

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT001 - FONTIBRE

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 ES091MSBT001 Nombre MSBT FONTIBRE

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

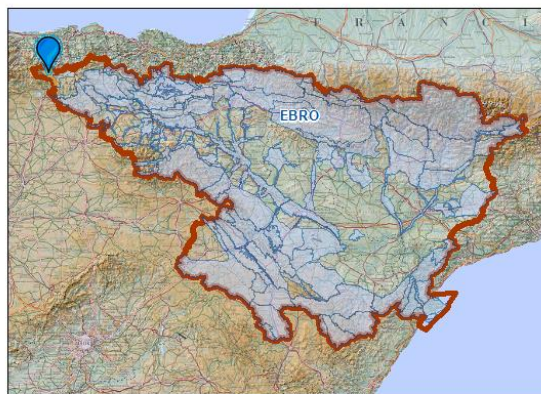
La MSBT Fontibre (ES091MSBT001) se encuentra situada en el extremo NO de la cuenca del Ebro, en el límite con la cuenca del río Saja vertiente del Cantábrico. Cuenta con una extensión de 150 km² que se incluyen íntegramente en la Comunidad Autónoma de Cantabria, y los municipios con mayor área en la MSBT son Hermandad de Campoo de Suso (49 %) y Campoo de En medio (27 %).

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Cantabria	Cantabria	39032	Hermandad de Campoo de Suso	33,38	49,65
Cantabria	Cantabria	39027	Campoo de Enmedio	45,70	27,83
Cantabria	Cantabria	39093	Valdeprado del Río	30,09	17,84
Cantabria	Cantabria	39059	Reinosa	98,46	2,66
Cantabria	Cantabria	39092	Valdeolea	3,61	2,02

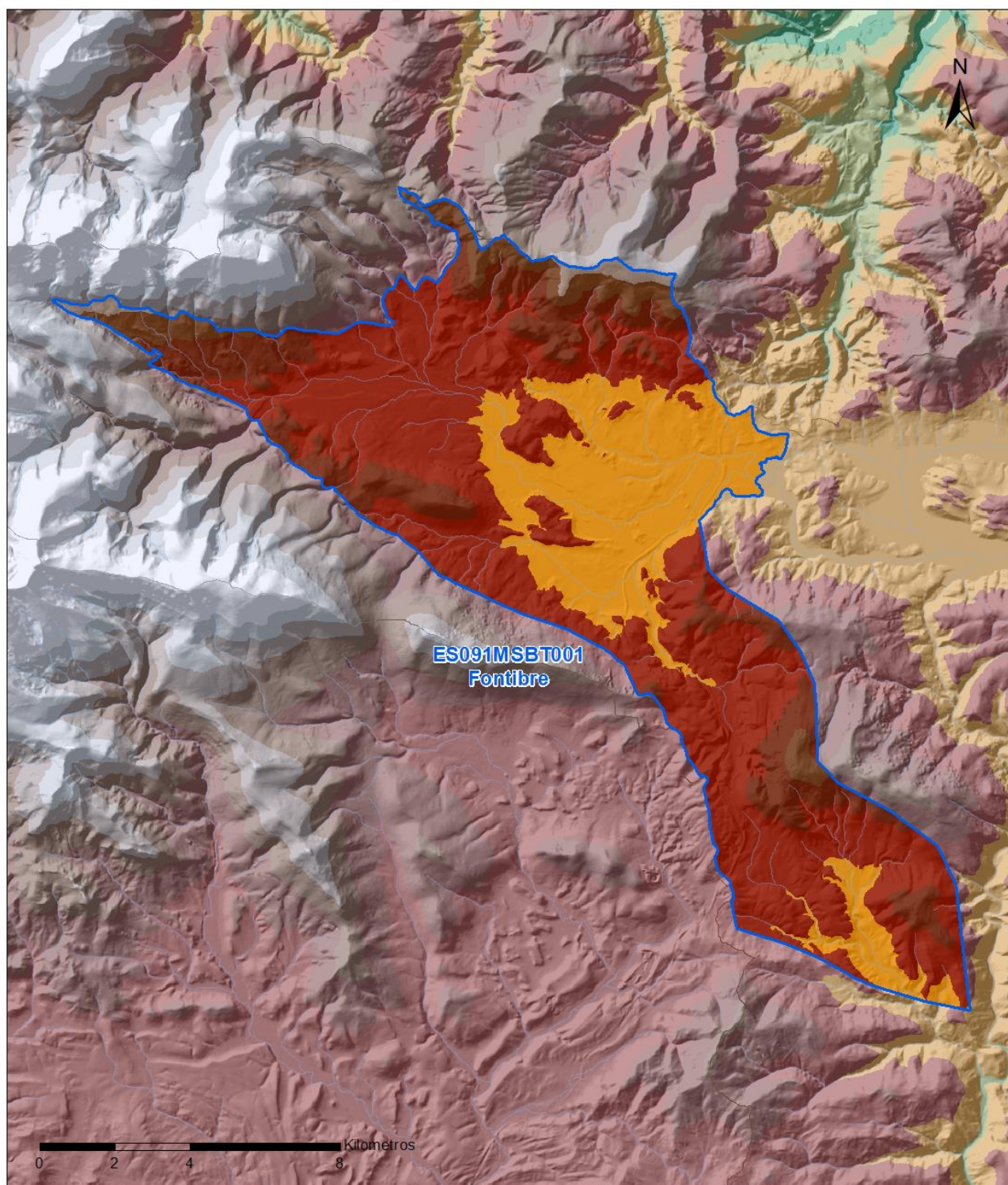
1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	404.906	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)	4.759.046		
Longitud (CENTROIDE)	-4,16633	Latitud (CENTROIDE)	42,97815		
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)	680		
Altitud mínima (m s.n.m.)	821	Altitud máxima (m s.n.m.)	1.500		
Área total de la MSBT (km²)	150				

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)



2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

Grupos de presiones	Tipos de presiones	Actividad	Presión Significativa
Fuentes puntuales	1.1	Vertidos urbanos	☐
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	☐
Fuentes puntuales	1.5	Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas	☒
Fuentes puntuales	1.6	Vertederos	☐
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	☐
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	☐
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	☐
Fuentes difusas	2.4	Transporte	☐
Fuentes difusas	2.5	Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas	☐
Fuentes difusas	2.8	Minería	☐
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	☐
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	☐
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	☐



- 1.5 Gasolineras
- 1.5 Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

Tipos de impactos	Situación que permite reconocer el impacto	Situación
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
V	Vanadio
Ni	Ni
Mo	Molibdeno
Cr	Cromo

Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)

Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)

Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)

Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)

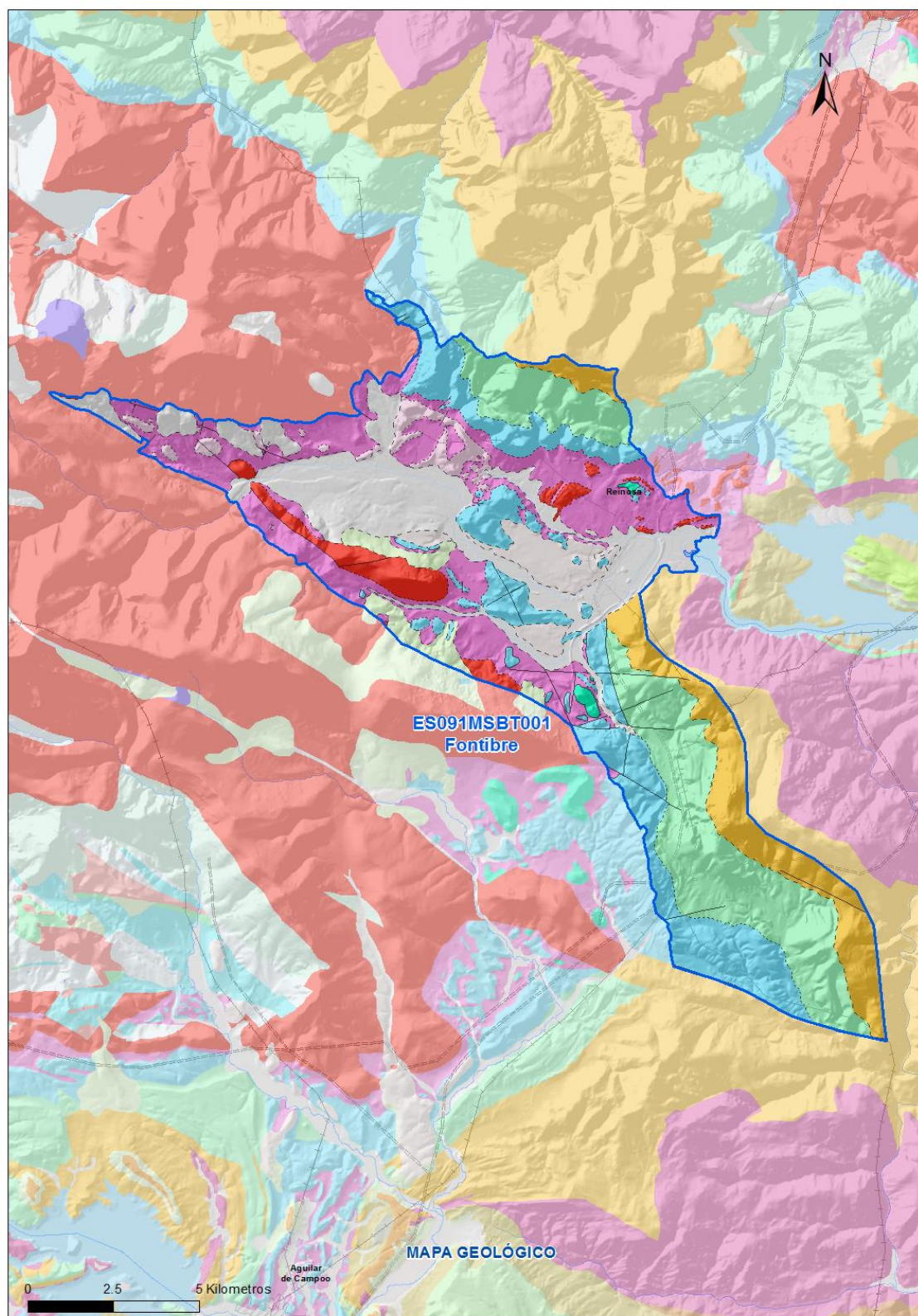
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Pirineos-Vascocantábrica

Cantábrica

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
711	Bloques, cantos, arcillas (Depósitos glaciares, canchales, coluviones de montaña)
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)
161	Margas, calizas y margocalizas
157	Dolomías, brechas dolomíticas, carníolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)
148	Lutitas y margas
141	Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)
137	Dolomías, calizas y margas (F. Muschelkalk)
58	Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)
12	Ofitas y rocas volcánoclasticas (Ofitas del Keuper)

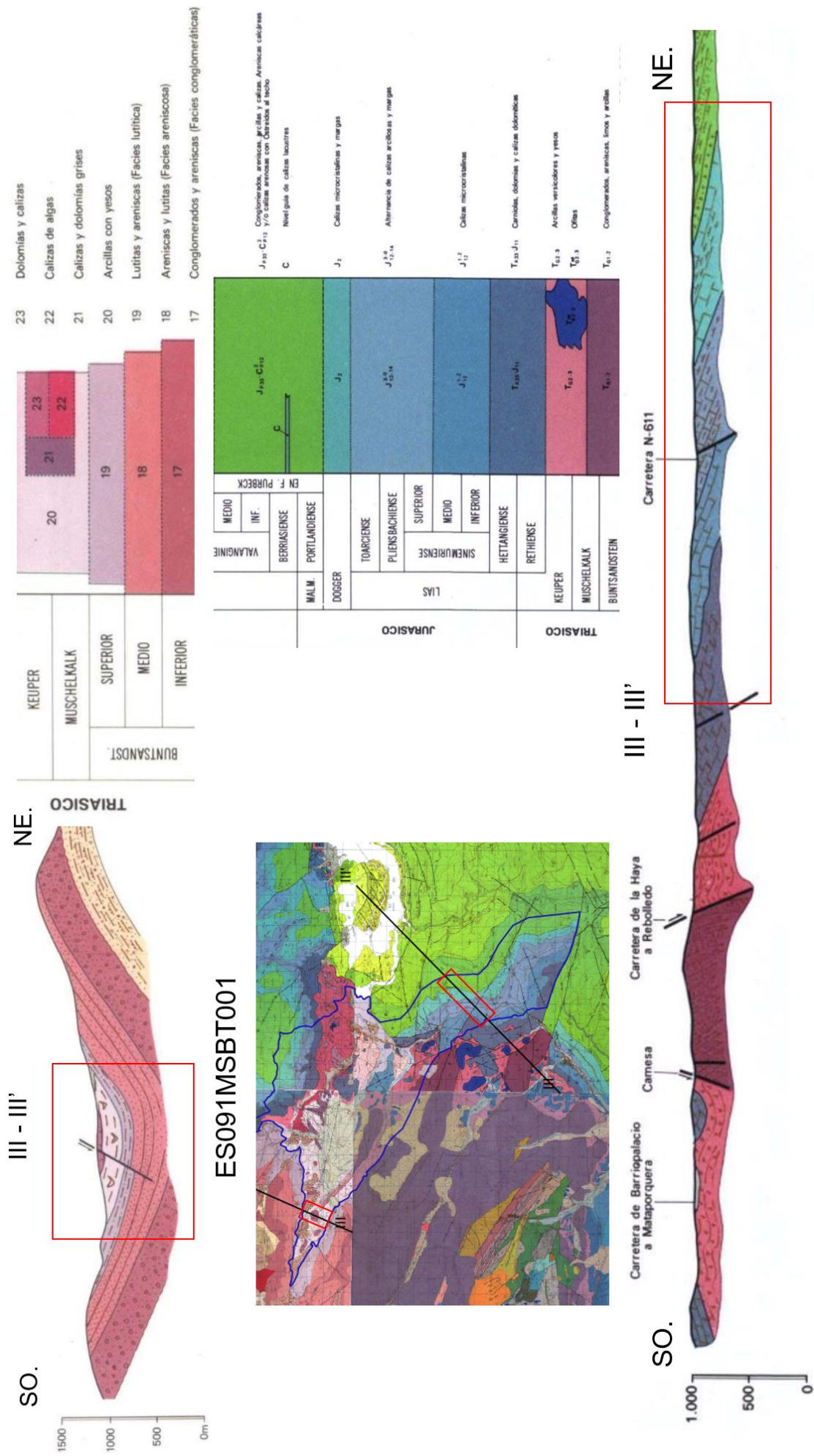
3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Bloques, cantos, arcillas (Depósitos glaciares, canchales, coluviones de montaña)	Cuaternario	Holoceno	3,83	Detrítica	2,56
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	27,03	Detrítica	18,04
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	5,60	Detrítica	3,74
Margas, calizas y margocalizas	Jurásico	Medio (Dogger)-Superior (Malm)	30,59	Carbonatada	20,41
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)	Triásico Superior-Jurásico Medio (Dogger)	Rethiense-Dogger	26,67	Carbonatada	17,79
Lutitas y margas	Jurásico Superior-Cretácico Inferior		15,18	Detrítica	10,13
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		30,37	Detrítica	20,26
Dolomías, calizas y margas (F. Muschelkalk)	Triásico	Medio	3,69	Carbonatada	2,47
Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)	Pérmico Superior-Triásico Inferior		6,31	Detrítica	4,21

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Bloques, gravas, arenas, limos y arcillas	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	
Lutitas y margas	Jurásico-Cretácico	Superior-Inferior	
Margas, calizas y margocalizas	Jurásico	Medio-superior	
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos	Triásico-Jurásico	Superior-Medio	
Arcillas abigarradas y yesos con margas y areniscas	Triásico	Superior	
Ofitas y rocas volcanoclásticas	Triásico	Superior	
Dolomías, calizas y margas	Triásico	Medio	
Areniscas, conglomerados y lutitas rojas	Triásico-Pérmico	Superior-Inferior	

3.5 CORTES GEOLÓGICOS



3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Fontibre se ubica en el borde occidental de la Cordillera Cantábrica (dominio Vasco-Cantábrico) y está constituida fundamentalmente por materiales mesozoicos plegados y fallados formando estructuras de dirección E-O y NO-SE que se amoldan a las directrices hercínicas dominantes en el borde oriental del macizo asturiano. Estas directrices pueden estar asociadas a las dislocaciones del zócalo con un cierto despegue del Mesozoico al nivel del Keuper.

Los materiales triásicos afloran en el sector noroccidental de la masa de agua y se componen de una serie terrígena de areniscas, limolitas, arcillas y conglomerados de las facies Bundsanstein, dolomías y calizas del Muschelkalk y por el Keuper que se distribuye formando amplias manchas de arcillas y yesos que dan lugar a la intrusión de masas ofíticas localizados en las zonas de Cervatos y Fresno del Río. El Jurásico aflora al norte y en el sector suroriental de la masa de agua. Se compone por la serie carbonatada del Rethiense-Hettangiense compuesta por varios niveles de carniolas, calizas microcristalina y brechas calcareo-dolomíticas que constituyen el acuífero del Suprakeuper-Lias y por el Dogger compuesto por una alternancia de calizas y margas. Todo el Jurásico se encuentra formando una serie monoclinal que en el borde sureste se pierde bajo el Dominio Vasco Cantábrico. Finalmente se reconocen las facies Purbeck y Weald, del Jurásico Superior-Cretácica Inferior que constituyen el límite SE de la masa de agua. Se componen de una potente serie detrítico-terrágena con intercalaciones calcáreas a diferentes niveles que presentan importantes variaciones de facies y espesor.

El cuaternario también está presente tapizando los fondos de valle. Corresponde a los cantos con matriz arcillosa de los coluviones y las gravas y arenas que forman las terrazas de los ríos Hija, Izarilla y Ebro.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

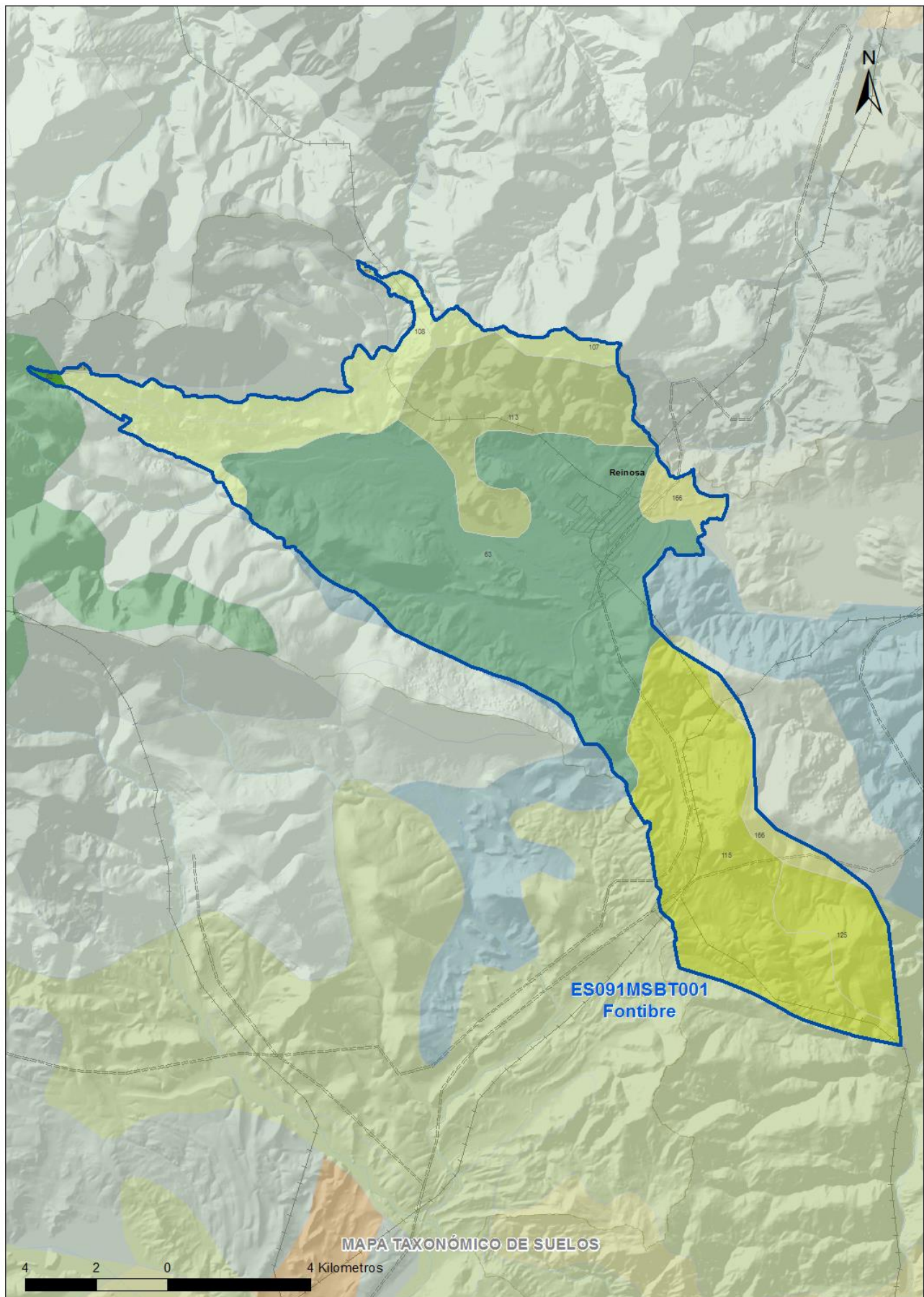
Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	26	26
Espesor Medio Z.N.S. (m)	26	
Litología Z.N.S.	Gravas, arenas, limos	

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km ²)	% Afloramiento en la MSBT
ENTISOL, AQUENT, EPIAQUENT	64	42,64
ENTISOL, ORTHENT, CRYORTHENT	0	0,17
ENTISOL, ORTHENT, USTORTHENT	39	26,21
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	41	27,07
INCEPTISOL, USTEPT, DYSTRUSTEPT	6	3,91

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA



MSBT



Red Hidrografica



DDHH

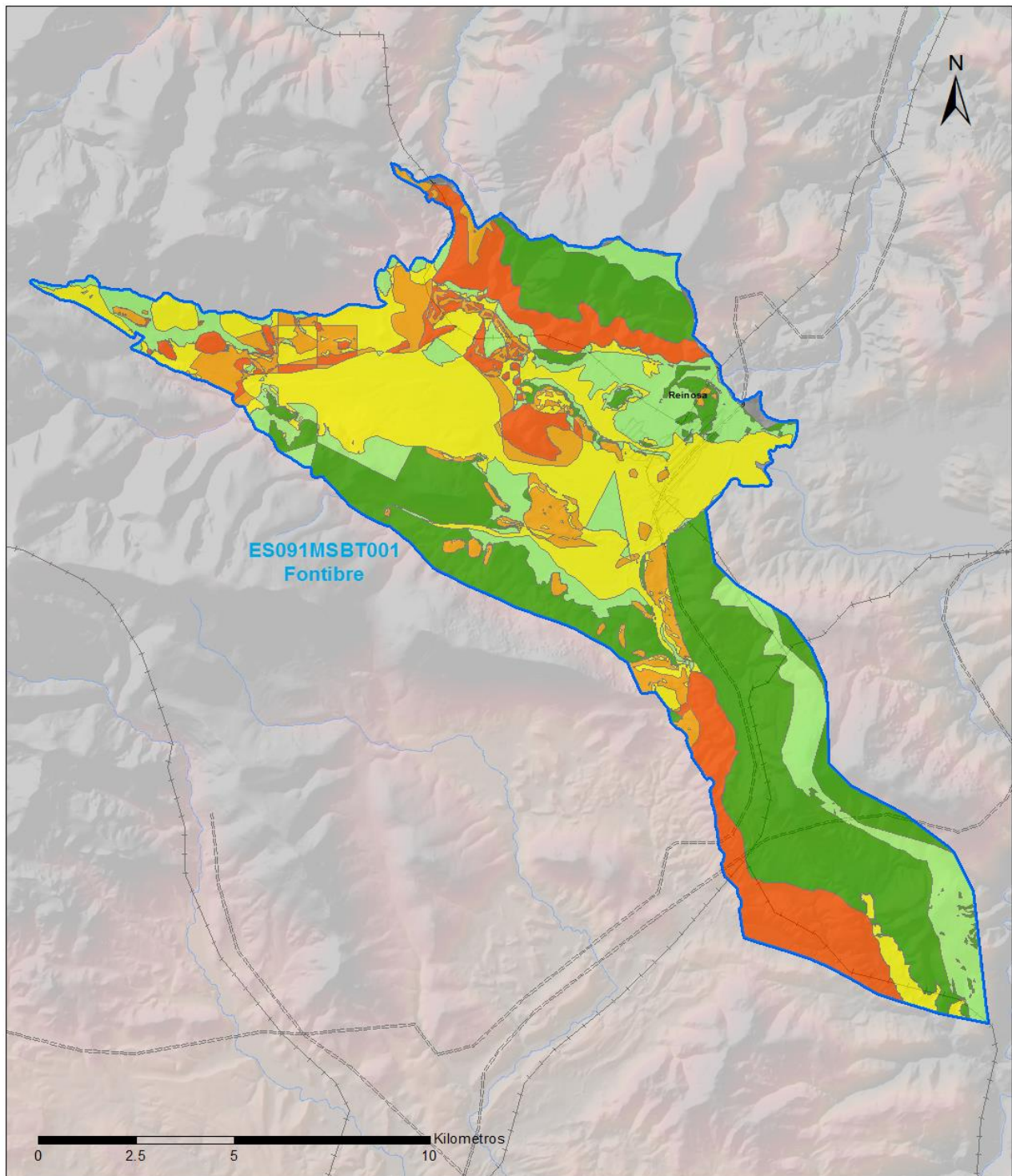
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
63	ENTISOL, AQUENT, EPIAQUENT, NO GRUPO2, EPIAQUEPT, NO ASOCIA2, Haplorthod, Haplorthod
82	ENTISOL, ORTHENT, CRYORTHENT, DYSTROCRYEPT, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
107	ENTISOL, ORTHENT, USTORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplustept, NO INCLUSION2
108	ENTISOL, ORTHENT, USTORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Ustifluent, NO INCLUSION2
113	ENTISOL, ORTHENT, USTORTHENT, DYSTRUSTEPT, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplustept, NO INCLUSION2
115	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, (Haploxerept), NO INCLUSION2
125	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
166	INCEPTISOL, USTEPT, DYSTRUSTEPT, NO GRUPO2, HAPLORTHOD, (USTORTHENT), Haplohumod, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		COP	
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT	
Muy Alta	0 - 0,5	13,76	
Alta	0,5 - 1	8,91	
Moderada	1 - 2	24,67	
Baja	2 - 4	18,74	
Muy Baja	4 - 15	33,10	

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

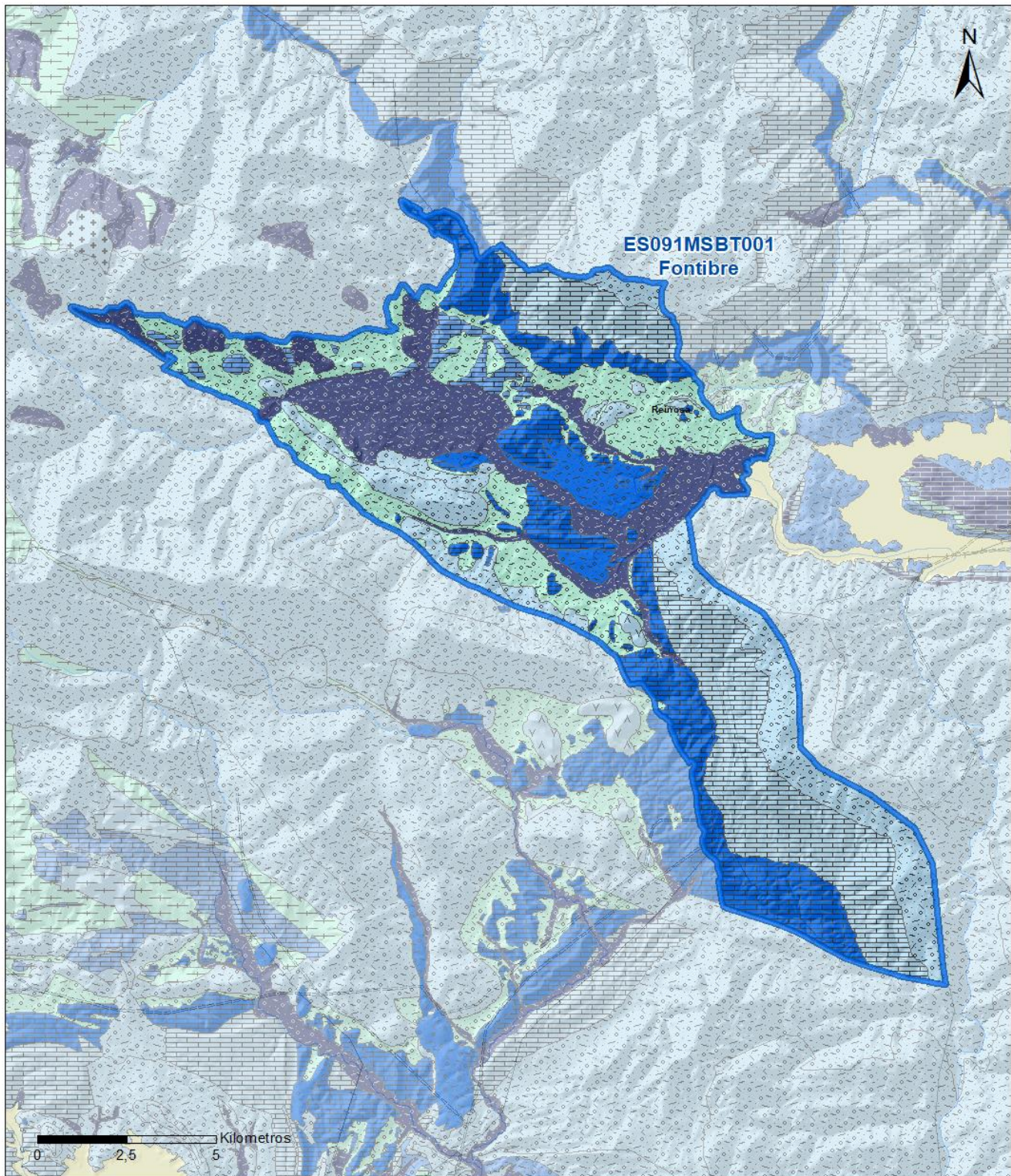
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Sur	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	Quintanilla-Peñahorada-Las Loras
Este	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Norte	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	Cabuérniga

Descripción límites hidrogeológicos:

La MSBT del Fontibre (ES091MSBT001) limita al norte con la MSBT de Cabuérniga (ES018MSBT012-015), perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (Occidental), al sur con la MSBT de Quintanilla-Peñahorada-Las Loras (30900004), perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Duero, caracterizándose los dos límites anteriores por no tener conexión hídrica (divisoria de cuencas), y los límites este y oeste están en contacto con materiales impermeables, por lo que no se definen masas de agua colindantes.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA



MSBT

PERMEABILIDAD



Masa de agua superficial



MUY ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, CARBONATADAS



MEDIA, CARBONATADAS



BAJA, DETRÍTICAS



BAJA, CARBONATADAS



BAJA, VOLCÁNICAS



MUY BAJA, DETRÍTICAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km²)
			Sistema	Serie		
Muschelkalk	Dolomías y calizas	Media-Alta	Triásico	Medio	50-150	4
Rhetiense-Lías	Calizas, dolomías y carniolas	Media-Alta	Triásico-Jurásico	Superior-Medio (Dogger)	300-400	57
Cuaternario	Bloques, gravas, arenas, limos y arcillas	Media-Alta	Cuaternario	Pleistoceno - Holoceno		37

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Muschelkalk	4	2,50	Libre	50-150	Karstificación-Fisuración	Muschelkalk
Superkeuper-Lías	27	17,80	Libre	300-400	Karstificación-Fisuración	Rhetiense-Lías
Dogger	31	20,40	Libre	750	Karstificación-Fisuración	Rhetiense-Lías
Cuaternario Aluvial	33	21,80	Libre		Intergranular	Cuaternario
Cuaternario Coluvial	4	2,60	Libre		Intergranular	Cuaternario

Descripción general:

La MSBT Fontibre está constituida por cinco (5) acuíferos, y la relación con las FGP descritas es variable, con situaciones de relación de un acuífero a una FGP (como el Muschelkalk), dos acuíferos a una FGP (como los acuíferos Cuaternario coluvial y Cuaternario aluviales asociados a FGP Cuaternario; y los acuíferos Dogger y Superkeuper-Lías a la FGP Rhetiense-Lías). De todos los acuíferos detallados el de mayor relevancia en esta MSBT, con más de un 50 % de afloramiento en conjunto, son los acuíferos Dogger y Superkeuper-Lías a la FGP Rhetiense-Lías, con muy buen desarrollo de sistemas de karstificación, lo que genera por una fuerte anisotropía en los valores de transmisividad y una elevada heterogeneidad de la permeabilidad como consecuencia de esos grandes huecos y vías de circulación. El segundo acuífero de interés corresponde al formado por la FGP Cuaternario.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m²/día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Muschelkalk	Muschelkalk	Ensayo de bombeo	28,20	51,60		

Descripción general:

Los valores de transmisividad se obtienen a partir de los análisis del ensayo de bombeo realizado en el piezómetro 090.001.001 (según informe piezómetro de Fontibre 090.001.001)

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

El funcionamiento hidrogeológico en la MSBT Fontibre está principalmente condicionado por las características de los principales acuíferos carbonatados (Dogger, Superkeuper-Lías y Muschelkalk), que se definen por su deformación, fracturación y sistemas kársticos asociados. En menor medida, un funcionamiento secundario asociado a los acuíferos detríticos (Cuaternario coluvial y aluvial), condicionado por la porosidad intergranular. El acuífero del Suprakeuper-Lías, en el sector de Fontibre, se recarga a partir de las infiltraciones en los afloramientos permeables y por aportes del río Marlantes (carácter perdedor en todo su recorrido), y la circulación y descarga se producen en dirección NO-SE y S-N hacia los cauces del río Polla. La parte más septentrional de este sector se descarga por el flanco norte directamente al aluvial de los ríos Irazilla e Hijar o bien en dirección SE hacia el nacimiento del río Polla, nivel de base de todo el sector.

En el sector septentrional del acuífero del Suprakeuper-Lías, al norte de Reinosa y Fontibre, el drenaje se realiza hacia los cauces del río Merdero y arroyo de las Cabezas en la cuenca del Ebro y a través del río Besaya en la Cuenca Norte. Y finalmente en el sector meridional del acuífero del Suprakeuper-Lías, las direcciones de flujo son NE-SO y NO-SE, coincidentes con la red de drenaje superficial.

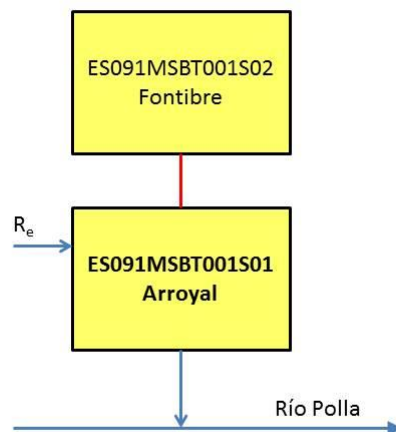
El acuífero del Muschelkalk se recarga a partir de las superficies de afloramiento de algo menos de 3 km² en el sector de Fontibre-Espinilla, por la superficie infrayacente bajo los depósitos cuaternarios, así como en los pequeños retazos diseminados por el borde meridional de la Sierra de Cantabria (la Sierra del Cordal), entre Espinilla y Sopeña a lo largo de toda la margen izquierda del arroyo Guares. El sustrato impermeable de este nivel acuífero, así como sus límites septentrionales, occidentales y orientales, vienen definidos por las arcillas de baja permeabilidad del Muschelkalk Medio y del Keuper que le impondrán un carácter cerrado. Es posible que exista una conexión profunda en el límite occidental con el Bundsandstein a través de una fractura de dirección NO-SE discurriente por el del sinclinal del Cordal. El único límite abierto se encuentra en el borde meridional del acuífero, conectado hidráulicamente con los depósitos aluviales del río Hijar y el arroyo Celadas, de donde recibe los máximos aportes. El funcionamiento del sistema consiste en los aportes procedentes de las pérdidas del río Hijar en el tramo comprendido entre Paracuellos y El Reguero, que recargan mediante transferencias subterráneas el acuífero del Muschelkalk. La descarga en este acuífero se realiza a través de los manantiales y drenajes del acuífero hacia la red fluvial. Son importantes el manantial de Fontibre, nacedero del río Ebro y los manantiales situados a mayor cota en el contacto entre las dolomías y las margas arcillosas del Keuper.

Por último, los acuíferos cuaternarios se caracterizan por una recarga por infiltración desde las superficies y una descarga hacia la red fluvial y hacia los acuíferos carbonatados sobre los que se depositan.

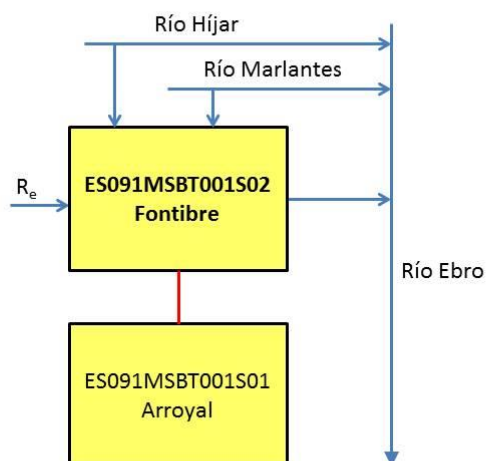
5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT001S01	Arroyal
Esquema: ES091MSBT001S01	



Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT001S02	Fontibre
Esquema: ES091MSBT001S02	

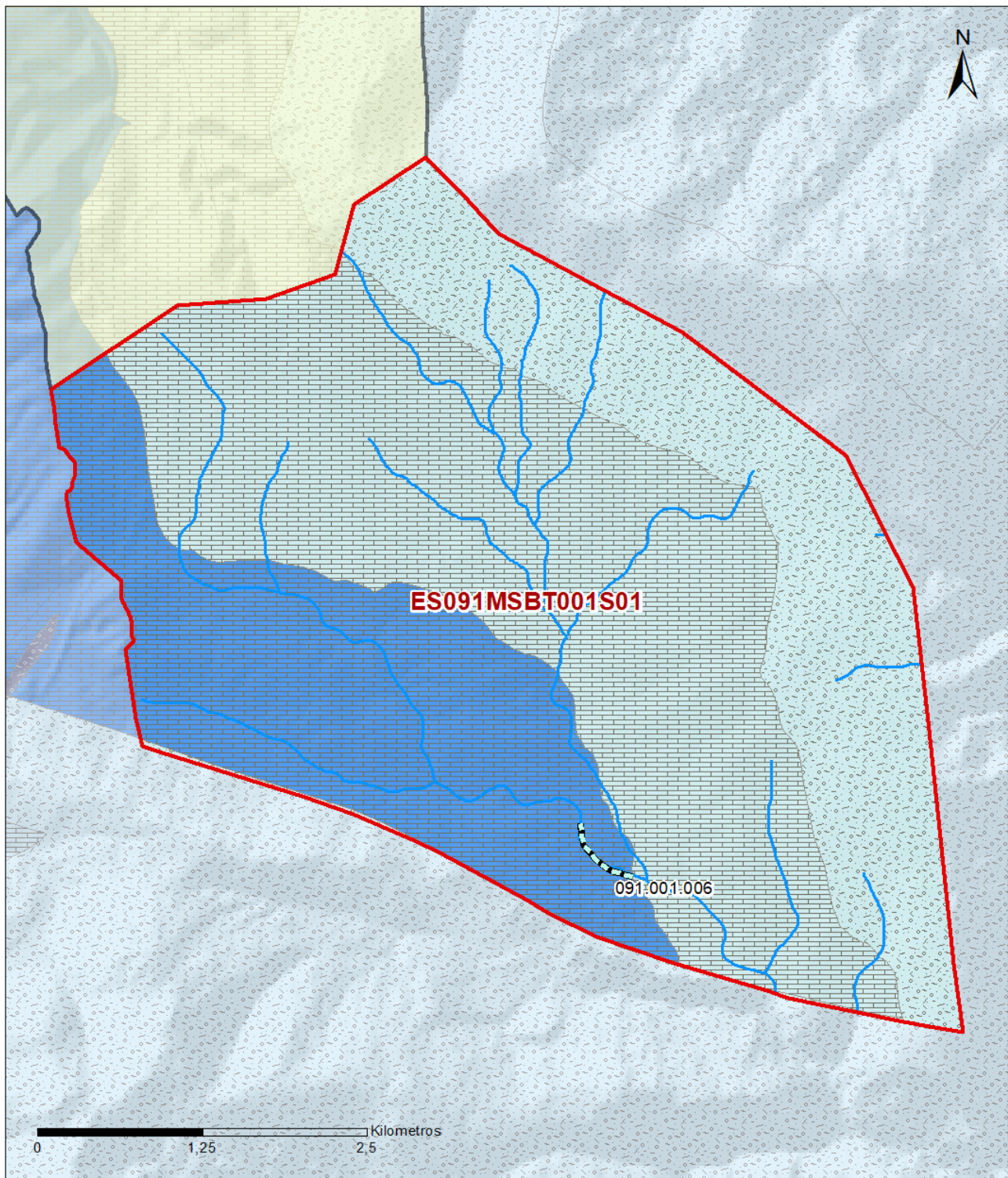


5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT001S01	ES091MSPF469	Río Polla desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro.	Descarga a manantial	091.001.006
ES091MSBT001S02	ES091MSPF465	Río Ebro desde su nacimiento hasta la cola del Embalse del Ebro (incluye ríos Izarilla y Marlantes).	Descarga a manantial	091.001.002
ES091MSBT001S02	ES091MSPF465	Río Ebro desde su nacimiento hasta la cola del Embalse del Ebro (incluye ríos Izarilla y Marlantes).	Descarga a manantial	091.001.003
ES091MSBT001S02	ES091MSPF465	Río Ebro desde su nacimiento hasta la cola del Embalse del Ebro (incluye ríos Izarilla y Marlantes).	Recarga difusa de cauce al recinto	091.001.004
ES091MSBT001S02	ES091MSPF465	Río Ebro desde su nacimiento hasta la cola del Embalse del Ebro (incluye ríos Izarilla y Marlantes).	Descarga a cauce	091.001.005
ES091MSBT001S02	ES091MSPF841	Río Híjar desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.001.001

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 (hm ³ /año)	Rango (hm ³ /año)	Coefficiente de reparto (%)	Relación unitaria de transferencia (L/s/m)
ES091MSBT001S01	091.001.006	837	0,00370	6,08		100	
ES091MSBT001S02	091.001.001			24,50		0	
ES091MSBT001S02	091.001.002	880	0,00370	35,91	28,38-43,45	47	
ES091MSBT001S02	091.001.003	849	0,00370	4,54		6	
ES091MSBT001S02	091.001.004					0	
ES091MSBT001S02	091.001.005	854	0,00540	36,23		47	

**LEYENDA**

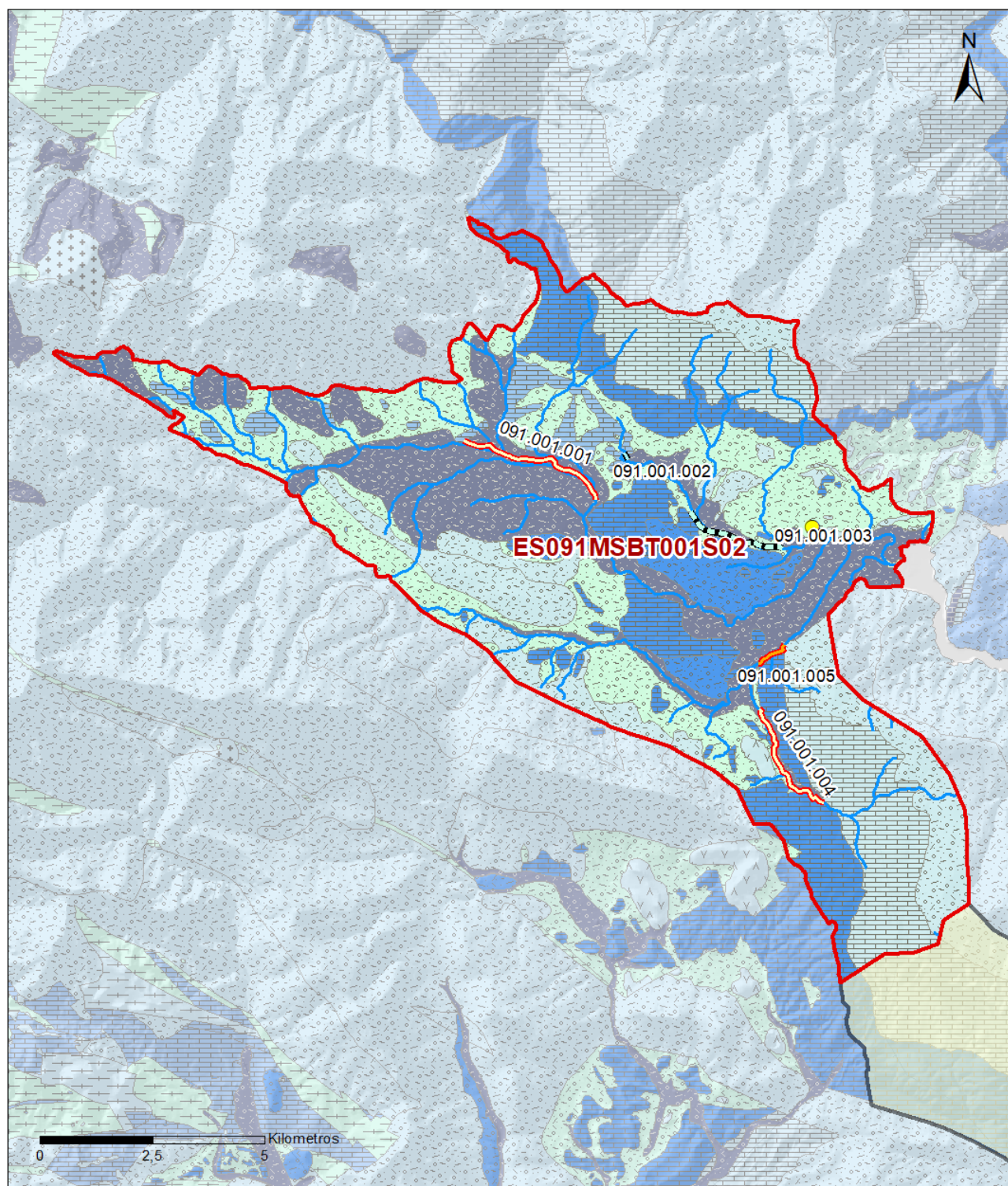
-  Recintos Hidrogeológicos
-  MSBT
-  Red hidrográfica

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 a favor de un grupo de manantiales asociados al cauce o a tributarios

**LEYENDA**

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

- Río ganador con conexión difusa directa
- Río perdedor con conexión difusa indirecta por sumideros
- Río ganador a favor de un manantial asociado al cauce o un tributario
- Río ganador a favor de un grupo de manantiales asociados al cauce o a tributarios

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

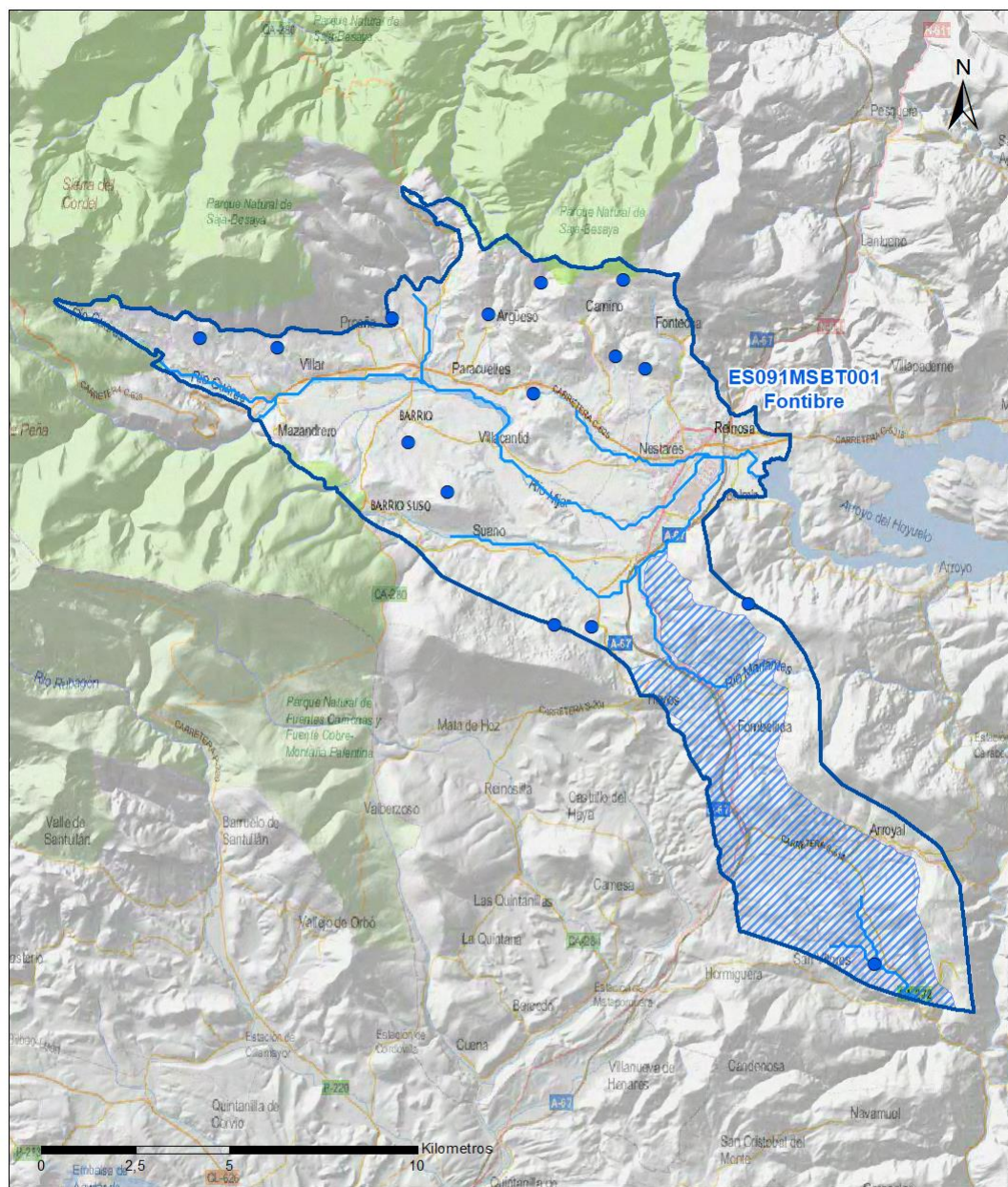
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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)	15	☒	☐		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	18	☐	☒	0	0,31
Zonas de futura captación de agua para consumo humano	1	☐	☒	36	24,16
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)		☐	☐		
Perímetros de protección de aguas minerales y termales		☐	☐		

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

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

- Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC)
- 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	17,19	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF	24,50	Extracciones	0,84
Transf. lateral otras MSBT		Transf. lateral otras MSBT	
Retornos de riego	0,00		
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	41,69	Salidas Totales	0,84
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RA)		40,85	

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)	37,34
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año)	0,83
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año)	7,40
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año)	29,89
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,03

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año)	41,69
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año)	0,84
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año)	8,34
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año)	33,35
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,03

"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

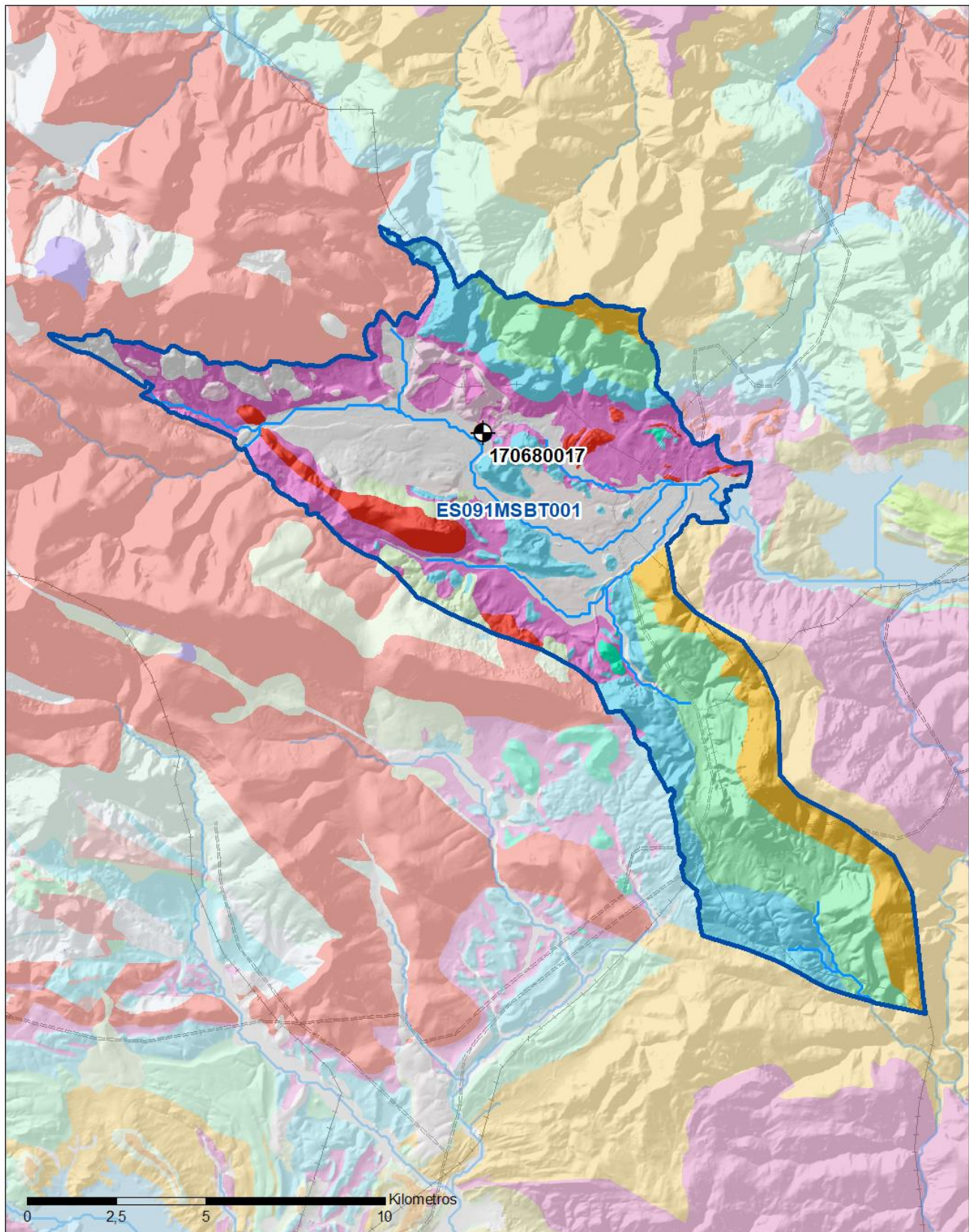
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
170680017	Piezometría	402.539	4.762.936	Suprakeuper-Lías	18/08/2010			115,0	898	☒	☐	☐

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

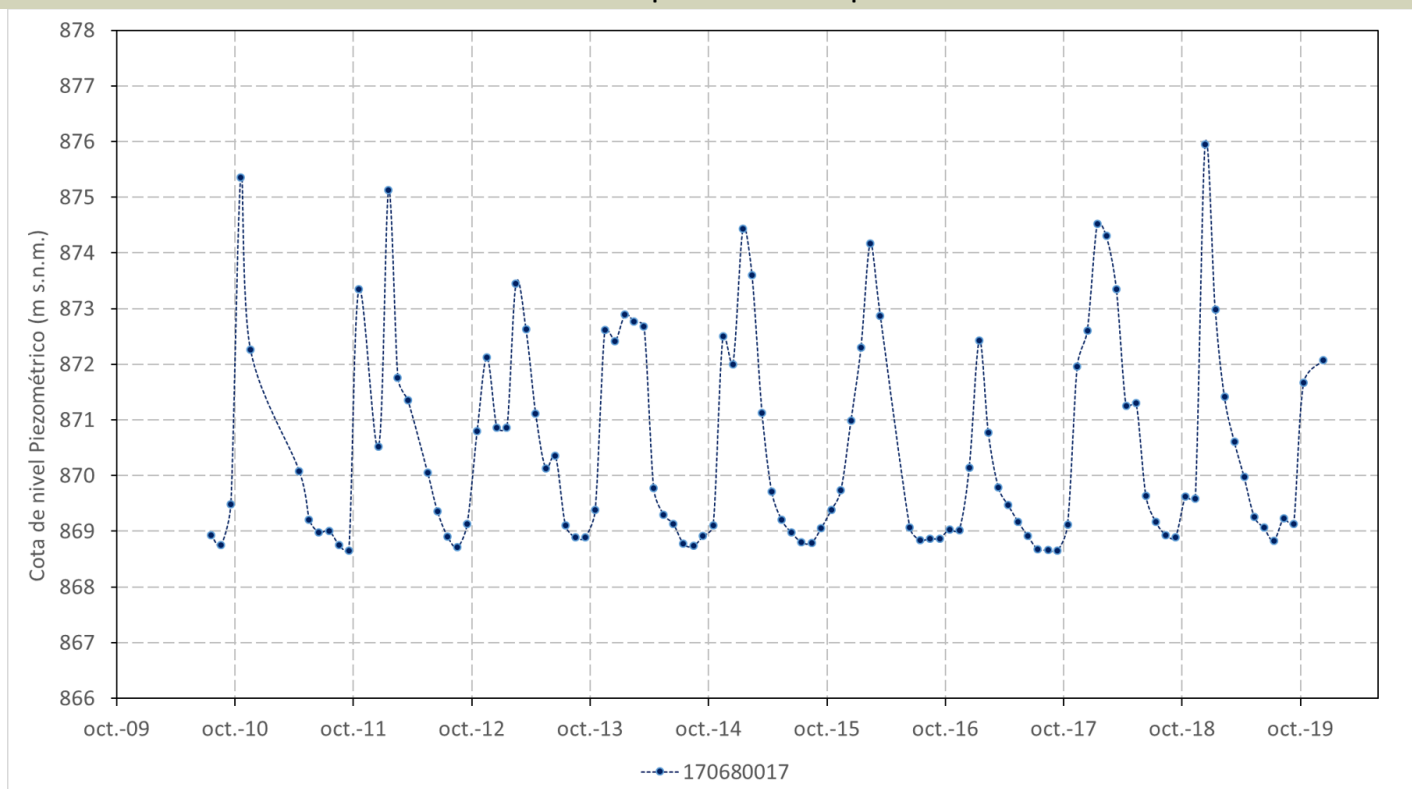
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

 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 en la masa de agua Fontibre tan solo dispone de un punto de control, activo desde el 2010 (IPA_170680017). Este piezómetro presenta un rango de variación entre los valores máximos y mínimos de 869 a 876 m, y presenta una marcada ciclicidad anual con subida del nivel freático en invierno y descenso en verano, y unas diferencias medias anuales entre máximos y mínimos de 6 a 8 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
170680017	2010	2020	1.568	879,3	868,4	870,4	10,9	0,31	Suprakeuper-Lías	No

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

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS MANANTIALES SELECCIONADOS

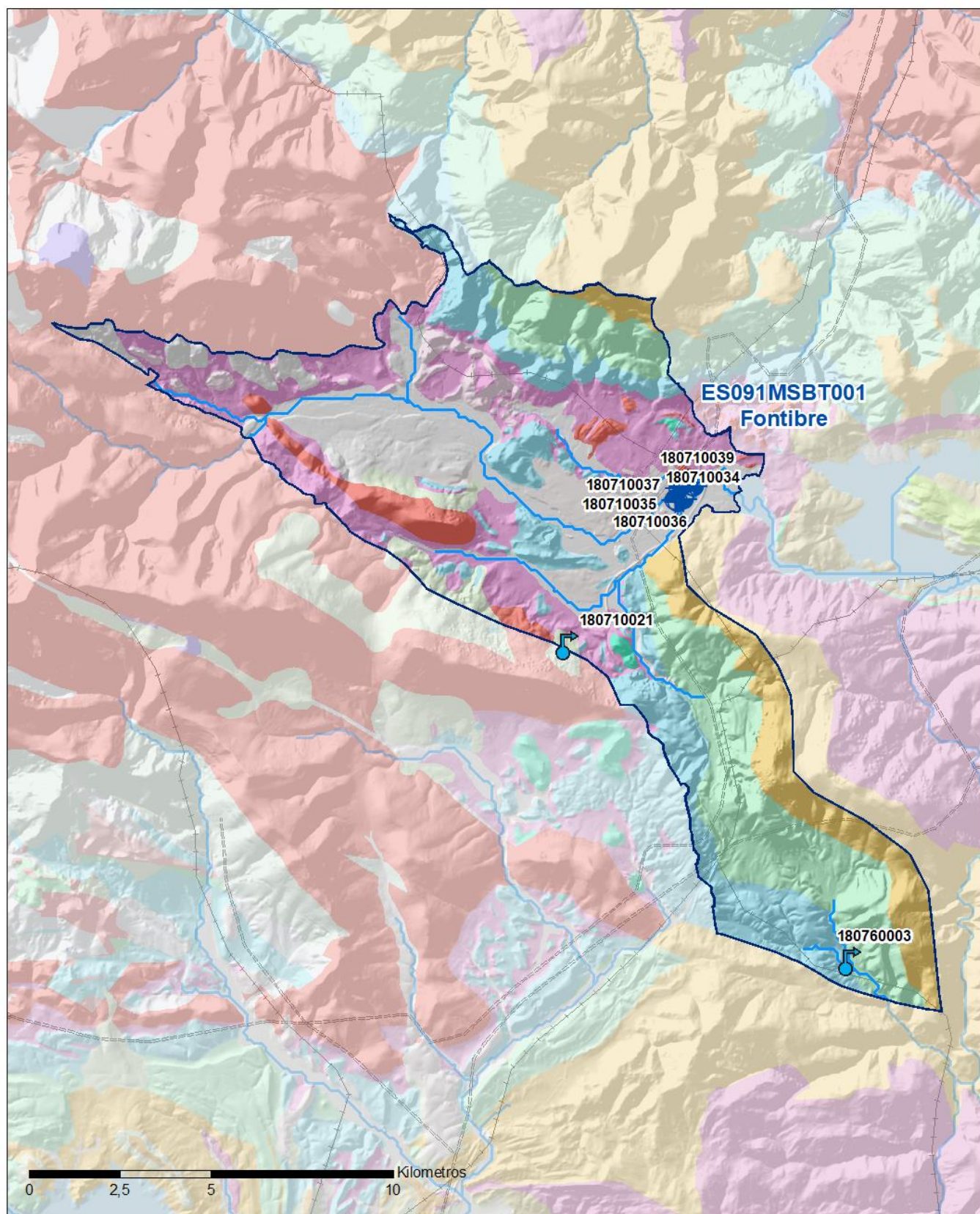
8.4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LAS TENDENCIAS DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS/CAUDALES

9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

9.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO QUÍMICO

Puntos de Muestreo		UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m)	Prof. (m)	Tipo Captación	Acuífero/FGP	Fecha inicio muestreo
Código	Nombre	X	Y					
180710021	Manantial de la Torre	404.572	4.756.824	950		MANANTIAL	Ac.Cuaternario Coluvial	18/05/2010
180710034	PZ RCON Reinoso 1	407.615	4.760.769	847	7,2	SONDEO	Ac.Cuaternario Aluvial	22/10/2013
180710035	PZ RCON Reinoso 2	407.533	4.760.828	847	31,2	SONDEO	Ac.Cuaternario Aluvial	22/10/2013
180710036	PZ RCON Reinoso 3	407.773	4.760.855	847	7,3	SONDEO	Ac.Cuaternario Aluvial	22/10/2013
180710037	PZ RCON Reinoso 4	407.623	4.761.148	846	7,2	SONDEO	Ac.Cuaternario Aluvial	22/10/2013
180710038	PZ RCON Reinoso 5	408.037	4.761.205	846	7,2	SONDEO	Ac.Cuaternario Aluvial	22/10/2013
180710039	PZ RCON Reinoso 6	407.892	4.761.309	845	6,2	SONDEO	Ac.Cuaternario Aluvial	22/10/2013
180760003	NACIMIENTO DEL RIO POLLA (MOLINO POLLA)	412.346	4.748.152	841		MANANTIAL	Suprakeuper-Lías	13/01/2003

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas		Uso Captación
Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
180710021	☐	☐	☒	☐	☐	
180710034	☐	☒	☐	☐	☐	
180710035	☐	☒	☐	☐	☐	
180710036	☐	☒	☐	☐	☐	
180710037	☐	☒	☐	☐	☐	
180710038	☐	☒	☐	☐	☐	
180710039	☐	☒	☐	☐	☐	
180760003	☒	☐	☐	☐	☐	



LEYENDA

 Red hidrográfica

 MSBT

Tipo de Captación

 MANANTIAL

 SONDEO

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
180760003	Calizas (Suprakeuper-Lías)	Sulfatada bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT Fontibre (2017)

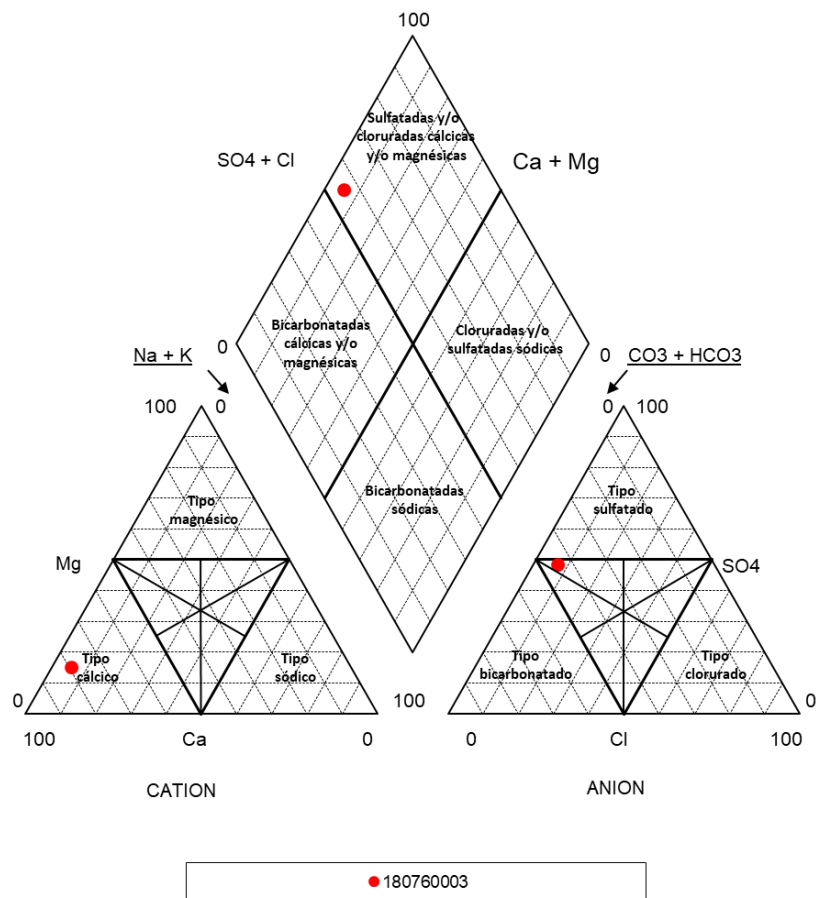
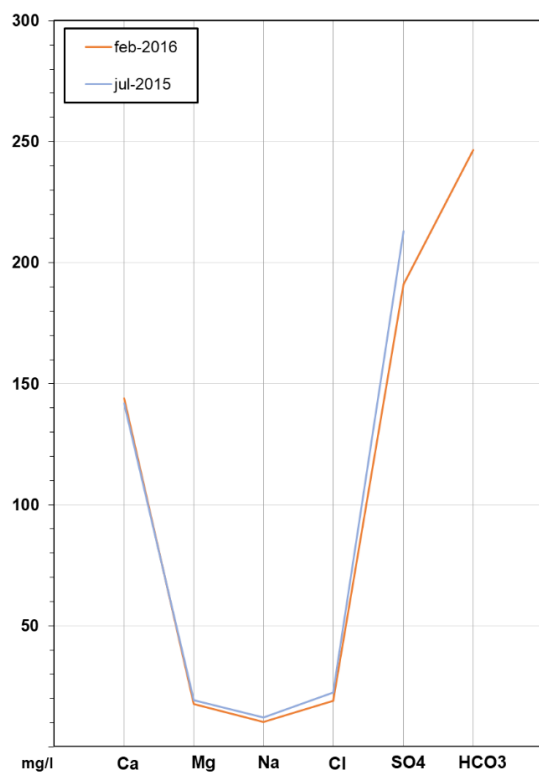


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 180760003

Fontibre_180760003 (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
Cromo (Cr)	µg/L				27,00

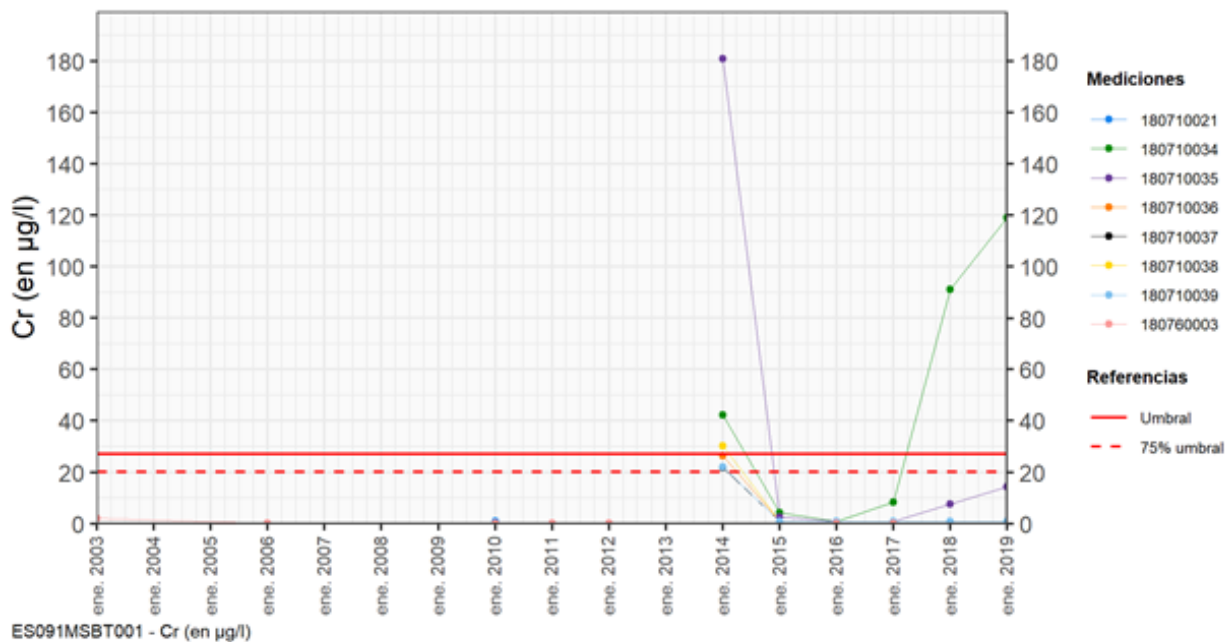
9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO

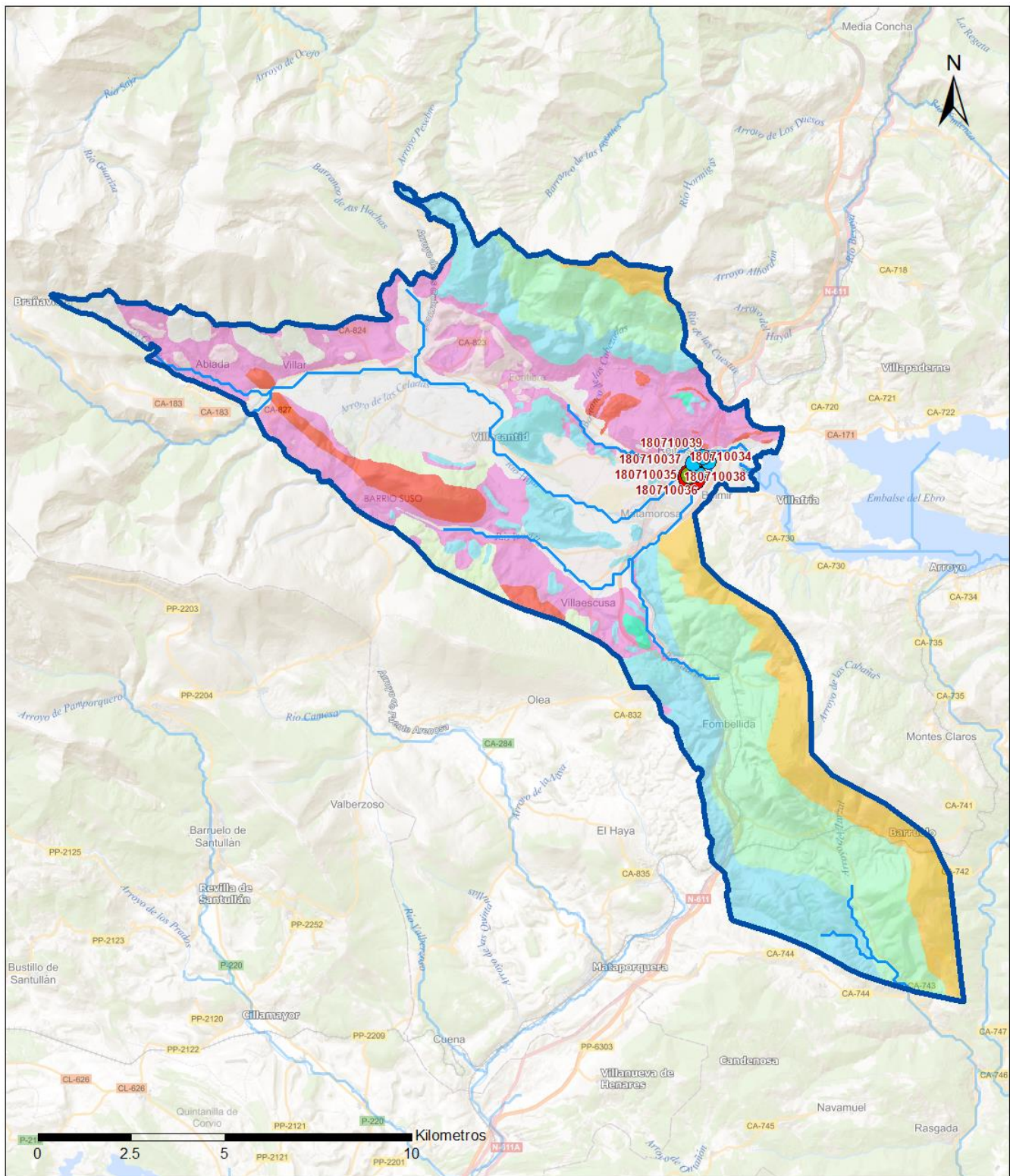
Nº 1

Cromo (Cr)

Gráficas de Evolución



Mapa de distribución actual



LEYENDA

Red hidrográfica
 MSBT:
 ES091MSBT001
 Fontibre

CROMO (µg/l) 2019

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 27
- >27

El Valor Umbral para el Cromo
 en esta MSBT es de: 27 µg/l

EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

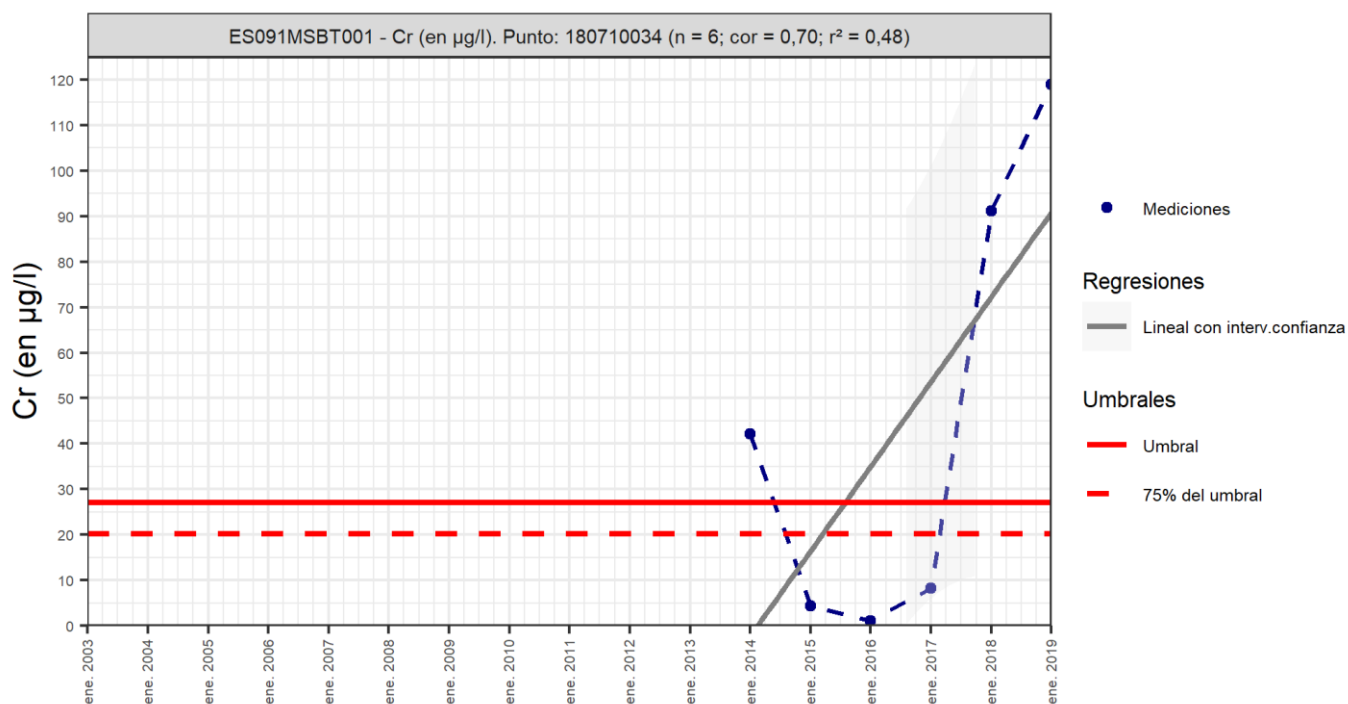
Selección de puntos para evaluación de tendencias

No se dispone de un número suficiente de datos anuales (> 8 datos) en concentración de cromo (Cr) y níquel (Ni) para el análisis de la tendencia de evolución química de estos parámetros en la MSBT

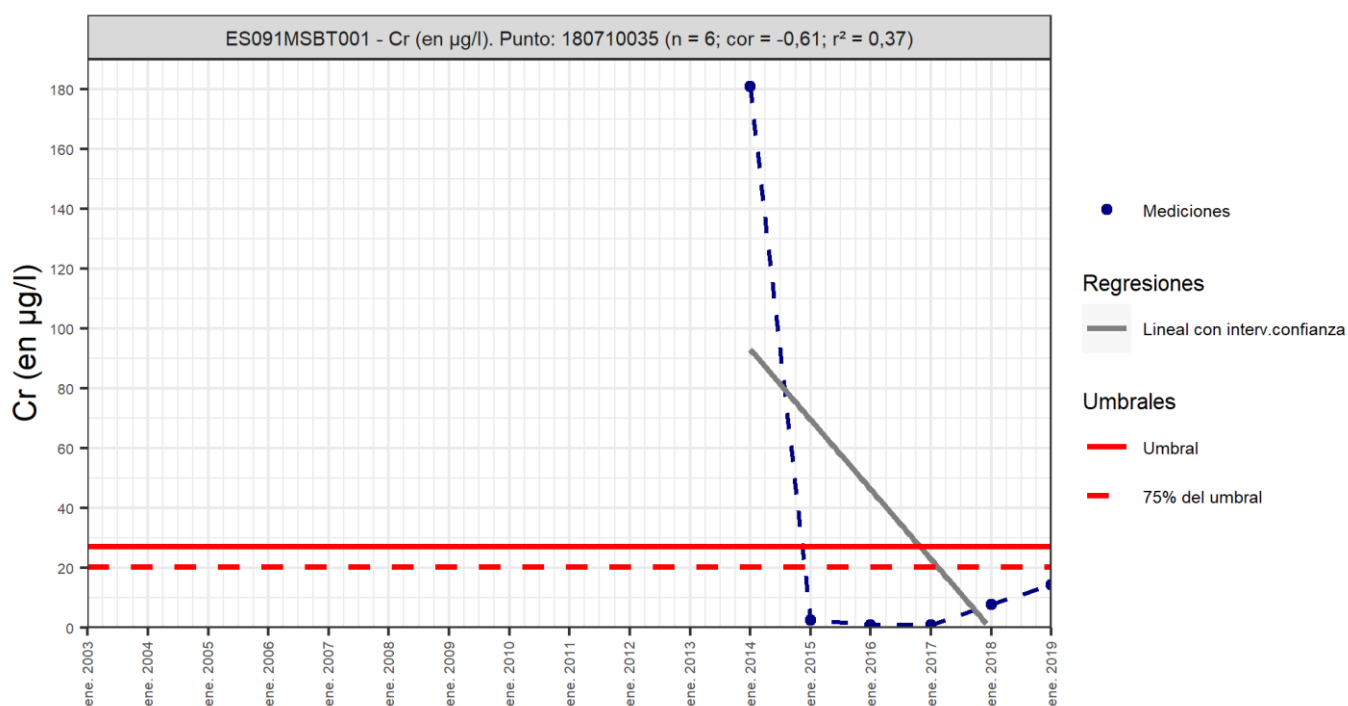
Gráfico de evaluación de tendencia

Cromo (Cr)

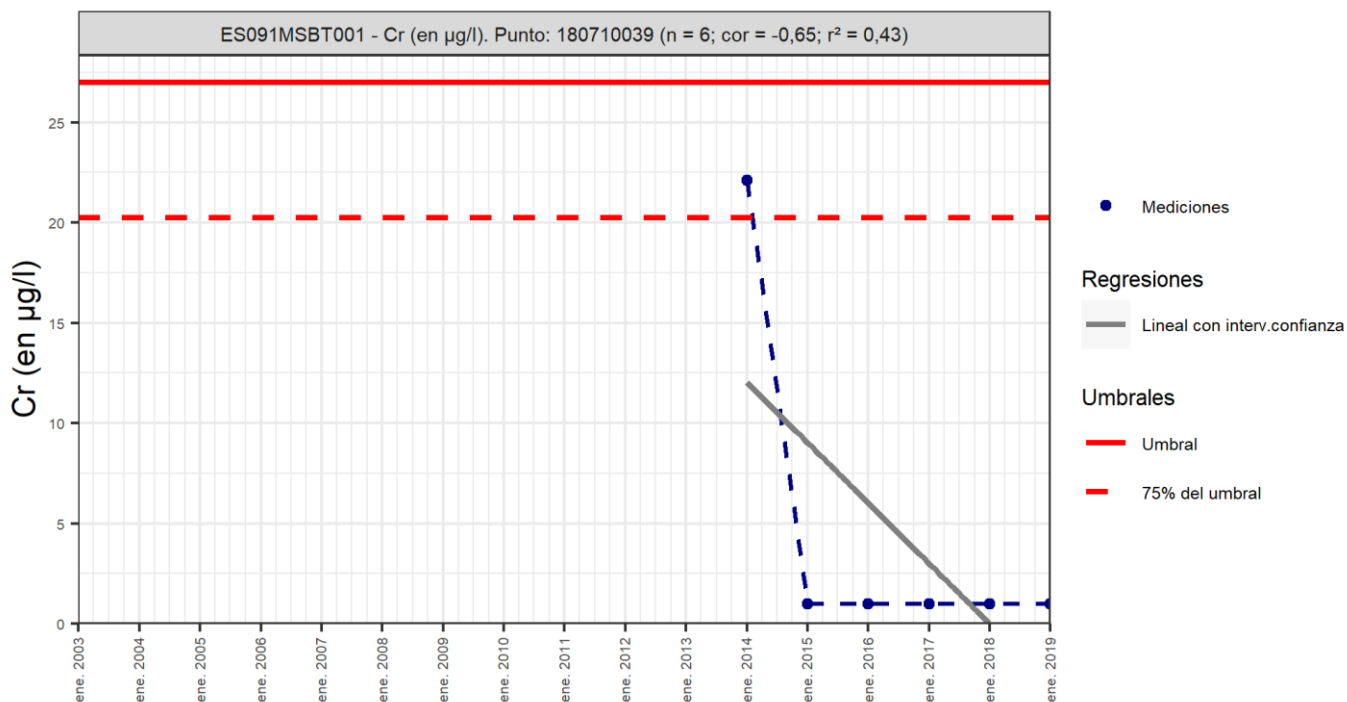
Código Punto 180710034



Código Punto 180710035



Código Punto 180710039



Análisis de tendencias

Resultados del análisis de tendencias

Cromo (Cr)

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
180710034	µg/L	Histórica	2014	2019	Anual	6					
180710035	µg/L	Histórica	2014	2019	Anual	6					
180710039	µg/L	Histórica	2014	2019	Anual	6					

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
180710034							
180710035							
180710039							

10.- CONCLUSIONES

La MSBT Fontibre se encuentra enclavada en el borde occidental de la Cordillera Cantábrica (dominio Vasco-Cantábrico) y está constituida fundamentalmente por materiales mesozoicos plegados y fallados formando estructuras de dirección E-O y NO-SE que se amoldan a las directrices hercínicas dominantes en el borde oriental del macizo asturiano. Estas directrices pueden estar asociadas a las dislocaciones del zócalo con un cierto despegue del Mesozoico al nivel del Keuper. El límite noroeste se define sobre la divisoria hidrográfica con la cuenca Norte hasta alcanzar al este el embalse del Ebro. El límite este discurre de forma más o menos paralela al río Ebro por las facies Purbeck-Weald.

Los materiales triásicos afloran en el sector noroccidental de la masa de agua, y se componen de una serie terrígena de areniscas, limolitas, arcillas y conglomerados de las facies Bundsanstein, dolomías y calizas del Muschelkalk y por el Keuper, que se distribuye formando amplias manchas de arcillas y yesos que dan lugar a la intrusión de masas ofíticas localizadas en las zonas de Cervatos y Fresno del Río. El jurásico aflora al norte y en el sector suroriental de la masa de agua. Se compone por la serie carbonatada del Rethiense-Hettangiense, compuesta a su vez por varios niveles de carniolas, calizas microcristalinas y brechas calcáreo-dolomíticas que constituyen el acuífero del Suprakeuper-Lias y por el Dogger, compuestos por una alternancia de calizas y margas. Todo el Jurásico se encuentra formando una serie monoclinal que en el borde sureste se pierde bajo el Dominio Vasco Cantábrico. Finalmente se reconocen las facies Purbeck-Weald, del Jurásico Superior-Cretácico Inferior, que constituyen el límite SE de la masa de agua. Se componen de una potente serie detrítico-terrágena con intercalaciones calcáreas a diferentes niveles que presentan importantes variaciones de facies y espesor. El cuaternario también está presente, tapizando los fondos de valle. Corresponde a los cantos con matriz arcillosa de los coluviones, y las gravas y arenas que forman las terrazas de los ríos Hijar, Izarilla y Ebro.

Las características hidrogeológicas y edafológicas del acuífero, clasificado como carbonatado, le confieren grado de vulnerabilidad intrínseco a la contaminación según el método COP de muy bajo a bajo al 51,8%, moderado a alto al 33,6 % y muy alto al 14 % de la superficie de la MSBT Fontibre.

Los límites hidrogeológicos de la MSBT son cerrados en su totalidad: el límite norte y el sur coinciden con los límites de las DH de Cantábrico (Occidental) y del Duero, respectivamente, con las cuales se define flujo nulo por las condiciones de divisorias de aguas entre las cuencas, y los límites este y oeste se caracterizan por estar en contacto con materiales impermeables del mioceno de la cuenca del Ebro, no existiendo masas de agua colindantes.

La MSBT Fontibre está constituida por cinco (5) acuíferos constituidos por tres (3) FGP, siendo la relación entre acuíferos y FGP variable, con situaciones de relación de un acuífero a una FGP (como el Muschelkalk) y de dos acuíferos a una FGP (como los acuíferos Dogger y Superkeuper-Lías a la FGP Rhetiense-Lías, y los acuíferos Cuaternario coluvial y Cuaternario aluviales a la FGP Cuaternario). Los acuíferos de mayor relevancia en esta MSBT, con más de un 50 % de afloramiento en conjunto, son el Dogger y el Superkeuper-Lías (FGP Rhetiense-Lías), con buen desarrollo de sistemas de carstificación, lo que genera una fuerte anisotropía en los valores de transmisividad, y una elevada heterogeneidad de la permeabilidad como consecuencia de esos grandes huecos y vías de circulación.

Los parámetros hidráulicos pueden ser dispares, fundamentalmente a causa de las variaciones texturales de los materiales que componen los diferentes acuíferos. Sólo se tienen valores de la transmisividad del acuífero Muschelkalk, obtenidos a partir de ensayos de bombeo, con valores de 28,2 y 51,6 m²/día.

El funcionamiento hidrogeológico en la MSBT Fontibre está principalmente condicionado por las características de los principales acuíferos carbonatados (Dogger, Superkeuper-Lías y Muschelkalk), que se definen por su deformación, fracturación y sistemas kársticos asociados. En menor medida, un funcionamiento secundario asociado a los acuíferos detríticos (Cuaternario coluvial y aluvial), condicionado por la porosidad intergranular. El acuífero del Suprakeuper-Lías, en el sector de Fontibre, se recarga a partir de las infiltraciones en los afloramientos permeables y por aportes del río Marlantes (carácter perdedor en todo su recorrido), y la circulación y descarga se producen en dirección NO-SE y S-N hacia los cauces del río Polla. La parte más septentrional de este sector se descarga por el flanco norte directamente al aluvial de los ríos Izarilla e Hijar o bien en dirección SE hacia el nacimiento del río Polla, nivel de base de todo el sector. En el sector septentrional del acuífero del Suprakeuper-Lías, al norte de Reinosa y Fontibre, el drenaje se realiza hacia los cauces del río Merdero y arroyo de las Cabezas en la cuenca del Ebro y a través del río Besaya en la Cuenca Norte. Y finalmente en el sector meridional del acuífero del Suprakeuper-Lías, las direcciones de flujo son NE-SO y NO-SE, coincidentes con la red de drenaje superficial. El acuífero del Muschelkalk se recarga a partir de las superficies de afloramiento de algo menos de 3 km² en el sector de Fontibre-Espinilla, por la superficie infrayacente bajo los depósitos cuaternarios, así como en los pequeños retazos diseminados por el borde meridional de la Sierra de Cantabria (la Sierra del Cordal), entre Espinilla y Sopeña a lo largo de toda la margen izquierda del arroyo Guares. El sustrato impermeable de este nivel acuífero, así como sus límites septentrionales, occidental y oriental, vienen definidos por las arcillas de baja permeabilidad del Muschelkalk Medio y del Keuper que le impondrán un carácter cerrado. Es posible que exista una conexión profunda en el límite occidental con el Bundsandstein a través de una fractura de dirección NO-SE discuriente por el del sinclinal del Cordal. El único límite abierto se encuentra en el borde meridional del acuífero, conectado hidráulicamente con los depósitos aluviales del río Hijar y el arroyo Celadas, de donde recibe los máximos aportes. El funcionamiento del sistema consiste en los aportes procedentes de las pérdidas del río Hijar en el tramo comprendido entre Paracuellos y El Reguero, que recargan mediante transferencias subterráneas el acuífero del Muschelkalk. La descarga en este acuífero se realiza a través de los manantiales y drenajes del acuífero hacia la red fluvial. Son importantes el manantial de Fontibre, nacedero del río Ebro y los manantiales situados a mayor cota en el contacto entre las dolomías y las margas arcillosas del Keuper.

Por último, los acuíferos cuaternarios se caracterizan por una recarga por infiltración desde las superficies y una descarga hacia la red fluvial y hacia los acuíferos carbonatados sobre los que se depositan.

En la MSBT se han identificado dos recintos hidrogeológicos correspondientes al Arroyal (ES091MSBT001S01) en el que la MSPF asociada es el río Polla; y el recinto ES091MSBT001S02 con la MSPF asociadas son los ríos Híjar, Marlantes y Ebro.

En el tercer ciclo de planificación hidrológica se establecieron, para la MSBT Fontibre, unos recursos disponibles de 25,02 hm³/año, sobre unos recursos renovables de 37 hm³/año. La salida de agua subterránea se corresponde con las extracciones por bombeo que se estimaron en 0,84 hm³/año, lo que tiene como consecuencia que el índice de explotación de ésta masa de 0,03.

La red de control piezométrico en la masa de agua Fontibre tan solo dispone de un punto de control, activo desde el 2010 (IPA_170680017). Este piezómetro presenta un rango de variación entre los valores máximos y mínimos de 869 a 876 m, y presenta una marcada ciclicidad anual con subida del nivel freático en invierno y descenso en verano, y unas diferencias medias anuales entre máximos y mínimos de 6 a 8 m. La red de control del estado químico de la MSBT tiene ocho puntos, de los cuales dos corresponden a manantiales y otros seis corresponden a sondeos.

Las características generales físico-químicas de la MSBT corresponden a un agua casi neutra a básica, con un pH que varía entre 6,8 a 8,0 y que puntualmente puede alcanzar pH alcalino de 9,2. Los valores de conductividad eléctrica (CE) varían entre 253 y 1.623 µS/cm, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 705,3 µS/cm, se consideran aguas naturales poco mineralizadas (< 2.000 Custodio y Llamas, 1983). La dureza en mg/L de CaCO₃, calculado con los valores de Ca y Mg, varían entre 154 y 478 mg/L, por lo que se consideran aguas muy duras. La frecuencia de muestreos en la red química es muy baja, por lo que no se tienen datos suficientes para identificar la o las facies hidrogeoquímicas representativas de la MSBT. Sólo se dispone de datos (periodo 2015-2017) en cationes y aniones mayoritarios del manantial (IPA_18076003) localizado en el acuífero de las calizas y carniolas del SupraKeuper-Lías, que tiene una facies Ca-SO₄-HCO₃. No se observan cambios en su composición química durante este periodo (Diagrama de columna).

La masa de agua subterránea está en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales por concentraciones de metales (Mo, V, Cr, Ni). La concentración de estos metales comenzó a medirse a partir del año 2014, registrándose valores por encima del valor umbral para el cromo (Cr) y el níquel (Ni), siendo 27 µg/L y 13 µg/L respectivamente, y posteriormente para ambos metales se observa una disminución, que se mantiene por debajo del Valor umbral, o muy próximo en el caso del níquel, con un repunte de la concentración en año 2018 y 2019 para el cromo (Ver gráficos de evolución). El origen de los metales en el agua subterránea está relacionado con la contaminación puntual que se produce en emplazamientos con suelos contaminados.

11.- PLAN DE ACCIÓN

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

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

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

Actividad	
A05	DEFINICIÓN DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS
	Subactividad/Herramienta
	S28 Realización de sondeos hidrogeológicos ☒
	S29 Análisis granulométricos ☒
	S30 Ejecución e interpretación de ensayos de bombeo ☒
	S31 Diseño, ejecución e interpretación de ensayos de permeabilidad en sondeos ☒
	S32 Análisis y definición de detalle de las FGP y los acuíferos dentro de las MSBT ☐
Actividad	
A06	ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA
	Subactividad/Herramienta
	S33 Diseño de campañas de muestreo y solicitud de permisos ☒
	S34 Realización de campañas de muestreo ☒
	S35 Analíticas hidrogeoquímicas ☒
	S36 Analíticas isotópicas ☒
	S37 Análisis, interpretación y caracterización hidrogeoquímica ☒
	S38 Análisis de tendencias hidrogeoquímicas ☒
	S39 Determinación del Nivel de Referencia o Nivel de Fondo ☒
Actividad	
A07	ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN PUNTUAL
	Subactividad/Herramienta
	S40 Diseño del plan de actuaciones ☒
	S41 Trabajos de campo y análisis de muestras en emplazamientos contaminados ☒
	S42 Elaboración de perfiles geológicos e hidrogeológicos a escala de emplazamiento ☒
	S43 Análisis de la contaminación vs oscilación del nivel freático ☒
	S44 Análisis de tendencia de contaminantes ☒
	S45 Modelo conceptual del emplazamiento contaminado ☒
	S46 Estudio de viabilidad y remediación de acuíferos ☒
Actividad	
A08	ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN DIFUSA
	Subactividad/Herramienta
	S47 Campañas de muestreo ☒
	S48 Construcción de puntos de control ☒
	S49 Análisis hidroquímicos ☒
	S50 Análisis isotópicos ☒
	S51 Interpretación de resultados ☒
	S52 Análisis de tendencias de nitrato ☒
	S53 Estudios de atenuación natural de la contaminación difusa dentro del acuífero ☒
Actividad	
A09	ESTIMACIÓN DE LA RECARGA
	Subactividad/Herramienta
	S54 Estimación de la recarga por métodos directos: instalación de lisímetros o infiltrómetros ☐
	S55 Estimación de la recarga por métodos de balance hídrico ☐
	S56 Estimación de la recarga por Métodos Hidrodinámicos (Ley de Darcy) ☐
	S57 Estimación de la recarga por métodos hidroquímicos o de trazadores ☐
	S58 Estimación de la recarga por otros métodos ☐
Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS
	Subactividad/Herramienta
	S59 Cuantificación de la relación río-acuífero. Tratamiento y análisis de datos hidrométricos y foronómicos ☒
	S60 Identificación y validación de EDAS ☒
	S61 Diseño y realización de campañas campo en EDAS ☒

Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS
	Subactividad/Herramienta
	S62 Caracterización hidrodinámica de EDAS ☒
	S63 Caracterización hidrogeoquímica de EDAS ☒
	S64 Estudios de contaminación de EDAS ☐
Actividad	
A11	ANÁLISIS Y DIAGNOSIS DE LAS REDES DE MONITOREO. PROPUESTAS DE MEJORA
	Subactividad/Herramienta
	S65 Análisis y Diagnóstico de las redes de estado cuantitativo ☒
	S66 Análisis y Diagnóstico de las redes de estado químico ☒
	S67 Propuestas de mejora y ampliación de las redes. Proyectos constructivos/acondicionamiento/rehabilitación ☒
	S68 Determinación del peso de los puntos de muestreo de los PDS para la mejora en la aplicación de la evaluación de estado ☒
Actividad	
A12	MODELIZACIÓN GEOLÓGICA 3D
	Subactividad/Herramienta
	S69 Procesado y Parametrización de la información geológica: modelo conceptual geológico ☒
	S70 Elaboración Modelo Geológico 3D ☒
Actividad	
A13	MODELIZACIÓN DE FLUJO SUBTERRÁNEO
	Subactividad/Herramienta
	S71 Procesado y Parametrización de la información hidrogeológica: modelo conceptual hidrogeológico ☒
	S72 Elaboración del Modelo de Flujo ☒
Actividad	
A14	MODELIZACIÓN DE TRANSPORTE DE REACTIVOS Y SOLUTOS
	Subactividad/Herramienta
	S73 Procesado y Parametrización de la información hidrogeoquímica: modelo conceptual hidrogeoquímico ☒
	S74 Elaboración del Modelo hidrogeoquímico ☒
Actividad	
A15	MODELOS DE GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH)
	Subactividad/Herramienta
	S75 Procesado y Parametrización de la información ☐
	S76 Elaboración Modelo Uso Conjunto ☐
Actividad	
A16	EVALUACIÓN DEL RECURSO DISPONIBLE Y RESERVAS
	Subactividad/Herramienta
	S77 Situación actual RD y Reservas ☒
	S78 Evolución RD y Reservas según diferentes escenarios de recarga ☒
	S79 Evolución RD y Reservas según diferentes escenarios de presiones ☒
Actividad	
A17	GEOTERMIA E HIDROTHERMALISMO
	Subactividad/Herramienta
	S80 Geotermia ☐
	S81 Hidrotermalismo ☐
Actividad	
A18	IDENTIFICACIÓN DE INTRUSIÓN MARINA
	Subactividad/Herramienta
	☐
Actividad	
A19	ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DE MEDIDAS O ALTERNATIVAS DE GESTIÓN EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO
	Subactividad/Herramienta
	S82 Diseño específico de estrategias de seguimiento y análisis hidrogeológico para evaluación de medidas o repercusiones del cambio climático ☐

Actividad	
A19	ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DE MEDIDAS O ALTERNATIVAS DE GESTIÓN EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO
Subactividad/Herramienta	

S83 Diseño específico de estrategias de análisis de respuesta de los sistemas acuíferos ante diversas alternativas de gestión ☐

A continuación, se proponen actuaciones específicas consideradas prioritarias para la mejora del conocimiento de la ES091MSBT001 Fontibre:

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. La MSBT presenta algunas fracturas que podrán favorecer la circulación de flujos profundos, que condicionan el funcionamiento hidrogeológico y las directrices de flujo. Se considera necesario nuevas investigaciones para ampliar el conocimiento entre los diferentes acuíferos carbonatados y detríticos, y otros aspectos de detalle como grado de carstificación, para ello se utilizarán técnicas geofísicas, sondeos de investigación o mejora de la cartografía geológica.

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. En el caso de la MSBT el espesor de la ZNS es mayor en las zonas de acumulación de materiales terciarios y aluviales, en los que la ZNS sería objeto de estudio. Aproximadamente el 40% de la MSBT es carbonatada, por lo que no es necesario realizar estudio de ZNS, pero sí realizar las actividades relacionadas a la vulnerabilidad, habiéndose detectado contaminación puntual en el Ac. Aluvial en el entorno del municipio de Reinosa. La realización de estos trabajos va a permitir diseñar la protección de los acuíferos y establecer perímetros de protección.

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 acuíferos carbonatados que presentan una disparidad de valores asociado al grado de carstificación, por lo que se propone la revisión de acuíferos y FGP, así como mejorar la definición de su comportamiento hidrogeológico (parámetros hidráulicos). 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 puntual: la MBST está en riesgo químico por contaminantes de origen puntual habiéndose detectado principalmente cromo y níquel. La zona afectada de la MSBT se circunscribe al acuífero Aluvial en el entorno del municipio de Reinosa. En estas áreas se propone estudios específicos de la contaminación puntual para determinar el origen de la contaminación y ayuden a la gestión de la misma y propuesta de medidas específicas.

Estimación de la recarga: en esta MSBT se propone el uso de métodos adicionales para la estimación de la recarga (balance hídrico, hidrodinámico e hidroquímico) en función de la información disponible y la naturaleza de la masa, con objeto de comparar y contrastar los resultados y efectuar los análisis de sensibilidad pertinentes.

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 diagnosis de las redes de monitoreo. Propuestas de mejora: con el fin de mejorar la evaluación del estado de las MSBT e incrementar el nivel de confianza (NCF), se considera imprescindible el análisis y diagnosis de las redes de muestreo. Estos trabajos permiten conocer el grado de representatividad que tienen tanto los puntos de control, como las propias redes. En base a los resultados de este análisis y diagnosis de las redes y sus puntos, se podrán efectuar propuestas de mejora para el cumplimiento de

los objetivos específicos de cada una de estas redes.

Modelización geológica 3D: dado el interés, y con el objetivo de impulsar la modelización numérica como herramienta para la gestión del recurso hídrico, se propone como prioritario en todas las MSBT la mejora del modelo geológico 3D que sirva como base para la generación o mejora de modelos de flujo subterráneo, en el caso de que hubiera antecedentes de modelación numérica.

Modelización de flujo subterráneo: en esta MSBT se plantea crear un modelo de flujo subterráneo que permita establecer reglas y escenarios de gestión y evaluar con mayor exactitud los recursos disponibles a medio y largo plazo, y frente al cambio climático.

Modelización de transporte de reactivos y solutos: se propone crear un modelo de transporte que permita comprender el origen y la causa de las variaciones espaciales y temporales, así como definir la dimensión de la contaminación detectada en el o los acuíferos, así como plantear escenarios para la mejora de la gestión y facilitar la toma de decisiones (reducir presiones en zonas concretas, etc.).

Evaluación del recurso disponible y reservas: con el apoyo de trabajos previos o actividades planteadas previamente (cálculo de necesidades ambientales en EDAS, mejora de valores obtenidos de recarga, determinación de reservas a partir de modelos geológicos, etc.) se cuantificará el recurso disponible y reservas de la MSBT. Una vez calibrados los modelos numéricos se podrán efectuar simulaciones y análisis según distintos escenarios, tanto de recarga como de presiones y mejorar la planificación y gestión de los recursos hídricos subterráneos en la MSBT.

El conocimiento adquirido en cada una de las actividades aquí propuestas 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 S U B T E R R Á N E A S

ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS S U B T E R R Á N E A S (E D A S)



MSBT: ES091MSBT001 - FONTIBRE

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT001 - FONTIBRE

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	180710021						
Valor							
Máx.	7,8	7	253	5,60	<LQ	<LQ	138,0
Mín.	7,8	7	253	5,60	<LQ	<LQ	138,0
P50	7,8	7	253	5,60	<LQ	<LQ	138,0
N reg.	1	1	1	1			1
Código Punto	180710034						
Valor							
Máx.	15,5	11	1.623	4,30	<LQ	<LQ	240,0
Mín.	10,5	8	515	0,30	<LQ	<LQ	240,0
P50	14,5	10	984	2,40	<LQ	<LQ	240,0
N reg.	4	3	6	6			1
Código Punto	180710035						
Valor							
Máx.	16,3	8	879	4,40	<LQ	<LQ	216,0
Mín.	10,2	7	495	<LQ	<LQ	<LQ	216,0
P50	13,8	7	638	1,65	<LQ	<LQ	216,0
N reg.	4	3	6	6			1
Código Punto	180710036						
Valor							
Máx.	13,9	8	815	3,80	<LQ	<LQ	176,0
Mín.	10,8	6	602	<LQ	<LQ	<LQ	176,0
P50	13,4	7	674	0,70	<LQ	<LQ	176,0
N reg.	4	3	6	6			1
Código Punto	180710037						
Valor							
Máx.	14,3	8	932	4,80	<LQ	<LQ	159,0
Mín.	10,4	7	597	<LQ	<LQ	<LQ	159,0
P50	13,6	7	638	0,80	<LQ	<LQ	159,0
N reg.	4	4	7	7			1
Código Punto	180710038						
Valor							
Máx.	13,8	8	1.168	3,90	<LQ	<LQ	154,0
Mín.	9,0	7	811	0,30	<LQ	<LQ	154,0
P50	11,8	7	969	0,95	<LQ	<LQ	154,0
N reg.	4	3	6	6			1
Código Punto	180710039						
Valor							
Máx.	14,3	11	1.019	5,61	<LQ	<LQ	160,0
Mín.	8,9	7	612	0,90	<LQ	<LQ	160,0
P50	12,7	11	782	1,40	<LQ	<LQ	160,0
N reg.	4	3	6	6			1
Código Punto	180760003						
Valor							
Máx.	13,5	8	777	9,60	<LQ	<LQ	203,0
Mín.	11,9	7	612	5,60	<LQ	<LQ	193,0
P50	12,2	7	706	7,85	<LQ	<LQ	199,5
N reg.	8	8	8	10	5		4

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	180710021								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	17,7	1,3	<LQ	<LQ	<LQ	<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	180710021								
Valor									
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	17,7	1,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	17,7	1,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.			1	1	1	1		1	1
Código Punto	180710034								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	74,10	123,0	<LQ	<LQ	<LQ	52,4	21,6
Mín.	<LQ	<LQ	74,10	123,0	<LQ	<LQ	<LQ	52,4	21,6
P50	<LQ	<LQ	74,10	123,0	<LQ	<LQ	<LQ	52,4	21,6
N reg.			1	1	1			1	1
Código Punto	180710035								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	45,50	132,0	<LQ	<LQ	<LQ	29,3	14,4
Mín.	<LQ	<LQ	45,50	132,0	<LQ	<LQ	<LQ	29,3	14,4
P50	<LQ	<LQ	45,50	132,0	<LQ	<LQ	<LQ	29,3	14,4
N reg.			1	1	1			1	1
Código Punto	180710036								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	88,70	156,0	1,5	<LQ	<LQ	62,5	26,3
Mín.	<LQ	<LQ	88,70	156,0	1,5	<LQ	<LQ	62,5	26,3
P50	<LQ	<LQ	88,70	156,0	1,5	<LQ	<LQ	62,5	26,3
N reg.			1	1	1			1	1
Código Punto	180710037								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	64,20	160,0	13,3	<LQ	<LQ	44,1	16,8
Mín.	<LQ	<LQ	64,20	160,0	13,3	<LQ	<LQ	44,1	16,8
P50	<LQ	<LQ	64,20	160,0	13,3	<LQ	<LQ	44,1	16,8
N reg.			1	1	1			1	1
Código Punto	180710038								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	88,10	317,0	<LQ	<LQ	<LQ	56,4	4,0
Mín.	<LQ	<LQ	88,10	317,0	<LQ	<LQ	<LQ	56,4	4,0
P50	<LQ	<LQ	88,10	317,0	<LQ	<LQ	<LQ	56,4	4,0
N reg.			1	1	1			1	1
Código Punto	180710039								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	117,00	289,0	1,4	<LQ	<LQ	71,6	12,0
Mín.	<LQ	<LQ	117,00	289,0	1,4	<LQ	<LQ	71,6	12,0
P50	<LQ	<LQ	117,00	289,0	1,4	<LQ	<LQ	71,6	12,0
N reg.			1	1	1			1	1
Código Punto	180760003								
Valor									
Máx.	248,9	<LQ	24,00	217,0	4,2	0,01	0,10	12,1	1,6
Mín.	201,0	<LQ	16,00	187,0	3,2	<LQ	<LQ	10,2	<LQ
P50	242,0	<LQ	18,90	205,0	3,5	<LQ	<LQ	11,1	0,9
N reg.	8	8	10	10	10	9	8	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	Σ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	180710021								
Valor									
Máx.	43,9	10,8	0,1200	0,0400	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	43,9	10,8	0,1200	0,0400	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	43,9	10,8	0,1200	0,0400	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Parámetro	Ca ²⁺	Mg ²⁺	As	Cd ²⁺	Hg	NH ₄ ⁺ Total	Σ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	180710021								
Valor									
N reg.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Código Punto	180710034								
Valor									
Máx.	83,9	26,9	40,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	83,9	26,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	83,9	26,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	1	7						
Código Punto	180710035								
Valor									
Máx.	80,5	33,9	9,5600	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	80,5	33,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	80,5	33,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	1	7						
Código Punto	180710036								
Valor									
Máx.	83,2	19,5	15,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	83,2	19,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	83,2	19,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	1	7						
Código Punto	180710037								
Valor									
Máx.	90,7	19,0	39,7000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	90,7	19,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	90,7	19,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	1	8						
Código Punto	180710038								
Valor									
Máx.	153,0	23,1	13,7000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	153,0	23,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	153,0	23,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	1	7						
Código Punto	180710039								
Valor									
Máx.	107,0	16,8	13,2000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	107,0	16,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	107,0	16,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	1	7						
Código Punto	180760003								
Valor									
Máx.	149,0	19,2	1,0000	0,0300	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	132,0	16,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	137,0	18,0	0,1570	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	10	10	7	8	6	9	6	6	6

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