



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y
PROBLEMATICA DE CALIDAD Y
CONTAMINACION DEL ABASTECIMIENTO
AL MUNICIPIO DE **CORELLA**.
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" CORELLA	
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. DEFINICION DE ACUIFEROS	16
4.1.1. Características litológicas y geométricas de los acuíferos ..	17
4.1.2. Piezometría	18
4.1.3. Funcionamiento hidrogeológico	19
5. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO	22
5.1. CAPTACIONES EXISTENTES	22
5.2. INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO	23
5.2.1. Depósito regulador	23
5.2.2. Características de la distribución	23
5.2.3. Tratamiento de las aguas y control sanitario	23
6. ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA	27
6.1. DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL ...	27
6.2. DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA	28
7. ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE 2.015)	30

7.1.	EVOLUCION DE LA POBLACION	30
7.2.	CONSUMO FUTURO	30
8.	CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS	33
8.1.	INFORMACION RECOPIADA	33
8.2.	CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES	34
8.2.1.	Facies químicas	35
8.2.2.	Evolución temporal de la calidad	35
8.2.3.	Diferencias geográficas de calidad	38
8.3.	CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO	39
9.	ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y RECOMEN- DACIONES	42
9.1.	CANTIDAD	42
9.2.	CALIDAD	42

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 CORELLA**

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 Corella, 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

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

La información que se ha utilizado ha sido aportada por D. Esteban Faci geólogo, del Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra.

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

En el sector estudiado los depósitos terciarios están constituidos esencialmente por limos y arcillas con niveles areniscosos y conglomeríticos. Estos materiales se depositan durante el Mioceno.

Los depósitos cuaternarios se disponen en un sistema de terrazas asociadas a los ríos Ebro y Alhama. 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 distinguen dos unidades terciarias.

Unidad 1

Está formada por arcillas calcáreas rojas, con esporádicas intercalaciones de areniscas y limos y con algún nivel de yeso terroso.

Las areniscas son de grano medio a fino, están poco cementadas y contienen abundante yeso, tanto en forma de fracción detrítica como de cemento. Se disponen en capas de 5 a 50 cm. de espesor.

Los espesores máximos medidos para esta unidad son de 80 a 90m.

Unidad 2

Constituida por conglomerados, areniscas, arcillas, limos y alguna capa delgada de yeso.

Los conglomerados están constituidos por cantos bastante homométricos y representan depósitos de canal de tipo amastomasado que también contienen areniscas groseras.

Las areniscas constan fundamentalmente de granos de cuarzo y de fragmentos de calizas englobada en una matriz calcárea que incluye abundante yeso.

Las arcillas y limos contienen bastante yeso disperso y yeso fibroso rellenando grietas.

Los espesores máximos medidos son de 200 m.

3.1.2.- CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios son fundamentalmente las terrazas de los Ríos Ebro y Alhama. Destacan también una serie de glaciares que van asociados a las terrazas formando un mismo conjunto morfológico.

Unidad 3

Corresponde a terrazas colgadas que se sitúan a una cota superior a 30 m. sobre el nivel actual del río.

Están formadas por gravas, arenas, limos y arcillas en la parte más alta. En algunos sectores las gravas están consolidadas.

Hacia el Oeste se confunden con glacis laterales.

Unidad 4

Corresponde con terrazas que se sitúan a una cota de 5/10m. con respecto al nivel del río.

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

Unidad 5

Representa la terraza de inundación actual del río Alhama. Está poco desarrollada en comparación con las anteriores.

La litología es similar a la de las otras unidades cuaternarias.

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, originados por la migración de sales que producen trastornos en la sedimentación miocena, tiene 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 quedan muy amortiguados.

4.- HIDROGEOLOGIA

4.- **HIDROGEOLOGIA**

La mayor parte del municipio de Corella 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.

La definición de los acuíferos existentes y su geometría y funcionamiento hidrogeológico se ha realizado básicamente a partir del mencionado estudio así como de estudios realizados en otros sectores fuera del municipio con los mismos acuíferos y cuyas características hidrogeológicas son similares.

Se dispone de información del pozo 2512-1-051 que abastecen parcialmente a Corella en la actualidad y del punto 2512-2-006 se dispone de los análisis químicos realizados de forma periódica desde el año 1.971 hasta la actualidad.

Estos puntos se representan en el plano nº 1 junto con los códigos citados que corresponden al número con el que figuran en los archivos de Gobierno de Navarra.

4.2.- **DEFINICION DE ACUIFEROS**

Los materiales de permeabilidad alta aflorantes en el municipio corresponden a los depósitos de origen fluvial cuaternarios (unidades 3, 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

Corella.

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

4.1.1.- 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 núcleos 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.

Dada la representación superficial de estos depósitos no cabe esperar que los espesores superen los 5-10m. No existen datos de sondeos o campañas geofísicas que delimiten con mayor exactitud las potencias de la unidad.

El acuífero está limitado normalmente por la unidad 4 al Oeste y la unidad 3 al Este.

Unidad 4

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

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

Aunque no se dispone de información suficiente, se estima que los espesores no deben superar los 20m.

El acuífero está limitado normalmente por los materiales permeables de las unidades 3 y 5, y en algunos sectores por los impermeables terciarios.

Unidad 3

Corresponde a las terrazas colgadas que se sitúan a una cota superior a 30 m. por encima del nivel del río.

Las características litológicas son similares a las unidades anteriores y la transición con ellos se produce también mediante un escarpe abrupto.

La cartografía geológica indica que el substrato impermeable llega a independizar en algunos sectores en esta unidad con las terrazas encajadas por lo que cabe esperar que generalmente la conexión hidráulica sea excasa.

4.1.2.- PIEZOMETRIA

En la unidad 5 el nivel piezométrico se sitúa próximo a la superficie topográfica y presenta oscilaciones estacionales que suelen variar entre 3,5 y 4,5 m. generalmente.

En la unidad 4 la cota absoluta del nivel piezométrico debe ser similar y con oscilaciones estacionales del mismo orden que en el caso anterior, aunque la profundidad con respecto a la superficie es mayor.

Las fluctuaciones piezométricas están influidas fundamentalmente por el nivel de agua en el Río Alhama. En zonas sometidas a riegos intensivos se pueden originar afecciones en los niveles debido a los excedentes de riego.

4.1.3.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO

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

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

- Precipitación directa sobre los mismos
- Alimentación subterránea procedente de la unidad 3 a través de las zonas de contacto entre ellas.
- Infiltración procedente de los excedentes de riego.
- Infiltración en las márgenes de los ríos por crecidas y desbordamientos.

El río Alhama 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, 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 existiendo conexión hidráulica entre ambas en esta zona de contacto.

Dada la alta permeabilidad de los materiales, la conexión hidráulica con el cauce debe producirse de forma eficaz por lo que posibles captaciones realizadas próximas al río pueden proporcionar caudales elevados con depresiones reducidas.

La unidad 3 constituye igualmente 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 otras unidades permeables en aquellos sectores en los que existe conexión hidráulica.

5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la figura nº 1 se puede observar la localización de las captaciones de aguas, depósito regulador, salida de la red de saneamiento y vertedero de residuos sólidos urbanos.

5.1.- CAPTACIONES EXISTENTES

Corella se abastece actualmente de un pozo diferenciado con el código 25121051 en el inventario de puntos de agua (plano nº 1) y de la Mancomunidad de Aguas del Moncayo en la cual está integrado el municipio.

La mancomunidad toma el agua del manantial de Vozmediano (Soria) y tiene una concesión total de 73,82 l/seg. de los cuales 12 l/seg. corresponden a Corella. Actualmente está prevista la construcción del pantano Queiles-Val con el objetivo de mejorar diversos abastecimientos entre los que se encuentra la Mancomunidad de Agua del Moncayo.

Las principales características del pozo de abastecimiento son las siguientes:

- Año de construcción: 1.984
- Profundidad: 6m.
- Diámetro: 2.000mm.
- Revestimiento: anillos de hormigón.
- Profundidad del nivel de agua (24-04-91): 3,46m.
- Equipamiento: dos bombas de 20 CV con una capacidad de extracción de 15 l/seg.
- Observaciones: se utiliza como apoyo al abastecimiento.

5.2.- INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO

5.2.1.- DEPOSITO REGULADOR

- Cota (en la puerta): 365 m.
- Capacidad: 4.000 m³
- Tipo: rectangular semienterrado.
- Estado general: bueno, sin fugas. Exteriormente protegido con alambrada.
- Observaciones: se han instalado bombas para aumentar la presión en la red de distribución.

Sería conveniente la instalación de un contador en la salida para cuantificar pérdidas en la red.

5.2.2.- CARACTERISTICAS DE LA DISTRIBUCION

Las conducciones entre el depósito y las captaciones se encuentran en buen estado y prácticamente no se detectan averías.

La distancia entre el pozo y el depósito es de 900 m. y el desnivel de 5 m.

La red de distribución tiene una antigüedad muy desigual, habiéndose construido los primeros tramos en 1.950 y los últimos en 1.990. en los tramos más antiguos son frecuentes la fugas.

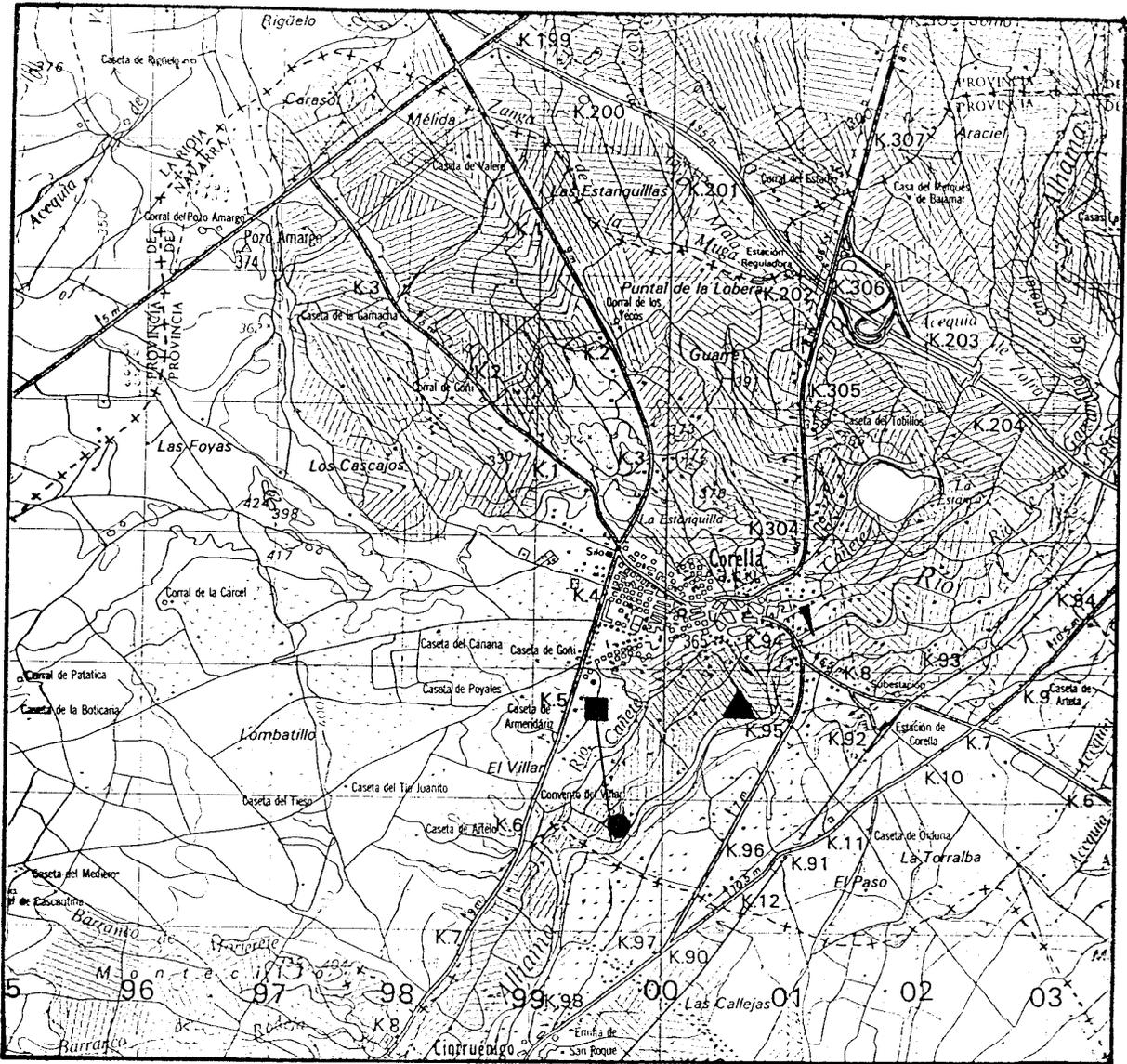
5.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS AGUAS Y CONTROL SANITARIO

El agua se trata con cloro-gas en el depósito.

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

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

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



ESCALA: 1/50.000

LEYENDA

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

FIGURA 1 Situación de la captación, depósito regulador, salida general 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, aunque las aguas de la Mancomunidad son derivadas del manantial de Vozmediano a un embalse general de distribución.

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

Únicamente se ha podido disponer de las estimaciones del ayuntamiento en cuanto al consumo total de agua. En estas cifras se incluye el consumo doméstico e industrial, instalaciones municipales y fugas en la red.

6.1.- DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL

La población de hecho de Corella es de 6.450 habitantes según el padrón municipal de 1 de Enero de 1.990. Los aumentos de población de forma estacional son cercanos a los 1.000 habitantes durante los meses de verano.

Según fuentes del ayuntamiento los consumos medios son de 1.200 m³ durante los meses de invierno y de 1.500 m³ durante el verano, que suponen unos valores de 186 l/hab./día y 200 l/hab./día.

Estas cifras son inferiores a los parámetros establecidos por las "Normas para los Proyectos de Abastecimiento de Agua" publicadas en el BON (6-October-1.986) del Gobierno de Navarra; según estas normas las dotaciones para poblaciones

entre 6.000 y 12.000 habitantes deben de ser de 225 l/hab./día, en estas dotaciones se cuentan todas las posibles utilizaciones de agua dentro del núcleo urbano.

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 cálculos las dotaciones media/hectárea calculadas en la Cuenca del Ebro y que se establecen en el Documento resumen de los estudios realizados para la redacción del Plan Hidrológico del Ebro, de marzo de 1.986. Estas dotaciones son de 8.545 m³/Ha./año.

La extensión total del municipio es de 8.330 Ha. Según los datos correspondientes a 1.984, 4.037 Ha. se dedican a cultivos de regadío.

Aplicando la dotación media antes mencionada resulta una demanda de 34,5 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 2015)**

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

7.1.- EVOLUCION DE LA PABLACION

Se establece la tasa de crecimiento anual en función de las tasas que se han dado durante los últimos años.

Año	Población	Tasa de crecimiento
1.940	5.748	--
1.950	5.445	-0,540%
1.960	5.591	0,263%
1.970	5.850	0,454%
1.980	6.080	0,386%
1.990	6.450	0,593%

Adoptando una tasa de crecimiento anual del 0,75%, algo mayor a la registrada en los últimos 10 años. La población resultante para el año 2.015 es de 7.775 habitantes.

7.2.- CONSUMO FUTURO

Según la Orden Foral 2.955/1.986 de 22 de Septiembre, las dotaciones teóricas para poblaciones de 6.000 a 12.000 habitantes deben ser de 225 l/hab./día, y se aplica un aumento anual acumulativo de 2% de esta dotación hasta el año horizonte considerado. La dotación que se aplique a la población temporal será de 200 l/hab./día invariablemente.

La dotación media para el año 2.015 debe ser de 369 l/hab./día. El volumen total medio necesitado para ese año será de 1.047.175 m³/año (33 l/seg.). El caudal medio máximo, épocas de verano, será de 36 l/seg.

8.- CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS

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 la captación destinada al abastecimiento de la población, y de la toma que posee este ayuntamiento proveniente del manantial de Vozmediano (Aguas del Moncayo).
- 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 de abastecimiento 2512-1-051, y del manantial 2512-2-006.

En la tabla nº1 se resumen los puntos de agua con información hidroquímica disponibles en este estudio para el término municipal de Corella, 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 2512-2-006 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 nº2 se han incluido los listados de los análisis utilizados.

PUNTO N°	N° ANALISIS	FECHAS
2512-1-051	5	12/89-9/90-4/91
2512-2-006	49	1/71-12/90

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

8.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

Las aguas subterráneas en este término municipal están fuertemente mineralizadas, con un valor medio en torno a los 2600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por tanto, el residuo seco encontrado también es elevado con un máximo de 2647 y un mínimo de 1170 ppm.

Según la legislación vigente en cuanto a potabilidad de las aguas (Reglamentación Técnico-Sanitaria del 20 de septiembre de 1990), se sobrepasan sistemáticamente las concentraciones máximas admisibles en sulfatos, 250 mg/l, en magnesio, 50 mg/l, y en sodio, 150 mg/l. Aunque esto no produce toxicidad en las aguas, las características organolépticas asociadas a este grupo no son las más adecuadas para su consumo como aguas de bebida debido a que proporcionan sabores salados y amargos.

Con respecto a problemas de contaminación, tanto de metales pesados como de especies nitrogenadas, se han detectado algún valor que llega a los máximos admisibles de amonio y nitritos en el punto 2512-1-051. Observando la evolución de la concentración en nitratos en el punto 2512-2-006, aunque todavía no se han rebasado los 50 mg/l (concentración máxima admisible), los valores registrados están ya cerca de este límite con tendencia a seguir aumentando. Se han detectado problemas en cuanto a la concentración de hierro y manganeso para el punto 2512-1-051, lo que puede ocasionar problemas en cuanto a la coloración de las

aguas y a la formación de depósitos negruzcos así como manchas en la ropa que se lava con estas aguas al pasar a un medio oxidante. Este problema es relativamente frecuente en esta zona del acuífero aluvial del Ebro y afluentes.

Se trata de aguas extremadamente duras. El valor medio de este parámetro se sitúa en torno a los 90 °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 considerablemente 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. Los sulfatos suponen más del 60 % de los aniones, mientras que cloruros y bicarbonatos se encuentran en una proporción similar, aumentando la relación del primero respecto al segundo según se incrementa la mineralización global.

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 2512-1-051 y 2512-2-006. El primero de ellos corresponde al pozo que suele servir de apoyo al abastecimiento en épocas de gran demanda cuando no es sufi-

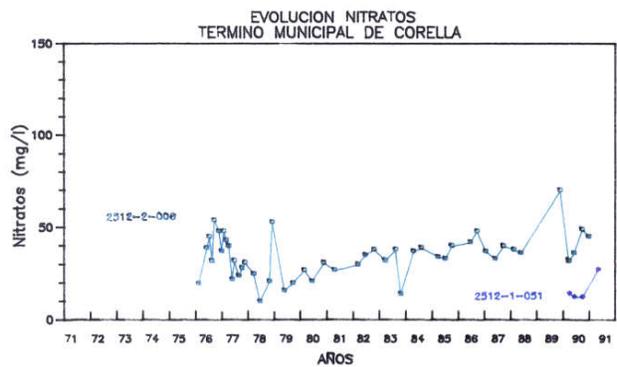
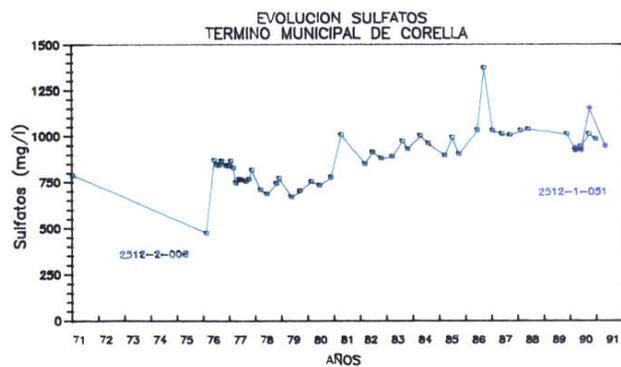
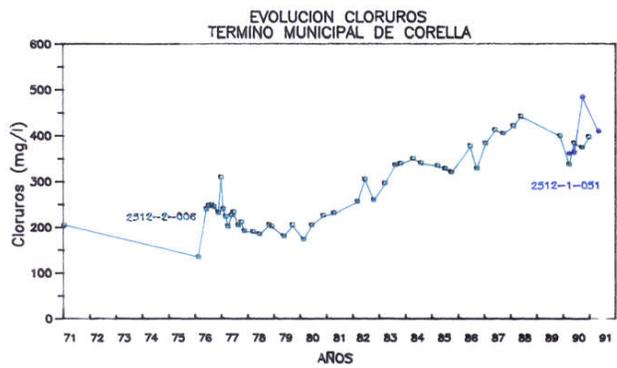
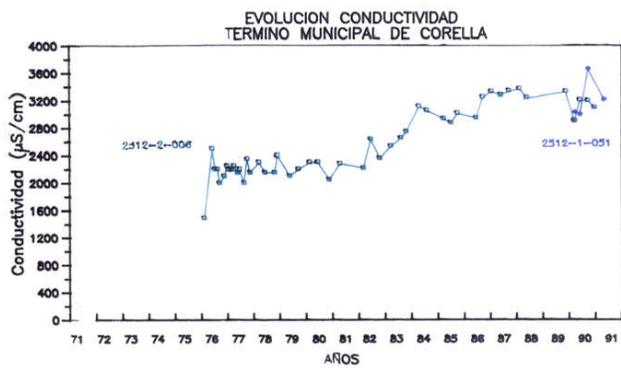


FIGURA 2: Evolución temporal de la conductividad y aniones controlados periódicamente.

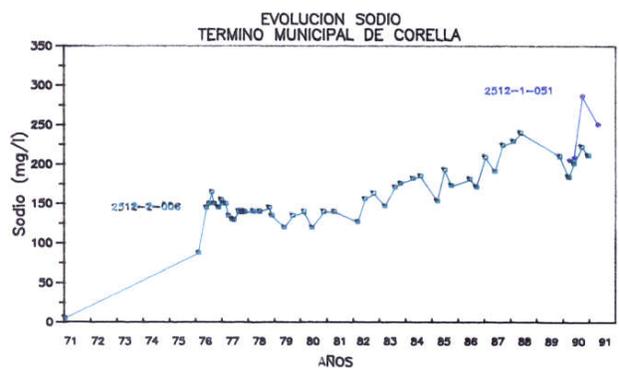
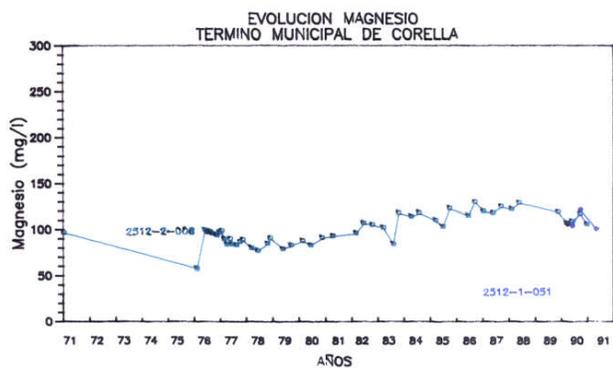
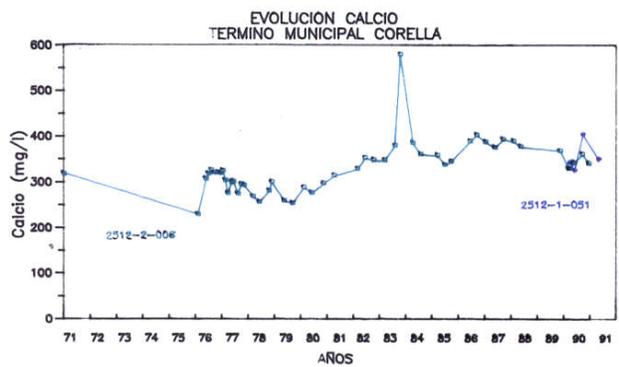
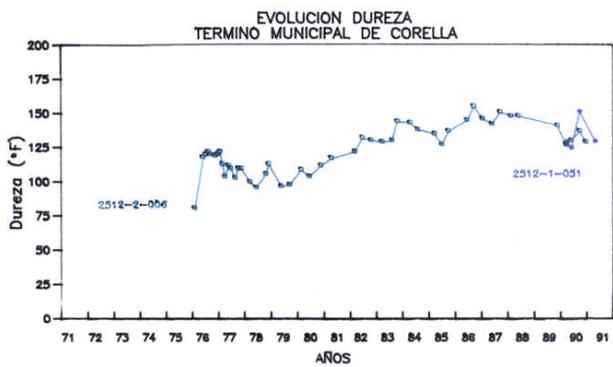


FIGURA 3: Evolución temporal de la dureza y cationes controlados periódicamente.

ciente la concesión de Aguas del Moncayo; el segundo es un manantial situado al NE del núcleo urbano de Corella.

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 incremento en la concentración de todos los iones, y por tanto un aumento en la mineralización total, lo que prácticamente las incluye en el rango de las aguas salobres.

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 la captación.

Sin embargo parece evidente una progresiva salinización del acuífero, lo que influye directamente en el posible aprovechamiento de las aguas subterráneas. El uso de estas aguas, tanto industrial como urbano y agrícola, está ya muy limitado debido a su elevada mineralización y dureza.

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 de la llanura aluvial del acuífero cuaternario asociado al río Alhama y sus características no se pueden hacer extensibles a todo el término.

Entre ambos puntos la diferencia más notable se encuentra en la concentración de

nitratos, que es mucho más elevada en el punto 2512-2-006. Con respecto al resto de los parámetros se sitúan ambos en el mismo entorno de aguas altamente mineralizadas y naturaleza sulfatada cálcica.

8.3.- CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la tabla nº 2 se comparan los análisis del embalse desde donde se distribuyen las aguas del Moncayo, de las aguas que llegan al municipio procedentes de allí antes de ser tratadas en los depósitos y del pozo que sirve de apoyo al abastecimiento.

El agua es sometida a un proceso de cloración en el embalse, y posteriormente, estas aguas y las del pozo se vuelven a desinfectar en los depósitos antes de pasar a ser distribuidas en la población.

La calidad química de las aguas procedentes del embalse es muy superior a la procedente del pozo. Esta diferencia hace aconsejable la utilización exclusiva o, al menos en un porcentaje superior al 50% del consumo de las primeras aguas citadas.

En el pozo además de los factores naturales que determinan su elevada mineralización, existen otra serie de problemas en relación con la presencia de un vertedero incontrolado en sus cercanías que puede suponer una fuente de contaminación importante.

El proceso de cloración, además de los efectos de desinfección puede alterar las características físico-químicas del agua. La acción del Cl_2 debe provocar la oxidación de todas las especies reducidas, incluyendo la materia orgánica.

Se ha realizado también un análisis microbiológico en la red de distribución (ane-

xo 4) que indica que las aguas consumidas en el municipio cumplen la normativa vigente sobre potabilidad.

Muestras	EMBALSE MANCOMUNIDAD DEL MONCAYO	AGUAS DEL MONCAYO (CORELLA)	2512-1-051
Fecha	24/04/91	24/04/91	24/04/91
Cond ($\mu S/cm$)	448	449	3200
pH	7.97	7.98	7.5
SO ₄ ⁼ (mg/l)	90	87	941
Cl ⁻ (mg/l)	7	7	408
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	150	151	316
NO ₃ ⁻ (mg/l)	5	5	27
Na ⁺⁺ (mg/l)	5	5	250
K ⁺ (mg/l)	0.9	0.9	9.1
Ca ⁺⁺ (mg/l)	72	70	350
Mg ⁺⁺ (mg/l)	10	10	100
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0	0.17	0
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	1.26	1.27	1.22

Tabla n^o2.- Parámetros químicos determinados en el embalse de distribución de Aguas del Moncayo, en la toma que esta Mancomunidad tiene para Corella y en el pozo de apoyo.

**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 existentes en el municipio es de unos 27 l/seg.
- La demanda de agua actual es de 14 l/seg. en invierno y 17,5 l/seg. en verano.
- La demanda total calculada para el año horizonte considerado (2.015) es de 33-36 l/seg.
- El caudal disponible es muy superior al necesitado actualmente por el municipio pero es insuficiente para cubrir la demanda calculada para el año 2.015.

La presencia del acuífero aluvial descrito en el informe implica la existencia de recursos hídricos subterráneos suficientes en el municipio que garantizan su abastecimiento mediante la utilización de uno o varios pozos de explotación.

La regulación existente se suficiente para las necesidades actuales y futuras.

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

9.2.- CALIDAD

Los análisis disponibles indican que las aguas subterráneas del municipio tienen

un grado de mineralización muy alto. Según la legislación vigente (Reglamentación Técnico Sanitaria del 20 de Septiembre de 1.990) se sobrepasan las concentraciones máximas admisibles en sulfatos (250 mg/l), magnesio (50 mg/l) y sodio (15 mg/l), esto provoca que las características organolépticas no sean la más adecuadas para su consumo, debido a que proporcionan sabores salados y amargos, aunque no sean elementos tóxicos. Asimismo la dureza es muy elevada, lo cual provoca problemas de incrustaciones en las redes de distribución, gran consumo de jabón, etc. También se han detectado algunos casos en los que se llega a las concentraciones máximas admisibles de amonio, nitratos, hierro y magnesio.

Estas características desaconsejan su utilización para consumo humano.

El abastecimiento urbano mejora notablemente de calidad debido a que se utilizan mayoritariamente las aguas de la Mancomunidad de Aguas del Moncayo que son de baja mineralización.

Sería conveniente establecer un perímetro de protección en el pozo de explotación con el fin de protegerlo de la contaminación provocada por abonados cercanos.

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

ANEXOS

ANEXO 1.- FOTOGRAFIA



FOTO 1: Captación de aguas subterráneas.

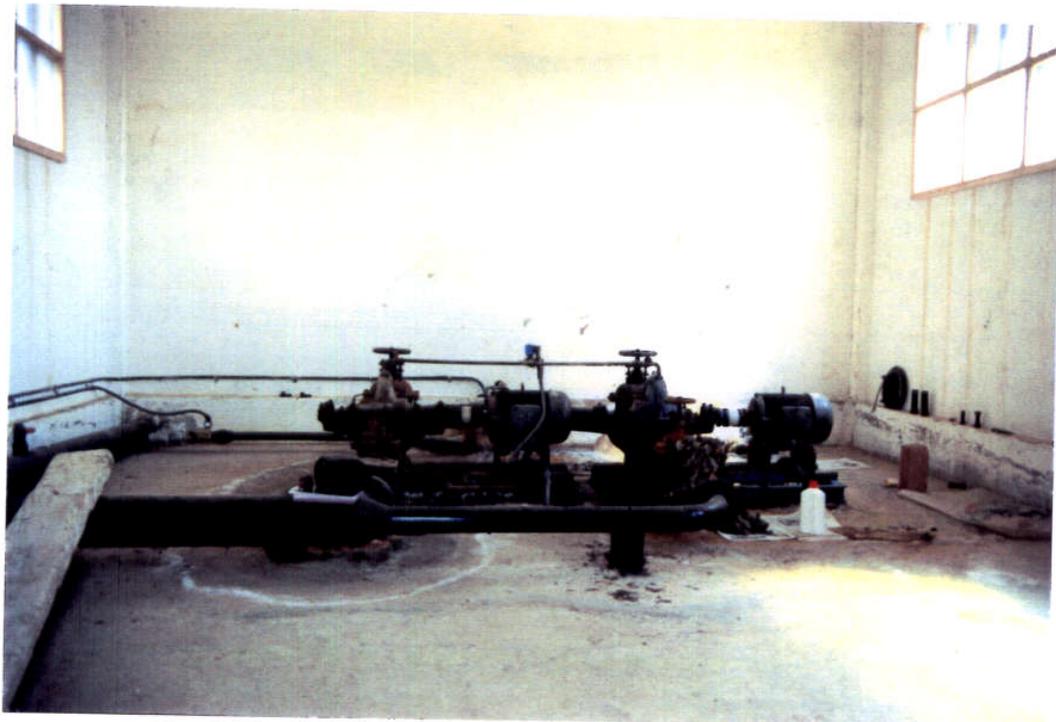


FOTO 2: Bombas de extracción.

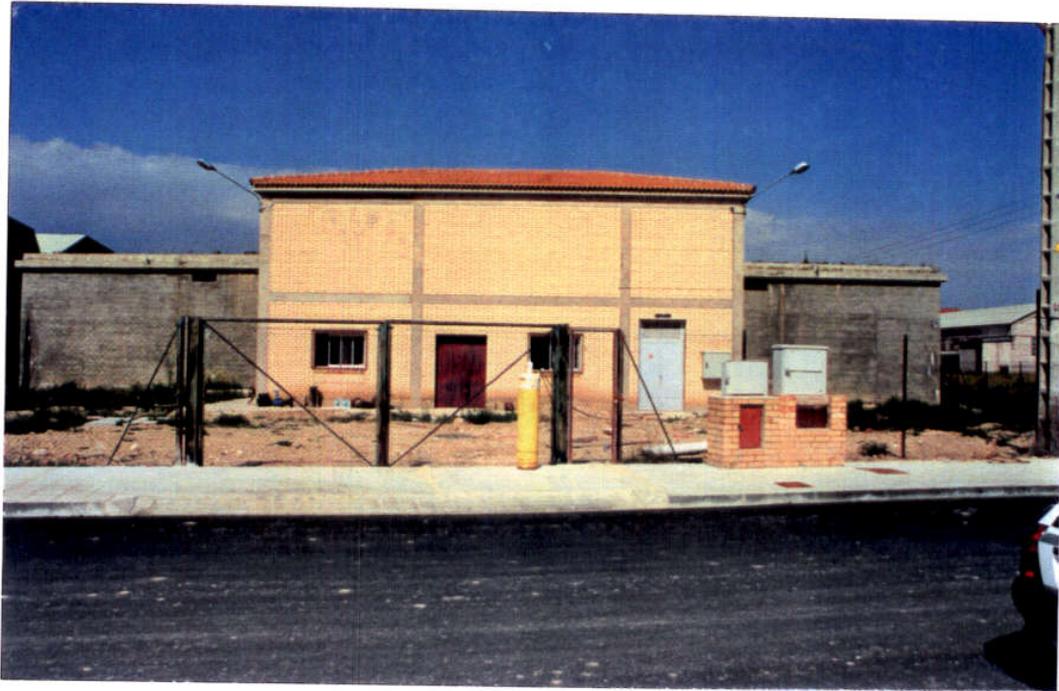


FOTO 3: Depósito regulador.

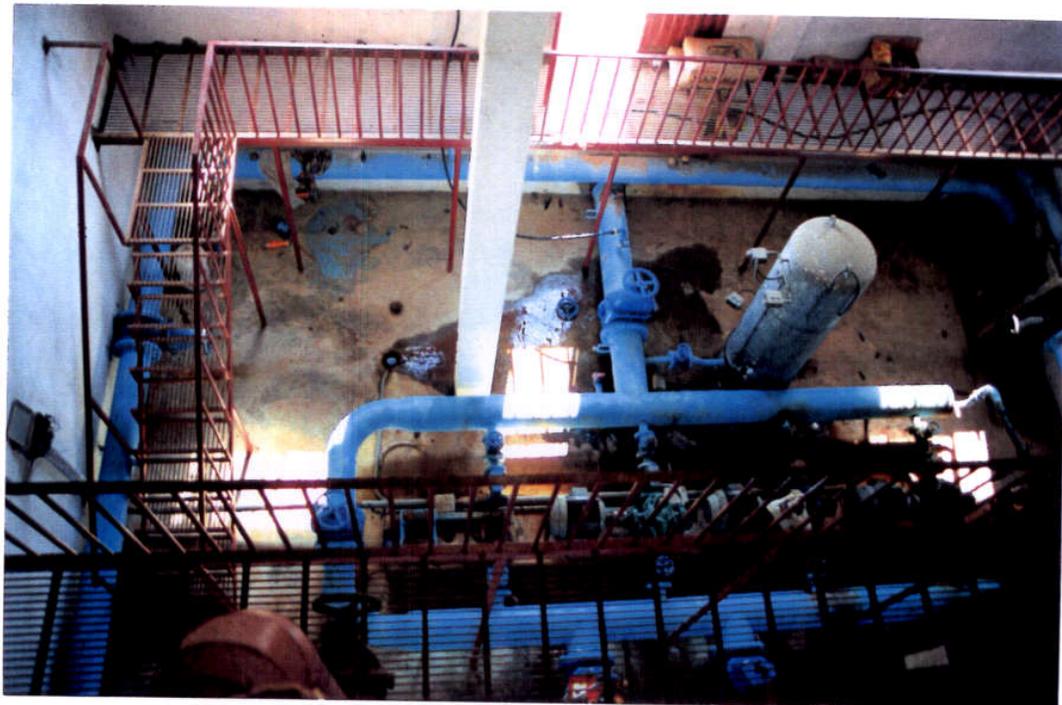


FOTO 4: Interior del depósito regulador.

**ANEXO 2.- ANALISIS QUIMICOS UTILIZADOS DURANTE EL
ESTUDIO**

N° de inventario	Fecha analisis	pH	Conduct. uS/cm	Rs mg/l	Dureza F	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
25121051	20/12/89								0.00		0						0.00	0	0.85	0.02		0	0			0
25121051	21/03/90	7.35	3020		129	360	933	14	0.01	362	0	343	105	205	7	14	0.15	2	0.66	0.00		0	0			0
25121051	28/05/90	7.26	2980		124	362	918	12	0.03	323	0	326	103	208	8	10	0.65	2	0.08	0.00		0	0			0
25121051	18/09/90	7.40	3640		151	482	1148	12	0.15	386	0	404	121	286	9	14	0.12	2	1.24	0.08		0	0			0
25121051	24/04/91	7.5	3200	2286	12.9	408	941	27	0	316	0	350	100	250	9.1		0.01									1.25
25122006	09/01/71	6.60		2430		206	788		0.00	397		320	97	6	0	0	0.00	28	0.00	0.00		0	0			0
25122006	11/02/76	7.85	1500	1170	81	135	475	20	0.08	217	0	230	58	88	6	0	0.25	3	0.00	0.00		0	0			0
25122006	01/06/76	7.50	2500	1876	118	240	870	39	0.01	320	0	308	100	145	5	10	0.15	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	06/07/76	7.20	2200	1880	120	247	845	45	0.00	314	0	319	98	150	5	15	0.30	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	14/08/76	7.80	2200	1892	122	249	845	32	0.04	317	0	327	98	165	5	14	0.00	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	11/09/76	7.95	2000	1922	120	245	865	54	0.01	317	0	321	96	150	5	28	0.00	6	0.00	0.00		0	0			0
25122006	16/11/76	7.80	2100	1867	119	232	838	48	0.00	342	0	321	94	145	5	14	0.00	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	22/12/76	7.25	2250	1953	120	309	842	37	0.01	355	0	320	97	155	5	12	0.00	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	20/01/77	7.10	2200	1919	122	240	865	48	0.01	342	0	325	99	150	5	15	0.00	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	23/02/77	7.30	2200	1801	113	224	826	43	0.04	317	0	305	90	150	5	0	0.00	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	31/03/77	7.15	2250	1650	104	202	745	40	0.02	302	0	276	84	135	4	13	0.00	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	18/05/77	7.42	2150	1708	112	227	765	22	0.00	311	0	300	90	130	5	14	0.20	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	16/06/77	7.30	2200	1698	110	233	764	32	0.00	299	0	302	84	130	4	0	0.00	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	18/08/77	7.30	2000	1639	103	204	753	24	0.01	311	0	275	83	140	5	0	0.30	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	30/09/77	7.23	2350	1690	110	212	765	28	0.00	317	0	296	87	140	4	0	0.60	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	10/11/77	7.20	2150	1729	110	192	815	31	0.00	329	0	294	89	140	5	0	0.30	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	14/03/78	7.33	2300	1592	100	190	706	25	0.26	329	0	269	80	140	5	14	0.30	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	10/06/78	7.51	2150	1539	96	185	684	10	0.01	338	0	257	77	140	4	12	0.30	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	21/10/78	7.35	2150	1667	106	206	741	21	0.00	339	0	282	85	145	5	13	0.22	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	28/11/78	7.53	2400	1751	113	202	769	53	0.01	366	0	301	91	135	4	15	0.40	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	17/05/79	7.32	2100	1492	97	180	668	16	0.01	306	0	260	79	120	4	13	0.30	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	12/09/79	7.71	2200	1568	98	205	700	20	0.01	331	0	254	83	135	5	14	0.00	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	16/02/80	7.28	2300	1671	109	173	752	27	0.01	362	0	289	88	140	5	16	0.50	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	07/06/80	7.45	2300	1621	104	205	731	21	0.01	331	0	277	83	120	5	15	0.07	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	15/11/80	7.89	2045	1788	112	226	775	31	0.01	345	0	298	91	140	40	15	0.00	0	0.00	0.00		0	0			0
25122006	10/04/81	7.37	2280	2007	117	231	1005	27	0.01	352	0	315	93	140	5	15	0.00	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	03/03/82	7.14	2215	1929	122	256	849	30	0.01	368	0	330	96	127	40	17	0.10	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	15/06/82	7.31	2630	2070	132	305	914	35	0.01	359	0	353	107	156	3	16	0.15	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	16/10/82	7.20	2360	1999	130	259	878	38	0.00	371	0	348	105	163	6	16	0.00	3	0.00	0.00		0	0			0
25122006	17/03/83	7.40	2530	2020	129	296	888	32	0.01	371	0	348	102	147	6	16	0.25	3	0.00	0.00		0	0			0
25122006	06/08/83	7.50	2650	2169	130	336	970	38	0.01	334	0	380	84	171	7	16	0.25	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	18/10/83	7.33	2740	2149	144	339	930	14	0.03	339	0	580	118	176	6	17	0.40	1	0.00	0.00		0	0			0

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
25122006	10/04/84	7.33	3110	2266	143	350	1000	37	0.00	348	0	386	114	182	8	16	0.00	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	28/07/84	7.18	3050	2179	138	340	958	39	0.04	314	0	361	118	185	6	15	0.00	3	0.00	0.00		0	0			0
25122006	16/03/85	7.18	2930	2064	135	334	894	34	0.01	320	0	359	110	153	4	16	0.00	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	28/06/85	7.32	2870	2150	127	328	990	33	0.00	287	0	339	103	193	5	14	0.00	3	0.00	0.00		0	0			0
25122006	26/09/85	7.40	3010	2072	137	320	902	40	0.01	299	0	346	123	173	5	15	0.00	5	0.00	0.00		0	0			0
25122006	13/06/86	7.25	2940	2325	145	376	1031	42	0.01	336	0	390	115	181	6	16	0.15	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	12/09/86	7.62	3240	2647	155	328	1371	48	0.02	351	0	404	130	171	6	17	0.08	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	13/01/87	7.03	3320	2366	146	383	1029	37	0.02	353	0	388	120	209	7	17	0.55	5	0.00	0.00		0	0			0
25122006	23/05/87	7.09	3270	2340	142	412	1009	33	0.03	356	0	376	118	191	6	17	0.20	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	12/09/87	7.49	3330	2378	151	404	1004	40	0.01	332	0	394	125	224	6	16	0.20	3	0.00	0.00		0	0			0
25122006	06/02/88	6.95	3360	2440	148	421	1029	38	0.02	371	0	390	122	229	8	17	0.50	5	0.00	0.00		0	0			0
25122006	19/05/88	7.26	3230	2282	148	442	1036	36	0.01	302	0	378	129	240	6	16	0.00	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	14/11/89	7.21	3320		141	399	1009	70	0.00	310	0	369	119	210	4	16	0.00	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	13/03/90	7.19	2900		127	3337	923	32	0.00	313	0	332	107	184	4	18	0.00	1	0.08	0.00		0	0			0
25122006	21/03/90	7.19	2900		127	337	923	32	0.00	313	0	332	107	184	4	18	0.00	1	0.00	0.00		0	0			0
25122006	28/05/90	7.29	3200		130	383	942	36	0.00	288	0	343	109	201	4	14	0.00	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	18/09/90	7.25	3190		137	373	1009	49	0.00	311	0	362	117	222	5	16	0.05	2	0.00	0.00		0	0			0
25122006	18/12/90	7.13	3090		129	397	983	45	0.00	324	0	342	106	211	4	12	0.02	1	0.00	0.00		0	0			0

**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.

Era, 2
31500 TUDELA
Tel. (948) 82 57 11
Fax (948) 82 68 05

ANALISIS CON REFERENCIA: 219/91

Realizado el análisis microbiológico con referencia 219/91, solicitado por el Instituto Tecnológico Minero, de la red de distribución de Corella, se observa que cumple el R.D. 1138/90 sobre los parámetros analizados.

Atentamente.

Tudela a 10 de Junio de 1.991

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

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



Gobierno de Navarra

 INSTITUTO DE SALUD PUBLICA DE NAVARRA
 Laboratorio: Tudela y Comarca

**POTABILIDAD
 DE AGUAS**
ANALISIS ABREVIADO

Solicitado por El Instituto Tecnológico Minero.
 Dirección Teléfono
 Origen y naturaleza de la muestra M.A. Moncayo. Red de distribución. CORELLA.
 Datos sobre el lugar de la toma Farmacia.
 Recogida por Atención Primaria S/Ref.* n.º
 Fecha y hora de recogida 6 / Junio ; 1.991 hr. 10,30
 Fecha y hora de recepción en el Laboratorio 6 / Junio / 1.991 hr. 12,00
 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

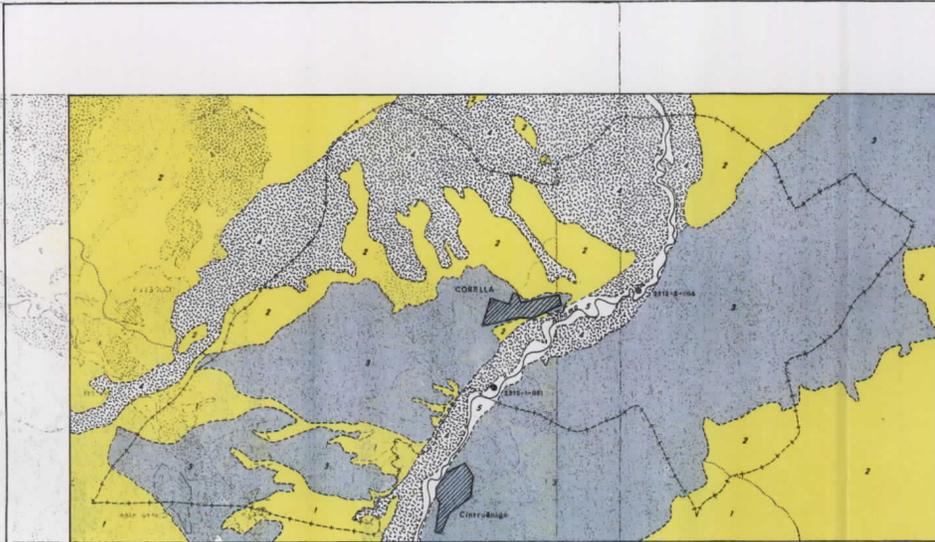
RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Cloro libre (in situ) 1 ppm

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

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

 Tudela a 10 de Junio de 1991
 EL JEFE DEL LABORATORIO.

LEYENDA

Terciario	CUATERNARIO	HOLOCENO	3
	PREISTOCENO	MIOCENO	2 1

- 3.- Llanura aluvial
- 4.- Terraza encostrada
- 2.- Terrazas calgadas
- 2.- Conchas conglomeráticas alternando con areniscas, limas y arcillas
- 1.- Arcillas y limas rojas

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacte normal
- - - - - Contacte discordante
- - - - - Límite del municipio
- ☒ Monumento con análisis químicos
- Pozo de abastecimiento

Instituto Tecnológico
Geominero de España

PROYECTO ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y PROBLEMÁTICA DE CALIDAD Y CONTAMINACIÓN DE LOS ABASTECIMIENTOS A POBLACIONES SITUADAS EN EL ALBUJAL DEL ERO Y AFLUENTES DE NAVARRA.					CLAVE
MAPA GEOLÓGICO Y DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA DEL TERMINO MUNICIPAL DE CORELLA					PLANO N.º
					1
DESBANDO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA	COMBASTOR
	Diciembre 91		C. G. S.	1/50.000	C. G. S.