

YOLANDA ÁLVAREZ ROGEL

ESTUDIO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO MUNDO, PROVINCIA DE ALBACETE



**INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES
DE LA EXCMA. DIPUTACIÓN DE ALBACETE**

Yolanda Álvarez Rogel

**ESTUDIO DEL SISTEMA
DE DRENAJE DE LA CUENCA
ALTA DEL RÍO MUNDO,
PROVINCIA DE ALBACETE**



*INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES
"DON JUAN MANUEL"*

INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES
DE LA EXCMA. DIPUTACIÓN DE ALBACETE

Serie I – Estudios – Número 108
Albacete 1998

ALVAREZ ROGEL, Yolanda

Estudio del sistema de drenaje de la cuenca alta del río Mundo,
provincia de Albacete / Yolanda Álvarez Rogel. – Albacete :
Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”, 1999
96 p. : il. , gráf. ; 22 cm. – (Serie I–Estudios ; 108)
ISBN 84-87136-92-3

1. Aguas superficiales-Río Mundo (Albacete). 2. Drenaje-Río
Mundo (Albacete). I. Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan
Manuel”. II. Título. III. Serie

551.435(282.246.13 Albacete)

556.51(282.246.13 Albacete)

Portada: *Barranco de Sojar. Alto Río Mundo.*

Fotografía: *Yolanda Álvarez Rogel*

INSTITUTO DE ESTUDIOS ALBACETENSES DE LA EXCMA. DIPUTACIÓN DE ALBACETE.
ADSCRITO A LA CONFEDERACIÓN ESPAÑOLA DE CENTROS DE ESTUDIOS LOCALES (CSIC)

D.L.: MU-340 1999
I.S.B.N.: 84-87136-92-3

IMPRESO EN: PICTOGRAFIA, S.L.
Carril de la Parada, nº 3 - Telf.: 968 34 49 50 - 30010 MURCIA

ÍNDICE

ÍNDICE	5
ÍNDICE DE CUADROS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
I. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ESTABLECIMIENTO DE LA DIVISORIA DE AGUAS	9
II. RECONSTRUCCIÓN DE LA RED DE DRENAJE	10
III. INDIVIDUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS UNIDADES DE DRENAJE	14
1) INTRODUCCIÓN	14
2) PARÁMETROS FÍSICOS	16
a) Metodología	16
b) Descripción	17
Unidades margen derecha	17
Unidades margen izquierda	27
3) PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	32
a) Metodología	32
b) Descripción	34
Unidades margen derecha	34
Unidades margen izquierda	37
4) COEFICIENTE DE ENTREGA DE SEDIMENTOS	38
a) Metodología	38
b) Resultados	39
5) NIVELES DE EROSIÓN DE LAS SUBCUENCAS	40
IV. DEGRADACIÓN ESPECIFICA DE LA CUENCA	41
V. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LOS OBTENIDOS MEDIANTE RECONOCIMIENTOS BATIMÉTRICOS	47
VI. PREVISIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL EMBALSE	49
VII. CONCLUSIONES	50
AGRADECIMIENTOS	51
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	56

ÍNDICE DE CUADROS

1. Distribución de subcuencas según su tamaño. Margen derecha río Mundo	18
2. Distribución de subcuencas según su tamaño. Margen izquierda río Mundo	28
3. Distribución de ordenes de corriente en las subcuencas de la margen derecha del río Mundo	35
4. Distribución de ordenes de corriente en las subcuencas de la margen izquierda del río Mundo	37
5. Valores del coeficiente de entrega de sedimentos (CES) para las subcuencas y cuenca alta del río Mundo	39
6. Degradación específica de la cuenca alta del río Mundo	47

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Localización geográfica de la cuenca alta del río Mundo.	9
2. Términos municipales. Cuenca alta del río Mundo	11
3. Límites y principales alineaciones montañosas	12
4. Reconstrucción red de drenaje.	13
5. Individualización de subcuencas	15
6. Mapa de estados erosivos	42
7. Erosión según USLE margen derecha río Mundo	43
8. Erosión según USLE margen izquierda río Mundo	43
9. Clasificación de las subcuencas según sus niveles de erosión	44
10. Aporte de sedimentos de las unidades de la cuenca alta del río Mundo.	45
11. Degradación específica de las unidades de la cuenca alta del río Mundo.	46

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Parámetros físicos de las subcuencas de la cuenca alta del río Mundo	56
2. Parámetros morfométricos de las subcuencas. Cuenca alta del río Mundo	59
3. Relaciones de bifurcación parciales y totales de las unidades de la cuenca alta del río Mundo	62
4. Niveles de erosión en el interior de las subcuencas	69
5. Erosión y pérdida de suelo en las subcuencas	89
6. Aporte de sedimentos de las subcuencas	91
7. Degradación específica de las subcuencas	93

I. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ESTABLECIMIENTO DE LA DIVISORIA DE AGUAS

En la Península Ibérica existen diez grandes unidades hidrológicas superficiales, entre las que se encuentra la cuenca del río Segura. Situada en el Sureste, drena la totalidad de la Provincia de Murcia, parte de Albacete, Jaén Almería y Alicante. Uno de sus tributarios principales es el río Mundo (al NO) (líg. 1), que discurre por tierras de la Provincia de Albacete en sentido noroeste-sureste, para unirse al Segura en las proximidades del límite provincial.



1. Norte de España
2. Duero
3. Ebro
4. Pirineo Oriental
5. Tago
6. Júcar
7. Guadiana
8. Segura
9. Guadalquivir
10. Sur de España



Figura 1. Localización de la cuenca alta del río Mundo.

Como cuenca alta del río Mundo se considera el área drenada por esta arteria desde su nacimiento hasta el embalse de Talave, en su extremo surmeridional, lo que supone una superficie de 755,13 km². Ubicada íntegramente en la Provincia de Albacete abarca la mayor parte de los municipios de Vianos, Riopar, Bogarra, Molinicos, Paterna del Madera, Ayna y Lietor, y en menor medida Villaverde de Guadalimar, Alcaráz, Yeste, Peñascosa, Elche de la Sierra, Alcazozo y Hellín (fig. 2).

Partiendo del citado reservorio y hacia el Oeste, la divisoria Sur se sitúa a lo largo de tres sierras paralelas de dirección NO-SE: Cuerda de los Porrones (979 m), Cuerda de Santa María (939 m) y Sierra Seca (1256 m), conectadas las dos últimas por el Cerrón de la Gamella (1001 m). Hacia el Este se prolonga a lo largo de la Cumbre de la Toñeras y Sierra del Cujón, en cuyo extremo más meridional enlaza con el Macizo del Calar del Mundo. Al Oeste, discurre por el límite municipal de Vianos y Villaverde de Guadalimar llegando a las proximidades del Alto del Padroncillo (1587 m). Más tarde se sitúa entre este último municipio y el de Riopar, alcanzando el Cerro del Padrón (1747 m), enclave más occidental de la cuenca.

Por el Norte, desde el embalse de Talave hacia el Oeste, la divisoria enlaza, en primer lugar, una serie de elevaciones separadas entre sí varios kilómetros: Cerro del Ramadero (931 m), Pico de la Nava (Atalaya de Lietor (1131 m)), Navazueta (1185 m), Cerro Fuente del Pino (1271 m), Cerro Cerrajón (1336 m) Cerro de la Atalaya (1267 m), Alto de la Serralba (1450 m), Ventoso (1411 m) hasta los Cerros de Juan Cano y la Dehesa, ya en la Sierra de Alcaraz, prolongándose por esta en sentido NE-SO hasta el Cerro del Padrón.

Las principales alineaciones montañosas se muestran en la figura 3.

II. RECONSTRUCCIÓN DE LA RED DE DRENAJE

Una vez establecida la divisoria de aguas que individualiza la cuenca de los sistemas adyacentes, se procede a la reconstrucción de la red (fig. 4).

La base cartográfica ha sido el Mapa Topográfico Nacional, E.1/50.000 del Servicio Geográfico del Ejército. En ocasiones se ha hecho necesario utilizar la fotografía aérea (E.1/33.000 vuelo de 1956) para determinar correctamente el trazado de los ejes de drenaje fundamentales en subcuencas de reducidas dimensiones. También se ha empleado el Mapa Topográfico Nacional E.1/25.000 del Instituto Geográfico Nacional, en aquellos sectores del territorio para los que existe esta cartografía.

La restitución se lleva a cabo mediante el método de las inflexiones máximas de las curvas de nivel (Morisawa, 1985). La jerarquización de ordenes de corriente se basa en la clasificación Horton modificada por Strahler (1957). En subcuencas con cabecera bifida, donde pudieran plantearse problemas para la determinación del cauce principal, se aplica el criterio de Horton (1932), considerando como tal aquel que,

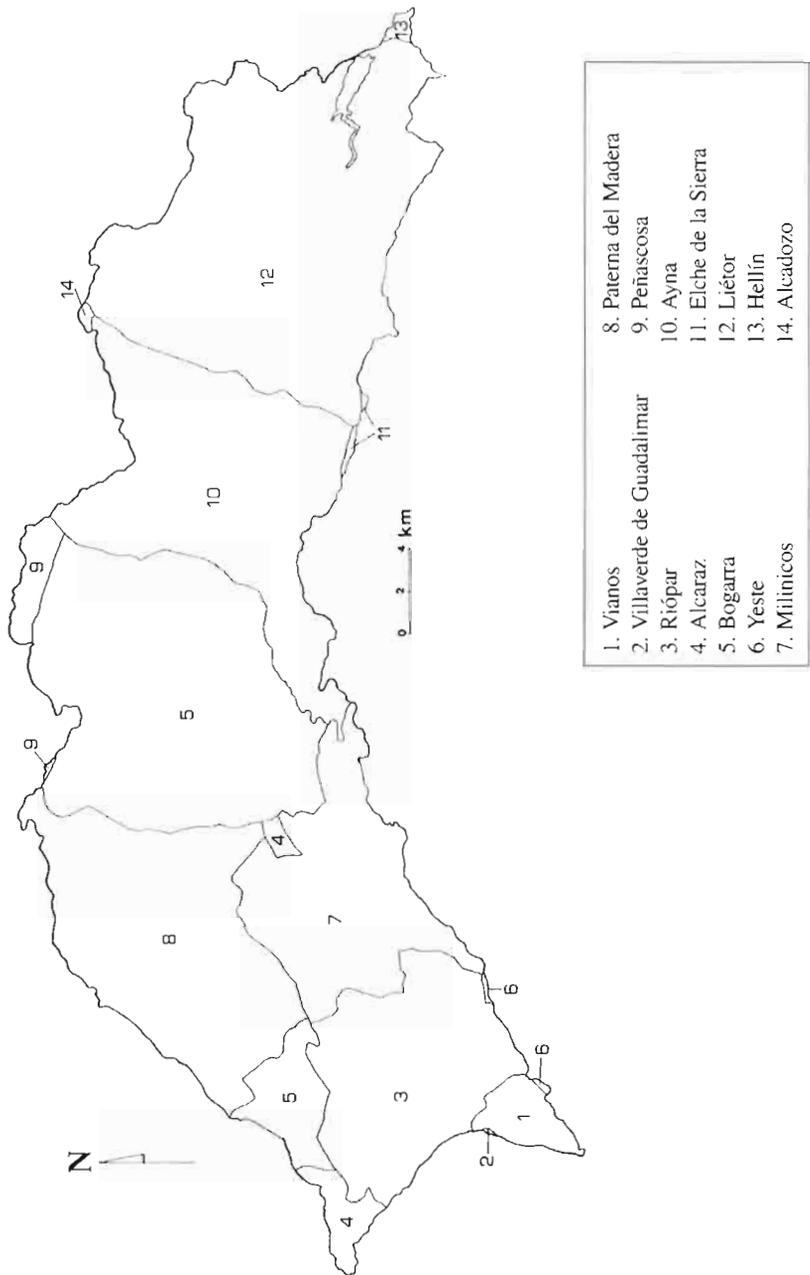


Figura 2. Términos municipales cuenca alta del río Mundo.

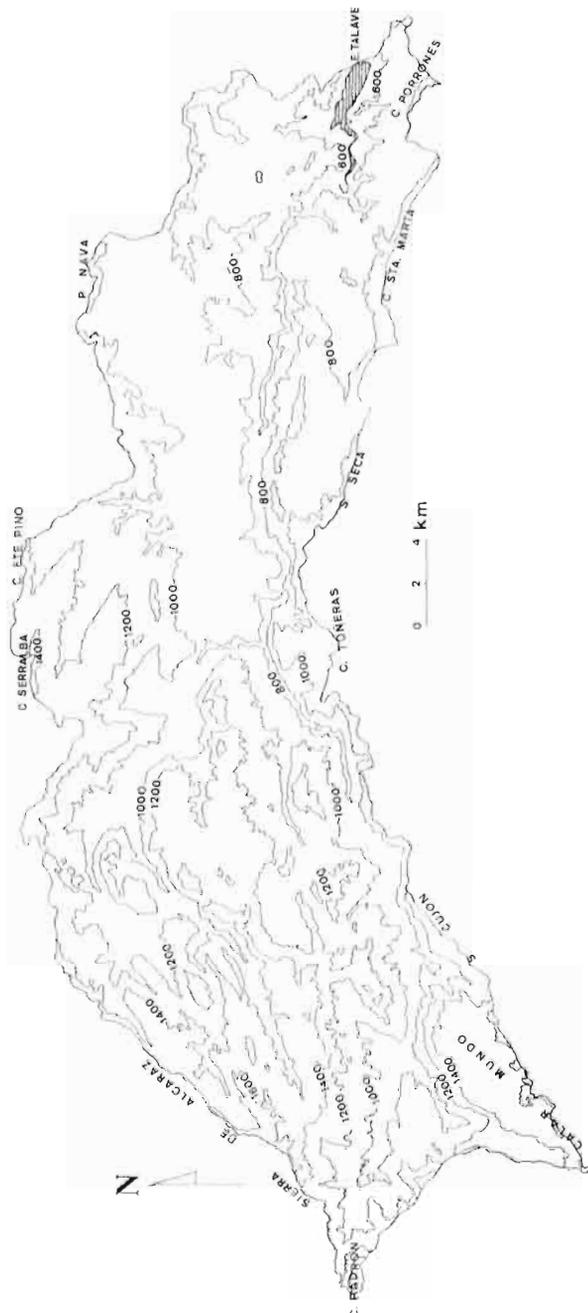


Figura 3. Límites y principales alineaciones montañosas cuenca alta del río Mundo.

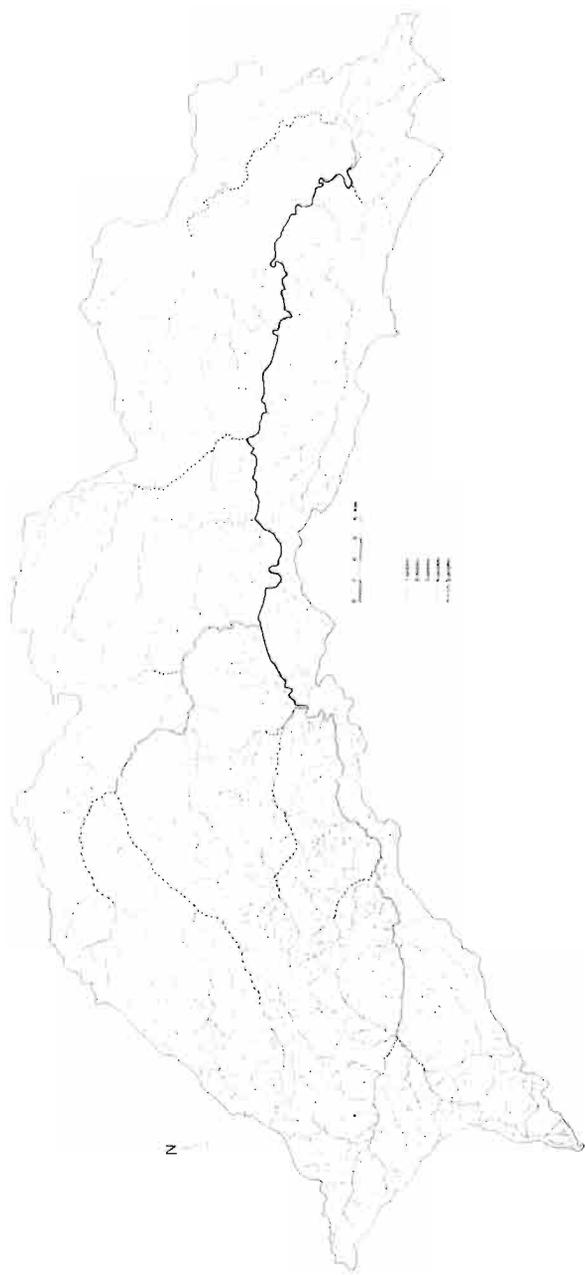


Figura 4. Red de drenaje.

aguas arriba de la confluencia, presenta menor ángulo respecto al situado aguas abajo. En caso de que éstos sean iguales, se elige el tributario de mayor longitud.

El resultado de la reconstrucción (fig.4) pone de manifiesto el grado de desarrollo de la red que hace del río Mundo una corriente de orden 7.

III. INDIVIDUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS UNIDADES DE DRENAJE

1) INTRODUCCIÓN

Todo aparato hídrico está íntimamente ligado a las características físicas del territorio sobre el que se encuentra instalado. Así, la complejidad estructural que presenta la cuenca alta del río Mundo, condiciona, en gran medida, la existencia de una red fluvial muy desarrollada integrada por un elevado número de unidades de drenaje.

El análisis cuantitativo de la red es imprescindible para conocer la respuesta en forma de corriente y sedimentos que genera la entrada de energía al sistema. Desde los primeros trabajos de Gravelius (1914), Horton (1945) y Strahler (1964) sobre la jerarquización y cuantificación de las redes de drenaje hasta la actualidad, se han sucedido numerosas clasificaciones de las variables que deben considerarse en una cuenca hidrográfica. En el presente estudio se lleva a cabo, en primer lugar, un análisis cuantitativo de las características físicas de las cuencas, incluyendo las variables geométricas y de forma relativas a su superficie. A continuación se abordan los parámetros morfométricos, que incluyen, entre otros, densidad de drenaje, ordenes de corriente, índice de torrencialidad y razones de longitud y bifurcación (Conesa García, 1991). Por último, para valorar la tasa de entrega de sedimentos de cada subsistema, se utiliza la metodología aplicada por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en los trabajos de reconocimientos sedimentológicos en embalses españoles.

El criterio para individualizar subsistemas de drenaje ha sido considerar todas aquellas subcuencas que, vertiendo sus aguas directamente a la arteria principal o al Embalse de Talave, son de orden 3 o superior siguiendo así la teoría de Ebisemiju (1985), que califica a éstas como las más representativas de una cuenca hidrográfica de relativa envergadura.

En la cuenca alta del río Mundo (755,13 km²) se han diferenciado un total de cincuenta y ocho subcuencas de orden tres o superior, lo que supone el 88,46% del área total drenada (fig. 5). El 11,54% restante corresponde a pequeños cursos de ordenes primero y segundo que vierten directamente sus aguas, bien a la corriente principal, o bien al embalse de Talave.

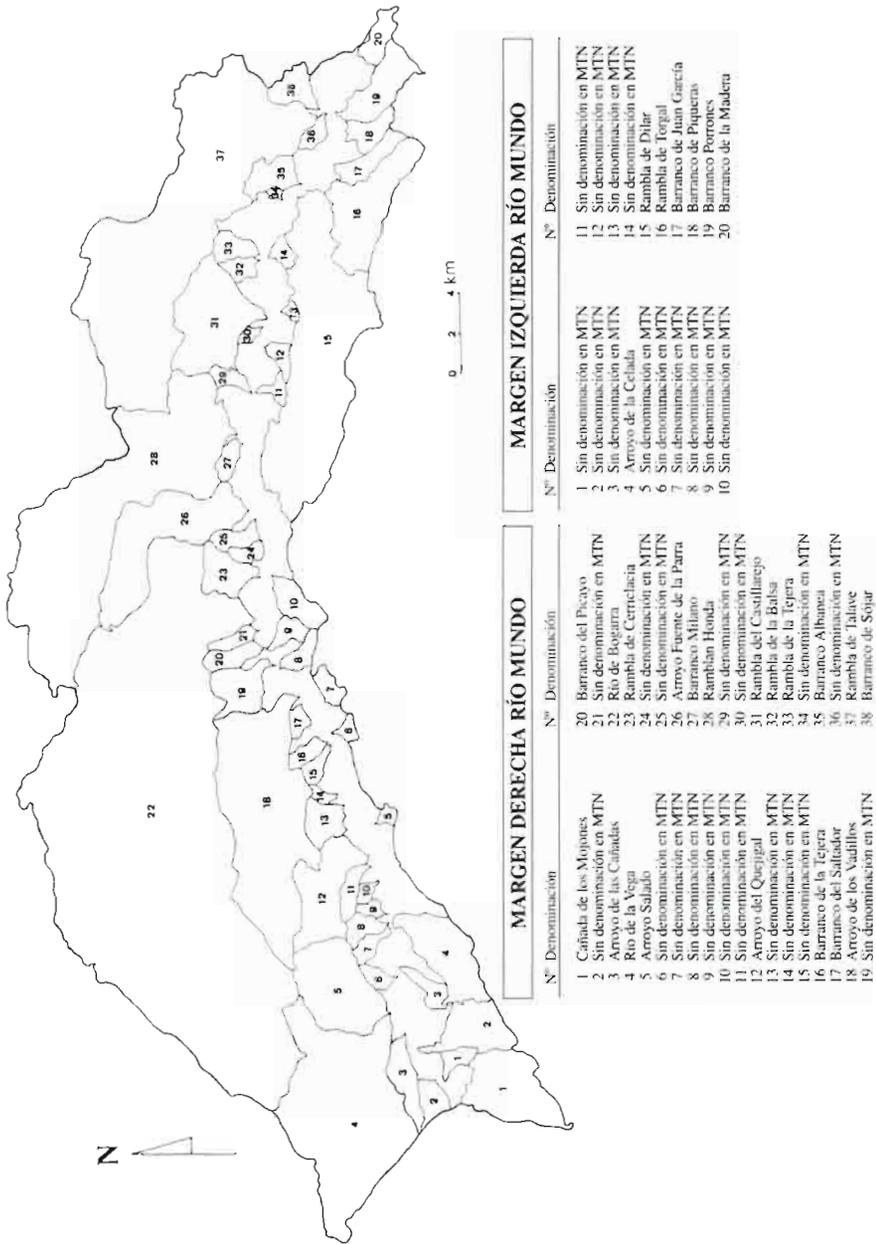


Figura 5. Individualización de unidades de drenaje en la cuenca alta del río Mundo.

Estos resultados ponen de manifiesto la disimetría que presenta la cuenca y el marcado contraste entre los tributarios de ambas márgenes. De los 667,96 km² drenados por cursos de orden mayor o igual a tres, 550,86 km² (82,47% del territorio) corresponde a tributarios de la margen derecha, mientras que tan sólo 117,10 km² (17,53%) se localizan en la vertiente meridional.

2) PARÁMETROS FÍSICOS

a) Metodología

Incluye aspectos geométricos, los referidos al relieve y características de las cuencas:

1. *Perímetro (P)*: Medida directa, expresada en km, que interviene junto con el área en la obtención de índices que caracterizan las cuencas en base a su forma.

2. *Área de la cuenca de drenaje (A)*: En km² se calcula por el método de las cuadrículas completas e incompletas con base a las de 0,0625, cotejando los resultados con los obtenidos por planimetro digital.

3. *Longitud de la cuenca (L)*: Siguiendo el criterio de Wisler y Brater (1949), se considera como tal la distancia entre el desagüe y el punto de la divisoria a partir del cual se determina la longitud del cauce principal. Se expresa en km

4. *Anchura máxima de la cuenca (A máx)*: Longitud en km de una línea imaginaria perpendicular a la arteria principal donde las divisorias de aguas opuestas se encuentran más separadas entre sí.

5. *Anchura media (A med)*: Relación entre la anchura máxima y la longitud de la cuenca, expresada en km [$A_{med} = A_{máx} / L$]

6. *Índice de Compacidad (Ic)*: Relación entre el perímetro de la cuenca y la circunferencia de un círculo de igual área (Wisler y Brater, 1949). Unidades adimensionales. [$Ic = (P) / [2(\pi A)^{0,5}]$]

7. *Razón de elongación (RI)*: Relaciona el diámetro de un círculo de área igual al de la cuenca y la longitud de la misma (Schuum, 1956). Unidades adimensionales. [$RI = 1,129 \times (\sqrt{A}/L)$]

8. *Razón de circularidad (Rc)*: Según el criterio de Miller (1953) es la relación existente entre el área de la cuenca y el área de un círculo de igual circunferencia. Los valores son adimensionales. [$Rc = (4\pi A)/(P^2)$]

9. *Factor de forma (Fo)*: Definido por Horton, 1932, equivale al cuadrado de la longitud de la cuenca relacionado con su superficie. Unidades adimensionales. [$Fo = (L^2)/A$]

10. *Altitud máxima (HM)*: Altitud en metros que presenta la cota más elevada dentro del área de la cuenca.

11. *Altitud mínima* (Hm): Altitud en metros que presenta el punto más bajo de la cuenca.

12. *Altitud media* (h): Resulta de la suma de los productos parciales entre los intervalos altitudinales medios (h_i) y superficie que ocupa cada uno de ellos (s_i), divididos por el área de la cuenca. Los valores finales se dan en metros. [$h = (\sum h_i \cdot s_i) / A$]

13. *Altura media* (E): Expresado en metros, se obtiene a partir de los valores de altitud media, trayendo el valor de la cota más baja de la cuenca. [$E = h - H_m$].

14. *Desnivel Absoluto* (d): Diferencia, en metros, entre las cotas máxima y mínima.

15. *Pendiente media de la cuenca de drenaje* (pm): Relación entre el desnivel absoluto y la mitad del perímetro de la cuenca. Los resultados se expresan en tantos por ciento [$pm = d / (P/2)$]

16. *Longitud del cauce principal* (l): Medida directa en km, de la extensión longitudinal de la arteria principal, desde su nacimiento hasta la salida de la cuenca.

17. *Pendiente media del cauce principal* (pca): Expresado en tantos por mil viene dada por la relación entre el desnivel absoluto del cauce principal y la longitud del mismo. HMc-Hmc son la altitud máxima y mínima de la arteria principal [$pca = (HMc - Hmc) / l$]

18. *Razón de Relieve* (Rr): Relación entre el desnivel absoluto de la cuenca, obtenido según el criterio de Shuum (1956), y la longitud de la misma (L). Unidades adimensionales. [$Rr = d / L$]

19. *Número de Rugosidad* (NR): Expresado en valores adimensionales, fue definido por Strahler, 1958, como el resultado de multiplicar el desnivel absoluto de la cuenca por su densidad de drenaje (Dd) [$NR = d \times Dd$]

En el anexo I se recogen los valores de los parámetros físicos para cada una de las subcuencas individualizadas.

b) Descripción

Unidades margen derecha

Desde el extremo suroccidental en el Macizo del Calar del Mundo, la divisoria de aguas de la cuenca se extiende, dibujando un arco convexo hacia el Noreste, hasta el Cerro del Padrón (1741 m) en la Sierra de Alcaraz, límite meridional de la misma. A lo largo de esta alineación montañosa, donde se localizan los relieves más importantes y hasta el embalse de Talave, se suceden un total de treinta y ocho unidades de drenaje que ocupan una superficie de 550,86 km² (fig. 5).

Pese al predominio numérico de pequeñas y medianas subcuencas, con superficies

inferiores a 10 km² y entre 10 y 60 km² respectivamente, es en esta margen derecha donde aparecen los subsistemas más importantes, con áreas que superan los 60 km² (cuadro 1). Junto a la rambla de Talave y rambla Honda, destaca el río Bogarra, que drena 195,13 km² siendo el principal tributario del río Mundo.

Cuadro 1.

Distribución de subcuencas según tamaño. Margen derecha río Mundo

Superficie (km ²)	Tamaño	Nº de subcuencas
> 60	Grande	3
10 - 60	Mediana	7
< 10	Pequeña	28
		$\Sigma = 38$

La compartimentación del relieve se traduce en divisorias de aguas bien marcadas y una gran variedad de formas, aunque con clara tendencia a ser alargadas. El factor de forma, pese a los valores extremos de 1,13 y 11,61, se sitúa en la mayoría de los casos en torno a 3, mientras que el índice de compacidad está por encima de 1,5. Otras variables, razón de circularidad y elongación matizan a las anteriores, alejándose significativamente de la unidad en subcuencas muy elongadas como el Arroyo de las Cañadas o Río Bogarra, mientras que en otros casos, Barranco Milano o del Soján ofrecen valores propios de cuencas redondeadas.

A escasos metros su afloramiento superficial en la Cueva de Los Chorros, el río Mundo recibe, por el Este, su primer tributario. Con una altitud media de 1436 m, la unidad de *Cañada de los Mojones* (1) que drena parte del Macizo del Calar, es la más meridional de la cuenca.

Los 10,62 km² de su superficie presentan una forma triangular, con valores del índice de compacidad y razón de circularidad próximos a los de las cuencas rectangulares (1,31 y 0,58 respectivamente). El estiramiento que presenta hacia el Sur se refleja en el índice de forma, 2,85 y en la razón de elongación, 0,67. Su localización en cabecera y el trazado paralelo al del Mundo, hacen que la confluencia entre ambos tenga lugar por encima de los 1000 metros. El número de rugosidad (2,56) y la razón de relieve (0,11) son consecuencia de su fuerte desnivel absoluto, 605 m, en tan sólo 5,5 km de longitud.

Al Norte de la cañada de los Mojones, y orientadas en sentido O-E, aparecen dos pequeñas unidades, cuyas arterias principales, que nacen en el alto del Padroncillo, circulan perpendicularmente al Mundo, sobre el que convergen formando casi un ángulo recto. La primera (2) con sólo 2,78 km² de superficie y 7 km de perímetro tiene forma de rombo que, estirado hacia el Este, hace aproximarse los valores de anchura

máxima (2,8 km) y longitud (2,1 km). Los índices de forma son muy similares los a de la primera, y la razón de circularidad e índice de compacidad ligeramente superior e inferior respectivamente.

El desnivel absoluto es de 617 m, lo que unido a su escaso desarrollo longitudinal origina una pendiente media muy importante (11,6%). El número de rugosidad está por debajo del de la subcuenca anterior pero la razón de relieve se ha duplicado. Lo mismo ocurre con la pendiente media del cauce principal (0,20‰ frente a los 0,08‰ de Mojones) pues con un desnivel similar su longitud se ha reducido a la mitad.

El *Arroyo de la Cañadas* (3), al Norte, tiene una cuenca estrecha (5 km de longitud frente a 1 de anchura máxima) y mucho más estirada ($Fo = 6,20$). La pequeña arteria de apenas 6 km de longitud, drena una superficie de 4,03 km² con una altitud media de 1228,6 metros. Tiene su nacimiento en la cumbre del Padroncillo (1587 m) y discurre de Oeste a Este encajada en los relieves circundantes hasta confluir con el río Mundo en la cota 930 m. Salva un desnivel absoluto de 657 m lo que origina una razón de relieve y número de rugosidad elevados.

Semejante disposición presenta la unidad *Río de la Vega* (4), de tamaño mediano (44,5 km²) y forma romboidal que ocupa el extremo occidental del territorio. El perímetro, 34 km, y los índices de forma ($Ic=1,43$; $RI=0,66$; $Rc=0,48$; y $Fo=2,92$) reflejan su aspecto más ovalado. El desnivel absoluto, 810 m, es de los más importantes de la margen derecha y pese a ello, la longitud de la cuenca (11,4 km) condiciona una razón de relieve pequeña (0,07).

El río de la Vega tiene su cabecera a los 1.740 m en el alto del Padrón, extremo oriental de los potentes relieves jurásicos de la Sierra de Alcaraz que extendiéndose hacia el NE constituyen la divisoria de aguas con la vecina cuenca del Guadalquivir. Por el Norte, un conjunto de elevaciones en el paraje de la Dehesa de las Almenaras lo separan del subsistema del río Bogarra.

Su tramo alto discurre transversalmente a las estructuras de estos relieves calizos, en cuyo pie de monte se localiza un afloramiento triásico que ocupa la mayor parte de esta unidad y que condiciona una pendiente media bastante modesta (4,8%). La desembocadura a 930 m de altitud, es perpendicular al arco que describe el Mundo, obligado a cambiar su dirección S-N orientándose en sentido O-E en una zona llana ocupada por materiales triásicos, donde recibe las aguas procedentes del río de la Vega y del arroyo Salado.

La occidentalidad y altitud media de este sector 1261,7 m, motivan la presencia de abundantes precipitaciones, (el observatorio meteorológico de Fábricas de Riopar CHS registra una media superior a 900 mm anuales, Alvarez Rogel, 1996) que contribuyen al desarrollo de la red, especialmente significativo en su flanco Norte, encargado de recoger las escorrentías procedentes de la Sierra de Alcaraz. La alta densidad de drenaje y el importante desnivel originan un alto índice de rugosidad (4,2).

Hacia el Este, y confluyendo en el Mundo junto al río de la Vega, se encuentra el

Arroyo Salado (5). Desde su cabecera, en el alto del Gallinero (1630 m), estribaciones meridionales de la Sierra del Agua, fluye en sentido N-S aprovechando las fracturas que afectan a estos relieves calizos.

El afloramiento triásico que aparecía en la subcuenca de la Vega, ocupa aquí una extensión importante. Afectado por un gran anticlinal, obliga a la corriente a desviarse hacia el Oeste, presentando la particularidad de circular de Este a Oeste, contrario al sentido predominante en esta margen derecha, a la vez que favorece la escasa pendiente del cauce principal (0,09‰). Con un desnivel absoluto de 700 m en tan sólo 6,5 km la pendiente media (9,4‰) es moderada si se compara con la de tributarios contiguos. Pese a ello, el número de rugosidad es bastante alto (3,95) mientras que la razón de relieve es similar a la del arroyo de las Cañadas (0,13).

Hacia el Oeste, un conjunto de elevaciones del Jurásico Inferior y Medio establecen la divisoria de aguas entre esta unidad y la del arroyo del Quejigal. Entre ambas aparecen seis pequeñas subcuencas (6, 7, 8, 9, 10 y 11) cuyas áreas no superan los 2,5 km².

Dispuestas perpendicularmente a la corriente principal, contribuyen a aumentar su caudal con aguas procedentes de las vertientes meridionales de los Picos del Oso y Cerro del Helechar. Aparecen sin denominación en el Mapa Topográfico Nacional y tienen una altitud media que oscila entre 1161,7 y 1056,5 m. Son cauces de circulación esporádica fruto de las precipitaciones en sectores más elevados. Su forma es claramente alargada (Fo entre 5,76 y 1,13) y tienen una pendiente media importante, salvando desniveles de hasta 557 m en apenas dos kilómetros de longitud. Pese a su reducido tamaño, el número de rugosidad está por encima de 2,5 en la mayoría de los casos.

Aguas abajo de este conjunto, aparece la unidad del *Arroyo del Quejigal* (12), con una superficie de 10,69 km². La arteria que le da nombre nace en su extremo occidental, a 1183 m de altitud, en los relieves que establecen la divisoria de aguas con el arroyo Salado (5). Por el Norte, un gran sinclinal colgado individualiza este subsistema del arroyo de los Vadillos (18), al Este.

El arroyo circula perpendicular al Mundo, atravesando en su primer tramo un anticlinal donde afloran materiales triásicos. En este punto, debido a la disposición transversal de las estructuras, la subcuenca alcanza su anchura máxima, 4,3 km. Aquí las líneas de debilidad producidas por el contacto mecánico entre los materiales jurásicos y del triás han sido aprovechadas por el arroyo de Fresneda, principal tributario del Quejigal, para canalizar la escorrentía del flanco oriental del relieve plegado. La irregularidad de su perímetro (18 km) es fruto de la adaptación a las estructuras. Con una forma elongada ($Fo=3,59$, $Ic=1,54$, $Rc=0,41$ y $Rl=0,60$) la pendiente media es modesta, 7,3‰, mientras que el desnivel absoluto es de 660 m. Presenta la misma razón de relieve que la unidad de la Vega y, al igual que ésta, un número de rugosidad elevado (3,9).

El último tramo de la arteria principal discurre próximo a la divisoria occidental, fruto de las fracturas que afectan al alto de la Cabeza de la Madera y que ponen en contacto materiales del Lías Inferior con los niveles calizos del Dogger que tapizan el fondo de la cubeta, resultando la pendiente media tan sólo 0,09 ‰.

Tres kilómetros y medio aguas abajo de la desembocadura del Quejigal y después de que el río Mundo dibuje un semicírculo casi perfecto de algo más de un kilómetro de radio bordeando el afloramiento triásico de Cabeza Madera, aparece una pequeña subcuenca de 3,31 km² de superficie y 8 km de perímetro (13).

Su cabecera se localiza al Noroeste, en los depósitos miocenos que establecen la divisoria con el arroyo de los Vadillos. La pendiente media es importante, 18,9%, y tiene una forma muy redondeada (Fo=1,89 e Ic=1,23). La arteria principal con 3,2 km² de longitud y 0,13‰ de pendiente, recibe un gran número de aportes procedentes de la laderas montañosas entre las que se ubica la unidad, por lo que, pese a sus reducidas dimensiones el número de rugosidad es alto (4,54), superior incluso al río de la Vega con una cuenca vertiente diez veces mayor.

Hacia el Este, limitando por el Norte con la unidad de Vadillos e instaladas sobre materiales jurásicos afectados por una intensa fracturación aparecen cuatro subcuencas de pequeño tamaño (14, 15, 16 y 17). Se trata de una serie de barrancos, de a penas 2 km² de superficie y anchura máxima de un kilómetro, que canalizan hasta el Mundo la escorrentía de la vertiente meridional de las Lomas del Cencillar. Sus longitudes, inferiores a 2 km y el factor de forma próximo a 3, son indicativos de la elongación. El desnivel absoluto ronda los 400 metros, salvo en el barranco de la Tejera (575 m). La razón de relieve es uniforme, alrededor de 0,30, mientras que el número de rugosidad entre 2 y 2,5 se hace máximo en el citado barranco, fruto del mayor desnivel asociado a una densidad de drenaje superior.

El *Arroyo de los Vadillos* (18) es la segunda gran subcuenca de esta margen derecha. Con una superficie de 40,81 km² y un perímetro de 35,8 km se considera de tamaño mediano.

La arteria que le da nombre nace en el extremo occidental de la Sierra del Agua a 1.604 m de altitud, dirigiéndose hacia el Este a lo largo de casi 15 km para unirse al Mundo en el paraje de la Huerta de la Perilla (780 m). Su disposición meridiana es paralela a la del río Bogarra, al Norte, mientras que por el Sur todas las unidades con las que limita, desde el arroyo Salado hasta el barranco del Saltador, son perpendiculares a ella. La razón de circularidad (0,40) y elongación (0,55) son de las más bajas de todo el territorio, al tiempo que la relación entre el cuadrado del perímetro y el área es superior a 4.

El alargamiento se produce a favor de los grandes ejes anticlinales y sinclinales que recorren la unidad de Oeste a Este y que, debido a los fuertes empujes soportados, han sido tumbados y profusamente fracturados obligando a los tributarios de la margen derecha del arroyo a encajarse en sentido N-S siguiendo las líneas de debili-

dad. Aunque cuenta con un desnivel absoluto importante, 824 m, la razón de relieve es muy pequeña (0,06) debido a la forma muy alargada. La diferencia de cotas extremas hace que el número de rugosidad sea el segundo más alto de esta margen, pues arterias con densidades de drenaje similares, poseen valores de este índice inferiores.

Desde el sector del barranco de la Tejera y del Saltador, el río Mundo presenta un discurrir meandrizante desviándose hacia el Noroeste fruto de la complejidad estructural que afecta a este tramo medio. Poco antes de recibir las aguas del río Bogarra se produce un cambio significativo volviendo a circular en sentido O-E y haciéndose su trazado casi rectilíneo al encajarse sobre fracturas de la misma dirección.

Entre la desembocadura del arroyo de Vadillos y la del río Bogarra se han individualizado tres subcuencas cuyas divisorias de aguas por el Norte, las separan de esta última.

La primera (19), dos kilómetros al Sur de la población de Bogarra e inmediatamente al Este de Vadillos, de la que está separada una fractura que condiciona parte de la divisoria, es la más extensa de las tres (5,31 km²). Desde su estrecha cabecera en el Cerro del Padroncillo (1503 m) se ensancha progresivamente hacia el centro, donde supera los 2 km, para volver a encajarse en forma de embudo hacia la desembocadura. Pese a la apariencia oval, el estrechamiento hacia ambos extremos origina valores de los índices de forma propios de cuencas más elongadas. Con una pendiente media próxima al 13% y una razón de relieve semejante a las otras dos, el desnivel absoluto (743 m) es el responsable de que su número de rugosidad sea el más elevado (3,2).

Los otros dos barrancos tienen en común su forma más alargada, una pendiente media en torno al 15% y un drenaje casi N-S de las aguas procedentes de las Lomas del Picazo, donde tienen su cabecera a 1220 m de altitud.

El primero, *Barranco del Picayo* (20) tiene un factor de forma de 3,99 mientras que en el otro, sin denominación en el Mapa Topográfico Nacional (21), está por encima de 4,6, siendo su índice de compacidad ligeramente superior (1,34 frente a 1,17). En tan sólo tres kilómetros de longitud las dos arterias salvan desniveles próximos a 500 metros dando valores de la relación de relieve de 0,15 y 0,18. El número de rugosidad está en torno a 2.

Después de recorrer 34,5 kilómetros desde la Cueva de Los Chorros en el macizo kárstico del Calar, el río Mundo recibe las aguas procedentes de todo el Noroeste de la cuenca canalizadas a través de su principal tributario el río Bogarra.

Con una superficie de 195,13 km² y un perímetro de 79,5 km la unidad de *Bogarra* (22) es la más extensa del territorio. La divisoria de aguas por el Norte y Oeste se sitúa a lo largo de la Sierra de Alcaraz, umbral más noroccidental de la cuenca del Segura, mientras que por el Sur, la Sierra del Agua y elevaciones montañosas que aparecen al Este (Las Crucetas y Lomas del Picayo) la separan de las pequeñas y medianas subcuencas que, desde el subsistema del río de la Vega, han sido analizadas hasta ahora (números 5 a 21).

Tiene una longitud de 47,6 km y una anchura máxima, en su parte media, de 19,6 km. En el centro de la unidad destaca un eje sinclinal que afecta a materiales del Lías en el paraje de la Cuerda de la Serrazuela y Alto del Bañadero, 1389 m. Esta importante elevación obliga al río Bogarra a dividirse en dos ejes de drenaje paralelos, río Madera, al Sur y río del Mencal, al Norte, instalados sobre los materiales triásicos que circundan este relieve. A través de ellos se canaliza la escorrentía de la mitad occidental, ya que drenan casi el 50 % de su superficie de la unidad.

Pese a que el tamaño de sus cuencas receptoras es muy similar, río del Mencal 45,9 km² y Madera 50,4 km² y siendo tan sólo 4,5 km más largo el segundo, se considera a éste tributario del primero en base al criterio del ángulo de confluencia. La unión de estas dos arterias se produce a los 890 metros de altitud en el paraje denominado La Vega, sobre depósitos aluviales de materiales cuaternarios recientes. En este punto, el trazado SO-E de ambas corrientes experimenta una desviación al Sur, quedando fusionadas en una sola, que circula en su último tramo prácticamente perpendicular al río Mundo.

La arteria principal tiene su cabecera en la Sierra de Alcaraz (Muleto, 1574 m). En su primer tramo recibe el nombre de río de la Fuente del Roble para pasar a denominarse río Mililla a los 7 kilómetros de su recorrido. A partir de la confluencia por el Sur del río de los Viñazos a 9.500 metros de su nacimiento, pasa a llamarse río del Mencal y se convierte en el río Bogarra después de su unión con el Madera. Con 33,5 km de longitud total salva un desnivel de 844 metros siendo su pendiente de 0,02‰.

La subcuenca tiene una forma alargada y convexa hacia el Norte, adaptándose a la estructura en escamas de los materiales del Lías. El estiramiento se manifiesta en el índice de compacidad (1,61) y los valores extremos del factor de forma, 11,6 y razón de elongación, 0,33, que son el más elevado y más bajo respectivamente de todas las unidades diferenciadas.

La pendiente media es alta, 26,3%, por el considerable desnivel absoluto que presenta (1.068 m). El número de rugosidad alcanza un valor extremo, 5,33, pese a que la densidad de drenaje es inferior a la de otras subcuencas como el río de la Vega, arroyo Salado, Quejigal o barranco de la Tejera.

Aguas abajo de la confluencia del Bogarra, el río Mundo atraviesa otra zona de intensa fracturación que de nuevo condiciona la forma y disposición de los subsistemas de drenaje. El juego de bloques de las fallas inversas y los desgarres le obligan a encajarse tanto en sentido O-E como N-S, siguiendo siempre la línea de máxima pendiente.

En este sector recibe en primer lugar la *Rambla de Cerriclacia* (23). Su perímetro (9 km) se adapta a los ejes de las fracturas que individualizan esta unidad. El control estructural determina la forma de la cuenca que con una superficie de 4,75 km² tiene valores del índice de compacidad y razón de circularidad propios de cuencas más regulares.

La altitud media se sitúa en 939 m y la pendiente, aunque moderada, (7,4%), es importante si se tiene en cuenta su escasa longitud, 3 km. La razón de relieve es la misma que la de la unidad número uno (0,11) mientras que el número de rugosidad es muy bajo, 1,4.

El último tramo de la rambla de Cerriclacia se encuentra prácticamente encajado en el cauce del Mundo ya que la confluencia tiene lugar en el punto de fricción entre dos bloques afectados por fracturas. Las dos subcuencas adyacentes (24 y 25), tienen características similares, aunque son más pequeñas (2 km²) y elongadas.

Aguas abajo aparece la unidad de *Rambla del Griego* que en su último tramo pasa a denominarse *Rambla de la Fuente de la Parra* (26). Desde su nacimiento en Montericos (1382 m), elevación montañosa que la separa de rambla Honda al Noreste, la rambla del Griego circula en sentido O-SE hasta llegar a la población del mismo nombre. A partir de aquí cambia de dirección presentando una disposición N-S, con un discurrir sinuoso, para adaptarse a las líneas de debilidad creadas por los plegamientos y fracturas que afectan al territorio.

La confluencia con el Mundo se produce formando un ángulo de 90° a los 670 m de altitud, ya que el río se dirige hacia el Este profundamente encajado en una gran fractura que le obliga a presentar en este tramo un trazado casi rectilíneo.

Los 20 km² de superficie se disponen en forma de “ele mayúscula invertida” manteniendo prácticamente una anchura uniforme (2,2 km de media frente a 2,4 km de anchura máxima) en toda su longitud (9 km). La pendiente media 5,3%, es moderada. La cuenca, estrecha y estirada hacia el Noroeste, tiene valores de los índices de forma similares a los de Vadillos, pese a que ésta última drena una superficie dos veces mayor. El mismo paralelismo presentan la pendiente media del cauce principal (0,06 %) y la razón de relieve (0,07). Sin embargo, el número de rugosidad, aunque elevado, 3,8, es inferior en el arroyo de la Fuente de la Parra pues tanto el desnivel como la densidad de drenaje son inferiores.

Cuatro kilómetros aguas abajo, en el eje de un meandro estructural que describe el río Mundo antes de entrar en la población de Ayna, se localiza el punto de desagüe de otra de las unidades de mayor entidad: rambla Honda. Tan sólo 700 metros antes, el *Barranco Milano* (27), vierte sus aguas a la corriente principal. De reducidas dimensiones (1,69 km²) y con 5 km de perímetro, drena la vertiente meridional del Cerro de la Cantera, umbral que separa, en su parte inferior, las subcuencas del arroyo de la Fuente de la Parra y rambla Honda.

Con una disposición ovalada y ligeramente estirada hacia el Noroeste los índices de forma son semejantes a los de cuencas más redondeadas (Ic=1,08; Fo=1,54; Rc=0,89 y Rl=0,85). La pendiente media es importante, 17,4% presentando un desnivel absoluto de 435 metros. Su razón de relieve es moderada (0,26) y el número de rugosidad está por debajo de 2.

El subsistema de *Rambla Honda* (28) es el tercero en extensión de la margen dere-

cha con una superficie de 63,30 km², después de Bogarra (22) casi once kilómetros aguas arriba y Talave (37) que vierte directamente al embalse.

La forma es similar a la rambla del Griego con la que limita por su flanco oriental, extendiéndose hacia el Noroeste hasta la divisoria de aguas de Bogarra. Por el Norte, los Cerros de la Serralba, La Atalaya y Fuente del Pino, constituyen el extremo más septentrional de toda la cuenca del Mundo. El perímetro está próximo a 50 km, y su elongación se refleja en el índice de compacidad y razón de circularidad. El primero se sitúa en 1.72 mientras que Rc es 0.33, constituyendo el máximo y mínimo respectivamente de todo el territorio.

Al igual que sucedía en Bogarra, esta unidad cuenta con dos ejes fundamentales de drenaje: arroyo de las Cañadas de Haches y rambla de Fuentpulla que, en su último tramo, pasa a denominarse rambla Honda. Para la determinación de la arteria principal se utiliza el mismo criterio que en el caso anterior ya que ambas tienen, hasta su unión, una longitud muy similar, próxima a los 13 km.

Con una altitud media de 1102 m, el desnivel absoluto es muy importante (842 m) debido a la diferencia de cotas entre la desembocadura y el punto más elevado, cerro de la Serralba, en el extremo noroccidental. La cabecera de la rambla se sitúa a 1325 m de altitud en los Cerros de la Atalaya, siendo la pendiente media muy modesta (0,04‰). El número de rugosidad, aunque alto, 3,6, está por debajo de lo que cabría esperar dada la considerable extensión y el fuerte desnivel.

Después del trazado meandrizante en los alrededores de Ayna, el Mundo vuelve a presentar gran linealidad al encajarse en otra fractura. En este tramo convergen, junto a pequeños cursos que vierten directamente a la corriente, dos pequeños barrancos de forma alargada (29 y 30) que han desarrollado una red de tercer orden. Con superficies muy reducidas, 1,47 y 0,69 km², salvan desniveles de 273 y 200 metros, presentando pendientes muy fuertes (13,4% y 21,3% respectivamente). Su longitud es escasa, 2,5 y 1 km, y apenas presentan desarrollo, por lo que su número de rugosidad es inferior a 1,5.

En la subcuenca del *Arroyo de la Fuente del Mojón*, (31) también denominada *Rambla del Castillarejo* en alusión a la elevación montañosa situada al Norte, llama la atención la presencia de materiales Cretácicos que, a diferencia de lo que sucedía en las unidades precedentes, no han sido desmantelados por la erosión.

Sus 17 km² de superficie adoptan una forma de embudo, con 5,9 km de anchura máxima. La desembocadura a 580 m de altitud, está instalada sobre un potente relleno Mioceno que hace disminuir la pendiente media (2,8%). Con un desnivel absoluto superior a los 450 metros, la razón de relieve es muy baja, 0,07, y el número de rugosidad 1,44. Se encuentra jalonada de Norte a Sur por fracturas inversas cóncavas hacia el Sureste, dando lugar a cabalgamientos que suavizan el desnivel de la arteria principal cuyos 6 km de longitud presentan una pendiente media de 0,01‰.

Después de recibir los aportes de la rambla de la Fuente del Mojón, el Mundo con-

tinúa su descenso hacia el embalse, describiendo un gran número de meandros fruto de fracturas con vergencias opuestas sobre las que se instala el valle del río. Esta compartimentación del relieve origina la individualización de pequeñas unidades que, situadas al Este de la rambla del Castillarejo y Sur de la de Talave, drenan estos sectores interiores.

Antes de llegar a la población de Liétor se han diferenciado las subcuencas de *Rambla de la Balsa* (32) y *Rambla de la Tejera* (33). Las dos tienen una forma estirada hacia el Norte, desembocando perpendicularmente en la cota 570 m. Con altitudes medias muy semejantes y desniveles absolutos próximos, su pendiente media es acusada (14,4% y 13,3%). La menor superficie de la primera, 1,53 km² frente a 2,31 km² de Tejera, le confiere un aspecto más elongado resultando el índice de compacidad y factor de forma algo superiores.

Superada la población de Liétor, el Mundo continúa su discurrir meandrante hacia el embalse, profundamente encajado sobre materiales Jurásicos. En este tramo se localizan las dos últimas subcuencas tributarias, en sentido estricto, de esta margen derecha, ya que las restantes, barranco del Soján, rambla de Talave y una tercera sin denominación, vierten sus aguas directamente en el embalse de Talave.

La primera y más pequeña (34) tiene una superficie de 0,38 km² y apenas 1 km de perímetro. El desnivel de 260 m en tan sólo 900 metros hace que la pendiente media sea extrema, 43,3%. Su forma es claramente redondeada y el cauce principal con 300 metros de longitud y 0,9‰ de pendiente media, está profundamente encajado. La razón de relieve se sitúa en 0,35 y el número de rugosidad es 1,57.

El *Barranco de Albanea* (35), desemboca en el Mundo en la cota 540 m, a menos de dos kilómetros de su entrada en el reservorio. Sus 3,56 km² están flanqueados hacia el Norte y Este por la unidad de rambla de Talave. Su forma es uniformemente alargada siendo mínima la diferencia entre la anchura máxima (1,8 km) y media (1,3 km). Aunque la compacidad es pequeña (1,26) los demás índices de forma reflejan su elongación ($Rc=0,44$; $Rl=0,76$ y $Fo=2,20$). La pendiente media es importante, en menos de dos kilómetros salva un desnivel absoluto de 290 metros. El número de rugosidad es 1,63 mientras que la razón de relieve se sitúa en 0,10.

La primera unidad que ya desemboca en la cola del reservorio es una pequeña subcuenca (2,19 km²) que drena la vertiente meridional de la Umbría del Soldado (36). Salva un desnivel próximo a los 300 metros en 2 km siendo la pendiente media de 11,6%. Su forma ovalada y ligeramente estirada hacia el Noroeste, arroja valores del índice de compacidad y razón de circularidad y elongación próximos a la unidad, siendo el factor de forma superior a 2.

La *Rambla de Talave* (37), además de ser la segunda más extensa después de Bogarra, es el subsistema de mayor entidad que vierte directamente al embalse, al Este de la entrada del río en el mismo.

Con 76,66 km² de superficie tienen una forma alargada ($Ic=1,68$; $Fo=3,51$;

$Rl=0,60$ y $Rc= 0,35$) ocupando el extremo Nororiental del territorio. El eje de drenaje principal con una longitud de 21,3 km y una pendiente media de 0,02% tiene su cabecera en el Cerro de los Guijarrales (1020 m), umbral que establece la divisoria de aguas por el Oeste con la unidad de rambla Honda. Al igual que ésta, la razón de relieve es muy pequeña, 0,03, mientras que el número de rugosidad es aquí inferior (2,5). Tiene la pendiente media mas baja de la margen derecha, 2,1%, pese a que el desnivel absoluto es de 536 metros, favoreciendo así la acumulación de depósitos cuaternarios recientes, que alcanzan aquí una gran extensión.

Junto a su desembocadura, a 520 m de altitud se encuentra el punto de desagüe del *Barranco de Sójár* (38). Es la última de las unidades septentrionales y sus características esenciales vienen dadas por estar instalada sobre un afloramiento triásico localizado al Norte del embalse.

Tiene una forma redondeada con 3,28 km² y en tan sólo 2,4 km de longitud presenta un desnivel absoluto de 238 m. Su pendiente media está próxima al 6%. El reducido desnivel hace que el número de rugosidad esté por debajo de 1,5, pese a contar con una densidad de drenaje muy importante (la tercera más elevada de esta vertiente).

Unidades margen izquierda

La proximidad del río Mundo a la divisoria meridional de aguas de la cuenca que, desde el Macizo del Calar del Mundo al SO discurre por la Sierras del Cujón, Cumbres de las Toñeras, Sierra Seca, Sierra de la Cuerda de Santa María y Sierra de la Cuerda de Los Porrones, condiciona la menor entidad de los tributarios que drenan esta margen izquierda.

Este hecho se pone de manifiesto tanto en el número como en el desarrollo y superficie de las subcuencas aquí instaladas. A lo largo de 117,10 km² se han individualizado veinte subsistemas, (fig. 5) de los que sólo siete aparecen identificados con nombre propio.

No existe ninguna unidad de tamaño grande (> 60 km²). De las tres que pueden considerarse medianas (entre 10 y 60 km²) sólo una de ellas supera ligeramente los 50 km², mientras que las otras dos no alcanzan los 14 km². Las diecisiete restantes presentan áreas muy reducidas, inferiores a 8 km², situándose mayoritariamente por debajo de 2 km² (cuadro 2).

Al igual que en la mitad septentrional, la tendencia general es a presentar formas alargadas, aunque el menor desarrollo longitudinal propicia un aspecto más ovalado. El factor de forma oscila entre 1,37 y 4,84 mientras que el índice de compacidad está por encima de 3 en la mitad de las subcuencas. La razón de circularidad más pequeña es de 0,39 frente al mínimo de 0,33 que presentaba rambla Honda.

Cuadro 2.

Distribución de subcuencas según tamaño. Margen izquierda río Mundo

Superficie (km ²)	Tamaño	Nº de subcuencas
> 60	Grande	0
10 - 60	Mediana	3
< 10	Pequeña	27
		$\Sigma = 20$

La primera y más occidental de las unidades, es una pequeña subcuenca de 5 km de perímetro y tan sólo 1.68 km² de superficie (1). Con una altitud media de 1393 m, su disposición, a modo de embudo muy encajado hacia la desembocadura, condiciona valores del índice de forma cercanos a 3, siendo las razones de circularidad y elongación 0,84 y 0.66 respectivamente. El índice de compacidad, próximo a la unidad, indica la escasa distancia, 2.2 km, que separa el punto más alejado de la divisoria y la desembocadura. Entre ambos, la diferencia de cotas de 600 m arroja una pendiente media muy importante, 24 ‰.

La densidad de drenaje es elevada fruto del desnivel, por lo que el número de rugosidad es superior a 2 y la relación desnivel/longitud 0.27. El colector principal, muy encajado a lo largo de sus 2.7 km, tiene una pendiente media de 0,22 ‰.

La unidad número 2, con 7.34 km² y casi 5 km de longitud tiene mayor entidad. Su forma es similar a la anterior, y al igual que ésta, discurre de Sur a Norte para confluir ortogonalmente en el río Mundo. En el macizo del Calar (donde tiene su cabecera, 1694 m), alcanza su máxima amplitud (2.7 km) para reducirse a tan sólo 250 m una vez que desciende por debajo de los 1300 metros, manteniéndose así hasta la desembocadura (940 m). El incremento de la distancia entre sus extremos se traduce en un aumento del índice de compacidad (1,45) y del factor de forma (3,27), mientras que disminuyen las razones de elongación y circularidad (0,62 y 0,47).

Con un desnivel absoluto de 666 metros, el 92,6% de la superficie tiene una altitud superior a 1400 metros resultando la pendiente media de la cuenca 9,5%. La profusión de pequeños tributarios instalados sobre las rocas calizas muy diaclasadas eleva el número de rugosidad a 3,19.

Entre este subsistema y el siguiente, cinco kilómetros aguas abajo, el Mundo describe un arco en el que confluyen pequeños colectores de ordenes 1 y 2, que drenan las aguas procedentes del Cerro de las Cruces, aún en el macizo kárstico. En ésta elevación, a 1600 m de altitud, se localiza la cabecera del arroyo que, con una circulación SO-NE va a confluir con la arteria principal en la cota 920 m (3). Los 2 km² de superficie presentan una clara disposición elongada. El índice de compacidad y factor de forma (1,54 y 4,81), son de los más altos de la margen izquierda. La longitud de la

subcuenca, prácticamente igual al doble de su anchura máxima, origina valores de la razón de relieve y número de rugosidad moderados (0,23 y 2,67) pese a contar con un desnivel absoluto de 730 metros.

Aguas abajo, el *Arroyo de la Celada* (4), es la más pequeña de las unidades de tamaño mediano. Su forma trapezoidal ($Ic=1,29$ y $Fo=1,93$) se adapta a la disposición SO-NE de la elevación de Lomas del Pinarrón, que ocupa la parte central del subsistema. El estrechamiento a modo de embudo en las proximidades de la confluencia con el Mundo, acentúa la elongación ($Rc=0,59$).

La divisoria de aguas extendida por el Este hasta el Cerro de las Cruces, independiza esta subcuenca de las dos precedentes, discurriendo por el Sur, a lo largo de la Sierra del Cujón y Cerro de los Tornajos, donde tiene su cabecera la corriente, a 1675 m de altitud. Con una pendiente media de 10,8%, posee el mayor desnivel absoluto (814 m) que sitúa próximo a 4 el número de rugosidad. Casi el 80 % del territorio está por encima de 1300 metros siendo la altitud media 1372 m, y la razón de relieve 0,11. El arroyo, con una longitud de 5,5 km, es la segunda arteria más larga de este sector. Salva un desnivel de 800 metros y su pendiente media es de 0,14 %.

Desde la desembocadura del arroyo de la Celada, próxima a la población de Mesones, hasta que el Mundo recibe las aguas procedentes de la rambla de Dilar, a menos de diez kilómetros de su entrada en el embalse, se han individualizado diez subcuencas. En este tramo, la proximidad del río a la divisoria meridional, que llega, en algunos puntos, a tan sólo 700 metros, condiciona las reducidas dimensiones y el escaso desarrollo de los tributarios. Los barrancos y pequeños colectores presentan redes de orden 3 o superior sólo allí donde bien el río discurre más al Norte o bien, la divisoria se desplaza hacia el Sur siguiendo la línea de cumbres de los relieves circundantes.

Dada la escasa extensión superficial, entre 0,66 y 3,66 km², y la poca entidad de sus ejes fundamentales, estas diez unidades se han agrupado en tres conjuntos, según su ubicación en el contexto del territorio:

El primero incluye tres subcuencas (5, 6, y 7), situadas inmediatamente al Este de Celada, donde la amplitud de la margen izquierda es mínima.

Con superficies entre 0,72 km² y 1,90 km² su forma es triangular, sin llegar a 2 km de longitud. Destaca, por un lado, la que ocupa la posición central, cuyos valores extremos del índice de compacidad y razón de circularidad son los más altos, no sólo de su grupo sino de toda la vertiente meridional. Mayor homogeneidad ofrecen la razón de elongación y el factor de forma. Por otro, la más occidental, con apenas 1 km² posee el número de rugosidad y razón de relieve más altos. Su pendiente media, 18%, es la más importante de las tres.

El segundo conjunto, aguas abajo del anterior, está constituido por tres subsistemas, (8, 9 y 10), que nacen en la Cumbre de las Toñeras, al Noroeste de la Sierra de Bogarra. El río Mundo se desplaza al Norte para bordear el alto del Halcón, permitiendo así una mayor amplitud a los tributarios de este sector.

Este aumento de la superficie se traduce en una mayor elongación con índices de compacidad muy homogéneos, en torno a 1,2. Igual semejanza se aprecia en las relaciones de circularidad y elongación. El factor de forma es superior a 3 en los extremos y 2,35 en el centro. Esta última, cuya divisoria de aguas discurre por la cumbre del Halcón (1242 m) tiene el mayor desnivel absoluto y la pendiente media más fuerte, 17,3%, alcanzado el número de rugosidad y la razón de relieve, 0,25 y 1,64 los máximos de este grupo.

El tercero lo forman cuatro pequeñas unidades (11, 12, 13 y 14) que tienen como factor diferenciador estar situadas al Norte de la divisoria de la Rambla de Dilar, única arteria de la margen izquierda que, con disposición una meridiana, circula de Oeste a Este para unirse al río en las proximidades del embalse de Talave.

Las dos primeras instaladas en la Umbría del Ginete, son alargadas y tienen la misma razón de circularidad (0,52). Al Oeste, las otras dos más ovaladas, cuentan con un factor de forma en torno a 1,4, y una razón de elongación e índice de compacidad que se aproxima a la unidad. En este grupo se aprecia como el desnivel absoluto disminuye de Oeste a Este. La primera tiene una diferencia de cotas extremas de 556 m, mientras que la más oriental sólo 264 m. La altitud media presenta el mismo comportamiento, variando de 923 a 762 m. La pendiente media, importante en todas, es máxima, 31,4% en la subcuenca que se sitúa al Oeste de la Umbría del Ginete, cuya cabecera está en Villarones (1507 m). Aquí la razón de relieve, 0,50, y la pendiente media del cauce principal, 0,68% alcanzan los máximos de la margen izquierda.

Después de recibir las aguas de este conjunto de tributarios el Mundo, orientado hacia el SE se dirige al embalse de Talave. Aquí la disposición NO-SE de Sierra Seca y Sierra de la Cuerda de María obliga a la divisoria de aguas a desplazarse de nuevo al Sur. En este último tramo, a menos de diez kilómetros de la cola del reservorio, se localiza la desembocadura de la unidad de drenaje más importante de toda la vertiente meridional.

La *Rambla de Dilar* (15) tiene la particularidad de estar orientada en sentido O-E, con una circulación, durante buena parte de su recorrido, paralela al río, como sucedía con los principales colectores de la margen derecha. Ubicada entre dos alineaciones montañosas (Umbría del Ginete, al Norte, y Sierra Seca, al Sur), sus 50,94 km² presentan una disposición uniformemente alargada. La escasa diferencia entre la anchura máxima y media, apenas 1 km, origina valores para la razón de relieve y elongación muy pequeños.

Sus 15,7 km de longitud motivan que el índice de compacidad (1,57) y el factor de forma (4,84) sean máximos. El punto más elevado de su perímetro coincide con la cabecera (Albarda 1256 m), resultando un desnivel absoluto de 726 m y la pendiente media 3,4%. Casi el 90% de la superficie está entre 1.000 y 600 metros siendo su altitud media de 855 m.

El colector principal, recibe en su primer tramo el nombre de rambla de la Peña

de Albarda, en alusión a la elevación montañosa donde tiene su origen. A los 6,5 km pasa a llamarse rambla de Dilar, discurriendo con un trazado muy rectilíneo hasta el extremo oriental de Sierra Seca, donde se desvía al Norte para confluir perpendicularmente con el Mundo, después de haber recorrido 19 km Su pendiente media 0,04% es mínima.

Tres kilómetros al Este, la unidad de la *Rambla del Torgal* (16) vierte sus aguas al río. Con 19 km de perímetro, su forma se asemeja a un triángulo escaleno cuya hipotenusa, al Sur, se instala sobre el Cerrón de la Gamella y Sierra de la Cuerda de María. El eje de drenaje fundamental, denominado en cabecera barranco de las Hoyas de Elipe, tiene una longitud de 7,3 km Por el Este, recibe su tributario más importante, rambla de las Lomas, cuya circulación SE-NO (contraria a la de la rambla que da nombre a la unidad) origina su forma triangular.

Cuenta con una superficie de 13,56 km², la segunda más extensa de esta margen, tan sólo 3 km² más que el arroyo de la Celada, aunque a diferencia de éste, posee valores del índice de compacidad y factor de forma bastante altos ($I_c=1,44$ y $F_o=3,88$) Las dos tienen un perímetro muy similar pero el menor desnivel absoluto del Torgal (491 m) hace que su pendiente media se reduzca a la mitad (5,2%). Pese a que sus longitudes difieren sólo 500 metros, la diferencia de cotas se sitúa 440 m por debajo en la rambla, reduciéndose en un cincuenta por ciento la pendiente media (0,07 %). Las razones de circularidad y elongación se aproximan a los valores de la rambla de Dilar.

Un kilómetro aguas abajo de la confluencia del Torgal (530 m), se encuentra el punto de desagüe del *Barranco de Juan García* (17) que con casi 10 km de perímetro encierra una superficie de 3,34 km². Su forma está muy estirada hacia el Sureste, donde se encuentra la cabecera, en el extremo oriental de la Sierra de la Cuerda de María a 710 m de altitud.

El índice de compacidad es 1,50 y el factor de forma es alto, 4,79. Tanto la relación de elongación como la de circularidad son modestas y difieren muy poco de las que presenta la subcuenca de mayor desarrollo longitudinal. También la pendiente media es escasa, 3,9% y la arteria principal tiene la misma que la rambla de Dilar, (0,04 %). Los rasgos más destacados del barranco de Juan García son los valores tan pequeños de la razón de relieve, 0,05, y del número de rugosidad, que se sitúa por vez primera por debajo de la unidad, 0,97, síntoma del retardo en la evacuación de las escorrentías, fruto de la combinación de su elongación y el escaso desnivel absoluto (192 m).

El *Barranco de Piqueras* (18) (2,78 km²) nace a 811m de altitud, en el extremo Noroccidental de la Sierra de la Cuerda de los Porrones, cuya orientación condiciona la inclinación SE-NO de las subcuencas instaladas entre ésta y el embalse de Talave.

La forma triangular de Piqueras se estira hacia la cabecera, haciendo que los índices de forma, aunque modestos, se asemejen a los de las cuencas elongadas ($I_c=1,26$; $F_o=2,25$; $R_l=0,75$ y $R_c=0,62$). La pendiente media, 7,8% es importante, ya que salva

un desnivel de 660,4 m en 2,5 km. lo que eleva el número de rugosidad y razón de relieve ($NR=2,49$ y $Rr=0,26$). El eje de drenaje principal, que vierte sus aguas en la cota 520 m en la cola del reservorio, tiene una longitud de 3 km y una pendiente media de 0,09 ‰.

Al Este de Piqueras, y con una forma mucho más alargada ($Rl=0,59$ y $Fo=3,02$) se localiza el *Barranco de los Porrones* (19), a través del cual llegan al embalse las aguas procedentes de la vertiente septentrional de la Sierra del mismo nombre. El índice de compacidad y razón de circularidad son iguales a los del barranco de Juan García. El punto de desagüe está en la misma cota (520 m), pero el desnivel absoluto es aquí muy superior. 496 m. Esto, unido a un mayor desarrollo longitudinal hace que el número de rugosidad se multiplique por tres y la razón de relieve se doble, aproximándose a los valores que para estos índices presentaba el arroyo de la Celada (4), situado en las inmediaciones de la cabecera del río Mundo.

La prolongación hacia Peña Lavada (868 m) al SE de la divisoria meridional, condiciona la disposición SE-NO de la última unidad. Con 8 kilómetros de perímetro y una superficie ligeramente inferior a los 3 km², vierte sus aguas, canalizadas a través del *Barranco de la Madera*, (20) directamente en el extremo suroriental del embalse. Su anchura es uniforme (en torno a un kilómetro) a lo largo de sus 3,1 km de longitud, haciendo que la razón de elongación sea 0,60 y el factor de forma se eleve a 3,53. El estiramiento hacia el Sureste hace disminuir la razón de circularidad (0,53), presentando un índice de compacidad moderado, 1,36.

El subsistema está instalado sobre los relieves orientales que forman la “cerrada” del embalse. La diferencia de cotas extremas es de 361 m originando una pendiente media del 9%. La relación entre el desnivel absoluto y la longitud es 0,12 mientras que el número de rugosidad está por debajo de 1,5, pese a su elevada densidad de drenaje. El barranco de la Madera tiene una pendiente media muy similar a los dos precedentes, Porrones y Piqueras (0,10 ‰) fruto de los importantes desniveles que salvan en tan escasa longitud.

3) PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

a) Metodología

Junto a los parámetros físicos, revisten especial interés las características topológicas, de longitud de los cauces y de intensidad fluvial.

Para la obtención de estas variables morfométricas en cada una de las subcuencas se utilizan las fórmulas y métodos propuestos por el Work Group 7 on Physical Basin Characteristics for Hydrologic Analysis (1978), basadas en los trabajos de los pione-

ros en el estudio cuantitativo de las redes, Horton (1932, 1945); Miller (1953); Schumm (1956) y Strahler (1957) entre otros.

1. *Ordenes de corriente*: La jerarquización de los tributarios se establece siguiendo el método de Horton (1932), modificado por Strahler (1945). Se parte de la base de que aquellos que no reciben ningún afluente son cursos de orden 1, formándose ordenes superiores con resultado de la confluencia de dos de orden inmediatamente inferior.

Cada uno de los tramos es medido y se cuantifica el número y longitud total y media de cada orden así como del conjunto de la unidad.

La simbología utilizada es la siguiente:

u	orden de corriente
N_u	número de cauces de un orden dado, u
L_u	longitud total de los tramos de un orden dado, u
L_{mu}	longitud media de los tramos de un orden dado, u
$\sum N_u$	número total de los tramos de la subcuenca
$\sum L_u$	longitud total de los cauces de la subcuenca
LM	longitud media de los tramos de la subcuenca.

2. *Densidad de drenaje* (Dd). Es una característica esencial sobre la que existen múltiples formulaciones. Una de las más utilizadas se debe a Horton (1932), y relaciona la longitud total de los cauces ($\sum L_u$) con el área de la cuenca (A). Los resultados se expresan en km/km^2 [$Dd = \sum L_u / A$].

3. *Índice de frecuencia de los cauces* (If). Definido por Horton, establece la relación entre el número total de cauces de la subcuenca y la superficie de misma. Se expresa en valores adimensionales. [$If = \sum N_u / A$]

4. *Coficiente de torrencialidad* (It): Es el resultado de multiplicar la densidad de drenaje por el índice de frecuencia de los cauces de orden uno (If_1). [$It = Dd (N_1 / A)$]. Tiene interés en el estudio del potencial erosivo de la corriente, pues cuanto mayor sea el número de tramos de primer orden y más pequeña la superficie del sistema, la torrencialidad aumentará y con ello también la velocidad y la capacidad erosiva y de transporte de la arteria fluvial.

5. *Razón de bifurcación* (Rb): Definida por Horton (1945), es la relación, para cada par ordenes " u " de la cuenca entre el número de tramos de uno de ellos y el del orden inmediatamente superior. Cuanto mayor sea esta relación, mayor será la densidad de drenaje [$Rb = N_u / N_{u+1}$]. Este parámetro resulta de vital importancia para obtener la tasa de entrega de sedimentos. El valor medio de las relaciones individuales de las subcuencas, determina la relación de bifurcación de la cuenca.

6. *Razón de longitud* (Rl): Establecida por el mismo autor, es la relación entre la longitud media de los tramos de un orden dado " u " y la del orden inmediatamente

inferior [$RI = Lm_u / Lm_{u-1}$]. La magnitud que alcanza en la cuenca viene dada por el valor medio de las subcuencas que la forman.

7. *Constante de mantenimiento de los cauces (C)*: Propuesto por Schumm (1956), tiene interés por ser indicativo de la porción de cuenca necesaria para mantener una unidad lineal de cauce y por tanto aporta información sobre la capacidad erosiva de la unidad. Relaciona área y longitud de los cauces, siendo la inversa de la densidad de drenaje, expresándose en m^2 / m [$C = (1/Dd) 1000$].

En el anexo 2 se recogen los valores de los parámetros morfométricos para las cincuenta y ocho subcuencas del alto río Mundo.

b) Descripción

Antes de comenzar el análisis de los parámetros morfométricos conviene recordar que al individualizar las subcuencas se prescindió de aquellas de ordenes 1º y 2º (11,54 % del territorio), por lo que no aparecen aquí reflejadas. Las restantes unidades se consideran de forma conjunta, en función del orden que presentan, destacando en cada caso los rasgos más significativos. El objetivo no es otro que el de evitar ser reiterativos dado que cada una de ellas se analizó con detalle al abordar los parámetros físicos. La restitución de la red que aparece en la figura 4, muestra las categorías de ordenes que aparecen en cada una de las unidades diferenciadas.

Unidades margen derecha

En la vertiente septentrional del río Mundo aparecen 24 subcuencas de orden 3º. Todas se encuentran próximas a la arteria principal y pese a ser las más numerosas, sólo drenan el 7,63 % del territorio (cuadro 3).

El número total de tramos varía entre 32 (unidad 35; barranco de Albanea) y 7 (30 y 34 sin denominación), siendo la longitud media inferior a 1 kilómetro, salvo en las subcuencas 33, 35 y 36 donde se supera ligeramente.

La densidad de drenaje oscila entre 4 y 6, jugando un papel fundamental tanto las dimensiones de la unidad como el número y longitud de los tramos de orden 1º. La escasa distancia entre cabecera y desembocadura hace que se eleven los valores del coeficiente de torrencialidad, indicativo de la velocidad de evacuación de las escoorrentías. En este sentido destaca la unidad 9 donde este índice está próximo a 73 (el más alto de este grupo), lo que indica que son necesarios menos de 150 metros para mantener una unidad lineal de cauce, haciendo que su poder erosivo sea el más alto de todas las subcuencas de orden 3º.

Cuadro nº 3.
Distribución de órdenes de corriente en las subcuencas
de la margen derecha del río Mundo

Orden (u)	nº subcuencas orden u	% nº subcuencas	sup. global (km ²)	% sup. total (km ²)
3	24	63,2	42,03	7,63
4	8	21,0	77,73	14,11
5	4	10,5	195,16	35,43
6	2	5,3	235,94	42,83
Totales	38	100,0	550,86	100,0

Las unidades de orden 4º suponen el 21 % del total de esta vertiente (3, 5, 13, 19, 26, 31, y 38). Su mayor elongación incrementa la longitud media de los cauces, hasta situarse en 2.8 km en el arroyo de la Fuente de la Parra (28). Por su parte, la relación inversa que presentan densidad de drenaje e índice de torrencialidad con el área se pone de manifiesto de forma significativa en las unidades 13 y 38. En ambas, apenas se alcanzan los 3.5 km² de superficie, mientras que los valores de densidad de drenaje y torrencialidad son los más altos de este conjunto.

La importancia de la relación de bifurcación viene dada por ser indicativo de la capacidad de descarga del sistema. Cuanto más bajo sea su valor menor será también el tiempo de concentración, aumentando así la posibilidad de evacuar materiales. Entre las subcuencas de orden 4º revisten especial interés la cañada de los Mojones (1), arroyo Salado (5) y rambla de la Fuente de la Parra (26), con una relación de bifurcación próxima a 5.

La razón de longitud mantiene una relación geométrica directa con el orden de los cauces de forma que, en general, al aumentar el orden de la corriente se incrementa la longitud media sus los tramos. Sin embargo, los valores de la relación no crecen sucesivamente debido a las alteraciones en el comportamiento de los ordenes intermedios, que aumentan o disminuyen por motivos antrópicos y topográficos fundamentalmente. En consecuencia es interesante conocer, no sólo el valor medio para la unidad, indicativo del grado de homogeneidad, sino también la relación que presentan los tramos intermedios (anexo 3). Un valor elevado de la razón de longitud indica desproporción entre los colectores principales y sus tributarios más inmediatos. El arroyo de la Fuente de la Parra es un buen ejemplo. En él la relación entre los tramos de orden 4º y 3º es de 11,5 favoreciendo que el valor medio se eleve a 4,7.

El conjunto de unidades de orden 5º lo constituyen el río de la Vega (4), arroyo del Quejigal (12) rambla Honda (28) y rambla de Talave (37) que drenan una superficie total de 195, 16 km².

El río de la Vega tiene como rasgo distintivo un elevado número de tramos, 1319, de los que casi el 95% corresponde a arterias que carecen de tributarios. Esta desproporción es resultado de la topografía. La subcuenca drena la vertiente meridional de la Sierra de Alcaraz, donde aparecen materiales calizos intensamente tectonizados, para discurrir en su tramo final sobre un afloramiento Triásico. Como consecuencia, tanto el índice de frecuencia como el coeficiente de torrencialidad son extremos, situándose próximos a 30 y 150 respectivamente.

La unidad con menor número de tramos (147), y también la más pequeña de las cuatro, es la del Quejigal. Pese a ello, la densidad de drenaje es 5,92 km/km² lo que la convierte en una de las más peligrosas desde el punto de vista de la velocidad de concentración de la escorrentía. No en vano es la que necesita una menor proporción de cuenca para mantener una unidad lineal de cauce ($C = 168,9$)

Aguas abajo, rambla Honda y rambla de Talave presentan rasgos homogéneos. La mayor superficie y elongación de ésta última sitúa sus parámetros morfométricos ligeramente por encima de los de la primera, exceptuando la constante de mantenimiento que, lógicamente es menor en la Rambla de Talave.

La amplitud de la margen derecha posibilita la presencia de unidades de orden 6° como Vadillos (18) y Bogarra (22), condicionando el orden 7° del río Mundo a partir de la confluencia del primero con la arteria principal.

En el arroyo de los Vadillos la topografía favorece la jerarquización de los tributarios (488 en total) de forma que la densidad de drenaje se aproxima a 6 km/km². Por su tamaño mediano, la constante de mantenimiento es moderada, 173,6 m²/m, mientras que el índice de torrencialidad (53,93), refleja el poder erosivo.

La unidad de Bogarra (22) es la más importante de toda la cuenca alta del río Mundo. Sus 195,13 km² de superficie están ocupados por 1841 tramos con una longitud total de 975,1 km. Su disposición alargada origina una longitud media de los tramos de orden 1° (el 81,7%) de 2,1 km, muy superior a la del resto de unidades donde oscila entre 0,1 y 0,7 km. La mayor extensión favorece una buena estructuración arborescente de la red, de forma que la relación de longitud media es 2,3, reflejando el crecimiento progresivo de las longitudes medias de los tramos de distinto orden.

Pese a que los parámetros indicativos de peligrosidad son moderados ($R_b=4,5$; $I_t=53,93$ y $C=200,4$), no hay que olvidar que se trata de valores medios. Es importante tener en cuenta que el río Bogarra conduce hasta el Mundo la escorrentía procedente del sector más lluvioso, Noroeste, canalizada a través de dos de sus arterias fundamentales, río del Mencal y río Madera, ambos de orden 5°. Después de su unión, el Bogarra pasa a ser una corriente de orden 6°, manteniendo esta categoría los 13,5 km que distan hasta su desembocadura. En este último tramo, la posible laminación de la onda de crecida queda parcialmente contrarrestada con la incorporación de tres tributarios de cierta envergadura; arroyo Zarzilla (orden 5°) y rambla de Potiche (orden 4°) al Norte y arroyo del Batán (orden 6°) al Sur. Estos aportes suponen un considerable

incremento del caudal en el río Mundo, que aún recorrerá algo más de 30 km antes de su entrada en el embalse.

Unidades margen izquierda

En la vertiente meridional, con una superficie casi cinco veces menor que la anterior, aparecen trece subcuencas de orden 3º. Este conjunto abarca el 18,8% del territorio (cuadro 4). Sus reducidas dimensiones hacen que el número total de tramos se sitúe, en la mayoría de los casos, por debajo de 15. La densidad de drenaje está en torno a 3 km/km², aunque se registran valores extremos de 1,53 y 5,03 km/km² en las subcuencas 12 y 17 respectivamente. Esta última, Barranco de Juan García, además de presentar el coeficiente de torrencialidad más alto (46,68), es la única en la que la constante de mantenimiento es inferior a 200 m²/m.

Cuadro 4.
Distribución de órdenes de corriente en las subcuencas
de la margen izquierda del río Mundo

Orden (u)	nº subcuencas orden u	% nº subcuencas	sup. global (km ²)	% sup. total (km ²)
3	13	65,0	22,01	18,8
4	6	30,0	81,53	69,6
5	1	5,0	13,56	11,6
Totales	34	100,0	117,10	100,0

El barranco de la Madera (20) en el extremo Suroriental vierte sus aguas directamente al embalse. Destaca por el reducido valor de la relación de bifurcación, tan sólo 1,1, que indica la rápida concentración de la escorrentía.

Las unidades de orden 4º (2, 4, 10, 15, 18 y 19) drenan casi el 70% del territorio. Las cuatro primeras vierten sus aguas al río, mientras que las otras dos lo hacen directamente al reservorio.

Las subcuencas 2 y 4 próximas a la cabecera, tiene valores muy similares de densidad de drenaje, índice de torrencialidad y constante de mantenimiento. El mismo paralelismo presentan el número de tramos de cada orden, aunque la relación de bifurcación del arroyo de las Cañadas (4) prueba su menor capacidad de descarga (6,5 frente a 4,2).

La unidad 2, sin denominación, tiene interés ya que, a partir de su confluencia con la de Mojones (primera de la margen derecha) al Oeste, el río Mundo pasa a conside-

rarse una corriente de orden 5°. Poco después, el río de la Vega (nº 4 margen derecha), incrementa el número de orden, permaneciendo así hasta recibir las aguas del arroyo de los Vadillos (nº 18 margen derecha) que lo convierten en una arteria de orden 7°.

La rambla de Dilar (15) que discurre por una zona relativamente llana dentro del contexto de la cuenca, tiene una densidad de drenaje modesta, 3,5 km/km². Destaca por su extensión y número de tramos, un total de 268, muy por encima incluso de los 117 de la rambla del Torgal (16), única de orden 5° de la margen izquierda. Esta última se une al río poco antes del embalse, llevando hasta él las aguas de la vertiente Norte de la Sierra de la Cuerda de María. Este orden 5° es fruto de la unión, a escasos metros de la desembocadura, de sus dos ejes de drenaje principales. La relación de longitud tan pequeña para los ordenes 4° y 5° indican la simultaneidad de las ondas de crecida, que convergen casi al unísono. Los demás parámetros, como densidad de drenaje o relación de bifurcación están en la línea de las unidades las precedentes.

4. COEFICIENTE DE ENTREGA DE SEDIMENTOS

Una cuenca hidrográfica es un sistema abierto donde predominan los procesos de erosión, transporte y sedimentación fluviales. La transferencia de materia y energía al exterior se realiza a través del punto de desagüe.

La localización del embalse de Talave en la salida de la cuenca alta del río Mundo, hacen de este reservorio el lugar de almacenamiento de agua y sedimentos del sistema. El volumen de material erosionado que llega a él depende de los procesos fluviales que actúan en un área con características físicas concretas.

a) Metodología

El coeficiente de entrega de sedimentos (CES) relaciona el volumen de material que, una vez erosionado, llega al embalse y aquel que es depositado en una fase intermedia, sin alcanzar el reservorio. Para su aplicación en el área de estudio se utiliza la formulación empleada por el CEDEX en los reconocimientos sedimentológicos de embalses españoles.

Los parámetros físicos determinantes del porcentaje de sedimento entregado son: superficie, pendiente del cauce principal y relación de bifurcación ponderada.

El CES está en función de la extensión de la cuenca, $f(36 \times A^{-0.2})$, ya que cuanto más grande sea ésta, mayor será la zona de sedimentación intermedia, reduciendo así el valor del coeficiente. También depende de la pendiente del cauce principal, ya que influye directamente en la capacidad de transporte. De igual forma, un mayor coeficiente de bifurcación implica una mayor densidad de drenaje.

El coeficiente de entrega de sedimentos viene dado por la expresión: $CES = (36 \times A^{-0.2} - 2) / (\log pca) + \log Rb$ siendo A el área de la cuenca en km²; pca la pendiente media del cauce principal y Rb el coeficiente de bifurcación ponderado. Se expresa en valores porcentuales.

b) Resultados

Siguiendo esta formulación se obtiene el coeficiente de entrega de sedimentos en los cincuenta y ocho subsistemas y para el conjunto de la cuenca alta del río Mundo (cuadro 5).

El valor medio es muy similar en ambas márgenes (31,91% derecha y 32,77% izquierda) pese a sus notables diferencias tanto en el número de unidades como en su extensión y envergadura. Los valores más bajos corresponden a subcuencas de mayor superficie, Bogarra (22) con 13,28% al Norte y Dilar (15) con 10,15% al Sur, mientras que los máximos se registran en las más pequeñas: 106,93 y 50,72% respectivamente. Estas últimas (13 y 34) son de orden 3º con áreas inferiores a un kilómetro cuadrado.

Cuadro 5.

Valores del coeficiente de entrega de sedimentos (CES)
para las subcuencas y cuenca alta del río Mundo

MARGEN DERECHA					
Nº	Denominación	CES (%)	Nº	Denominación	CES (%)
1	C ^{da} de los Mojones	23,58	20	B ^{co} del Picayo	31,98
2	SD en MTN	31,58	21	SD en MTN	35,23
3	A ^{yo} de las Cañadas	28,71	22	Río de Bogarra	13,20
4	Río de la Vega	17,51	23	R ^{bla} de Cerriclacia	27,54
5	A ^{yo} Salado	22,15	24	SD en MTN	32,28
6	SD en MTN	31,05	25	SD en MTN	32,38
7	SD en MTN	36,28	26	A ^{yo} Fuente Parra	20,73
8	SD en MTN	33,62	27	B ^{co} Milano	34,55
9	SD en MTN	41,67	28	R ^{bla} Honda	16,48
10	SD en MTN	39,54	29	SD en MTN	34,16
11	SD en MTN	32,43	30	SD en MTN	40,64
12	A ^{yo} del Quejigal	23,77	31	R ^{bla} de Castillarejo	28,99
13	SD en MTN	30,04	32	R ^{bla} Balsa	31,40
14	SD en MTN	42,19	33	R ^{bla} de la Tejera	32,18
15	SD en MTN	34,35	34	SD en MTN	106,93
16	B ^{co} de la Tejera	34,20	35	B ^{co} Albanea	29,06
17	B ^{co} del Saltador	38,37	36	SD en MTN	33,05
18	A ^{yo} Vadillos	18,15	37	R ^{bla} de Talave	15,61
19	SD en MTN	27,62	38	B ^{co} del Soján	29,50
CES TOTAL = 1212,7 %					

MARGEN IZQUIERDA

Nº	Denominación	CES (%)	Nº	Denominación	CES (%)
1	SD en MTN	35,01	11	SD en MTN	39,01
2	SD en MTN	25,88	12	SD en MTN	35,80
3	SD en MTN	33,99	13	SD en MTN	50,72
4	Ayo de la Celada	24,02	14	SD en MTN	35,65
5	SD en MTN	41,76	15	R ^{bla} de Dilar	17,05
6	SD en MTN	36,82	16	R ^{bla} de Torgal	22,57
7	SD en MTN	33,69	17	B ^{co} de Juan García	28,96
8	SD en MTN	32,94	18	B ^{co} Piqueras	30,76
9	SD en MTN	33,53	19	B ^{co} Porrones	36,20
10	SD en MTN	29,57	20	B ^{co} de la Madera	31,43

CES TOTAL = 655,36 %

CES MEDIO MARGEN DERECHA	31,91 %
CES MEDIO MARGEN IZQUIERDA	32,77 %
CES MEDIO CUENCA	32,34 %

Para el conjunto del territorio se considera el valor medio de ambas márgenes, 32,34 %. No obstante, hay que tener presente que se ha prescindido del 11,54 % del territorio (subcuencas de orden 2º e inferior) por lo que la cuantía real de este coeficiente puede ser mayor. El interés de este parámetro radica en su aplicación a los valores de la degradación específica con el fin de determinar la cantidad de sedimento que llega al embalse.

5. NIVELES DE EROSIÓN DE LAS SUBCUENCAS

La cuantificación de la erosión por pérdida de suelo se hace partiendo del Mapa de Estados Erosivos elaborado por el Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (fig.6). Sobre él se sitúan las cincuenta y ocho unidades (fig 5) de forma que la erosión mínima y máxima viene dada por la superficie que ocupa cada intervalo (anexo 4). La relación entre estos valores y el área de la unidad constituye la pérdida de suelo estimada anualmente en toneladas por hectárea (anexo 5).

La erosión mínima en la vertiente meridional es de 11,96 t/ha/año mientras que en la opuesta se dobla, alcanzándose 25,71 t/ha/año. Similar comportamiento presentan los máximos con 54,04 t/ha/año en ésta última, frente a 27,65 t/ha/año en la primera.

Estos valores medios enmascaran diferencias significativas entre las unidades que integran el territorio. En la figura 7, que muestra el comportamiento en la vertiente septentrional, destaca la subcuenca 29 con pérdidas de suelo que ascienden a

166,67 t/ha/año (mínimo) y 333,33 t/ha/año (máximo). Junto a ella, las unidades 33, 34 y 35 presentan también una erosión importante. Los valores más reducidos, apenas 10t/ha/año de máxima, corresponden a dos pequeñas subcuencas situadas en la parte alta (3 y 6).

En la margen izquierda (fig. 8), los mínimos más altos, por debajo de 45t/ha/año se registran en la unidad 16 (41,12 t/ha/año) y 2 (38,36 t/ha/año) situándose los máximos por debajo de 100 t/ha/año. Las menores pérdidas corresponden a dos que vierten directamente al embalse (19 y 20) y al conjunto de orden tres formado por las pequeñas subcuencas 5 ,8, y 11. Partiendo de estas diferencias en las pérdidas de suelo, se clasifican las unidades según el nivel erosivo que presentan (fig.9).

En la margen derecha se observa como más del setenta y cinco por ciento de las unidades tienen un nivel de erosión mínima ligero o bajo, mientras que el veinticinco por ciento restante está repartido entre las distintas categorías, predominando ligeramente las de erosión alta. Para los máximos, esta distribución varía sensiblemente, reduciéndose el porcentaje de unidades en los niveles inferiores, mientras se incrementa considerablemente el conjunto de subcuencas con nivel moderado y muy alto.

Estos resultados ponen de manifiesto que las unidades 4, 23, 24, 25, 29, 32, 33, 34 y 35 son las más problemáticas de la margen derecha, destacando especialmente la 29 y la 34. Exceptuando la subcuenca del río de la Vega (4), las demás tienen superficies inferiores a los 5 km², y sus tributarios, aunque poco numerosos (todas son de orden 3º) y de escasa longitud, cuentan con una capacidad erosiva importante.

En cuanto a la erosión mínima en la margen izquierda predominan también los niveles ligero y bajo. Sólo en el quince por ciento es moderada.

Por su parte las máximas, experimentan un descenso en el conjunto de erosión ligera o baja, aumentando la categoría de moderado (que pasan a ser el treinta y cinco por ciento del total de esta margen) al tiempo que tres subcuencas presentan un nivel alto.

Las unidades más conflictivas son la 2, 4 y 16. Esta última, que tiene el mayor nivel erosivo, es la más próxima de las tres al embalse de Talave, lo que incrementa la posibilidad de que el material erosionado entre en el reservorio.

IV. DEGRADACIÓN ESPECIFICA DE LA CUENCA.

El volumen de sedimento aportado depende por un lado de la erosión y por otro del coeficiente de entrega de sedimentos de cada unidad. En la figura 10 se muestra el aporte teórico mínimo y máximo para la margen derecha e izquierda respectivamente. En ella se pone de manifiesto la aportación neta (anexo 6) que cada año hacen al río, y en definitiva al embalse, las unidades que integran el territorio.

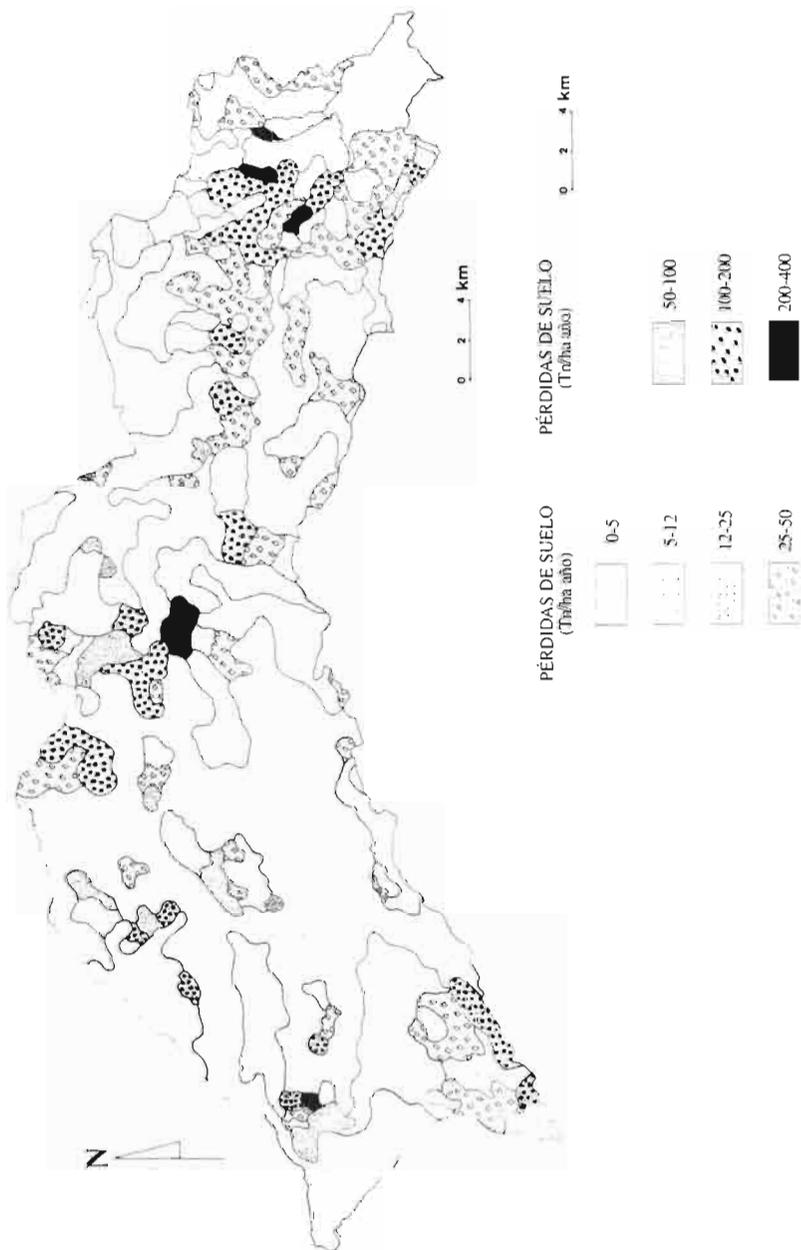


Figura 6. Mapa de estados erosivos de la cuenca alta del río Mundo.

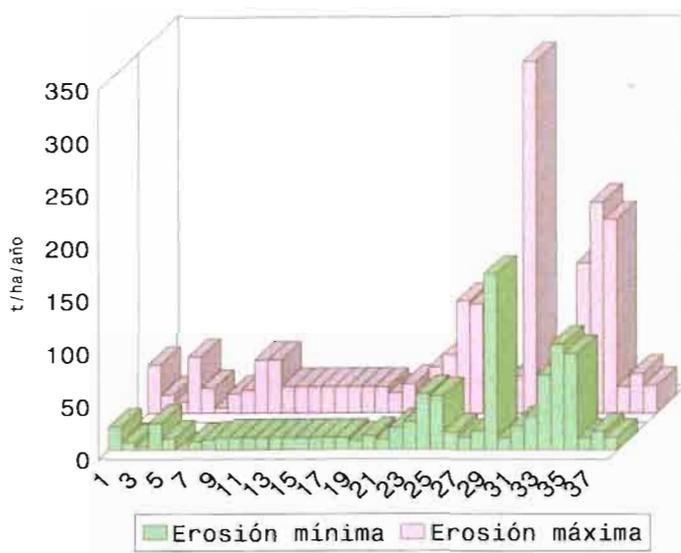


Figura 7. Erosión según USLE. Margen derecha del río Mundo.

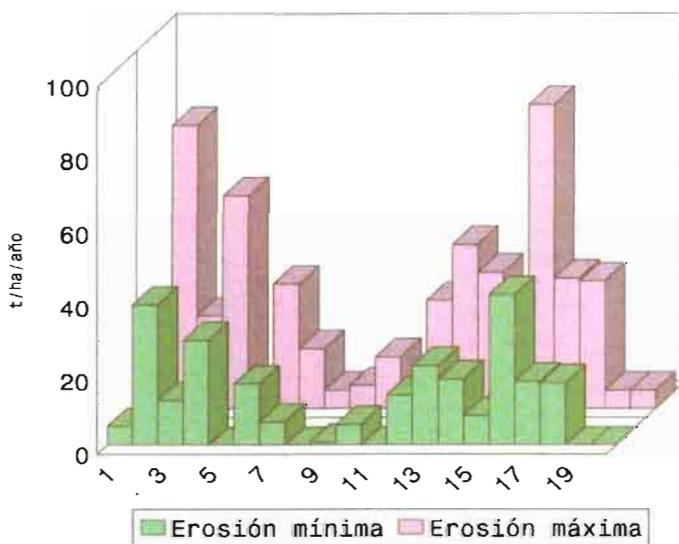


Figura 8. Erosión según USLE. Margen izquierda del río Mundo.

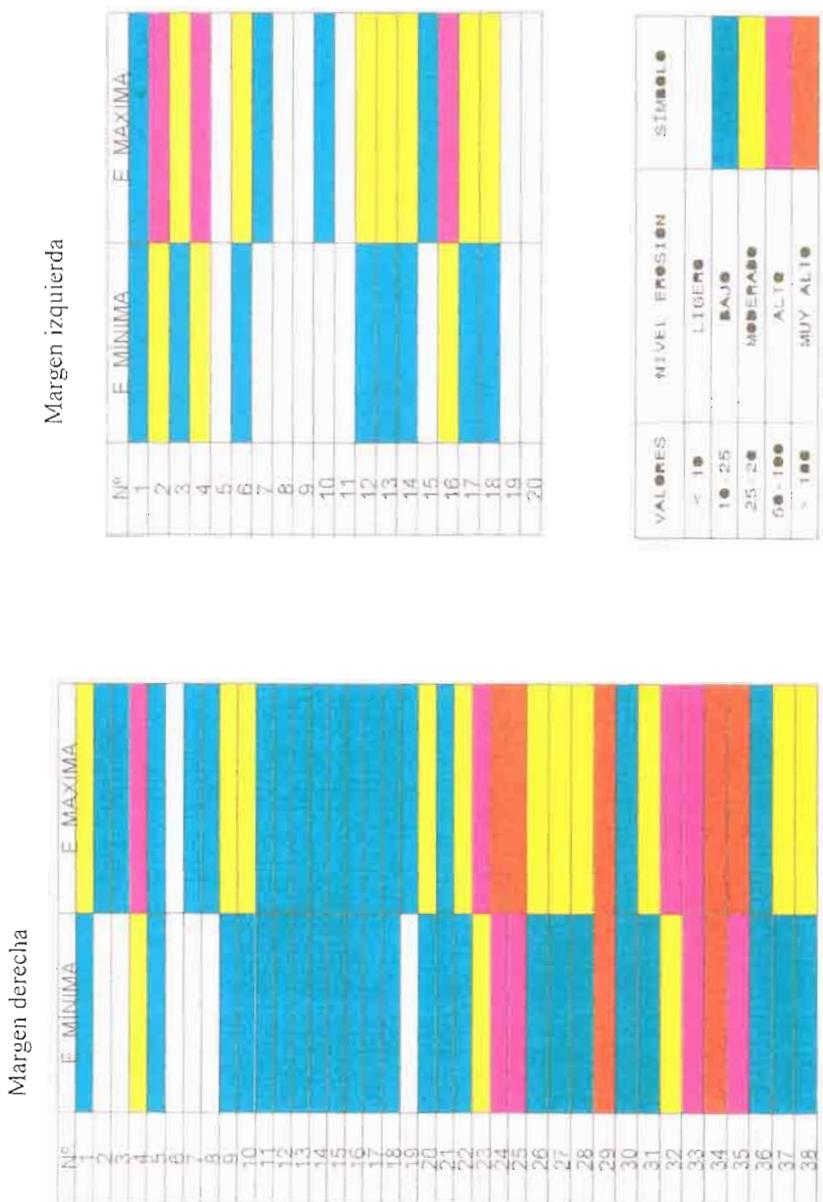


Figura 9. Clasificación de las subcuencas según sus niveles de erosión.

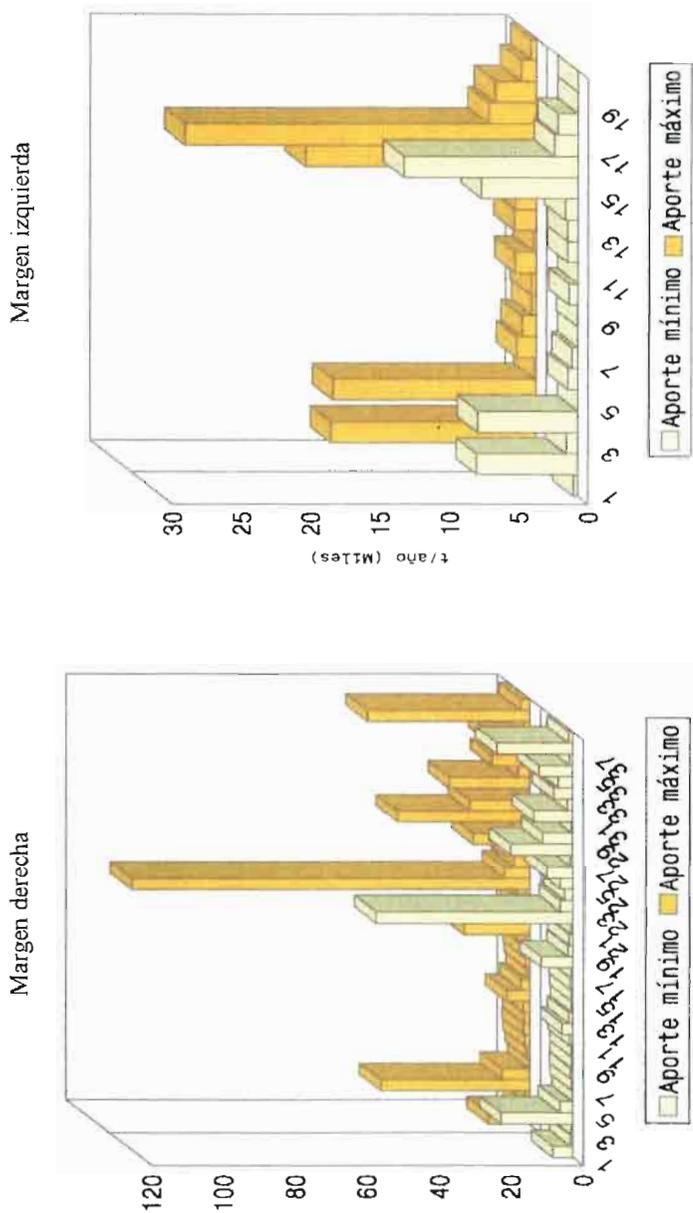


Figura 10. Aporte de sedimentos de las unidades de la cuenca alta del río Mundo.

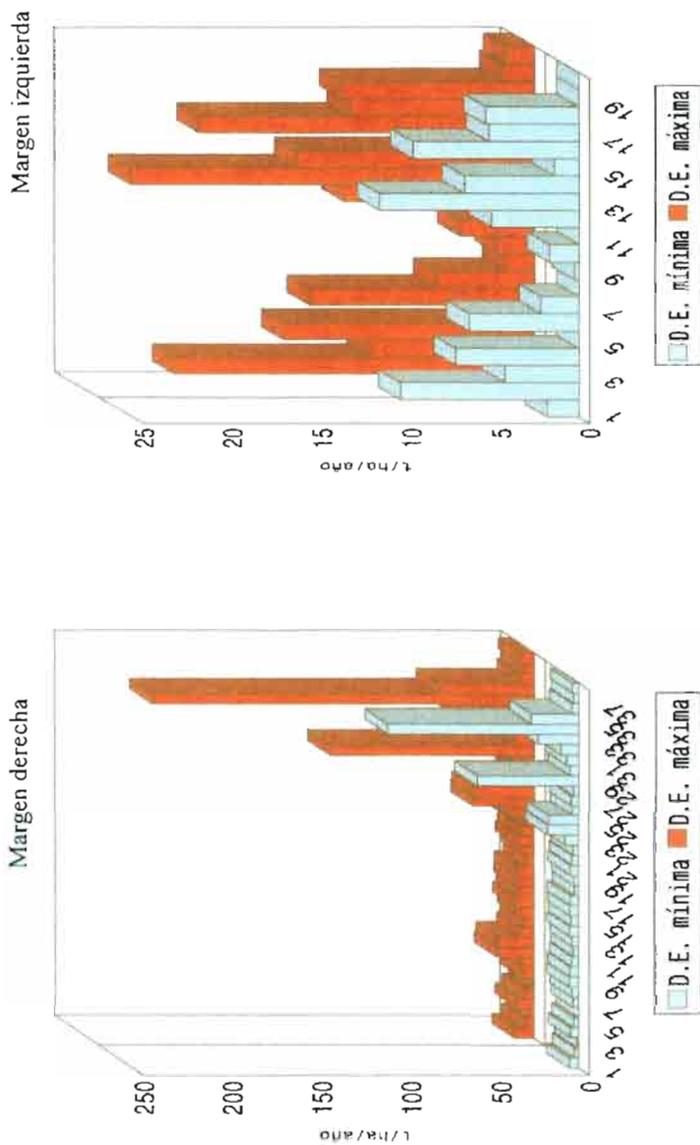


Figura 11. Degradación específica de las unidades de la cuenca alta del río Mundo.

En la vertiente Norte los mayores aportes, por encima de 20.000 t/año, corresponden a las unidades 4, 22, 28, 31 y 37.

En este grupo destaca especialmente la segunda (Bogarra con más de 50.000 t/año) que presenta el valor más alto de todo el territorio. Al Sur, sólo la rambla del Torgal (16) supera las 10.000 t/año, poniendo de manifiesto una vez más las diferencias entre ambas márgenes.

La degradación específica de cada subcuenca se obtiene de la relación entre el aporte de sedimentos y la superficie que ocupa cada una. Los resultados (fig.11) manifiestan la existencia, en la vertiente septentrional, de dos unidades (29 y 34) con problemas serios de degradación. Junto a ellas, las unidades 24, 25, 33 y 35 en esta misma margen y la número 2, 13 y 16 al Sur, son los principales sectores a considerar a la hora de adoptar las medidas correctoras oportunas.

Para la el conjunto de la cuenca alta del río Mundo, la degradación específica resulta de la integración de los valores medios de ambas márgenes, poniendo en relación los aportes parciales con la superficie total considerada. Se obtiene así los valores máximo y mínimo (cuadro 6).

Cuadro 6.
Degradación específica de la cuenca alta del río Mundo

	M. DERECHA	M. IZQUIERDA
Aporte mínimo	203294,26	42446,06
Aporte máximo	421826,06	92078,63
Superficie (ha)	55089	11710
D.E. mínima	3,69	3,62
D.E. máxima	37,67	7,86
D.E. media	5,68	5,74
D. E. MEDIA DE LA CUENCA = 5,71 t/ha/año		

Este valor medio de 5,71 t/ha/año, se utiliza como base para la comparación de estos resultados con los derivados de los reconocimientos batimétricos.

V. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LOS OBTENIDOS MEDIANTE RECONOCIMIENTOS BATIMÉTRICOS

El embalse de Talave situado sobre el río Mundo, constituye el punto de desagüe del sistema considerado como cuenca alta. Está enclavado en un amplio valle de dirección Este-Oeste cuyos límites presentan características diversas. Al Sur, potentes relieves, calizos en su mayoría, se elevan cerca de 200 metros sobre el embalse mien-

tras que, por el Norte, las cumbres son más modestas. La cola del reservorio, al Oeste, está jalonada por un conjunto de lomas que descienden suavemente. La topografía del valle, estrechándose y formando una garganta hacia el Este, determina el lugar idóneo para la ubicación de la presa.

Las obras se inician en 1901 entrando en servicio en 1918. Su triple función, prevención y defensa de avenidas, regulación de las aportaciones y generación de energía hidroeléctrica, ha motivado adaptaciones sucesivas de las primitivas instalaciones.

Las características técnicas de la presa aparecen reflejadas en el Avance/80 del Plan Hidrológico Nacional (Grupo de trabajo regional del Segura). Allí se describe a esta obra como una presa de gravedad, planta curva con dos radios de 100 m y 25 m. La longitud de coronación es de 156 m con una anchura de 5 m y dos aceras de 1,2 m y 0,5 m a la cota 510 m (máximo embalse). La obra, de mampostería ciclópea y sillería tiene un volumen total de 59,7 m³ y una altura de 46 m desde los cimientos y 38 m desde la base del cauce.

La capacidad inicial del embalse, según el Inventario de Presas Españolas (1973) era de 55 Hm³ a la cota de coronación 510 m. El avance tecnológico y la mejora en los métodos de cálculo llevó a la Confederación Hidrográfica del Segura a corregir estos valores, introduciendo una modificación que aparece recogida en el nuevo inventario de Presas publicado en 1986. En él se señala como capacidad inicial del reservorio 47,203 Hm³ situando en la cota 508,10 m el borde superior de la compuerta del aliviadero de la margen izquierda, máximo al que se puede embalsar.

En 1967 el Centro de Estudios Hidrográficos, por encargo de la Dirección General de Obras Hidráulicas, inicia un plan sistemático de reconocimientos batimétricos y estudio sedimentológico en cincuenta y tres embalses españoles. Fueron elegidos en general, entre aquellos próximos a la cabecera de la cuenca y en zonas que por su clima, litología y grado de protección del suelo, hacían sospechar que la erosión del suelo alcanzase valores elevados acortando sensiblemente la vida útil de sus vasos. También se consideraron algunos embalses en cuencas de escasa erosión para efectuar comparaciones. El primer reconocimiento sedimentológico y batimétrico del embalse de Talave se efectuó en 1968.

En 1976 se lleva a cabo una reestructuración del plan de trabajo inicial, y en julio de este mismo año se realiza el segundo estudio del embalse ubicado en el río Mundo, aunque habrá que esperar hasta 1985 para que se determinen los principales parámetros geofísicos de los sedimentos. En la década de los 90 se establece la diferenciación entre estudios batimétricos y sedimentológicos, hasta entonces considerados conjuntamente, lo que permite profundizar en el conocimiento de ambos campos.

El último estudio llevado a cabo en el embalse de Talave data de 1993. En él, se cuantifica la capacidad del reservorio (34,859 Hm³ a la cota 508,10 m) y se establece su tipología (tipo 3). Además se detallan las características de los sedimentos depositados en el vaso, en función del tipo de embalse, régimen de explotación y sesgo de

la distribución de frecuencias. Su densidad estimada en 1.118 kg/m^3 resulta de especial interés para conocer la degradación específica de la cuenca.

De estos datos se desprende que la pérdida de volumen por entrada de sedimentos en los 75 años transcurridos ($V_{1993} - V_{1918}$) se sitúa en $12,344 \text{ Hm}^3$, lo que supone un volumen anual del 0,26%. Transformando este volumen en unidades de peso se obtienen las toneladas que llegan al embalse: $12,344 \times 10^6 \times 1.118 = 13.800.592$ toneladas.

Sin embargo los aportes sólidos totales difieren de los sedimentos depositados en el embalse, ya que no todos quedan en el vaso. Mediante la aplicación de la formulación de BROWN (1943) se determina el porcentaje de sedimento retenido. Según este autor, la capacidad de retención del embalse (CT) depende de su capacidad inicial en miles de metros cúbicos (C), el área de drenaje en kilómetros cuadrados (W) y una constante (K) que varía según el tipo de reservorio: tipo 1: $k = 2,10$; tipo 2: $k = 1,43$; tipo 3: $k = 0,76$ y tipo 4: $k = 0,09$. Esta clasificación se establece en función de la variación del nivel del agua (régimen de explotación) y en definitiva de la superficie que queda al descubierto.

La capacidad de retención viene dada por los resultados de la expresión $CT = 100 [1 - 1 / 1 + k (C/W)]$ por lo que, en embalse de Talave de tipo 3, y para la superficie ocupada por las cincuenta y ocho unidades consideradas: $CT = 100 [1 - 1 / 1 + (0,76) (47.203/667,96)] = 98,17\%$.

El sedimento retenido corresponde al 98,17% del total que ha llegado al embalse, $(13.800.592 \times 100) / 98,17 = 14.057.850,67$ toneladas, lo que equivale a una degradación específica de 2,81 toneladas por hectárea y año: $(14.057.850,67 \text{ t} / 667,96 \text{ km}^2 \times 75 \text{ años}) = 281 \text{ t/km}^2/\text{año}$.

Por lo tanto, el valor de la degradación varía considerablemente según el método de cálculo empleado. Así, el resultado de la aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE) teniendo en cuenta el correspondiente coeficiente de entrega de sedimentos, es de $5,71 \text{ t/ha/año}$, mientras que, con los datos del estudio batimétricos, este valor se reduce a la mitad ($2,81 \text{ t/ha/año}$). De ahí la importancia de conocer siempre el método de trabajo utilizado pues contemplando únicamente los resultados pueden cometerse errores en la interpretación de un mismo fenómeno.

VI. PREVISIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL EMBALSE

La vida probable del embalse se estima teniendo en cuenta su capacidad en 1993 (V_{1993}) y la aportación sólida retenida en los 75 años transcurridos desde su puesta en carga en 1918 ($AS_{1918-1993}$). Esta última equivale a la pérdida de volumen de este periodo y se eleva a $12,344 \text{ Hm}^3$.

Manteniéndose las mismas condiciones en la cuenca de drenaje, el número de años viene determinado el resultado de la expresión:

$$[(V_{1993} \times 75 \text{ años}) / (AS_{1918-1993})] = [(34.859 \times 75) / (12,344)] = 211 \text{ años.}$$

Por tanto el embalse estaría totalmente colmatado en el año 2.204, lo que supone una vida útil desde su puesta en carga de 286 años.

VII. CONCLUSIONES.

El río Mundo, que circula de SO a E. desde su nacimiento en el macizo kárstico del Calar hasta el embalse de Talave, constituye un magnífico ejemplo de adaptación de una arteria fluvial a la complejidad estructural que afecta a un territorio.

Con un perímetro de 180,5 km y 755,13 km² de superficie, tiene una forma muy elongada. La distancia entre la cola del embalse y el punto más alejado de la divisoria de aguas es de 58,2 km. La cuenca alcanza su anchura máxima (20,7 km) entre el pico Coronilla (1480 m) en el extremo NE de la Sierra de Alcaráz, al Norte, y las estribaciones más occidentales de la Sierra del Cujón, al Sur.

A lo largo de sus 62,5 km de longitud, la arteria principal describe un amplio arco convexo hacia el Norte, presentando una disposición prácticamente paralela a la divisoria meridional junto a la cual discurre. Después de la confluencia del arroyo de los Vadillos (unidad número 18 de la margen derecha) y casi 30 km aguas abajo de su nacimiento, el Mundo se convierte en una arteria de orden séptimo, permaneciendo así hasta el embalse.

La tasa media de pérdida de suelo por erosión hídrica fruto de la aplicación de la USLE, se ha estimado en 5,71 t/ha/año. Este valor es sensiblemente superior al aportado por el CEDEX (1993), que sitúa la degradación específica media obtenida por este mismo procedimiento en 4,25 t/ha/año. Esta diferencia puede atribuirse a la consideración por parte de dicho Organismo de toda la superficie de la cuenca, mientras que en el presente estudio, únicamente se han tenido en cuenta las subcuencas de orden tercero o superior, que suponen 667,96 km².

La degradación específica que se obtiene aplicando los datos del último reconocimiento batimétrico (CEDEX, 1993) sitúa la pérdida de suelo en 2,81 t/ha/año, lo que supone una gran diferencia según el método de trabajo utilizado. En este sentido, el contraste es mucho mayor si se compara este valor con los resultados de campañas batimétricas anteriores.

En 1976 las pérdidas se estimaron en 5,89 t/ha/año y 5,40 t/ha/año en 1983 (documentación básica, Plan hidrológico de la cuenca del Segura, 1988). La causa fundamental de estas diferencias tan importantes radica en la variación introducida por la Confederación Hidrográfica del Segura en la cuantificación de la capacidad inicial del vaso del embalse de Talave. Hasta 1986 se consideraba que el volumen inicial era de 55 Hm³ mientras que a partir de esta fecha se modifica el Inventario de Presas Espa-

ñolas, situando dicho volumen en 47,20 Hm³. De ahí que la pérdida de volumen por la entrada de sedimentos en 75 años sea de 12,96 Hm³ (0,26% anual), 8 Hm³ menos que los estimados en 1976 (20,96 Hm³), que suponía una pérdida anual del 0,66%. Por lo tanto, al ser relativamente lento el aterramiento del vaso, la vida probable del reservorio es muy superior a la estimada en los años setenta.

A ello ha contribuido sin duda la intensa repoblación forestal llevada a cabo en la cuenca, así como la colocación en el territorio de diques para retención de sedimentos que impiden o al menos retardan, la llegada de este material al embalse. No obstante, en el estudio de las diferentes subcuencas se ha puesto de manifiesto la presencia de zonas con graves problemas de pérdidas de suelo (fig. 10). Sin duda, las medidas correctoras deberían intensificarse en estos sectores más desfavorecidos donde la erosión alcanza un nivel alto o muy alto. La limpieza periódica y conservación en perfecto estado de los diques ya existentes así como la instalación y mantenimiento de otros en los lugares más problemáticos de la cuenca, constituiría sin duda una ayuda muy eficaz para prolongar la vida útil del reservorio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda económica concedida por el Instituto de Estudios Albacetenses.

Finalmente mi agradecimiento al profesor Carmelo Conesa García por su apoyo constante a lo largo de la realización del presente trabajo. También a Antonio Jesús Jara Hernández por su desinteresada compañía en las salidas de campo.

REFERENCIAS

- ALBADALEJO, J.; ORTIZ, R.; GUILLÉN, F.; ALVAREZ, J.; M-MENA, M^a; y CASTILLO, V.(1993): "Erosionabilidad de los suelos agrícolas del área mediterránea española semiárida". Actas del XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo.
- ALCARAZ, F. y SÁNCHEZ GÓMEZ, P. (1988): "El paisaje vegetal en la Provincia de Albacete". Al-Basit 24. pp. 9-44. Albacete.
- ALIAS, L. J.; HERNÁNDEZ, J. y FERNÁNDEZ, M.J. (1983): "Contribución al estudio de los suelos del Calar del Mundo (Albacete). Haploxerols cumilicos de dolimas y xerorthents líticos circundantes". An. Edaf. Agrobiol. Tomo XL n° 11-12. pp. 1905-1924.
- ALVAREZ ROGEL, Y.; (1996): "Caracterización climática de la cuenca alta del río Mundo, Provincia de Albacete". Papeles de Geografía n° 23, Universidad de Murcia.

- ARGENTE DEL CASTILLO SÁNCHEZ, F.; CONESA GARCÍA, C.; (1979): "Alimentación y régimen de explotación del embalse de Talave (Provincia de Albacete). Castilla La Mancha". Esp. y Soc. Vol. III. El Medio Físico. Junta de Comunidades de Castilla La Mancha. Seminario de Geografía de Albacete.
- ARGENTE DEL CASTILLO, F.J. y CONESA GARCÍA, C.: Infraestructura y acondicionamiento del Embalse de Talave.
- BASSET, J.L.; RUHE, R. V.; (1973): "Fluvial geomorphology in karst terrain" Fluvial Geomorphology Edited by Marie Morisawa. The Binghamtom Sysmosia in Geomorphology International Series nº 4. Septiembre. pp. 74-89.
- BLANCO PORTILLO, R. (1991): "Evolución del medio natural en las Sierras Albacetenses (S.XVIII)". Jornadas sobre el Medio Natural Albacetense. Inst. Est. Albacetenses. Serie III. Congresos nº 1.
- CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS (1976): "Reconocimiento batimétrico del embalse de Talave". Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Dirección General de Obras Hidráulicas. CEDEX. Madrid
- CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS (1994): "Reconocimiento sedimentológico del embalse de Talave (1993)". Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Dirección General de Obras Hidráulicas. CEDEX. Madrid.
- CASADO MORAGÓN, M.F. (1982): "Aproximación a la hidrología de Albacete". Actas II Seminario de Geografía, Diciembre 1982. Instituto de Estudios Albacetenses C.S.I.C. Confederación Española de Centros de Estudios Locales pp. 89-94
- CONESA GARCÍA, C. (1990): El Campo de Cartagena. Clima e Hidrología de un medio semiárido. Universidad de Murcia, Ayto de Cartagena, Comunidad de Regantes del C. de Cartagena. Murcia. 450 P.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA (1988): Plan Hidrológico. Documentación Básica.
- CUENCA PLAYA, A. (1976): "Influencia de los elementos morfoestructurales en la génesis del endokarst del Calar del Mundo (Provincia de Albacete, España)". Cuadernos de Geografía nº 18. Fac. Fil. y Letras. Universidad de Valencia.
- DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE (1985): Metodología para el estudio de la erosión hídrica. MOPU Centro de Publicaciones. Madrid.
- EZCURRA CARTAGENA, J. (1993): "Treinta años de experiencia en la explotación de los embalses de cabecera de la cuenca del Río Segura: comparación de previsiones". *Jornadas sobre El estado actual de la investigación en ciencia regional en Murcia. 3 Junio 1993.* pp. 237-256
- GIL ORCINA, A.; (1972): "Embalses españoles en los siglos XVIII y XIX para riego". Revista de Estudios Geográficos nº 129 pp. 557-596.
- GÓMEZ ANGULO, J. A.; (1982): "Las aguas subterráneas y el Trasvase Tajo-Segura". Conferencia en el ciclo de Conferencias "Trasvase y Campo de Cartagena", patrocinado por Esc. Univ. Pol. de Cartagena.

- HERRANZ, J.M., GÓMEZ CAMPO, C y POZO Del, e. (1986): Contribución al estudio de la flora y vegetación de la comarca de Alcaráz (Albacete). Obra Social y Cultural de la Caja de Ahorros de Albacete.
- INVENTARIO FORESTAL NACIONAL.(1991) ICONA. Murcia.
- ITGE-IRYDA (1980) Investigación Hidrogeológica de la cuenca alta de los ríos Júcar y Segura.
- JEREZ MIR, L. (1973): Geología de la zona Prebética en la transversal de E. de las Sierras y sectores adyacentes (Provincias de Albacete y Murcia). Tesis Doctoral Univ. de Granada.
- KNIGHTON, A.D.(1984): Fluvial Forms and Processes. Edward Arnold London 224 P.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; (1974): "El Karst del Calar del Mundo (Albacete)". Revista de Estudios Geográficos nº 136 pp. 359-404.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F; (1986): "Evaluación de la erosión hídrica en las áreas receptoras de los embalses de la cuenca del Segura. Aplicación de la U.S.L.E." Estudios sobre Geomorfología del Sur de España. López Bermúdez, F. y Thomes J.B. Eds. Univ. de Murcia, Univ. de Bristol. COMTAG. Murcia.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F; (1986): "Soil erosion by water of desertification of a semi-arid Mediterranean fluvial basin: the Segura basin, Spain". Agriculture, Ecosystems and Environmental, 33. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. pp. 129-145.
- LÓPEZ LIMIA, B (1986): "Dos campos de dolinas en la Sierra de Segura. Ensayo de distribución espacial". 9º Congreso Internacional de Espeleología. Barcelona del 1 al 7 de Agosto de 1986. 189-190 pp.
- LÓPEZ VELEZ, G. (1984): "Contribución al conocimiento de la flora de los prados de la Cañada de los Mojones, en el Calar del Mundo (Albacete)". Al-Basit nº 13. pp. 175-184. Albacete.
- LÓPEZ VELEZ, G. (1984): "Aportación al catalogo florístico de las Sierras del Calar del Mundo y Sierras adyacentes del Sur de Albacete (España)" I. Collect Bot. Barcelona, nº 15. pp. 267-288.
- LÓPEZ VELEZ, G. (1994): Flora y vegetación del macizo del Calar del Mundo y Sierras adyacentes del Sur de Albacete. España. Tesis Doctoral Universidad de Murcia.
- LLOPIS LLADÓ, N ;(1970): Fundamentos de hidrogeología karstica. Introducción a la geo-espeleología. Edit. Blume.
- MORISAWA, M. (1968): Streams. Their dynamics and morphology. New York McGraw Hill. 175 P.
- MORISAWA, M. (1984): Rivers form and process. Longman, London. 222 P.
- MORISAWA, M. (1985): Rivers-Geomorphology Texts. 7. Logman Inc. New York. 222 P.
- MOSLEY, M.P. (1987): "The classification and characterization of rivers". In

- RICHARDS, K. (Eds). River channels Basin Blackwell, IBG Special Publication 18, pp. 295-320
- MUÑOZ JIMENEZ, J.: (1971): "Nuevas aportaciones sobre la estructura geológica del SW de la Meseta". Revista de Estudios Geográficos nº 125 pp. 753-757.
- REVISTA CALIZA Nº 1. Mayo 1990. Federación española de espeleología de la Región de Murcia.
- RICHARDS, K.S. (1987): "Fluvial geomorphology". Progress in Physical Geography, 11 (3). pp. 432-458.
- RICHARDS, K.S. (1987): "Rivers: environment process and form". In RICHARDS, K (Edt) Rivers channels Basil Blackwell; IBG Special Publication, 18, pp.1-13.
- RIOS RUIZ, S. (1994): El paisaje vegetal de las riberas del Río Segura (SE de España). Tesis Doctoral Universidad de Murcia.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. y GRANADOS, L. (1975) El Cretácico superior de las hojas de Alcaráz, Litor y Yeste. Zona Prebética. ENADIMSA.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.(1979): Geología e hidrología del sector de Alcaráz-Litor-Yeste (prov. Albacete) Síntesis geológica de la zona Prebética. Instituto Geológico y Minero de España. 2 Tomos. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.(1979): Mapa hidrogeológico del Alto Júcar-Alto Segura. Escala 1:100.000 IGME
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.: (1979): "Contribución de la Hidrogeología al conocimiento tectónico del Sureste Español". II Simpos. Nacional de Hidrogeología. Pamplona.
- ROMERO DÍAZ, MA; CABEZAS, F, LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1992): "Erosión and fluvial sedimentation in the River Segura Basin". Catena vol. 19, nº3/4
- SÁNCHEZ GÓMEZ, P y ALCARÁZ ARIZA, F. (1993): Flora, vegetación y paisaje vegetal de las Sierras de Segura Orientales. Instituto de Estudios Albacetenses de la Excm. Diputación de Albacete. Serie 1, Estudios, nº 69. 459 P.
- SÁNCHEZ MATA, D.; BELMONTE, D.; CANTO, P. y LAORGA, S. (1983): "Comentarios sobre la flora y vegetación de las Sierras de Alcaráz (Albacete, Spain)". Lazaroa 5. pp. 237-241. Madrid.
- SCHUMM, S.A. (1972): River morphology. Dowden Hurchinson & Ross. Stroudsberg.
- SCHUMM, S.A. (1977): The fluvial system. Wiley, New York, 338 P.
- SGOPU (1988): Estudio de la unidad hidrogeológica de pliegues jurásicos entre los embalses de Talave, Cenajo y Camarillas (Albacete).
- STRAHLER, A.N. (1957): "Quantitative analysis of watershed geomorphology". Am. Geophys. Union Trans, 38(6). pp. 913-920
- STRAHLER, A.N. (1964): "Quantitative geomorphology of chainage basins and channel networks". In: Chow V.T. (Edt.) Handbook of applied hydrology. pp. 439-476.
- VALDÉS, A. y HERRANZ, J.M. (1989): Matorrales de la provincia de Albacete:

espartales, romerales y tomillares. Inst. Estudios Albacetenses. CSIC. Albacete.

VALERA NIETO, J.M. & GARCÍA VILLA, F. (1988): Evaluación de la degradación específica de cuencas de embalses a partir de los volúmenes de materiales térreos sedimentados en los mismos y el aforo de sólidos en suspensión emitidos por sus desagües. CEDEX. Madrid.

ZAVOIANU, I.(1985): Morphometry of drainage basins. Elsevier, Amsterdam. 238 P.

ANEXOS

ANEXO 1. Parámetros físicos de las subcuencas.

Unidades: margen derecha.

N°	Denominación	P	A	L	A	A	k	RI	Rc	Fo	Hm	Hm	h	E	d	pm	HMC	tep	pesa	Rr	NR
1	C ^{da} de los Mirones	15,2	10,62	5,5	3,4	1,93	1,31	0,67	0,58	2,85	1665	1060	133,6	376,3	605	7,96	156	6,3	0,08	0,11	2,56
2	SD en MTN	7,0	2,78	2,8	2,1	0,99	1,18	0,67	0,71	2,82	1587	970	1134,5	164,5	617	17,6	1587	3,0	0,20	0,22	2,17
3	A ^{no} de las Cañadas	11,0	4,03	5,0	1,0	0,81	1,50	0,45	0,42	6,21	1587	930	1228,6	298,6	657	11,9	1587	5,8	0,11	0,13	3,15
4	Rio de la Vega	34,0	44,50	11,4	7,4	0,39	1,43	0,66	0,48	2,92	1740	930	1261,7	337,1	810	4,8	1740	12,5	0,06	0,07	4,24
5	A ^{no} Salado	15,0	15,06	5,4	4,6	2,79	1,08	0,81	0,84	1,94	1630	930	1093,9	163,9	700	9,3	1569	6,5	0,09	0,13	3,95
6	SD en MTN	4,5	1,19	1,8	1,2	0,66	1,16	0,68	0,74	2,72	1440	920	1148,1	228,1	520	24,0	1440	1,5	0,35	0,23	2,45
7	SD en MTN	5,0	1,38	1,8	0,9	0,76	1,19	0,73	0,69	2,36	1447	800	1161,7	271,7	557	22,3	1440	2,5	0,22	0,16	2,54
8	SD en MTN	6,0	1,91	2,4	1,9	0,79	1,22	0,65	0,67	3,01	1420	880	1137,2	257,2	540	18,0	1400	3,0	0,17	0,18	2,66
9	SD en MTN	3,5	0,84	2,2	0,8	0,38	1,07	0,48	0,86	5,76	1252	860	1071,7	211,7	392	22,4	1252	1,0	0,39	0,22	2,66
10	SD en MTN	3,5	0,84	1,5	0,9	0,56	1,07	0,69	0,86	2,68	1240	860	1056,5	196,5	380	21,7	1252	2,0	0,19	0,22	2,12
11	SD en MTN	6,5	2,26	1,6	1,0	1,41	1,29	0,99	0,67	1,13	1397	860	1118,3	258,3	537	16,5	1397	3,0	0,18	0,34	2,82
12	A ^{no} del Quejigal	18,0	10,69	6,2	4,3	1,74	1,34	0,60	0,41	3,59	1500	840	1183,1	343,1	660	7,3	1500	7,0	0,09	0,07	3,91
13	SD en MTN	8,0	3,31	2,5	2,2	1,32	1,23	0,84	0,65	1,89	1276	820	1105,1	285,1	756	18,9	1255	3,2	0,13	0,19	4,54
14	SD en MTN	3,0	0,69	1,2	0,7	0,57	1,01	0,78	0,96	2,09	1200	810	1051,9	241,9	390	26,0	1200	1,3	0,30	0,33	2,20
15	SD en MTN	5,0	1,41	2,1	1,1	0,67	1,18	0,58	0,71	3,13	1271	800	1096,1	296,1	471	13,5	1220	2,0	0,03	0,22	2,65
16	B ^{no} de la Jigra	5,9	1,63	2,3	0,9	0,71	1,29	0,63	0,59	3,24	1375	800	1117,2	317,2	575	19,5	1260	3,8	0,12	0,25	3,81
17	A ^{no} Vadiños	4,0	1,13	1,7	1,0	0,66	1,05	0,70	0,89	2,55	1210	780	1005,2	225,2	430	21,5	1210	1,5	0,29	0,25	1,90
18	SD en MTN	35,8	40,81	13,2	4,6	3,09	1,57	0,55	0,40	4,27	1604	780	1183,2	403,2	824	4,6	1540	14,5	0,05	0,06	4,75
19	SD en MTN	11,5	5,31	4,0	2,4	1,32	1,39	0,58	0,50	3,01	1503	760	1066,1	309,0	743	12,9	1282	3,8	0,14	0,18	3,19
20	B ^{no} del Prieyo	6,5	2,41	3,1	0,9	0,78	1,17	0,56	0,72	3,99	1220	740	1036,9	296,9	480	14,7	1220	3,2	0,15	0,15	2,03
21	SD en MTN	6,0	1,56	2,7	0,8	0,58	1,34	0,52	0,54	4,67	1220	720	1005,5	285,5	500	16,7	1220	2,5	0,20	0,18	2,66
22	Rio de Bogarra	79,5	195,13	47,6	19,6	4,10	1,61	0,33	0,39	11,61	1798	730	1229,6	499,6	1068	26,9	1574	33,5	0,03	0,03	5,33
23	R ^{no} de Cernellúa	9,0	4,75	3,1	2,6	1,53	1,16	0,79	0,74	2,02	1031	700	938,9	238,9	331	7,4	988	3,5	0,08	0,11	1,37
24	SD en MTN	5,0	1,31	1,8	0,9	0,73	1,22	0,69	0,66	2,47	960	700	917,3	217,3	260	9,6	960	2,0	0,13	0,13	1,01
25	SD en MTN	7,0	2,12	2,4	1,1	0,88	1,34	0,68	0,54	2,72	986	680	947,3	267,3	308	8,8	980	3,0	0,10	0,13	1,47
26	A ^{no} Fuente de la Parra	25,5	20,03	9,1	2,4	2,20	1,59	0,56	0,39	4,13	1382	670	1050,1	380,1	672	5,3	1382	12,0	0,06	0,07	3,00

Nº	Denominación	P	A	L	A	A	le	RI	Re	Fo	HM	Hm	h	E	d	pm	HMC	lep	pea	Rr	NR
			max		med																
27	B ^{na} Millano	5,0	1,69	1,6	1,0	1,06	1,08	0,89	0,85	1,54	1040	640	898,2	258,2	435	17,4	1000	2,0	0,18	0,26	1,69
28	R ^{na} Honda	49,0	63,31	14,4	6,0	4,39	1,72	0,63	0,33	3,27	1462	620	1102,3	482,3	842	3,4	1325	17,5	0,04	0,03	3,60
29	SD en MTN	5,5	1,47	2,3	0,9	0,64	1,27	0,59	0,61	3,60	970	600	873,2	273,2	370	13,4	960	2,5	0,13	0,13	1,36
30	SD en MTN	3,0	0,69	1,3	0,9	0,53	1,01	0,69	0,96	2,50	900	580	780,7	200,7	320	21,3	900	1,0	0,12	0,21	1,44
31	R ^{na} de Castillarejo	18,0	16,09	4,6	3,9	3,49	1,26	0,98	0,62	1,31	1033	580	830,9	250,9	453	2,8	920	6,0	0,01	0,07	1,04
32	B ^{na} Baja	5,0	1,53	2,1	1,3	0,77	1,13	0,66	0,77	2,88	1000	570	757,3	187,3	360	14,4	900	1,5	0,09	0,17	1,65
33	R ^{na} de la Tejera	6,0	2,31	2,3	1,5	1,00	1,11	0,76	0,81	2,29	969	570	768,4	198,4	398	13,3	900	2,5	0,13	0,13	2,39
34	SD en MTN	1,2	0,38	0,9	0,7	0,42	0,55	0,72	0,32	2,13	800	540	687,4	147,4	260	43,3	820	3,0	0,93	0,35	1,57
35	B ^{na} Alhambra	8,5	3,56	2,8	1,8	1,27	1,26	0,76	0,44	2,20	850	540	964,1	424,1	290	6,8	800	3,0	0,09	0,10	1,63
36	SD en MTN	5,0	2,19	2,1	0,9	1,04	0,95	0,81	1,10	2,01	620	520	634,4	114,4	290	11,6	800	1,5	0,19	0,14	1,09
37	R ^{na} de Talave	52,5	76,66	16,4	5,6	4,67	1,68	0,60	0,35	3,51	1103	520	841,6	321,6	536	2,1	1020	21,3	0,02	0,03	2,50
38	B ^{na} del Sojano	8,0	3,28	2,4	2,5	1,37	1,24	0,85	0,64	1,76	748	520	616,9	96,9	238	5,9	676	2,5	0,06	0,09	1,49

Unidades margen izquierda.

Nº	Denominación	P	A	L	A	A	le	RI	Re	Fo	HM	Hm	h	E	d	pm	HMC	lep	pea	Rr	NR
			max		med																
1	SD en MTN	5,0	1,68	2,2	1,5	0,89	1,09	0,66	0,84	2,88	1580	980	1393,3	413,3	600	24,0	1580	2,7	0,22	0,27	2,11
2	SD en MTN	14,0	7,34	4,9	2,7	1,49	1,45	0,62	0,47	3,27	1694	940	1516,4	576,4	666	9,5	1626	5,0	0,14	0,14	3,19
3	SD en MTN	7,8	2,00	3,1	1,4	0,64	1,54	0,52	0,83	4,81	1600	920	1408,3	485,3	710	6,2	1600	3,0	0,23	0,23	2,66
4	A ^{na} de la Celada	15,0	10,50	4,5	2,4	2,33	1,29	0,81	0,59	1,93	1694	880	1371,9	491,9	814	10,8	1675	5,5	0,14	0,11	3,97
5	SD en MTN	3,8	0,72	1,1	1,1	0,65	1,25	0,87	0,63	1,68	1172	830	1032,2	202,2	342	18,0	1120	1,0	0,29	0,31	1,47
6	SD en MTN	6,0	1,13	1,3	1,4	0,87	1,58	0,89	0,39	1,62	1080	800	1063,8	263,8	260	9,3	960	1,5	0,11	0,19	0,83
7	SD en MTN	6,0	1,91	1,7	2,1	1,12	1,22	0,92	0,67	1,51	1115	760	982,8	222,8	355	11,8	1120	2,0	0,18	0,21	1,34
8	SD en MTN	6,5	2,00	2,6	1,4	0,77	1,29	0,60	0,59	3,51	1152	760	1067,6	307,6	400	12,3	1120	3,0	0,12	0,15	1,00
9	SD en MTN	6,0	1,88	2,1	1,3	0,89	1,23	0,74	0,66	2,35	1232	700	947,1	247,1	532	17,3	1060	2,5	0,14	0,25	1,64
10	SD en MTN	8,5	3,66	3,4	1,4	2,61	1,20	0,63	0,64	3,16	1160	700	1034,4	354,4	460	10,8	1160	3,5	0,13	0,14	1,57
11	SD en MTN	5,0	1,03	1,7	1,6	0,61	1,38	0,67	0,52	2,81	1156	600	922,9	322,9	556	22,2	1156	2,0	0,28	0,16	1,78
12	SD en MTN	6,0	1,50	2,2	2,2	0,68	1,37	0,63	0,52	3,23	1090	580	898,7	318,7	518	17,3	1090	2,3	0,22	0,23	0,79

Nº	Denominación	P	A	L	A	A	Ic	Rl	Rc	Fo	Hm	lhm	h	l'	d	pm	HMC	lcp	pca	Rr	NR
					max	med															
13	SD en MTN	2.8	0.66	0.9	1.0	0.73	0.97	0.96	1.06	1.37	1057	560	833.9	273.9	477	31.4	900	0.5	0.68	0.50	1.44
14	SD en MTN	5.0	1.44	1.5	1.6	0.96	1.17	0.90	0.72	1.56	824	560	761.9	201.9	264	10.5	824	1.5	0.18	0.06	0.79
15	R ^{da} de Dilar	40.0	50.94	15.7	4.3	3.24	1.57	0.51	0.40	4.84	1256	530	854.9	324.9	726	3.6	1256	19.0	0.04	0.05	2.59
16	R ^{da} de Torral	19.0	13.56	7.3	4.6	1.86	1.44	0.57	0.47	3.88	1001	520	731.2	211.2	491	5.2	850	5.0	0.07	0.07	2.22
17	R ^{da} de Juan García	9.8	3.34	4.0	1.1	0.84	1.50	0.52	0.44	4.79	715	520	655.3	135.3	192	3.9	710	4.3	0.04	0.05	0.97
18	B ^{da} Piqueras	7.5	2.78	2.5	1.5	1.11	1.26	0.75	0.62	2.25	811	520	660.4	140.4	291	7.8	811	3.0	0.09	0.26	2.49
19	B ^{da} Portones	13.5	6.31	4.7	2.2	1.34	1.50	0.59	0.44	3.57	918	520	671.4	151.4	496	7.3	918	4.5	0.09	0.10	3.02
20	B ^{da} de la Madera	8.0	2.72	3.1	1.1	0.88	1.36	0.60	0.53	3.53	868	507	713.3	206.3	361	9.0	868	3.5	0.10	0.12	1.43

Símbolo	Denominación	Unidades	Símbolo	Denominación	Unidades
P	Perímetro subcuena	km	Hm	Altitud mínima	m
A	Área subcuena	km ²	h	Altitud media	m
L	Longitud subcuena	km	E	Altura media	m
A máx	Anchura máxima de la unidad	km	d	Desnivel absoluto	m
A med	Anchura media de la unidad	km		pendiente media de la subcuena	%
Ic	Índice de compacidad	-	HMC	Altitud máxima del cauce principal	m
Rl	Razón de elongación	-	lcp	Longitud del cauce principal	km
Rc	Razón de circularidad	-	pca	Pendiente media del cauce principal	‰
Fo	Factor de forma	-	Rr	Razón de relieve	-
HM	Altitud máxima de la subcuena	m	NR	Número de rugosidad	-

ANEXO 2. Parámetros morfométricos de las subcuencas

Unidades margen derecha.

	N	u	N	L1 (km)	N2	L2 (km)	N3	L3 (km)	N4	L4 (km)	N5	L5 (km)	N6	L6 (km)	N7	L7 (km)	N8	L8 (km)	N9	L9 (km)	Σ Ni	Σ Li	Σ Ni	Σ Li	LM	LD	H	Ifc	If	Rb	Rl	C				
Nombre	4	75	30	0,4	15	79	0,5	2	4,0	1	3,1																									
Cde los Molinos	2	3*	17	6,0	0,4	5	2,5	0,5	1	1,3	1,3																									
SD en MTN	3	4*	42	13,9	0,3	6	3,0	0,5	2	1,5	1,8	1,8																								
Ade las Canadas	4	5*	1250	168,4	0,1	60	30,2	0,6	16	19,2	1,2	2	9,0	4,5	1	6,0	6,0																			
Rio de la Vega	5	4*	113	58,4	0,5	25	13,8	0,6	6	7,5	1,3	1	5,2	5,2																						
Ade Salado	6	3*	11	3,8	0,3	3	1,0	0,3	1	0,8	0,8																									
SD en MTN	7	3*	9	3,8	0,4	2	1,5	0,8	1	1,0	1,0																									
SD en MTN	8	3*	15	6,4	0,3	2,5	0,8	1	0,5	0,5																										
SD en MTN	9	3*	9	4,0	0,4	2	1,5	0,8	1	0,2	0,2																									
SD en MTN	10	3*	10	1,9	0,2	3	1,8	0,6	1	0,5	0,5																									
SD en MTN	11	3*	23	8,4	0,4	2	0,4	0,2	1	3,0	3,0																									
SD en MTN	12	5*	116	43,7	0,4	22	9,3	0,4	6	5,9	1,0	2	1,2																							
Ade Quejigal	13	4*	43	11,9	0,3	11	5,0	0,5	3	2,5	0,8	1	0,5	0,5																						
SD en MTN	14	3*	6	2	0,4	2	1,8	0,7	1	0,2	0,2																									
SD en MTN	15	3*	11	5,0	0,3	2	2,0	1,0	1	1,0	1,0																									
SD en MTN	16	3*	16	7,3	0,5	3	3,0	1,0	1	1,0	1,0																									
Bde Tejera	17	3*	9	3,2	0,4	3	1,5	0,5	1	0,2	0,2																									
Bde del Salvador	18	6*	375	164,8	0,4	81	40,4	0,5	22	11,5	0,5	7	7,6	1,1	2	9,5	4,7	1	1,4	1,4																
Ade Viadillos	19	4*	27	14,2	0,5	6	5,0	0,8	2	2,4	1,2	1	1,2	1,2																						
SD en MTN	20	3*	24	4,9	0,2	5	3,8	0,8	1	1,5	1,5																									
Ade Piscoyo	21	3*	11	5,0	0,5	2	3,5	1,7	1	0,2	0,2																									
SD en MTN	22	1505	718,4	2,1	270	137,9	1,9	53	70,9	0,7	9	13,4	0,7	3	21,0	0,1	1	13,5	13,5																	
Rio de Bouarra	23	3	23	15,5	0,7	4	2,0	0,5	1	0,2	0,2																									
Rde Cerrillacia	24	3	7	3,3	0,3	2	0,8	0,4	1	1,0	1,0																									
SD en MTN	25	3	15	7,1	0,5	3	2,0	0,7	1	1,0	1,0																									
SD en MTN	26	4	111	63,0	0,6	28	14,5	0,5	5	4,0	0,8	1	9,2	9,2																						
Rde del Litrejo	27	3	10	5,4	0,5	2	1,0	0,5	1	0,2	0,2																									
Bde Mirano																																				

Continuación margen izquierda

NOMBRE	N ^o	u	N ₁	L ₁	L _{1m}	N ₂	L ₂	L _{2m}	N ₃	L ₃	L _{3m}	N ₄	L ₄	L _{4m}	N ₅	L ₅	L _{5m}	N ₆	L ₆	L _{6m}	I _m	N ₇	L ₇	L _{7m}	ΣL _n	ΣL _m	DD	If ₁	C ₁	Rf	Rl	C			
Río de Pilar	15	4 ^a	213	126,4	0,6	46	31,0	0,7	8	9,5	1,2	1	1,5	1,5												268	168,4	1,0	3,57	5,26	4,18	14,92	6,1	1,5	280,1
Río de Torral	16	5 ^a	92	43,2	0,5	18	9,0	0,5	4	5,5	1,4	2	3,0	1,5	1	0,8	0,8									117	61,5	0,9	4,53	8,63	6,78	30,71	3,4	1,4	270,7
Río de Juan García	17	3 ^a	31	11,0	0,4	5	3,0	0,6	1	2,8	2,8														37	16,8	1,3	5,03	11,08	9,28	46,68	5,6	3,2	198,8	
Río Piqueras	18	4 ^a	21	6,8	0,3	4	2,0	0,5	2	1,5	0,7	1	0,5	0,5												28	10,5	0,5	3,78	10,07	7,55	28,54	3,1	1,3	264,5
Río Porrones	19	4 ^a	60	29,7	0,5	10	3,0	0,3	3	2,3	0,8	1	3,2	3,2												74	38,4	1,2	6,08	11,73	9,31	37,82	4,1	2,4	164,5
Río de la Madera	20	3 ^a	19	7,5	0,4	3	0,5	0,2	1	2,4	2,8															23	10,8	1,1	3,97	8,45	6,98	27,71	1,1	0,5	251,9

Siendo:

Simb.	Denominación	Unid.	Simb.	Denominación	Unid.
n ^o	Número de la unidad	-	L _m ₆	Longitud media de los tramos de orden 6	km
u	Orden de la subcuenca	-	ΣN _u	Número total de tramos de la subcuenca	-
N ₁	Número de tramos de orden 1	km	ΣL _n	Longitud total de los tramos de la subcuenca	km
L ₁	Longitud total de los tramos de orden 1	km	L _m	Longitud media de los tramos de la subcuenca	km
L _{1m}	Longitud media de los tramos de orden 1	km	DD	Densidad de drenaje	km ² /km ²
N ₂	Número de tramos de orden 2	-	If	Índice de frecuencia	-
L ₂	Longitud total de los tramos de orden 2	km	If ₁	Índice de frecuencia de los cauces de orden 1	-
L _{2m}	Longitud media de los tramos de orden 2	km	It	Índice de torrencialidad	-
N ₃	Número de tramos de orden 3	km	Rl	Relación de longitud	-
L ₃	Longitud total de los tramos de orden 3	km	C	Constante de mantenimiento de los cauces	m ² /m
L _{3m}	Longitud media de los tramos de orden 3	km			
N ₄	Número de tramos de orden 4	km			
L ₄	Longitud total de los tramos de orden 4	km			
L _{4m}	Longitud media de los tramos de orden 4	km			
N ₅	Número de tramos de orden 5	-			
L ₅	Longitud total de los tramos de orden 5	km			
L _{5m}	Longitud media de los tramos de orden 5	km			
N ₆	Número de tramos de orden 6	-			
L ₆	Longitud total de los tramos de orden 6	km			

ANEXO 3. Relaciones de longitud y bifurcación parciales y totales.

Unidades margen

1. Cañada de los Mojones

u	Rb	RI
1	5,0	1,3
2	7,5	3,8
3	2,0	1,5
4		
	Rb=4,8	RI=2,2

2. Sd en MTN.

u	Rb	RI
1	3,4	1,4
2	5,0	2,6
3		
	Rb=4,2	RI=2,0

3. Arroyo de las Cañadas

u	Rb	RI
1	7,0	1,6
2	3,0	1,5
3	2,0	2,4
4		
	Rb=4,0	RI=1,8

4. Río de la Vega

u	Rb	RI
1	25,0	4,6
2	3,1	2,0
3	8,0	3,7
4	2,0	1,3
5		
	Rb=9,5	RI=2,9

5. Arroyo Salado

u	Rb	RI
1	4,5	1,1
2	4,2	2,3
3	6,0	4,2
4		
	Rb=4,9	RI=2,5

6. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,7	1,0
2	3,0	2,4
3		
	Rb=3,3	RI=1,7

7. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	4,5	1,8
2	2,0	1,3
3		
	Rb=3,2	RI=1,5

8. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	5,0	1,9
2	3,0	0,6
3		
	Rb=4,0	RI=1,3

9. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	4,5	1,7
2	2,0	0,3
3		
	Rb=3,2	RI=1,0

10. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,3	3,2
2	3,0	0,8
3		
	Rb=3,2	RI=2,0

11. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	11,5	0,5
2	2,0	15,0
3		
	Rb=6,7	RI=7,8

12. Arroyo del Quejigal

u	Rb	RI
1	5,3	1,1
2	3,7	2,3
3	3,0	0,6
4	2,0	5,3
5		
	Rb=3,5	RI=2,3

13. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,9	1,6
2	3,7	1,8
3	3,0	0,6
4		
	Rb=3,5	RI=1,4

14. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,0	1,8
2	2,0	0,3
3		
	Rb=2,5	RI=1,1

15. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	5,5	2,2
2	2,0	1,0
3		
	Rb=3,7	RI=1,6

16. Barranco de la Tejera

u	Rb	RI
1	5,3	2,2
2	3,0	1,0
3		
	Rb=4,2	RI=1,6

17. Barranco del Saltador

u	Rb	RI
1	3,0	1,3
2	3,0	0,4
3		
	Rb=3,0	RI=0,9

18. Arroyo Vadillos

u	Rb	RI
1	4,6	1,1
2	3,7	1,0
3	3,1	2,1
4	3,5	4,4
5	2,0	0,3
6		
	Rb=3,4	RI=1,8

19. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	4,5	1,6
2	3,0	1,4
3	2,0	1,0
4		
	Rb=3,2	RI=1,3

20. Arroyo del Picayo

u	Rb	RI
1	4,8	3,8
2	5,0	2,0
3		
	Rb=4,9	RI=2,9

21. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	5,5	3,89
2	2,0	0,11
3		
	Rb=3,7	RI=2,0

22. Río de Bogarra

u	Rb	RI
1	5,6	1,1
2	5,1	2,7
3	5,9	1,0
4	3,0	7,0
5	3,0	135,0
6		
	Rb=4,5	RI= 2,3

23. Rambla de Cerriclacia

u	Rb	RI
1	5,7	0,7
2	4,0	0,4
3		
	Rb=4,9	RI=0,6

24. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,5	0,8
2	2,0	2,5
3		
	Rb=2,7	RI=1,7

25. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	5,0	1,4
2	3,0	1,5
3		
	Rb=4,0	RI=1,5

26. Ayo Fuente de la Parra/
Rbla Griego

u	Rb	RI
1	3,9	0,9
2	5,6	1,5
3	5,0	11,5
4		
	Rb=4,8	RI=4,7

27. Barranco Milano

u	Rb	RI
1	5,0	0,9
2	2,0	0,4
3		
	Rb=3,5	RI=0,7

28. Rambla Honda

u	Rb	RI
1	4,8	1,1
2	6,2	2,7
3	6,0	3,3
4	1,0	1,1
5		
	Rb=4,5	RI=2,1

29. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,0	1,2
2	3,0	6,1
3		
	Rb=3,0	RI=3,6

30. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	2,0	0,3
2	2,0	1,0
3		
	Rb=2,0	RI=0,7

31. Rambla del Castillarejo

u	Rb	RI
1	5,1	1,1
2	3,8	2,4
3	5,0	3,2
4		
	Rb=4,6	RI=2,3

32. Rambla de la Balsa

u	Rb	RI
1	2,2	1,2
2	5,0	3,0
3		
	Rb=3,7	RI=2,1

33. Rambla de la Tejera

u	Rb	RI
1	6,2	1,0
2	4,0	6,8
3		
	Rb=3,4	RI=3,9

34. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	2,0	0,3
2	2,0	0,7
3		
	Rb=2,0	RI=0,5

35. Barranco de Albanea

u	Rb	RI
1	8,0	1,7
2	4,0	2,5
3		
	Rb=6,0	RI=2,1

36. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	4,5	0,4
2	2,0	9,6
3		
	Rb=3,2	RI=5,0

37. Rambla de Talave

u	Rb	RI
1	6,1	1,5
2	4,5	2,2
3	5,7	1,4
4	3,0	5,0
5		
	Rb=4,8	RI=2,5

38. Barranco del Soján

u	Rb	RI
1	5,6	1,7
2	2,5	0,1
3	2,0	3,3
	Rb=3,4	RI=1,7

Unidades margen izquierda

1. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	4,0	2,0
2	2,0	0,3
3		
	Rb=3,0	RI=1,2

2. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	5,6	1,5
2	5,0	1,5
3	2,0	3,4
4		
	Rb=4,2	RI=2,2

3. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	4,0	3,7
2	2,0	0,7
3		
	Rb=3,0	RI=2,2

4. Arroyo de la Celada

u	Rb	RI
1	7,0	0,8
2	4,0	6,7
3	2,0	0,4
4		
	Rb=6,5	RI=2,6

5. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,0	0,9
2	2,0	4,0
3		
	Rb=2,5	RI=2,5

6. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,0	0,5
2	2,0	4,0
3		
	Rb=2,5	RI=2,3

7. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	6,5	1,2
2	2,0	1,6
3		
	Rb=4,2	RI=1,4

8. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	4,3	0,6
2	3,0	5,9
3		
	Rb=3,7	RI=3,3

9. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	5,0	0,7
2	2,0	4,6
3		
	Rb=3,5	RI=2,6

10. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,8	1,7
2	3,0	1,4
3	2,0	0,7
4		
	Rb=2,9	RI=1,3

11. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,0	0,8
2	2,0	3,2
3		
	Rb=2,5	RI=1,9

12. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,5	1,0
2	2,0	0,6
3		
	Rb=2,7	RI=0,8

13. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	2,5	0,9
2	2,0	2,5
3		
	Rb=2,2	RI=1,7

14. Sd en MTN

u	Rb	RI
1	3,3	0,2
2	3,00	11,4
3		
	Rb=3,2	RI=5,8

15. Rambla de Dilar

u	Rb	RI
1	4,6	1,5
2	5,7	1,8
3	8,0	1,3
4		
	Rb=6,1	RI=1,5

16. Rambla del Torgal

u	Rb	RI
1	5,1	1,1
2	4,5	2,7
3	2,0	1,1
4	2,0	0,5
5		
	Rb=3,4	RI=1,4

17. Barranco de Juan García

u	Rb	RI
1	6,2	1,7
2	5,0	4,7
3		
	Rb=5,6	RI=3,2

18. Barranco de Piqueras

u	Rb	RI
1	5,2	1,6
2	2,0	1,5
3	2,0	0,7
4		
	Rb=3,1	RI=1,3

19. Barranco Porrones

u	Rb	RI
1	6,0	0,6
2	3,3	2,8
3	3,0	3,8
4		
	Rb=4,1	RI=2,4

20. Barranco de la Madera

u	Rb	RI
1	6,3	0,4
2	3,0	16,5
3		
	Rb=1,1	RI=8,5

ANEXO 4. Niveles de erosión en el interior de las subcuencas.

Unidades margen derecha

1. Cañada de los Mojones

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	590	2950	7080
12-25	32	384	800
25-50	316	7900	15800
50-100	0	0	0
100-200	124	12400	24800
200-400	0	0	0
	$\Sigma=1062$	$\Sigma=23634$	$\Sigma=48480$

2. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	106	0	530
5-12	0	0	0
12-25	172	2064	4300
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=278$	$\Sigma=2064$	$\Sigma=4830$

3. Arroyo de las Cañadas

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	292	0	1460
5-12	0	0	0
12-25	111	1332	2775
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=403$	$\Sigma=1332$	$\Sigma=4235$

4. Río de la Vega

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	1152	0	5760
5-12	0	0	0
12-25	1980	23760	49500
25-50	128	3200	6400
50-100	640	32000	64000
100-200	550	55000	110000
200-400	0	0	0
	$\Sigma=4450$	$\Sigma=113960$	$\Sigma=235660$

5. Arroyo Salado

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	352	0	1760
5-12	0	0	0
12-25	962	11544	24050
25-50	192	4800	9600
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=1506$	$\Sigma=16344$	$\Sigma=35410$

6. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	119	0	595
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=119$	$\Sigma=0$	$\Sigma=595$

7. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	46	0	230
5-12	0	0	0
12-25	92	1104	2300
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=138$	$\Sigma=1104$	$\Sigma=2530$

8. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	32	0	160
5-12	0	0	0
12-25	159	1908	3975
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=191$	$\Sigma=1908$	$\Sigma=4135$

9. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	84	1008	4200
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=84$	$\Sigma=1008$	$\Sigma=4200$

10. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	84	1008	4200
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=84$	$\Sigma=1008$	$\Sigma=4200$

11. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	226	2712	5650
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=226$	$\Sigma=2712$	$\Sigma=5650$

12. Arroyo del Quejigal

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	1069	12828	26725
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=1069$	$\Sigma=12828$	$\Sigma=26725$

13. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	331	3972	8275
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=331$	$\Sigma=3972$	$\Sigma=8275$

14. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	69	828	1725
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=69$	$\Sigma=828$	$\Sigma=1725$

15. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	141	1692	3525
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=141$	$\Sigma=1692$	$\Sigma=3525$

16. Barranco de la Tejera

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	163	1956	4075
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=163$	$\Sigma=1956$	$\Sigma=4075$

17. Barranco del Saltador

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	113	1356	2825
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=113$	$\Sigma=1356$	$\Sigma=2825$

18. Arroyo de los Vadillos

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	928	0	0
5-12	0	0	0
12-25	2737	32844	68425
25-50	192	4800	9600
50-100	224	11200	22400
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=4081$	$\Sigma=48844$	$\Sigma=100425$

19. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	156	0	0
5-12	0	0	0
12-25	347	4164	8675
25-50	28	700	1400
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=531$	$\Sigma=4864$	$\Sigma=10075$

20. Barranco del Picayo

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	64	0	0
5-12	0	0	0
12-25	89	1068	2225
25-50	88	2200	4400
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=241$	$\Sigma=3268$	$\Sigma=6625$

21. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	64	0	0
5-12	0	0	0
12-25	52	624	1300
25-50	40	1000	2000
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=156$	$\Sigma=1624$	$\Sigma=3300$

22. Río de Bogarra

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	5264	0	0
5-12	384	1920	4608
12-25	9801	117612	245025
25-50	1216	30400	60800
50-100	1248	62400	124800
100-200	1184	118400	236800
200-400	416	83200	166400
	$\Sigma=19513$	$\Sigma=413932$	$\Sigma=838433$

23. Rambla de Cerriclaia

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	124	0	620
5-12	0	0	0
12-25	255	3060	6375
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	96	9600	19200
200-400	0	0	0
	$\Sigma=475$	$\Sigma=12660$	$\Sigma=26195$

24. Sd 4en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	82	2050	4100
50-100	0	0	0
100-200	49	4900	9800
200-400	0	0	0
	$\Sigma=131$	$\Sigma=6950$	$\Sigma=13900$

25. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	49	0	245
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	73	1825	3650
50-100	0	0	0
100-200	90	9000	18000
200-400	0	0	0
	$\Sigma=212$	$\Sigma=10825$	$\Sigma=21895$

26. Arroyo de la Fuente de la Parra/Rambla del Griego

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	1047	0	5235
5-12	0	0	0
12-25	662	7944	16550
25-50	0	0	0
50-100	49	2450	4900
100-200	245	24500	49000
200-400	0	0	0
	$\Sigma=2003$	$\Sigma=34894$	$\Sigma=75685$

27. Barranco Milano

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	24	0	120
5-12	0	0	0
12-25	121	1452	3025
25-50	24	600	1200
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=169$	$\Sigma=2052$	$\Sigma=4345$

28. Rambla Honda

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	1934	0	9670
5-12	98	490	1176
12-25	3031	36372	75775
25-50	661	16525	33050
50-100	245	12250	24500
100-200	392	39200	78400
200-400	0	0	0
	$\Sigma=6361$	$\Sigma=104837$	$\Sigma=222571$

29. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	49	4900	9800
200-400	98	19600	39200
	$\Sigma=147$	$\Sigma=24500$	$\Sigma=49000$

30. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	69	828	1725
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=69$	$\Sigma=828$	$\Sigma=1725$

31. Rambla de Castillarejo

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	267	0	1335
5-12	307	1535	3684
12-25	120	1440	3000
25-50	759	18975	37950
50-100	0	0	0
100-200	156	15600	31200
200-400	0	0	0
	$\Sigma=1609$	$\Sigma=37550$	$\Sigma=77169$

32. Rambla de la Balsa

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	63	315	756
12-25	0	0	0
25-50	59	1475	2950
50-100	0	0	0
100-200	31	3100	6200
200-400	0	0	0
	$\Sigma=153$	$\Sigma=4890$	$\Sigma=9906$

33. Rambla de la Tejera

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	20	100	240
12-25	0	0	0
25-50	64	1600	3200
50-100	0	0	0
100-200	147	14700	29400
200-400	0	0	0
	$\Sigma=231$	$\Sigma=16400$	$\Sigma=32840$

34. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	38	3800	7600
200-400	0	0	0
	$\Sigma=38$	$\Sigma=3800$	$\Sigma=7600$

35. Barranco Albanea

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	68	340	816
12-25	73	876	1825
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	117	11700	23400
200-400	98	19600	39200
	$\Sigma=356$	$\Sigma=32516$	$\Sigma=65241$

36. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	219	2628	5475
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=219$	$\Sigma=2628$	$\Sigma=5472$

37. Rambla de Talave

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	2463	0	12315
5-12	1745	8725	20940
12-25	2120	25440	53000
25-50	748	18700	37400
50-100	0	0	0
100-200	356	35600	71200
200-400	234	46800	93600
	$\Sigma=7666$	$\Sigma=135265$	$\Sigma=288455$

38. Barranco del Soján

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	21	0	105
5-12	182	910	2184
12-25	0	0	0
25-50	125	3125	6250
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=328$	$\Sigma=4035$	$\Sigma=8539$

Unidades margen izquierda

1. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	36	0	180
5-12	122	610	1464
12-25	0	0	0
25-50	10	250	500
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=168$	$\Sigma=860$	$\Sigma=2144$

2. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	98	0	490
5-12	122	610	1464
12-25	0	0	0
25-50	318	7950	15900
50-100	0	0	0
100-200	196	19600	39200
200-400	0	0	0
	$\Sigma=734$	$\Sigma=28160$	$\Sigma=57054$

3. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	102	0	510
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	98	2450	4900
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=200$	$\Sigma=2450$	$\Sigma=5410$

4. Arroyo de la Celada

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	68	0	340
5-12	0	0	0
12-25	713	8556	17825
25-50	73	1825	3650
50-100	0	0	0
100-200	196	19600	39200
200-400	0	0	0
	$\Sigma=1050$	$\Sigma=29981$	$\Sigma=61015$

5. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	72	0	360
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=72$	$\Sigma=0$	$\Sigma=360$

6.- Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	0	0	0
12-25	72	864	1800
25-50	41	1025	2050
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=113$	$\Sigma=1889$	$\Sigma=3850$

7. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	143	0	715
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	48	1200	2400
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=191$	$\Sigma=1200$	$\Sigma=3115$

8. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	200	0	1000
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=200$	$\Sigma=0$	$\Sigma=1000$

9. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	176	0	880
5-12	0	0	0
12-25	12	144	300
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=176$	$\Sigma=144$	$\Sigma=1180$

10. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	196	0	880
5-12	0	0	0
12-25	170	2040	4250
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=366$	$\Sigma=2040$	$\Sigma=5130$

11. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	103	0	515
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=103$	$\Sigma=0$	$\Sigma=515$

12. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	68	0	340
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	82	2050	4100
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=150$	$\Sigma=2050$	$\Sigma=4440$

13. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	8	0	40
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	58	1450	2900
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=66$	$\Sigma=1450$	$\Sigma=2940$

14. Sd en MTN

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	0	0	0
5-12	96	480	1152
12-25	0	0	0
25-50	36	900	1800
50-100	0	0	0
100-200	12	1200	2400
200-400	0	0	0
	$\Sigma=144$	$\Sigma=2580$	$\Sigma=5352$

15. Rambla de Dilar

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	2782	0	13910
5-12	588	2940	7056
12-25	818	9816	20450
25-50	833	20825	41650
50-100	0	0	0
100-200	73	7300	14600
200-400	0	0	0
	$\Sigma=5094$	$\Sigma=40881$	$\Sigma=97666$

16. Rambla del Torgal

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	49	0	245
5-12	221	1105	2652
12-25	186	2232	4650
25-50	407	10175	20350
50-100	141	7050	14100
100-200	352	35200	70400
200-400	0	0	0
	$\Sigma=1356$	$\Sigma=55762$	$\Sigma=112397$

17. Barranco de Juan García

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	9	0	45
5-12	116	580	1392
12-25	0	0	0
25-50	209	5225	10450
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=334$	$\Sigma=5805$	$\Sigma=11887$

18. Barranco Piqueras

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	62	0	310
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	216	4700	9400
50-100		0	0
100-200		0	0
200-400			0
	$\Sigma=278$	$\Sigma=4700$	$\Sigma=9710$

19. Barranco de los Porrones

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	631	0	3155
5-15	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=631$	$\Sigma=0$	$\Sigma=3155$

20. Barranco de la Madera

U.S.L.E.	Superficie (ha)	Erosión mínima (t/año)	Erosión máxima (t/año)
0-5	272	0	1360
5-12	0	0	0
12-25	0	0	0
25-50	0	0	0
50-100	0	0	0
100-200	0	0	0
200-400	0	0	0
	$\Sigma=272$	$\Sigma=0$	$\Sigma=1360$

ANEXO 5: Erosión y pérdida de suelo en las subcuencas

Unidades margen derecha

Nº	Erosión mínima (t/año)	Pérdida de suelo mínima (t/ha/año)	Erosión máxima (t/año)	Pérdida de suelo máxima (t/ha/año)
1	23634	22,25	48480	45,65
2	2064	7,42	4830	17,37
3	1332	3,30	4235	10,51
4	113960	25,61	235660	52,96
5	16344	10,85	35410	23,51
6	0	0,00	595	5,00
7	1104	8,00	2530	18,33
8	1908	9,99	4135	21,65
9	1008	12,00	4200	50,00
10	1008	12,00	4200	50,00
11	2712	12,00	5650	25,00
12	12828	12,00	26725	25,00
13	3972	12,00	8275	25,00
14	828	12,00	1725	25,00
15	1692	12,00	3525	25,00
16	1956	12,00	4075	25,00
17	1356	12,00	2825	25,00
18	48844	11,97	100425	24,61
19	4864	9,16	10075	18,97
20	3268	13,56	6625	27,49
21	1624	10,41	3300	21,15
22	413932	21,21	838433	42,97
23	12660	26,65	26195	55,15
24	6950	53,05	13900	106,10
25	10825	51,06	21895	103,28
26	34894	17,42	75685	37,78
27	2052	12,14	4345	25,71
28	104837	16,56	222571	35,15
29	24500	166,67	49000	333,33
30	828	12,00	1725	25,00
31	37550	23,34	77169	47,96

32	4890	31,96	9906	64,74
33	16400	70,99	32840	142,16
34	3800	100,00	7600	200,00
35	32516	91,33	65241	183,26
36	2628	12,00	5472	24,99
37	135265	17,64	288455	37,63
38	4035	12,30	8539	26,03
	Pérdida de suelo mínima media: 25,7 t/ha/año		Pérdida de suelo máxima media: 54,04 t/ha/año	

Unidades margen izquierda

NºErosión	Pérdida mínima (t/año)	Erosión de suelo mínima (t/ha/año)	Pérdida de máxima (t/año)	suelo máxima (t/ha/año)
1	860	5,12	2144	12,76
2	28160	38,36	57054	77,30
3	2450	1,25	5410	25,27
4	29981	28,55	61015	58,11
5	0	0,00	360	5,00
6	1889	16,72	3850	34,07
7	1200	6,28	3115	16,31
8	0	0,00	1000	5,00
9	144	0,76	1180	6,28
10	2040	5,57	5130	14,02
11	0	0,00	515	5,00
12	2050	13,67	4440	29,60
13	1450	21,67	2940	44,54
14	2580	17,92	5352	37,17
15	40881	8,02	97666	19,17
16	55762	41,12	112397	82,89
17	5805	17,38	11887	35,59
18	4700	16,91	9710	34,93
19	0	0,00	3155	5,00
20	0	0,00	1360	5,00
	Pérdida de suelo mínima media: 11,96 t/ha/año		Pérdida de suelo máxima media: 27,65 t/ha/año	

ANEXO 6. Aporte de sedimentos de las subcuencas.

Unidades margen derecha

	Aporte mínimo (t/año)	Aporte máximo (t/año)	Aporte neto (t/año)
1	5572,89	11431,58	5858,69
2	651,81	1525,31	873,50
3	382,42	1215,87	833,45
4	19954,39	41264,07	21309,68
5	3620,19	7843,31	4223,12
6	0,00	184,75	184,75
7	400,53	917,88	517,35
8	641,45	1390,19	748,74
9	420,03	1750,14	1330,11
10	398,56	1660,68	1262,12
11	879,50	1832,29	952,79
12	3049,21	6352,53	3303,32
13	1193,19	2485,81	1292,62
14	349,33	727,78	378,45
15	581,20	1210,84	629,64
16	668,95	1393,65	724,70
17	520,29	1083,95	563,66
18	8865,19	18227,14	9361,95
19	1343,44	2782,71	1439,27
20	1045,11	2118,67	1073,56
21	572,13	1162,59	590,46
22	54639,02	110673,15	56034,13
23	3486,56	7214,10	3727,54
24	2243,46	4486,92	2243,46
25	3505,13	7089,60	3584,47
26	7233,53	15689,50	8455,97
27	708,97	1501,19	792,22
28	17277,14	36679,70	19402,56
29	8369,20	16738,40	8369,20
30	336,49	701,04	364,55
31	10885,74	22371,29	11485,55
32	1535,46	3110,48	1575,02
33	5277,52	10567,91	5290,39

34	4063,34	8126,68	4063,34
35	9449,15	18959,03	9509,88
36	868,55	1808,49	939,94
37	21114,87	45027,82	23912,95
38	1190,32	2519,00	1328,68
	$\Sigma=203294,26$	$\Sigma=421826,04$	

Unidades margen izquierda

	Aporte mínimo (t/año)	Aporte máximo (t/año)	Aporte neto (t/año)
1	301,09	750,61	449,52
2	7287,81	14765,57	7477,76
3	832,75	1838,86	1006,11
4	7201,44	14655,80	7454,36
5	0,00	150,34	150,34
6	695,53	1417,57	722,04
7	404,28	1049,44	645,16
8	0,00	329,40	329,40
9	48,28	395,65	347,37
10	603,23	1516,94	913,71
11	0,00	200,90	200,90
12	733,90	1589,52	855,62
13	735,44	1491,17	755,73
14	919,77	1907,99	988,22
15	6970,21	16652,05	9681,84
16	12585,48	25368,00	12782,52
17	1681,13	3442,47	1761,34
18	1445,72	2986,79	1541,07
19	0,00	1142,11	1142,11
20	0,00	427,45	427,45
	$\Sigma=42446,06$	$\Sigma=92078,63$	

ANEXO 7. Degradación específica subcuencas.

Unidades margen derecha

	D.E. mínima (t/ha/año)	D. E. máxima (t/ha/año)	D.E. media (t/ha/año)
1	5,25	10,76	8,00
2	2,34	5,49	3,92
3	0,95	3,02	1,98
4	4,48	9,27	6,88
5	2,40	5,21	3,80
6	0,00	1,55	0,78
7	2,90	6,65	4,78
8	3,36	7,28	5,32
9	5,00	20,83	12,92
10	4,74	19,77	12,25
11	3,89	8,11	6,00
12	2,85	5,94	4,40
13	3,60	7,51	5,56
14	5,06	10,55	7,81
15	4,12	8,59	6,36
16	4,74	9,88	7,31
17	4,60	9,59	7,10
18	2,17	4,47	3,32
19	2,53	5,24	3,88
20	4,34	8,79	6,56
21	3,67	7,45	5,56
22	2,80	5,67	4,23
23	7,34	15,19	11,27
24	17,12	34,25	25,69
25	16,53	33,44	24,99
26	3,61	7,83	5,72
27	4,19	8,88	6,54
28	2,73	5,79	4,26
29	56,93	113,87	85,40
30	4,88	10,16	7,52
31	6,76	13,90	10,33
32	10,03	20,33	15,18

33	22,85	45,75	34,30
34	106,93	213,86	160,40
35	26,54	53,25	39,89
36	3,96	8,26	6,11
37	2,75	5,87	4,31
38	3,63	7,68	5,65

Degradación específica mínima = $203294,26 / 55089 = 3,69$ t/ha/año

Degradación específica máxima = $421826,04 / 55089 = 7,66$ t/ha/año

Degradación específica media margen derecha = $(3,69 + 7,66) / 2 = 5,67$ t/ha/año

Unidades margen izquierda

	D.E. mínima (t/ha/año)	D. E. máxima (t/ha/año)	D.E. media (t/ha/año)
1	1,79	4,47	3,13
2	9,93	20,12	15,02
3	4,16	9,19	6,67
4	6,86	13,96	10,41
5	0,00	2,09	1,04
6	6,15	12,54	9,34
7	2,12	5,49	3,80
8	0,00	1,65	0,82
9	0,26	2,10	1,18
10	1,65	4,14	2,89
11	0,00	1,95	0,97
12	4,89	10,60	7,74
13	11,14	22,59	16,86
14	6,39	13,25	9,82
15	1,37	3,27	2,32
16	9,28	18,71	13,99
17	5,03	10,31	7,67
18	5,20	10,74	7,97
19	0,00	1,81	0,91
20	0,00	1,57	0,78

Degradación específica mínima = $42446,06 / 11710 = 3,62$ t/ha/año

Degradación específica máxima = $92078,63 / 11710 = 7,86$ t/ha/año

Degradación específica media margen izquierda = $(3,62 + 7,86) / 2 = 5,74$ t/ha/año



DIPUTACIÓN DE ALBACETE