



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

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



SUPER PROYECTO Nº 9006	AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA
PROYECTO AGREGADO	335
TITULO PROYECTO: 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	
SICOAN 90404	Nº DIRECCION 22/90
COMIENZO 28/8/90	FINALIZACION

INFORME (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" FONTELLAS	
CUENCA (S) HIDROGRAFICA (S)	EBRO
COMUNIDAD (S) AUTONOMAS	NAVARRA
PROVINCIAS	

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	13
3.2. TECTONICA	14
4. HIDROGEOLOGIA	16
4.1. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA	16
4.2. GEOFISICA	18
4.3. DEFINICION DE ACUIFEROS	19
4.3.1. Características litológicas y geométricas de los acuíferos . . .	19
4.3.2. Piezometría	21
4.3.3. Funcionamiento hidrogeológico	22
5. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO	25
5.1. CAPTACION EXISTENTE	25
5.2. INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO	25
5.2.1. Depósito regulador	25
5.2.2. Características de la distribución	26
5.2.3. Tratamiento de las aguas y control sanitario	26
6. ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA	28
6.1. DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL .	28
6.2. DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA	29

7.	ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE 2.015)	31
7.1.	EVOLUCION DE LA POBLACION	31
7.2.	CONSUMO FUTURO	31
8.	CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS	35
8.1.	INFORMACION RECOPIADA	35
8.2.	CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES	36
	8.2.1. Facies químicas	37
	8.2.2. Evolución temporal de la calidad	37
	8.2.3. Diferencias geográficas de calidad	40
8.3.	CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO	41
9.	ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
9.1.	CANTIDAD	45
9.2.	CALIDAD	43

A N E X O S

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

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 Fontellas, 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 de 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.
- 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 Fontellas se sitúa en la Depresión del Ebro. Los materiales aflorantes son en su totalidad de origen continental y pertenecen al Terciario y Cuaternario.

En el sector estudiado los depósitos terciarios están constituidos esencialmente por arcillas y limos. Estos materiales se depositaron durante el Mioceno.

Los depósitos cuaternarios se disponen en un sistema de terrazas asociadas al Río Ebro. 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 nº 1) se distingue únicamente una unidad terciaria, que ocupa buena parte de la superficie del municipio y se ha definido como unidad 1.

En la bibliografía consultada esta unidad se ha definido como Formación Alfaro. Está constituida fundamentalmente por arcillas, limos y areniscas de colores rojos. Las areniscas se caracterizan por tener una fracción importante de yeso.

Los espesores máximos medidos, fuera del municipio son de 350m.

3.1.2.- CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios constituyen un sistema de terrazas muy desarrollado. Dichas terrazas se agrupan normalmente de un forma más o menos arbitraria en función de sus características litológicas, morfológicas y de su altitud relativa con respecto al Ebro.

Unidad 2

Corresponde a una terraza colgada que se sitúa a una altura sobre el nivel actual del río Ebro de entre 10 y 30 m.

Está constituida fundamentalmente por gravas, con arenas, limos y arcillas en la parte más alta.

Unidad 3

Está constituida por un nivel de terrazas situado entre 5 y 10 m. sobre el nivel del río Ebro.

Consta normalmente de gravas, arcillas y limos con lentejones de arena.

Unidad 4

Constituye la terraza de inundación actual o llanura aluvial del río Ebro.

Al igual que la unidad 4, está formada fundamentalmente por gravas y limos con abundantes lentejones de arena.

Se observan con frecuencia meandros abandonados que indican la constante movilidad del cauce del río Ebro.

3.2.- TECTONICA

En esta zona el Terciario Continental se presenta formando una serie monoclinal con buzamientos muy suaves de 2 a 3 grados hacia el Sur.

Los pliegues visibles en muchos sectores de la Depresión del Ebro, organizados por la migración de sales que producen trastornos en la sedimentación miocena, tienen muy poca intensidad en esta zona. La falta de materiales evaporíticos oligocenos y la gran masa de sedimentos miocenos acumulados, hacen que los efectos de esta migración de sales queden muy amortiguados.

4.- HIDROGEOLOGIA

4.- HIDROGEOLOGIA

La mayor parte del municipio de Fontellas 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 que se sitúan a diferentes niveles con respecto al actual del río.

A continuación se expone toda la información recopilada para el municipio de Fontellas 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 seis puntos de agua (tres pozos y tres sondeos).

En el cuadro nº 1 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.

En el mapa de puntos de agua (plano nº 1) están situados estos puntos junto con el manantial 2512-9-202 del que únicamente se dispone de los análisis químicos en él efectuados.

N° INVENT.	FECHA	X	Y	COTA	NATUR.	PROF (m)	NIVEL (m)	Q. (l/s)	LITOL.	USO	EXT. ANUAL Dm³/AÑO	N° A.Q.	OBSERV.
2512-8-216	15-07-88	618400	4654850	260	Manantial			23	Gravas	Riego			
2512-8-217	20-07-88	617450	4654350	274	Manantial				Gravas	Abastecimiento		2	Abastece a Fontellas. Se ha profundizado para mejorar la captación
2512-8-240	14-07-88	618670	4653350	277	Pozo	7.87	7.34		Gravas	Ganadería	5		
2512-8-242	15-07-88	620300	4651020	279	Pozo	10.50	7.04		Gravas	Ganadería	2		
2512-8-243	15-07-88	618750	4654400	254	Pozo	5.40	2.13		Gravas	No se utiliza			
2512-8-244	15-07-88	618950	4653870	254	Manantial			1	Gravas	No se utiliza			

CUADRO I.- Resumen del inventario de puntos de agua

El manantial 2512-8-217 abastece actualmente a Fontellas. En ninguno de los pozos inventariados se ha llegado al substrato.

4.2.- GEOFISICA

Se ha podido disponer de la información procedente de una campaña de investigación geofísica realizada por la Compañía General de Sondeos dentro del estudio hidrogeológico del cuaternario del Ebro entre Lodosa y Cortes, 1.991 por encargo del Servicio Geológico del M.O.P.T.

Concretamente dentro del término municipal de Fontellas se dispone de información aportada por un perfil geofísico con un total de 3 sondeos eléctricos verticales.

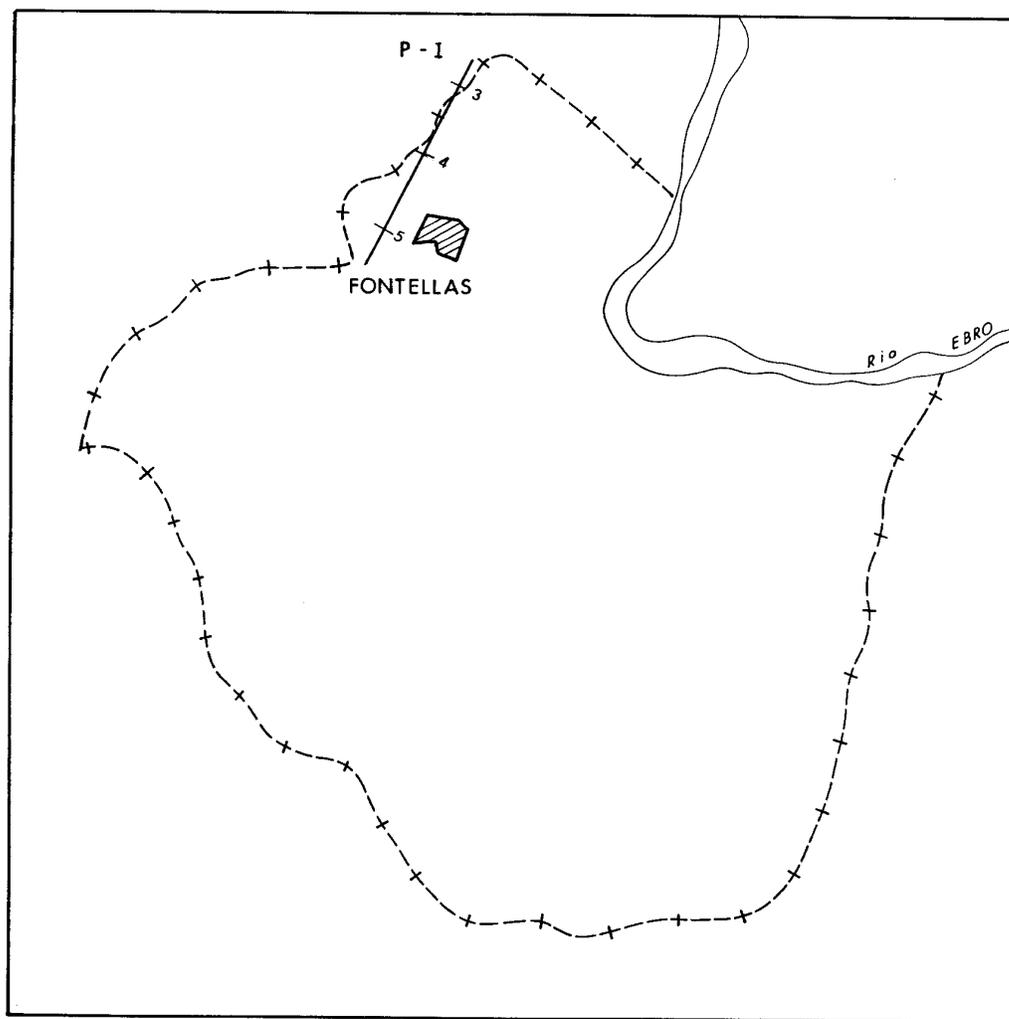
Por lo que respecta a los aluviales se establecen, en el citado informe, los siguientes rangos de resistividad:

- Resistivades menores a 20 Ohm.m.: Materiales arcillosos
- Resistividades entre 30 y 150 Ohm.m.: Arenas y limos
- Resistividades entre 100 y 1.000 Ohm.m.: Gravas y arenas

La situación de los sondeos eléctricos verticales (SEV) queda reflejada en la figura nº 1 a escala 1:50.000.

La representación del perfil se observa en la figura nº 2 y como comentarios de índole hidrogeológica cabe señalar:

- 1.- Valores muy homogéneos en todo el perfil en cuanto a potencias y tipo de materiales del aluvial así como a la naturaleza del basamento.

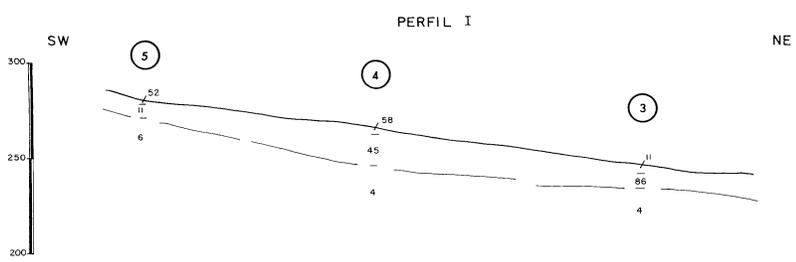


ESCALA 1/50.000

LEYENDA

- +--+--+ Límite del municipio
- 24
—+—+—+ Perfiles geoelectricos y Nº S.E.V.

Figura 1.- SITUACIÓN DE LOS PERFILES GEOELÉCTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FONTELLAS



LEYENDA

- ⑦ S.E.V.
- 90 Valor de la resistividad en $\text{ohm} \times \text{m}$
- ESCALA H. 1/20.000
- V. 1/1.000

Figura 2.- PERFILES GEOELÉCTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FONTELLAS

Arenas y limos conforman el cuaternario y las potencias varían entre 10 y 30 m.

Las posibilidades hidrogeológicas, a la vista del perfil geoelectrico, son muy limitadas.

4.3.- DEFINICION DE ACUIFEROS

Los materiales de permeabilidad alta aflorantes en el municipio corresponden a los depósitos de origen fluvial cuaternarios (unidades 2, 3 y 4). 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 Fontellas.

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

4.4.1.- CARACTERISTICAS LITOLOGICAS Y GEOMETRICAS DE LOS ACUIFEROS

Unidad 4

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. Estos

lentejones se han detectado con mucha frecuencia a lo largo del acuífero aluvial aunque en este sector no se conoce con exactitud.

No se dispone dentro del término municipal de perfiles geofísicos que nos permitan conocer el espesor de esta unidad, pero en sectores cercanos se ha comprobado que la potencia oscila generalmente entre los 10 y 15 m.

El acuífero está limitado normalmente por las unidades permeables 2 y 3 aunque en algunos sectores está separada de ellos por umbrales correspondientes a elevaciones del substrato impermeable constituido por la unidad 1.

Unidad 3

Corresponde a la terraza encajada que se sitúa a 5/10 m. por encima del nivel del río.

Las características litológicas son similares a las de la unidad 4. La transición con esta unidad está marcada por un escarpe abrupto.

El perfil geofísico realizado al Oeste de Fontellas no coincide con la cartografía geológica debido a que no se ha determinado la presencia en superficie del substrato impermeable y que independiza en este sector las unidades 2 y 3.

Los límites del acuífero los constituyen normalmente las unidades permeables 4 y 2 aunque en muchas zonas está independizada de esta última debido al afloramiento de los materiales terciarios.

Unidad 2

Corresponde a una terraza colgada que se sitúa a una altura de 10/30 m. sobre el nivel actual del río Ebro.

Las características litológicas son similares a las unidades anteriores. La transición con estos se produce a través de un escarpe abrupto.

En las zonas de contacto con dichas unidades se produce también un ascenso brusco del substrato impermeable que llega a constituirse en un umbral en algunos sectores. Las potencias estimadas son de 15 m.

Está limitada al Norte por las unidades permeables ya descritas y al Sur por la unidad impermeable terciaria.

4.3.2.- PIEZOMETRIA

Según datos regionales el nivel piezométrico en la unidad 4 se sitúa próximo a la superficie topográfica y presenta oscilaciones estacionales que suelen variar 3 y 6 m. generalmente.

En la unidad 3 la cota absoluta del nivel piezométrico es similar y con oscilaciones estacionales del mismo orden que en el caso anterior. La profundidad con respecto a la superficie es mayor llegándose a valores de 14 m. como máximo.

Las fluctuaciones piezométricas están influidas, fundamentalmente, por el nivel de agua en el Río Ebro. 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, contenida en el "Estudio Hidrogeológico de Navarra", muestra que el flujo subterráneo se realiza en sentido NO-SE y O-E o SO-NE en la margen izquierda y derecha respectivamente, con 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 las que temporalmente los ríos alimentan el acuífero.

4.3.3.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO

Las unidades 4 y 3 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:

- Lluvia útil procedente de la precipitación directa sobre los mismo.
- Alimentación subterránea procedente de la unidad 2 a través de las zonas de contacto entre ellas.
- Infiltración procedente de los excedentes de riego.
- Infiltración en la margen del río por crecidas y desbordamientos.

El río Ebro actúa como área de drenaje durante la mayor parte del año excepto en épocas de crecidas en las que pueden producirse recarga. La circulación subterránea se realiza, por lo tanto, preferentemente según líneas convergentes al cauce en el sentido del río.

El contacto entre las dos unidades acuíferas se realiza generalmente a través de un escarpe existiendo conexión hidráulica entre ambas en esta zona de contacto. La existencia de algunos manantiales en estas zonas de contacto, al menos en algunos sectores, implica la presencia de niveles arcillosos que conducen el flujo subterráneo y lo hacen aflorar en los escarpes topográficos.

El hecho de que al menos en el manantial 25128217 se registre mayor caudal en verano que en invierno implica que la recarga debida al riego es importante.

Según datos obtenidos en zonas cercanas al municipio, se ha podido determinar que en régimen de explotación de la unidad 4, con captaciones relativamente próximas al río, éste actúa 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 2 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. La descarga se produce hacia las unidades 3 y 4 en las zonas en las que está en conexión hidráulica con ellos siendo este aspecto el de mayor interés hidrogeológico para esta unidad.

5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la figura nº 3 se puede observar la localización de la captación de aguas, depósito regulador, salidas de la red de saneamiento y vertedero de residuos sólidos urbanos.

5.1.- CAPTACION EXISTENTE

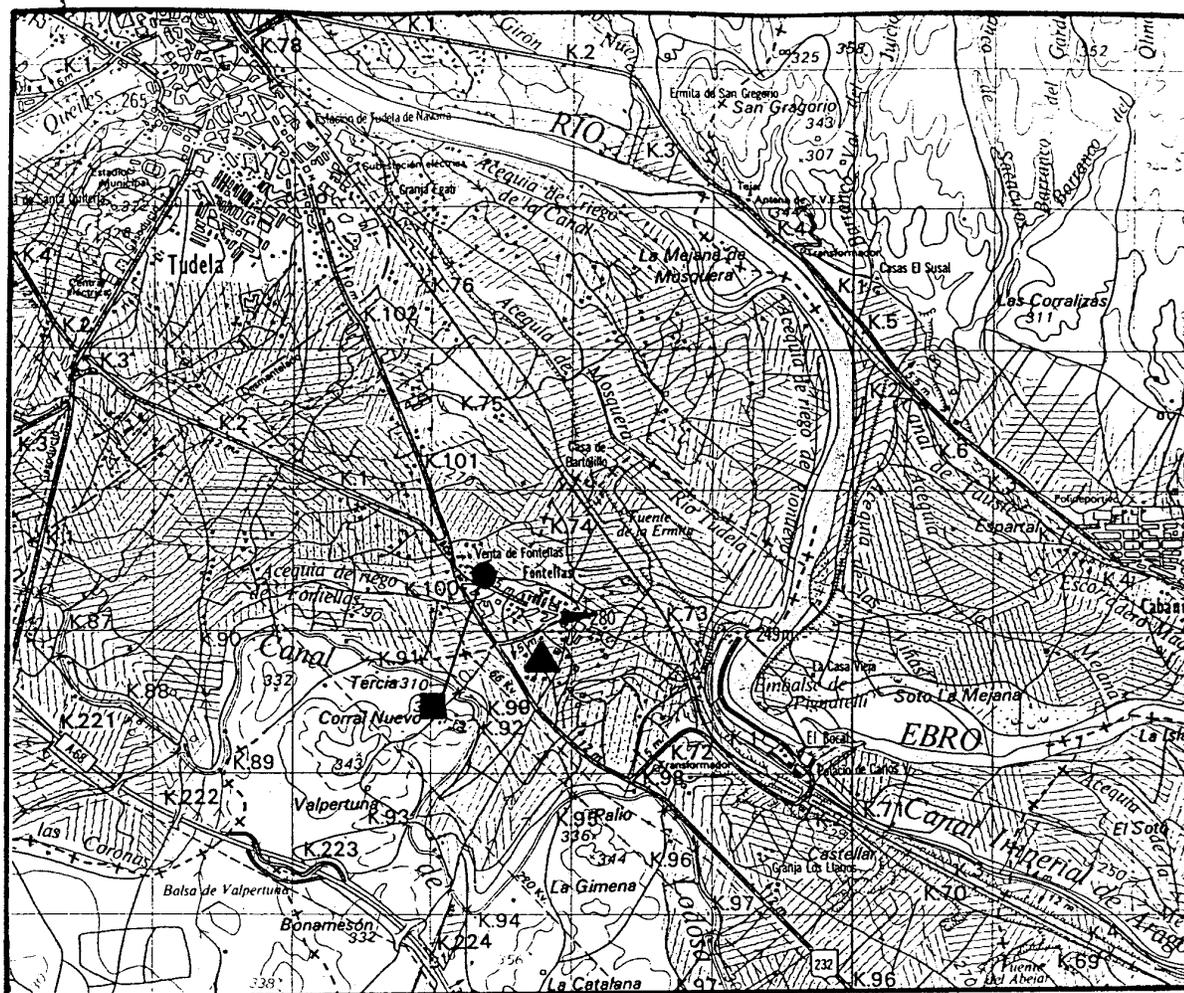
Fontellas se abastece actualmente de un manantial diferenciado con el código 2512-8-017 en el inventario de puntos de agua (plano nº 1). Las principales características de esta captación son las siguientes:

- Año de construcción: 1.975
- Cota: 275 m.
- Distancia al depósito de regulación: 500 m.
- Caudal: es menor en invierno que en verano. Según datos del ayuntamiento el caudal mínimo es de 300 m³/hora.
- Protecciones: caseta de ladrillo con valla exterior metálica.
- Equipamiento: dos bombas con una capacidad de extracción de 35 m³/hora.
- Observaciones: este manantial se excavó 3,27 m. de profundidad con el objeto de aumentar el caudal que proporcionaba. La proximidad de fosa séptica y vertederos industriales hace peligrar la calidad del agua del manantial.

5.2.- INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO

5.2.1.- DEPOSITO REGULADOR

- Año de construcción: 1.988
- Cota (en la puerta): 330 m.
- Capacidad: 700 m³



ESCALA: 1/50.000

LEYENDA

- Captación de aguas subterráneas.
- Depósito regulador.
- ▶ Salida general de la red de saneamiento.
- ▲ Vertedero de residuos sólidos urbanos.

FIGURA 3: Situación de la captación, depósito regulador, salida general de la red de saneamiento y vertedero de residuos sólidos urbanos.

- 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: 1.988
- Longitud: 500 m.
- Desnivel: 55 m.

La red de distribución se instaló en 1.950 y su estado de conservación es deficiente.

5.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS AGUAS Y CONTROL SANITARIO

El agua se trata con cloro-gas y se descalcifica.

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.

Este manantial forma parte de la red de calidad de aguas subterráneas de Navarra establecida por el Servicio Geológico de Obras Públicas del Gobierno de Navarra y es muestreado trimestralmente.

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 parcialmente de los datos correspondientes a los contadores instalados en la red. En estos datos no se incluye el consumo originado por instalaciones municipales (oficinas, escuelas, parques, limpieza de calles, etc.).

Debido a que no existe un contador a la salida del depósito regulador, no se conoce con exactitud el caudal total consumido y, por tanto, no se puede deducir el porcentaje correspondiente a los servicios municipales mencionados y a las fugas en la red.

6.1.- DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL

La población de hecho de Fontellas según el padrón municipal del 1 de Enero de 1.991 es de 544 habitantes. Los aumentos de población de forma estacional son cercanos a los 600 habitantes durante los meses de verano.

Sólo se ha podido disponer de los consumos del cuarto trimestre de 1.990, que ascendieron a 8.430 m³. Según fuentes municipales se estima que en el trimestre de verano es de unos 25.000 m³.

Estas cifras indican unos valores medios mínimos de 173 l/hab./día y unos máximos de 397 l/hab./día.

En estos consumos se incluyen el industrial y el de algunas instalaciones ganaderas.

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 (1.981-1.984)", 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 de los estudios realizados para la redacción del Plan Hidrogeológico del Ebro, de marzo de 1.986. Estas dotaciones son de 8.545 m³/ha./año.

La extensión total del municipio es de 2.240 Ha. Según los datos correspondientes a 1.984, 856 Ha. se dedican a cultivos de regadío.

Aplicando la dotación media antes mencionada, resulta una demanda de 7,3 Hm³/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 las variaciones de población que se han dado durante los últimos años:

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

1.940	478	--
1.950	430	-1,052
1.960	483	1,169
1.970	512	0.585
1.980	483	-0.582
1.990	540	1.121

Se adoptará como tasa de crecimiento anual un valor del 1,2%, cercano al registrado en los últimos 10 años. La población resultante para el año 2.015 es de 728 habitantes.

7.2.- CONSUMO FUTURO

Según la Orden Foral 2.955/1.986 de 22 de Septiembre, las dotaciones teóricas para poblaciones menores de 1.000 habitantes deben ser de 150 l/hab./día, y se aplica un aumento anual acumulativo de 2% de esta dotación hasta el año considerado. La dotación que se aplique a la población temporal será de 150 l/hab./día invariablemente.

La demanda total teórica será para el año 2.015 la siguiente:

	CONSUMIDORES	DOTACION	m ³ /DIA
POBLACION			
DE HECHO	728 hab.	246 l/hab./día	179
ESTACIONAL	600 hab.	150 l/hab./día	90

Las demandas teórica oscila entre 179 m³/día (2 l/seg.) y 269 m³/día (3 l/seg.) como valores medio y máximo destinado exclusivamente al consumo humano,

**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 del manantial destinado 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 del punto 2512-8-020 y del 2512-8-217, que corresponde al punto de abastecimiento. También se han considerado 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 Fontellas, 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 datos sobre diferentes puntos; no obstante el período de muestreo de 16 años en el punto 2512-8-020, resulta muy interesante a la hora de establecer variaciones temporales.

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
2512-8-020	47	10/76-12/90
2512-8-217	6	1/90-12/90, 4/91
2512-8-244	1	10/88

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

8.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

Las aguas subterráneas en este término municipal presentan grados de mineralización notables e incluso fuertes, con valores medios de conductividad en torno a los 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que proporciona a las aguas un cierto carácter salobre.

Se trata de aguas extremadamente duras, con valores medios entre 70 y 80 °F. Esto puede motivar problemas de incrustación en la red de distribución, y también de tipo doméstico, ya que provoca un incremento notable en el consumo de jabón y aumenta el tiempo de cocción de los alimentos. En el caso del agua destinada a abastecimiento, se ha conseguido bajar a los 48 °F mediante un proceso de descalcificación.

Según la legislación vigente (Reglamentación Técnico-Sanitaria del 20 de septiembre de 1990), se sobrepasan sistemáticamente 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 asociadas a este grupo no son las más adecuadas para su consumo como debido a que proporcionan sabores salados y amargos.

Con respecto a problemas de contaminación, tanto de metales pesados como de especies nitrogenadas, se excede el límite máximo admisible en la concentración de nitratos, lo que supone un grave problema en aquellas aguas destinadas a consumo humano. En todas las muestras analizadas del punto de abastecimiento se sobrepasa este límite, por lo que se recomienda el estudio de una nueva fuente de suministro.

8.2.1.- FACIES QUIMICAS

Los tipos aniónicos más frecuentes son los bicarbonatados-sulfatados y sulfatados-bicarbonatados, pasando del primero al segundo se incrementa la mineralización global del agua. Paralelamente se incrementa también el porcentaje de cloruros.

Respecto a los cationes, el tipo de agua cálcico-sódico es el predominante.

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 debe corresponder a la abundancia de yesos en la matriz arcillosa. El aumento en la proporción de cloruros y sodio puede deberse a factores mineralógicos restringidos.

8.2.2.- EVOLUCION TEMPORAL DE LA CALIDAD

En los gráficos de las figuras 4 y 5 se han representado los datos de los puntos 2512-8-020 y 2512-8-217, que corresponden a dos manantiales situados en el acuífero aluvial del río Ebro. La serie más corta corresponde al abastecimiento urbano del municipio.

La serie disponible para este punto es bastante corta, apenas un año, y no permite establecer una evolución en el tiempo con fiabilidad. Sin embargo la del punto

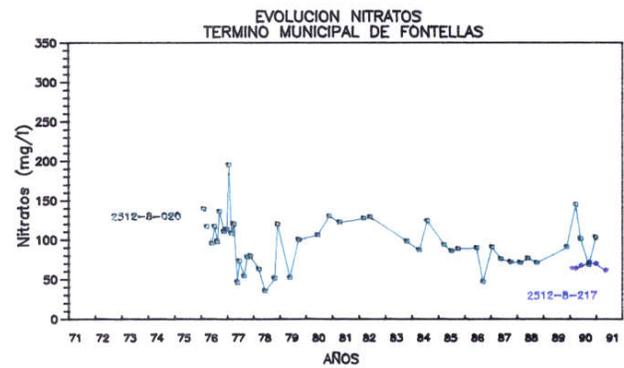
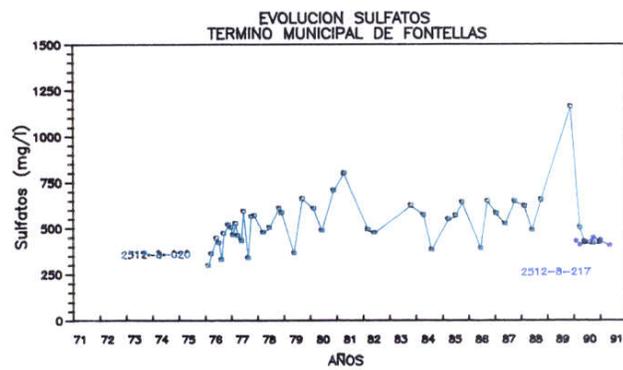
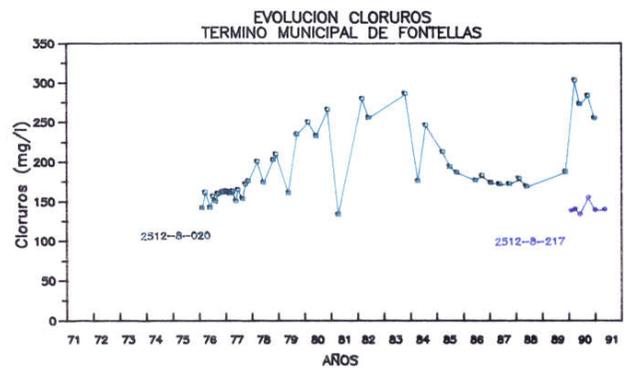
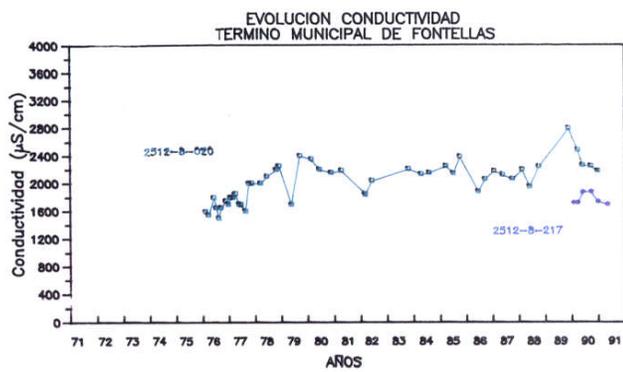


FIGURA 4: Evolución temporal de la conductividad y aniones controlados periódicamente.

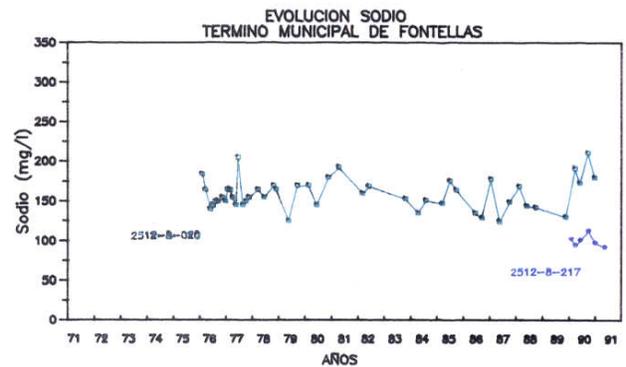
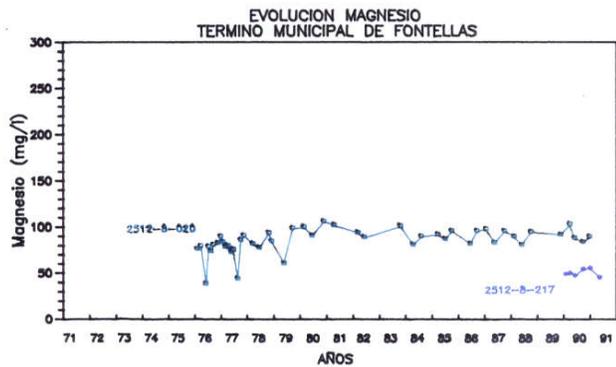
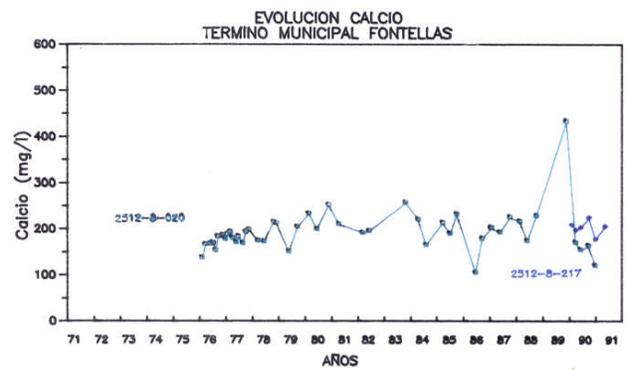
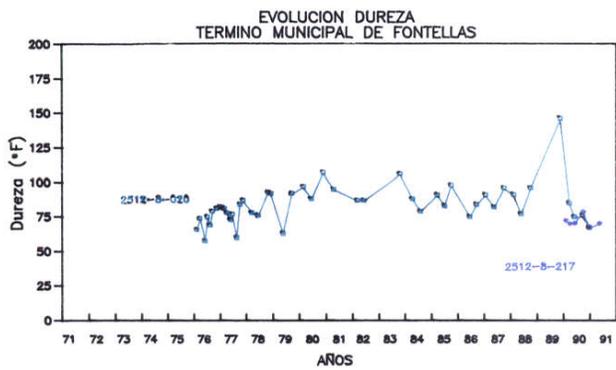


FIGURA 5: Evolución temporal de la dureza y cationes controlados periódicamente.

2512-8-020 se prolonga lo suficiente como para poder identificar la evolución de la calidad de las aguas subterráneas en los últimos años.

Para la interpretación de todos los máximos y mínimos que se observan se requeriría información adicional sobre régimen de precipitaciones, variaciones en el regadío, incidencias en la toma de muestras, etc. No obstante, parece observarse una oscilación cíclica, con concentraciones iónicas máximas en invierno y mínimas en primavera, 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.

Además, la tendencia general, prescindiendo de estas variaciones a corto período, indica un ligero aumento de la mineralización.

Estas conclusiones no deben tomarse como definitivas puesto que, como ya se ha comentado, se carece de una serie de datos adicionales sobre el funcionamiento del acuífero y la metodología de muestreo.

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 de que la cantidad de puntos con análisis es muy reducida.

Los tres puntos de agua con análisis se encuentran en las terrazas del río Ebro, y presentan características similares. La gran cantidad de sulfatos, y minoritariamente cloruros, en las aguas subterráneas, indica la existencia de materiales de naturaleza yesífera y salina en la matriz del acuífero. Estos procederán de los terrenos terciarios adyacentes al acuífero aluvial.

También es posible que estas aguas que aparecen asociadas a las terrazas del río, muestren una pequeña influencia de aportes de los terciarios considerados normalmente como substrato impermeable.

8.3.- CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la tabla 2 se muestra el análisis del manantial de abastecimiento.

El agua es sometida a un proceso de cloración y descalcificación por medio de resinas de intercambio iónico que incrementa el valor de sodio, a la vez que baja la concentración en calcio. La acción del Cl_2 debe provocar la oxidación de todas las especies reducidas, incluyendo la materia orgánica.

El análisis bacteriológico efectuado (ver anexo 4) indica, como era de esperar, que el agua de la red de abastecimiento, después de haber sido sometida a un proceso de cloración, es potable, estando prácticamente exenta de gérmenes.

Muestras	2512-8-217
Fecha	29/04/91
Cond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1690
pH	7.57
SO_4^- (mg/l)	403
Cl^- (mg/l)	140
HCO_3^- (mg/l)	294
NO_3^- (mg/l)	61
Na^{++} (mg/l)	92
K^+ (mg/l)	3.2
Ca^{++} (mg/l)	205
Mg^{++} (mg/l)	45

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

Aunque ya se ha comentado, es necesario volver a insistir sobre la excesiva concentración de nitratos, ya que el límite según el C.A.E. son 50 mg/l.

**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 mínimo disponible con la captación existente en el municipio es de 20-30 l/seg.
- La demanda de agua actual es de 2,5 l/seg.
- La demanda total calculada para el año horizonte considerado (2.015) es de 5 l/seg.
- El caudal disponible es muy superior al necesitado actualmente por el municipio y cubre la demanda para el año 2.015 con un margen muy amplio.

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 las necesidades actuales y futuras.

El mal estado de la red de distribución hace recomendable su revisión y posible renovación a corto plazo con el fin de mejorar el rendimiento de la misma.

9.2.- CALIDAD

Los análisis disponibles indican que el agua utilizada para el abastecimiento tiene un grado de mineralización muy alto. Según la legislación vigente (Reglamenta-

ción Técnico Sanitaria del 20 de Septiembre de 1.990), sobrepasa sistemáticamente las concentraciones máximas admisibles en sulfatos (250 mg/l) y, en ocasiones, también las de otros iones como el magnesio y el sodio; esto provoca que las características organolépticas no sean las más adecuadas para su consumo aunque no sean elementos tóxicos.

Asimismo la dureza es muy elevada, lo cual provoca problemas de incrustación en las redes de distribución, gran consumo de jabón, etc. Los nitratos sobrepasan con frecuencia los límites máximos admisibles.

El resto de puntos de agua del municipio analizados presentan también un grado de mineralización alto.

El análisis bacteriológico efectuado en la red de distribución indica que el agua es potable después del proceso de cloración y descalcificación.

Dada la mala calidad del agua de abastecimiento se hace recomienda cambiar la fuente de suministro. En otras zonas del acuífero aluvial existen recursos suficientes pero también con un grado de mineralización muy alto que exige un tratamiento importante y un control muy rígido para su utilización como consumo público.

En definitiva, parece más recomendable la utilización de aguas superficiales mediante tomas en los canales más próximos o bien mancomunarse con otros municipios cercanos que posean mejor calidad en sus aguas de abastecimiento.

ANEXOS

ANEXO 1: FOTOGRAFIAS



FOTO 1: Vista general de la captación de aguas subterráneas.



FOTO 2: Detalle de la captación.



FOTO 3: Depósito regulador.



FOTO 4: Planta descalcificadora.

**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 68 05

ANALISIS CON REFERENCIA: 189/91

Realizado el análisis microbiológico con referencia 189/91, solicitado por el Instituto Tecnológico Minero, de la red de distribución de Funes, 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

Ref. 189 /91

POTABILIDAD
DE AGUAS

ANALISIS ABREVIADO

Solicitado por el Instituto Tecnológico minero

Dirección Teléfono

Origen y naturaleza de la muestra Pozo. Red de distribución. FUNES.

Datos sobre el lugar de la toma Bar "Avenida". C/Alcazar de Toledo, 10

Recogida por la Compañía General de Sondeos S/Ref.* n.º

Fecha y hora de recogida 27 / Mayo / 1.991 hr. 17,25

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. (SiO₂) Conductividad mmhos

pH Dureza "F" Residuo seco mg/l

Alcalinidad total (CO₂,Ca) mg/l

Materia orgánica (O₂ absorbido del MnO₄K) mg/l

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

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Cloro libre (in situ) 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 1991
EL JEFE DEL LABORATORIO.

 Servicio Navarro de Salud
Osasunbidea
DIRECCIÓN
Atención Primaria
Avenida 100



LEYENDA

CUATER.	HOLOCENO	4
		3
PLEISTOCENO		2
MIOCENO		1

- 4- Llanura aluvial
- 3- Terraza encojada
- 2- Terraza colgada
- 1- Arcillas y limos rojos con intercalaciones de areniscas

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto discordante
- · - · Límite del término municipal
- Manantial
- Manantial con análisis químicos
- Pozo
- Pozo con análisis químico

 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 FONTELLAS					PLANO N.º 1
DIBUJADO	FECHA Diciembre, 91	COMPROBADO	AUTOR C. G. S.	ESCALA 1 / 50.000	CONSULTOR C. G. S.