



62027

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

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

**TOMO V.- BALANCE  
Y CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA**



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

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

**TOMO V.- BALANCE**  
**Y CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA**

## ÍNDICE

<b>1.- DATOS BÁSICOS DEL PLAN HIDROGEOLÓGICO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.- ZONIFICACIÓN Y ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.- PLUVIOMETRÍA Y EVAPOTRANSPIRACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.- HIDROLOGÍA Y APORTACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.- APORTACIONES SUBTERRÁNEAS .....</b>	<b>11</b>
1.4.1.- Sistema 25. Deva-Cares .....	11
1.4.2.- Sistema 26. Costa Astur Oriental .....	14
1.4.3.- Sistema 27. Sella-Piloña1 .....	15
<b>2.- ACUÍFEROS .....</b>	<b>19</b>
2.1.- ACUÍFERO DE LA SIERRA DEL SUEVE.....	19
2.2.- ACUÍFERO COSTERO DE RIBADESELLA .....	20
2.3.- ACUÍFERO DE MOFRECHU.....	21
2.4.- ACUÍFERO DE LA SIERRA DEL CUERA .....	21
2.5.- ACUÍFERO COSTERO DE LLANES .....	22
<b>3.- PARÁMETROS HIDRÁULICOS.....</b>	<b>23</b>
<b>4.- PIEZOMETRÍA .....</b>	<b>25</b>
<b>5.- CALIDAD QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.....</b>	<b>28</b>
<b>6.- AFOROS .....</b>	<b>32</b>
<b>7.- FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO .....</b>	<b>42</b>
7.1.- GENERALIDADES .....	42
7.2.- CUANTIFICACIÓN DE LOS VULÚMENES DE RECARGA Y DESCARGA .....	43
7.2.1.- Sierra del Suevo .....	43
7.2.2.- Acuífero Costero de Ribadesella .....	44
7.2.3.- Acuífero de Mofrechu .....	46
7.2.4.- Acuífero de la Sierra del Cuera .....	48
7.2.5.- Acuífero Costero de Llanes.....	50
<b>8.- BALANCE HÍDRICO .....</b>	<b>53</b>

<b>8.1.- ESTUDIO DE LOS ACUÍFEROS CÁRSTICOS.....</b>	<b>53</b>
<b>8.2.- BALANCE HÍDRICO DE LOS ACUÍFEROS .....</b>	<b>54</b>
<b>8.2.1.- Acuífero del Suevo .....</b>	<b>55</b>
<b>8.2.2.- Acuífero Costero de Ribadesella .....</b>	<b>56</b>
<b>8.2.3.- Acuífero del Mofrechu .....</b>	<b>57</b>
<b>8.2.4.- Acuífero de la Sierra del Cuera .....</b>	<b>58</b>
<b>8.2.5.- Acuífero Costero de Llanes.....</b>	<b>59</b>
<b>8.3.- RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS DE LA           UNIDAD HIDROGEOLÓGICA.....</b>	<b>60</b>

**ANEXO N° 1.- GRÁFICOS DE DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS**

**ANEXO N° 2.- RESUMEN DE LAS CAMPAÑAS DE AFORO**

## 1.- DATOS BÁSICOS DEL PLAN HIDROLÓGICO

### 1.1.- ZONIFICACIÓN Y ASPECTOS GENERALES

El estudio ha tenido como punto de partida el Proyecto de Directrices del Plan Hidrológico Norte II, cuyo objetivo básico es *"racionalizar el uso del agua mediante un mejor aprovechamiento de los recursos superficiales y subterráneos..."*

Lógicamente, se ha respetado la definición de los Sistemas de Explotación de Recursos a partir del Inventario de Recursos Hidráulicos, cuyos datos básicos han servido para establecer el marco hidrológico de la unidad.

La Unidad Hidrogeológica 01.16 Llanes-Ribadesella se adscribe a los siguientes Sistemas de Explotación:

<b>S7 DEVA.</b>	Incluye la totalidad de la cuenca del Río Deva.
<b>S8 LLANES.</b>	Franja costera entre los ríos Sella y Deva.
<b>S9 SELLA.</b>	Incluye la totalidad de la cuenca del Río Sella.
<b>S10 VILLAVICIOSA.</b>	Franja costera desde la desembocadura del Río Sella hasta el límite entre los términos municipales de Villaviciosa y Gijón (Río España).

Salvo en el Sistema 8 LLANES, en el que es fundamental en la gestión de los recursos, en los demás sistemas la presencia de la unidad hidrogeológica es marginal. Las zonas corresponden casi en su totalidad a Asturias, excepto la cuenca del Deva (Cantabria) y pequeñas porciones de las cuencas alta del Cares y del Sella que corresponden a León.

En el Inventario de Recursos Hidráulicos, que ha servido de base para el Plan Hidrológico, la unidad se enmarca dentro de la Zona III, Vertiente Astur, en la Subzona IIIa. Ríos Deva/Cares a Río España. Los datos básicos de esta subzona se resumen a continuación y corresponden al período 1.940/41 a 1.982/83.

<b>EXTENSIÓN:</b>	3.278 km <sup>2</sup> .
<b>POBLACIÓN:</b>	98.394 habitantes.
<b>PRECIPITACIÓN:</b>	4.621 hm <sup>3</sup> /año. 1.409 mm.
<b>NIVALIDAD:</b>	16% (superficie afectada).
<b>APORTACIÓN TOTAL:</b>	2.737 hm <sup>3</sup> /año. 835 mm. 86,8 m <sup>3</sup> /seg.
<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA:</b>	0,59.
<b>APORTACIÓN ESPECÍFICA:</b>	26,5 L/seg/km <sup>2</sup> .

A su vez, dentro de la subzona IIIa se han distinguido los siguientes sistemas:

120	Deva-Cares.	Cuenca completa del Deva.
-----	-------------	---------------------------

120.100	Deva-Cabras.	Costa entre el Río Deva y el Sella.
122.100	Sella-España.	Costa entre el Río Sella y el Río España.
122	Sella-Piloña.	Cuenca completa del Sella.

Los datos básicos de cada uno de estos sistemas se recogen en el cuadro N° 1. Hay que destacar la elevada pluviometría media, en todas las subcuencas por encima de los 1.200 mm, y los altos coeficientes de escorrentía, por encima del 60% en las cuencas de los ríos principales, Sella y Deva, y del 50% en las pequeñas cuencas costeras.

**CUADRO N° 1**  
**DATOS BÁSICOS**

	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )	PRECIPITACIÓN (mm)	APORTACIÓN			COEFICIENTE ESCORRENTÍA	EVTR (mm)
			hm <sup>3</sup> /año	mm	m <sup>3</sup> /seg		
120 DEVA-CARES	1.196	1.418	1.054	882	33,4	0,62	536
120.100 DEVA-CABRAS	337	1.298	234	694	7,4	0,53	604
122.100 SELLA-ESPAÑA	479	1.226	297	620	9,4	0,51	606
122 SELLA-PILOÑA	1.267	1.500	1.152	910	36,5	0,61	590

Las características hidrológicas básicas de la cuenca se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- Persistencia del régimen pluviométrico, con un coeficiente de irregularidad anual inferior a 2. En toda la franja costera es exactamente de 1,78 para un período de 40 años, 1,88 en la cuenca del Sella y 2,0 en la del Deva.
- Corto desarrollo de la red hidrográfica, impuesto por la orografía de la zona.
- Persistencia de las aportaciones con un coeficiente de irregularidad también bajo, aunque superior al de las precipitaciones: 2,70 en la cuenca del Deva, 2,93 en la del Sella y 2,81 en la zona costera.
- Como consecuencia de lo anterior, predominio de los aprovechamientos fluyentes y escasa presión social respecto a la demanda de agua.
- Pese a que el rendimiento de los embalses en estas condiciones es óptimo, existen ya dificultades para el emplazamiento de nuevos embalses por su elevado coste e implicaciones ecológicas.
- La red de aforos actual presenta serias deficiencias, particularmente en los ríos de la zona: Sella, Piloña, Deva, Cares y Río de las Cabras. En toda la zona costera no hay ninguna estación de aforos.
- La distribución de las precipitaciones y aportaciones a lo largo del año arroja máximos en invierno y estiajes acusados en verano, aunque, como veremos más adelante, los caudales mínimos garantizados tienen valores relevantes.

Los meses de noviembre, diciembre y enero soportan el 35% de la precipitación, mientras que en los 4 meses de verano (junio a septiembre) sólo se da el 20%. Las aportaciones, como refleja el cuadro y gráfico adjuntos, están ligeramente desplazadas respecto a las precipitaciones. Las máximas tienen lugar en diciembre y enero pero se mantienen importantes hasta el final del deshielo (mayo). Entre julio y septiembre (3 meses) sólo circula el 9% de la aportación total.

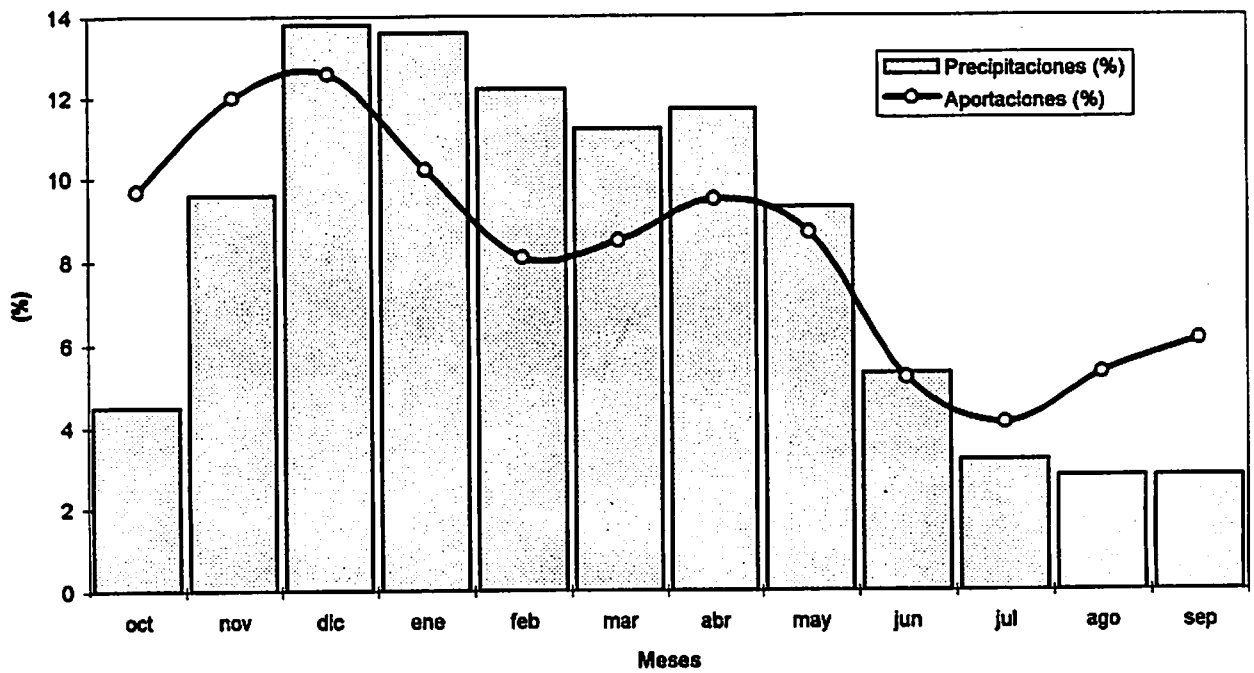
## **1.2.- PLUVIOMETRÍA Y EVAPOTRANSPIRACIÓN**

En la zona costera, que es donde se ubica la unidad Llanes-Ribadesella, las precipitaciones son elevadas, con una media anual de unos 1.250 mm. La precipitación media mínima corresponde al mes de julio y supera los 50 mm. La máxima se da en el mes de diciembre alcanzándose los 150 mm de media. El máximo de primavera es menor que el de invierno y existe un mínimo relativo en el mes de febrero.

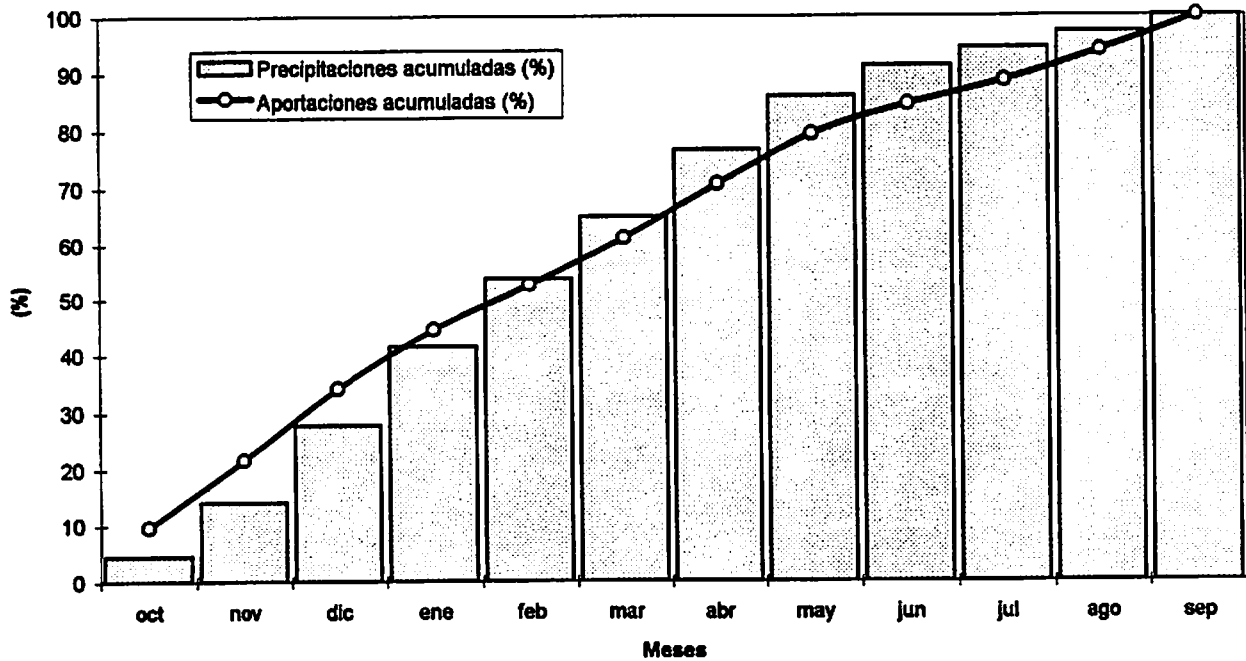
La evapotranspiración potencial (Thorntwaite) es muy inferior a la precipitación, alcanzando la media el orden de 700 mm. Sólo durante 3 meses, de junio a agosto, la



**DISTRIBUCIÓN MENSUAL EN PORCENTAJES DE LAS PRECIPITACIONES Y APORTACIONES**



**DISTRIBUCIÓN MENSUAL EN PORCENTAJES DE LAS PRECIPITACIONES Y APORTACIONES**



evapotranspiración potencial es mayor que la precipitación, y sólo durante el mes de julio la diferencia es significativa. El resultado es que la evapotranspiración real se asemeja bastante a la potencial, superando siempre los 600 mm. Aún así, y dadas las grandes precipitaciones del resto del año, la aportación específica es considerable (650 mm, correspondientes a un coeficiente medio de escorrentía que supera el 50%).

Las precipitaciones y, como veremos más adelante, las aportaciones son bastante uniformes a lo largo de la unidad, siendo ligeramente superiores en la parte más oriental.

Tanto en la Sierra del Suevo como en la Sierra de Cuera las precipitaciones no son muy altas, alcanzando sólo los 1.400 mm de media.

Las grandes precipitaciones, que llegan hasta los 2.400 mm, sólo se dan en las cabeceras de los ríos Deva y Sella, en los Picos de Europa.

A lo largo de la costa la precipitación es muy constante, oscilando entre 1.200 y 1.300 mm. Sólo a la altura de la Punta de Tazones desciende hasta los 1.000 mm, y alcanza, por el contrario, 1.400 mm al este de Llanes.

### 1.3.- HIDROLOGÍA Y APORTACIONES

A partir de la Documentación Básica del Plan Hidrológico (Estudio de Recursos Hidráulicos), se dispone de series hidrológicas depuradas y completas a escala decenal del período 1.940/41 a 1.982/83 (42 años). La aplicación de un modelo de Precipitación-Escorrentía tipo SACRAMENTO ha permitido desagregar las aportaciones por subcuencas, por lo que se dispone de datos prácticamente en cualquier punto. Sin embargo, hay que aclarar que en esta zona sólo se han podido calibrar con aforos las cuencas altas de los ríos Sella y Piloña y Deva y Cares, prácticamente hasta su confluencia respectiva. Las cuencas bajas y, desde luego, toda la zona costera no ha podido ser ni siquiera contrastada, por lo que son datos obtenidos a partir de la simulación.

Se ha contado con datos de aforos sobre 7 estaciones de aforos y 3 embalses.

Entre todas las estaciones se han seleccionado para el estudio las que se relacionan en los cuadros nº 2 y 3, agrupados en las distintas zonas.

La aplicación del modelo ha permitido la evaluación de recursos en 25 puntos, de los que 1 corresponde a embalse, 5 a estaciones de aforo y los 19 restantes a otras subcuencas o zonas según se recoge en el cuadro nº 4.

De la observación del cuadro se deduce que los recursos son importantes incluso en la zona costera, donde totalizan 530 hm<sup>3</sup>/año. A partir de los datos disponibles se han estimado por métodos gráficos las aportaciones subterráneas en las subcuencas en que ha sido posible y, por diferencia en las que se han considerado más interesantes tal como se analiza a continuación. Los gráficos de descomposición de hidrogramas se incluyen en el Anexo nº 1.

**CUADRO N° 2**

**ESTACIONES FORONÓMICAS Y EMBALSES**

**Sistema 25: Deva-Cares (129) Subzona IIIa. Asturias Este**

C.E.H.	NOMBRE	PROV.	COORD. GREENWICH		COTA (m)	SUP. CUENCA km <sup>2</sup>	TIPO	PERÍODO FUNC.	AÑOS COM.	AÑOS INC.	TOTAL AÑOS	CALIBR.
			Longitud Oeste	Latitud Norte								
66	Urdón en Embalse de Urdón	SA	4° 40'	42° 15'	680	30	EM	46/82	28	2	30	
68	Deva en Panes	OV	4° 37'	43° 19'	28	644	EL/C	70/82	13	0	13	
76	Cares en Alles (Embalse de Arenas de Cabrales)	OV	4° 41'	43° 19'	60	455	EL	69/82	14	0	14	

E...Escala L...Limnógrafo P...Pasarela C...Tramo canalizado / C...Control de calidad EM...Embalse Az...Azud.

**Sistema 26: 120.100 y 122.100. Zona Costera.**

**(No existen estaciones de aforo)**

**CUADRO Nº 3**

**ESTACIONES FORONÓMICAS Y EMBALSES**

**Sistema 27: Sella-Piloña (122) Subzona IIIa. Asturias Este**

C.E.II.	NOMBRE	PROV.	COORD. GREENWICH		COTA (m)	SUP. CUENCA km2	TIPO	PERÍODO FUNC.	AÑOS COM.	AÑOS INC.	TOTAL AÑOS	CALIBR.
			Longitud Oeste	Latitud Norte								
			095	Sella en Cangas de Onís								
002	Piloña en Ozanes	OV	5° 11'	43° 22'	40	1	ELCP	75/82	8	0	8	sf
003	Piloña en Villamayor	OV	5° 18'	43° 22'	100	379	ELCO	71/82	12	0	12	sf
CAÑO	Central de Caño (Río Sella)	OV				480	AZ	76/82	7	1	8	

E...Escala L...Limnógrafo P...Pasarela C...Tramo canalizado / C...Control de calidad EM...Embalse Az...Azud.

CUADRO N° 4

Subzona de los ríos Deva/Cares a España	Extensión (km <sup>2</sup> )	Precipitación (mm)	Aportación (hm <sup>3</sup> /año)
<b>Sistema 25: Deva-Cares</b>			
120-01 Deva en cabecera	71,11	1521,64	73,56
120-02 Deva aguas arriba Quiviesa	152,31	1452,31	144,27
120-03 Quiviesa (completo)	137,75	1660,33	161,12
120-04 Buyón (completo)	157,10	1357,13	128,10
120-05 Deva en E.A. 268	644,17	1422,42	576,06
120-06 Cares en E.A. 273	122,58	1563,52	130,86
120-07 Deva en azud de Poncebos	267,75	1667,82	306,55
120-08 Casaño en cabecera	60,34	1616,36	61,68
120-09 Cares en E.A. 276	466,52	1579,14	481,22
120-10 Cares (completo)	497,19	1566,39	504,05
120-11 Deva (completo)	1195,51	1417,87	1054,50
<b>Sistema 26: Costa Astur Oriental</b>			
120.100 Parte Oriental (hasta Ribadesella)	336,80	1298,44	233,82
122.100 Parte Occidental	479,12	1226,76	296,99
<b>Sistema 27: Sella-Piloña</b>			
122-01 Sella en presa de Ribota	35,35	1688,22	41,17
122-02 Ponga en cabecera	59,75	1812,17	75,90
122-03 Valle del Moro en cabecera	29,16	1764,05	32,95
122-04 Dobra (parcial)	94,95	2049,53	140,63
122-05 Dobra (completo)	106,91	1979,62	147,96
122-06 Sella en E.A. 295	483,85	1709,69	555,24
122-07 Güeña (completo)	150,00	1389,18	118,54
122-08 Sella aguas arriba Piloña	654,17	1618,09	679,56
122-09 Piloña en E.A. 303	370,79	1429,04	312,79
122-10 Piloña en E.A. 302	481,41	1403,66	390,94
122-11 Piloña (completo)	506,67	1396,74	406,47
122-12 Sella (completo)	1267,30	1499,76	1151,84

#### 1.4.- APORTACIONES SUBTERRÁNEAS

##### 1.4.1.- Sistema 25. Deva-Cares

A partir de las subzonas de la planificación hidrológica, por su interés para el estudio se han seleccionado las siguientes:

##### 120 A. MEDIO DEVA. 197 Km<sup>2</sup>

Cuenca del Deva hasta el Cares descontando las cabeceras. Corresponde a la subzona 120.05 (Deva hasta el Cares) descontando las siguientes subzonas:

- 120.02 Deva hasta el río Potes.
- 120.03 Alto Quivisa.
- 120.04 Alto Buyón.

**120 B. ALTO CASAÑO. 60 Km<sup>2</sup>**

Coincide con la subcuenca 120.08.

**120 C. MEDIO CARES. 138 Km<sup>2</sup>**

Coincide con la cuenca del Cares hasta la estación de aforos E-276 descontando las cabeceras.

120.07 Cares hasta Poncebos.  
120.08 Alto Casaño.

**120 D. BAJO CARES. 31 Km<sup>2</sup>**

Cuenca del Cares hasta la confluencia con el Deva (120.10) descontando la cuenca hasta la E-276 (120.09).

**120 E. BAJO DEVA. 54 Km<sup>2</sup>**

Cuenca del Deva completo (120.11) descontando la cuenca hasta la confluencia con el Cares (120.05) y la subcuenca del Cares completo (120.10).

Se han incluido datos globales de la cuenca a efectos de disponer de elementos de juicio suficientes, pero el estudio de la Unidad Llanes-Ribadesella se centrará únicamente en las cuencas del Medio y Bajo Cares y Bajo Deva, singularmente las dos últimas que recogen el drenaje de los acuíferos Costeros de Llanes y de la Sierra del Cuera.

Debido a la falta de datos fiables no ha sido posible la calibración de ninguna de estas cuencas, por lo que las aportaciones deben tomarse como orientativas. Tanto los datos de aportaciones totales como incluso los de aportación subterránea inducen a pensar en un cierto trasvase de recursos desde el Deva al Cares. Hay un máximo de aportación subterránea específica en el Bajo Cares, que podría superar los 0,7 hm<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>, mientras en el Bajo Deva podría incluso ser nula o negativa (pérdida neta de caudal). (Cuadro nº 5)

El estudio se completa con la evaluación de caudales mínimos garantizados a escala decenal, lo que puede considerarse el "suelo", con garantía del 100% de la regulación natural (Cuadro adjunto). Estos caudales serían de 21,96 hm<sup>3</sup>/año en el Medio Cares, 4,32 hm<sup>3</sup>/año en el Bajo Cares y de 3,24 hm<sup>3</sup>/año en el Bajo Deva.

## CAUDALES MÍNIMOS GARANTIZADOS A ESCALA DECENAL

Sistema 25. Deva-Cares

SUBCUENCA	SUP (km <sup>2</sup> )	hm <sup>3</sup> /mes	hm <sup>3</sup> /año
Deva hasta Cares descontando cabeceras (05-04-03-02)	197,00	3,57	42,84
Alto Cares (08)	60,34	0,84	10,08
Medio Cares (09-08-07)	128,43	1,83	21,96
Bajo Cares (10-09)	30,67	0,36	4,32
Bajo Deva (11-10-05)	54,95	0,27	3,24

**CUADRO N° 5**  
**APORTACIÓN SUBTERRÁNEA EN LA CUENCA DEVA-CARES**

		SUP (km <sup>2</sup> )	APORTACIÓN SUBTERRÁNEA		
			(1)	(2)	(3)
120.02	Deva en Potes	152,31	49,24		323
120.03	Río Quivisa	137,75	54,64		396
120.04	Río Hurón	<u>157,10</u>	<u>45,07</u>		287
	TOTAL	447,16	148,95		333
102.05	Río Deva hasta E-268	644,17	217,15		250
120 A	<b>MEDIO DEVA</b>	197,01	68,2	55,79	346/283
120.08	Alto Casaño				
120 B	<b>ALTO CASAÑO</b>	60,34	18,77	18,77	311
120.07	Cares hasta Poncebos	267,75	102,05		381
120.08	Alto Casaño	<u>60,34</u>	<u>18,77</u>		311
	TOTAL	328,09	120,82		368
120.09	Cares en E-276	466,52	159,17		341
120 C	<b>MEDIO CARES</b>	138,43	38,35	49,03	277/354
120.09	Cares en E-276	466,52	159,17		341
120.10	Cares completo	497,19	181,22		364
120 D	<b>BAJO CARES</b>	30,67	22,05	12,73	718/415
120.05	Deva hasta E-268	644,17	161,34		250
120.10	Cares completo	<u>497,19</u>	<u>181,22</u>		364
	TOTAL	1.141,36	342,56		300
120.11	Deva completo	1.195,51	351,57		294
120 E	<b>BAJO DEVA</b>	54,15	9,01	0	0/166

- (1) Obtenido por las diferencias entre las aportaciones subterráneas previamente calculadas por descomposición de los hidrogramas respectivos de aportaciones mensuales (hm<sup>3</sup>/año).
- (2) Obtenido por descomposición del hidrograma resultante de restar previamente los datos de aportaciones medias mensuales (hm<sup>3</sup>/año).
- (3) Específica (10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>).

### 1.4.2.- Sistema 26. Costa Astur Oriental

En el Plan Hidrológico de la Cuenca Norte, esta zona se divide en dos unidades de análisis: la 120.100, cuencas costeras entre los ríos Deva y Sella, y la 122.100, entre el Sella y Villaviciosa. Ambas tienen el máximo interés para el estudio de la Unidad Hidrogeológica Llanes-Ribadesella, ya que engloba totalmente a la subzona 120.100 y la parte occidental de la 122.100.

En ambas, la aportación tanto total como por unidad de superficie es algo menor que en las cuencas con ríos de mayor desarrollo.

Obviamente, no existen datos de aforo, por lo que la evaluación se ha hecho a partir del modelo hidrológico sin ningún tipo de contraste. Además, como ocurre en otros casos, la influencia de los aparatos kársticos debe ser determinante, tal como se ha tratado de poner de manifiesto con las campañas de aforos diferenciales. Como singularidad respecto a otras zonas cabe asegurar que buena parte de la aportación se drena directamente al mar a todo lo largo de la costa.

Para tener una estimación de la aportación subterránea se han descompuesto los hidrogramas teóricos obteniéndose en la subunidad 120.100 (entre los ríos Deva y Sella) 97,5 hm<sup>3</sup>/año, el 42% de la aportación total; y en la subunidad 122.100, entre el Sella y Villaviciosa, 85 hm<sup>3</sup>/año, equivalente al 28% de la aportación total. Ello es coherente con una mayor presencia de acuíferos en el sector oriental mientras en la parte occidental únicamente cabe destacar la presencia del acuífero del Mofrech. La suma de la aportación subterránea, 182,55 hm<sup>3</sup>/año, es algo inferior que la obtenida para el conjunto de las dos cuencas en un año de precipitación media (1.980-81), en que se alcanzan los 250 hm<sup>3</sup>/año. La descomposición del hidrograma para años secos y húmedos representativos nos da una aportación subterránea total de 141 y 369 hm<sup>3</sup>/año respectivamente. A destacar que, a la vista del hidrograma, en años secos prácticamente la totalidad de la aportación en el largo estiaje de abril a septiembre es de componente subterránea.

Los caudales mensuales con garantía del 100% arrojarían una regulación natural de 123,14 hm<sup>3</sup>/año en la zona oriental y de 129,06 hm<sup>3</sup>/año en la occidental.

### APORTACIÓN SUBTERRÁNEA EN LA ZONA COSTERA

		SUPERFICIE	APORTACIONES SUBTERRÁNEAS	
		Km <sup>2</sup>	hm <sup>3</sup> /año	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /Km <sup>2</sup>
120.100	Deva-Cabras	336,80	97,5	289
122.100	Sella-España	479,12	85,05	177

Teniendo en cuenta las series decenales, las aportaciones descenderían a 47,52 y 38,5 hm<sup>3</sup>/a respectivamente.



**CAUDALES MÍNIMOS GARANTIZADOS A ESCALA DECENAL****Sistema 26**

SUBCUENCA	SUP (km <sup>2</sup> )	hm <sup>3</sup> /mes	hm <sup>3</sup> /año
Costa Astur-oriental			
Entre Río España y Río Sella (122.100)	336,80	3,21	38,52
Entre Río Sella y Río Deva (120.100)	479,12	3,96	47,52

**1.4.3.- Sistema 27. Sella-Piloña**

Las subzonas seleccionadas por su posible implicación en la Unidad Llanes-Ribadesella han sido las siguientes:

**122 A. BAJO DOBRA. 12 Km<sup>2</sup>**

Corresponde a la subzona 122.05 Dobra completo descontando la 122.04 Alto Dobra.

**122 B. MEDIO SELLA. 253 Km<sup>2</sup>**

Subcuenca del Río Sella (hasta la estación E-295) (112.06) descontando todas las cuencas de cabecera:

- 122.01 Alto Sella.
- 122.02 Alto Ponga.
- 122.03 Valle del Moro.
- 122.04 Dobra completo.

**122 C. GÜEÑA COMPLETO. 150 Km<sup>2</sup>**

Coincide con la subcuenca del Río Güeña (122.07).

**122 D. SELLA INTERMEDIO. 20 Km<sup>2</sup>**

Se trata de una pequeña subcuenca del Río Sella entre Cangas de Onís, confluencia con el Río Güeña, y la confluencia con el Piloña. Corresponde, por tanto, a la cuenca 122.08 (Sella en la confluencia con el Piloña) descontando la cuenca del Sella hasta la estación E-295 (122.06) y el Güeña completo (122.07).

122 E. ALTO PILOÑA. 370 Km<sup>2</sup>

Corresponde a la cuenca del Río Piloña hasta la estación E-303 (122.09).

122 F. MEDIO PILOÑA. 111 Km<sup>2</sup>

Corresponde a la cuenca entre las estaciones de aforo E-303 (122.09) y E-302 (122.10). Es la única que se ha considerado con datos fiables y por tanto se ha utilizado para la calibración del modelo hidrológico.

122. G. BAJO PILOÑA. 25 Km<sup>2</sup>

Corresponde al último tramo del Río Piloña desde su confluencia con el Río Sella (122.11 Piloña completo) descontando la cuenca del Río Piloña hasta la estación E-302 (122.10).

122. H. BAJO SELLA. 106 Km<sup>2</sup>

Corresponde a la cuenca del Sella aguas abajo de la confluencia con el Piloña. Los datos lógicamente son los del Sella completo (122.12) descontando los correspondientes a las subcuencas 122.08 y 122.11.

**CUADRO N° 6**  
**APORTACIÓN SUBTERRÁNEA EN LA CUENCA SELLA-PILOÑA**

		SUP. (km <sup>2</sup> )	APORTACIÓN SUBTERRÁNEA		
			(1)	(2)	(3)
122.04	Alto Dobra	94,95	52,80		556
122.05	Dobra completo	106,91	53,40		499
122 A	<b>BAJO DOBRA</b>	<b>11,96</b>	<b>0,60</b>	<b>0</b>	<b>50/0</b>
122.01	Alto Sella	35,35	11,01		311
122.02	Alto Ponga	59,75	27,91		467
122.03	Valle del Moro	29,16	12,75		437
122.05	Dobra completo	<u>106,91</u>	<u>53,40</u>		499
	<b>TOTAL</b>	<b>231,17</b>	<b>105,07</b>		<b>454</b>
122.06	Sella hasta E-295	483,85	202,90		419
122 B	<b>MEDIO SELLA</b>	<b>252,68</b>	<b>97,83</b>	<b>71,4</b>	<b>387/282</b>
122.07					
122 C	<b>GÜEÑA COMPLETO</b>	<b>150,00</b>	<b>36,5</b>	<b>36,5</b>	<b>243</b>
122.06	Sella hasta E-295	483,85	202,90		419
122.07	Güeña completo	<u>150,00</u>	<u>36,50</u>		243
	<b>TOTAL</b>	<b>633,85</b>	<b>239,40</b>		<b>378</b>
122.08	Sella antes del Piloña	654,17	238,20		364
122 D	<b>SELLA INTERMEDIO</b>	<b>20,32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
122.09					
122 E	<b>ALTO PILOÑA</b>	<b>370,79</b>	<b>80,25</b>	<b>80,25</b>	<b>216</b>
122.09	Alto Piloña	370,79	80,25		216
122.10	Piloña en E-302	481,41	122,70		254
122 F	<b>MEDIO PILOÑA</b>	<b>110,62</b>	<b>42,45</b>	<b>21,08</b>	<b>383/190</b>
122.10	Piloña en E-302	481,41	122,70		254
122.11	Piloña completo	506,67	139,59		276
122 G	<b>BAJO PILOÑA</b>	<b>25,26</b>	<b>16,8</b>	<b>4,45</b>	<b>666/176</b>
122.08	Sella antes del Piloña	654,17	238,20		364
122.11	Piloña completo	<u>506,67</u>	<u>139,50</u>		276
	<b>TOTAL</b>	<b>1.160,84</b>	<b>377,70</b>		<b>325</b>
122.12	Sella completo	1.267,30	402,0		317
122 H	<b>BAJO SELLA</b>	<b>106,46</b>	<b>24,3</b>	<b>13,94</b>	<b>228/130</b>

- (1) Obtenido por las diferencias entre las aportaciones subterráneas previamente calculadas por descomposición de los hidrogramas respectivos de aportaciones mensuales (hm<sup>3</sup>/año).
- (2) Obtenido por descomposición del hidrograma resultante de restar previamente los datos de aportaciones medias mensuales (hm<sup>3</sup>/año).
- (3) Específica (10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>).

Los datos globales de la cuenca arrojan una importante aportación específica (966 mm) que es la mayor de toda la vertiente asturiana de la Cuenca Norte. La aportación subterránea es asimismo importante, con una media superior a los  $0,3 \text{ hm}^3/\text{km}^2$ . Los valores superiores a 0,4 de las cuencas de cabecera seguramente responden al efecto nival, que tiene un comportamiento semejante al del drenaje subterráneo. (Cuadro nº 6)

Destaca la menor aportación subterránea en las Cuencas del Río Piloña y del Río Güeña frente a las del Río Sella en todos sus tramos.

A efectos del estudio de la Unidad Hidrogeológica Llanes-Ribadesella, la cuenca de mayor interés es la del Bajo Sella, con una aportación subterránea relativamente poco importante en principio (entre 14 y  $24 \text{ hm}^3/\text{año}$ ), y la del Río Güeña ( $0,24 \text{ hm}^3/\text{km}^2$ ).

Los caudales mínimos garantizados alcanzarían los  $16,56 \text{ hm}^3/\text{año}$  en el tramo final del Sella, que es una cifra del mismo orden de magnitud que la aportación subterránea.

### CAUDALES MÍNIMOS GARANTIZADOS A ESCALA DECENAL

#### Sistema 27. Sella-Piloña

SUBCUENCA	SUP. ( $\text{km}^2$ )	$\text{hm}^3/\text{mes}$	$\text{hm}^3/\text{año}$
Tramo final del Dobra (05-04).	11,96	0,09	1,08
Sella (excepto cabeceras), hasta Güeña (06-05-01-02-01)	252,68	3,75	18,36
Güeña completo (07)	150,00	1,53	18,36
Sella medio (08-06-07)	20,32	0,30	3,60
Alto Piloña (09)	370,79	3,06	36,72
Medio Piloña (10-09)	110,62	0,87	10,44
Tramo final del Piloña (11-10)	25,26	0,21	2,52
Tramo final del Sella (12-11-08)	106,46	1,38	16,56

En el cuadro nº 7 se resumen los datos básicos de todas las subcuencas y en particular los caudales "garantizados", entendidos como mínimos de la serie para los distintos intervalos de cálculo (anual, mensual y decenal).

CUADRO N° 7

**CAUDALES GARANTIZADOS (MÍNIMOS DE LA SERIE)**

SISTEMA DE EXPLOT.	SUBZONA	DENOMINACIÓN	SUPERF. Km²	PRECIPITACIÓN		EVT mm	EVTR mm	APORTACIÓN		COEFIC. SCORR	REGULACIÓN NATURAL. CAUDALES								
				mm	hm³/año			mm	mm		mm	hm³/año	ANUAL			MENSUAL		DECENAL	
													año	mes	año	decena	mes	año	
26 COSTA	120100	Entre río Deva y Sella	336.80	1298.44	437.31	693.93	606.06	694.23	233.82	0.53	123.14	4.47	53.64	1.32	3.96	47.52			
	122100	Entre río España y Deva	479.12	1226.76	587.77	714.30	608.88	619.86	296.99	0.51	129.06	3.31	39.72	1.07	3.21	38.52			
	TOTAL/MEDIA		815.92	1262.60	1025.08	704.12	607.47	657.05	530.81	0.52	252.20	7.78	93.36	2.39	7.17	86.04			
25 DEVA CARES	120 A	Deva en E-268 (-cabeceras)	197.01	1422.42	280.23	600.78	529.83	894.26	142.57	0.63	76.78	3.85	46.20	1.19	3.57	42.84			
	120 B	Alto Casaña	60.34	1616.36	97.53	667.12	595.28	1022.21	61.68	0.63	26.78	1.00	12.00	0.28	0.84	10.08			
	120 C	Cares en E-276 (- cabeceras)	138.43	1579.14	218.60	613.00	549.00	1031.50	112.99	0.65	45.99	2.12	25.44	0.61	1.83	21.96			
	120 D	Bajo Cares (entre E-276 y Deva)	30.67	1566.39	48.04	619.71	554.03	1013.79	22.83	0.65	9.56	0.43	5.16	0.12	0.36	4.32			
	120 E	Bajo Deva (entre Cares y mar)	54.15	1417.87	76.78	608.67	537.54	882.05	-25.61	0.62	-8.99	0.00	0.00	0.09	0.27	3.24			
	TOTAL/MEDIA		480.60	1520.44	721.18	621.86	553.14	968.76	314.46	0.64	150.12	7.40	88.80	2.29	6.87	82.44			
27 SELLA PILOÑA	122 A	Bajo Dobra	11.96	1979.62	23.68	648.33	595.61	1383.96	7.33	0.70	5.78	0.03	0.36	0.03	0.09	1.08			
	122 B	Sella en E-295 (-cabeceras)	252.68	1709.69	432.00	626.39	562.65	1147.55	257.26	0.67	162.61	3.95	47.40	1.25	3.75	45.00			
	122 C	Güeña completo	150.00	1389.18	208.38	686.53	600.57	790.28	118.54	0.57	48.62	1.69	20.28	0.51	1.53	18.36			
	122 D	Sella hasta Piloña (-cabeceras y Güeña)	20.32	1618.09	32.88	650.14	579.98	1038.82	5.78	0.64	18.33	0.27	3.24	0.10	0.30	3.60			
	122 E	Alto Piloña	370.79	1429.04	529.87	673.76	586.98	843.57	312.79	0.59	153.94	3.50	42.00	1.02	3.06	36.72			
	122 F	Piloña entre E-302 y E-303	110.62	1403.66	155.27	684.72	593.12	812.07	78.15	0.58	36.56	0.99	11.88	0.29	0.87	10.44			
	122 G	Piloña entre E-302 y desembocadura	25.26	1396.74	35.28	689.33	596.06	802.23	15.53	0.57	8.05	0.12	1.44	0.07	0.21	2.52			
	122 H	Bajo Sella (entre Piloña y mar)	106.46	1499.76	159.66	673.24	592.03	908.89	65.81	0.61	42.96	1.99	23.88	0.46	1.38	16.56			
	TOTAL/MEDIA		1048.09	1553.22	1577.03	666.56	588.38	965.92	861.19	0.61	476.85	12.54	150.48	3.73	11.19	134.28			
TOTAL/MEDIA			2344.61	1445.42	3323.29	664.18	582.99	863.91	1706.46	0.59	879.17	27.72	332.64	8.41	25.23	302.76			

## **2.- ACUÍFEROS**

Los principales acuíferos existentes en la unidad están constituidos por las formaciones carbonatadas carboníferas Barcaliente, Valdeteja, Picos de Europa y Escalada.

La gran complejidad tectónica de la unidad tiene su reflejo en la elevada compartimentación existente, en especial en la mitad occidental, lo que, unido a la existencia en este sector de importantes cambios de facies (de materiales carbonatados a terrígenos), hace que los materiales constitutivos de acuíferos aparezcan en ocasiones individualizados, con escasa comunicación lateral con otras zonas permeables y, en general, dando lugar a acuíferos discontinuos.

En la mitad oriental, aunque persiste la compartimentación de origen tectónico, existe, sin embargo, un gran apilamiento de materiales carbonatados por la superposición de escamas, dando lugar a que los acuíferos presentes sean más uniformes y continuos.

Dentro de la unidad se pueden distinguir cinco acuíferos, caracterizados por funcionar como libres, con una alta permeabilidad por fisuración y karstificación:

### **2.1.- ACUÍFERO DE LA SIERRA DEL SUEVE**

Forma parte del flanco oriental de un amplio sinclinal, constituyendo el eje principal de la Sierra del Suevo. De forma alargada, esta amplia banda continua y uniforme, que se extiende desde la línea de costa en dirección SO, está constituida por Caliza de Montaña en sus miembros Barcaliente y Valdeteja.

La presencia de un posible frente de cabalgamiento que discurre paralelo a su eje central hace invertir la serie y duplicar la potencia total, que puede llegar a tener cerca de los 1000 m.

Presenta todos sus bordes cerrados, limitando al este con las cuarcitas de la Fm Barrios que forman la Sierra del Fito; en su borde norte, en contacto mecánico con el Trías y, en menor medida, con depósitos siliciclásticos jurásicos; al oeste con la Fm Beleño, y al sur, en contacto mecánico, con materiales triásicos, jurásicos y terciarios. Presenta conexión directa al mar en una estrecha franja costera de unos 800 m, situada al oeste de la playa de Vega, a la salida del Arroyo del Castañar.

En este acuífero se incluye una estrecha franja meridional (3,6 km<sup>2</sup>) de caliza de la Fm Barcaliente, que, con una disposición NE-SO, se sitúa en la falda suroriental de la

Sierra del Fito. Desconectada del resto de las formaciones permeables antes mencionadas, presenta todos sus límites cerrados a excepción de un pequeño sector de su borde norte, donde está conectada al aluvial del Arroyo San Pedro, que tiene su salida directa al Sella en la desembocadura de éste.

Así mismo también se ha incluido dentro de este acuífero una estrecha banda de calizas de la Fm Escalada, situada al oeste de la banda principal y desconectada de ella por la Fm Beleño, siendo todos sus bordes cerrados (1,26 km<sup>2</sup>).

El Acuífero de la Sierra del Sueve presenta una extensión total de 31,4 km<sup>2</sup>.

## 2.2.- ACUÍFERO COSTERO DE RIBADESELLA

Presenta una superficie de materiales permeables de 54,47 km<sup>2</sup>. Situado en la mitad occidental de la unidad, y dentro de ella en el sector septentrional, es atravesada por el Río Sella en la zona de su desembocadura. Aparece como una banda alargada y arqueada hacia el oeste, ensanchándose de modo considerable en su mitad oriental, al este del Río Sella, en donde la serie carbonatada de la Región del Cuera aparece prácticamente completa.

Está constituido por dos acuíferos independientes, separados por la Fm Beleño en su mitad occidental y por la Fm Fito en la oriental, observándose dentro de ella cambios laterales de facies de materiales carbonatados a terrígenos y acuíferos de las formaciones westfalienses, especialmente en el sector central, al sur de Ribadesella.

El acuífero septentrional (27,16 km<sup>2</sup>) está constituido en su zona occidental por dos estrechas franjas de caliza de la Fm Escalada, conectadas en profundidad y separadas en superficie por un nivel lutítico de la Fm Fito, que actúa como nivel de despegue de una cuña tectónica que verticaliza e invierte la serie en algunos puntos. En su zona oriental está formado por calizas de la Fm Picos de Europa al sur y de la Fm Valdeteja en conexión con el Mar Cantábrico, presentándose ambas formaciones en contacto mecánico.

Todos los límites son cerrados, bien por contacto estratigráfico o mecánico con el Paleozoico, así como con depósitos jurásicos de baja permeabilidad, con excepción del borde norte donde existe conexión hidráulica con el mar.

El acuífero meridional (30,31 km<sup>2</sup>) aparece como una banda calcárea alargada de dirección suroeste-nordeste, cortada por el Río Sella en la zona central, y ensanchándose hacia el nordeste, y está formado por calizas de la Fm Barcaliente al oeste del Sella y por éstas mismas, junto con las calizas de la Fm Valdeteja, al este del Sella y en contacto normal, añadiéndose a ellas las calizas de la Fm Picos de Europa en el extremo más oriental de este acuífero.

### 2.3.- ACUÍFERO DE MOFRECHU

Con una superficie de 34,9 km<sup>2</sup>, este acuífero, constituido por calizas de la Fm Barcaliente, es paralelo hacia el sur al Acuífero Costero de Ribadesella, presentando la mayor complejidad tectónica de los descritos dentro de esta unidad. La compartimentación tectónica de las áreas permeables es muy acentuada debido a la intensa fracturación y a la estructura en escamas, a lo que se une un intenso replegamiento de los materiales tanto carboníferos como cámbrico-ordovícicos, que hace que la serie aparezca con ángulos de buzamiento casi subverticales.

De forma alargada, presenta en su parte occidental tres bandas diferenciadas: una septentrional, una pequeña banda intermedia y otra más ancha, meridional, que se estrecha en su borde más occidental. Todos sus límites son estancos, por contacto normalmente mecánico con las cuarcitas de la Fm Barrios o bien con los depósitos lutíticos y siliciclásticos del Westfaliense. En el sector occidental es atravesada por el Río Sella, mientras que por el este limita con el Río Bedón en una banda de apenas 500 m.

### 2.4.- ACUÍFERO DE LA SIERRA DEL CUERA

Con sus 118,44 km<sup>2</sup> de superficie, es el acuífero de mayor extensión de los que constituyen la unidad. Se extiende a lo largo de una ancha banda en la mitad suroriental de misma, constituyendo el eje central de la sierra a la que da nombre y extendiéndose, a modo de sinuosas ramas o brazos, hacia la mitad occidental.

Constituido por Caliza de Montaña (Fm Barcaliente y Fm Valdeteja), así como por calizas de la Fm Picos de Europa, se encuentra afectado por una sucesión de escamas de dirección E-O que da lugar a un importante apilamiento de materiales carbonatados, llegando a tener cerca de los 1.500 m de espesor máximo.

Hacia el oeste, la potencia de los materiales permeables disminuye de modo considerable, bifurcándose en estrechas bandas de calizas de la Fm Barcaliente replegadas, con elevados buzamientos que incluso pueden llegar a ser subverticales.

Todos sus límites son cerrados, por contacto principalmente mecánico con las cuarcitas de la Fm Barrios, a excepción de una pequeña zona de unos 1,5 km de longitud, en las proximidades de la pequeña localidad del Mazuco, en donde se pone en contacto con el Acuífero Costero de Llanes.

Se debe hacer mención a los materiales cretácicos y terciarios situados en el extremo nororiental de este acuífero que, formados fundamentalmente por depósitos calcáreos, constituyen el Acuífero del Sinclinal de Colombres. Tienen cierto interés, tanto por la potencia total que presentan (próxima a los 1.500 m) como por estar en conexión con las calizas carboníferas. Dentro de la unidad se ha representado este acuífero mesozoico tan sólo hasta el límite con el Río Deva, aunque se extiende hacia el este formando parte de acuíferos más extensos de la Cuenca Vasco-Cantábrica.



## 2.5.- ACUÍFERO COSTERO DE LLANES

Se sitúa en todo el borde superior de la mitad oriental de la unidad, siendo paralelo al Acuífero de la Sierra del Cuera. Con una superficie de 78,61 km<sup>2</sup>, se presenta como una banda de gran anchura en la zona occidental que se va estrechando paulatinamente hacia el este. En su borde occidental esta franja de gran anchura se ramifica en estrechas bandas: una meridional, varias barras calcáreas intermedias entre Santoveña y Rioseco y una septentrional, todas ellas en contacto con el Río de las Cabras o Bedón. Está constituido por las formaciones Caliza de Montaña y Picos de Europa, colocadas en disposición estratigráfica o bien en contacto mecánico, apilándose hacia el norte por la presencia de diversas escamas de dirección E-O. Las series aparecen muy verticalizadas, con ángulos de buzamiento de unos 80°.

Presenta conexión con el mar a lo largo de todo su borde norte. El resto de sus límites son estancos, a excepción de un pequeño sector en su borde sur de unos 1,5 km, donde se pone en contacto con el Acuífero de la Sierra del Cuera. Por el oeste es cortado en varias zonas por el Río Bedón.

Dentro de este acuífero son de destacar por su importancia los procesos kársticos en lo que se ha venido a denominar Karst de La Llera, situado en las localidades de Balmori, Barro, Niembro, Posada y Quintana. En este karst se han explorado y topografiado más de 13 km de conductos subterráneos, por lo general situados a escasa profundidad respecto a la superficie, en los que se han encontrado diversos cursos activos de agua.

### 3.- PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Los parámetros hidráulicos de la Unidad Hidrogeológica 01.16 Llanes-Ribadesella que se conocen proceden, únicamente, de los ensayos de bombeo realizados por el ITGE durante la ejecución de 10 de los sondeos incluidos en el inventario, cuyos datos quedan reflejados en las fichas de inventario de este proyecto.

En total se ha dispuesto de 10 datos sobre caudales y 6 sobre transmisividades, cuya distribución por acuíferos se refleja en el cuadro nº 8:

CUADRO Nº 8

NOMBRE DEL ACUÍFERO	Nº DE SONDEOS CON DATOS DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN LA U.H. LLANES-RIBADESELLA	
	CAUDAL ESPECÍFICO	TRANSMISIVIDAD
Sierra del Sueve	1	1
Costero de Ribadesella	1	0
Mofrechu	0	0
Sierra del Cuera	3	2
Costero de Llanes	5	3
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>6</b>

El conjunto de datos disponibles presenta una serie de deficiencias que limitan su interpretación y que ha obligado a valorar y analizar detenidamente su inclusión como información fiable.

Estas deficiencias o limitaciones son, básicamente, las siguientes:

- La distribución de los datos existentes no es homogénea espacialmente.
- La calidad de los datos disponibles es, en algunos casos, deficiente, al proceder de sondeos mal contruidos o desarrollados, sin conocimiento exacto del número de filtros instalados, niveles permeables atravesados, etc.

A pesar de estas limitaciones, los datos disponibles se resumen en el cuadro nº 9:

CUADRO Nº 9

Acuífero	Nombre del sondeo	Litología	Caudal espec. (L/s/m)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)
SUEVE	MINA ANA	Calizas kársticas/Fm.Barcaliente Carb.S.	0,53	64 - 125
RIBADESELLA	ARIAS	Aluvial-calizas k./Q-C. Montaña Carb.S.	3,70	-
COSTERO DE LLANES	PENDUELES I	Calizas kársticas/Fm.Barcaliente Carb.S.	0,01	-
	EL CÁRABU	Calizas k.-margas/Q-Fm. Vadeteja Carb.S.	2,00	11
	PANCAR	Calizas kársticas/Fm. Valdeteja Carb.S.	0,12	10 - 12
	PORRÚA	Calizas kársticas/Fm Picos Europa Carb.S.	8,90	-
	ANDRÍN	Calizas kársticas/Fm Picos Europa Carb.S.	0,10	5 - 6,8
SIERRA DEL CUERA	CORTINES I	Calizas dolomíticas/Fm.Barcaliente Carb.S.	0,025	2
	LA GARMA	Calizas kársticas/Fm. Valdeteja Carb.S.	0,013	-
	COLOBRES	Calizas/Eoceno Inferior. Terciario	0,065	1,5

Un orden de magnitud similar se había obtenido por el ITGE (PIAS. Cuenca Norte. Asturias. 1984) analizando el hidrograma de descarga del manantial del nacimiento del Río Purón entre Abril de 1.976 y Marzo de 1.977. Las medidas de caudal diario sirvieron para constatar la respuesta inmediata a las lluvias superiores a 20 mm, con caudales instantáneos de más de 5 m<sup>3</sup>/s. Ello es reflejo de una muy escasa capacidad de embalse, cifrándose en tan sólo 6 hm<sup>3</sup>/año el vaciado del acuífero por encima de la cota del manantial. Suponiendo un coeficiente de almacenamiento del orden de  $2 \times 10^{-2}$  la transmisividad estaría comprendida entre 10 y 90 m<sup>2</sup>/día.

#### 4.- PIEZOMETRÍA

Como ya se comentó anteriormente, ni el ITGE ni ningún otro organismo mantiene una red de control piezométrico en esta zona, por lo que no se dispone de datos históricos de piezometría.

En cuanto a la existencia de datos de nivel piezométrico a lo largo de este proyecto, tan sólo se tienen medidas en 18 puntos de agua pertenecientes al inventario, correspondientes todos ellos a sondeos y algún pozo inventariado. Estas medidas se realizaron en algunos casos durante la elaboración del inventario de este proyecto, mientras que en la mayoría se tomaron durante la ejecución de la obra.

Por otra parte, se tienen datos de niveles piezométricos correspondientes a una serie de sondeos geomecánicos de investigación geotécnica realizados con motivo de los estudios de las trazas de los distintos tramos de la futura Autovía del Cantábrico a su paso por la Unidad Hidrogeológica 01.16 Llanes-Ribadesella.

Estos sondeos, en un total de 46, están ubicados prácticamente todos en la hoja 15-04 Ribadesella, en dirección O - E, siguiendo una línea recta más o menos paralela a la costa. Esta disposición, vista sobre el mapa geológico, muestra cómo estos sondeos van cortando las distintas formaciones que constituyen los acuíferos del Suevo y Costero de Ribadesella, por lo que la realización de isopiezas a partir de estas medidas resulta difícil de realizar; si bien hacia el este se sitúan sobre el acuífero meridional definido para el Costero de Ribadesella a lo largo de una línea subparalela a la estratificación.

Todas estas consideraciones, así como la falta de medidas de niveles piezométricos en gran parte de la zona de estudio, dificultan la realización de mapas de isopiezas, así como el conocimiento de las variaciones piezométricas estacionales, la evolución piezométrica a lo largo del tiempo, etc. No obstante, y a pesar de las escasas medidas de nivel que existen en esta zona, se puede tener una cierta idea de la piezometría local en 3 de los 5 acuíferos definidos, gracias tanto a la existencia de afloramientos en la zona de estudio como a la cota de los manantiales.

#### ACUÍFERO DEL SUEVE

En el extremo nororiental del acuífero, próximo a la localidad de Berbes, la piezometría viene dada por el sondeo mecánico SD-9 (N.P. = 68 m.s.n.m.), la galería 1504.1.0005 - El Frondil (N.P. = 80 m.s.n.m.), y el manantial 1504.1.0009 - Antiguo lavadero de Fluorita (N.P. = 10 m.s.n.m.). En base a estos datos, los gradientes estimados resultantes son del 9 y 14% respectivamente, siendo el flujo del agua predominantemente hacia el norte.

En la banda calcárea meridional situada al sureste de la Sierra del Suevo, en su extremo nororiental, la piezometría viene dada por el sondeo mecánico SEP-1 (N.P. = 42,4 m.s.n.m.), el SD-10 (N.P. = 68,8 m.s.n.m.), el SEP-2 (N.P. = 33,4 m.s.n.m.), el sondeo 1504.1.0006 - Mina Ana (N.P. = 34,1 m.s.n.m.) y los aforos nº 63 y nº 65 (40 y 18 m.s.n.m., respectivamente) en el Arroyo del Acebo, y nº 64 (42 m.s.n.m.) en el Arroyo del Castañar. En base a estos datos, con relación al punto de menor cota (aforo nº 65 en el Arroyo del Acebo, situado a la salida del acuífero), se han estimado unos gradientes hidráulicos entre 2,5-1,5%, obteniéndose dos direcciones de flujo: una hacia el norte, por el Río Acebo, y otra hacia el este en dirección al Arroyo de San Pedro, cuyo aluvial está en conexión con el aluvial del Sella en su desembocadura. Estos datos reflejan que el Arroyo del Acebo en su entrada al acuífero es perdedor, mientras que el Castañar es ganador.

### ACUÍFERO COSTERO DE RIBADESELLA

En el acuífero septentrional, en las proximidades de La Granda se dispone del nivel piezométrico del sondeo mecánico SEP-3 (N.P. = 67,3 m.s.n.m.), así como el definido por el manantial 1504.02.0009 - Fuente Niciu (N.P. = 50 m.s.n.m.), obteniéndose un gradiente hidráulico en esta zona del 1,7%. Entre las localidades de Pando y Fresno se dispone de los niveles de los sondeos geomecánicos ST-16 (88,7 m.s.n.m.) y ST-17 (82,6 m.s.n.m.); considerando que el drenaje de toda esta zona se realiza hacia el manantial de la Cueva de Tito Bustillo, situada a la cota de 15 m, supone un gradiente hidráulico de 1,75%.

En el acuífero meridional, en la banda situada al este del Río Sella, los datos de piezometría disponibles proceden de los niveles medidos en los sondeos geomecánicos situados entre las localidades de Nueva y Belmonte. Estos son los sondeos S-5 (N.P. = 58,4 m.s.n.m.), S-8 (N.P. = 59 m.s.n.m.) y S-7 (N.P. = 57,6 m.s.n.m.), situados en la margen derecha del Río Guadamía, y el S-6 (N.P. = 69,7 m.s.n.m.), situado en el interfluvio de ese río y el Río Nueva. Del análisis de estos niveles, en relación a los puntos de aforos de los anteriores ríos y las surgencias más significativas, puede establecerse "grosso modo" que los flujos al sur de Belmonte se dirigen fundamentalmente hacia el norte, mientras que al oeste de Nueva los flujos van progresivamente orientándose hacia el este, en dirección a los puntos principales de drenaje situados en las proximidades de la costa, apareciendo flujos locales más norteados hacia el Río Nueva. El mapa local de isopiezas que localmente puede esbozarse mostraría unos gradientes en el sector oriental de este acuífero entre el 1,5 y 2,3 %.

### ACUÍFERO COSTERO DE LLANES

Los únicos datos de niveles piezométricos que se tienen proceden de seis sondeos inventariados, si bien las medidas de nivel corresponden a fechas distintas. Tres de éstos son los siguientes: el Sondeo Porrúa (1604.5.0009) con un N.P. = 52 m.s.n.m. en marzo de 1.992, el sondeo El Cárbu (1604.1.0010) con un N.P. = 20,5 m.s.n.m. en noviembre de 1.982 y el Sondeo Pancar, (1604.2.0003) con un N.P. = 6,3 m.s.n.m. en marzo de 1.992, situados al oeste de Llanes. En esta zona los flujos se dirigen predominantemente hacia el norte, obteniéndose unos gradientes hidráulicos, aplicando estos datos y las cotas de los manantiales más importantes de la zona (Celorio, Niembro y Póo) situados en la línea de costa, entre 1,1 y 1,7% .

Los otros tres sondeos, situados en la mitad oriental del acuífero en zonas próximas a la costa, son los siguientes: el Sondeo Andrín (1604.6.0015) con un N.P. = 56 m.s.n.m. en octubre de 1.983, el Sondeo Sr. Mateo (1604.7.0006), en Pendueles, con un N.P. = 42 m.s.n.m. y el Sondeo Pendueles I (1604.7.0009) con un N.P. = 26 m.s.n.m. en junio de 1.992.

## 5.- CALIDAD QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Para conocer las características químicas de las aguas subterráneas en la zona de estudio se han tomado un total de 91 muestras de agua denominadas PAIH-Asturias, 84 en manantiales (si bien en 3 de ellos pertenecientes al Acuífero de la Sierra del Cuera se recogieron 2 muestras de agua), 2 en galerías (en una de ellas se tomaron también 2 muestras de agua) y 1 en sondeo. Además existen análisis de agua en 8 sondeos más del inventario, realizados uno por la Mancomunidad de Municipios del Oriente de Asturias, con análisis en los años 1.991 y 1.992, y el resto por el ITGE, con análisis en distintos años (1.982, 1.983, 1.992 y 1.993).

La distribución de muestras de agua por acuífero y naturaleza del punto se resume en el cuadro nº 10.

CUADRO Nº 10

NOMBRE DEL ACUÍFERO	PUNTOS CON TOMA DE MUESTRA DE AGUA			
	MANANTIALES	SONDEOS	GALERÍAS	TOTAL
Sierra del Sueve	10	1	2	13
Costero de Ribadesella	15	0	0	15
Mofrechu	11	1	0	12
Sierra del Cuera	23	1	0	24
Costero de Llanes	25	5	0	30
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>94</b>

Del total de análisis realizados tan sólo se dispone de los resultados de uno de ellos, el realizado en el sondeo del Matadero de Margolles (1504.5.0022) situado en el Acuífero de Mofrechu, cuyos valores obtenidos indican una calidad del agua no apta para abastecimiento urbano, ya que las concentraciones de hierro (Fe) y manganeso (Mn) se encontraron próximas o por encima de las concentraciones máximas admisibles según la R.T.S. Así, en el análisis químico realizado en 1.991 la concentración de Mn era de 150 µg/l, siendo la concentración máxima permitida de 50 µg/l, mientras que en 1.992 la concentración de Mn bajó a 60 µg/l, si bien la concentración de Fe, que en 1.991 era de 30 µg/l, en 1.992 alcanzó los 250 µg/l, siendo la concentración máxima admitida para abastecimiento de 200 µg/l.

Existe otro punto de agua, el Sondeo Noriega (1604.8.0001), que si bien no tiene análisis de agua se sabe de la existencia de concentraciones en Fe elevadas (1.500 µg/l). Se trata, en ambos casos, de sucesos aislados, en los que además el agua de ambos sondeos no se destina a abastecimiento, sino que se usa para industria o no se utiliza.

Por otra parte, se tienen datos de conductividad y temperatura en un total de 215 puntos del inventario, así como de pH en 40 de ellos. La distribución de estas medidas por acuífero se muestran en el cuadro n° 11.

CUADRO N° 11

ACUÍFERO	CONDUCTIVIDAD	TEMPERATURA	PH
Sierra del Suevo	20	20	1
Costero de Ribadesella	27	26	3
Mofrechu	30	31	6
Sierra del Cuera	70	70	21
Costero de Llanes	68	68	9
<b>TOTAL</b>	<b>215</b>	<b>215</b>	<b>40</b>

Los valores de estos parámetros se incluyen en el cuadro-resumen del inventario, pudiéndose considerar como valores representativos de cada acuífero los siguientes:

CUADRO N° 12

NOMBRE DEL ACUÍFERO	CONDUCTIVIDAD ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )		TEMPERATURA ( $^{\circ}\text{C}$ )		PH	
	Media	Mín.-Máx.	Media	Mín.-Máx.	Media	Mín.-Máx.
Sierra del Suevo	150	30 - 740	13,3	10,5 - 16,8	6,78	4,80 - 7,90
Costero de Ribadesella	370	50 - 1.100	12,9	8,9 - 14,7	7,40	5,70 - 8,13
Mofrechu	215	30 - 380	12,6	10,1 - 14,9	7,51	5,42 - 8,80
Sierra del Cuera	220	20 - 490	12,2	7,1 - 16,0	7,45	4,39 - 8,36
Costero de Llanes	290	40-36.000	13,2	8,9 - 15,2	7,35	5,77 - 8,10

Los valores de conductividad son normales para aguas dulces, excepto en tres manantiales (n° 1604.1.0017, 1604.1.0018 y 1604.1.0019), con conductividades de 6.600, 21.000 y 36.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente, localizados en el Acuífero Costero de Llanes, en la localidad de Niembro, muy próximos a la costa, por lo que cabe la posibilidad de que esos valores se deban a un aumento de la salinidad por afección marina. En cualquier caso, estos datos son poco relevantes ya que los caudales de estos manantiales son bajos (del orden de 3 l/s) y el agua no se utiliza en ninguno de ellos.

Las temperaturas de las aguas subterráneas son poco variables y responden a la media anual de las temperaturas medias del lugar, pero están incrementadas en un factor que depende de la profundidad a que se encuentra el agua. Los valores de temperatura en la zona de estudio rondan, en general, el nivel guía marcado por la R.T.S. para las aguas destinadas a



abastecimiento, es decir, 12°C, siendo, lógicamente y conforme a lo comentado anteriormente, las aguas más cálidas las de los acuíferos costeros de Llanes y Ribadesella, así como el Acuífero del Suevo por su proximidad a la costa.

En cuanto al pH, los valores óptimos están entre 6,5 y 8,5, si bien las aguas con valores de pH inferiores a 7 se consideran agresivas, y por ello con mayor capacidad para disolver carbonato cálcico. En cualquier caso, los 22 puntos inventariados con valores de pH inferiores a 7, corresponden a manantiales situados en cuarcitas de la Fm Barrios (Ordovícico).

Otros datos referentes a la calidad de las aguas subterráneas se han obtenido a partir de las encuestas realizadas a los distintos ayuntamientos incluidos en la zona de estudio y realizadas en febrero de 1.997, cuyos resultados se pueden ver en el apartado 8.8 de las mencionadas encuestas. Como se muestra en ellas, en general, en la mayoría de los ayuntamientos encuestados el agua no tiene problemas de calidad en el punto de captación, ni existe contaminación posterior de la misma hasta el uso final.

En los casos en que existe contaminación ésta no es preocupante, ya que suele ser de carácter puntual y de bajo grado. Estas contaminaciones son esencialmente físicas y se deben al arrastre de finos que provocan el enturbamiento del agua, como ocurre en algunas captaciones de Peñamellera Baja, Ribadedeva y Cangas de Onís, mientras que en escasos manantiales captados por el Ayuntamiento de Ribadesella existe contaminación biológica por coliformes.

Merece mencionarse un dato puntual sobre la calidad del agua subterránea recogido tanto durante la elaboración del inventario como a partir de informes internos. Este es el caso del manantial 1604.1.0008-Niembro incluido dentro del Acuífero Costero de Llanes, en el que se detecta la existencia de un desagradable olor. Este manantial, que constituye la resurgencia del sistema kárstico del Río Calabrés, presenta un caudal durante la realización del inventario de 50 L/s, si bien en enero de 1.995 se registró un caudal de 3.500 L/s (*"El Karst de La Llera"*. J. Alonso Peña & F.A.S.E. Informe interno para la Escuela Española de Espeleología, 1.995).

La contaminación que se detecta claramente tanto en el color como en el olor que desprenden sus aguas es debida a la existencia del Arroyo de Posada, al oeste del Río Calabrés, que se sume en el acuífero carbonatado subyacente a lo largo de su cauce, antes de llegar al karst de La Llera. Este curso, tras recoger una buena carga de aguas fecales procedentes de Posada, se une al curso subterráneo del Río Calabrés, contaminándolo. Así mismo, existe una contaminación por arrastre de finos procedentes del arenero situado en la cabecera del Río Calabrés. (*"Informe hidrogeológico del Karst de La Llera y su relación con el túnel del Río Calabrés, en prevención de avenidas"*. Isidoro Ortiz. Informe interno para Entrecanales y Tabora, 1.995)

Por último, existen datos de conductividad en diversos puntos de agua cuyas medidas se realizaron coincidiendo con las 3 campañas de aforo realizadas en este proyecto, durante agosto-septiembre de 1.996, marzo de 1.997 y octubre de 1.997, así como valores de temperatura durante la 1ª campaña.

La distribución de puntos de agua (manantiales, ríos y arroyos) con medidas de conductividad, por acuífero y campaña, se resumen en el cuadro nº 13:

CUADRO Nº 13

NOMBRE DEL ACUÍFERO	1ª CAMPAÑA (SEPTIEMBRE-1996)			2ª CAMPAÑA (MARZO-1997)			3ª CAMPAÑA (OCTUBRE-1997)			TOTAL
	Man.	Ríos	Ayos	Man.	Ríos	Ayos	Man.	Ríos	Ayos	
Sierra del Suevo	1	0	4	1	2	3	0	0	0	11
Cost. Ribadesella	1	9	11	1	6	3	0	0	1	32
Mofrechu	2	3	1	4	2	0	2	1	0	15
Sierra del Cuera	4	7	1	2	9	1	2	9	1	36
Costero de Llanes	1	5	2	1	8	2	1	8	2	30
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>124</b>

El valor medio de conductividad obtenido en estas 3 campañas está, aproximadamente, rondando los 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , estando la mayoría de los valores entre 63 y 464  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , exceptuando el medido en el Río Guadamía en su desembocadura (38), incluido en el Acuífero Costero de Ribadesella, que alcanza valores de 3.940 y 5.360  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la 1ª y 2ª campaña, respectivamente. Este punto, situado a una cota de 5 m.s.n.m., parece indicar la existencia de mezcla de aguas dulces con agua marina, como se deduce de los elevados valores de conductividad que presenta.

En cuanto a la evolución de la conductividad medida a lo largo de estas 3 campañas, cabe destacar la existencia de un ligero aumento en la mayoría de los puntos medidos, siendo, por lo general, este aumento de unos 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  entre la 1ª y la 3ª campaña, si bien, dentro de los márgenes de conductividad en que se mueven las aguas dulces, este aumento es poco relevante.

## **6.- AFOROS**

A lo largo de este proyecto se han realizado 3 campañas de aforo con el fin de conocer los caudales drenados por las formaciones más permeables de la Unidad Hidrogeológica 01.16 Llanes-Ribadesella. En base al inventario de puntos de agua llevado a cabo para el presente proyecto y a la cartografía hidrogeológica elaborada, se han seleccionado los puntos más representativos para la evaluación del drenaje subterráneo.

La medida del caudal, tanto en ríos como en manantiales, se ha realizado mediante micromolinete, o de modo estimativo en aquellos puntos donde esto no ha sido posible o presentaba escasa magnitud; así mismo existen puntos que, aún habiendo sido seleccionados, no han podido medirse ni estimarse su caudal por circunstancias diversas.

La mayor parte de estos aforos y estimaciones de caudal se han dispuesto para obtener datos diferenciales que sirvan como base para obtener valores concretos que permitan realizar el balance de agua de cada acuífero.

La 1ª campaña de aforos se realiza en dos fases. La 1ª fase se llevó a cabo los días 17 a 28 de agosto de 1.996, abandonándose al comienzo de un período de lluvias y ante la necesidad de llevar a cabo un estudio previo que permitiera determinar con mayor exactitud los puntos a aforar. Los datos obtenidos deben enmarcarse en un período de aguas medias en transición a aguas medias-altas según zonas y días.

La 2ª fase se realizó del 18 al 30 de septiembre de 1.996, comprobándose en campo, por referencias dejadas en los puntos de aforo, que no existían grandes diferencias en el régimen de caudales con respecto a la 1ª fase.

La 2ª campaña se llevó a cabo en marzo de 1.997 y la 3ª campaña en octubre de ese mismo año.

Los resultados obtenidos de estas 3 campañas se resumen en los cuadros del anexo nº 2, en los que se recoge, además de la denominación del punto y los caudales obtenidos en las campañas, la numeración propuesta, las coordenadas, la cota, así como las futuras redes de aforo a las que se propone que pertenezcan.

Antes de dar paso a los valores obtenidos, se deben hacer una serie de consideraciones sobre las peculiaridades hidrogeológicas de la unidad, que han condicionado la selección de los puntos y la representatividad de los datos:

- Las medidas más representativas, en cuanto a aportaciones subterráneas se refieren, deben realizarse en períodos de aguas bajas, aunque se debe hacer constar que este período no se da con la misma intensidad ni en iguales fechas en áreas relativamente próximas.

- La elevada pluviometría de la zona, unido a la existencia de una amplia cobertura vegetal, hacen por un lado que la aportación superficial sea muy importante frente a la subterránea, y por otro que la escorrentía hipodérmica sea intensa, provocando un rezume constante que puede durar varios días tras el cese de las lluvias. Ello ha hecho que en algunos puntos que podrían ser interesantes se hayan desechado realizar aforos, al ser injustificable su elevado coste frente a la validez de los datos obtenidos.

Los principales ríos en los que se ha diseñado la campaña de aforos son el Deva, el Purón, el de las Cabras o Bedón, y su afluente el Riensena, y el Río Sella con su afluente el Zardón. De ellos, los Ríos Deva y Sella son los que mayores aportaciones presentan, por lo que su aforo supone un encarecimiento notable de las campañas.

Además de estos cursos fluviales, se ha propuesto el aforo de gran parte de los situados en los acuíferos costeros y que desembocan en el mar tras un corto recorrido. Estos cursos están asociados a manantiales próximos a su desembocadura con caudales interesantes. En ellos la sección de aforo se sitúa en la menor cota posible, por lo que la medida de caudal debe realizarse en momentos de marea baja.

Por último, las 3 futuras redes de aforo propuestas, tras el estudio previo mencionado anteriormente, tanto para aforo como para estimación de caudal son: una reducida, formada por 51 puntos en los que, a excepción de 3 puntos en los que se propone su estimación, se propone su aforo; una red media, de 103 puntos, en los que se incluyen todos aquellos puntos que se proponen aforar y estimar (con numeración del 1 al 70 y el 99, y del 1' al 32'), y una red extensa, formada por 134 puntos, en la que están incluidos todos los puntos visitados en las 3 campañas, tanto los aforados o estimados como aquellos en los que no se prevé ningún tipo de acción.

La distribución de las redes propuestas, por acuífero y por naturaleza del punto, se muestran en el cuadro nº 14:

CUADRO N° 14

ACUÍFERO	RED REDUCIDA			RED MEDIA			RED EXTENSA		
	Ríos y arroyos	Manan.	Total	Ríos y arroyos	Manan.	Total	Ríos y arroyos	Manan.	Total
Sierra del Sueve	5	1	6	8	1	9	10	1	11
Costero Ribadesella	14	1	15	24	1	25	31	2	33
Mofrechu	2	4	6	17	7	24	27	8	35
Sierra del Cuera	9	2	11	23	6	29	25	8	33
Costero de Llanes	10	3	13	11	4	15	16	4	20
Sinclinal Colombres	0	0	0	1	0	1	2	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>11</b>	<b>51</b>	<b>84</b>	<b>19</b>	<b>103</b>	<b>111</b>	<b>23</b>	<b>134</b>

A continuación se hace un análisis por acuífero de las caudales medidos o estimados en los diversos puntos de aforo situados en los principales cursos de agua.

### ACUÍFERO DEL SUEVE

En el Acuífero del Suevo los puntos de aforo más significativos son los siguientes:

Río Espasa: en el borde norte del acuífero, próximo a las localidades de Gobiendes y Loroñe, se han realizado 2 aforos diferenciales (nº 69 y nº 70), aguas arriba y aguas abajo de los manantiales 1404.4.0004-Fte. Santa y 1404.1.0005-Fte. Obaya. El aforo nº 69 (41,2 L/s) mide las aportaciones de la cuenca alta del Río Espasa en materiales de baja permeabilidad de la Fm Fito. El aforo nº 70 (104,6 L/s), aguas abajo del anterior, mide las aportaciones de dichos manantiales más el aporte del aforo nº 69. Los datos de caudal medidos durante la 2ª campaña indican una aportación de estas surgencias de 63,5 L/s. Ambos manantiales constituyen dos importantes puntos de drenaje del acuífero.

Barranco del Suevo: el caudal estimado en el aforo nº 32' (3 L/s) procede del sobrante del manantial 1404.4.0018-Fte. La Toya, y está situado a la entrada del acuífero. Los aforos de los arroyos nº 130 y nº 131, a la salida del acuífero, van secos, lo que indica que el caudal entrante es drenado hacia cotas inferiores a estos puntos, quedando estos arroyos aguas arriba colgados.

Arroyo Cerracín: el caudal medido en el aforo nº 68 (manantial 1504.1.0009-Antiguo lavadero de fluorita, en Berbes) es de 59 L/s. Se trata de un importante punto de drenaje del acuífero en el sector nororiental.

Arroyo Acebo: los aforos nº 63 y nº 64 miden los caudales de los Arroyos del Acebo y Castañar, respectivamente, antes de su entrada en el acuífero, concretamente en la banda calcárea situada al sur de la Sierra del Suevo. Ambos suman un caudal total, medido en la 2ª campaña, de 87,6 L/s. El aforo nº 65 (70,9 L/s) se sitúa en el Arroyo del Acebo a la salida del acuífero. Esto indica una pérdida de caudal en torno a los 16 L/s, que se explica por la presencia del Sondeo Mina Ana (1504.1.0006), del que se extrae un caudal de 19,4 L/s de media anual. Esto supondría una aportación del acuífero de 3,4 L/s. Entre los aforos nº 66 (115 L/s) y nº 67, Acebo en desembocadura (50 L/s), existe una pérdida de caudal estimada de 65 L/s, debida a la infiltración del agua en materiales aluviales, lo que parece indicar que el drenaje del acuífero en este sector también debe realizarse a través del aluvial.

### ACUÍFERO COSTERO DE RIBADESELLA

En este acuífero los puntos de aforo más significativos son los siguientes:

Arroyo Romeca: el aforo nº 28 ( $Q_{\text{med}} = 11$  L/s) mide el caudal de los materiales cuarcíticos antes de entrar en el acuífero, y el aforo nº 29 a la salida del acuífero, normalmente seco.

Río San Cecilio y su afluente Arroyo de Llagañas: los puntos de aforo controlados son: a la entrada del acuífero, el nº 30 en el Río San Cecilio y el nº 14' en el Arroyo Llagañas, y a

la salida del mismo el nº 31 en el Río San Cecilio. Los resultados de la 1ª campaña indican que la aportación subterránea es prácticamente nula, mientras que los de la 2ª indican una aportación de unos 109 L/s, procedentes de los manantiales situados en la parte baja de la cuenca (1504.4.0001, 0002, 0009, 0013 y 0014), que suman un caudal de unos 65 L/s, y el resto de aportación subterránea al propio río, lo que hace indicar que los datos de la 2ª campaña de aforo son más fiables.

Río Nueva: las aportaciones del acuífero meridional a este río se controlan mediante los aforos nº 33, a su entrada en el acuífero, y nº 34, a la salida de éste en la franja formada por los materiales de la Fm Fito, que lo separa del acuífero septentrional. Por diferencia entre ambas medidas efectuadas en la 1ª campaña se estiman unas aportaciones del acuífero en torno a los 15 L/s. El acuífero septentrional tiene un comportamiento muy variable en relación al río, como se observa en las grandes oscilaciones de caudal observadas en el aforo 102. El punto de drenaje del acuífero septentrional en este sector es el manantial de Cuevas del Mar, que se mide en el aforo nº 35 ( $Q_{\text{medio}} = 28 \text{ L/s}$ ), presentando un comportamiento desligado del Río Nueva.

Río Guadamía: el río se afora en 3 puntos: el nº 36 (aportación del manantial 1504.3.0001), nº 37 (aportación a la salida del acuífero meridional) y nº 38 (aportación del acuífero en la desembocadura). Por diferencias entre las medidas realizadas en las 2 campañas se estiman unas aportaciones medias de 27 L/s para el acuífero meridional y de 40 L/s para el acuífero septentrional.

Arroyo Llovio: se afora en el punto nº 39, antes de su confluencia con el Río Sella, que recoge los sobrantes de los manantiales 1504.2.0004, 0005, 0006 y 0007. El caudal medido en las 2 campañas de aforos presenta notables diferencias: 21,6 L/s y 1 L/s respectivamente; sabiendo, por estimación visual de los paisanos, que en aguas bajas llega a secarse, puede considerarse más aproximado para una época de aguas medias el valor de 21,6 L/s, aunque con ciertas dudas.

Río Sella: no se ha podido aforar en ninguno de los puntos propuestos (nºs 53, 105 y 54) situados en el sector meridional, siendo muy difícil de estimar el caudal en todos ellos por la proximidad a la zona influenciada por las mareas; no obstante, cabe esperar que en este sector el río reciba aportación subterránea del acuífero por ambas márgenes. Tan sólo se ha podido medir el Arroyo Santianes, con un caudal estimado de 25 L/s. En el sector septentrional no se han propuesto aforos, debido a la imposibilidad de realizarlos tanto por la influencia de las mareas como por la importancia de su sección, que hace imposible la realización de aforos convencionales con molinete.

Arroyo Bodes: los puntos aforados son: el nº 55 (9 L/s) y el nº 56 (20 L/s) a la entrada del acuífero septentrional, estimándose un caudal total entrante de 29 L/s; el nº 57 (60 L/s) a la salida del anterior y entrada del meridional, lo que supone, por diferencia con los anteriores, un caudal estimado drenante de 31 L/s; el nº 58 (20 L/s), que controla las aportaciones del Arroyo Fíos cuya cuenca se desarrolla sobre materiales cretácicos y terciarios, antes de su entrada en el acuífero meridional, y, por último, el nº 59 (108 L/s), que controla las aportaciones a la salida del acuífero meridional, que, por diferencia con los 2 anteriores, supone un aporte de 28 L/s en este acuífero.

**Río San Miguel:** los puntos aforados son: el n° 107 (0 L/s) a la entrada del acuífero meridional procedente de su cuenca alta sobre materiales cuarcíticos, el n° 30' (4 L/s) tras su salida del acuífero meridional, que por diferencia con el anterior supone un aporte de éste estimado en 4 L/s. El n° 31' (4 L/s) mide el caudal procedente del Arroyo Nocedo a su entrada al acuífero septentrional. El n° 60 (22,4 L/s), situado aguas abajo del manantial 1504.2.0009-Fte. Niciu (5 L/s), mide por diferencia con los anteriores aforos las aportaciones del acuífero septentrional (es decir, unos 9,4 L/s). El Río San Miguel, aguas abajo del aforo n° 60, se infiltra en el poljé de Sebreño, resurgiendo en el manantial 1504.2.0002-Cueva de Tito Bustillo, en donde, a pesar de que su medición y estimación se hace muy difícil por la afección de las mareas, se ha estimado en el inventario un caudal de 25 L/s, constituyendo éste un punto importante de drenaje del acuífero septentrional en la margen izquierda en la desembocadura del Río Sella.

**Arroyo Acebo:** se han aforado los puntos n° 61 ( $Q_{\text{medio estimado}} = 11$  L/s), a la entrada del acuífero septentrional, y el n° 62 ( $Q_{\text{medio}} = 15,4$  L/s) a la salida del acuífero septentrional que incluye el aporte del manantial 1504.1.0001-Calabrez ( $Q_{\text{estimado}}$  en abril de 1.996 en 22 L/s), y que por diferencia con el anterior supone un aporte subterráneo estimado en tan sólo unos 4,5 L/s, lo que no coincide con los datos del manantial, si bien los caudales se midieron en épocas distintas.

### ACUÍFERO DE MOFRECHU

Los aforos más relevantes en este acuífero son los siguientes:

**Río de las Cabras:** tan sólo se ha estimado el caudal del punto n° 9' en la 1ª campaña (30 L/s), manantial 1504.8.0002-Rales (10 L/s según inventario), punto más importante de drenaje del acuífero en su extremo más oriental y que descarga aguas abajo del aforo en el Río de las Cabras.

**Río Riensena:** las aportaciones de la unidad a este río vienen dadas por los manantiales 1504.5.0005 y 1504.5.0006, con un caudal estimado de 15 L/s en el punto n° 21, el 1504.7.0014, con un caudal medio aforado en el punto n° 26 de 27,5 L/s, y el manantial de Cuevas del Río en Allende (sin inventariar), con un caudal medio de 12,5 L/s aforado en el punto n° 27.

**Río San Cecilio:** en su cabecera el acuífero aporta 3 L/s recogidos del sobrante del manantial 1504.8.0024, estimado en el punto n° 114.

**Río Nueva:** se miden los sobrantes de los manantiales 1504.7.0001 ( $Q_{\text{estimado}} = 4,5$  L/s), estimado en el punto n° 15' con un caudal de 25 L/s, el 1504.7.0002 ( $Q_{\text{estimado}} = 4$  L/s), y el 1504.3.0004-La Friera ( $Q_{\text{estimado}} = 20$  L/s), ambos medidos en el punto n° 32 con un caudal medio estimado de 35 L/s.

**Río Zardón:** se realiza a partir de los datos de los aforos n° 43, que mide las aportaciones del Acuífero de la Sierra del Cuera en su borde occidental, así como la de los materiales cuarcíticos de la Fm Barrios, y n° 44, a la salida de la banda meridional del acuífero en el contacto con el aluvial del Sella. De los datos obtenidos en los aforos de las tres campañas, los caudales estimados en la primera, que coincidió con un período de aguas

medias-altas, indican que existe una ganancia de 50 L/s, mientras que los caudales medios aforados en dichos puntos durante la segunda y tercera campaña (187,5 y 151,5 L/s respectivamente), reflejan una pérdida media de 36 L/s. Esto hace suponer que el drenaje siempre se realiza de modo difuso a través del aluvial del Río Sella, comportándose el río como ganador en aguas altas y como perdedor en aguas bajas al encontrarse los niveles piezométricos por debajo de la cota del río.

Río Parda: se han medido los caudales en 3 aforos a lo largo del río: el nº 18' situado a la salida de la banda más meridional del acuífero, con un caudal estimado de 20 L/s; el nº 19', situado a la entrada de una pequeña banda calcárea intermedia en el borde occidental del acuífero, tras su paso por los materiales cuarcíticos de la Fm. Barrios, con un caudal estimado de 20 L/s, y el nº 20', situado a la salida de dicha banda intermedia, con un caudal estimado de 35 L/s. Esto hace suponer que las aportaciones al río de las dos estrechas bandas calcáreas son de 20 y 15 L/s, respectivamente. Estas escasas aportaciones en la banda meridional, así como la ausencia de manantiales, parecen indicar que puede existir un drenaje hacia el Río Zardón, que discurre a cotas más bajas que el Río Parda, y que en la banda intermedia existe un drenaje hacia pequeños manantiales a ambos márgenes y, principalmente, hacia el aluvial del Sella a través de una importante fractura que pone en contacto a éste con los materiales calcáreos.

Manantial del Molino en Fuentes: mide la aportación del manantial 1504.5.0002 ( $Q_{\text{estimado}} = 6$  L/s), estimado en el punto nº 26' en 10 L/s.

Manantial de Frías en Frías: mide el sobrante del manantial 1504.2.0001-Molino de Frías, con un caudal aforado en el punto nº 52 de 28,8 L/s.

Río Cayarga: se ha estimado su caudal en dos puntos: el nº 28' a la entrada en la banda septentrional del acuífero, con un caudal de 10 L/s, y el nº 29', a la salida de dicha banda, con un caudal de 10 L/s, que incluye el manantial 1504.5.0001 ( $Q_{\text{estimado}} = 10$  L/s). Este río, tras el aforo nº 28' se infiltra en el acuífero, estando seco en todo su recorrido y surgiendo en el manantial 1504.5.0001.

## ACUÍFERO DE LA SIERRA DEL CUERA

En este acuífero los puntos de aforo más significativos son los siguientes:

Río Deva: los aforos que permiten determinar las aportaciones del acuífero en su extremo más oriental al Río Deva son el nº 1, a la entrada del acuífero, y el nº 2, a la salida del mismo. Los resultados obtenidos a partir de estos aforos diferenciales, en la 1ª campaña, reflejan un aumento de caudal de 2.769 L/s; sin embargo, en la 2ª y 3ª campaña el caudal disminuye en 1.404 y 2.613 L/s, respectivamente.

La disparidad de resultados aconsejó una reinterpretación de los datos y la valoración de las condiciones climáticas y de otras variables.

El primer aforo (Agosto 1996) es el de mayor caudal (12 m<sup>3</sup>/s en El Toral) por lo que debe considerarse como aguas altas. La ganancia de caudal en el tramo fue de 2,8 m<sup>3</sup>/s.



Los aforos de Marzo de 1997, en los que ya se observa pérdida de caudal ( $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ), pueden considerarse de aguas medias ( $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$  en El Toral). Seguramente los resultados están influidos por el efecto de la marea. Su amplitud en esa zona es de unos 80 cm y mientras que el aforo de aguas arriba está más próximo a la bajamar (15 h 20' en el día 21-3-97), el de El Toral prácticamente coincide con la pleamar (9 h 10'). Las conductividades medidas reflejan un cierto aumento de la salinidad desde aguas arriba ( $222 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) a aguas abajo ( $235 \mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Los aforos de Octubre de 1.997 arrojan un resultado parecido. Pueden considerarse representativos de aguas bajas ( $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$  en El Toral) y en esta ocasión la pérdida de caudal asciende a  $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ninguno de los aforos coincide con las horas de mayor oscilación de la marea ni tampoco se observó variación en la salinidad:  $275$  y  $276 \mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente aguas arriba (Bruelles) y aguas abajo (El Toral).

A pesar de las dificultades que conlleva el aforar con molinete un río de tal magnitud, parece que el río se comporta como perdedor en las épocas de aguas bajas y como ganador en el resto del año.

Río Cabra: situado a la salida del acuífero, el aforo nº 3 controla las aportaciones de éste a través de diversos manantiales, obteniéndose un caudal medio total de  $70 \text{ L/s}$ .

Río Purón: las descargas del acuífero al Río Purón y su afluente por la margen izquierda, el Arroyo Barbalín, se realizan fundamentalmente por los manantiales 1604.6.0007-Nacimiento del Río Purón y 1604.6.0004. Los aforos nº 4 y nº 5 permiten controlar estas descargas.

Río de las Cabras y Arroyo Valcabrero: los aforos que permiten controlar las descargas del acuífero a estos cursos fluviales son los siguientes: el nº 12 ( $Q_{\text{medio}} = 50 \text{ L/s}$ ), que controla las aportaciones a la entrada del acuífero, y el nº 13 ( $Q_{\text{medio}} = 390 \text{ L/s}$ ), que controla las descargas del acuífero, tanto las procedentes de los manantiales 1504.8.0001-Caldueñín, 1504.8.0003-Cueva del Molín y 1504.8.0005-Debodes, y otros de menor entidad que descargan al Arroyo Valcabrero y las que se realizan de modo difuso al cauce de este arroyo, como las que se realizan al Río de las Cabras de modo difuso en su cauce o por el manantial 1504.8.0023-Meré. Estos datos indican una aportación media del acuífero al Río de las Cabras en su zona de cabecera de unos  $340 \text{ L/s}$ .

Río Riensena: se han realizado 2 aforos para controlar las aportaciones de una pequeña banda septentrional del acuífero, en la que se sitúa el manantial 1504.7.0015 en Mestas ( $Q=2 \text{ L/s}$ ). Estos aforos son el nº 22 ( $Q_{\text{estimado}} = 125 \text{ L/s}$ ), aguas arriba de Mestas, y el nº 23 ( $Q_{\text{estimado}} = 135 \text{ L/s}$ ), aguas abajo de Mestas, a la salida de dicha banda. Los datos indican un pequeño aumento de caudal, lo que supone una aportación estimada del acuífero de  $8 \text{ L/s}$ .

Río Piedra-Hita: se han realizado 2 aforos diferenciales a la entrada y a la salida del acuífero: el nº 24 ( $Q_{\text{medio}} = 60,5 \text{ L/s}$ ) a la entrada, que recoge las aportaciones de las cuarcitas ubicadas al sur de la Sierra del Cuera, y el nº 25 ( $Q_{\text{medio}} = 116,1 \text{ L/s}$ ) a la salida. Esto supone una aportación media del acuífero de  $55,6 \text{ L/s}$ .

Arroyo Odiseda: se ha realizado la estimación de su caudal en el punto nº 10' ( $Q_{\text{estimado}} = 5 \text{ L/s}$ ), a la salida del acuífero, ya que tiene todo su recorrido sobre el propio acuífero.

Manantial de Ardisana (1504.7.0020): se ha realizado la estimación de su caudal en el punto nº 11' ( $Q_{\text{estimado}} = 2 \text{ L/s}$ ), a la salida del acuífero.

Manantial de la Mimbrera en Palacio: se trata del sobrante del manantial de abastecimiento a Los Callejos. Se ha realizado la estimación de su caudal en el punto nº 13' ( $Q_{\text{estimado}} = 5 \text{ L/s}$ ), a la salida del acuífero.

Río Zardón: los aforos que permiten controlar las descargas del acuífero al curso fluvial del Zardón son los siguientes: el nº 16' ( $Q_{\text{estimado}} = 2 \text{ L/s}$ ), que recoge las aportaciones de los materiales cuarcíticos de la Fm Barrios a la entrada del acuífero; el nº 17' ( $Q_{\text{estimado}} = 10 \text{ L/s}$ ), que recoge las aportaciones de la banda noroccidental del acuífero, así como el sobrante del manantial 1504.6.0013-Igena ( $Q_{\text{estimado}} = 0,7 \text{ L/s}$ ), lo que supone una aportación estimada en dicha banda de unos 7 L/s; el punto de aforo nº 40 ( $Q_{\text{medio}} = 8 \text{ L/s}$ ) recoge las aportaciones de los materiales cuarcíticos de la Fm Barrios a la entrada del acuífero en su banda meridional, y el nº 41 ( $Q_{\text{medio}} = 45,75 \text{ L/s}$ ) recoge las aportaciones del acuífero en su banda meridional, así como la de los manantiales 1504.6.0005, 1504.6.0006 y 1504.6.0007, lo que supone, por diferencia con el anterior, una aportación media del acuífero al Río Zardón, a través de los manantiales, de unos 38 L/s. Por último, el punto nº 42 ( $Q_{\text{medio}} = 56,35 \text{ L/s}$ ) recoge las aportaciones de los manantiales 1504.6.0001, 1504.6.0003 y 1504.6.0004, que drenan a través de una zona fracturada por un frente de cabalgamiento.

Río Chico: se han realizado 2 aforos diferenciales para controlar las aportaciones de la pequeña banda más meridional del acuífero en su borde más occidental, denominada Labra-Llenín, sin conexión hidrogeológica con la banda meridional del acuífero. Estos aforos son el nº 22' ( $Q_{\text{estimado}} = 30 \text{ L/s}$ ), que recoge las aportaciones de los materiales cuarcíticos de la Fm Barrios a la entrada del acuífero, y el nº 23' ( $Q_{\text{estimado}} = 40 \text{ L/s}$ ), que recoge las aportaciones de la banda calcárea a la salida de dicha banda. Los datos indican un pequeño aumento de caudal, lo que supone una aportación estimada del acuífero de 10 L/s, probablemente casi nula en estiaje.

Río Piedrafita: se han realizado 3 aforos para controlar las aportaciones de la banda meridional del acuífero, así como de la banda más pequeña situada en su borde más occidental y denominada Labra-Llenín, a través del Río Piedrafita. Estos aforos son el nº 45, a la salida de la banda calcárea meridional, el nº 24' a la entrada de la banda Labra-Llenín, que recoge las aportaciones de los materiales cuarcíticos de la Fm Barrios, y el nº 25', a la salida de la banda Labra-Llenín del acuífero. El caudal estimado en los 3 puntos es de 40 L/s, lo que supone que no existen ni aportaciones ni pérdidas a lo largo del afloramiento.

### ACUÍFERO COSTERO DE LLANES

En este acuífero los puntos de aforo más significativos son los siguientes:

Río Novales: se han aforado dos puntos: el n° 3' ( $Q_{\text{medio}} = 15 \text{ L/s}$ ), situado a la salida del acuífero en la zona de desembocadura del río, y el n° 4' ( $Q = 13,9 \text{ L/s}$ ), a la entrada del acuífero, que mide las aportaciones de los materiales cuarcíticos y arenosos. Las aportaciones en este sector son mínimas (1 L/s aproximadamente).

Río Purón: se han aforado 2 puntos: el n° 6 ( $Q_{\text{medio}} = 474,3 \text{ L/s}$ ) a la entrada del acuífero, y el n° 7 ( $Q_{\text{medio}} = 441,3 \text{ L/s}$ ), en su desembocadura. Además, se ha aforado el n° 8, Manantial de Andrín, que aporta un caudal medio al río, aguas abajo del punto n° 7, de unos 100 L/s. En cualquier caso, y por diferencia entre los 2 aforos anteriores, se deduce que el río es perdedor en unos 33 L/s entre ambos puntos, lo que representa una pérdida de un 7% con respecto al caudal entrante. La única aportación sería la del Manantial de Andrín.

Río Carrocedo: tan sólo se ha aforado en su desembocadura (n° 9), ya que discurre íntegramente por el acuífero. El caudal medio que aporta éste al río es de 171 L/s.

Arroyo Vallina: tan sólo se ha aforado en su desembocadura (n° 10), ya que discurre íntegramente por el acuífero. El caudal medio que aporta éste al río es de 27,8 L/s.

Manantiales de la Playa de Celorio: se ha estimado un caudal medio de unos 100 L/s correspondientes a los manantiales que afloran de forma difusa en la arena de la playa (n° 5').

Arroyo Barro (Río Calabrés): tan sólo se aforó en su desembocadura al mar (n° 11), a la altura de la ría, por lo que la medida hay que realizarla forzosamente en marea baja. Recoge el caudal de los manantiales 1604.1.0001-Jonfría, 1604.1.0008-Niembro o Cueva del Molín (no confundir con el 1504.8.0003), que constituye la resurgencia del Río Calabrés (*"El Karst de La Llera"*. J. Alonso Peña & F.A.S.E. Informe interno para la Escuela Española de Espeleología, 1.995), así como otros en Niembro (1604.1.0017, 0018 y 0019), situados en la desembocadura del arroyo en las proximidades de la desembocadura y del muelle. El caudal medio aportado por el acuífero es de unos 160 L/s.

Río de las Cabras o Bedón y afluentes Zardina y Vibaño: los diversos aforos propuestos pretenden evaluar las aportaciones de este acuífero, en su margen occidental, a lo largo de tres bandas calcáreas (meridional, intermedia y septentrional) en unos tramos de 400, 500 y 700 m, a cotas aproximadas de 60, 40 y 5 m. En la barra meridional, y considerando los datos de la 3ª campaña, se observa una ganancia de unos 106 L/s. En la banda intermedia no se ha podido aforar ni estimar los caudales del Río de las Cabras, si bien se han estimado los caudales de los afluentes Zardina (cuya cuenca se extiende sobre materiales impermeables carboníferos) y Vibaño (que drena la barra calcárea intermedia), que aportan a éste 8 y 32 L/s, respectivamente. Las aportaciones de la banda septentrional se controlan por los puntos de aforo n° 19 (antes de su entrada a la banda) y n° 20 (el punto más bajo de drenaje de la unidad al río). Los datos que arrojan las dos últimas campañas son dispares, ya que mientras que en la 2ª se observa una ganancia de 47 L/s, en la 3ª campaña hay una disminución de caudal de 80 L/s. Estas diferencias son fiel reflejo de las dificultades que existen a la hora de aforar este río por su elevado caudal. A esto se une las incertidumbres causadas por las aportaciones procedentes de los materiales cuarcíticos de la *margen izquierda*, en una banda que se inicia a la altura de Turanzas. Otro aspecto a tener

en cuenta es el drenaje difuso que se realiza a través del aluvial del río procedente del manantial 1504.4.0005-Molino Frietas (8 L/s), unos 500 m aguas abajo del punto de aforo nº 19. No obstante, y a pesar de esta disparidad de datos, parece claro que el acuífero debe descargar al río especialmente a través de su banda calcárea septentrional, no sólo por ser la de mayor anchura sino por situarse a menor cota.

## **7.- FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO**

### **7.1.- GENERALIDADES**

La karstificación es un proceso de erosión físico-química ligado a la capacidad de los minerales componentes de las rocas carbonatadas (calcita y dolomita, principalmente) de ser solubles en aguas cargadas de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>).

Localmente, desde el punto de vista hidrogeológico este proceso puede generar dos tipos de escenarios: uno simple, impuesto por la explotación espeleológica, que ligaría las formas de admisión y pérdidas en ríos a las resurgencias a través de una serie de conductos preferentes; y otro cuyo modelo sería un conjunto más o menos regular de fracturas drenando las aguas almacenadas en un macizo constituyendo una matriz asimilable a su medio poroso.

Sin embargo, el modelo es mucho más complejo. La principal característica de un sistema kárstico es su evolución hacia una estructura organizada a gran escala, con una jerarquización de los drenajes análogas a la de los cursos superficiales, y con una serie de sistemas anexos, mejor o peor conectados que garantizan la existencia de reservas en el acuífero.

El desarrollo kárstico es pues, un proceso dinámico en continua evolución condicionado por dos factores principales:

- La energía, fundamentalmente cantidad de agua circulando y de CO<sub>2</sub> incorporado y diferencia de potencial hasta el nivel de base.
- La estructura interna del macizo (litología, porosidad, fracturación, etc.).

La estructura del drenaje evoluciona hasta que se establece un equilibrio con la morfología externa. Las modificaciones del nivel de base, en este caso el mar, provocan la aparición de nuevas estructuras y eventualmente el cierre de otras preexistentes.

El eje de drenaje o dren principal es un conjunto de conductos alrededor de los cuales se organizan los depósitos anexos. De que se desarrolle en la parte superior de la roca saturada o en profundidad depende la posibilidad de que existan reservas importantes y, por tanto, de captar recursos mediante sondeos.

El régimen de drenaje rápido, incluso turbulento, de los principales manantiales conocidos parece indicar unas escasas reservas, por lo menos en los acuíferos no directamente conectados con el mar. En todo caso, la posición de los ejes de drenaje y los sistemas anexos y sus interconexiones son difíciles de establecer en sistemas tan complejos y con múltiples puntos de drenaje en la línea de costa. Todo parece indicar que al ser escasa la capacidad de embalse la explotación futura estará condicionada a la localización de zonas transmisivas por debajo de las cotas de emergencia de los manantiales o de los ejes de drenaje difusos.

## 7.2.- CUANTIFICACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE RECARGA Y DESCARGA

Para calcular el volumen de descarga anual del acuífero a través de los manantiales se han utilizado distintos datos: en unos casos, el promedio entre el valor del caudal estimado en el inventario y los estimados o aforados en las campañas de aforo, mientras que en otros, y en función de las diferencias existentes entre los datos del inventario y las 3 campañas, sin olvidar que la 1ª se realizó tras unos días de intensa lluvias, se ha optado bien por seleccionar la estimada en el inventario o bien por la media de las 2 últimas campañas.

Además, se debe tener en cuenta el error cuantitativo que se comete al hablar de volúmenes de descarga anuales, ya que éstos están calculados a partir de un dato puntual que a veces coincide con aguas altas, si bien la mayoría de los casos corresponde a aguas bajas, por lo que seguramente el valor obtenido sea inferior al real para un año medio.

### 7.2.1.- Sierra del Suevo

#### Recargas

Las recargas principales de este acuífero se realizan por infiltración de agua de lluvia, especialmente en lo que forma el eje principal de la Sierra del Suevo, en donde predominan las formas de absorción kársticas. Así mismo, aunque en menor medida, existen recargas por las aportaciones procedentes del Arroyo del Suevo, en el acuífero principal procedente de la Sierra del Fito, y del Río Acebo, en el extremo oriental de la banda calcárea meridional, a la entrada de ambos en el acuífero, y que tienen su cuenca de captación en materiales cuarcíticos y predominantemente lutíticos.

Los datos de caudal de los aforos realizados, que indican una pérdida de 16 L/s entre el caudal de entrada y el de salida, los niveles piezométricos de los sondeos existentes, así como la cota de los ríos en los puntos de aforo, indican que el Río Acebo es perdedor en la mayor parte de su recorrido, mientras que el Arroyo Castañar se comporta como ganador. El caudal de pérdida es el que tiene el Río Acebo a su entrada en la banda meridional, esto es 27 L/s, lo que indicaría un volumen de 0,85 hm<sup>3</sup>/año, mientras que en la banda principal el caudal de pérdida es de 65 L/s.

En cuanto al Arroyo del Suevo, cuya mayor fuente de alimentación procede del sobrante del manantial 1404.4.0018-La Toya ( $Q_{\text{medio}} = 10 \text{ L/s}$ ), aporta al acuífero un volumen de agua medio de 0,3 hm<sup>3</sup>/año.

#### Descargas

Las descargas más importantes de la Sierra del Suevo se realizan a través de varios manantiales situados en la zona noroccidental del acuífero en su banda principal o septentrional. Estos manantiales son: 1504.4.0004-Fuente Santa y 1504.4.0005-Fuente Obaya, que descargan al Río Espasa (situado en el borde nororiental del acuífero) un caudal aforado de 63,5 L/s, lo que supone una aportación de 2 hm<sup>3</sup>/año, y el manantial 1504.1.0009-Antiguo lavadero de fluorita, en Berbes, con un caudal aforado de 59 L/s, lo que representa un

volumen de descarga de unos 1,86 hm<sup>3</sup>/año. Esto indica que los flujos de agua principales procedentes de la zona de captación se dirigirán hacia ellos.

Existen varios manantiales colgados (1404.4.0017, 0016 y 0025) captados para abastecimiento, cuyos sobrantes suman un caudal total de 15 L/s, si bien éste vuelve a infiltrarse en el propio acuífero. Su caudal disminuye en verano.

En la banda calcárea meridional los flujos se realizan en dirección NE, produciéndose las descargas a través del Arroyo Castañar y el Río Acebo tras su unión con el anterior, y fundamentalmente de modo difuso y oculto a través del aluvial del Arroyo de San Pedro. Las descargas por el Río Acebo (a favor del Arroyo Castañar) ascienden a 10,3 L/s (0,3 hm<sup>3</sup>/año), mientras que las principales descargas por el Arroyo San Pedro son difíciles de determinar.

En cuanto a la estrecha banda calcárea situada al noreste de la Sierra del Sueve no se conocen manantiales, por lo que cabe esperar que la descarga de esta banda se realice a través del Río Espasa, con el que limita en su borde nororiental.

Las descargas por bombeos se realizan en el Sondeo Mina Ana (1504.1.0006), con un volumen de extracción de 0,6 hm<sup>3</sup>/año.

Por último, existen otras descargas producidas a partir de los manantiales captados parcialmente para abastecimiento urbano u otro uso. Si bien no se conoce el volumen utilizado, se debe tener en cuenta que en este acuífero existen un total de 16 manantiales captados de los 19 inventariados, no disponiéndose de datos específicos para estimar dicho volumen.

### **7.2.2.- Acuífero Costero de Ribadesella**

#### **Recargas**

Las entradas del acuífero se realizan por infiltración directa del agua de lluvia, así como, en menor medida, por las aportaciones del Arroyo Romeca a su entrada en el acuífero meridional, que tiene su cuenca de captación en los materiales cuarcíticos del Paleozoico al sur del acuífero, con un volumen que asciende a 0,3 hm<sup>3</sup>/año, y en el acuífero septentrional, por el Río Nueva, con un volumen difícil de evaluar por la gran variabilidad de caudal, por el Arroyo Millares, con un volumen despreciable, y por el Río San Miguel al infiltrarse en el poljé de Sebreño con un volumen de 0,78 hm<sup>3</sup>/año.

#### **Descargas**

Las principales descargas del acuífero septentrional a las bandas situadas al oeste del Río Sella se realizan a través del Arroyo Bodes en su extremo suroccidental, estimándose un volumen medio de 1 hm<sup>3</sup>/año, por el Río Acebo y por el sobrante del manantial 1504.1.0001-Calabrez, asociado a una falla, que descarga en éste. Aunque los caudales medidos en los puntos de aforo nº 61 y nº 62 (entrada y salida del acuífero) y los del propio manantial (obtenido del inventario) no coinciden, puede estimarse un volumen total de 0,7 hm<sup>3</sup>/año.

En el extremo nororiental de la banda meridional las descargas se realizan a través del Río San Miguel y el sobrante del manantial 1504.2.0009-Fuente Niciu, captado parcialmente para abastecimiento urbano. El volumen total descargado se estima en  $0,5 \text{ hm}^3/\text{año}$ . Aguas abajo de este manantial, el Río San Miguel tras un corto recorrido por materiales impermeables, entra en la banda calcárea septentrional, en donde se sume en el poljé de Sebreño, resurgiendo en el manantial 1504.2.0002-Cueva de Tito Bustillo, que así mismo constituye el punto de drenaje más importante de esta banda calcárea. El caudal estimado en este manantial es de unos  $25 \text{ L/s}$ , lo que equivale a una descarga al Río Sella en su misma zona de desembocadura de  $0,8 \text{ hm}^3/\text{año}$ , si bien parece lógico pensar que el volumen de descarga sea mayor, al estar situada esta zona a la menor cota de todo el acuífero, existiendo pues flujos ocultos a la ría difíciles de cuantificar.

Los flujos principales de agua se dirigen hacia el suroeste en los extremos suroccidentales y hacia el noreste en los extremos nororientales de ambas bandas, siendo de mayor importancia en la banda septentrional, existiendo flujos locales hacia el Arroyo el Acebo.

El acuífero meridional, en su extremo suroccidental, descarga al Arroyo de Bodes un caudal de  $28 \text{ L/s}$ , según los aforos diferenciales realizados, lo que supone un volumen de  $0,9 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

Otro punto de descarga es el manantial 1504.5.0007-Ribode, asociado a una importante fractura, que aporta un caudal estimado en  $5 \text{ L/s}$  al Río Bode, afluente del Sella en su margen izquierda, aguas abajo de Arriondas, siendo recogido en una arqueta para abastecimiento de esta localidad.

En este acuífero los flujos principales se dirigen hacia el noreste a lo largo de toda la banda calcárea, constituyendo el curso del Río Sella la principal zona de descarga, imposible de cuantificar debido a que los aforos diferenciales en este río no se han podido realizar. En el extremo suroccidental los flujos se dirigen hacia el manantial 1502.5.0007-Ribode y, especialmente, hacia el Arroyo de Bodes.

Otra descarga del acuífero meridional se produce por el bombeo del Sondeo Arias (1404.8.0007), con una extracción de  $0,1 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

Al este del Río Sella, en el acuífero septentrional, los flujos toman una dirección predominantemente norte, realizándose las descargas a través del Río Guadamía en el sector central y el manantial 1504.3.0008-Fuente Arriba con un caudal medio aforado de  $40 \text{ L/s}$  ( $1,3 \text{ hm}^3/\text{año}$ ), el Río Nueva y el manantial de Cuevas del Mar en el sector oriental con un volumen en torno a  $1 \text{ hm}^3/\text{año}$ , así como de modo oculto al mar a lo largo de toda la línea de costa.

En el extremo occidental los flujos deben tomar dirección oeste, produciéndose las descargas de modo oculto a la misma ría del Sella.

En el acuífero meridional el drenaje se realiza a través de los manantiales 1504.2.0005, 0006 y 0007 que aportan al Río Llovio un volumen anual sobrante de  $0,7 \text{ hm}^3/\text{año}$  y, probablemente, de modo directo al aluvial del Sella, en donde éste corta la banda calcárea.



En la zona central las descargas del acuífero meridional se realizan a través de manantiales situados en la cabecera del Río Guadamía, (siendo los más importantes el 1504.3.0001 y el 1504.3.0003), y del propio río, estimándose un volumen de 0,9 hm<sup>3</sup>/año.

La descarga más importante del acuífero meridional tiene lugar en el sector oriental (flujos de dirección NE) a través del Río Nueva, con un volumen de 0,5 hm<sup>3</sup>/año, y, fundamentalmente, a través del Río San Cecilio y su afluente el Llagañas, así como los manantiales 1504.4.0001 y 1504.4.0014, y los sobrantes del 1504.4.0002, 0009 y 0013, que descargan en ellos, siendo el volumen total de 3,5 hm<sup>3</sup>/año.

Así mismo, en el extremo más oriental del acuífero las descargas tienen lugar a través de los manantiales 1504.4.0003 y, especialmente, del 1504.4.0010, situados ambos en la misma línea de costa, y cuyos caudales suman un total de 28 L/s, lo que supone un volumen de descarga de 0,9 hm<sup>3</sup>/año. Del mismo modo que en el acuífero septentrional, aunque en menor medida, pueden existir descargas no visibles al mar a lo largo de la banda costera en el borde nororiental.

En cuanto a las descargas por bombeo, estas son prácticamente nulas, registrándose tan solo un sondeo, en el camping de Sebreño, con un caudal de 3 L/s.

Por último, existen otras descargas producidas a partir de los manantiales captados parcialmente para abastecimiento urbano u otro uso; si bien no se conoce el volumen utilizado, se debe tener en cuenta que en este acuífero existen un total de 16 manantiales captados de los 31 inventariados, no disponiéndose de datos específicos para estimar dicho volumen. Además existen bombes en 2 manantiales dentro de este acuífero, el del Río Guadamía y el Calabrés; según la empresa Asturagua S.A., encargada del abastecimiento en Ribadesella y Llanes (ver encuestas municipales), el caudal captado en dichos manantiales alcanza 48 L/s, lo que supone una descarga anual de 1,5 hm<sup>3</sup>.

En cuanto a las relaciones río-acuífero, se deduce que los ríos que se comportan como perdedores son: San Miguel, Millares y Nueva, en el acuífero septentrional, y el Arroyo Romeca, en el meridional.

### **7.2.3.- Acuífero de Mofrechu**

Como ya se ha indicado en apartados anteriores, la complejidad tectónica que afecta a los materiales que forman este acuífero se traduce en una intensa compartimentación del mismo, lo que, unido a la existencia de numerosos cursos fluviales que la recorren o atraviesan, especialmente los ríos Sella y de las Cabras o Bedón, con su afluente el Riensena, hace que la complejidad hidrogeológica sea notable. Esto se refleja en el gran número de manantiales existentes, estando los de mayor importancia asociados a zonas de fracturación en los bordes del acuífero y/o en el contacto con los materiales de baja permeabilidad westfalienses o los de la Fm Barrios.

### Recargas

La recarga se realiza principalmente por infiltración directa del agua de lluvia en los materiales calcáreos.

Otra fuente de recarga, de menor entidad, se produce por la infiltración de los barrancos de Pozoval, Metal y Río Cayarga a su entrada en el acuífero, lo que supone un volumen total aproximado de 0,35 hm<sup>3</sup>/año.

Mención aparte merece el Río Zardón, que en épocas de aguas bajas se comporta como perdedor, cediendo parte de su caudal a la entrada del acuífero en un volumen de 1,1 hm<sup>3</sup>/año.

### Descargas

En la banda septentrional las descargas más importantes en su borde oriental se realizan a través del manantial 1504.8.0002 ( $Q_{\text{medio}} = 20$  L/s), el sobrante del 1504.7.0014 ( $Q_{\text{medio}} = 27,5$  L/s) y el manantial Cuevas del Río (sin inventariar,  $Q_{\text{medio}} = 12,5$  L/s). Estas descargas que suponen un volumen total de unos 2 hm<sup>3</sup>/año van a parar a los ríos Riensena y de las Cabras.

En este mismo sector, por su borde norte, las descargas más importantes se realizan por los manantiales 1502.7.0001, 1504.7.0002 y 1504.3.0004, captados parcialmente para abastecimiento, y cuyo sobrantes llevan unos caudales estimados de 4,5, 4 y 20 L/s, respectivamente. Estos manantiales descargan al Arroyo del Collado de la Tabla, afluente del Río Nueva, en donde los aforos llevados a cabo indican un caudal estimado de descarga al acuífero de 35 L/s, lo que supone un volumen de 1,1 hm<sup>3</sup>/año.

Así mismo se deben mencionar los sobrantes de los manantiales 1504.8.0014 y 0024 que aportan al Río San Cecilio, en su cabecera, un caudal estimado en 7 L/s (0,2 hm<sup>3</sup>/año).

En el borde sur y en la zona central, el acuífero descarga por los manantiales 1504.7.0005 y el sobrante del 1504.7.0006 al Río Riensena en su zona de cabecera, con un caudal aforado aguas abajo de ambos puntos de 25 L/s, y por el 1504.6.0015, con un caudal estimado en 10 L/s, que descarga al Arroyo Santianes, afluente del Zardón, lo que supone un volumen total entre ambos de 1,1 hm<sup>3</sup>/año.

En el sector occidental los puntos de descarga más importantes son: el 1504.2.0001-Molino de Frías, con un caudal aforado de 28,8 L/s, que descarga unos 100 m aguas abajo en el mismo Río Sella por su margen derecha, el 1504.5.0001, con un caudal estimado en 10 L/s, que constituye la resurgencia del Río Cayarga, que se infiltra a su entrada en el acuífero, y el sobrante de los manantiales 1504.5.0002 y 0003, con un caudal de 10 L/s. Esto supone un volumen anual de 1,5 hm<sup>3</sup>.

Al sur de Tresmonte y en la zona intermedia del barranco del Castiello se sitúan diversas surgencias colgadas, que, con un volumen de 0,15 hm<sup>3</sup>/año, constituyen descargas aisladas y puntuales (captadas para abastecimiento). Así mismo, deben existir salidas ocultas al mismo cauce del Río Sella en su margen izquierda, a lo largo de la zona donde éste atraviesa la banda calcárea, que por falta de aforo es difícil de determinar.

La banda más occidental descarga directamente al Río Sella, quedando colgados los barrancos del Pozoval y del Metal, en la margen izquierda del río, infiltrándose en el acuífero el agua circulante por ellos y procedente de los materiales cuarcíticos, con un caudal estimado en 1 L/s (0,031 hm<sup>3</sup>/año).

En la banda meridional las pérdidas observadas en el Río Zardón (que la atraviesa en su tramo final, hasta la confluencia con el Sella) indican que las descargas del sector norte no se realizan a través de este río, sino que deben tener lugar de modo difuso a través del aluvial del Río Sella, si bien en aguas altas, al encontrarse los niveles piezométricos más altos, parte de las descargas pueden efectuarse por el Río Zardón que se comportaría como ganador. Cabe mencionar el manantial 1504.5.0010-La Cova que, en el contacto con los materiales lutíticos, descarga un caudal estimado en 4 L/s (0,13 hm<sup>3</sup>/año). En el sector sur las descargas deben realizarse a través del Río Parda y sus afluentes en cabecera, habiéndose estimado un caudal de 20 L/s (0,6 hm<sup>3</sup>/año), en este río a la salida del acuífero, si bien la aportación debe ser algo menor, ya que parte de la cabecera de éste se sitúa en materiales cuarcíticos. Con los datos disponibles es difícil estimar, por tanto, el volumen de descarga total en esta banda.

La banda intermedia descarga a través del Río Parda ( $Q_{\text{estimado}} = 15 \text{ L/s}$ ) por los manantiales 1504.5.0014 y 0015 ( $Q_{\text{estimado}} = 6,5 \text{ L/s}$ ) y, posiblemente, a través de una importante fractura que la pone en contacto directo con el aluvial del Sella, lo que supone un volumen anual de aproximadamente 1 hm<sup>3</sup>/año.

Por último, existen otras descargas producidas a partir de los manantiales captados parcialmente para abastecimiento urbano u otro uso; aunque no se conoce el volumen utilizado, se debe tener en cuenta que en este acuífero existen un total de 28 manantiales captados de los 33 inventariados, no disponiéndose de datos específicos para estimar dicho volumen. Tan sólo se tienen datos proporcionados por Asturagua, S.A., sobre algunas de las captaciones ubicadas en este acuífero y captadas para abastecimiento; estas son: captaciones de Los Carriles (1504.7.0021, 1504.8.0014 y 1504.8.0024), captación de Riensena (1504.7.0006), captación de La Frieria (1504.3.0004) y captación de Fuente Llamigo (1504.7.0002). Según los datos de Asturagua S.A., en 1.996 la demanda media anual para el conjunto de captaciones supuso un volumen de agua de 0,19 hm<sup>3</sup>/año.

#### **7.2.4.- Acuífero de la Sierra del Cuera**

##### **Recargas**

La recarga del acuífero tiene lugar fundamentalmente por infiltración directa del agua de lluvia. En este sentido se debe tener en cuenta que el acuífero se halla muy karstificado, con morfologías exokársticas muy desarrolladas, en especial en la amplia banda central, que favorece la infiltración eficaz en ausencia de escorrentía superficial.

Otra posible fuente de recarga puede corresponder a la aportación del Río Deva al acuífero que, a pesar de atravesarlo a su cota más baja, parece comportarse sólo en aguas bajas como río perdedor. No obstante, este hecho debe tomarse con ciertas reservas, teniendo en cuenta el sistema de medida utilizado para llevar a cabo los aforos en las 3 campañas realizadas (molinete), el gran caudal que lleva el río y la escasa pendiente de su tramo final, ya con

influencias de las mareas. Considerando que existen pérdidas, éstas alimentarían el Acuífero de la Sierra del Cuera en su sector oriental, así como al acuífero mesozoico del Sinclinal de Colombres, con el que éste se encuentra conectado hidrogeológicamente, y se producirían en condiciones y épocas muy determinadas. Durante la mayor parte del año sin duda en el Río Deva en este tramo el que drena el acuífero tal como se puso de manifiesto en el primer aforo realizado a finales de Agosto de 1.996 con una ganancia del orden de 3 m<sup>3</sup>/s.

### Descargas

En el sector occidental de la unidad, en su banda septentrional, las descargas más importantes del acuífero se realizan a través de 2 manantiales situados en un frente de cabalgamiento. Estos son: el manantial 1504.6.0003-Fuente Teresa y 1504.6.0004-Fuentes Les Caldes. El volumen medio aforado en el punto 42 asciende a 1,8 hm<sup>3</sup>/año, que va a parar al Arroyo Santianes, afluente del Río Zardón.

En el sector oriental de esta banda las descargas tienen lugar a través del manantial 1504.7.0017 y del sobrante del 1504.7.0016, con un volumen de agua media aforado de 1,75 hm<sup>3</sup>/año. Más hacia el este, en la cuenca de drenaje de los ríos Riensena y de las Cabras, se producen, en conjunto, las descargas más importantes del acuífero, tanto de modo difuso en los cauces del Río de las Cabras (que atraviesa el acuífero) y su afluente el Arroyo Valcabrero, como a través de diversos manantiales cuyas aguas van a parar a ellos. Estos manantiales son principalmente el 1504.8.0023-Meré, el 1504.8.0001-Caldueñín, el sobrante del 1504.8.0003-Cueva del Molín y el manantial 1504.8.0005-Debodes. Según los aforos diferenciales llevados a cabo, el volumen total de agua descargada por el acuífero asciende a unos 11 hm<sup>3</sup>/año.

En la banda meridional las descargas principales se realizan, en el sector occidental, a través del Río Zardón (que la recorre en un pequeño sector) y de los manantiales 1504.6.0005, 0006 y 0007, todos ellos muy próximos entre sí y asociados a una importante zona de fracturas. El volumen medio drenado en este sector es de 1,2 hm<sup>3</sup>/año. En el sector oriental de esta banda los flujos deben tener una dirección E, constituyendo la zona de descarga el Río de las Cabras y el manantial Meré antes mencionado.

La banda más meridional del acuífero, desconectada del resto de éste y denominada Labra-Llenín, descarga a través del Río Chico, con un volumen estimado en 0,3 hm<sup>3</sup>/año, que puede ser nulo en estiaje y, principalmente, a través del Río Piedrafita, con un volumen estimado de 1,8 hm<sup>3</sup>/año.

La amplia banda central del acuífero, que constituye el eje principal del mismo, y donde éste muestra las mayores potencias, presenta unos flujos divergentes en sentido E y NE, y, por otro lado, O y NO. El drenaje principal debe tener lugar de forma difusa en su parte más oriental directamente al río Deva.

En sentido E y NE los principales puntos de descarga se sitúan en los manantiales 1604.6.0007-Nacimiento del Río Purón y 1604.6.0004-Arroyo Barbalín. Estos puntos descargan, según los aforos realizados, un volumen de 8,4 hm<sup>3</sup>/año y 3 hm<sup>3</sup>/año, respectivamente.

Aunque en un porcentaje menor que el anterior, las descargas de este sector deben realizarse también en sentido oeste y noroeste, en dirección al Río Cabras y al Arroyo Valcabrero, así como a los principales manantiales que descargan en ellos anteriormente mencionados.

En el sector oriental los principales manantiales se sitúan en el borde norte, en las inmediaciones de la localidad de La Borbolla, constituyendo el nacimiento del Río Cabra. Estos son el 1604.7.0003 y el 1604.7.0002. El caudal aforado aguas abajo de ellos indican una descarga de unos 2,2 hm<sup>3</sup>/año.

En el borde sur, en las proximidades de Alevia, y coincidiendo con la zona de cabalgamiento de las calizas carboníferas sobre los materiales cretácicos, se sitúan 2 manantiales, el 1604.8.0019 y el 1604.8.0012, que descargan según inventario un volumen estimado de 0,6 hm<sup>3</sup>/año.

En la zona más oriental, y en su borde norte hasta el Río Deva, diversos son los manantiales que drenan al acuífero, si bien de escasa entidad, entre los que cabe destacar el sobrante del 1604.8.0002 ( $Q_{\text{estimado}} = 10 \text{ L/s}$ ), que junto a otros da origen a un arroyo que descarga directamente en el Río Deva. El volumen total de todos estos manantiales se sitúa en torno a 0,5 hm<sup>3</sup>/año.

Por último, cabe destacar la existencia de otras descargas producidas a partir de los manantiales captados parcial o totalmente para abastecimiento urbano u otro uso; si bien no se conoce el volumen utilizado, se debe tener en cuenta que en este acuífero existen un total de 41 puntos captados de los 76 inventariados, no disponiéndose de datos específicos para estimar dicho volumen. Tan sólo se tienen datos proporcionados por Astuagua, S.A., sobre algunas de las captaciones ubicadas en este acuífero y captadas para abastecimiento; éstas son: la captación de Caldueño (1504.8.0003-Cueva del Molín) y la captación de Meré (1504.8.0022-Cueto Meré). Según los datos de Astuagua, S.A. para 1.996, la demanda media anual para el conjunto de estas captaciones supuso un volumen de agua de 0,34 hm<sup>3</sup>/año.

### **7.2.5.- Acuífero Costero de Llanes**

#### **Recarga**

La recarga se realiza fundamentalmente por infiltración directa del agua de lluvia. Además, se producen recargas por la infiltración de numerosos arroyos que nacen en las zonas elevadas situadas en una buena parte del borde sur del acuífero en los materiales cuarcíticos y se infiltra al llegar a las calizas.

Así mismo, aparecen una serie de manantiales de poca entidad, la mayoría de los cuales se sitúan bien en la línea de contacto entre las calizas y las cuarcitas, o próximas a ella, bien en los depósitos de piedemonte que cubren esta zona en una amplia banda. El volumen de recarga a través de estos manantiales asciende, según datos recogidos del inventario, a un valor próximo a 1,5-2 hm<sup>3</sup>/año.

Si bien es difícil de evaluar el volumen de agua de infiltración de los arroyos, es posible hacer una estimación de ello utilizando los valores de caudal de diversos manantiales, situados en las calizas, algunos cientos de metros por debajo de la zona de infiltración de los mismos, al sur de Llanes y en la zona de cabecera del Río Carrocedo, que debe constituir la resurgencia de las aguas infiltradas de los arroyos. Este volumen de recarga se estima en 1,1 hm<sup>3</sup>/año.

### Descargas

En el sector occidental los flujos de agua toman dirección predominante hacia el oeste, realizándose las descargas fundamentalmente por el Río de las Cabras. En la banda meridional las descargas se realizan a través de los manantiales 1504.8.0015 y 0019, así como fundamentalmente a través del Río de las Cabras, obteniéndose en base a los aforos realizados en éste un volumen de descarga (sobrante de las captaciones realizadas en ellos) de 3,3 hm<sup>3</sup>/año.

En las bandas intermedias el volumen de agua de descarga, tanto a través de manantiales, siendo el más importante el 1504.8.0021, como de modo directo al río, asciende a 1 hm<sup>3</sup>/año.

En cuanto a la banda septentrional los datos de aforo disponibles en el Río de las Cabras no permiten obtener datos fiables sobre las descargas, ya que sólo se ha podido aforar el manantial 1504.4.0005 con 8 L/s (0,25 hm<sup>3</sup>/año), si bien, por situarse a la cota más baja de todo este sector y estar en contacto directo con el aluvial del río, parece lógico pensar que las descargas ocultas a éste deben ser importantes.

En el sector central los flujos subterráneos deben tomar una dirección predominantemente norte. Las descargas principales tienen lugar a través de manantiales situados en la misma línea de costa o próximos a ella. Estos son, en la ría de Niembro, el manantial 1604.1.0008-Niembro (Cueva del Molín y resurgimiento del Río Calabrés), con un caudal estimado de 50 L/s, y el 1604.1.0001-Jonfría, con 8 L/s, ambos relacionados con importantes cavidades kársticas, con cursos activos de agua pertenecientes al denominado Karst de La Llera. Así mismo existen 3 surgencias más de escasa entidad, que descargan directamente a la Ría de Niembro aguas abajo de las anteriores. El volumen medio de agua descargado por el acuífero en esta zona asciende a 5 hm<sup>3</sup>/año. En la playa de Celorio, a través de diversos manantiales que afloran de forma difusa, el volumen de descarga estimado asciende a 3,2 hm<sup>3</sup>/año.

En Porrúa, el manantial 1604.5.0006 da origen al nacimiento del Arroyo Vallina, que en su desembocadura, aguas abajo del manantial 1604.1.0014, indica una descarga media del acuífero a través de estos manantiales de 0,9 hm<sup>3</sup>/año.

En el sur de Llanes, a lo largo de la falda de una sierra que constituye las estribaciones septentrionales de la Sierra del Cuera, aparecen, asociadas a un depósito de piedemonte y al contacto entre las formaciones de la Caliza de Montaña, numerosos manantiales, por lo general de escasa entidad, con caudales no superiores a los 15 L/s. Estos manantiales dan origen a arroyos que en su mayoría descargan en el Río Carrocedo (cuya cabecera está formada por

diversos arroyos que nacen en una banda de materiales cuarcíticos), o, tras un corto recorrido, se infiltran en el acuífero.

Los flujos en esta zona se dirigen bien hacia el norte, siendo el Río Carrocedo la principal zona de descarga conocida del acuífero, con un volumen de agua aforado en su desembocadura de 5,4 hm<sup>3</sup>/año, o bien hacia el este, cerca del manantial 1604.6.0016-El Cagalín (con un sobrante de 30 L/s), cuyas aguas, tras un corto recorrido, vuelven a infiltrarse resurgiendo, muy probablemente, en el manantial 1604.6.0034-Bocal del Río Purón, en Andrín, que constituye el principal punto de descarga en este sector, triplicando su caudal a 100 L/s (3,2 hm<sup>3</sup>/año), y que descarga directamente al Río Purón.

En el sector oriental, en la estrecha franja caliza que queda al este del Río Purón hasta las proximidades del Río Cabra, no existen surgencias importantes, por lo que las principales descargas deben llevarse a cabo directamente al mar de forma oculta.

Más hacia el este, el acuífero se convierte en una estrecha franja caliza pegada a la costa, siendo atravesada por los ríos Deva y Nansa en la misma zona de sus desembocaduras. En este sector tan sólo se han inventariado 2 manantiales cuyas aguas descargan directamente al mar, siendo los volúmenes de escasa entidad (del orden de 0,1 hm<sup>3</sup>/año). Al igual que en la anterior franja, las descargas deben realizarse directamente al mar de forma oculta. Las descargas por bombeos se realizan fundamentalmente en las zonas próximas a la costa, con un volumen que asciende según los datos del inventario a 0,4 hm<sup>3</sup>/año.

Por último, al igual que en el resto de los acuíferos, existen otras descargas producidas a partir de los manantiales captados parcial o totalmente para abastecimiento urbano u otro uso; si bien no se conoce el volumen utilizado, se debe tener en cuenta que en este acuífero existen un total de 36 puntos captados de los 79 inventariados, no disponiéndose de datos específicos para estimar dicho volumen. Tan sólo se tienen datos proporcionados por Astuagua, S.A., sobre algunas de las captaciones ubicadas en este acuífero y captadas para abastecimiento; éstas son: captación de Las Pisas (1604.5.0011), captación de Los 7 caños (1604.2.0002), captación de Cagalín o bombeo de La Somada (1604.6.0016), captación de Las Coradiellas (1604.6.0023), captaciones de Riego y Vidiago (1604.7.0004 y 0012) y captación del Arenal (1604.5.0007). Según los datos de Astuagua, S.A. para 1.996, la demanda media anual para el conjunto de captaciones supuso un volumen de agua de 0,6 hm<sup>3</sup>/año.

## **8.- BALANCE HÍDRICO**

### **8.1.- ESTUDIO DE LOS ACUÍFEROS CÁRSTICOS**

#### **1ª Fase. Identificación de los Sistemas Cársticos**

Constituye la etapa preliminar con el objetivo fundamental de establecer el funcionamiento a partir de los métodos más convencionales:

- Estudios geológicos y litológicos. Análisis litoestratigráfico.
- Estudios estructurales y geomorfológicos.
- Estudios climatológicos e hidrológicos.
- Estudios hidrogeológicos.

El resultado debe ser un balance coherente entre los flujos de entrada y salida del sistema y una geometría suficiente de los acuíferos, en especial de la zona saturada.

#### **2ª Fase. Caracterización**

Es una prolongación de la fase anterior, y su objetivo es establecer las características de la zona no saturada a partir del estudio de transferencias de masa. Debe incorporar métodos de análisis cuantitativos, entre los que los principales son los balances hidrogeoquímicos, las experiencias con trazadores y la geoquímica isotópica.

#### **3ª Fase. Validación**

Tiene por objetivo estudiar el comportamiento de la zona saturada frente a la influencia de una sollicitación artificial (bombeo) a fin de poner en evidencia la disponibilidad de agua en términos económicos convencionales.

Incluye la realización de ensayos de bombeo y, por tanto, pozos de preexplotación y análisis de calidad.

#### **4ª Fase. Evaluación**

Debe permitir conocer la respuesta del sistema en condiciones de explotación a fin de optimizar la gestión de los recursos. Debe apoyarse en modelos de simulación y establecer paralelamente las medidas de protección de la calidad necesarias.

Cada etapa constituye, de alguna manera, un estudio de factibilidad progresivo que condiciona la ejecución de la fase siguiente y permite repartir y optimizar los medios técnicos y, por tanto, económicos a emplear en este tipo de acuíferos.



El estudio de la unidad Llanes-Ribadesella se ha detenido en la 1ª Fase, ya que el gran volumen de recursos frente a una escasa demanda no justifica una inversión mayor. En esta línea no se han considerado convenientes las experiencias con trazadores por las razones que se exponen a continuación.

Las coloraciones simples sirven únicamente para verificar el paso de un trazador, en algunos casos a simple vista y en otros con ayuda de fluorocaptadores. Aportan una información parcial de la estructura del sistema, ya que únicamente ponen en evidencia una relación hidráulica entre dos puntos del sistema, generalmente entre unas pérdidas en simas y las emergencias. Adicionalmente ilustran sobre el tiempo de tránsito.

Los más generalmente utilizados son los fluorescentes, ya que presentan una baja toxicidad, un coste moderado y un umbral de detección muy bajo que permite que sean analizados en laboratorio por espectrofluorimetría comparando su fluorescencia con la de soluciones-escala previamente establecidas. El más empleado es la uranina, más comúnmente conocida como fluoresceína.

Otro tipo de trazadores, isotópicos o iónicos, se desaconsejan en esta zona, tanto por su mayor coste como por los riesgos de contaminación en unos acuíferos cuyo destino principal es el abastecimiento urbano.

La interpretación de los resultados de un trazado se basa en la distribución del tiempo de tránsito del trazador, suponiendo como hipótesis básica que es idéntico al tiempo de tránsito del agua marcada y que la inyección ha sido instantánea.

La información es distinta según la posición del punto de inyección en relación al sistema kárstico y generalmente engloba el tránsito, tanto por la zona no saturada como por la zona saturada, lo que dificulta la interpretación.

Los datos necesarios para una correcta interpretación cuantitativa deben ser como mínimo los siguientes:

- Curva de restitución del trazador.
- Curva de caudales-tiempos en los puntos de restitución.
- Distancia más probable entre los puntos de inyección y restitución.

No hace falta reseñar que la obtención de todos estos datos encarece extraordinariamente la experiencia, lo cual unido a las indefiniciones geométricas del sistema y que, en todo caso, los resultados obtenidos son sólo representativos de un tiempo y un lugar, hacen que las experiencias con trazadores se recomienden principalmente sólo para la definición de perímetros de protección de captaciones de abastecimiento urbano.

## 8.2.- BALANCE HÍDRICO DE LOS ACUÍFEROS

El balance hídrico de cada uno de los acuíferos que constituyen la Unidad Hidrogeológica 01.16 Llanes-Ribadesella, obtenido a partir de una serie de parámetros que no se conocen suficientemente, como son el régimen de extracciones, las salidas subterráneas a

los cauces, la infiltración eficaz en el acuífero, la variación de las reservas, etc., sólo puede establecerse con un cierto grado de aproximación.

A partir del estudio hidroclimático realizado para este proyecto se han elaborado unos mapas de isóneas para la lluvia útil. Tal y como se comenta en el estudio hidroclimático, la escasez de las estaciones climatológicas en la zona de estudio, principalmente en las zonas de sierra, obligaron a seleccionar algunas de ellas fuera del área de estudio, si bien en ningún caso se pudieron obtener estaciones a cotas altas, por lo que no pueden considerarse representativas del régimen hidroclimático de estas zonas de sierra.

Por ello, y a partir tanto de los módulos pluviométricos de las estaciones seleccionadas como de los módulos de la lluvia útil, se realizó una relación entre la altitud de éstas y su módulo anual. De dichas relaciones se han obtenido las líneas de tendencia, cuyas ecuaciones lineales han servido para la realización de los mapas de isóneas; si bien los coeficientes de correlación resultantes no han sido muy altos ( $R=0,65$ ), las isóneas parecen ser más fiables que si se realizan, tan solo, con los datos de las estaciones seleccionadas.

De esta forma, y a partir de otros datos obtenidos a lo largo de este proyecto se han realizado los balances hídricos para cada uno de los acuíferos definidos dentro de la Unidad Hidrogeológica Llanes-Ribadesella. A continuación se muestran en cuadros-resúmenes los datos resultantes aproximados de entradas y salidas de cada acuífero, tanto para cada subzona definida como de forma global.

### 8.2.1.- Acuífero del Suevo. (Superficie permeable = 31,4 km<sup>2</sup>)

La elaboración del balance en el Acuífero de la Sierra del Suevo se ha realizado por separado para cada una de las bandas definidas en el mismo, banda noroccidental, banda principal y banda meridional, debido principalmente a las diferencias en cuanto a la lluvia útil existentes en cada una de las bandas. A continuación se muestra los valores medios obtenidos de las isóneas de lluvia útil del mapa realizado para el estudio hidroclimático de este proyecto. Los valores de infiltración eficaz reflejados suponen un 60% de la lluvia útil, valor adoptado en base a las características hidráulicas y geomorfológicas de este tipo de terrenos.

	ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO		
	Banda Noroccidental	Banda Principal	Banda Meridional
Lluvia útil (mm)	750	800	600
Infiltración eficaz (mm)	450	480	360

Las entradas por infiltración de ríos y arroyos, así como las salidas directas a ríos, arroyos y manantiales se obtienen a partir de los aforos realizados en este estudio. Los datos de bombeos se han obtenido del inventario de puntos de agua realizado para este proyecto. Por último, las salidas ocultas a los ríos y el mar se han obtenido por diferencia entre las entradas y las salidas.

A partir de todos los datos el balance hídrico para el Acuífero de la Sierra del Sueve se resume en el cuadro nº 15.

CUADRO Nº 15

## BALANCE DEL ACUIFERO DEL SUEVE

	ACUÍFERO	CONCEPTO	VOLUMEN PARCIAL (hm <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (hm <sup>3</sup> )
ENTRADAS	Banda Noroccidental (1,26 km <sup>2</sup> )	Infiltración de lluvia	0,56	0,56
	Banda Principal (26,54 km <sup>2</sup> )	Infiltración de lluvia	12,7	15,05
		Infiltrac. ríos y ayos.	2,35	
	Banda Meridional (3,6 km <sup>2</sup> )	Infiltración de lluvia	1,30	2,15
		Infiltrac. ríos y ayos.	0,85	
TOTAL ENTRADAS				17,76
SALIDAS	Banda Noroccidental (1,26 km <sup>2</sup> )	Directa a ríos	0,56	0,56
	Banda Principal (26,54 km <sup>2</sup> )	Directos a ríos, ayos. y manantiales	3,86	15,05
		Ocultos a ríos y mar	11,19	
	Banda Meridional (3,6 km <sup>2</sup> )	Directos a ríos, ayos. y manantiales	0,30	2,15
		Bombeos	0,60	
		Ocultos a ríos y mar	1,25	
	TOTAL SALIDAS			

### 8.2.2.- Acuífero Costero de Ribadesella. (Superficie permeable = 54,47 km<sup>2</sup>)

Al igual que en el Acuífero de la Sierra del Sueve, la elaboración del balance se ha realizado por separado para cada una de las bandas definidas en el mismo, banda septentrional y banda meridional. A continuación se muestran los datos extraídos a partir de las isolíneas de lluvia útil del mapa realizado para el estudio hidroclimático de este proyecto. Los valores de infiltración eficaz reflejados suponen, al igual que en el caso anterior, un 60% de la lluvia útil.

	ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO	
	Banda Septentrional	Banda Meridional
Lluvia útil (mm)	550	650
Infiltración eficaz (mm)	330	390

Las entradas por infiltración de ríos y arroyos, así como las salidas directas a ríos, arroyos y manantiales se obtienen a partir de los aforos realizados en este estudio. Las salidas por captación de manantiales han sido obtenidas a través de la empresa ASTURAGUA, S.A. encargada del abastecimiento en los términos municipales de Llanes y Ribadesella. Dichos valores reflejan el volumen captado, durante 1.996, en algunos de los manantiales más

importantes, aunque no de todos ellos, por lo que el valor real de los volúmenes captados será superior al reflejado en los cuadros. Por último, las salidas ocultas a ríos y mar se han obtenido por diferencia entre las entradas y las salidas.

A partir de estos datos el balance hídrico para el Acuífero Costero de Ribadesella se resume en el cuadro nº 16.

**CUADRO Nº 16  
BALANCE DEL ACUIFERO COSTERO DE RIBADESELLA**

	ACUÍFERO	CONCEPTO	VOLUMEN PARCIAL (hm <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (hm <sup>3</sup> )
<b>ENTRADAS</b>	Banda Septentrional (27,16 km <sup>2</sup> )	Infiltración de lluvia	10,60	11,30
		Infiltrac.ríos y ayos	0,70	
	Banda Meridional (30,31 km <sup>2</sup> )	Infiltración de lluvia	11,80	12,10
		Infiltrac.ríos y ayos	0,30	
<b>TOTAL ENTRADAS</b>				<b>23,40</b>
<b>SALIDAS</b>	Banda Septentrional (27,16 km <sup>2</sup> )	Directas a ríos, arroyos y manantiales	5,30	11,30
		Ocultas a ríos y mar	5,25	
		Captación manantiales	>0,75	
	Banda Meridional (30,31 km <sup>2</sup> )	Directas a ríos, arroyos y manantiales	6,50	12,10
		Ocultas a ríos y mar	4,85	
		Captación manantiales	>0,75	
<b>TOTAL SALIDAS</b>				<b>23,40</b>

### 8.2.3.- Acuífero del Mofrechu. (Superficie permeable = 34,9 km<sup>2</sup>)

La elaboración del balance en el Acuífero del Mofrechu se ha realizado para el acuífero completo. Al igual que en los acuíferos anteriores, se muestran los datos obtenidos a partir de las isolíneas de lluvia útil del mapa realizado para el estudio hidroclimático de este proyecto. Los valores de infiltración eficaz reflejados suponen un 40% de la lluvia útil. Dicho valor se adopta con el fin de aproximarse al valor de infiltración eficaz (36,9 %) que da el Plan Hidrológico para la subcuenca 122-H, que coincide con gran parte de este acuífero, si bien ésta engloba además materiales permeables de los acuíferos Costero de Ribadesella y Sierra del Cuera.

ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO	
Lluvia útil (mm)	650
Infiltración eficaz (mm)	260

Las entradas por infiltración de ríos y arroyos así como las salidas directas a ríos, arroyos y manantiales se obtienen a partir de los aforos realizados en este estudio. Las salidas por captación de manantiales han sido obtenidas a través de la empresa ASTURAGUA, S.A.

encargada del abastecimiento en los términos municipales de Llanes y Ribadesella. Dichos valores reflejan el volumen captado, durante 1.996, en algunos de los manantiales más importantes, aunque no de todos ellos, por lo que el valor real de los volúmenes captados será siempre superior al reflejado en los cuadros. Por último, las salidas ocultas a los ríos y el mar, se han obtenido por diferencia entre las entradas y las salidas.

A partir de estos datos el balance hídrico para el Acuífero del Mofrechu se resume en el cuadro nº 17.

**CUADRO Nº 17**  
**BALANCE DEL ACUIFERO DE MOFRECHU**

	CONCEPTO	VOLUMEN PARCIAL (hm <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (hm <sup>3</sup> )
ENTRADAS	Infiltración de lluvia	9,07	10,52
	Infiltrac. ríos y arroyos	1,45	
	TOTAL ENTRADAS		10,52
SALIDAS	Directas a ríos y manantiales	7,70	10,52
	Captación de manantiales	0,19	
	Ocultas a ríos	2,63	
	TOTAL SALIDAS		10,52

#### 8.2.4.- Acuífero de la Sierra del Cuera. (Superficie permeable = 118,44 km<sup>2</sup>)

Al igual que en el de Mofrechu, la elaboración del balance en este acuífero se ha realizado para el acuífero completo, ya que, aunque se trata de un acuífero muy extenso en el que se han definido varias bandas, éstas suelen ser pequeñas estribaciones laterales de escasa entidad. A continuación se muestran los datos obtenidos a partir de las isolíneas de lluvia útil del mapa realizado para el estudio hidroclimático de este proyecto.

Los valores de infiltración eficaz reflejados suponen un 70% de la lluvia útil, valor adoptado tanto por la existencia de un karst más desarrollado que en el resto de los acuíferos, lo que favorece la infiltración, como por la existencia de zonas endorreicas, en los que se supone que la infiltración es prácticamente del 100%.

	ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO
Lluvia útil (mm)	800
Infiltración eficaz (mm)	560

Las entradas por infiltración de ríos y arroyos así como las salidas directas a ríos, arroyos y manantiales se obtienen a partir de los aforos realizados en este estudio. Las salidas por captación de manantiales han sido obtenidas a través de la empresa ASTURAGUA, S.A. encargada del abastecimiento en los términos municipales de Llanes y Ribadesella. Dichos

valores reflejan el volumen captado, durante 1996, en algunos de los manantiales más importantes, si bien no de todos ellos, por lo que el valor real de los volúmenes captados será siempre superior al reflejado en los cuadros. Los valores obtenidos por diferencia entre las entradas y las salidas indican la existencia de una conexión oculta con los acuíferos con los que limita por el norte, es decir, con el Acuífero Costero de Llanes, en una extensión muy pequeña, y con el Acuífero de Colombres, en una amplia extensión. A partir de las valoraciones realizadas en el funcionamiento hidráulico, así como del mapa de flujos, se supone que éste acuífero presenta conexión hidráulica con ambos, cediéndoles un volumen de agua que, a falta de otros datos, se ha supuesto proporcional, aproximadamente, a la extensión en contacto.

A partir de todos estos datos el balance hídrico para el Acuífero de la Sierra del Cuera se resume en el cuadro nº 18.

**CUADRO Nº 18**  
**BALANCE DEL ACUIFERO DE LA SIERRA DEL CUERA**

	CONCEPTO	VOLUMEN PARCIAL (hm <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (hm <sup>3</sup> )
<b>ENTRADAS</b>	Infiltración de lluvia	66,35	66,35
	<b>TOTAL ENTRADAS</b>		<b>66,35</b>
<b>SALIDAS</b>	Directas a ríos y manantiales	33,00	66,35
	Captación de manantiales	0,34	
	Conexión Ac. Llanes	1,50	
	Conexión Ac. Colombres	31,51	
	<b>TOTAL SALIDAS</b>		<b>66,35</b>

#### 8.2.5.- Acuífero Costero de Llanes. (Superficie permeable = 78,61 km<sup>2</sup>)

La elaboración del balance en este acuífero se ha realizado para el acuífero completo. Al igual que en todos los acuíferos anteriores, se muestran los datos obtenidos a partir de las isohietas de lluvia útil del mapa realizado para el estudio hidroclimático de este proyecto. Los valores de infiltración eficaz reflejados suponen un 60% de la lluvia útil, al igual que la adoptada en el resto de los acuíferos costeros.

	ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO
Lluvia útil (mm)	650
Infiltración eficaz (mm)	390

Las entradas por infiltración de ríos y arroyos así como las salidas directas a ríos, arroyos y manantiales se obtienen a partir de los aforos realizados en este estudio. Los datos de bombes se han obtenido del inventario de puntos de agua realizado para este proyecto. Las salidas por captación de manantiales han sido obtenidas a través de la empresa ASTURAGUA, S.A. encargada del abastecimiento en los términos municipales de Llanes y Ribadesella. Dichos valores reflejan el volumen captado, durante 1996, en algunos de los manantiales más importantes, si bien no de todos ellos, por lo que el valor real de los volúmenes captados será siempre superior al reflejado en los cuadros. El volumen de agua cedido por el acuífero de la Sierra del Cuera al Costero de Llanes se ha obtenido a partir del balance hídrico de aquél. Por último, la diferencia existente entre las entradas y las salidas refleja la existencia de importantes descargas ocultas al mar.

A partir de estos datos el balance hídrico para el Acuífero Costero de Llanes resulta de la siguiente forma:

**CUADRO Nº 19**  
**BALANCE DEL AGUIFERO COSTERO DE LLANES**

	CONCEPTO	VOLUMEN PARCIAL (hm <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (hm <sup>3</sup> )
<b>ENTRADAS</b>	Infiltración de lluvia	30,65	35,25
	Infiltración de arroyos	3,10	
	Conexión Ac. Cuera	1,50	
	<b>TOTAL ENTRADAS</b>		<b>35,25</b>
<b>SALIDAS</b>	Directas a ríos y manantiales	22,53	35,25
	Bombes	0,40	
	Captación de manantiales	0,60	
	Ocultas a ríos y mar	11,72	
	<b>TOTAL SALIDAS</b>		<b>35,25</b>

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

A partir de la suma de los datos del balance de cada uno de los acuíferos se ha obtenido el balance hídrico para la Unidad Hidrogeológica 01.16 Llanes-Ribadesella (Cuadro nº 20).

Del cuadro resumen se deduce que prácticamente la totalidad de las entradas se realizan por infiltración del agua de lluvia, siendo insignificantes las procedentes de ríos y arroyos.

Las descargas se realizan, fundamentalmente, de modo directo a ríos, arroyos y manantiales, siendo también relevantes las que tienen lugar de modo oculto a los ríos y, principalmente, al mar (en torno al 24% de los recursos), así como la conexión con otras unidades, mientras que las salidas por bombeos y captación de manantiales para abastecimiento son irrelevantes (en torno al 2% de los recursos).

**CUADRO N° 20  
BALANCE DE LA U.H. LLANES-RIBADESELLA**

	CONCEPTOS	VOLUMEN PARCIAL (hm <sup>3</sup> )	VOLUMEN TOTAL (hm <sup>3</sup> )
<b>ENTRADAS</b>	Infiltración de lluvia	143,03	153,28
	Infiltrac. ríos y arroyos	8,75	
	Conexión con acuíferos dentro de la U.H.	1,50	
<b>SALIDAS</b>	Directas a ríos, arroyos y manantiales	79,75	153,28
	Bombeos	1,00	
	Captación de manantiales	2,63	
	Ocultas a ríos y mar	36,39	
	Conexión con acuíferos dentro de la U.H.	1,50	
	Conexión con otras unidades hidrogeológicas	32,01	

Se trata, por tanto, de una unidad hidrogeológica con importantes recursos hídricos que prácticamente se encuentra inexplorada. Como ya se comenta en el informe de usos y extracciones, tan solo en verano algunas poblaciones son deficitarias debido al considerable aumento de la población, demandas que pueden ser satisfechas bien mediante la regulación y acondicionamiento de los manantiales como con la construcción de pozos, principalmente en los acuíferos costeros, ya que en los acuíferos que constituyen las sierras del Suevo, del Cuera y Mofrechu el gran desarrollo kárstico que presentan, unido a la fuerte orografía, hacen que con la construcción de ese tipo de obras no siempre se obtengan la rentabilidad ni los resultados deseados.

En el cuadro n° 21 se muestran de forma resumida los recursos subterráneos para toda la Unidad Hidrogeológica, a partir de los resultados obtenidos en cada uno de los acuíferos que la componen.



Los recursos unitarios medios obtenidos para esta Unidad Hidrogeológica (0,48  $\text{hm}^3/\text{km}^2/\text{año}$ ), suponen un volumen muy inferior al recogido en el estudio de *Delimitación de Unidades Hidrogeológicas de la España Peninsular e Islas Baleares (D.G.O.H., 1.988)* para esta misma unidad (0,76  $\text{hm}^3/\text{km}^2/\text{año}$ ), ya que los valores en cuanto a la superficie permeable (242  $\text{km}^2$ ), así como los recursos (184  $\text{hm}^3/\text{año}$ ) dados en dicho informe, difieren mucho de los obtenidos en este estudio. Sin embargo, sí que coinciden en cuanto a los recursos unitarios medios dados para toda la cuenca Norte II (0,48  $\text{hm}^3/\text{km}^2/\text{año}$ ).

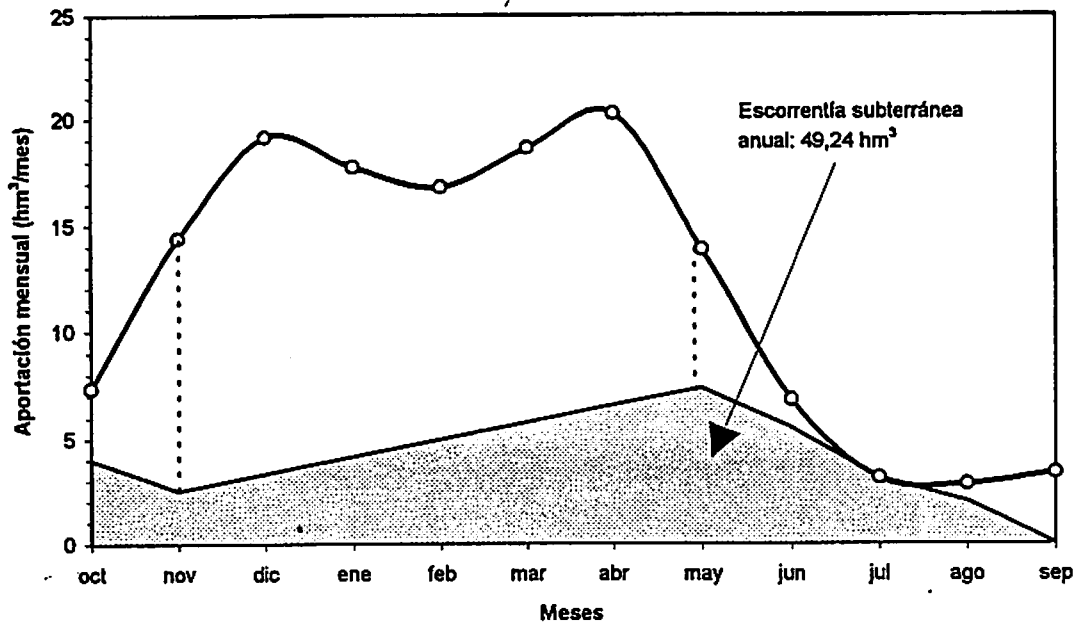
**CUADRO Nº 21**  
**RECURSOS HIDRICOS SUBTERRÁNEOS**

ACUÍFERO	SUPERFICIE PERMEABLE ( $\text{km}^2$ )	RECURSOS SUBTERRÁNEOS ( $\text{hm}^3/\text{año}$ )	RECURSOS UNITARIOS ( $\text{hm}^3/\text{km}^2/\text{año}$ )
Sierra del Suevo	31,40	17,76	0,56
Costero de Ribadesella	54,47	23,40	0,43
Mofrechu	34,90	10,52	0,30
Sierra del Cuera	118,44	66,35	0,56
Costero de Llanes	78,61	35,25	0,45
<b>UNIDAD HIDROGEOLÓGICA</b>	<b>317,82</b>	<b>153,28</b>	<b>0,48</b>

**ANEXO N° 1**  
**GRÁFICOS DE DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS**

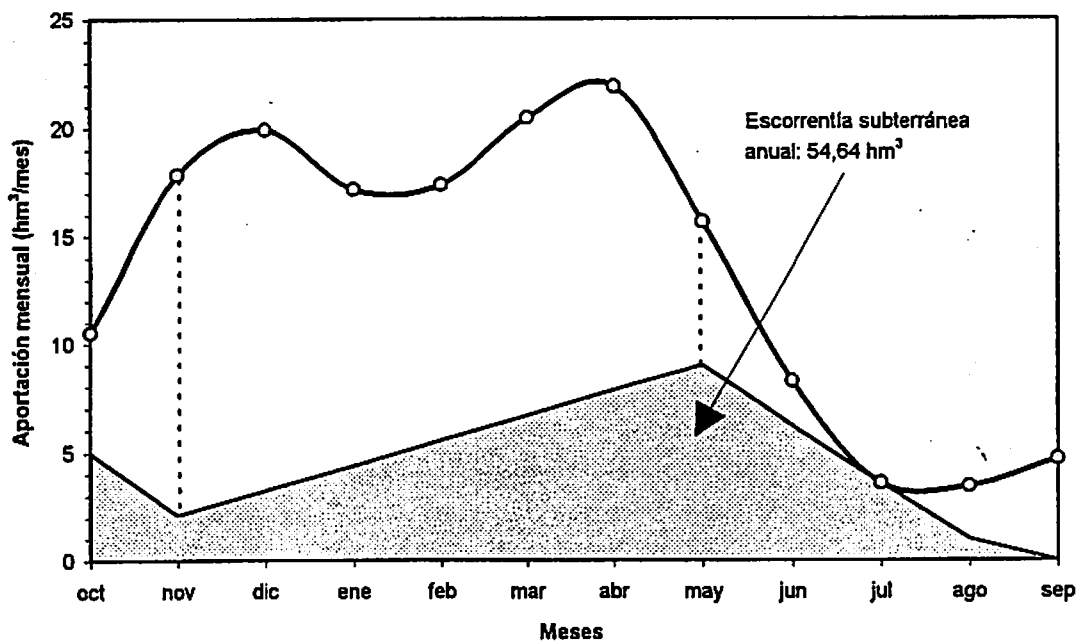
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Estación 120-02 Deva en Potes



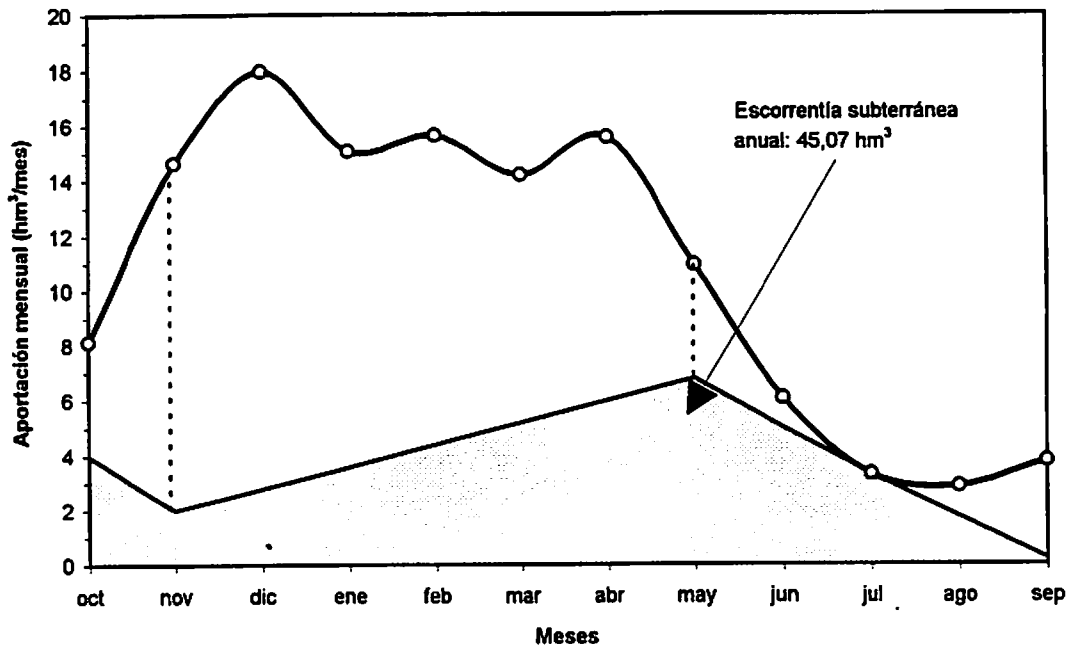
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Estación 120-03 Río Quivisa



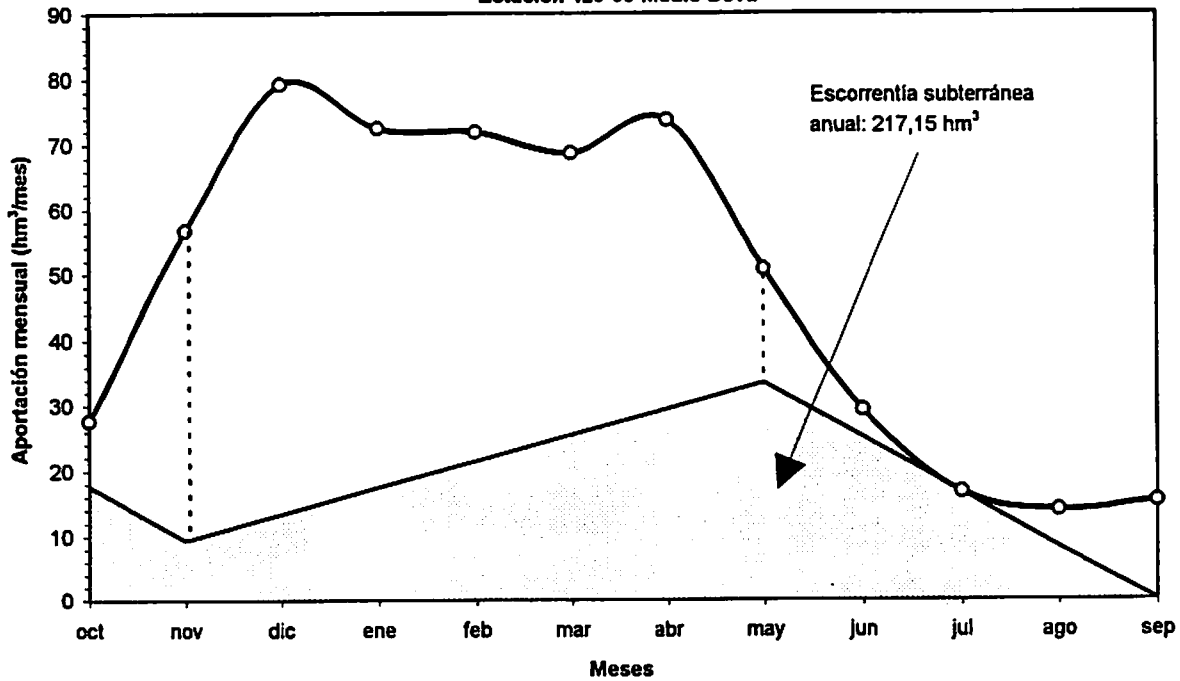
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Estación 120-04 Río Hurón



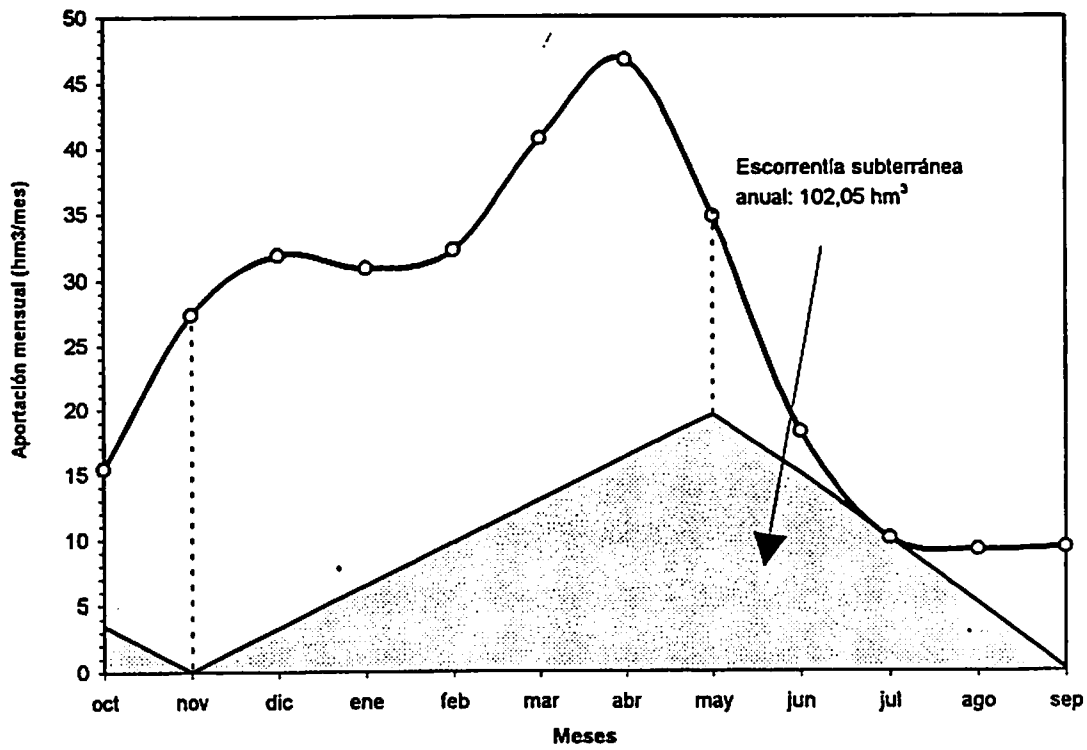
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Estación 120-05 Medio Deva



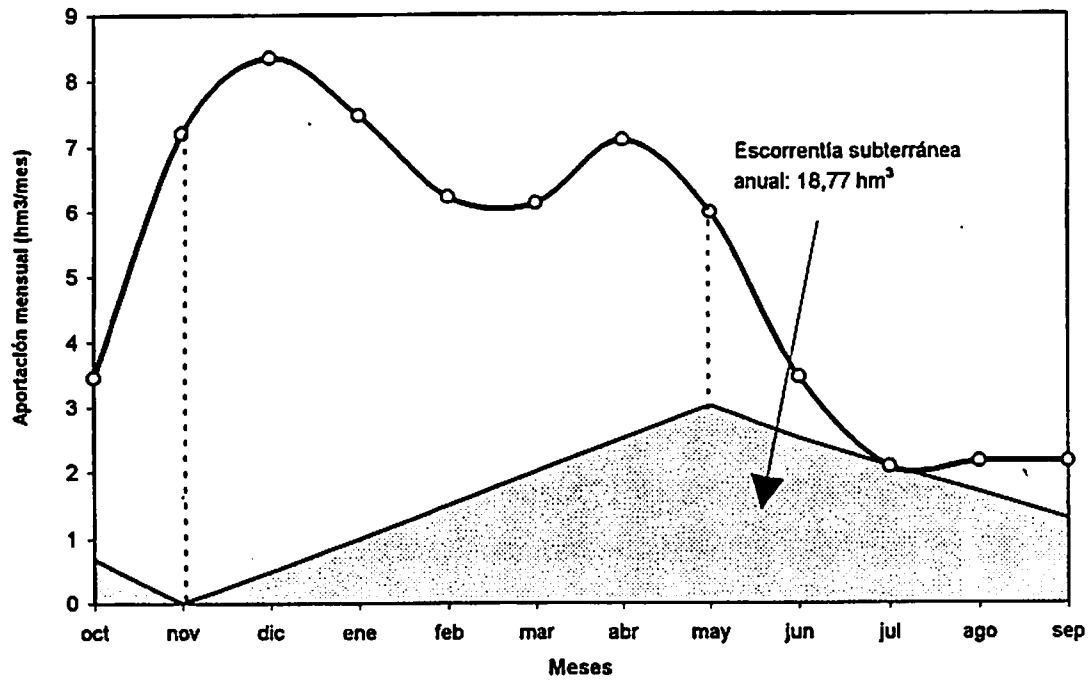
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Estación 120-07 Alto Cares



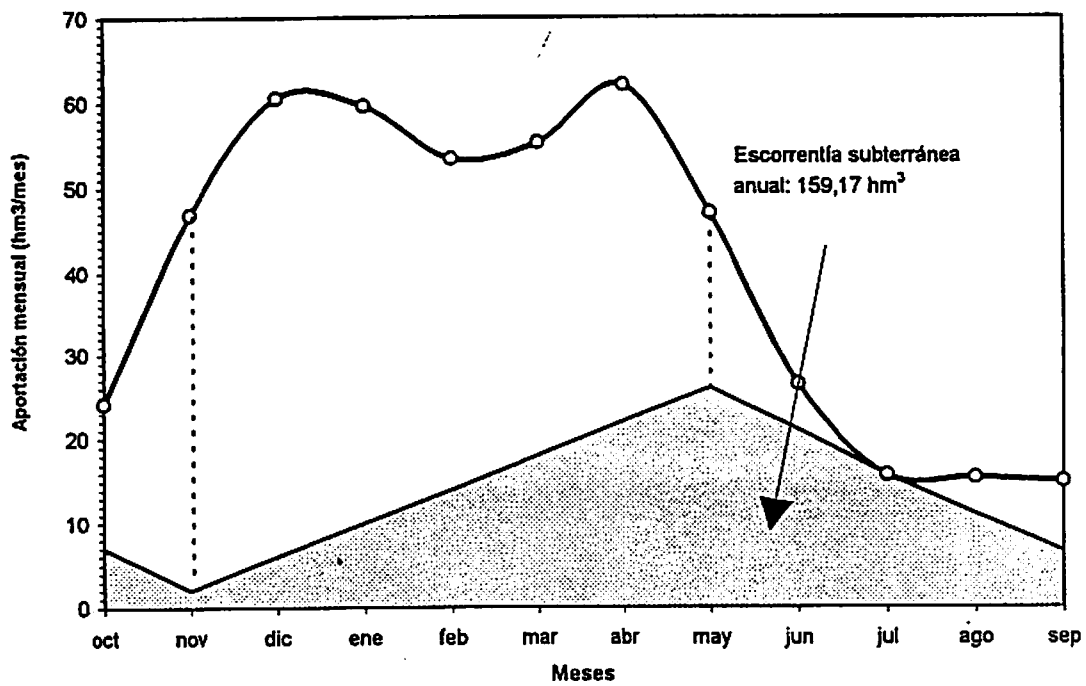
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Estación 120-08 Alto Casaño



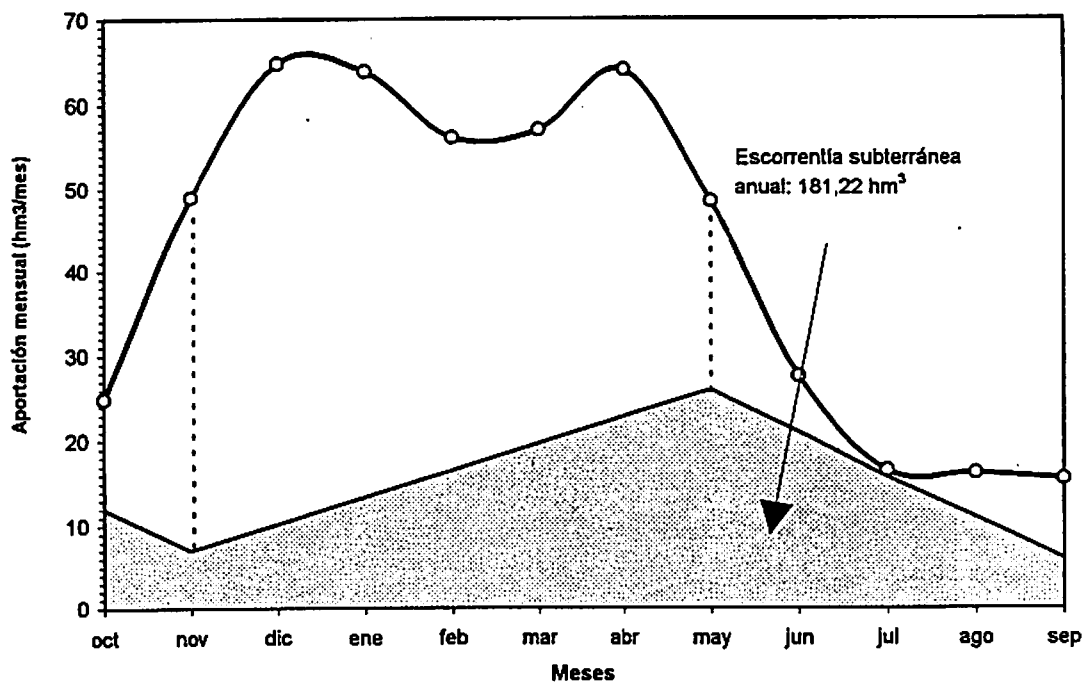
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Estación 120-09 Cares en E-276



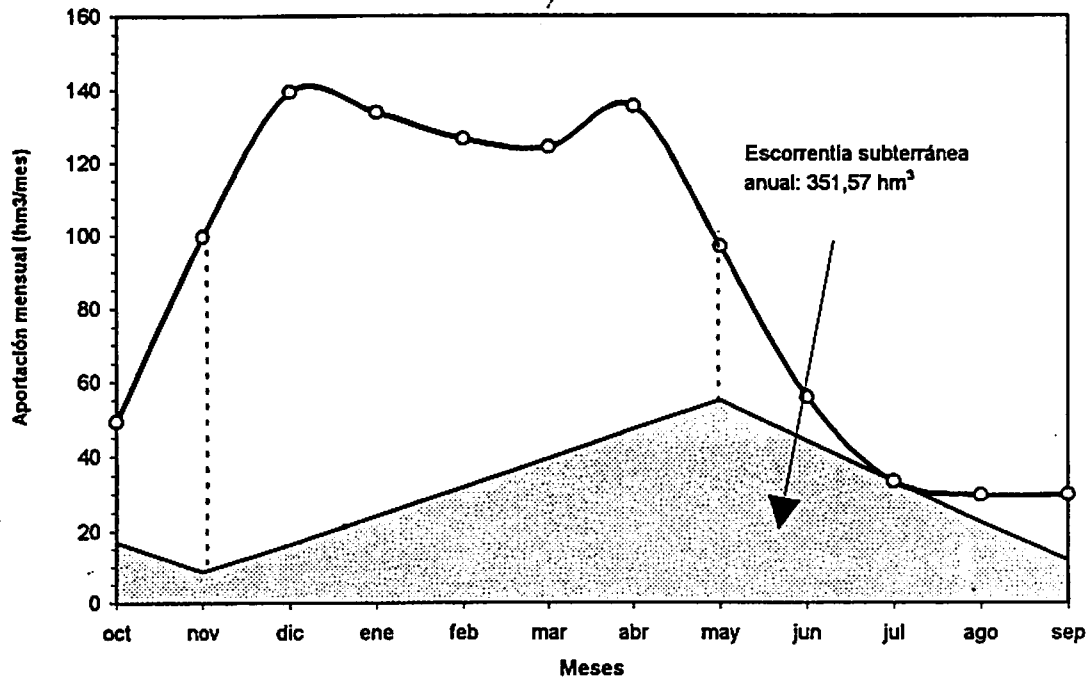
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Estación 120-10 Bajo Cares entre E-276 y Deva

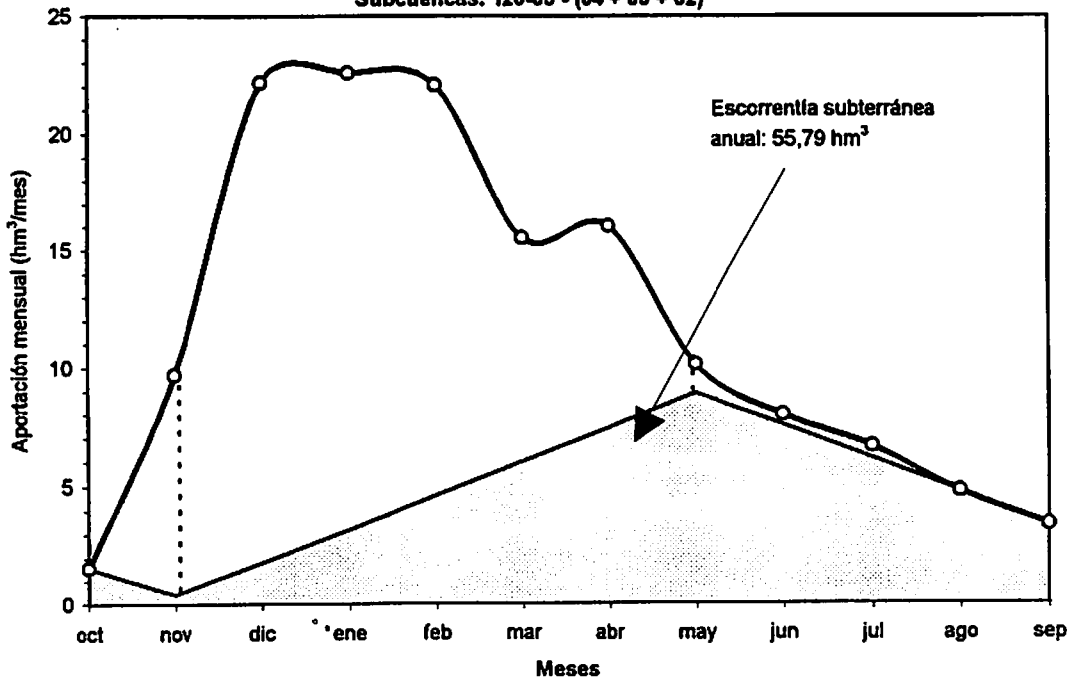


### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

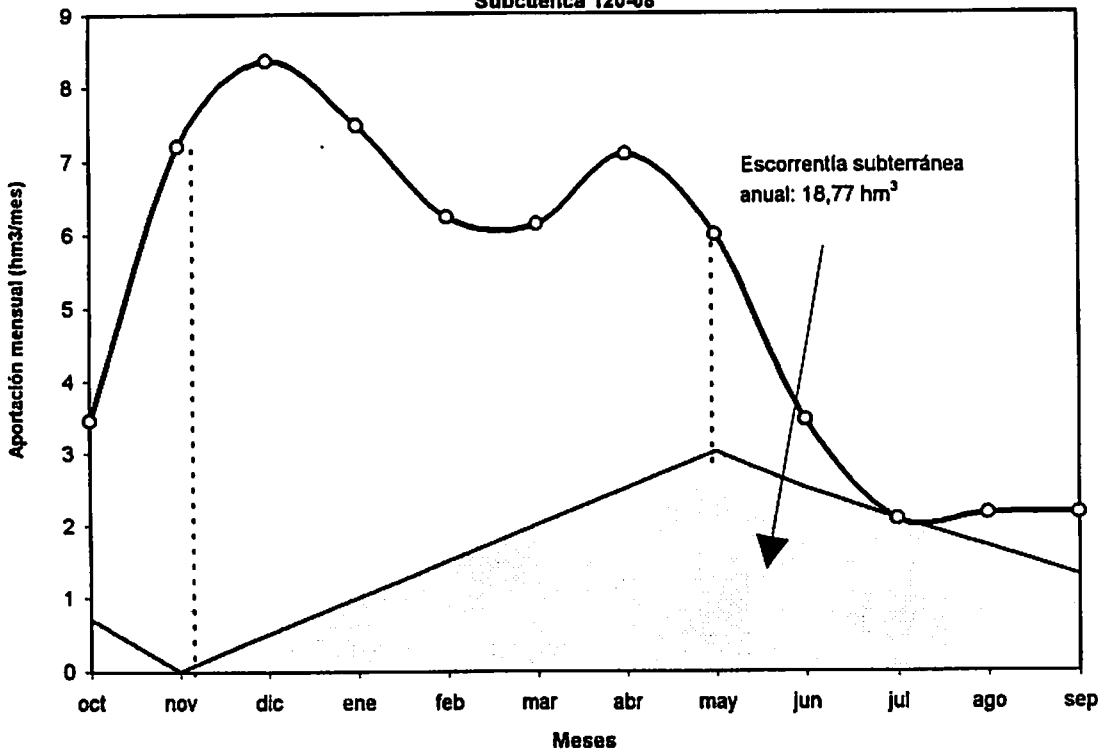
Estación 120-11 Desembocadura Deva



**DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS**  
**Cuenca 120 A: MEDIO DEVA (hasta E-268 menos cabecera)**  
**Subcuencas: 120-05 - (04 + 03 + 02)**



**DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS**  
**Cuenca 120 B: ALTO CASAÑO**  
**Subcuenca 120-08**

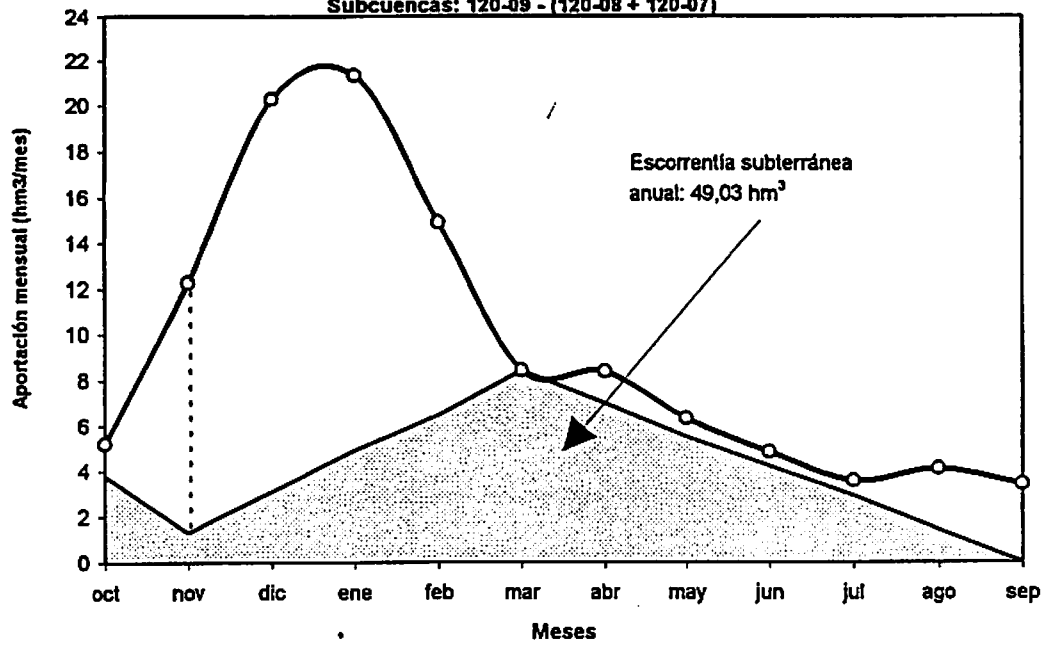




### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 120 C: CARES en E-276 menos cabecera

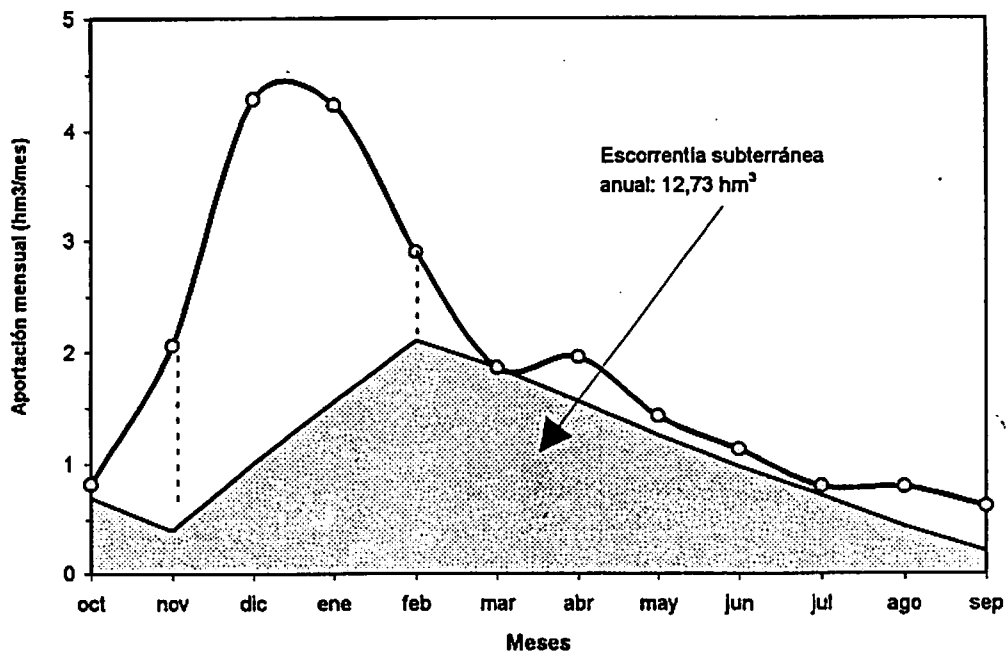
Subcuencas: 120-09 - (120-08 + 120-07)



### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

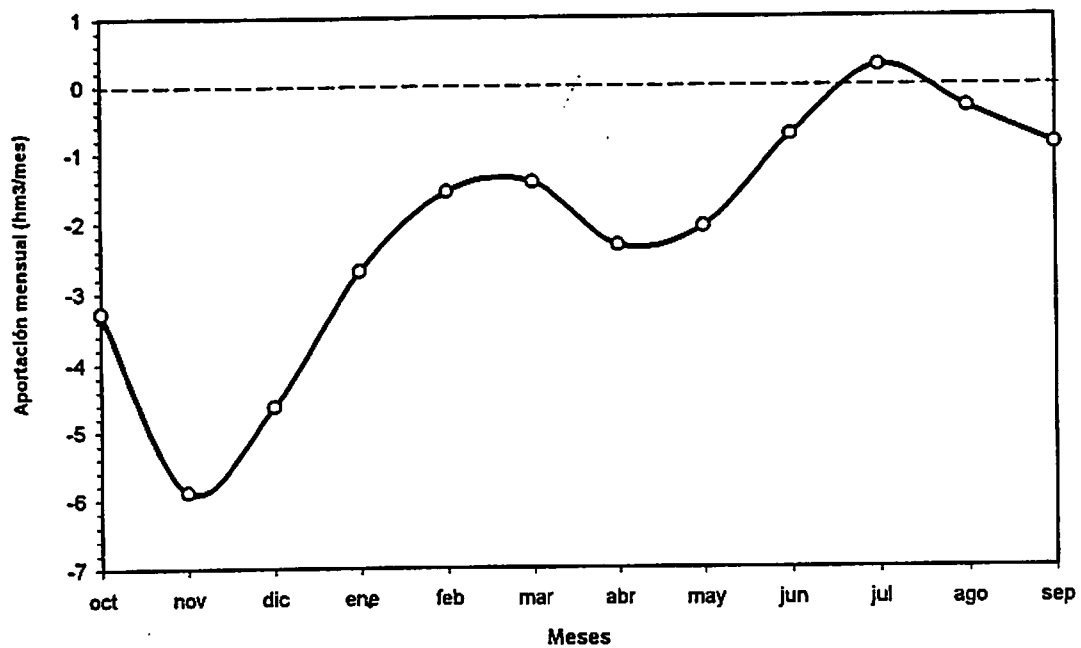
Cuenca 120 D: BAJO CARES (entre Deva y E-276)

Subcuencas: (120-10) - (120-09)



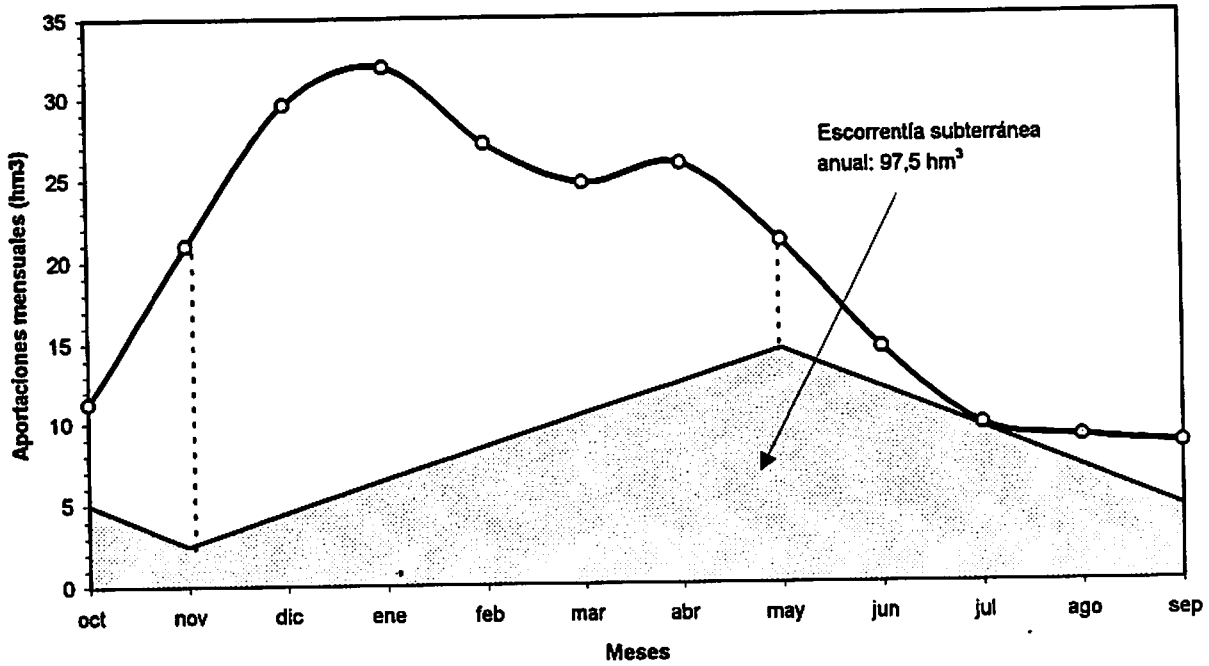
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

—○— Cuenca 120 E: BAJO DEVA entre Cares y el mar  
Subcuencas: 120-11 - (10 + 05)



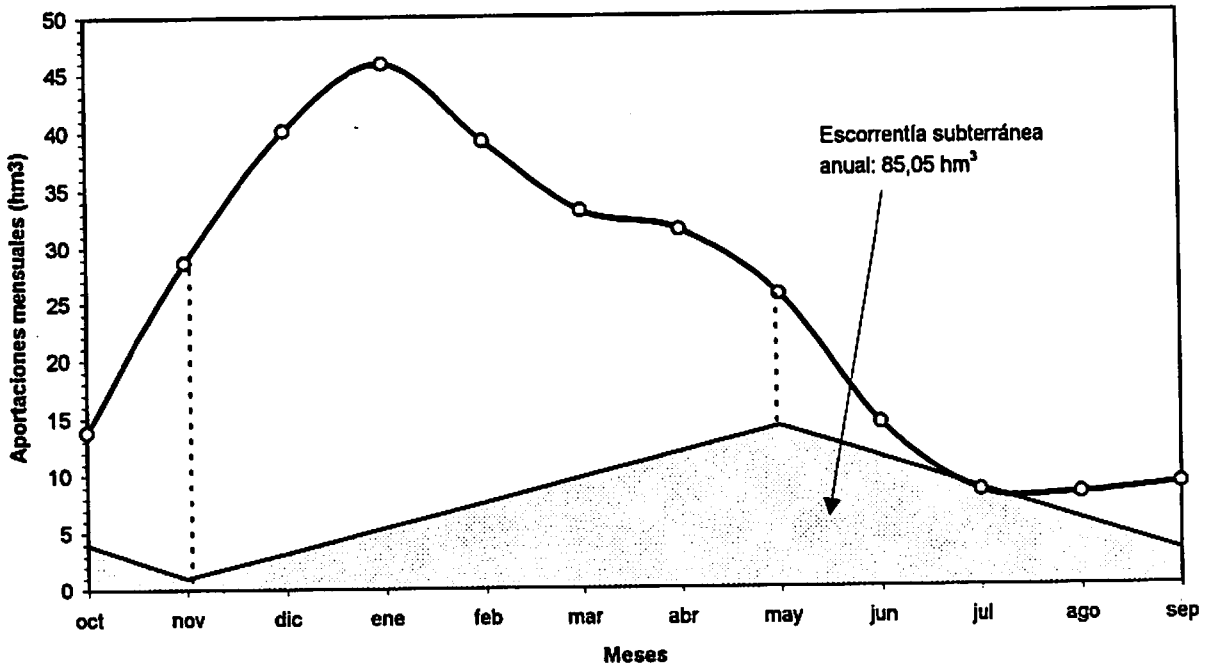
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Cuenca 120100



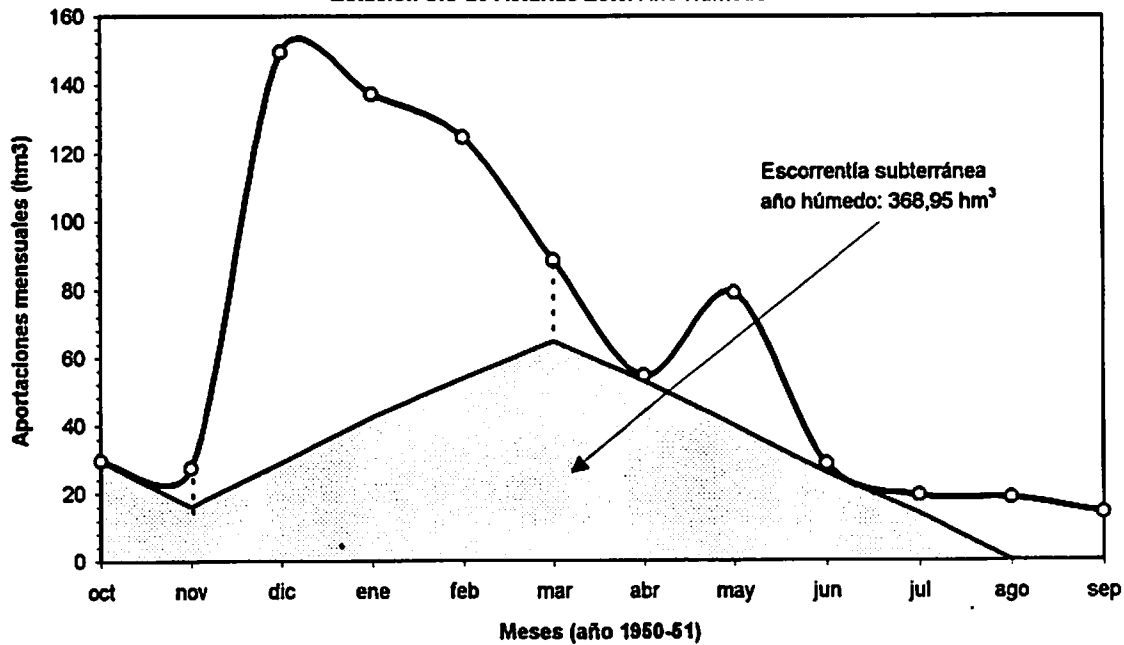
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Cuenca 122100



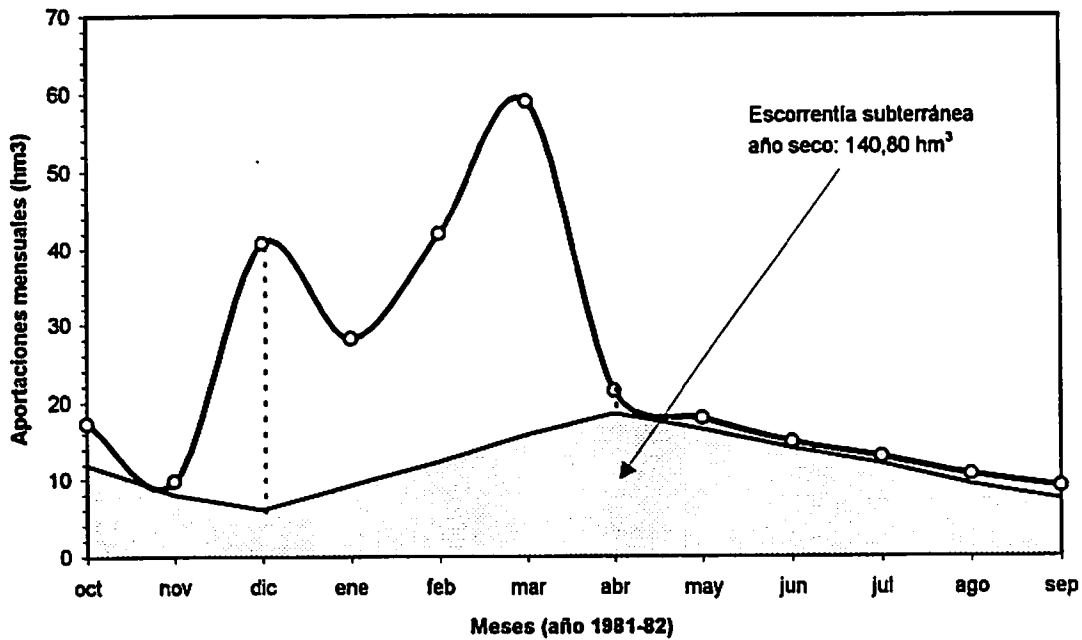
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMA

Estación SIS-26 Asturias Este. Año Húmedo

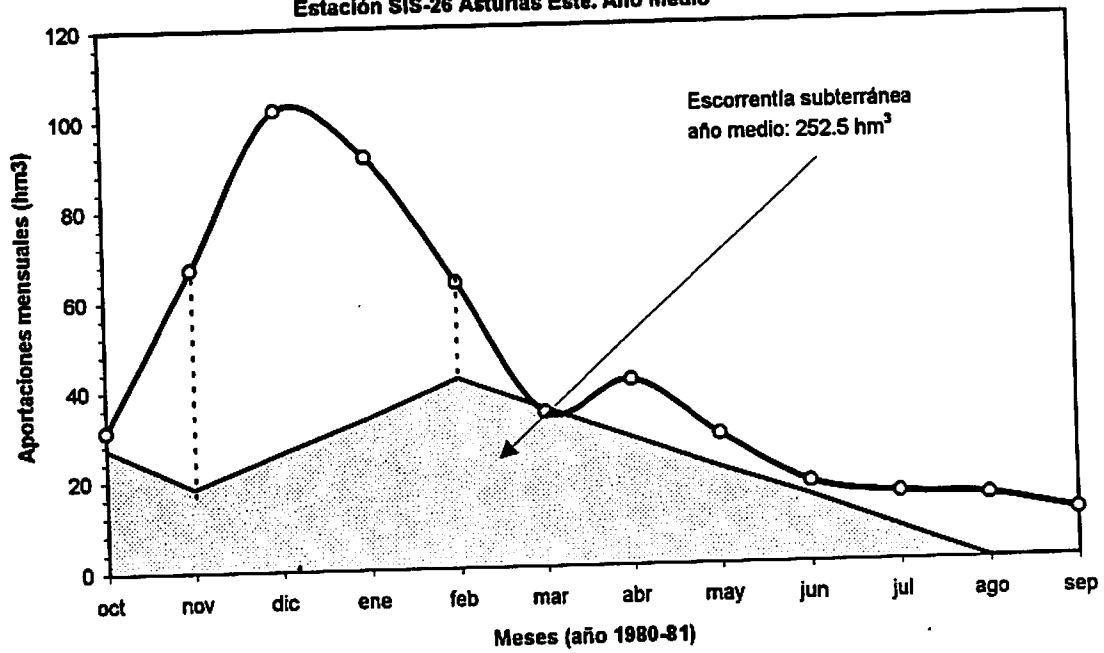


### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMA

Estación SIS-26 Asturias Este. Año Seco

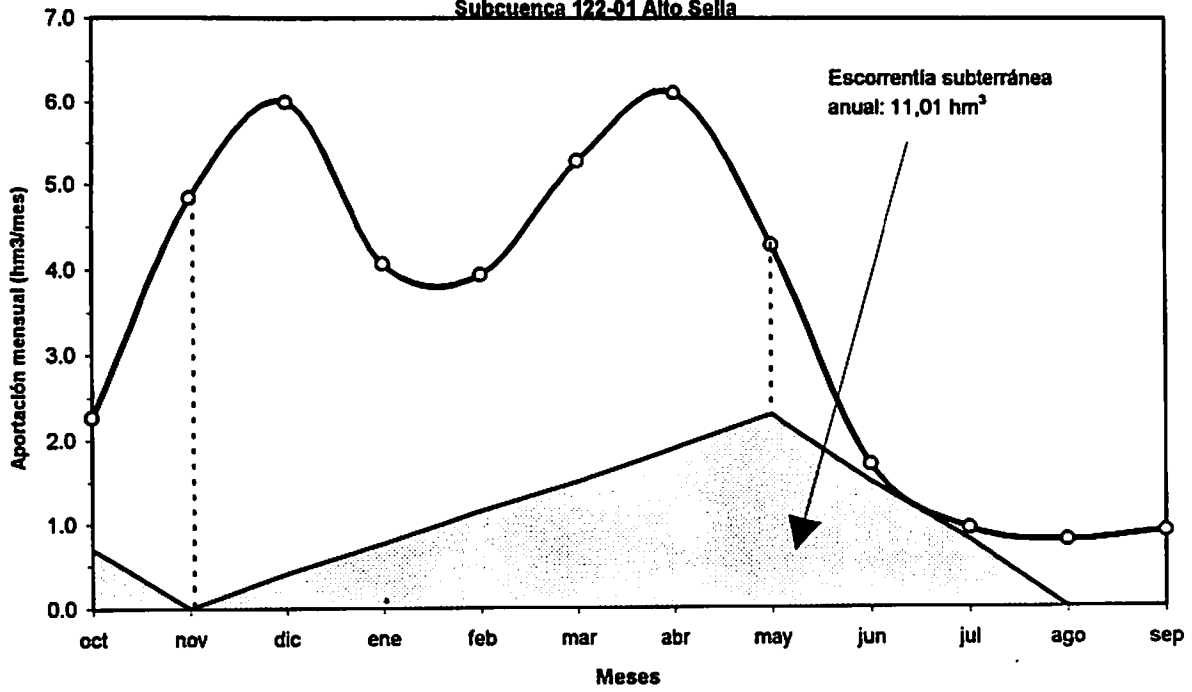


**DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMA**  
Estación SIS-26 Asturias Este. Año Medio



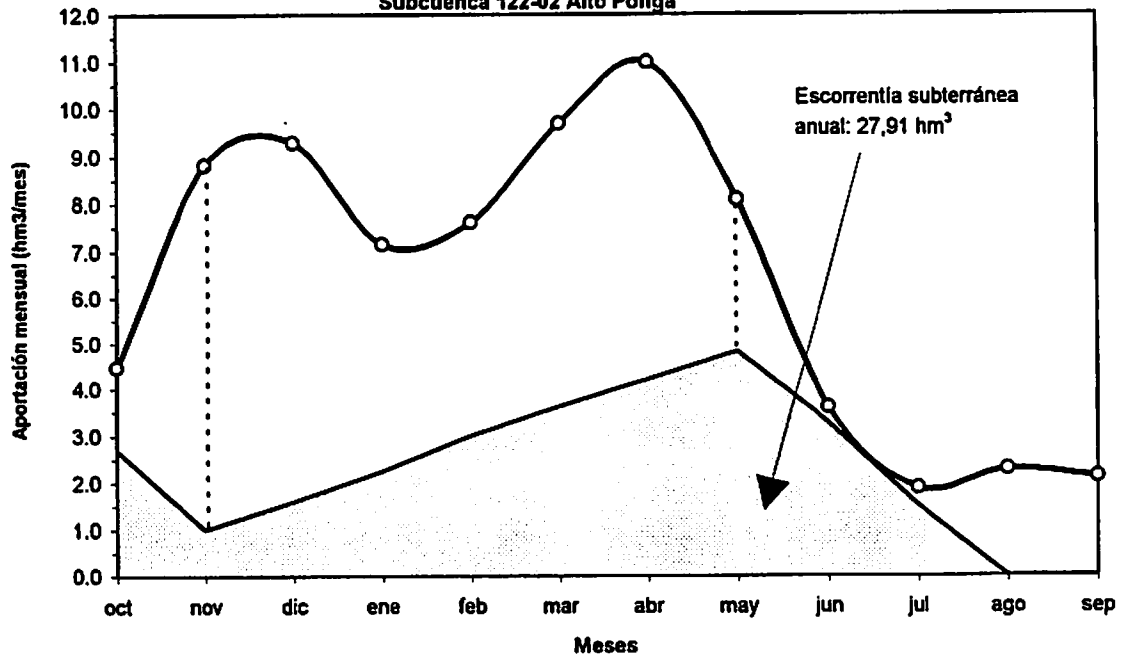
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-01 Alto Sella



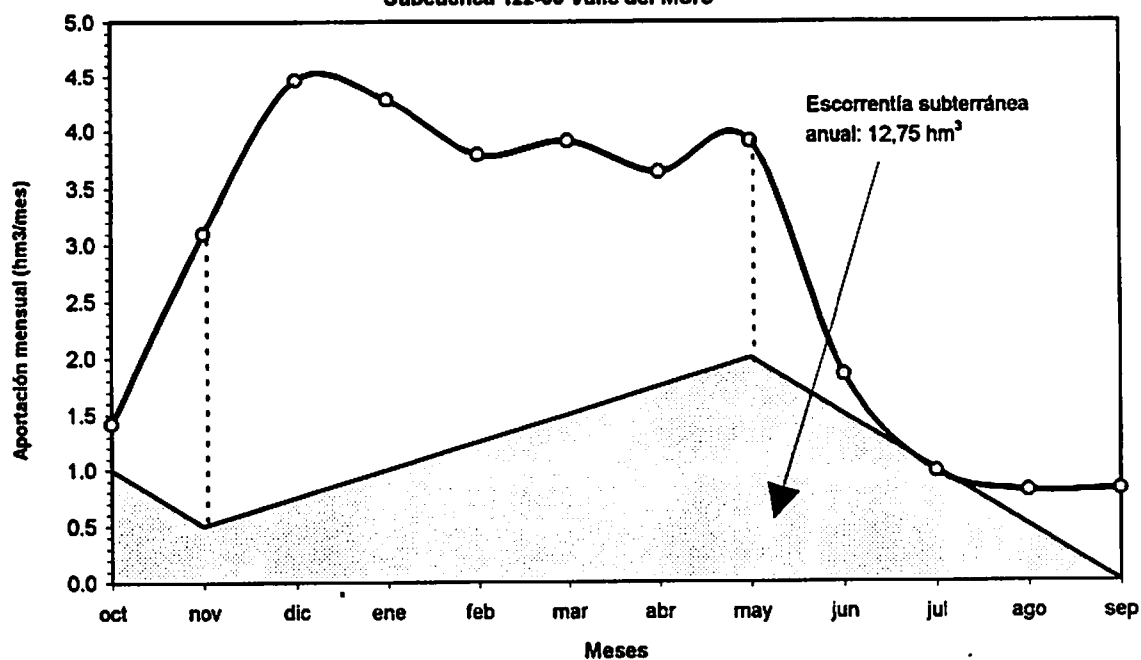
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-02 Alto Ponga



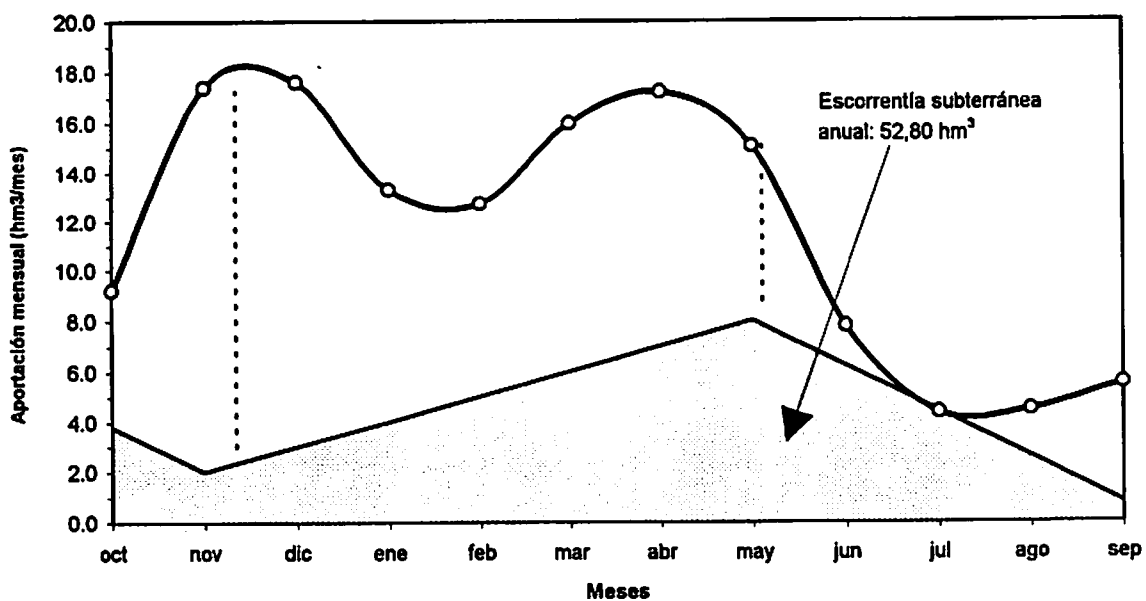
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-03 Valle del Moro



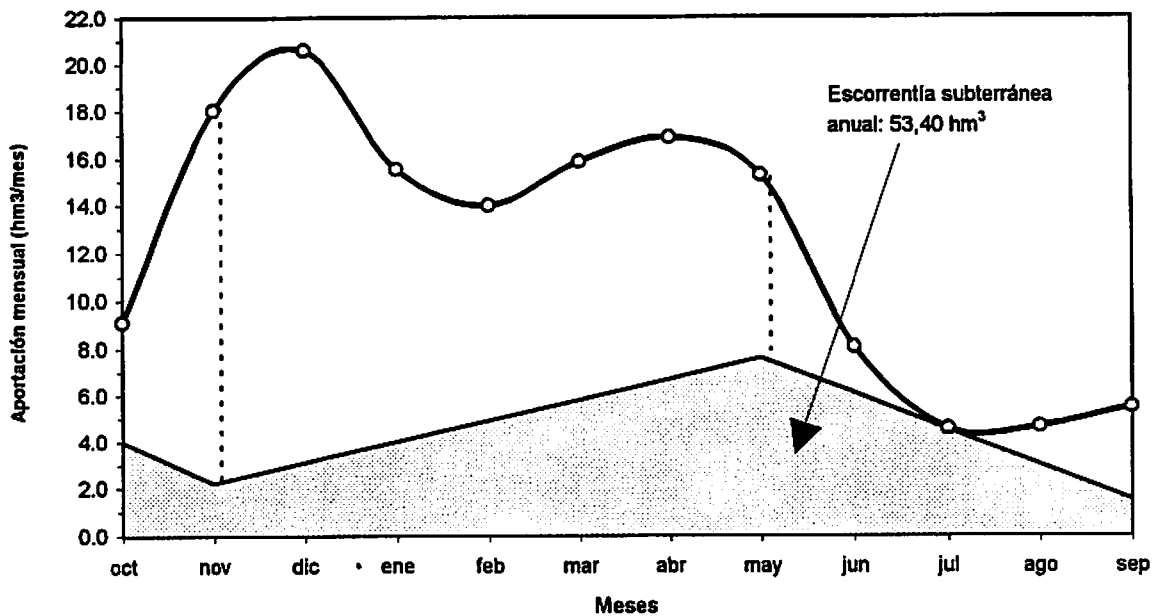
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-04 Alto Dobra



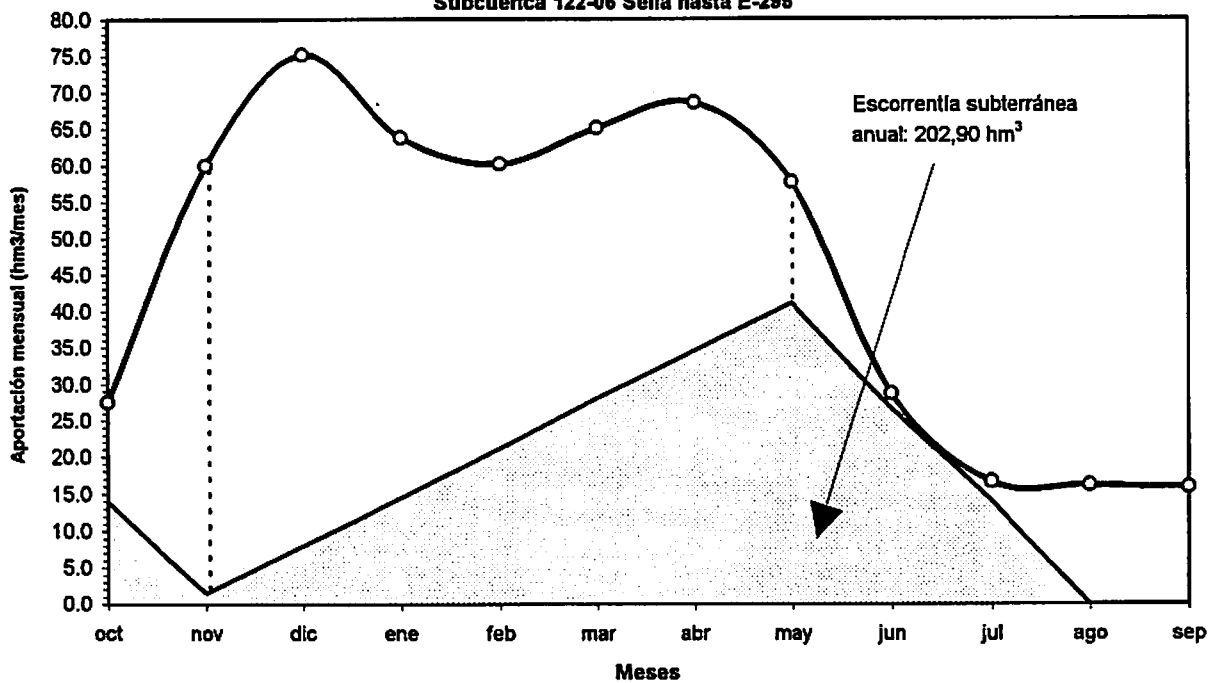
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-06 Dobra completo



### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

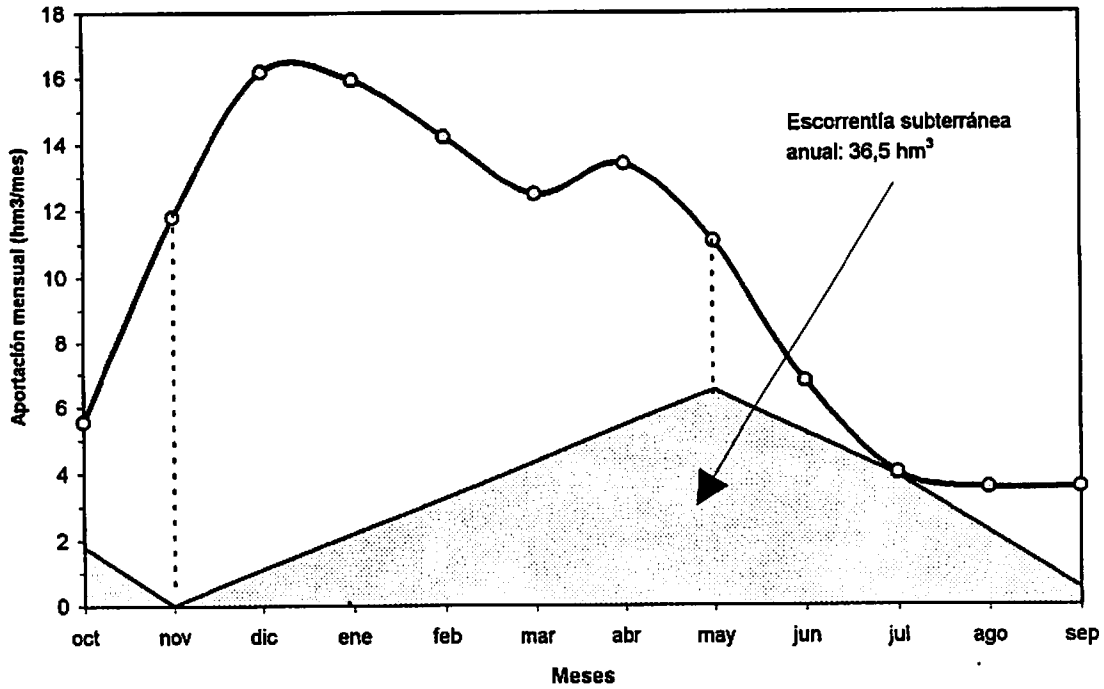
Subcuenca 122-06 Sella hasta E-295





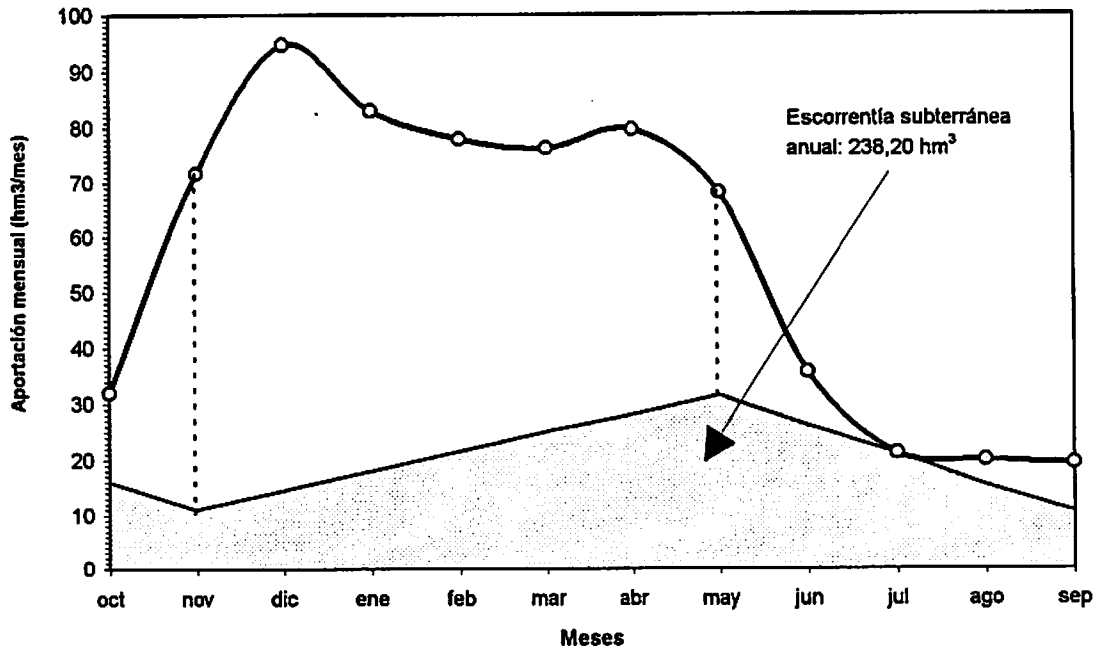
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-07 Gúeña completo



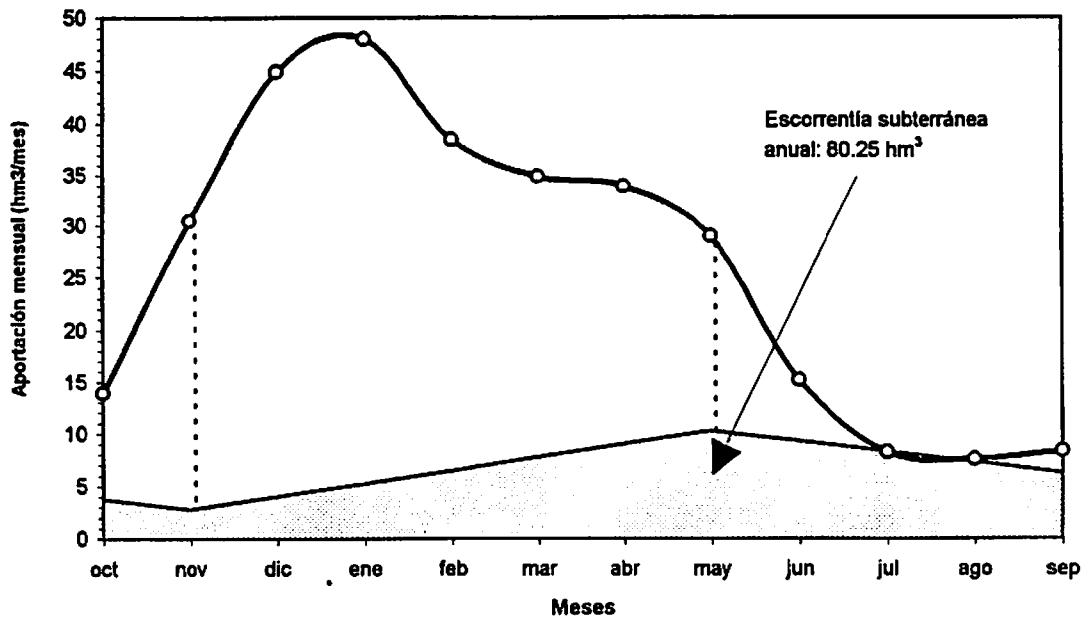
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-08 Sella medio



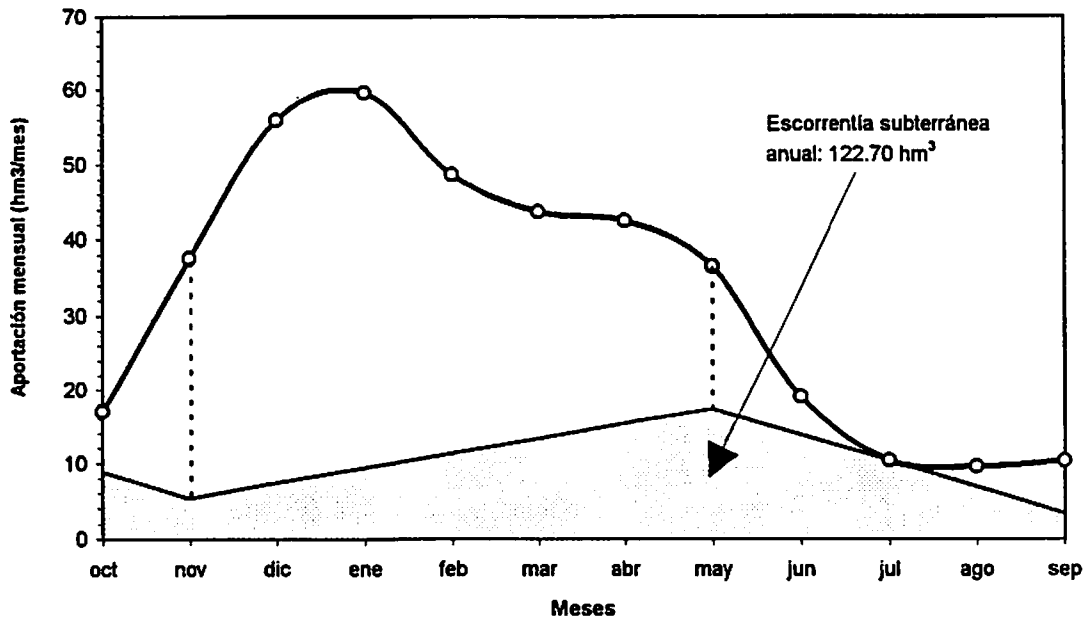
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-09 Alto Piloña



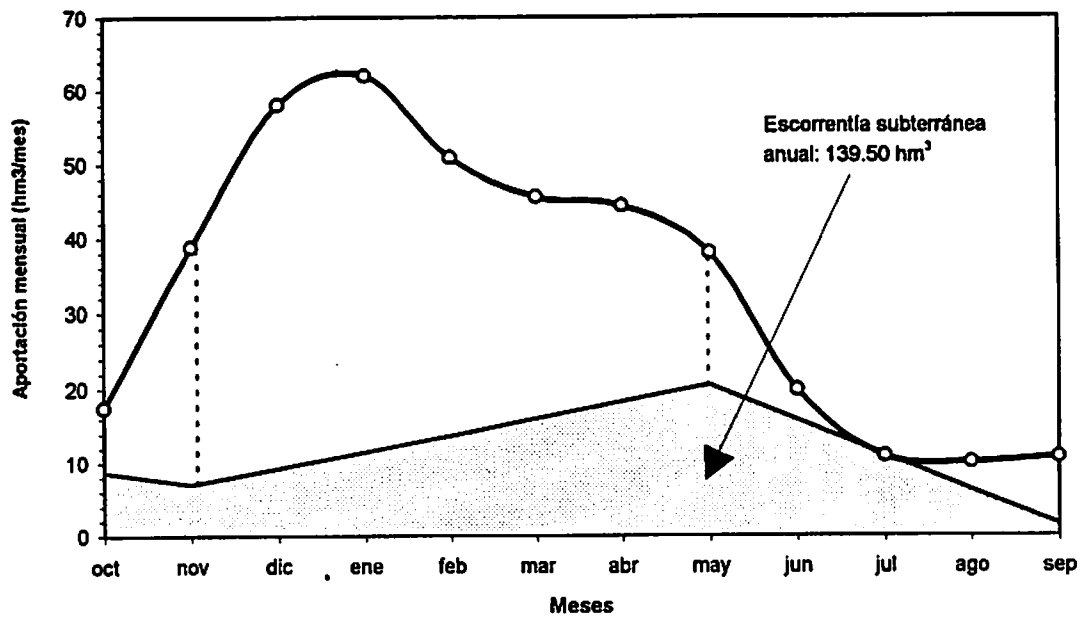
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-10 Medio Piloña



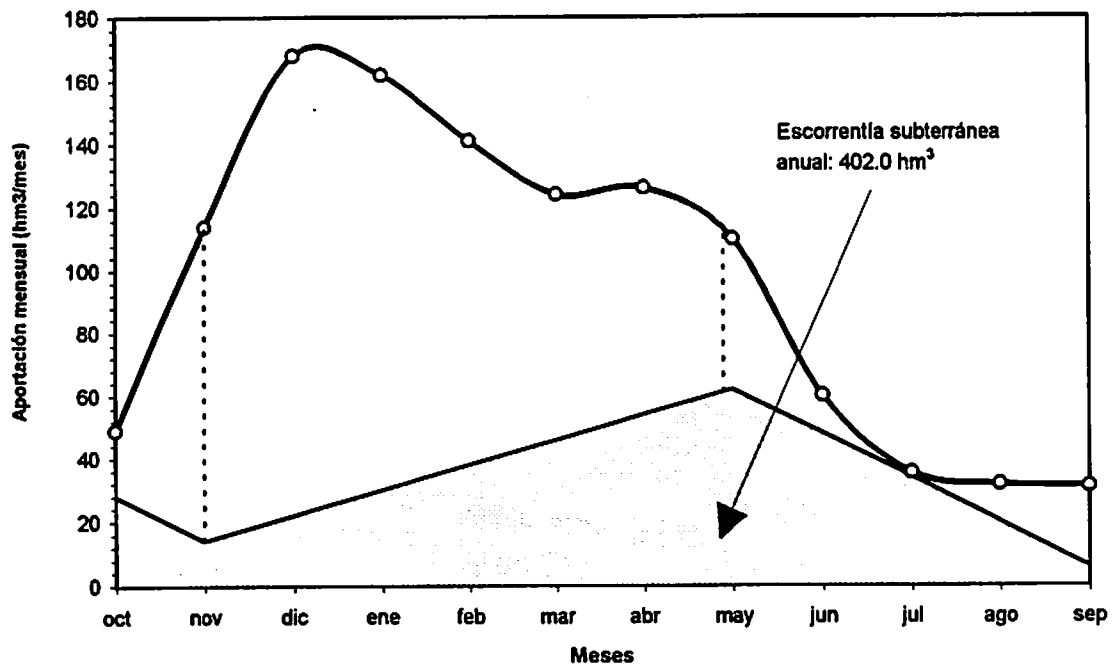
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-11 Bajo Pilofia



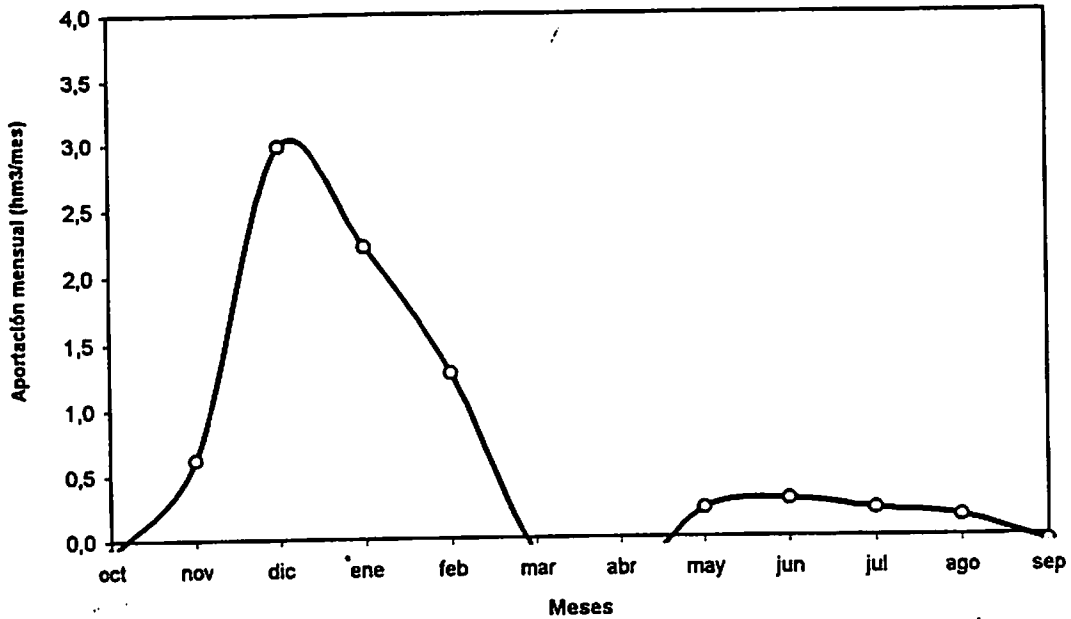
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Subcuenca 122-12 Bajo Sella



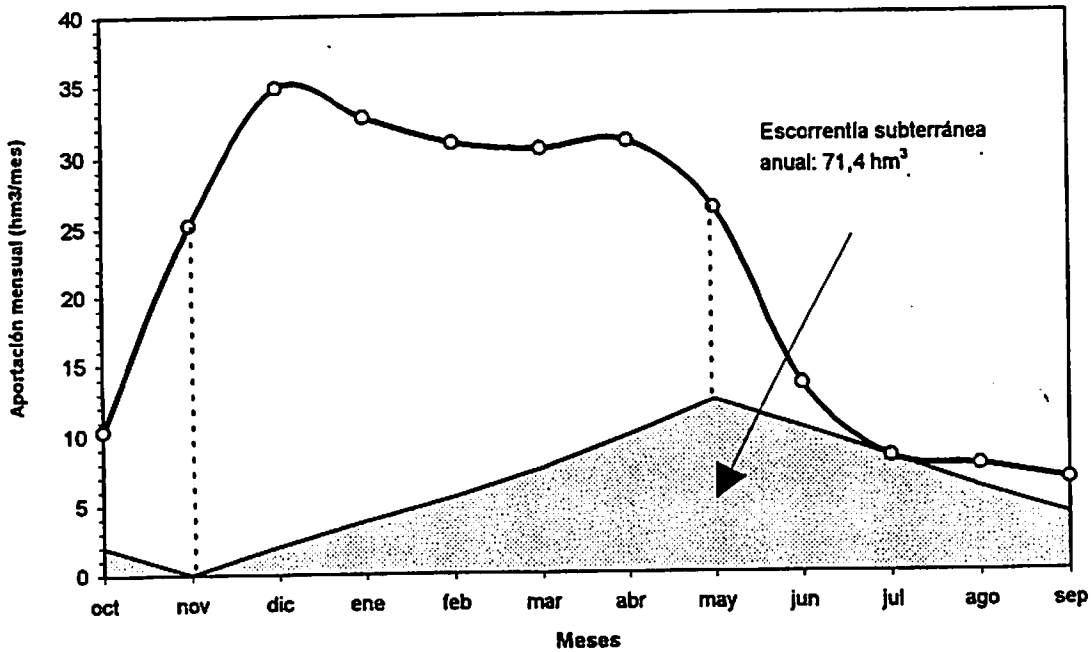
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

—○— Cuenca 122 A: BAJO DOBRA  
Subcuencas: (122-05) - (122-04)



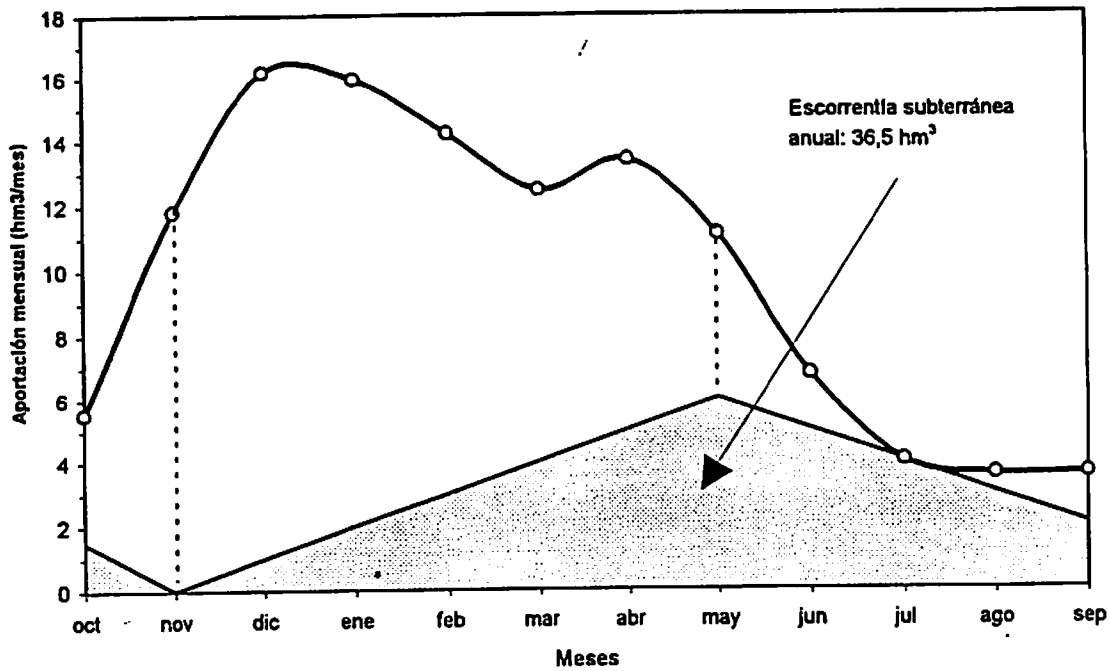
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Cuenca 122 B: MEDIO SELLA hasta E-295 (menos cabecera)  
Subcuencas: 122-06 - (01 + 02 + 03 + 05)



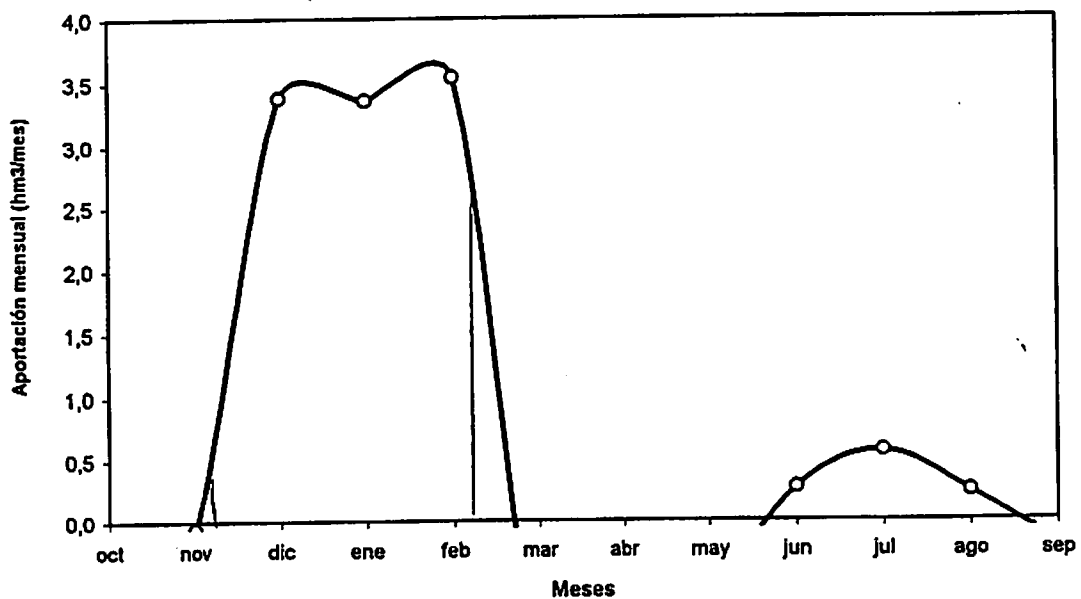
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Cuenca 122 C: GÜEÑA completo  
Subcuenca 122-07



### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

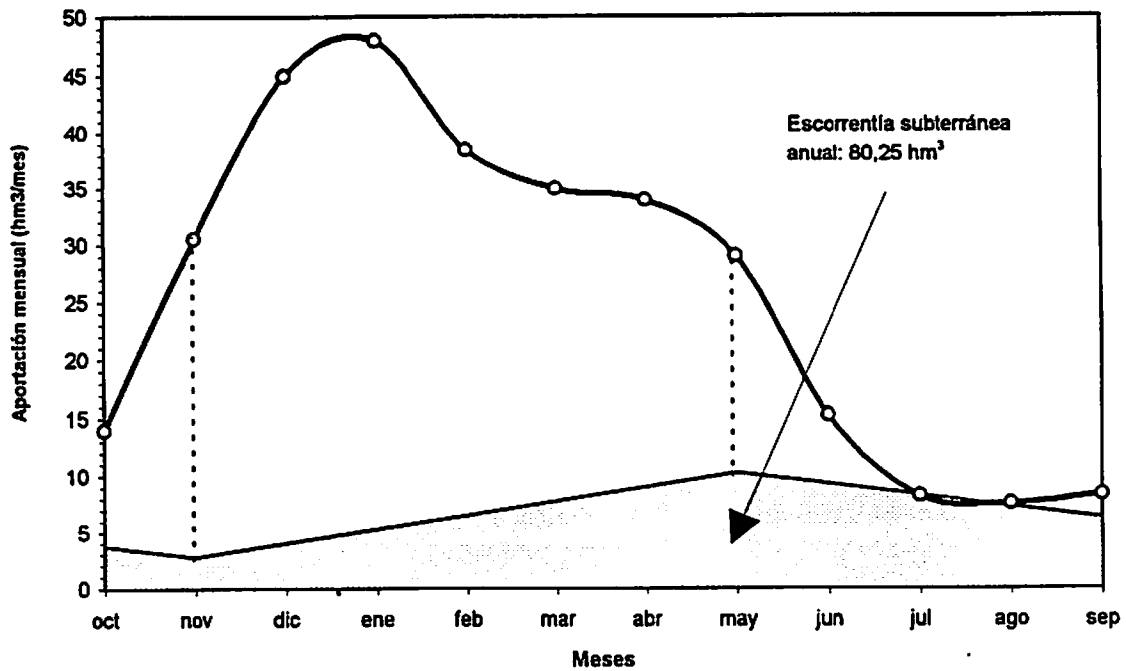
—○— Cuenca 122 D: SELLA MEDIO aguas arriba del Piloña (menos cabeceras)  
Subcuencas: 122-08 - (07 + 06)



### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Cuenca 122 E: ALTO PILOÑA (hasta E-303)

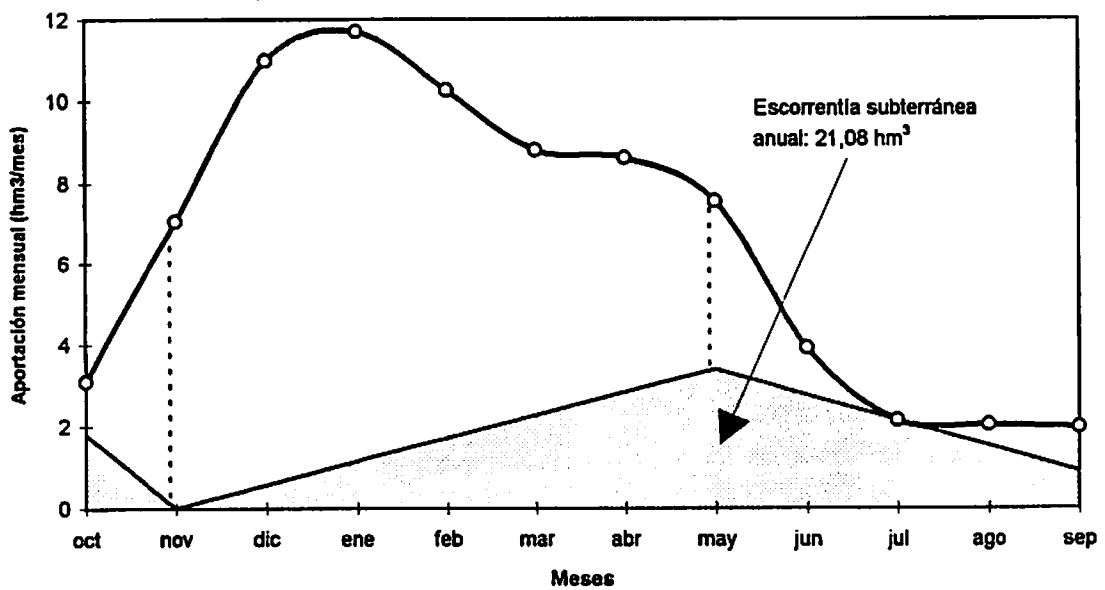
Subcuenca: 122-09



### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

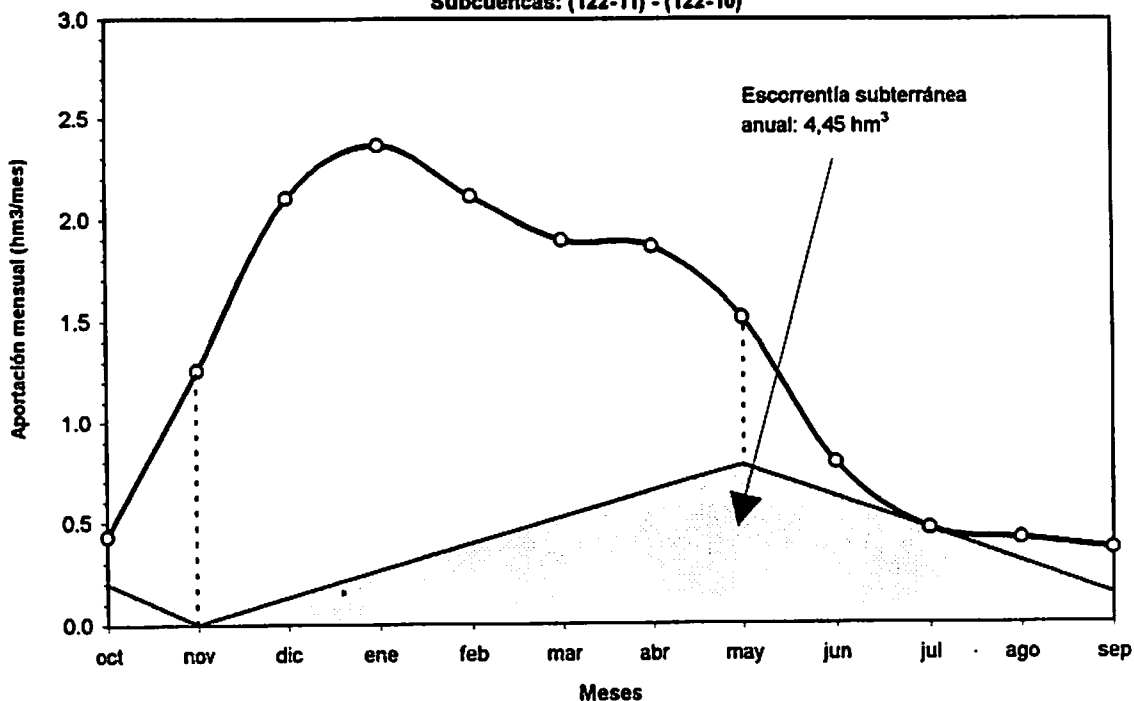
Cuenca 122 F: MEDIO PILOÑA (entre E-302 y E-303)

Subcuencas: (122-10) - (122-09)



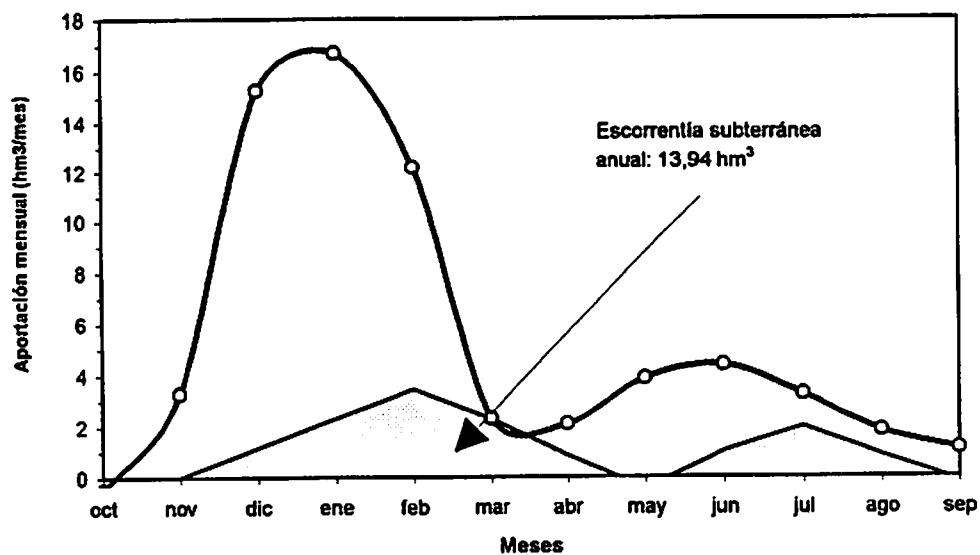
### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Cuenca 122 G: BAJO PILOÑA (entre E-302 y desembocadura)  
Subcuencas: (122-11) - (122-10)



### DESCOMPOSICIÓN DE HIDROGRAMAS

Cuenca 122 H: BAJO SELLA (aguas abajo del Piloña)  
Subcuencas: 122-12 - (11 + 08)



**ANEXO N° 2**  
**RESUMEN DE LAS CAMPAÑAS DE AFORO**



## RESUMEN DE LAS CAMPAÑAS DE AFORO

### ACUÍFERO DE LA SIERRA DEL SUEVE

N°	NAT.	DENOMINACIÓN	RED PROPUESTA			Coord-X UTM	Coord-Y UTM	COTA m	Q (L/s) 1ª campaña (ago-sep-96)	Q (L/s) 2ª campaña (marzo-97)	Q (L/s) 3ª campaña (octubre-97)	Observaciones
			ext.	med.	red.							
63	Ayo.	Acebo en Bones				328.150	4.814.225	40	20,0	27,0		Aport.materiales carboníferos antes de entrar al acuífero
64	Ayo.	Castañar en Arroyo de Lloreo				327.100	4.814.325	42	40,0	60,6		Aport.materiales carboníferos antes de entrar al acuífero
65	Ayo.	Acebo en Barredo				327.775	4.815.275	18	100,0	70,9		Aport. afloram.calcáreo aguas abajo de los 2 anteriores
66	Ayo.	Acebo en Camping de La Vega				327.600	4.815.725	10	115,0			Aport. Fm Barrios+manantial, antes de entrar en acuífero
67	Ayo.	Acebo en Playa de Vega				327.400	4.816.500	0	50,0			Aport.del extremo NE del acuífero. Condicionado por mareas
68	M.	Antiguo lavadero de fluorita en Berbes				325.350	4.816.325	5	15,0	59,0		Mide la aportación de punto 1504.1.0009 del inventario
130	Ayo.	Duesos en Duyos				321.400	4.813.800	110	0,0			Aport.a la salida del acuífero aguas abajo del 1404.4.0016
69	R.	Espasa aguas arriba mans., en Gobiendes				319.225	4.814.925	42	80,0	41,2		Aport. R.Espasa, aguas arriba 1404.4.0004 y 1404.4.0005
70	R.	Espasa aguas abajo mans., en Gobiendes				319.100	4.814.900	38	150,0	104,6		Aportaciones aguas abajo de 1404.4.0004 y 1404.4.0005
32'	Bc.	Sueve en Mirador del Fito				321.500	4.812.850	200	3,0			Aport. Fm Barrios antes de su entrada en el acuífero
131	Ayo.	Cueva en Loroñe				320.450	4.814.275	90	0,0			Aport.del arroyo a la salida del acuífero

Nota: 23,5 : Caudales aforados

12,5 : Caudales estimados

# RESUMEN DE LAS CAMPAÑAS DE AFORO

## ACUÍFERO COSTERO DE RIBADESELLA

Nº	NAT.	DENOMINACIÓN	RED PROPUESTA			Coord-X UTM	Coord-Y UTM	COTA m	Q (L/s) 1ª campaña (ago-sep-96)	Q (L/s) 2ª campaña (marzo-97)	Q (L/s) 3ª campaña (octubre-97)	Observaciones
			ext.	med.	red.							
28	Ayo.	Romeca en Naves				347.300	4.811.600	38	14,8	15,6	8,0	Aport. de los materiales cuarcíticos al entrar en el acuífero
29	Ayo.	Romeca aguas arriba CN-634				347.850	4.811.850	5	0,0	0,0	0,0	Normalmente seco, sólo lleva agua en caso de avenidas
14'	Ayo.	Llagañas en Villahormes				345.775	4.810.850	100	5,9	3,0		Aport. de los materiales cuarcíticos al entrar en el acuífero
30	R.	S.Cecilio en Pte. Huergo de Cardoso				344.425	4.811.150	60	94,4	37,6		Aport. de los materiales cuarcíticos al entrar en el acuífero
31	R.	S.Cecilio en desembocadura				346.375	4.812.700	0	102,7	152,2		Caudal drenado por el acuífero a su salida en línea de costa
33	R.	Nueva en Molino de Nueva				342.875	4.810.700	70	185,0	79,4		Aport. de los materiales cuarcíticos al entrar en el acuífero
34	R.	Nueva en el Acebo				343.250	4.812.800	18	200,0			Caudal drenado por el acuífero meridional a su salida
35	M.	Cuevas del Mar, en Nueva				343.300	4.813.125	20	38,5	18,3		Sin relación directa con R. Nueva, drena el acuífero septentr.
102	R.	Nueva en Cuevas del Mar (Nueva)				343.175	4.813.175	0	Variable			A la salida del acuífero septentrional
103	R.	Millares en La Pesa				341.250	4.812.350	63	0,5			Aport. a la salida de acuífero meridional
104	R.	Millares en desembocadura				342.800	4.813.825	0	0,0			Aport. a la salida de acuífero septentrional
36	R.	Guadamía en Madre del Río				338.300	4.811.150	75	16,0	seco		Aportación del manantial (1504.3.0001) Río Guadamía
37	R.	Guadamía en La Cerecera				339.575	4.812.175	60	53,0	17,4		Aport. a la salida de acuífero meridional
38	R.	Guadamía en desembocadura				339.650	4.813.375	5	100,0	49,3		Aport. del acuífero en la desembocadura
39	Ayo.	Llovio en Llovio				334.350	4.811.425	20	21,6	1,0		Aport. del sobrante de 1504.2.0004, 0005, 0006 y 0007
53	R.	Sella en Cuevas				332.475	4.811.075	6				Aport. de la Fm Barrios y de Mofrechu al entrar en el acuífero
27'	Ayo.	Santianes en Santianes				333.075	4.810.525	6	25,0			Aport. de su cuenca sobre Fm Barrios antes de confluencia Sella
105	R.	Sella en Santianes				333.200	4.810.625	6				Aportación del Arroyo Santianes
54	R.	Sella en El Iguanzo				333.250	4.811.450	6				Aport. a la salida del acuífero meridional
55	Ayo.	Bodes en Bodes				321.825	4.809.750	185	9,0			Aport. de los materiales cuarcíticos al entrar en acuífero sept.
56	Ayo.	Corteguera en Bodes				321.400	4.809.300	145	20,0			Aport. de los materiales cuarcíticos al entrar en acuífero sept.
57	Ayo.	Bodes en El Convento				322.150	4.808.375	70	60,0			Aportaciones a la entrada del acuífero meridional
58	Ayo.	Fios en San Andrés				321.640	4.807.250	80	20,0			Aport. mater. cretácicos y terciarios antes de entrar ac./meridional
59	Ayo.	Bodes en Castañera				322.750	4.807.000	33	100,0	116,4		Aportaciones a la salida del acuífero meridional
106	R.	Bode en Ribode				324.100	4.807.550	30	0,0			
107	R.	San Miguel en Cerro de la Laguna				329.225	4.811.425	300	0,0			Aport. de Fm Barrios antes de entrada en acuífero meridional
30'	R.	San Miguel en Sarcedo				329.050	4.812.650	155	4,0			Aportación a la salida del acuífero meridional
31'	Ayo.	Nocedo en S. Miguel de Ucio				330.925	4.813.125	47	4,0			Aport. de Fm Barrios antes de entrada en acuífero septentrional
60	R.	San Miguel en S. Miguel de Ucio				331.200	4.813.375	37	20,0	22,4		Aport. del acuífero septentrional incluido el manantial 1504.2.0009
108	R.	San Miguel en La Espina				331.200	4.813.735	30	20,0			
109	M.	Cueva de Tito Bustillo en Ribadesella				332.950	4.814.325	0	1,0			Aport. a la salida del acuífero septentrional
61	Ayo.	Acebo en La Blenosa				326.800	4.812.050	110	4,0	17,7		Aport. de Fm Barrios antes de entrar en el acuífero septentrional
62	Ayo.	Acebo en La Vega				327.650	4.813.450	65	15,0	15,8		Aportaciones a la salida del acuífero septentrional

Nota: **23,5 : Caudales aforados**

12,5 : Caudales estimados

## RESUMEN DE LAS CAMPAÑAS DE AFORO

## ACUÍFERO DEL MOFRECHU

N°	NAT.	DENOMINACIÓN	RED PROPUESTA			Coord-X UTM	Coord-Y UTM	COTA m	Q (l/s) 1ª campaña (ago-sep-96)	Q (l/s) 2ª campaña (marzo-97)	Q (l/s) 3ª campaña (octubre-97)	Observaciones
			ext.	med.	red.							
17	R.	Cabras en Rales				347.075	4.808.275	30				
9'	M.	Rales en Rales				346.850	4.808.575	30	30,0			Aport.del acuífero en borde oriental a través de 1504.8.0002
18	R.	Cabras en Turanzas				346.850	4.808.575	25				
21	R.	Riensena en Riensena				337.875	4.807.100	260	15,0			Aport.a la salida acuífero y de los man. 1504.7.0005 y 0006
26	M.	de Jo en Riocaliente				342.425	4.806.800	115	15,0	29,0	25,9	Aport. manantial 1504.7.0014
27	M.	de Cuevas del Río en Allende				343.325	4.807.325	97	75,0	9,9	15,0	Aport.de este manantial no inventariado
114	M.	Doradiello, Toba y Fontona en Doradiello				343.425	4.808.150	240	3,0			Aport. del sobrante del manantial 1504.8.0024 y otros
15'	M.	de Fuente Fria en Llamigo				338.800	4.808.525	420	25,0			Aport. del sobrante del manantial 1504.7.0001
32	M.	La Frieria en Nueva				342.325	4.809.700	103	75,0	7,0		Aport. a la salida del acuífero más el man. 1504.3.0004
43	R.	Zardón en Covaenes				330.875	4.806.175	50	400,0	216,8	158,0	Aport.a la entrada del acuífero en su banda meridional
44	R.	Zardón en desembocadura				329.450	4.808.650	15	450,0	182,8	120,0	Aport.a la salida del acuífero en su banda meridional
18'	R.	Parda en Brengues				328.725	4.805.675	125	20,0			Aport. a la salida de la banda más meridional del acuífero
19'	R.	Parda en Teixidi				327.550	4.806.150	72	20,0			Aport.mat. cuarcíticos a la entrada pequeña banda intermedia
20'	R.	Parda en Carcedo				326.950	4.806.225	50	35,0			Aport.a la salida de la banda intermedia en borde occidental
21'	R.	Parda en Triongo				326.475	4.807.425	20	15,0			Aport. cuarcitas zona intermedia y antes de confluencia Sella
115	R.	Sella aguas arriba de Las Rozas				326.255	4.804.650	42				Imposible realizar el aforo o la estimación del caudal
116	R.	Sella aguas abajo de Las Rozas				325.600	4.804.625	39				"
117	R.	Sella en el PK. 161 de la CN 637				324.175	4.805.550	30				"
118	R.	Sella en Arriondas				323.350	4.806.200	27				"
119	R.	Sella en Arriondas, Estación de aforos				323.275	4.806.550	25				"
120	R.	Sella en Bode				324.075	4.807.425	23				"
121	R.	Sella en Castaño				325.000	4.807.125	21				"
46	R.	Sella en Triongo				325.900	4.807.475	19				"
26'	M.	del Molino en Fuentes				326.850	4.808.000	20	10,0			Aport. de los manantiales 1504.5.0002 y 0003
47	R.	Sella en Fuentes				326.950	4.807.875	18				Imposible realizar el aforo o la estimación del caudal
48	R.	Sella en El Llano				329.400	4.809.075	10				"
49	R.	Sella en Viña				330.275	4.808.675	9				"
50	R.	Sella en Llordón				330.825	4.809.500	8				"
51	R.	Sella en Pte. Santiago				331.500	4.810.500	7				"
52	M.	De Fries en Fries				331.600	4.810.150	20	30,0	28,8		Aport. del manantial 1504.2.0001
122	Bc.	Pozoval en Trespando				324.875	4.808.150	95	1,0			
123	Bc.	Pozoval en el Castaño				324.725	4.807.250	35	0,0			
124	Bc.	Metal en Fuentes				326.000	4.807.700	30	0,0			
28'	R.	Cayarga en La Calzada				326.425	4.808.825	60	10,0			Aport.mat.cuarcíticos al entrar en banda septentrional acuífero
29'	R.	Cayarga en Fuentes				326.650	4.807.825	25	10,0			Aport.a la salida de la banda septentrional más 1504.5.0001

Nota: 23,5 : Caudales aforados

12,5 : Caudales estimados

# RESUMEN DE LAS CAMPANAS DE AFORO

## ACUÍFERO SIERRA DEL CUERA

Nº	NAT.	DENOMINACIÓN	RED PROPUESTA			Coord-X UTM	Coord-Y UTM	COTA m	Q (L/s) 1ª campaña (ago-sep-96)	Q (L/s) 2ª campaña (marzo-97)	Q (L/s) 3ª campaña (octubre-97)	Observaciones
			ext.	med.	red.							
1'	Man.	Llabardones en Siejo				372.075	4.799.125	20	3,9			Se mide el sobrante de captaciones para núcleos urbanos
1	R.	Deva en Bruelles				375.300	4.799.450	15	9245,0	8943,0	7000,0	Aport. antes de su entrada en el acuífero
2	R.	Deva en El Toral				375.700	4.801.275	<15	12014,0	7539,0	4387,0	Aport. a la salida del acuífero antes del sinclinal de Colombres
3	R.	Cabra en La Borbolla				368.725	4.803.100	62	78,6	49,3	81,9	Controla el caudal drenado por diversos manantiales
110	Ayo.	La Garma en Casa La Encina				371.175	4.801.825	175	1,0			Posible sequía en estiaje
2'	Ayo.	Pasera en Boquerizo				370.575	4.802.575	80	5,0			Aguas abajo de manantiales captados de la Sierra del Cuera
4	M.	Hoyo del Río en Purón				362.650	4.803.850	150	348,0	176,0	283,0	Aport. del manantial 1604.6.0007 tras pasar la piscifactoría
5	Ayo.	Barbalín en Purón				361.900	4.805.125	28	114,0	73,2	98,2	Aport. de manantiales del Río Barbalín y del Río Pruneda
12	R.	Cabras en Pte. Cima de Meré				344.825	4.802.875	175	150,0	85,7	11,4	Aport. de las cuarcitas a la entrada del acuífero
6'	M.	de Meré en Pte. Cima de Meré				344.900	4.802.875	170	200,0			Aport. del manantial 1504.8.0023 al Río de las Cabras
7'	R.	Cabras aguas arriba Ayo. Valcabrero				345.525	4.802.875	78	450,0			Aport. a la salida del acuífero
111	M.	de Calduefín en Calduefín				349.060	4.804.750	230	100,0			Manantial temporal de origen kárstico (1504.8.0001)
112	M.	La Cueva del Molin en Cortines				348.250	4.804.700	125	125,0			Man. kárstico permanente (1504.8.0023) conectado a Calduefín
13	R.	Cabras aguas abajo Ayº Valcabrero				345.525	4.805.400	77	900,0	327,8	455,0	Aport. del acuífero al Río Cabras y Arroyo Valcabrero
22	R.	Riensenas aguas arriba de Mestas				341.175	4.806.425	119	125,0			Aport. de la banda cuarcítica antes de entrar en el acuífero
23	R.	Riensenas en Mestas				341.550	4.806.250	111	135,0			Aport. de pequeña banda septent. del acuífero tras 1504.7.0015
24	R.	Piedra-Hita en La Jaya				340.050	4.805.550	165	150,0	54,0	66,9	Aport. de las cuarcitas a su entrada en el acuífero
25	R.	Piedra-Hita en Llumedián				341.725	4.805.975	112	175,0	101,6	130,6	Aport. a la salida del acuífero, manantiales 1504.7.0016 y 0017
10'	Ayo.	Odiseda en Llumedián				341.825	4.805.775	118	5,0			Aport. al Arroyo Odiseda que atraviesa el acuífero
11'	M.	Ardisana en Ardisana				342.525	4.805.850	170	2,0			Aport. del manantial 1504.7.0020
113	R.	Blanco en La Cortina				343.300	4.805.875	155	0,5			
12'	R.	Riensenas en Allende				343.475	4.806.900	72	450,0			Aport. acuíferos Mofrechu y Cuera y mat. Imperm. Escasa utilidad.
13'	M.	Mimbrera en Palacio				343.500	4.805.750	145	5,0			Sobrante del abastecimiento a Los Callejos.
16'	R.	Zardón aguas arriba de Igena				336.550	4.806.750	360	2,0			Aport. de Fm Barrios a la entrada en el acuífero
17'	R.	Zardón aguas abajo de Igena				336.700	4.806.400	295	10,0			Aport. a la salida estrecha banda norocc. y sobrante 1504.6.0013
40	R.	Zardón en Peñaverde				335.625	4.805.600	210	50,0	6,9	9,1	Aport. de Fm Barrios a la entrada banda meridional del acuífero
41	R.	Zardón en Zardón				333.900	4.805.625	155	150,0	44,5	47,0	Aport. a la salida de banda meridional y 1504.6.0005, 0006 y 0007
42	Ms.	de Santianes de Ola, en idem.				334.025	4.806.300	400	40,0	64,3	48,4	Aport. de manant. 1504.6.0001, 0003 y 0004 y banda cuarcítica
22'	R.	Chico en Tárano				334.300	4.803.700	165	30,0			Aport. de las cuarcitas a su entrada en el acuífero
23'	R.	Chico en Labra				333.275	4.802.700	119	40,0			Aport. a la salida de la banda meridional del acuífero borde occid.
45	R.	Piedrafitas en Cuerres				337.150	4.804.025	305	40,0			Aport. a la salida del acuífero en banda meridional
24'	R.	Piedrafitas aguas arriba de Llenín				335.900	4.803.100	205	40,0			Aport. de las cuarcitas a su entrada en el acuífero
25'	R.	Piedrafitas aguas abajo de Llenín				335.600	4.802.600	175	40,0			Aport. a la salida de la banda más meridional del acuífero

Nota: **23,5 : Caudales aforados**

*12,5 : Caudales estimados*

## RESUMEN DE LAS CAMPAÑAS DE AFORO

### ACUÍFERO COSTERO DE LLANES

Nº	NAT.	DENOMINACIÓN	RED PROPUESTA			Coord-X UTM	Coord-Y UTM	COTA m	Q (L/s) 1ª campaña (ago-sep-96)	Q (L/s) 2ª campaña (marzo-97)	Q (L/s) 3ª campaña (octubre-97)	Observaciones
			ext.	med.	red.							
3'	R.	Novales en Camping La Paz				366.250	4.806.750	0	14,8	21,0	8,9	En desembocadura, a la salida del acuífero
4'	R.	Novales aguas arriba CN-634				366.575	4.805.975	55	13,9			Aportaciones mat. cuarcíticos a la entrada del acuífero
6	R.	Purón aguas arriba piscifactoría				362.700	4.806.175	10	556,0	394,0	473,0	Aportaciones mat. cuarcíticos a la entrada del acuífero
7	R.	Purón en desembocadura				362.575	4.807.525	0	544,0	336,0	444,0	Aportaciones a la salida del acuífero
8	M.	Andrín en desemb. R. Purón				362.575	4.807.525	0	89,0	133,0	79,2	Aportaciones de su sobrante
9	R.	Carrocedo en Llanes				357.950	4.809.025	0	150,0	177,0	185,0	Aportaciones del acuífero al río
10	Ayo.	Vallina en Póo				355.575	4.809.775	0	30,3	24,5	28,8	Aportaciones del acuífero al río
5'	Ms.	Playa Celorio en Celorio				353.750	4.810.500	0	30,0	200,0	100-150	Aport. del acuífero al mar por man. 1604.1.0002, 0007 y 0015
11	Ayo.	Barro en Barro				351.500	4.810.775	0	206,0	124,0	155,0	Aport.del acuífero al río más aport.de 1604.1.0001, 0008 y otros
14	R.	Cabras en Torrevega				345.275	4.806.150	67		407,0	350,0	Aport.a la entrada acuífero por encima del manant. 1504.8.0019
8'	M.	Torrevega en Torrevega				345.425	4.806.150	75	12,0			Aport. del acuífero por el manantial 1504.8.0019
15	R.	Cabras en Pte. Nuevo-Vallines				345.175	4.806.625	60		359,0	468,0	Aport.a la salida de una pequeña banda meridional del acuífero
125	R.	Cabras en las Riegas				345.600	4.807.200	45				Aport.a la entrada de unas pequeñas bandas intermedias
126	Ayo.	Zardina en Los Callejos				345.425	4.807.400	60	8,0			Aport.de materiales impermeables procedentes de margen izqda.
127	R.	Cabras en Mediavilla				346.800	4.807.550	40				Aport.a la salida de las pequeñas bandas intermedias
16	Ayo.	Vibaño en Mediavilla				346.775	4.807.450	38	50/100	29,6	35,5	Aport.del arroyo antes de su confluencia con el Río Cabras
128	Ayo.	Vibaño en Santoveña				346.550	4.807.225	40	22/44			Aport.a su entrada al aluvial tras atravesar el acuífero
129	M.	Cueva del Agua en Rioseco				347.550	4.807.425	180	0,0			Aport. del manantial 1504.8.0020
19	R.	Cabras en San Martín				347.600	4.810.400	18		648,0	714,0	Aport.a la entrada de la banda septentrional del límite occidental
20	R.	Cabras en Viaducto San Antoiin				348.600	4.811.375	5		695,0	634,0	Aport.en el extremo noreste a la salida del acuífero

Nota: **23,5 : Caudales aforados**      12,5 : Caudales estimados

## RESUMEN DE LAS CAMPAÑAS DE AFORO

### ACUÍFERO SINCLINAL DE COLOMBRES

Nº	NAT.	DENOMINACIÓN	RED PROPUESTA			Coord-X UTM	Coord-Y UTM	COTA m	Q (L/s) 1ª campaña (ago-sep-96)	Q (L/s) 2ª campaña (marzo-97)	Q (L/s) 3ª campaña (octubre-97)	Observaciones
			ext.	med.	red.							
99	R.	Cabra en Playa de La Franca				371.250	4.805.800	0	180,0			Controla aportaciones Sinclinal de Colombres y Fm Barrios
101	Ayo.	La Garma en Largañosa				371.250	4.802.450	67	5,0			

Nota: **23,5 : Caudales aforados**

*12,5 : Caudales estimados*