



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y  
PROBLEMATICA DE CALIDAD Y  
CONTAMINACION DEL ABASTECIMIENTO  
AL MUNICIPIO DE FUNES.  
CARACTERIZACION HIDROGEOLOGICA DE  
LOS ACUIFEROS EXISTENTES EN EL MISMO



<b>SUPER PROYECTO</b> Nº 9006	<b>AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA</b>
<b>PROYECTO AGREGADO</b>	335
<b>TITULO PROYECTO:</b>  Proyecto para la realización de estudios de asesoramiento en materia de aguas subterranas a organismos de cuenca y comunidades autonomas en Navarra, País Vasco y La Rioja (Cuencas Norte y Ebro) 1990-91	
<b>SICOAN</b> 90404	<b>Nº DIRECCION</b> 22/90
<b>COMIENZO</b> 28/8/90	<b>FINALIZACION</b>

<b>INFORME</b> (Titulo):  "Estudio sobre el estado actual y problemática de calidad y contaminación de los abastecimientos a poblaciones situadas en el aluvial del Ebro y afluentes"  FUNES	
<b>CUENCA (S) HIDROGRAFICA (S)</b>	EBRO
<b>COMUNIDAD (S) AUTONOMAS</b>	NAVARRA
<b>PROVINCIAS</b>	

## INDICE

---

# INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION .....	7
2. EQUIPO TECNICO Y TRABAJOS REALIZADOS .....	9
3. GEOLOGIA .....	12
3.1. ESTRATIGRAFIA .....	12
3.1.1. Terciario .....	12
3.1.2. Cuaternario .....	14
3.2. TECTONICA .....	15
4. HIDROGEOLOGIA .....	18
4.1. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA .....	18
4.2. GEOFISICA .....	20
4.3. SONDEOS DE INVESTIGACION Y/O EXPLOTACION .....	22
4.4. DEFINICION DE ACUIFEROS .....	31
4.4.1. Características litológicas y geométricas de los acuíferos ..	32
4.4.2. Piezometría .....	34
4.4.3. Funcionamiento hidrogeológico .....	34
5. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO .....	38
5.1. CAPTACIONES EXISTENTES .....	38
5.2. INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO .....	39
5.2.1. Depósito regulador .....	39
5.2.2. Características de la distribución .....	39
5.2.3. Tratamiento de las aguas y control sanitario .....	39
6. ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA .....	43
6.1. DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO .....	43
6.2. DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA .....	44

<b>7.</b>	<b>ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE</b>	
	<b>2.015)</b> . . . . .	<b>46</b>
7.1.	EVOLUCION DE LA POBLACION . . . . .	46
7.2.	CONSUMO FUTURO . . . . .	46
<b>8.</b>	<b>CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS</b>	
	<b>HIDRICOS</b> . . . . .	<b>49</b>
8.1.	INFORMACION RECOPIADA . . . . .	49
8.2.	CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES . . . . .	50
	<b>8.2.1. Facies químicas</b> . . . . .	<b>51</b>
	<b>8.2.2. Evolución temporal de la calidad</b> . . . . .	<b>52</b>
	<b>8.2.3. Diferencias geográficas de calidad</b> . . . . .	<b>52</b>
8.3.	CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO . . . . .	53
<b>9.</b>	<b>ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y RECO-</b>	
	<b>MENDACIONES</b> . . . . .	<b>58</b>
9.1.	CANTIDAD . . . . .	59
9.2.	CALIDAD . . . . .	55

## **A N E X O S**

- 1. FOTOGRAFIAS**
- 2. ANALISIS QUIMICOS UTILIZADOS DURANTE EL ESTUDIO**
- 3. BOLETIN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICOS REALIZADOS EN ORIGEN**
- 4. BOLETIN DEL ANALISIS BACTERIOLOGICO REALIZADO EN AL RED**

## **P L A N O S**

- 1. MAPA GEOLOGICO Y DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE FUNES**

## **1. INTRODUCCION**

---

## 1.- INTRODUCCION

---

En los últimos años el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) ha firmado convenios de asistencia técnica en materia de aguas con todas las comunidades autónomas, a través de los cuales se coordinan los trabajos del Instituto y que, en ocasiones, son cofinanciados por las propias comunidades.

En este marco, algunos de los trabajos a realizar en la Comunidad Autónoma de Navarra se han planteado como estudios metodológicos sobre el abastecimiento de varias poblaciones, en los que se analiza su problemática actual y futura.

En el presente informe se aborda el caso concreto del Término Municipal de Funes, exponiéndose toda la información conocida y relativa a las características geológico-hidrogeológicas de los acuíferos existentes en el municipio y a la calidad de los recursos hídricos de los mismos. Se analizan además la situación actual del abastecimiento (captaciones existentes, instalaciones de abastecimiento, etc.) y la demanda futura de agua con el fin de dilucidar necesidades actuales o futuras. Así mismo se realizan las recomendaciones que se consideran oportunas para solventar estas necesidades.



## **2.- EQUIPO TECNICO Y TRABAJOS REALIZADOS**

---

## 2.- EQUIPO TECNICO Y TRABAJOS REALIZADOS

---

La supervisión y dirección técnica del ITGE ha sido realizada por D. Miguel del Pozo Gómez (Geólogo).

El presente estudio ha sido realizado por Compañía General de Sondeos, S.A. (C.G.S.) que ha aportado el siguiente equipo técnico:

- D. Juan Olivares Taléns (Geólogo): responsable técnico del estudio.
- D. Juan Carlos González LLamazares (Geólogo): interpretación de la información recopilada, encuesta de abastecimiento en las oficinas municipales, toma de datos en campo y muestreo químico, elaboración del informe final.
- Dña. Regina Rodríguez Santisteban (Geóloga): interpretación de los análisis químicos recopilados y realizados durante el estudio, redacción del capítulo de hidroquímica.

La información de los análisis químicos que se han utilizado ha sido aportada por D. Esteban Faci, geólogo, del Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra, a quién agradecemos su colaboración.

Los principales trabajos realizados han sido los siguientes:

- Análisis de la información recogida en los siguientes estudios:
  - "Proyecto Hidrogeológico de Navarra, 2ª fase". Excma. Diputación Foral de Navarra. Dirección de Obras Públicas. Diciembre de 1.981.
  - "Estudio Hidrogeológico de una zona del Aluvial del Ebro y del Aragón entre San Adrián y Arguedas", realizado por INGEMISA para el Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra (Diciembre de 1.985).

- . "Estudio de la calidad de agua del Aluvial del Ebro y Afluentes y protección del acuífero y las captaciones contra la contaminación". Realizado por INTECSA para el Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra. Diciembre de 1.988.
  - . Base de datos de la red de calidad de aguas subterráneas del Gobierno de Navarra.
  - . "Informe técnico sobre el pozo de captación de Funes nº 2 para abastecimiento de Falces". Sección de Recursos Hidráulicos y Geología del Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra. Septiembre de 1.991.
- 
- Encuesta en las oficinas municipales y visitas a los puntos de captación, depósitos reguladores, etc.
  - Toma de muestras para análisis químicos en origen.
  - Evaluación de las necesidades de agua actuales y futuras.
  - Valoración de los recursos hídricos subterráneos existentes en cuanto a cantidad y calidad.
  - Elaboración del informe final.

### **3.- GEOLOGIA**

---

### 3.- GEOLOGIA

---

El Término Municipal de Funes se sitúa en la Depresión del Ebro. Los materiales aflorantes son en su totalidad de origen continental y pertenecen al Terciario y Cuaternario.

Los depósitos terciarios están constituidos esencialmente por yesos y arcillas con niveles finos de calizas y areniscas. Las edades de estos depósitos están comprendidos entre el Stampiense y el Vindoboniense (Oligoceno Medio-Mioceno Medio).

Los depósitos cuaternarios se disponen en un sistema de terrazas asociadas a los ríos Ebro, Arga y Aragón. La litología varía desde gravas y arenas hasta limos y arcillas sin consolidar. Los movimientos halocinéticos de los sedimentos evaporíticos terciarios afectan también a los depósitos cuaternarios produciéndoles deformaciones.

#### 3.1.- ESTRATIGRAFIA

##### 3.1.1.- Terciario

En el mapa geológico (plano nº1) se distinguen cuatro unidades terciarias.

###### *Unidad 1*

Está formada por finas capas de yeso de escala centimétrica, con juntas arcillosas de tonalidades pardo-amarillentas.

Intercaladas entre los yesos terrosos se encuentran capas de yesos de color blanco y escala decimétrica.

No se conoce la potencia de esta unidad debido a que no aflora la base de la misma en ningún punto. Aflora en el núcleo de una estructura anticlinal.

Los materiales están totalmente replegados debido al carácter diapírico de los pliegues.

### *Unidad 2*

Está constituida fundamentalmente por una sucesión de tramos yesíferos y tramos arcillosos de espesor variable. Los primeros presentan una estructura hojosa consistente en una alternancia fina de yesos terrosos, yesos fibrosos y arcillas yesíferas, en capas bien estratificadas de alrededor de 1 cm. Esporádicamente se intercalan en la secuencia niveles de yesos blanquecinos más potentes (10 a 40 cm.).

Con frecuencia se intercalan entre los yesos tramos de arcilla calcárea en tonos rojizos, grises y pardo-amarillentos, con abundante yeso disperso y relleno de grietas. Se pueden observar también delgadas capas de arenisca, caliza arenosa y caliza.

Esta unidad está menos replegada que la anterior y no se conoce su espesor debido al contacto mecánico existente entre ella.

### *Unidad 3*

Es un tramo básicamente arcilloso, con algunas intercalaciones finas de areniscas y calizas. Da lugar a una depresión morfológica entre dos tramos yesíferos.

La potencia es muy variable de unos sectores a otros. Los espesores máximos medidos son de 450 m.

#### ***Unidad 4***

La litología dominante es también yesífera, con niveles arcillosos interestratificados. Los yesos forman secuencias consistentes en una alternancia fina y rítmica de capas bien estratificadas de unos 10 a 15 mm. Intercalándose en esta secuencia rítmica aparecen niveles yesíferos más potentes de 10 a 40 cm. de espesor. Asociados a los yesos aparecen niveles con frecuencia finas capas (2 cm.) de caliza arcillosa.

Los tramos arcillosos presentan intercalaciones de capas de 10 a 30 cm. de areniscas y calizas arcillosas.

Se han medido potencias de 900 m. para esta unidad.

#### **3.1.2.- CUATERNARIO**

Los depósitos cuaternarios ocupan la mayor parte de la superficie del municipio. Son de origen fluvial y forman las terrazas de los ríos Ebro, Arga y Aragón.

El desarrollo de las terrazas se encuentra, en parte, condicionado por la estructura geológica y naturaleza de los materiales terciarios donde se asienta la red fluvial.

Normalmente estas terrazas se han agrupado de una forma más o menos arbitraria en función de sus características litológicas, morfológicas y de su altitud relativa con respecto al Ebro.

Un fenómeno frecuente en la región es la deformación de las terrazas como consecuencia del movimiento de los yesos subyacentes.

### *Unidad 5*

Corresponde a terrazas que se extienden a lo largo de los pliegues diapíricos de Cáscar y Arguedas y que han sido fuertemente deformadas por la acción tectónica diapírica de los yesos.

Estas terrazas tienen amplia representación en Funes.

### *Unidad 6*

Se agrupan en esta unidad varios niveles de terrazas colgadas que se sitúan a una altura sobre el nivel actual del río de al menos 10 m.

Están formadas por gravas poligénicas, poco cementadas, compuestas por cantos de calizas, cuarcitas y areniscas, relativamente homométricas.

### *Unidad 7*

Corresponde a la llanura de inundación actual o llanura aluvial.

Se compone de dos tramos bien diferenciados, uno inferior de gravas de variada naturaleza (calizas, cuarcitas y areniscas) y otro superior de limos y arcillas. Localmente aparecen lentejones de arena entre las gravas.

## 3.2. TECTONICA

El rasgo estructural más destacado de la zona es la existencia de pliegues de origen halocinético en los materiales del Terciario Continental. Concretamente, en el municipio de Funes se puede definir el anticlinal de Arguedas.



Estas deformaciones afectan a los depósitos cuaternarios asentados sobre los materiales yesíferos. Esto origina abombamientos en las terrazas que adaptan a los anticlinales del substrato yesífero.

## **4.- HIDROGEOLOGIA**

---

## 4.- HIDROGEOLOGIA

---

La mayor parte del municipio de Funes se encuentra incluido en la "Unidad Hidrogeológica del Aluvial del Ebro y afluentes", definida en el "Estudio Hidrogeológico de Navarra".

En esta unidad se incluyen todas las terrazas de origen fluvial asociadas al río Ebro y sus afluentes en Navarra y se sitúan a diferentes niveles con respecto al actual del río.

A continuación se expone toda la información recopilada para el municipio de Funes que permite definir los acuíferos existentes y su geometría y funcionamiento hidrogeológico.

### 4.1.- INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Se ha podido disponer de información de catorce puntos de agua (siete pozos y siete sondeos).

En el cuadro nº1 se presenta un resumen con las principales características de estos puntos.

En este cuadro se identifica cada punto con el código de inventario con el que figura en los archivos del Gobierno de Navarra con la excepción del sondeo realizado durante 1.991 y que se define como Funes nº 2.

En el plano nº1 están situados estos puntos junto con los pozos 2511-1-003,-005 y 006, de los que únicamente se dispone de los análisis químicos en ellos efectuados.

N° INVENT.	FECHA	X	Y	COTA	NATUR.	PROF. (m)	NIVEL (m)	Q. (l/s)	LITOL	USO	EXT.ANUAL (Dm3/Año)	N° A.Q.	OBSER.
2511-1-010 (1)		595900	4678750	284	Pozo	6.2	5.5		Gravas	No se usa			
2511-1-054 (2)	05/08/85	595925	4680150	315	Sondeo	14	6.0		Gravas	Agricultura		2	
2511-1-055 (3)	07/04/85	596205	4678680	283	Pozo	7			Gravas	No se usa			Actualm. tapado
2511-1-056 (4)	07/04/85	596405	4678560	283	Pozo	8.41	0.41		Gravas	Agricultura			
2511-1-222 (5)	02/08/88	601050	4683500	280	Pozo	5.10	3.10		Gravas	No se usa			
2511-1-223 (6)	09/09/88	598925	4685900	280.50	Sondeo	16	5.00	55.5	Gravas	Abastec.	256	6	Abastec. de Funes
2511-2-235 (7)	05/10/88	602125	4686400	287	Sondeo	13.97	5.49		Gravas	No se usa		2	Sondeo de inves- tigación
2511-5-013 (8)		596650	4678250	280	Pozo	6.9	4.45			Agricultura		1	
2511-5-017 (9)		596850	4678300	280	Pozo	3.8	3.6			No se usa		1	
2511-5-051 (10)	05/08/85	596550	4678280	280	Pozo	10				Agricultura		1	
2511-5-066 (11)	24/02/86	596710	4677910	277	Sondeo	37	5			Piezómetro			
2511-5-067 (12)	22/11/85	586510	4678244	282	Sondeo	40	4.99			No se usa			
2511-5-068 (13)	22/11/85	596450	4678275	282	Sondeo	43	5			No se usa			

CUADRO N° 1: Resumen del inventario de puntos de aguas

Las profundidades de estos puntos oscila entre 3.8 y 43 m. El 50% no se utilizan en la actualidad y el resto se utilizan con fines agrícolas con la excepción del punto 2511-2-223 del que se abastece Funes y el sondeo Funes nº 2 previsto como abastecimiento de Falces.

#### 4.2.- GEOFISICA

Para la elaboración del presente apartado se ha podido disponer de información geofísica procedente de distintos estudios e informes a saber:

- Los perfiles 7º y 8º corresponden al "Estudio del Cuaternario del Ebro y Afluentes" realizado por el Servicio de Geofísica del Instituto Tecnológico Geominero de España, 1.990.
- Los perfiles VI, VII y VIII corresponden al "Estudio hidrogeológico de una zona del aluvial del Ebro y del Aragón entre San Adrián y Arguedas (Navarra)". Realizado por la empresa INGEMISA para el Gobierno de Navarra. Servicio de Obras Públicas. Sección de Recursos Hidráulicos y Geofísica, 1.972.
- El perfil 18-A corresponde al "Proyecto Hidrogeológico de Navarra", realizado por Compañía General de Sondeos para el Gobierno de Navarra. Servicio de Obras Públicas. Sección de Recursos Hidráulicos y Geología, 1.977.

Por lo que respecta al 2º de los citados informes, la relación entre litología y resistividad en Ohm.m. que se establece es la siguiente:

<u>Litología</u>	<u>Resistividad</u>
- Limos y arcillas	3-20 Ohm.m.
- Mezcla de limos y arcillas con arenas	20-60 Ohm.m.
- Arenas con escasos finos	60-100 Ohm.m.
- Arenas y gravas limpias	100-400 Ohm.m.
- Gravas secas	> 400 Ohm.m.

Las materiales del substrato (arcillas y yesos) poseen una resistividad variable en función del predominio de una u otra litología en cada punto. En general, los valores de resistividad más frecuentes del substrato son del orden de 10 a 30 Ohm.m.

En el 3º de los informes referenciados se establecen los siguientes rasgos de resistividades:

- Materiales arcillosos: resistividades < 20 Ohm.m.
- Limos y arenas: resistividades 30-150 Ohm.m.
- Gravas y arenas (más o menos limpios): resistividades 200-1.500 Ohm.m.
- Gravas limpias (o secas): resistividades 1.000-2.000 Ohm.m.
- Zonas impermeables muy secos o influidos por yesos: resistividades 2.000 Ohm.m.

La situación de los sondeos eléctricos verticales (SEV) queda reflejada en la figura nº 1 a escala 1:50.000 donde se observa una concentración en el extremo sur del término municipal en las inmediaciones del río Ebro.

La representación de los perfiles se indica en la figura nº 2 y como comentarios de interés hidrogeológico cabe señalar:

- 1.- En el perfil nº 7 el SEV 32 presenta unos valores de resistividad bajos y de poco interés hidrogeológico. El SEV nº 33 presenta unos valores altos de resistividad por encima de la cota 300 y que deben de corresponder a terrazas colgadas con escaso interés hidrogeológico.
- 2.- El perfil P.VIII presenta unos valores altos de resistividad y en especial los SEV 5 y 6 con espesores próximos a 20 m. Los SEV nº 1, 2 y 3 posiblemente correspondan a a niveles de gravas secas.

- 3.- En el perfil VII los SEV 1 y 2 detectan terrazas colgadas y secas sin interés hidrogeológico de carácter regional.
- 4.- El SEV 37 del perfil 8 presenta unas características de espesor y de resistividad de los materiales de interés hidrogeológico y que convendría investigar.
- 5.- Los SEV nº 1 y 2 del perfil P.VI puede que sean prolongación del perfil 8 y, a pesar de su reducido espesor, se consideran de interés hidrogeológico.
- 6.- El perfil 18 A se desarrolla sobre la terraza del Aragon y resultan de gran interés hidrogeológico los SEV nº 1, 3 y 4. Por espesor de la terraza y por el valor de la resistividad se recomienda una investigación hidrogeológica.

#### 4.3.- SONDEOS DE INVESTIGACION Y/O EXPLOTACION

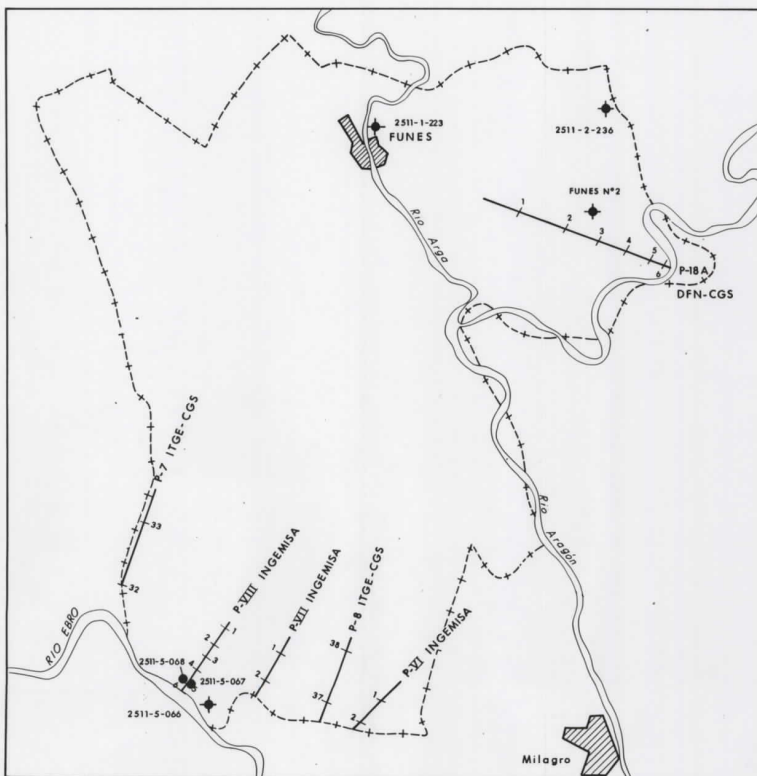
Se dispone de información detallada de los sondeos 2511-1-223, 2511-2-236, 2511-5-066, -067, -068 y Funes nº 2. En estos puntos se conocen con detalle las columnas atravesadas y en algunos de ellos se han efectuado ensayos de bombeo.

En el resto de sondeos y pozos inventariados no figuran las columnas de materiales atravesados y no se conocen los caudales óptimos de explotación.

En la figura nº1 se representan estos sondeos junto con los SEV realizados en el municipio.

##### ***Sondeo 2511-1-223***

Es el actual abastecimiento de Funes. Se realizó en 1.986 a percusión hasta una profundidad total de 16 m.



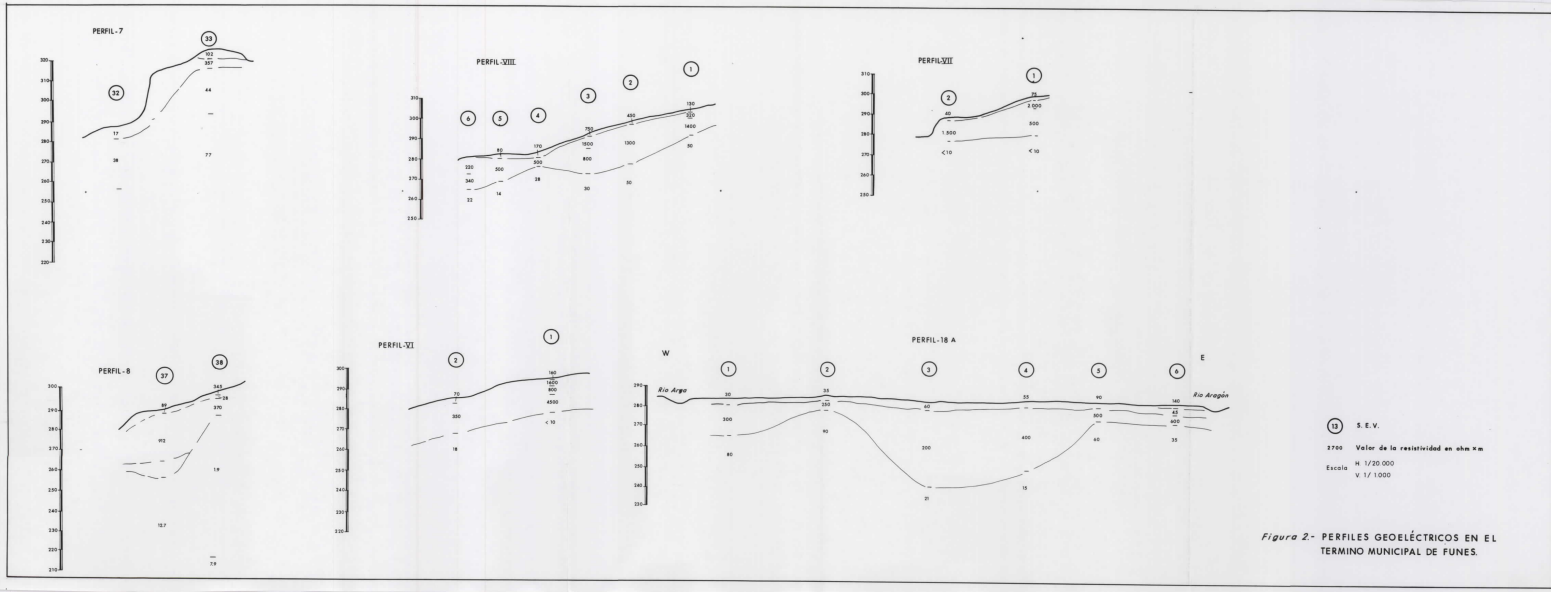
**LEYENDA**

- +---+---+ Límite del municipio
- +---+--- Perfiles geoelectríos y N° S.E.V.
- ◆ Sondaje de reconocimiento

ESCALA 1/50.000

Figura 1.- SITUACIÓN DE LOS PERFILES GEOELÉCTRICOS EN EL TERMINO MUNICIPAL DE FUNES.





La columna litológica atravesada fue la siguiente:

- 0-3 m.: tierra
- 3-16 m.: arena y grava

Se ha entubado en su totalidad con tubería de acero, filtro de puentecillo y un diámetro interior de 400 mm.

Según datos del ayuntamiento, con bombeos continuos de 28 l/seg. el nivel desciende 10 cm. y se mantiene estable.

#### ***Sondeo 2511-2-236***

Realizado en 1.988 a percusión hasta una profundidad total de 14 m.

#### **Columna litológica:**

- 0-1,5 m.: relleno
- 1,5-4 m.: arcilla marrón (100%)
- 4-7 m.: arcilla marrón (50%). Grava media (50%)
- 7-8,5 m.: grava media (85%). Arcilla marrón (15%)
- 8,5-14 m.: grava media-gruesa con cantos (100%)

#### **Características técnicas:**

Se perforó con un diámetro de 400 mm.

La tubería de revestimiento es de acero de 5 mm. de espesor y 180 mm. de diámetro interior. Se ranuró entre los 6 y 13,5 m. de profundidad.

**Evolución de los niveles de agua durante la perforación:**

El nivel freático se tocó a los 8,5 m. de profundidad ascendiendo el nivel a 5,49 m. y permaneció invariable durante la perforación.

**Resumen del bombeo a caudal constante:**

- Duración: 9 horas
- Caudal: 18,2 l/seg.
- Nivel inicial: 5,93 m.
- Nivel final: 6,63 m. (establecido a partir de los 150 minutos de bombeo)
- Descenso: 0.70 m.
- Transmisividad: 14.400 m<sup>2</sup>/día
- Recuperación: volvió al nivel inicial en 150 minutos
- Transmisividad según la recuperación: 14.400 m<sup>2</sup>/día

***Sondeo 2511-5-066***

Realizado en 1.985 a rotoperusión hasta una profundidad de 37 m.

**Columna litológica:**

- 0-18 m.: grava y arena de grano grueso con niveles decimétricos de arenas finas.
- 18-24 m.: arena de grano medio y grueso con grava de grano fino
- 24-36,70 m.: grava y arena de grano grueso con niveles de arena fina,
- 36,70-37 m.: arcilla azulada (substrato impermeable)

**Características técnicas:**

Profundidad de perforación (m)	Diámetro de perforación (mm)	Profundidad de entubación auxiliar (m)	Diámetro de entubación auxiliar (mm)	Naturaleza de la entubación definitiva Prof. (m)
0-5	140	0-5	139	0-5 ciega
5-16	115	0-16	114	5-29 filtro
16-26	90	0-26	89	
26-37	66	26-29.5	66	

El nivel piezométrico al finalizar la perforación quedó situado a 5 m. de profundidad.

***Sondeo 2511-5-067***

Realizado en 1.985 a percusión hasta una profundidad total de 40 m.

**Columna litológica:**

- 0-4 m.: arcillas y limos
- 4-5 m.: arcillas, limos y gravas
- 5-8 m.: arcillas, arenas y gravas
- 8-10 m.: arenas y gravas
- 10-11 m.: arena gruesa y media
- 11-16 m.: gravas y arenas
- 16-19 m.: arena y arcilla media
- 19-22 m.: gravas y arenas
- 22-27 m.: gravas medias-finas
- 27-33 m.: arenas, limos y arcillas con algo de gravas
- 33-40 m.: gravas con escasas pasadas de arena

### Características técnicas:

En 1.990 se cambió el entubado que se realizó en 1.985. El diámetro del mismo es de 550 mm.; sus características, junto con los diámetros de perforación son los siguientes:

Profundidad de perforación (m)	Diámetro de perforación (m)	Profundidad de entubación (m)	Naturaleza de la entubación
0-13	700	0-9	Ciega
13-17	650	9-16.5	Filtro
17-28	600	16.5-19	Ciega
28-35	550	19-28	Filtro
35-40	500	28-33	Ciega

El nivel piezométrico se localizó a los 5 m. de profundidad. Posteriormente, durante la perforación, este nivel no varió con las labores de limpieza. Sin embargo se observaron oscilaciones coincidentes con las crecidas y disminuciones de caudal del río Ebro.

### Resumen del bombeo a caudal constante:

- Duración: 16 horas
- Caudal: 170 l/seg.
- Nivel inicial: 4,94 m.
- Nivel final: 7,93 (sin llegar a estabilizar)
- Descenso: 2,99 m.
- Transmisividad (Jacob): 11.600 m<sup>2</sup>/día

Según las pruebas realizadas se estima que el sondeo puede proporcionar caudales superiores a 200 l/seg.

**Sondeo 2511-5-068**

Realizado en 1.985 a rotoperCUSión hasta una profundidad final de 43 m.

**Columna litológica:**

- 0-9m.: grava y arena de grano grueso con ocasionales niveles de arena de grano medio
- 9-14 m.: arena de grano grueso con gravas finas.
- 14-42,4 m.: grava y arena de grano grueso con niveles de arena medio y fino
- 42,4-43 m.: substrato impermeable

**Características técnicas:**

Profundidad de perforación (m)	Diámetro de perforación (mm)	Profundidad de entubación auxiliar (m)	Diámetro de entubación auxiliar (mm)	Naturaleza de la entubación definitiva Prof. (m)	Naturaleza de la entubación definitiva
0-5	200	0-5	175	0-5	Ciega
5-9	140	0-9	139	5-38	Filtro
9-16	115	0-16	114		
16-29	90	0-29	89		
29-37	66	0-37	66		
37-43	56				

El nivel piezométrico al finalizar la perforación quedó situado alrededor de los 5 m.

**Sondeo de Funes 2**

Perforado en 1.991 a percusión hasta una profundidad de 27 m.

Se ha realizado como alternativa al abastecimiento de Falces debido a la mala calidad química que las aguas del mismo ofrecen.

#### **Columna litológica:**

- 0-3 m.: arcillas y limos con algo de grava.
- 3-7 m.: arenas finas, limos y arcillas con gravas
- 7-9 m.: gravas de 1-3 cm.
- 9-11 m.: gravas, de menos de 1 cm., con arena
- 11-15 m.: gravas de 1-3 cm.
- 15-18 m.: gravas gruesas hasta 6 cm.
- 18-19 m.: gravas finas, de menos de 1 cm., con arena.
- 19-21 m.: gravas de 1-4 cm.
- 21-23 m.: arcillas y limos marrones con grava
- 23-27 m.: limos y arcillas con materia orgánica (aluviales)

#### **Características técnicas:**

Se perforó con un diámetro de 700 mm., utilizando tubería del mismo diámetro hasta los 27 m. Las características de entubación son las siguientes:

<b>Profundidad (m)</b>	<b>Diámetro de entubación (mm)</b>	<b>Naturaleza</b>
0-7,5	550	Metálica (ciega)
7,5-21	550	Metálica (puentecillo 2mm. de pozo)
21-27	550	Metálica (ciega)

El sondeo se desarrolló mediante aire comprimido con el que extraían caudales que oscilaban entre 40 y 25 l/seg. Con este sistema se pudo eliminar un cierto

porcentaje de materiales finos en los alrededores del sondeo aumentando la permeabilidad en el entorno del mismo.

#### **Resumen del bombeo a caudal constante:**

- Duración: 75 horas
- Nivel inicial: 5,32 m.
- Nivel final: 6,26
- Descenso: 0,94 m.
- Transmisividad media calculada: 30.000 m<sup>2</sup>/día
- Coeficiente de almacenamiento: 8,5 %
- Conclusiones: si fuese necesario se podría extraer un caudal de 100 l/seg. quedando el nivel dinámico a una profundidad no superior a los 9 m. teniendo en cuenta que el nivel estático se encuentra a unos 5 m. Si el bombeo con un caudal de 100 l/seg. fuese cíclico, es decir, sólo durante unas horas al día los descensos serían sensiblemente inferiores a los calculados.

#### **4.4.- DEFINICION DE ACUIFEROS**

Los materiales de permeabilidad alta aflorantes en el municipio corresponden a los depósitos de origen fluvial cuaternarios (unidades 5, 6 y 7). Los depósitos terciarios son impermeables o de permeabilidad muy baja y constituyen el substrato impermeable sobre el que se asientan los materiales acuíferos existentes en Funes.

Las unidades geológicas cuaternarias mencionadas se pueden definir también como acuíferos distintos, que presenta algunas características diferenciadoras, aunque estén interconectados entre sí.



#### 4.4.1.- CARACTERISTICAS LITOLOGICAS Y GEOMETRICAS DE LOS ACUIFEROS

##### *Unidad 5*

Corresponde a la terraza actual o llanura de inundación de los ríos Ebro, Arga y Aragón.

Según los datos expuestos hasta ahora está constituida por materiales detríticos sueltos según una secuencia vertical de gravas y arenas gruesas en la base y limos y arcillas en los niveles superficiales. Esta secuencia puede variar en detalle debido a cambios de facies laterales que disponen los materiales de diferente granulometría según lentejones más o menos continuos y con distinta envergadura. Estos lentejones se han detectado con mucha frecuencia a lo largo del acuífero aluvial.

La potencia es variable y se pueden diferenciar dos sectores:

- El sector septentrional, correspondiente a la llanura aluvial del río Ebro, tiene potencias que oscilan entre los 20 y 45 m. según las campañas de geofísica y los sondeos de investigación.
- El sector nororiental, correspondiente a la llanura de inundación de los ríos Arga y Aragón, tiene espesores que oscilan entre los 10 y 40 m.

Esta variabilidad implica la presencia de un substrato de topografía ondulada con relieves que en algunos sectores pueden constituir umbrales.

El acuífero está limitado normalmente por los materiales permeables de la unidad 6 y en algunos sectores por los materiales impermeables terciarios.

### *Unidad 6*

Corresponde con terrazas situadas a una altura por encima de los 10 m. con relación al nivel actual del río Ebro.

Las características litológicas son similares a las de la unidad 7. La transmisión con esta unidad está marcada por un escarpe abrupto.

La potencia es también variable aunque se estiman espesores máximos de 20-25 m. En muchos puntos se produce también un ascenso del substrato en las zonas de contacto con la unidad 7.

Los límites del acuífero los constituyen al Sur los materiales de la unidad 2, con los que están intercalados, y los materiales impermeables del Terciario.

### *Unidad 5*

Corresponde a las terrazas colgadas más antiguas y que se encuentran muy deformadas por efecto de la tectónica cuaternaria de origen halocinético.

Litológicamente están constituidos por gravas y conglomerados con lentejones de limos y arcillas.

Los espesores máximos se han estimado en 10-15 m.

El substrato impermeable está formado por arcillas y yesos terciarios, que imponen las condiciones de borde en todos los límites de afloramientos.

#### **4.4.2.- PIEZOMETRIA**

En la unidad 7 el nivel piezométrico se sitúa próximo a la superficie topográfica y presenta oscilaciones estacionales que suelen variar entre 3 y 6 m. generalmente.

La profundidad del nivel aumenta progresivamente en la unidad 6 hasta alcanzar valores que pueden superar los 15 m., con oscilaciones estacionales del mismo orden de amplitud que en el caso anterior.

Las fluctuaciones piezométricas están influidas, fundamentalmente, por el nivel de agua en los ríos Ebro, Aragón y Arga. En zonas de la unidad 7 sometidas a riegos intensivos se pueden originar afecciones en los niveles debido a los excedentes de riego.

La morfología de la superficie piezométrica elaborada con datos de puntos situados en ambas márgenes del Ebro y en sus afluentes, contenida en el Estudio Hidrogeológico de Navarra, muestra que el flujo subterráneo se realiza según líneas convergentes hacia los cauces de los ríos, que actúan como áreas de drenaje del acuífero durante la mayor parte del año, excepto en épocas de fuertes crecidas en los que temporalmente los ríos alimentan el acuífero.

#### **4.4.3. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO**

Las unidades 7 y 6 constituyen un acuífero libre formado por materiales no consolidados y permeables por porosidad.

La recarga de los acuíferos se produce a partir de cuatro factores fundamentales:

- Precipitación directa sobre los mismos

- Infiltración de la escorrentía superficial de la cuenca vertiente al acuífero situada sobre materiales impermeables.
- Infiltración procedente de los excedentes de riego.
- Infiltración en las márgenes de los ríos por crecidas y desbordamientos.

Los ríos Ebro, Aragón y Arga actúan como área de drenaje durante la mayor parte del año excepto en épocas de crecidas en las que se puede producir recarga. La circulación subterránea se realiza, por lo tanto, preferentemente según líneas convergentes al cauce en el sentido de circulación del río.

El contacto entre las dos unidades acuíferas se realiza generalmente a través de un escarpe que corresponde a un escalón morfológico-estructural relacionado con la tectónica cuaternaria de origen halocinético.

En las zonas de contacto existe generalmente conexión hidráulica aunque, excepto en puntos localizados, el substrato impermeable asciende progresivamente de cota conforme no alejamos del río, lo cual implica que el espesor del acuífero saturado disminuya a medida que progresa la distancia al cauce del río. En algunos sectores el substrato se encuentra muy próximo a la superficie en la zona de contacto entre ambas terrazas de manera que la conexión hidráulica es deficiente pudiendo quedar desconectadas en función de las fluctuaciones piezométricas.

En régimen de explotación del acuífero, con captaciones relativamente próximas a los ríos, estos actúan como barrera positiva con potencial hidráulico constante. Esto indica que el caudal extraído procede, a partir de un cierto tiempo, del caudal aportado por el río según un proceso de descarga inducida. Dada la alta permeabilidad de los materiales, la conexión hidráulica con los cauces superficiales se produce de forma eficaz y las captaciones pueden proporcionar caudales elevados con depresiones reducidas y niveles prácticamente estabilizados.

La unidad 5 constituye igualmente un acuífero libre, permeable por porosidad, pero sin conexión hidráulica con los cauces superficiales.

Los valores de transmisividad se estiman reducidos aún como los valores de la porosidad eficaz. Sólo localmente, en zonas deprimidas del substrato, se pueden encontrar condiciones hidrogeológicas relativamente favorables para la ubicación de captaciones aunque con caudales reducidos.

## **5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO**

---

## 5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

---

En la figura n° 3 se puede observar la localización de las captaciones de aguas, depósitos reguladores, salidas de la red de saneamiento y vertedero de residuos sólidos urbanos.

### 5.1.- CAPTACIONES EXISTENTES

Funes se abastece actualmente de un pozo diferenciado con el código 2511-1-223 en el inventario de puntos de agua (plano n° 1). Las principales características de este pozo son las siguientes:

- Año de construcción: 1.986
- Profundidad del pozo: 16 m.
- Diámetro: 400 mm.
- Revestimiento: tubería de acero.
- Protecciones: caseta de ladrillo con puerta metálica.
- Profundidad del nivel de agua (05/02/91): 5 m.
- Cota: 280,50 m.
- Distancia al depósito regulador: 3.000 m.
- Equipamiento: una bomba de 65 CV con una capacidad de extracción de 100 m<sup>3</sup>/hora.
- Observaciones: en invierno el pozo se bombea durante 5-7 horas y en verano durante 13-14 horas.

## 5.2.- INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO

### 5.2.1.- DEPOSITO REGULADOR

- Cota (en la puerta): 360,50 m.
- Capacidad: 1.000 m<sup>3</sup>.
- Tipo: rectangular semienterrado.
- Estado general: bueno, sin fugas.
- Observaciones: sería conveniente la instalación de un contador en la salida para cuantificar pérdidas en la red.

### 5.2.2.- CARACTERISTICAS DE LA DISTRIBUCION

La conducción entre el depósito y la captación se encuentra en buen estado y prácticamente no se detectan averías. Tiene las siguientes características:

- Año de construcción: 1.986
- Longitud: 3.000 m.
- Desnivel: 80 m.

La red de distribución tiene 40 años aproximadamente y se encuentra en mal estado, detectándose fugas con frecuencia.

### 5.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS AGUAS Y CONTROL SANITARIO

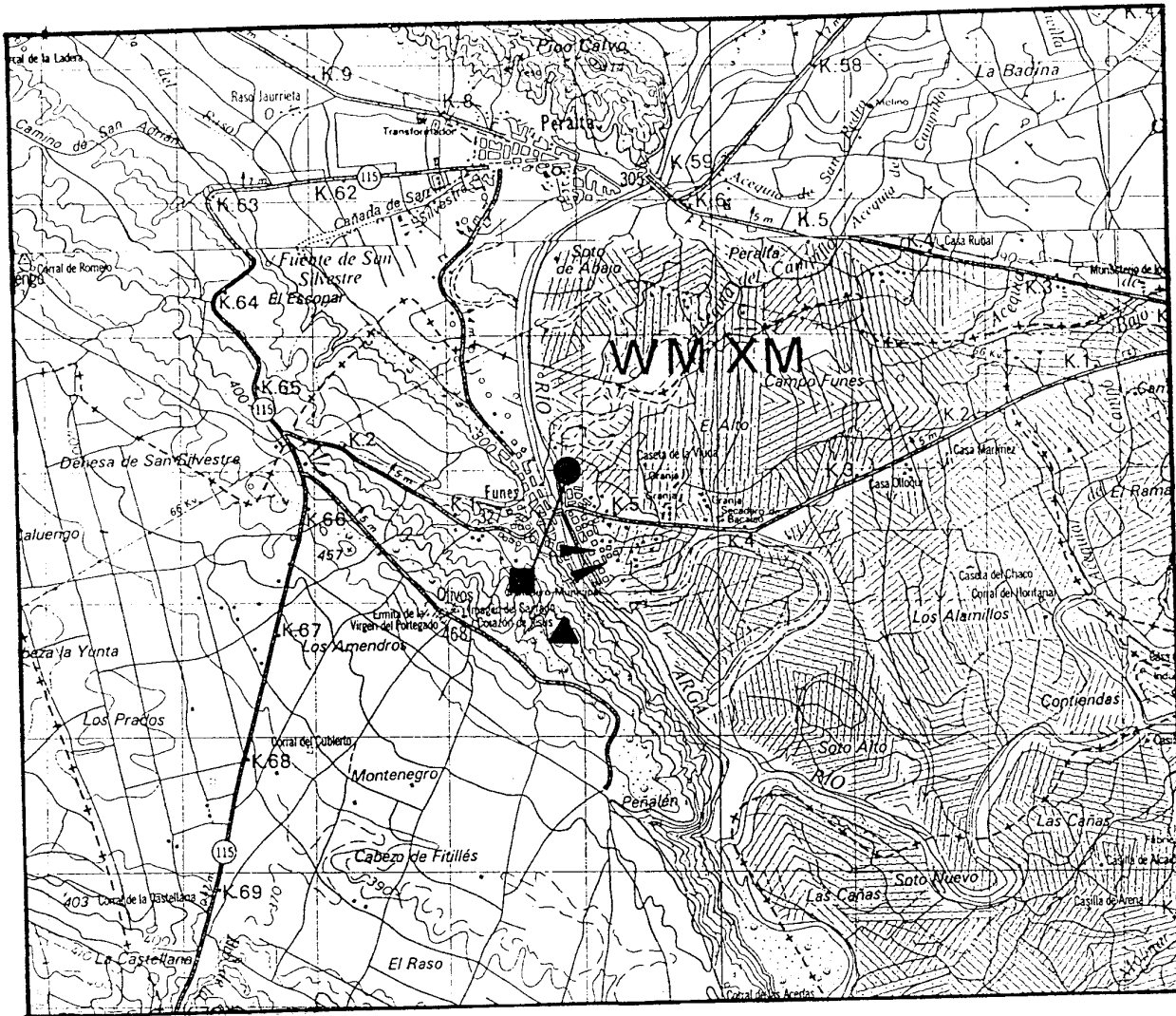
El agua se trata con cloro-gas en la salida del pozo y se descalcifica en los depósitos.

Diariamente se determina el cloro libre en la red de abastecimiento.



El Instituto de Salud Pública de Navarra realiza análisis químico-bacteriológicos en origen y en red con una periodicidad que normalmente es mensual.

El pozo de abastecimiento de Funes forma parte de la red de calidad de aguas subterráneas de Navarra establecida por el Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra y es muestreado trimestralmente.



ESCALA: 1/50.000

### LEYENDA

- Captación de aguas subterráneas.
- Depósito regulador.
- ➡ Salidas de la red de saneamiento.
- ▲ Vertedero de residuos sólidos urbanos.

FIGURA 3: Situación de la captación de aguas, depósito regulador, salidas de la red de saneamiento y vertedero de residuos sólidos.

## **6.- ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA**

---

## 6.- ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA

---

Actualmente la red de abastecimiento municipal cubre el consumo de agua doméstico. Este abastecimiento se realiza exclusivamente mediante aguas subterráneas.

La demanda de agua para usos agrícolas se cubre mayoritariamente mediante aguas superficiales tomadas independientemente de la red municipal.

Se ha podido disponer de los datos correspondientes a los contadores instalados en la red durante 1.990. No se registran los consumos originados en los diversos servicios municipales (oficinas, escuelas, limpieza de calles, riego de jardines, piscinas, etc.). Debido a que no existe un contador general a la salida del depósito regulador, no es posible cuantificar con exactitud el caudal total consumido y, por lo tanto, el porcentaje correspondiente a los servicios municipales mencionados y a las fugas en la red. Sin embargo, en el siguiente apartado, se realiza un estimación a partir de las horas de bombeo en el pozo.

Las industrias e instalaciones ganaderas se abastecen mediante pozos propios.

### 6.1.- DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO

La población de hecho de Funes es de 2.145 habitantes según el padrón municipal del 1 de Enero de 1.990. Los aumentos de población de forma estacional son cercanos a los 400 habitantes durante los meses de verano.

Los consumos medios registrados en 1.990 fueron de 335 m<sup>3</sup>/día en invierno y 390 m<sup>3</sup>/día en verano. Estos consumos suponen un valor medio mínimo de 156 l/hab./día y otro máximo de 182 l/hab./día.

A partir de las horas de bombeo en el pozo (una media de 6 horas durante 8 meses y de 14 horas durante los cuatro meses de verano) se ha podido estimar que los caudales extraídos son de 600 m<sup>3</sup>/día entre Octubre y Mayo y de 1.400 m<sup>3</sup>/día entre Junio y Septiembre. Estos datos implican que aproximadamente un 45 % del caudal extraído se pierde a través de fugas en la red. En verano un 26-27% se emplea en las instalaciones municipales.

## 6.2.- DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA

La superficie total ocupada por cultivos agrícolas en el municipio se ha obtenido a través de la publicación "Superficies ocupadas por cultivos agrícolas en los municipios de Navarra (1.981-1984)", editada por el Departamento de Informática y Estadística del Gobierno de Navarra.

Debido a que se desconocen las cantidades de agua utilizadas para riego, usaremos como base para el cálculo las dotaciones medias/hectárea calculadas en la Cuenca del Ebro y que se establecen en el Documento resumen del Plan Hidrológico del Ebro, de marzo de 1.986. Estas dotaciones son de 8.545 m<sup>3</sup>/Ha./año.

La extensión total del municipio es de 5.230 Ha. Según los datos correspondientes a 1.984, 959 Ha. se dedican a cultivos de regadío.

Aplicando la dotación media antes mencionada, resulta una demanda de 8,2 Hm<sup>3</sup>/año.

No se conocen datos porcentuales de la superficie regada con aguas subterráneas, aunque de las informaciones aportadas en el ayuntamiento se deduce que no es representativa frente a la regada con aguas superficiales.

**7.- ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA  
(AÑO HORIZONTE 2.015)**

---

## 7.- ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE 2.015)

---

### 7.1.- EVOLUCION DE LA POBLACION

Se establece la tasa de crecimiento anual en función de la evolución demográfica que se ha dado durante los últimos años.

Año	Población	Tasa de crecimiento
1.940	1.514	--
1.950	1.651	0,870%
1.960	1.864	1,220%
1.970	1.828	-0,195%
1.980	1.950	0,648%
1.990	2.145	0,957%

Adoptando una tasa de crecimiento anual del 1%, algo superior a la registrada en los últimos 10 años. La población resultante para el año 2.015 es de 2.751 habitantes.

### 7.2.- CONSUMO FUTURO

Según la Orden Foral 2.955/1.986 de 22 de Septiembre, las dotaciones teóricas para poblaciones de 1.000 a 6.000 habitantes deben ser de 200 l/hab./día, y se aplica un aumento anual acumulativo de 2% de esta dotación hasta el año horizonte considerado. La dotación que se aplique a la población temporal será de 200 l/hab./día invariablemente.

La dotación media para el año 2.015 debe ser de 328 l/hab./día. El volumen total medio necesitado para ese año será de 329.350 m<sup>3</sup>/año (8 l/seg.). El caudal medio máximo, épocas de verano, será de 12 l/seg.

En estos valores se incluye todas las posibles utilidades del agua.



**8.- CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS  
HIDRICOS**

---

## 8.- CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS

---

### 8.1.- INFORMACION RECOPIADA

La información hidroquímica que se ha utilizado durante la realización de este informe procede:

- Del presente estudio, ya que se tomó muestra de agua de la captación destinada al abastecimiento de la población en origen.
- De las bases de información facilitadas por el Gobierno de Navarra, en las que se incluyen los datos de la red de control periódico que en este municipio consta sólo del punto de abastecimiento, así como de trabajos realizados de manera esporádica por diferentes organismos o empresas.

En la tabla nº1 se resumen los puntos de agua con información hidroquímica disponibles en este estudio para el término municipal de Funes, indicando el número de análisis con los que se cuenta en cada caso, así como las fechas en las que se realizaron. El volumen de información es relativamente escaso ya que los análisis disponibles no permiten observar variaciones temporales debido a que el período de muestreo abarca únicamente 2 años.

Los análisis se refieren principalmente a parámetros químicos estándar (mayoritarios, especies nitrogenadas, etc.). La información sobre metales pesados, así como contaminantes orgánicos va referida únicamente al punto 2511-1-223. En el anexo 2 se han incluido los listados de los análisis utilizados.

## 8.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

Las aguas subterráneas en este término municipal presentan grados de mineralización notables, con un valor medio en torno a los 1100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Las intervalo de valores presentes es relativamente estrecho, con un máximo de 1764 y un mínimo de 820  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

PUNTO N°	N° ANALISIS	FECHAS
2511-1-003	1	10/76
2511-1-005	1	10/75
2511-1-006	1	10/75
2511-1-054	2	7/85,10/88
2511-1-223	6	12/89 - 9/90 - 2/91
2511-5-013	1	8/85
2511-5-017	1	8/85
2511-5-051	1	8/85

Tabla n°1. Resumen de la información disponible en el término municipal de Funes: puntos de agua, número de análisis y fechas de muestreo.

Esta variación está condicionada fundamentalmente por su distancia a los cursos de agua superficiales, tanto del Arga, como del Aragón y el Ebro. En general cuanto más próximos están los puntos a los ríos, las aguas subterráneas presentan menor mineralización.

Según la legislación vigente (Reglamentación Técnico-Sanitaria del 20 de septiembre de 1990), algunas de las aguas de la zona sobrepasan las concentraciones máximas admisibles en sulfatos, 250 mg/l, y en ocasiones también las de otros iones como el magnesio y el sodio, aunque esto no produce toxicidad en las aguas, las características organolépticas no son las más adecuadas. En el punto

destinado a abastecimiento urbano sólo en un caso se ha sobrepasado la cantidad admisible de sodio.

Con respecto a problemas de contaminación, tanto de metales pesados como de especies nitrogenadas, se han detectado algunos valores que sobrepasan los máximos admisibles en nitratos y nitritos. No se han detectado problemas en cuanto a la concentración de metales pesados, pero hace unos años se registró un grave problema en la concentración de manganeso presente en un sondeo que se realizó para el abastecimiento de la población. La excesiva concentración de este ión, que suele llevar asociada también una alta concentración en hierro, produce al pasar a un medio oxidante, depósitos negruzcos, así como manchas en la ropa que se lava con estas aguas. Este problema es relativamente frecuente en esta zona del acuífero aluvial del Ebro y afluentes, y sus orígenes aún no se conocen con claridad.

Se trata de aguas duras, con un sólo caso de aguas muy duras en el punto 2511-1-054. El valor medio de este parámetro se sitúa en torno a los 40 °F.

### 8.2.1.- FACIES QUIMICAS

El tipo aniónico más frecuente en las aguas analizadas es el bicarbonatado-sulfatado, aumentando la proporción del segundo según se incrementa la mineralización global del agua. En el punto 2511-1-054, que presenta una conductividad de 1764  $\mu\text{S}/\text{cm}$  el sulfato ya ha pasado a ser el anión predominante.

A grandes rasgos se podría establecer una evolución de los tipos de agua, desde facies con predominio de bicarbonatos y menor mineralización en las cercanías del cauce de los ríos, a facies más mineralizadas donde va aumentando la proporción de sulfatos.

Respecto a los cationes, el tipo de agua cálcico es el predominante; el catión que le sigue en importancia es el sodio.

La composición iónica del agua en el acuífero está determinada por las condiciones litológicas del medio en la zona. La presencia de sulfatos en disolución podría corresponderse con la abundancia de yesos en la matriz arcillosa.

### **8.2.2.- EVOLUCION TEMPORAL DE LA CALIDAD**

En los gráficos de las figuras 4 y 5 se han representado los datos del punto 2511-1-223, que corresponde al abastecimiento urbano del municipio.

Como se puede observar la serie disponible para este punto es bastante corta, apenas dos años, y no permite establecer una evolución en el tiempo con suficiente fiabilidad. Existen importantes variaciones intraanuales. Los valores mínimos corresponden a las muestras tomadas en primavera (marzo y mayo) y los máximos a septiembre, lo que podría estar relacionado con el régimen de funcionamiento del acuífero de recarga máxima en invierno-primavera (mayor dilución) y mínima en la época estival.

No obstante estas conclusiones no son en absoluto definitivas puesto que se carece de una serie realmente representativa, además de requerirse información adicional sobre precipitaciones, así como régimen de explotación de la captación y una descripción de las características técnicas del sondeo y si éstas han variado durante el tiempo de observación (reprofundización de la obra, etc.).

### **8.2.3.- DIFERENCIAS GEOGRAFICAS DE CALIDAD**

La escala de término municipal es demasiado pequeña para establecer variaciones importantes de calidad en el acuífero.

Hay que considerar que no se trata de un medio homogéneo ya que dentro del municipio de Funes, además de los terrenos terciarios prácticamente impermeables, nos encontramos con dos acuíferos principales, que corresponden a los aluviales del Arga y Aragón en su borde oriental, y al aluvial del Ebro en su límite meridional.

Ya se ha venido comentando la diferencia más o menos clara entre las captaciones situadas en la terraza baja y aquellas situadas en el nivel medio o en zonas cercanas a él.

Las más cercanas a los ríos presentan una menor mineralización, a la vez que su carácter es fundamentalmente bicarbonatado. Según se incrementa la distancia al río, la mineralización va aumentando, a la vez que se incrementa el porcentaje de sulfatos. Como ejemplo más notable se puede citar el punto 2511-1-054, situado en la terraza media, de aguas muy duras y fuertemente mineralizadas, donde el sulfato es el anión predominante.

Esta distribución vendrá determinada más por la influencia de los aportes de los materiales terciarios yesíferos y salinos, presente sobre todo en la zona de borde de los cuaternarios, que por la que pueda ejercer el río, ya que según los esquemas de flujo admitidos en la relación río-acuífero, este último sería drenado por la corriente superficial.

### 8.3.- CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la tabla nº2 se indican las determinaciones físico-químicas del pozo de abastecimiento.

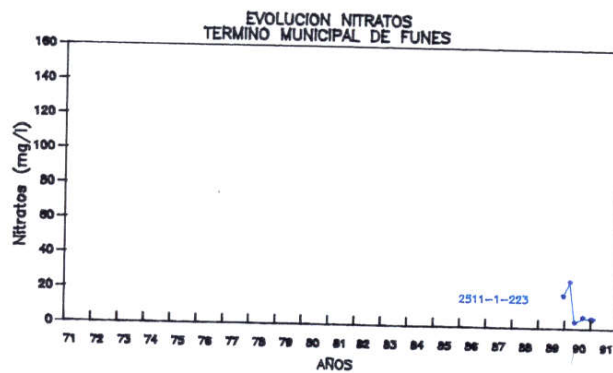
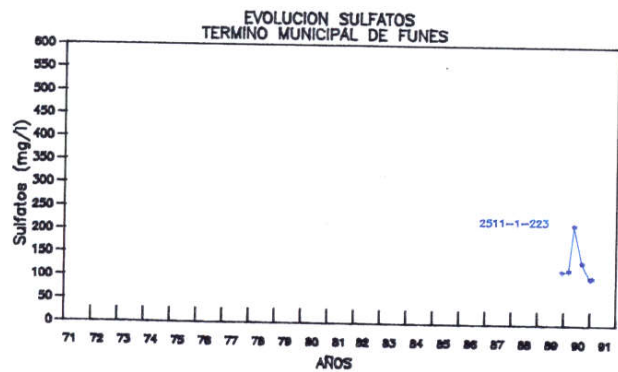
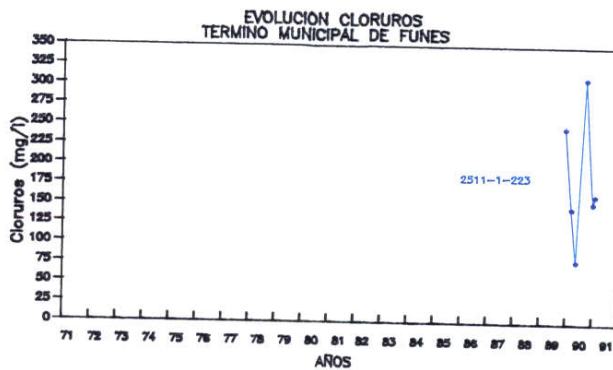
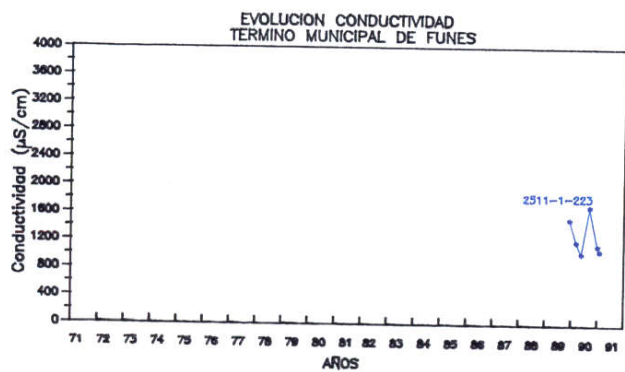


FIGURA 4: Evolución temporal de la conductividad y aniones controlados periódicamente.

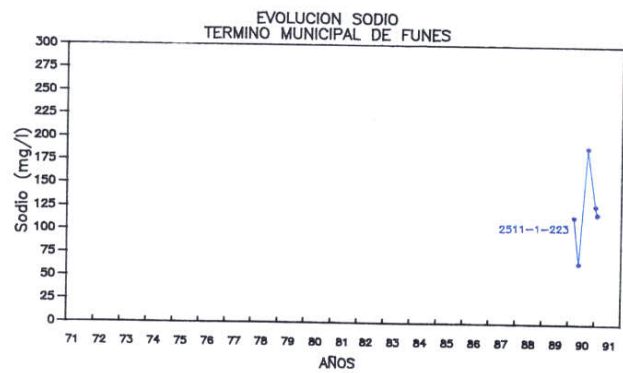
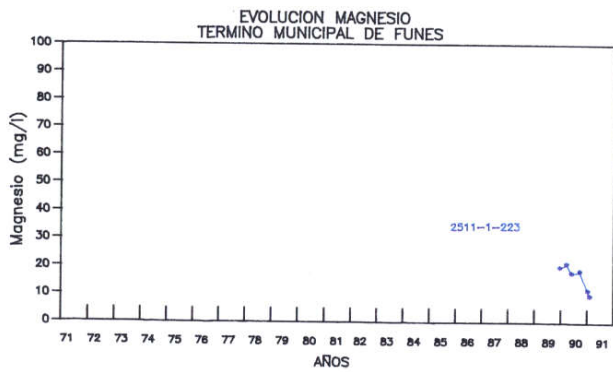
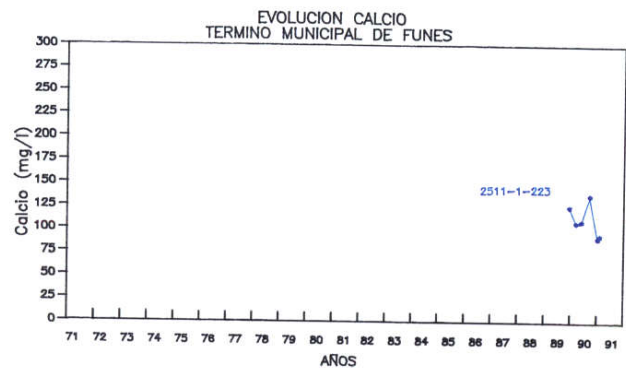
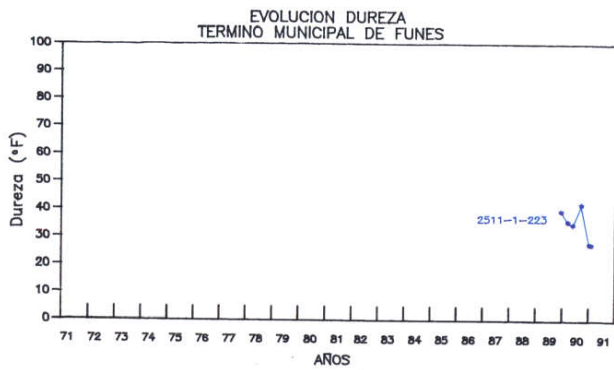


FIGURA 5: Evolución temporal de la dureza y cationes controlados periódicamente.



Muestras	2511-1-223
Fecha	04/02/91
Cond ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1073
pH	7.43
$\text{SO}_4^-$ (mg/l)	103
$\text{Cl}^-$ (mg/l)	163
$\text{HCO}_3^-$ (mg/l)	249
$\text{NO}_3^-$ (mg/l)	6
$\text{Na}^{++}$ (mg/l)	120
$\text{K}^+$ (mg/l)	5.4
$\text{Ca}^{++}$ (mg/l)	95
$\text{Mg}^{++}$ (mg/l)	10
$\text{NH}_4^+$ (mg/l)	0.1

Tabla n° 2.- Parámetros químicos determinados en el pozo de abastecimiento a Funes.

El agua es sometida a un proceso de cloración y descalcificación en el depósito de distribución, que garantiza la calidad química y bacteriológica del agua del abastecimiento.

**9.- ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**

---

## 9.- ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

### 9.1.- CANTIDAD

Los datos incluidos en el presente informe reflejan lo siguiente:

- El caudal disponible con la captación actual es de al menos 28 a 30 l/seg.
- La demanda punta actual (verano) es de 8,5 l/seg. aunque, debido a las importantes fugas en la red, las extracciones en verano llegan a los 16 l/seg.
- La demanda total calculada para el año horizonte considerado (2.015) es de 12 l/seg.
- El caudal disponible es muy superior al necesitado actualmente y cubre ampliamente la demanda calculada para el año 2.015.

La presencia del acuífero aluvial descrito en el informe implica la existencia de recursos hídricos subterráneos elevados en el municipio que garantizan su abastecimiento en el caso de que se produjese alguna deficiencia en la captación actual o un aumento anómalo en la demanda de agua.

La regulación existente es suficiente para cubrir la demanda real actual y futura, aunque debido al elevado porcentaje de fugas, la salida diaria en verano supera la capacidad del depósito.

El mal estado de la red de distribución hace necesaria su renovación a corto plazo.

## 9.2.- CALIDAD

Los análisis disponibles indican que las aguas subterráneas existentes en el municipio presentan normalmente grados de mineralización notables, con un valor medio en torno a los 1.100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Estas oscilaciones están condicionadas fundamentalmente por la distancia de los puntos muestreados lo cursos de agua superficiales siendo, en general, menor la mineralización cuanto mayor es la proximidad a los ríos.

Según la legislación vigente (Reglamentación Técnico Sanitaria del 20 de Septiembre de 1.990), algunas de las aguas de la zona sobrepasan las concentraciones máximas admisibles en sulfatos y, en ocasiones, las de magnesio y sodio.

El punto destinado al abastecimiento urbano presenta también un grado de mineralización notable aunque no se sobrepasan los máximos admisibles en ninguno de los parámetros analizados.

Los análisis bacteriológicos efectuados en la red de distribución indican que el agua es potable después de su tratamiento.

Es conveniente establecer un perímetro de protección en la captación con el fin de protegerla de los abonados cercanos o algún tipo de vertido contaminante.

Asimismo es aconsejable establecer algún otro punto de muestreo periódico, además del abastecimiento, con el fin de poder controlar la evolución temporal del quimismo dentro del acuífero aluvial.

## **ANEXOS**

---

## **ANEXO 1: FOTOGRAFIAS**

---



FOTO 1: Captación de aguas subterráneas.



FOTO 2: Vista general de la captación.

**ANEXO 2: ANALISIS QUIMICOS UTILIZADOS DURANTE  
EL ESTUDIO**

---





**ANEXO 3: BOLETIN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO REALIZADO  
EN ORIGEN**

---



**ANEXO 4: BOLETIN DE ANALISIS BACTERIOLOGICO REALIZADO  
EN LA RED**

---



Servicio Navarro de Salud  
Osasunbidea

**Dirección A.P., S.P., S.M.**

Eza. 2  
31500 TUDELA  
Tel. (948) 82 57 11  
Fax (948) 82 63 05

ANALISIS CON REFERENCIA: 205/91

Realizado el análisis microbiológico con referencia 205/91, solicitado por el Instituto Tecnológico Minero, de la red de distribución de Fontellas, se observa que cumple el R.D. 1138/90 sobre los parámetros analizados.

Atentamente.

Tudela a 10 de Junio de 1.991

VºBº: PEDRO OVIEDO DE SOLA  
(Director de A.P., S.P.  
y S.M. del Area de Tudela)

Fdo.: JAVIER FORCADA MELERO  
(Técnico de Atención al  
Medio del Area de Tudela)



Gobierno de Navarra

INSTITUTO DE SALUD PUBLICA DE NAVARRA  
Laboratorio. Tudela y Comarca

## POTABILIDAD DE AGUAS

### ANALISIS ABREVIADO

Solicitado por El Instituto Tecnológico Minero.  
 Dirección ..... Teléfono .....  
 Origen y naturaleza de la muestra Pozo. Red de distribución. FONTELLAS.  
 Datos sobre el lugar de la toma Fuente Plaza Fueros  
 Recogida por Atención Primaria S/Ref.\* n.º .....  
 Fecha y hora de recogida 4 / Junio / 1.991 hr. 9,20  
 Fecha y hora de recepción en el Laboratorio 4 / Junio / 1.991 hr. 10,30  
 Observaciones. Solicitud de Análisis Microbiológico.

### RESULTADOS FISICO - QUIMICOS

Color ..... U. (Pt-Co) Sabor ..... Olor .....  
 Temp (in situ) ..... °C Turbidez ..... U. (SiO<sub>2</sub>) Conductividad ..... mmhos  
 pH ..... Dureza ..... °F Residuo seco ..... mg/l  
 Alcalinidad total (CO<sub>3</sub>Ca) ..... mg/l  
 Materia orgánica (O<sub>2</sub> absorbido del MnO<sub>4</sub>K) ..... mg/l

Amoniaco (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) ..... mg/l	Calcio (Ca <sup>++</sup> ) ..... mg/l
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) ..... mg/l	Magnesio (Mg <sup>++</sup> ) ..... mg/l
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) ..... mg/l	Cloruros (Cl <sup>-</sup> ) ..... mg/l
Fluoruros (F <sup>-</sup> ) ..... mg/l	Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>==</sup> ) ..... mg/l
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) ..... mg/l	Hierro (Fe <sup>++</sup> ) ..... mg/l
	Manganeso (Mn <sup>++</sup> ) ..... mg/l

### RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

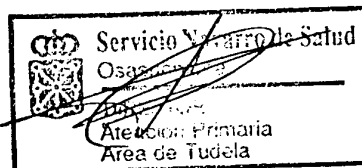
Cloro libre (in situ) 0,4 ppm

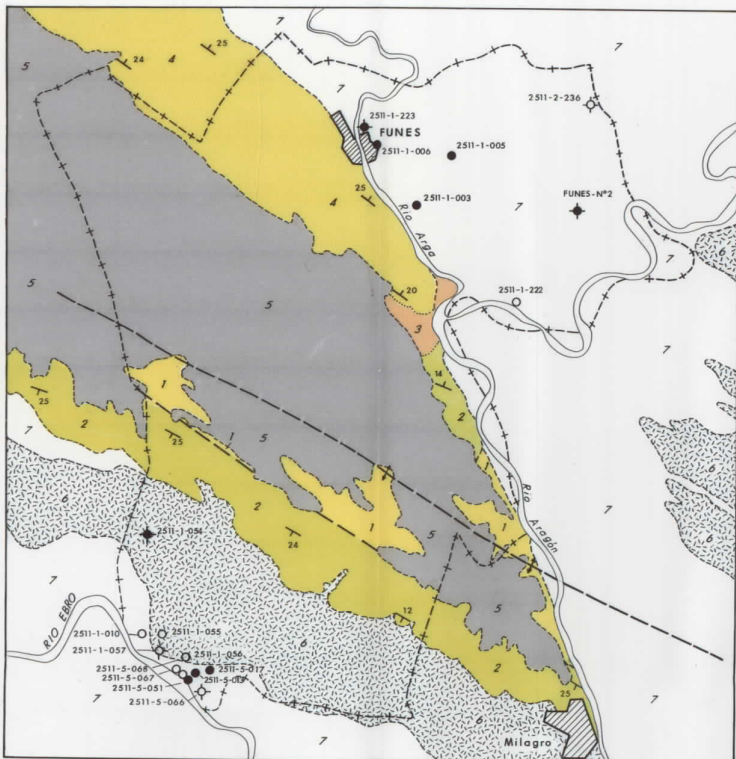
Bacterias aerobias mesófilas Negativo /ml	Estreptococos fecales Negativo / 100 ml
Bacterias coliformes (NMP) Negativo /100 ml	Clostridios sulfito-reductores Negativo / 20 ml
Escherichia coli (NMP) Negativo /100 ml	

**CALIFICACION:** Cumple el R.D. sobre los parámetros analizados.

Tudela a 10 de Junio de 19 91..

EL JEFE DEL LABORATORIO.





### LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO	7	7- Llanura aluvial
	PLEISTOCENO	5	6- Terraza antigua 5- Terraza antigua deformada
TERCIARIO	MIOCENO	4	4- Yesos con arcillas
	OLIGOCENO	3	3- Arcillas con capas de yeso, calizas y areniscas
		2	2- Yesos y arcillas
	1	1- Yesos y arcillas muy replgadas	

### SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- - - - - Contacto discordante
- - - - - Límite del municipio
- ↗ ↘ Dirección y buzamiento de las capas
- ⊥ Anticlinal
- - - - - Falla supuesta
- ⊕ Sondéo
- ◆ Sondéo con análisis químicos
- Pozo
- Pozo con análisis químicos

 Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

PROYECTO ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y PROBLEMÁTICA DE CALIDAD Y CONTAMINACIÓN DE LOS ABASTECIMIENTOS A POBLACIONES SITUADAS EN EL ALUVIAL DEL EBRO Y AFLUENTES DE NAVARRA				CLAVE
MAPA GEOLÓGICO Y DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE FUNES				PLANO N.º 1
DIBUJADO	FECHA Diciembre 91	COMPROBADO	AUTOR C. G. S.	ESCALA 1/50.000
			CONSULTOR C. G. S.	