

INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA

DE LA CUENCA DEL DUERO

SISTEMAS N^{OS} 8 Y 12

TOMO III

III. HIDROLOGIA SUPERFICIAL

CONSULTOR :

INIFIG



OCTUBRE, 1979

INSTITUTO
GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA



MINISTERIO DE
INDUSTRIA Y
ENERGIA

COMISARIA
DE LA ENERGIA Y
RECURSOS MINERALES

33676

MINISTERIO
DE
INDUSTRIA Y ENERGIA

IGME
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

PROYECTO PARA LA INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA
DE LA CUENCA DEL DUERO
SISTEMAS N^{os}. 8 Y 12

TOMO III

III. HIDROLOGIA SUPERFICIAL

*

CONSULTOR:

INIFIG



OCTUBRE, 1979

CAPITULO III

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

CAPITULO III.- HIDROLOGIA DE SUPERFICIE

S U M A R I O

1. INTRODUCCION
2. PRECIPITACION
 - 2.1. Red pluviométrica
 - 2.2. Homogeneización de series pluviométricas anuales
 - 2.3. Isoyetas anuales características
 - 2.4. Evolución de la precipitación en el dominio Terciario
-Cuaternario.
3. EVAPOTRANSPIRACION
4. RECURSOS DE AGUA SUPERFICIAL
 - 4.1. Red Foronómica
 - 4.2. Aportaciones
 - 4.3. Regulación
 - 4.4. Aprovechamientos de agua
 - 4.5. Balances de agua
5. REGULACION ENTRE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS
 - 5.1. Río Duero
 - 5.2. Ríos Arandilla, Bañuelos y Gromejón
 - 5.3. Río Rianza
 - 5.4. Río Cega
 - 5.5. Río Pisuerga
 - 5.6. Río Valdavia
 - 5.7. Río Odra
 - 5.8. Río Arlanza
 - 5.9. Río Arlanzón
 - 5.10. Río Ucieza
 - 5.11. Río Esgueva
 - 5.12. Río Adaja
 - 5.13. Río Eresma
 - 5.14. Ríos Guareña, Trabancos y Zapardiel
 - 5.15. Ríos Hornija y Bajoz
 - 5.16. Ríos Valderaduey y Cea
 - 5.17. Ríos Esla
 - 5.18. Río Tormes
 - 5.19. Síntesis regional

C U A D R O S

- Cuadros n° III.1.1 al III.1.6. Características de las estaciones de aforo.
- Cuadro n° III.2. Valores característicos de los caudales medidos en las estaciones de aforo.
- Cuadro n° III.3.1. Regulación de la cuenca del Duero. Embalses en explotación y construcción.
- Cuadro n° III.3.2 Regulación en la cuenca del Duero. Embalses en proyecto y estudio.
- Cuadro n° III.4 Extensiones regables con aguas de superficie.
- Cuadro n° III.5 Balances de agua.
- Cuadros n° III.6.1 a III.6.6. Caudales aforados e incrementos - medios en los ríos controlados durante el - Proyecto.
- Cuadro n° III.7 Caudales diferenciales en el Bajo Duero.
- Cuadro n° III.8 Caudales aforados en las cuencas de cabecera de los ríos Esgueva, Gromejón, Bañuelos y - Arandilla.
- Cuadro n° III.9- Aportaciones restituídas en las cuencas de - cabecera de los ríos Esgueva, Gromejón, Bañuelos y Arandilla.
- Cuadro n° III.10 Aportaciones subterráneas en las cuencas de cabecera de los ríos Esgueva, Gromejón, Bañuelos y Arandilla.
- Cuadro n° III.11 Balances en las cuencas de cabecera (zona - del Cretácico y Terciario) de los ríos Esgueva, Gromejón, Bañuelos y Arandilla.

G R A F I C O S

- Gráfico n° III.1.1 a III.1.10. Distribución de frecuencia de - la precipitación anual.
- Gráfico n° III.2 Histogramas de la precipitación anual.
- Gráfico n° III.3 Evolución de la precipitación estacional en el conjunto Terciario-Cuaternario.

- Gráfico nº III.4.1 y III.4.2. Relaciones entre la precipitación media anual y la evapotranspiración efectiva en función de la capacidad de retención de agua del suelo.
- Gráfico nº III.5 Situación de los puntos de aforo en el Alto Duero.
- Gráfico nº III.6 Situación de los puntos de aforo en el Bajo Duero.
- Gráfico nº III.7 Esquema de la red de drenajes y riego del Alto Duero.
- Gráfico nº III.8 Esquema de la red de drenaje y riego del Bajo Duero.
- Gráfico nº III.9 Limnigrama del río Duero en Aranda de Duero.
- Gráfico nº III.10 Situación de los puntos de aforo en las cabeceras de los ríos Esgueva, Gromejón, Bañuelos y Arandilla.
- Gráfico nº III.11.1 al III.11.12. Hidrogramas en los puntos de control de las cabeceras de los ríos Esgueva, Bañuelos, Gromejón y Arandilla.
- Gráfico nº III.12 Situación general de los tramos aforados en el río Pisuerga.
- Gráfico nº III.13 Situación de las secciones de aforo en el río Pisuerga y afluentes.
- Gráfico nº III.14 Situación de las secciones de aforo en el río Arlanzón y afluentes.

P L A N O S

- Plano nº III.1 Situación de la red pluviométrica.
- Plano nº III.2 Características de las series pluviométricas.
- Plano nº III.3 Isoyetas medias anuales del período 1942-43 a 1971-72.
- Plano nº III.4 Isoyetas del año seco (1956-57).
- Plano nº III.5 Isoyetas del año húmedo (1965-66).
- Plano nº III.6 Red de polígonos de Thiessem.
- Plano nº III.7 Situación y características de la red hidrométrica.

1.- INTRODUCCION

La cuenca del Duero situada en territorio nacional tiene - una extensión que supera los 77.000 km² y representa, aproximadamente, el 16% de la superficie peninsular española.

Del conjunto Terciario-Cuaternario detrítico que integra - los Sistemas núms. 8 y 12 del P.I.A.S. el n° 8 (40.000 km²) ocupa la zona central de la cuenca del Duero (entre los - ríos Arandilla y Esla), asimétricamente atravesada en sentido E-W por este río (70% de su superficie en la margen derecha), mientras que el n° 12 (4.500 km²) constituye su prolongación hacia el SW, mediante una estrecha faja que ocupa parte de las cuencas medias de los ríos Tormes a Agueda.

Aunque el Proyecto se refiere a los mencionados Sistemas, - el estudio hidrológico, en determinados aspectos (balances, regulación etc) adquiere un carácter necesariamente más amplio e incluye las cabeceras de cuenca que bordean los Sistemas.

Dado que el clima de la zona, a grandes rasgos, se ha descrito anteriormente (Apdo. n° 2.2, Capítulo I) únicamente - se van a reconsiderar, con cierto detalle, aquellos parámetros climáticos (precipitación y evapotranspiración) más directamente relacionados con la escorrentía.

El estudio hidrológico parte de la elaboración de los datos hidroclimatológicos facilitados por la Comisaría de Aguas y la Confederación Hidrográfica del Duero, el Centro de Estudios Hidrográficos y el Centro Meteorológico del Duero y se apoya en algunos de los resultados obtenidos en los capítulos.

los dedicados a la utilización del agua (Capítulo II) y en los resultados alcanzados en las diversas campañas de aforo realizadas, Únicamente en lo que se refiere a la regulación de los recursos de agua, se han recogido los resultados obtenidos en el estudio general más completo disponible.

2.- PRECIPITACION

El resumen pluviométrico realizado tiene como objeto el conocimiento de los parámetros de mayor interés para el estudio hidrogeológico en el que se integra. Se ha limitado, - por tanto, a la elaboración de las isoyetas anuales que caracterizan un período amplio de tiempo y al cálculo de la evolución estacional de la precipitación en aquellos años, recientes, de control piezométrico regional.

2.1.- Red pluviométrica

La recopilación de datos pluviométricos, aunque se ha centrado en la zona situada aguas abajo del río - Ucero, se refiere prácticamente a toda la cuenca del Duero debido al necesario recubrimiento.

El número de pluviómetros consultados asciende a - unos 625. Los datos proceden del Centro de Estudios Hidrográficos (hasta el año 1971-72), de la Comisaría de Aguas del Duero (años 1972 a 1977) y del Centro Meteorológico del Duero (1978-79).

El período de funcionamiento de las estaciones pluviométricas se elaboró en forma gráfica, con objeto de conseguir una visión de conjunto de los datos disponibles. Asimismo, se situaron en un plano todos - los pluviómetros utilizados de acuerdo con la clasificación del Servicio Meteorológico Nacional (planos n° III.1.2). Tratando de conseguir la mayor densidad de información pluviométrica posible, se seleccionó como período de estudio el de 1942-43 a 1971-72.

Los datos recopilados se elaboraron sin análisis ni contrastes previos. Unicamente, en el posterior trazado de isolíneas, se obviaron aquellos valores que no encajaban en la tendencia general.

La densidad de la red actual es de un pluviómetro cada 125 km^2 cifra aceptable en el conjunto de la Cuenca aunque encubre la situación existente en los bordes montañosos, donde el número y localización de las estaciones restan precisión a las estimaciones. A esta imprecisión se une la falta de conocimiento sobre el papel desempeñado por las áreas de influencia nival.

2.2.- Homogeneización de series pluviométricas anuales

El examen simultáneo de los gráficos relativos al período de funcionamiento y a la situación de la red pluviométrica condujo a la selección de 160 puntos, regularmente distribuidos en la Cuenca (plano n° III.1), en los que se completó la serie anual del período de cálculo (1942-43 a 1971-72).

El proceso de homogeneización de datos seguidos es el siguiente:

- a) Formación de grupos de estaciones atendiendo a su proximidad geográfica, altitud, exposición y valor de la precipitación media anual en el período disponible.
- b) Obtención de las rectas de regresión entre todas las parejas de estaciones dentro de cada grupo.

c) Utilización de la regresión de mayor coeficiente de correlación para el completado de datos no observados en cada pluviómetro.

Una vez obtenidas las series anuales completas se calculó el valor medio anual en cada punto recogiendo esta cifra, junto con la de la media de los años históricos y el número de éstos, en el plano n° III.2.

Las series históricas completadas se han incluido en el Anejo n° III.1. Por otro lado, en el Anejo n° 3 del informe provisional se resumieron los cálculos de regresión lineal realizados relativos a los 19 grupos de estaciones formados.

2.3.- Isoyetas anuales características

Los valores medios de las series completadas y la distribución del relieve en la cuenca han servido de base para el trazado de las isoyetas medias anuales (plano n° III.3). Estas isoyetas muestran la mayor parte del sistema n° 8 incluida en la isolínea de 500 mm con tres núcleos por debajo de los 400 mm. El mayor de ellos comprende el triángulo Valladolid-Salamanca-Zamora afectando especialmente a las cuencas de los ríos Zapardiel, Trabancos y Guareña, centrándose los otros dos, mucho más reducidos de extensión, en Benavente (Bajo Esla) y en las proximidades de Palencia.

En los bordes de los sistemas las precipitaciones varían entre los 600-900 mm/año de la zona Norte (comprendida entre los ríos Orbigo y Pisuerga) y los 450 mm/año del límite meridional (ríos Tormes a Eresma).

Los valores más elevados (1.500-1.800 mm/año) se producen en las cuencas altas de los ríos Esla, Porma y Carrión. En el Sistema Central los valores máximos se producen en las cabeceras del Eresma y Tormes (1.100-1.300 mm/año).

Para tener una idea de la irregularidad interanual de la precipitación se seleccionaron diez estaciones convenientemente distribuidas en los Sistemas estudiados, de las que se representaron los histogramas de precipitación anual y las correspondientes curvas de distribución de frecuencias (gráficos núms. III.1.1 a III.1.10). El coeficiente de irregularidad interanual, definido como relación entre las precipitaciones con probabilidad de ser superadas del 10 y 90%, es superior a dos en el conjunto de la zona dando el máximo Salamanca, en donde se acerca a 2,5. El mínimo corresponde a Huermeces, con un coeficiente de 1,75.

Aunque la situación de los años secos y húmedos aparece cronológicamente dispersa, existen dos épocas secas, una entre los años 1946 y 57, particularmente generalizada en 1946-48 y 1950-57, y otra desde 1973 a 1977. El período húmedo más generalizado en la cuenca comprende los años 1958 a 1966.

De los histogramas de precipitación (Gráfico nº III.2) y del examen de las series de aportaciones anuales -

medidas en las estaciones de aforo se han elegido como años secos y húmedos los años 1956-57 y 1965-66 - respectivamente. Al referirse esta situación a toda la cuenca en general, puede suceder que en alguna de terminada subcuenca estos años no tuvieran las características señaladas.

Con apoyo en todos los pluviómetros en funcionamiento en los años respectivos se han trazado las isoyetas del año seco (plano n° III.4) y del año húmedo - (plano n° III.5).

Durante el año 1956-57 la mayor parte de los Sistemas está comprendida en la isoyeta de 300 mm, elevándose las precipitaciones a 400-500 mm únicamente en el borde norte (entre los ríos Orbigo y Pisuerga). - Otra excepción sería la cuenca alta del Riaza. Por debajo de los 200 mm/año se presenta un área próxima a Palencia y otra en la cuenca alta del Zapardiel, estando ampliamente representada la isoyeta de 250 mm.

El año húmedo (1965-66) muestra la parte central de los Sistemas comprendida en la isoyeta de 600 mm, - que se aproxima al límite meridional, y unos bordes Norte y Este comprendidos entre las isolíneas de 600 y 1.000 mm/año. Los valores mínimos son de 400 mm y afectan a las cuencas de los ríos Guareña, Trabancos, Zapardiel y Adaja.

En el cuadro n° III.2 se han incluido las precipitaciones medias anuales correspondientes a las cuencas de mayor interés obtenidas mediante planimetrado entre isoyetas.

2.4.- Evolución de la precipitación en el dominio Terciario-Cuaternario

Con objeto de comparar posteriormente la evolución de los niveles piezométricos, controlados semestralmente desde finales de 1972, con la de la precipitación se ha evaluado ésta en el dominio Terciario-Cuaternario utilizando el método de los polígonos de Thiessen con base mensual. Este procedimiento asegura una buena precisión de cálculo dado el suave relieve de la zona.

Para el trazado de la red de polígonos se seleccionaron 60 pluviómetros entre los de mejor funcionamiento de acuerdo con la información proporcionada por la Delegación en Valladolid del Servicio Meteorológico Nacional (plano n° III.6).

Los resultados se han totalizado semestral (Octubre-Marzo y Abril-Septiembre) y anualmente considerando, además, la zona de estudio dividida en dos partes por el río Duero.

En el gráfico n° III.3 figura la evolución semestral y anual de la precipitación ocurrida en las dos márgenes y en el total de los sistemas.

3.- EVAPOTRANSPIRACION

Un parámetro de gran importancia en un balance de agua es la evapotranspiración ocurrida en el área y período de referencia. Debido al gran número de factores que sobre ella inciden (tipo de suelo, uso de la tierra, relieve, etc) es difícil su cuantificación siendo norma usual el dar una idea de su orden de magnitud a través de la evapotranspiración - potencial y en aproximarse al valor real por medio de unos balances de humedad que se apoyan en unas supuestas capacidades de retención de agua en el suelo.

Evapotranspiración potencial

De las estaciones incluidas en el "Estudio agroclimático de la cuenca del Duero (INIA 1973) se seleccionaron veinte cuyos datos medios mensuales pueden verse en el Anejo n° 4 - del Informe provisional.

La evapotranspiración potencial media varía entre 575 y 740 mm/año con un valor promedio en la zona de 680 mm/año (Thornt^hwaite). El mes de mayor evapotranspiración potencial es el de Julio con un promedio de 125 mm produciéndose el mínimo en Enero con 8,5 mm.

Balances de humedad

La influencia del tipo de suelo en la evapotranspiración se ha tratado de representar en el gráfico n° III.4 en el que figura, por zonas, la variación de aquella en función de la precipitación media anual y de la capacidad de retención de

agua en el suelo (se supone la igualdad del resto de factores condicionantes).

En la zona oriental se comprueba que, debido al clima, para disponer de excedentes de humedad es preciso que la precipitación media supere los 300 mm/año si la capacidad de retención de agua en el suelo es de 50 mm (que correspondería, - por ejemplo, a suelos de arenas finas que soportan una vegetación de raíces someras) teniendo que superar los 650 mm/año si las capacidades de retención suben a 250 mm (que podría corresponder a unos suelos arenosos finos en este caso sustentando un bosque denso).

Para llegar a los mismos resultados en la zona occidental se precisarían precipitaciones 50 mm/año por debajo de las anteriores.

Con una lluvia media de 500 mm/año y una capacidad de retención de 100 mm (cifra ampliamente utilizada como referencia en este tipo de balances de humedad y que puede corresponder a diversas situaciones del complejo suelo-cubierta vegetal) se obtendría un excedente de agua de 50 mm/año (evapotranspiración del 90% de la precipitación) en la zona oriental y de 75 mm/año (evapotranspiración del 85% de la precipitación) en la occidental.

En el Anejo n° 4 del Informe provisional se incluyeron los balances puntuales de humedad que han facilitado el intento de resumir las características de la evapotranspiración en la zona de estudio.

4.- RECURSOS DE AGUA SUPERFICIAL

Este apartado, que se central en la descripción del régimen de los cursos de agua que atraviesan los Sistemas en estudio, se inicia con un análisis de los datos foronómicos existentes e incluye un resumen de las posibilidades teóricas de regulación en la cuenca y de los aprovechamientos de aguas como pasos necesarios para la interpretación de los caudales observados y el establecimiento de balances de agua.

4.1.- Red foronómica

En la cuenca del Duero, y de posible utilización en el estudio, funcionan o han funcionado cerca de 100 estaciones hidrométricas, dependientes en su mayor parte del Ministerio de Obras Públicas.

La situación y tipo de instalación actualmente existente en estas estaciones se ha reflejado en el plano n° III.7, resumiéndose en los cuadros núms.III.1.1 al III.1.6 sus principales características (coordenadas, nombre, río, períodos de funcionamiento, etc).

Existen diversas obras de almacenamiento y distribución de los recursos de agua superficial (plano n° III.8) que alteran, en ocasiones notablemente, el régimen hídrico natural. Del efecto originado por estas obras sólo suele haber un control sistemático de la reserva de agua embalsada mientras que de los canales en explotación, únicamente se publican datos de los retornos de riego del Canal de Castilla en su ramal de Tierra de Campos.

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES DE AFORO

Número	Río	Nombre	Coordenadas	Altitud del cero de la escala (m.)	Períodos de funcionamiento	Superficie (km ²)	OBSERVACIONES
3	BUREJO	QUINTANATELLO	Long. 0°45'34''W Lat. 42° 43'52''	934	Desde 1941-42	56	Escala y Limnigrafo. En aguas altas las condiciones de medida son malas y en aguas bajas regulares.
7	DUERO	SAN ESTEBAN DE GORMAZ	0°28'22''E 41°34'30''	850	Desde 1921-22	6.494	Escala y Limnigrafo. Control de calidad. Previsión de Avenidas.
9	RIAZA	RIAZA	0°13'03''E 41°16'55''	1.040	Desde 1915-16	36	Escala, Limnigrafo. Tramo canalizado Red de -- sólidos en suspensión.
10	RIAZA	LINARES DEL ARROYO	0°08'01''E 41°31'47''	890	Desde 1936-37	756	Escala, Limnigrafo y vertedero.
11	PORMA	VEGAMIAN	1°35'45''W 42°56'02''	1.034	Desde 1942-43	220	Escala, Limnigrafo, tramo canalizado y vertedero. En aguas altas regulares y en aguas bajas buenas.
13	DUERO	ARANDA DE DUERO	0°03'05''E 41°38'56''	788	Desde 1973-74	7.356	Escala, Limnigrafo y cable de orilla Control - de calidad.
14	DUERO	PEÑAFIEL	0°26'01''W 41°37'08''	727	Desde 1921-22	11.905	Red de calidad de aguas. Escala y limnigrafo en cauce natural. Previsión de avenidas.
15	DUERO	HERRERA DE DUERO	0°58'45''W 41°33'53''	685	Desde 1912-13	12.740	Escala, Limnigrafo y cable de orilla.
20	PISUERGA	AGUILAR DE CAMPOO	0°35'38''W 42°47'37''	903	Desde 1954-55	546	Escala, limnigrafo, tramo canalizado y pasarela
24	PISUERGA	ALAR DEL REY	0°37'46''W 42°39'19''	845	Desde 1925-26	1.106	Escala, Limnigrafo y cable de orilla. Previsión de avenidas. Red calidad. Condiciones de medida regulares en aguas altas y bajas.
27	PISUERGA	DUEÑAS	0°50'57''W 41°51'59''	705	Desde 1972-73	13.560	Escala y limnigrafo en cauce natural condiciones de medida malas.
29	PISUERGA	CORDOBILLA LA REAL	0°34'42''W 42°04'48''	735	Desde 1941-42	4.227	Escala y limnigrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Red de calidad. Condiciones de medida en aguas altas y bajas, regulares.
30	ARLANZA	COVARRUBIAS	0°09'50''E 42°03'24''	880	Desde 1939-40	1.200	Escala, Limnigrafo y cable de orilla. Previsión de avenidas. Condiciones de medida buenas
31	ARLANZA	PERAL DE ARLANZA	0°23'10''W 42°04'46''	766	Desde 1940-41	2.413	Escala y Limnigrafo en cauce natural. Red de calidad. Condiciones de medida malas.

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES DE AFORO

Número	Río	Nombre	Coordenadas	Altitud del cero de la escala (m.)	Períodos de funcionamiento	Superficie (km. ²)	OBSERVACIONES
32	ARLANZON	VILLASUR DE -- HERREROS	Long. 0°18'22"E Lat. 42°18'30"	1040	Desde 1972-73	153	Escala, limnógrafo, tramo canalizado, pasarela y canal sensible. Condiciones de medidas buenas.
33	ESGUEVA	CASTROVERDE	0°31'57"W 41°45'17"	777		700	Previsión de avenidas.
35	GRANDE	OTERO DE GUARDO	1°09'48"W 42°51'49"	1.190	Desde 1961-62	55	Escala en cauce natural.
36	ARLANZA	QUINTANA DEL PUENTE	0°30'38"W 42°05'54"	750	Desde 1937-38	5.193	Escala, limnógrafo y cable de orilla. Previsión de avenidas. Red de calidad. Condiciones de -- medidas buenas.
37	CARRION	PANTANO DE COMPUERTO	1°08'40"W 42°51'20"	1.137	Desde 1963-64	307	Escala. Anulada la estación en el año 70-71. Datos posteriores obtenidos de la explotación del embalse.
38	CARRION	AZUD DE VELILLA DE GUARDO	1°09'50"W 42°48'34"	1.100	Desde 1919-20 a 1961-62 Desde 1966-67	392	Escala y limnógrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Red de calidad. Iberduero S.A.
39	LACUEZA	CASTRILLEJO DE OLMA	0°55'15"W 42° 14'06"	790	Desde 1962-63 a 1968-69	365	Escala en cauce natural. Funcionamiento de la estación deficiente.
40	CARRION	VILLOLDO	0°54'40"W 42° 14'37"	787	Desde 1940-41	973	Escala y limnógrafo en cauce natural. Red de control de calidad.
41	UCIEZA	VILLALCAZAR DE SIRGA	0°50'10"W 42°19'15"	794	Desde 1972-73	312	Escala y limnógrafo en cauce natural. Condiciones de medida, buenas en aguas altas.
42	CARRION	PALENCIA	0°52'03"W 42°03'04"	736	Desde 1940-41	2.222	Escala y limnógrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Red calidad de agua. Condiciones de medida regulares.
43	PISUERGA	CABEZON	0°57'07"W 41°44'28"	696	Desde 1937-38	14.283	Escala limnógrafo y cable de orilla en cauce natural. Red de calidad de agua.
44	ESGUEVA	VALLADOLID	1°01'23"W 41°39'04"	695	Desde 1939-40	997	Escala en cauce natural.
45	PISUERGA	SIMANCAS	1°07'52"W 41°35'19"	672	Sin Servicio	15.790	Control de calidad de aguas.
46	ADAJA	AVILA	1°01'17"W 40°39'34"	1.060	Desde 1942-43	770	Escala y limnógrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Control de calidad. Condiciones de medida de la estación malas.

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES DE AFORO

Número	Río	Nombre	Coordenadas	Altitud del cero de la escala (m.)	Períodos de funcionamiento	Superficie (km ²)	OBSERVACIONES
47	VOLTOYA	MEDIANA	0251'07" W 40243'00"	1.075	Desde 1960-61	140	Escala, limnógrafo, tramo encauzado, cable de orilla y canal sensible. Condiciones de medida buenas en aguas bajas y
49	ESGUEVA	CABAÑES DE ESGUEVA	0206'07"W 41249'45"	872	Desde 1945-46 a 1955-56. Desde 1957-58	271	Escala, limnógrafo, tramo canalizado y -- vertedero. Condiciones de medida malas.
53	ERESMA	BERNARDOS	0239'30"W 41209'18"	775	Desde 1964-65	1.438	Escala en cauce natural.
54	DUERO	VILLAMARCIEL	1211'18"W 41231'36"	671	Desde 1921-22	36.570	Escala, limnógrafo y cable de orilla en cauce natural. Previsión de avenidas. Control de calidad de agua.
56	ADAJA	VALDESTILLAS	1204'56"W 41229'32"	688	Desde 1940-41	5.202	Escala, limnógrafo y cable de orilla en cauce natural. Red control calidad de agua. Condiciones de medidas buenas en aguas bajas.
57	PIRON	VILLOVELA DE PIRON	0226'05"W 41206'42"	896	Desde 1972-73	172	Escala y limnógrafo en cauce natural. Condiciones de medida de la estación malas.
60	ORBIGO	CEBRONES DEL RIO	2208'29"W 42215'32"	750	Desde 1972-73	3.192	Escala y limnógrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Control de calidad. Condiciones de medida muy malas.
62	DUERO	TORO	1243'37"W 41230'53"	639	Desde 1912-13	41.808	Escala y limnógrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Red de control de calidad de agua.
64	VALDERADUEY	PUNTE VILLA- GODIO.	2201'25"W 41231'31"	623	Desde 1968-69	3.558	Escala, limnógrafo y tramo canalizado. Previsión de avenidas. Red de control de calidad.
65	TORIO	PONTEDO	1252'54"W 42258'26"	1.159	Desde 1960-61	43	Escala, limnógrafo, tramo canalizado y pasarela.
66	DUERO	CARRASCAL	2207'30"W 41229'12"	613	Desde 1961-62 al 1964-65. Desde 1966-67	46.300	Escala, limnógrafo y cable de orilla. Iberduero, S.A.
67	ESLA	RIANO	1221'28"W 42258'15"	1.033	Desde 1930-31 a 1972-73. Desde 1974-75	564	Escala en cauce natural. Red de control de calidad de agua.
68	CURUEÑO	CALDAS DE NOCEDO	1242'44"W 42258'55"	1.063	Desde 1958-59	154	Escala, limnógrafo, tramo canalizado y pasarela. Condiciones de medida buenas.
69	ESLA	VILLAFER	1253'17"W 42207'23"	720	Desde 1919-20 a 1968-69	4.662	Escala en cauce natural. Anulada en el año 1969-70.

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES DE AFORO

Número	Río	Nombre	Coordenadas	Altitud del cero de la escala (m.)	Períodos de funcionamiento	Superficie (km ²)	OBSERVACIONES
70	BERNESGA	LA ROBLA	1° 56' 45" W 42° 48' 24"	949	Desde 1937-38	340	Escala limnigrafo, pasarela y vertedero. Condiciones de medida de la estación regulares. Previsión de avenidas. Control de calidad.
71	ESLA	BENAMARIEL	1° 52' 35" W 42° 22' 14"	748	Desde 1942-43 a 1973-74	3980	Escala en cauce natural. Red de calidad de agua Anulada a partir del año 1974-75
73	CEA	SAHAGUN	1° 21' 01" W 42° 22' 02"	801	Desde 1940-41	725	Escala y limnigrafo en cauce natural. Red de control de calidad de agua. Condiciones de medida malas.
74	ESLA	CASTROPEPE	1° 56' 56" W 41° 58' 28"	700	Desde 1940-41	6783	Escala y limnigrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Red de control de calidad de agua.
75	LUNA	LA MAGDALENA	2° 08' 50" W 42° 49' 13"	1010	Desde 1968-69	527	Escala y limnigrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Condiciones de medida de la estación regulares.
76	OMANAS	SAN MARTIN DE LA FALAMOSA	2° 11' 32" W 42° 41' 10"	941	Desde 1958-59	498	Escala en cauce natural. Condiciones de medida en las estación regulares.
77	TUERTO	VILLAMECA	2° 23' 04" W 42° 38' 43"	972	Desde 1942-43	53	Escala, limnigrafo tramo canalizado, pasarela vertederos
79	ORBIGO	SANTA CRISTINA	2° 01' 19" W 42° 01' 21"	706	Desde 1942-43	4959	Escala en cauce natural. Red de calidad de aguas. Previsión de avenidas. En el año 1976-77 se sustituye por la estación de Manganeses.
82	ERIA	MORALES DE REY	2° 04' 36" W 42° 03' 27"	718	Desde 1942-43	650	Escala y limnigrafo en cauce natural.
83	OMANAS	LA GARANDILLA	2° 14' 33" W 42° 43' 14"	975	Desde 1969-70	402	Escala y limnigrafo en cauce natural.
84	TORMES	ENCINAS DE ARRIBA	1° 51' 58" W 40° 46' 15"	810	Desde 1969-70	2565	Escala en cauce natural.
86	TORMES	ALBA DE TORMES	1° 50' 19" W 40° 48' 42"	805	Desde 1939-40	2800	Escala y limnigrafo en cauce natural. Red de control de calidad de agua
88	TORMES	CONTIENSA	2° 14' 08" W 41° 04' 45"	740	Desde 1920-21	4814	Escala en cauce natural. Red de control de calidad de agua. Iberduero S.A.
89	ERIA	MORLA	2° 32' 54" W 42° 13' 20"	967	Desde 1943-44	280	Escala y limnigrafo en cauce natural.

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES DE AFORO

Número	Río	Nombre	Coordenadas	Altitud del cero de la escala (m.)	Períodos de funcionamiento	Superficie (km ²)	OBSERVACIONES
91	AGUEDA	CASTILLEJO DE MARTIN VIEJO	2° 58' 28" W 40° 41' 48"	571	Desde 1958-59	1700	Escala en cauce natural. Iberduero S.A.
92	AGUEDA	EMBALSE DEL A- GUEDA	2° 48' 08" W 40° 33' 24"	607	Desde 1943-44 a 1966-67 Desde 1969-70	900	Apartir del año 1930-31 los datos se obtienen de la explotación del embalse.
94	HEBRA	PUNTE RESBALA	2° 52' 28" W 40° 59' 14"	579	Desde 1961-62	2348	Escala en cauce natural. Iberduero S.A.
95	ESLA	BRETO DE LA RI- BERA	2° 04' 06" W 41° 52' 20"	695	Desde 1916-17	14432	Escala limnigrafo y cable de orilla. Red de control de calidad de agua. Condiciones de medida regulares. Iberduero S.A.
97	PISUERGA	VALLADOLID	1° 02' 45" W 41° 38' 57"	680	Desde 1969-70	15638	Escala y limnigrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Red de control de calidad de aguas
102	ESLA	LAS SALAS	1° 24' 50" W 42° 56' 02"	1100	Desde 1964-65	607	Escala en cauce natural.
103	ESLA	CISTIerna	1° 26' 38" W 42° 49' 58"	960	Desde 1964-65	716	Escala y limnigrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Condiciones de medida de la estación regulares.
104	CEA	ALMANZA	1° 20' 33" W 42° 39' 28"	895	Desde 1964-65	355	Escala y limnigrafo en cauce natural. Condiciones de medida regulares.
105	VALDERADUEY	SANTERVAS DE - CAMPOS	1° 24' 28" W 42° 12' 56"	751	Posterior al año 1973-74	283	Escala en cauce natural. Previsión de avenidas. Condiciones de medida malas.
109	ARLANZON	PANTANO DE AR- LANZON	0° 20' 54" E 42° 15' 52"	1120	Desde 1940-41	107	Se anula la estación en el año 1970-71. Los datos posteriores obtenidos de la explotación del embalse. Red de control de calidad de agua
110	DURATON	EMBALSE DE LAS VENCIA S	0° 15' 59" W 41° 24' 05"	821	Desde 1940-41	1100	Antiguamente estación de aforos denominada San Miguel de Bernuy. Datos obtenidos de la explotación del embalse.
117	ESLA	VALENCIA DE DON JUAN	1° 49' 50" W 42° 17' 40"	745		4246	Control de calidad de aguas. Previsión de avenidas. Iberduero S.A.
120	ALHANDIGA	SALVATIERRA	1° 58' 18" W 40° 39' 30"	845	Desde 1964-65	118	Escala y limnigrafo en cauce natural.
121	TORMES	SALAMANCA				4010	Escala. Control de calidad de aguas.

CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES DE AFORO

Número	Río	Nombre	Coordenadas	Altitud del cero de la escala (m.)	Periodos de funcionamiento	Superficie (km ²)	OBSERVACIONES
122	LUNA	BARRIOS DE LUNA	2° 10' 35" W 42° 50' 55" W	923	Desde 1941-42	494	Escala en cauce natural. Control de calidad.
123	TORMES	EMBALSE DE SANTA TERESA	1° 54' 50" W 40° 40' 20" W	823	Desde 1954-55 a 1956-57 Desde 1959-60	1988	Datos obtenidos en la explotación del embalse. Previsión avenidas.
124	SEQUILLO	MEDINA DE RIOSECO	1° 21' 00" W 41° 52' 57" W	730	Desde 1972-73	802	Escala y limnógrafo en cauce natural. Previsión de avenidas. Condiciones de medida malas.
125	UBIERNA	SOTOPALACIOS	0° 00' 20" E 42° 25' 23" W	853	Posterior al año 1974-75	281	Escala y limnógrafo en cauce natural.
126	VALDERADUEY	VILLARDIGA ó S. MARTIN DE VALDERADUEY					Escala y limnógrafo en cauce natural. Condiciones de medida de la estación malas.
127	MAZORES	TARAZONA					Escala y limnógrafo en cauce natural. Condiciones de medida de la estación regulares.
128	GUAREÑA	VADILLO					Escala y limnógrafo en cauce natural. Condiciones de medida de la estación malas.
129	GUAREÑA	C ^r ta. TORO-CAS TRONUÑO			Desde Abril de 1976		Escala y limnógrafo en cauce natural. Condiciones de medida de la estación buenas.
130	DURATON	PEÑAFIEL			Desde Abril de 1976		Escala y limnógrafo en cauce natural. Condiciones de medida en la estación regulares.
132	DUERO	QUINTANILLA					Escala, limnógrafo y cable de orilla.
134	CARRION	GUARDO			Desde Abril de 1976		Escala y limnógrafo en cauce natural. Condiciones de medida regulares.
143	CEA	CASTROBOL					Escala en cauce natural.
	TERA	PUENTE MOZAR					Perteneciente a Iberduero
401	CANAL DE CASTILLA	MEDINA DE RIOSECO					Escala y limnógrafo. Condiciones de medida regulares.

La mencionada alteración del régimen natural, que afecta a los ríos incluso antes de entrar en el dominio Terciario-Cuaternario estudiado, junto con las características litoestratigráficas de éste, dificultan la obtención de escurrimientos e infiltraciones a partir de las series estadísticas de caudales disponibles. Tampoco la situación de las estaciones es la más adecuada para una investigación con los citados objetivos.

Se realizó un análisis preliminar de los datos hidrométricos disponibles con objeto de clasificar las estaciones de aforo en cuanto a la garantía de sus registros como paso previo para su posterior utilización en el estudio. En dicho análisis se deduce que en todas las estaciones de aforo el período 1942-43 a 1964-65, y en especial hasta 1960-61, las curvas de gasto tienen escaso o nulo apoyo siendo, por tanto, discutible la fiabilidad de sus observaciones. A partir de 1965-66 el número de aforos directos va aumentando progresivamente, lo que conduce a una mayor confianza en los registros. Al mismo tiempo ha ido en aumento el número de puntos de control. Desde 1969 se han instalado 20 estaciones en la zona de las que la mitad han comenzado a funcionar en los últimos años (1975-77). Está prevista la entrada en servicio de otras cinco estaciones de aforo dependientes de la Comisaría de Aguas (M.O.P.U.).

4.2.- Aportaciones

Suele ser frecuente que, tanto el número como la situación de las estaciones de aforo no están acordes con las necesidades hidrométricas que plantea un es-

tudio hidrogeológico de detalle. En el caso del Due-ro, a lo anterior se unen las grandes alteraciones - del régimen hídrico natural por extracciones y las características del flujo del agua subterránea en el relleno Terciario de los Sistemas núms. 8 y 12 para impedir que de la elaboración de los caudales sistemáticamente registrados por la red foronómica y del conocimiento aproximado de los volúmenes de agua con sumidos se puedan deducir unos valores reales de las escorrentías e infiltraciones.

En este apartado, en el que únicamente se describe - la distribución de los recursos de agua superficia-- les, se apoya exclusivamente en las observaciones de las estaciones de aforo previamente seleccionadas. - No se ha realizado la homogeneización de las series medidas y se han extrapolado resultados a las cuen- cas no controladas de una forma simplista.

Módulos anuales

Las aportaciones medias anuales se han deducido de - las series formadas con los datos más fiables entre los disponibles (Centro de Estudios Hidrográficos, - Comisaría de Aguas e Iberduero). Estas series, inclu das en Anejo III.2, proporcionan los valores caracte- rísticos resumidos en el cuadro n° III.2 en el que - la ordenación de los puntos de control obedece a la secuencia natural de caudales.

Los módulos interanuales relativos a las principales subcuencas son los siguientes:

VALORES CARACTERISTICOS DE LOS CAUDALES MEDIDOS EN LAS ESTACIONES DE AFORO

RIO PRINCIPAL	RIO PRIMER ORDEN	RIO SEGUNDO ORDEN	RIO TERCER ORDEN	SUPERFICIE (Km ²)		CAUDAL MEDIO		CAUDAL MINIMO (m ³ /s)			PRECIPITACION (mm)	COEFICIENTE ESCORRENTIA	COEFICIENTE IRREGULARIDAD
				ESTACION	CUENCA	hm ³ /año	m ³ /s	(1)	(2)	(3)			
DUERO (E.7)				9.484		770	24.4	11.5	3.1	0.60			3.47
	RIAZA (E.8)			36		20	0.6	0.09	0.01	0.00			5.00
	RIAZA (E.10)			756		105	3.3	1.30	0.28	0.00	650	0.21	6.16
	DURATON (E.110)			1.100	1.082	110	3.5	0.85	0.46	0.02	620	0.16	6.54
DUERO (E.14)					11.905	1.450	1.175	37.3	2.81	2.50	0.07		3.87
DUERO (E.15)					12.740	1.250	39.6	2.39	2.00	0.10			4.16
	PISUERGA (E.20)			546		335	10.6	6.14	1.50	0.37	1.100	0.56	
	PISUERGA (E.24)			1.106		390	12.4	4.15	0.10	0.00	900	0.39	3.22
		BUPEJO (E.3)		56	276	25	0.8	0.09	0.09	0.00	680	0.66	10.00
	PISUERGA (E.29)			4.227		605	19.2	1.72	0.00	0.00			5.50
		ARLANZA (E.30)		1.200		350	11.1	1.41	0.06	0.00	710	0.41	5.11
		ARLANZA (E.31)		2.413		475	3.20	0.80	0.60	0.60	620	0.32	4.76
			ARLANZON (E.109)	187	2.659	60	1.9	1.23	0.05	0.05	810	0.69	3.00
		ARLANZA (E.36)		5.193	5.380	910	28.9	4.45	0.10	0.10	610	0.29	4.23
		CARRION (E.38)		382		390	12.4	5.35	2.50	1.40	1.355	0.73	
		CARRION (E.40)		973		340	10.8	6.07	0.81	0.60			13.00
			UCIEZA (E.41)	312	1.655	30	0.95	0.11	0.00	0.00	585	0.16	25.00
		CARRION (E.42)		2.222	3.407	385	12.20	1.58	0.00	0.00			5.42
	PISUERGA (E.43)			14.823	15.828	2.185	68.3	16.40	1.30	0.90			4.23
		ESGUEVA (E.49)		271		45	1.4	0.41	0.04	0.00	555	0.30	8.00
		ESGUEVA (E.44)		997	998	70	2.2	0.53	0.00	0.00			5.55
	ADAJA (E.46)			770		155	4.9	0.55	0.00	0.00	760	0.26	6.73
	ADAJA (E.56)			5.202	5.275	310	9.8	8.20	0.10	0.00	575	0.10	9.37
DUERO (E.54)				36.570		4.190	132.9	38.60	2.00	0.50			3.57
DUERO (E.62)				41.808		3.930	124.6	24.20	2.60	0.10			4.00
DUERO (E.66)				46.300		4.505	142.9						
	ESLA (E.67)			564		655	20.8	2.50	0.40	0.27	1.450	0.80	2.37
		PORMA (E.11)		220	1.143	320	10.1	3.51	1.07	0.30	1.425	1.02	3.82
		BERNESGA (E.70)		340	1.174	320	0.1	1.40	0.00	0.00	1.015	0.93	2.63
	ESLA (E.71)			3.980		1.980	62.2	4.00	0.20	0.14			2.20
		CEA (E.73)		725	1.097	200	6.3	1.00	0.00	0.00	850	0.32	3.92
	ESLA (E.74)			6.783		2.830	89.7	0.60	0.02	0.00			2.58
			LUNA (E.122)	494	7.55	480	15.2	7.80	1.40	0.00	1.175	0.83	
			TUERTO (E.77)	53	1.383	40	1.3	0.03	0.01	0.01	965	0.78	
			ERIA (E.89)	280		165	5.2	1.61	0.12	0.11	1.340	0.44	3.54
			ERIA (E.82)	650	6.52	215	6.8	0.01	0.00	0.00			5.00
		ORRIGO (E.79)		4.959	5.039			3.41	0.00	0.00			
		TERA (E.80)		298		280		2.03	0.18	0.10	1.380	0.71	3.27
	ESLA (E.95)			14.432	16.081	4.530	143.8	19.20	0.24	0.20			3.04
	TORMES (E.123)			1.988		1.040	33.0				770	0.88	
	TORMES (E.88)			2.800		1.040	33.0	8.52	0.20	0.06			4.28
	TORMES (E.88)			4.814	7.257	1.170	37.0	8.28	1.00	0.00			3.72
	AGUEDA (E.92)			900		505	16.0	1.84	0.00	0.00	780	0.71	5.12
	AGUEDA (E.91)			1.700	2.409	585	18.6	1.02	0.00	0.00			

. Río Duero en San Esteban (E.7). (Entradas al Sistema n° 8)	770	hm ³ /año
. Río Pisuerga (E.43).	2.185	"
. Río Adaja (E.56).	310	"
. Río Duero en Zamora (E.66). (Salidas del Sistema n° 8). ..	4.505	"
. Río Esla en Bretó (E.95) (Salidas del Sistema n° 8). ..	4.530	"
. Río Tormes (E.88). (Salidas del Sistema n° 12). .	1.170	"
. Río Agueda (E.91). (Salidas del Sistema n° 12). .	585	"

Estas cifras, que se refieren a la estación de aforos situada a menor cota (plano n° III.7) y, generalmente al período 1942-43 a 1971-72, sitúan las aportaciones medias en la salida de los sistemas por encima de los 11.000 hm³/año.

En el siguiente apartado, en el que se plantean balances de agua en las cuencas principales, se tratará de dar una idea del régimen natural de caudales y de las escorrentías ocurridas en los Sistemas estudiados.

Las principales características hidrológicas de la red de drenaje de la cuenca del Duero se han resumido en el cuadro n° III.2, en el que figuran junto a los caudales medios interanuales, los caudales mínimos (promedio mensual de la serie, medio mensual y medio diario), la precipitación media en el período

de cálculo y los coeficientes de escorrentía e irregularidad, definido este último de una forma análoga a la realizada en el caso de la precipitación.

El caudal medio interanual del Duero en su entrada - al Sistema n° 8 se aproxima a los 25 m³/s pasando a 40 m³/s una vez recibidos los aportes de los ríos - Riaza y Duratón así como los de diversos arroyos que drenan la Mesa de Cuéllar.

Aguas abajo del Pisuerga y Adaja, de confluencia muy próxima entre sí, el Duero lleva un caudal medio - anual de 133 m³/s que se eleva a 143 m³/s aguas abajo de Zamora, en la salida del Sistema.

El Pisuerga, que entra en el Sistema con un módulo - superior a los 12 m³/s, aporta al Duero del orden de 70 m³/s, de los que 12 m³/s, corresponderán al Carrión y cerca de 30 m³/s al Arlanza. La contribución del Esgueva es muy reducida (2 m³/s).

El Esla, que ya en cabecera alcanza los 20 m³/s, supera los 60 m³/s una vez recibidos los aportes del - Porma y Bernesga. En Benavente lleva 90 m³/s situándose cerca de los 145 m³/s aguas abajo de la desembocadura de los ríos Orbigo y Tera.

El Tormes lleva un caudal a la entrada del Sistema - de unos 33 m³/s que se mantiene prácticamente igual al de salida, 37 m³/s. La misma situación se produce en el Agueda, que parte de 16 m³/s en el borde superior del Terciario para llegar a los 19 m³/s aguas abajo del inferior.

Los coeficientes de escorrentía en las cuencas montañosas que limitan los Sistemas superan el 50% de la precipitación (los valores incluidos en el cuadro nº III.2 parecen en algunos casos sobreestimados debido, por una parte, a la falta de garantía de algunas series de caudales, y, por otra, a la falta de representatividad de los pluviómetros en las cuencas altas). En el interior de los Sistemas dichos coeficientes suelen reducirse hasta 0,20 y 0,10. Representan el 10-20% de la precipitación.

Distribución estacional de caudales

En las cabeceras del Esla y Pisuerga los caudales más elevados se producen en Marzo-Abril mostrando una cierta influencia nival, que se refleja además en un coeficiente de irregularidad moderado. Los caudales mínimos se presentan en Agosto.

En la zona sureste, entre las cabeceras de los ríos Riaza y Eresma, los mayores caudales se producen entre Enero y Marzo y los mínimos en Agosto-Septiembre. Los coeficientes de irregularidad prácticamente duplican a los de las cuencas altas del Esla y Pisuerga.

La zona sur no presenta homogeneidad en los meses de mayores caudales. En el Adaja se producen entre Enero y Marzo mientras que en el Tormes se dan dos épocas punta diferenciadas, una en Noviembre-Diciembre (pluvial) y otra en Marzo-Mayo (pluvionival). En el Agueda, el mes punta es el de Marzo.

El caudal mínimo se produce en todo el borde sur en el mes de Agosto.

En el interior de los Sistemas la distribución estacional de caudales está condicionada por la de los aportes exteriores y por el régimen de las extracciones.

Las mayores irregularidades se producen en los ríos Ucieza, Carrión, Burejo, Esgueva (todos ellos en la cuenca del Pisuega) y Adaja. Con excepción del Duero, Porma, Bernesga y determinados tramos del Pisuega, Carrión, Arlanza y Esla los estiajes, siempre muy acusados, son tales que llegan, junto a los aprovechamientos de agua, a dejar en seco los cauces.

4.3.- Regulación

Las posibilidades de regulación mediante embalses de los recursos de aguas superficiales en la cuenca del Duero se han obtenido del "Inventario de recursos hídricos" por ser un estudio que considera de una forma conjunta todos los factores implicados en su estimación.

Se han diferenciado los embalses de acuerdo con su utilización exclusiva o prioritaria. Los embalses dedicados a la obtención de energía eléctrica, con un gran peso en la cuenca, se han tenido en cuenta únicamente de forma marginal (a pesar de encontrarse situados aguas abajo de los Sistemas en consideración pueden ser afectados por actuaciones en el resto de la cuenca). Los dedicados al abastecimiento urbano tie-

nen una capacidad de regulación muy reducida. Son, - pues, los embalses integrados en los planes de regadío los de mayor interés como corresponde al uso preferente de agua en la zona. Se han resumido por ello, los resultados que se alcanzarían suponiendo que se regulan los caudales con demanda variable y garantía del 96%.

Asimismo, se han distinguido los embalses en explotación y construcción de aquellos en proyecto y en distintas fases de estudio.

Principales obras de regulación

Las obras de regulación en la cuenca del Duero (plano n° III.8) se han distribuido de la siguiente forma (las capacidades se expresan en hm³):

UTILIZACION	EXPLOTACION		CONSTRUCCION		PROYECTO		ESTUDIO	
	N°	CAPACI DAD	N°	CAPACI DAD	N°	CAPACI DAD	N°	CAPACI DAD
Regadío	20	2.273	2	831	5	408	21	3.380
Energía	6	4.216	1	302			2	410
Abasteci- miento Urbano			1	73				
Total	26	6.489	4	1.206	5	408	23	3.790

Se ha prescindido en esta relación de los pequeños - embalses dedicados al abastecimiento de pequeños núcleos de población o al servicio de centrales eléctricas de poca potencia.

La capacidad de los embalses en explotación es de - 6.500 hm³ alcanzando el almacenamiento futuro, si se cumplieran todos los planes de desarrollo previstos, los 11.500 hm³ que representan del orden del 80% de la aportación media anual del conjunto de la cuenca.

El mayor embalse de la cuenca es el de Almendra - (2.649 hm³ de capacidad total), en el bajo Tormes, - que da servicio a la central reversible de Villarino (402 m de salto máximo), en el río Duero. Le sigue - en volumen el embalse de Ricobayo (1.184 hm³ de capacidad total), en el bajo Esla.

A los aprovechamientos hidroeléctricos próximos a la desembocadura del Esla (San Román, Ricobayo, Villalcampo y Castro) se unen los situados en la parte reservada a España del tramo internacional del Duero, Aldeadávila y Saucelle, completado aquél con el salto de Villarino, principalmente dependiente del Tormes (Almendra). Este sistema hidroeléctrico podría - verse potenciado en el futuro con el aprovechamiento conjunto de los ríos Huebra, Cámaces y Agueda (embalses de Bermellar e Hinojosa), mediante el cual se - conseguiría otro salto de más de 400 m con una central reversible en el Duero, aguas abajo de Saucelle.

Entre los embalses en explotación para riego, el de mayor capacidad (496 hm³) se sitúa también en el Tormes (Santa Teresa), seguido por el embalse del Porma (316 hm³) en el río del mismo nombre. Ambos serán ampliamente superados por el recientemente construido embalse de Riaño (714 hm³), en el Esla, pendiente de entrar en servicio.

EMBALSES EN EXPLOTACION Y CONSTRUCCION. CAUDAL MODULADO. GARANTIA 96%

EMBALSE	RIO	CAPACIDAD (hm ³)		APORTACION (hm ³)		VOLUMEN ANUAL REGULADO				DOTACION m ³ /ha. año	SUPERFICIE REGABLE (ha)		
		TOTAL	UTIL	PARCIAL	TOTAL	POR EL EMBALSE		POR EL SISTEMA					
						hm ³ /año	%	hm ³ /año	%				
Cuerda del Pozo	1	Duero	229	178 *	212	212	153	72	153		7.000	21.855	EMBALSES EN EXPLOTACION
Linares del Arroyo	2	Riaza	* 58	56,5	13	137	53	39	53		8.500	6.235	
Burgomillodo	3	Duratón	14,5	14 *	123	123	29	23					
Las Vencías	4	Duratón	9	4,6*	13	136	7	5	36	26	8.500	4.235	
Requejada	5	Pisuerga	* 65	62	176	176	86	49					
Cervera	6	Rivera	10	10 *	51	51	15	29					
Aguilar de Campóo	7	Pisuerga	* 247	242	119	346	163	47	264	76	8.500	31.055	
Arlanzón	8	Arlanzón	20	20 *	71	71	26	37	26		8.250	3.150	
Camporredondo	9	Carrión	* 70	45	190	190	108	57					
Compuerto	10	Carrión	* 95	89	64	254	87	34	195	77	8.500	22.950	
S. José	11	Duero	6	6	4.888	6.412	204	2	204		8.730	23.365	
Porma	12	Porma	317	300 *	294	294	239	81	239		7.600	31.445	
Barrios de Luna	13	Luna	* 308	306	359	359	226	63					
Selga de Ordás	14	Orbigo	2	2 *	45	404	8	2	234	58	8.730	26.805	
Villameca	15	Tuerto	20	20 *	29	29	20	68	20		8.300	2.400	
Puente Porto	16	Tera	23	22 *	82	82	30	36					
Cernadilla	17	Tera	* 255	233	330	412	226	55	256	62	8.300	30.850	
Ricobayo	18	Esla	(1.184)	(1048)	1.857	4.725				49			
Sta. Teresa	19	Tormes	* 496	475	988	988	505	51					
Villagonzalo	20	Tormes	6	6	234	1.222	14	1	519	43	10.850	47.850	
Agueda	21	Agueda	22	16 *	494	494	23	5	23		10.250	2.250	
			2.273	2.107					2.222			254.445	
Uzquiza	22	Arlanzón	(73)	(73)									EMBALSES EN CONSTRUCCION
Retuerta	23	Arlanza	* 117	117	369	369	132	36	132		8.250	16.000	
Riaño	24	Esla	* 714	654	486	486	409	84	409	(57)	7.500	54.525	
			831	771					541			70.525	

* Capacidad considerada en la regulación

EMBALSES EN PROYECTO Y ESTUDIO CAUDAL REGULADO. GARANTIA 96%

EMBALSE	RÍO	CAPACIDAD (hm ³)		APORTACION (hm ³)		VOLUMEN ANUAL REGULADO				DOTACION m ³ /ha año	SUPERFICIE REGABLE (ha)	EMBALSES EN PROYECTO	
		TOTAL	UTIL	PARCIAL	TOTAL	POR EL EMBALSE		POR EL SISTEMA					
						hm ³ /año	%	hm ³ /año	%				
Torresandino	25	Esgueva	* 65	62	95	95	45	47	45		8.250	5.450	EMBALSES EN PROYECTO
Guijas Albas	26	Moros	11	8 *	72	72	13	18	13		9.000	1.445	
Casares de Arbas	27	Casares	* 66	47	31	31	27	89					
Beberino	28	Casares	40	40 *	51	82	35	43	62	76	8.500	7.300	
Torfo	29	Torfo	226	226 *	142	142	123	87	123		8.500	14.470	
			408	380					243			28.665	
Cormaz	30	Duero	1.220	1.220*	513	725	467	65		(86)	8.500	55.000	EMBALSES CON ESTUDIO VIABILIDAD
Cega	31	Cega	* 120	25	142	142	93	65	93		9.000	10.300	
Peñas Rubias	32	Pirón	* 83	29	50	50	44	89	44		9.000	4.900	
Bernardos	33	Eresma	557	546*	233	305	265	87		(91)	9.000	29.500	
Adaja	34	Adaja	* 108	45	103	103	74	72	74		9.000	8.250	
Almanza	35	Cea	85	85*	113	113	80	71	80		8.750	9.000	
			2.173	1.350			1.023					116.950	
Sande	36	Torresandino	15		96	96	32	33	32		8.525	3.750	EMBALSES EN ESTUDIO
Cueza	37	La Cueza	88		27	27	27	98	27		8.500	3.175	
S. José		Duero			3.557	6.412	152	2		(32)	8.730	17.410	
Valderaduey	38	Valderaduey	225		36	36	36	100	36		8.750	4.125	
Omañas	39	Omañas	200		345	345	208	60	208		8.500	24.500	
Chana	40	Duerna	30		23	23	23	100	23		8.300	2.760	
Quintanilla	41	Eria	150		113	113	86	70					
Morla	42	Eria	10		34	147	13	0	99	67	8.500	11.650	
Valparaiso	43	Tera	23		68		30						
del Peque	44	Negro	28		161	161	42	26					
Villar de Barfón	45	Tera	16		163	803	25	3	97	(44)	8.300	9.730	
Ricobayo		Esla			1.857	4.725				(69)			
Hoyos del Espino	46	Tormes	74		45	45	37	82					
Los Llanos	47	Tormes	59		480	525	94	18	132	25	9.500	13.850	
Sta. Teresa		Tormes			463	988	463	47	595	(60)			
Villagonzalo		Tormes			234	1.222	14	1	609	(50)	10.850	43.865	
Margañán	48	Margañán	18		16	16	11	71	11			1.100	
Gamo	49	Gamo	12		16	16	2	59	9			900	
Fuenteguinaldo	50	Agueda	200		211	211	144	68	144		10.250	14.000	
Agueda		Agueda			282	493	21	4		(33)	10.250	2.050	
			1.208				1.467					152.965	

* Capacidad considerada en la regulación

Caudales regulados

Prescindiendo de los embalses exclusivamente hidroeléctricos, el volumen de reserva disponible con las obras de explotación y construcción se aproxima a los 3.000 hm³, con los que se podría atender una superficie regable de 325.000 ha regulando 2.765 hm³/año (dotación media 8.500 m³/ha/año). Teniendo en cuenta los embalses en proyecto y estudio con fines agrícolas, la superficie potencialmente regable alcanzaría las 550.000 ha regulando 4.750 hm³/año (dotación media 8.650 m³/ha/año).

En los cuadros núms. III.3.1 y III.2 se han resumido los resultados del mencionado "Inventario de recursos hidráulicos" en el caso de regulación sucesiva - con caudal modulado y garantía del 96%. En este cuadro se ha tratado de diferenciar la capacidad total de la útil señalándose con un asterisco la cifra finalmente empleada en los cálculos de regulación.

Como dotaciones de riego se han utilizado las de las alternativas futuras propuestas por el Centro de Estudios Hidrográficos para los planes de desarrollo - hidráulico previstos en la Cuenca del Duero. Con estas dotaciones se han obtenido las superficies potencialmente regables con los embalses reseñados. Estas cifras representan únicamente un orden de magnitud - pues por un lado en el régimen natural de aportaciones no se han debido de tener en cuenta plenamente - los consumos ya existentes y por otro no se consideran los retornos.

REGADIOS DEPENDIENTES DE LA ADMINISTRACION
SUPERFICIES REGABLES CON AGUAS SUPERFICIALES (ha)

<u>CUENCA</u>	<u>EXPLOTACION</u>	<u>CONSTRUCCION</u>	<u>PROYECTO</u>	<u>ESTUDIO</u>	<u>TOTAL</u>
Alto Duero	1.610				1.610
Duero Medio	10.625			32.500	
Duero Inferior	17.920				
Carrión-Pisuerga	45.115	10.895			
Arlanza-Arlanzón-Esgueva	1.310	21.000	4.700		
Esla-Cea-Valderaduey			14.000	87.000	101.000
Orbigo-Tuerto-Omañas	38.750	12.000		25.000	
Porma	15.850	6.500	12.000	13.000	47.350
Tera		9.375		23.500	
Torío-Bernesga			35.500		
Eria-Duerna				12.600	
Duratón				4.075	
Cega-Pirón				10.400	
Adaja-Eresma			1.400	41.000	
Tormes	16.580	5.140	10.500	28.000	60.490
Agueda	865			9.000	
TOTAL (redondeado)	150.000	65.000	80.000	285.000	575.000

En el estado actual, la regulación conseguida en la mayor parte de las cuencas es todavía reducida siendo el Carrión y el Tera, posiblemente, los ríos más controlados.

Con la entrada en servicio del embalse de Riaño, en la cabecera del Esla, mejorará bastante la regulación en el conjunto de la cuenca.

En el caso de entrar en funcionamiento todos los embalses previstos, las cuencas más controladas serían el Eresma, el Tormes, contando con el embalse de Al- mendra, el Alto Duero y el Esla.

En resumen, las posibilidades de regulación por Sistemas podrían ser:

SISTEMA	VOLUMEN REGULADO (hm ³ /año)		SUPERFICIE REGABLE (ha)		Incremento (%)
	Actual y construcción	Futura	Actual y construcción	Futura	
Alto Duero	153	153	21.855	21.855	0
Duero Medio	89	693	10.470	80.670	670
Pisuerga	617	721	73.155	85.530	17
Duero Inferior	204	504	23.365	56.505	142
Esla-Valderaduey	1.158	1.886	146.035	229.570	57
Tormes	519	628	47.850	59.815	25
Agueda	23	165	2.250	16.050	613
TOTAL	2.763	4.750	324.980	550.095	69

Las mayores superficies se concentran en el Esla-Valderaduey (230.000 ha) y los mayores incrementos relativos se producen en el Agueda (610 %) y Duero Medio (670%). En el conjunto de la cuenca el incremento de superficie regable previsto se aproxima al 70%.

En el plano n° III.8 se han situado junto a los embalses reseñados, diferenciando el tipo de utilización, las superficies actualmente regadas con aguas superficiales, así como las ampliaciones previstas de las obras de regulación y distribución. En este sentido, en el plano n° II.4 del Capítulo II puede verse un desglose de las fases de realización de los planes de regadío en la cuenca del Duero.

La evolución prevista para los volúmenes de aquellos embalses de utilización en regadíos y los correspondientes rendimientos de las regulaciones obtenidas son los siguientes:

SISTEMA	CAPACIDAD (hm ³)		RENDIMIENTO	
	Actual y construcción	Futura	Actual y construcción	Futura
Alto Duero	229	229	1,50	1,50
Duero Medio	82	1.505	0,92	2,17
Pisuerga	624	792	1,01	1,10
Duero Inferior	6	682	0,03	1,35
Esla-Valderaduey	1.639	2.798	1,42	1,48
Tormes	502	665	0,97	1,06
Agueda	22	222	0,96	1,34
TOTAL	3.098	6.893	1,12	1,45

En la actualidad, se necesitan en la cuenca del Duero 1,12 hm³ de embalse para obtener 1 hm³ de caudal regulado para riego. Por Sistemas, serían los de mejor rendimiento relativo el Duero Inferior y Medio. En el otro extremo se sitúan el conjunto Esla-Valderaduey y el Alto Duero.

En la situación futura se necesitará un 29% más de capacidad para conseguir los mismos resultados en la cuenca del Duero, ya que los rendimientos de las capacidades adicionales son bastante menores que los de los embalses en explotación como se comprueba en la siguiente tabla:

SISTEMA	RENDIMIENTO Embalses en proyecto y estudio
Alto Duero	-
Duero Medio	2,36
Pisuerga	1,62
Duero Inferior	2,25
Esla-Valderaduey	1,59
Tormes	1,50
Agueda	1,41
	<hr/>
	1,91

Para modular 1 hm³ con los nuevos embalses se necesitarán en el conjunto del Duero, 1,9 hm³ de capacidad que supone un aumento del 71% con relación a la situación actual.

Energía hidroeléctrica

Según datos de 1977 (Ministerio de Industria y Energía) el número de centrales hidroeléctricas de servicio público existentes en la cuenca del Duero era de 102 con una potencia instalada de 2.575 MW (20% del total nacional) y una producción de 8.724 GWh (22% del total nacional).

En el ámbito nacional, la provincia de Salamanca se sitúa a la cabeza en potencia instalada y energía producida (Villarino, Aldeadávila, Saucelle, Santa Teresa). En la cuenca del Duero le sigue en importancia la provincia de Zamora (Esla, Cernadilla, Castro, Villalcampo).

En la cuenca del Duero la situación relativa riego-centrales hidroeléctricas difiere de la normal. Las superficies regadas se encuentran por encima de la cota 700 mientras que gran parte de los embalses hidroeléctricos, normalmente en las cuencas altas, están localizados aguas abajo de los regadíos. Se ha estimado (M.O.P.U.) en más de un 30% la afección que el desarrollo de los usos consuntivos (riegos principalmente) en la cuenca del Duero puede ocasionar en el potencial hidroeléctrico desarrollable.

4.4.- Aprovechamiento de agua

La redacción del informe sobre transformación en regadíos del II Plan de Desarrollo Económico y Social requirió la elaboración de los datos del Censo Agrario de 1962, previamente realizado. Dicho informe si

túa la superficie regada en la zona de estudio en -
 unas 275.000 ha de las que 200.000 ha (73%) corres-
 pondrían a los riegos permanentes y las 75.000 ha res
 tantes se contabilizaban como regadíos eventuales.

Posteriormente, el Catálogo de Comunidades de Regan-
 tes evalúa en 160.000 ha la superficie regada con -
 aguas públicas en la zona de estudio. En este valor,
 que puede referirse al año 1972, no estarían inclui-
 dos los regadíos de particulares, no catalogados tan
 to por estar en trámite de concesión como por tratar
 se de aprovechamientos abusivos.

De la misma época, aproximadamente, que el Catálogo
 de Regantes se dispone de un Censo Agrario que sitúa
 en unas 235.000 ha la superficie regada. Este censo
 no distingue ni la suficiencia ni la procedencia del
 agua para riego.

Finalmente, las encuestas realizadas por el Proyecto
 entre los agentes del Servicio de Extensión Agraria,
 completadas, en su caso, con datos del IRYDA (ver Ca
 pítulo II), dan como superficies actualmente regadas
 las siguientes:

	<u>Permanente</u>	<u>Eventual</u>	<u>Total</u>
. Regadíos con aguas superficiales (ha)	215.000	15.000	230.000
. Regadíos con aguas subterráneas (ha)	95.000	5.000	100.000
. Total regadíos (ha)	310.000	20.000	330.000

La distribución de estas superficies regadas por cuencas y ríos principales es la siguiente (ver Capítulo II):

<u>CUENCA</u>	<u>RIO</u>	<u>AGUAS DE SUPERFICIE</u>	<u>AGUAS SUBTERRANEAS</u>	<u>AREA REGABLE</u>
	Orbigo	65.000	12.000	75.000
	Tera	4.500	500	5.000
	Esla	30.000	4.000	35.000
ESLA		100.000	15.000	115.000
<u>CEA-VALDERA</u> <u>DUEY</u>		8.000	4.000	12.000
	Arlanza	2.500	1.000	3.500
	Esgueva	1.000	1.000	2.000
	Pisuerga	63.000	1.500	65.000
PISUERGA		65.000	4.000	70.000
TORMES		11.000	5.000	16.000
ALTO DUERO		12.000	250	13.000
DUERO MEDIO E INFERIOR		<u>30.000</u>	<u>70.000</u>	<u>100.000</u>
TOTAL SISTEMAS		230.000	100.000	330.000

Los aprovechamientos de las aguas de superficie se concentran en las cuencas de los ríos Esla y Pisuerga mientras que los de aguas subterráneas se sitúan en el Duero Medio e Inferior.

Una interpretación del orden de magnitud de la varia
ción de los volúmenes de agua derivados, extraídos y
consumidos puede ser la siguiente:

	<u>1962</u>	<u>1972</u>	<u>1979</u>
. Derivación aguas superficia			
les (hm ³)	1.200	1.350	1.660
. Extracción aguas subterrá-			
neas (hm ³)	250	300	440
Consumo de agua (hm ³)	1.050	1.185	1.500

En el cuadro n° III.4 se han resumido los aprovecha-
mientos de aguas de superficie para riego dependien-
tes de la Administración, que muestran la siguiente
distribución actual y futura:

	<u>Explotación</u>	<u>Construcción</u>	<u>Proyecto</u>	<u>Estudio</u>
Area regable				
(ha)	150.000	65.000	80.000	285.000

La transformación de todas las áreas regables supon-
dría el riego de 575.000 ha. Comparando estas cifras
con las incluidas en el Cuadro n° III.3.1 se comprue-
ba que la capacidad de regulación de los embalses en
explotación y construcción es suficiente para la aten-
ción a corto plazo de los regadíos previstos (incluso
de los riegos particulares no atendidos por obras hi-
dráulicas estatales). La situación futura, consideran-
do que gran parte de las áreas no atendidas por la Ad-
ministración pueden quedar englobadas en sus nuevos

planes de obras y que no se han tenido en cuenta los retornos de riego, parece que puede alcanzarse sin necesidad de alterar las alternativas de cultivo - planteadas, aunque habría que revisar las capacidades de embalse disponibles.

Los canales de riego más importantes, entre los existentes en la cuenca del Duero, son el de Castilla - que puede derivar del río Pisuerga un caudal de 40 - m^3/s , el General del Páramo, en el Orbigo, con una capacidad de derivación en origen de 30 m^3/s y el de Toro-Zamora, que parte del azud de San José, en el Duero, y tiene una capacidad de 15 m^3/s .

Pendiente de llegar al pleno funcionamiento se encuentra el nuevo Canal del Esla, perteneciente al Sistema Porma, que derivará hasta 30 m^3/s . En construcción se encuentra el canal de Arriola (20 m^3/s), incluido asimismo en el Plan de aprovechamientos del embalse del Porma, y el Canal de Villoria (40 m^3/s), que corresponde al Plan de aprovechamiento integral del río Tormes.

4.5.- Balances de agua

Los balances que a continuación se plantean se refieren a unos valores medios anuales de un amplio período de tiempo y en ellos intervienen por un lado la precipitación en la cuenca de referencia y las aportaciones en ellas generadas, estimadas, normalmente, a partir de las diferencias entre volúmenes de agua salientes y entrantes (los Sistemas estudiados no suelen incluir ríos completos) a las que se añaden - unos supuestos consumos de agua.

Se han diferenciado tres grandes zonas. La primera - de ellas está formada por la cuenca del Duero comprendida entre las estaciones de aforo n° 7 (próxima a Aranda de Duero) y n° 66 (próxima a Zamora); la segunda corresponde a la cuenca del Esla aguas arriba de Bretó (en la cola del embalse del Esla) y la tercera a la cuenca del Tormes aguas arriba de Ledesma, Los resultados alcanzados en estas zonas se resumen en el cuadro n° III.5.

En la zona del Duero las aportaciones generadas se han evaluado en unos $1.800 \text{ hm}^3/\text{año}$ ($57 \text{ m}^3/\text{s}$). Teniendo en cuenta que la precipitación se aproxima a los 500 mm/año ($15.000 \text{ hm}^3/\text{año}$ en una superficie de 30.000 km^2) se obtiene un coeficiente medio de escorrentía del 12%.

En la cuenca del Esla las aportaciones generadas en el Sistema se aproximan a los $500 \text{ hm}^3/\text{año}$. Con una precipitación media de 575 mm/año ($5.175 \text{ hm}^3/\text{año}$, 9.000 km^2) resulta un coeficiente medio de escorrentía del 9%.

En el caso del Tormes la aportación de salida se ha cifrado en $1.170 \text{ hm}^3/\text{año}$ ($37 \text{ m}^3/\text{s}$) habiéndose estimado los recursos de agua superficial exteriores en unos $1.100 \text{ hm}^3/\text{año}$ ($35 \text{ m}^3/\text{s}$). Suponiendo un consumo de agua orientativo de $50 \text{ hm}^3/\text{año}$ y una precipitación media de 450 mm ($720 \text{ hm}^3/\text{año}$) se obtiene un coeficiente medio de escorrentía del 14%.

En el cuadro n° III.5 se detallan, para las principales cuencas que afectan a los Sistemas estudiados, las superficies vertientes tanto interiores como exterior

BALANCES DE AGUA

CUADRO III.5

CUENCA	SUPERFICIE(Km		PRECIPITACION MEDIA ANUAL				CAUDAL ESPEC.		CONSUMO DE AGUA	APORTACION MEDIA (hm ³ /año)				Coef. de es-corren-tia.
	Exter.	Inter.	Exterior		Interior		Exter.	Inter.		Entrad.	Salidas	Generad.	Natura.	
			mm.	hm ³	mm.	hm ³			(1/s. km ²)					
Tera, Castrón	1.300	1.110	985	1.278			18			740				
Eria, Codes	360	295	1.250	450			18			205				
Jamuz	55	235	850	47			20			35				
Duerna	205	110	1.255	257			20			130				
Jerga														
Turianzo	175		960	168			20			110				
Tuerto	295	710	965	285			20			185				
Omañas	500	16	1.005	504			24			380				
Luna	625	130	1.090	681						500				
Bernesga	340	290	1.015	345			35			320				
Torio	230	250	1.120	258			40			290				
Curueño	155	140	1.200	186			50			215				
Porma	345	505	1.395	481			37			410				
Esla	715	3.340	1.385	990			37			850				
Cea	185	1.812	1.185	219			14			80				
ESLA	5.485	8.945	1.120	6.150	575	5.145	-		400	4.450	4.530	480	4.930	0'09
VALDERADUEY	-	3.560	-	-	475	1.690	-		10	-	75	120	-	(0'07)
BAJOZ	-	1.085	-	-	450	490								
Carrión	390	-	1.355	530	-	-	31'5			390				
Valdavia	100	960	1.150	115	-	-	21			65				
Pisuerga	1.030	-	920	948	-	-	17			550				
Odra	215	-	745	160	-	-	10			70				
Urbel-Ubierna	340	-	750	255	-	-	10			105				
Arlanzón	350	1.970	750	263	580	1.143	9		(10)	100	410	205	420	0'18
Arlanza (1)	1.365	1.145	700	956	530	605	9		(10)	390	500	120	510	0'20
Esgueva	85	915	590	50	505	462	8		5	(20)	70	55		0'12
PISUERGA (2)	3.790	10.493	850	3.227	525	5.510	13'5		325	1.665	2.185	845	2.510	0'15
RIAZA	295	785	850	250	540	424				(80)				
DURATON	1.100	350	620	680	475	166	4			140				
Cega	600	-	680	407	-	-	4			75				
Pirón-Malucas	600	-	550	330	-	-	2			38				
CEGA	1.200	1.325	460	737	610	808	3			113				
Eresma	1.450	445	690	1.000	-	-	5			220				
Voltoya	325	750	790	257	-	-	9			90				
Adaja	965	-	715	690	-	-	6			175				
Arevalillo														
ADAJA	2.740	2.535	710	1.947	425	1.077	5		10	485	310	(160)		(0'15)
ZAPARDIEL	-	1.475	-	-	380	560								
TRABANCOS	-	730	-	-	390	285								
GUAREÑA	-	1.065	-	-	380	405								
DUERO	15.700	30.600	-	-	490	14.995	5		525	3.275	4.500	1.750	5.025	0'12
Tormes	1.988	1.600	770	1.530	445	712								
Alhándiga	250	-	630	157										
Gamo	450	-	630	284										
Cañedo	-	600	-	-	470	280								
TORMES (3)	3.150	1.600	-	-	450	720	11		50	1.115	1.170	105	1.220	0'14
Huebra														
Yeltes														
Agueda														

(1) Menos Arlanzón

(2) Menos Esgueva

(3) Menos Cañedo

res a dichos sistemas, las precipitaciones en ambas superficies deducidas del planimetrado entre isoyetas medias, y las aportaciones de entrada y/o salida, en todos aquellos puntos en que existen observaciones o ha sido posible una extrapolación de resultados con cierta garantía.

El balance establecido se ha podido cerrar en contadas subcuencas (Arlanza, Esgueva, Pisuerga, ...). Falta datos de los caudales aportados por todos los afluentes de la margen izquierda del Duero, excepto Tormes y Adaja, aunque de este último existen dudas sobre la calidad de los datos disponibles. En la margen derecha no se conocen más que las aportaciones del Esla y Pisuerga. En el Valderaduey existe una estación de aforos próxima a su desembocadura en el Duero, pero sus caudales están muy modificados por retornos de riego (Canales de Castilla y Toro-Zamora).

Las aportaciones de entrada a los Sistemas se han estimado a partir de las medidas en las estaciones de aforo más afines hidrológicamente (en ocasiones se encuentran en el mismo borde) considerando sus caudales específicos (se han exceptuado aquellas estaciones de mínima garantía) o, en su defecto, se han tenido en cuenta aquellos caudales específicos obtenidos por el "Inventario de recursos hidráulicos de la cuenca del Duero".

Las aportaciones totales de las cuencas son difíciles de estimar, de no existir sección de control, por las modificaciones de régimen que introducen los aprovechamientos y la falta de estaciones de comparación.

El balance de agua en la cuenca del Duero puede resumirse de la forma siguiente:

TERCIARIO-CUATERNARIO SISTEMAS NUMS. 8 y 12

<u>Superficie</u> <u>(km²)</u>	<u>Precipitación</u> <u>(hm³/año)</u>	<u>Aportación</u> <u>(hm³/año)</u>	<u>Rendimiento</u> <u>(%)</u>	<u>Cuenca</u>
9.000	5.150	480	9	Esla
30.500	15.000	1.750	12	Duero
1.600	720	105	14	Tormes
<u>41.000</u>	<u>21.000</u>	<u>2.350</u>	<u>11</u>	Total (re dondeado)

Bordes de los sistemas núms. 8 y 12

5.500	6.150	450	72	Esla
16.000	11.000	3.275	30	Duero
3.150	2.600	1.115	43	Tormes
<u>25.000</u>	<u>20.000</u>	<u>8.850</u>	<u>44</u>	Total (re dondeado)

Cuencas completas

14.500	11.300	4.930	44	Esla
46.500	26.000	5.025	19	Duero
4.750	3.320	1.220	37	Tormes
<u>66.000</u>	<u>41.000</u>	<u>11.175</u>	<u>27</u>	Total (re dondeado)

El coeficiente de escorrentía del borde montañoso de la cuenca puede estar sobrevalorado, especialmente - en la cuenca del Esla, por las razones anteriormente expuestas. Esto afecta a los valores de los totales considerados. Destaca, por otro lado, como cifra mínima, la aportación generada en la cuenca del Esla en el interior del Sistema n° 8.

Es de destacar que estas cifras generales únicamente tratan de establecer un posible orden de magnitud de aquellos elementos del balance considerados.

5.- RELACIONES ENTRE LAS AGUAS DE SUPERFICIE Y LAS SUBERRANEAS

En los Sistemas estudiados pueden distinguirse, en líneas - generales, tres tipos de circulación del agua subterránea. El primero de ellos correspondería a un flujo de corto recorrido en acuíferos someros (arenales, cuaternarios). Los - otros dos corresponderían al flujo a través del relleno Ter - ciario en el que se han diferenciado una circulación marca - da por las isopiezas de los pozos con 40-100 m de profundi - dad (acuífero superficial) y de la circulación resultante - al considerar los niveles piezométricos existentes en los - pozos de más de 200 m de profundidad, (acuífero profundo).

Este hecho, junto con la posibilidad de interacción entre - los distintos tipos de acuíferos, hace que los incrementos de caudal observados en los ríos puedan reflejar por un la - do parte de las descargas de los acuíferos someros y super - ficiales (otra fracción pasaría al acuífero inferior) y, - por otro, parte de la descarga de los acuíferos profundos. Además, en función de las condiciones de borde, los acuífe - ros pueden recibir aportes subterráneos exteriores.

Resulta, por tanto, difícil estimar únicamente a partir de aforos directos en los ríos las infiltraciones ocurridas en las cuencas, que presentan unas divisorias hidrográficas - que difieren en ocasiones de las de las aguas subterráneas. La excepción la constituirían las calizas de páramo, sella - das por margas, que dan lugar a unos acuíferos colgados con salidas en su mayor parte controlables.

Las campañas de aforos diferenciales en ríos realizadas, - únicamente tratan de acotar los tramos de descarga recarga de algunos de los principales ríos y de verificar, en su ca - so, los resultados alcanzados por la investigación hidrogeo - lógica.

Los factores señalados al hablar de aportaciones afectan a la interpretación de los aforos directos. Se ha tratado, - sin embargo, mediante la selección de fechas y puntos de medida, de obviar, al menos en parte, las limitaciones existentes.

La situación de los puntos de aforo en la red de drenaje superficial se estableció una vez efectuado el reconocimiento de las cuencas de interés (ver Anejo n° 7 del Informe provisional sobre hidrología de superficie) para comprobar, entre otros aspectos, las posibilidades de acceso a la sección y de prioritaria ejecución de la medida del caudal por el procedimiento de vadeo.

El resultado de esta selección se ha traducido en más de - cien puntos de control (plano n° III.9) en los que se efectuaron entre el segundo semestre de 1977 y el año 1978, cuatro campañas de aforos, cuyos resultados, en detalle, pueden verse en el Anejo n° 8 del citado informe provisional. En los cuadros núms. III.6.1 al III.6.5, se resumen los caudales medios correspondientes a cada uno de los puntos de control y las ganancias o pérdidas medias de caudal por tramos, expresando ambas en valor absoluto y relacionándolas - con el incremento de cuenca superficial y, en su caso, de longitud de cauce. Las cifras de mayor interés se han incluido, asimismo, en el plano n° III.9 con objeto de facilitar su interpretación. En el cuadro III.6.6, se incluyen las medidas aisladas en las secciones de control.

Además de los aforos diferenciales en ríos, de ámbito general, se han realizado otras campañas de aforos diferenciales para estudios parciales (Alto y Bajo Duero, cabeceras - del Esgueva y Arandilla, Pisuerga, Arlanzón y Rianza) y otras series de aforos directos para el control de entradas-sali-

CUENCA	RÍO	Nº	SUPERFICIE CUENCA		LONGITUD RÍO		LUGAR	CAUDALES MEDIDOS (m³/s)				Δ Q (m³/s) (MEDIO)	CAUDALES ESPECIFICOS			
			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL		JUNIO	AGOSTO	OCTUBRE	JUNIO		PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
			km²	km²	km	km		1.977	1.977	1.977	1.978		mm	mm	l/s km	l/s km
GUAREÑA	GUAREÑA	1	191	191			VALLESA	0,020	0	0	0,025	0,010		2		
	MAZORES	2	340	340			CTRA. TARAZONA	0,080	0,015	0,008	0,040	0,020		2		
	GUAREÑA	3	72	603			CASTRILLO	0,175	0,030	0,025	0,210	0,050	22	4		
	PERALES	3 A	41	41			CAÑIZAL			0,025	0,030	0,020		15		
	GUAREÑA	3 B	112	756			VADILLO			0						
	GUAREÑA	4	258	1014			VILLABUENA	0,235	0,010	0,030	0,385					
TRABANCOS	GUAREÑA	5	51	1065			CTRA. BOVEDA-TORO	0,765	0,070	0,145	0,545	0,150	83	7		
	TRABANCOS	7	50	50			CTRA. AVILA-SALAMANCA	0	0	0	0,030					
	TRABANCOS	7 A	8	58			FLORES DE AVILA		0	0						
	TRABANCOS	7 B	7	65			EL AJO		0	0						
	TRABANCOS	8	5	70			SAN CRISTOBAL	0,020	0	0	0,060	0,010		5		
	TRABANCOS	9	3	73			RASUEROS	0,060	0,002	0	0,065	0,010	105	9		
	TRABANCOS	9 A	125	198			CTRA. HORCAJO -PALACIOS RUBIOS	0	0	0	0,015					
	TRABANCOS	10	51	249	10		CTRA. CANTALAPIEDRA-MADRIGAL	0,050	0	0	0,075	-0,005		3	-0,5	
	TRABANCOS	10 A	122	371			FRESNO EL VIEJO		0	0						
	TRABANCOS	11	93	464	10		CASTREJON	0,020	0	0	0,250	-0,015		0,7	-1,5	
	TRABANCOS	11 A	80	544			CTRA. ALAEJOS-NAVA DEL REY		0	0	0,125					
	TRABANCOS	11 B	149	693			CTRA. NACIONAL 620		0	0						
	TRABANCOS	12-13	37	730			CTRA. POLLOS-CASTRONUÑO	0,100	0	0	0,230	0,030	26	2		
ZAPARDIEL	ZAPARDIEL	14	44	44			CTRA. AVILA-SALAMANCA	0,015	0	0	0,025	0,015		34		
	ZAPARDIEL	15	220	264			BERCIAL DE ZAPARDIEL	0,030	0	0	0,075	0,025	4	5		
	ZAPARDIEL	16	432	696	20		CTRA. ATAQUINES-CERVILLEGO	0,060	0	0	0	-0,015		1	-0,8	
	ZAPARDIEL	17	717	1413			TORRECILLA	0,145	0	0,090	0,055	0,015	1	1		
	ZAPARDIEL	17 A	42	1455			FONCASTIN									
	ZAPARDIEL	18	20	1475			TORDESILLAS	0,170	0,055	0,050	0,050	0,045	71	2		
AREVALILLO	AREVALILLO	19	(194)	(194)			PAPATRIGO	0,005	0	0,010	0,670	0,012		12		
	MERDERO	20	(68)	(68)			NARROS DE SALDUENA	0	0	0	0,020	0				
	BERLANAS	21	(70)	(70)			SAN PASCUAL	0	0	0	0,010	0				
	RIOCABADO	22	(56)	(56)			RIOCABADO	0	0	0,002	0,120	0				
	AREVALILLO	23	174	174			NAVA DE AREVALO	0,040	0	0,003	1,245	0,008	2	2		
	AREVALILLO	24	54	228			AREVALO	0,100	0,015	0,025	1,730	0,030	18	7		

CUENCA	R I O	Nº	SUPERFICIE CUENCA		LONGITUD RIO		LUGAR	CAUDALES MEDIDOS (m³/s)				Δ Q (m³/s)	CAUDALES ESPECIFICOS				
			PARCIAL km²	TOTAL km²	PARCIAL km	TOTAL km		JULIO 1.977	AGOSTO 1.977	OCTUBRE 1.977	JULIO 1.978		PARCIAL mm	TOTAL mm	PARCIAL l/s km	TOTAL l/s km.	
ADAJA	ADAJA	33 A	(930)	(930)			CTRA. MINGORRIA-BERLANAS		0,340	0,905	1,615						
	ADAJA	33	130	130			CTRA. SANCHIDRIAN-SAN PEDRO	2,970	0,360	0,940	1,830	0,120		29			
	ADAJA	34	177	307			AREVALO	3,555	0,405	1,050	2,415	0,340	61	47			
	AREVALILLO	24		(616)			AREVALO	0,185	0	0,025	0,205						
	ADAJA	35	117	424			CTRA. ATAHUFINES-OLMEDO	3,285	0,350	1,170	2,725	0,040	11	37			
	A. DE LAS TORCAS	35 A	100	100			CTRA. OLMEDO-MEDINA DEL CAMPO	0	0	0	0						
	ADAJA	36	91	615			CTRA. MOJADOS-MATAPOZUELOS	3,230	0,245	1,165	2,930	0,230	80	37			
	ERESMA	40		(2970)			CTRA. MOJADOS-MATAPOZUELOS		1,545	4,495	6,930						
	ADAJA	41	83	698	6		VALDESTILLAS		1,735	5,155	8,315	-0,620					-103
	ADAJA	42	61	759			CTRA. MEDINA DEL CAMPO-PUENTE DUERO		1,630	5,670	9,175	0,580	300	15			
VOLTOYA	VOLTOYA	25	(130)	(410)			CTRA NACIONAL VI	0,375	0,040	0,040	1,405						
	VOLTOYA	26	153	153			JUARROS DE VOLTOYA	0,405	0,070	0,060	1,580	0,035		7			
	A. DE LAS CERCAS	26 A	(63)	(63)			MELQUE	0	0	0,010	0,245	0,005		3			
	VOLTOYA	27	133	286			CTRA. NAVA-MORALEJA CUELLAR	0,390	0,130	0,240	2,055	0,100	24	15			
	A. BALISA	27 A	(96)	(96)			CTRA. NAVA ASUNCION-NAVAS DE ORO	0	0	0	0,310						
	VOLTOYA	28	90	376			COCA	0,520	0,110	0,115	2,475	0,050	18	16			
ERESMA	ERESMA	37 A	(1359)	(1359)			YANGUAS DE ERESMA		1,015	3,795							
	ERESMA	37	(91)	(1450)			CTRA. BERNARDOS-NAVAS DE ORO	3,815	0,795	3,880	6,365						
	ERESMA	38	68	68			COCA	3,890	1,175	3,735	6,995	0,025		12			
	VOLTOYA	28		(1075)			COCA	0,500	0,110	0,550	1,491						
	ERESMA	39	134	202			CTRA. OLMEDO-CUELLAR	4,025	1,415	4,415	8,910	0,300	71	51			
	ERESMA	40	243	445			CTRA. MOJADOS-MATAPOZUELOS	5,024	1,330	4,485	8,190	0,025	3	25			
PIRON	PIRON	29	(172)	(172)			VILLOVELA DE PIRON	0,820	0,120	0,105							
	PIRON	30	(272)	(444)			CTRA. SEGOVIA-VALLADOLID	1,355	0,210	0,225	2,060	0,250	29				
	PIRON	31	54	54	20		CTRA. SAMBOAL-NAVA ASUNCION	1,310	0,160	0,150	2,315	-0,050					-2,5
	A. MALUCAS	31 A	(211)	(211)			CTRA. NAVAS DE ORO-CUELLAR	0	0	0	0,255						
	A. DE LA SIERPE	31 B	230	230			CTRA. DE REMONDO	0	0	0	0,070						
	PIRON	32	110	394			CTRA. ISCAR -CUELLAR	1,280	0,110	0,185	3,035	TRAMO DUDOSO					

CUENCA	RIO	Nº	SUPERFICIE CUENCA		LONGITUD RIO		LUGAR	CAUDALES MEDIDOS (m³/s)				Δ Q (m³/s)	CAUDALES ESPECIFICOS					
			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL		JULIO	SEPT.	NOVB.	JULIO		PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL		
			km²	km²	km.	km.		1.977	1.977	1.977	1.978		m.m.	m.m.	l/s km.	l/s km.		
CEGA	CEGA	43	(521)	(521)	20		CTRA. SEGOVIA-ARANDA	1,070	0,070									
	CEGA	44	(184)	(715)			CTRA. AGUILAFUENTE		0,345									
	CEGA	45	(46)	(761)			BODON DE IBIENZA		0,070	1,045	1,780							
	CEGA	46	67	67			CUELLAR	2,175	0,760	1,360	1,655	-0,170					-9	
	A. CERQUILLA	47	(284)	(284)			CUELLAR	0,075	0,015	0,330	0,115	0,200				21		
	PIRON	32		(1040)			CTRA. ISCAR-CUELLAR	0,580	0,045	0,550	0,685							
	CEGA	48	130	197			COGECES DE ISCAR	2,775	0,605	2,225	2,165	0,200	50	34				
	A. HENAR	48 A	(141)	(141)			COGECES DE ISCAR	0,020	0	0,080	0,005	0,235				53		
	CEGA	49	83	280			VIANA DE CEGA	2,525	0,165	2,530	2,250	0,100	40	35				
DURATON	MANANTIAL	50				FUENTIDUEÑA					0,910							
ESGUEVA	ESGUEVA	51 A	34	34		ESPINOSA DE CERYERA			0	0,015	0,005				28			
	A. BRIONGOS	51 B	(8)	(9)		BRIONGOS			0,040	0,045	0,080				280			
	A. FUENTES	51 C	(5)	(5)		CTRA. ESPINOSA-BRIONGOS			0,010	0,005	0,020				125			
	ESGUEVA	51	80	114		PINILLA TRASMONTE	0,045	0,020	0,050	0,155	0,025	10	8					
	ESGUEVA	52	111	225		CABAÑES DE ESGUEVA	0,395	0,275	0,280	0,705	0,240	68	38					
	HENAR	53	(173)	(173)		TORRESANDINO	0,170	0,120	0,150	0,250	0,080		16					
	ESGUEVA	54	74	290		TORRESANDINO	0,535	0,480	0,485	0,825	0,100	43	31					
	ESGUEVA	96	240	539		CASTRO VERDE			0,745	1,395	0,200	26	29					
	ESGUEVA	97	160	699		PIÑA DE ESGUEVA			0,515	1,820	0,080	18	27					
	ESGUEVA	98	114	813		RENEDO			0,845	1,630	0,350	97	35					
ARLANZA	ARLANZA	55 A	(1210)	(1210)	10		COVARRUBIAS		1,360	3,730	3,980							
	ARLANZA	55	69	69			PUNTEDURA	4,345	1,535	3,180	3,540	-0,500						-50
	MATAVIEJAS	56	(123)	(123)			PUNTEDURA	0,160	0,080	0,145	0,165	0,125				32		
	FUENTE BORBOLLONES	56 B					TORDUELES			0,245								
	ARLANZA	57	70	139			SANTA INES	4,990	1,530	3,540	3,345	0,220	100	50				
	REVILLA	57 A	(135)	(135)			LERMA	0,030	0,020	0,070	0,110	0,060				14		
	A. VALDEPAULES	58	(71)	(71)			TORDOMAR	0,050	0,035	0,130	0,050	0,090				40		
	ARLANZA	59	169	308			TORDOMAR	4,800	1,685	3,965	3,665	0,150	28	32				
	CUBILLO	60	(251)	(251)			CTRA. LERMA-PALENCIA	0,045	0,015	0,075	0,040	0,045				6		
	FRANCO	60 A	(237)	(237)			CTRA. PERAL COBOS CERRATO	0,120	0,080	0,250	0,685	0,200				27		
	CANAL PALENZUELA	61 A					PALENZUELA		0,480	0	0,085							
ARLANZA	61	175	483	PALENZUELA	4,315	1,730	4,885	3,980	0,135	24	24							

CUENCA	RIO	Nº	SUPERFICIE CUENCA		LONGITUD RIO		LUGAR	CAUDALES MEDIDOS (m³/s)				Δ Q (m³/s)	CAUDALES ESPECIFICOS				
			PARCIAL km²	TOTAL km²	PARCIAL km	TOTAL km		JULIO 1.977	SEPT. 1.977	NOVB. 1.977	JULIO 1.978		PARCIAL mm.	TOTAL mm.	PARCIAL l/s km.	TOTAL l/s km.	
ODRA	ODRA	62	(21)	(21)			HUMADA	0									
	ODRA	63	(93)	(114)			SANDOVAL	0,185	0,035	0,170	0,120	0,120		33			
	A. MORALEJO	63 B	41	41			CTRA. SANDOVAL-VILLADIEGO	0	0	0,045	0,020	0,010		8			
	ODRA	63 A	81	81			VILLAHIZAN		0,050	0,255	0,140						
	ODRA	64	84	165			VILLASANDINO	0,210	0,060	0,295	0,195	0,020	4	15			
	BRUILLES	65	257	257			VILLASANDINO	0,155	0,060	0,180	0,150	0,135		17			
	A. PADILLA	65 A	88	88			CTRA. VILLAVETA	0	0	0,020	0	0,005		2			
	A. DE VILLAJOS	65 B	82	82			CASTROGERIZ	0	0	0,070	0						
	ODRA	66	99	352			PEDROSA DEL PRINCIPE	0,450	0,185	0,450	0,430	0,060	19	13			
UCIEZA	UCIEZA	67	54	54			VEGA DE DOÑA OLIMPA	0,015		0,040	0,025	0,025		15			
	VALDECURIADO	67 A	98	98			GOZON DE UCIEZA	0,020		0,040	0,002	0,030		10			
	UCIEZA	68	60	212			GOZON DE UCIEZA	0,065		0,115	0,035	0,015	8	10			
	UCIEZA	69	100	312			VILLALCAZAR DE SIRGA	0,045		0,145	0,070	0,025	8	10			
	UCIEZA	99	129	441			POBLACION DE CAMPOS			0,170		0,065	16	11			
	UCIEZA	100	157	598			AMUSCO			0,260		0,090	16	10			
VALDAVIA	A. CIRUELO	84 A	45	45			BUENAVISTA			0,030							
	VALDAVIA	84	257	302			BUENAVISTA		0,060	0,390	0,230						
	AYION	84 B	106	106			CTRA. BUENAVISTA-RENEO		0	0,065		0,030		9			
	A. ARENILLAS	84 C	11	11			CTRA. BUENAVISTA-RENEO		0	0,010		0,005		14			
	VALDAVIA	85	43	462			VILLAELES		0,050	0,580		0,160					
	VALDAVIA	86	109	571			CASTRILLO		0,010	0,815		0,140	45	19			
	BOEDO	87 A	337	337			CTRA. OSORNO-ESPINOSA VILLAGONZALO		0	0,290		0,200		19			
	VALDAVIA	87	125	696			OSORNO		0,010	1,010		0,215	54	23			
HORNIIJA	HORNIIJA	71	85	85			WAMBA	0,075		0,065		0,065		24			
	PEÑAFLORES	72 A	116	116			TORRELOBATON	0,003		0,006		0,150		41			
	HORNIIJA	72	90	175			TORRELOBATON	0,105		0,175		0,110	39	35			
	HORNIIJA	73	67	358			VALDETRONCO	0,045		0,205		0,025	12	31			

CUENCA	R. O	Nº	SUPERFICIE CUENCA		LONGITUD RIO		LUGAR	CAUDALES MEDIDOS (m³/s)				Δ Q (m³/s)	CAUDALES ESPECIFICOS					
			PARCIAL km²	TOTAL km²	PARCIAL km	TOTAL km		AGOSTO 1.977	SEPT. 1'977	NOVB. 1'977			PARCIAL mm.	TOTAL m.m.	PARCIAL l/s km.	TOTAL l/s km.		
VALDERADUEY	SONDEO	74					VELILLA	0,010	0,015	0,015								
	VALDERADUEY	75	91	91			CARBAJAL	0,105	0,045	0,080	0,085		28					
	SONDEO	76					VILLAZANZO	0,008	0,003	0,004								
	VALDERADUEY	77	75	166			SAHAGUN	0,120	0,050	0,180	0,075	31	30					
	VALDERADUEY	78	101	267			SANTERVAS	0,145	0,045	0,190	0,030	9	22					
	VALDERADUEY	79	167	434			BECILLA	0,135	0,040									
	VALDERADUEY	79 A	107	541			COMP. VILLAVICENCIO		0,055	0,240	0,025	3	7					
	VALDERADUEY	80	91	632			CASTROVERDE	0,170	0,010	0,350	0,135	47	17					
	AHOGABORRICOS	81	299	299			VILLALPANDO	0,005	0	0								
	A. DE LA VEGA	81 A	90	90			TAPIOLES	0	0	0								
	VALDERADUEY	82	278	1.299	21		VILLARDIGA	0,030	0	0,200	-0,150					-7		
	CEA	CEA	88	366	366			ALMANZA		0,220	0,550							
		CAMBA	88 A	28	28			VILLAYERDET		0	0,030	0,015		17				
CEA		89	179	573			SAELICES DEL RIO		0,205	0,980	0,400	70	23					
A. VALLE DE ARRIBA		89 A	54	54			SAELICES DEL RIO		0	0,030	0,015		9					
CEA		90					EL PUERTO DE VILLAMOL											
CEA		91	142	769			SAHAGUN		0,080	1,060	0,050	11	20					
CEA		92	131	900			MELGAR DE ARRIBA		0	1,005								
A. SENADAS		92 A	58	58			JOARILLA DE LAS MATAS		0	0,005	0,005		3					
A. DE LA VEGA		93 A	280	280			CTRA. SAELICES-LEON		0	0,005	0,005		1					
CEA		94	173	1.411			MAYORGA		0	1,120	0,100	18	13					
A. DEL TORO		94 A	83	83			CTRA. CASTROBOL-VALDERAS		0	0,010	0,010		4					
A. DEL REGUERO		94 B	75	75			VALDEMORA		0	0,020	0,015		6					
CEA		95	200	769	19		VALDERAS		0	1,115	-0,035					-2		
RIAZA								OCT.78	ENE+79									
	RIAZA	109					EMBALSE LINARES DEL ARROYO	0,040	0,040									
	RIAZA	110					MILAGROS		0,870		0,800							
	A. PARDILLA	111					MILAGROS	0	0									
	A. RIOFRENO	112					CMD. MILAGROS-TORREGALINDO	0	0									
	A. VEGA DE LA TORRE	113					CTRA. SEGOVIA-ARANDA DUERO	0,030	0,025									
	A. CHORRON	114					HONTANGAS	0,170	0,310									
MANANTIAL	115					FUENTEMOLINOS	0,110	0,070										
RIAZA	116					HOYALES DE ROA	1,000	2,080		0,650								

MEDIDAS AISLADAS EN LAS SECCIONES DE CONTROL

<u>PUNTO</u>	<u>RIO</u>	<u>FECHA</u>	<u>CAUDAL (m³/s)</u>
3	Guareña	Nov. 78	0,120
4	"	"	0,310
5	"	"	0,470
12	Trabancos	"	0,050
18	Zapardiel	"	0,175
36	Adaja	Dic. 78	0,730
40	Eresma	"	3,670
41	Adaja	"	4,455
42	"	"	4,905
45	Cega	Sep. 78	0,470
46	"	"	0,245
48	"	Nov. 78	1,680
48A	Henar	"	0,075
49	Cega	"	1,775
51A	Esgueva	Nov. 78	0,040
51B	Briongos	"	0,080
51C	Fuentes	"	0
51	Esgueva	"	0,030
52	"	"	0,290
53	Henar	"	0,090
54	Esgueva	"	0,480
96	"	"	0,680
97	"	"	0,770
98	"	"	1,125
55A	Arlanza	Sep. 78	0,930
87	Valdavia	Nov. 78	0,768
72A	Peñaflor	Sep. 79	0,260
72	Hornija	"	0,240

das de aguas superficiales de unidades hidrogeológicas (calizas de los páramos de Cuéllar y Torozos, Valle de Amblés).

La distribución de las medidas realizadas es la siguiente:

	Número de		
	<u>Puntos</u>	<u>Pasadas</u>	<u>Aforos</u>
Campaña de ámbito general.	175	4	540
Estudios detalle	55	2-5	100
Cabecera Esgueva	15	8	125
Páramo de Cuéllar	30	12	355
Páramo de Torozos	45	2	90
Valle de Amblés	<u>15</u>	4	<u>50</u>
TOTAL ...	335		1.260

Las observaciones que a continuación se exponen resumen los resultados incluidos en el "Informe provisional sobre hidrología de superficie" y en diversos informes posteriormente realizados; se ha excluido la interpretación de los aforos directos realizados para el control de unidades hidrogeológicas, incluida en otros capítulos del proyecto, si bien cabe reseñar los caudales medios de las fuentes o arroyos más importantes:

Manantial Fuentidueña	910 l/s
Arroyo de la Hoz	620 l/s
Arroyo de la Vega	550 l/s
Arroyo Valcorba	350 l/s
Arroyo Chorrón	260 l/s
Río Botijas	250 l/s

5.1.- Río Duero

En Junio de 1978 se planteó la posibilidad de llevar a cabo una serie de medidas de caudal en el río Duero con el fin de contrastar la importancia del drenaje subterráneo indicado por las isopiezas y cuantificada, en algún caso, mediante modelos matemáticos de flujo.

Se eligieron dos tramos en los que el efecto de la descarga subterránea podía ser notable. Uno de ellos que llamaremos Duero Alto, está situado entre San Esteban de Gormaz y las proximidades de Peñafiel (ver gráfico nº III.5). El otro tramo, que denominaremos Duero Bajo, está comprendido entre Villamarciel y Zamora (ver gráfico nº III.6). Ambos tramos de río son objeto de una intensa utilización por parte de regantes y, en menor grado, por otro tipo de usuarios (industrias y abastecimientos urbanos). En estas condiciones, y a efectos de la interpretación de las medidas, los aforos debían obviar las afecciones introducidas por los riegos y aprovechar la favorable situación de estiaje (gráficos núms. III.7 y III.8).

Mientras tanto, y por si fuera necesario su conocimiento, se debían establecer las principales características de las redes de riego involucradas en los tramos considerados.

Otras limitaciones a tener en cuenta son, por un lado, la propia precisión de los aforos directos a realizar y, por otro, la estabilidad de caudales en el tramo. La resolución de todos los problemas planteados pasaba por la adecuada selección de medios y lugares y por la repetición de medidas.

Aunque los aforos se realizaron fuera de la época de riegos (meses de octubre y noviembre), algunos de los canales aún llevaban agua por estar sujetos a otras servidumbres (industrias, preparación de suelos para las labores de recogida, etc). En estas condiciones fué posible, gracias a la colaboración prestada por la confederación Hidrográfica del Duero a través de su Sección de Explotación, cortar temporalmente los canales para facilitar la interpretación de las medidas.

La realización de aforos diferenciales en el río Duero comprendió el desarrollo de los siguientes aspectos:

- 1º) Información acerca de anteriores estiajes. Recopilación y análisis de datos históricos de caudales.
- 2º) Reconocimiento de los tramos de río seleccionados para determinar las secciones de aforo adecuadas.
- 3º) Reconocimiento de la red de canales de riego, - Puntos de toma y de vertido más importantes.
- 4º) Preparación del material necesario para la realización de las medidas de caudal desde una embarcación.
- 5º) Programación de las medidas a efectuar.
- 6º) Análisis e interpretación de las medidas realizadas.

Antecedentes

Se trató de encontrar una primera confirmación del efecto de drenaje del río acudiendo a la comparación entre los caudales registrados en las distintas estaciones de aforo que funcionan en el río Duero.

La información recogida en el tramo alto no arroja ninguna luz sobre el tema, ya que de las tres estaciones disponibles, la de San Esteban de Gormaz (E.7) controla sólo parcialmente los caudales circulantes por el río al estar situada en un canal de derivación con compuertas, la de Fresnillo de las Dueñas (E.13) es de reciente instalación y está afectada por canales de riego no controlados y la de Peñafiel (E.14) está situada aguas abajo de la confluencia del Duratón, estando este río sometido a fuertes fluctuaciones de caudal por efecto del turbinado de la presa de Las Vencías.

En el tramo bajo también se dispone de tres estaciones, Villamarciel, Toro y Carrascal, las dos primeras pertenecientes a la Comisaría de Aguas y la última a Iberduero. En principio se intentó correlacionar los caudales medidos en Villamarciel con los medidos en Carrascal, ya que al estar situadas en ambos extremos del tramo a estudiar podrían servir para establecer un primer balance relativo a un periodo de cierta amplitud (varios años), aún con los inevitables inconvenientes de tener que estimar los consumos de agua intermedios.

La posibilidad de hacer este tipo de balance fué deseada por varios motivos. A la inseguridad en el cálculo de los consumos se unía la propia falta de garantía de los datos históricos disponibles. En el tramo comprendido entre Zamora y el Salto de San Román, Iberduero tiene instaladas tres escalas limnigráficas y un telelimnógrafo pero no había seguridad en cuanto a las relaciones nivel-caudal porque las escalas resultaban afectadas en cuantía desconocida por el variable remanso provocado en la central. Por otro lado, las entradas en el tramo a través del Valderaduey son de gran entidad por referirse a desagües de los canales de Castilla y de Toro-Zamora en las épocas en que el propio Valderaduey tiene menores aportes. Es necesario, además tarar muy frecuentemente la estación de aforos, situada muy cerca de la desembocadura del Duero y sometida a su variable influencia.

Desechados los datos históricos por falta de precisión a la hora de establecer un balance, la única información adicional de que se dispone fué la de que en el fuerte estiaje de 1975, la presa de San José dejó de turbinar el reducido caudal del Duero quedando en seco el cauce del río y circulando éste, con un 30% de su dotación, por los canales de Toro-Zamora y San José. En estas condiciones, la Comisaría de Aguas realizó aforos directos en las proximidades de Toro que dieron valores por encima de los 2 m³/s. Una gran parte de esta cantidad puede ser imputable a drenaje subterráneo.

Reconocimiento de las secciones de aforo

Ya se ha indicado que el objetivo de las campañas de aforos es el de averiguar la importancia de la descarga subterránea al río que, se supone, representará un porcentaje relativamente pequeño del caudal circulante. Esto exige una gran precisión a las medidas a realizar en el cauce principal e, indirectamente, determinadas condiciones a las secciones de aforo, como son buen acceso con un vehículo, dimensiones apropiadas para operar con molinete montado en barra rígida y manejado desde barca y un régimen hidráulico adecuado (cauce recto, fondo poco accidentado, márgenes definidas, velocidad de flujo moderada, etc).

Todo lo anterior motivó diversos reconocimientos del río hasta llegar a definir las secciones de aforos que quedaron definitivamente ubicadas en los siguientes puntos:

- Tramo alto (ver gráfico n° III.5):

Duero en San Esteban de Gormaz.

Duero en Vadocondes.

Duero en Cueva de Roa.

- Tramo bajo (ver gráfico n° III.6):

Duero en San Miguel del Pino.

Duero en Pollos.

Duero en Timulos.

Duero en Carrascal.

Posteriormente, y realizadas ya las primeras medidas, se introdujo una nueva sección inmediatamente aguas abajo de la presa de San José y, ya en la última pasada, otra cerca de Zamora, situada aguas arriba de la desembocadura del Valderaduey.

Caudales medidos

De acuerdo con la programación finalmente considerada (ver Informe sobre aforos diferenciales en el río Duero) se realizaron diversas campañas de medida de caudales cuyos resultados se resumen a continuación. El tramo denominado Bajo Duero se ha dividido a su vez en dos subtramos.

Caudales en el Alto Duero

Se efectuó la primera medida entre los días 9, 10 y 11 de Octubre, según el programa previsto. La segunda medida que tuvo lugar entre los días 24, 25 y 26 de Octubre, fué similar a la primera en cuanto a la distribución de los aforos. Los resultados alcanzados en ambas fueron los siguientes:

	<u>9.10.78</u>	<u>24.10.78</u>
Duero en San Esteban de Gormaz	10,70 m ³ /s	7,90 m ³ /s
Arroyo del Monte en Soto de San Esteban	0,105 m ³ /s	0,135 m ³ /s
Arroyo Cuesta Blanca en San Esteban de Gormaz	0,025 m ³ /s	0,038 m ³ /s
Río Rejas en Cra. Aranda-Soria	0,126 m ³ /s	0,081 m ³ /a
Arroyo Valdanzo en Langa de Duero	0,243 m ³ /s	0,230 m ³ /s

	<u>10.10.78</u>	<u>25.10.78</u>
Río Duero en Vadocondes	12,90 m ³ /s	9,80 m ³ /s
Río Arandilla en Aranda de Duero	0,265 m ³ /s	0,750 m ³ /s
Arroyo de la Nava en Aranda de Duero	0,095 m ³ /s	0,044 m ³ /s
Río Bañuelos en Aranda de Duero	0,064 m ³ /s	0,091 m ³ /s

	<u>11.10.78</u>	<u>25.10.78</u>
Arroyo San Andrés en Cra. Roa-La Horra	0,020 m ³ /s	0,015 m ³ /s
Arroyo Cilla de Boada Cra. Roa-La Horra	0,041 m ³ /s	0,030 m ³ /s
Río Gromejón en La Ventosilla	0,257 m ³ /s	0,229 m ³ /s

	<u>11.10.78</u>	<u>26.10.78</u>
Río Riaza en Linares del Arroyo		0,190 m ³ /s
Río Riaza en Cra. Roa-Aranda	1,090 m ³ /s	0,790 m ³ /s
Río Duero en Cueva de Roa	14,000 m ³ /s	11,100 m ³ /s

Los canales de Gumá y Aranda, que afectan al tramo en consideración, permanecieron cerrados durante la realización de los aforos.

Caudales en el tramo comprendido entre San Miguel del Pino y Pollos

Se efectuaron las medidas entre los días 19 y 20 de Octubre y 6 y 7 de Noviembre. La realización de los aforos exigió el corte de agua en los canales de Tordesillas, Pollos y la Acequia Aguas Arriba de San José. También se cortó el canal de Geria-Villamarciel que riega por encima del tramo. Los resultados de los aforos fueron los siguientes:

	<u>19.10.78</u>	<u>6.11.78</u>
Duero en San Miguel del Pino	43,5 m ³ /s	39,6 m ³ /s
Zapardiel en Tordesillas	0,100 m ³ /s	0,100 m ³ /s
	<u>20.10.78</u>	<u>7.11.78</u>
Duero en Pollos	42,7 m ³ /s	39,9 m ³ /s

El caudal del río Zapardiel se estimó simplemente - puesto que la incidencia de su aporte era insignificante frente a los caudales del Duero. El resto de los arroyos estaban secos.

Desde el punto de aforo de Pollos hasta la Presa de San José hay un tramo de 15 kilómetros en el que no es posible actuar por las dificultades que presenta el propio río en cuanto a acceso, calados e interpretación posterior, teniendo en cuenta que la cola del embalse de San José está ya próxima a la sección de Pollos.

Caudales entre la Presa de San José y Carrascal

Se han realizado en el tramo cuatro medidas a lo largo de las cuales se han introducido nuevas secciones de aforo, quedando en expectativa una quinta, a realizar a primeros de Diciembre, que se suspendió definitivamente al comprobar que se había producido un incremento de caudal en el río que, por su magnitud, hacía muy difícil detectar los caudales buscados.

De las entradas laterales, únicamente se ha aforado el río Guareña y el Valderaduey, comprobándose que el río Hornija llegaba seco o con caudales insignificantes. Del resto de los arroyos laterales se han estimado los aportes por resultar siempre despreciables frente al caudal drenado.

Los resultados obtenidos se resumen seguidamente:

	<u>16.10.78</u>	<u>31.10.78</u>	<u>8.11.78</u>	<u>15.11.78</u>
Río Duero en P. San José			41,9 m ³ /s	47,2 m ³ /s

	<u>16.10.78</u>	<u>31.10.78</u>	<u>8.11.78</u>	<u>16.11.78</u>
Río Duero en P. San José				46,9 m ³ /s
Río Duero en Timulos	44,6 m ³ /s	38,2 m ³ /s	42,6 m ³ /s	-
Río Hornija en San Miguel	0	0	0	0
Río Guareña en Toro	0,208 "	0,260 "	0,300 "	0,400 "

	<u>17.10.78</u>	<u>2.11.78</u>	<u>8.11.78</u>	<u>17.11.78</u>
Río Duero en Zamora	-	-	-	54,5 m ³ /s
Río Valderaduey en Zamora	4,6 m ³ /s	2,5 m ³ /s	4,2 m ³ /s	-

	<u>18.10.78</u>	<u>2.11.78</u>	<u>9.11.78</u>
Río Duero en Carrascal	53,3 m ³ /s	43,6 m ³ /s	48,0 m ³ /s

	<u>10.11.78</u>
Río Duero en Carrascal	61,5 m ³ /s

Para la realización de los aforos anteriores se cerraron los canales de San José, Toro-Zamora, San Frontis y Villaralbo, manteniéndose en la presa de San José un caudal de salida aproximadamente constante. El canal de Toro-Zamora se volvió a abrir el 28 de Octubre con objeto de suministrar agua a la azucarera de Toro, comprobándose que el consumo era para operaciones de lavado; el agua desviada por el canal se devolvía casi en su totalidad al Duero a poca distancia de la azucarera. Por este motivo, hubo que medir el caudal derivado por el canal en todas las pasadas siguientes. Dicho valor se ha sumado a los caudales aforados, tanto en la presa de San José como en Tímulos, quedando así integrado en los resultados anteriormente expuestos.

Tanto en la tercera como en la cuarta medida se introdujo un aforo cerca de la presa de San José, no previsto en principio por dificultades de sección.

Por último, cabe reseñar el cambio de sección operado en la cuarta medida, en la que se adoptó como punto de cierre una sección situada aguas arriba de la confluencia del Valderaduey, con el objeto de eliminar precisamente a este río del balance, puesto que al estar sometido a variaciones a consecuencia de los vertidos del canal de Castilla, había actuado hasta entonces como un factor de distorsión.

Análisis de resultados. Balances.

Tanto para el tramo alto, como para el situado aguas arriba de la presa de San José, los balances se realizan basándose únicamente en los datos aportados -

por los aforos directos. Para el tramo comprendido - entre la presa de San José y Carrascal y teniendo en cuenta la complejidad del mismo, se ha recurrido a - dos tipos de balance: el primero se basa, como los - anteriores, en los datos de los aforos directos; el segundo, sin embargo, se apoya indirectamente en estos aforos para establecer a partir de las lecturas de escala de Carrascal y del puente de Villagodio, - así como de los caudales de San José, un balance para un período de varios días.

Balance en el Duero Alto

En el tramo comprendido entre San Esteban de Gormaz y Vadocondes, el incremento de caudal del Duero ha variado entre 1,7 y 1,4 m³/s, aportando los arroyos laterales un caudal adicional, en gran medida de origen subterráneo, de 500-450 l/s.

En el tramo comprendido entre Vadocondes y Cuevas - de Roa los aforos efectuados no muestran incremento de caudal en el Duero siendo apreciables, sin embargo, los caudales drenados por los ríos Gromejón, - Arandilla y Riaza. Prescindiendo de este último, los aportes laterales oscilaron en conjunto alrededor de 1,2 m³/s.

En la primera medida el cierre de los canales de Aranda y Guma se realizó con gran antelación y el tramo de río permaneció estabilizado. En la segunda campaña sin embargo, el cierre de canales se retrasó algo más de lo previsto y, además, observando el limnigrama de la estación de aforos de Aranda de Duero (gráfico n° III.9) parece que se debió de producir algún

manejo de compuertas adicional que pudo afectar a la estabilidad del tramo y a la medida efectuada en Cueva de Roa. En cualquier caso, además, los consumos de agua originados por los usuarios particulares afecta en alguna cuantía a los mencionados resultados (en el gráfico n° III.7 se ha incluido, junto con los sistemas de riego dependientes de la Administración, una lista de concesiones de agua en el tramo).

Entre San Esteban de Gormaz y Vadocondes, el Duero tiene un recorrido que se aproxima a los 40 kms correspondiéndole una cuenca hidrográfica de 700-800 km². Litológicamente aparecen formaciones de arcillas y arenas o de margas y arcillas (baja permeabilidad) flanqueando el aluvial del propio Duero.

El caudal medido en esta zona se aproxima a los 2 m³/s, cifra que supone unos 85 mm de aporte subterráneo.

Entre Vadocondes y Cueva de Roa el Duero recorre otros 40 kms y le corresponde, contando el Riaza únicamente desde el embalse de Linares del Arroyo, una cuenca hidrográfica de casi 2.000 km².

El caudal diferencial medido en la parte baja del tramo Alto del Duero varía entre 1,75 y 1,65 m³/s, valores que suponen unos 27 mm de aporte, muy por debajo de la cifra encontrada en la parte alta. Esta situación, que parece corresponderse con una disminución de la permeabilidad hacia el Oeste, resultaría más evidente si se desglosara la cuenca del Riaza.

Balances en el Bajo Duero

En el tramo comprendido entre San Miguel del Pino y Pollos el Duero no se han comprobado incrementos de caudal. El único afluente de cierta importancia, el río Zapardiel, aportaba un caudal escaso (unos 100 l/s).

Comparando los caudales del Duero medidos en Carrascal, una vez deducidas las aportaciones del Valderaduey, con los caudales en San José dos o tres días antes se obtienen, según las campañas efectuadas, valores diferenciales comprendidos entre 4 y 7 m³/s - (cuadro n° III.7). Las entradas de agua por el río - Guareña han sido siempre muy reducidas (250 l/s) y se han supuesto contrarrestadas por el consumo. El resto de los afluentes del tramo permaneció en seco durante las medidas.

Para contrastar el orden de magnitud del mencionado incremento de caudal se realizó un balance volumétrico en el tramo San José-Carrascal entre los días 14 de Octubre y 12 de Noviembre del año 1978.

El volumen de agua en el comienzo del tramo fué de - 100 hm³. El aporte del Valderaduey en el mismo período fué de 7 hm³. Al contabilizarse 118 hm³ como salidas por Carrascal se produce un incremento de 11 hm³ que suponen un caudal de 4,5 m³/s en el período de 28 días tomado como referencia.

Según se ha visto, el Bajo Duero quedó dividido en tres tramos. El primero se define entre San Miguel del Pino y Pollos, y tiene una longitud de 25 km. Su

cuenca hidrográfica propia puede ser de unos 1.700 - km². El caudal drenado en esta zona se reduce a las exiguas salidas por el Zapardiel (2 mm). El Duero no parece acusar descargas subterráneas importantes, - aunque éstas, de acuerdo con las isopiezas y los modelos matemáticos de flujo del agua subterránea, deben afectar al tramo.

Entre Pollos y la presa de San José se delimita otro tramo, de unos 20 kms de longitud al que vierte una cuenca hidrográfica de 900 km² que no ha podido estudiarse por quedar sometido a la influencia del remanente de la mencionada presa. Este tramo se sitúa precisamente en la gran zona de fractura que con dirección SW-NE atraviesa la cuenca del Duero y constituye una dirección preferente de circulación del agua subterránea.

Su importancia como zona de descarga ha quedado, pues, sin comprobación.

CUADRO N° III.7

CAUDALES DIFERENCIALES EN EL BAJO DUERO

	<u>Primera Campaña</u>	<u>Segunda Campaña</u>	<u>Tercera Campaña</u>	<u>Cuarta Campaña</u>
Río Duero en Carrascal	53,3	43,7	48	54,5 (*)
Río Valderaduey	4,3	2,5	3	-
Diferencia	49	41	45	54,5
Río Duero en S. José	44-43	37-37,5	38,5-39,5	47,5
Diferencias	5-6	4-3,5	6,5-5,5	7

OBSERVACIONES: En todas las fechas consideradas, excepto en la primera en que estaban totalmente cortados los canales de riego, el canal de Toro-Zamora llevaba agua exclusivamente para la Azucarrera de Toro:

(*) Este aforo se realizó aguas arriba de la confluencia del Valderaduey,

NOTA.- Los caudales se han expresado en m³/seg.

6.2.- Ríos Arandilla, Bañuelos y Gomejón

Los aforos realizados en las cuencas altas de los ríos Arandilla, Bañuelos y Gomejón, así como en la cabecera del Esgueva, durante el período que comprende desde Abril de 1978 a Mayo de 1979 permiten, junto con la acotación de algunos tramos de río con ganancias de caudal, el tratar de evaluar, de una forma aproximada, la descarga subterránea del macizo calizo que desde las Peñas de Cervera se prolonga, en dirección NW-SE, hasta la Sierra de Nafria, entre las provincias de Burgos y Soria. Este macizo constituye una parte del borde oriental del Sistema nº 8 - (gráfico nº III.10).

Caudales medidos

Las campañas de aforos se iniciaron en Marzo de 1978 simultáneamente con el reconocimiento previo de las secciones de control. En total se han efectuado 125 medidas, incluyendo las últimas realizadas en Mayo de 1979. El estudio de la evolución de caudales se limita al intervalo Abril del 78 a Marzo del 79 ambos inclusive.

Los caudales medios de los ríos aforados a lo largo del período de control son los siguientes (cuadro nº III.8).

- Río Perales	0,295 m ³ /s
- Río Cañicera	0,140 m ³ /s
- Río Pildé	0,260 m ³ /s

RIO	1978										1979				
	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.
Perales		592	370	290		93	66			77			721		337
Cañicera		165	225	187		0	7			32			316		237
Pildé		578	310	268		123	87			80			528		274
Espeja	1.8.1	541	539	210		35	12			28			379		236
Arandilla	1.871	569	501	510		240	219			197			620		371
Aranzuelo	1.633	387	480	271		86	96			146			511		329
Bañuelos	266	17	19	19		2	15			0			22		10
Gromejón	167	81	53	30		3	10			0			83		49
Esgueva	469	36	64	13		0	0			0			74		29
Fuentes	209	26	40	4		0	0			0			21		8
Briongos	181	90	136	43		7	13			6			82		32
Valdelajos	59	16	10	16		0	0			0			54		23
Henar	148	89	59	24		5	3			2			417		60

CAUDALES AFORADOS (l/s)

CUADRO N^o III.8

- Río Espeja	0,220 m ³ /s
- Río Arandilla	0,415 m ³ /s
- Río Aranzuelo	0,280 m ³ /s
- Río Bañuelos	0,013 m ³ /s
- Río Gromejón	0,029 m ³ /s
- Río Esgueva	0,019 m ³ /s
- Río Briongos	0,060 m ³ /s
- Río Valdelajos	0,013 m ³ /s
- Río Henar	0,063 m ³ /s
	<hr/>
Caudal medio total	1,80 m ³ /s

Parte de las secciones de aforo periódico se ha tratado de aproximar al borde de contacto de las calizas, si bien en la mayoría de los casos ha sido preciso considerar una pequeña cuenca intermedia entre el límite de las calizas y la primera sección de control debido a las condiciones de acceso.

La situación de los puntos de aforo puede verse en el gráfico n° III.10.

Características de las cuencas

La litología de las cuencas controladas da lugar, en la mayoría de ellas, a la diferenciación en dos zonas netamente distintas, la alta, constituida por calizas del Cretácico y la baja, comprendida entre el límite de las calizas y las restantes secciones de control, constituida por conglomerados, arcillas arenosas y pequeños páramos.

Las superficies y altitudes de la zona considerada -
son las siguientes:

<u>Río</u>	<u>Sup.en Sec. Aforo (km²)</u>	<u>Cota lim. Calizas (m)</u>	<u>Cota secc. Aforo (m)</u>
Perales	62,3	1.060	927
Cañicera	18,5		922
Pildé	47,2	1.060	937
Espeja	69,0	1.040	922
Arandilla	43,7	1.020	927
Aranzuelo	50,5	1.000	970
Bañuelos	9,6	1.080	880
Gromejón	13,7		950
Esgueva	29,0	1.060	1.020
Briongos	14,3	1.080	1.080
Valdelajos	9,3	1.060	1.025
Henar	26,2	1.010	958

La superficie total de la zona considerada alcanza -
los 395 km².

Caudales medidos

Con los datos de los aforos directos se dibujaron -
los hidrogramas correspondientes a cada una de las -
cuencas controladas. Comparando estos hidrogramas -
con la evolución de las lluvias se observó que en
la mayor parte de los ríos se producen incrementos -

de caudal con ausencia en la práctica de lluvias. - Puesto que las encuestas de Extensión Agraria cuantifican las superficies en regadío, se ha supuesto que la rama de descenso de los hidrogramas está forzada por extracciones directas en los ríos. En los casos en que procedía, se realizó una restitución del régimen natural variando esta parte de la curva. Teóricamente, entre ambas ramas de descenso, se define un volumen de agua que posiblemente representaría el consumo para riego. Por este procedimiento y aplicando una dotación tipo de 7.000 m³/ha/año, se obtienen los siguientes resultados:

<u>Río</u>	<u>Vol. (hm³)</u>	<u>Sup. (ha)</u>	<u>%Sup.</u>	<u>%Ap.</u>
Perales	1,35	190	3,1	14,4
Cañicera	1,50	215	11,6	34,1
Pildé	0,90	125	2,6	10,7
Espeja	1,35	190	2,8	19,4
Arandilla	1,75	250	5,8	13,5
Aranzuelo	0,90	130	4,0	10,6
Bañuelos	0,25	35	3,4	57,5
Briongos	0,50	70	4,9	25,8
Henar	<u>0,10</u>	<u>15</u>	0,5	5,0
TOTAL	8,60	1.220		

El total de hectáreas supuestas en riego es muy semejante a la estimada por el Servicio de Extensión Agraria. Parece, por tanto, que la corrección de los hidrogramas es aceptable.

La restitución de los hidrogramas lleva a la siguiente distribución de volúmenes (cuadro n° III.9):

	<u>Aportación total</u>
Río Perales	9,3 hm ³
Río Cañicera	4,4 "
Río Pildé	8,1 "
Río Espeja	6,9 "
Río Arandilla	13,1 "
Río Aranzuelo	8,8 "
Río Bañuelos	0,4 "
Río Gromejón	0,9 "
Río Esgueva	0,6 "
Río Briongos	1,9 "
Río Valdelajos	0,5 "
Río Henar	2,0 "
	<hr/>
TOTAL	57,0 hm ³

Análisis de hidrogramas

A partir del hidrograma total (gráficos núms. III.11.1 al III.11.12) se ha estimado el correspondiente a la descarga subterránea que coincide con el restituido, salvo para los caudales altos, en donde se ha realizado una reducción en función de los caudales aforados y de la superficie de la cuenca.

RIO	1978									1979			TOTAL
	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	
Perales	1,42	1,02	0,76	0,60	0,47	0,34	0,25	0,24	0,44	0,78	1,25	1,71	9,3
Cañicera	0,46	0,57	0,50	0,39	0,26	0,17	0,12	0,10	0,18	0,32	0,52	0,80	4,4
Pildé	1,34	0,89	0,70	0,59	0,46	0,34	0,27	0,24	0,39	0,63	0,94	1,26	8,1
Espeja	1,40	1,33	0,84	0,52	0,32	0,18	0,12	0,09	0,18	0,35	0,62	0,92	6,9
Arandilla	1,74	1,62	1,31	1,11	0,92	0,73	0,62	0,56	0,75	1,00	1,21	1,60	13,1
Aranzuelo	1,05	1,17	0,86	0,63	0,44	0,30	0,30	0,40	0,58	0,80	0,99	1,23	8,8
Bañuelos	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,02	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,4
Gromejón	0,19	0,14	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02	0	0,01	0,04	0,10	0,20	0,9
Esgueva	0,11	0,13	0,06	0,01	0	0	0	0	0,01	0,03	0,09	0,18	0,6
Briongos	0,34	0,41	0,26	0,15	0,08	0,05	0,03	0,02	0,04	0,09	0,16	0,24	1,9
Valdelajos	0,04	0,05	0,03	0,02	0	0	0	0	0,01	0,03	0,07	0,12	0,4
Henar	0,22	0,15	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,46	0,83	2,0

(Hm³)

APORTACIONES RESTITUIDAS

CUADRO N.º III.9

Las aportaciones deducidas del hidrograma de escorrentía subterránea resultan ser las siguientes:

Río Perales	6,5 hm ³
Río Cañicera	3,5 "
Río Pildé	6,6 "
Río Espeja	4,0 "
Río Arandilla	11,5 "
Río Aranzuelo	7,0 "
Río Bañuelos	0,4 "
Río Gromejón	0,6 "
Río Esgueva	0,6 "
Río Briongos	1,2 "
Río Valdelajos	0,3 "
Río Henar	0,8 "
	<hr/>
TOTAL	40,0 hm ³

En el cuadro n° III.10 se especifican, mes a mes, - las aportaciones de cada cuenca.

Balances de agua

Se ha distinguido la zona de calizas y la comprendida entre esta y las secciones de control periódico. Puesto que los caudales se han medido en estas últimas, se ha hecho una extrapolación para las calizas, a partir de los caudales aforados en el mes de Mayo, en los que se comprobó que existían incrementos de

RIO	1978									1979			TOTAL
	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	
Perales	0,73	0,74	0,69	0,60	0,47	0,34	0,25	0,24	0,44	0,67	0,63	0,72	6,5
Cañicera	0,39	0,40	0,39	0,36	0,26	0,17	0,12	0,10	0,18	0,32	0,37	0,43	3,5
Pildé	0,91	0,83	0,70	0,59	0,46	0,34	0,27	0,24	0,39	0,55	0,58	0,78	6,6
Espeja	0,67	0,60	0,49	0,43	0,32	0,18	0,12	0,09	0,18	0,26	0,28	0,36	4,0
Arandilla	1,30	1,30	1,19	1,11	0,92	0,73	0,62	0,56	0,75	0,90	0,90	1,10	11,5
Aranzuelo	0,76	0,76	0,71	0,63	0,44	0,30	0,30	0,40	0,58	0,70	0,67	0,76	7,0
Bañuelos	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,02	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,4
Gromejón	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,03	0,02	0	0,01	0,04	0,06	0,07	0,6
Esgueva	0,11	0,13	0,06	0,01	0	0	0	0	0,01	0,03	0,09	0,18	0,6
Griongos	0,19	0,17	0,15	0,13	0,08	0,05	0,03	0,02	0,04	0,09	0,12	0,14	1,2
Valdelajos	0,04	0,05	0,03	0,02	0	0	0	0	0,01	0,03	0,04	0,05	0,3
Henar	0,12	0,10	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,08	0,09	0,11	0,8

APORTACIONES SUBTERRANEAS
 (Hm³)

CUADRO Nº III.10

caudal, de magnitud variable según las cuencas, entre la descarga directa de las calizas y las secciones de control. Puesto que los caudales deducidos para el límite del Cretácico se basan en los incrementos observados en una sola medida han de tomarse con las debidas reservas.

Las aportaciones subterráneas deducidas en el cuadro n° III.10 se han repartido, teniendo en cuenta lo anterior, entre las dos zonas descritas (cuadro n° - III.11).

Se ha hecho un balance hidráulico para cada una de las cuencas implicadas. Sin embargo, debido a las afines características físicas y litológicas y a sus posibles dependencias, se entiende que los resultados más representativos son los valores medios obtenidos para el total de la zona.

Para conocer la precipitación en el área considerada se han seleccionado un total de 10 estaciones pluviométricas de entre un grupo de 25 que la afectan siguiendo el criterio de la mayor garantía de los datos pluviométricos establecido por el Centro Meteorológico de la Cuenca del Duero.

Se ha tomado un período que cubre ampliamente el correspondiente a los aforos, lo que ha permitido contrastar la evolución simultánea de los caudales respecto de la precipitación (se estimó que el desfase entre la lluvia y su efecto en los caudales es aproximadamente de un mes).

BALANCES

CUADRO N° III.1

RIO	CALIZAS				MIOCENO						
	Sup. Km ²	Precip. Hm ³	Ap. Sub. Hm ³	Inf. %	Sup. Km ²	Precip. Hm ³	Ap. Sub. Hm ³	Inf. %	Ap. Rest. Hm ³	Coef. escor.	
Perales					62,3	48	6,5	14	9,3	0,19	
Cañicera					18,5	14	3,5	25	4,4	0,31	
Pildé	19,8	19	1	5	27,4	21	5,6	27	8,1	0,20	
Espeja	37,8	37	1,2	3	31,2	24	2,8	12	6,9	0,11	
Arandilla	29,0	28	10,6	38	14,7	15	0,9	6	13,1	0,14	
Aranzuelo	45,4	46	5,2	11	5,1	5	1,8	36	8,8	0,17	
Bañuelos	9,6	9	0,4	4					0,4	0,04	
Gromejón					13,7	10	0,6	6	0,9	0,09	
Esgueva	29,0	23	0,6	3					0,6	0,03	
Briongos	14,3	14	1,2	9					1,9	0,14	
Valdelajos	9,3	9	0,3	3					0,4	0,04	
Henar					26,2	18	0,8	4	2,0	0,11	
TOTAL	194,2	185	20,5	11	199,1	146	22,0	14	56,8		

El volumen de la lluvia en cada cuenca, se calculó a partir de una relación entre la altitud y la precipitación, obteniéndose para el conjunto de la zona la cifra de 330 hm^3 (840 mm).

Tomando como estación más representativa de la zona la de Arauzo de Miel, se realizó un estudio de frecuencias mensuales de precipitación en el que se comprobó el predominio de los meses calificados como húmedos respecto de los medios, registrándose como secos únicamente los meses de Septiembre y Octubre.

Comparando la aportación subterránea con la precipitación resulta que la infiltración media en las calizas es del 11%, variando entre un 38% en la cuenca del Arandilla y un 3% en las del Esgueva, Espeja y Valdelajos. Respecto del Mioceno, la infiltración media es del 14%, variando entre un 27% en la cuenca del Pildé y un 3% en la del Valdelajos.

Como puede observarse, los porcentajes aparentes de infiltración resultan bajos para las calizas, salvo en el caso del Arandilla. Respecto del Mioceno, son altos en los casos del Cañicera, Pildé y Aranzuelo y, en general, son mayores que los que se obtienen en las calizas, lo cual, podría justificarse en el caso de que éstas pudieran estar descargándose a través del Mioceno. Si suponemos una infiltración entre el 5 y 10% en esta zona, se obtiene como descarga de las calizas, unos 35 hm^3 , lo que equivale a una infiltración próxima al 25%, cifra más acorde con lo que cabría esperar.

En resumen, los 55 hm^3 medidos en el período estudiado se distribuirían de la forma siguiente:

- Aportación superficial 15 hm^3
- Aportación subterránea procedente de la infiltración del agua de lluvia en las calizas 35 hm^3
- Aportación subterránea procedente de la infiltración del agua de lluvia en el Mioceno situado aguas arriba de las secciones de aforo 5 hm^3

Estas cifras representan unos valores mínimos pues, por un lado, no se dispone de medidas de caudal en épocas de aguas altas y, por otro, en lo que a infiltraciones se refiere, pueden no haberse contabilizado todas las descargas subterráneas.

Caudales diferenciales

Se han realizado aforos en los puntos cercanos a la confluencia con el Duero en los ríos Arandilla, Gromejón y Bañuelos, con el fin de determinar el drenaje en la cuenca diferencial.

Los materiales predominantes en estas cuencas son - las arcillas arenosas, entre las que se intercalan pequeñas fases de calizas de páramo (río Gromejón).

Los incrementos medios medidos son los siguientes -
(Octubre-Noviembre 1978):

- Río Arandilla	470 l/s
- Río Bañuelos	230 l/s
- Río Gromejón	570 l/s

Los caudales anteriores suponen unas alturas de lámina de 42,70 y 127 mm respectivamente (lluvia media interanual de 550 mm). Es de destacar el progresivo aumento que se observa en la dirección Este-Oeste.

5.3.- Río Riaza

Se ha tomado como origen de cuenca la EA-10 situada junto al embalse de Linares del Arroyo. La cuenca - estudiada suponen 186 km² excluidas las superficies de los afluentes por la margen izquierda que drenan el páramo Duratón-Riaza.

Las campañas de aforo han exigido la estabilidad de los caudales de salida del embalse de Linares por lo que sólo se han podido realizar fuera de la época de riegos, fin para el que se destina el embalse.

La cuenca estudiada tiene dos zonas netamente diferenciadas: la más próxima al embalse se desarrolla en afloramientos del Cretácico, por la que el río - circula muy encajado y llega a las proximidades de Milagros. El resto de la cuenca se desarrolla en te rrenos del Terciario donde predominan las arenas ar cillosas. En la primera zona existe un gran número de fuentes cuya descarga supone alrededor del 50% - del incremento medio de caudal medido en Hoyales de Roa y que se ha comprobado en los aforos practica- dos en Milagros.

El caudal medio drenado supone unos 650 l/s (110 mm en la cuenca diferencial) de los que aproximadamen- te unos 300 l/s procederían de la descarga directa de las calizas. La lluvia media interanual se sitúa en 550 mm.

5.4.- Río Cega

La cuenca del Cega, en el interior del Sistema nº 8, presenta en su parte alta formaciones permeables de cierta entidad constituidas por arenas hasta la confluencia Cega-Cerquilla, y por calizas de páramo en esta cuenca y margen derecha del Cega.

Como origen de cuenca se ha tomado un punto situado inmediatamente aguas abajo del embalse de Bodón. El río se ha dividido en tres tramos. En el tramo alto (puntos núms. 45-46) se producen pérdidas de caudal de unos 170 l/s, mientras que en el medio (puntos - núms. 46-48) y bajo (puntos núms. 48-49) se producen incrementos de caudal de 200 y 100 l/s respectivamente.

Por otro lado, los arroyos que drenan las calizas de páramo (Mesa de Cuéllar) presentan caudales de estiaje de cierta entidad. El arroyo Cerquilla lleva un caudal medio de 200 l/s y el Henar de 235 l/s.

Por la margen izquierda, el principal afluente del Cega es el río Pirón, cuya cuenca, en el interior del Sistema nº 8, está constituida, en superficie, por materiales mayoritariamente permeables (arenas). El cauce de los ríos se desarrolla sobre arcillas arenosas con excepción de un pequeño tramo del propio Pirón cerca de su desembocadura en el Cega. La superficie ocupada por los materiales más permeables (220 km²) supone un 60% de la total de la cuenca interior al Sistema.

El curso alto suele presentar ligeras pérdidas de -
caudal incluso fuera de la temporada de riego (75 -
l/s en Octubre de 1977), mientras que en el resto el
caudal permanece prácticamente constante.

El límite Sur de la cuenca del Pirón está parcialmente
te constituido por un borde granítico impermeable.

Las cuencas altas del Cega y Pirón, a efectos del -
acuífero profundo, constituyen un área de recarga. -
Los incrementos de caudal observados en los tramos -
medio y bajo se sitúan en el área de flujo subterrá-
neo ascendente.

El caudal drenado por el Cega se ha estimado en unos
300 l/s, cifra en la que no se incluye los aportes -
de los afluentes de la margen derecha, que proceden
de la Mesa de Cuéllar.

5.5.- Río Pisuerga

El planteamiento de una campaña de aforos directos - en el río Pisuerga obedece, fundamentalmente, al intento de suplementar la escasa información hidrogeológica existente en esta zona en la que la falta de puntos de agua no ha permitido definir isopiezas.

El prolongado estiaje del año 1978 ha permitido encontrar a estos ríos en el mes de Noviembre con caudales muy bajos, por lo que los incrementos de caudal, sin ser muy grandes, han podido ser detectados.

Los aforos han afectado a los tramos altos de los ríos, definidos por los límites del Sistema nº9 y los del Terciario margo-calizo que ocupa la parte central del Sistema nº 8 (gráfico nº III.12).

Caudales medidos

Las medidas se realizaron durante los días 21 y 22 de Noviembre, con algunas variaciones en las secciones previstas en principio debido a que no existía un conocimiento de detalle del río y de la disposición de los aprovechamientos (gráfico nº III.13). La sección más alta se situó en Herrera de Pisuerga al comprobar que el Canal de Castilla, que deriva en Alar del Rey, entraba de nuevo en el río para salir por la margen opuesta, en el mismo lugar de donde parte el canal de Pisuerga. El punto de cierre se situó, en principio, en Melgar de Fernamental donde un canal hace by-pass a la sección. Se comprobó que es-

te canal funciona de forma muy irregular y puede llevar un caudal de cierta importancia. Con objeto de obviar sus maniobras, se midió nuevamente el caudal del río ésta vez en Lantadilla, aguas abajo del desagüe del canal. Los resultados fueron los siguientes:

Burejo en Herrera de Pisuerga	0,315 m ³ /s
Pisuerga en Herrera de Pisuerga	2,340 m ³ /s
Arroyo Madre en Zarza	0,070 m ³ /s
Río Fresno en Rezmondo	0,020 m ³ /s
Valdavia en Osorno	0,765 m ³ /s
Pisuerga en Lantadilla	3,340 m ³ /s
Odra en Pedrosa del Príncipe	0,365 m ³ /s

Análisis de resultados. Balances

Los caudales medidos han sido muy bajos y corresponden a pesar de la época a estiajes muy acusados. Así, el caudal medio del río Pisuerga en la estación n° 29 de Cordovilla la Real durante 60 años y en las mismas fechas, resulta ser de unos 13 m³/s. En el río Burejo el caudal medio es la estación n° 3 de Quintanatello para un período de 10 años es de 0,520 m³/s, por tanto, las condiciones en que se encontraron los ríos eran adecuadas a los fines buscados.

Se consideran dos casos a la hora de plantearse unos balances:

- a) Caudales aportados directamente al río Pisuerga, se deducen por diferencia de caudal entre los extremos del tramo estudiado y teniendo en cuenta las entradas laterales:

<u>m³/s</u>	
2,340	Pisuerga (Herrera)
0,070	Arroyo Madre
0,020	Río Fresno
0,765	Valdavia
<hr/>	
3,195	Total
3,340	Pisuerga (Lantadilla)
0,145	Incremento total

- b) Caudales aportados por los afluentes, procedentes del drenaje del Terciario-Cuaternario:

<u>m³/s</u>	
0,315	Burejo
0,070	Arroyo Madre
0,020	Río Fresno
<hr/>	
0,405	TOTAL

En resumen, se estima que la cuenca del río Pisuerga aquí considerada, aporta un caudal de 0,55 m³/s procedentes del drenaje de los acuíferos del Terciario-Cuaternario detrítico, que equivaldrían a un volumen anual de 17 hm³.

5.6.- Río Valdavia

En la segunda campaña de aforos se incluyeron algunos puntos de control en esta cuenca que, en su mayor parte incluida en el Sistema n° 8, presenta como formaciones relativamente permeables las rañas - de las zonas media y superior y las estrechas franjas de cuaternario a lo largo de los cauces.

Las medidas realizadas en Septiembre de 1977 dan valores reducidos afectados por derivaciones. En la tercera campaña (mes de Noviembre del mismo año), - los caudales circulantes eran notablemente superiores (400-1.000 l/s) habiéndose localizado un tramo intermedio entre Buenavista (punto n° 84) y Castriello (punto n° 86) con un incremento de 300 l/s que supondría un caudal continuo equivalente de 45 mm/año en la cuenca diferencial.

En el estiaje de 1978 se midieron cerca de 750 l/s en la desembocadura del río Valdavia. La lámina de agua equivalente sería de 23 mm y la precipitación media de referencia para la cuenca sería de unos - 750 mm.

La información acerca del agua subterránea en esta zona es escasa.

5.7.- Río Odra

Una pequeña parte de la cuenca del río Odra se sitúa fuera del sistema n° 8. Los aforos realizados han tratado principalmente de comprobar el papel desempeñado por el Cuaternario sobre el que discurre su curso, que constituye la formación más permeable del interior del Sistema.

Las medidas efectuadas muestran ligeros incrementos de caudal, 40-80 l/s, en los tramos que finalizan en Villasandino (punto n°64) y Pedrosa del Príncipe (punto n° 66), si bien en este último se producen pérdidas ocasionales.

En el estiaje de 1978 el caudal de salida del Odra es de unos 350 l/s. Con una cuenca de 845 km², este aporte subterráneo supone una altura de agua equivalente de 13 mm/año. La precipitación media en la cuenca es de 665 mm/año.

5.8.- Río Arlanza

En el interior del Sistema n° 8 las formaciones más permeables en la cuenca del Arlanza son las calizas de páramo que la bordean por el suroeste, y que constituyen un acuífero colgado con salida a diversas cuencas, y los cuaternarios desarrollados a lo largo de los ríos. Los límites Este y Sur están parcialmente formados por las calizas cretácicas del Sistema n° 10.

Se han medido incrementos de caudal de 1.000-300 l/s en el borde de las calizas (entre los puntos núms. - 55B y 55A), de 220 l/s en la fuente de los Borbollo- nes (punto n° 56B), de 150 l/s en el tramo Sta. Inés -Tordomar (puntos núms. 57 y 59) y de 135 l/s en el tramo bajo (puntos núms. 59 y 61).

Entre Covarrubias (punto n° 55A) y Puentedurá (punto n° 55) se define un tramo en el que pueden producirse pérdidas de caudal. Los arroyos de la margen izquierda presentan caudales sostenidos, Franco 200 l/s, Mataviejas 125 l/s y Valdepaules 90 l/s.

De la campaña realizada en Noviembre de 1977 se deduce un incremento de caudal de 900 l/s para el conjunto de la zona, que tiene una extensión aproximada de 1.175 km². El caudal específico de drenaje sería de 24 mm/año, siendo 530 mm/año la precipitación media.

La campaña de Noviembre presenta el inconveniente de no disponer de medidas por encima de Covarrubias.

5.9.- Río Arlanzón

El planteamiento de la campaña de aforos directos en el río Arlanzón obedece, como en el caso del Pisuer-ga al intento de suplementar la escasa información - hidrogeológica existente por falta de puntos de agua.

Sobre la situación de estiaje existente y la localización de los aforos pueden hacerse comentarios análogos a los realizados para el río Pisuer-ga (gráfico n° III.14).

Antecedentes

El Arlanzón dispone únicamente de dos estaciones de aforo.

E.A.109. Arlanzón en Embalse del Arlanzón.

E.A. 32. Arlanzón en Villasur de Herreros.

El hecho de estar ambas estaciones de aforo situadas muy próximas una de la otra al comienzo del tramo y la afección provocada por el abastecimiento de agua a Burgos hace que los balances que se plantean se basen únicamente en los aforos directos realizados.

Caudales medidos

El tramo considerado está afectado, como ya se ha dicho, por la toma de agua del abastecimiento a Burgos y, aguas abajo de la ciudad, por los vertidos de la red de saneamiento urbano. Esto ha motivado que se hayan repetido los aforos en el cierre del tramo situando éste, en una segunda pasada, aguas arriba de Burgos, para evitar el problema de los vertidos.

Los caudales aforados han sido los siguientes:

13.11.78:	Arlanzón en Villasur de Herreros	0,080 m ³ /s
13.11.78:	Arroyo Valdecarros en Villasur de Herreros	0
13.11.78:	Arlanzón en Arlanzón	0,245 "
14.11.78:	Canal derivac. en San Millán de Juarros	0,020 "
14.11.78:	Río Cueva en Cuzcurrita de Juarros	0,002 "
14.11.78:	Arroyo Mozoncillo en San Millán de Juarros	0
14.11.78:	Arlanzón en San Millán de Juarros	0,315 "
14.11.78:	Río Pico en Villayuda	0

14.11.78:	Río Cardeñalijo en Burgos	0	m ³ /s
14.11.78:	Río Vena en Burgos	0,115	"
14.11.78:	Canales del Arlanzón (Villalón quejar)	0	"
15.11.78:	Ubierna en Villalónquejar ...	0,190	"
15.11.78:	Arlanzón en Tardajos	1,790	"
23.11.78:	Canal derivac. en San Millán de Juarros	0,005	"
23.11.78:	Arlanzón en San Millán de Jua- rros	0,200	"
23.11.78:	Canal derivac. M.D. en el So- to	0,200	"
23.11.78:	Río Pico en Villayuda	0	"
23.11.78:	Arlanzón en Villayuda	0,320	"

Análisis de resultados. Balances

Se consideran dos tipos de incrementos de caudal:

- a) Caudales aportados directamente al río Arlanzón. Se deducen por diferencia entre los caudales medidos en el mismo río y descontando las entradas laterales.

0,160 m³/s Incremento tramo 1 (Villasur-Arlanzón).

0,090 m³/s Incremento tramo 2 (Arlanzón-San Millán).

0,315 m³/s Incremento tramo 3 (San Millán-Villayuda).

Para el último tramo, si se utilizaran las medidas de la primera pasada, el balance daría un incremento de 0,250 m³/s, algo inferior al obtenido anteriormente.

El drenaje directo del río Arlanzón entre los tres tramos considerados resulta ser de unos 500 l/s.

- b) Caudales drenados por los afluentes. Se considera, en este caso, la totalidad del caudal medido en el río Vena (0,115 m³/s) y una parte del caudal del Ubierna, del que, aproximadamente un 25% de su cuenca se desarrolla en el Cretácico. Se ha estimado que entre ambos pueden aportar del orden de 200 l/s. El resto de los afluentes se encontraba seco.

En resumen, se estima la aportación subterránea en la cuenca del Arlanzón en unos 700 l/s, equivalentes a un volumen anual de 22 hm³.

5.10.- Río Ucieza

Los aforos en este río se han realizado con mayor -
continuidad en las partes altas y medias por estar -
el tramo bajo afectado por retornos de riego del Ca-
nal de Castilla.

En la cabecera de la cuenca predominan las formacio-
nes poco permeables (rañas) y los cuaternarios. En
la zona media y baja la única formación permeable es
tá constituida por los cuaternarios del río princi-
pal y de sus afluentes, muy ceñidos a los cauces.

Los caudales medidos son reducidos (20-250 l/s), pro-
duciéndose, en la campaña de Noviembre de 1977, in-
crementos de 15-30 l/s entre los sucesivos puntos de
control, incrementos que alcanzan prácticamente los
100 l/s en el tramo bajo (caudal específico en la -
cuenca diferencial 50 mm/año). El caudal de salida -
(punto n° 100) puede situarse alrededor de los 250 -
l/s.

Asimilando el caudal medido en Gozón (punto n° 68),
que domina la cuenca alta, al de drenaje constante -
de esta cuenca, se obtendría un valor de 10 mm/año -
frente a una lluvia media de referencia de 575 mm/año,
que supone una relación aparentemente baja (2%).

5.11.- Río Esgueva

En el río Esgueva se realizaron durante 1977 tres - campañas de aforos en puntos situados aguas arriba - de Torresandino (punto n° 54) y una sola, en Noviem- bre, en la cuenca baja del río, normalmente muy afec- tada por extracciones para riego. En 1978 se efectua- ron cuatro campañas que afectaron a la cuenca comple- ta y en mayo de 1979 se realizó una última medida por encima de Torresandino.

Aparte de estos aforos se efectuaron diversas campa- ñas en los arroyos de cabecera (ver apartado n° 5.2), que drenan las calizas cretácicas del Sistema n° 10 que flanquean la cuenca por el noroeste.

Las medidas realizadas muestran unos caudales muy va- riables estacionalmente en la cuenca alta, entre los 20 y 400 l/s en Pinilla (punto n° 51), un tramo defi- nido entre Pinilla y Cabañes de Esgueva (punto n° 52) que presenta un incremento de caudal de unos 400 l/s, incremento que vuelve a producirse, reducido (100 - l/s), entre Cabañes y Torresandino. Entre esta loca- lidad y la desembocadura (punto n° 98) prácticamente se duplica el incremento de caudal que varía según - campañas entre 500 y 1.100 l/s.

El caudal drenado en el conjunto de la cuenca consi- derada se sitúa alrededor de los 1.100 l/s. Con una cuenca de 950 km² resulta una altura de agua equiva- lente de 35 mm. La precipitación media anual de refe- rencia es de 500 mm/año.

5.12.- Río Adaja

El río Adaja, hasta su confluencia con el Eresma, - tiene una cuenca estrecha y alargada de dirección - Sur-Norte y cuya cabecera se desarrolla fuera del Sistema n° 8.

Las formaciones superficialmente más permeables (arenas) aparecen en la margen izquierda del río y en el curso bajo de la margen derecha.

En el tramo alto del Adaja (puntos núms. 33A y 34) - se han medido incrementos de caudal variables entre 60 y 800 l/s (los valores altos se producen con caudales circulantes altos).

En el tramo medio (puntos núms. 34 y 35) los caudales se mantienen (existen tomas de agua para riego).

En la confluencia con el Eresma (puntos núms. 36 a - 41) se suelen producir pérdidas de caudal (500-1.000 l/s) mientras que en el tramo inmediato al río Duero (puntos núms. 41 a 42) se miden incrementos de caudal apreciables (450-850 l/s).

Como caudal drenado por el Adaja se ha considerado - la cifra de 350 l/s.

En la cuenca del Adaja las isopiezas de los acuíferos superficiales dan como líneas de drenaje al tra-

mo alto del propio Adaja y al curso medio-bajo del - Arevalillo. En relación con los acuíferos profundos esta cuenca actuaría como área de recarga. Aguas abajo de Arévalo, entre los puntos núms. 34 y 35 se sitúa el límite del área con flujo subterráneo ascendente.

Se han realizado también aforos en la cuenca del Arevalillo, afluente del Adaja por la margen izquierda y cuya cabecera se sitúa fuera del Sistema n° 8. Dentro de él presenta una cuenca alta poco permeable - (arcillas arenosas) y un curso medio y bajo sobre - arenas (puntos núms. 19 a 24). El último tramo (puntos núms. 23 a 24) acusa cierto incremento de caudal.

El drenaje por el Arevalillo se ha estimado en 50 - l/s.

5.13.- Río Eresma

El río Eresma, tras entrar en el Sistema n° 8, a la altura de Bernardos (punto n° 37), atraviesa una extensa formación arenosa recorrida a su vez por su afluente el Voltoya y otra serie de ríos, Pirón y Cega, principalmente.

En los tres tramos en que se ha dividido el río Eresma se producen incrementos de caudal siendo el tramo medio (puntos núms. 38 y 39) el que presenta mayores diferencias, 300 l/s que suponen 140 mm/año en la cuenca diferencial. El efecto de este tramo, en el que se intercala un área muy permeable, se refleja asimismo en el trazado de las isopiezas correspondientes a los acuíferos superficiales (desde el punto de vista del acuífero profundo la cuenca del Eresma se comporta como un área de recarga. Se encuentra, además, en el área de flujo ascendente).

El principal afluente del río Eresma, el Voltoya, se incluyó en la red de control general de caudales. A lo largo de su cauce se han medido, normalmente, incrementos de caudal muy variables, entre 20 y 200 l/s.

El conjunto Eresma-Voltoya origina un drenaje de unos 540 l/s en una cuenca de 820 km² (41 mm/año de caudal específico).

5.14.- Ríos Guareña, Trabancos y Zapardiel

Las cuencas de estos ríos se caracterizan por un relieve muy suave, unas formaciones superficiales de permeabilidad media y una escasa precipitación, condiciones que dan lugar, junto con otros factores, a una esorrentía muy reducida.

El mapa de isopiezas de los acuíferos superficiales (sondeos ranurados entre 50 y 100 m de profundidad) muestra una divisoria de aguas subterráneas occidental, prácticamente coincidente con la divisoria hidrográfica que limita con las cuencas del Arroyo Talandá y río Tormes. Ambas divisorias superficial y subterránea difieren en los límites orientales de manera que la infiltración en la cuenca del río Mazores (Guareña) tiene salida hacia el Duero a través de la cuenca del río Trabancos. Por otra parte, la cuenca subterránea del río Zapardiel pierde superficie, en relación con la hidrográfica, a favor de las cuencas de los ríos Trabancos y Adaja.

A efectos de acuífero profundo (sondeos ranurados a más de 200 m de profundidad) existe una línea de drenaje muy marcada que atraviesa por el centro de la cuenca del Guareña, con sentido SW-NE y alcanza al río Duero a la altura de su confluencia con el Zapardiel.

Existe, además, un área de flujo ascendente que comprende parte de las cuencas de los tres ríos. (Capítulo nº VII).

En estas condiciones, los aforos directos realizados pueden reflejar el efecto de los acuíferos someros y, únicamente en las proximidades de sus desembocaduras en el Duero, parte de la descarga del resto de los acuíferos.

En la cuenca del río Guareña se han medido caudales relativamente elevados en todas las campañas de aforos efectuadas. En el curso medio, a su paso por los arenales, se seca ocasionalmente incluso fuera de la temporada de riegos.

El río Guareña, que en Castrillo (punto n° 3) suele llevar caudales por encima de los 100 l/s, puede tener en Bóveda (punto n° 4B) caudales de 300 l/s. Entre estos dos puntos el caudal puede disminuir por extracciones y/o infiltración. En el curso bajo (puntos núms. 4B a 5) el incremento de caudal se ha estimado en 150 l/s. Durante el estiaje de 1978 el Guareña aportaba al Duero caudales comprendidos entre 250 y 450 l/s.

Partiendo de una cabecera impermeable el río Trabancos atraviesa una extensa formación de naturaleza arenoso-arcillosa en superficie para, ya próximo a su desembocadura en el Duero, discurrir sobre unos afloramientos otra vez impermeables.

El río, con escaso caudal al comienzo del verano de 1977 permanece seco en Agosto y Octubre del mismo año.

La infiltración en la cuenca no se refleja en el cauce nada más que, ocasionalmente, en el comienzo de su recorrido por las formaciones más permeables (puntos núms. 8 y 9) y en su tramo bajo (desde el punto n° 11).

En esta cuenca, que presenta unas isopiezas del acuífero superficial con efecto de drenaje en el curso medio, la línea de separación del área de flujo ascendente se aproxima más al Duero que en las contiguas cuencas de los ríos Guareña y Zapardiel ocasionando una menor recarga inducida en los acuíferos superficiales, de poca entidad en sí mismos.

La cuenca del Zapardiel es de características parecidas a la del Trabancos, aunque presenta un mayor desarrollo de afloramientos permeables (un 50% de la superficie total son arenas arcillosas y un 20% arenas, flanqueando éstas la divisoria con el Adaja), conservando, al igual que aquella, una reducida cabecera y un tramo bajo con materiales impermeables.

El río, que mostraba un caudal reducido a comienzos del verano de 1977, con ligeros incrementos progresivos hacia aguas abajo, se queda en seco entre Agosto y Octubre exceptuando su curso bajo (puntos núms. 17 y 18) donde en este último mes se miden caudales de 100 a 50 l/s (con pérdida aparente cerca de la desembocadura).

Las isopiezas del acuífero superficial no indican un drenaje claro a lo largo del río. Sin embargo, la línea que limita el área de flujo ascendente se desplaza hacia el Sur afectando a gran parte de la cuenca

media-baja de este río. Por otra parte, el mapa de - potencias acumuladas de detríticos gruesos muestra - diversas áreas muy permeables (en conjunto supondrían unos 350 km²) atravesadas por el río (en el caso del Trabancos dichas áreas son más reducidas y están en parte bordeadas por el río). Todo ello parece indicar que el Zapardiel tiene mayores posibilidades que el Trabancos para mantener un cierto caudal.

En el estiaje de 1978, la situación relativa de los tres ríos es la siguiente:

	CAUDAL			SUPERFICIE	
	(l/s)	(%)	(mm)	(km ²)	(%)
Río Guareña	250	62	7	1.065	32
Río Trabancos	50	13	2	730	22
Río Zapardiel	100	25	2	1.475	46
TOTAL	400	100	11	3.270	100

Estas cifras parecen acordes con las características hidrológicas anteriormente indicadas.

5.15.- Ríos Hornija y Bajoz

Lós aforos en la cuenca del río Hornija pueden reali_zarse únicamente hasta Valdetronco (punto n° 73) por presentar el cauce, aguas abajo de este punto, pésimas condiciones de medida. Por encima de esta sección la cuenca presenta una parte alta y un borde sur constituidos fundamentalmente por calizas de páramo (Mesa de Torozos), que constituyen un acuífero colgado con posibles salidas no sólo al Hornija y Bajoz, sino también al Duero y Pisuerga. Aguas abajo de Torrelobatón (punto n° 72) aparece una estrecha franja de cuaternario adosada al cauce.

En la última campaña de aforos, mes de Noviembre de 1977, se comprobó la existencia de un incremento relativamente importante de caudal (110 l/s) entre Wamba (punto n° 71) y Torrelobatón, que supondría un caudal específico aparente en la cuenca diferencial de 39 mm/año (lluvia media de referencia 425 mm/año). Entre Torrelobatón y Valdetronco, el incremento de caudal es de 25 l/s (12 mm/año en la cuenca diferencial).

El caudal de salida por el Hornija (punto n° 73) era de 200 l/s en la mencionada época.

En los aforos de estiaje del 79 en la Mesa de Torozos, se ha comprobado que los caudales de salida del Arroyo Peñaflor en Torrelobatón suponen unos 150 l/s. Para una cuenca de 116 km², resulta un módulo anual de 41 mm. En el Bajoz sólo se ha medido en cabecera (punto n° 70), obteniéndose un caudal medio de 50 l/s.

5.16.- Ríos Valderaduey y Cea

Los ríos Valderaduey, afluente del Duero, y Cea, - afluente del Esla, con divisoria de aguas superficiales en gran parte poco acusada, presentan a efectos del comportamiento de los acuíferos superficiales y profundos, unas divisorias comunes de aguas subterráneas.

Del mapa de isopiezas se desprende que el efecto de drenaje de los acuíferos superficiales podría ser - apreciable en el tramo alto del Cea (hasta Sahagún) y se continuaría por el tramo medio del Valderaduey, entre Santervás y Castroverde. Asimismo, las isopiezas del acuífero profundo marcan una línea de drenaje análoga a la anterior, de sentido N-S y ligeramente desplazada hacia el Este. En la parte alta del - Cea se localizan áreas de surgencia.

En la cuenca del Valderaduey las formaciones más permeables están constituidas por las estrechas bandas del Cuaternario adosadas al río y arroyos laterales. Sólo en cabecera, de escasa entidad, aparecen rañas de cierta permeabilidad.

Los caudales medidos en el Valderaduey han sido siempre reducidos (inferiores a los 350 l/s) y se han limitado al tramo situado aguas arriba de la confluencia con el Sequillo, por el que llegan parte de los excedentes de riego del ramal de Campos del Canal de Castilla.

Se han localizado incrementos de caudal entre Carbaljal (punto n° 75) y Sahagún (punto n° 77), hasta 75 l/s en la campaña de noviembre de 1977 y entre Villavicencio (punto n° 79A) y Castroverde (punto n° 80) hasta 110 l/s en la citada campaña. El caudal en este punto 350 l/s supondría un módulo anual de 17 mm/año en el conjunto de la cuenca (como lluvia media de referencia podrían considerarse 550 mm/año).

Aguas abajo de Castroverde, en donde el cuaternario adquiere una mayor representación, se producen unas probables pérdidas por infiltración en el propio cauce de hasta 150 l/s, contabilizadas en Villárdiga (punto n° 82).

El río Cea discurre excéntrico en su cuenca, muy próximo a su divisoria con el Valderaduey. En la margen derecha, de mayor entidad superficial, adquieren gran representación las rañas, existiendo un estrecho cuaternario a lo largo del río que presenta un mayor desarrollo entre Almanza (punto n° 88) y Saelices (punto n° 89).

La cuenca del Cea se incluyó en la segunda y tercera campaña de aforos.

En la primera medición, con caudales bajos (menos de 200 l/s) se comprobaron disminuciones de caudal posiblemente imputables a riegos. En la pasada de noviembre de 1977, con caudales bastante superiores, se localizó un tramo con incremento de caudal (400 l/s) entre Almanza y Saelices que supondría un módulo aparente de 600 mm/año en la cuenca diferencial. En el

resto del río únicamente se produce una variación relativa de caudal apreciable (100 l/s) entre Melgar - (punto n° 92) y Mayorga (punto n° 94).

En el conjunto de la cuenca situada entre Almanza y Mayorga el caudal drenado por el Cea supone únicamente un 3-5% de la lluvia media.

Como caudal de drenaje en la cuenca se ha estimado - la cifra de 700 l/s.

5.17.- Río Esla

En la cuenca del río Esla y de sus principales afluentes (Orbigo, Porma, Torio-Bernesga...) se produce un flujo subterráneo local que implica a los cuaternarios de los respectivos valles y a una parte de la infiltración en los interfluvios y un flujo regional que tiene como líneas de circulación preferencial los tramos medios del Esla (entre los ríos Bernesga y Cea que se ha considerado como una cuenca aparte) y del Orbigo.

Las divisorias hidrográficas y las de aguas subterráneas difieren parcialmente.

Debido a la cuantía de los caudales normalmente circulantes por los cauces principales y a las grandes afecciones que en ellos producen los amplios sistemas de riego en explotación no se han podido efectuar aforos diferenciales en esta cuenca.

5.18.- Río Tormes

En la cuenca del Tormes los cuaternarios están menos desarrollados que en la del Esla siendo también menos pronunciado el efecto de drenaje hacia el valle principal.

La divisoria de aguas subterráneas del acuífero superficial coincide con la hidrográfica. No sucede lo mismo con la del acuífero profundo, de tal manera - que parte de la infiltración en la cuenca tiene salida hacia el Duero en dirección SW-NE.

Los caudales circulantes por el río principal, generados, como en el caso del Esla, por una potente cabezera que flanquea el Terciario detrítico que ocupa los tramos medios y bajo, son importantes estando - además modificado su régimen natural por los sistemas de riego en explotación, por lo que no se han efectuado campañas de aforo.

5.19.- Síntesis regional

De una forma provisional, puesto que la interpretación realizada se basa en muy pocas medidas de caudal y, por tanto, no representa la situación media, se pueden destacar los siguientes aspectos relacionados con la interacción acuífero-río:

- a) Las divisiones hidrográficas no coinciden en muchas cuencas con las de las aguas subterráneas. - Este es el caso de los ríos Guareña, Trabancos, Zapardiel, Adaja, Eresma, Pirón, Carrión, Valderaduey, Cea, Esla, Orbigo y Tormes.

- b) El movimiento del agua subterránea presenta unas líneas de drenaje preferencial que en el caso del acuífero profundo se refiere al eje Salamanca-Valladolid-Burgos (sentidos SW-NE y NE-SW), afectando a las cuencas del Tormes, Guareña, Trabancos y Pisuerga-Arlanzón, el abanico formado por los ríos Torío, Bernesga y Esla y a la alineación Cea-Valderaduey-Ahogaborricos. Secundariamente pueden citarse una serie de alineaciones que afectan a las cuencas de los ríos Adaja y Zapardiel (sentido SE-NW), Duratón (sentido SE-NW), Arlanza (sentido E-W) y Valdejinate (sentido N-S).

En el caso del acuífero superficial las líneas de drenaje más acusadas corresponden al río Duero, - aguas abajo de su confluencia con el Cega, a los valles de los ríos Esla y Orbigo y a tramos de los ríos Cea, Valderaduey y Alto Duero. En la margen izquierda del Duero los valles de drenaje se pre-

sentan más suavizados y corresponden a los tramos medios del Guareña, Trabancos, Eresma y Tormes.

- c) Existen diversas áreas de flujo ascendente que se sitúan en los valles de los ríos Orbigo, Bernesga, Porma, Esla, Cea, Valderaduey y en la cuenca media-baja de los afluentes de la margen izquierda del Duero comprendidos entre el Cega y el arroyo Talanda.

- d) Las cabeceras de los ríos principales se desarrollan fuera de los sistemas estudiados cuyos límites corresponden, en ocasiones (cuencas del Pisuerga, Arlanza, Arlanzón, Esgueva, Duero, Duratón y Pirón), a bordes permeables.

Los caudales generados en estas cabeceras exteriores son importantes, casos del Esla y afluentes principales, Pisuerga, Duero y Tormes, limitando la posibilidad de efectuar aforos directos.

- e) La utilización de agua para riego influye notablemente en los caudales de estiaje, que son los de mayor interés desde el punto de vista geohidrológico.

- f) En estas condiciones, los acuíferos de la margen izquierda del Duero, entre los ríos Guareña y Cega (6.500 km²), contribuyen en reducida cuantía al mantenimiento de los caudales de base de estos ríos. La descarga conjunta, teniendo en cuenta -

las medidas efectuadas, ascendería a unos 1.800 - 1/s que supondrían un caudal específico de 9 mm/año, es decir, un 2% de la precipitación media anual. (No se han considerado los posibles consumos).

- g) En algunos ríos (Guareña, Trabancos, Arevalillo, Zapardiel, etc), los caudales permanentes se producen en los cursos bajos.
- h) El río Adaja, que en su curso alto y medio se comporta como efluente, tiene un tramo bajo, que comienza aguas arriba de la confluencia del Eresma, con pérdidas importantes de caudal primero (500 - 1/s) y posterior ganancia del mismo orden de magnitud.
- i) Del resto de los ríos que atraviesan los arenales que se desarrollan entre el Adaja y Cega, el Voltoya y Eresma aparecen como efluentes mientras que en el Pirón y Cega, en su tramo alto, se producen pérdidas de caudal. El Cega en su tramo medio-bajo también se comporta como efluente.
- j) Se han localizado tramos con incrementos de caudal en el resto de los ríos controlados. Los tramos con pérdidas, además de el Pirón y Cega, se producen en los ríos Guareña, Trabancos, Zapardiel, Adaja, Arlanza, Cea y Valderaduey y suponen alrededor de $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$.
- k) El resumen de los incrementos de caudal medidos es el siguiente:

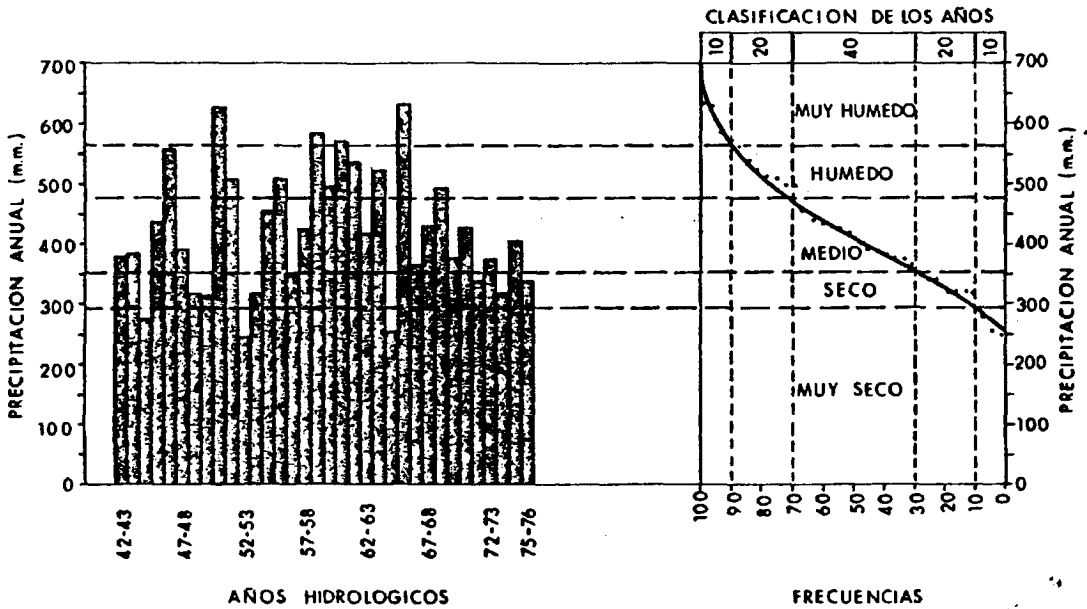
Cuenca	Superficie considerada (km ²)	Incremento de caudal (l/s)
Alto Duero	1.560	1.500
Afluentes Alto Duero		1.700
Riaza	186	650
Cega-Pirón	674	300
Eresma-Voltoya	821	540
Adaja-Arevalillo	987	400
Guareña	1.065	250
Trabancos	730	50
Zapardiel	1.475	100
Bajo Duero		7.000
Esgueva	986	1.100
Arlanza	1.177	900
Arlanzón		700
Odra	955	350
Pisuerga		150
Afluentes Pisuerga		400
Valdavia	1.033	750
Ucieza	598	250
Hornija-Bajoz		400
Valderaduey	1.299	350
Cea	1.769	700

que suponen unos 18 m³/s. Hay que resaltar la dificultad de interpretación que presentan las campañas de aforos debido a la variabilidad de resultados en las distintas campañas y a su posible - significación.

GRAFICOS

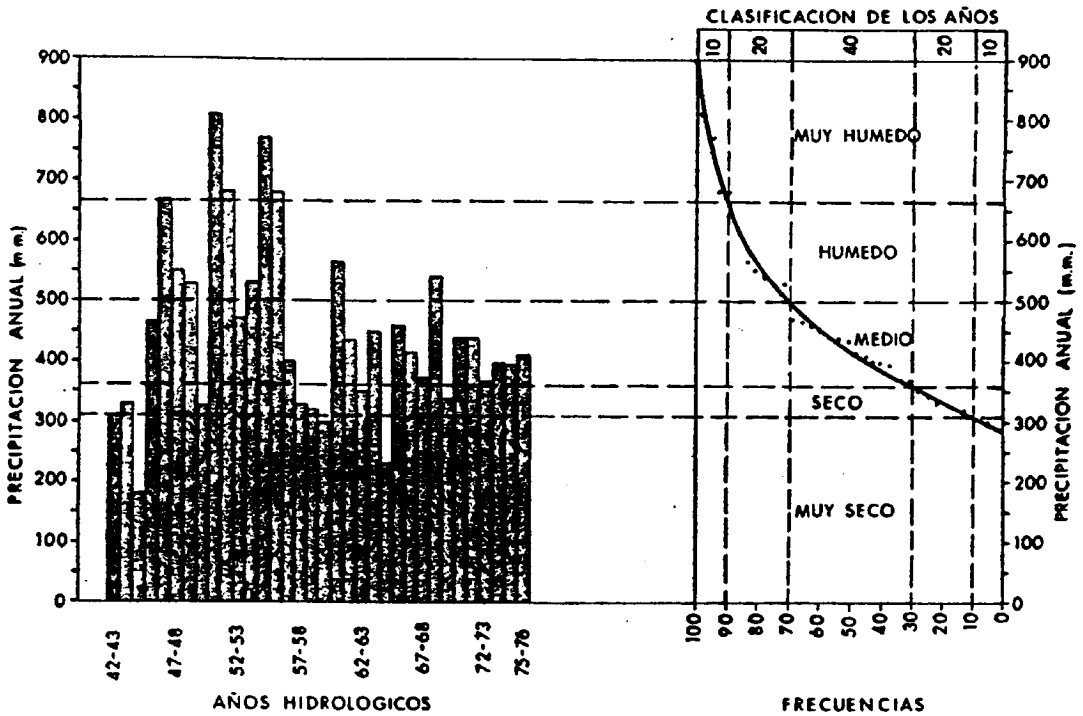
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL

EST. N° 100e ARANDA DE DUERO "AZUCARERA"



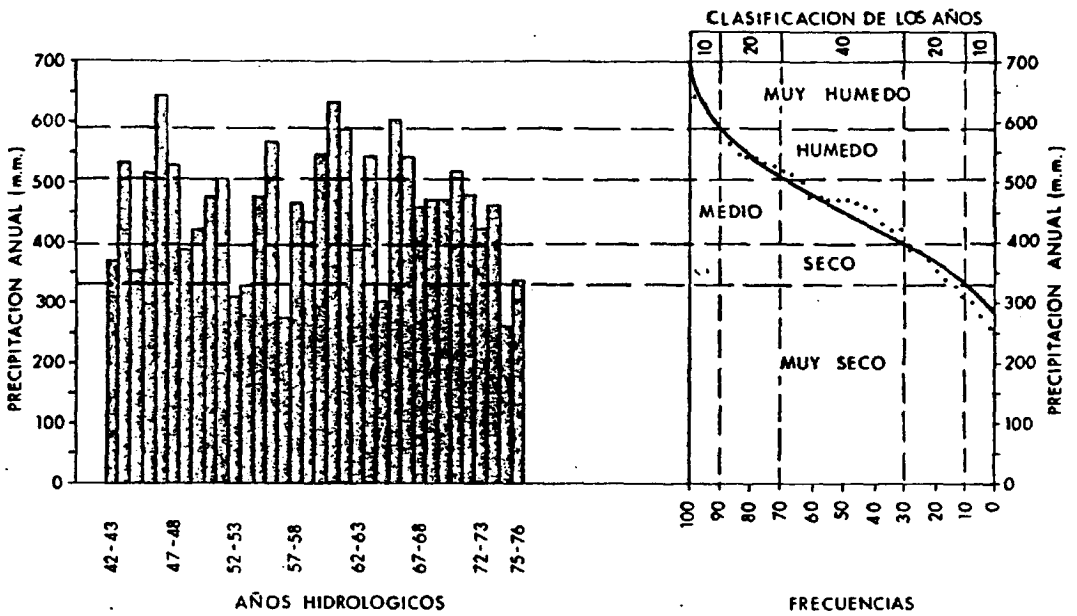
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL

EST. N° 202 CARBONERO EL MAYOR



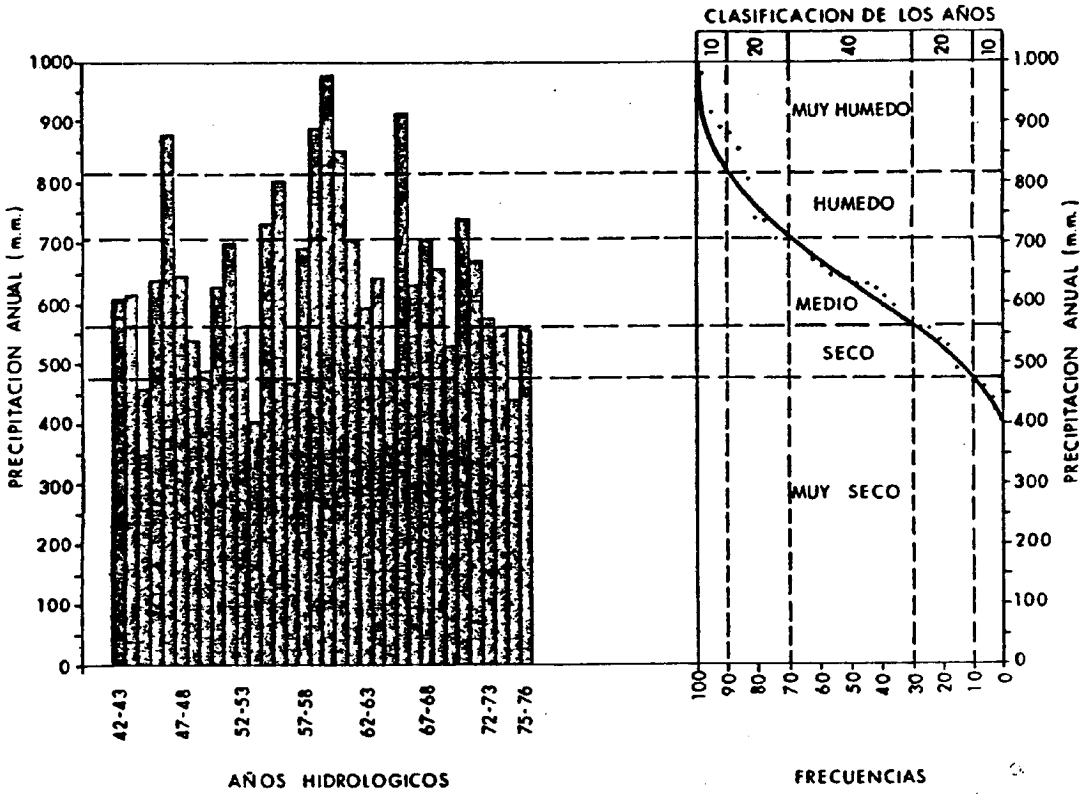
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL

EST. N° 288 VILLASILOS



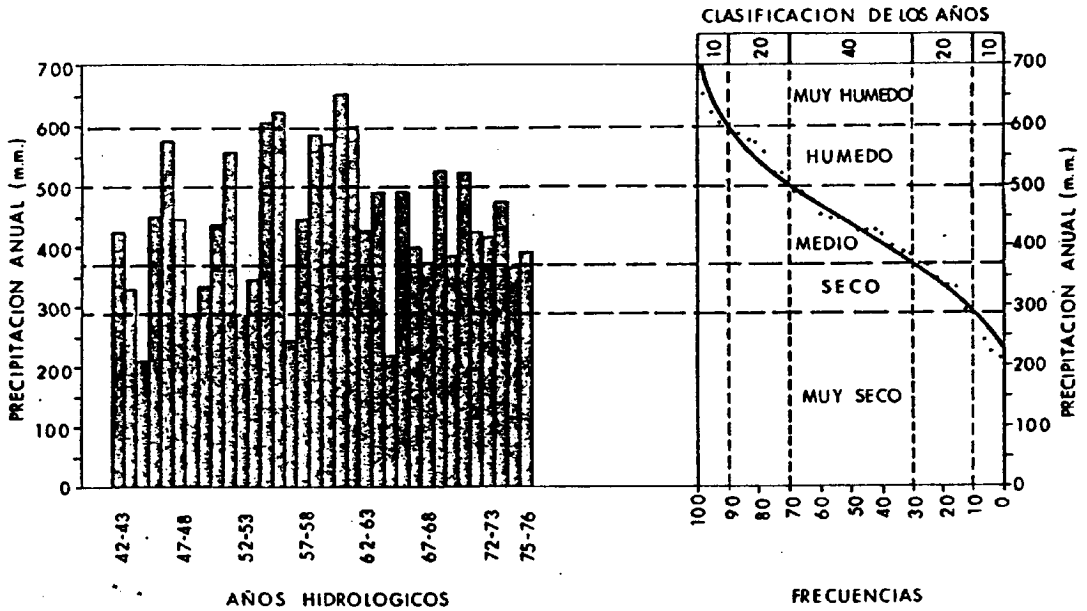
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL

EST. N° 341 HUERMECES



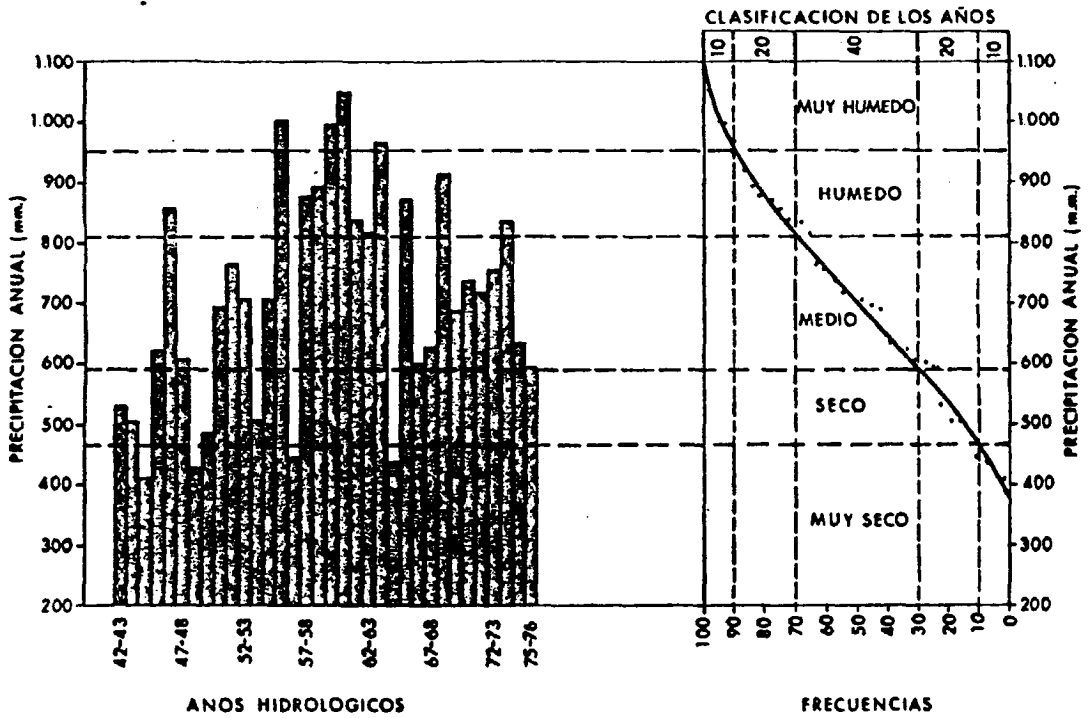
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL

EST. N° 602 CASTIL DE VELA



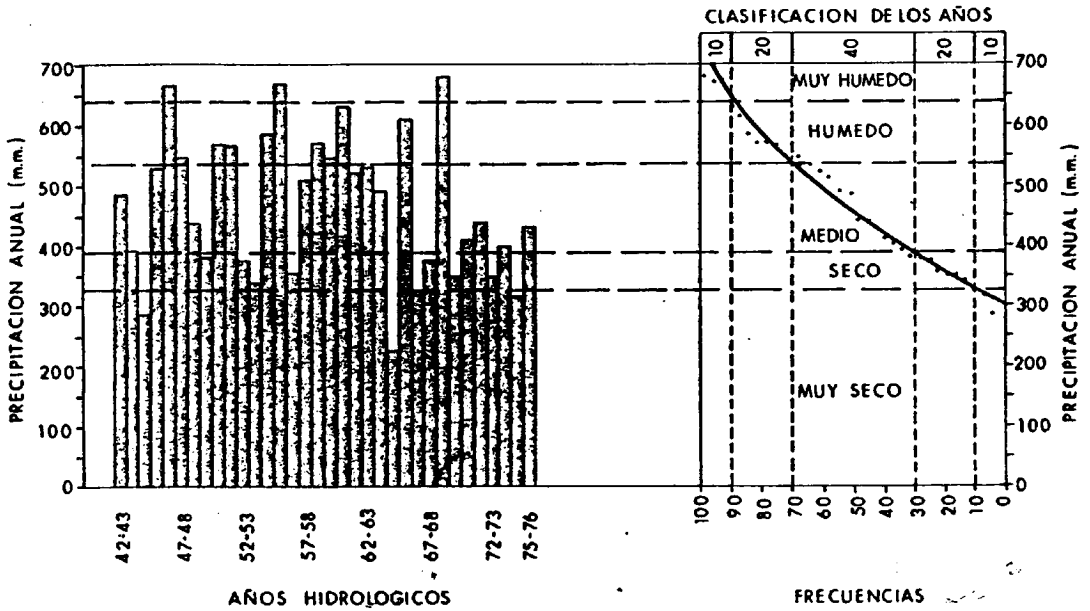
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL

EST. N° 670 ALMANZA



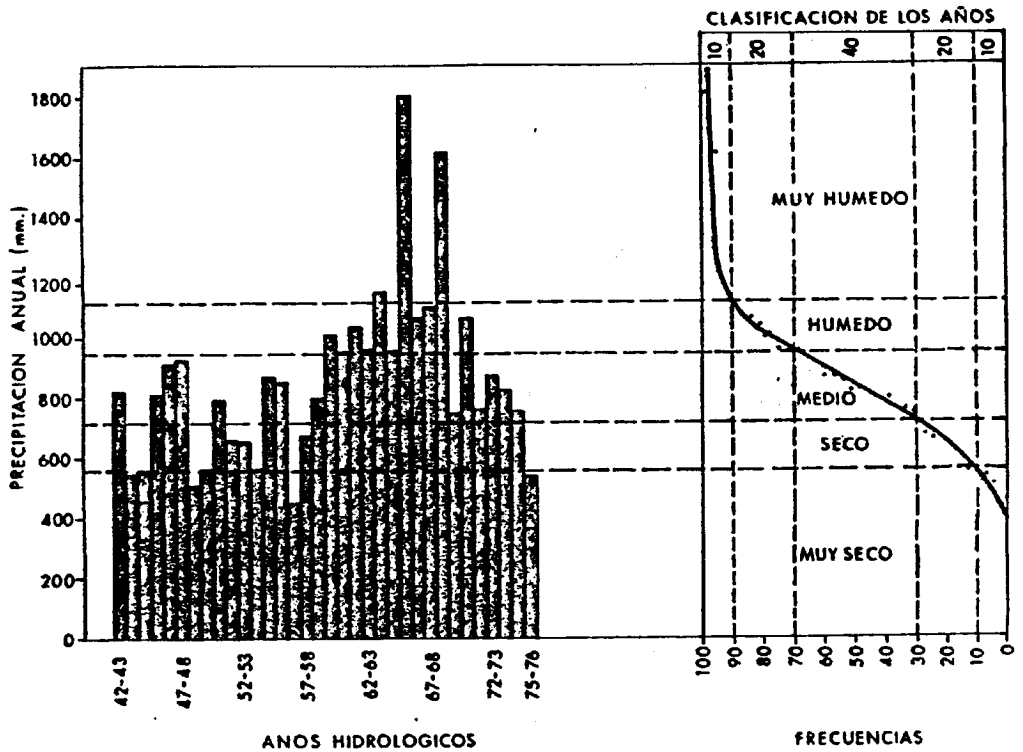
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL

EST. N° 674 SAHAGUN



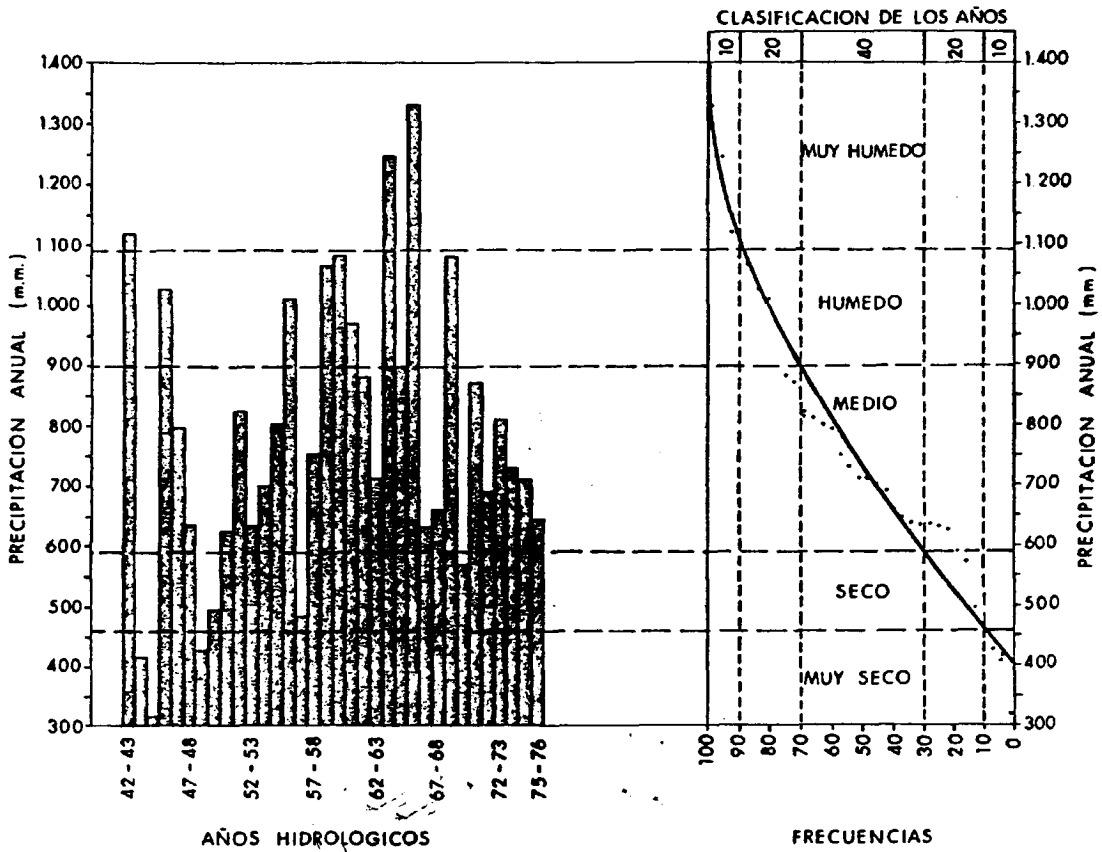
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL

EST. N° 728 VILLAMECA



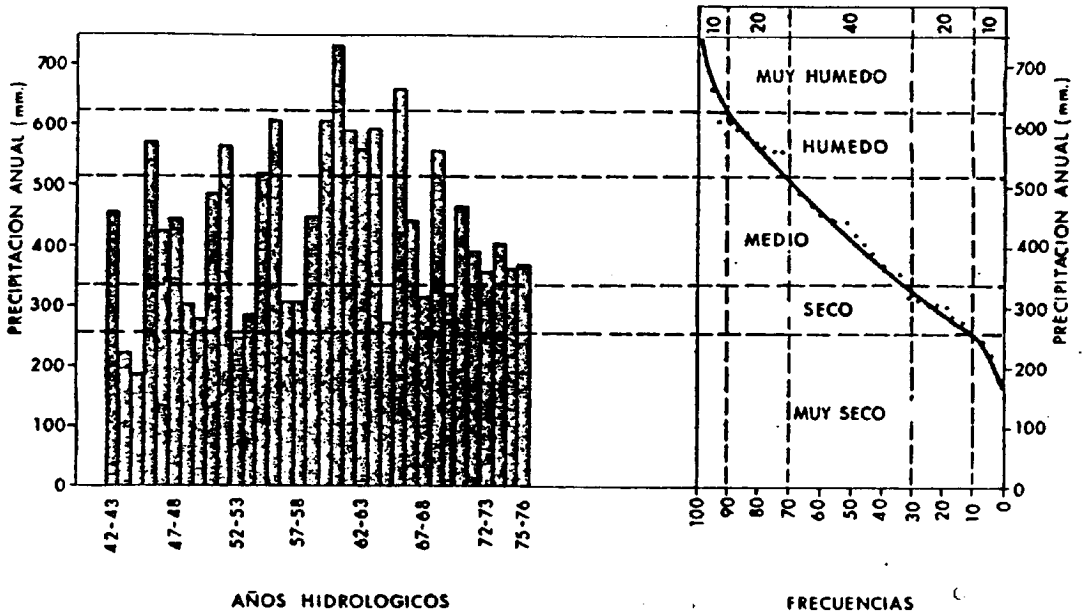
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL

EST. N° 750 MANZANEDA DE TRUCHAS

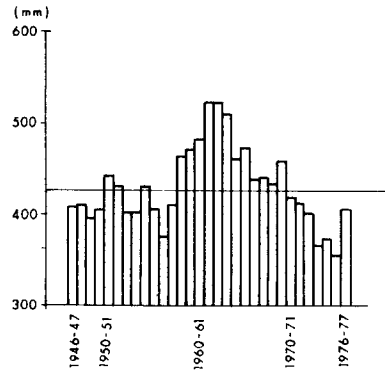


DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL

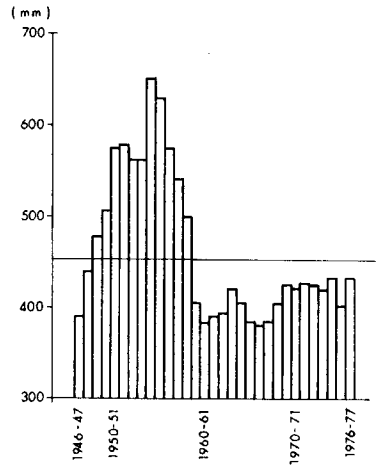
EST. N° 870 SALAMANCA "Observ."



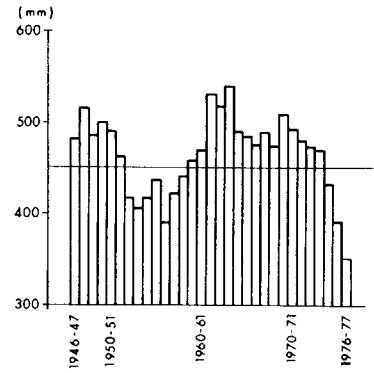
EST. 100e
ARANDA DE DUERO



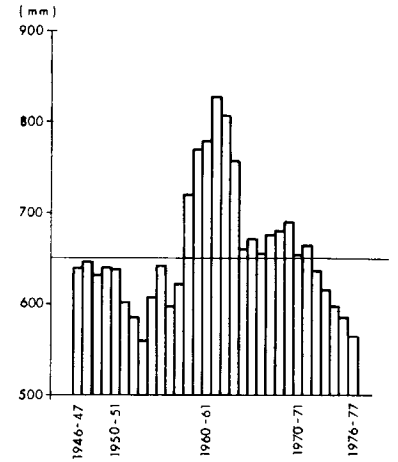
EST. 202
CARBONERO EL MAYOR



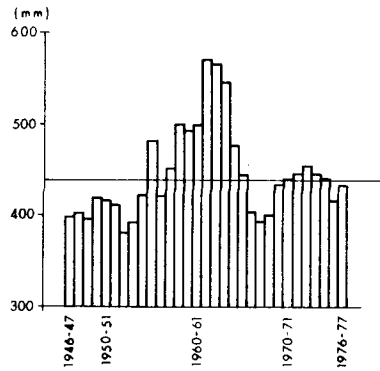
EST. 288
VILLASILOS



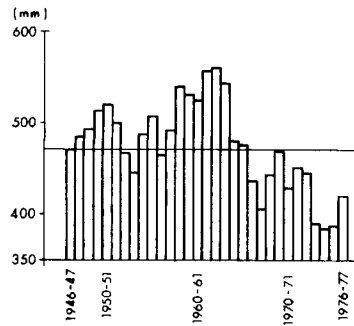
EST. 341
HUERMECES



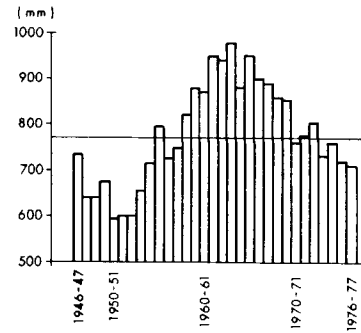
EST. 602
CASTIL DE VELA



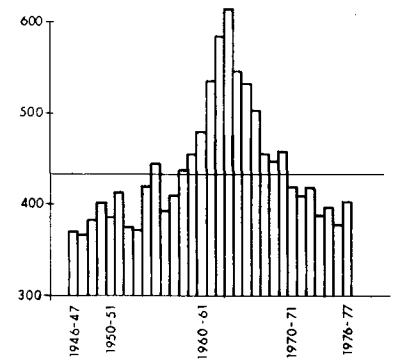
EST. 674
SAHAGUN



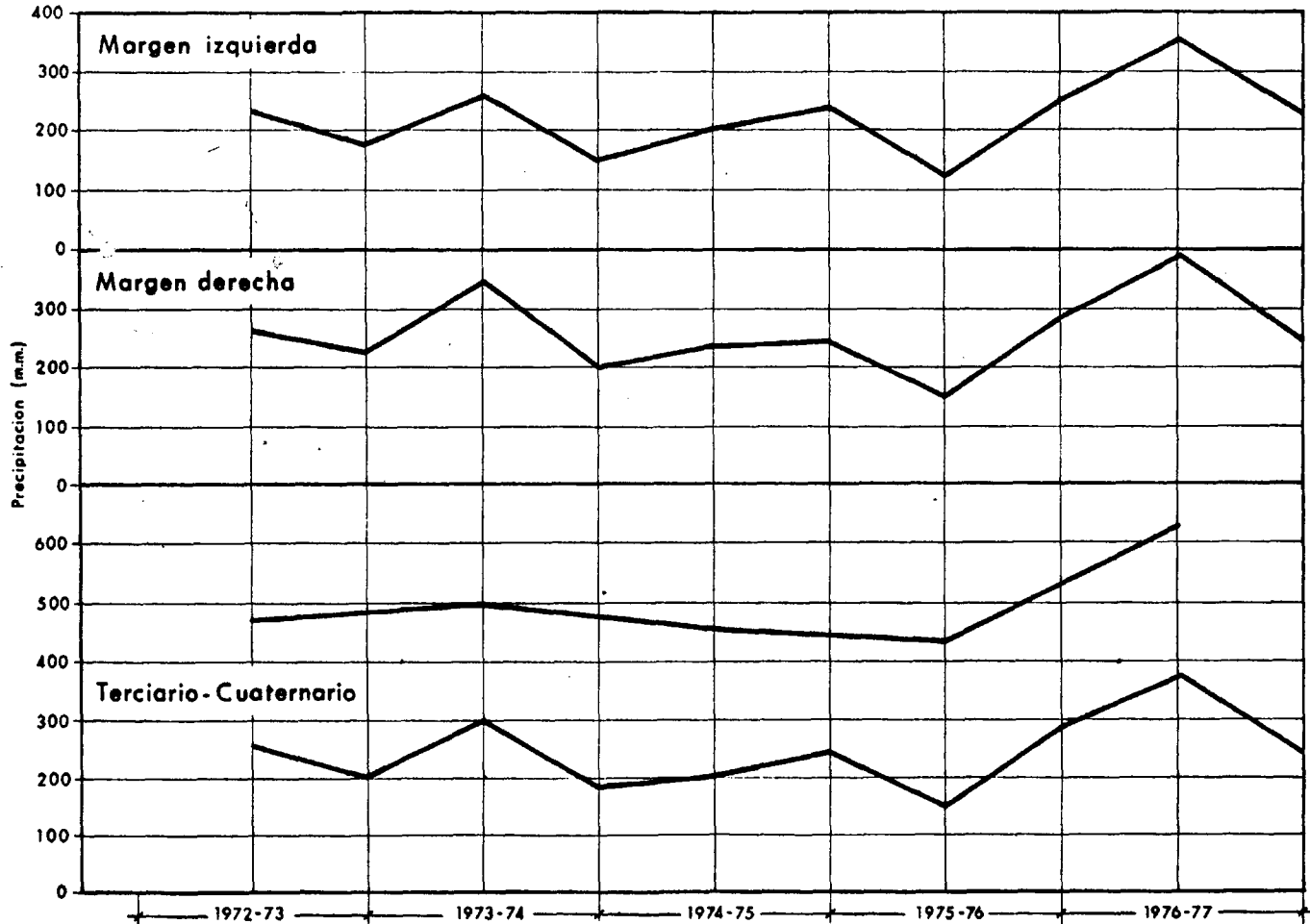
EST. 750
MANZANEDA DE TRUCHAS



EST. 870
SALAMANCA

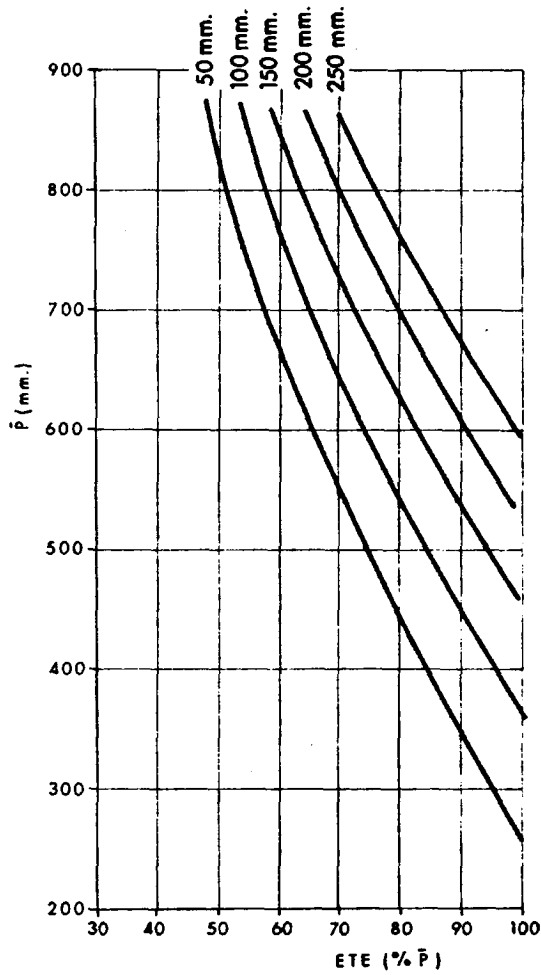


EVOLUCION DE LA PRECIPITACION ESTACIONAL EN EL CONJUNTO TERCIARIO-CUATERNARIO



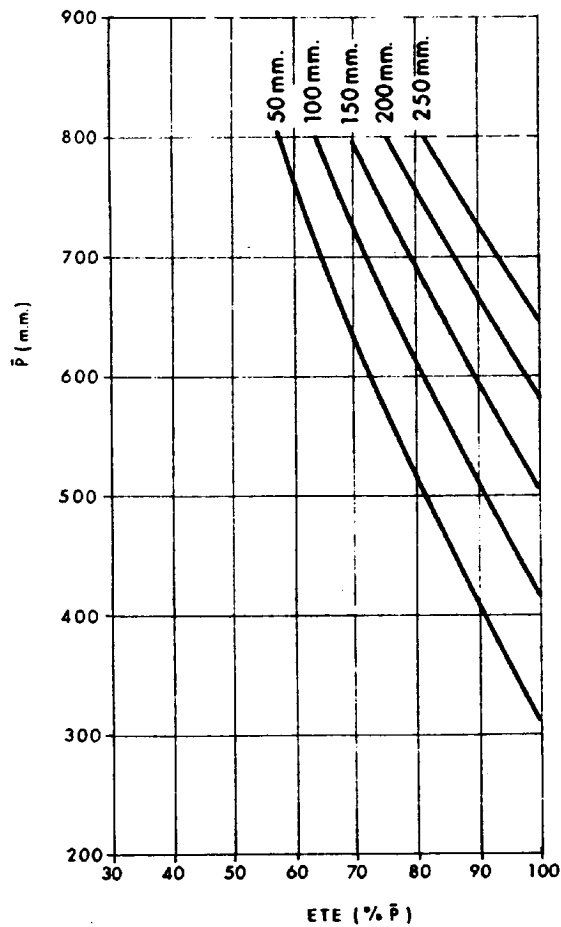
RELACIONES ENTRE LA PRECIPITACION
 MEDIA ANUAL Y LA EVAPOTRANSPIRACION
 EFECTIVA EN FUNCION DE LA CAPACIDAD
 DE RETENCION DE AGUA DEL SUELO

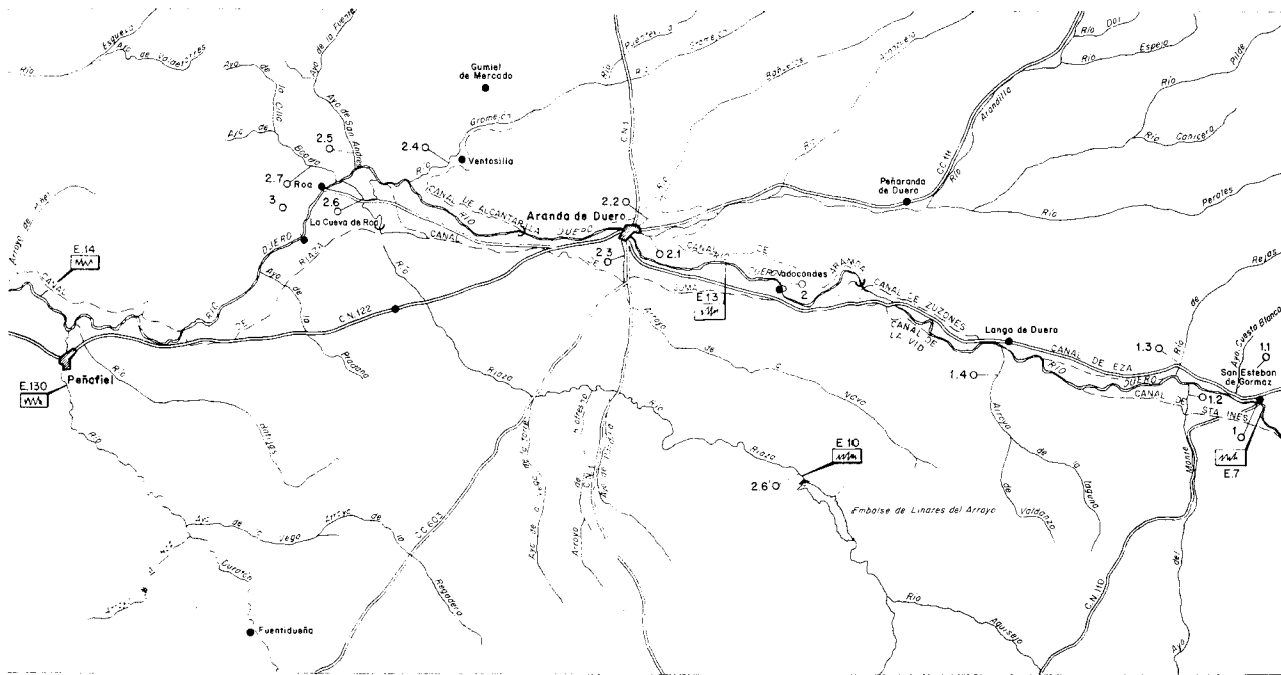
Zona Oeste



RELACIONES ENTRE LA PRECIPITACION MEDIA ANUAL Y LA EVAPOTRANSPIRACION EFECTIVA EN FUNCION DE LA CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA DEL SUELO

Zona Este





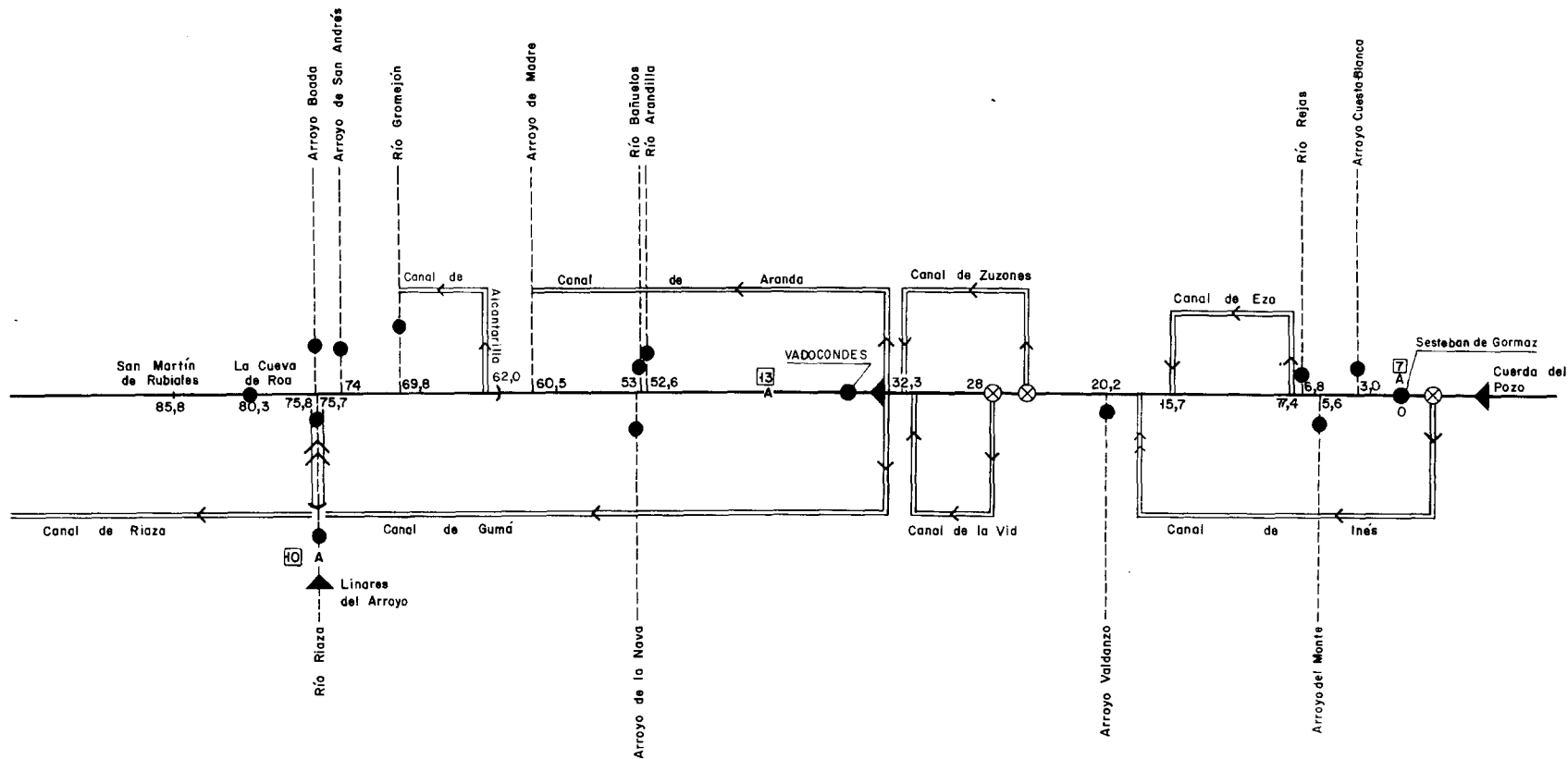
LEYENDA

- ◀ PRESA DE EMBALSE
- ⌋ AZUD DE DERIVACION
- CANAL
- ☒ ESTACION DE AFOROS
- PUNTO DE AFORO DIRECTO

SITUACION DE LOS PUNTOS DE AFORO EN EL ALTO DUERO

ESQUEMA DE LA RED DE DRENAJE Y DE RIEGO DEL ALTO DUERO

Gráfico nº III.7



CANALES DE LA CONFEDERACION HIDROGRAFICA

Inés	-	1265 ha + 345
La Vid	-	490 "
Zuzones	-	395 "
Aranda	-	2445 "
Gumá	-	2865 "
Riaza	-	4300 "

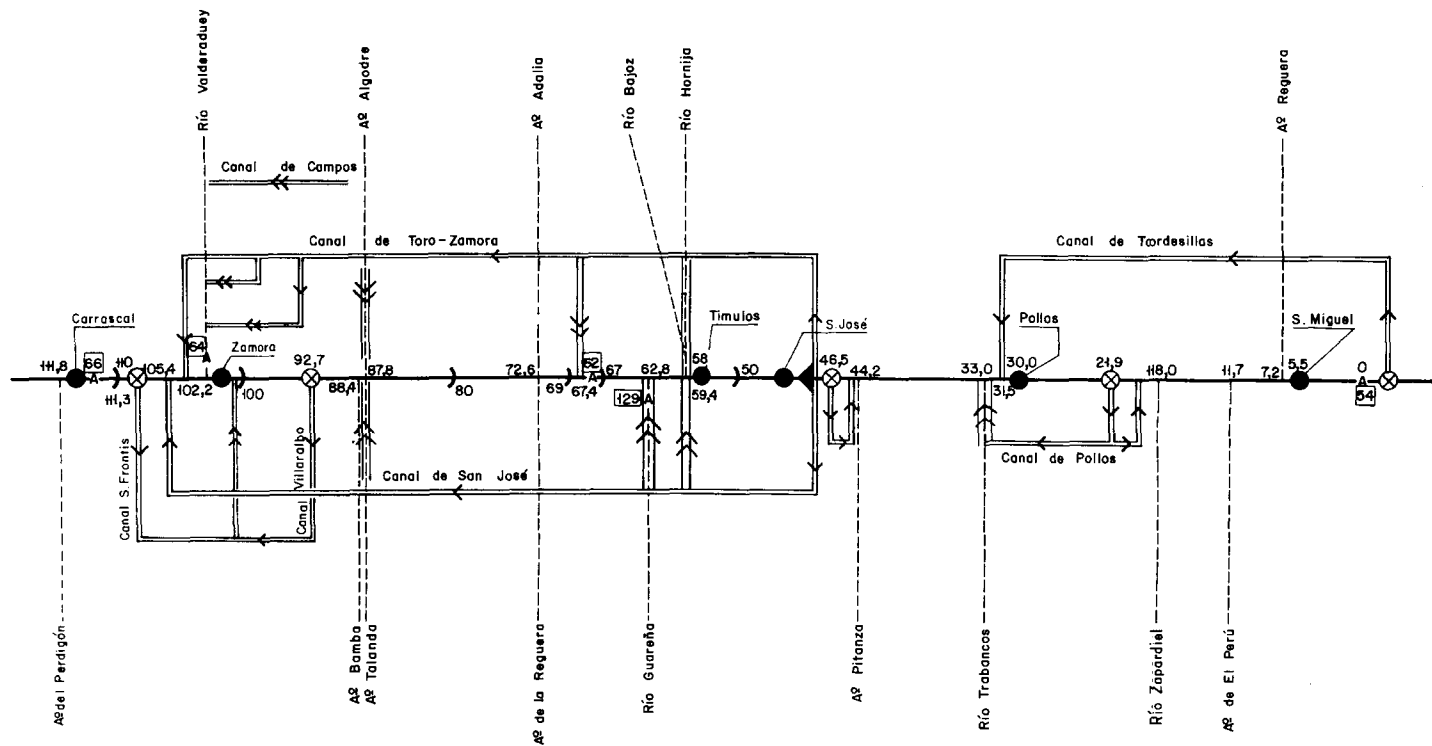
CONCESIONES PARTICULARES

Granja Avícola la Ventosilla	700 l/s
Vega de Pideos (Roa)	185 l/s
Joaquín Velasco Martí (Gumiel)	100 l/s
Comunidad (Lango de Duero)	120 l/s

LEYENDA

- Punto de aforo
- A 13 Estación de aforos
- ▲ Presa de derivación ó embalse de regulación
- ⊗ Derivación por bombeo
-) Azud
- Canal
- Aliviadero
- 31,5 Longitud (Km) a partir del origen fijado.

ESQUEMA DE LA RED DE DRENAJE Y DE RIEGO DEL BAJO DUERO



CANALES DE LA CONFEDERACION HIDROGRAFICA

- Gevio-Villamarciel -
- Tordesillas - 1505 ha
- Pollos - 1240 ha
- San José - 3945 ha
- Castronuño - 365 ha
- Toro - Zamora - 6705 ha

CANALES DE PARTICULARES

- Villaralbo } 3590 ha.
- S. Frontis }

LEYENDA

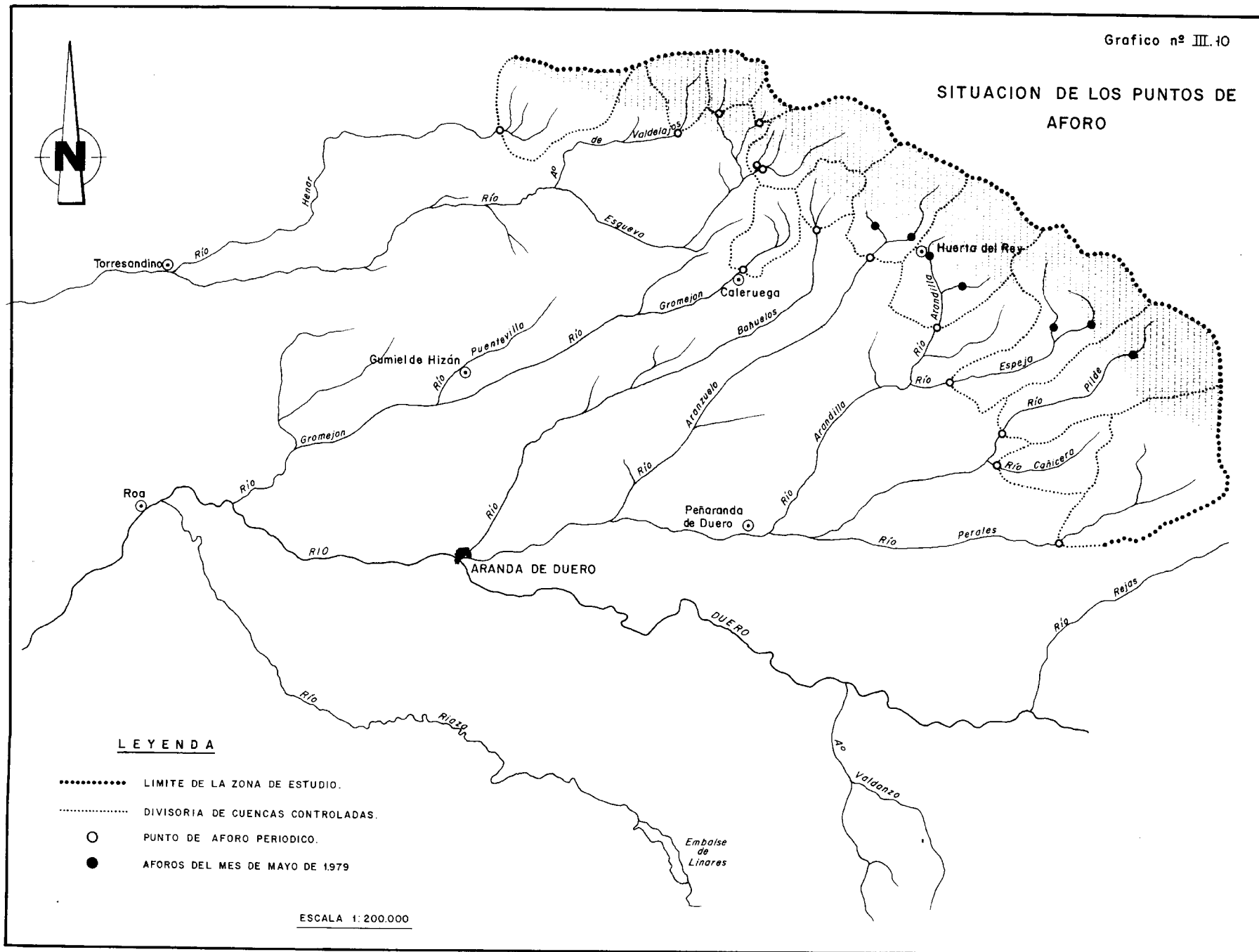
- Punto de aforo
- A Estación de aforos
- ▲ Presa de derivación ó embalse de regulación
- ⊗ Derivación por bombeo
-) Azud
- ≡ Canal
- ≡≡≡ Aliviadero
- 55,2 Longitud (km) a partir del origen fijado.

LIMNIGRAMA DEL RIO DUERO EN ARANDA DE DUERO

(21 a 28 Octubre 1978)



SITUACION DE LOS PUNTOS DE AFORO



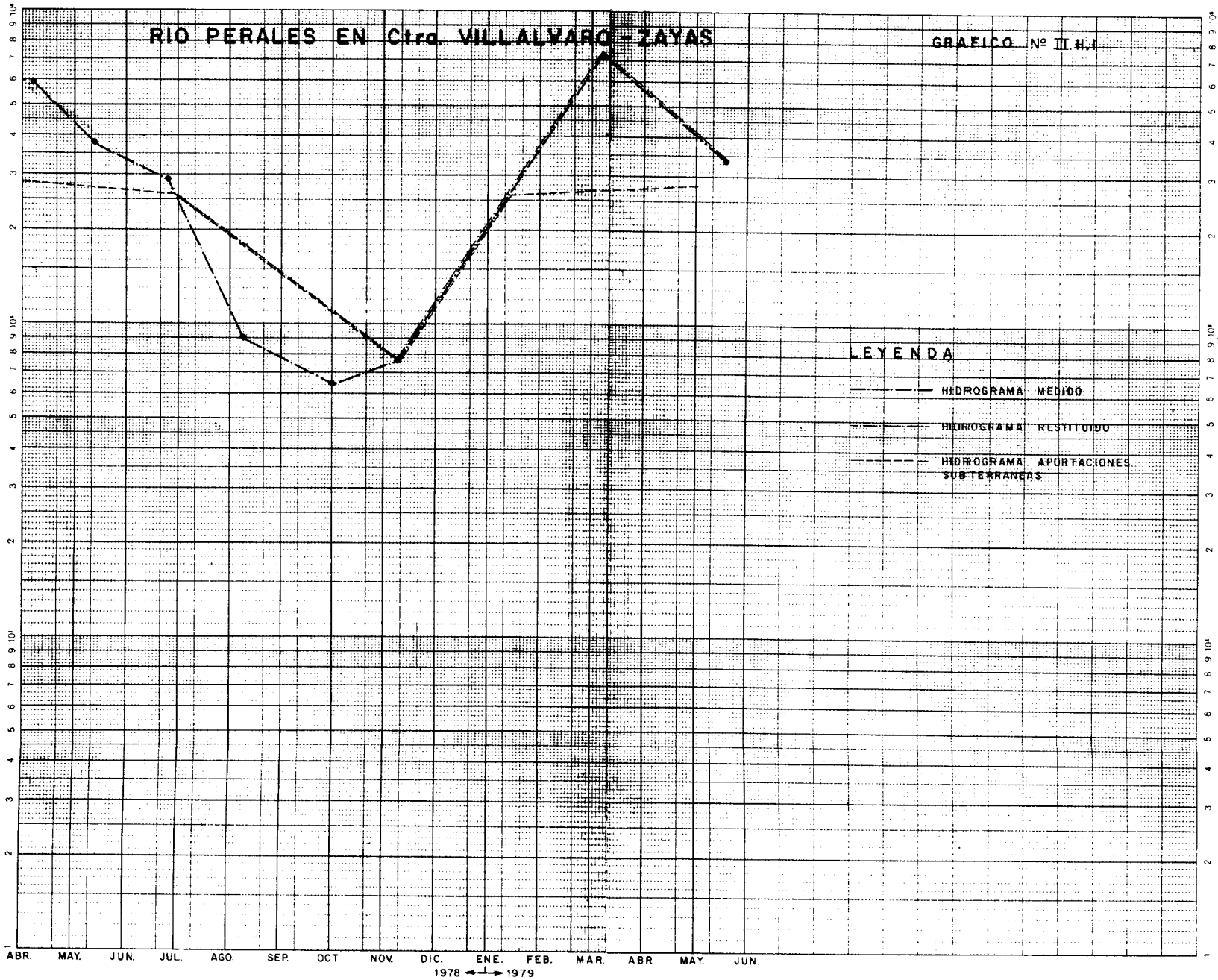
LEYENDA

- LIMITE DE LA ZONA DE ESTUDIO.
- - - - - DIVISORIA DE CUENCAS CONTROLADAS.
- PUNTO DE AFORO PERIODICO.
- AFOROS DEL MES DE MAYO DE 1979

ESCALA 1:200.000

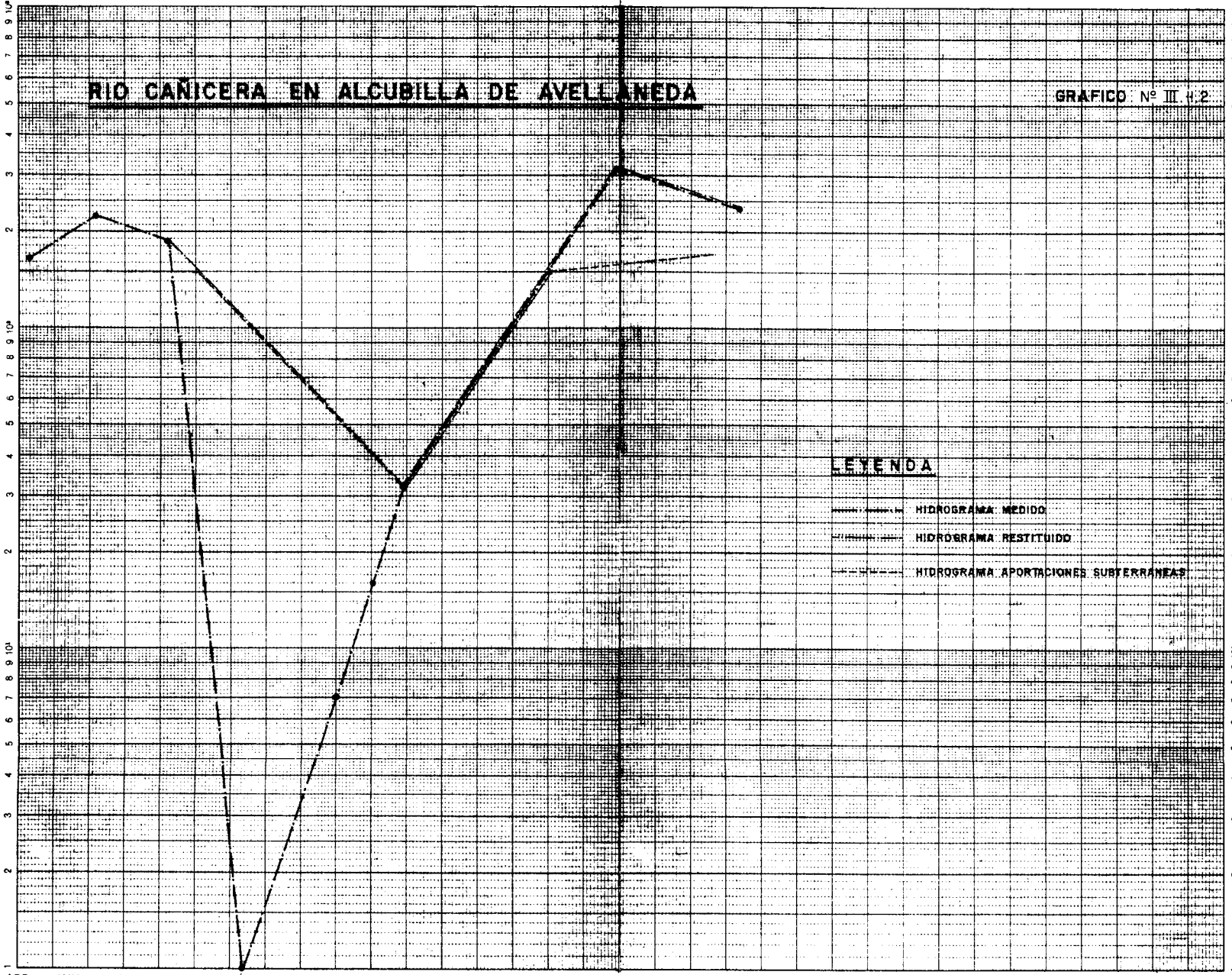
RIO PERALES EN CIRD. VILLALVARO-ZAYAS

GRAFICO Nº III H.J.



RIO CAÑICERA EN ALCUBILLA DE AVELLANEDA

GRAFICO Nº II.4.2



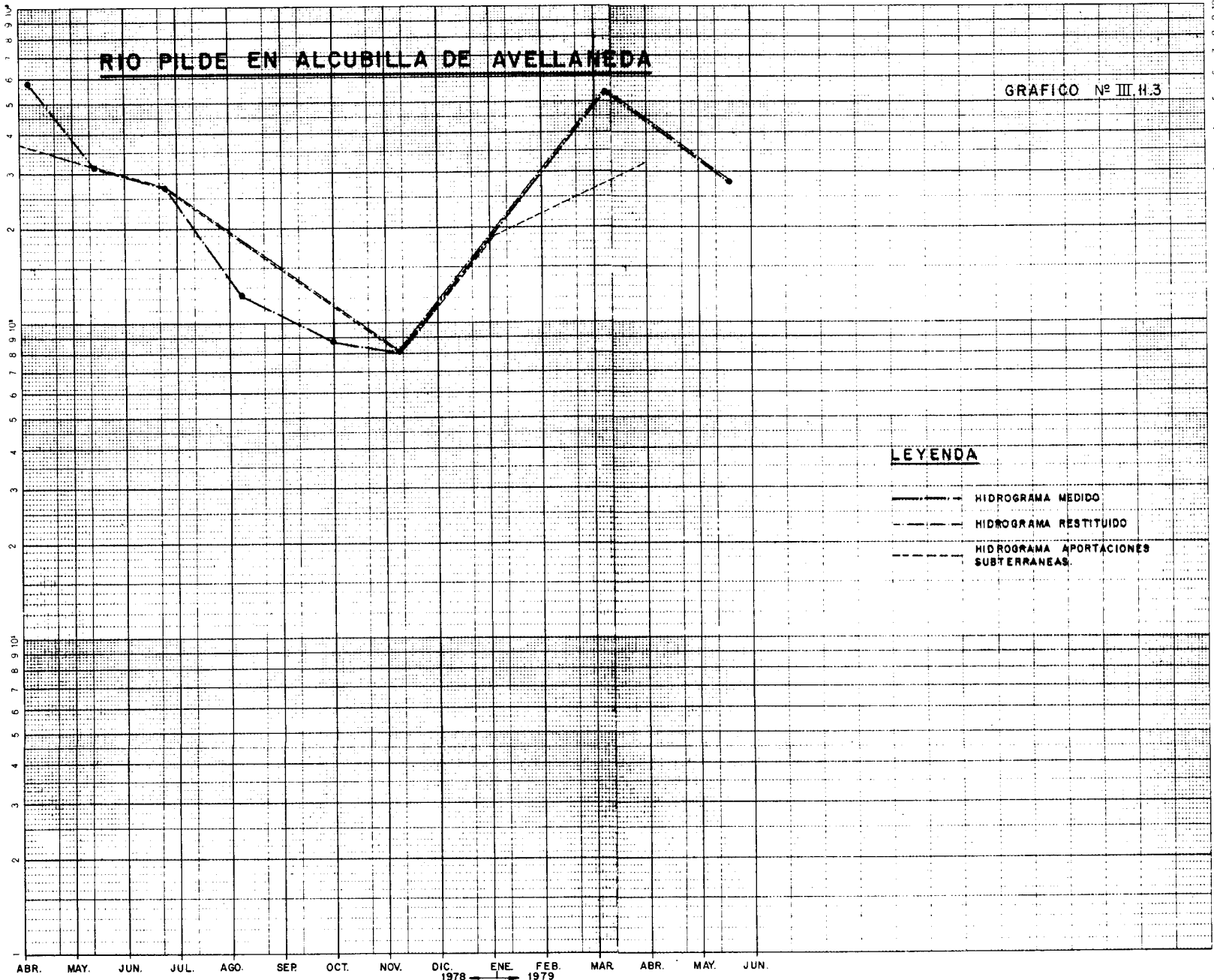
LEYENDA

- HIDROGRAMA MEDIDO
- HIDROGRAMA RESTITUIDO
- HIDROGRAMA APORTACIONES SUBTERRANEAS

ABR. MAY. JUN. JUL. AGO. SEP. OCT. NOV. DIC. ENE. FEB. MAR. ABR. MAY. JUN.
1978 — 1979

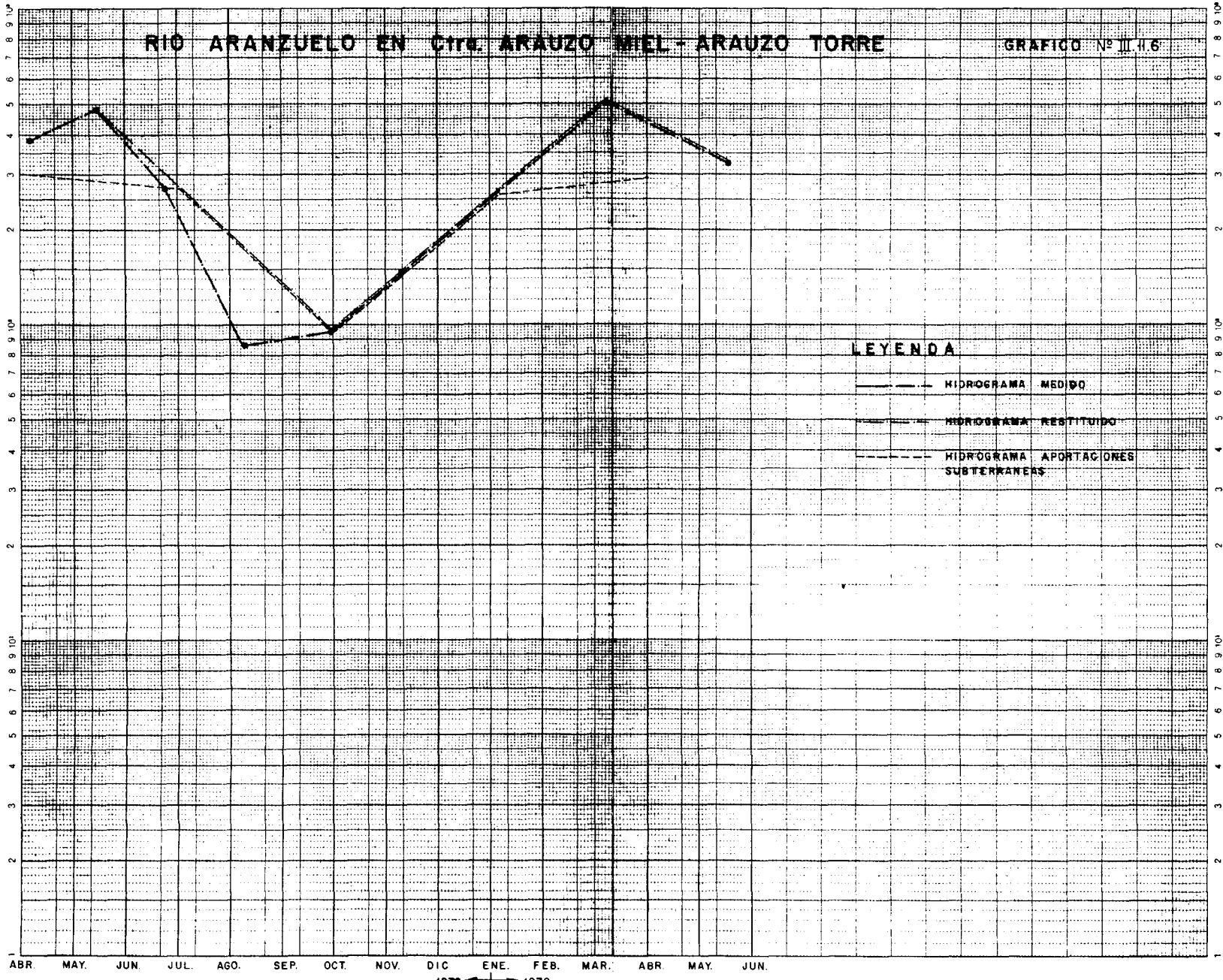
RIO PILDE EN ALCUBILLA DE AVELLANEDA

GRAFICO Nº III.H.3



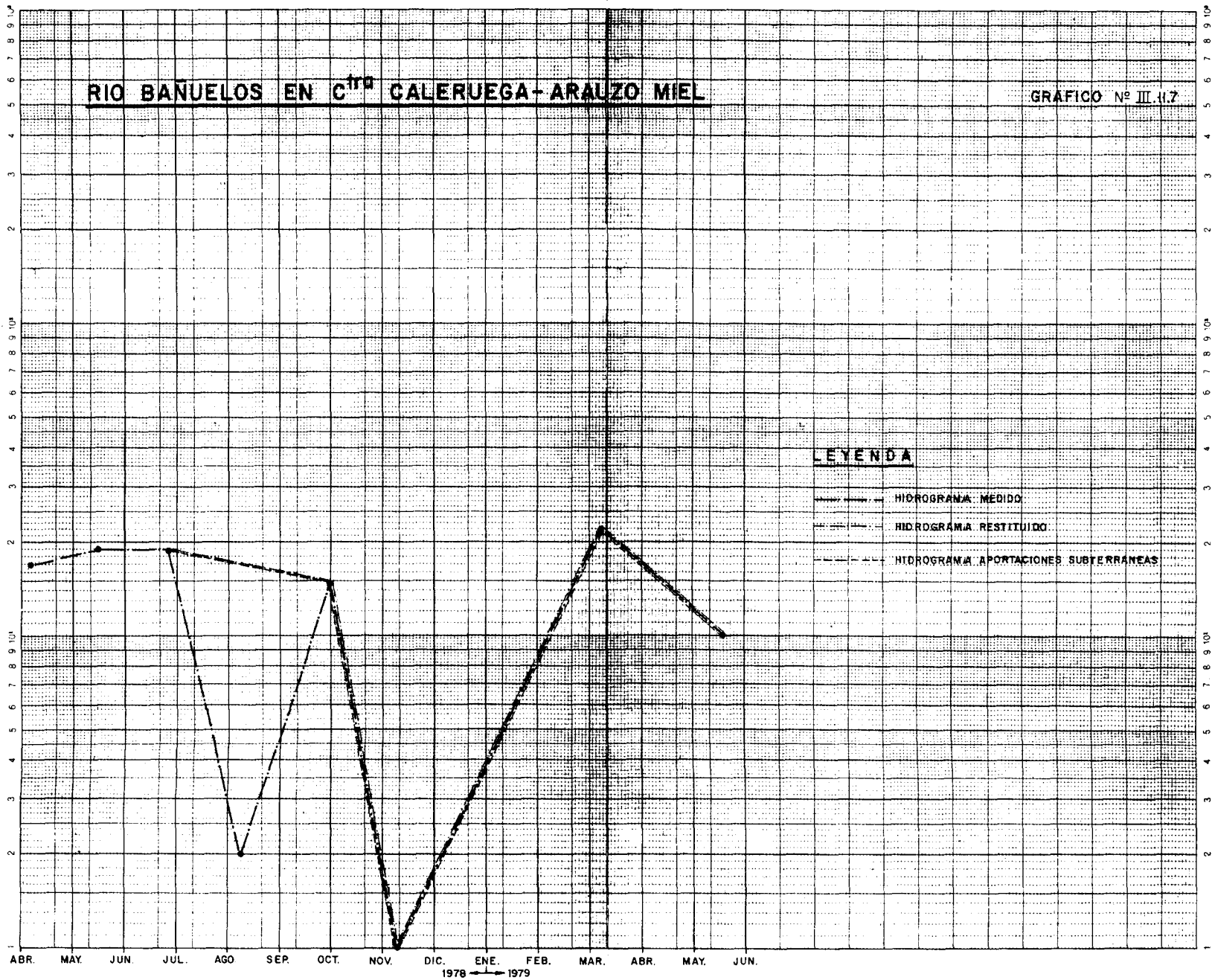
RIO ARANZUELO EN Ctra. ARAUZO MEL - ARAUZO TORRE

GRAFICO Nº II H.6



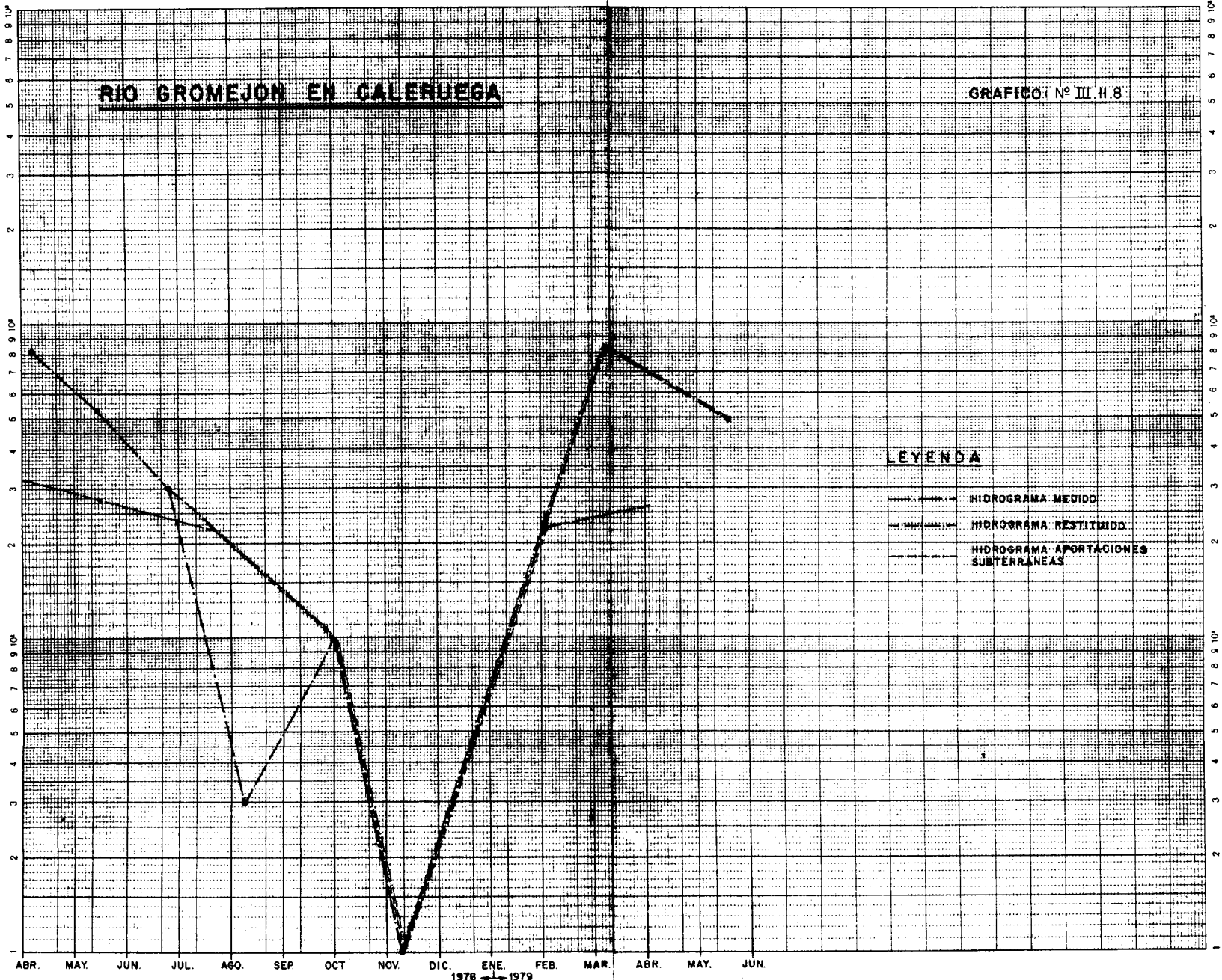
RIO BANUELOS EN C¹ CALERUEGA-ARAUZO MIEL

GRAFICO N° III.1.7



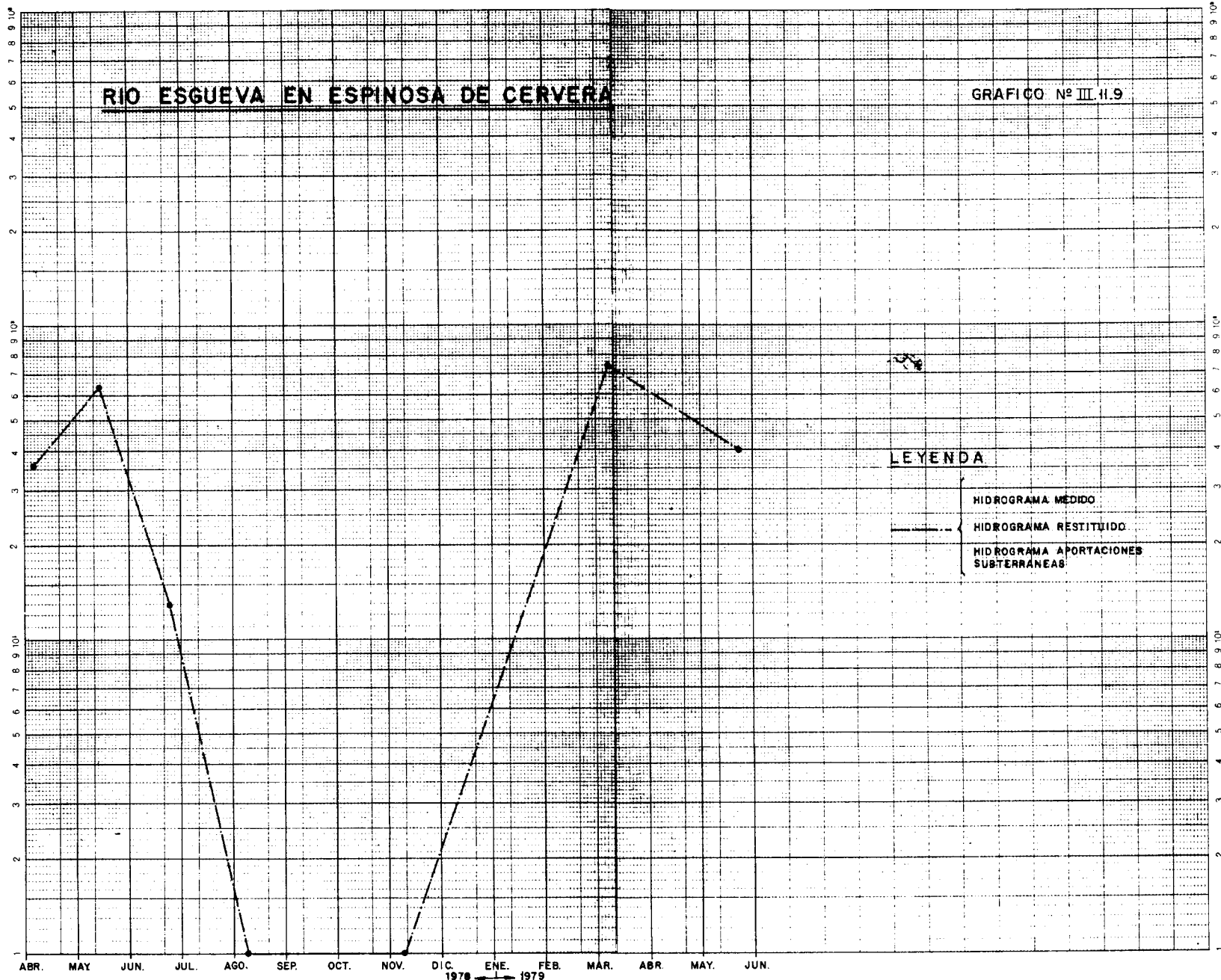
RIO GROMEJON EN CALERUEGA

GRAFICO I Nº III. H. 8



RIO ESGUEVA EN ESPINOSA DE CERVERA

GRAFICO Nº III.11.9

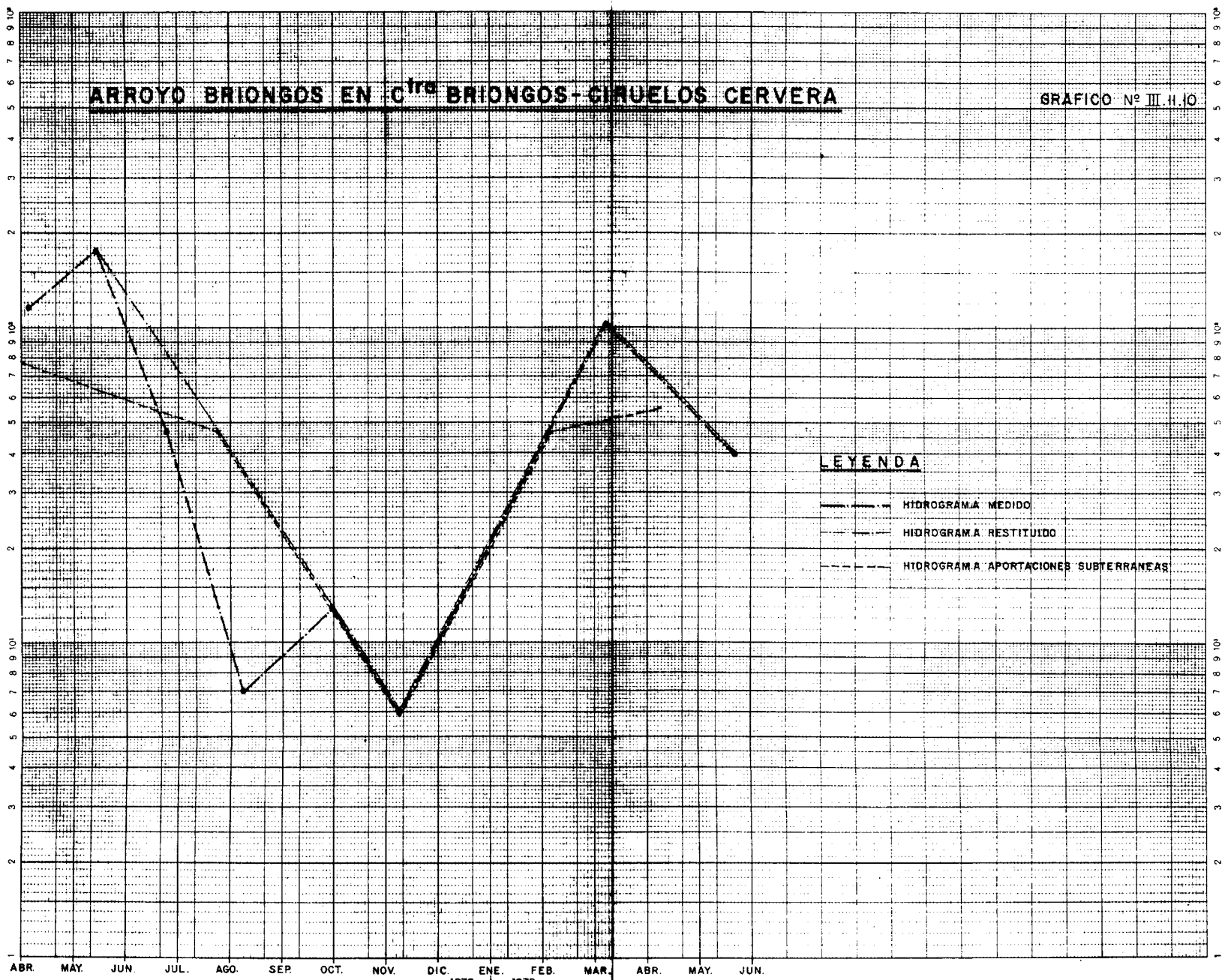


LEYENDA

- HIDROGRAMA MEDIDO
- HIDROGRAMA RESTITUIDO
- HIDROGRAMA APORTACIONES SUBTERRANEAS

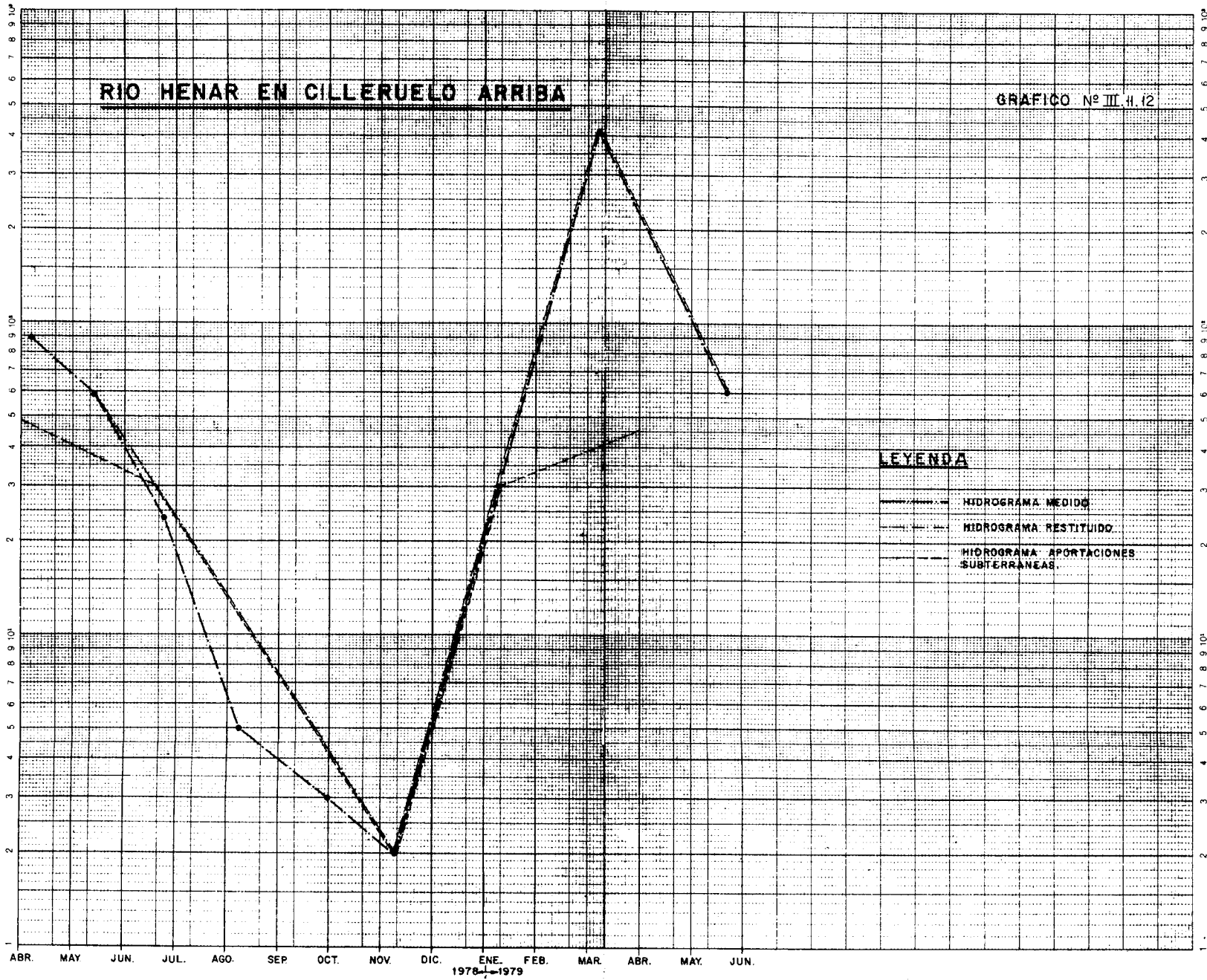
ARROYO BRIONGOS EN C^{1ra} BRIONGOS-CIÑUELOS CERVERA

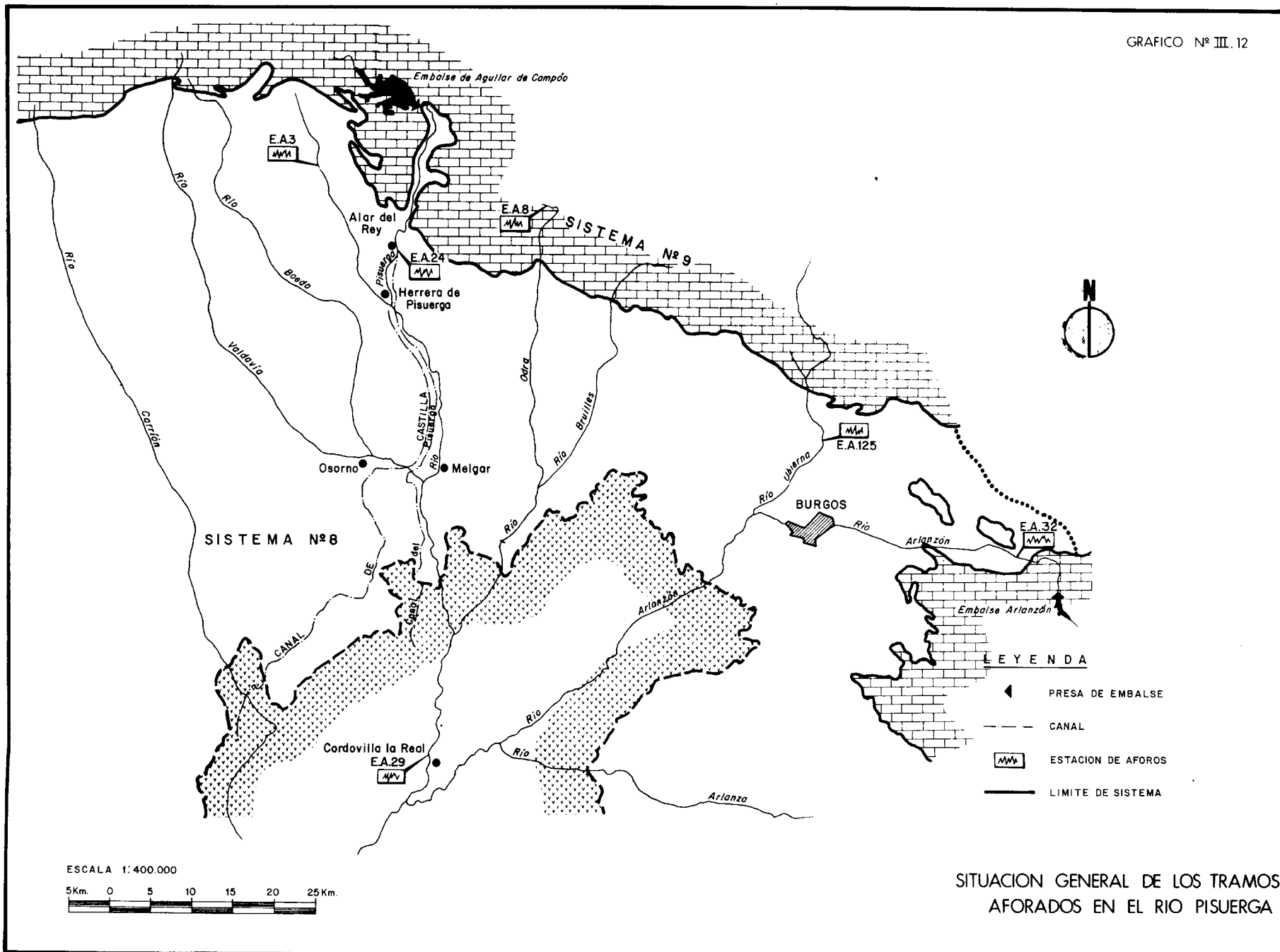
GRAFICO N° III. H. 10.



RIO HENAR EN CILLERUELO ARRIBA

GRAFICO Nº III. H. 12





SITUACION GENERAL DE LOS TRAMOS AFORADOS EN EL RIO PISUERGA

