



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

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



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

34214

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 subterráneas a organismos de cuenca y comunidades autónomas 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" SARTUGUDA	
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. SONDEOS DE EXPLOTACION Y RECONOCIMIENTO	19
4.4. DEFINICION DE ACUIFEROS	22
4.4.1. Características litológicas y geométricas de los acuíferos ..	22
4.4.2. Piezometría	23
4.4.3. Funcionamiento hidrogeológico	24
5. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO	27
5.1. CAPTACIONES EXISTENTES	27
5.2. INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO	28
5.2.1. Depósito regulador	28
5.2.2. Conducciones	29
5.2.3. Tratamiento de las aguas y coontrol sanitario	29
6. ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA	32
6.1. DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO	32

6.2.	DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA	33
7.	ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE 2.015)	35
7.1.	EVOLUCION DE LA POBLACION	35
7.2.	CONSUMO FUTURO	35
8.	CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HI- DRICOS	38
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	41
8.2.3.	Diferencias geográficas de calidad	41
8.3.	CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO	44
9.	ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y RECO- MENDACIONES	47
9.1.	CANTIDAD	47
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 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 SARTAGUDA**

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 Sartaguda, 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 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 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.
- "Estudio de las áreas de posible influencia de la Mancomunidad de Aguas de Montejurra". Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra. Octubre, 1.987.
- 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 Sartaguda se sitúa en la Depresión del Ebro. Los materiales aflorantes son en su totalidad de origen continental y pertenecen al Terciario y Cuaternario.

3.1.- ESTRATIGRAFIA

3.1.1.- Terciario

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

Unidad 1

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. Se pueden observar también delgadas capas de arenisca y caliza.

Unidad 2

Consta de dos tramos bien definidos, uno inferior formado esencialmente por arcillas calcáreas rojas con intercalaciones de areniscas en capas de 1m. como máximo de espesor. El tramo superior está integrado por arcillas calcáreas rojas y grises con frecuentes intercalaciones de areniscas, calizas y yesos.

Unidad 3

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

3.1.2.- CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios ocupan el 50% de la superficie del municipio. Son de origen fluvial y forman terrazas asociadas al río Ebro.

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

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

Unidad 4

Corresponde a terrazas colgadas que se sitúan a una altura de al menos 10 m. por encima del nivel actual del río Ebro.

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

Unidad 5

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.

Unidad 6

Está constituida por depósitos que rellenan zonas deprimidas en los materiales yesíferos terciarios, a partir de los cuales se originan. Están formados exclusivamente por limos yesíferos.

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 Sartaguda se pueden definir el anticlinal de Sartaguda y el sinclinal de Lodosa-San Adrián.

4.- HIDROGEOLOGIA

4.- HIDROGEOLOGIA

La mayor parte del municipio de Sartaguda 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 Sartaguda 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 cuatro puntos de agua (3 pozos y 1 sondeo).

En el cuadro nº 1 se presenta un resumen con las principales características de estos puntos de agua. 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 juntos con el manantial 2410-6-010 del que únicamente se dispone de los análisis químicos en él efectuados.

Los pozos 2410-6-002 y el 2410-6-215 abastecen a Sartaguda . Los otros dos puntos no se utilizan en la actualidad.

N° INVEN.	FECHA	X	Y	COTA	NA-TUR.	PROF. (m)	NIVEL (m)	LITOL.	USO	N° A.Q.	OBSER.
2410-6-002	01/02/91	577900	4691950	310	Pozo	4.5	2.5	Arenas Gravas	Abastec.	55	Abastece a Sartaguda
2410-6-201	12/07/88	577850	4692250	315	Pozo		9.05	Gravas	No se usa		
2410-6-215	12/07/88 - 01/02/91	577950	4691000	309	Pozo	9	5.95 5.98	Gravas	Abastecimiento	1	Abastece a Sartaguda
2410-6-222	04/10/88	578350	4695525	309	Pozo	13.13	4.87	Gravas Arcillas	No se utiliza		

CUADRO I.- Resumen del inventario de puntos de agua

4.2.- GEOFISICA

Para la elaboración del presente apartado se ha podido disponer de información geofísica procedente del "Proyecto Hidrogeológico de Navarra", realizado por el empresa C.G.S. para el Gobierno de Navarra, Servicio de Obras Públicas, Sección de Recursos Hidráulicos y Geología, 1.977.

Concretamente dentro del término municipal de Sartaguda se dispone de la información aportada por dos perfiles con un total de 15 SEV.

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

- Resistividades menores de 20 Ohm.m.: Materiales arcillosos
- Resistividades entre 30-150 Ohm.m.: Limos y arenas
- Resistividades entre 200-1.000 Ohm.m.: Gravas y arenas más o menos sucios
- Resistividades entre 1.000-2.000 Ohm.m.: Gravas limpias (o secas)
- Resistividades mayores de 2.000 Ohm.m.: Zonas superficiales muy secos o influidas por yesos

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

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

- 1.- En el perfil 12 se observa una gran homogeneidad a lo largo de todo el perfil, tanto en potencias como en resistividades. Presenta una capa superficial de 2-4m. de potencia y sin interés hidrogeológico salvo en los SEV nº 1 y 2. Mayor interés merece la capa inmediatamente inferior debido a su mayor

potencia, aproximadamente de 12 a 18 m. Finalmente el horizonte de apoyo presenta valores entre 15 y 30 Ohm.m.

- 2.- El perfil 12-A se efectuó al NO del perfil n°12 y con el fin de conocer la posible continuidad de los horizontes geoelectricos presentes. En el citado perfil se aprecia un horizonte geoelectrico de 50 Ohm.m. a lo largo de todo el perfil y que aflora en los SEV n° 1 y 5. Por debajo de él existe un substrato conductor, con lentejones resistivos de interés en los SEV n° 4 y 5. El SEV n° 3 existe una capa superficial de alta resistividad.

En la interpretación original sólo considera de interés el lentejón resistivo del SEV n° 1.

4.3.- SONDEOS DE EXPLOTACION Y RECONOCIMIENTO

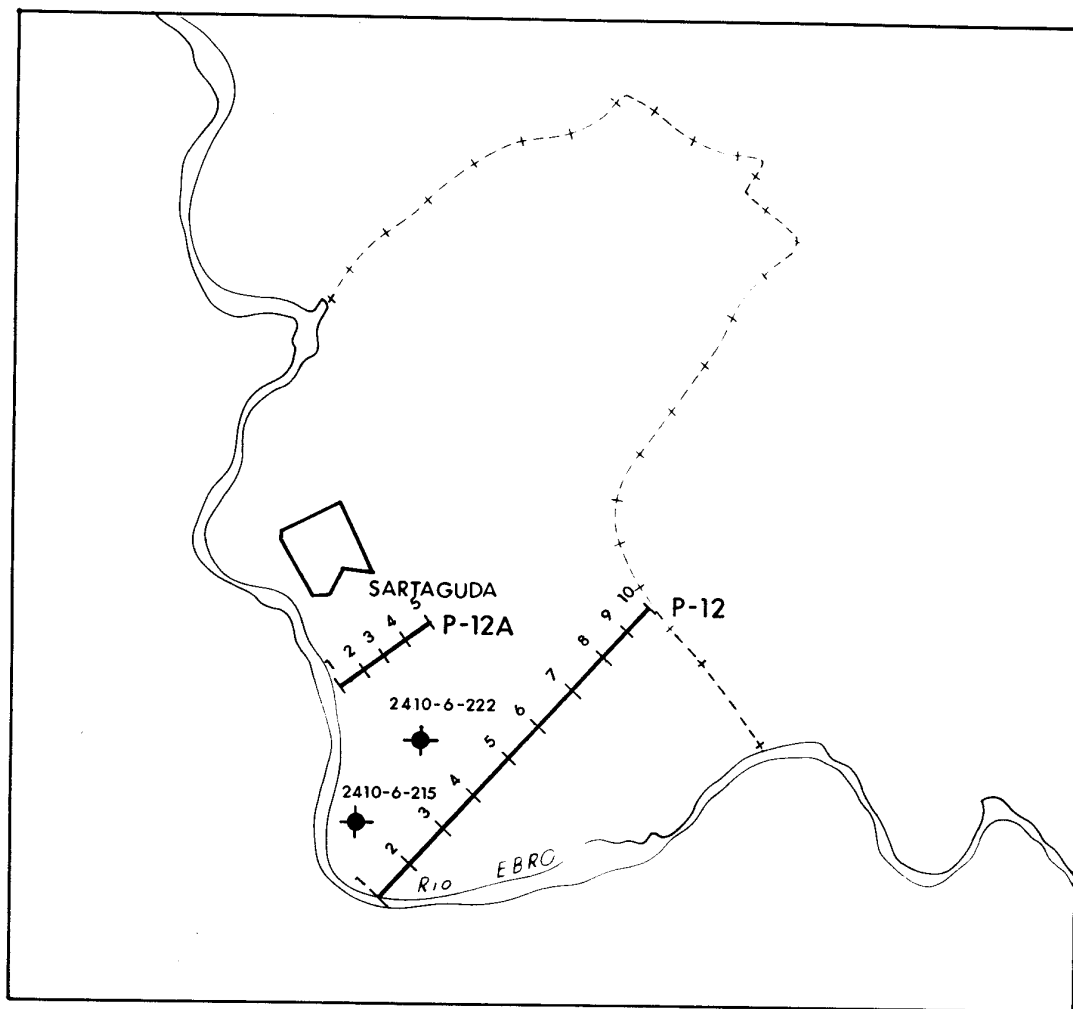
Se dispone de información detallada de los puntos 2410-6-215 y 2410-6-222. En estos puntos se ha efectuado ensayos de bombeo.

Pozo 2410-6-215

Pozo excavado 1.980 para completar el abastecimiento de Sartaguda. Se atravesaron un total de 9m. de gravas.

Está entubado con anillos de hormigón y 2.000 mm. de diámetro interior.

Se efectuó un bombeo de ensayo con un caudal continuo de 180 l/seg. durante 204 horas y se obtuvo un descenso de 42 cm.



LEYENDA

- +--+--+ Límite del municipio
- +—+—+ Perfiles geoelectricos y N° S.E.V.
- ⊕ Sondeo de investigación/explotación

Escala 1/50.000

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

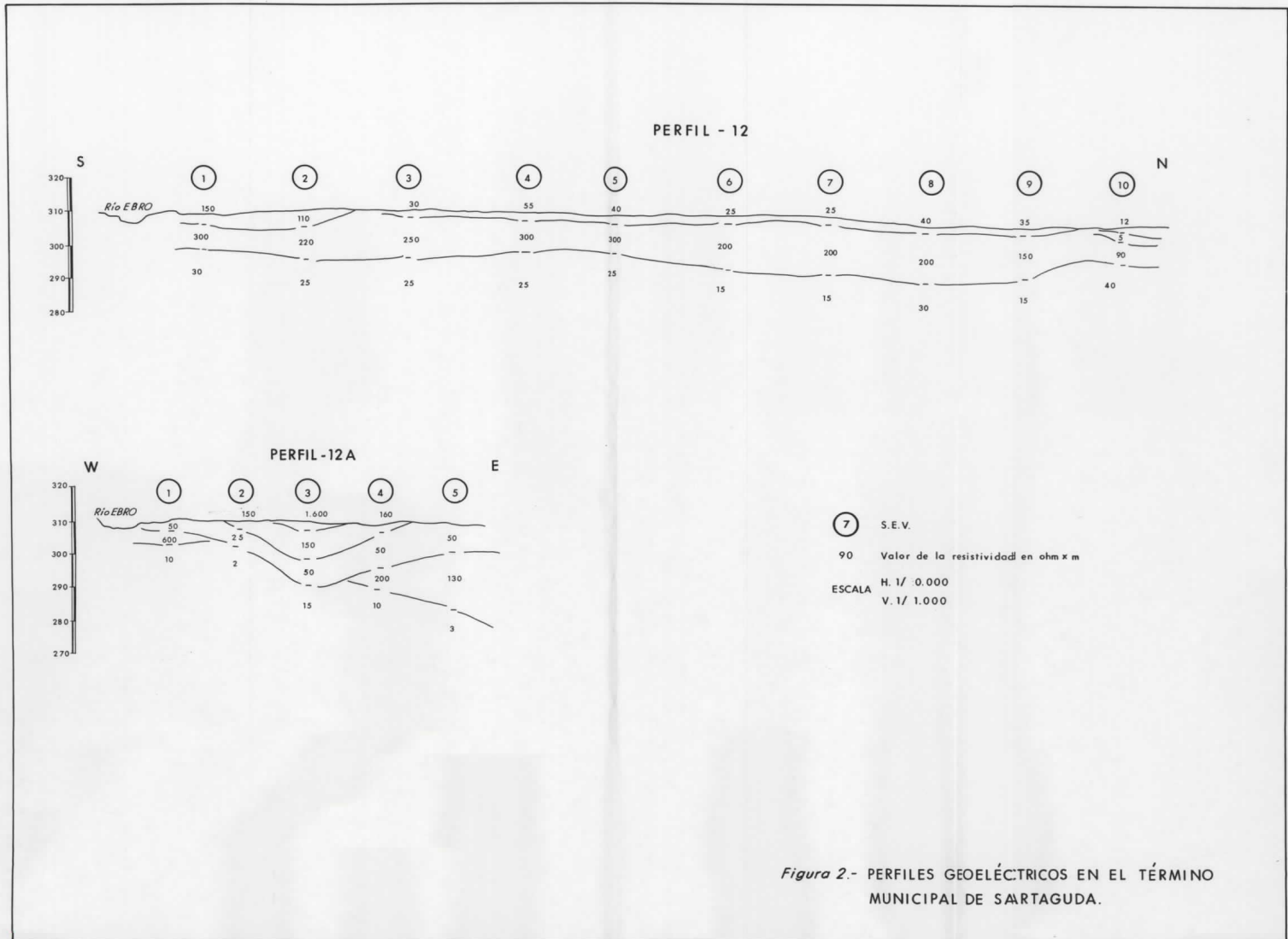


Figura 2.- PERFILES GEOELÉCTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SARTAGUDA.

Sondeo 2410-6-222

Este sondeo fue realizado para el Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra con el fin de obtener información sobre la calidad físico-química del agua y las características hidráulicas del acuífero del aluvial del Ebro en las inmediaciones de Sartaguda.

La profundidad total alcanzada fue de 13,20m.

Columna litológica atravesada:

- 0-1m.: relleno de camino
- 1-5.5m.: arcilla marrón (100%)
- 5.5-9m.: grava media (70%) y arcilla marrón (30%)
- 9-11m.: margas azules (50%) y grava media (50%)
- 11-13.20m.: margas azules

Características técnicas:

Se perforó a percusión con 400mm. de diámetro. Para su ejecución se emplearon 13m. de tubería auxiliar.

La tubería de revestimiento utilizada es de acero de 5mm. de espesor y 180mm. de diámetro interior. Esta tubería se ranuró entre los 6 y 11m. de profundidad.

El espacio anular se rellenó con 5 m³ de grava calibrada entre 5 y 10mm. de diámetro.

Evolución de los niveles de agua:

El primer nivel acuífero se atravesó a los 6m. de profundidad, ascendiendo el nivel de agua a 4,87m. de profundidad sin experimentar otra variación durante la perforación.

Bombeo de ensayo:

Se efectuó un bombeo de ensayo con un caudal constante de 6 l/seg. durante 12 horas. El descenso, una vez estabilizado el nivel, fue de 1,72m. La recuperación fue rápida aunque no se logró alcanzar el nivel inicial.

Se calcularon dos valores de transmisividad; entre los 5 y los 120 minutos el valor fue de 680m²/día y desde los 120 minutos hasta el final de 1.265 m²/día.

4.4.- 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 mas baja y constituyen el substrato impermeable sobre el que se asientan los materiales acuíferos existentes en Sartaguda.

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

4.4.1.- CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS Y GEOMÉTRICAS 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 debi-

do a frecuentes cambios de facies laterales que disponen los materiales de diferente granulometría según lentejones más o menos continuos y con distinta envergadura.

La potencia es variable, con espesores máximos de 15-20m. Normalmente el espesor es de 10m. con algunas zonas, cercanas incluso al río Ebro, que no supera los 5-6m. Esta variabilidad implica la presencia de un substrato de topografía ondulada.

El acuífero está limitado en muchas zonas por los materiales impermeables terciarios y en otras por los permeables de la unidad 4.

Unidad 4

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

Las características litológicas son similares a las de la unidad 5. La transición con esta unidad está marcada por un escarpe abrupto.

La potencia es también variable aunque se estiman espesores máximos de 10-15m.

Los límites del acuífero los constituyen los materiales impermeables terciarios o bien los permeables de la unidad 5 con los que están interconectados.

4.4.2.- PIEZOMETRIA

En la unidad 5 el nivel piezométrico se sitúa próximo a la superficie topográfica y presenta oscilaciones estacionales que suelen variar entre 3 y 6m. generalmente.

Las fluctuaciones piezométricas están influidas, fundamentalmente, por el nivel de agua en el río Ebro. En algunas zonas sometidas a riegos intensivos se puede originar afecciones en los niveles debido a los excedentes de riego.

La morfología de la superficie piezométrica elaborada con datos de puntos situados en ambos márgenes del Ebro, contenida en el "Estudio Hidrogeológico de Navarra", muestra que el flujo subterráneo se realiza en sentido NO-SE en la margen izquierda y O-E o SO-NE en la margen derecha, 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 el río alimenta al acuífero.

4.4.3.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO

Las unidades 5 y 4 constituyen un acuífero libre formado por materiales no consolidados y permeables por porosidad intergravalate.

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 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 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. Existe conexión hidráulica entre los dos acuíferos.

En régimen de explotación del acuífero, con captaciones relativamente próximas al río, éste actúa como barrera positiva con potencia hidráulica 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 el cauce superficial se produce de forma eficaz y las captaciones pueden proporcionar caudales elevados con depresiones reducidas y niveles prácticamente estabilizados.

5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la figura nº 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

Sartaguda se abastece actualmente de dos pozos que se diferencian con los códigos 2410-6-002 y 2410-6-215 en el inventario de puntos de agua (plano nº 1). Las principales características de estos pozos son los siguientes:

Pozo Ramiyo (2410-6-215-nº 1 en la figura nº 3)

- Año de construcción: 1.979
- Profundidad del pozo: 8m.
- Diámetro: 2.000mm.
- Revestimiento: anillos de hormigón
- Protecciones: caseta de ladrillo con puerta metálica.
- Profundidad del nivel de agua (01/02/91): 5,98m.
- Cota: 309 m.
- Distancia al depósito regulador: 1.905m.
- Equipamiento: una bomba de 6 CV, con una capacidad de extracción de 12,5 l/seg.
- Observaciones: se utiliza como apoyo del otro pozo, bombeándose el agua hasta dicho pozo.

Según un ensayo de bombeo realizado por el Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra, el caudal máximo recomendable para bombeo continuo es de 60 l/seg.

Pozo El Olivar (2410-6-002-nº 2 en la figura nº 3)

- Año de construcción: 1.974
- Profundidad del pozo: 3,70m.
- Diámetro: 2.800 mm³
- Revestimiento: hormigón
- Protecciones: caseta de hormigón con puerta metálica.
- Profundidad del nivel de agua (01/02/91): 2,5m.
- Cota: 307 m.
- Distancia al depósito regulador: 967m.
- Equipamiento: está equipado con dos bombas de 50 CV y 30 CV; la 2ª se mantiene como reserva. La capacidad de extracción es 25 l/seg.
- Observaciones: recibe agua del pozo descrito anteriormente.

Según el proyecto de elevación de aguas el caudal recomendable es de 20 l/seg.

5.2.- INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO

5.2.1.- DEPOSITO REGULADOR

- Año de construcción: 1.984
- Cota: 385m.
- Capacidad: 2.280 m³
- Tipo: rectangular con dos compartimientos.
- Estado general: bueno, sin fugas.
- Observaciones: sería conveniente la colocación de un contador en la salida para cuantificar pérdidas en la red.

5.2.2.- CONDUCCIONES

Las conducciones entre los pozos y el depósito se encuentran en buen estado y presentan pocas averías.

El desnivel entre el pozo nº 2 de la figura nº 3 y el depósito es de 78m.

La antigüedad de la red de distribución es muy variable de unas zonas a otras del núcleo urbano, y oscila entre 1.935 y la actualidad. Las fugas son frecuentes.

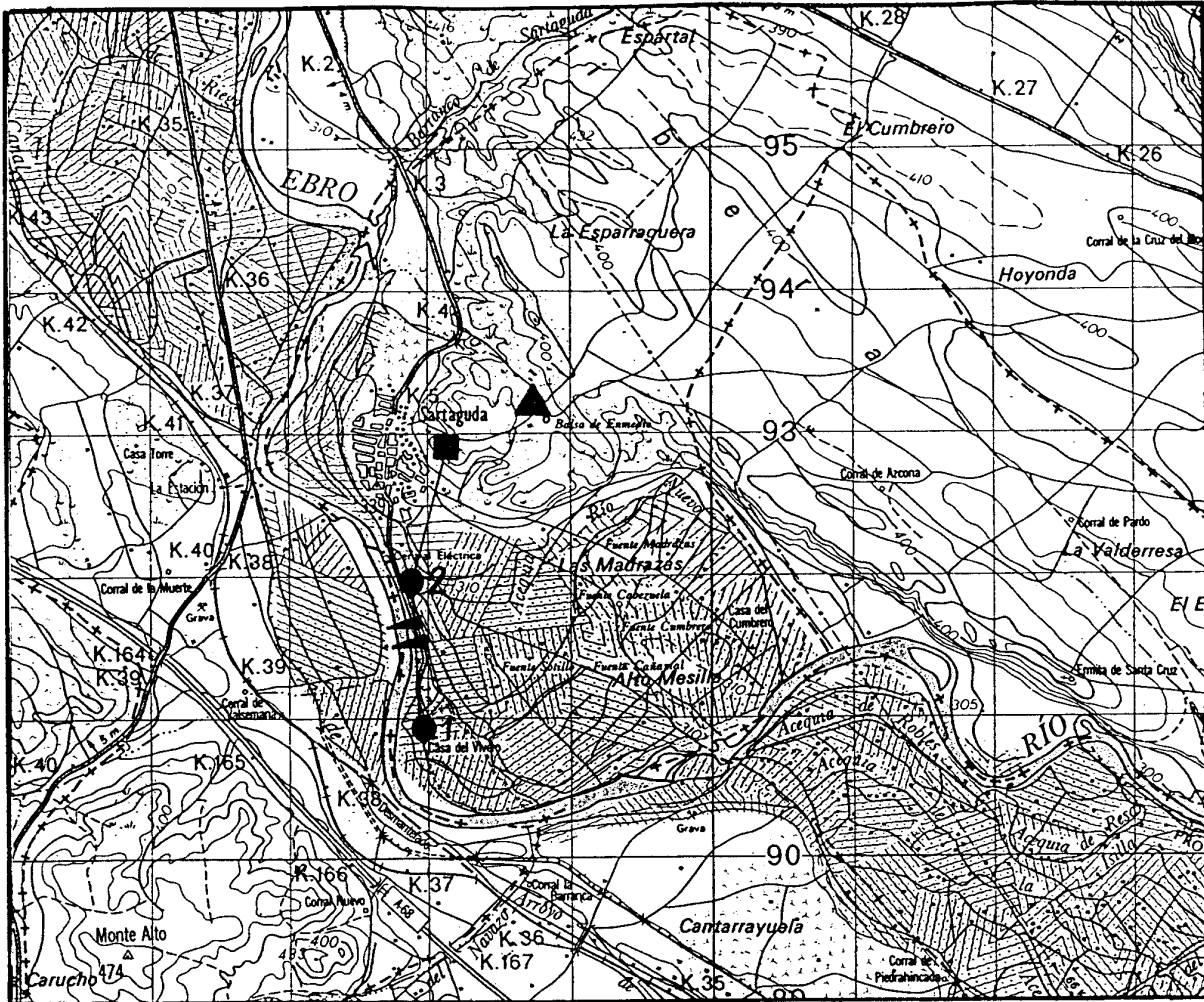
5.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS AGUAS Y CONTROL SANITARIO

El agua se trata con cloro-gas en la salida del pozo nº2.

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 nº 2 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

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

FIGURA 3: Situación de las captaciones de aguas subterráneas, depósito regulador, salidas de la red de saneamiento y vertedero de residuos sólidos urbanos.

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 reflejan el consumo total doméstico e industrial durante el año 1.990. No se incluye el consumo de las instalaciones municipales (oficinas, escuelas, parques, 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

La población de hecho de Sartaguda es de 1.438 habitantes según el padrón municipal del 1 de Enero de 1.990. Los aumentos de población estacionales son de 300 habitantes el número de habitantes durante los meses de verano.

Los consumos domésticos e industrial durante 1.990 fueron de 69.901 m³ y 19.602 m³ respectivamente. El consumo total registrado fue de 89.503 m³.

Estos valores suponen una demanda media de 133 l/hab./día. Esto indica que el caudal medio utilizado es coherente con los parámetros establecidos por las "Normas para los Proyectos de Abastecimiento de Agua" publicados en el BON (6- Octubre-1.986) del Gobierno de Navarra, según estas normas las dotaciones para poblaciones entre 1.000 y 6.000 habitantes deben ser de 200 l/hab./día en las que se cuentan todas las posibles utilizaciones de agua dentro del núcleo urbano, (incluyéndose las fugas en la red) excepto el industrial y ganadero.

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 1.480 Ha. Según los datos correspondientes a 1.984, 500 Ha. se dedican a cultivos de regadío.

Aplicando la dotación media antes mencionada, resulta una demanda de 4.3 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	1.317	--
1.950	1.413	0,706 %
1.960	1.449	0,252 %
1.970	1.441	0,055 %
1.981	1.386	0,388 %
1.990	1.438	0,367 %

Siguiendo la Orden Foral del 22-09-86, se adopta la tasa de crecimiento de los últimos 10 años (0.37%), según la cual la población resultante para el año 2.015 es de 1.576 habitantes.

Se realizará también el cálculo de las necesidades domésticas aplicando una tasa de crecimiento del 1%; en este caso la población sería de 1.844 habitantes.

7.2.- CONSUMO FUTURO

Según la Orden Foral 2955/1.986 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 del 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 demanda total teórica será para el año 2.015 la siguiente:

	CONSUMIDORES	DOTACION	m3/DIA
POBLACION			
DE HECHO (0.37%)	1.576	328 l/hab./día	517
DE HECHO (1%)	1.844	328 l/hab./día	605
ESTACIONAL	300	200 l/hab./día	60

Si aplicamos una tasa de crecimiento del 0,37%, la demanda media teórica será de 517 m³/día (6 l/seg.), con máximas de 577 m³/día (6,5 l/seg.) en verano. Para una tasa de 1% la demanda media será de 605 m³/día (7 l/seg.) con máximas de 665 m³/día (7,5 l/seg.).

En estas dotaciones 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 las captaciones destinadas 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 las redes de control periódico.

En la tabla nº1 se resumen los puntos de agua con información hidroquímica disponibles en este estudio para el término municipal de Sartaguda, 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 de uno de los puntos de abastecimiento, 2410-6-002, es apreciable, con un período de control de 16 años.

PUNTO Nº	Nº ANALISIS	FECHAS
2410-6-002	56	11/75-2/91
2410-6-010	14	2/71,2/76-11/77,3/90-11/90
2410-6-215	1	2/91

Tabla nº 1. Resumen de la información disponible en el término municipal de Sartaguda: puntos de agua, número de análisis y fechas de muestreo.

Los datos disponibles se refieren principalmente a parámetros químicos estándar (mayoritarios, especies nitrogenadas, etc.). La información sobre metales pesa-

dos, así como contaminantes orgánicos es escasa y referida al punto 2410-6-002. En el anexo 2 se han incluido los listados de los análisis utilizados.

8.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

A la hora de definir las características químicas de las aguas subterráneas en este término municipal hay que considerar que no todas proceden del mismo tipo de terreno. Así, el manantial 2410-6-010 tiene una mineralización muy fuerte, pudiendo encuadrarse sus aguas en la categoría de salobres. Este punto está asociado a materiales terciarios, que en gran parte están compuestos por yesos y sales en una matriz arcillosa.

Por otro lado, el resto de datos disponibles se refieren a los pozos de abastecimiento situados en la terraza baja del Ebro. Presentan una mineralización notable, pero siempre inferior a $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que la mínima en el manantial antes citado supera los $3400 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Según la legislación vigente (Reglamentación Técnico-Sanitaria del 20 de septiembre de 1990), el punto 2410-6-010 sobrepasa la mayoría de las concentraciones admisibles para los constituyentes principales, tanto en sulfatos, magnesio, sodio y potasio, por lo que su calidad como aguas de bebida es mala.

En los puntos destinados a abastecimiento sólo han existido problemas ocasionales con respecto a la concentración de sulfatos.

En cuanto a las especies nitrogenadas han existido en todos los puntos problemas puntuales con la concentración en nitritos y amonio, aunque no durante los últimos muestreos. El punto 2410-6-010 ha presentado problemas importantes con respecto a los nitratos, pero en la actualidad parecen haberse solucionado. Relati-

vo a la concentración en metales se han detectado ocasionalmente valores por encima de la normativa en iones tales como el aluminio, hierro y manganeso.

La dureza oscila entre aguas de dureza media a duras para los puntos de abastecimiento y aguas extremadamente duras en el caso del manantial 2410-6-010.

8.2.1.- FACIES QUIMICAS

Nuevamente es necesario hacer dos grupos, diferenciando las aguas del terciario y las de las terrazas aluviales del río Ebro.

En la zona del aluvial del Ebro, los tipos aniónicos son mixtos, siendo más frecuentes los bicarbonatado-sulfatados y sulfatado-bicarbonatados. Los porcentajes de cloruros no suelen superar el 30% del total de aniones. En el caso de las aguas procedentes del terciario, las aguas son claramente sulfatadas, siguiéndole en importancia el ión cloruro. Son aguas con un fuerte carácter incrustante.

Respecto a los cationes, el tipo de agua cálcico es el predominante en el área del aluvial del Ebro. Los porcentajes de sodio elevados se asocian con los de cloruros, en el caso del terciario es el ión mayoritario, que supone normalmente más del 50% de los cationes disueltos.

La composición iónica del agua en la zona de los materiales terciarios muestra una influencia notable de las fases yesíferas y salinas presentes. En la zona del aluvial del Ebro también se manifiestan los efectos de la presencia de materiales yesíferos en la matriz del acuífero, que aportan el carácter sulfatado a las aguas subterráneas asociadas a él.

La menor concentración de éstas últimas respecto a las del terciario se deberá fundamentalmente al menor porcentaje de materiales solubles dentro de la matriz,

y al aporte de aguas de características menos mineralizadas que reciben a partir de las pérdidas en canales y de retornos de regadío.

8.2.2.- EVOLUCION TEMPORAL DE LA CALIDAD

En los gráficos de las figuras 4 y 5 se han representado las series de datos más continuos en el tiempo, que corresponden a los puntos 2410-6-002 y 2410-6-010.

La serie más larga y continua en el tiempo, que es la del punto 2410-6-002 no parece mostrar ninguna tendencia clara hacia el aumento o disminución de la mineralización presente. Resulta interesante el hecho de que a partir del año 1985 este pozo comenzó a recibir los aportes del pozo 2410-6-215 como complemento al abastecimiento. Esto no queda reflejado por un cambio en el tipo químico de las aguas, por lo que se puede deducir, aún sin tener datos de este último pozo, que sus características químicas serán similares a las del 6/2. Esto se puede comprobar a partir de los análisis realizados durante este estudio y que quedan reflejados en la tabla nº 2 del presente informe.

El punto 2410-6-010, además de poseer una serie muy discontinua de datos, presenta unas oscilaciones demasiado importantes para poder establecer evoluciones a largo plazo, aunque parece evidenciarse en el último período de muestreo una tendencia al aumento general de la mineralización.

8.2.3.- DIFERENCIAS GEOGRAFICAS DE CALIDAD

La escala de término municipal es demasiado pequeña para establecer variaciones importantes de calidad en el espacio, teniendo en cuenta la extensión del acuífero al que nos estamos refiriendo.

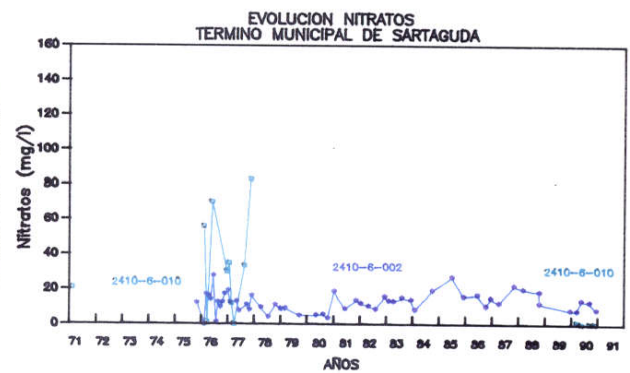
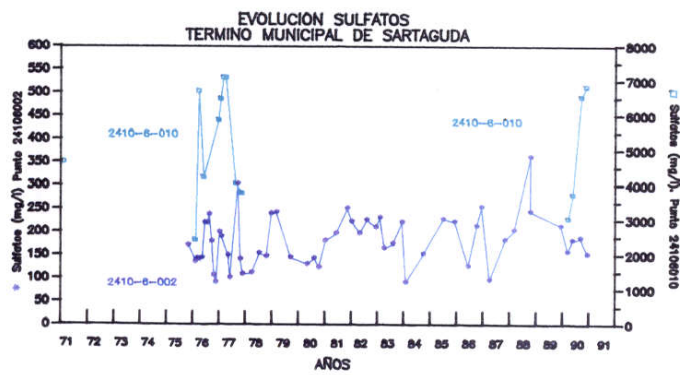
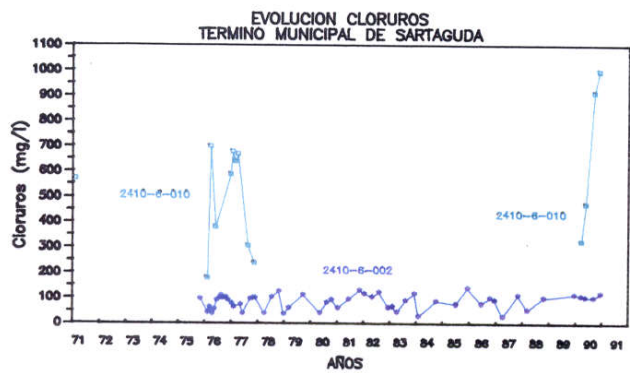
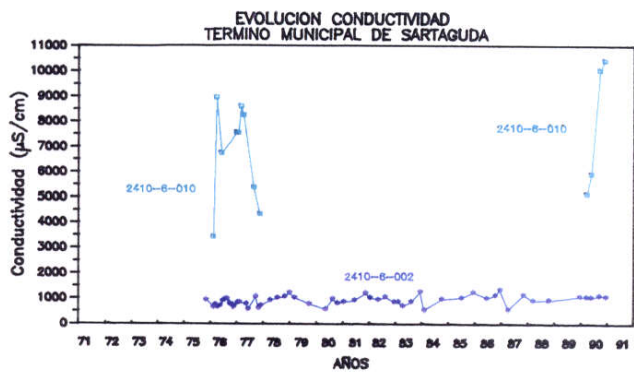


FIGURA 4: Evolución temporal de la conductividad y aniones controlados periódicamente.

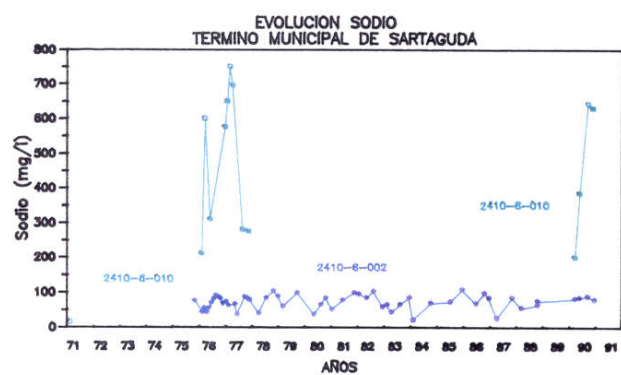
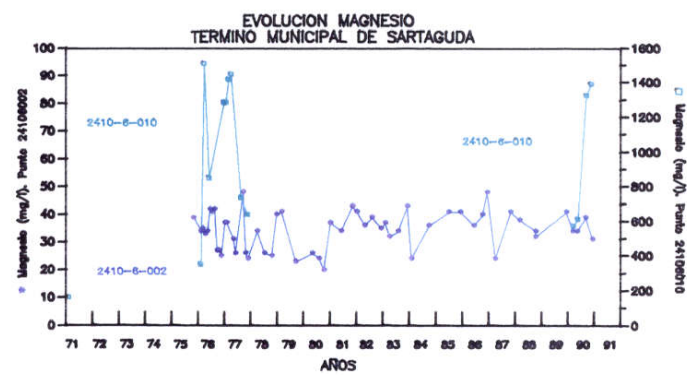
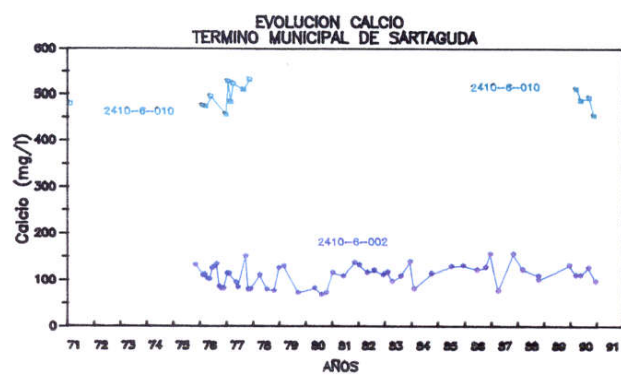
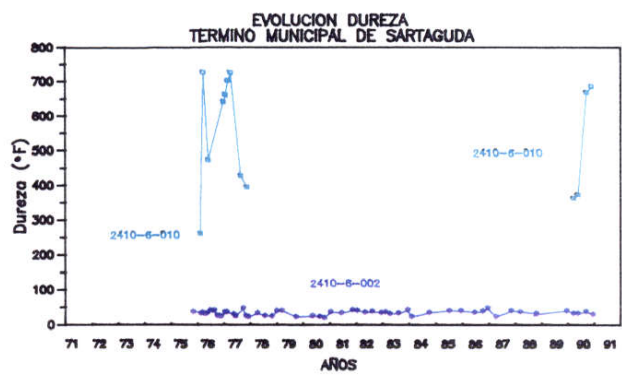


FIGURA 5: Evolución temporal de la dureza y cationes controlados periódicamente.

Ya se ha venido comentando que existe una diferencia clara entre las aguas de las captaciones situadas en las terrazas de Ebro, y aquellas procedentes de los materiales terciarios: la mineralización es mucho más intensa en este último caso y estará relacionada con la mayor proporción de yesos y sales en el terreno, además de que la práctica impermeabilidad de estos materiales motiva unos mayores tiempos de residencia de las aguas en el medio y facilita su mayor concentración.

8.3.- CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la tabla nº 2 se comparan los análisis de los dos pozos de abastecimiento. La muestra del punto 2410-6-002 en realidad es una mezcla entre las propias aguas de este punto y las del sondeo 2410-6-215, ya que las aguas del sondeo son llevadas hasta el pozo 2410-6-002 y allí mezcladas y bombeadas ambas en conjunto hacia el depósito de distribución.

Como se observa, la calidad de ambos puntos es muy similar.

El agua es sometida a un proceso de cloración inmediatamente después de la salir del pozo. La acción del Cl_2 debe provocar la oxidación de todas las especies reducidas, incluyendo la materia orgánica.

Muestras	2410-6-215	2410-6-002
Fecha	20/02/91	20/02/91
Cond ($\mu\text{S/cm}$)	1019	1016
pH	7.39	7.45
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/l)	144	182
Cl^- (mg/l)	124	105
HCO_3^- (mg/l)	233	222
NO_3^- (mg/l)	8	10
Na^{++} (mg/l)	88	86
K^+ (mg/l)	3.4	3.4
Ca^{++} (mg/l)	112	110
Mg^{++} (mg/l)	12	15
NH_4^+ (mg/l)	0.09	0
PO_4^{3-} (mg/l)	0.02	0.04

Tabla n°2.- Parámetros químicos determinados en los dos pozos de abastecimiento a Sartaguda.

El análisis bacteriológico efectuado (ver anexo 4) indica, 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.

**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 en las captaciones existentes es de 80 l/seg.
- La demanda de agua actual es de 3 l/seg.
- La demanda total calculada para el año horizonte considerado (2.015) es de 6-7,5 l/seg.
- El caudal disponible es muy superior al necesitado actualmente y a 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 a largo plazo.

La capacidad del depósito regulador es superior a la necesaria para regular el máximo caudal diario previsto.

La red de distribución se encuentra en buen estado por lo que no se considera necesaria su renovación a corto plazo.

9.2.- CALIDAD

Los análisis disponibles indican que el agua utilizada para el abastecimiento tiene un grado de mineralización alto. Según la legislación vigente (Regulación Técnico Sanitaria del 20 de Septiembre de 1.990) ninguno de los parámetros analizados

superan normalmente las concentraciones máximas admisibles. Sólo puntualmente se ha superado las concentraciones de sulfatos, nitritos y amonio. La dureza es media-alta.

Los análisis bacteriológicos efectuados en la red de distribución indican que el agua es potable después del proceso de cloración.

Para mejorar, o al menos mantener, la calidad físico-química del agua sería conveniente realizar las siguientes operaciones:

- Establecer un perímetro de protección alrededor de las captaciones para evitar contaminaciones externas.
- Realizar muestreos periódicos en los pozos de abastecimiento para poder controlar la evolución temporal de la calidad, y en el caso de que esta empeore, tratar de establecer las causas y corregirla mediante su tratamiento (filtración, descalcificación, etc.).

ANEXOS

ANEXO 1: FOTOGRAFIAS



FOTO 1: Vista general del Pozo Ramiyo.



FOTO 2: Vista general del Pozo El Olivar.

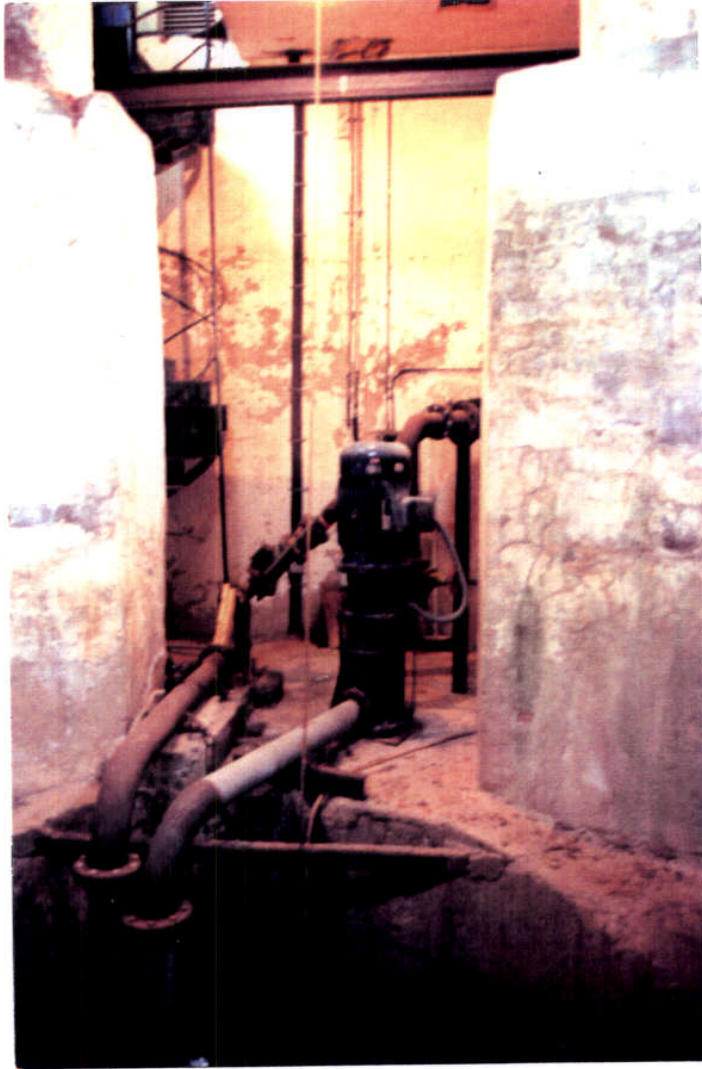


FOTO 3: Interior del Pozo Ramiyo.

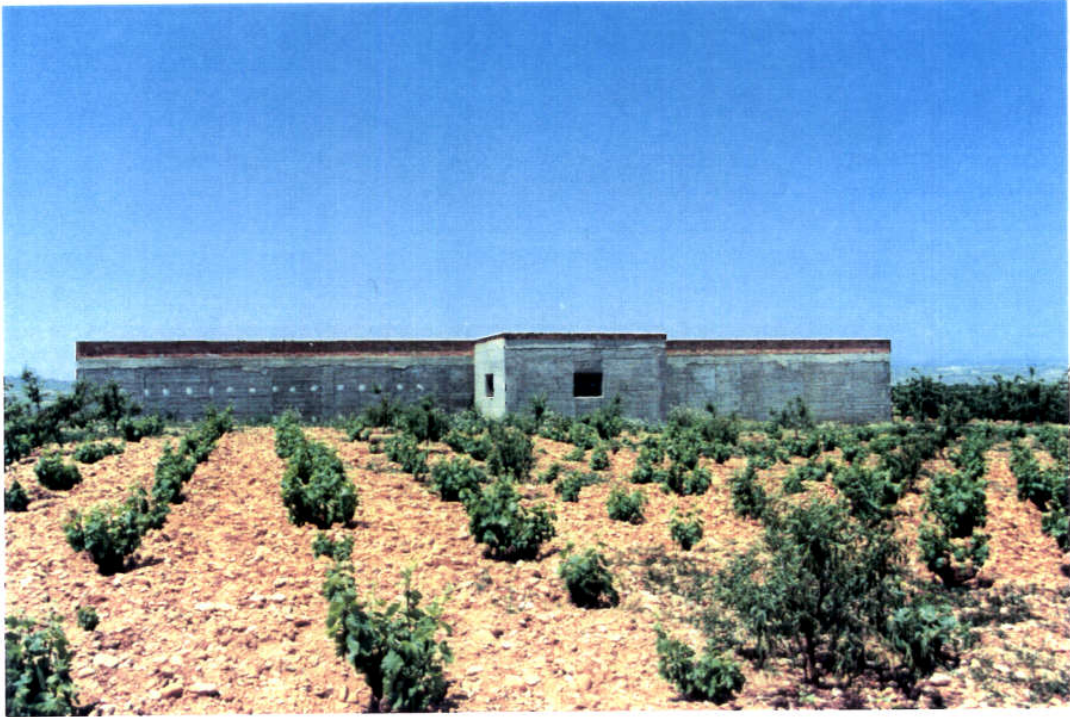


FOTO 4: Depósito regulador.

**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: 186/91

Realizado el análisis microbiológico con referencia 186/91, solicitado por el Instituto Tecnológico Minero, de la red de distribución de Sartaguda, 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

POTABILIDAD DE AGUAS

INSTITUTO DE SALUD PUBLICA DE NAVARRA
Laboratorio: Tudela y Comarca

ANALISIS ABREVIADO

Solicitado por el Instituto Tecnológico minero.
 Dirección Teléfono
 Origen y naturaleza de la muestra Pozo. Red de distribución. SARTAGUDA.
 Datos sobre el lugar de la toma Bar "España". C/ San Jose, 14
 Recogida por la Compañía General de Sondeos. S/Ref.* n.º
 Fecha y hora de recogida 27 / Mayo / 1.991 hr. 15,57
 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 (CO₃Ca) mg/l
 Materia orgánica (O₂ absorbido del MnO₄K) mg/l

Amoníaco (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

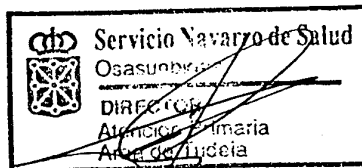
Cloro libre (in situ) 0,2 ppm

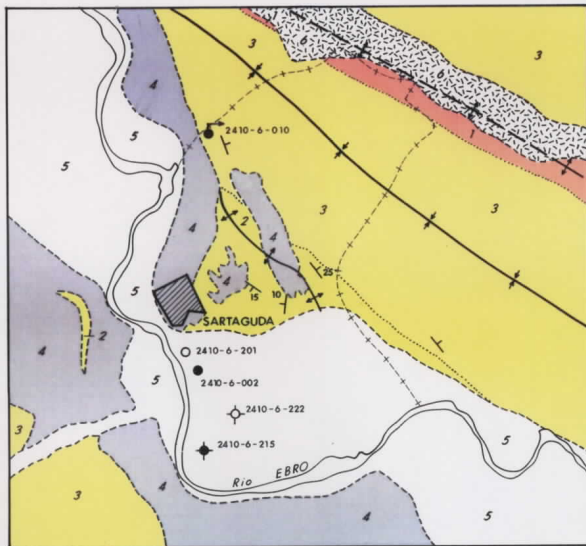
Bacterias aerobias mesófilas Negativo /ml
 Bacterias coliformes (NMP) Negativo /100 ml
 Escherichia coli (NMP) Negativo /100 ml
 Estreptococos fecales Negativo / 100 ml
 Clostridios sulfito-reductores Negativo / 20 ml

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

Tudela a 10 de Junio de 19 91

EL JEFE DEL LABORATORIO.






LEYENDA

Terciario	HOLOCENO	5	6
	PLEISTOCENO	4	
	MIOCENO	3	
	OLIGOCENO	2	1

- 6- Rellenos de valle
- 5- Llanura aluvial
- 4- Terrazas antiguas
- 3- Yesos con arcillas
- 2- Arcillas con capas de yesos, calizas y areniscas
- 1- Yesos y arcillas

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- Contacto discordante
- - - - - Límite del municipio
- ↖ ↗ Dirección y buzamiento de las capas
- ⊕ Anticlinal
- ⊖ Sinclinal
- - - - - Falla supuesta
- ⊕ Sondeo
- Pozo
- Pozo con análisis químicos
- ⊕ Manantial

 Instituto Tecnológico
Geomínero 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 NAVARRIA					CLAVE
MAPA GEOLÓGICO Y DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE SARTAGUDA					PLANO N.º 1
DIBUJADO	FECHA Diciembre 91	COMPROBADO	AUTOR C. G. S.	ESCALA 1/50.000	CONSULTOR C. G. S.