



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

Dirección General de Obras Hidráulicas
y Calidad de las Aguas



**ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE
LA UNIDAD 01.16
LLANES-RIBADESELLA**

**PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN DEL
INVENTARIO HIDROGEOLÓGICO
(P.A.I.H.)**

TOMO I.- INTRODUCCIÓN



Secretaría de Estado de Aguas y Costas
Ministerio de Medio Ambiente



INFORME	Identificación: H 2-001/99
	Fecha: Septiembre 1999
TÍTULO ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD 01.16 - LLANES-RIBADESELLA	
PROYECTO para la actualización de la infraestructura hidrogeológica en las Unidades 01.16 Llanes-Ribadesella; 05.01, 05.02 y 07.07 : Sierras de Cazorla, Quesada-Castril y Sierra de Segura-Cazorla; y 05.45: Sierra Morena	
RESUMEN Este proyecto ha sido realizado por el ITGE, en convenio de colaboración con la Dirección General de Obras Hidráulicas, dentro del Programa de Actualización del Inventario Hidrogeológico (PAIH), y como proyecto adelantado del mismo. Se trata de un estudio clásico de actualización del conocimiento hidrogeológico de una unidad, comenzando por al revisión de la cartografía geológica-hidrogeológica en la que se sugiere la posibilidad de modificar los límites de la unidad para englobar afloramientos calizos que corresponden a los acuíferos y que habían quedado fuera en estudios anteriores. Se ha llevado a cabo también la actualización y ampliación del inventario de puntos de agua hasta un total de 288 puntos. Este inventario ha sido la herramienta que ha permitido cuantificar mejor las descargas de los acuíferos presentes, así como la toma de muestras para la realización del estudio hidroquímico. Se ha realizado un estudio hidroclimático, a partir de datos termo pluviométricos actualizados y de tres campañas de aforos en ríos y manantiales, que ha permitido llevar a cabo el cálculo del balance hídrico de la unidad. Partiendo de una serie de muestras realizadas en los municipios situados en la unidad y en los datos proporcionados por el inventario, se re hace un estudio de los usos, demandas y extracciones del agua subterránea. A partir de los análisis efectuados en 91 muestras y en datos históricos, se ha realizado un estudio de caracterización hidroquímica de los acuíferos presentes, al tiempo que se ha efectuado el inventario de focos potencialmente contaminantes y se ha diseñado una nueva red de control de la calidad del agua subterránea. Toda la información generada en este estudio se ha integrado en un SIG, lo cual permitirá en adelante tener una actualización continua de la unidad. El informe de este estudio consta de 7 tomos y 3 apéndices y su estructura es la siguiente: Tomo I.- INTRODUCCIÓN Tomo II-MARCOS GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO Tomo III - ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO Tomo III - Apéndice 1.- Aforos 1996-1997 Tomo IV - INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA. MEMORIA Tomo IV - Anejo 1: Fichas Tomo IV - Anejo 2. Fichas Tomo V - BALANCE Y CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA Tomo VI- USOS, DEMANDAS Y EXTRACCIONES Tomo VII- HIDROQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN Tomo VIII- PLANOS * continuar al dorso en caso necesario	

TOMOS I, II



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE
LA UNIDAD 01.16
LLANES-RIBADESELLA

PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN DEL
INVENTARIO HIDROGEOLÓGICO
(P.A.I.H.)

TOMO I.- INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN DEL ESTUDIO	3
1.1.- ANTECEDENTES	3
1.2.- INTRODUCCIÓN	4
2.- DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	5
3.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO	7
4.- PLAN DE TRABAJO	8
5.- CONSIDERACIONES FINALES	10
6.- INFORME FINAL	13

1.- INTRODUCCIÓN DEL ESTUDIO

1.1.- ANTECEDENTES

Desde 1.969 a 1.971, el entonces Instituto Geológico y Minero de España concibió y realizó el Programa "Mapa Hidrogeológico Nacional", como contribución de España al Decenio Hidrológico Internacional, con el que por primera vez se dio una visión global, cualitativa y cuantitativa, de las aguas subterráneas y se mostró la manera de investigarlas.

De este Programa surgió el Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se desarrolló durante la década de los años setenta hasta mediados de los ochenta, mediante el cual se dotó al país del conocimiento necesario sobre la infraestructura hidrogeológica de todo el territorio nacional. En concreto, los trabajos realizados en este campo dentro del ámbito geográfico del Principado de Asturias se recogieron en las obras "Investigación hidrogeológica de la Cuenca Norte de España. Asturias (P.I.A.S.). I.G.M.E. (1.979)" y "Estudio hidrogeológico de la Cuenca Norte de España (Asturias). P.I.A.S. I.G.M.E. (1.982)".

A partir de 1.985, con la entrada en vigor de la Ley de Aguas, las aguas subterráneas pasan a ser un bien de dominio público, ordenado y regulado por la Administración. En el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (R.D. 927/1.988) se introdujo la definición de unidad hidrogeológica (art. 2.2) como *uno o varios acuíferos agrupados a efectos de conseguir una racional y eficaz administración del agua*.

En 1.988, la Dirección General de Obras Hidráulicas y el Instituto Tecnológico Geominero de España realizaron el "Estudio de delimitación de unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características", donde quedaron definidas 442 unidades hidrogeológicas, ampliándose significativamente el número de 369 unidades propuestas, en principio, para su definición. Este estudio incluye unas fichas de caracterización en todas las unidades definidas, en las que se recogen los aspectos principales de cada una de ellas.

El proceso de planificación hidrológica ha puesto de manifiesto cierta heterogeneidad en los criterios utilizados en su día para la evaluación de recursos en las diversas cuencas. Se han detectado en alguna zonas diferencias importantes entre las evaluaciones realizadas en estudios recientes y las cifras oficiales anteriores. Esto, unido a la necesidad de definir nuevas unidades hidrogeológicas sobre acuíferos considerados anteriormente como marginales, ha hecho plantearse a la Administración la necesidad de preparar un programa para realizar y actualizar el inventario nacional de recursos subterráneos, en sus aspectos de cantidad y calidad.

1.2.- INTRODUCCIÓN

En el Libro Blanco de las Aguas Subterráneas, redactado conjuntamente por el MOPTMA y el MINER en el año 1.994, se definieron una serie de programas de actuación en el campo de esta aguas, correspondiendo el Programa 1 a la ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO HIDROGEOLÓGICO (P.A.I.H.), cuyo objetivo es la revisión y actualización del inventario nacional de recursos subterráneos, en sus aspectos de cantidad y calidad.

El desarrollo de la tercera de las fases secuenciales requeridas por este Programa, que corresponde a la actualización propiamente dicha e incluye los trabajos de campo inherentes a estudios hidrogeológicos básicos, es responsabilidad directa de las administraciones implicadas en la gestión del agua. El Ministerio de Medio Ambiente ha estimado conveniente comenzar el programa realizando un diseño-formulación que permita sentar unos criterios de homogeneidad en el enfoque y en la sistemática de los estudios de actualización, estableciendo plazos y prioridades y disponiendo, además, de una valoración aproximada.

Para llevarlo a cabo, la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas y el Instituto Tecnológico Geominero de España firmaron un convenio de colaboración y decidieron la realización de estudios adelantados, a modo de "estudios-piloto", en algunas unidades hidrogeológicas. En concreto, el "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD 01.16 LLANES-RIBADESELLA" corresponde a uno de estos estudios adelantados, y su realización dio lugar a la redacción del presente informe final.

2.- DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Como se expone más adelante, en los apartados correspondientes de los tomos II y IV, la Unidad Hidrogeológica 01.16 Llanes-Ribadesella se encuentra situada en su mayor parte dentro de la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias, ocupando un área en el extremo nororiental de la misma, mientras que el resto se ubica en un pequeño sector del extremo noroccidental de la Comunidad Autónoma de Cantabria, según se aprecia en la figura que se adjunta en la siguiente página.

Con una superficie que se extiende paralela a la línea de la costa cantábrica, esta unidad, que se encuentra en conexión directa con el mar a lo largo de su borde septentrional, ocupa todo o parte de las hojas topográficas, a escala 1:50.000, números 30-Villaviciosa, 31-Ribadesella, 32-Llanes, 33-Comillas y 56-Carreña-Cabrales.

Desde el punto de vista geomorfológico, la unidad presenta dos zonas claramente diferenciadas:

- la primera de ellas, la meridional, posee un relieve muy abrupto, reflejo de la compartimentación tectónica a que han sido sometidas las rocas aflorantes, que se traduce en una sucesión de sierras y valles; entre las primeras destacan, con dirección E-O, la Sierra de Escapa (con el Mofrechu, de 897 m.s.n.m., como máxima cota), la Sierra de La Cubeta (con alturas máximas que rondan los 600 m.s.n.m.) y la Sierra del Cuera, principal elevación montañosa (con el Pico Turbina, de 1.315 m.s.n.m. como punto más elevado), y, con dirección SO-NE, la Sierra del Fito (con cotas que rondan los 500 m.s.n.m.) y la Sierra del Suevo (con el Pico Suevo, de 1.136 m.s.n.m., como cota más elevada).
- la segunda, septentrional, está constituida por las rasas costeras, superficies casi horizontales resultado de un proceso de abrasión marina, con ligera pendiente (0,1% al 0,2%), bien desarrolladas en los sectores central y oriental de la unidad, habiendo sido definidos 5 niveles que, de forma escalonada, van desde el de cota 70-80 m.s.n.m. hasta el de cota 220-240 m.s.n.m.; estas superficies están bien conservadas en materiales cuarcíticos, no ocurriendo lo mismo con las calizas carboníferas, debido a que los procesos de carstificación posteriores han enmascarado su morfología.

La red hidrográfica está constituida por numerosos ríos y arroyos que, acomodándose a las directrices geológicas, discurren en su mayoría siguiendo dos direcciones predominantes:

- una dirección E-O, seguida por los arroyos o ríos Parda, Zardón, Santianes, Piedrafita, Debodes, etc., en busca de los ríos principales que drenan la unidad que, de oeste a este, son el Arroyo Castañar, Arroyo Acebo, Sella, Riensena, de Las Cabras o Bedón, Purón, Cabra y Deva.



Mapa de situación de la Unidad 01.16 Llanes-Ribadesella, cuyos límites aparecen señalados en el sector nororiental de la provincia de Asturias

- una dirección N-S, seguida por otros ríos y arroyos costeros de corto recorrido, que descargan directamente al mar, como son el Espasa, Cerracín, Guadamía, Millares, Nueva, San Cecilio, Barro o Calabrés, Vallina, Carrocedo y Novales.

3.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La investigación de las aguas subterráneas es una actividad que se viene desarrollando en España desde mediados del siglo pasado, pero con carácter sistemático y global a partir del año 1.970. En este campo, las condiciones del medio han variado sensiblemente desde que se realizó el último inventario, correspondiente a los trabajos del P.I.A.S. Por otra parte, se detecta cierta heterogeneidad en los datos disponibles, así como en los criterios empleados para la evaluación de los recursos de las distintas cuencas, haciendo precisa la reconsideración de las características de una parte de las unidades hidrogeológicas definidas, sus disponibilidades y su esquema de funcionamiento.

Todo ello justifica la realización del P.A.I.H., que, en el caso de la aplicación al ámbito geográfico que define la Unidad Hidrogeológica 01.16 Llanes-Ribadesella, persigue la consecución de los siguientes objetivos:

- revisión y actualización de la cartografía hidrogeológica de la unidad como documento básico para las restantes labores del estudio, así como para la justificación de la propuesta de una posible modificación de la poligonal que delimita el ámbito geográfico de la unidad.
- actualización y ampliación del inventario de puntos de agua, como herramienta de trabajo que permita cuantificar las descargas de los distintos acuíferos presentes en la unidad, así como la toma de datos necesarios para la realización de un estudio hidroquímico.
- elaboración de un estudio hidroclimático basado en datos termopluviométricos actualizados, como soporte del posterior cálculo del balance de la unidad.
- realización de un estudio de usos, demandas y extracciones a partir de los datos más actuales, que se podrán obtener a partir de las correspondientes encuestas de ámbito municipal.
- elaboración de un estudio hidroquímico que permita caracterizar las aguas subterráneas presentes en los distintos acuíferos de la unidad, así como la confección de un inventario de focos potenciales de contaminación y el diseño de una red de control de la calidad.

4.- PLAN DE TRABAJO

El Plan de Trabajo diseñado para la ejecución de las labores necesarias para la consecución de los objetivos planteados en el presente proyecto engloba una serie de apartados que incluyen trabajos, tanto de campo como de gabinete, que desarrollan los distintos aspectos técnicos del estudio. Así, dichos aspectos se desglosan como sigue:

- Se realizó una cartografía geológica-hidrogeológica, a escala 1:50.000, que ocupa una superficie aproximada de unas 60.000 ha, recogida en el correspondiente plano geológico que incluye una serie de cortes transversales, en la que se expone la estratigrafía y la estructura de las distintas formaciones geológicas presentes en la unidad.
- Se llevó a cabo un estudio hidroclimático en el que, a partir de los datos termopluviométricos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología y su posterior tratamiento, se procedió al cálculo de las isocurvas de pluviometría, temperatura, evapotranspiración potencial y real y lluvia útil, complementado por un estudio hidrológico que contó con la realización de tres campañas de aforos en el período 1.996-1.997.
- Se elaboró un inventario de puntos de agua, hasta un total de 288, para identificar, cuantificar y caracterizar las surgencias de agua subterránea que constituyen tanto los drenajes naturales como los debidos a la actividad humana de las diferentes formaciones geológicas que conforman los acuíferos presentes en la unidad.
- A partir de los datos de encuestas llevadas a cabo en los distintos municipios incluidos en la unidad, se realizó un estudio de usos, demandas y extracciones con el fin de analizar la importancia actual y futura del agua subterránea como soporte de un desarrollo sostenible en este ámbito geográfico.
- Utilizando los datos procedentes de los análisis de laboratorio efectuados sobre 91 muestras de agua tomadas durante la realización del inventario de puntos de agua, a las que se añaden datos históricos sobre la calidad de algunos puntos de la unidad, se procedió a la realización de un estudio hidroquímico de las aguas subterráneas que permite caracterizar, desde el aspecto químico y bacteriológico, el agua contenida en los distintos acuíferos de la unidad; además, se llevó a cabo un inventario de focos potenciales de contaminación que permite analizar el impacto sobre dichas características que la actividad humana de todo tipo está desarrollando en la actualidad.

El equipo de trabajo que desarrolló las labores expuestas en párrafos anteriores, bajo la dirección de D. Miguel del Pozo Gómez (Dirección de Aguas Subterráneas. I.T.G.E.) como Jefe de Proyecto, estuvo formado por el equipo técnico y humano que constituye la

Oficina de Proyectos del I.T.G.E. en Oviedo y por la empresa EPTISA como entidad consultora.

5.- CONSIDERACIONES FINALES

Como consecuencia del análisis de los datos obtenidos durante el desarrollo de las labores de que constaba el Plan de Trabajo de este proyecto, en lo que se refiere a los distintos aspectos estudiados, se deduce una serie de conclusiones que constituyen lo que se considera son los rasgos más característicos de la unidad. De ellos se podrían destacar los siguientes:

- La Unidad Hidrogeológica 01.16 Llanes-Ribadesella está constituida, fundamentalmente, por materiales paleozoicos y mesoterciarios. Los primeros, que realmente son los que caracterizan la unidad, se reparten en dos grupos principales: las calizas de las formaciones Barcaliente, Valdeteja, Picos de Europa y Escalada (Carbonífero Superior) y las cuarcitas de la Formación Barrios (Ordovícico). Los segundos, que conforman el Sinclinal de Colombres, están representados en su mayor parte por calizas y arenas cretácicas y calizas terciarias.
- Desde el punto de vista estratigráfico la unidad se caracteriza, dejando a un lado el Sinclinal mesoterciario de Colombres en el extremo oriental, por la existencia de dos dominios con series de edad Carbonífero muy desarrolladas, pero con estratigrafía y paleogeografía distintas, lo que permite diferenciar una zona eminentemente terrígena, que tiene una presencia más acusada al occidente de una transversal Río Sella-Arriendas-Ribadesella, y otra zona eminentemente carbonatada, que es especialmente significativa al oriente de la citada transversal aunque también está presente al oeste de ella.
- El rasgo tectónico más importante es la existencia de un conjunto de cabalgamientos imbricados que convergen en profundidad hacia un cabalgamiento basal, emplazados hacia el sur según una secuencia "forward", en donde las láminas más atrasadas (las situadas más al norte y/o al nordeste) han sido las primeras en desplazarse y las láminas frontales las últimas. Buena parte de las fallas y pliegues presentes en la zona están relacionados con el emplazamiento de dichos mantos y su reactivación alpina posterior.
- En la unidad se han diferenciado cinco acuíferos, que, de oeste a este, son: Sierra del Sueve, Costero de Ribadesella, Mofrechu, Sierra del Cuera y Costero de Llanes. Están constituidos por las calizas carboníferas, fundamentalmente, que les confieren una permeabilidad, por fisuración y/o carstificación, que puede variar desde prácticamente nula hasta valores muy elevados. Por otra parte, debe mencionarse la existencia de las cuarcitas ordovícicas, que presentan una permeabilidad por fisuración que puede ser baja, por lo general, o acreditar valores de cierta importancia en algunas ocasiones, e incluso, como en algunos casos en las calizas, manifiestan un carácter impermeable.
- El inventario de puntos de agua realizado está constituido fundamentalmente por manantiales (casi el 90% del total), con una presencia significativa de sondeos

mecánicos, y se ubican principalmente en calizas (el 71% de los casos) y en cuarcitas ordovícicas (el 25% de los puntos). De las calizas, el 95% lo constituyen las de edad Carbonífero Superior, siendo las restantes mesoterciarias.

- Los caudales más representativos en el conjunto de puntos inventariados son los comprendidos entre 1 y 10 L/s (el 62,5% del total), mientras que los superiores a 10 L/s constituyen el 17% y los inferiores a 1 L/s el 18,5% del total. Sólo en el 37% del conjunto de puntos se aprovecha el agua para abastecimiento a núcleos urbanos, mientras que en un 44% de los casos el agua de los puntos inventariados no se utiliza.
- Las aguas procedentes de materiales calcáreos presentan, en general, facies *Bicarbonatada cálcica* o *cálcico-magnésica*, dureza *Media* y mineralización *Ligera*. Las aguas procedentes de materiales cuarcíticos, debido a las características propias de los mismos, presentan muy bajo contenido en sales siendo, en general, aguas de mineralización *Muy débil* o *Sin mineralización*, *Blandas* o *Muy blandas* y con facies muy heterogéneas, en las que intervienen las distintas especies iónicas en proporciones variables.
- En los acuíferos costeros de Llanes y Ribadesella, en algunos puntos próximos al mar se han detectado concentraciones en cloruros superiores a las analizadas en el resto de la unidad, que pudieran ser debidas al efecto "rociada marina" o al lavado de materiales que han estado inundados por agua de mar.

I.R.H.	ID	Fecha	Parámetro
1504.8.0021	L4	26/04/96	NO ₂ : 1,5 mg/L
1604.1.0001	L5	23/04/96	NO ₂ : 0,65 mg/L
1604.1.0001	L5	24/05/96	NO ₂ : 2,3 mg/L
1604.5.0005	L13	26/04/96	NO ₂ : 1,5 mg/L
1604.7.0004	L31	27/05/96	pH: 5,8
1504.2.0004	R3	18/04/96	pH: 4,8
1504.3.0008	R11	07/05/96	NO ₃ : 34 mg/L; NO ₂ : 0,42 mg/L; NH ₄ : 1,08 mg/L; P ₂ O ₅ : 1,22 mg/L
1504.4.0004	R15	06/05/96	pH: 6,4
1504.8.0022	C16	06/05/96	pH: 6,3
1604.8.0019	C27	14/05/96	NO ₂ : 0,15 mg/L
1404.4.0006	S2	16/04/96	pH: 6; NH ₄ : 0,48 mg/L
1404.4.0020	S7	15/04/96	NO ₂ : 0,1 mg/L
1404.4.0021	S8	15/04/96	SO ₄ : 237 mg/L
1404.4.0024	S9	16/04/96	pH: 6
1504.1.0002	S13	17/04/96	pH: 4,9
1504.1.0008	S15	17/04/96	pH: 4,7
1504.4.0011	M3	25/04/96	pH: 6,4
1504.4.0012	M4	25/04/96	pH: 6

- La calidad de las aguas subterráneas analizadas es, en general, buena tanto para consumo humano como para uso agrícola y ganadero, si bien en los análisis realizados en el año 1.996 se detectaron las anomalías puntuales, según la normativa europea 98/83/CE y la española R.D. 1138/1.990, que se expresan en el cuadro anterior.

6.- INFORME FINAL

Tras el desarrollo de las labores que constituyen el Plan de Trabajo de este proyecto, así como el análisis de los datos obtenidos y los estudios que cubren los aspectos hidroclimático, hidrogeológico, etc., de la unidad, se procedió a la redacción y elaboración del Informe Final cuya estructura se expresa a continuación.

TOMO I.- INTRODUCCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN DEL ESTUDIO

1.1.- ANTECEDENTES

1.2.- INTRODUCCIÓN

2.- DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

4.- PLAN DE TRABAJO

5.- CONSIDERACIONES FINALES

6.- INFORME FINAL

TOMO II.- MARCOS GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

1.- SITUACIÓN Y LÍMITES DE LA UNIDAD

2.- GEOLOGÍA

2.1.- MARCO GEOLÓGICO

2.2.- ESTRATIGRAFÍA

2.3.- TECTÓNICA

TOMO III.- ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO

1.- INTRODUCCIÓN

2.- DATOS DE PARTIDA

3.- ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN

3.1.- ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS

3.2.- MÓDULOS PLUVIOMÉTRICOS ANUALES Y AÑOS TIPO

3.3.- ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA

3.4.- EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

3.5.- EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL Y LLUVIA ÚTIL

3.5.1.- Introducción

3.5.2.- Método del balance mensual del agua en el suelo

3.5.3.- Métodos de Turc y Coutagne

3.5.4.- Contraste de los métodos y establecimiento de los coeficientes de escorrentía

ANEXOS

ANEXO 1.- SERIES PLUVIOMÉTRICAS

ANEXO 2.- DEFINICIÓN DE AÑOS TIPO

ANEXO 3.- SERIES TERMOMÉTRICAS

ANEXO 4.- EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL SEGÚN THORNTHWAITE

ANEXO 5.- BALANCE HÍDRICO MENSUAL

ANEXO 6.- RESULTADOS ETR Y LLUVIA ÚTIL SEGÚN COUTAGNE Y TURC

TOMO III. APÉNDICE 1.- AFOROS 1.996-1.997

1.- INTRODUCCIÓN

2.- RÍO DEVA

3.- INTERFLUVIO ENTRE LOS RÍOS PURÓN Y DEVA

4.- RÍO PURÓN

5.- INTERFLUVIO ENTRE LOS RÍOS CABRAS Y PURÓN

6.- RÍO CABRAS O BEDÓN

7.- INTERFLUVIO ENTRE LOS RÍOS SELLA Y CABRAS

8.- AFLUENTES DEL RÍO SELLA POR SU MARGEN DERECHA

9.- AFLUENTES DEL RÍO GÜEÑA POR SU MARGEN DERECHA

10.- RÍO SELLA

11.- AFLUENTES DEL RÍO SELLA POR SU MARGEN IZQUIERDA

12.- INTERFLUVIO ENTRE LA RÍA DE VILLAVICIOSA Y EL RÍO SELLA

ANEXOS

ANEXO 1.- CÁLCULO DE AFOROS. AGOSTO-SEPTIEMBRE 1.996

ANEXO 2.- CÁLCULO DE AFOROS. MARZO 1.997

ANEXO 3.- CÁLCULO DE AFOROS. OCTUBRE 1.997

TOMO IV.- INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

1.- INTRODUCCIÓN

2.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS INVENTARIADOS

3.- DESCRIPCIÓN DEL INVENTARIO

4.- ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

5.- CARACTERÍSTICAS DEL INVENTARIO EN FUNCIÓN DE LOS ACUÍFEROS DEFINIDOS

6.- CONSIDERACIONES FINALES

ANEXOS

ANEXO 1.- FICHAS (1)

ANEXO 2.- FICHAS (2)

TOMO V.- BALANCE Y CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

- 1.- DATOS BÁSICOS DEL PLAN HIDROLÓGICO
 - 1.1.- ZONIFICACIÓN Y ASPECTOS GENERALES
 - 1.2.- PLUVIOMETRÍA Y EVAPOTRANSPIRACIÓN
 - 1.3.- HIDROLOGÍA Y APORTACIONES
 - 1.4.- APORTACIONES SUBTERRÁNEAS
 - 1.4.1.- Sistema 25. Deva-Cares
 - 1.4.2.- Sistema 26. Costa Astur Oriental
 - 1.4.3.- Sistema 27. Sella-Piloña
- 2.- ACUÍFEROS
 - 2.1.- ACUÍFERO DE LA SIERRA DEL SUEVE
 - 2.2.- ACUÍFERO COSTERO DE RIBADESELLA
 - 2.3.- ACUÍFERO DEL MOFRECHU
 - 2.4.- ACUÍFERO DE LA SIERRA DEL CUERA
 - 2.5.- ACUÍFERO COSTERO DE LLANES
- 3.- PARÁMETROS HIDRÁULICOS
- 4.- PIEZOMETRÍA
- 5.- CALIDAD QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
- 6.- AFOROS
- 7.- FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO
 - 7.1.- GENERALIDADES
 - 7.2.- CUANTIFICACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE RECARGA Y DESCARGA
 - 7.2.1.- Acuífero de la Sierra del Suevo
 - 7.2.2.- Acuífero Costero de Ribadesella
 - 7.2.3.- Acuífero de Mofrechu
 - 7.2.4.- Acuífero de la Sierra del Cuera
 - 7.2.5.- Acuífero Costero de Llanes
- 8.- BALANCE HÍDRICO
 - 8.1.- ESTUDIO DE LOS ACUÍFEROS CÁRSTICOS
 - 8.2.- BALANCE HÍDRICO DE LOS ACUÍFEROS
 - 8.2.1.- Acuífero de la Sierra del Suevo
 - 8.2.2.- Acuífero Costero de Ribadesella
 - 8.2.3.- Acuífero de Mofrechu
 - 8.2.4.- Acuífero de la Sierra del Cuera

8.2.5.- Acuífero Costero de Llanes

**8.3.- RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS DE LA UNIDAD
HIDROGEOLÓGICA**

ANEXOS

ANEXO 1.- RESUMEN DE LAS CAMPAÑAS DE AFOROS

TOMO VI.- USOS, DEMANDAS Y EXTRACCIONES

1.- INTRODUCCIÓN

2.- DATOS DEL PLAN HIDROLÓGICO

- 2.1.- ABASTECIMIENTO HUMANO**
- 2.2.- DEMANDA PARA REGADÍOS**
- 2.3.- DEMANDA INDUSTRIAL**
- 2.4.- DEMANDA TOTAL**
- 2.5.- PRINCIPALES PROBLEMAS PLANTEADOS**

3.- PLANTEAMIENTO GENERAL DE LAS ENCUESTAS

4.- DATOS DEMOGRÁFICOS Y URBANÍSTICOS

- 4.1.- POBLACIÓN MUNICIPAL**
- 4.2.- POBLACIÓN ESTACIONAL**
- 4.3.- ACTUACIONES URBANÍSTICAS**

5.- DATOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO MUNICIPAL

- 5.1.- ALCANCE DEL ABASTECIMIENTO**
- 5.2.- RECURSOS HIDRÁULICOS UTILIZADOS**
- 5.3.- CALIDAD DE LOS RECURSOS**
- 5.4.- INSTALACIONES PRINCIPALES**
- 5.5.- PROBLEMAS DEL ABASTECIMIENTO**

6.- DATOS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO MUNICIPAL

- 6.1.- ALCANCE DEL SANEAMIENTO**
- 6.2.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO**
- 6.3.- PROBLEMAS DEL SANEAMIENTO**

7.- TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

8.- ESTACIONES DEPURADORAS

9.- CONCLUSIONES

ANEXOS

ANEXO 1.- MODELO DE ENCUESTA MUNICIPAL (LLANES)

DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA.- ENCUESTAS MUNICIPALES

TOMO VII.- HIDROQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

1.- INTRODUCCIÓN

2.- METODOLOGÍA

2.1.- SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

2.2.- TÉCNICAS ANALÍTICAS

2.3.- METODOLOGÍA

3.- CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA

3.1.- ACUÍFERO COSTERO DE LLANES

3.2.- ACUÍFERO COSTERO DE RIBADESELLA

3.3.- ACUÍFERO SIERRA DEL CUERA

3.4.- ACUÍFERO SIERRA DEL SUEVE

3.5.- ACUÍFERO DEL MOFRECHU

4.- CONTAMINACIÓN

4.1.- METODOLOGÍA

4.2.- ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES

4.3.- ESTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN FUNCIÓN DE SU USO

5.- DEFINICIÓN DE UNA RED DE CONTROL DE LA CALIDAD