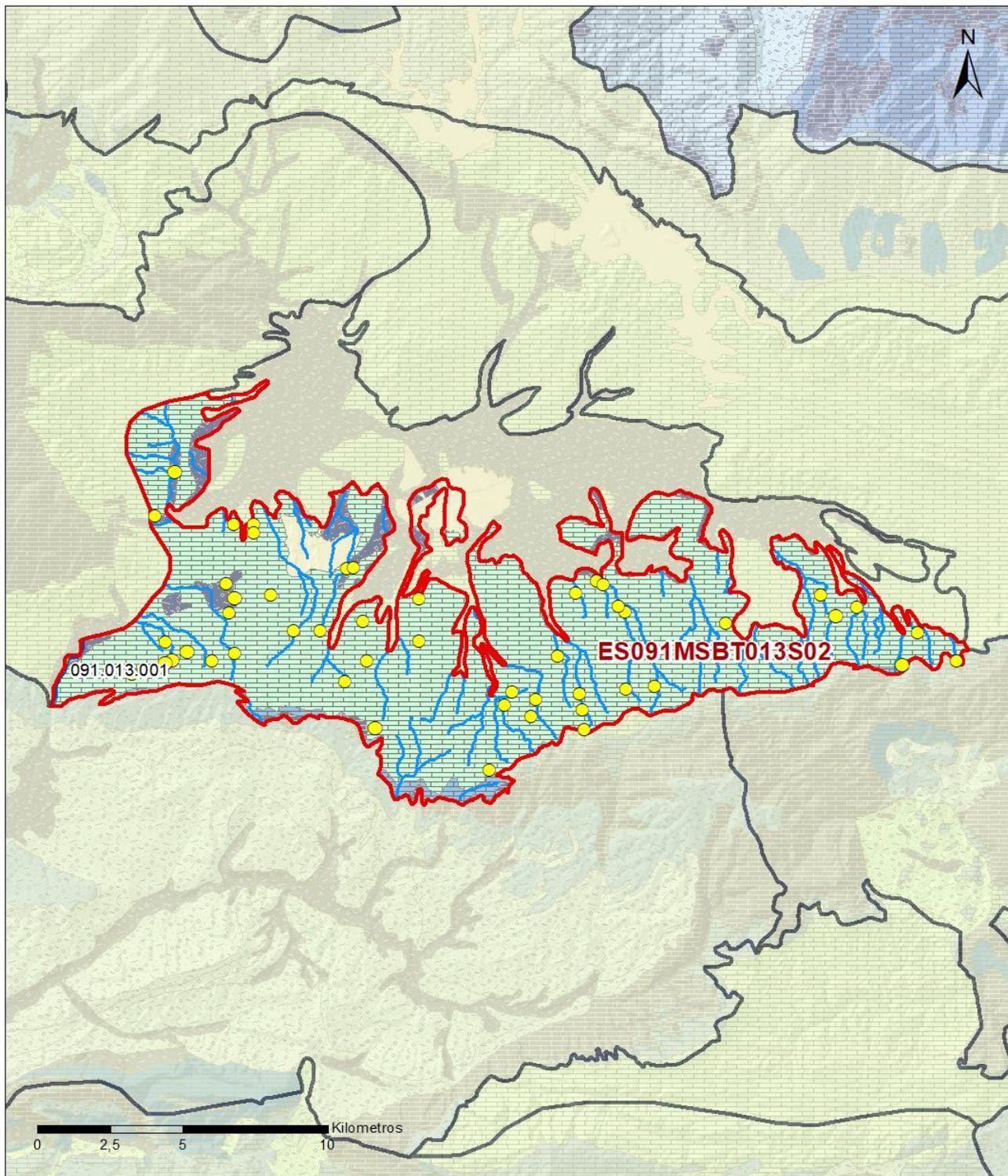


5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT013S02	ES091MSPF405	Río Zadorra desde las surgencias de Nanclares hasta el río Ayuda.	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.013.001
ES091MSBT013S03	ES091MSPF485	Río Bayas desde su nacimiento hasta la captación de abastecimiento a Vitoria en el Pozo de Subijana (incluye ríos Vadillo, Vedillo y Ugalde).	Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce	091.013.002

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 ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Rango ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Coefficiente de reparto (%)	Relación unitaria de trasferencia (L/s/m)
ES091MSBT013S02	091.013.001	476				100	
ES091MSBT013S03	091.013.002	527				100	



LEYENDA

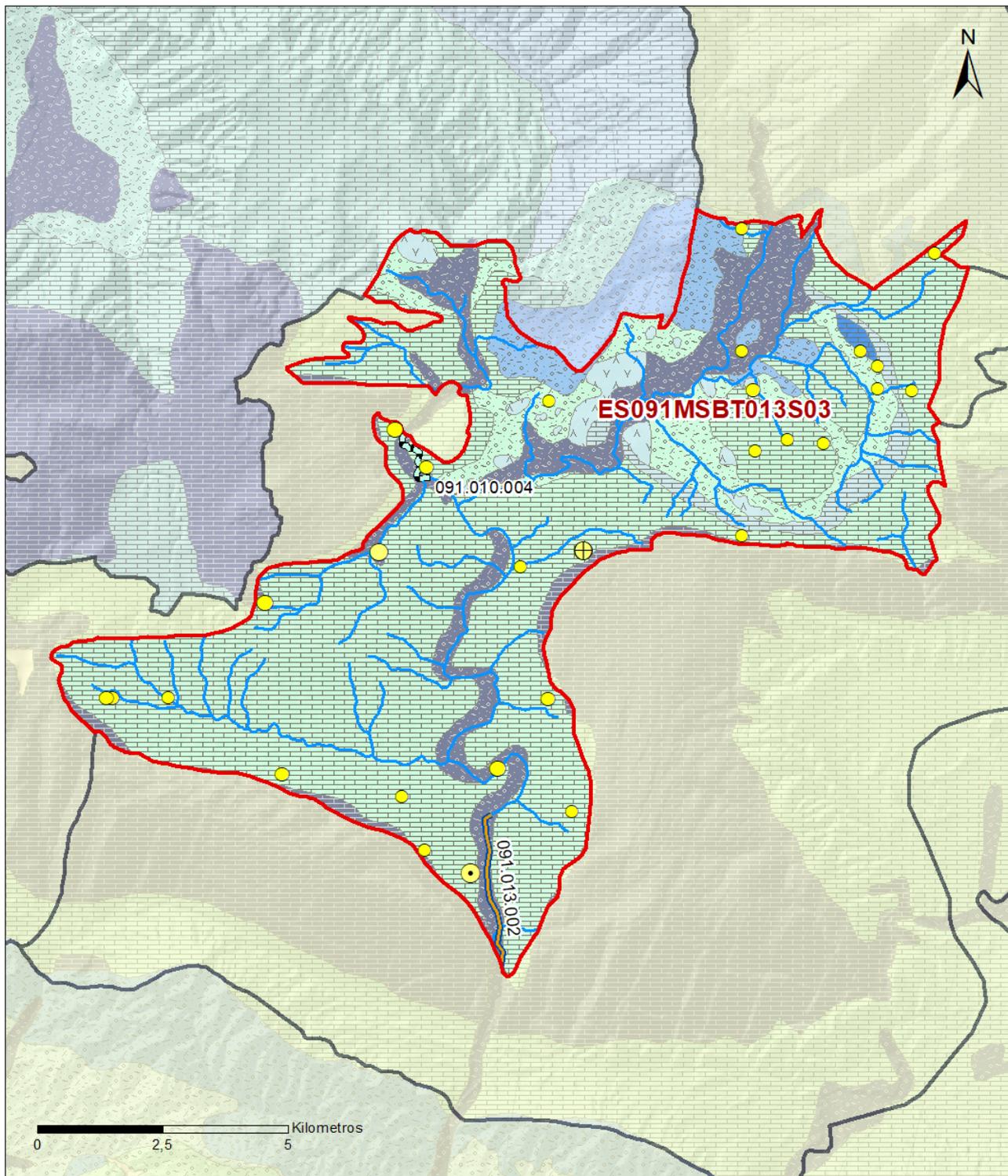
-  Recintos Hidrogeológicos
-  MSBT
-  Red hidrográfica

Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

-  Río ganador que recibe la descarga directa del acuífero



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) que cuando se comporta como perdedor es como consecuencia de la existencia de sumideros
-  Río ganador a favor de un grupo de manantiales asociados al cauce o a tributarios
-  Río ganador que recibe la descarga directa del acuífero

6.- ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

6.1 ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)

6.1.1 NOMBRE, DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EDAS

Ver Anexo 1.

6.1.2 RESUMEN DE LOS EDAS

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

6.1.3 MAPA DE EDAS

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

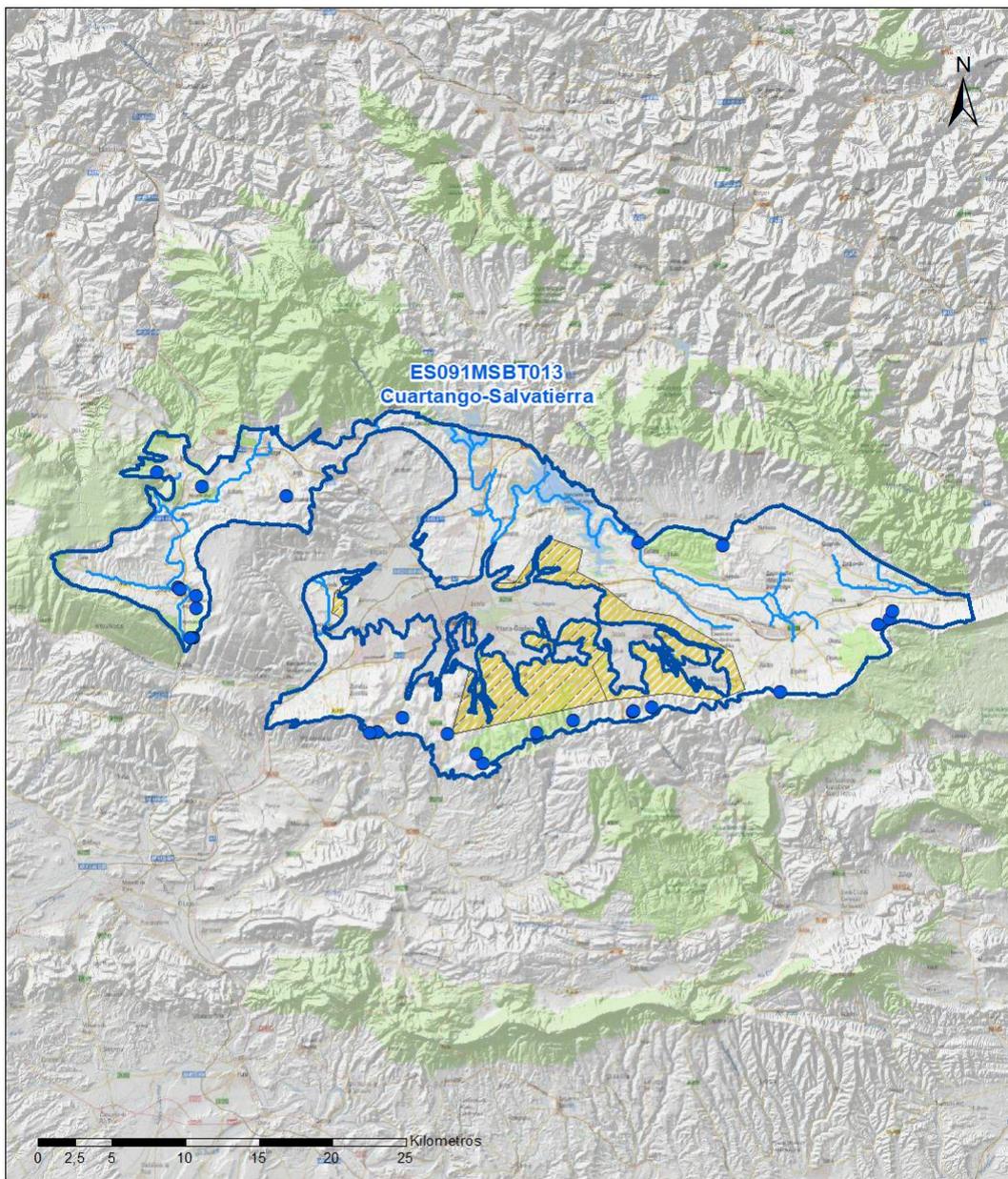
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Tipo de Zona Protegida	Nº	Geometría		Superficie total (km²)	% de la MSBT
		Punto	Polígono		
Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC)	27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	29	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,15
Zonas de futura captación de agua para consumo humano	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0,00
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	86	14,46
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	15,96	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF		Extracciones	1,99
Transf. lateral otras MSBT	2,00	Transf. lateral otras MSBT	1,00
Retornos de riego	0,06		
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	18,01	Salidas Totales	2,99
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RA)		15,02	

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)	15,44
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año)	1,62
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año)	3,00
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año)	20,72
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,08

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año)	16,96
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año)	1,99
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año)	3,39
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año)	13,62
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,15

“Recurso Renovable” (RR)= Entradas (Infiltración + Recarga desde MSPF + Transf lateral a otras MSBT+ Otras entradas) - Salida (Transf lateral a otras MSBT)
 “Recurso Disponible” (RD)= Recurso Renovable (RR)-Necesidad Ambiental (NA)+ Retorno de Riego

7.3 RECARGA ARTIFICIAL

7.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Esta masa de agua no cuenta con ninguna instalación para la recarga artificial de acuíferos.

7.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RECARGA ARTIFICIAL

8.- PIEZOMETRÍA

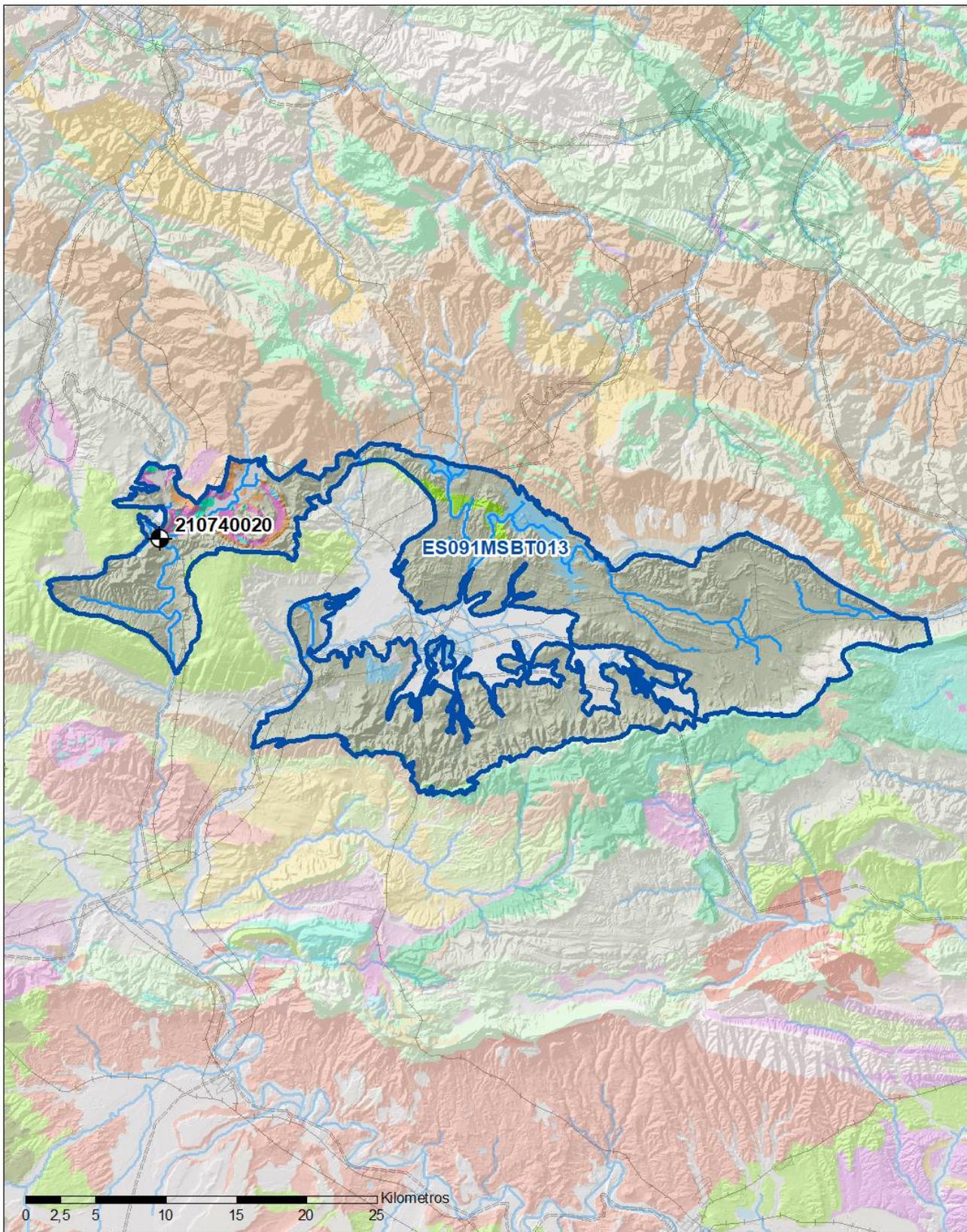
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

Código punto	Tipo	UTM (ETRS89-H30)		FGP/Acuífero	Inicio muestreo	Nivel de Ref. (m s.n.m.)	Nivel Umbral (m s.n.m.)	Prof. (m)	Cota (m s.n.m.)	Programa de control		
		X	Y							NP	CM	MT
210740020	Piezometría	507.688	4.752.194	Cretácico Superior	06/05/2010			110,0	585	<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

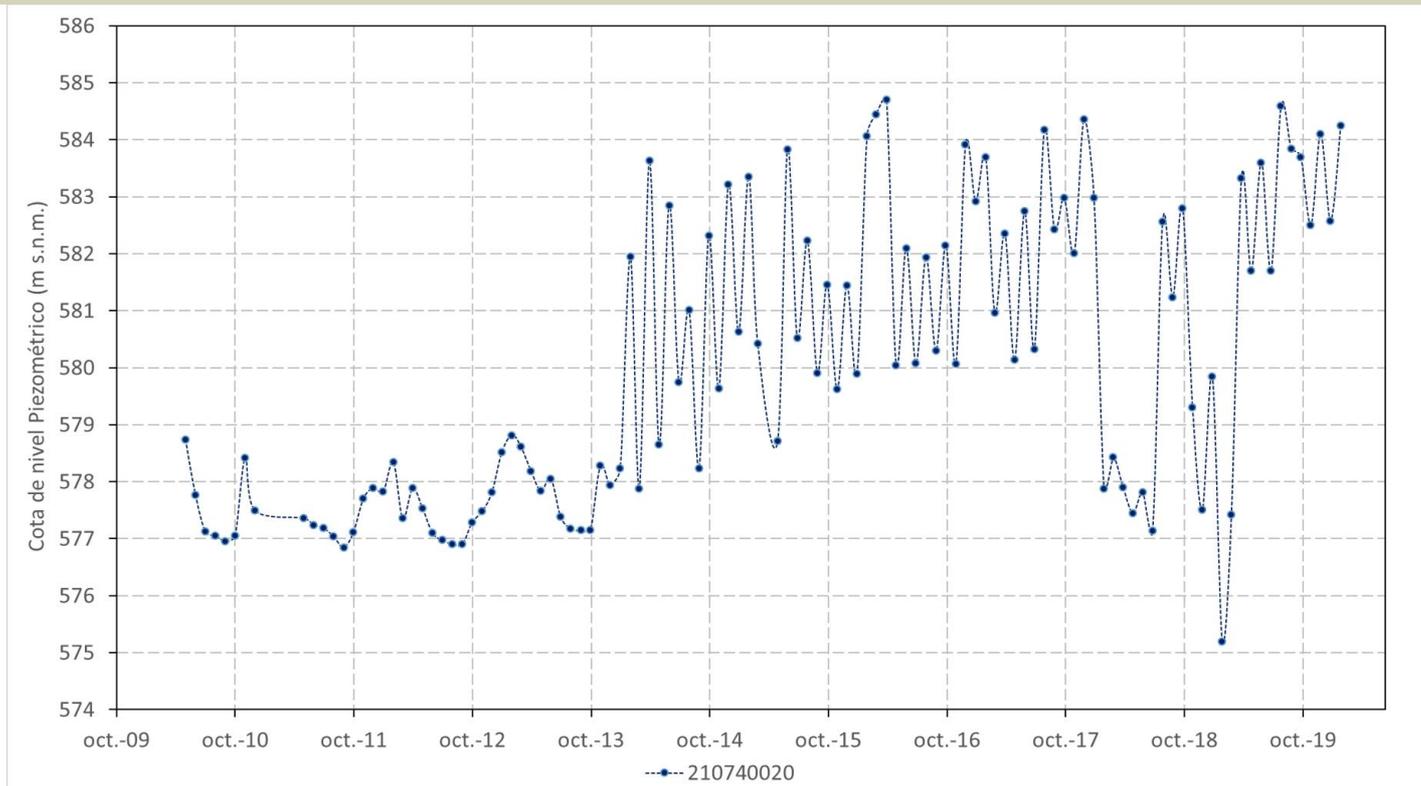
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  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_210740020) que mide el nivel piezométrico en el Ac. Cretácico Superior, presenta medidas de profundidad del NP desde el año 2010 a 2020, con un valor de NP medio de 578 msnm. En general, la piezometría se muestra estable con oscilaciones estacionales desde 2008 hasta 2014 y posteriormente hay una tendencia de aumento del nivel, pero con un comportamiento oscilante e irregular posiblemente debido a las extracciones.

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
210740020	2010	2020	971	584,7	575,2	578,0	9,5	0,55	Cretácico Superior	No

8.4 EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

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

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS MANANTIALES SELECCIONADOS

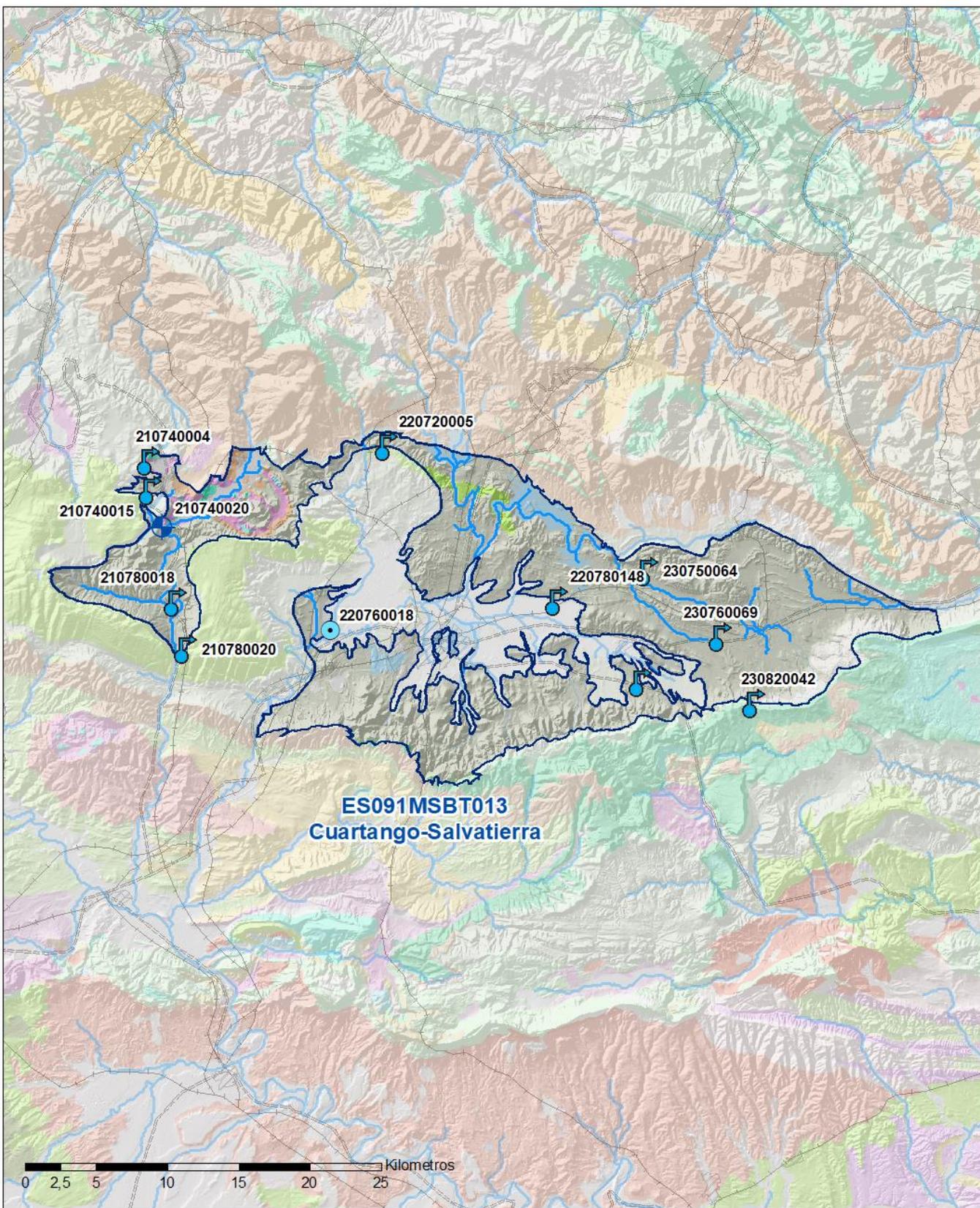
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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					
210740004	SANTORKARIZ	506.818	4.756.834	641		MANANTIAL		24/04/2007
210740015	MANANTIAL DE ABECIA	506.892	4.754.802	614		MANANTIAL		16/07/2012
210740020	ANDAGOIA MARM (URA SP-29)	507.688	4.752.194	585	110,0	SONDEO	Ac.Cretácico Superior	07/12/2011
210780018	LAS FUENTES. MANANTIAL ZUAZO	508.645	4.746.855	555	40,0	MANANTIAL		01/03/2007
210780020	MANANTIALES DE TECHA	509.388	4.743.531	746		MANANTIAL		23/10/2012
220720005	MANANTIAL DE OKOIZTA	523.483	4.757.875	616		MANANTIAL		18/07/2012
220760018	ZANAZAR (POZO 1 DEL EXP. 09-P-0570)	519.469	4.744.857	499	140,0	POZO	Otros acuíferos	20/11/2003
220780148	Arbulo (Arbulo)	535.434	4.746.927	530		MANANTIAL		15/12/1998
230750064	FUENTE VIEJA DE ETURA	541.706	4.749.038	573		MANANTIAL		18/07/2012
230760069	LOS APOSTOLES (Po: 2, Pa: 313)	546.851	4.744.380	581		MANANTIAL		18/07/2012
230810105	LOS CHOPOS	541.294	4.741.192	603		MANANTIAL		01/06/2005
230820042	MANANTIAL UGAO	549.246	4.739.699	870		MANANTIAL		26/04/2007

Puntos de Muestreo Código	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS		
210740004	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
210740015	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
210740020	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
210780018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
210780020	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
220720005	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
220760018	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
220780148	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
230750064	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
230760069	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
230810105	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
230820042	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Mapa Red Control



LEYENDA

 Red hidrográfica

 MSBT

Tipo de Captación

 MANANTIAL

 SONDEO

 POZO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

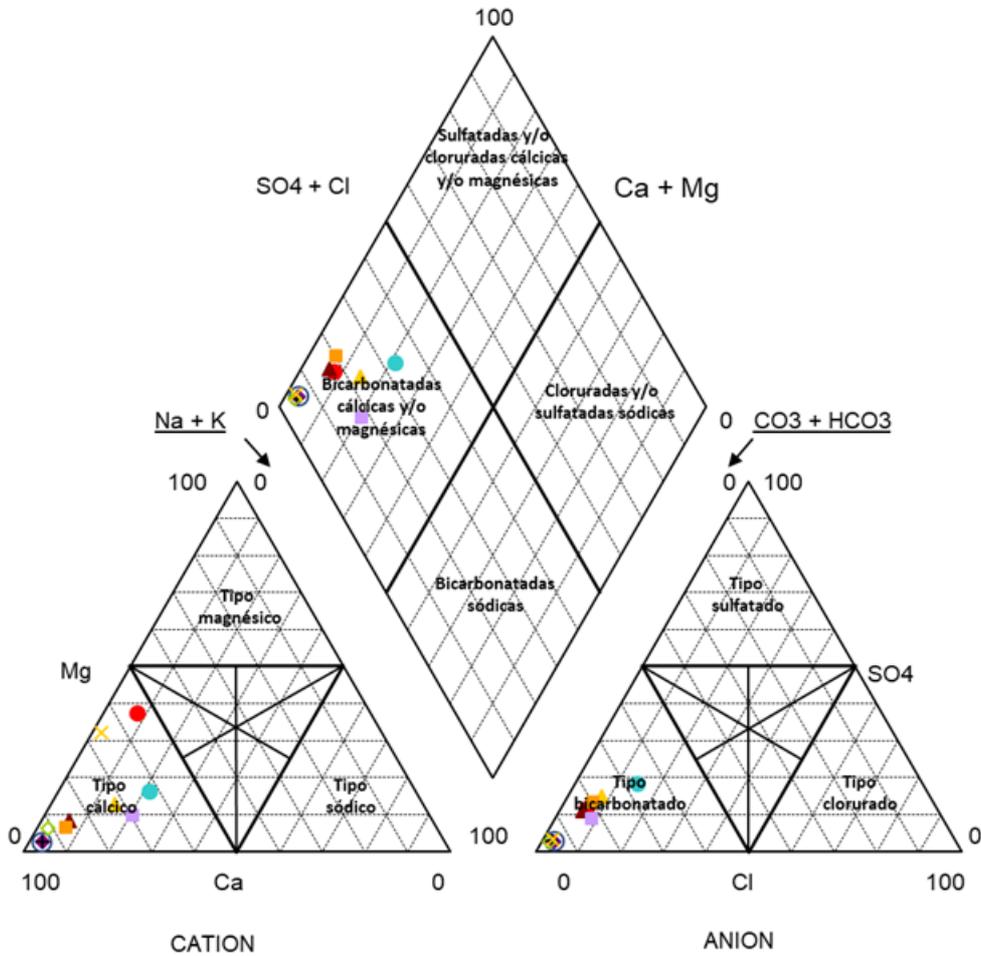
Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

Código Punto	Principales materiales atravesados	Facie Hidrogeoquímica
210740004	Manantial Calizas Subijana	Bicarbonatada cálcica
210740015		Bicarbonatada cálcica
210740020		Bicarbonatada cálcica
210780018		Bicarbonatada cálcica
210780020	Manantial Calizas Subijana	Bicarbonatada cálcica
220720005		Bicarbonatada cálcica
220760018		Bicarbonatada cálcica
230750064		Bicarbonatada cálcica
230760069	Manantial Calizas Subijana	Bicarbonatada cálcica
230810105		Bicarbonatada cálcica
230820042		Bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT CUARTANGO-SALVATIERRA (2016)



● 210740004	◆ 210740015	▲ 210740020	■ 210780018
○ 210780020	+ 220720005	● 220760018	◇ 230750064
▲ 230760069	■ 230810105	× 230820042	

Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 210740020

Cuartango-Salvatierra_210740020 (2015-2019)

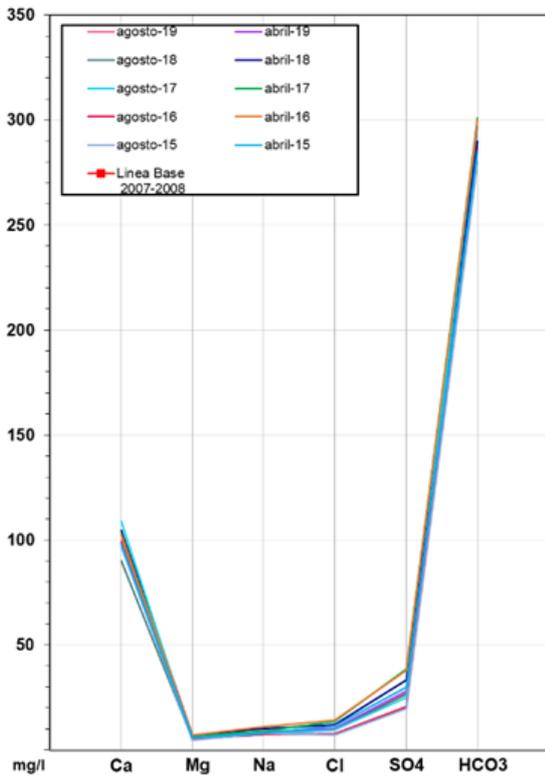


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 210780018

Cuartango-Salvatierra_210780018 (2015-2019)

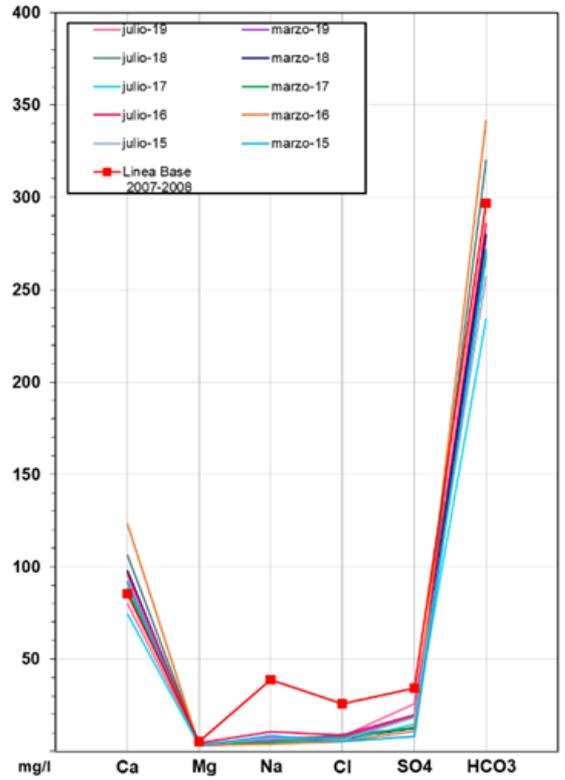


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 220760018

Cuartango-Salvatierra_220760018 (2016-2019)

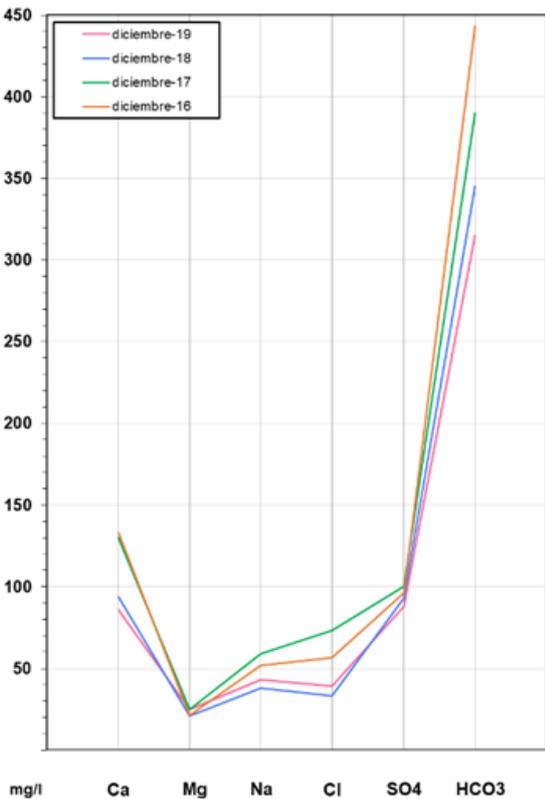


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 230810105

Cuartango-Salvatierra_230810105 (2016-2017)

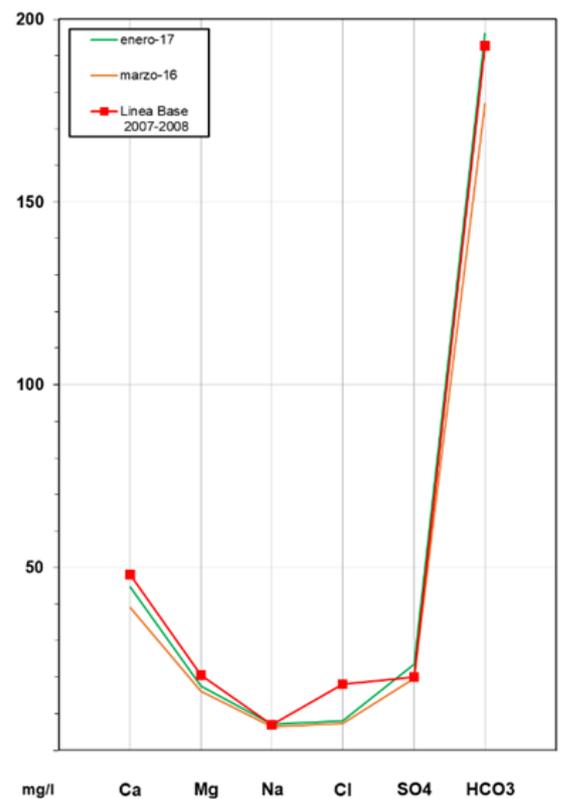
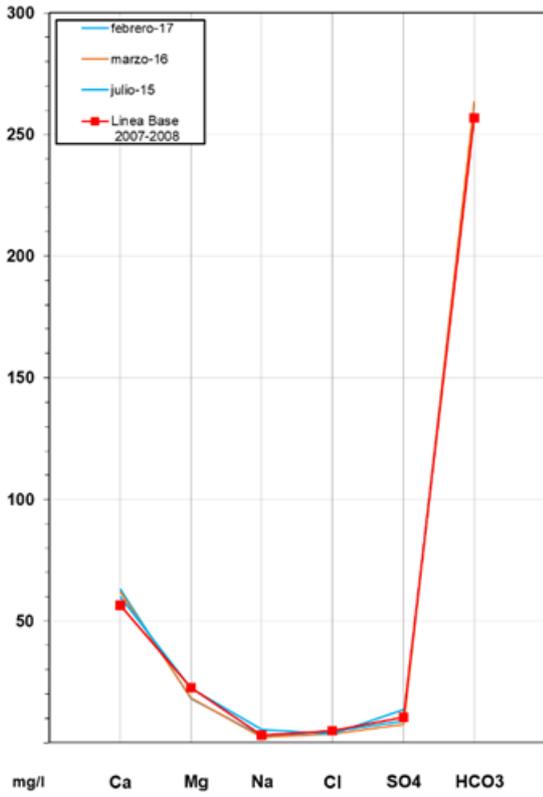


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 230820042

Cuartango-Salvatierra_230820042 (2015-2017)



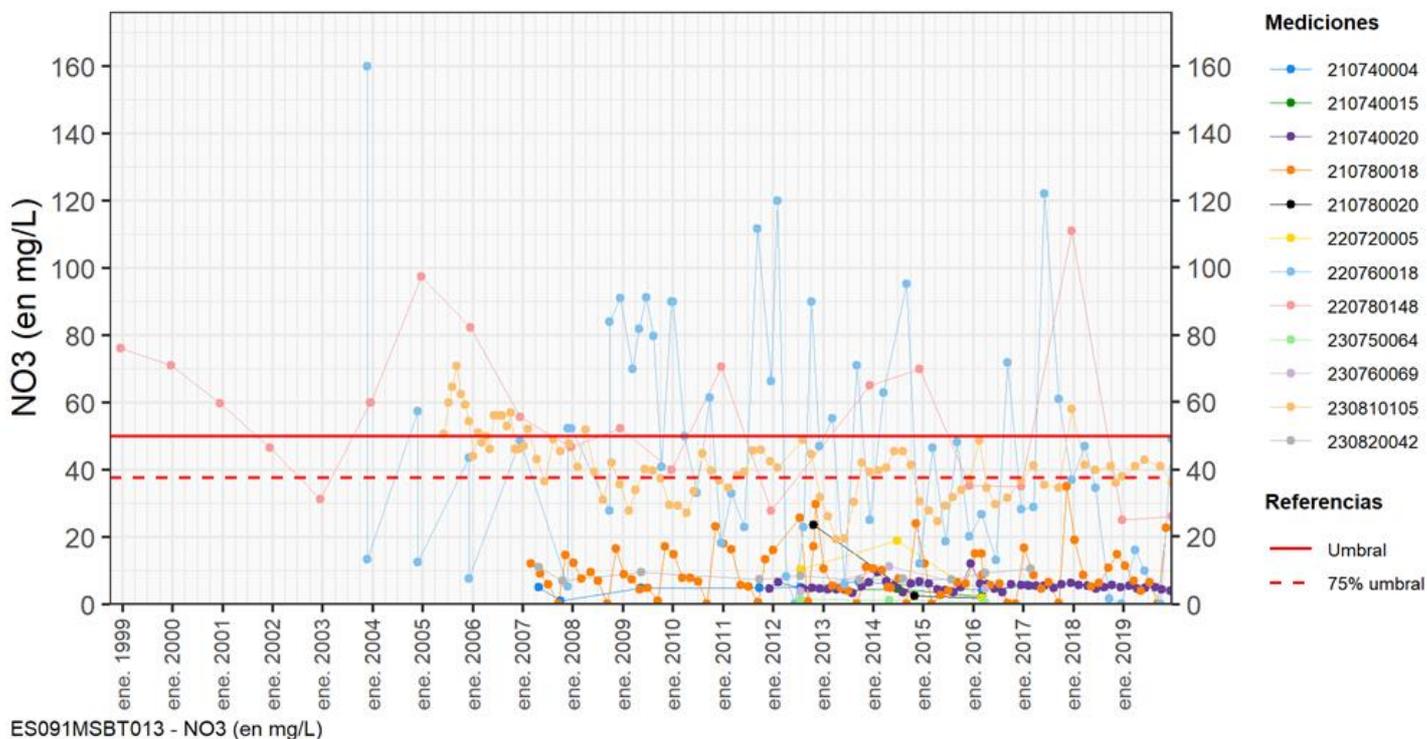
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

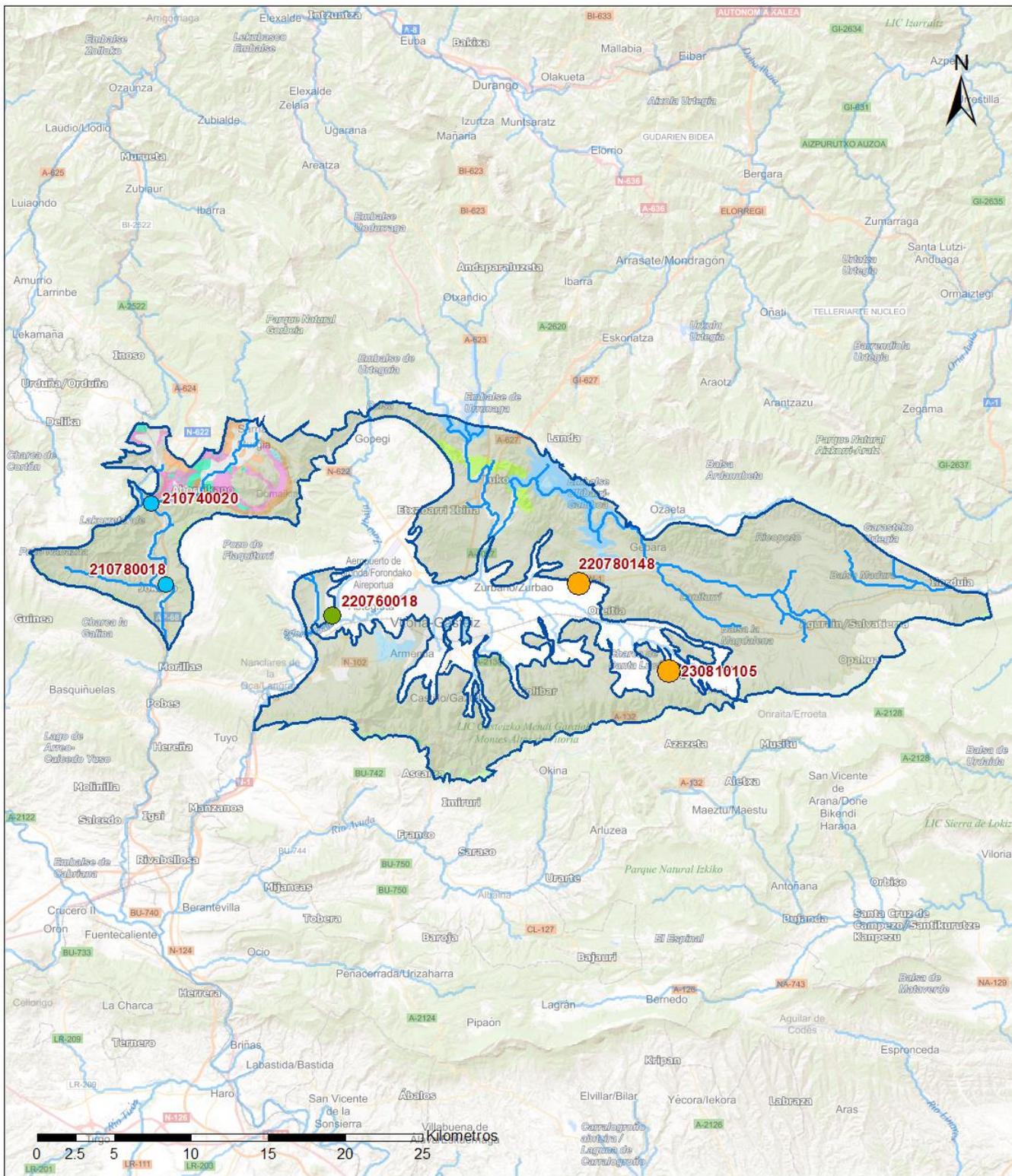
9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº	Valor umbral/Norma de calidad
	1	Nitrato (NO ₃ ⁻)

Gráficas de Evolución



Mapa de distribución actual



LEYENDA

 MSBT:
 Red hidrográfica
 ES091MSBT013
 Cuartango-Salvatierra

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

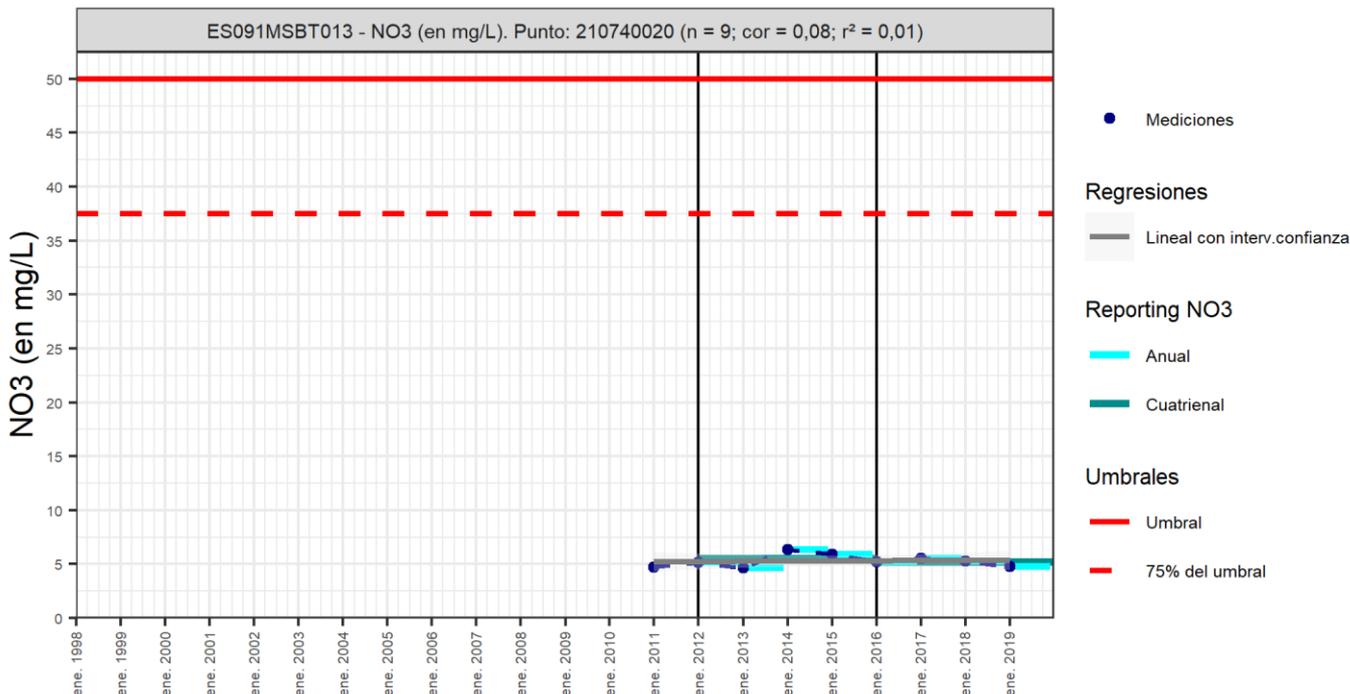
Selección de puntos para evaluación de tendencias

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_ 210780018, IPA_ 220780148, IPA_ 230810105) y 1 pozo (IPA_ 220760018) y 1 sondeo (IPA_ 210740020), ubicados en el acuífero formado por las calizas del Cretácico Superior (Coniaciense medio-superior)

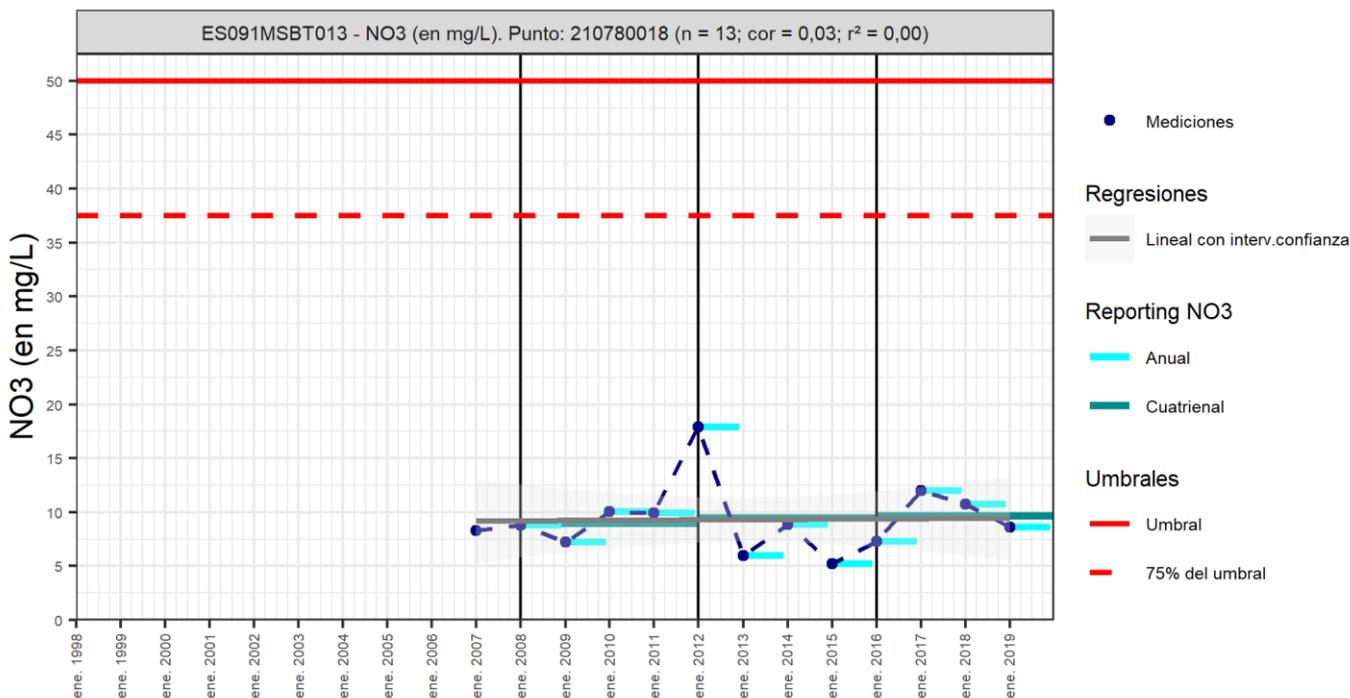
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO₃⁻)

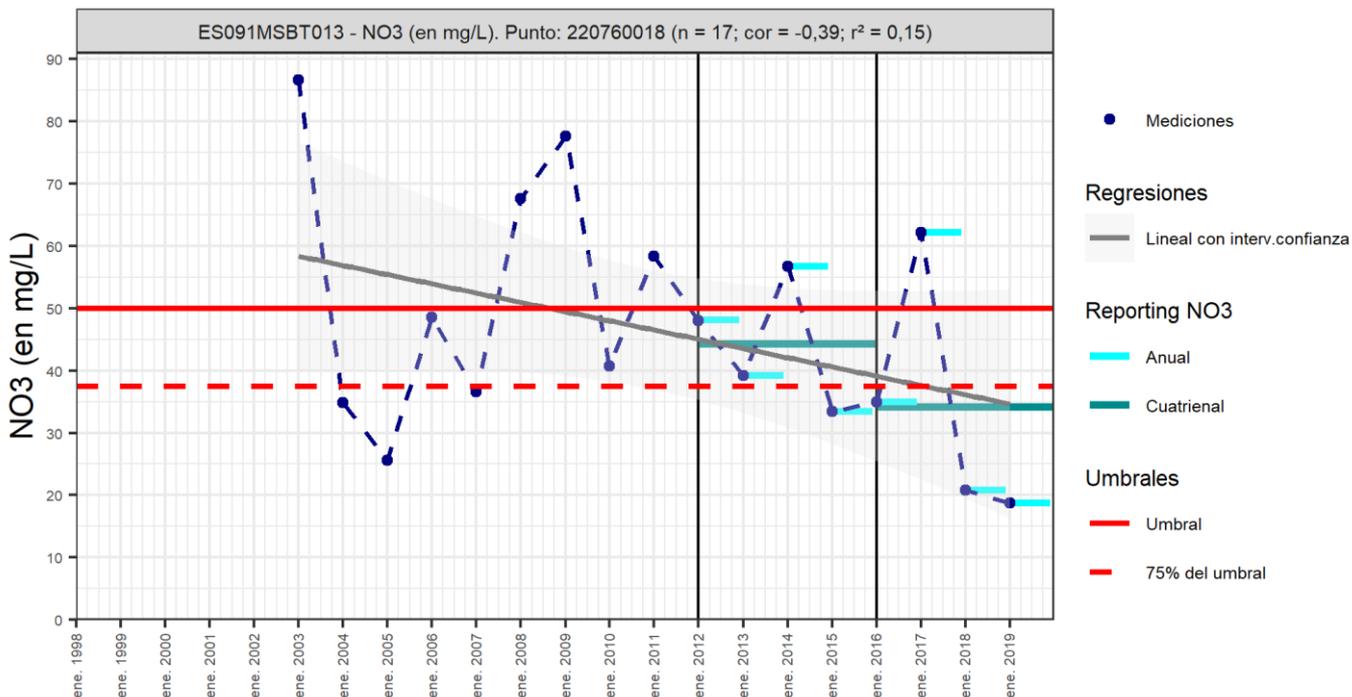
Código Punto 210740020



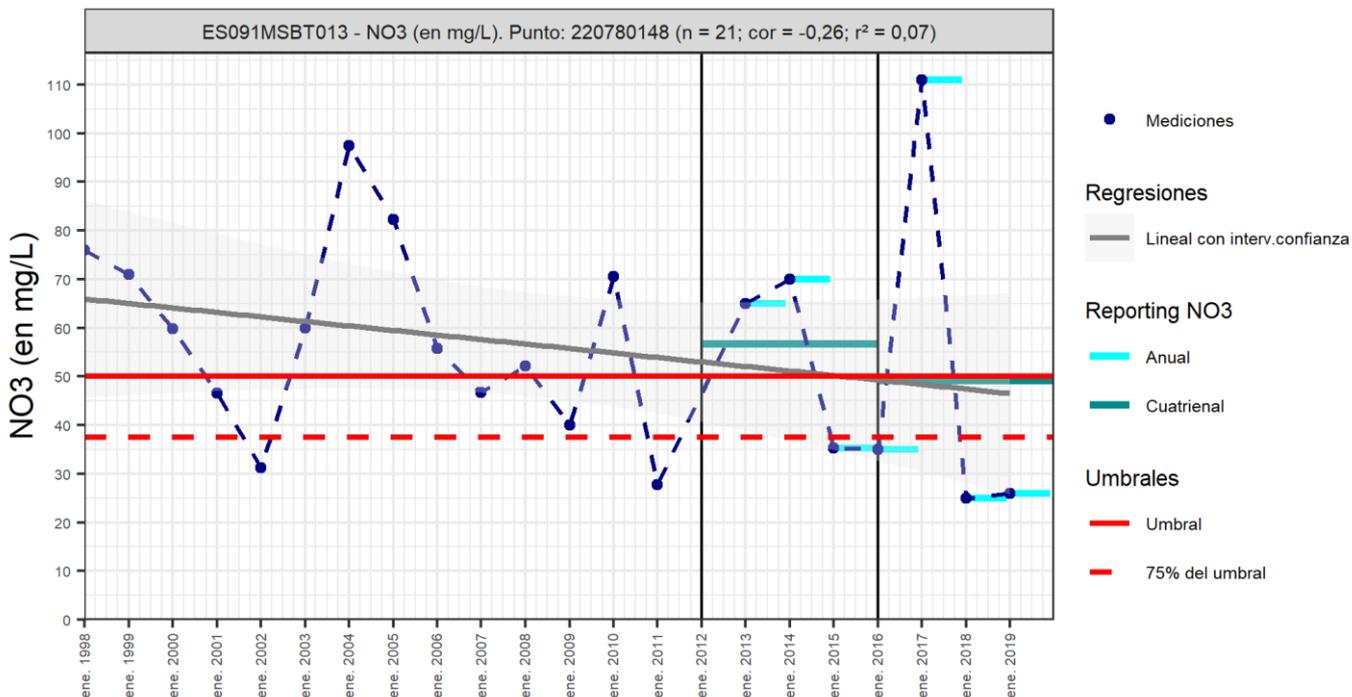
Código Punto 210780018

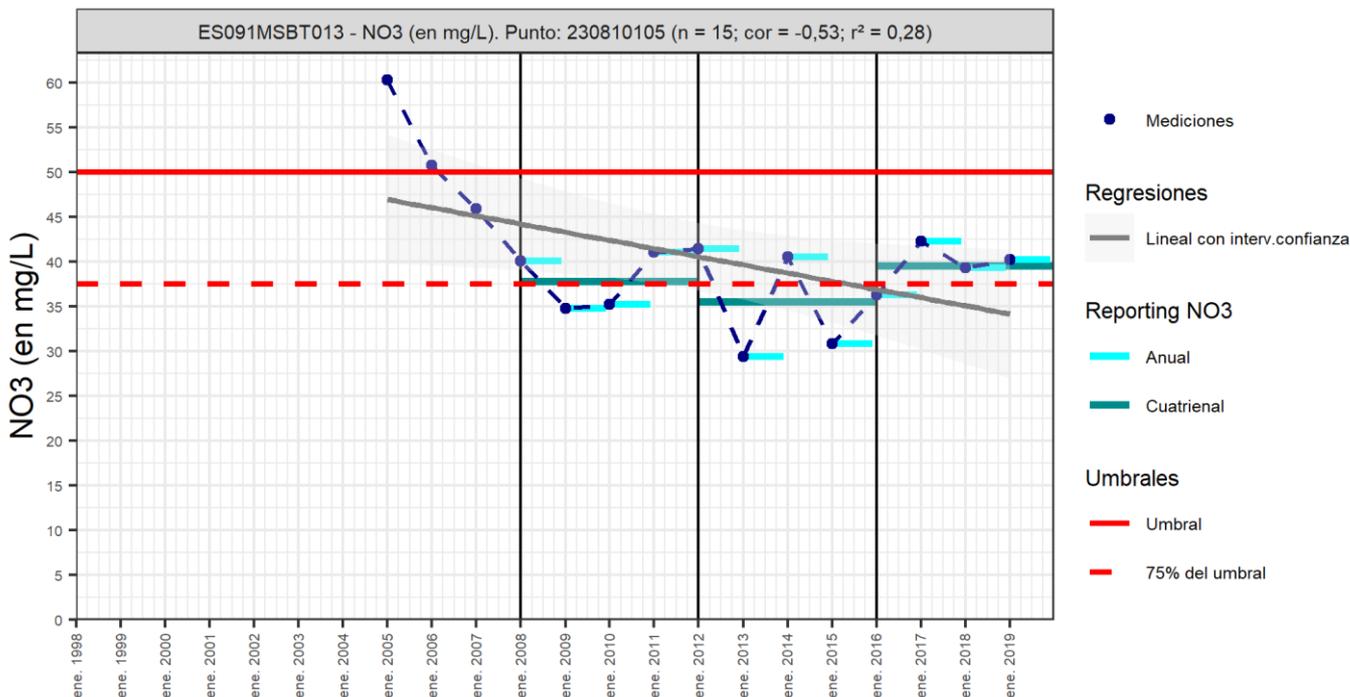


Código Punto 220760018



Código Punto 220780148





Análisis de tendencias

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en cinco puntos seleccionados de la red control, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall. La serie histórica de medición, en algunos puntos se inicia en 1998 a 2019, aunque es a partir de 2007 cuando se incrementan las mediciones de NO3 en la red de control, por tanto, la longitud de la serie de datos anuales es extensa. Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores R2es<0,3, indican que la correlación es baja, debido a la heterogeneidad de los datos, por lo que es necesario el análisis según el test de Mann-Kendall y pendiente de Sen (Sen’s Slope). El análisis estadístico de las series históricas anuales no permite identificar una tendencia de evolución creciente estadísticamente significativa en cuatro de los puntos (IPA_210740020, IPA_210780018, IPA_220780148, IPA_230810105), en los que sí se observa aumento de la concentración, pero no una tendencia según la pendiente de Sen pero no es significativa (GS> 90 % tendencia dudosa). Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son significativas, con aumento en la concentración de nitrato en la mayoría de los puntos analizados, entre 22,1 y 293,2 mg/L. En general, la concentración de nitrato tiene una tendencia creciente comparando los dos últimos

Resultados del análisis de tendencias

Código Punto	Unidad	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Nitrato (NO ₃ ⁻)			
								Valor Mín.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC./V.Umbral
210740020	mg/L	Histórica	2011	2019	Anual	9	9	4,70	6,40		37,50
210780018	mg/L	Histórica	2007	2019	Anual	14	13	5,20	17,90	8,60	37,50
220760018	mg/L	Histórica	2003	2019	Anual	18	15	18,80	77,60	52,10	37,50
220780148	mg/L	Histórica	2004	2019	Anual	22	15	25,00	111,00	48,50	37,50
230810105	mg/L	Histórica	2005	2019	Anual	16	15	29,40	60,30	43,20	37,50

Resultados del análisis de tendencias

Método estadístico

Código Punto	Regresión Lineal Simple			Test de Mann-Kendall			
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
210740020	0,01000	Sin Tendencia	BAJO	Sin Tendencia	7,50E-01	24,60	MEDIO
210780018	0,00000	Sin Tendencia	BAJO	Sin Tendencia	7,60E-01	24,00	MEDIO
220760018	0,15000	Sin Tendencia	BAJO	Sin Tendencia	2,00E-01	80,20	MEDIO
220780148	0,00700	Sin Tendencia	BAJO	Sin Tendencia	1,00E-01	89,90	MEDIO
230810105	0,28000	Sin Tendencia	BAJO	Sin Tendencia	1,70E-01	83,40	MEDIO

Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos (NO₃⁻) en mg/L

Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Min.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC (mg/L)	3º	4º	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
										Cuatrenio (2012-2015)	Cuatrenio (2016-2019)		
210740020	Histórica	2008	2019	Cuatrenial	3	20,80	42,90		37,50	20,80	42,90	22,10	Ascendente
210780018	Histórica	2004	2019	Cuatrenial	4	36,00	112,60	8,60	37,50	38,60	112,60	73,90	Ascendente
220760018	Histórica	2008	2019	Cuatrenial	3	136,80	314,30	52,10	37,50	136,80	314,30	177,50	Ascendente
220780148	Histórica	2008	2019	Cuatrenial	3	170,30	367,30	48,50	37,50	197,00	367,30	170,30	Ascendente
230810105	Histórica	2004	2019	Cuatrenial	4	142,10	451,30	43,20	37,50	158,10	451,30	293,20	Ascendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea ES091MSBT013 Cuartango-Salvatierra con 594 km² de superficie, se encuentra principalmente en la comunidad autónoma del País Vasco (98%) y el resto se integra en la C.C.A.A de Castilla y León. Se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico Vasco-Cantábrico en la zona septentrional de la D. Hidrográfica del Ebro, y se sitúa entre las provincias de Álava y Burgos.

La MSBT se localiza geológicamente en la zona central de la cuenca Vasco-Cantábrica, y dentro de ella, en el dominio de la Llanada Alavesa. La tectónica existente en la región es relativamente sencilla, predominando las estructuras de plegamiento con dirección aproximada NO-SE, afectadas por fallas de dirección SO-NE y NO-SE. La geología se caracteriza con un conjunto monoclinual de materiales del Cretácico superior, con suaves buzamientos hacia el sur. La litología que compone la masa de agua Cuartango – Salvatierra se caracteriza las siguientes edades geológicas: - Triásico (y Jurásico Inferior), representado por rocas que van desde dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos de la Fm. Cortes de Tajuña, arcillas abigarradas y yesos, con niveles de margas y areniscas de las Facies Keuper, y, por último, ofitas y rocas volcanoclásticas (Ofitas del Keuper). - Cretácico (Superior), formado por una potente serie, compuesta fundamentalmente por margas y margocalizas que incluyen el periodo Cenomaniense – Campaniense (Cretácico superior), siendo esta litología la de mayor presencia en las masas de agua, y en menor medida, se presenta una serie que alberga un importante paquete carbonatado, las calizas de Subijana, que afloran en el sector noreste. - Paleógeno – Neógeno, caracterizado por litologías de conglomerados, areniscas, lutitas y margas, con puntuales niveles de yeso (Oligoceno). - Cuaternario, compuesto por litologías de gravas, arenas, arcillas y limos, y que constituyen tanto depósitos aluviales y terrazas en zonas de ríos, como depósitos de glaciares y piedemonte en las laderas.

Las características geológicas, edafológicas e hidrogeológicas de esta masa de agua, le confieren un grado de vulnerabilidad intrínseco a la contaminación según el método COP de muy bajo al 27,1 %, bajo al 40,4 %, moderado al 18,1% y grado alto a muy alto al 9,9 % de la superficie de la MSBT.

La MSBT Cuartango-Salvatierra (ES091MSBT013) presenta con 594 km² presenta una delimitación compleja y comparte límites con un elevado número de MSBT. Los principales límites caracterizados, corresponden a la descarga hacia los aluviales del Vitoria (ES091MSBT012) y hacia la MSBT Calizas de Subijana, cuyo límite es permeable por continuidad litológica del acuífero Cretácico Superior, aunque el sentido de flujo puede ser de entrada y salida.

En la MSBT se identifican dos acuíferos, el primero de ellos y de mayor importancia por su carácter regional (identificado en las masas de agua colindantes) es el Cretácico Superior (coniaciense), caracterizado por una porosidad propia de materiales carbonatados (carstificación y fisuración), el cual está formado por una única FGP Cretácico Superior. El segundo acuífero de carácter local, es el Cuaternario Aluvial, formado por los depósitos asociados a los procesos fluviales, y el cual está formado por la FGP Cuaternario, con una porosidad Intergranular. Los valores de transmisividad obtenidos a partir de ensayos de bombeo están entre los 13,57 y 22,6 m²/día (según Informe Piezómetro Andagoia-Kuartango: 090.013.001).

El funcionamiento hidrogeológico de la MSBT Cuartango – Salvatierra está condicionado por la baja permeabilidad de la mayor parte de la extensión de esta masa de agua que se corresponde con litologías de margas y margocalizas, por lo tanto, cabe suponer que la circulación subterránea se restrinja a flujos someros, cuya dirección estará muy condicionada por la topografía local y en dirección a la red de drenaje superficial. Por lo tanto, el interés del funcionamiento hidrogeológico se centra en los dos acuíferos definidos, el primero de ellos, el Cretácico Superior (Calizas de Subijana), que aflora extensamente en el sector más nororiental, y forma un acuífero de permeabilidad alta, con una porosidad propia de acuíferos carbonatados que responde principalmente a procesos de carstificación. Este acuífero se presenta en las masas de agua colindantes, con un carácter anisótropo respecto a su desarrollo en los materiales que lo caracterizan. El segundo acuífero detallado, que se corresponde con los materiales cuaternarios, constituye pequeños acuíferos libres de permeabilidad media a alta por porosidad Intergranular. La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones sobre los afloramientos, y la descarga se realiza principalmente como transferencia lateral hacia las masas colindantes, con mayor incidencia hacia los materiales cuaternarios de la masa Aluvial de Vitoria, y hacia la red hidrográfica, además de pequeños manantiales. En la MSBT se han delimitado tres recintos hidrogeológicos y sus masas de agua superficiales asociadas: Salvatierra (ES091MSBT013S01) descarga hacia el cauce del río Zadorra, Vitoria (ES091MSBT013S02) descarga hacia el río Alegría y Zadorra.

En la MSBT se han identificado tres recintos hidrogeológicos correspondientes al Salvatierra (ES091MSBT013S01) en el que las masas de aguas superficial asociadas son el río Zadorra y el embalse de Ullivarri-Gamboa; el recinto Vitoria (ES091MSBT013S02) con la MSPF asociada del río Zadorra; y el recinto Cuartango (ES091MSBT013S03) con la MSPF asociada del río Bayas.

En el tercer ciclo de planificación hidrológica se establecieron, para la MSBT Cuartango-Salvatierra, unos recursos disponibles 13,5 hm³/año, sobre unos recursos renovables de 17,0 hm³/año. La salida de agua subterránea más importante se corresponde con las extracciones por bombeo que se estimaron en 2,0 hm³/año, lo que tiene como consecuencia que el índice de explotación de esta masa sea de 0,15.

La red de control piezométrico está constituida por un único piezómetro (IPA_210740020) que mide el nivel piezométrico en el Ac. Cretácico Superior, presenta medidas de profundidad del NP desde el año 2010 a 2020, con un valor de NP medio de 578 msnm. En general, la piezometría se muestra estable con oscilaciones estacionales desde 2008 hasta 2014 y posteriormente hay

una tendencia de aumento del nivel, pero con un comportamiento oscilante e irregular posiblemente debido a las extracciones.

La red de control del estado químico de la MSBT tiene 12 puntos de control que corresponden a 10 manantiales, un pozo y un sondeo, que controlan el acuífero del Cretácico Superior (Coniaciense medio). Las características generales físico-químicas de la MSBT corresponden a un agua ligeramente ácida a básica con un pH que varía entre 6,2 y 8,4. Los valores de conductividad eléctrica (CE) varían entre 252 y 1.555 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 531,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se consideran aguas naturales de baja mineralización (< 2.000 Custodio y Llamas,1983). La dureza calculada a partir de las concentraciones de Ca y Mg, varía entre 19 y 436,7 mg/L CaCO_3 , considerándose de naturaleza blanda a dura. La facie hidrogeoquímica representativa de la MSBT corresponde al tipo Ca- HCO_3 típica de los acuíferos carbonatados (Ac. Cretácico Superior). La frecuencia de muestreos en la red de control es semestral en muchos de los puntos desde el año 2015, no se aprecian variaciones geoquímicas significativas, estacionales e interanuales, o con referencia a la Línea Base 2007-2008 (Diagramas de columnas IPA_ 210740020, IPA_ 210780018).

La masa de agua subterránea está en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales por la concentración del plaguicida glifosato y nitrato, asociados a la contaminación difusa generada por la actividad agraria y ganadera. La concentración de nitrato en la serie histórica varía en un rango entre 1 y 160 mg/L, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 15,2 mg/L, que no 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 algunos puntos con elevadas concentraciones en nitrato (IPA_ 220760018, IPA_ 220780148, IPA_ 230810105) entre el año 2004 a 2019 y otros se mantienen estables por debajo de la NC.

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en cinco puntos seleccionados de la red control, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall. La serie histórica de medición, en algunos puntos se inicia en 1998 a 2019, aunque es a partir de 2007 cuando se incrementan las mediciones de NO_3 en la red de control, por tanto, la longitud de la serie de datos anuales es extensa. Los puntos seleccionados corresponden a 3 manantiales (IPA_ 210780018, IPA_ 220780148, IPA_ 230810105) y 1 pozo (IPA_ 220760018) y 1 sondeo (IPA_ 210740020), ubicados en el acuífero formado por las calizas del Cretácico Superior (Coniaciense medio-superior). Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores $R^2 < 0,3$, indican que la correlación es baja, debido a la heterogeneidad de los datos, por lo que es necesario el análisis según el test de Mann-Kendall y pendiente de Sen (Sen's Slope).

El análisis estadístico de las series históricas anuales no permite identificar una tendencia de evolución creciente estadísticamente significativa en cuatro de los puntos (IPA_ 210740020, IPA_ 210780018, IPA_ 220780148, IPA_ 230810105), en los que sí se observa aumento de la concentración, pero no una tendencia según la pendiente de Sen pero no es significativa ($G_S > < 90\%$ tendencia dudosa). Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son significativas, con aumento en la concentración de nitrato en la mayoría de los puntos analizados, entre 22,1 y 293,2 mg/L. En general, la concentración de nitrato tiene una tendencia creciente comparando los dos últimos cuatrienios.

11.- PLAN DE ACCIÓN

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

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

Actividad	
A01	TRATAMIENTO DE DATOS E INFORMACIÓN DE CARACTERIZACIÓN
	Subactividad/Herramienta
	S01 Recopilación y análisis de antecedentes <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 checked="" 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 checked="" 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 type="checkbox"/>
	S13 Ensayos y recogida de muestras en campo y análisis en laboratorio. Aplicación de métodos de investigación directos. <input type="checkbox"/>
	S14 Estimación de parámetros de la ZNS a través de métodos indirectos. <input type="checkbox"/>
	S15 Modelización de la ZNS <input type="checkbox"/>
	S16 Diseño y creación de un sistema de almacenamiento de la información de los parámetros de la ZNS <input type="checkbox"/>
	S17 Planteamiento de los estudios de vulnerabilidad <input checked="" type="checkbox"/>
	S18 Métodos de estimación de la vulnerabilidad <input checked="" type="checkbox"/>
	S19 Generación de mapas de vulnerabilidad y análisis de datos <input checked="" type="checkbox"/>
	Actividad
A04	ESTUDIO DE LA PIEZOMETRÍA
	Subactividad/Herramienta
	S20 Diseño de campañas de piezometría e hidrometría <input checked="" type="checkbox"/>
	S21 Realización de campañas de piezometría e hidrometría. Interpretación de resultados (Isopiezas). <input checked="" type="checkbox"/>
	S22 Análisis de series termopluviométricas <input checked="" type="checkbox"/>
	S23 Análisis de tendencias piezométricas <input checked="" type="checkbox"/>
	S24 Situación piezométrica en condiciones naturales <input checked="" type="checkbox"/>
	S25 Informe de situación piezométrica <input checked="" type="checkbox"/>
	S26 Estudio de los flujos profundos <input type="checkbox"/>
	Actividad
A05	DEFINICIÓN DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS
	Subactividad/Herramienta
	S27 Diseño de metodología de determinación de parámetros hidráulicos <input checked="" type="checkbox"/>

Actividad	
A05	DEFINICIÓN DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLOGICOS
	Subactividad/Herramienta
	S28 Realización de sondeos hidrogeológicos <input 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 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 ES091MSBT013 Cuartango Salvatierra:

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 de contaminantes hasta alcanzar el nivel freático. Se trata de una MSBT en la que se ha identificado contaminación difusa en el este de Zurbano. La realización de estos trabajos va a permitir conocer el volumen y dispersión de estos contaminantes en la ZNS, cuantificar la capacidad de atenuación natural que presenta esta zona, y hacer prognosis bajo diferentes escenarios de buenas prácticas agrarias como respuesta a la Directiva 91/676/CEE. Además, en estas MSBT se plantean estudios de vulnerabilidad.

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: en esta MSBT se detecta falta de información respecto a la determinación de los parámetros hidráulicos en los dos acuíferos identificados, por lo que se propone mejorar la obtención de los parámetros de transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Estos trabajos constituyen uno de las principales entradas en el desarrollo de modelos numéricos, tanto el número de datos como su distribución en el espacio influyen directamente en una mejor y más fiable aproximación a la realidad.

Estudios de caracterización hidrogeoquímica: se efectuarán analíticas distribuidas y posterior interpretación de datos para la mejora del modelo conceptual en las MSBT. También la realización de "barridos" para identificar impactos previamente no detectados. Además, como apoyo a los trabajos de planificación hidrológica, se pretende 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 aquellas MSBT con carencias de información, se efectuarán estudios para la determinación de niveles de fondo.

Estudios de contaminación difusa: la MSBT se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa por nitrato que afecta fundamentalmente a manantiales de la red de control en el este de Zurbano. 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: 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: la 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 (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 090.022 Sierra de Cantabria. 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.
- MARM (2008). ORDEN ARM/2656/2008, 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de la planificación hidrológica. Boletín Oficial del Estado número229, Gobierno de España.
- MITERD (2020). Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas.

ANEXO 1: ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)



MSBT: ES091MSBT013 - CUARTANGO-SALVATIERRA

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT013 - CUARTANGO-SALVATIERRA

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	210740004						
Valor							
Máx.	14,2	7	384	9,70	1,1	<LQ	157,0
Mín.	11,0	6	252	6,80	<LQ	<LQ	157,0
P50	12,0	7	354	7,55	<LQ	<LQ	157,0
N reg.	7	7	6	8	7		1
Código Punto	210740015						
Valor							
Máx.	11,8	8	414	10,50	2,3	<LQ	<LQ
Mín.	11,1	7	400	5,50	<LQ	<LQ	<LQ
P50	11,4	7	407	8,10	1,1	<LQ	<LQ
N reg.	2	2	2	3	2		
Código Punto	210740020						
Valor							
Máx.	<LQ	8	765	8,00	0,7	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	7	445	3,80	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	7	512	6,15	0,2	<LQ	<LQ
N reg.		23	41	4	20		
Código Punto	210780018						
Valor							
Máx.	14,1	8	1.555	12,20	3,3	<LQ	<LQ
Mín.	6,3	6	360	6,00	<LQ	<LQ	<LQ
P50	12,4	8	513	8,60	1,2	<LQ	<LQ
N reg.	3	53	71	10	38		
Código Punto	210780020						
Valor							
Máx.	15,8	8	397	11,20	1,2	<LQ	<LQ
Mín.	15,8	7	363	9,70	<LQ	<LQ	<LQ
P50	15,8	8	380	10,45	1,2	<LQ	<LQ
N reg.	1	3	3	2	3		
Código Punto	220720005						
Valor							
Máx.	12,7	7	686	9,60	2,4	<LQ	<LQ
Mín.	12,0	7	483	6,30	0,8	<LQ	<LQ
P50	12,4	7	585	8,40	1,6	<LQ	<LQ
N reg.	2	2	2	3	2		
Código Punto	220760018						
Valor							
Máx.	20,0	8	957	<LQ	3,1	<LQ	<LQ
Mín.	11,0	8	684	<LQ	2,0	<LQ	<LQ
P50	14,6	8	775	<LQ	2,5	<LQ	<LQ
N reg.	12	1	8		2		
Código Punto	220780148						
Valor							
Máx.	13,8	<LQ	501	<LQ	1,2	<LQ	<LQ
Mín.	9,0	<LQ	490	<LQ	0,8	<LQ	<LQ
P50	12,0	<LQ	496	<LQ	1,0	<LQ	<LQ
N reg.	3		2		2		
Código Punto	230750064						
Valor							

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		
Máx.	13,3	7	689	9,90	1,3	<LQ	<LQ		
Mín.	11,8	7	589	6,30	<LQ	<LQ	<LQ		
P50	12,6	7	639	7,00	0,6	<LQ	<LQ		
N reg.	2	2	2	3	2				
Código Punto	230760069								
Valor									
Máx.	16,4	7	705	9,40	0,8	<LQ	<LQ		
Mín.	11,5	7	611	2,70	0,8	<LQ	<LQ		
P50	13,9	7	658	3,30	0,8	<LQ	<LQ		
N reg.	2	2	2	3	2				
Código Punto	230810105								
Valor									
Máx.	16,0	8	887	8,50	1,4	<LQ	<LQ		
Mín.	9,8	7	432	6,70	<LQ	<LQ	<LQ		
P50	13,0	7	665	7,80	0,4	<LQ	<LQ		
N reg.	13	70	78	7	38				
Código Punto	230820042								
Valor									
Máx.	16,3	8	438	11,30	1,2	<LQ	<LQ	216,0	
Mín.	9,4	7	312	8,30	<LQ	<LQ	<LQ	214,0	
P50	10,8	7	395	10,05	<LQ	<LQ	<LQ	215,0	
N reg.	8	8	7	10	7			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	210740004								
Valor									
Máx.	197,6	<LQ	30,00	23,5	6,7	0,04	<LQ	7,2	0,4
Mín.	176,9	<LQ	3,78	5,4	1,0	<LQ	<LQ	4,1	<LQ
P50	193,8	<LQ	7,66	19,7	4,9	0,00	<LQ	7,0	0,3
N reg.	8	6	8	8	8	7	5	8	8
Código Punto	210740015								
Valor									
Máx.	282,1	<LQ	5,46	11,0	4,6	<LQ	<LQ	4,6	1,5
Mín.	215,0	<LQ	4,20	5,6	2,2	<LQ	<LQ	3,0	0,6
P50	236,7	<LQ	4,34	10,5	3,8	<LQ	<LQ	3,9	0,6
N reg.	3	3	3	3	3			3	3
Código Punto	210740020								
Valor									
Máx.	366,0	<LQ	16,00	91,0	12,0	0,01	0,16	15,8	3,4
Mín.	270,0	<LQ	7,00	18,0	3,4	<LQ	<LQ	6,7	0,8
P50	293,0	<LQ	10,40	28,1	5,1	<LQ	0,03	8,8	2,6
N reg.	47	47	47	47	47	47	47	47	47
Código Punto	210780018								
Valor									
Máx.	396,0	<LQ	100,00	101,0	35,0	0,05	0,24	190,3	4,6
Mín.	218,0	<LQ	4,00	7,0	<LQ	<LQ	<LQ	3,8	0,9
P50	286,5	<LQ	9,60	18,1	7,4	<LQ	0,07	6,0	1,6
N reg.	78	78	78	78	78	75	63	78	78
Código Punto	210780020								
Valor									
Máx.	236,7	<LQ	10,80	21,4	23,6	<LQ	<LQ	4,1	0,3
Mín.	191,5	<LQ	4,12	6,2	1,8	<LQ	<LQ	3,0	<LQ
P50	196,1	<LQ	7,41	10,8	2,4	<LQ	<LQ	3,1	0,2
N reg.	3	3	3	3	3			3	3

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	220720005								
Valor									
Máx.	382,2	<LQ	17,20	35,6	18,8	<LQ	<LQ	11,0	4,4
Mín.	245,0	<LQ	4,06	7,3	1,9	<LQ	<LQ	3,8	1,5
P50	301,3	<LQ	11,60	34,3	10,4	<LQ	<LQ	8,3	1,9
N reg.	3	3	3	3	3			3	3
Código Punto	220760018								
Valor									
Máx.	443,0	<LQ	73,00	100,0	160,0	1,01	0,04	59,0	20,2
Mín.	315,0	<LQ	33,00	88,0	<LQ	<LQ	<LQ	38,0	3,4
P50	367,5	<LQ	47,80	94,5	38,8	<LQ	<LQ	47,4	8,7
N reg.	4	4	4	4	61	14	4	4	4
Código Punto	220780148								
Valor									
Máx.	239,0	<LQ	18,00	65,0	111,0	0,08	<LQ	14,0	1,6
Mín.	219,0	<LQ	18,00	52,0	25,0	<LQ	<LQ	13,0	1,2
P50	229,0	<LQ	18,00	58,5	55,7	<LQ	<LQ	13,5	1,4
N reg.	2	2	2	2	23	4	2	2	2
Código Punto	230750064								
Valor									
Máx.	439,2	<LQ	6,79	13,0	1,4	<LQ	<LQ	5,8	0,3
Mín.	336,0	<LQ	4,66	8,0	0,6	<LQ	<LQ	3,6	0,2
P50	369,7	<LQ	5,16	11,2	1,2	<LQ	<LQ	4,5	0,3
N reg.	3	3	3	3	3			3	3
Código Punto	230760069								
Valor									
Máx.	341,6	<LQ	41,70	70,9	11,2	<LQ	<LQ	37,0	2,0
Mín.	239,0	<LQ	20,90	51,6	3,7	<LQ	<LQ	26,3	1,7
P50	322,1	<LQ	26,40	61,2	4,6	<LQ	<LQ	28,7	2,0
N reg.	3	3	3	3	3			3	3
Código Punto	230810105								
Valor									
Máx.	367,0	2,00	31,80	60,9	70,8	0,11	0,10	15,7	11,4
Mín.	220,0	<LQ	6,91	16,0	19,2	<LQ	<LQ	8,0	<LQ
P50	292,0	<LQ	17,00	44,0	40,8	<LQ	<LQ	11,0	0,5
N reg.	79	79	79	79	90	90	46	79	79
Código Punto	230820042								
Valor									
Máx.	266,1	<LQ	6,00	13,6	11,0	0,02	<LQ	5,5	0,5
Mín.	216,0	<LQ	<LQ	7,5	7,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	261,1	<LQ	4,39	10,9	8,1	<LQ	<LQ	2,6	0,2
N reg.	9	7	10	10	10	9	7	10	10
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	210740004								
Valor									
Máx.	52,0	21,0	0,2250	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	39,0	16,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	42,1	19,2	0,1635	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	8	8	8	8	8	8	5	6	6
Código Punto	210740015								
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	210740015								
Valor									
Máx.	97,6	2,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	83,1	1,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	89,6	2,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3				3			
Código Punto	210740020								
Valor									
Máx.	130,0	8,7	1,0000	<LQ	<LQ	0,08	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	84,0	4,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	100,0	5,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	47	47	8	8	8	47		8	8
Código Punto	210780018								
Valor									
Máx.	129,0	20,9	1,0000	<LQ	0,2400	1,00	0,82	<LQ	<LQ
Mín.	4,3	2,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	95,5	3,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	78	78	13	13	13	78	26	13	13
Código Punto	210780020								
Valor									
Máx.	84,1	2,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	76,0	1,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	78,5	1,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3				3			
Código Punto	220720005								
Valor									
Máx.	136,0	4,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	104,0	1,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	113,0	4,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3				3			
Código Punto	220760018								
Valor									
Máx.	133,0	25,0	<LQ	<LQ	<LQ	0,44	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	86,0	21,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	112,0	23,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	4	4				14			
Código Punto	220780148								
Valor									
Máx.	94,0	8,3	<LQ	<LQ	<LQ	0,07	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	85,0	7,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	89,5	7,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	2	2				4			
Código Punto	230750064								
Valor									
Máx.	135,0	9,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	121,0	5,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	126,0	6,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3				3			
Código Punto	230760069								
Valor									
Máx.	111,0	11,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	104,0	10,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	106,0	11,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	3	3				3			

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	230810105								
Valor									
Máx.	143,0	7,6	3,3000	<LQ	<LQ	0,22	0,18	<LQ	<LQ
Mín.	97,0	5,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	120,0	6,0	0,2800	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	79	79	11	11	11	90	26	11	11
Código Punto	230820042								
Valor									
Máx.	63,1	24,0	0,2590	<LQ	<LQ	0,12	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	56,0	18,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	60,0	22,2	0,1940	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	10	10	9	10	10	10	7	8	8

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