

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT044 - ALUVIAL DEL TIRÓN

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 ES091MSBT044 Nombre MSBT ALUVIAL DEL TIRÓN

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea ES091MSBST044 Aluvial del Tirón se encuentra en el del Dominio Hidrogeológico de la Depresión del Ebro en su extremo occidental. Se localiza entre las provincias de Burgos y La Rioja con una superficie de 29,51 km², y se extiende a lo largo del río Tirón entre la localidad de San Miguel de Pedroso (Burgos), al SO, y la confluencia con su afluente el río Relachigo, al NE, en La Rioja. Los municipios con mayor porcentaje de extensión en la MSBT son Belorado y Cerezo de Río Tirón.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Castilla y León	Burgos	09048	Belorado	8,13	36,73
Castilla y León	Burgos	09098	Cerezo de Río Tirón	13,45	29,01
Rioja, La	Rioja, La	26087	Leiva	22,76	9,79
Castilla y León	Burgos	09132	Fresno de Río Tirón	27,82	9,11
Rioja, La	Rioja, La	26150	Tormantos	23,52	8,81
Rioja, La	Rioja, La	26073	Herramélluri	17,71	6,52
Castilla y León	Burgos	09308	Redecilla del Campo	0,05	0,03

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	488.704	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.701.412
Longitud (CENTROIDE)	-3,13735	Latitud (CENTROIDE)			42,46496
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			312
Altitud mínima (m s.n.m.)	548	Altitud máxima (m s.n.m.)			859
Área total de la MSBT (km ²)	30				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes

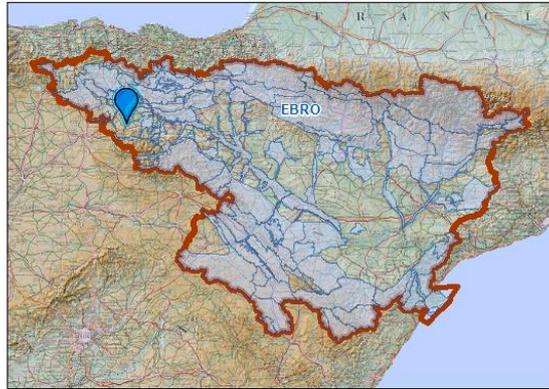
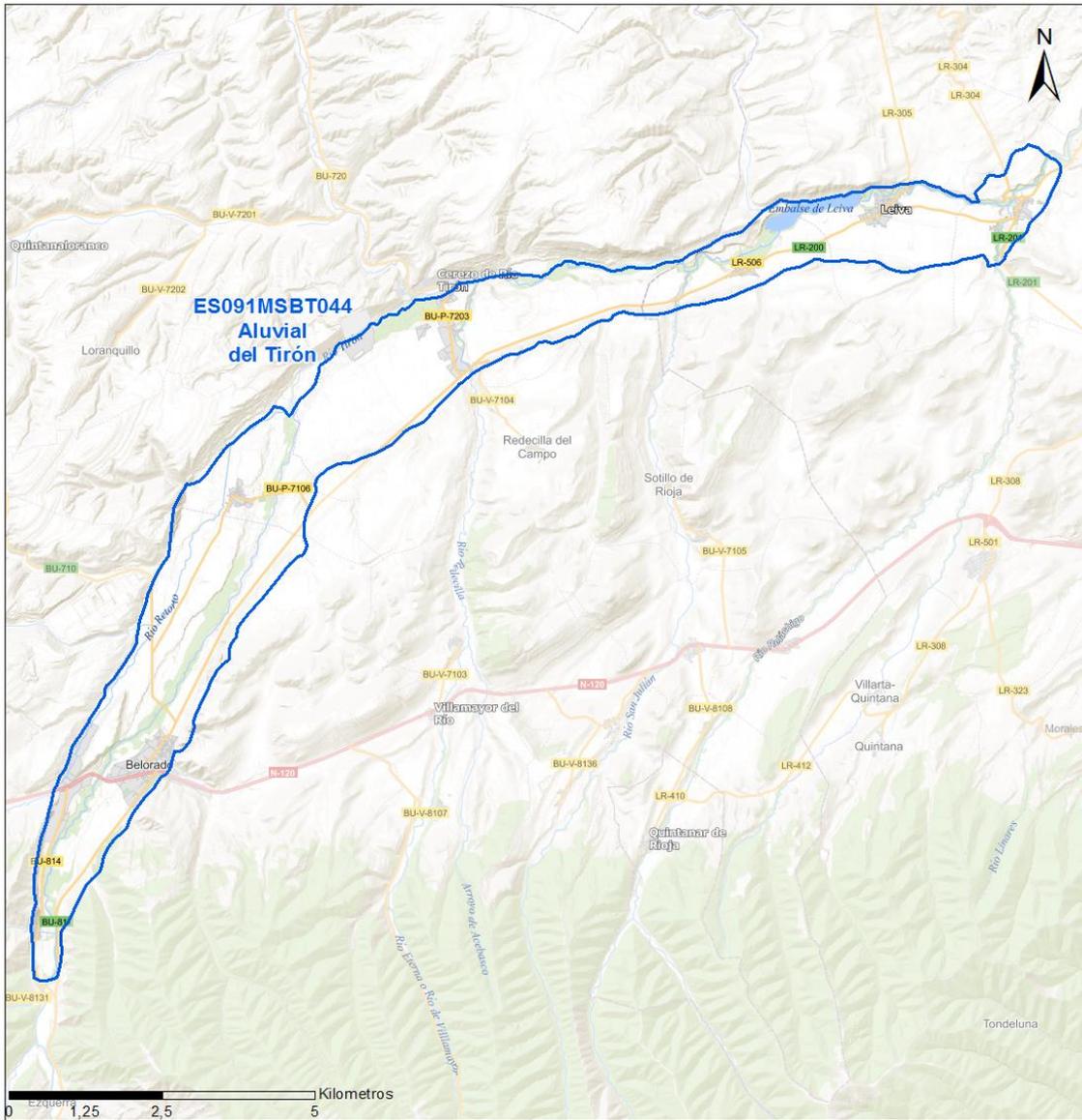
373

Año

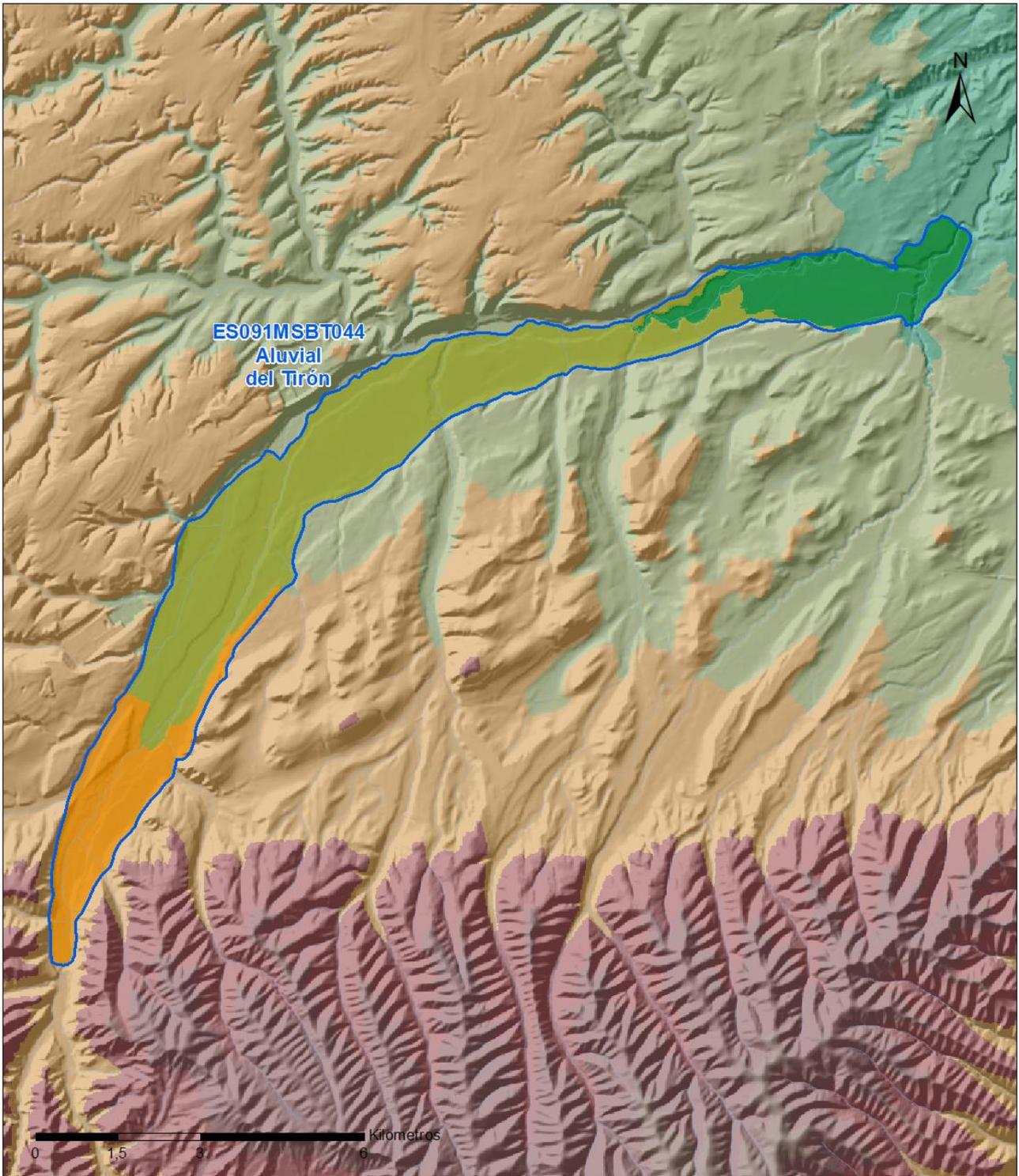
2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



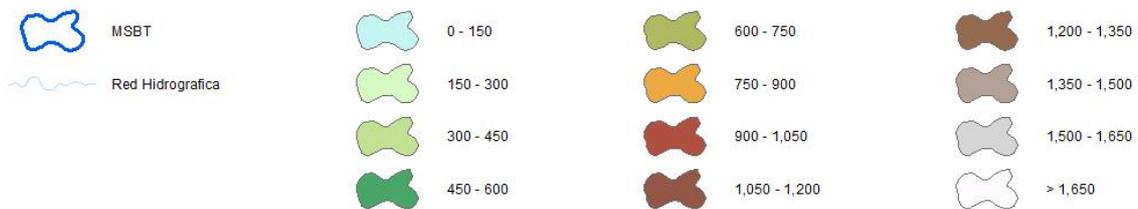
Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)



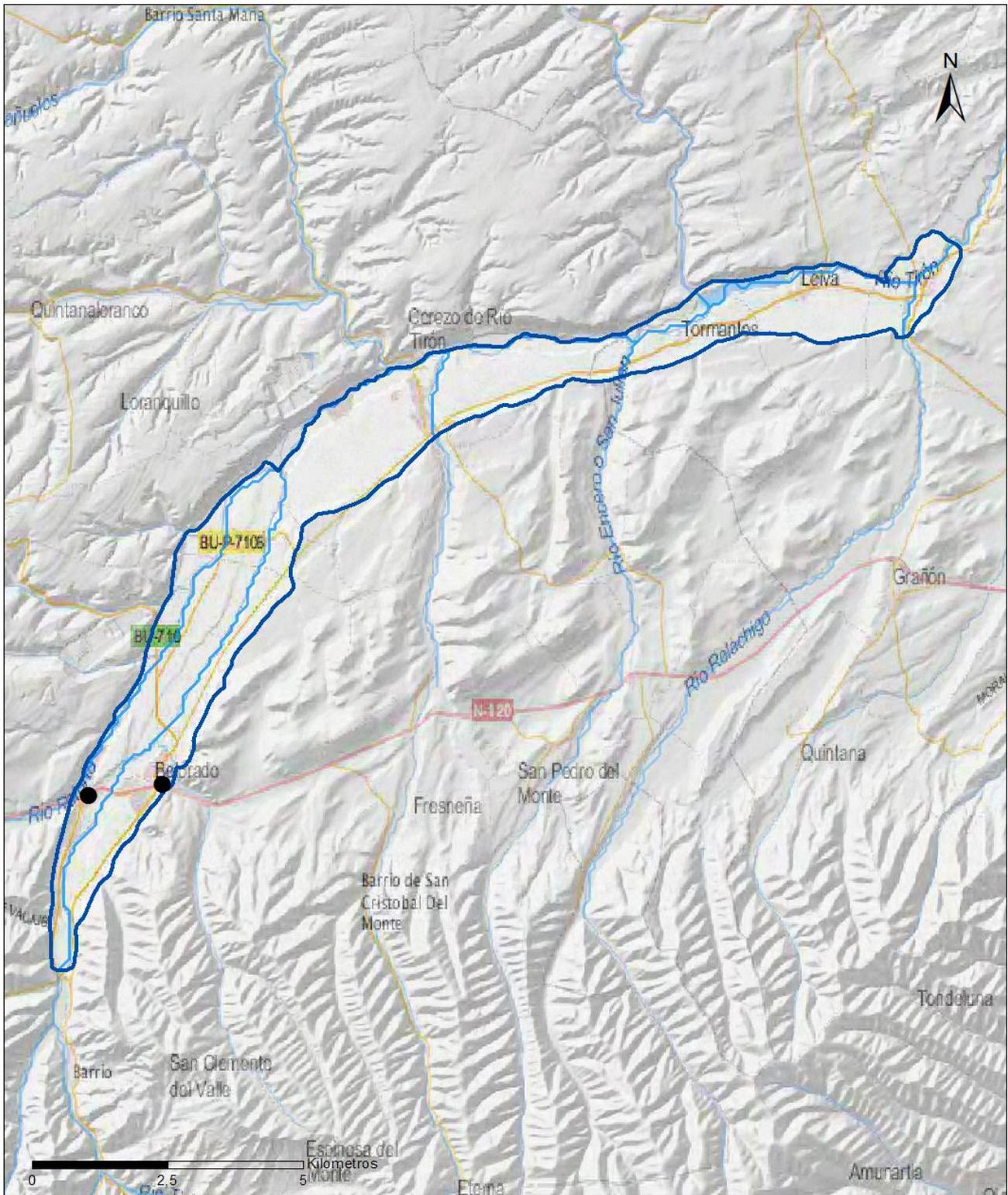
2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

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

Mapa de localización de presiones

Fuentes puntuales



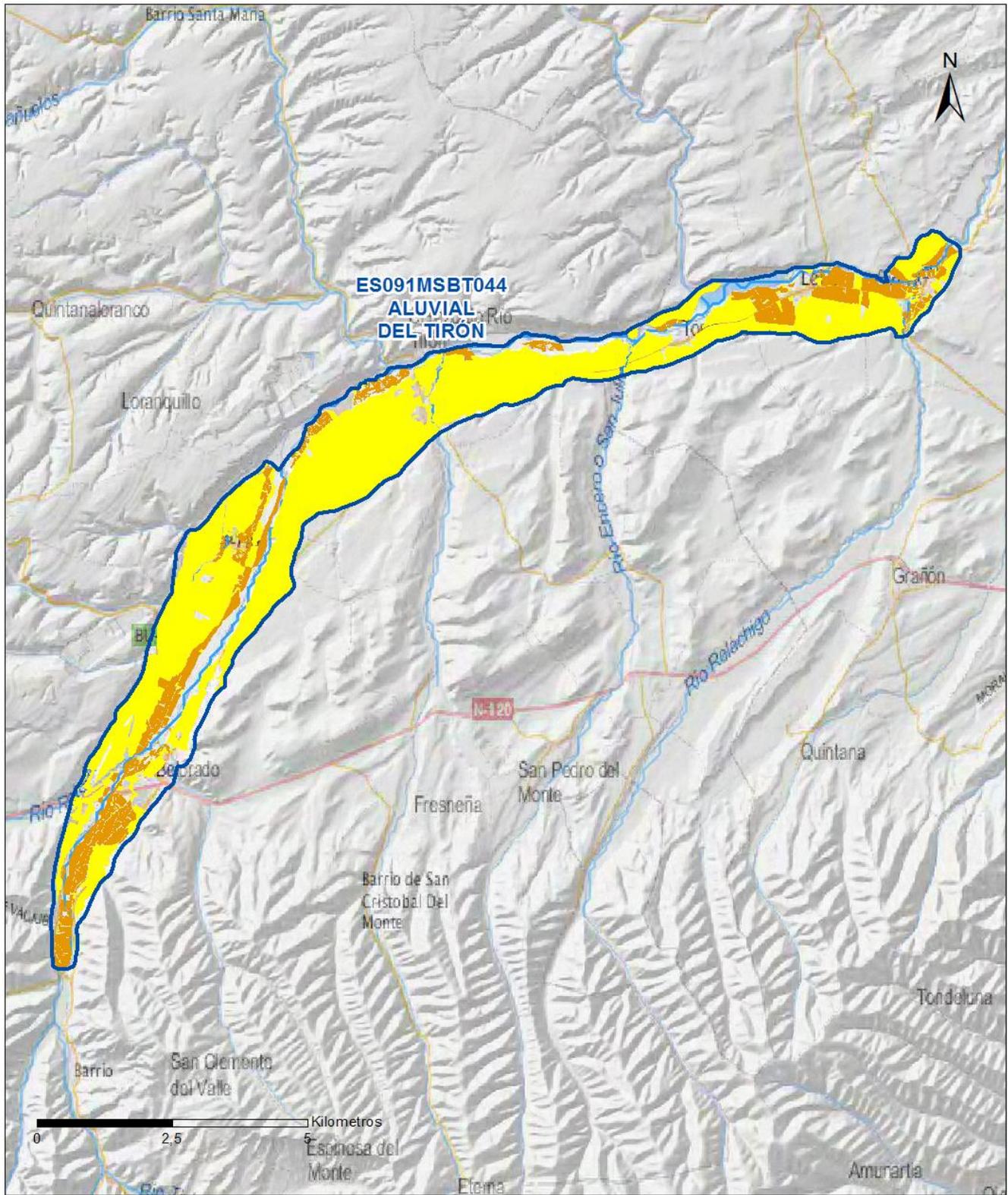
LEYENDA

-  MSBT:
-  Red hidrográfica
- ES091MSBT044
- ALUVIAL DEL TIRÓN

Tipo de Presión Puntual (significativa):

-  1.5 Gasolineras

Fuentes difusas



LEYENDA

-  Red hidrográfica
-  MSBT:
- ES091MSBT044
- ALUVIAL DEL TIRÓN

Tipo de Presión Difusa (significativa):

-  2.2 Agricultura: Regadío
-  2.2 Agricultura: Secano

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

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

2.3 RIESGO DE LA MSBT

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

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

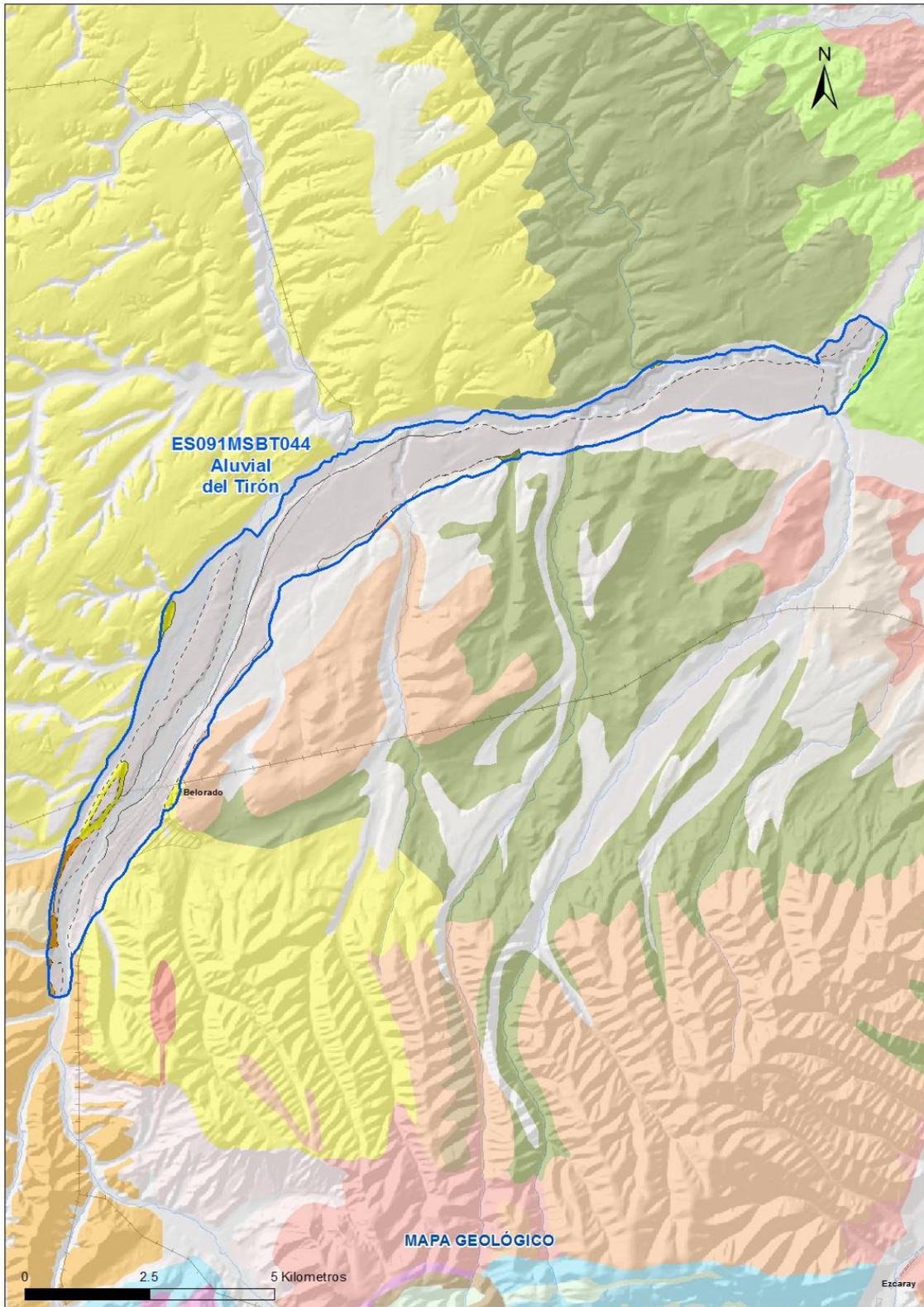
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Cuenca Del Ebro

Cuenca Del Duero-Almazán

3.2 MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA



Estructuras

- Anticinal
- Anticinal supuesto
- Sinclinal
- Sinclinal supuesto

Contactos y fallas

- Contacto concordante
- - - Contacto concordante supuesto
- - - - Contacto discordante
- - - - Contacto discordante supuesto
- Contacto intrusivo
- Contacto intrusivo
- Masas de agua
- - - Límite político
- Falla conocida
- Falla supuesta
- Cabalgamiento conocido
- Cabalgamiento supuesto

LITOLOGÍAS

Código	Descripción Litología
706	Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
704	Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacia, piedemonte y superficies)
374	Lutitas con intercalaciones de areniscas
372	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas
368	Lutitas, con intercalaciones de areniscas
325	Margas, margocalizas y arcillas (Facies Dueñas)
324	Conglomerados fcmtc. calcáreos, areniscas y arcillas rojas y pardas(Compl.Vegaquemada, etc.)
319	Brech.,conglom.,lut. (cantos plut.o paleoz)(F.Olalla,Calzadilla,Peñalba,Escalonilla,Mingorría, etc.)

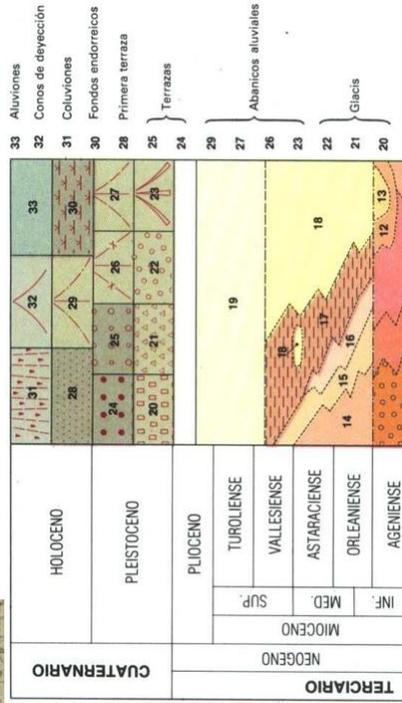
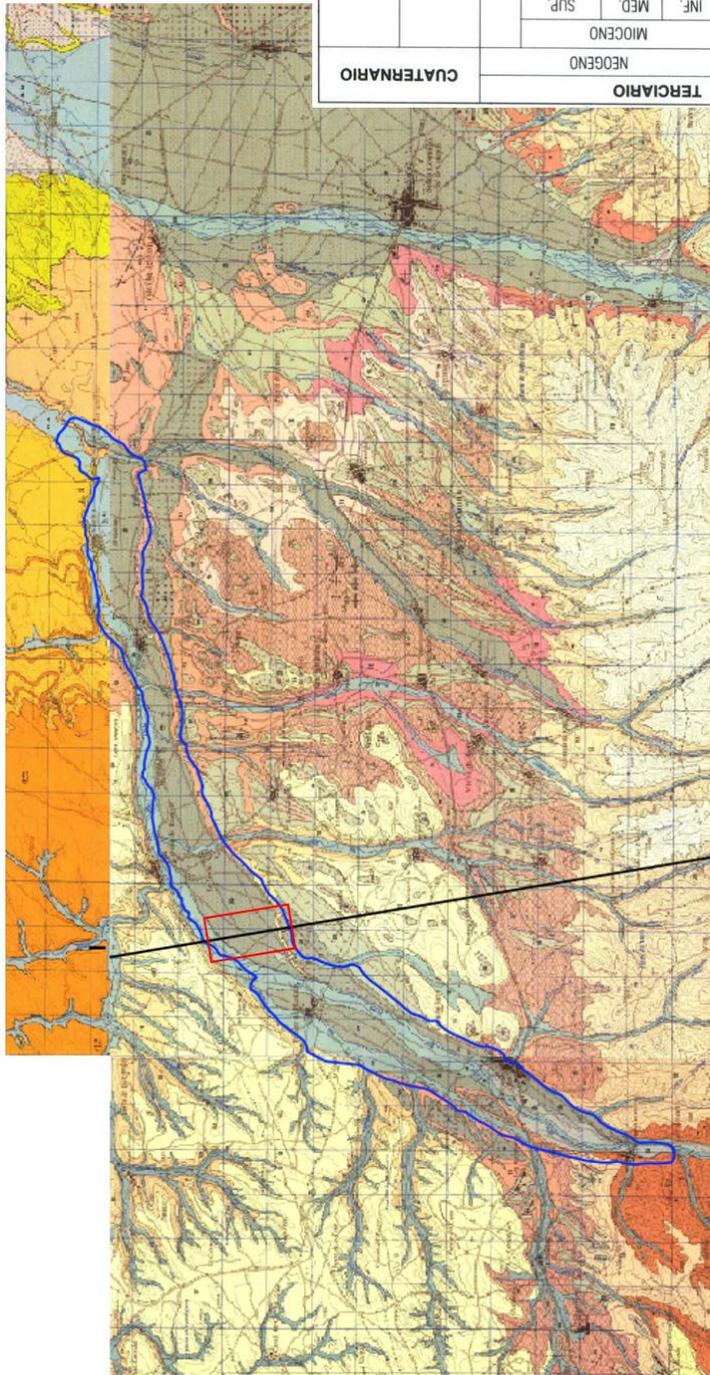
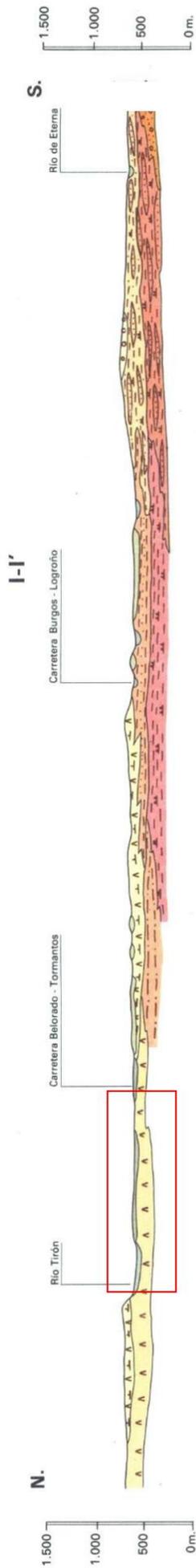
3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	10,81	Detrítica	36,64
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	16,87	Detrítica	57,17
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaci, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	0,61	Detrítica	2,05
Lutitas, con intercalaciones de areniscas	Neógeno	Mioceno	0,15	Detrítica	0,51
Margas, margocalizas y arcillas (Facies Dueñas)	Neógeno	Mioceno	0,58	Carbonatada	1,98
Brech.,conglom.,lut.(cantos plut.o paleoz)(F.Olalla,Calzadilla,Peñalba,Escalonilla,Mingorría,etc.)	Paleógeno	Oligoceno	0,28	Detrítica	0,94

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arenas, limos y arcillas	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	0-10
Conglomerados, areniscas, lutitas y margas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	
Brechas, conglomerados, lutitas	Paleógeno	Oligoceno	

3.5 CORTES GEOLÓGICOS



3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Aluvial del Tirón se encuentra en la Cuenca Terciaria del Ebro, localizada en el extremo occidental del dominio hidrogeológico de la Depresión del Ebro. La estructura geológica de esta MSBT viene definida por la propia extensión de los aluviales actuales del río y las terrazas bajas conectadas con éste, dando así una típica morfología alargada o fusiforme en algunas zonas y con algunos ensanchamientos no muy significativos debido al encajamiento que sufre el río en este tramo de su curso. Las principales litologías aflorantes son los depósitos cuaternarios detríticos asociados al río Tirón, característicos de sistemas aluviales. En conjunto, los materiales depositados por el Tirón, constituyen sistema de llanura aluvial, de muy escaso desarrollo, y su terraza baja, con espesores menores a la decena de metros, y con un desarrollo de su geometría con variaciones texturales, tanto lateral, como verticalmente. Los materiales cuaternarios, compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, se encuentran dispuestos sobre los materiales terciarios, principalmente lutitas, margas y yesos, que constituyen la base impermeable.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

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

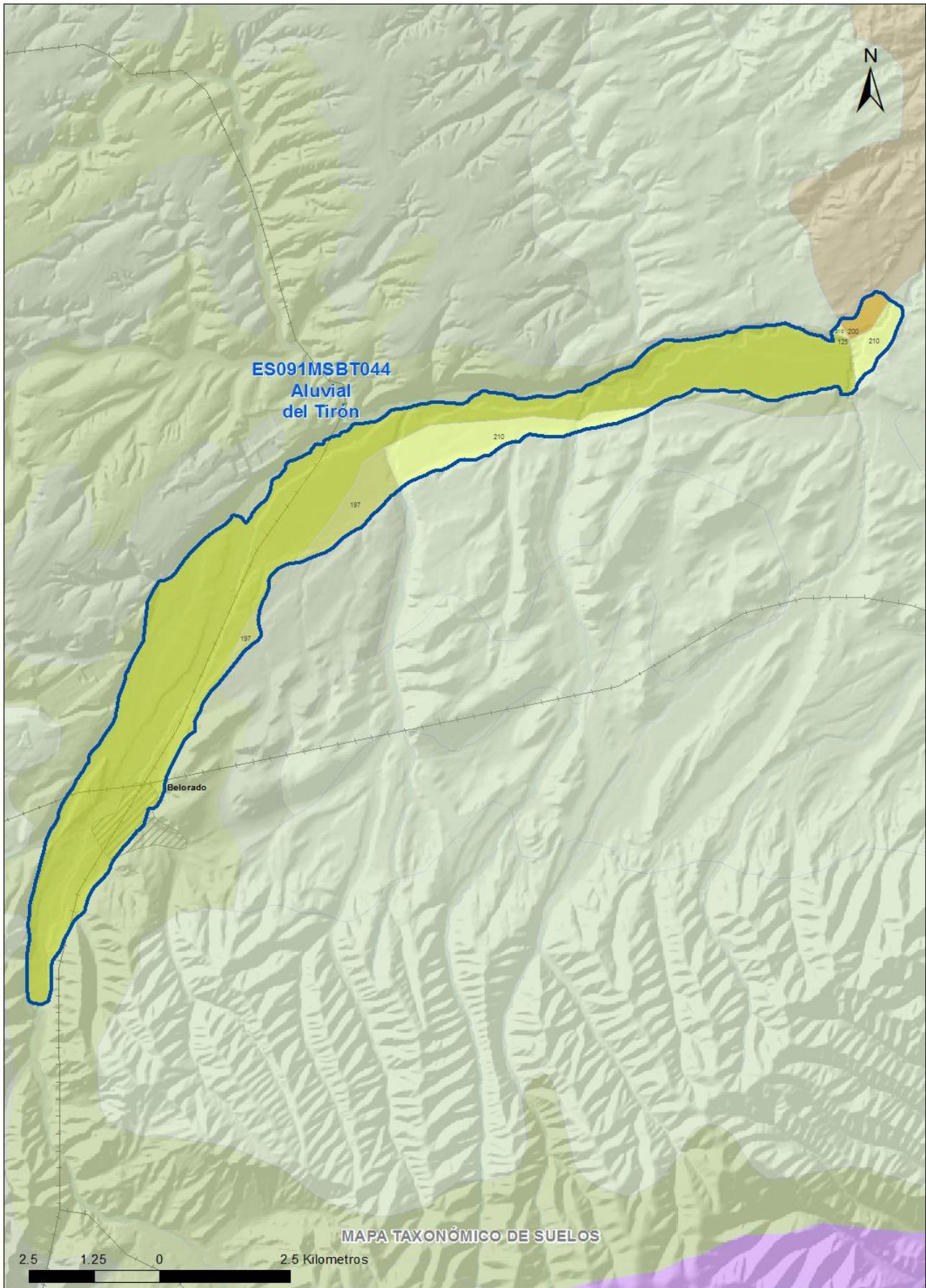
Litología Z.N.S. Gravas, arenas, limos y arcillas

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km ²)	% Afloramiento en la MSBT
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	24	81,85
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	2	6,83
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	3	11,32

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

125 ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

197 INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxeraif, NO INCLUSION2

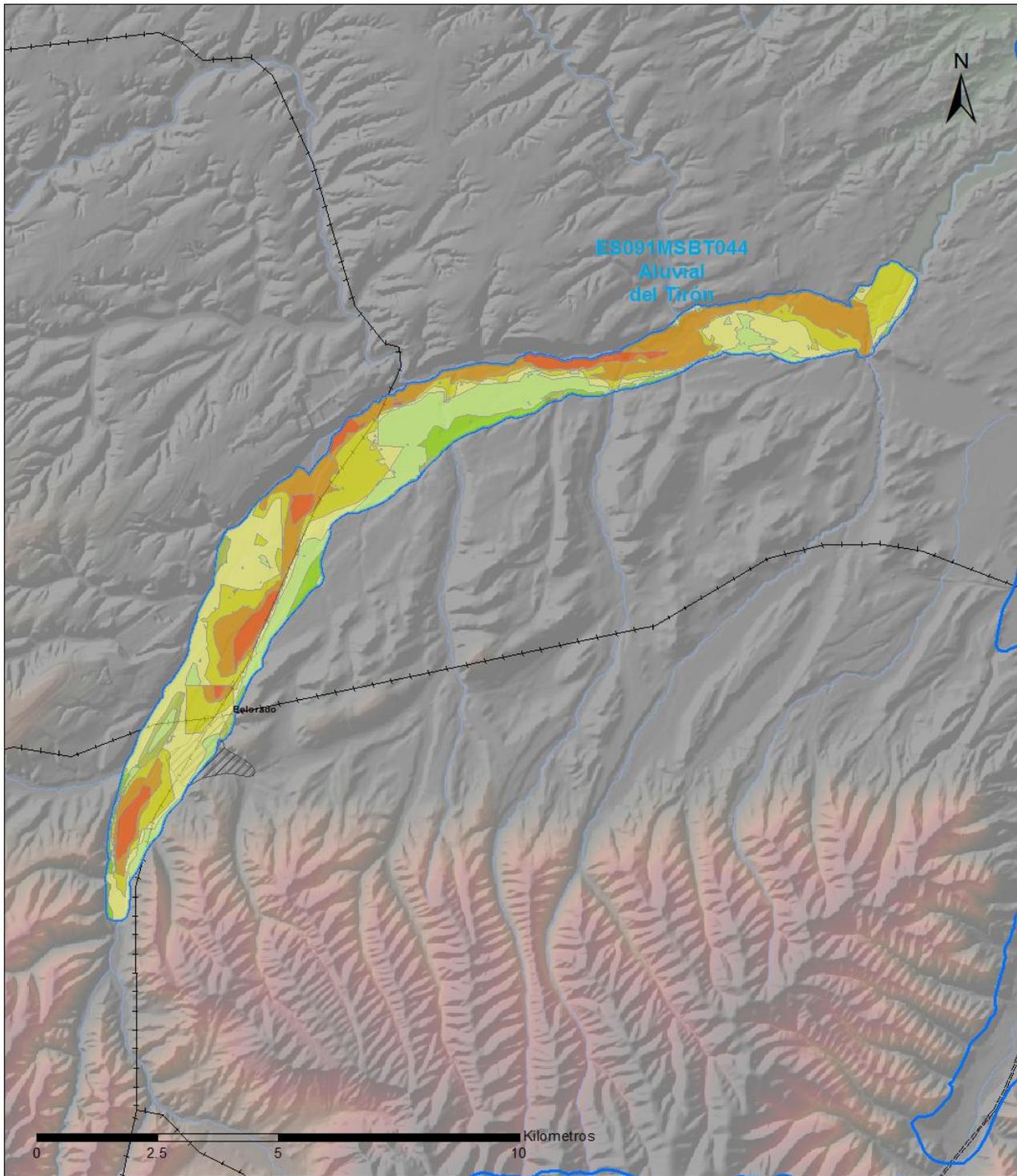
200 INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, HAPLOXERALF, NO ASOCIA2, Xerorthent, NO INCLUSION2

210 INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, XERORTHENT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		DRASTIC Reducido	
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT	
1 (Muy Baja)	16 - 30	0,07	
2 (Muy Baja)	30 - 44	2,16	
3 (Baja)	44 - 58	4,61	
4 (Baja)	58 - 72	19,68	
5 (Moderada)	72 - 86	23,78	
6 (Moderada)	86 - 100	21,37	
7 (Alta)	100 - 114	21,54	
8 (Alta)	114 - 128	6,80	

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



LEYENDA

Método DRASTIC Reducido

Grado de Vulnerabilidad, Rango de Valores

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

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

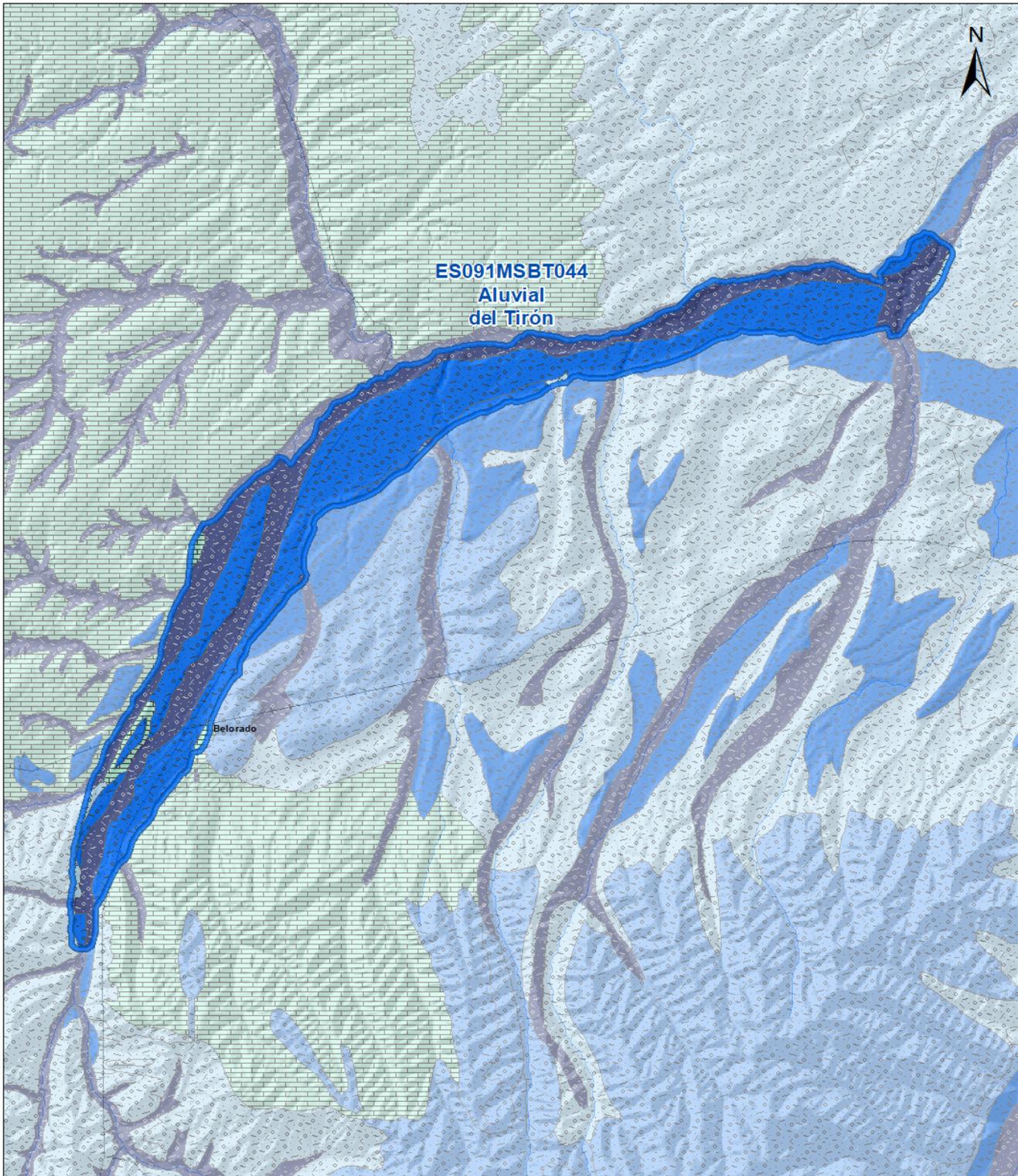
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Noroeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Sur	Abierto	Entrada	Permeable	PRADOLUENGO-ANGUIANO
Este	Abierto	Salida	Permeable	ALUVIAL DEL OJA

Descripción límites hidrogeológicos:

La MSBT del Aluvial del Tirón (ES01MSBT044), compuesta por materiales granulares de permeabilidad alta, no limita con ninguna MSBT directamente, pero se define un flujo de salida de la MSBT hacia el Este, a través de los materiales fluviales del río Tirón y con conexión con la MSBT Aluvial de Oja (ES01MSBT045); y hacia el sur, sin tener contacto directo con la masa colindante, podría recibir aportes (entrada) desde MSBT Pradoluengo – Anguiano (ES01MSBT065), el cual es de tipo fisurado. El resto de los límites se consideran impermeables (flujo nulo), condición de las litologías adyacentes a los materiales del Aluvial del Tirón (depósitos miocenos).

Mapa de permeabilidades



LEYENDA

 MSBT

PERMEABILIDAD

 MUY ALTA, DETRÍTICAS
 ALTA, DETRÍTICAS

 MEDIA, DETRÍTICAS
 BAJA, DETRÍTICAS

 MUY BAJA, CARBONATADAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km ²)
			Sistema	Serie		
Cuaternario	Detrítico Aluvial	Alta	Cuaternario	Pleistoceno - Holoceno	9	30

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km ²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Aluvial Cuaternario	30	100,00	Libre	9	Intergranular	Cuaternario

Descripción general:

En la MSBT Aluvial de Tirón se identifica un solo acuífero de régimen hidráulico libre, formado por una única FGP (Cuaternario), la cual se constituye por depósitos aluviales. La permeabilidad de estos materiales se define como alta. El espesor del acuífero se estima que no supera los 10 m, con una geometría completa, con cambios de facies lateral y verticalmente. El muro subyacente del acuífero se sitúa sobre formaciones terciarias, del mioceno medio y superior, formadas principalmente por margas y yesos, considerándose por tanto como el nivel impermeable de base.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Descripción general:

No se dispone de datos de transmisividad ni coeficiente de almacenamiento.

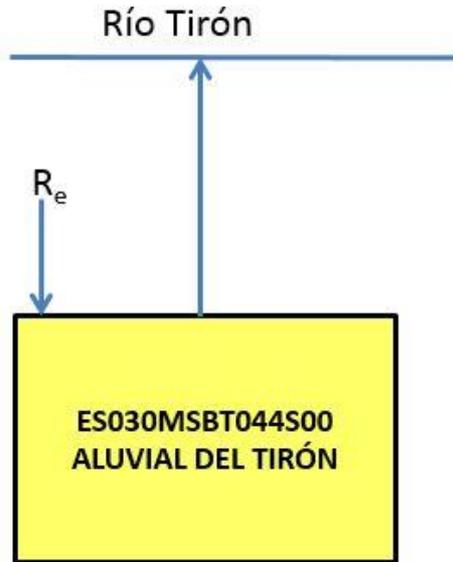
5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

El funcionamiento hidrogeológico de esta MSBT se encuentra asociada a la naturaleza del acuífero (depósitos aluviales), con un área de recarga que se da en toda la superficie de la FGP (FGP Cuaternaria) por infiltración directa de agua de lluvia y a través de barrancos en zonas altas. Adicionalmente, se podrá considerar una recarga por transferencia lateral desde masas de agua colindantes (materiales evaporíticos de la Fm. Yesos de Cerezo con alta salinidad), y una última recarga por los retornos de riego, producto de la actividad agrícola de la zona. Respecto a la descarga, se realiza a través del río Tirón principalmente, aunque existen algunos afloramientos de terrazas aisladas que drenan por manantiales periféricos antes de recargar la FGP aguas abajo, y en menor parte, por las extracciones de la actividad agrícola de la zona. Las direcciones de flujo son, en líneas general, coherentes con el tipo de acuífero (detrítico libre), mostrando una influencia superficial y unas direcciones de flujo paralelas a las superficiales y convergentes hacia el río Tirón.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLOGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT044S00	Aluvial río Tirón
Esquema: ES091MSBT044S00	

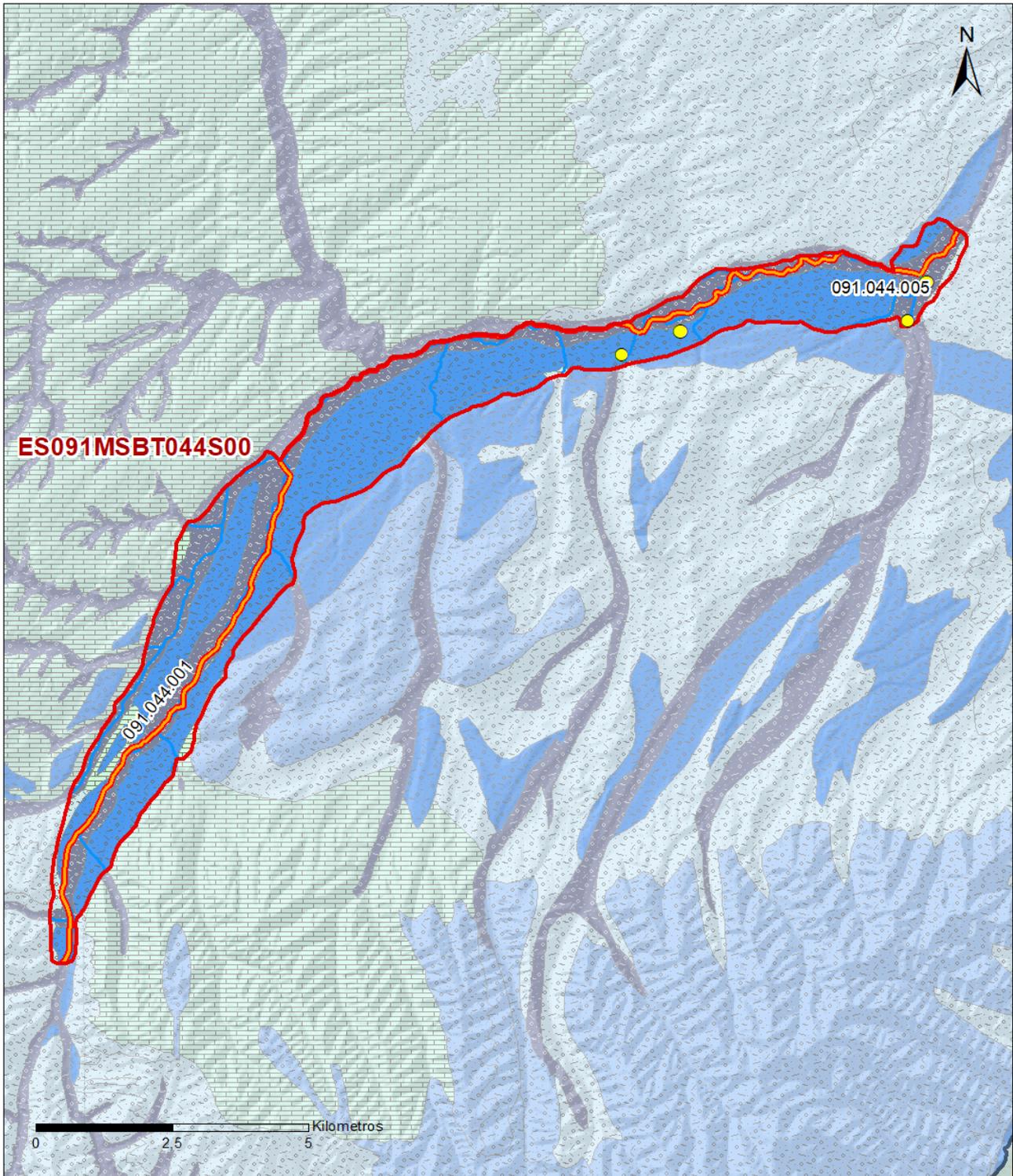


5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT044S00	ES091MSPF261	Río Tirón desde el río Reláchigo hasta el río Glera.	Descarga a cauce	091.044.005
ES091MSBT044S00	ES091MSPF495	Río Tirón desde el río Urbión hasta el río Retorto.	Descarga a cauce	091.044.001

5.6.3 PARÁMETROS DE LA RELACIÓN MSPF/MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código manantial principal o tramo	Cota de descarga (m)	Coef. α del manantial (días -1)	Caudal medio ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Rango ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Coefficiente de reparto (%)	Relación unitaria de transferencia (L/s/m)
ES091MSBT044S00	091.044.001		0,01100			0	0,03000
ES091MSBT044S00	091.044.005		0,01100			0	0,03000



LEYENDA

-  Recintos Hidrogeológicos
-  MSBT
-  Red hidrográfica

Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

-  Río ganador con conexión difusa directa

6.- ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

6.1 ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)

6.1.1 NOMBRE, DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EDAS

Ver Anexo 1.

6.1.2 RESUMEN DE LOS EDAS

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

6.1.3 MAPA DE EDAS

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

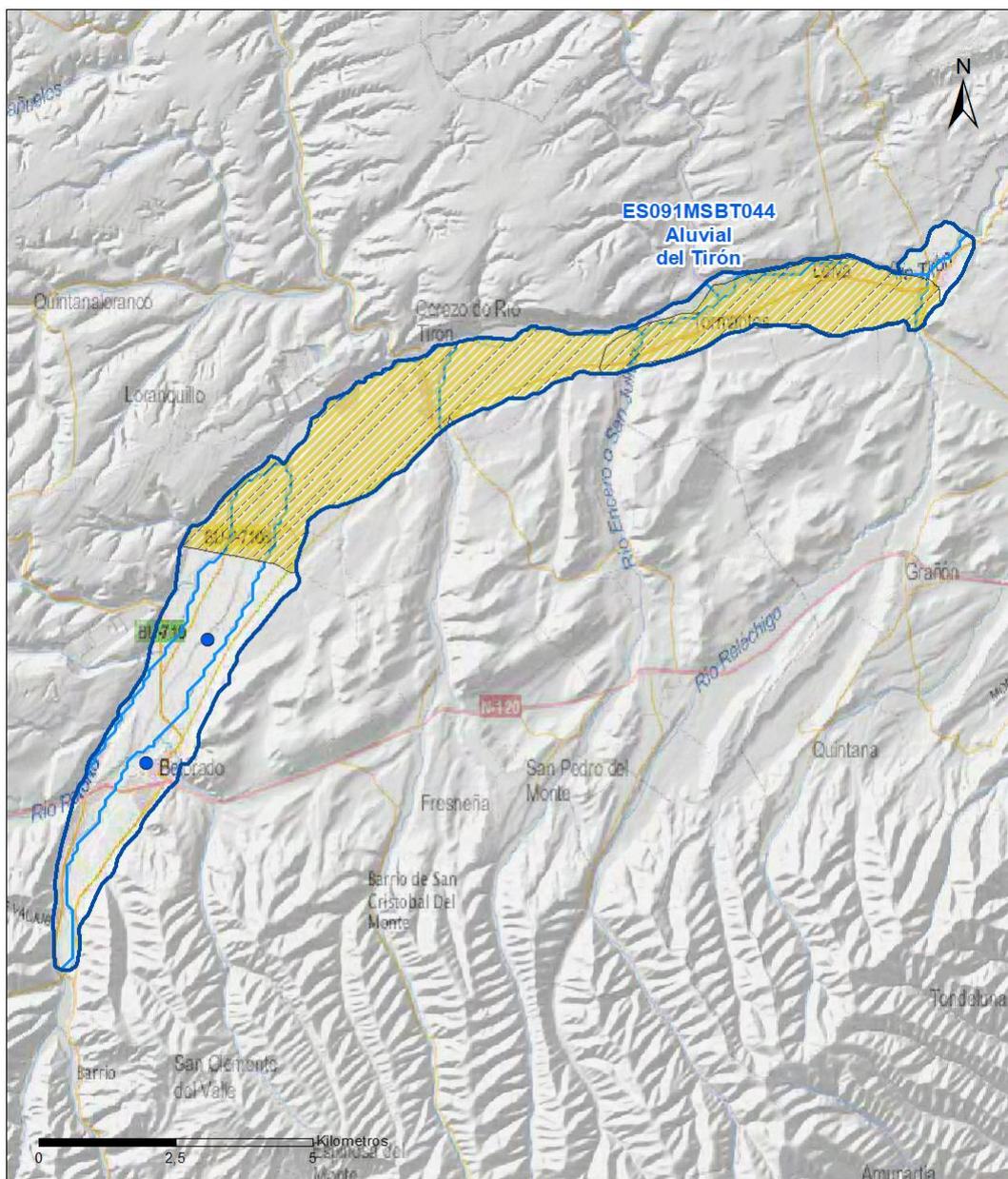
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Tipo de Zona Protegida	Nº	Geometría		Superficie total (km²)	% de la MSBT
		Punto	Polígono		
Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC)	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0,21
Zonas de futura captación de agua para consumo humano		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	17	57,69
Perímetros de protección de aguas minerales y termales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

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

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

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

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

7.1 BALANCE HÍDRICO

7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm ³ /año)	Componente	Volumen (hm ³ /año)
Infiltración lluvia		Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF		Transf. lateral otras MSBT	
Transf. lateral otras MSBT			
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	0,00	Salidas Totales	0,00
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RN)		0,00	

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm ³ /año)	Componente	Volumen (hm ³ /año)
Infiltración lluvia	1,61	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF		Extracciones	0,61
Transf. lateral otras MSBT		Transf. lateral otras MSBT	
Retornos de riego	0,21		
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	1,83	Salidas Totales	0,61
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RA)		1,22	

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

7.2.1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm ³ /año)	1,32
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año)	0,73
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año)	0,20
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año)	2,95
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,25

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año)	1,61
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año)	0,61
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año)	0,32
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año)	1,50
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,41

“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

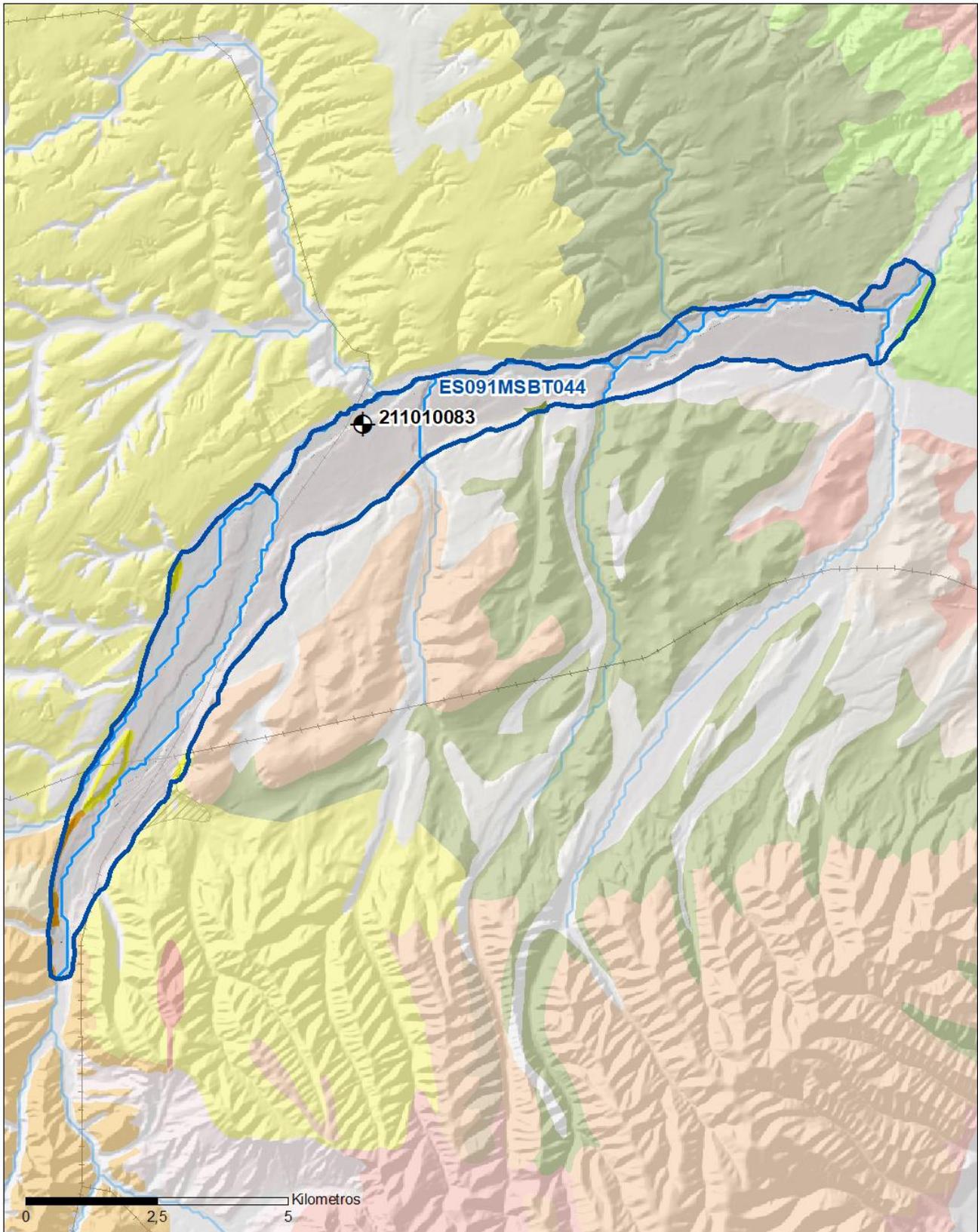
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
211010083	Piezometría	488.227	4.703.518	Cuaternario Aluvial	27/10/2009			12,0	661	<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

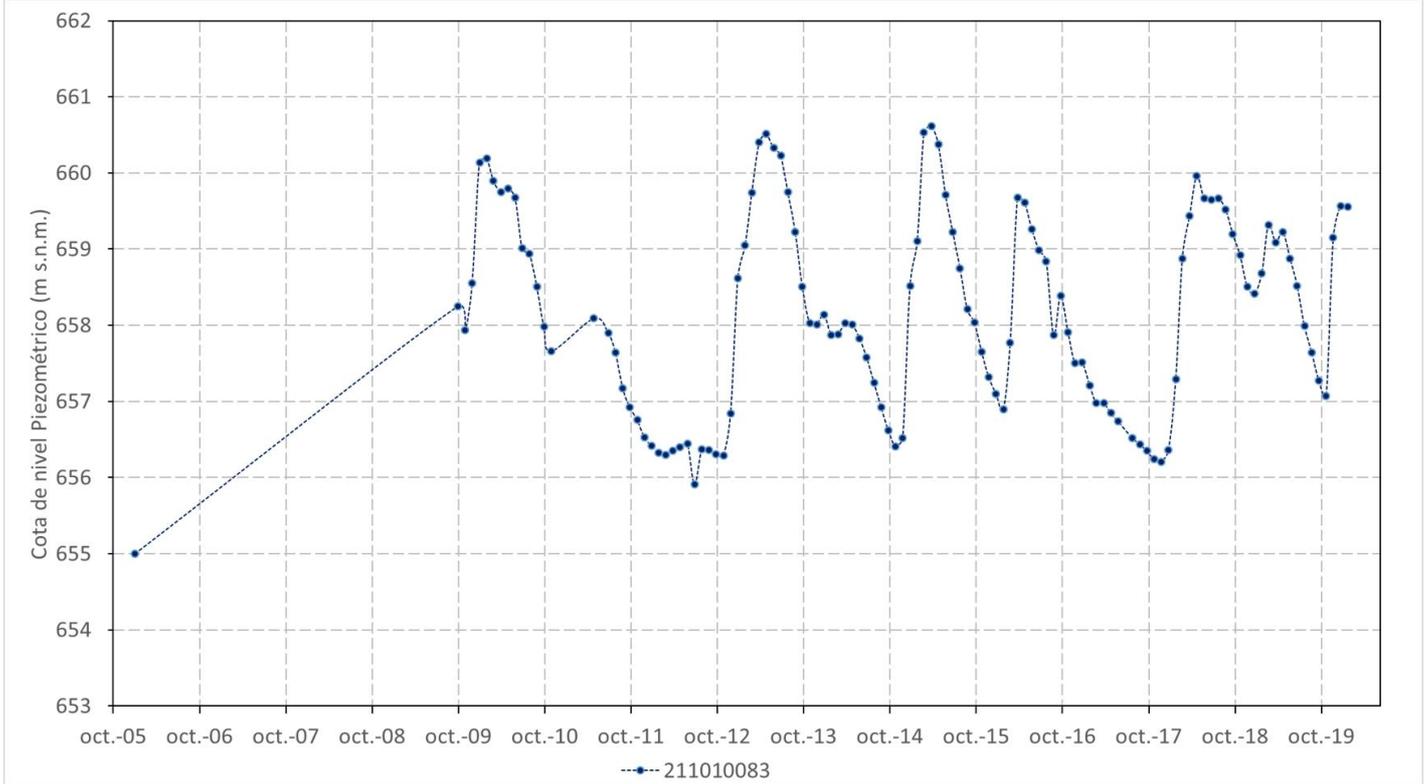
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  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_211010083), presenta medidas continuadas de nivel piezométrico desde el año 2009, con un valor de NP medio de 658,2 msnm. En general, la piezometría se muestra estable, y las oscilaciones del nivel piezométrico obedecen a las estacionales de invierno y verano, observándose la subida del NP en los meses de enero y febrero cuando se produce la recarga del acuífero por la infiltración de lluvia sobre los depósitos cuaternarios.

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
211010083	2009	2020	118	660,6	655,9	658,2	4,7	0,12	Cuaternario Aluvial	No

8.4 EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

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

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS MANANTIALES SELECCIONADOS

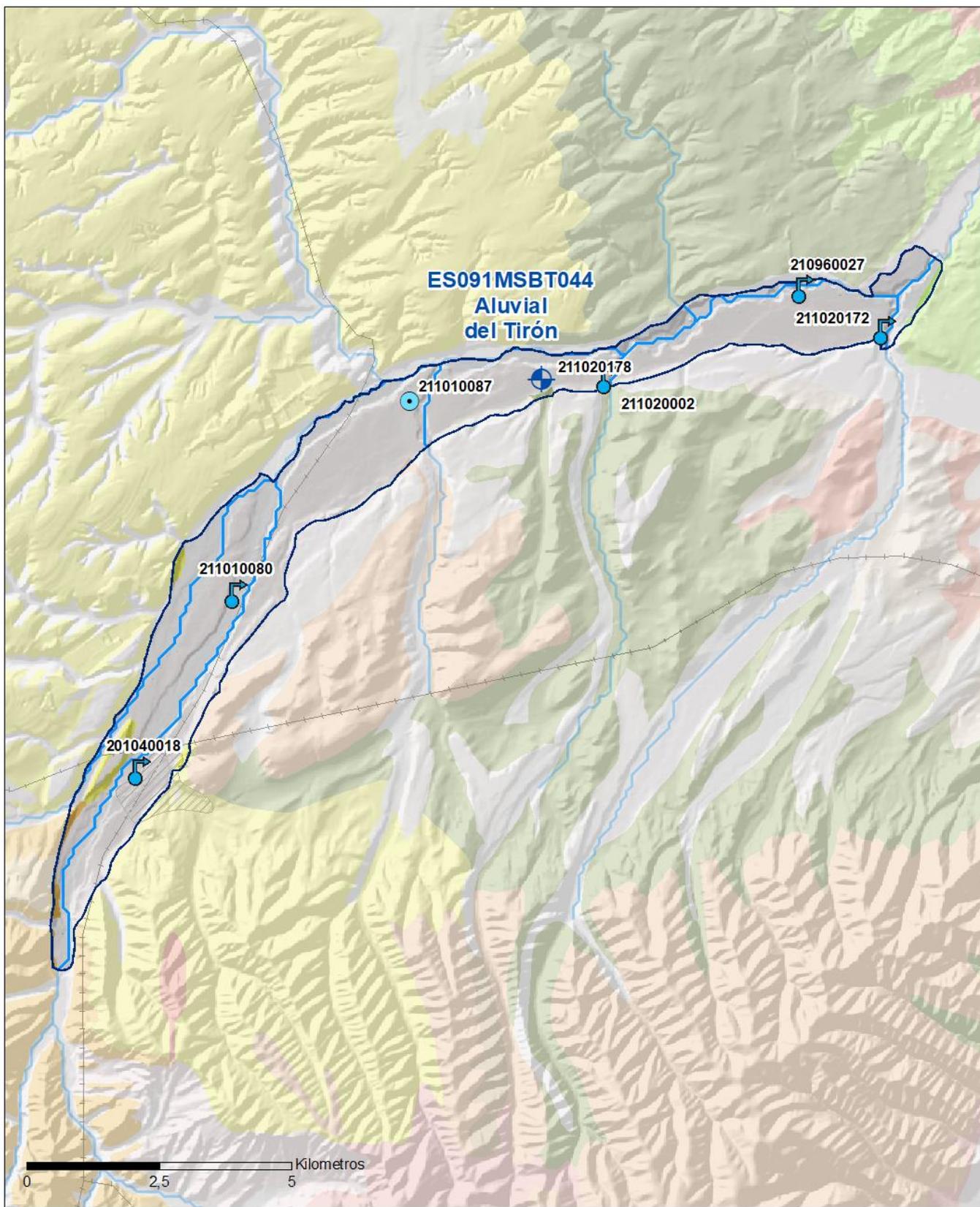
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

9.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO QUÍMICO

Puntos de Muestreo		UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m)	Prof. (m)	Tipo Captación	Acuífero/FGP	Fecha inicio muestreo
Código	Nombre	X	Y					
201040018	FUENTE EL CHE	483.937	4.696.689	754		MANANTIAL		07/06/2010
210960027	LA FUENTITA	496.442	4.705.822	580		MANANTIAL	Ac.Cuaternario Aluvial	14/05/2013
211010080	MOLINO MOJON BLANCO	485.759	4.700.045	703		MANANTIAL	Ac.Cuaternario Aluvial	24/04/2002
211010087	Talleres ALME	489.018	4.703.700	659	5,0	POZO	Ac.Cuaternario Aluvial	11/08/2011
211020002	MANANTIAL TORMATOS	492.766	4.704.119	618		MANANTIAL	Ac.Cuaternario Aluvial	24/04/2002
211020172	MANANTIAL DEL CAÑO	497.981	4.705.042	577		MANANTIAL	Ac.Cuaternario Aluvial	16/07/2002
211020178	Quintanilla de las Dueñas	491.497	4.704.112	635	6,8	SONDEO	Ac.Cuaternario Aluvial	14/05/2013

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
	Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
201040018	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desconocido
210960027	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
211010080	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
211010087	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
211020002	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
211020172	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
211020178	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Mapa Red Control



LEYENDA

 Red hidrográfica

 MSBT

Tipo de Captación

 MANANTIAL

 SONDEO

 POZO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

Código Punto	Principales materiales atravesados	Facies Hidrogeoquímica
210960027	Manantial en gravas, arenas, arcillas	Bicarbonatada sulfatada cálcica
211010087	Gravas, arenas, limos	Sulfatada cálcica
211020172	Manantial en gravas, arenas, arcillas	Sulfatada cálcica
211020178	Gravas, arenas, limos	Sulfatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT Aluvial del Tirón (2019)

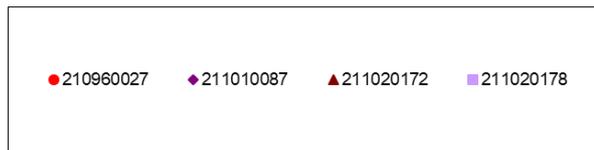
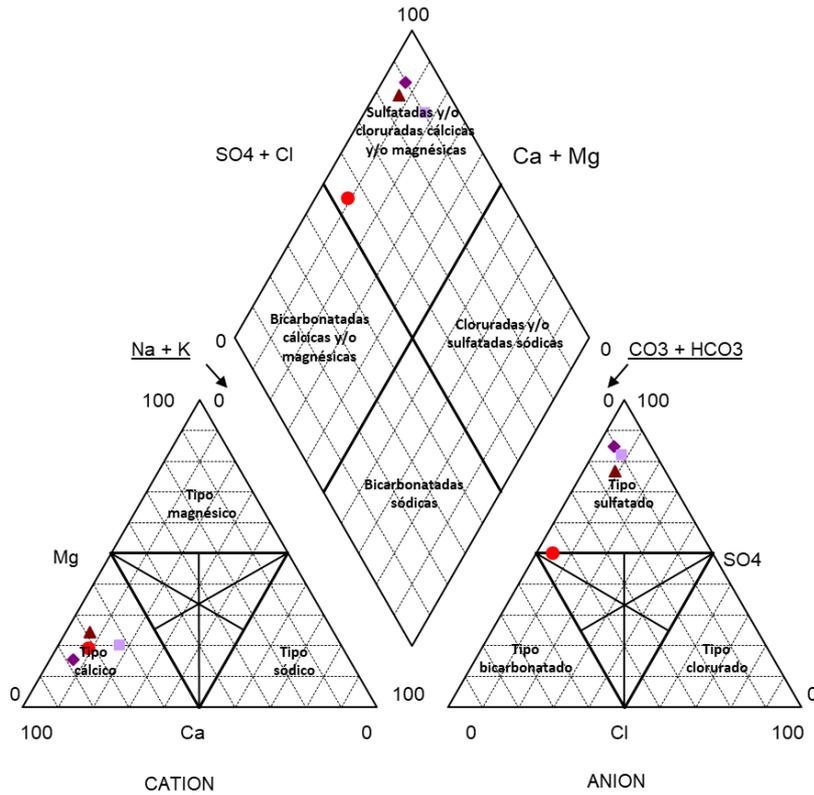


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 210960027

Aluvial del Tirón_ 210960027 (2015-2019)

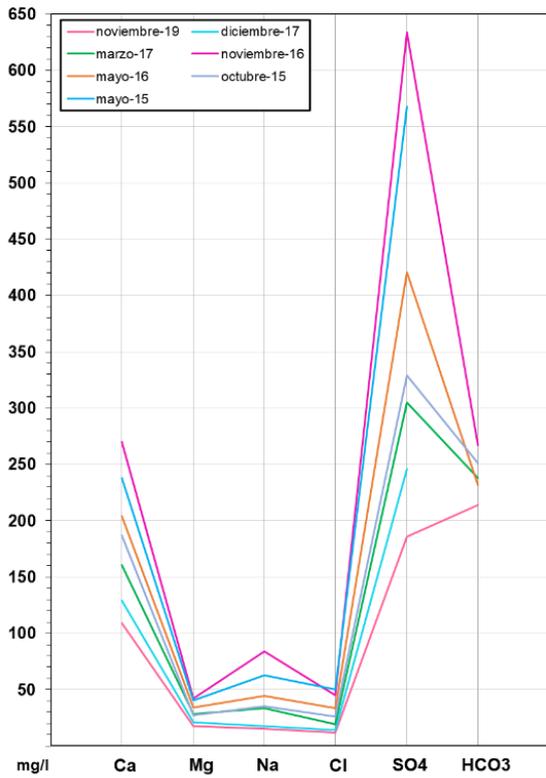


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 211020172

Aluvial del Tirón_ 211020172 (2015-2019)

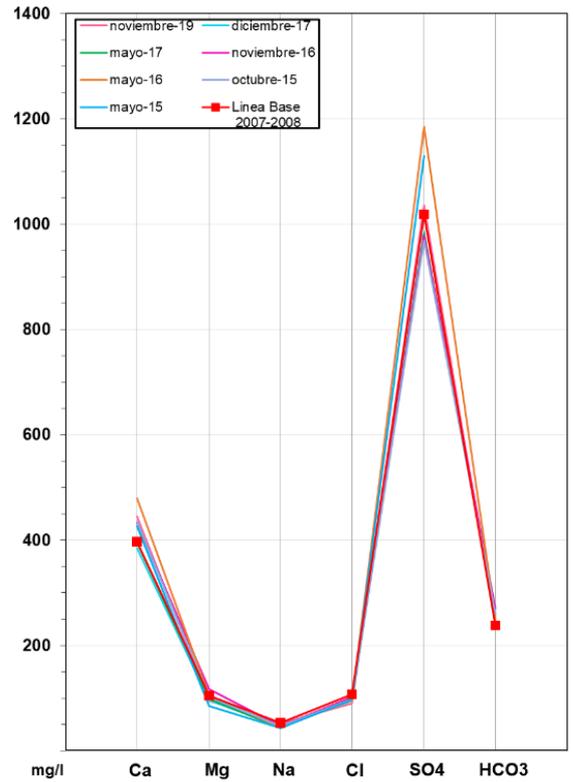
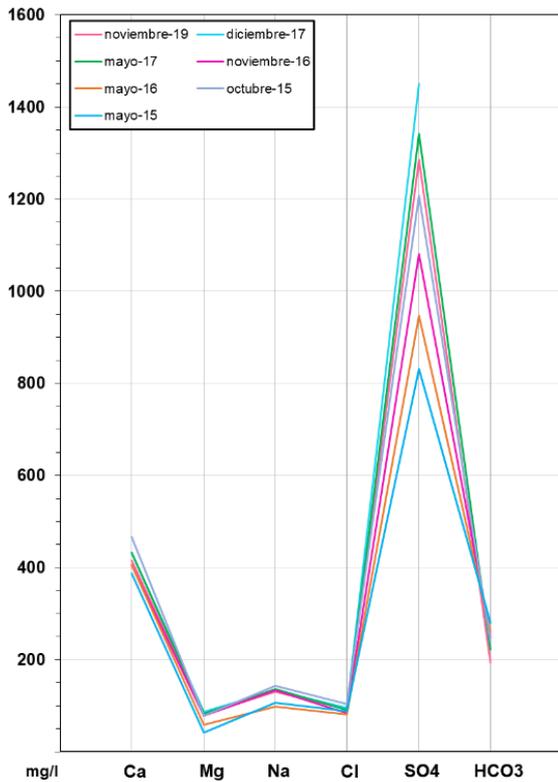


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 211020178

Aluvial del Tirón_ 211020178 (2015-2019)

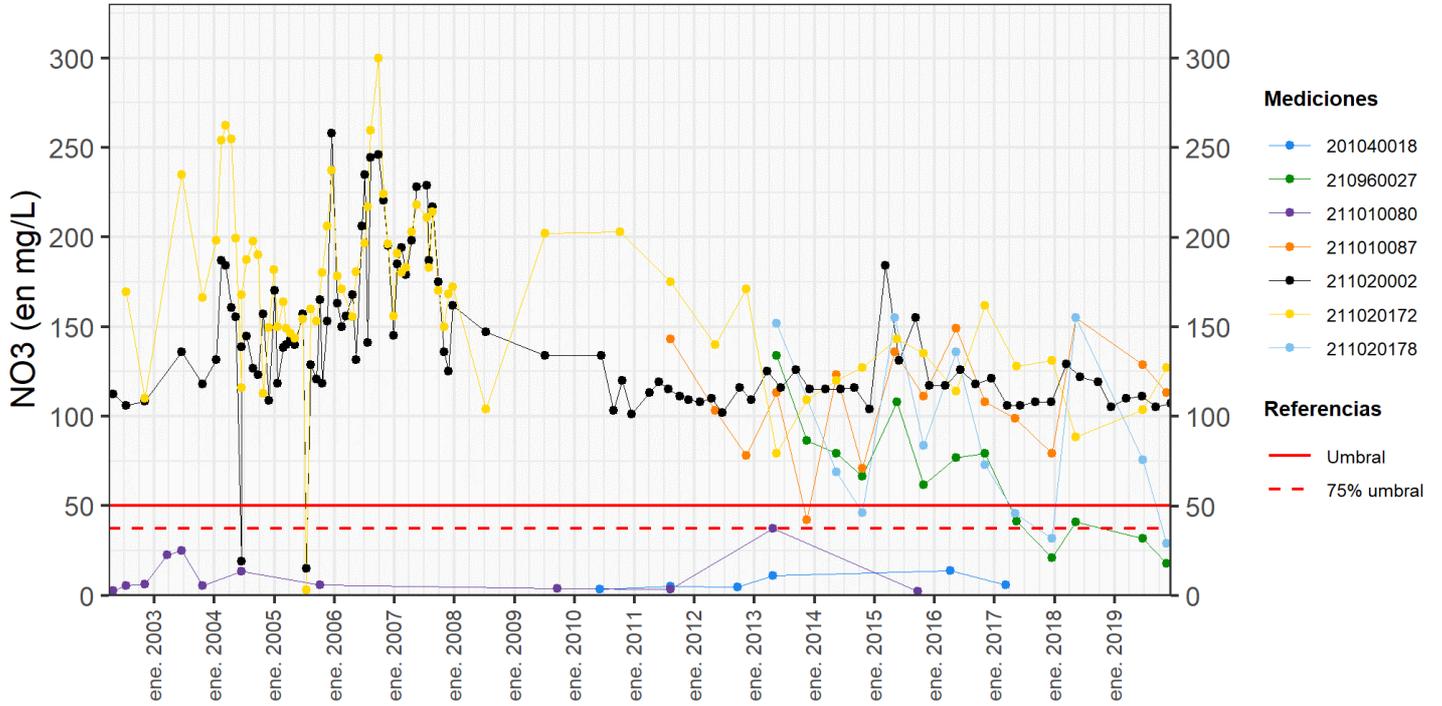


9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

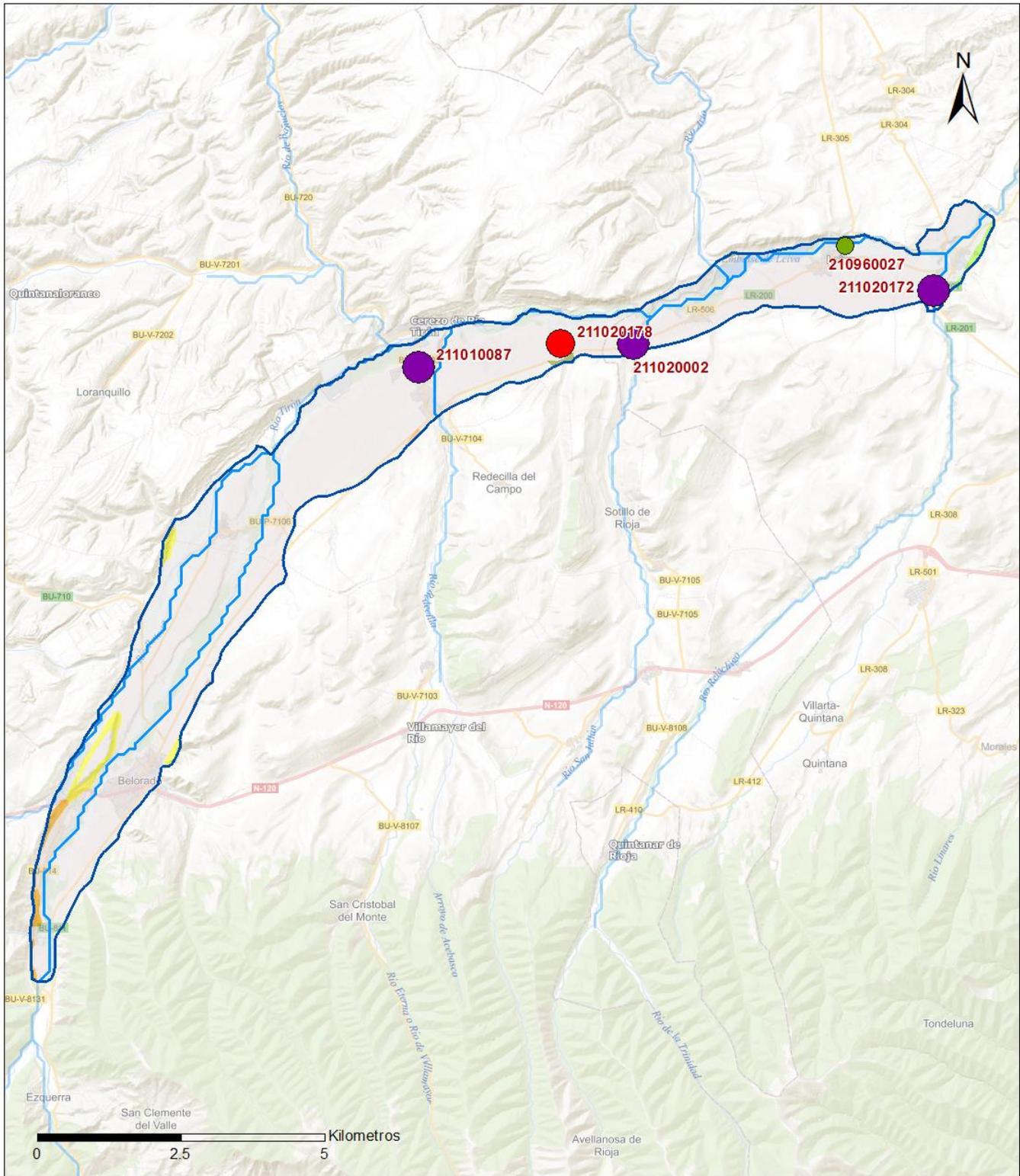
9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

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



ES091MSBT044 - NO₃ (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

 MSBT:
 Red hidrográfica
 ES091MSBT044
 Aluvial del Tirón

NITRATOS (mg/l) 2019

-  0 - 10
-  10 - 25
-  25 - 50
-  50 - 100
-  > 100

Norma de Calidad: 50 mg/l

Concentración Natural de Nitratos en las Aguas Subterráneas < 10 mg/l

EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

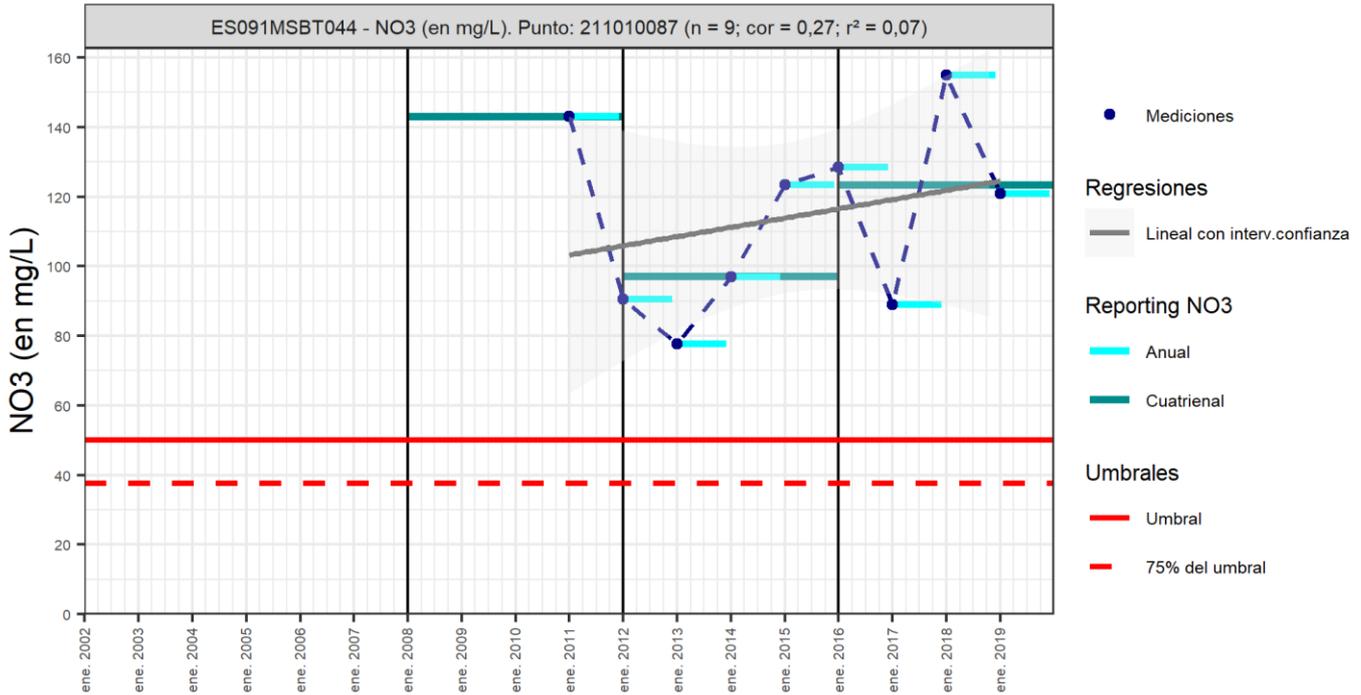
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitrato corresponden a los reportados en el informe cuatrienal 2016-2019. Todos los puntos tienen una serie histórica con un número mayor de 8 datos anuales para evaluar la tendencia por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall. Los puntos seleccionados corresponden a 2 manantiales (IPA_ 211020002, IPA_ 211020172) y un pozo (IPA_ 211010087), localizados en el acuífero Cuaternario Aluvial.

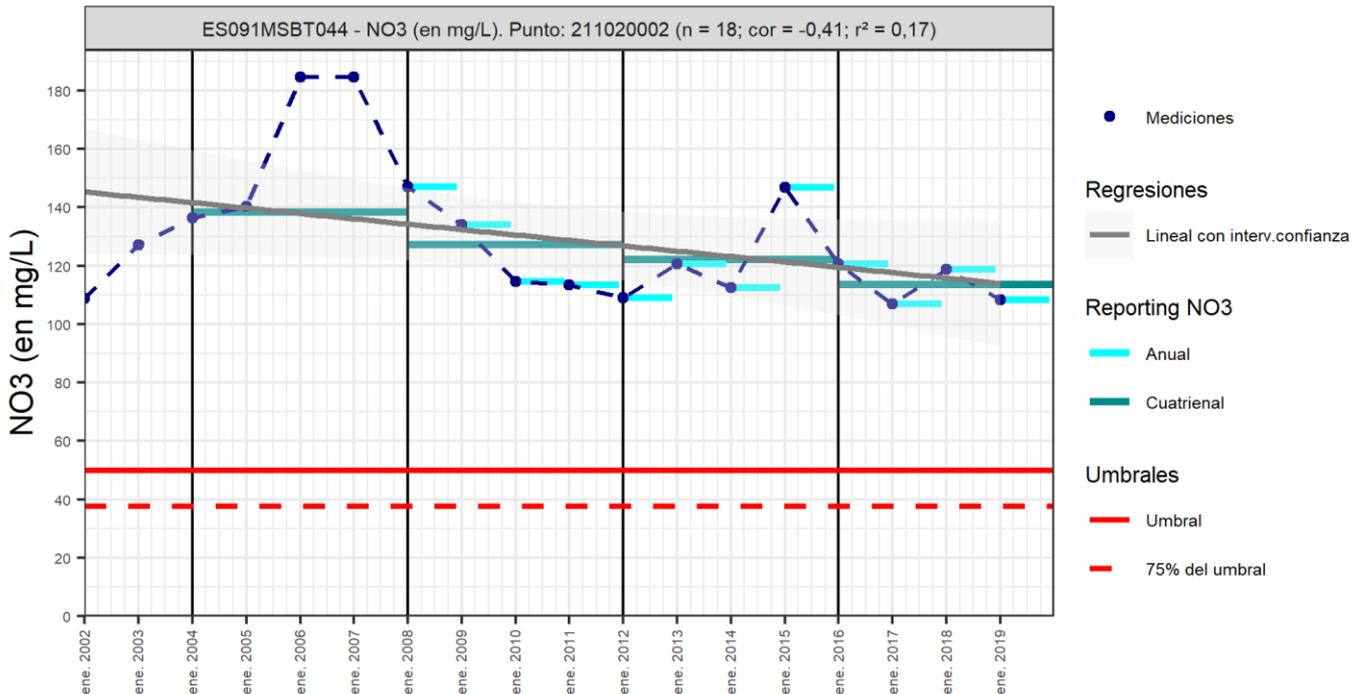
Gráfico de evaluación de tendencia

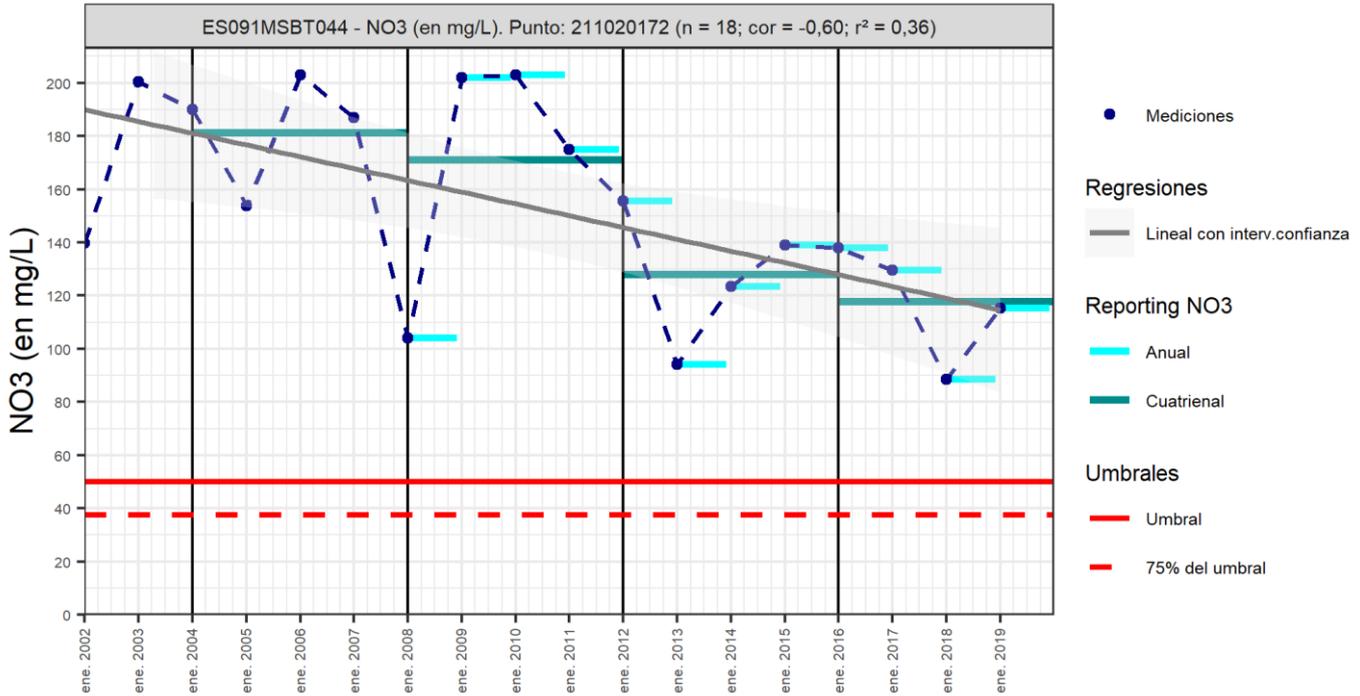
Nitrato (NO_3^-)

Código Punto 211010087



Código Punto 211020002





Análisis de tendencias

El análisis de la tendencia de evolución del nitrato se ha realizado en tres puntos seleccionados de la red control de nitratos, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall, sobre una serie histórica de datos anuales que en dos puntos se inicia a partir de 2005 hasta 2019, y en otro apartir de 2011 por lo que la longitud de la serie de datos en la mayoría de los puntos es extensa (>8 dato anuales). Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R2 >0,3 indican que la correlación es moderada (IPA_211020172), en los puntos IPA_211010087, IPA_211020002) el valor R2 es<0,3 y de baja correlación. Debido a la heterogeneidad de los datos, no puede identificarse si existe tendencia creciente o decreciente (R2> 0,5), 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 permite identificar tendencias significativas decreciente en los puntosIPA_211020002 y IPA_211020172, con valor del grado de significancia GS > 99% (tendencia muy buena). En el caso del punto IPA_211010087 no puede identificarse tendencia significativa (GS < 90 % tendencia dudosa), aunque el valor positivo de la Sen’s Slope indica que hay un aumento de la concentración de nitrato en este punto. Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2016 y 2016-2019, la concentración en nitrato disminuye en los dos manantiales y en el pozo (IPA_211010087) aumenta en 105, 8 mg/L respecto al anterior cuatrienio. Por tanto, hay variaciones importantes en las concentraciones tanto en las tendencias decrecientes como crecientes, aunque los valores en de nitrato en estos puntos son muy elevados con valores máximos alcanzados de 512 mg/L en el tercer cuatrienio.

Código Punto	Unidad	Resultados del análisis de tendencias						Nitrato (NO ₃ ⁻)			
		Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Valor Mín.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC./ V.Umbral
211010087	mg/L	Histórica	2011	2019	Anual	9	9	77,60	155,00		37,50
211020002	mg/L	Histórica	2005	2019	Anual	18	15	107,00	184,70	181,70	37,50
211020172	mg/L	Histórica	2005	2019	Anual	18	15	88,50	203,10	180,50	37,50

Código Punto	Resultados del análisis de tendencias						
	Método estadístico						
	Regresión Lineal Simple			Test de Mann-Kendall			
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
211010087	0,07000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	6,00E-01	39,78	MEDIO
211020002	0,17000	Sin Tendencia	MEDIO	Descendente	6,00E-03	99,36	ALTO
211020172	0,36000	Sin Tendencia	ALTO	Descendente	1,30E-02	98,67	ALTO

Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos (NO ₃ ⁻) en mg/L													
Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Min.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC (mg/L)	3º	4º	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
										Cuatrienio (2012-2015)	Cuatrienio (2016-2019)		
211010087	Histórica	2008	2019	Cuatrienal	3	143,00	493,50		37,50	388,50	493,50	105,00	Ascendente
211020002	Histórica	2008	2019	Cuatrienal	3	454,50	508,90		37,50	488,80	454,50	-34,30	Descendente
211020172	Histórica	2008	2019	Cuatrienal	3	471,20	684,00		37,50	512,20	471,20	-41,00	Descendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea Aluvial del Tirón (ES091MSBT0454) se encuentra en el Dominio Hidrogeológico de la Depresión del Ebro en su extremo occidental. Se localiza entre las provincias de Burgos y La Rioja con una superficie de 29,51 km², y se extiende a lo largo del río Tirón entre la localidad de San Miguel de Pedroso (Burgos), al SO, y la confluencia con su afluente el río Relachigo, al NE, en La Rioja.

Geológicamente, la MSBT se encuentra en la Cuenca Terciaria del Ebro, y viene definida por la propia extensión de los aluviales actuales del río y las terrazas bajas conectadas con éste, dando así una típica morfología alargada o fusiforme en algunas zonas y con algunos ensanchamientos no muy significativos debido al encajamiento que sufre el río en este tramo de su curso. Las principales litologías aflorantes son los depósitos cuaternarios detríticos asociados al río Tirón, característicos de sistemas aluviales. En conjunto, los materiales depositados por el Tirón, constituyen sistema de llanura aluvial, de muy escaso desarrollo, y su terraza baja, con espesores menores a la decena de metros, y con un desarrollo de su geometría con variaciones texturales, tanto lateral, como verticalmente. Los materiales cuaternarios, compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, se encuentran dispuestos sobre los materiales terciarios, principalmente lutitas, margas y yesos, que constituyen la base impermeable.

La MSBT compuesta por materiales granulares de permeabilidad alta, no limita con ninguna MSBT directamente, pero se define un flujo de salida de la MSBT hacia el Este, a través de los materiales fluviales del río Tirón y con conexión con la MSBT Aluvial de Oja (ES01MSBT045); y hacia el sur, sin tener contacto directo con la masa colindante, podría recibir aportes (entrada) desde MSBT Pradoluengo – Anguiano (ES01MSBT065), el cual es de tipo fisurado. El resto de los límites se consideran impermeables (flujo nulo), condición de las litologías adyacentes a los materiales del Aluvial del Tirón (depósitos miocenos).

En la MSBT se identifica un solo acuífero de régimen hidráulico libre, formado por una única FGP (Cuaternario), la cual se constituye por depósitos aluviales. La permeabilidad de estos materiales se define como alta. El espesor del acuífero se estima que no supera los 10 m, con una geometría completa, con cambios de facies lateral y verticalmente. El muro subyacente del acuífero se sitúa sobre formaciones terciarias, del mioceno medio y superior, formadas principalmente por margas y yesos, considerándose por tanto como el nivel impermeable de base.

El funcionamiento hidrogeológico de esta MSBT se encuentra asociada a la naturaleza del acuífero (depósitos aluviales), con un área de recarga que se da en toda la superficie de la FGP (FGP Cuaternaria) por infiltración directa de agua de lluvia y a través de barrancos en zonas altas. Adicionalmente, se podrá considerar una recarga por transferencia lateral desde masas de agua colindantes (materiales evaporíticos de la Fm. Yesos de Cerezo con alta salinidad), y una última recarga por los retornos de riego, producto de la actividad agrícola de la zona. Respecto a la descarga, se realiza a través del río Tirón principalmente, aunque existen algunos afloramientos de terrazas aisladas que drenan por manantiales periféricos antes de recargar la FGP aguas abajo, y en menor parte, por las extracciones de la actividad agrícola de la zona. Las direcciones de flujo son, en líneas general, coherentes con el tipo de acuífero (detrítico libre), mostrando una influencia superficial y unas direcciones de flujo paralelas a las superficiales y convergentes hacia el río Tirón.

Las características hidrogeológicas y edafológicas de la masa de agua, clasificada como detrítica, le confieren un grado de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación según el método DRASTIC reducido (Min= Grado 1; Max= Grado 10) de muy bajo-bajo (grado 1-4) al 26,5%, moderado (grado 5-6) al 45,2% y alto-muy alto (grado 7-10) al 28,3% de la superficie de la MSBT.

En la MSBT se ha identificado un solo recinto hidrogeológico correspondiente a Aluvial del Tirón (ES091MSBT044S00) en el que la MSPF asociadas son el río Tirón.

En el tercer ciclo de planificación hidrológica se establecieron, para la MSBT Aluvial del Tirón, unos recursos disponibles 1,5 hm³/año, sobre unos recursos renovables de 1,61 hm³/año. La salida de agua subterránea más importante se corresponde con las extracciones por bombeo que se estimaron en 0,61 hm³/año, lo que tiene como consecuencia que el índice de explotación de esta masa sea de 0,41.

La red de control piezométrico está constituida por un único piezómetro (IPA_211010083), presenta medidas continuadas de nivel piezométrico desde el año 2009, con un valor de NP medio de 658,2 msnm. En general, la piezometría se muestra estable, y las oscilaciones del nivel piezométrico obedecen a las estacionales de invierno y verano, observándose la subida del NP en los meses de enero y febrero cuando se produce la recarga del acuífero por la infiltración de lluvia sobre los depósitos cuaternarios. La red de control del estado químico de la MSBT tiene 7 puntos de control, corresponden a 5 manantiales, u pozo y un sondeo.

Las características generales físico-químicas de la MSBT corresponden a un agua casi neutra a básica, con un pH que varía entre 6,8 a 8,1. Los valores de conductividad eléctrica varían entre 330 y 2.727 µS/cm, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 1.640 µS/cm, se consideran aguas naturales mineralizadas y dulces (< 2000 µS/cm Custodio y Llamas, 1983). Algunos puntos muestran valores de CE elevados entre 2.000 y 2.750 µS/cm. La concentración en mg/L de Ca CO₃, calculada con valores de Ca y Mg, varía entre 188,1 a 1.870 mg/L, indicando que el grado de dureza del agua es dura a muy dura. La facies hidrogeoquímica principal en manantiales y pozos de la MSBT corresponde a la composición variable entre los tipos Ca-HCO₃-SO₄ (IPA_210960027) y Ca-SO₄ (IPA_211010087, IPA_211020172, IPA_250211020178970092). El acuífero aluvial presenta elevadas concentraciones en SO₄, con valores máximos que varían entre 300 y 1.500 mg/L. La frecuencia de muestreo fue semestral (periodo 2015-2019) en la mayoría de los puntos de la red química. No se observa variaciones geoquímicas respecto a las Líneas Bases 2007-2008 disponibles (IPA211020002), teniendo en cuenta que el acuífero aluvial se dispone sobre materiales terciarios (margas, lutitas y

yesos). Durante el periodo 2015-2019, se produce un aumento considerable de la concentración de SO_4 , entre 400 y 600 mg/L, en algunos puntos (IPA210960027, IPA_211020002, IPA_211020178).

La masa de agua subterránea está en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales por la concentración en nitrato, debido principalmente a la contaminación difusa por la actividad agrícola. Otros componentes orgánicos como TPH's, BTEX, y PAH, cuyo origen está asociado a emplazamientos con suelos contaminados, tienen un impacto químico probable en la MSBT. La contaminación difusa por la actividad agrícola se manifiesta con altas concentraciones de nitrato en toda la MSBT, afectando tanto a pozos como manantiales.

La concentración de nitrato en la serie histórica varía en un rango entre 2 y 300 mg/L, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 80 mg/L, que supera los 50 mg/L establecidos en la Norma de Calidad (NC). La gráfica de evolución en la que se representa la red de control químico muestra que la mayoría de los puntos de la red sobrepasan la NC, alcanzando valores muy elevados de en el periodo año 2004 a 2007, y posteriormente se produce un descenso notable pero aún con incumplimiento de la NC. El análisis de la tendencia de evolución del nitrato se ha realizado en tres puntos seleccionados de la red control de nitratos, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall, sobre una serie histórica de datos anuales que en dos puntos se inicia a partir de 2005 hasta 2019, y en otro apartir de 2011 por lo que la longitud de la serie de datos en la mayoría de los puntos es extensa (>8 dato anuales).

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de $R^2 > 0,3$ indican que la correlación es moderada (IPA_211020172), en los puntos IPA_211010087, IPA_211020002) el valor $R^2 < 0,3$ y de baja correlación. Debido a la heterogeneidad de los datos, no puede identificarse si existe tendencia creciente o decreciente ($R^2 > 0,5$), 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 permite identificar tendencias significativas decreciente en los puntos IPA_211020002 y IPA_211020172, con valor del grado de significancia $G_S > 99\%$ (tendencia muy buena). En el caso del punto IPA_211010087 no puede identificarse tendencia significativa ($G_S < 90\%$ tendencia dudosa), aunque el valor positivo de la Sen's Slope indica que hay un aumento de la concentración de nitrato en este punto.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2016 y 2016-2019, la concentración en nitrato disminuye en los dos manantiales y en el pozo (IPA_211010087) aumenta en 105, 8 mg/L respecto al anterior cuatrienio. Por tanto, hay variaciones importantes en las concentraciones tanto en las tendencias decrecientes como crecientes, aunque los valores en de nitrato en estos puntos son muy elevados con valores máximos alcanzados de 512 mg/L en el tercer cuatrienio.

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 type="checkbox"/>
	S11 Informe geológico <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A03	ESTUDIO DE LA ZONA NO SATURADA
	Subactividad/Herramienta
	S12 Diseño de estrategia de investigación de la ZNS <input checked="" type="checkbox"/>
	S13 Ensayos y recogida de muestras en campo y análisis en laboratorio. Aplicación de métodos de investigación directos. <input checked="" type="checkbox"/>
	S14 Estimación de parámetros de la ZNS a través de métodos indirectos. <input checked="" type="checkbox"/>
	S15 Modelización de la ZNS <input checked="" type="checkbox"/>
	S16 Diseño y creación de un sistema de almacenamiento de la información de los parámetros de la ZNS <input checked="" type="checkbox"/>
	S17 Planteamiento de los estudios de vulnerabilidad <input checked="" type="checkbox"/>
	S18 Métodos de estimación de la vulnerabilidad <input checked="" type="checkbox"/>
	S19 Generación de mapas de vulnerabilidad y análisis de datos <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A04	ESTUDIO DE LA PIEZOMETRÍA
	Subactividad/Herramienta
	S20 Diseño de campañas de piezometría e hidrometría <input checked="" type="checkbox"/>
	S21 Realización de campañas de piezometría e hidrometría. Interpretación de resultados (Isopiezas). <input checked="" type="checkbox"/>
	S22 Análisis de series termopluviométricas <input checked="" type="checkbox"/>
	S23 Análisis de tendencias piezométricas <input checked="" type="checkbox"/>
	S24 Situación piezométrica en condiciones naturales <input checked="" type="checkbox"/>
	S25 Informe de situación piezométrica <input checked="" type="checkbox"/>
	S26 Estudio de los flujos profundos <input type="checkbox"/>
Actividad	
A05	DEFINICIÓN DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS
	Subactividad/Herramienta
	S27 Diseño de metodología de determinación de parámetros hidráulicos <input checked="" type="checkbox"/>

Actividad	
A05	DEFINICIÓN DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLOGICOS
	Subactividad/Herramienta
	S28 Realización de sondeos hidrogeológicos <input type="checkbox"/>
	S29 Análisis granulométricos <input type="checkbox"/>
	S30 Ejecución e interpretación de ensayos de bombeo <input checked="" type="checkbox"/>
	S31 Diseño, ejecución e interpretación de ensayos de permeabilidad en sondeos <input checked="" type="checkbox"/>
	S32 Análisis y definición de detalle de las FGP y los acuíferos dentro de las MSBT <input type="checkbox"/>
Actividad	
A06	ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA
	Subactividad/Herramienta
	S33 Diseño de campañas de muestreo y solicitud de permisos <input checked="" type="checkbox"/>
	S34 Realización de campañas de muestreo <input checked="" type="checkbox"/>
	S35 Analíticas hidrogeoquímicas <input checked="" type="checkbox"/>
	S36 Analíticas isotópicas <input checked="" type="checkbox"/>
	S37 Análisis, interpretación y caracterización hidrogeoquímica <input checked="" type="checkbox"/>
	S38 Análisis de tendencias hidrogeoquímicas <input checked="" type="checkbox"/>
	S39 Determinación del Nivel de Referencia o Nivel de Fondo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A07	ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN PUNTUAL
	Subactividad/Herramienta
	S40 Diseño del plan de actuaciones <input checked="" type="checkbox"/>
	S41 Trabajos de campo y análisis de muestras en emplazamientos contaminados <input checked="" type="checkbox"/>
	S42 Elaboración de perfiles geológicos e hidrogeológicos a escala de emplazamiento <input checked="" type="checkbox"/>
	S43 Análisis de la contaminación vs oscilación del nivel freático <input checked="" type="checkbox"/>
	S44 Análisis de tendencia de contaminantes <input checked="" type="checkbox"/>
	S45 Modelo conceptual del emplazamiento contaminado <input checked="" type="checkbox"/>
	S46 Estudio de viabilidad y remediación de acuíferos <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A08	ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN DIFUSA
	Subactividad/Herramienta
	S47 Campañas de muestreo <input checked="" type="checkbox"/>
	S48 Construcción de puntos de control <input checked="" type="checkbox"/>
	S49 Análisis hidroquímicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S50 Análisis isotópicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S51 Interpretación de resultados <input checked="" type="checkbox"/>
	S52 Análisis de tendencias de nitrato <input checked="" type="checkbox"/>
	S53 Estudios de atenuación natural de la contaminación difusa dentro del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A09	ESTIMACIÓN DE LA RECARGA
	Subactividad/Herramienta
	S54 Estimación de la recarga por métodos directos: instalación de lisímetros o infiltrómetros <input type="checkbox"/>
	S55 Estimación de la recarga por métodos de balance hídrico <input type="checkbox"/>
	S56 Estimación de la recarga por Métodos Hidrodinámicos (Ley de Darcy) <input type="checkbox"/>
	S57 Estimación de la recarga por métodos hidroquímicos o de trazadores <input type="checkbox"/>
	S58 Estimación de la recarga por otros métodos <input type="checkbox"/>
Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS
	Subactividad/Herramienta
	S59 Cuantificación de la relación río-acuífero. Tratamiento y análisis de datos hidrométricos y foronómicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S60 Identificación y validación de EDAS <input 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 ES091MSBT044 Aluvial del Tirón:

Tratamiento de datos e información de caracterización: se consideran trabajos necesarios para valorar el alcance final, planificación y ejecución de cada una de las distintas actividades propuestas.

Estudios geológicos: se plantea la generación de cortes geológicos que se ajusten a los límites y geometría de la MSBT, fundamentales para abordar los modelos conceptuales y el desarrollo de modelos 3D.

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

Estudios piezométricos: corresponden a uno de los aspectos hidrogeológicos básicos para comprender el funcionamiento hidrodinámico de esta MSBT. La generación de isopiezas de forma generalizada y continuada en el tiempo a escala de MSBT se considera una actividad prioritaria de cara a la consecución de los siguientes objetivos: conocer la situación piezométrica actual y comprobar periódicamente su evolución, lo que refleja si existe o no la necesidad de adoptar medidas de protección, y su ubicación; constituir un instrumento de calibración para las propias redes oficiales, facilitando la toma de decisiones (puntos de la red representativos, se captan niveles localizados o colgados, etc.), así como mejorar el nivel de confianza en la evaluación del estado cuantitativo; y proporcionar información básica para la calibración de modelos numéricos y su correcta implementación de forma que se puedan abordar escenarios predictivos.

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

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

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

Estudios de contaminación difusa: la masa de agua subterránea se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa principalmente por nitrato afectando al norte del acuífero aluvial en la zona de Cerezo del Río Tirón y Leiva. Se trata de una contaminación que afecta amplias zonas donde resulta difícil determinar su origen y alcance. En este sentido se plantea, como mejora del conocimiento, estudios específicos que permitan determinar la tridimensionalidad de la dinámica de progreso de esta contaminación y su evolución en el tiempo. Para ello se plantean campañas específicas de muestreo, la construcción de puntos de control específicos en caso de ser necesarios, estudios isotópicos y estudios de atenuación natural.

Relación río acuífero y estudio de necesidades ambientales de los EDAS: dentro de la MSBT se han establecido unos candidatos a EDAS, y se proponen trabajos para su identificación/validación (incluyendo trabajos de campo), así como trabajos para su caracterización y estimación de sus necesidades ambientales.

Análisis y diagnóstico de las redes de monitoreo. Propuestas de mejora: con el fin de mejorar la evaluación del estado de las MSBT e incrementar el nivel de confianza (NCF), se considera imprescindible el análisis y diagnóstico de las redes de muestreo. Estos trabajos

permiten conocer el grado de representatividad que tienen tanto los puntos de control, como las propias redes. En base a los resultados de este análisis y diagnóstico de las redes y sus puntos, se podrán efectuar propuestas de mejora para el cumplimiento de los objetivos específicos de cada una de estas redes.

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

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

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

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

El conocimiento adquirido en cada una de las actividades aquí propuestas irá acompañada de divulgación social, con el objetivo de desarrollar la formación y la cultura en materia de aguas subterráneas. Para ello se realizarán, acorde a la naturaleza de la actividad y público receptor, jornadas formativas, publicaciones de artículos científicos, difusión en redes sociales, conferencias, exposiciones etc.

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHE Fichas de caracterización de las masas de agua subterránea en Información de Planificación Hidrológica de la CHE (www.chebro.es).
- CHE (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: ES091MSBT044 - ALUVIAL DEL TIRÓN

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT044 - ALUVIAL DEL TIRÓN

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	201040018						
Valor							
Máx.	14,3	8	553	10,90	0,6	<LQ	119,0
Mín.	9,9	7	330	8,50	<LQ	<LQ	119,0
P50	12,5	7	473	9,85	<LQ	<LQ	119,0
N reg.	5	5	6	6	5		1
Código Punto	210960027						
Valor							
Máx.	16,1	7	1.688	10,50	0,7	<LQ	225,0
Mín.	12,4	7	689	6,40	<LQ	<LQ	172,0
P50	13,4	7	1.280	8,90	<LQ	<LQ	198,5
N reg.	8	6	10	13	7		2
Código Punto	211010080						
Valor							
Máx.	18,9	8	1.033	8,80	0,6	<LQ	243,0
Mín.	9,7	7	578	5,80	<LQ	<LQ	165,0
P50	13,9	7	711	7,05	<LQ	<LQ	225,0
N reg.	11	12	11	12	3		5
Código Punto	211010087						
Valor							
Máx.	16,1	7	2.646	10,20	0,7	<LQ	186,0
Mín.	8,7	7	1.546	5,00	<LQ	<LQ	186,0
P50	13,8	7	2.244	8,10	<LQ	<LQ	186,0
N reg.	11	9	14	16	11		1
Código Punto	211020002						
Valor							
Máx.	18,2	8	2.710	11,20	1,4	<LQ	262,0
Mín.	10,2	7	1.747	6,80	<LQ	<LQ	198,0
P50	13,8	7	2.330	9,00	0,2	<LQ	216,0
N reg.	44	37	44	53	9		45
Código Punto	211020172						
Valor							
Máx.	16,2	8	2.529	10,60	1,5	<LQ	229,0
Mín.	11,8	7	1.119	6,70	<LQ	<LQ	192,0
P50	14,6	7	2.117	9,25	<LQ	<LQ	210,0
N reg.	21	19	22	26	13		9
Código Punto	211020178						
Valor							
Máx.	15,2	7	2.727	9,90	1,0	<LQ	174,0
Mín.	12,1	7	1.812	3,80	0,5	<LQ	174,0
P50	13,5	7	2.358	7,40	0,7	<LQ	174,0
N reg.	7	6	11	12	8		1

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	201040018								
Valor									
Máx.	178,1	<LQ	23,80	135,0	13,9	0,01	<LQ	15,0	1,0
Mín.	136,6	<LQ	10,00	57,6	3,5	<LQ	<LQ	8,2	<LQ
P50	148,0	<LQ	15,10	94,7	5,5	<LQ	<LQ	9,9	0,9
N reg.	5	5	6	6	6	5	4	6	6
Código Punto	210960027								
Valor									

Parámetro	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	Na ⁺	K ⁺
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	210960027								
Valor									
Máx.	281,8	<LQ	56,90	694,0	134,0	0,01	0,08	84,2	18,1
Mín.	209,0	<LQ	12,00	186,0	18,0	<LQ	<LQ	15,5	12,8
P50	238,0	<LQ	32,10	424,0	66,4	<LQ	<LQ	44,5	16,0
N reg.	9	9	11	11	13	11	10	11	11
Código Punto	211010080								
Valor									
Máx.	311,1	<LQ	35,00	363,0	37,5	<LQ	0,09	19,0	2,7
Mín.	201,3	<LQ	16,50	122,9	2,3	<LQ	<LQ	10,0	<LQ
P50	274,8	<LQ	23,00	247,0	5,8	<LQ	0,03	14,0	1,6
N reg.	8	6	9	9	12	9	6	9	9
Código Punto	211010087								
Valor									
Máx.	295,2	<LQ	58,60	1.471,0	155,0	6,00	<LQ	56,0	4,0
Mín.	183,0	<LQ	33,30	490,0	42,2	<LQ	<LQ	38,6	1,4
P50	213,5	<LQ	53,30	1.241,0	112,0	0,01	<LQ	51,7	2,1
N reg.	13	13	14	14	16	14	13	14	14
Código Punto	211020002								
Valor									
Máx.	330,6	<LQ	107,00	1.380,0	258,0	0,03	0,14	79,2	9,0
Mín.	213,5	<LQ	59,70	731,0	<LQ	<LQ	<LQ	30,0	<LQ
P50	266,0	<LQ	73,80	1.214,0	126,7	<LQ	<LQ	41,7	5,2
N reg.	13	7	51	51	100	52	45	51	51
Código Punto	211020172								
Valor									
Máx.	344,0	<LQ	111,00	1.374,0	300,0	0,02	0,06	95,2	5,6
Mín.	215,0	<LQ	59,20	641,6	<LQ	<LQ	<LQ	26,0	1,9
P50	257,6	<LQ	97,00	983,0	169,6	<LQ	<LQ	45,0	2,7
N reg.	20	18	23	23	71	23	19	23	23
Código Punto	211020178								
Valor									
Máx.	280,6	<LQ	120,00	1.481,0	155,0	0,02	<LQ	175,0	4,8
Mín.	188,0	<LQ	80,70	831,0	29,0	<LQ	<LQ	98,7	1,7
P50	240,3	<LQ	92,40	1.246,5	74,1	<LQ	<LQ	133,5	4,1
N reg.	9	9	10	10	12	10	9	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	201040018								
Valor									
Máx.	104,0	10,4	0,3600	<LQ	<LQ	<LQ	0,03	<LQ	<LQ
Mín.	64,6	6,4	0,1730	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	75,8	7,9	0,3060	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Código Punto	210960027								
Valor									
Máx.	302,0	46,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	109,0	17,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	214,0	33,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	11	11				11			
Código Punto	211010080								
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	211010080								
Valor									
Máx.	223,0	16,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	119,2	9,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	173,0	13,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	8	9	1	2		11			
Código Punto	211010087								
Valor									
Máx.	612,0	70,9	<LQ	<LQ	<LQ	0,38	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	253,0	26,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	525,0	63,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	14	14				14			
Código Punto	211020002								
Valor									
Máx.	580,0	101,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	306,0	75,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	481,0	85,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	51	51		2		53			
Código Punto	211020172								
Valor									
Máx.	505,0	124,0	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	284,0	70,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	412,0	97,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	23	23		1		24			
Código Punto	211020178								
Valor									
Máx.	500,0	104,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	387,0	41,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	423,5	80,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	10	10				10			

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