



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

**ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y  
PROBLEMATICA DE CALIDAD Y  
CONTAMINACION DEL ABASTECIMIENTO  
AL MUNICIPIO DE TAFALLA.  
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 subterráneas a organismos de cuenca y comunidades autónomas 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"  TAFALLA	
<b>CUENCA (S) HIDROGRAFICA (S)</b>	EBRO
<b>COMUNIDAD (S) AUTONOMAS</b>	NAVARRA
<b>PROVINCIAS</b>	

## **INDICE**

---

# INDICE

	Pág.
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	7
<b>2. EQUIPO TECNICO Y TRABAJOS REALIZADOS</b> .....	9
<b>3. GEOLOGIA</b> .....	12
3.1. <b>ESTRATIGRAFIA</b> .....	12
3.1.1. <b>Terciario</b> .....	12
3.1.2. <b>Cuaternario</b> .....	13
3.2. <b>TECTONICA</b> .....	14
<b>4. HIDROGEOLOGIA</b> .....	17
4.1. <b>INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA</b> .....	17
4.2. <b>DEFINICION DE ACUIFEROS</b> .....	21
4.4.1. <b>Características litológicas y geométricas de los acuíferos</b> ..	21
4.2.2. <b>Piezometría</b> .....	22
4.4.3. <b>Funcionamiento hidrogeológico</b> .....	23
<b>5. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO</b> .....	26
5.1. <b>CAPTACIONES EXISTENTES</b> .....	26
5.2. <b>INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO</b> .....	26
5.2.1. <b>Depósito regulador</b> .....	26
5.2.2. <b>Características de la distribución</b> .....	27
5.2.3. <b>Tratamiento de las aguas y control sanitario</b> .....	27
<b>6. ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA</b> .....	30
6.1. <b>DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO</b> .....	30
6.2. <b>DEMANDA DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL</b> .....	31
6.3. <b>DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA</b> .....	31
6.4. <b>OTROS USOS DE AGUA</b> .....	32

6.5.	DEMANDA TOTAL DE AGUA .....	33
7.	<b>ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE: 2015) .....</b>	<b>35</b>
7.1.	EVOLUCION DE LA POBLACION .....	35
7.2.	CONSUMO FUTURO .....	35
8.	<b>CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS .....</b>	<b>38</b>
8.1.	INFORMACION RECOPIADA .....	38
8.2.	CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES .....	39
8.2.1.	Facies químicas .....	40
8.2.2.	Evolución temporal de la calidad .....	40
8.2.3.	Diferencias geográficas de calidad .....	41
8.3.	CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO .....	44
9.	<b>ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y RECO- MENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
9.1.	CANTIDAD .....	46
9.2.	CALIDAD .....	47

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

- 1. FOTOGRAFIAS**
- 2. ANALISIS QUIMICOS UTILIZADOS DURANTE EL ESTUDIO**
- 3. BOLETIN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICOS REALIZADO 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 TAFALLA**

## **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 Tafalla, 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 del agua que se ha 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.
  - "Informe técnico del sondeo y aforos realizados en Tafalla", Excma. Diputación Foral de Navarra. Dirección de Obras Públicas. Servicio Geológico. Octubre, 1.979.

- . Base de datos de la red de calidad de aguas subterráneas del Gobierno de Navarra.
- 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 Tafalla se sitúa en la Depresión del Ebro. Los materiales aflorantes son en su totalidad de origen continental y pertenecen la Terciario y Cuaternario.

En el sector estudiado los depósitos terciarios están constituidos esencialmente por yesos y arcillas con niveles areniscosos. Estos materiales se depositaron durante el Oligoceno y Mioceno.

Los depósitos cuaternarios se disponen en un sistema de terrazas asociadas al río Cidacos. Las litologías varían desde gravas y arenas hasta limos y arcillas sin consolidar.

#### 3.1.- ESTRATIGRAFIA

##### 3.1.1.- TERCIARIO

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

###### *Unidad 1*

Está formada por una alternancia de yesos blanquecinos y negruzcos y tramos grises y verdosos. Los bancos oscilan entre pocos centímetros y 25 m. aproximadamente.

La unidad presenta una estructuración tectónica caracterizada por la existencia de fallas inversas y anticlinales apretados y tumbados.

Se han medido espesores de 400 m. para esta unidad.

### *Unidad 2*

Esta unidad está constituida, en el sector occidental del municipio y en los alrededores del núcleo de Tafalla, por una alternancia de areniscas, limos y arcillas de tonos amarillentos y rojizos. Las areniscas se disponen en capas de hasta 6 m. de potencia de aspecto externo tabular con continuidad lateral hectométrica.

En los sectores septentrional y oriental aumenta el carácter arcillosos y limoso de la unidad 4 y presenta capas intercaladas de areniscas de grano fino, cuya potencia no sobrepasa los 30 cm. Localmente pueden encontrarse niveles de calizas arcillosas.

### *Unidad 3*

Está formada por arcillas y limos amarillentos y rojizos en los que se intercalan capas de areniscas correspondientes a rellenos de paleocanales, de sección transversal lenticular.

Una característica de esta unidad es su disposición subhorizontal en la mayor parte de los afloramientos, siendo escasos los buzamientos superiores a los 20° que se deben, generalmente, a fenómenos locales en las proximidades de fracturas.

## **3.1.2.- CUATERNARIO**

Los depósitos cuaternarios son de origen fluvial y forman las terrazas del río Cidacos.

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 ha agrupado de un forma más o menos arbitraria en función de sus características litológicas, morfológicas y de su altitud relativa con respecto al río.

#### *Unidad 4*

Se agrupan en esta unidad varios niveles de terrazas colgadas que se encuentran a una altura sobre el nivel actual del río de al menos 5-10 m.

Están formadas por gravas, arenas y limos.

#### *Unidad 5*

Corresponde a la llanura de inundación actual o llanura aluvial.

Se compone de gravas de variada naturaleza (calizas, cuarcitas y areniscas), arenas y arcillas. Normalmente el contenido en arcillas es mayoritario en los niveles más superficiales de la unidad.

### 3.2.- TECTONICA

Los rasgos estructurales más destacados son los siguientes:

- Desarrollo de fallas inversas y pliegues apretados que afectan a la unidad 1.
- Estructura sinclinal de amplio radio que afecta a la unidad 2. En el municipio sólo aflora el flanco Sur de la estructura y presenta buzamientos que oscilan normalmente entre 20 y 40°.

- **Subhorizontalidad de la unidad 3.**

## **4.- HIDROGEOLOGIA**

---

## 4.-

**HIDROGEOLOGIA**

---

En el municipio de Tafalla se localiza aflorando de Norte a Sur 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 que se sitúan a diferentes niveles con respecto al actual del río.

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

## 4.1.-

**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**

Se ha podido obtener información completa de los tres pozos de abastecimiento actual a Tafalla. En el plano nº 1 están situados estos tres pozos.

En el citado mapa se localizan también otros cuatro puntos de los que únicamente se dispone de los análisis químicos en ellos efectuados. Estos últimos se identifican con el código de inventario con el que figuran en los archivos del Gobierno de Navarra.

Las principales características de los pozos de abastecimiento se exponen a continuación.

**Pozo n° 1****Columna litológica:**

- 0-5 m.: arcillas y limos
- 5-17 m.: gravas y arenas
- 17-20 m.: arcillas y limos (base impermeable)

**Características técnicas:**

Se perforó en el año 1.979 a percusión, con un diámetro de 500 mm.

Se entubó con tubería de acero de 400 mm. de diámetro interior con las siguientes características:

- 0-5 m.: tubería ciega
- 5-17 m.: filtro, 1 1/2 mm. de paso
- 17-20 m.: tubería ciega

**Aforos:**

El 1 de Octubre de 1.979 se efectuó un ensayo de bombeo de 6 horas de duración con un caudal constante de 40 l/seg.

El nivel inicial era de 3 m. y el nivel final alcanzado fue de 6,64 m.

En el estiaje de 1.982 (Octubre) el caudal disminuyó a 14 l/seg. No se conoce la situación del nivel en ese momento, aunque pudo quedar a unos 15 m.

**Pozo n° 2****Columna litológica:**

- 0-3 m.: arcillas
- 3-6 m.: gravas, arenas y arcillas
- 6-21 m.: arcillas y margas con intercalaciones de areniscas (base impermeable)

**Características técnicas:**

Se perforó en el año 1.983 a percusión, con un diámetro de 700 mm.

Se entubó con tubería de acero de 450 mm. de diámetro interior con las siguientes características:

- 0-3 m.: tubería ciega
- 3-6 m.: filtro puentecillo de 2 1/2 mm.
- 6-11m.: tubería ciega
- 11-12,5 m.: filtro puentecillo de 1 1/2 mm.
- 12,5-21 m.: tubería ciega

**Aforos:**

El 20 de Mayo de 1.983 se efectuó un ensayo de bombeo de 6 horas de duración con un caudal constante de 15 l/seg. El nivel inicial era de 1,72 m. y descendió a 17,92 m. después de 24 minutos de bombeo.

El 23 de Mayo de 1.983 se efectuó otro ensayo con un caudal de 12 l/seg. El nivel inicial era de 1.20 m. y descendió a 3.30 m. después de 7 horas de bombeo.

Se estima que la aportación de este pozo debe ser de unos 5 l/seg. cuando están en funcionamiento otros pozos próximos.

### **Pozo n° 3**

#### **Columna litológica:**

- 0-5 m.: arcillas
- 5-15 m.: gravas y arenas
- 15-20 m.: arcillas (base impermeable)

#### **Características técnicas:**

Se perforó en el año 1.983 a percusión, con un diámetro de 700 mm.

Se entubó con tubería de acero de 550 mm. de diámetro interior con las siguientes características:

- 0-7,5 m.: tubería ciega
- 7,5-15 m.: filtro puentecillo de 2 1/2 mm. de paso
- 15-20 m.: tubería ciega

#### **Aforos:**

El 23 de Junio de 1.983 se efectuó un ensayo de bombeo con un caudal constante de 65 l/seg. El nivel inicial era de 1,72 m. y descendió a 8,06 m. después de 6 horas de bombeo.

El 27 de Junio de 1.983 se realizó otro ensayo con un caudal de 40 l/seg. El nivel inicial era de 1.33 m. y descendió a 4,01 m. después de 8,5 horas de bombeo.

Posiblemente en estiajes prolongados el caudal disminuyó a unos 15-20 l/seg. con niveles dinámicos de unos 13 m.

#### 4.2.- DEFINICION DE ACUIFEROS

Los materiales de permeabilidad alta aflorantes en el municipio corresponden a los depósitos de origen fluvial cuaternarios (unidades 4 y 5). 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 Tafalla.

Las unidades geológicas cuaternarias mencionadas se pueden definir también como acuíferos distintos.

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

###### *Unidad 5*

Corresponde a la terraza actual o llanura de inundación.

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.

La potencia atravesada con los pozos de la zona varía entre 6 y 17 m. La superficie de contacto con el substrato impermeable es bastante irregular.

El acuífero está limitado normalmente por los materiales impermeables terciarios aunque en algunos sectores muy localizados está en contacto con la unidad permeable 4.

#### *Unidad 4*

Corresponde a terrazas colgadas que se sitúan a un cota de 5/10 m. por encima del nivel actual del río.

Las características litológicas son similares a las de la unidad anterior. Normalmente está desconectada con esta, aunque en algunos sectores entran en contacto a través de un escarpe abrupto.

La potencia estimada para esta unidad es de unos 15 m.

#### **4.2.2.- PIEZOMETRIA**

En la unidad 5 el nivel piezométrico se sitúa próximo a la superficie topográfica y presenta oscilaciones estacionales que varían entre 1,5 y 9 m. generalmente.

Las fluctuaciones piezométricas están influidas, fundamentalmente, por el nivel de agua en el río Cidacos. En zonas 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 afluentes, contenida en el "Estudio Hidrogeológico de Navarra", muestra que el flujo subterráneo se realiza según líneas convergentes hacia el cauce del río, que actúa como área de drenaje del acuífero durante la mayor parte del año, excepto en épocas de fuertes crecidas en los que temporalmente el río alimenta el acuífero.

#### 4.2.3.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO

La unidad 5 constituye un acuífero libre formado por materiales no consolidados y permeables por porosidad.

La recarga del acuífero se produce a partir de cinco factores fundamentales:

- Precipitación directa sobre los mismos
- Alimentación subterránea procedente de la unidad 4 a través de las zonas de contacto entre ellas.
- Infiltración de la escorrentía superficial de los materiales permeables terciarios.
- Infiltración procedente de los excedentes de riego.
- Infiltración en las márgenes de los ríos por crecidas y desbordamientos.

El río Cidacos actúa 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.

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 recarga 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 4 constituye igualmente un acuífero libre, permeable por porosidad, pero sin conexión hidráulica con los cauces.

La recarga se produce por la precipitación directa sobre el acuífero o a partir de la infiltración de la escorrentía superficial de los materiales impermeables con los que está en contacto.

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

---

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

---

En la figura nº 1 se puede observar la localización de los pozos de abastecimiento y los depósitos reguladores.

### **5.1.- CAPTACIONES EXISTENTES**

Tafalla se abastece actualmente de los manantiales de El Carrascal (4 surgencias) y de los pozos de El Escal (3). Además está integrado en la Mancomunidad de Aguas de Mairaga que está previsto que comience a funcionar en 1.992. La Mancomunidad abastece también a Olite y tomará agua del embalse de Mairaga cuya capacidad máxima es de 2,1 Hm<sup>3</sup>.

Los manantiales de El Carrascal tienen un caudal conjunto de estiaje de 3 l/seg. En el momento de realizar la encuesta (20/05/91) el caudal era de 17 l/seg.

Los pozos de El Escal tienen profundidades de 20 y 21 m. Los caudales aforados dan un valor conjunto de 80-90 l/seg. Se estima que en estiaje este caudal puede descender a 35-40 l/seg.

### **5.2.- INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO**

#### **5.2.1.- DEPOSITO REGULADOR**

El depósito actual tiene una capacidad de 2.000 m<sup>3</sup>; está dividido en dos compartimientos de 1.200 y 800 m<sup>3</sup>. Su estado general es bueno y no presenta fugas.

La cota es de 462 m. y presenta un desnivel de 62 m. con respecto a los pozos y 82 m. con respecto a la arqueta que recoge el agua de los manantiales. Las distancias son de 3 y 11 km. respectivamente.

Actualmente se está construyendo un depósito de 6.000 m<sup>3</sup> de capacidad que recogerá agua del embalse de Mairaga.

#### **5.2.2.- CARACTERISTICAS DE LA DISTRIBUCION**

La red de distribución es muy antigua (70-75 años) y presenta un porcentaje de fugas muy alto. La longitud aproximada es de 19 km.

La existencia de un contador general a la salida del depósito regulador ha permitido calcular un 30,7% de pérdidas debidas al mal estado de la red.

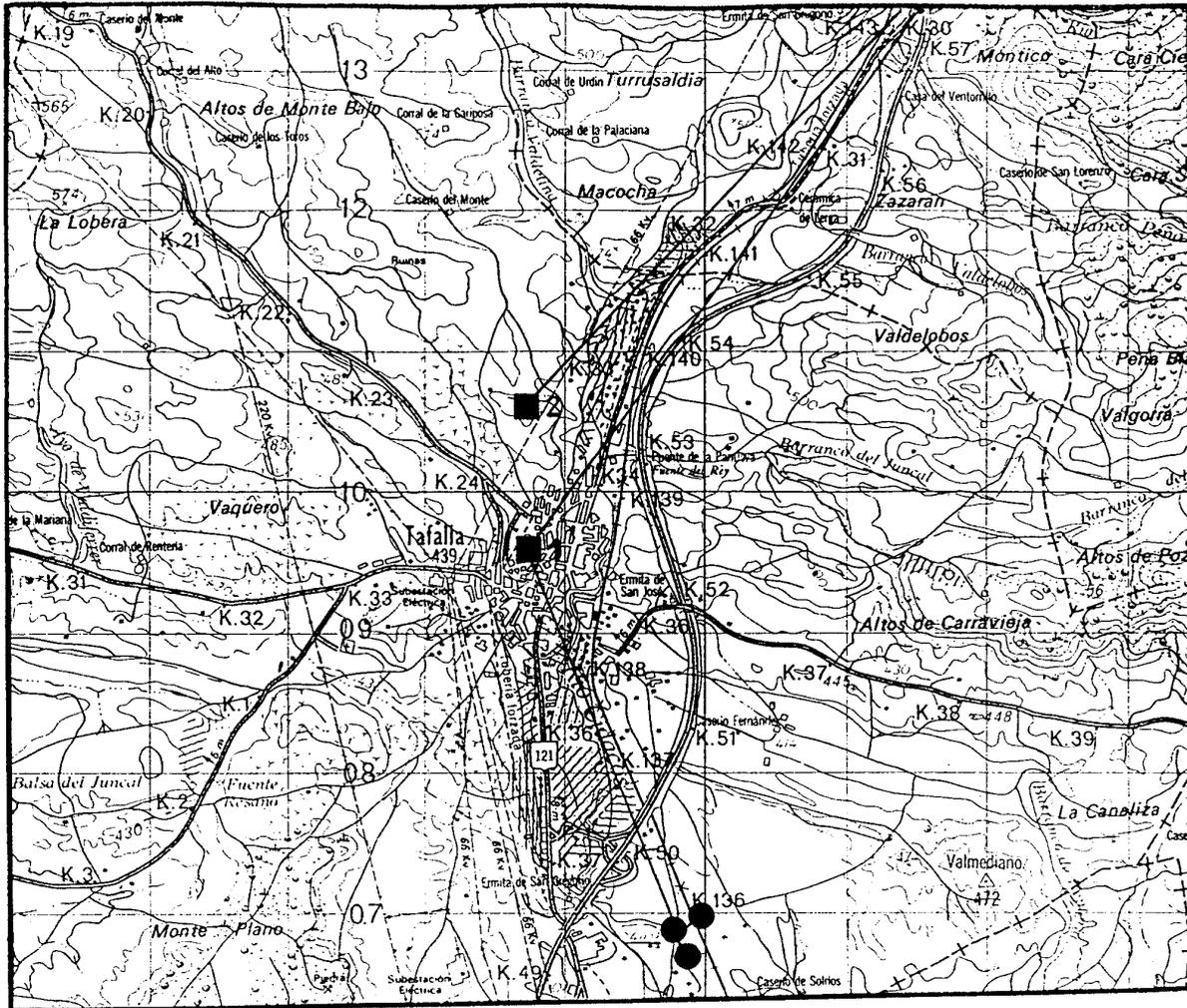
#### **5.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS AGUAS Y CONTROL SANITARIO**

El agua se trata con cloro-gas a la entrada de los depósitos. En el embalse de Mairaga se ha construido una planta potabilizadora.

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.

Los pozos de abastecimiento de Tafalla forman parte de la red de calidad de aguas subterráneas de Navarra establecida por el Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra y son muestreados trimestralmente.



ESCALA: 1/50.000

### LEYENDA

- Captación de El Escal.
- 1 Depósito regulador de las aguas captadas de El Escal y El Carrascal.
- 2 Depósito regulador de las aguas captadas en el embalse de Mairaga

FIGURA 1 Situación de las captaciones de El Escal y de los depósitos reguladores.

## **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 e industrial. 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. Estos datos diferencian el consumo doméstico, industrial y el originado en todas las instalaciones y servicios municipales (oficinas, escuelas, riego de jardines y calles, polideportivo, etc.).

Ha sido posible cuantificar, además las pérdidas en la red.

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

La población de hecho de Tafalla es de unos 12.000 habitantes según el padrón municipal del 1 de Enero de 1.990. Los aumentos de población de forma estacional no son apreciables.

Los consumos domésticos durante el año 1.990, registrados de forma bimensual, son los siguientes:

- Enero-Febrero:	57.581 m <sup>3</sup>
- Marzo-Abril:	59.037 m <sup>3</sup>
- Mayo-Junio:	59.450 m <sup>3</sup>
- Julio-Agosto:	73.515 m <sup>3</sup>
- Septiembre-October:	50.850 m <sup>3</sup>

- Noviembre-Diciembre: 56.517 m<sup>3</sup>
- Consumo doméstico total: 356.950 m<sup>3</sup>

Estos consumos suponen un valor medio de 82 l/hab./día, con un valor máximo de 102 l/hab./día en Julio y Agosto y un valor mínimo de 79 l/hab./día Septiembre y Octubre, aunque es destacable el que en estos dos meses hubiera restricciones durante 7 horas diarias.

## 6.2.- DEMANDA DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL

Los datos aquí aportados se han registrado también de forma bimensual durante el año 1.990.

- Enero-Febrero: 72.632 m<sup>3</sup>
- Marzo-Abril: 74.881 m<sup>3</sup>
- Mayo-Junio: 73.870 m<sup>3</sup>
- Julio-Agosto: 73.505 m<sup>3</sup>
- Septiembre-Octubre: 69.615 m<sup>3</sup>
- Noviembre-Diciembre: 58.044 m<sup>3</sup>

Consumo industrial total: 422.547 m<sup>3</sup>

## 6.3.- 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 9.940 Ha. Según los datos correspondientes a 1.984, 442 Ha. se dedican a cultivos de regadío.

Aplicando la dotación media antes mencionada, resulta una demanda de 3,8 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.

#### 6.4.- OTROS USOS DE AGUA

Se han registrado también los consumos originados en todas las instalaciones y servicios municipales. Los valores son los siguientes:

- Enero-Febrero:	10.913 m <sup>3</sup>
- Marzo-Abril:	14.314 m <sup>3</sup>
- Mayo-Junio:	17.719 m <sup>3</sup>
- Julio-Agosto:	28.592 m <sup>3</sup>
- Septiembre-October:	14.721 m <sup>3</sup>
- Noviembre-Diciembre:	12.402 m <sup>3</sup>
Consumo total:	71.538 m <sup>3</sup>

## 6.5.- DEMANDA TOTAL DE AGUA

En este apartado se hace referencia únicamente a la que queda cubierta con la red de abastecimiento municipal.

El consumo total registrado en los contadores es de 851.035 m<sup>3</sup>/año que supone un consumo medio de 195 l/hab./día.

Según las pérdidas calculadas por el ayuntamiento, estas suponen un volumen de 377.010 m<sup>3</sup>/año.

El volumen total extraído de las captaciones durante 1.990 fue de 1.220.045 m<sup>3</sup>, que supone un caudal medio de 39 l/seg.

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

---

## 7.- ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE: 2015)

---

### 7.1.- EVOLUCION DE LA POBLACION

Se establece la tasa de crecimiento anual en función de las variaciones de población que se han dado durante los últimos años:

Año	Población	Tasa de crecimiento
-----	-----------	---------------------

---

1.940	6.303	--
1.950	6.852	0,839%
1.960	7.320	0,663%
1.970	8.850	1,916%
1.981	9.863	1.090%
1.986	10.172	0,619%
1.991	12.000	3.360%

Adoptando una tasa de crecimiento anual del 2% la población resultante para el año 2.015 es de 19.687 habitantes.

### 7.2.- CONSUMO FUTURO

Según la Orden Foral 2955/1.986 de 22 de Septiembre, las dotaciones teóricas para poblaciones de 12.000 a 50.000 habitantes deben ser de 250 l/hab./día, y se aplica un aumento anual acumulativo del 2% de esta dotación hasta el año horizonte considerado.

La dotación media para el año 2.015 debe ser de 410 l/hab./día. El volumen total medio necesitado para ese año será de 2.946.160 m<sup>3</sup> (93,5 l/seg.).

En estos valores se incluyen 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 tomaron muestras de agua de los pozos y de los manantiales destinados al abastecimiento de la población.
- 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 del abastecimiento 2509-7-023, y del punto 2509-7-009, así como de trabajos realizados de manera esporádica por diferentes organismos o empresas.

En la tabla nº 1 se resumen los puntos de agua con información hidroquímica disponibles en este estudio para el término municipal de Tafalla, 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 en cuanto a número de puntos, aunque la serie temporal del punto 2509-7-009 es suficiente para poder observar evoluciones de la calidad química con el tiempo.

Los análisis se refieren principalmente a parámetros químicos estándar (mayoritarios, especies nitrogenadas, etc.). La información sobre metales pesados, así como contaminantes orgánicos es muy escasa o nula. En el anexo 2 se han incluido los listados de los análisis utilizados.

PUNTO N°	N° ANALISIS	FECHAS
2509-7-006	1	11/75
2509-7-009	52	11/75-3/88
2509-7-011	1	11/75
2509-7-016	1	11/75
2509-7-023	7	3/90-1/91, 5/91

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

## 8.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

Las aguas subterráneas en este término municipal presentan una mineralización notable, con un valor medio en torno a los 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El máximo registrado ha sido de 2060  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el mínimo de 540.

Según la legislación vigente en cuanto a potabilidad de las aguas (Reglamentación Técnico-Sanitaria del 20 de septiembre de 1990), las aguas de abastecimiento se encuentran dentro de los rangos admisibles para el consumo humano. En el resto de los puntos se sobrepasan las concentraciones máximas admisibles en sulfatos, 250 mg/l, y ocasionalmente en magnesio, 50 mg/l.

Con respecto a problemas de contaminación por especies nitrogenadas, se han detectado algunas aguas en las que se sobrepasan los máximos admisibles de nitratos, nitritos y amonio, aunque en el abastecimiento no se ha encontrado ningún caso.

Se trata de aguas duras. El valor medio de este parámetro se sitúa en torno a los 54 °F. Esto puede ocasionar problemas en cuanto a incrustaciones en las redes de

distribución de estas aguas, además de otros inconvenientes de tipo doméstico al aumentar el gasto de jabón y retrasar el tiempo de cocción de los alimentos.

### **8.2.1.- FACIES QUIMICAS**

El tipo aniónico más frecuente en las aguas analizadas es el sulfatado-bicarbonatado o bicarbonatado-sulfatado. La primera facies es característica de las aguas más mineralizadas, con conductividades en torno a los 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El predominio de los bicarbonatos se da en aguas con conductividades inferiores a 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

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. El predominio de los sulfatos y el calcio en disolución corresponderá, seguramente, con abundancia de yesos procedentes del terciario adyacente en la matriz arcillosa del acuífero aluvial.

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

En los gráficos de las figuras 2 y 3 se han representado los datos de los puntos 2509-7-009 y 2509-7-023. El segundo de ellos corresponde a uno de los pozos de abastecimiento.

La serie disponible para el pozo de abastecimiento es bastante corta, apenas dos años, y no permite establecer una evolución en el tiempo con suficiente fiabilidad. Como característica principal se observa un rápido incremento en la concentración de todos los iones a partir de marzo de 1990.

En el otro punto también se puede observar una tendencia al aumento progresivo de la mineralización global.

La interpretación detallada de todas las variaciones que aparecen en los gráficos requeriría información adicional sobre precipitaciones, así como régimen de explotación de las captaciones y una descripción de las características técnicas del sondeo y si éstas han variado durante el tiempo de observación (reprofundización de la obra, etc.).

Sin embargo parece evidente una progresiva salinización del acuífero, lo que influye directamente en el posible aprovechamiento de las aguas subterráneas. Es necesario por tanto controlar periódicamente la calidad de estas aguas para tener un buen conocimiento de su evolución y así poder tomar las medidas oportunas en el caso de que se alcancen valores demasiado elevados.

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

La escala de término municipal es demasiado pequeña para establecer variaciones importantes de calidad en el espacio. Además los puntos de los que se disponen datos de análisis se encuentran en un mismo entorno geológico, dentro del acuífero cuaternario asociado al río Cidacos y sus características no se pueden hacer extensibles a todo el término.

La naturaleza de las aguas analizadas es en todos los puntos similar, oscilando entre sulfatadas-bicarbonatadas o bicarbonatadas-sulfatadas cálcicas. La diferencia más notable se encuentra en la concentración de nitratos, que oscila entre los 85 mg/l registrados en el punto 2509-7-016 y los 11 mg/l del punto 2509-7-023. Este parámetro puede variar mucho según las condiciones locales e incluso en el mismo punto dependiendo de la época de muestreo. Está directamente relacionado con las actividades agrícolas.

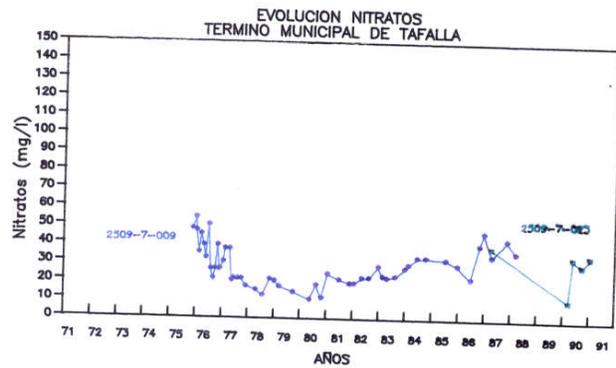
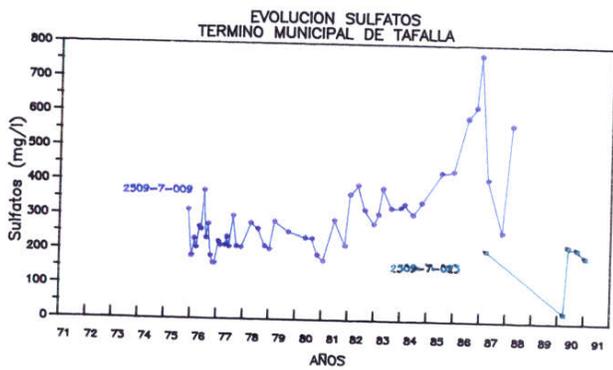
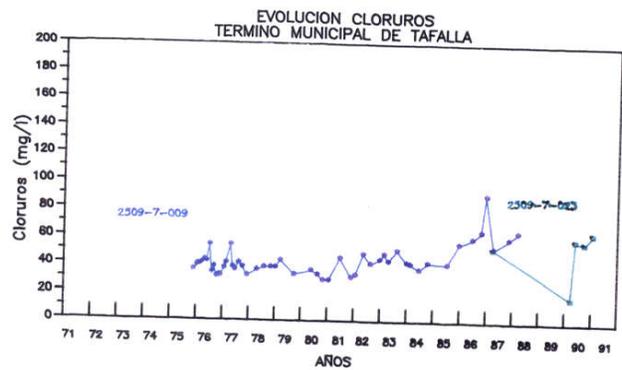
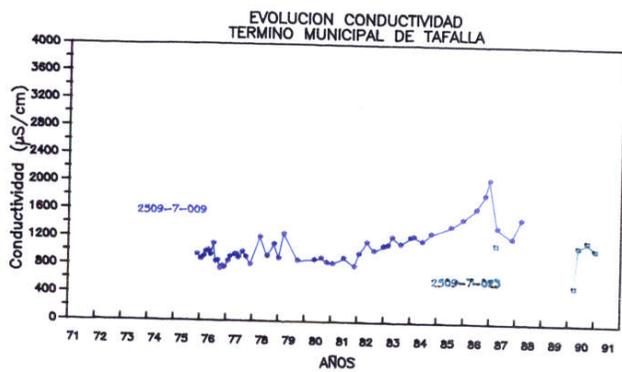


FIGURA 2: Evolución temporal de la conductividad y aniones controlados periódicamente.

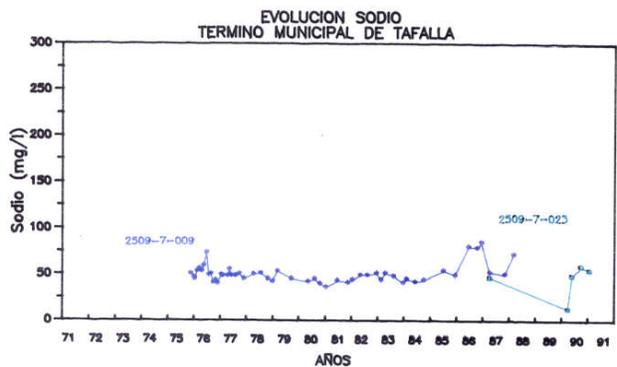
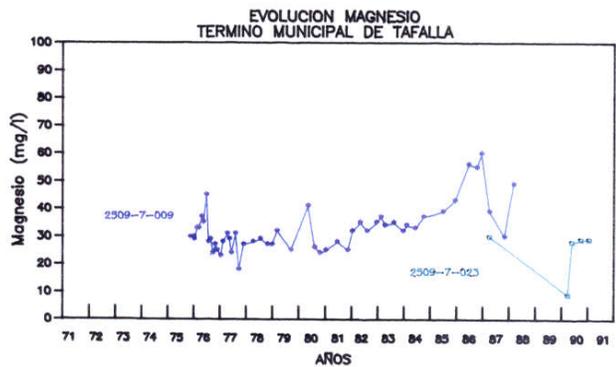
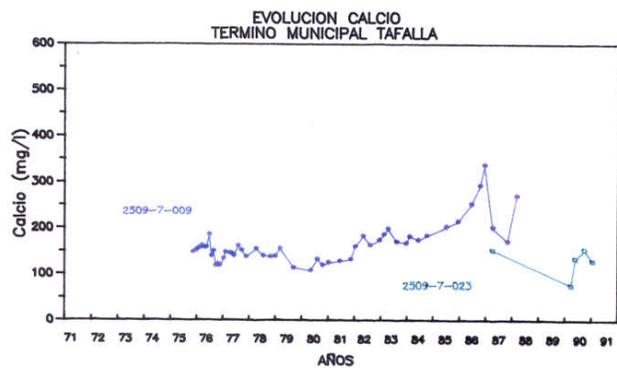
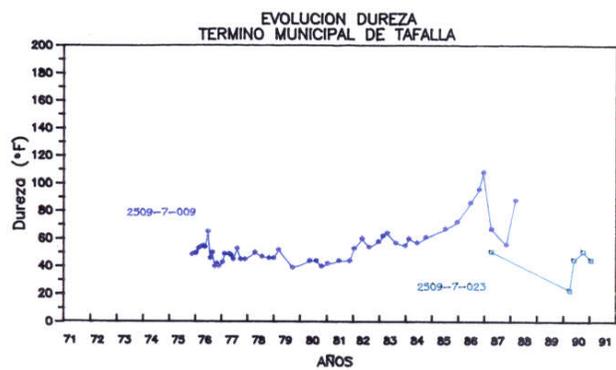


FIGURA 3: Evolución temporal de la dureza y cationes controlados periódicamente.

### 8.3.- CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la tabla nº 2 se comparan los análisis de los manantiales destinados a abastecimiento y de los pozos del Escla.

El agua procedente de los manantiales y de los pozos es sometida a un proceso de cloración en los depósitos antes de pasar a ser distribuidas en la población. Este proceso, además de los efectos de desinfección puede alterar las características físico-químicas del agua. La acción del  $\text{Cl}_2$  debe provocar la oxidación de todas las especies reducidas, incluyendo la materia orgánica.

Muestras	Manantiales (El Carrascal)	Pozos del Escal
Fecha	20/05/91	20/05/91
Cond ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	609	1065
pH	7.51	7.5
$\text{SO}_4^-$ (mg/l)	43	187
$\text{Cl}^-$ (mg/l)	54	57
$\text{HCO}_3^-$ (mg/l)	271	320
$\text{NO}_3^-$ (mg/l)	21	27
$\text{Na}^{++}$ (mg/l)	11	51
$\text{K}^+$ (mg/l)	1.6	5.4
$\text{Ca}^{++}$ (mg/l)	120	140
$\text{Mg}^{++}$ (mg/l)	8	20
$\text{NH}_4^+$ (mg/l)	0.36	0.11
$\text{PO}_4^{3-}$ (mg/l)	0.03	0.03

Tabla nº 2.- Parámetros químicos determinados en origen del abastecimiento a Tafalla y en una muestra tomada en la red de abastecimiento doméstico.

Esta previsto que en breve se abastezcan en su totalidad de aguas superficiales procedentes de la presa de Mairaga.

**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 las captaciones explotadas actualmente es de 100-110 l/seg. en invierno y de unos 40 l/seg. en épocas de estiaje.
- La demanda de agua actual es de 39 l/seg.
- En 1.990 el 30,7% de esa demanda correspondió a fugas en la red.
- La demanda total calculada para el año horizonte considerado (2.015) es de 93 l/seg.
- El caudal disponible cubre de forma ajustada la demanda actual en verano e incluso algunos años se ha llegado a restringir el consumo de agua. Este caudal es claramente insuficiente para cubrir demandas futuras.
- La nueva captación procedente del Embalse de Mairaga puede aportar en años de precipitaciones normales dentro de la zona un caudal medio de al menos 40 l/seg. suponiendo una concesión similar para Tafalla y Olite.
- Con esta nueva captación no se llega a cubrir la demanda calculada para el año 2.015, aunque hay que considerar que esta demanda ha sido calculada según una tasa de crecimiento anual que resulta anómalamente alta dentro del conjunto de Navarra.
- Es fundamental reducir las pérdidas debido a que suponen un volumen anual muy elevado. Esto implica la renovación de la red de distribución a corto plazo.
- La regulación existente, considerando el nuevo depósito todavía en construcción, es suficiente para las necesidades actuales y futuras.

- La presencia del acuífero aluvial descrito en el informe implica la existencia de recursos hídricos subterráneos de interés en el municipio aunque su utilización como abastecimiento exclusivo de Tafalla exigiría la puesta en explotación de numerosos pozos (al menos 8-10) con el consiguiente coste de construcción y mantenimiento.

## 9.2.- CALIDAD

Los análisis disponibles indican que el agua utilizada para abastecimiento procedente de los pozos de El Escal presenta un grado de mineralización notable, aunque, según la legislación vigente (Reglamentación Técnico Sanitaria del 20 de Septiembre de 1.990), se encuentran dentro de los rangos admisibles para consumo humano.

En el resto de puntos de agua del municipio analizados se detectan también grados de mineralización notables y en muchos casos se sobrepasan las concentraciones máximas admisibles en sulfatos, y ocasionalmente en magnesio. También se ha detectado en algunos casos valores que sobrepasan los máximos en nitratos, nitritos y amonio. Son aguas duras, con valores medios en torno a los 54°F.

Los manantiales de El Carrascal aportan agua de mineralización baja a media y su mezcla con el agua de los pozos de abastecimiento mejora la calidad de estos sobre todo en invierno, que es cuando se producen los mayores aportes de los manantiales. En estiaje esta influencia es mucho menor debido al escaso caudal que aportan 3 l/seg.

La mineralización del agua del Embalse de Mairaga es baja y contribuirá de forma decisiva a mejorar la calidad global del agua destinada a consumo humano.

A pesar de la mejoría mencionada y, que se producirá a corto plazo, es conveniente establecer un perímetro de protección alrededor de los pozos de El Escal para evitar su contaminación.

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

## **ANEXOS**

---

## **ANEXO 1: FOTOGRAFIAS**

---



FOTO 1

Pozos del El Escal

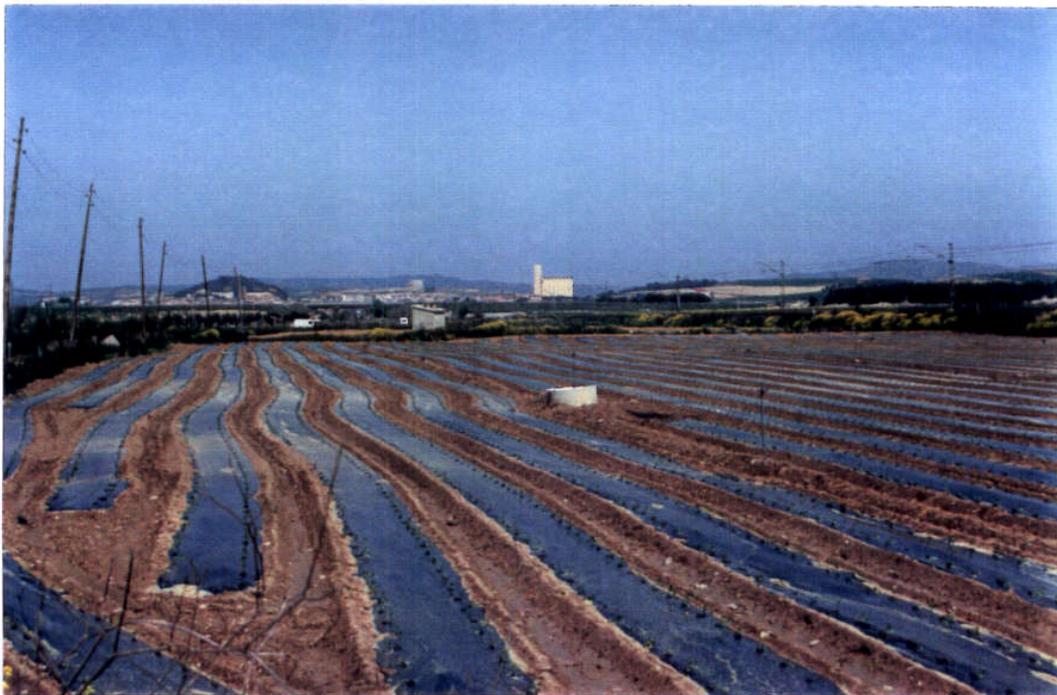


FOTO 2

Pozos del El Escal



FOTO 3: Interior de las captaciones de El Escal



FOTO 4: Interior de la arqueta de distribución de los manantiales de el Carrascal



FOTO 5: Embalse de Mairaga



FOTO 6: Depósito regulador

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

---

N. de inventario	Fecha analisis	pH	Conduct. uS/cm	Rs mg/l	Dureza  F mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 mg/l	NO2 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SiO2 mg/l	NH4 mg/l	MO mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	F mg/l	P mg/l	PO4 mg/l	
25097006	21/11/75	7.65	1000	755	48	46.2	261	46.5	0.105	318	0	148.7	27.5	64	2.3		0	3.07									
25097006	21/11/75	7.8	940	683	42.4	61.8	115	85	0.033	369	6	126	27.5	72.5	4.5		0.5	1.73									
25097009	21/11/75	7.75	950	784	49	36	313	48	0.04	315		149	30	51	2		0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	16/01/76	7.75	885	497	50	40	180	47	0.03	326		155	29	45	2		0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	08/01/76	7.90	880	674	50	39	179	54	0.04	336		155	30	47	2		0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	19/02/76	7.35	920	714	53	40	228	35	0.04	329		159	33	53	2		0.15	3	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	18/03/76	7.75	990	707	54	41	203	45	0.03	329		163	33	56	2		0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	24/04/76	7.75	1000	725	55	43	262	39	0.22	339		159	37	53	2	7	0.15	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	21/05/76	8.05	940	751	54	42	255	32	0.02	336		159	35	59	2	9	0.30	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	01/07/76	7.35	1100	963	65	54	368	50	0.04	354		187	45	73	2	8	0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	30/07/76	7.70	845	684	46	34	230	26	0.01	332		140	28	49	2	10	0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	27/08/76	8.00	855	736	50	38	270	21	0.08	339		151	29	50	2	10	0.70	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	01/10/76	7.70	745	587	40	31	179	26	0.03	311		119	24	41	2	10	0.00	3	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	29/10/76	7.45	775	595	42	32	158	39	0.13	326		122	27	43	2	10	0.15	2	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	25/11/76	7.70	760	574	40	32	158	26	0.00	323		120	25	40	2	1	0.00	2	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	15/01/77	7.70	850	658	43	37	220	30	0.06	309		134	23	49	2	8	0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	12/02/77	7.60	915	675	49	41	210	37	0.00	323		148	28	48	2		0.00	2	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	16/04/77	7.30	945	702	49	54	210	37	0.02	336		146	31	48	2	7	0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	13/05/77	7.78	950	694	48	38	233	20	0.00	329		145	29	55	2	9	0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	11/06/77	7.80	900	641	45	36	206	21	0.00	332		140	24	48	2		0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	05/08/77	7.30	990	756	53	41	295	21	0.01	314		162	31	48	2		0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	23/09/77	7.28	915	658	45	38	207	21	0.01	342		152	18	50	2		0.15	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	25/11/77	7.86	805	639	45	32	204	17	0.01	348		138	27	45	2		0.30	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	11/04/78	7.72	1200	748	50	36	275	15	0.00	360		155	28	50	3	7	0.40	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	20/07/78	8.14	930	706	47	38	258	12	0.02	332		140	29	51	2	10	0.30	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	26/10/78	7.52	1100	658	46	38	208	21	0.03	339		138	27	45	2	9	0.55	2	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	29/12/78	7.92	900	651	46	38	200	20	0.01	348		139	27	42	2	9	0.30	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	08/03/79	7.66	1250	767	52	43	280	17	0.01	348		156	32	53	2	10	0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	15/09/79	7.80	870	660	39	33	250	14	0.00	334		114	25	45	2	10	0.05	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	08/05/80	7.42	885	638	44	36	234	10	0.01	313		108	41	42	2	9	0.42	2	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	08/08/80	7.84	910	657	44	33	233	18	0.00	315		133	26	45	2	10	0.10	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	21/10/80	7.93	850	575	40	29	185	11	0.02	310		120	24	40	2	10	0.07	5	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	10/01/81	8.14	833	574	42	29	168	24	0.01	321		126	25	36	2	5	0.08	2	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	16/06/81	7.71	915	695	44	45	286	21	0.06	265		129	28	43	2	9	0.26	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	13/11/81	7.46	796	643	44	31	213	19	0.01	340		133	25	41	2	8	0.40	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	14/01/82	7.42	978	841	53	33	362	19	0.01	355		161	32	44	2	11	0.14	2	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00
25097009	04/05/82	7.66	1145	912	60	48	389	22	0.01	345		184	35	49	2	11	2.60	1	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00

N. de inventario	Fecha analisis	pH	Conduct. uS/cm	Rs mg/l	Dureza   F mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 mg/l	NO2 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SiO2 mg/l	NH4 mg/l	MO mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	F mg/l	P mg/l	PO4 mg/l
25097009	10/08/82	7.28	1025	803	54	41	317	22	0.02	331		164	32	49	2	10	0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	17/12/82	7.38	1092	822	58	44	276	28	0.01	395		175	35	51	3	12	0.00	2	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	17/02/83	7.30	1108	847	62	48	305	23	0.01	378		187	37	44	3	11	0.17	3	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	16/04/83	7.42	1221	916	64	43	381	22	0.00	345		199	34	51	2	11	0.15	1	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	13/08/83	7.41	1121	830	57	51	323	23	0.02	331		171	35	48	2	11	0.00	1	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	21/12/83	7.85	1219	806	55	42	325	27	0.00	318		168	32	41	2	11	0.00	2	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	10/02/84	7.86	1232	847	60	41	335	29	0.01	336		183	34	45	2	11	0.00	3	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	07/06/84	7.44	1166	802	57	37	305	33	0.01	323		175	33	42	2	13	0.00	2	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	04/10/84	7.58	1277	864	61	42	340	33	0.02	338		185	37	44	2	12	0.25	3	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	02/07/85	7.76	1381	969	67	41	427	32	0.00	321		203	39	54	3	10	0.09	2	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	13/12/85	7.68	1488	1021	72	56	431	29	0.21	364		215	43	49	2	14	0.00	2	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	20/06/86	7.39	1641	1233	86	60	586	22	0.01	328		253	56	80	2	10	0.00	4	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	18/10/86	7.74	1840	1357	96	65	619	40	0.31	373		294	55	79	4	14	0.30	2	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	19/12/86	7.61	2060	1599	108	91	768	47	0.09	382		338	60	85	4	14	0.00	3	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	09/04/87	7.40	1370	974	67	53	410	34	0.09	337		202	39	52	3	12	0.00	3	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	03/11/87	7.76	1218	794	56	60	256	43	0.01	357		172	30	50	5		0.10	2	0.00	0.00			0.00			0.00
25097009	09/03/88	7.42	1496	1263	88	65	567	36	0.03	371		271	49	72	3	13	0.20	2	0.00	0.00			0.00			0.00
25097011	21/11/75	7.3	900	619	42.4	46.2	112	70	0.016	354	0	132.5	23.6	52.5	5		0	1.46								
25097023	27/03/90	7.70	540		23	18	28	11	0.00	270		77	9	13	3	9	0.20	3	0.08	0.02			0.02			0.15
25097023	03/01/90								0.00								0.00		0.08	0.01			0.02			0.00
25097023	09/04/87	7.56	1133	698	51	53	205	39	0.02	329		153	30	47	5	11	0.00	2	0.00	0.00			0.00			0.00
25097023	23/05/90	7.51	1120		45	60	220	34	0.02	339		135	28	49	5	10	0.20	1	0.02	0.00			0.02			0.12
25097023	25/09/90	7.48	1189		51	58	212	30	0.00	370		155	29	59	5	9	0.05	1	0.04	0.00			0.03			0.16
25097023	16/01/91	7.38	1077		45	65	189	35	0.00	356		130	29	55	5	7	0.04	1	0.05	0.00			0.03			0.19

**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 68 05

ANALISIS CON REFERENCIA: 193/91

Realizado el análisis microbiológico con referencia 193/91, solicitado por el Instituto Tecnológico Minero, de la red de distribución de Tafalla, 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 PÚBLICA DE NAVARRA  
Laboratorio: Tudela y Comarca

POTABILIDAD  
DE AGUAS

Ref. 193/91

**ANALISIS ABREVIADO**

Solicitado por El Instituto Tecnológico Minero.  
 Dirección ..... Teléfono .....  
 Origen y naturaleza de la muestra Pozos y Manantiales. Red de distrib. TAFALLA.  
 Datos sobre el lugar de la toma Bar-Restaurante "Casa Cosme". C/Mayor, 7  
 Recogida por La Compañía General de Sondeos. S/Ref. n.º .....  
 Fecha y hora de recogida 27 / Mayo / 1.991 hr. 19,20  
 Fecha y hora de recepción en el Laboratorio 28 / Mayo / 1.991 hr. 10,45  
 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

Amoníaco (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**

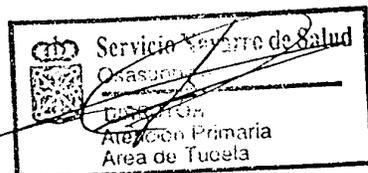
Cloro libre (in situ) 0,1 ppm

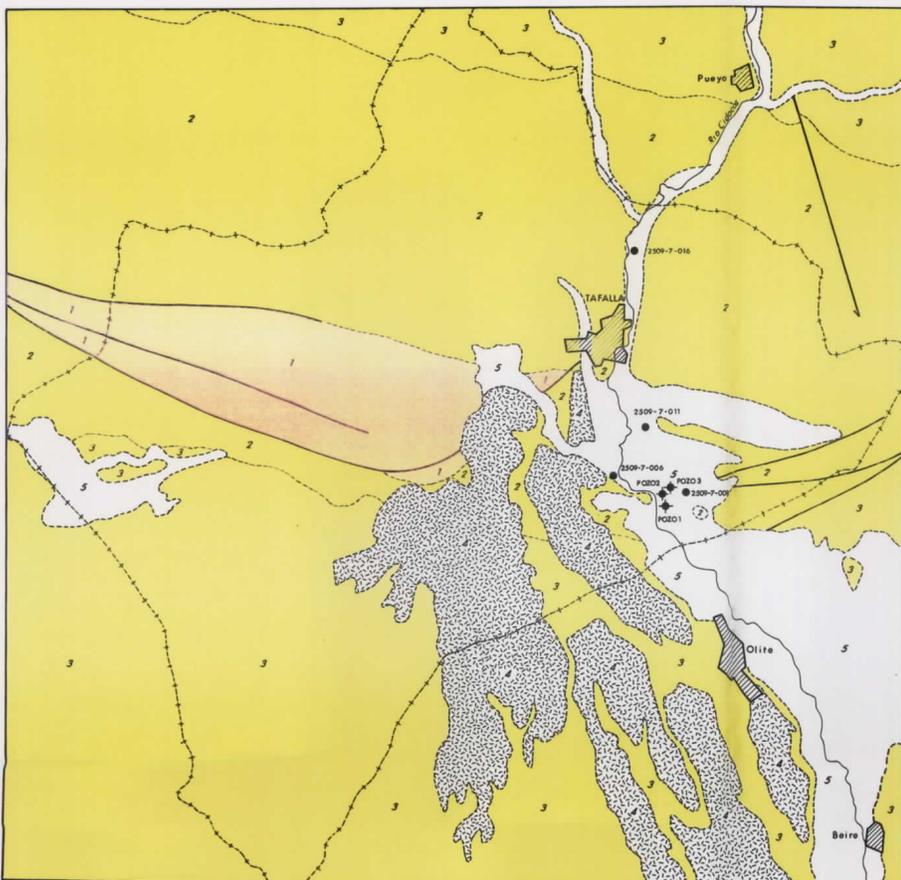
Bacterias aerobias mesófilas 1 /ml  
 Bacterias coliformes (NMP) Negativo /100 ml  
 Escherichia coli (NMP) Negativo /100 ml  
 Estreptococos fecales Negativo / 100 ml  
 Clostridios sulfito-reductores Negativo / 20 ml

**CALIFICACION:** ..... Cumple el R.D. 1138/90 sobre los parámetros analizados. ....

Tudela a 10 de Junio de 19 91.

EL JEFE DEL LABORATORIO.





CUATERNARIO	HOLOCENO	5	5.- Llanura aluvial
	PLEISTOCENO	4	4.- Terrazas colgadas
TERCIARIO	MIOCENO	3	3.- Limos y arcillas con areniscas
	OLIGOCENO	2	2.- Areniscas, limos y arcillas
		1	1.- Yesos

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Contacto discordante
- - - - - Límite de municipio
- — — — — Falla
- ◆ Pozos de abastecimientos
- Pozos 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 TERMINO MUNICIPAL DE TAFALLA					PLANO N.º 1
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA	CONSULTOR
	Diciembre 91		C. G. S.	1/50.000	C. G. S.