



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
Departamento de Arte y Ciencias del Territorio

***Caracterización y análisis de los depósitos
sedimentarios de áreas de vágueda en
dehesas de Extremadura. Arroyo de
Guadalperalón (Cáceres)***

Tesis Doctoral

M^a Teresa de Tena Rey

Julio, 2007

Directora: Dra. Dionisia Gómez Amelia

***Edita: Universidad de Extremadura
Servicio de Publicaciones***

Caldereros 2. Planta 3^a
Cáceres 10071
Correo e.: publicac@unex.es
<http://www.unex.es/publicaciones>

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

DEPARTAMENTO DE ARTE Y CIENCIAS DEL TERRITORIO



Caracterización y análisis de los depósitos sedimentarios de áreas de vaguada en dehesas de Extremadura. Arroyo de Guadalperalón (Cáceres).

Tesis Doctoral

M^a Teresa de Tena Rey

Julio, 2007

Directora: Dra. Dionisia Gómez Amelia



Caracterización y análisis de los depósitos
sedimentarios de áreas de vaguada en dehesas de
Extremadura. Arroyo de Guadalperalón (Cáceres).

DEPARTAMENTO DE ARTE Y CIENCIAS DEL TERRITORIO
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Cáceres, 2007

Memoria presentada para optar al grado de Doctor por la
Universidad de Extremadura.

Esta Tesis Doctoral ha sido realizada en el Departamento de Arte y
Ciencias del Territorio de la Universidad de Extremadura bajo la
dirección de la Dra. Dionisia Gómez Amelia, Profesora Titular de dicho
Departamento.

VºBº

Fdo: Dionisia Gómez Amelia

A mis padres, por su entrega.

*A Juan, por su apoyo y comprensión
y a nuestros pequeños Blanca, Teresa y Juan, por sus sonrisas.*

Agradecimientos.

Hoy, al escribir estas líneas siento un inmenso agradecimiento por el apoyo y ayuda recibida por tanta gente que de manera desinteresada han contribuido a que este trabajo vea finalmente la luz. A todas ellas quiero expresarles mi reconocimiento y gratitud.

A mi directora, Dra. Dionisia Gómez Amelia, que en estos años ha sabido comprender la dilatación en el tiempo de la Tesis, con sus avances y frenos. Vaya por ella mi primer agradecimiento, por su experiencia, consejos y supervisión.

Al profesor Dr. Alfonso Rodríguez por su amabilidad y valiosas aportaciones en lo relativo al marco histórico del estudio.

De un modo muy especial quiero agradecer a la Dra. Susana Schnabel su buen hacer e inestimable ayuda cuando la he requerido.

A Antonio Rubinos, del Laboratorio de Geocronología del Instituto de Química Física Rocasolano (CSIC), por su asesoramiento y colaboración en el envío de muestras a la Universidad de Uppsala.

Quiero mostrar mi agradecimiento a los compañeros del Centro Universitario de Mérida, que no han dudado en prestarme su ayuda cuando la he necesitado, dedicando buena parte de su tiempo para que finalmente esta Tesis culminara, especialmente, por robarles tantas horas, a Jerónimo, cuya ayuda y dedicación ha sido muy importante en los trabajos de topografía, Eva, artífice de los gráficos y esquemas, siempre con brillantes ideas, Carmen, colaboradora indispensable en el estudio geofísico, Mercedes, aportando valiosas correcciones, Emilio, por su contribución en el análisis estadístico, Quique, sacándome de los apuros informáticos; M^a Eugenia, F. Javier, Cayetano, etc.

Gracias también a la dirección del Centro por todo el apoyo prestado.

No quiero olvidarme de la ayuda de otros profesionales como Emiliano Martín al que agradezco sus aportaciones en la aplicación del SIG, a Rufina, Concha, Antonio, Gonzalo y Javier la colaboración en los trabajos de campo y a Pedro Muñoz su generosidad y los buenos consejos que siempre me ha dado.

A aquellos que no menciono, pero seguro que aportaron algo a esta Tesis, gracias. Gracias Juan por tu tolerancia y amor. Cuidaste de todos en la dura etapa final de este trabajo.

Índice.

Índice de figuras	17
Índice de tablas	25
Listado de símbolos, abreviaturas y acrónimos	27
1. Introducción	29
1.1. Presentación	31
1.1.1. Elección del área de estudio	32
1.1.2. Problemática del tema	34
1.2. Antecedentes	38
1.3. Objetivos	42
2. Contexto fisiográfico	45
2.1. Situación geográfica	47
2.2. Encuadre geológico de la cuenca.....	49
2.3. Topografía e hidrografía de la cuenca.....	51
2.4. Suelos y vegetación.....	57
2.5. Evolución histórica de los usos del suelo.....	59
3. Metodología	63
3.1. Fases de trabajo	66

3.2. Trabajo de campo	68
3.2.1. Topografía de la cuenca.....	68
3.2.1.1. Levantamiento topográfico	69
3.2.1.2. Creación del Modelo Digital del Terreno (MDT).....	70
3.2.2. Estudio morfológico y topográfico de las áreas de depósito	73
3.2.2.1. Toma de datos y trazado de los perfiles topográficos	73
3.2.2.2. Distribución de los perfiles topográficos.....	74
3.2.3. Prospección geofísica de las áreas de depósito.....	76
3.2.3.1. Fundamentos de la técnica SEV	77
3.2.3.2. Organización del trabajo y aplicación de SEV en Guadalperalón	79
3.2.3.3. Interpretación	87
3.2.4. Estudio sedimentológico	91
3.2.4.1. Consideraciones previas.....	91
3.2.4.2. Levantamiento de los perfiles sedimentológicos.....	92

3.3. Trabajo de laboratorio.....	95
3.3.1. Caracterización textural.....	95
3.3.2. Datación de muestras.....	97
3.3.2.1. El método de datación por carbono-14.....	97
3.3.2.2. Recogida de muestras.....	99
3.3.2.3. Datación radiocarbónica de muestras.....	101
3.4. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica a la determinación de áreas de dehesa en Extremadura con los parámetros físicos y usos que la cuenca experimental.....	104
3.4.1. Fuentes cartográficas y preparación de la documentación.....	105
3.4.1.1. Mapa Geológico.....	106
3.4.1.2. Mapa de Usos del Suelo.....	114
3.4.1.3. Mapa de Pendientes.....	122
3.4.2. Superposición y reclasificación de imágenes.....	125
4. Resultados.....	129
4.1. MDT de la cuenca experimental.....	131
4.2. Topografía y morfología de las áreas de depósito.....	133
4.2.1. MDT de las áreas de depósito.....	133

4.3. Distribución del espesor de los depósitos en la cuenca	139
4.3.1. Interpretación de los SEV	139
4.3.2. Estimación del volumen de sedimento en la cuenca	145
4.4. Caracterización y datación de los sedimentos	159
4.4.1. Descripción de los perfiles sedimentológicos	159
4.4.1.1. Caracterización textural de los sedimentos.....	165
4.4.1.2. Descripción y variación de los perfiles sedimentológicos a lo largo del cauce	167
4.4.2. Secuencia general de depósito	170
4.4.3. Resultados de la datación radiocarbónica	175
4.5. Determinación de áreas de dehesa en Extremadura con características físicas y usos similares a los de la cuenca experimental.....	179
4.5.1. Cartografía final.....	180
4.5.2. Relevancia de los resultados obtenidos	182
5. Valoración de los resultados y discusión	185
6. Conclusiones	195

7. Referencias bibliográficas	201
-------------------------------------	-----

ANEXO	219
-------------	-----

Anexo I. Resultados de la datación radiocarbónica (muestra M1).....	221
--	-----

Índice de figuras.

Figura 1.	Localización del área de estudio.....	47
Figura 2.	Situación de la cuenca en la red hidrográfica del río Magasca	51
Figura 3.	Perfil longitudinal del arroyo de Guadalperalón.....	53
Figura 3a.	Sección A-B ampliada correspondiente al perfil longitudinal del arroyo de Guadalperalón.....	54
Figura 3b.	Sección B-C ampliada correspondiente al perfil longitudinal del arroyo de Guadalperalón.....	55
Figura 4.	Vista aérea de las zonas de depósito de la cuenca de Guadalperalón	56
Figura 5a.	Suelos en vertientes.....	57
Figura 5b.	Suelos en fondos de valle	57
Figura 6.	Modelo Digital de Terreno (MDT) de la cuenca de Guadalperalón	72
Figura 7.	Planta de los perfiles topográficos levantados en las áreas de depósito.....	75
Figura 8.	Configuración Schlumberger	78
Figura 9.	Instrumental empleado en el estudio geoeléctrico de los depósitos	79

Figura 10.	Planta de los perfiles indicando el número SEV practicados	82
Figura 11.	Ejemplo de perfil donde se practican los SEV	83
Figura 12.	Curva de resistividades aparentes correspondiente al perfil 3 y corte geoelectrico obtenido como mejor solución de mínimo error (trazo discontinuo)	88
Figura 13.	Curva de resistividades aparentes correspondiente al perfil 5 y corte geoelectrico obtenido como mejor solución de mínimo error (trazo discontinuo)	90
Figura 14.	Localización de las diferentes columnas sedimentológicas levantadas a lo largo de los depósitos del cauce	94
Figura 15.	Corte donde se efectúa la recogida de muestras para la datación (C14)	99
Figura 16.	Área de recogida de muestras para la datación por C14	101
Figura 17.	Perfil sedimentológico donde se señala la posición estratigráfica de la muestra datada.....	103
Figura 18.	Fases de trabajo desarrolladas en la aplicación del SIG.....	106
Figura 19.	Mapa Geológico y Minero de Extremadura E: 1:300000 reclasificado	111

Figura 20.	Mapa geológico regional derivado obtenido a partir del mapa Geológico y Minero de Extremadura E: 1:300000 reclasificado	113
Figura 21.	Mapa digital de Usos del Suelo de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Agrupación de las zonas 2, 5, 7 y 9 del proyecto CORINE	120
Figura 22.	Mapa regional de usos del suelo clasificado elaborado a partir del digital de Usos del Suelo de Extremadura (proyecto CORINE)	121
Figura 23.	Mapa digital de pendientes de Extremadura E: 1:200000 (derivado del MDT200 del IGN)	123
Figura 24.	Mapa regional de pendientes clasificado elaborado a partir del digital de pendientes de Extremadura E: 1:200000 (derivado del MDT200 del IGN)	124
Figura 25.	Cartografía regional derivada de la superposición del mapa geológico y de usos del suelo clasificados	126
Figura 26.	MDT de la cuenca de Guadalperalón	132
Figura 27.	MDT de las áreas de depósito de la cuenca de Guadalperalón	134
Figura 28.	Trazado del perfil transversal en un sector del cauce incidido por cárcavas	135

Figura 29a. Trazado de los perfiles topográficos (N.0- N.11) levantados a lo largo del cauce	136
Figura 29b. Trazado de los perfiles topográficos (N.12- N.23) levantados a lo largo del cauce	137
Figura 29c. Trazado de los perfiles topográficos (N.24- N.36) levantados a lo largo del cauce	138
Figura 30a. Corte geoelectrico correspondiente al perfil 2.....	139
Figura 30b. Corte geoelectrico correspondiente al perfil 5.....	140
Figura 30c. Corte geoelectrico correspondiente al perfil 7.2	140
Figura 31. Histograma que recoge la distribución de la potencia de los depósitos de vaguada.....	144
Figura 32a. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (0-3) llevados a cabo en los depósitos de vaguada	146
Figura 32b. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (4-7) llevados a cabo en los depósitos de vaguada	147
Figura 32c. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (8-11) llevados a cabo en los depósitos de vaguada	148

Figura 32d. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (12-15) llevados a cabo en los depósitos de vaguada	149
Figura 32e. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (16-19) llevados a cabo en los depósitos de vaguada	150
Figura 32f. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (20-23) llevados a cabo en los depósitos de vaguada	151
Figura 32g. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (24-27) llevados a cabo en los depósitos de vaguada	152
Figura 32h. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (28-31) llevados a cabo en los depósitos de vaguada	153
Figura 32i. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (32-36) llevados a cabo en los depósitos de vaguada	154
Figura 33. Perfil sedimentológico 1 levantado en los depósitos del cauce	160
Figura 34. Perfil sedimentológico 2 levantado en los depósitos del cauce. Detalle del nivel de mayor granulometría diferenciado en el mismo.....	161

Figura 35.	Perfil sedimentológico 3 levantado en los depósitos del cauce	162
Figura 36.	Perfil sedimentológico 4 levantado en los depósitos del cauce	163
Figura 37.	Perfiles sedimentológicos 5, 6 y 7 levantados en los depósitos del cauce	164
Figura 38.	Correlación de los perfiles sedimentológicos levantados en las áreas de depósito del cauce	169
Figura 39.	Columna sedimentológica tipo correspondiente a los depósitos del cauce. Fotografía donde pueden distinguirse los diferentes niveles diferenciados	172
Figura 40.	Depósito de vaguada sobre el sustrato de pizarras	173
Figura 41.	Fotografías que muestran el afloramiento del lecho de pizarras en diferentes puntos del cauce	174
Figura 42.	Carga de fondo del cauce.....	175
Figura 43.	Corte en los depósitos del cauce donde se señala el nivel de recogida de la muestra datada.....	176
Figura 44.	Curva de calibración empleada para la datación de la muestra M1 (Ua-22606)	177

Figura 45. Cartografía regional (en azul) de las áreas con el sustrato geológico y usos del suelo equiparables a la cuenca experimental	179
Figura 46. Mapa regional donde se recogen, en rojo, las áreas que presentan similares características físicas y usos que la cuenca experimental.....	181

Índice de tablas.

Tabla 1.	Valores de resistividad de los materiales más frecuentes.....	77
Tabla 2.	Hoja de campo correspondiente al perfil 3.....	85
Tabla 3.	Hoja de campo correspondiente al perfil 5.....	86
Tabla 4.	Valores de resistividad y espesor obtenidos para las diferentes capas geoelectricas correspondientes al perfil 3.....	88
Tabla 5.	Valores de resistividad y espesor obtenidos para las diferentes capas geoelectricas correspondientes al perfil 5.....	90
Tabla 6.	Códigos asignados a las diferentes formaciones y litologías de la Zona Sur en el mapa digital Geológico y Minero de Extremadura (E: 1:3000000)	108
Tabla 7.	Códigos asignados a las diferentes formaciones y litologías de la Zona Norte en el mapa digital Geológico y Minero de Extremadura (E: 1:3000000)	109
Tabla 8.	Códigos asignados a los diferentes usos del suelo en el mapa digital de Usos del Suelo de la Comunidad Autónoma de Extremadura (proyecto CORINE).....	118

Tabla 9.	Espesor total del depósito obtenido en cada uno de los puntos sondeados.....	142
Tabla 10.	Frecuencia y porcentaje de los valores de espesor de los depósitos de vaguada obtenidos mediante SEV	144
Tabla 11.	Volúmenes parciales y volumen total de sedimento acumulado en las áreas de vaguada de la cuenca experimental.	156
Tabla 12.	Potencia de los diferentes niveles correspondientes a los perfiles sedimentológicos levantados en las áreas de depósito.....	165
Tabla 13.	Resultados del análisis textural de los depósitos	166

Listado de símbolos, abreviaturas y acrónimos.

- AConcentración inicial de C14 en el organismo.
- A_oConcentración actual de isótopo.
- A,BElectrodos de corriente.
- AMSAccelerator Mass Spectrometry (Espectrometría de Masas Aceleradas).
- ASCII.....American Standard Code for Information Interchange (Código Estadounidense Estándar para el Intercambio de Información).
- BPBefore present (antes de la actualidad).
- CColumna sedimentológica levantada en los depósitos del cauce.
- cal*Edad de radiocarbono calibrada.
- CIDECentro de Investigaciones sobre Desertificación.
- CORINECoordination of Information on the Environment (Coordinación de la Información sobre Medio Ambiente).
- CSICConsejo Superior de Investigaciones Científicas.
- d.C.Después de Cristo.
- ERODERME ...Erosión y Desertificación en el Mediterráneo.
- et al.*y otros (colaboradores).

FAO.....Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

GPS.....Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global).

I.....Intensidad de la corriente eléctrica.

IGN.....Instituto Geográfico Nacional.

K.....Constante de configuración geométrica del dispositivo.

L.....Distancia entre los electrodos de corriente.

M.....Muestra de materia orgánica carbonizada recogida en el área de depósito.

M, N.....Electrodos de potencial.

MDT.....Modelo Digital del Terreno.

O.T.....Ordenación del Territorio.

P.....Perfil sedimentológico levantado en los depósitos del cauce.

P.K.....Punto kilométrico.

SEV.....Sondeo Eléctrico Vertical.

SIG.....Sistema de Información Geográfica.

USDA.....United States Department of Agriculture.

ρResistividad de los materiales.

ρ_aResistividad aparente de los materiales.

ΩOhmio.

ΔVDiferencia de potencial.

1. Introducción

1.1. Presentación.

La presente memoria recoge el trabajo de investigación desarrollado en el Departamento de Arte y Ciencias del Territorio, bajo la dirección de la Dra. Dionisia Gómez Amelia, acerca del estudio de los depósitos de las áreas de vaguada en dehesas de Extremadura, en concreto, de la cuenca de Guadalperalón (Cáceres). El objetivo es establecer, mediante el análisis de la secuencia sedimentaria, las condiciones que han controlado los procesos de erosión-sedimentación en la cuenca a lo largo del tiempo y la posible influencia de la mano del hombre a través de su diferente gestión del uso del suelo.

El trabajo se encuentra estructurado en siete capítulos que incluyen diferentes apartados donde se desarrolla: 1. Introducción; 2. Contexto fisiográfico; 3. Metodología; 4. Resultados; 5. Valoración de los resultados y discusión; 6. Conclusiones; 7. Referencias bibliográficas y un apartado final donde se recogen los anexos.

El capítulo de introducción se centra en los aspectos referidos a la elección de la zona donde se llevan a cabo las investigaciones, la problemática del tema objeto de estudio, los antecedentes y los objetivos perseguidos en la investigación.

En el marco fisiográfico, desarrollado en el segundo capítulo, se definen los parámetros físicos y usos del área de estudio bajo los cuales tienen lugar los procesos de depósito en la cuenca. El análisis de estos parámetros mediante la aplicación de un Sistema de Información Geográfica, sirve de base para la identificación de áreas con similares características en la región.

La metodología empleada, descrita en el tercer bloque, engloba el conjunto de procedimientos y técnicas aplicadas e incluye estudios topográficos, geofísicos y sedimentológicos así como técnicas de análisis granulométrico y datación radiocarbónica.

En el capítulo de resultados se exponen los datos obtenidos relativos a las diferentes fases del trabajo de campo y laboratorio. Finalmente se valoran las aportaciones derivadas de la investigación desarrollada, resultados que nos conducirán a las conclusiones finales del estudio.

Las referencias bibliográficas y el apartado de anexos cierran la estructura del trabajo que se presenta, recogándose en este último los resultados de la datación C14 remitidos por el laboratorio de geocronología y la memoria en formato digital.

1.1.1. Elección del área de estudio.

Esta tesis se enmarca en el contexto de las investigaciones llevadas a cabo en la pequeña cuenca hidrográfica de Guadalperalón, puesta en funcionamiento por el Área de Geografía Física del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Extremadura en 1990 para iniciar el estudio de los procesos hidrogeomorfológicos que operan en la dehesa extremeña.

Según Gómez Amelia y Schnabel (1992), “la cuenca experimental se elige como dehesa-tipo por un doble motivo; por una parte es muy elevada la probabilidad de extrapolar la información que se va obteniendo: un espacio similar a otros muchos en cuanto a topografía, sustrato rocoso, suelos, vegetación y usos actuales y pasados. Por otro lado, esta dehesa se sitúa en las cabeceras del río Magasca, en donde se modelan cuencas no muy extensas, adecuadas para cuantificar las

entradas y salidas de los distintos elementos del sistema (agua, sedimentos) y su transferencia en múltiples puntos”.

La dehesa ocupa más de la mitad de la superficie agraria útil de las provincias del oeste-suroeste español (Campos Palacín, 1993), estando presente en el 53% de los municipios extremeños. Constituye un ecosistema donde se conjuga el aprovechamiento forestal, agrícola y ganadero, lo que representa un paradigma de desarrollo sostenible. La obtención racional de los recursos naturales de la dehesa permite alcanzar un óptimo rendimiento productivo que garantiza, además, la estabilidad ecológica del propio sistema (Puerto, 1997). La estrecha relación de este triple aprovechamiento se traduce en un equilibrio caracterizado por su gran fragilidad (Campos Palacín, 1985), si bien, una dehesa explotada de forma correcta, se presenta como el sistema óptimo de utilización de los recursos agrobiológicos en ambientes semiáridos (Gómez Gutiérrez, 1987).

La elaboración de todo tipo de estudios en este ecosistema de gran magnitud e importancia regional son de interés, y en especial, aquellos que ayuden al conocimiento de su funcionamiento así como de sus limitaciones, para evitar prácticas de clara insostenibilidad. En este caso, el estudio de los depósitos como registro histórico de las acciones, naturales o antrópicas, que han condicionado los procesos de degradación en el área fuente, está aún más justificado, pues la erosión de los suelos constituye uno de los problemas que hoy día se cierne sobre la dehesa.

El conocimiento de lo ocurrido en el pasado es importante para entender mejor el presente y futuro de los espacios adehesados, marco donde se ha desarrollado la realidad socioeconómica de la región y donde el hombre juega un papel importante en su regeneración y conservación.

1.1.2. Problemática del tema.

El tema de estudio desarrollado se centra en el análisis de los depósitos recientes de áreas de vaguada en dehesas, espacios antropizados donde los procesos de degradación están ligados a la utilización dada a estos espacios por el hombre.

Las pequeñas cuencas de los arroyos que drenan las dehesas de la penillanura, recogen los sedimentos procedentes de las vertientes, albergando así las vaguadas los depósitos producto de los procesos erosivos en el pasado.

En estas áreas de depósito se han realizado estudios acerca de la cuantificación de los procesos erosivos en cárcavas, de la erosión laminar en laderas y la dinámica de los procesos hidrológicos (Schnabel, 1997; Ceballos, 1999), pero no se han llevado a cabo estudios de detalle acerca de la distribución, caracterización y superficie ocupada por los depósitos. Tampoco se ha establecido la cronología de los mismos aunque la hipótesis planteada sostiene que podrían estar relacionados con crisis erosivas históricas (Gómez Amelia y Schnabel, 1992). Bajo esta hipótesis inicial, el tema de estudio que se aborda es el análisis y caracterización de las secuencias sedimentarias. En este sentido y una vez estudiado el depósito en su conjunto, se pretende detectar y datar las posibles alteraciones que puedan identificarse, relacionándolas con los eventos acaecidos en el periodo de deposición estimado. El trabajo tiene, por tanto, un carácter interpretativo, basado en los datos obtenidos del estudio sedimentológico y cronológico.

La producción de sedimentos en las vertientes está determinada en buena medida por la utilización que se le esté dando a los suelos, condicionando dicho uso el desarrollo natural o acelerado de los

procesos erosivos en ellas (Morgan, 1997). En el caso de las dehesas en zonas semiáridas, el detonante de la degradación es el sobrepastoreo y la siembra continuada de cosechas. Las investigaciones llevadas a cabo en la finca de Guadalperalón han puesto de manifiesto que las tasas de erosión del suelo son bajas con un manejo adecuado del mismo y que el olvido de las reglas tradicionales se traduce en el desarrollo de procesos acelerados tanto en vertientes como en vaguadas (Gómez Amelia, 1996).

El conocimiento de cómo se desarrollan estos procesos en la actualidad es la clave para interpretar en el registro sedimentario lo ocurrido en el pasado. Así, siguiendo esta línea de trabajos experimentales, son numerosos los grupos de investigación cuyos estudios se centran en las implicaciones hidrológicas por el uso del suelo y cubierta vegetal y la cuantificación de las tasas de erosión como los desarrollados por el Departamento de Procesos Geoambientales y Cambio Global del Instituto Pirenaico de Ecología – CSIC. Estas investigaciones abordan las relaciones entre el llamado Cambio Global (incluyen las transformaciones relacionadas con las variaciones climáticas y con los cambios de uso del suelo) y el funcionamiento hidrológico, edáfico y geomorfológico a escala de laderas y cuencas, con el fin de modelizar las consecuencias futuras de tales cambios (Sala, 1996; Cerdá, 1998; Cerdá *et al.*, 2005; Lasanta, 2003; García-Ruiz *et al.*, 1996, 2000 y 2005; etc.).

Los cambios de uso del suelo (Ortigosa, 1991), introducen modificaciones en los sistemas morfogenéticos dominantes y en la cubierta vegetal, con repercusiones importantes en la producción de sedimentos (volumen total, clasificación de los materiales, etc.).

La respuesta hidrológica de diferentes cultivos y de sistemas de manejo del suelo ha sido asimismo estudiada por otros autores (De Alba

et al., 1995; De Alba, 1996; etc.), cuantificando los coeficientes de escorrentía y las pérdidas de suelo por erosión en parcelas experimentales.

En cuanto a los procesos de erosión y desertificación en ambientes mediterráneos son destacables los estudios llevados a cabo por el grupo de trabajo pluridisciplinar ERODERME (Erosión y Desertificación en el Mediterráneo) de la Universidad de Murcia (López Bermúdez *et al.*, 1991 y 1998; Belmonte *et al.*, 1999, entre otros) así como el Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE)-CSIC, de la Universidad de Valencia, especialmente en la degradación y conservación del suelo.

El Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera-CSIC, ha desarrollado importantes estudios acerca de las implicaciones hidrológicas por el uso del suelo y cubierta vegetal dentro de la línea de investigación “hidrología superficial y erosión” (Gallart y Llorens, 2001 y 2004, entre otros).

Por otro lado, los efectos acumulados por las prácticas de laboreo en el pasado que han dado lugar a transformaciones de la geomorfología e hidrología superficial de los paisajes agrícolas, han sido ampliamente estudiados en diferentes zonas con condiciones agroambientales muy contrastadas (Torri *et al.*, 2002; De Alba *et al.*, 2004; Van Oost *et al.*, 2006; etc.). Estas investigaciones de los procesos de labranza como responsable del movimiento del material del suelo, han proliferado en casi todo el mundo, destacando áreas de China, Chile, Argentina, Méjico, etc.

Las modificaciones en las tasas erosivas promovidas por la aplicación de los diferentes usos del suelo así como la redistribución del mismo por arrastre mecánico durante las operaciones agrícolas, puestas de manifiesto en las investigaciones descritas, deben quedar registradas

de alguna manera en los depósitos originados bajo las condiciones reinantes.

Con este planteamiento, los estudios sedimentológicos desarrollados en este trabajo se utilizarán como un medio que oriente al establecimiento de los factores naturales o antrópicos que han tenido fundamental influencia en la aportación de los materiales a las vaguadas en estas áreas de dehesa, levantando perfiles que marquen el contacto sustrato sedimento y evaluando las perturbaciones acaecidas en el medio a través del reflejo que haya quedado en la secuencia sedimentaria.

Se pretende que los datos y valoraciones aportados, además del interés intrínseco en sí, abran la vía al desarrollo de estudios en otras áreas, para poder lograr una mejor comprensión de la evolución geomorfológica reciente de estos espacios en la región.

1.2. Antecedentes.

La primera toma de contacto con la pequeña cuenca hidrográfica de Guadalperalón (Cáceres) para la elaboración del estudio que se presenta, tiene lugar en junio de 1997, en cuya visita se lleva a cabo un recorrido a lo largo de la vaguada principal, proporcionándonos las primeras observaciones de su encuadre y geomorfología y dándonos idea de su extensión.

Previamente en esta cuenca experimental se han estudiado, desde 1990, los procesos sedimentológicos e hidrológicos que operan (Gómez Amelia y Schnabel, 1992), llevándose a cabo trabajos de investigación acerca de la erosión del suelo y degradación de la cubierta vegetal (Bernet *et al.*, 1994; Schnabel, 1995; Gómez Amelia y Schnabel, 1996), el balance hidrológico de la cuenca (Ceballos, 1997) y la interceptación de las precipitaciones por el arbolado presente en ella, (Mateos, 2000).

En este conjunto de estudios se han obtenido, entre otros, datos relativos a:

- Cuantificación del acarcavamiento del cauce principal de la cuenca.
- Registro de la descarga acuosa.
- Propiedades de los suelos de la cuenca donde se han realizado análisis de los mismos, determinando:
 - Porcentaje de arena, limo y arcilla y materia orgánica.
 - Profundidad (cm).
- Variación espacial y temporal de la cubierta del suelo.

- Tasa media de erosión en vertientes ($\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$).
- Tasa media de erosión en las cárcavas de fondo de valle ($\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$).
- Cambio sufrido por la cobertura vegetal en los periodos de sequía así como la pérdida de suelo ($\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$).
- Coeficientes de escorrentía.

Las áreas de vaguada de la cuenca de Guadalperalón y de las zonas conexas marcan paleovalles que han sido rellenados por materiales procedentes de las áreas de vertiente, presentando potencias de 1-2 m (Schnabel, 1997).

El origen de estos depósitos, en los que no se ha establecido la cronología, se relaciona con crisis históricas recientes aunque no hay datos que avalen su génesis. Este trabajo tiene, por tanto, el objetivo de realizar un estudio detallado de estas áreas de acumulación y la reconstrucción paleoambiental a partir del análisis de estos depósitos.

No se trata, no obstante, de desarrollar un estudio experimental, sino de constatar los posibles cambios ocurridos en el medio a través del registro sedimentario.

Las investigaciones relativas a los impactos visibles causados por las transformaciones de usos por la agricultura (García Ruiz *et al.*, 1988 y 1992, entre otros), o la degradación de los espacios y cuantificación de los procesos erosivos en diferentes áreas y bajo diferentes coberturas vegetales, son abundantes en la bibliografía, como recoge y revisa Cerdá (2001), referencias citadas en el apartado 1.1.2 de esta memoria “*problemática del tema*”. Estos estudios han supuesto una importante aportación al conocimiento de la dinámica de los procesos actuales ya que tienen la ventaja de ampliar los periodos de observación, el registro

y medida hacia el pasado. Las investigaciones de depósitos recientes que guardan el registro histórico de los eventos condicionantes de los procesos erosivos ocurridos en el pasado son, sin embargo, mucho más escasas aunque es necesario destacar la labor de diferentes grupos de trabajos que centran su actividad en este campo.

Muy activo a este respecto ha sido el Grupo Andaluz del Cuaternario (dentro de la Asociación Española para el Estudio del Cuaternario), grupo multidisciplinar que aglutina científicos de las Universidades de Sevilla, Huelva, Cádiz y Córdoba que han desarrollado trabajos de investigación del cuaternario desde el punto de vista sedimentológico, arqueológico, edafológico, etc.

También pueden destacarse, entre otros, los trabajos llevados a cabo por el Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, siguiendo la línea de investigación “Reconstrucción de Paleoambientes”. Así han realizado diversos estudios de reconstrucción de las condiciones ambientales del pasado, principalmente en el Este de África, a partir del análisis de las secuencias de rellenos de valle (Machado *et al.*, 1995, 1998). Estas secuencias, caracterizadas para los últimos 4000 años, han sido interpretadas como el reflejo de cambios en el clima (factor de cambio ambiental a largo plazo) y en los usos del suelo, en esta región con una tradición agrícola establecida desde tiempos históricos.

La unidad de "Geomorfología y Cambio Ambiental" de la Universidad de Zaragoza asociada al Departamento de Procesos Geoambientales y Cambio Global ha desarrollado, asimismo, trabajos de reconstrucción paleoambiental en el sector central de la Depresión del Ebro (Sancho *et al.*, 1991; Peña *et al.*, 1996; Peña *et al.*, 2004; etc.). En estos trabajos se han combinado técnicas sedimentológicas y geocronológicas para el estudio interpretativo de depósitos de valle y más recientemente se ha

llevado a cabo la cronoestratigrafía de los registros aluviales del tránsito Pleistoceno superior–Holoceno en la Depresión de la Bardena (Navarra) (Muñoz *et al.*, 2006), para valorar el significado paleoambiental.

En Extremadura, no tenemos referencias de análisis y caracterización de depósitos recientes como fuente de información para valorar la actuación de los procesos de degradación en el medio aunque hay que destacar que la Sedimentología está teniendo hoy día una fuerte aplicación como herramienta para llegar a interpretar los hitos que han supuesto cambios fundamentales en los sistemas adhesados.

Estos estudios de reconstrucción son importantes y necesarios para entender la evolución morfogenética más reciente, ya que, aunque los paisajes permitan deducir la relación que el hombre ha mantenido con el medio ambiente (Plieninger y Schaich, 2006) y las prácticas agrícolas ejercidas pueden evidenciarse en campo a través de diferentes transformaciones edáficas y geomorfológicas (De Alba *et al.*, 2003), la huella dejada por estas acciones, puede acabar desdibujada o borrada. Sin embargo, esto no ocurre en el registro sedimentario, cuya caracterización nos puede conducir a la reconstrucción de los procesos erosivos ocurridos en el área fuente en el pasado.

1.3. Objetivos.

Considerada la elección del área de estudio y antecedentes del tema, el objetivo general de esta tesis se centra en el estudio de los depósitos recientes de las áreas de vaguada en dehesas (arroyo de Guadalperalón, Cáceres), donde los procesos de degradación están ligados a los usos dados a estos espacios por el hombre. Con ello se pretende establecer las condiciones que han controlado los procesos de erosión-sedimentación en la cuenca a lo largo del tiempo y la posible influencia de la mano del hombre.

Llegar a la comprensión de este funcionamiento requiere establecer una serie de objetivos parciales que se pueden concretar en los siguientes:

- Estudio de la topografía de la cuenca y delimitación de las áreas de acumulación de sedimentos.
- Establecimiento del límite sustrato-sedimento y estimación de los depósitos que rellenan los fondos de las áreas de vaguada.
- Caracterización de los sedimentos de las áreas de vaguada e interpretación de la secuencia sedimentaria.
- Estudio geocronológico de los depósitos sedimentarios. Análisis de muestras de carbón vegetal para datación por C14.
- Determinación de áreas de dehesa en Extremadura con características similares a la cuenca experimental.
- Valoración de los resultados obtenidos y relación con el marco histórico del periodo estimado.

Para lograr estos objetivos, se han desarrollado una serie de trabajos cuyas fases podrían resumirse en las siguientes:

- Creación de un MDT de la cuenca y cartografía de los depósitos sedimentarios de las áreas de vaguada a partir del levantamiento de perfiles topográficos.
- Prospección geofísica de los depósitos sedimentarios mediante técnica de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) para la obtención de la profundidad del sustrato en zonas de vaguada.
- Observaciones directas de las áreas de acumulación de sedimentos llevando a cabo el reconocimiento y levantamiento de columnas sedimentológicas en diferentes cortes con detección de anomalías en el ritmo de la secuencia de depósito.
- Obtención de hallazgos válidos para la datación de los depósitos empleando la metodología de C14.
- Establecimiento de los parámetros geomorfológicos de la cuenca para su extrapolación al conjunto de la región y cartografía de áreas de dehesa con los condicionantes físicos de la cuenca experimental.
- Documentación de la evolución de los usos del suelo del área estudiada a partir de la bibliografía histórica.

2. Contexto fisiográfico

2.1. Situación geográfica.

La cuenca de Guadalperalón se sitúa en la provincia de Cáceres, a 24 Km al noreste de la capital, perteneciendo el área de estudio al término municipal de Trujillo (figura 1).

Está enclavada en la extensa penillanura cacereña, desarrollada sobre los materiales del zócalo hercínico centroibérico, cuya altitud oscila entre los 400-500 metros. La red hidrográfica actual está fuertemente encajada en ella, perteneciendo el arroyo de Guadalperalón a la cuenca del río Magasca, afluente del Almonte, incluido en la red del Tajo.

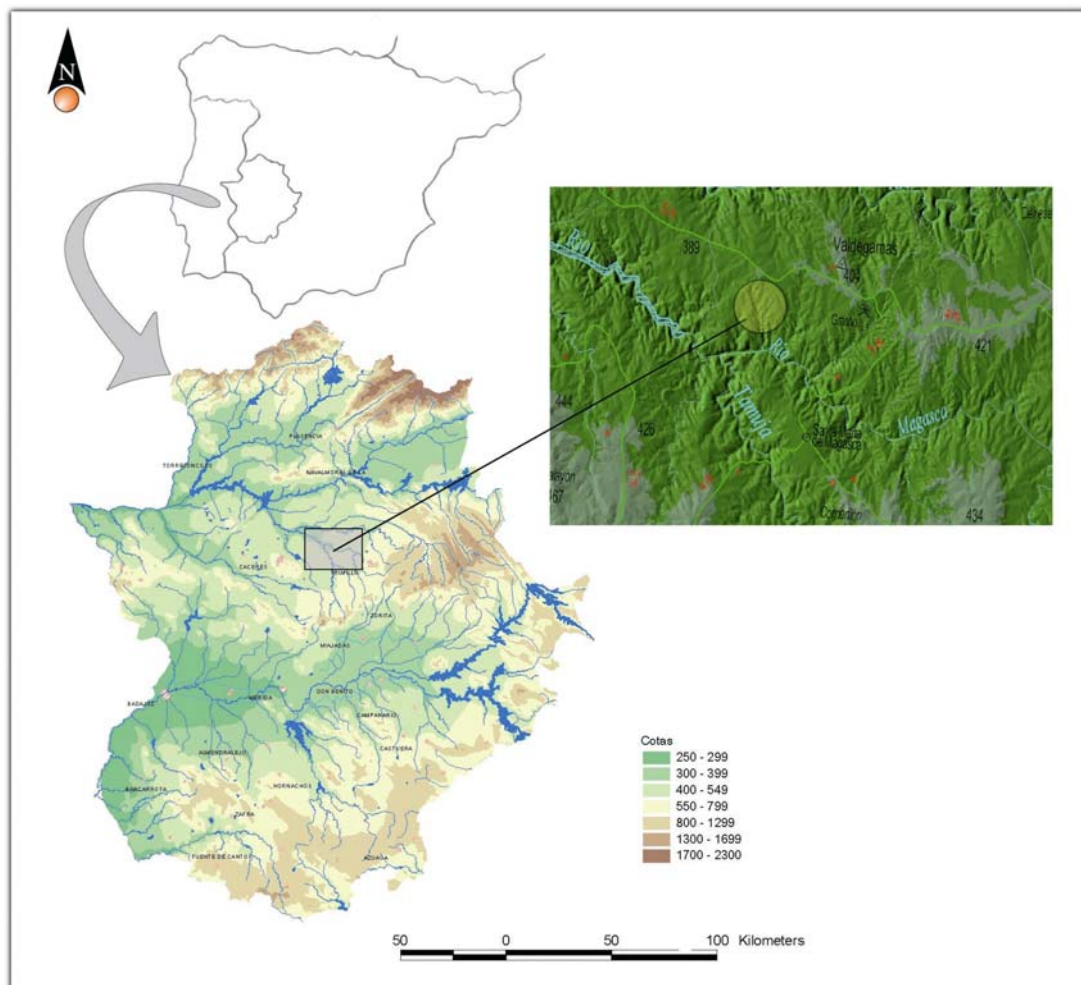


Figura 1. Localización del área de estudio.

El acceso a la zona de trabajo se realiza a través de la carretera local que une las localidades de Trujillo y Monroy, ambas pertenecientes a la provincia de Cáceres, situándose la zona a unos 31 Km de Trujillo y unos 12 Km de Monroy.

La superficie de la cuenca es de aproximadamente 35.4 ha y comprende la cuenca alta del arroyo de Guadalperalón cuyo límite aguas abajo se establece en el punto donde se sitúa la estación de aforo empleada en los estudios desarrollados por el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio para investigar los procesos erosivos e hidrológicos que operan en estos espacios.

Se trata, por tanto, de una cuenca modelizada elegida como área experimental de estudio, al constituir, por su localización, rasgos físicos-geológicos y usos, una dehesa-tipo, donde se lleva a cabo la interpretación de las secuencias sedimentarias para valorar los procesos de degradación de estos espacios, a lo largo del tiempo. Si conocemos cómo ha sido la evolución y funcionamiento de dichos procesos en el área de Guadalperalón, podemos extrapolar información a otras zonas de dehesa que presenten características similares en cuanto a elementos físicos e historia de su utilización por el hombre.

2.2. Encuadre geológico de la cuenca.

La cuenca de Guadalperalón se sitúa en el Dominio de Pliegues verticales de la zona Centro Ibérica del Macizo Ibérico (Díez Balda *et al.*, 1990a), donde las sucesiones del Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior se hallan ocupando extensos afloramientos. Estas series sedimentarias detríticas, constituidas fundamentalmente por pizarras y grauvacas fueron denominadas Complejo Esquisto Grauváquico en Portugal y área de Salamanca-Cáceres (Carrington da Cósta, 1950; García de Figuerola, 1970) y más recientemente, para el área estudiada, Grupo Domo Extremeño (Álvarez Nava *et al.*, 1988) y Alogrupo Domo Extremeño (Santamaría, 1995), entre otros. Tras estudios posteriores efectuados en un área de la zona Centro Ibérica localizada en el suroeste de la provincia de Cáceres y norte de Salamanca (Valladares *et al.*, 1998), estas series sedimentarias detríticas han sido divididas en doce unidades litoestratigráficas más o menos formales cuyo estudio sedimentológico detallado ha permitido individualizar catorce facies principales de las cuales dos se corresponden con alternancias de arenisca-pelita que pueden hacerse extensivas a los materiales que nos encontramos en la cuenca de Guadalperalón. Su génesis se interpreta como sedimentación en ambiente de talud y base de talud sedimentario correspondiente a corrientes de turbidez y otros flujos asociados.

Se sabe que toda el área estaba emergida a partir del Carbonífero, siendo afectada por las fases de deformación pertenecientes a la orogenia Hercínica, que van acompañadas de metamorfismo y plutonismo (Rodríguez Alonso, 1985). En una primera fase del plegamiento Hercínico tuvo lugar una serie de pliegues de escala métrica, generándose una esquistosidad de fractura muy patente mientras que la segunda fase

originó un conjunto de macroestructuras de escala kilométrica donde se incluye el gran anticlinorio Centroextremeño.

Las estructuras asociadas a las deformaciones tardihercínicas, estudiadas en el sector central de Extremadura (Campos, 2002), son las utilizadas para el emplazamiento de los fluidos hidrotermales que dan lugar a los diferentes grupos filonianos mineralizados característicos de la zona. A estas estructuras estarían ligadas las abundantes venas de cuarzo que aparecen en las series de pizarras y grauvacas de la cuenca de Guadalperalón, fuente de los numerosos cantos localizados en las vaguadas de los arroyos que hoy día desmantelan estas áreas.

Con la orogenia Alpina se reactivan las fracturas existentes tras el importante periodo de arrasamiento que ha tenido lugar en el área desde su emersión, originándose la fosa del Tajo, siendo determinante esta fracturación en el encajamiento y trazado de la red fluvial así como en la posterior evolución de las formas de relieve.

La morfología actual del área, se conforma definitivamente durante el Holoceno (Gómez Amelia, 1985), dominando una extensa llanura peneplanizada de 400 m de altitud media que está siendo degradada por la red hidrográfica actual, en la que se sitúa el arroyo de Guadalperalón, perteneciente a la cuenca del río Magasca, incluido en la red del Almonte, afluente del Tajo.

2.3. Topografía e hidrografía de la cuenca.

La cuenca del arroyo de Guadalperalón presenta una superficie de 35.4 ha, siendo su perímetro cercano a los 3000 m. La cota máxima alcanzada es de 382.193 m y la mínima de 337.930 m.

El arroyo forma parte de la red del Magasca, afluente del río Almonte que, junto con el Guadialoba, Gibranzos, Tamuja, Tozo y Garciaz, con dirección claramente NW y a veces W, surcan la penillanura llevando sus aguas al Tajo.

La situación de la cuenca en el mapa hidrográfico regional se recoge en la figura 2.

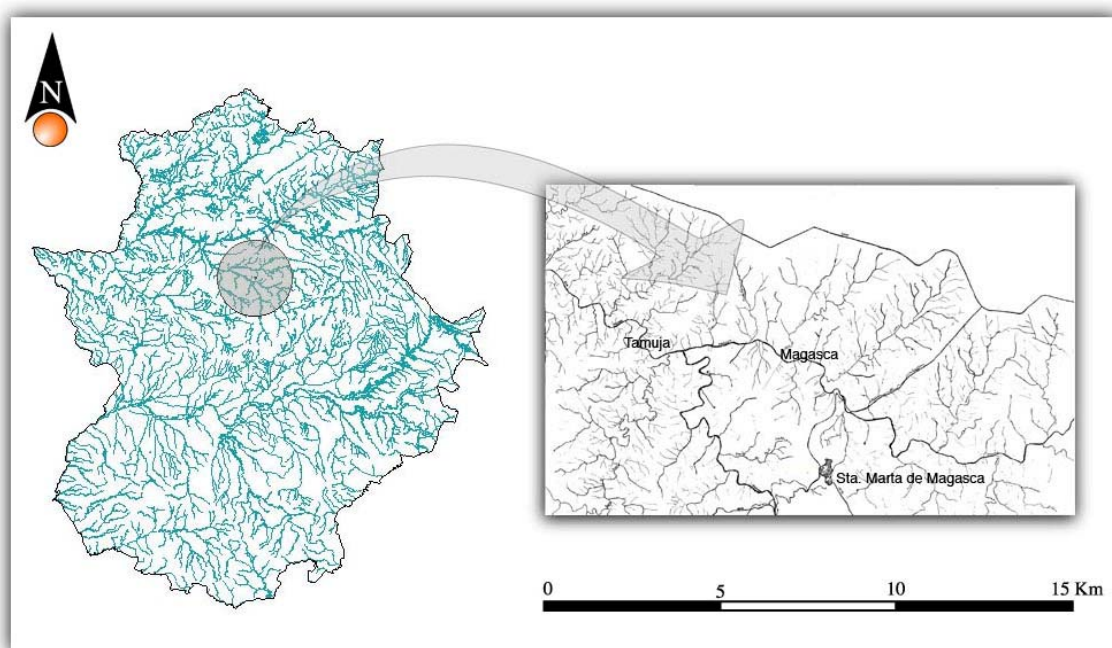


Figura 2. Situación de la cuenca en la red hidrográfica del río Magasca.

La jerarquía de la red, medida sobre el mapa E: 1:2000 según el método de Strahler (1954), es de orden 2. Aguas abajo y próximo a su desembocadura en el arroyo Magasca pero fuera ya del área de estudio, el arroyo alcanza el orden 3 (Ceballos, 1999).

La vaguada principal, con una longitud de 813 m, presenta el perfil longitudinal mostrado en la figura 3 cuya ampliación por secciones aparece en las figuras 3a y 3b.

Las principales características del cauce, condicionantes algunas de ellas, del estado actual de los depósitos, podrían resumirse de la siguiente manera:

- El arroyo discurre encajado en un sustrato esquistograuváquico siendo la parte inferior donde se da un mayor encajamiento así como un importante ensanchamiento del mismo.
- La existencia de una posible fractura en la parte baja del cauce, reconocida en foto aérea por el trazado angular que aquí dibuja, deja elevado el lecho y desprovisto de sedimento. A partir de esta zona y aguas abajo es donde se localiza el tramo con mayor acumulación de depósito del arroyo.
- El encajamiento del cauce determina laderas, en general, poco escarpadas, donde predominan los afloramientos de pizarras verticalizados.
- Los procesos erosivos en los fondos de valle que han dado lugar a importantes cárcavas se localizan fundamentalmente en las áreas de mayor depósito, donde la concentración del flujo ha provocado la removilización del material sedimentario. Los cortes que proporcionan las cárcavas permiten el estudio directo de la secuencia sedimentaria.



Figura 3. Perfil longitudinal del arroyo Guadalperalón

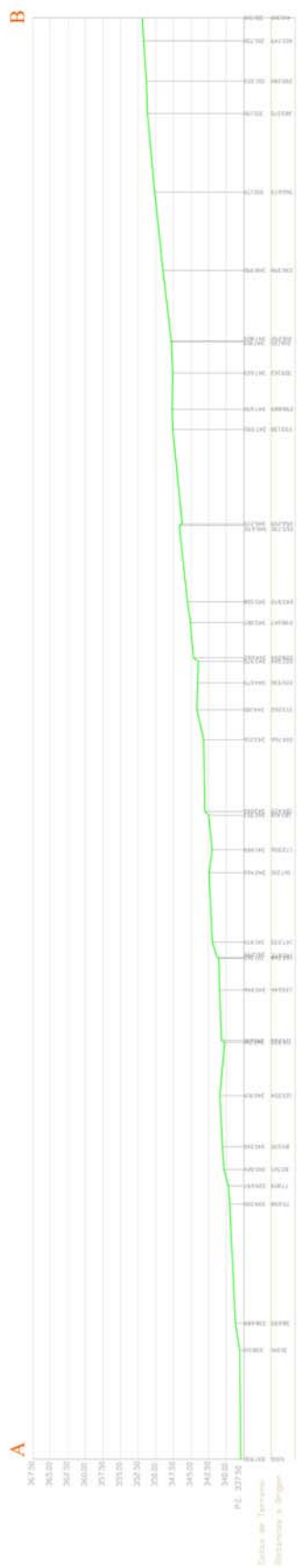


Figura 3a. Sección A-B ampliada correspondiente al perfil longitudinal del arroyo Guadalupe



Figura 3b. Sección B-C ampliada correspondiente al perfil longitudinal del arroyo Guadalupe

Una vista de las áreas de depósito donde se muestran en diferentes puntos el estado de estos rellenos sedimentarios, queda recogida en la figura 4.

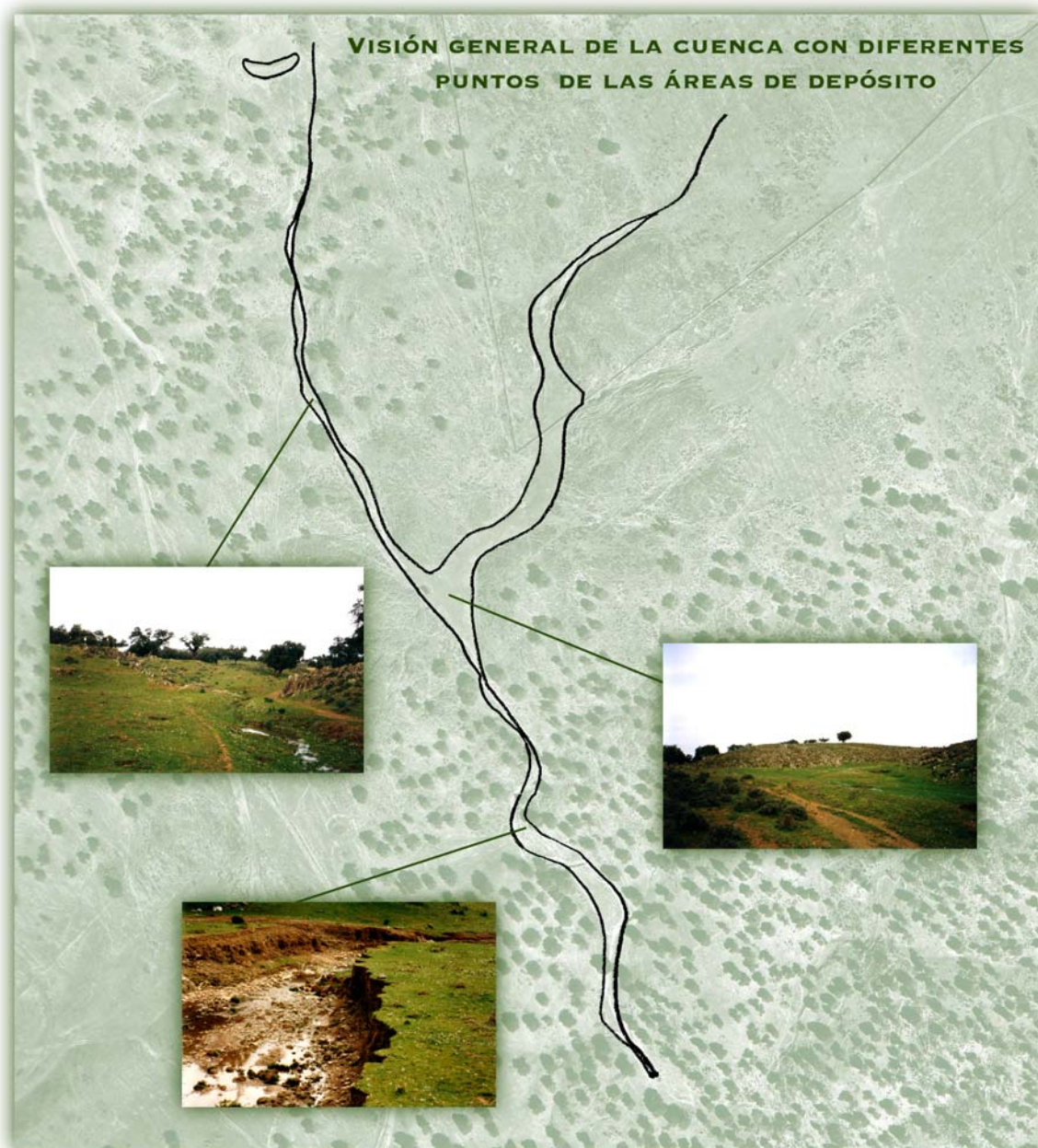


Figura 4. Vista aérea de las zonas de depósito de la cuenca de Guadalperalón.

2.4. Suelos y vegetación.

Los suelos desarrollados en la cuenca de Guadalperalón, según nomenclatura de la FAO, son Cambisoles dístricos, con importante presencia de afloramientos de pizarras. Se encuentran degradados en las áreas de vertiente a Leptosoles en fase de pendiente (figura 5a). La textura predominante de los suelos es franca y, en menor proporción, franco-arenosa y franco-limosa, presentando una estructura granular (Ceballos, 1999). La potencia en la mayor parte de la zona no supera los 30 cm, desarrollándose suelos más profundos en los fondos de las vaguadas (figura 5b) (Gómez Amelia y Schnabel, 1996). En general, los suelos en las vaguadas se pueden definir como Regosoles, con un horizonte A_h muy poco desarrollado. En estas zonas es frecuente el encharcamiento en épocas de lluvia debido a la importante retención de agua de estos suelos, desarrollados sobre depósitos aluviales.

El contenido de materia orgánica es generalmente bajo, presentando entorno al 2% en el horizonte superior (2-5 cm), y no superando el 1% los niveles inferiores (Gómez Amelia y Schnabel, 1996).



Figura 5a. Suelos en vertientes.



Figura 5b. Suelos en fondos de valle.

Los fondos de valle, debido a sus características edáficas (profundidad, porosidad y materia orgánica elevada), favorecen los procesos de retención hídrica, mientras que las vertientes (profundidad, porosidad y materia orgánica escasas), manifiestan la tendencia contraria (Ceballos, 1999).

Bajo estas condiciones, el uso más racional de estos suelos, desde el punto de vista conservacionista, es el pastoreo, combinado con roturaciones controladas; ello mantendría en equilibrio su estructura y escasa potencia, sin embargo el no disponer de otro medio alternativo de vida o la obtención de máximos beneficios a corto plazo, ha podido llevar al cultivo intensivo o sobrepastoreo de estos terrenos en el pasado.

La vegetación potencial del área pertenece a la serie climatófila mesomediterránea lusoextremaduraense de la encina (Ladero Álvarez, 1987). En Guadalperalón hay zonas arboladas de *Quercus ilex var bellota*, en densidad de 15 a 40 pies por hectárea y zonas sin arbolado donde domina la *Lavandula stoechas pedunculata*. Los fondos de valle con material sedimentario se hallan cubiertos por plantas herbáceas. El pastizal está formado por especies efímeras de marcado carácter estacional, con mayor crecimiento en otoño y primavera, agostándose habitualmente a mediados de mayo debido al déficit hídrico del momento (Bernet *et al.*, 1994).

2.5. Evolución histórica de los usos del suelo.

El paisaje de la penillanura es posible que venga configurándose desde época romana y más intensamente a partir del siglo III d.C. (Cerrillo, 1985) por la agricultura y la ganadería, alterándose el primitivo bosque mediterráneo, donde los romanos establecieron importantes latifundios, costumbre que practicaban en territorios marginales (Gutiérrez, 1992). Las dehesas representarían por tanto, sistemas seminaturales resultantes de la manipulación de la vegetación climax en aras de su aprovechamiento agro-ganadero. Su historia ha estado ligada necesariamente a la del hombre quien, en todo momento, ha tratado de rentabilizar al máximo la potencialidad natural de su entorno (Devesa, 1997).

Desde la Baja Edad Media, la trashumancia y la dedicación a pastos de las dehesas ha sido la práctica dominante prevaleciendo hasta la etapa contemporánea. Extremadura fue territorio de acogida de innumerables rebaños de oveja merina que, procedentes de los territorios situados al norte del Sistema Central, pastaban en las dehesas. Los intereses ganaderos y especialmente los mesteños dominaban frente a la agricultura. El ejercicio por parte de los ganados de la Mesta de los privilegios de paso y pasto fue una importante fuente de conflicto con los concejos extremeños, los ganaderos y agricultores locales (Rodríguez Grajera *et al.*, 1999). El crecimiento de la cabaña trashumante alcanzaría hacia 1780 los casi 5 millones de cabezas (García Sanz, 1998), hallando buena parte de las cuales, acomodo en Extremadura. El aumento del ganado trashumante fue parejo al crecimiento de la población (Llopis *et al.*, 1990), siendo la escasez de tierras de labrantía denunciada por el campesinado extremeño.

Hacia finales del siglo XVIII y principios del XIX, se ponen en marcha iniciativas políticas como los repartos de tierras baldías y de propios, que están destinadas a aumentar la superficie cultivada en la región dedicando las dehesas de pasto a cultivo. Aunque esta política reformista ilustrada arranca de 1770 no culmina hasta la promulgación del Real Decreto de 28 de abril de 1793, fecha en la que comienza realmente a modificarse la situación del campo extremeño, con un importante cambio en los usos del suelo.

Esta reforma, impulsada por Godoy, estaba precedida de fuertes quejas hacia los trashumantes a quienes responsabilizaban de la escasez de tierras de cultivo, de la decadencia de la agricultura y de la postración de la región (Melón y Rodríguez, 1997). En este contexto es reseñable, además, el importante aumento de población que desde finales del siglo XVIII, genera una acuciante necesidad de más tierras de cultivo que solo podría solventarse por medios extensivos.

Con el Real Decreto que declaraba “de pasto y labor todas las dehesas de Extremadura, a excepción de aquellas que los dueños o ganaderos probasen instrumentalmente ser de puro pasto”, se pretendía aumentar y diversificar la producción agraria, implicando ello la supresión de algunos de los privilegios del Honrado Concejo de la Mesta (Rodríguez Grajera, 2004).

Sin embargo, las dificultades de aplicación del Real Decreto fueron muy importantes y sólo muy lentamente se fue cumpliendo, existiendo años después de esta promulgación poblaciones que seguían luchando por los derechos que les reconocía para labrar la dehesa del término aunque lo más generalizado fue la roturación masiva, al menos en los primeros años, de terrenos de escasa calidad y baldíos con la destrucción de amplias superficies de bosque adhesado. Los que fueron esquilmados

pronto llegaron al abandono, reclamándose muchos de ellos de nuevo para pastos.

En el siglo pasado, cuando se inicia en Extremadura la gran migración de los años sesenta, la ganadería y el pastoreo tenían diferente protagonismo en la región según el sistema de propiedad predominante. En las zonas de las grandes propiedades los pastos y arbolados eran aprovechados por el ganado estando el cultivo destinado fundamentalmente al alimento de las reses mientras que en las áreas de minifundios, con predominio de las actividades agrícolas, se reservaban para el ganado sólo las rastrojeras una vez realizada la cosecha (Valadés Sierra, 1992).

Junto con las caducas estructuras productivas y el latifundismo, la causa inmediata de la emigración, por afectar de modo directo a los pastores, estaría en la peste porcina africana y, sobre todo, el descenso de la demanda y del precio de la lana (Pérez Díaz, 1988). Estos factores condicionaron el descenso de la cabaña ganadera y el retroceso de las actividades relacionadas. Al descender dicha fuente de riqueza ciertos oficios, como el de pastor, se vieron mermados, motivando la emigración de estos pastores a causa de las condiciones adversas en las que se desarrollaba su trabajo. Como consecuencia se produjo una caída de la rentabilidad del ganado ovicaprino así como la liberación de terrenos que eran vendidos por los que se marchaban, pasando a engrosar las grandes fincas que permanecían sin cultivar (García Zarza, 1977). De manera gradual se fue imponiendo una reconversión espontánea de la ganadería extremeña, pasando de un modelo extensivo fundamentado en el ganado lanar y cabrío que precisaba una abundante mano de obra, al aprovechamiento de otro tipo de ganado, el vacuno, poco explotado en la región hasta entonces (Valadés Sierra, 1992). En muchas áreas, sin

embargo, el mantenimiento del ganado ovino ha sido posible gracias a las ayudas de la Unión Europea.

Los usos de la finca donde se centra el área de estudio han debido venir marcados por la evolución que en la región han tenido los usos del suelo. La trashumancia, con una trascendencia fundamental en la región, ha marcado también los usos del área de Guadalperalón, cuya red de vías pecuarias testifican la tradición pastoril de la zona. Desde antiguo, la finca ha estado dedicada a pastos para el ganado merino aunque a comienzos del siglo XIX es posible que se dedicase a labor teniendo en cuenta, como se ha descrito, el aumento de población que se da en esta etapa y la consiguiente necesidad de más alimentos que solo podrían lograrse aumentando la superficie cultivada y por tanto poniendo en cultivo zonas anteriormente dedicadas a pastizal.

El cultivo de cereal en amplias zonas de la finca ha sido la principal actividad desarrollada en época de crisis económica, preparándose en tiempos de la posguerra (1948-1969) para el cultivo mecanizado de cereales (Schnabel *et al.*, 1996). Desde la década de los 60 la explotación de la dehesa de Guadalperalón es esencialmente ganadera, variando tanto la composición de la cabaña como de la carga que soporta a lo largo del tiempo, teniendo como actividades secundarias la caza y el carboneo a expensas de la poda.

El actual régimen jurídico de la explotación de esta dehesa consiste en el arrendamiento de pastos durante todo el año.

3. Metodología

En este apartado se lleva a cabo una descripción de los procedimientos y las técnicas seguidas en el desarrollo y evolución de los trabajos para la reconstrucción de las condiciones de deposición ocurridas en el área de estudio.

Estos trabajos van a requerir de la utilización de datos topográficos y geofísicos así como de estudios sedimentológicos y geocronológicos que permitirán analizar su actuación pasada. Para ello se lleva a cabo una importante etapa de trabajo de campo así como el empleo de técnicas de laboratorio, aplicando finalmente un Sistema de Información Geográfica para obtener una cartografía regional de las áreas en donde se den las condiciones de la cuenca experimental.

3.1. Fases de trabajo.

En la fase de campo, los trabajos se han desarrollado de manera escalonada, con el levantamiento inicial de la topografía de la cuenca donde se sitúan las áreas de vaguada objeto de estudio. Este levantamiento permite llevar a cabo la delimitación de las zonas ocupadas por los depósitos sedimentarios mediante el establecimiento de perfiles topográficos en los límites de estos rellenos, obteniendo la morfología superficial así como la cartografía del área ocupada en la cuenca. Esta fase englobaría, por tanto, el estudio morfológico y topográfico de los depósitos.

Tras este estudio, se analizan las características y se estima el espesor que presentan los sedimentos en las áreas de vaguada. Este trabajo se apoya tanto en observaciones directas, en aquellos puntos en los que la erosión en los depósitos permite establecer la situación del sustrato, como en métodos indirectos mediante prospección geofísica. En concreto, se aplica la técnica de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) para determinar la profundidad a la que se encuentra el sustrato y por tanto la potencia del sedimento. Con el conjunto de datos obtenidos se puede analizar la distribución del depósito a lo largo del cauce así como establecer una estimación del volumen existente.

Una vez llevado a cabo el estudio detallado del marco en el que se ubican los depósitos a analizar, la siguiente fase engloba el estudio sedimentológico, tomando como principal punto de partida el hecho de que las condiciones que reinaron durante el proceso de sedimentación deben, de alguna manera, quedar reflejadas en los depósitos originados. Para este estudio se lleva a cabo el levantamiento a lo largo de los diferentes cortes que ofrece el cauce, de pequeñas columnas

sedimentológicas donde se examinan, miden y describen los distintos niveles y estructuras que aparecen en la secuencia, necesarias para abordar la reconstrucción de las condiciones de depósito en el cauce.

Los trabajos de laboratorio implican el análisis textural de las muestras de sedimento correspondientes a los diferentes niveles de la secuencia sedimentaria así como la datación radiocarbónica de muestras de carbón vegetal recogidas en estos niveles. Se pretende con ello establecer la edad y valorar cómo se han producido los procesos de sedimentación en la cuenca a lo largo del tiempo, relacionando la edad obtenida, con la variación de los usos del suelo dados por el hombre a estos espacios, en el periodo histórico estimado.

Finalmente, se desarrolla la aplicación de un Sistema de Información Geográfica para identificar, a escala regional, áreas con unas características concretas en cuanto a topografía, geología y usos del suelo similares a los de la cuenca experimental. Con esta aplicación se genera una cartografía base para llevar a cabo estudios más detallados que posibiliten la valoración de los resultados principalmente en cuanto a cómo han funcionado los procesos de degradación en la cuenca en el conjunto de la región extremeña.

3.2. Trabajo de campo.

La toma de datos en campo se ha desarrollado para los diferentes estudios y a escalas diferentes, englobando:

- Levantamiento topográfico de la cuenca, donde se localizan las áreas de vaguada con los rellenos sedimentarios objeto de estudio.
- Levantamiento topográfico de las áreas de depósito con el fin de determinar la extensión ocupada y morfología superficial.
- Prospección geoelectrica de los depósitos para determinar la profundidad y distribución a lo largo del cauce.
- Estudio sedimentológico para caracterizar la secuencia sedimentaria de las áreas de vaguada.

3.2.1. Topografía de la cuenca.

La topografía de la cuenca es el primer trabajo que se aborda para enmarcar el contexto de las áreas de depósito y completar la descripción física.

La caracterización topográfica de esta cuenca fue llevada a cabo por Ceballos (1998) mediante la elaboración de un Modelo Digital de Terreno, basado en mediciones con un altímetro y análisis de fotografías aéreas, obteniéndose una superficie de 35.4 ha.

El levantamiento topográfico correspondiente a este trabajo se realiza a escala de detalle al requerir la cartografía de las áreas de depósito de una superficie topográfica precisa ya que las potencias de los sedimentos, tras la observación directa en los cortes que ofrece el cauce, no superan los 2 m. El levantamiento se realiza mediante topografía

clásica, con escala de trabajo 1:500, siendo la equidistancia entre las curvas de nivel de 0.5 metros. La toma de datos servirá de base para el posterior estudio topográfico de las áreas de depósito.

En el levantamiento topográfico de la cuenca se efectuaron mediciones con GPS para la determinación de las coordenadas de varios vértices de triangulación (los correspondientes a las bases de la triangulación).

3.2.1.1. Levantamiento topográfico.

Tras un detallado examen del terreno, se decide tener como red principal una triangulación que abarcara toda la cuenca debido a la falta de visibilidad por el arbolado. Por esta causa también fue necesario realizar algunas poligonales entre vértices de triangulación tras las cuales toda la zona quedó cubierta para llevar a cabo el levantamiento topográfico.

La red principal se compone de una triangulación formada por tres cadenas de triángulos, unidas con tres triángulos cada una y con un total de once vértices enumerados del 1000 al 11000 respectivamente. La observación de dicha red se realizó con dos receptores GPS de doble frecuencia marca Trimble modelo 5700 en modo de postproceso, dando un tiempo de observación de 10 minutos a cada base línea; este periodo se justifica por la proximidad de los vértices.

La red intermedia consiste en cuatro poligonales abiertas entre vértices de triangulación. Las poligonales se realizan por el método de Moinot, tomando las lecturas acimutales y verticales así como las distancias en círculo directo y en círculo inverso, consiguiendo aumentar la precisión y disminuir los errores de cada poligonal.

Con el objetivo de obtener el levantamiento de todos los detalles del terreno, la fijación de los puntos de la red de detalle o relleno se lleva a cabo desde los vértices de triangulación y las estaciones de las poligonales. La no utilización del sistema GPS para la densificación de la red se justifica por la abundancia de arbolado que impedía tener un horizonte despejado en numerosos puntos, optándose por la utilización de estación total.

El cálculo de la triangulación se realiza con el programa TGO (Trimble Geomatic Office), calculando posteriormente un ajuste por mínimos cuadrados. El cálculo de las poligonales se verifica y compensa con el programa TCP-MDT, así como la red de relleno. Se genera un archivo con la nube de puntos de toda la cuenca.

3.2.1.2. Creación del Modelo Digital del Terreno (MDT).

Se parte de una serie de datos contenidos en un archivo de puntos proporcionado por el programa TCP-MDT, donde se hallan las coordenadas de todos los puntos que conforman el levantamiento. Este archivo se abre desde el programa de diseño gráfico AutoCAD, programa al que previamente se le ha instalado una aplicación para topografía, construcción e ingeniería civil llamada TCP. Una vez rellenados los parámetros oportunos, los puntos serán leídos y dibujados en pantalla.

Posteriormente se procede a la depuración de los puntos, eliminando los que pudieran estar empastados, interpolando puntos, etc. Se continúa con la creación de las vaguadas y todos los elementos necesarios para la obtención del plano. Completado todo esto, se procede a la creación de la triangulación de puntos, que sin entrar en mayor detalle, es la forma que tiene la aplicación de generar el modelo digital. La triangulación tiene la propiedad de obtener una solución única, que además es óptima y global,

considerándose como solución óptima aquella cuyos triángulos son lo más equiláteros posible. Además, el programa examina los posibles errores en el trazado de las llamadas líneas de rotura intentando corregirlos, adaptando la triangulación a éstas y modificando la triangulación teórica para adaptarla a la realidad del terreno. De esta forma queda creado el Modelo Digital del Terreno (ver figura 6).

Para materializar el MDT en el plano y completar su creación, se procede a continuación a la generación de las curvas de nivel. La aplicación crea las curvas normales y curvas maestras a la equidistancia requerida. La interpolación de cota para determinar el punto de paso de la curva de nivel se hace mediante un algoritmo que calcula la distancia entre los vértices e interpola el incremento de cota entre los mismos de forma proporcional a dicha distancia. Este curvado presenta vértices en cada uno de los cambios de plano, siendo posible redondearlo mediante la opción de suavizado, la cual presentará un curvado más adaptado a la realidad.

El trabajo se completa con la creación de un mapa de malla 3D, que permitirá visualizar el terreno en forma de mapa tridimensional. Se crea también por defecto un nuevo archivo ASCII el cual se puede usar posteriormente para calcular volúmenes por diferencia de malla.

El MDT de la cuenca obtenido satisface las necesidades en cuanto a la obtención de una superficie topográfica precisa que permita llevar a cabo la delimitación de las zonas ocupadas por los depósitos sedimentarios mediante el establecimiento de perfiles topográficos en los límites de estos rellenos como se desarrolla en el apartado siguiente.

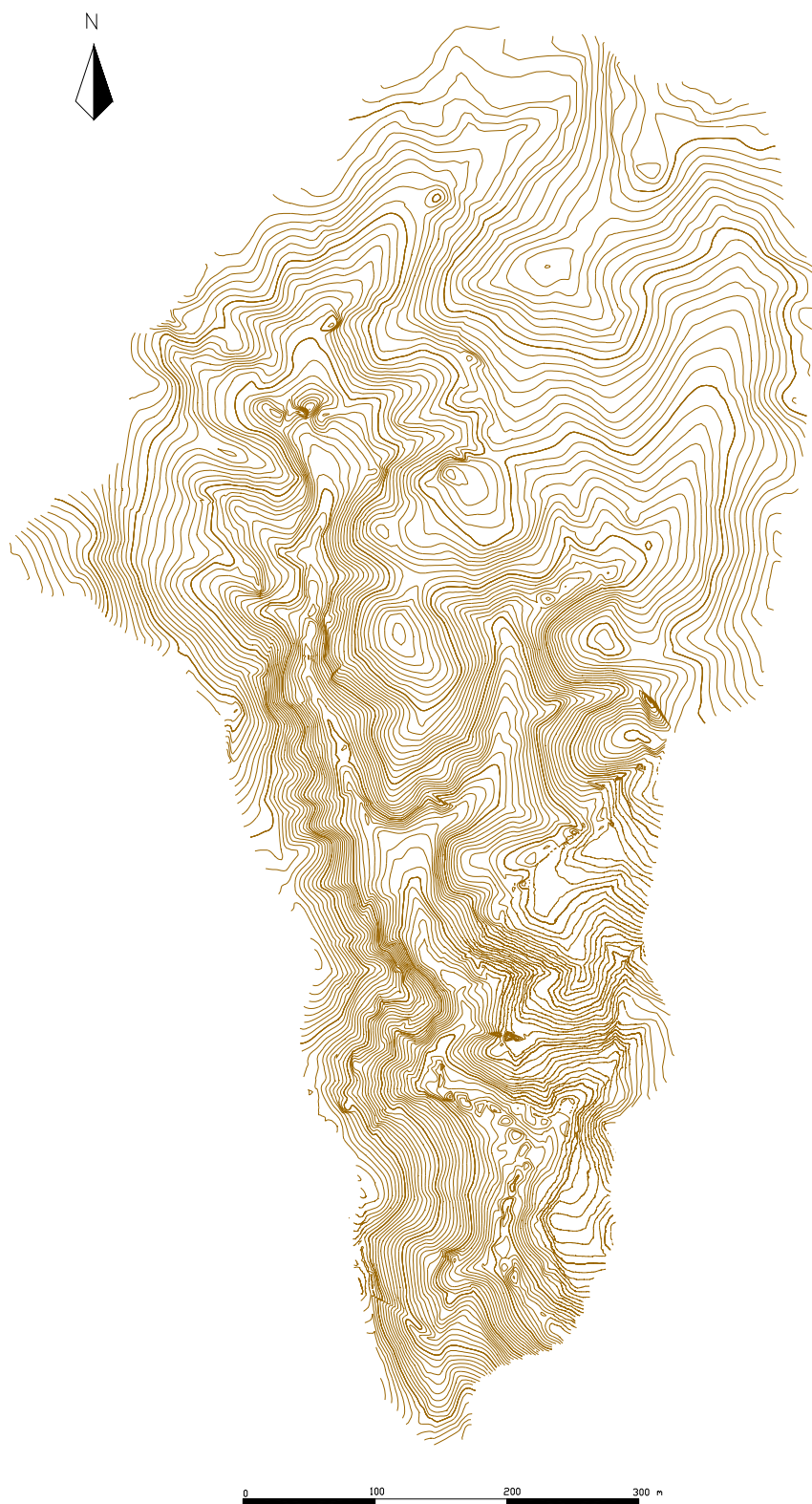


Figura 6. Modelo Digital del Terreno (MDT) de la cuenca de Guadalperalón.

3.2.2. Estudio morfológico y topográfico de las áreas de depósito.

Este estudio proporciona la morfología superficial de las áreas de relleno sedimentario, que será necesaria para los trabajos posteriores de estimación de la profundidad del sustrato y para la valoración de la morfología y la extensión ocupada por los depósitos en la cuenca.

Con este objetivo, se realizan una serie de perfiles transversales a lo largo de los depósitos que están rellenando las áreas de vaguada.

El límite de estos perfiles se sitúa en aquellos puntos a ambos lados del cauce donde, tras la observación directa sobre el terreno, se ha determinado el punto final de ocupación lateral del depósito. En muchos casos, este límite ha sido bastante neto, coincidiendo con el afloramiento del sustrato de pizarras donde da comienzo la vertiente. En otros puntos, sin embargo, cuando el cauce presenta un perfil transversal más suave, no se ha diferenciado tan claramente el final del relleno, estableciéndose donde se observaba un recubrimiento muy leve. La posición del límite de los perfiles se ha ido marcando en campo mediante estacas.

La longitud de los perfiles a lo largo del cauce es muy variable así como su distribución. Hay áreas donde se han tomado más espaciados, cuando la morfología del área ocupada presentaba cierta continuidad, tomándose más próximos en los puntos con variaciones apreciables.

3.2.2.1. Toma de datos y trazado de los perfiles topográficos.

La primera tarea en campo ha sido la de ir marcando la alineación de los puntos que conforman cada perfil, puntos que coinciden con los centros de los perfiles geoelectricos para su posterior unión.

Para la observación de los perfiles se han radiado los correspondientes puntos desde las bases de coordenadas conocidas que había en la zona, pudiéndose así calcular las coordenadas de dichos puntos.

En la toma de datos se han utilizado como base las estaciones poligonales y vértices de triangulación correspondientes al levantamiento topográfico de la cuenca realizado. El dibujo de los perfiles transversales se realiza mediante software topográfico específico (TCP-MDT) en el cual se fija el punto correspondiente al eje así como el semiancho máximo del perfil. Posteriormente, se le marca el ancho de banda de regresión en la que debe buscar los puntos normales al eje, fijándose una banda de 1 m, puesto que los perfiles se habían tomado muy alineados en campo y no debían presentar desviaciones significativas de la perpendicular teórica al eje.

3.2.2.2. Distribución de los perfiles topográficos.

El número total de perfiles realizados ha sido de 37, numerados del 0 al 36. El levantamiento se inicia en la base del arroyo, donde se sitúa el límite de la zona de estudio y se sigue aguas arriba por la vaguada, hasta la parte superior del tributario donde los depósitos son prácticamente inexistentes. Hasta aquí se han trazado 36 perfiles. Partiendo de la zona de confluencia, se continúa posteriormente el levantamiento por la vaguada principal hasta la zona de cabecera, punto en el que los depósitos sedimentarios son inapreciables (perfiles 26 a 36).

La situación de los perfiles a lo largo del cauce se muestra en la figura 7, indicando en cada uno de ellos la distancia en metros a la que se sitúa respecto al perfil inicial (perfil 0), levantado en el límite del área de estudio.

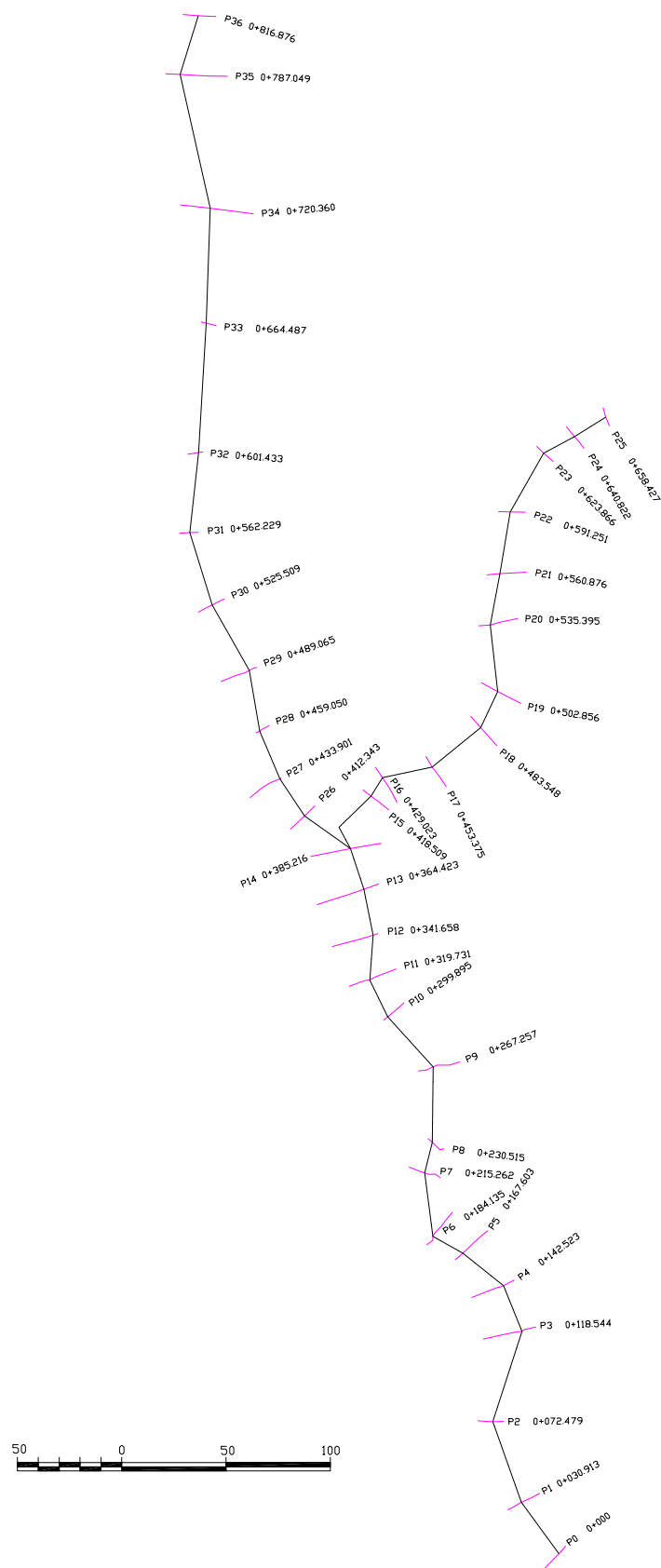


Figura 7. Planta de los perfiles topográficos levantados en las áreas de depósito.

3.2.3. Prospección geofísica de las áreas de depósito.

Para poder estudiar los rellenos sedimentarios de las áreas de vaguada en aquellas zonas donde la observación directa no lo permite, se lleva a cabo una prospección eléctrica en corriente continua, mediante la técnica conocida como Sondeos Eléctricos Verticales (SEV). Esta técnica permitirá establecer el límite entre el sustrato y el sedimento a partir del cambio en la resistividad y en función de las características geológicas de la zona.

La aplicación de SEV se considera adecuada ya que la cuenca y más concretamente los depósitos, cumplen los requisitos necesarios en este tipo de investigaciones, como son:

- Conocimiento de la cartografía topográfica de las zonas de acumulación.
- Información del sustrato de las áreas de vaguada obtenido a través del lecho de las cárcavas existentes en los depósitos.
- Conocimiento directo de la secuencia sedimentaria del relleno, necesaria para la asignación de las diferentes capas geoeléctricas en el depósito estudiado.

Asimismo, el SEV tiene mayor aplicación cuando el objetivo (en este caso los depósitos sedimentarios), tiene una posición horizontal y su extensión en dicho sentido es mayor respecto a la profundidad.

La utilidad del método en la evaluación y caracterización geoeléctrica de depósitos superficiales, ha quedado puesta de manifiesto en los trabajos realizados en diferentes ámbitos y tipos de materiales, a partir de la valoración de las resistividades mediante la aplicación de

Sondeos Eléctricos Verticales, (Muñoz *et al.*, 2000; Gómez *et al.*, 2005; Aracil *et al.*, 2005, entre otros).

3.2.3.1. Fundamentos de la técnica SEV.

Esta técnica tiene como objetivo obtener la distribución de la resistividad eléctrica bajo la vertical de un punto, pudiéndose calcular el espesor y resistividad de cada capa, es decir, el corte geoelectrico (Orellana, 1982; Telford *et al.*, 1990; Reynolds, 1997, entre otros).

La resistividad es una propiedad intrínseca de las rocas y depende de la litología, estructura interna y contenido en agua, no siendo por tanto, una propiedad isótropa en la masa rocosa.

Los valores de resistividad en las formaciones geológicas más comunes se reflejan en la tabla 1.

Materiales	Resistividad ρ (Ωm)
Margas	50-5000
Calizas	300-10000
Pizarras	100-1000
Granitos	300-10000
Arcillas	1-100
Arenas	50-500
Conglomerados	1000-10000
Aluviones	50-800

Tabla 1. Valores de resistividad de los materiales más frecuentes (González *et al.*, 2002).

Para llevar a cabo las medidas de resistividad en el subsuelo, se introduce en el terreno, a través de dos electrodos denominados A y B, una corriente eléctrica de intensidad (I) conocida, midiéndose la diferencia de potencial (ΔV) entre otros dos electrodos denominados M y N. Con estas magnitudes, se calcula la llamada resistividad aparente ρ_a , que no corresponde a una unidad litológica concreta, sino que define el conjunto de materiales afectados por el paso de la corriente, mediante la expresión

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

donde K es una constante que depende de la configuración geométrica del dispositivo en cada medida.

En concreto, en este estudio se ha empleado la configuración conocida como dispositivo Schlumberger (figura 8), para el cual

$$K = \pi L^2$$

siendo L la distancia entre los electrodos de corriente.

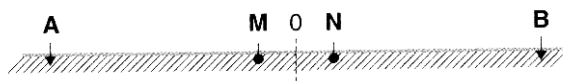


Figura 8. Configuración Schlumberger (González et al., 2002).

Para realizar el estudio en profundidad mediante la aplicación de SEV, se aumenta paulatinamente la distancia entre los electrodos de corriente, manteniendo fijo los de potencial. Según se van separando los electrodos, la resistividad aparente calculada será la correspondiente a mayores espesores. Con los valores de ρ_a se elaboran las curvas de resistividad aparente, las cuales se pueden interpretar mediante métodos

gráficos (empleando curvas teóricas), o bien mediante métodos numéricos de ajuste de las observaciones.

3.2.3.2. Organización del trabajo y aplicación de SEV en Guadalperalón.

Para llevar a cabo la campaña de SEV en el área de estudio, se ha realizado una programación que ha incluido:

- La elección de la densidad de las mediciones.
- La situación concreta de los centros de los SEV y de la orientación de las alas (línea AB) correspondiente.
- La determinación de la longitud AB final de los SEV.

El instrumental que se ha utilizado consta de una unidad con milivoltímetro y miliamperímetro de la casa Geotrón con el equipo necesario (baterías, electrodos de corriente y potencial, cables de conexión, etc.) (figura 9).



Figura 9. Instrumental empleado en el estudio geoelectrico de los depósitos.

La elección de la densidad de mediciones y el establecimiento de puntos para la aplicación del SEV, se lleva a cabo una vez recorrida la zona de acumulación. Por los datos directos obtenidos, se establece inicialmente el espesor mínimo y máximo esperado de sedimentos. Para facilitar la tarea se divide el área de estudio en dos zonas:

1ª Zona: desde la parte inferior del arroyo (colector), límite del área de estudio, hasta la zona con depósitos del tributario que llega a la vaguada principal. Aquí la profundidad máxima de los depósitos se establece en 2 m y la mínima en 25 cm. Las numerosas cárcavas en esta área permiten obtener de manera directa el espesor del sedimento en muchos puntos.

2ª Zona: abarca desde la zona de confluencia hasta la cabecera del arroyo donde se aprecia relleno sedimentario. Se establece que los depósitos en esta zona tienen un espesor máximo de 80 cm y un espesor mínimo de 25 cm.

El número total de perfiles realizados, donde se sitúan los centros de los SEV, ha sido de 37, numerados del 0 al 36. A partir de los valores obtenidos en los SEV se trazará el perfil del sustrato correspondiente a los puntos sondeados para, junto con el perfil topográfico, obtener las secciones verticales de cada uno de ellos. A partir de la superficie de las secciones verticales y distancia entre cada una de ellas se podrá determinar el volumen de sedimento en la cuenca. Para el cálculo de superficie de las secciones verticales, previamente se define en el software de diseño gráfico utilizado, una polilínea de contorno que rodea toda la zona a determinar, calculando, mediante la orden “superficie”, el área que engloba.

La situación de los perfiles efectuados, coincidentes con los topográficos, queda recogida en la figura 10, indicando el número de SEV practicados en cada uno de ellos.

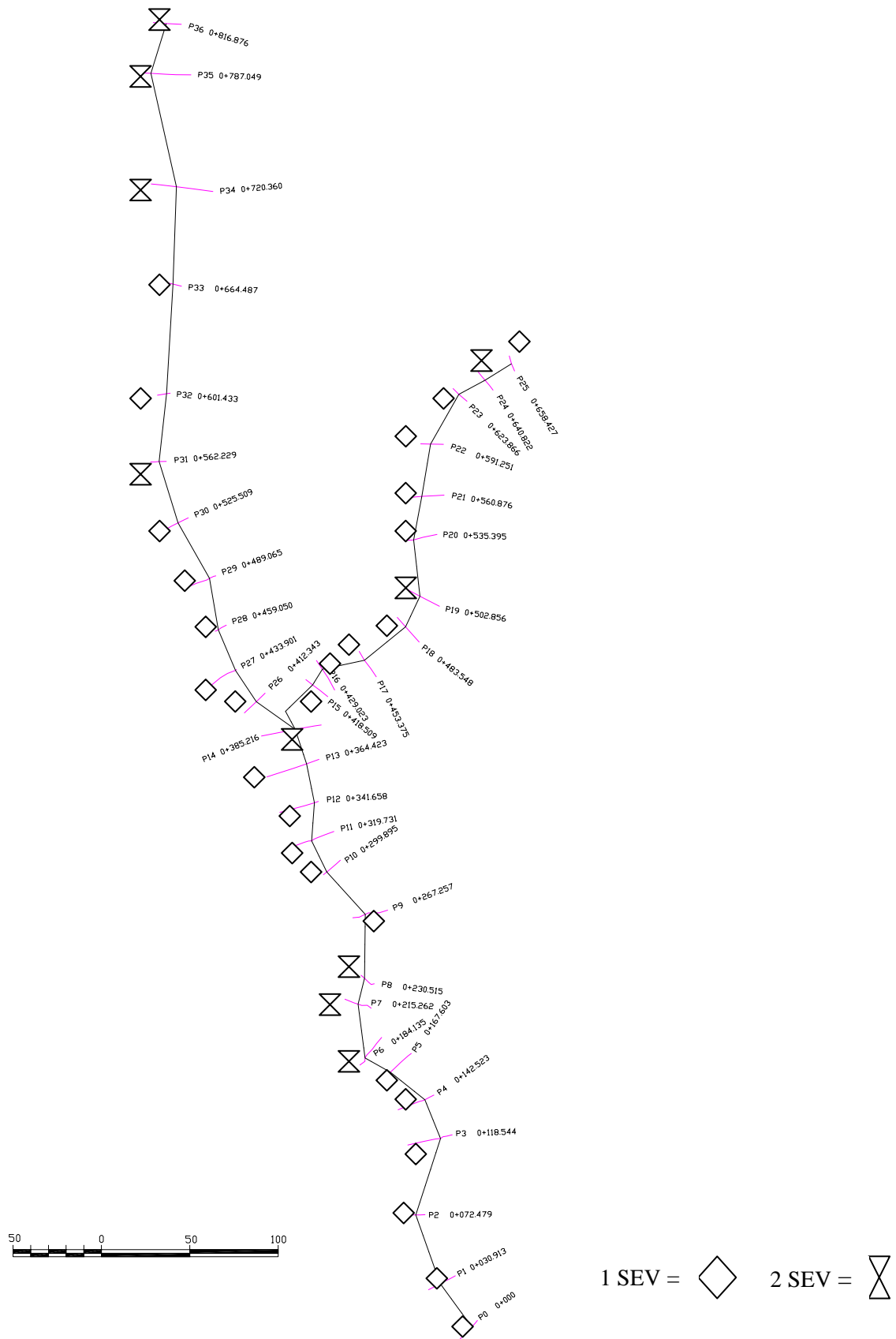


Figura 10. Planta de situación de perfiles indicando el número de SEV practicado.

La elección de los puntos para realizar los SEV se ha efectuado a la vez que se estableció el límite de ocupación lateral del depósito, donde la potencia del sedimento sería 0 (apartado 3.2.2.). Entre ambos puntos con potencia 0 se marcaron los centros de los SEV mediante clavos.

El esquema de la figura 11 recoge un ejemplo de perfil con la situación de dos centros donde se practica el SEV.

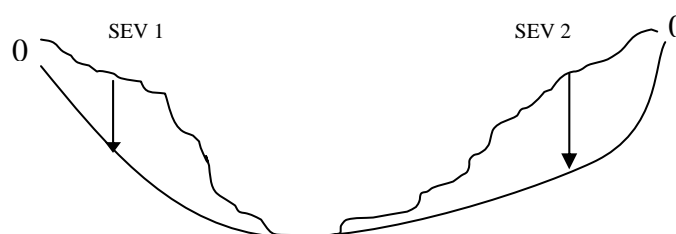


Figura 11. Ejemplo de perfil donde se practican los SEV.

En la mayoría de los perfiles sólo se ha practicado un SEV, permitiéndonos las cárcavas tomar medidas directas del espesor del depósito.

Los SEV que se han aplicado en los diferentes perfiles han sido cortos, con una distancia final $AB/2$ no mayor de 3.05 m. Esta distancia se ha elegido teniendo en cuenta que el espesor máximo esperado (a partir de las observaciones directas) es de 2 m y que alrededor del 70 % de la corriente eléctrica, circula entre la superficie y una profundidad de $AB/2$. La orientación de la línea AB se ha tomado paralela a la dirección del arroyo y su longitud variable, dependiendo del punto concreto del cauce aunque sin exceder los 6.1 m. La distancia AB se aumentó

paulatinamente en progresión geométrica a razón de 1.25, como recomienda Orellana (1982).

La reducida distancia entre los electrodos, determinada por la escasa potencia de los depósitos a investigar, ha precisado la fabricación de un dispositivo especial, consistente en un tablero con agujeros para las distintas posiciones de los electrodos que a su vez han requerido también un tamaño inferior a los habituales, lo que ha determinado que el trabajo de campo de este estudio geoelectrico fuera muy laborioso.

Tras el proceso de medición, los datos obtenidos en los diferentes perfiles vienen recogidos en las hojas de campo. En cada hoja se anota para cada valor de la distancia $AB/2$, la diferencia de potencial (ΔV) medido y el valor de la intensidad eléctrica (I) así como la resistividad aparente calculada (ρ_a). A modo de muestra, se acompañan unas hojas de campo con los datos del perfil 3 (tabla 2) y perfil 5 (tabla 3).

LUGAR: GUADALPERALÓN	PERFIL: 3
ZONA: TRUJILLO (CÁCERES)	DISPOSITIVO: SCHLUMBERGER

Estación	AB/2 (cm)	MN (cm)	K	Esc.Vol	ΔV (mv)	I (mA)	ρ_a (Ωm)	Observaciones
3.1	16	4	1.98	1v	755	20	74.7	
3.2	20	4	3.11	1v	435	19	71.2	
3.3	25	4	4.88	1v	270	16	82.35	
3.4	31.6	4	7.81	1v	230	19	94.5	
3.5	40	4	12.53	1v	190	21	113.4	
3.6	50	4	19.60	1v	110	17	126.8	
3.7	63	4	31.14	1 v	90	19.5	143.7	
3.8	80	4	50.23	300 mv	70	22	159.8	
3.9	100	4	78.51	300 mv	30	12	196.3	
3.10	125	4	122.69	100 mv	31	20	190.2	
3.11	156	4	191.10	100 mv	21	21	191.1	
3.12	195	4	298.62	30 mv	12	21	170.6	
3.13	244	4	467.56	30 mv	7.5	20	175.3	
3.14	305	4	730.58	10 mv	3.6	17	154.7	

Tabla 2. Hoja de campo correspondiente al perfil 3.

METODOLOGÍA

LUGAR: GUADALPERALÓN	PERFIL: 5
ZONA: TRUJILLO (CÁCERES)	DISPOSITIVO: SCHLUMBERGER

Estación	AB/2 (cm)	MN (cm)	K	Esc.Vol	ΔV (mv)	I (mA)	ρ_a (Ωm)	Observaciones
5.1	16	4	1.98	1v	625	10.5	117.9	
5.2	20	4	3.11	1v	560	13.5	129.0	
5.3	25	4	4.88	1v	390	13	146.4	
5.4	31.6	4	7.81	1v	300	13.5	173.6	
5.5	40	4	12.53	1v	230	14.5	198.8	
5.6	50	4	19.60	1v	150	13	226.2	
5.7	63	4	31.14	300 mv	65	8.5	238.1	
5.8	80	4	50.23	300 mv	65	13	251.2	
5.9	100	4	78.51	100 mv	45	14	252.4	
5.10	125	4	122.69	100 mv	24	10.5	280.4	
5.11	156	4	191.10	100 mv	19	13.5	269	
5.12	195	4	298.62	30 mv	7	9.5	219.7	
5.13	244	4	467.56	30 mv	6.5	14.5	209.6	
5.14	305	4	730.58	10 mv	3.5	13	196.7	

Tabla 3. Hoja de campo correspondiente al perfil 5.

3.2.3.3. Interpretación.

La asignación de capas a los depósitos sedimentarios e interpretación de las mismas se ha podido efectuar gracias a las observaciones directas de la secuencia del relleno en las zonas de cárcavas donde la erosión ha incidido hasta el lecho rocoso. Asimismo se tomaron en consideración unos SEV que, a modo de calibración para relacionar los valores de resistividad con las diferentes capas, se realizaron en zonas próximas a las de observación directa.

La interpretación se ha realizado de forma cualitativa y también mediante la aplicación de un método numérico de ajuste (mínimos cuadrados). De esta forma se obtiene una estimación del número de capas y de los posibles cambios de resistividades, calculándose mediante el método numérico el espesor y resistividad eléctrica de cada capa. Para ello, se ha empleado el programa de ajuste Resix v3.0.

Se muestran, a modo de ejemplo, las curvas de resistividades aparentes obtenidas para los perfiles 3 y 5 (figuras 12 y 13). En el eje de ordenadas se tiene la resistividad aparente y en el de abcisas la distancia $AB/2$ en m, representándose la curva de resistividades aparentes a interpretar así como el corte geoelectrico obtenido como mejor solución (trazado discontinuo).

En el corte geoelectrico correspondiente al perfil 3, se obtienen tres capas sobre el sustrato de pizarras, señaladas con números del 1 al 3. Los valores de resistividad de las diferentes capas y el espesor de cada una de ellas se muestran en la tabla 4.

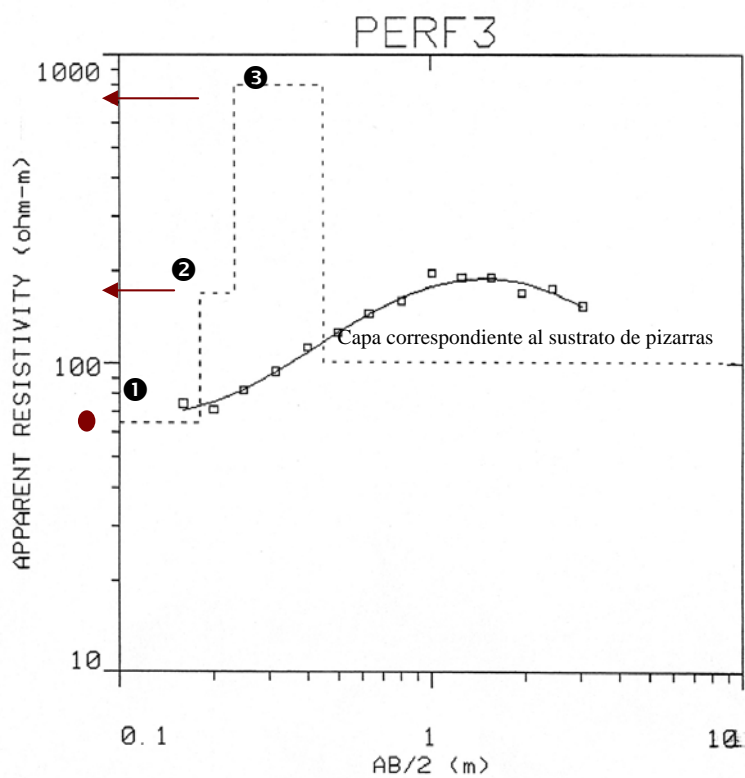


Figura 12. Curva de resistividades aparentes correspondiente al perfil 3 y corte geoelectrico obtenido como mejor solución de mínimo error (trazo discontinuo).

	Valor de resistividad (ohm-m)	Espesor capa (m)
PERFIL 3		
Capa ❶	64.40	0.179
Capa ❷	169.4	0.052
Capa ❸	805.4	0.218
Sustrato pizarras	101.2	

Tabla 4. Valores de resistividad y espesor obtenidos para las diferentes capas geoelectricas correspondientes al perfil 3.

La potencia total del perfil 3 viene dada por la suma de los espesores calculados para las diferentes capas geoelectricas del corte, obteniéndose un valor de 0.449 m.

En el corte geoelectrico correspondiente al perfil 5, mostrado en la figura 13, también se obtienen tres capas sobre el sustrato de pizarras. Los valores de resistividades de las diferentes capas y el espesor de cada una de ellas se recogen en la tabla 5.

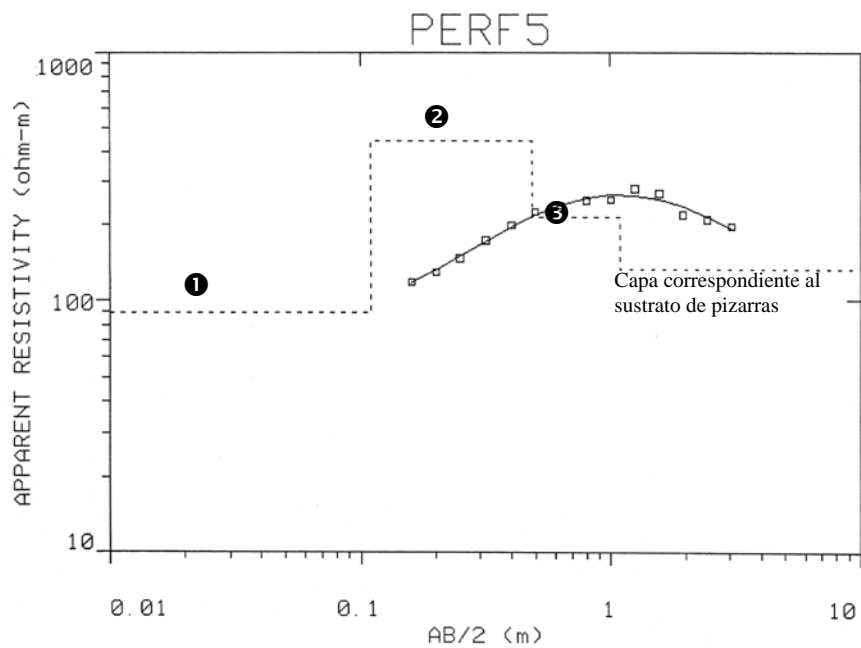


Figura 13. Curva de resistividades aparentes correspondiente al perfil 5 y corte geoelectrico obtenido como mejor solución de mínimo error (trazo discontinuo).

PERFIL 5	Valor de resistividad Ohm-m	Espesor capa m
Capa ❶	88.87	0.109
Capa ❷	441.3	0.372
Capa ❸	215.0	0.606
Sustrato pizarras	131.6	

Tabla 5. Valores de resistividad y espesor obtenidos para las diferentes capas geoelectricas correspondientes al perfil 5.

La potencia total del perfil 5, correspondiente a la suma de los espesores de las tres capas geoelectricas, es de 1.087 m. El valor obtenido en este perfil viene a confirmar que el área de depósito donde se ha llevado a cabo (zona baja del cauce), es donde se registran las máximas potencias, tanto medidas de manera directa como indirectamente.

Aunque los ejemplos de las curvas de resistividades aparentes obtenidas para los perfiles 3 y 5 anteriormente mostrados así como los cortes geoelectricos determinados como mejor solución corresponden a cortes de tres capas, en otros perfiles han sido de 2 capas y en algunos hasta de 4 capas. La asignación de las diferentes capas obtenidas está apoyada en el conocimiento directo que se tiene de la secuencia observada en la zonas de cárcavas y se corresponderían con las gravas y arenas de diferentes tamaños de grano, que dan lugar a distintos valores de resistividad.

3.2.4. Estudio sedimentológico.

3.2.4.1. Consideraciones previas.

Una vez valorada la topografía de las áreas de relleno y estimado el espesor del material aluvial que aparece a lo largo de la vaguada, se hace imprescindible llevar a cabo un estudio sedimentológico para describir las características y variaciones de los depósitos. Esto va a permitir, como fin último, deducir las condiciones de deposición que se han dado en la cuenca.

La existencia de importantes cárcavas en el tramo medio e inferior del cauce, donde los depósitos presentan máximos espesores, proporcionan los cortes para estudiar la secuencia sedimentaria a partir

del levantamiento de diferentes perfiles sedimentológicos. En el tramo superior del cauce el material observado es prácticamente homogéneo y la potencia que presenta el relleno sedimentario, escasa.

Por tanto, el estudio basado en el levantamiento de detalle de las diferentes columnas sedimentológicas se centra en la parte inferior de la vaguada. En esta zona se dispone de la observación directa del conjunto del relleno sedimentario para describir las variaciones tanto verticales como laterales que experimenta e interpretar la secuencia sedimentaria. Asimismo, es necesario el conocimiento de los niveles de material sedimentario que puedan distinguirse para asignar las diferentes capas geoelectricas obtenidas mediante SEV. Esta aplicación se lleva a cabo en aquellas zonas donde no es posible la observación directa con el fin de establecer el límite entre el sustrato y el sedimento.

3.2.4.2. Levantamiento de los perfiles sedimentológicos.

En la representación de las columnas sedimentológicas se detalla el tipo de material y la potencia del depósito así como los diferentes tramos o niveles reconocibles.

Se han levantado un total de 7 columnas a lo largo de un tramo de aproximadamente 140 m, situando el primer perfil (P1), 180 m aguas arriba de la parte final de la zona de estudio (salida de la cuenca), continuando aguas abajo con el resto del levantamiento. La situación de las diferentes columnas así como la distancia que separa cada una de ellas del punto que se considera como salida de la cuenca (0), se recoge en la figura 14.

No se ha establecido una distancia previa entre los perfiles. Los puntos donde se han llevado a cabo los levantamientos se han elegido en el campo, tras observar los cortes donde mejor podrían medirse y

describirse los diferentes niveles siguiendo así la evolución de la secuencia sedimentaria. La última columna (P7), se lleva a cabo en la zona próxima a la salida de la cuenca. La fuerte incisión por cárcavas hasta el lecho rocoso ha posibilitado el levantamiento completo de las columnas sedimentológicas.

La continuidad y calidad que ofrecen los cortes en el área estudiada, ha permitido establecer correlaciones e identificar las variaciones observadas en las secuencias de depósito, llevándose a cabo un esquema de la correlación de los diferentes tramos reconocidos en ellas.

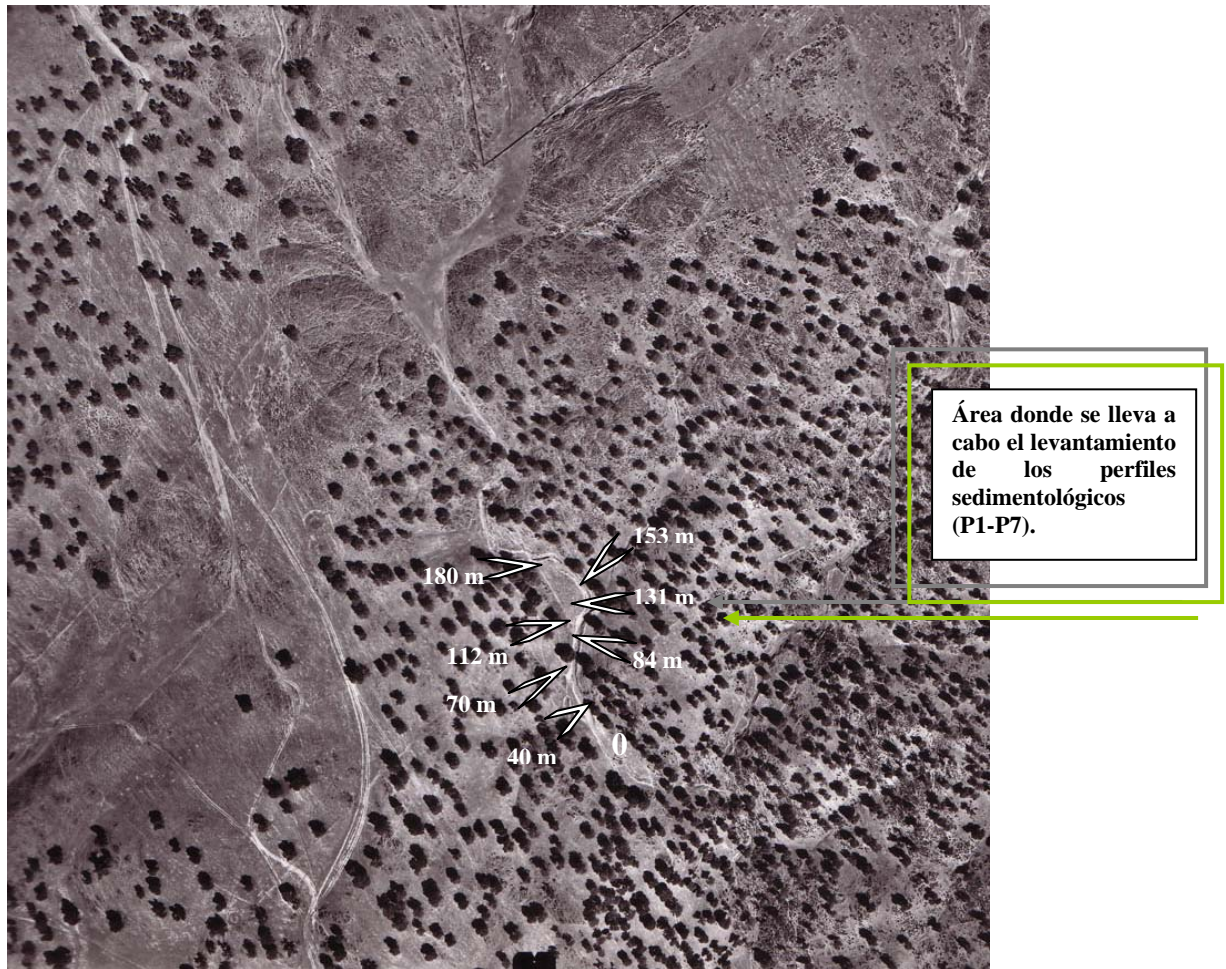


Figura 14. Localización de las diferentes columnas sedimentológicas levantadas a lo largo de los depósitos del cauce.

3.3. Trabajo de laboratorio.

3.3.1. Caracterización textural.

Para llevar a cabo la caracterización del sedimento, se toman muestras a lo largo de los tres niveles que han podido diferenciarse en las columnas sedimentológicas levantadas (C1-C4), denominando nivel 1 (N1) al superior, próximo a la superficie, nivel 2 (N2) al intermedio y nivel 3 (N3) al de la parte inferior. Cada muestra se sigla con el número de la columna correspondiente y el nivel donde se ha realizado el muestreo.

Se toman un total de 12 muestras (a lo largo de cuatro columnas y en los tres niveles diferenciados en cada una de ellas), de una cantidad aproximada de un 1 kilogramo, realizándose el análisis textural en el Laboratorio Agrario de la Junta de Extremadura.

Las muestras requieren una preparación previa en la que se eliminan los elementos gruesos (aquellos con un tamaño superior a 2 mm), utilizándose un martillo de goma y un rodillo para su disgregación. La textura se clasifica según USDA (1951). De los elementos finos se determinan las clases texturales (arena, limo y arcilla).

Se utilizó el método de la pipeta y el tamizado. El protocolo para este método sigue los siguientes pasos:

1. Se pesan 20 gramos de la muestra, a la que se elimina la materia orgánica añadiendo agua oxigenada y calentando hasta la sequedad.
2. Una vez que la muestra se ha enfriado, es introducida en un matraz aforado de plástico.

3. Los matraces y las muestras contenidas en ellos son introducidos en un agitador rotatorio.
4. Las muestras son depositadas en las probetas arrastrando todo su contenido con agua destilada y enrasándose hasta un litro.
5. Se deja durante ocho horas para que las partículas vayan depositándose en función de la velocidad de sedimentación, estipulado por la altura de la probeta a la que se encuentra cada grupo de partículas.
6. El contenido en arcillas se conocerá tomando partes alícuotas de la suspensión mediante una pipeta de 20 ml. Estas alícuotas se depositan en cápsulas de cristal que se introducen en una estufa. Una vez seca, se pesa la muestra obtenida hasta pesada constante. A continuación, se calcula el peso neto de la muestra en porcentaje, que será la diferencia entre el peso obtenido y el peso del recipiente.
7. Para determinar el contenido de arena, el resto de la muestra es pasada por un tamiz con una luz de malla de 0.05 mm. Seguidamente es introducida en una estufa a 80 °C. Una vez seca, es pesada de igual forma que en el punto anterior descrito, obteniéndose el porcentaje de arena.
8. El contenido en limo se calcula por diferencia entre la suma de porcentaje de arena y arcilla hasta 100.

Tras el análisis textural de las muestras tomadas en los diferentes niveles del depósito se obtiene el contenido que presentan de elementos gruesos (expresado en %), determinándose con los elementos finos (arena, limo y arcilla) la clase textural.

3.3.2. Datación de muestras.

Para la datación de los depósitos sedimentarios de las vaguadas del arroyo de Guadalperalón se ha empleado la técnica del radiocarbono o carbono-14.

3.3.2.1. El método de datación por carbono-14.

La datación por carbono radioactivo, desarrollado por W.F. Libby en la década de los 40, se basa en el hecho de que la atmósfera y la hidrosfera constituyen grandes reservas de carbono radiactivo producido por la interacción estratosférica entre la radiación cósmica y el N14 del aire. El carbono radioactivo es fijado por los organismos vivos, tanto animales como plantas, para construir sus estructuras y tejidos, junto con los isótopos estables. Los procesos metabólicos mantienen el contenido de C14 de los organismos vivos en equilibrio con el contenido atmosférico, pero cuando mueren cesa esta incorporación siguiendo una disminución continua en la proporción de C14 de acuerdo con el proceso de desintegración radiactiva. La edad del carbono-14 es la medida del contenido de C14 residual del organismo, referido a un patrón de edad conocida.

Conociendo la concentración inicial de C14 del organismo (A_0), midiendo la concentración actual del isótopo (A) y sabiendo que la relación de pérdida por desintegración es una función exponencial dependiente del tiempo, podemos conocer el momento en el que ese organismo cesó de intercambiar con el medio (su muerte), según la ecuación:

$$\text{Edad} = -8033 \ln(A/A_0)$$

El valor así obtenido se denomina edad carbono convencional y se expresa como "años antes del presente" (before present -BP-), tomando el año 1950 d.C. como presente. Además, incluye el error experimental de las medidas, definido como su desviación estándar. Con todo ello, la edad carbono-14 convencional toma la forma de una distribución de Gauss, asemejada a una campana, cuyo punto central es el valor obtenido por la fórmula anterior (edad de la muestra) y su anchura es mayor o menor en función de la desviación estándar (valor \pm). De este modo, la edad carbono-14 convencional representa un intervalo de tiempo y no una fecha puntual.

Uno de los requisitos necesarios para que pueda utilizarse este método de datación es que la concentración C14 en cada reserva permanezca constante. Esta circunstancia no se ha cumplido ya que la producción de isótopo ha variado con el tiempo por procesos tales como la influencia del campo magnético o la actividad solar, de tal manera que los años carbono-14 no se corresponden con los años solares, siendo necesario precisar lo más exactamente posible la concentración de C14 en la reserva a lo largo del tiempo. Esto ha conducido a la denominada curva de calibración, la cual se realizó midiendo la actividad C14 de series de anillos de árboles cuyas fechas estaban perfectamente delimitadas con la edad solar o de calendario (Rubinos, 2003).

El proceso de calibración es una labor matemáticamente compleja y se efectúa con programas que se han desarrollado para tal fin. En el caso concreto de las muestras de nuestro estudio se ha empleado OxCal v3.9 de la Universidad de Oxford, convirtiendo la edad del carbono convencional en edad calibrada.

Básicamente, se trata de proyectar la probabilidad de cada punto de la curva gaussiana de la edad convencional sobre la curva de calibración,

para obtener con el mismo valor el o los puntos correspondientes de la edad calibrada. Como la curva de calibración es irregular, la edad calibrada no presenta un perfil gaussiano, sino que es irregular también. Esta irregularidad ocasiona que muchas veces la distribución de la edad calibrada tenga más de un intervalo, cada uno de ellos con una probabilidad definida. Esta probabilidad hay que entenderla como el porcentaje de área que ocupa dicho intervalo respecto del área total de la edad calibrada. A la datación calibrada puede añadirse la abreviatura de *cal*.

3.3.2.2. Recogida de muestras.

La recogida de muestras se lleva a cabo en diferentes perfiles en las áreas de mayor acumulación (Figura 15). La incisión por cárcavas ha eliminado buena parte de la zona central del depósito, quedando únicamente en zonas laterales, propiciando los cortes para la obtención de las diferentes muestras.



Figura 15. Corte donde se efectúa la recogida de muestras para la datación (C14).

Se pretende conseguir restos de materia orgánica carbonizada para su datación en los diferentes niveles que pueden distinguirse en el depósito. Se toman muestras en la parte inferior, zona intermedia (donde se localiza un nivel de cantos de mayor granulometría) y nivel superior, con el fin de obtener la edad de los diferentes tramos, cuya descripción se lleva a cabo en el capítulo de resultados.

Con este fin, se realizan dos campañas de recogida de muestras, tomándose un total de siete, repartidas a lo largo de diferentes profundidades y en distintos perfiles (figura 16), localizados en la parte inferior del cauce. El material es introducido en botes herméticos de plástico numerados del 1 al 7, completando en cada uno de los muestreos el cuestionario correspondiente, para su posterior envío al laboratorio de Geocronología de Instituto de Química Física Rocasolano del CSIC.

La profundidad y nivel donde son tomadas las muestras se detalla de la siguiente manera:

- Muestra nº 1:** tomada a 50 cm. de profundidad, en el nivel donde destacan los elementos de mayor granulometría detectados en el perfil.
- Muestra nº 2:** situada en el mismo perfil que la muestra nº 1, a una profundidad de 5-6 cm de la superficie, en el nivel de sedimentos más finos.
- Muestra nº 3:** tomada en un perfil que dista unos metros aguas arriba del anterior perfil y a 80 cm de profundidad. El carbón se encuentra muy diseminado en el sedimento, siendo muy difícil su localización.
- Muestra nº 4:** tomada por debajo del nivel de cantos gruesos a una profundidad de 1m.

Muestra nº 5: en un perfil próximo a la muestra 4, situada a 10 cm de la superficie.

Muestra nº 6: unos metros aguas arriba del perfil anterior, situada a 10 cm de la superficie. La potencia del sedimento es de 1.5 m.

Muestra nº 7: en sedimentos finos, arcillosos. Situada a 30 cm de la superficie.

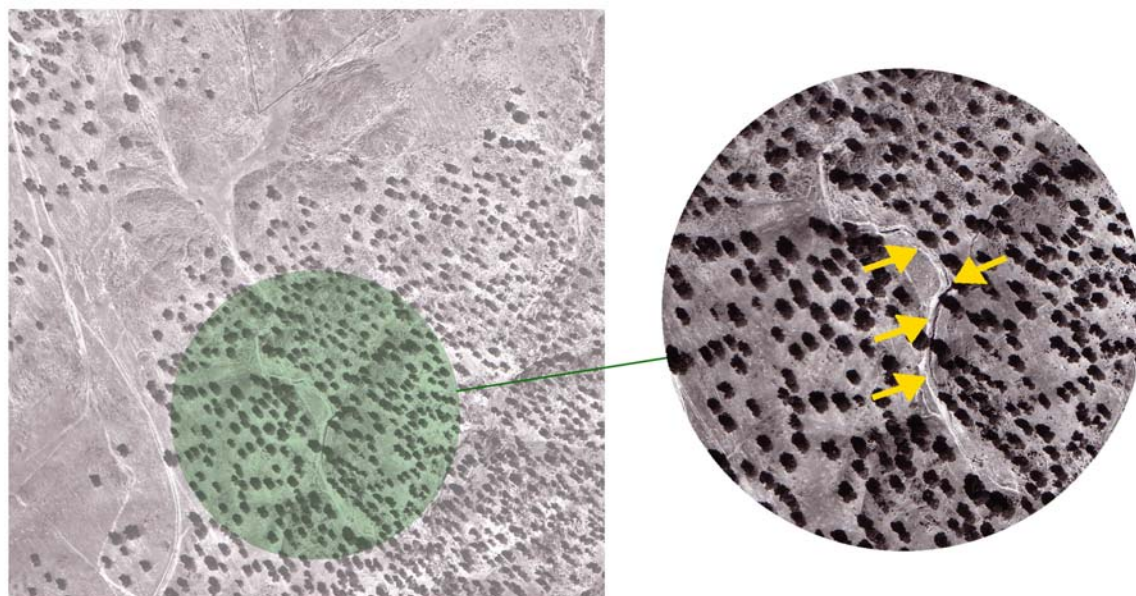


Figura 16. Área de recogida de muestras para datación por C14.

3.3.2.3. Datación radiocarbónica de muestras.

En la datación convencional por carbono-14 la cantidad requerida de material es de 10-15 gramos, debiendo ser recogido a lo largo del mismo nivel donde se quiera efectuar la datación, con instrumental limpio, procurando no manipularse con las manos con el fin de evitar posibles contaminaciones.

El método de medida requiere que en el laboratorio, las muestras se sometan a un proceso de eliminación de todo el carbono que se estima que no pertenece originariamente al material, sino que procede de los distintos procesos fisicoquímicos que han sufrido a lo largo del tiempo. Una vez tratadas, las muestras se queman para obtener todo el carbono en forma de CO₂. A partir de aquí las técnicas que pueden utilizarse para determinar la concentración de C14 son:

Fase gas como CO₂.- El gas obtenido directamente de la combustión se purifica químicamente y en él se mide la radioactividad natural producida por el C14 mediante un contador proporcional.

Fase sólida como grafito.- El gas se reduce a grafito y la concentración de C14 se determina mediante espectrometría de masas aceleradas (AMS). La cantidad necesaria para el análisis se reduce respecto a los métodos anteriores en un factor de 1000.

La analítica efectuada en el laboratorio de Geocronología del Instituto de Química Física Rocasolano, donde se realiza el envío de las muestras, es infructuosa, al ser insuficiente la cantidad de carbón para llevar a cabo la datación por el método convencional.

Se plantea la aplicación de técnica de espectrometría de masas aceleradas (AMS) en la que se requiere 10 mg de carbón, efectuándose desde este laboratorio, el envío de las muestras al Departamento de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Uppsala.

Las muestras recomendadas para el envío, por contar previsiblemente con suficiente carbón, fueron la nº 1 y nº 4.

Se consigue datar la muestra nº 1 (M-1) recogida en el nivel de mayor granulometría (Figura 17) siglada como Ua-22602, no

obteniéndose resultados para la muestra nº 4, por no contener la cantidad de carbón necesaria requerida.



Figura 17. Perfil sedimentológico donde se señala la posición estratigráfica de la muestra datada.

En consecuencia, sólo ha sido posible la datación de una muestra, tomada a 50 cm de profundidad, en el nivel donde destacan los elementos de mayor granulometría detectados en el perfil, no obteniéndose resultados en las muestras tomadas en la base y parte superior del depósito. Sin embargo, la posición en la que se halla la muestra datada correspondiente a un nivel que puede seguirse a lo largo de buena parte de cauce (nivel guía) nos permite correlacionar la edad obtenida a lo largo de él así como relacionar su ocurrencia con procesos externos condicionantes.

3.4. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica a la determinación de áreas de dehesa en Extremadura con los parámetros físicos y usos que la cuenca experimental.

La cuenca de estudio constituye un espacio enmarcado en la penillanura cuyas características físicas y usos la determinan como una dehesa-tipo. Los depósitos sedimentarios que rellenan las áreas de vaguada representa un registro histórico de lo acaecido en el área fuente y las investigaciones de lo sucedido aquí podrían contrastarse con lo ocurrido en otras zonas de Extremadura con los mismos condicionantes físicos y utilización por el hombre.

Partiendo de estos principios, se desarrolla la aplicación de un Sistema de Información Geográfica que permita el análisis a escala regional de áreas con unas características concretas en cuanto a topografía, geología y usos del suelo, que están presentes en la cuenca experimental con el fin de obtener una cartografía regional válida para una posible correlación de los resultados en áreas similares.

Aunque es un estudio de aproximación, proporciona una base de datos acerca de las áreas en la región con similares parámetros físicos y utilización que la cuenca piloto pudiendo servir para futuros estudios de detalle.

Se elige la aplicación de un SIG por su funcionalidad para gestionar y analizar la información espacial, con la posibilidad de modificar o incorporar datos adicionales que pudieran considerarse o se hallaran disponibles, generando nueva información tanto estadística como temática. Esto último es importante ya que el estudio quedaría abierto a la futura información que pudiera obtenerse y cuyo análisis lograría

completar más los objetivos aquí propuestos o bien ampliar el análisis de la información hacia otras líneas de investigación o intereses.

Partiendo de las características que presenta la cuenca experimental, desarrolladas en el capítulo 2 “*Contexto Fisiográfico*”, ha sido necesario para la obtención de la cartografía de áreas que cumplan los requisitos de dicha cuenca, contar con la información relativa a la geología, topografía y usos del suelo de Extremadura. En estos mapas se han establecido los parámetros requeridos para el análisis y su equivalencia con los de la cuenca, cuya nomenclatura difiere y es necesario preparar previamente. Dada la extensión que ha abarcado el área de estudio, la escala de trabajo ha sido pequeña.

3.4.1. Fuentes cartográficas y preparación de la documentación.

Las fuentes empleadas han sido las siguientes:

- Mapa digital Geológico y Minero de Extremadura E: 1:300000.
- Mapa digital de Usos del Suelo de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Agrupación de las zonas 2, 5, 7 y 9 del proyecto CORINE.
- Mapa digital de pendientes de Extremadura E: 1:200000. Derivado del MDT200 del IGN.

Se trata de ficheros arc/info pero en el caso del mapa de pendientes, en formato raster y con un “grid” de 200 m de tamaño de celda.

Con esta información de partida, es necesario llevar a cabo la selección de la información útil de cada uno de los mapas, esto es, los elementos espaciales que realmente interesen para su posterior superposición y obtención de la cartografía derivada. Para ello se ha

optado por la utilización del programa Arcview y en concreto de un módulo de éste, *Spatial Analyst*.

Las fases de trabajo, a grandes rasgos, podrían resumirse en la figura 18.

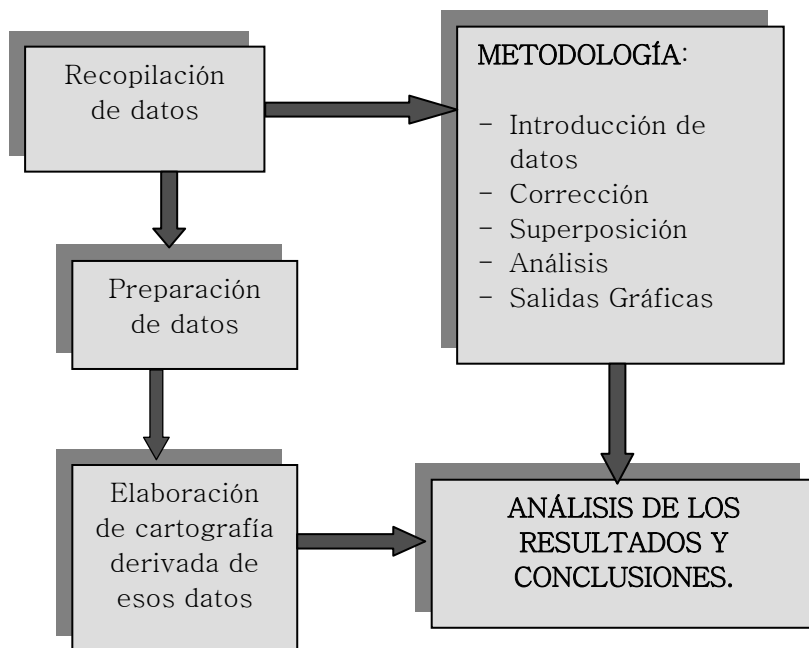


Figura 18. Fases de trabajo desarrolladas en la aplicación del SIG.

La preparación previa de la cartografía es necesaria para poder efectuar en ella las consultas y análisis pertinentes. Cada mapa se trata como una unidad independiente ya que la información de la que se parte no es toda homogénea.

3.4.1.1. Mapa Geológico.

El mapa geológico de Extremadura E: 1:300000 en formato digital con el que se ha trabajado, parte de fuentes de información distintas en la zona Norte y Sur, codificándose por tanto las formaciones geológicas de una y otra con dos numeraciones distintas.

En la Zona Sur, denominada Zona de Ossa-Morena, las litologías se componen de 59 unidades cuyos códigos correspondientes se recogen en la tabla 6.

METODOLOGÍA

Código	UNIDADES	Código	UNIDADES
1	Gneises y Anfibolitas del Corredor Blastomilonítico	33	Formación Santa Iría
2	Anfibolitas	34	Zona Subportuguesa. Pizarras y Cuarcitas
3	Serie Negra	35	Zona Centro-Ibérica. Devónico Superior-Medio
4	Sucesión Albarrama	36	Formación Terena
5	Zona Centro Ibérica-Complejo Esquisto Grauváquico	37	Zona Centro- Ibérica. Devónico Superior
6	Formación Azuaga	38	Carbonífero Marino
7	Formación Malcocinado	39	Carbonifero Continental
8	Formación Bodonal	40	Calizas
9	Formación Fuenteheridos	41	Vulcanitas
10	Formación Torreárboles	42	Depósitos de abanicos aluviales
11	Formación Lora del Río	43	Cuencas Continentales
12	Piroclastitas de San Calixto.	44	Triásico. Facies Germánicas
13	Andesitas de Córdoba	45	Mioceno
14	Formación Loma del Aire	46	Plioceno
15	Formación Carbonatada	48	Ultrabásicos
16	Cámbrico de la Sierra de Aracena	49	Gabros
17	Cámbrico Inferior Detrítico	50	Dioritas
18	Vulcanitas de la Valera	51	Granodioritas - Tonalitas
19	Tramo Detrítico Superior	52	Granitos S.L.
21	Vulcanitas	53	Granitos alcalinos
22	Tremadoc	54	Granitos S.L.
23	Arening	59	Filonianas básicas
24	Zona Centro Ibérica. Ordovícico Medio-Superior		
25	Formación Barrancos		
26	Ordovícico Inferior de Barrancos		
27	Formación El Cubito		
28	Silúrico		
29	Silúrico - Devónico de Barrancos - Hinojales		
30	Formación Acebuches		
31	Formación Pulo de Lobo		
32	Formación Ribeira de Limas		
33	Formación Santa Iría		
34	Zona Subportuguesa. Pizarras y Cuarcitas		

Tabla 6. Códigos asignados a las diferentes formaciones y litologías de la Zona Sur en el mapa digital Geológico y Minero de Extremadura E: 1:300000

En la Zona Norte, denominada Centro Ibérica, las litologías contempladas están compuestas de 32 unidades cuyos códigos de numeración van del 1001 al 1032 (tabla 7).

Código	UNIDADES
1001	Precámbricos-Cámbricos metamórficos relacionados con los plutones graníticos del N. De Salamanca y del Sistema Central
1002	Pizarras y Grauwacas (Fácies turbidíticas)
1003	Pizarras y Grauwacas (Fácies desorganizadas)
1004	Pelitas bandeadas
1005	Calizas y Dolomías
1006	Limotitas y Lutitas (nivel de Fuentes y Formaciones Limotitas del Pusa, Monterrubio y Aldeatejada)
1007	Areniscas y Cuarcitas (F. Areniscas de Azorejo y Areniscas de Tamames)
1008	Conglomerados, Areniscas, Cuarcitas y Pelitas
1009	Cuarcitas y Areniscas (Cuarcita Armoricana) y Areniscas, cuarcitas y pelitas (F. Pochico.)
1010	Pelitas, Arenistas, Cuarcitas y Rocas Vulcanodetríticas
1011	Cuarcitas y Areniscas (F.Cuarcita de Criadero)
1012	Cuarcitas y Areniscas
1013	Pelitas, Arenistas, Cuarcitas, Calizas y Rocas Vulcanodetríticas.
1014	Pelitas y Rocas Volcánicas
1015	Calizas y Dolomías
1016	Pelitas
1017	Areniscas y Conglomerados
1018	Areniscas y Conglomerados, Fangos, Arenas y Conglomerados (Terciario-Cuaternario)
1019	Aluviales y Coluviales (Cuaternario)
1020	R. Plutónicas Postcinemáticas: Leucogranitos moscovíticos (Facies apicales y/o de borde)
1021	R. Plutónicas Postcinemáticas: Granitos de Micas
1022	R.Plutónicas Postcinemáticas: Granitos de micas con silic. Alud.
1023	R. Plutónicas Postcinemática: Granitos y Ada mellitas biotíticos
1024	R. Plutónicas Postcinemáticas: Granodioritas
1025	R. Plutónicas Postcinemáticas: Tonalitas y Cuarzodioritas
1026	R. Plutónicas Postcinemáticas; Granitoides y migmatitas
1027	R.Plutónicas Sincinemáticas: Granitos de dos micas
1028	R.Plutónicas Sincinemáticas: Granodioritas
1029	R.Plutónicas Sincinemáticas: Tonalitas y Cuarzodioritas
1030	R.Filonianas; Filones de Cuarzo
1031	R.Filonianas; Pórfidos y Diques ácidos
1032	R. Filonianas; Diques básicos

Tabla 7. Códigos asignados a las diferentes formaciones y litologías de la Zona Norte en el mapa digital Geológico y Minero de Extremadura E: 1:300000

Para poder visualizar en el mapa y obtener la cartografía de las unidades geológicas que pueden asimilarse al sustrato de la cuenca (series de pizarras y grauvacas del Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior) ha sido necesario la clasificación y elaboración de una leyenda única que permitiera la consulta y análisis de las formaciones para el conjunto de la región. En este mapa Geológico y Minero de Extremadura reclasificado (figura 19), la agrupación de las diferentes formaciones son recogidas en la leyenda con diversas tonalidades. Las pizarras y grauvacas ocupan amplias superficies del territorio extremeño, abarcando buena parte de la penillanura cacereña (zona donde se ubica la cuenca) y zona oeste de la provincia de Badajoz. Destacan, asimismo, otras formaciones precámbricas y del paleozoico que por sus características lito-estructurales pueden asimilarse a los materiales que constituyen el sustrato de la cuenca (Serie Negra, Formación Azuaga, Formación Malcocinado).

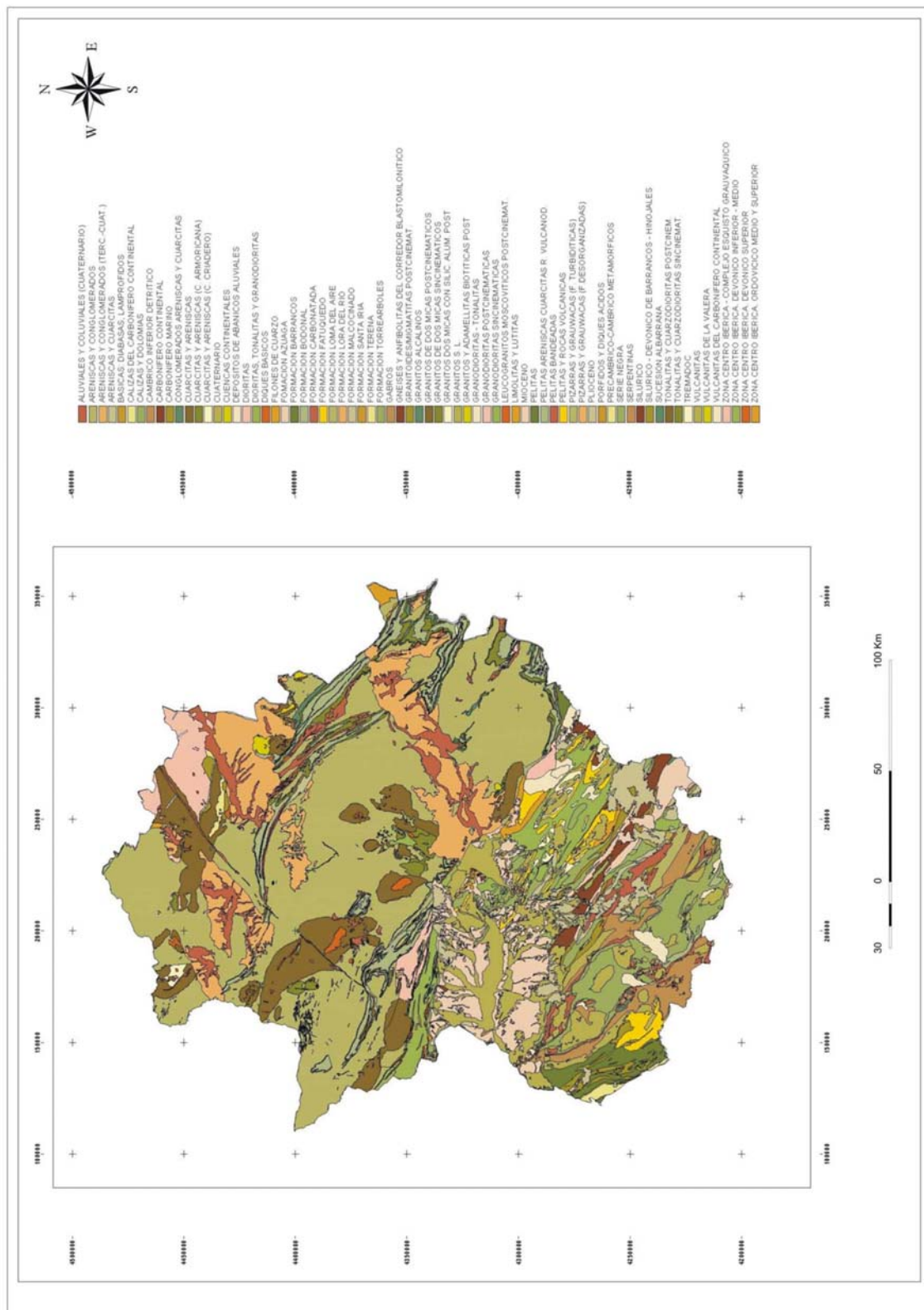


Figura 19. Mapa Geológico y Minero de Extremadura E: 1:300000 reclasificado

Una vez preparado el mapa geológico con la leyenda única creada, las formaciones geológicas que se han tomado en consideración, asimilables al sustrato de la cuenca han sido:

- Pizarras y Grauwacas (F. desorganizadas).
- Pizarras y Grauwacas (F. turbidíticas).
- Serie Negra.
- Formación Azuaga.
- Formación Malcocinado, con carácter predominantemente clástico.

El mapa geológico derivado, con la cartografía de las formaciones que pueden equipararse a la cuenca experimental, se muestra en la figura 20. En verde se recogen los materiales que constituyen el sustrato de cuenca (pizarras y grauwacas), ocupando la mayor extensión en el mapa, siendo más minoritarias las pizarras y grauwacas correspondientes a facies desorganizadas (en rojo). La Serie Negra (sucesión de metapelitas y metaarenitas con las características de las series turbidíticas), aparece en negro. En amarillo la Formación Malcocinado, con carácter predominantemente clástico y en azul oscuro la formación Azuaga. Al generar este mapa, hemos obtenido el primer parámetro para, junto con el mapa de usos de suelos y pendientes de la zona de estudio, llevar a cabo el análisis mediante SIG que permita obtener la cartografía regional de áreas características físicas y usos de la cuenca experimental.

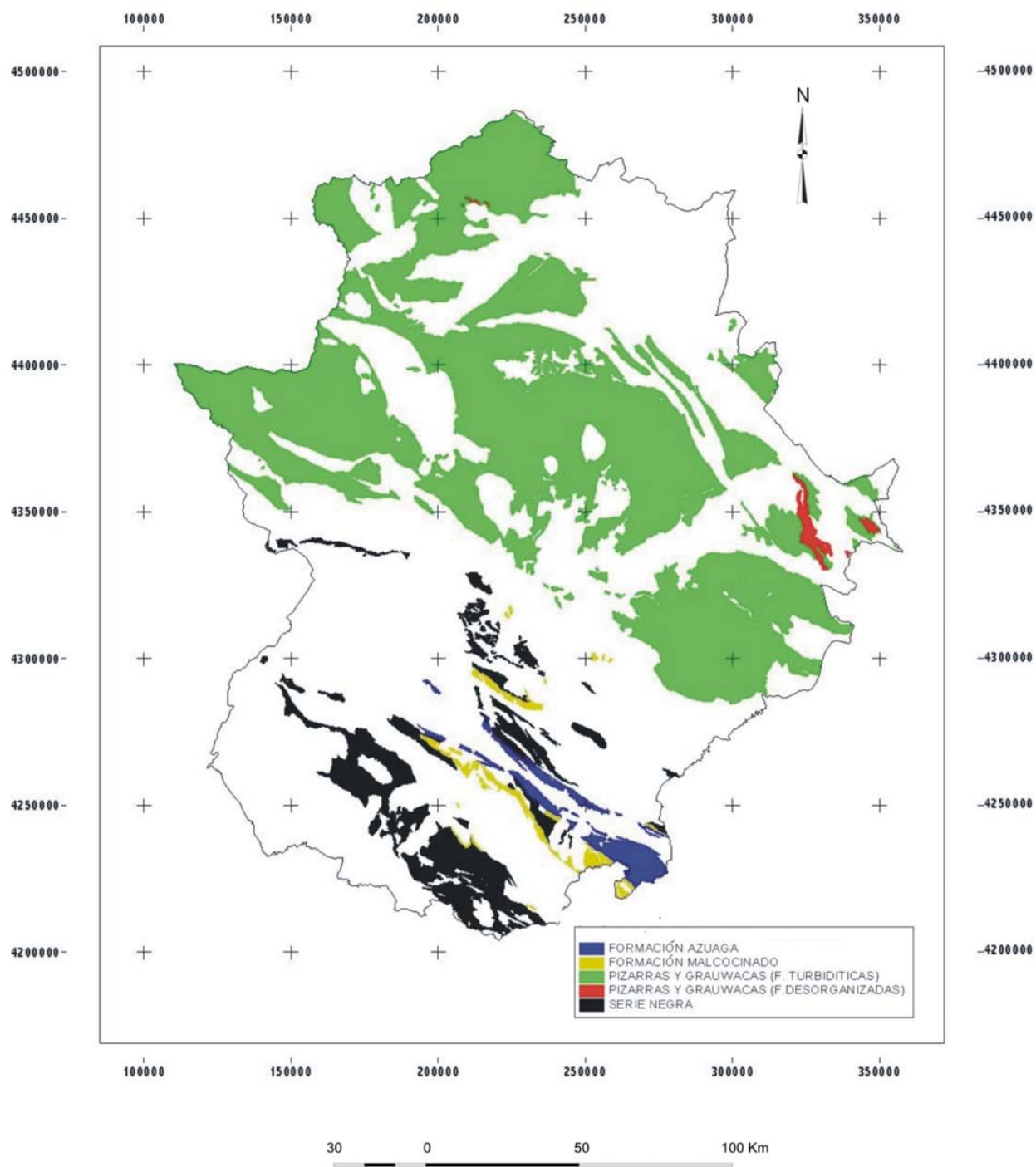


Figura 20. Mapa geológico regional derivado obtenido a partir del mapa digital Geológico y Minero de Extremadura E: 1:300000 reclasificado.

3.4.1.2. Mapa de Usos del Suelo.

En el mapa digital de Usos del Suelo de la Comunidad Autónoma de Extremadura (proyecto CORINE) empleado en este estudio, la información se encuentra seccionada siendo la relación entre código y usos la que se muestra en la tabla 8.

Código	usos
10000	SUPERFICIES EDIFICADAS E INFRAESTRUCTURAS
11000	Zonas urbanas
11100	Tejido urbano continuo
11200	Tejido urbano discontinuo
11210	Estructura urbana laxa
11220	Urbanizaciones exentas ajardinadas
12000	Zonas industriales y infraestructuras de comunicación
12100	Zonas industriales o comerciales
12200	Infraestructuras varias y terrenos asociados
12210	Autopistas autovías y terrenos asociados
12220	Complejos ferroviarios
12300	Zonas portuarias
12400	Aeropuertos
13000	Zonas de extracción minera vertederos y de construcción
13100	Zonas de extracción minera
13200	Escombreras y vertederos
13300	Zonas en construcción
14000	Zonas verdes y espacios de recreo
14100	Zonas verdes urbanas
14200	Equipamientos deportivos y zonas de ocio
20000	TERRITORIOS AGRICOLAS
21000	Tierras labradas
21100	Cultivos de secano
21200	Cultivos de regadío permanentes
21210	Cultivos herbáceos de regadío
21220	Frutales en regadíos.

METODOLOGÍA

21221	Cítricos
21222	Frutales Tropicales
21223	Otros frutales de regadío
21230	Otras zonas de irrigación
21300	Arrozales
22000	Cultivos permanentes
22100	Viñedos
22200	Frutales de secano
22300	Olivares
23000	Praderas
24000	Zonas agrícolas heterogéneas
24100	Cultivos anuales asociados a cultivos permanentes
24200	Mosaico de cultivos
24210	Anuales con praderas o pastizales
24220	De cultivos permanentes
24230	Anuales y permanentes
24300	Cultivos anuales con espacios de vegetación natural
24400	Sistemas agroforestales
30000	Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos
31000	Bosques
31100	Frondosas
31110	Perennifolias y quejigales
31111	Perennifolias esclerófilas y quejigales
31112	Laurisilva macaronésica
31120	Caducifolias y rebollares
31130	Otras frondosas de de plantación
31131	Eucaliptos

31132	Vegetación de ribera
31200	Coníferas
31210	Pináceas
31220	Sabinares y enebrales
31300	Bosques y formaciones arboladas mixtas
32000	Espacios de vegetación arbustivas o herbáceas
32100	Pastizales
32110	Pastizales supcaforestales
32120	Otros pastizales
32200	Landas matorrales templados oceánicos y macaronésicos
32210	Landas y matorrales templado oceánico
32220	Fayal-Berzal macaronésico
32300	Matorrales xerófilos y acidófilos
32310	Grandes formaciones de matorral denso y menos denso
32320	Matorrales subarbustivos y arbustivos poco densos
32330	Matorrales xerófilos macaronésicos
32400	Matorral arbolado
33000	Espacios abiertos con roca o sin vegetación
33100	Playas dunas y arenales
33200	Roquedo y suelo desnudo
33300	Espacios con vegetación escasa
33310	Xeroestepa subdesértica
33320	Cárcavas o zonas de erosión
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa
33400	Zonas incendiadas
33500	Glaciares y niveles permanentes
40000	Zonas húmedas

METODOLOGÍA

41000	Zonas húmedas continentales
41100	Humedales y zonas pantanosas
41200	Turberas
42000	Zonas húmedas litorales
42100	Marismas
42200	Salinas y zonas de cultivos marinos
42300	Zonas intermareales
50000	Superficies de agua
51000	Aguas continentales
51100	Cursos de agua
51110	Ríos y cauces naturales
51120	Canales artificiales
51200	Láminas de agua
51210	Lagos y lagunas
51220	Embalses
52000	Aguas marinas
52100	Lagunas litorales
52200	Estuarios y esteros
52300	Mares y océanos

Tabla 8. Códigos asignados a los diferentes usos del suelo en el mapa digital de Usos del Suelo de la Comunidad Autónoma de Extremadura (proyecto CORINE).

La creación de la cobertura de usos del suelo de toda la región se lleva a cabo a partir de la unión de las hojas 2, 5, 7 y 9 del CORINE.

Una vez creada esta cobertura se clasificaron los usos por valores únicos quedando representada cada categoría de usos por un color y trama distinta. De esta forma se pueden identificar sin ningún tipo de

ambigüedad cada uno de los usos del suelo de Extremadura como se muestra en la figura 21.

Tras la preparación del mapa, el objetivo es visualizar en el mismo todas aquellas zonas que posean igual aprovechamiento del suelo que la cuenca piloto, para una vez identificadas, generar un mapa derivado del anterior.

De todos los usos contemplados en el mapa de partida, nos centramos en los que pueden asimilarse al área donde se ubica la cuenca y son los siguientes:

- Cultivos de secano
- Sistemas agroforestales

Con estas dos categorías se ha generado el mapa regional de usos del suelo clasificado, llamado así de aquí en adelante, mostrado en la figura 22. Estos usos ocupan prácticamente toda la superficie regional a excepción de las zonas de las vegas de los ríos y zonas de sierras. En muchas de las zonas contempladas como sistemas agroforestales se va rotando la dedicación a pastizales.

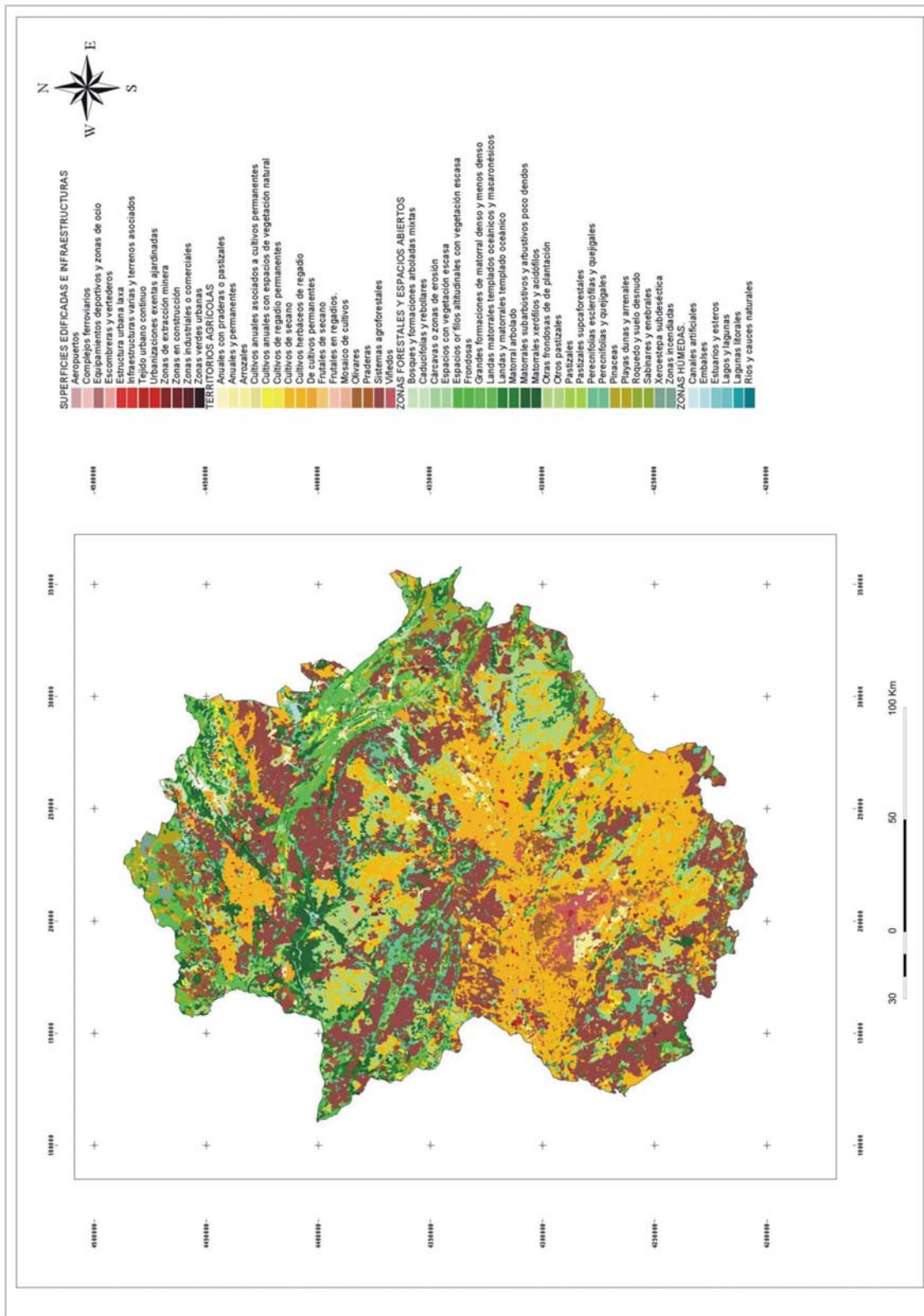


Figura 21. Mapa Digital de Usos del Suelo de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Agrupación de las zonas 2, 5, 7 y 9 del proyecto CORINE

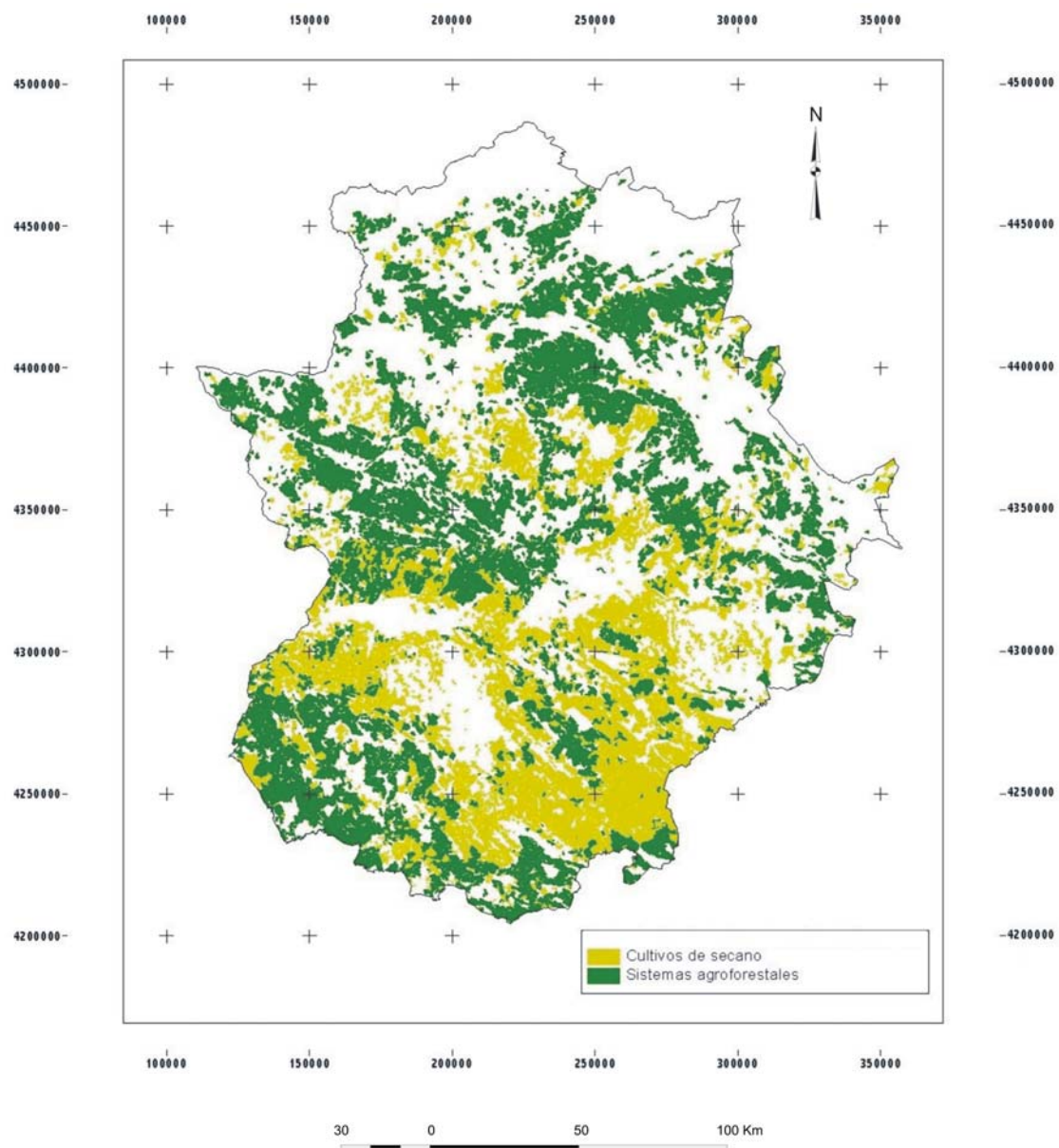


Figura 22. Mapa regional de usos del suelo clasificado elaborado a partir del digital de Usos del Suelo de la Comunidad Autónoma de Extremadura (proyecto CORINE).

3.4.1.3. Mapa de Pendientes.

En este mapa digital de pendientes de Extremadura E: 1:200000 (derivado del MDT200 del IGN), los valores de pendientes expresados en % se agrupan en intervalos, partiendo del 0% hasta 57 % (figura 23).

Esta clasificación se ha establecido para que los grupos queden lo más homogéneos posible, dada la escala con la que se trabaja y la orografía de la región.

Al situar la cuenca piloto en dicho mapa, el área donde se enmarca presenta pendientes comprendidas entre 1-2% y el 2-3% ya que se encuentra ubicada en la penillanura extremeña, uno de los relieves más representativos de la región, constituyendo la unidad fisiográfica más extensa. En este relieve, generado por el arrasamiento tanto de los pizarrales como de los materiales graníticos principalmente, la componente litológica es decisiva a la hora de generar microrelieves.

Con estos valores de pendientes tomados en consideración se recoge buena parte de las zonas de penillanura de la región, marco en el que se encuadra la cuenca.

El mapa de pendientes clasificado se muestra en la figura 24.

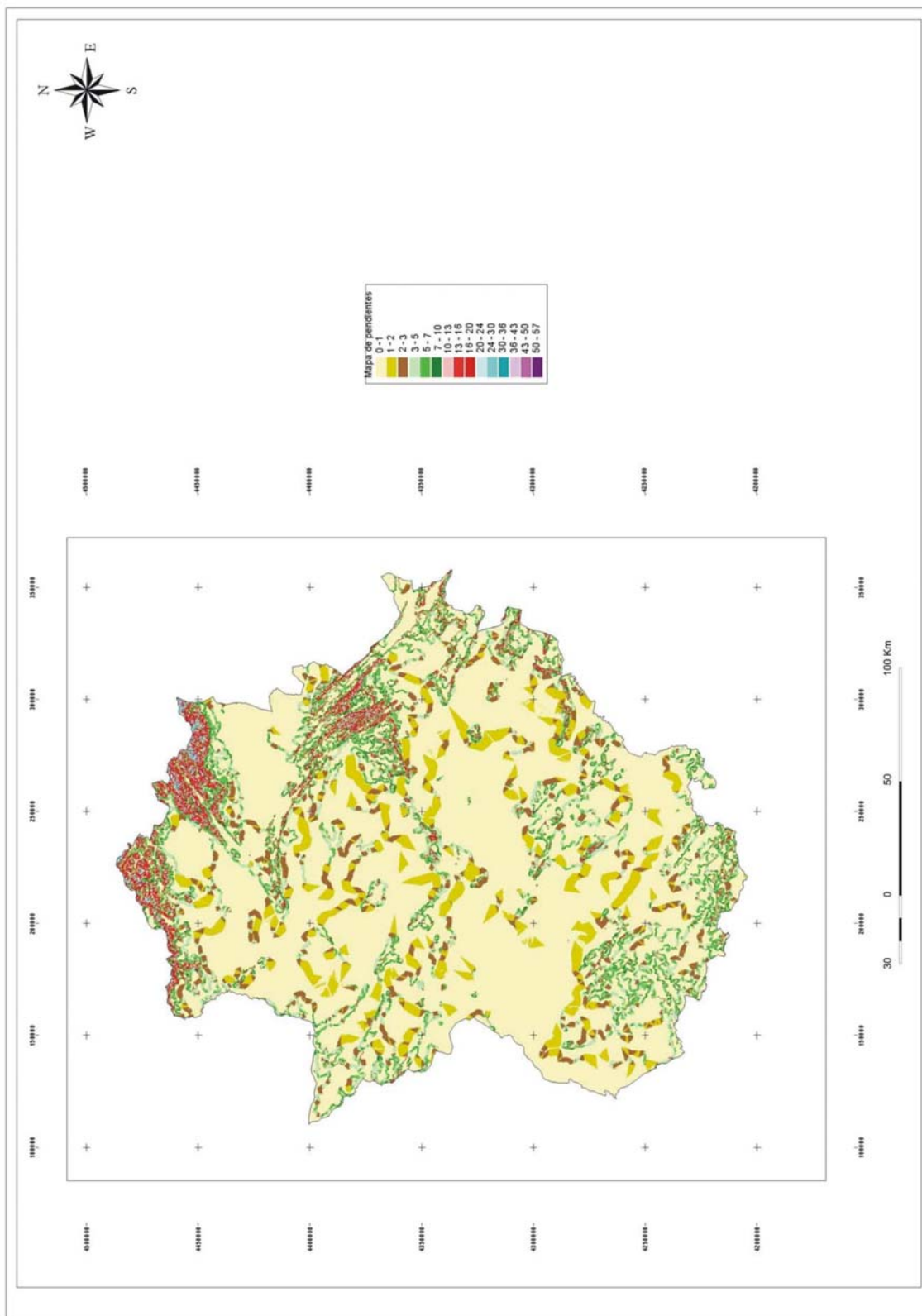


Figura 23. Mapa digital de pendientes de Extremadura E:1:200000 derivado del MDT200 del IGN

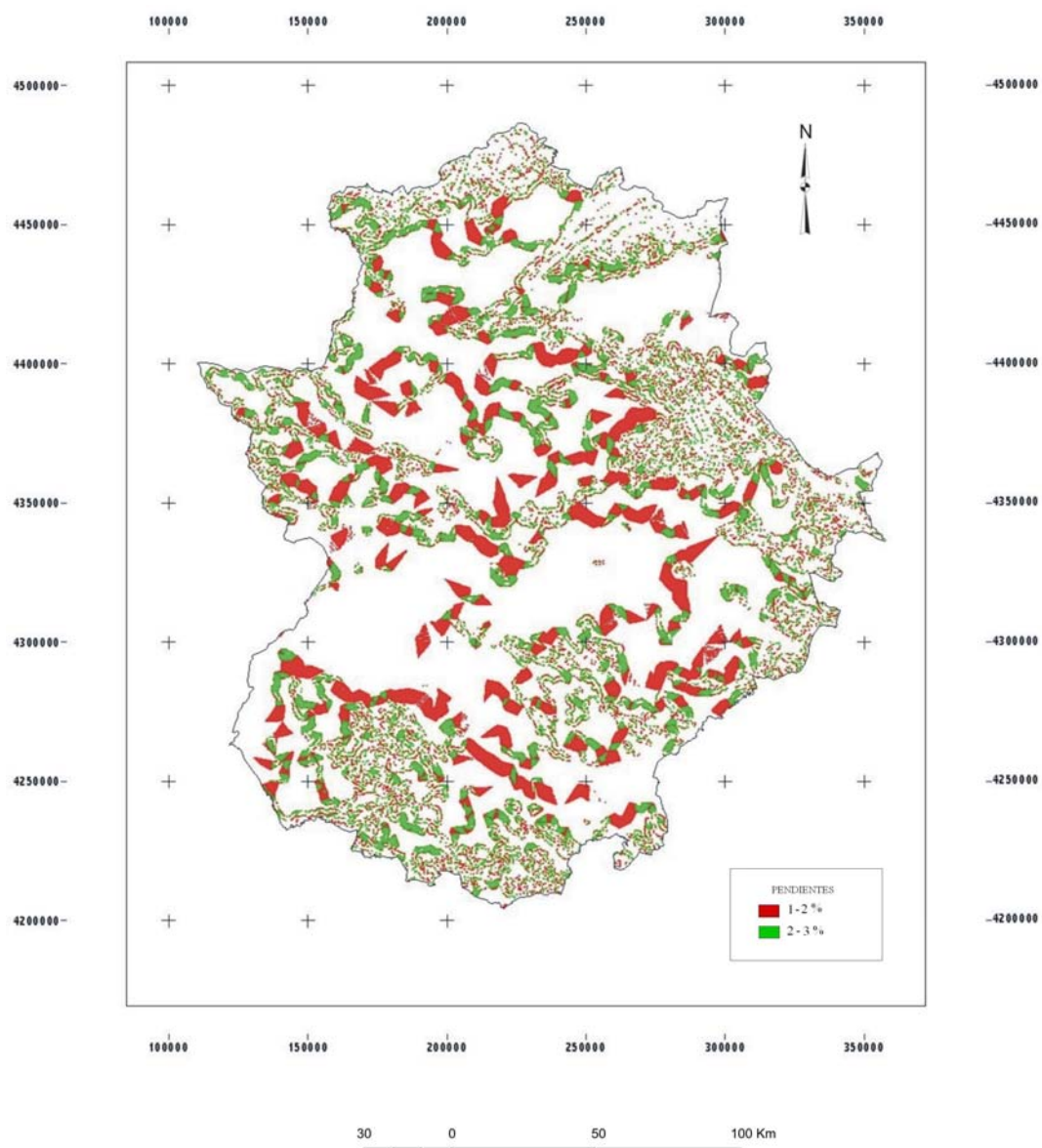


Figura 24. Mapa regional de pendientes clasificado elaborado a partir del mapa digital de pendientes de Extremadura E: 1:200000 (derivado del MDT200 del IGN).

Una vez preparada la documentación, se lleva a cabo la superposición de los diferentes mapas clasificados.

3.4.2. Superposición y reclasificación de imágenes.

La superposición de imágenes es una de las operaciones más características de los Sistemas de Información Geográfica, también se conoce como álgebra de mapas. En esta operación se toman como datos de partida los valores temáticos de los píxeles de las imágenes originales, situadas en la misma posición espacial. Esta operación da como resultado una nueva imagen, donde los píxeles se obtienen a través de operaciones algebraicas (suma, resta, multiplicación, división, etc.) o lógicas (verdadero, falso, <, =, etc.) de los píxeles de las imágenes originales.

Para llevar a cabo la superposición de los mapas empleados en este trabajo, ha sido necesaria la conversión de los mapas vectoriales en formato raster, es decir, en formato de imagen. Este proceso se conoce como rasterización, siendo su objetivo determinar qué objeto geográfico o valor temático se encuentra en cada una de las rejillas, conservando de esta manera su posición relativa, que representará la posición geográfica.

La escala de los mapas finales se ve condicionada por el tamaño del píxel. Aquí está determinado por el modelo digital de pendientes que tiene un tamaño de celda de 200 metros, siendo la escala máxima a la cual se puede hacer el mapa final igual a 1:1000000.

Los dos mapas que inicialmente se superponen, son el geológico y el de usos de suelo clasificados, como se muestra en la figura 25, obteniendo la cartografía regional de las áreas con los parámetros geológicos-usos, correspondientes a la cuenca experimental.

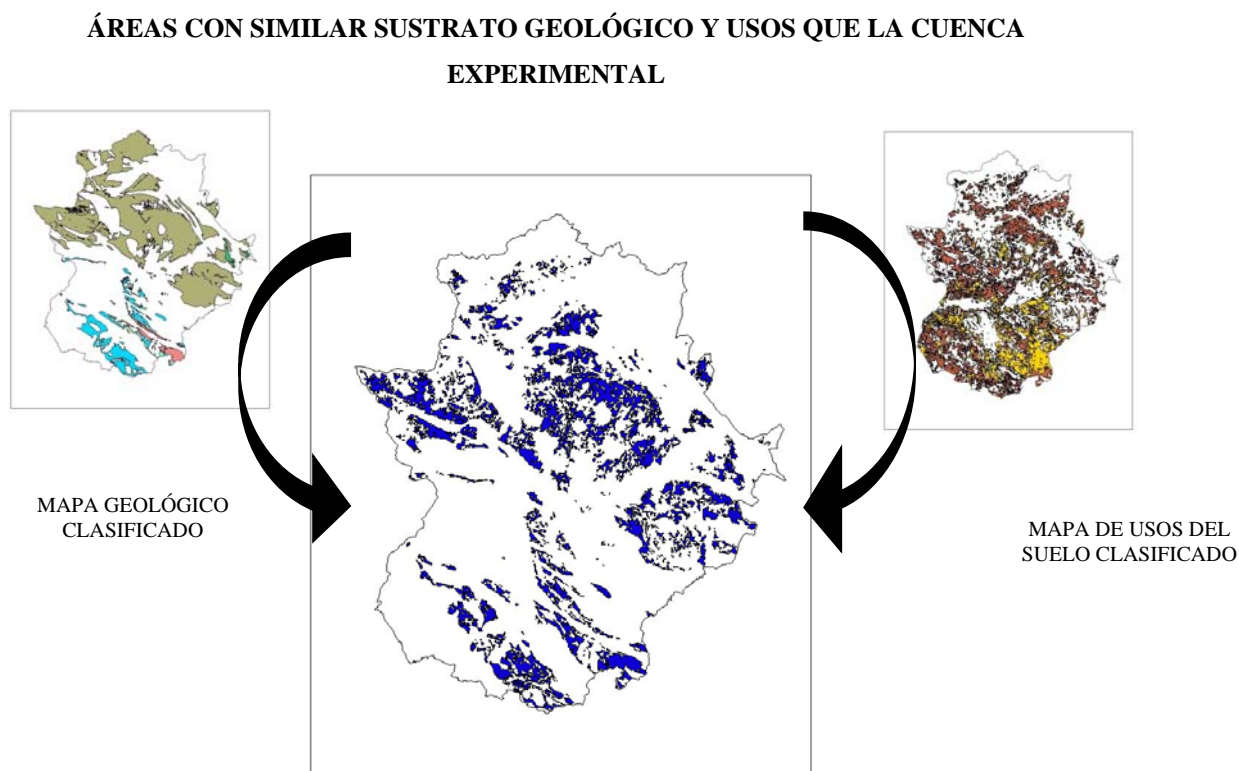


Figura 25. Cartografía regional derivada de la superposición del mapa geológico y de usos del suelo clasificados.

Así, en el mapa obtenido tras la superposición inicial de los dos mapas clasificados, aparecen en azul las áreas de la región con el sustrato geológico y los usos de la zona de estudio.

La cartografía obtenida en el proceso anterior (mapa geológico-usos), se superpone con el mapa de pendientes clasificado, generando una imagen final de las áreas en Extremadura que presentan similares características físicas y usos que la cuenca experimental. Así, pueden detectarse los lugares a escala regional con los parámetros geomorfológicos bajo los cuales han tenido lugar los procesos de erosión-sedimentación en la cuenca hidrográfica experimental a lo largo del tiempo y que han quedado reflejados en los depósitos de las áreas de vaguada.

Por último, es necesaria la reclasificación de la imagen final para convertir las categorías generadas en el proceso de superposición de imágenes en niveles de información adaptados a las necesidades del estudio. Los grupos o categorías que han quedado establecidos tras la reclasificación han sido dos: zona con similares características de la cuenca piloto y zonas con diferentes características de la cuenca piloto.

4. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos, tras aplicar la metodología en las diferentes fases de estudio, con el fin de lograr los objetivos planteados al inicio del presente trabajo (página 10).

El capítulo se ha estructurado en diferentes apartados. El primero de ellos se centra en la localización de los depósitos de las áreas de vaguada mediante un MDT. En un segundo apartado se recogen los parámetros morfo-topográficos de las áreas de relleno y la extensión ocupada en la cuenca, desarrollándose en el tercero, el cálculo de la potencia de los depósitos a lo largo del cauce y la estimación del volumen de sedimento presente en la cuenca. Para finalizar este capítulo de resultados se presenta la cartografía regional de áreas de dehesa afines en características físicas y usos a la cuenca experimental, obtenida tras la aplicación de un SIG.

4.1. MDT de la cuenca experimental.

La cuenca experimental de Guadalperalón presenta un área de 35.4 ha y un perímetro de 2732 m.

El resultado del levantamiento topográfico materializado en el MDT de la cuenca se muestra en la figura 26. En él se determina la cota máxima, 382.193 m, y la cota mínima de 337.930 m.

El arroyo circula encajado en el sustrato de pizarras dando lugar a laderas poco abruptas. El cauce principal presenta una longitud de 813.647 m siendo su pendiente poco acusada (cota de cabecera, 365.470 m; cota en la parte final del área de estudio, 337.930 m).

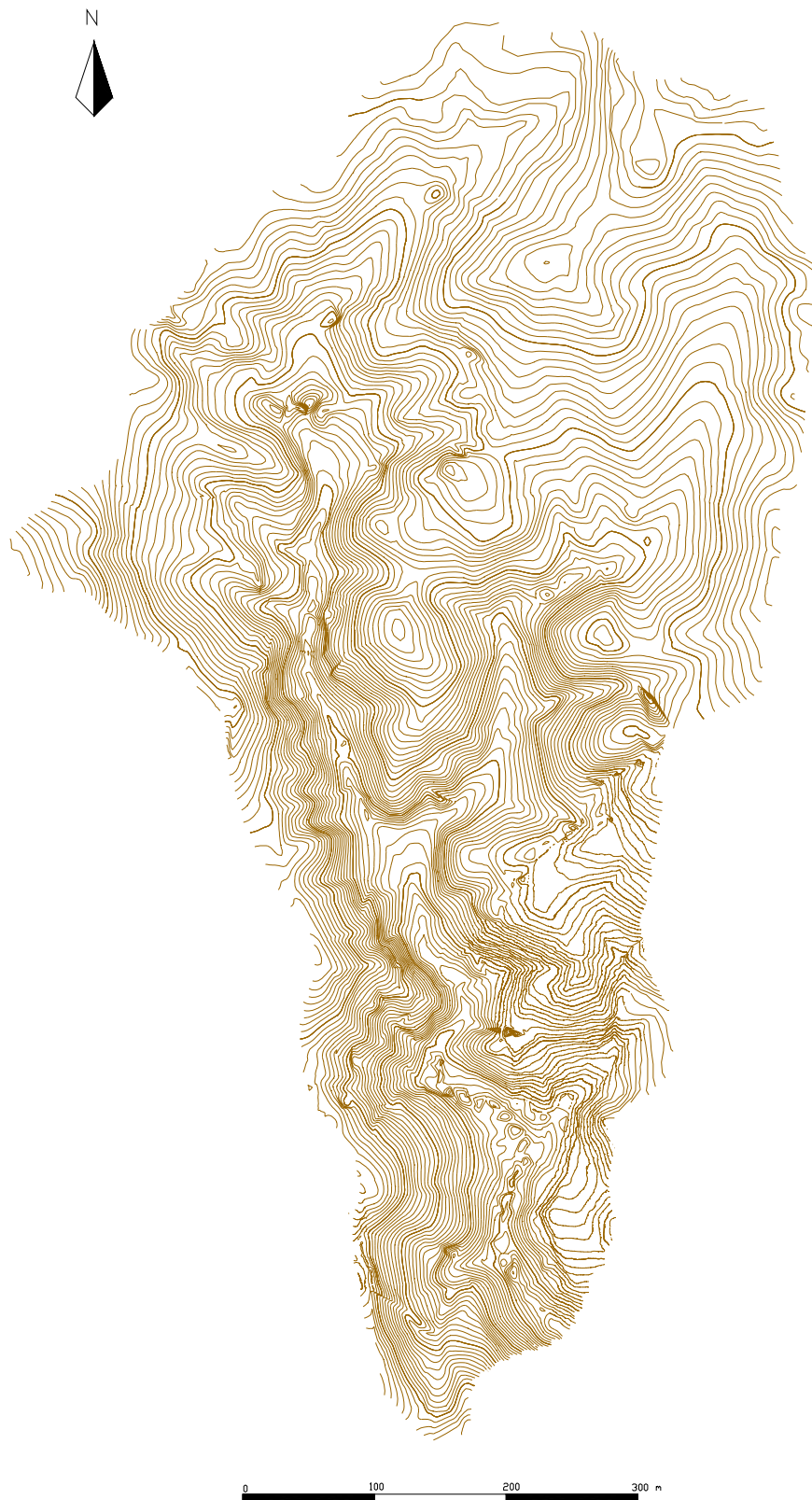


Figura 26. MDT de la cuenca de Guadalperalón.

4.2. Topografía y morfología de las áreas de depósito.

4.2.1. MDT de las áreas de depósito.

Tras el levantamiento de los perfiles topográficos efectuados a lo largo de las áreas de vaguada, se ha obtenido el modelo digital de las zonas de depósito (figura 27). A partir de él se determinan los datos acerca de la superficie ocupada en la cuenca dando respuesta al objetivo de conocer en detalle la distribución de los depósitos a lo largo de la vaguada para caracterizar las secuencias sedimentarias. Igualmente se lleva a cabo la cubicación de los rellenos sedimentarios de la cuenca.

Los depósitos sedimentarios de las áreas de vaguada de la cuenca de Guadalperalón ocupan una superficie de 18819 m², lo que representa un 5% aproximadamente de la superficie total de la cuenca.

La distribución del área que ocupan varía a lo largo del cauce. La de mayor extensión lateral se corresponde con la zona de confluencia del tributario principal, siendo la longitud máxima de los perfiles en este punto, de 36 metros.

Los depósitos acumulados a lo largo de las áreas de vaguada, se encuentran incididos fuertemente por cárcavas. Cuando esta incisión alcanza el sustrato, puede medirse de manera directa la potencia de los sedimentos, obteniéndose valores cercanos a los 2 metros.

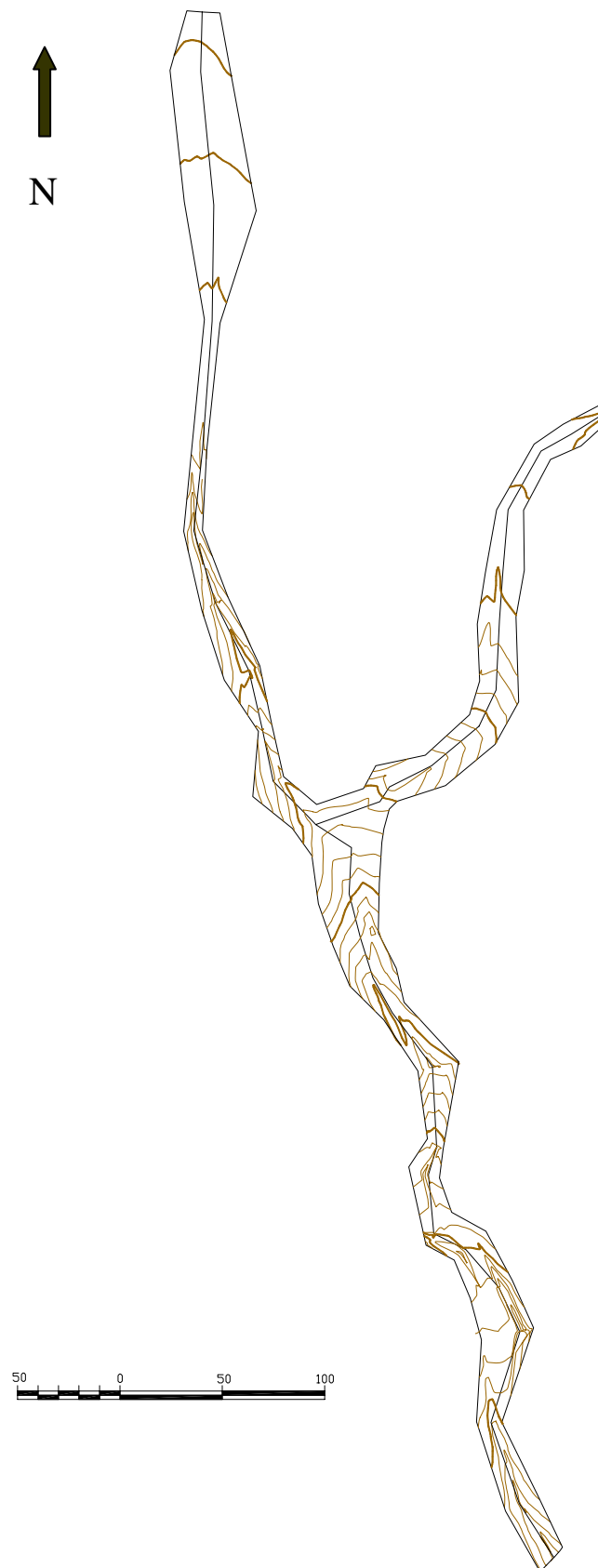


Figura 27. MDT de las áreas de depósito de la cuenca de Guadalperalón.

En estas cárcavas, se han llevado a cabo observaciones acerca del desarrollo y evolución de los procesos erosivos (Schnabel, 1997), obteniéndose las pérdidas de material para diferentes periodos de estudio. El levantamiento actual de los perfiles en el área de depósito puede enlazar con las investigaciones desarrolladas ya que se aporta la base cartográfica que recoge el estado de los mismos, sirviendo estos datos, además, para la valoración de los procesos erosivos en el futuro. El trazado del perfil correspondiente a un sector de las áreas de depósito incididas por cárcavas se muestra en la figura 28.



Figura 28. Trazado del perfil transversal en un sector del cauce incidido por cárcavas.

Los resultados del trazado de los perfiles transversales realizados mediante software topográfico específico (TCP-MDT), descrito en el apartado 3.2.2.1, se muestran en las figuras 29a-c.

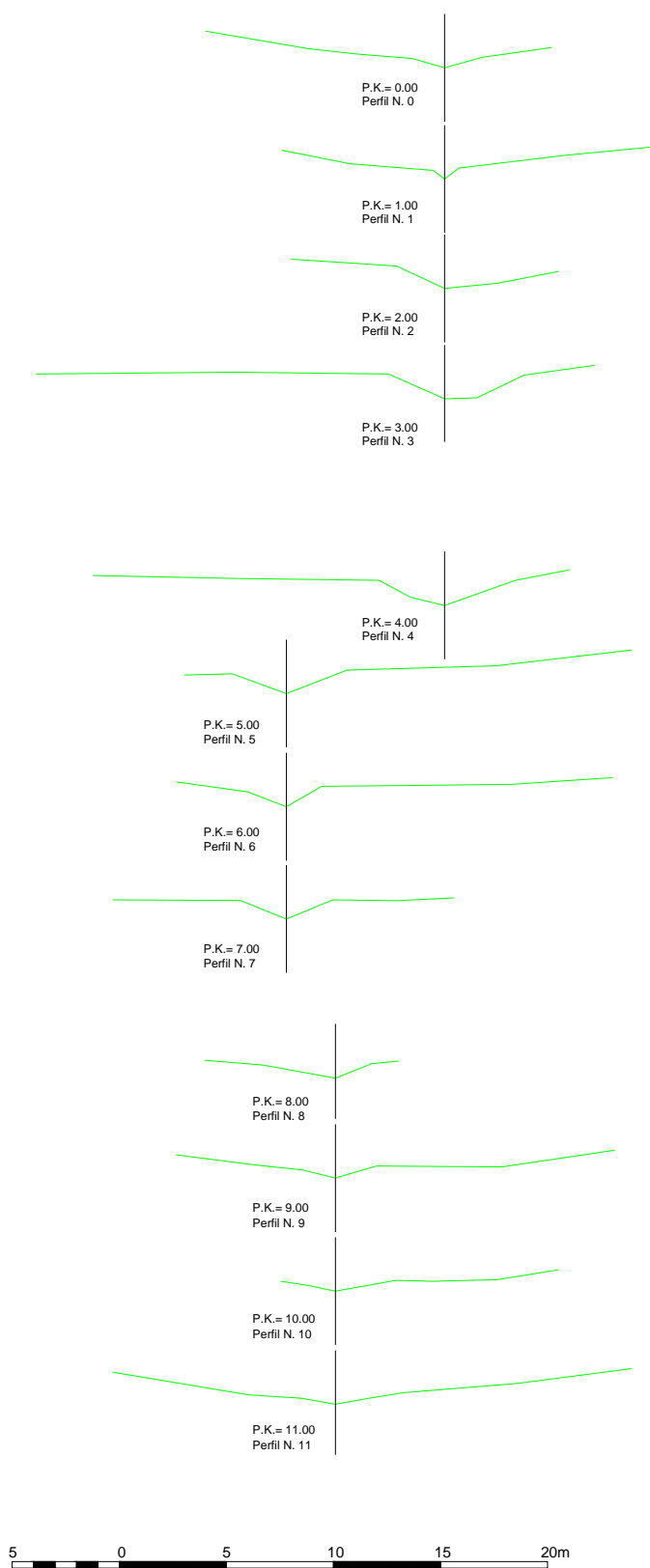


Figura 29a. Perfiles topográficos realizados a lo largo de cauce (N.0-N.11).

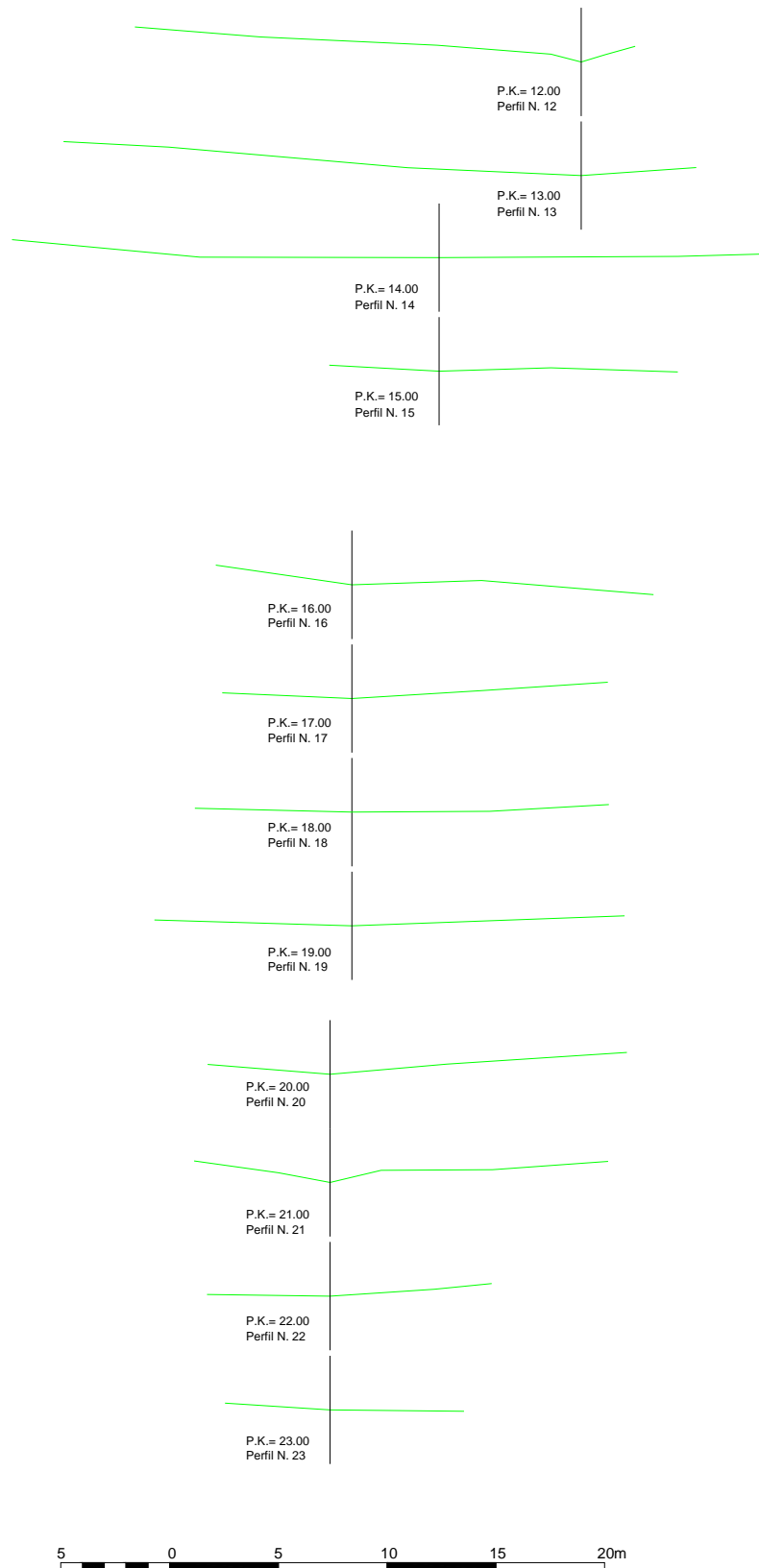


Figura 29b. Perfiles topográficos realizados a lo largo del cauce (N.12-N.23).

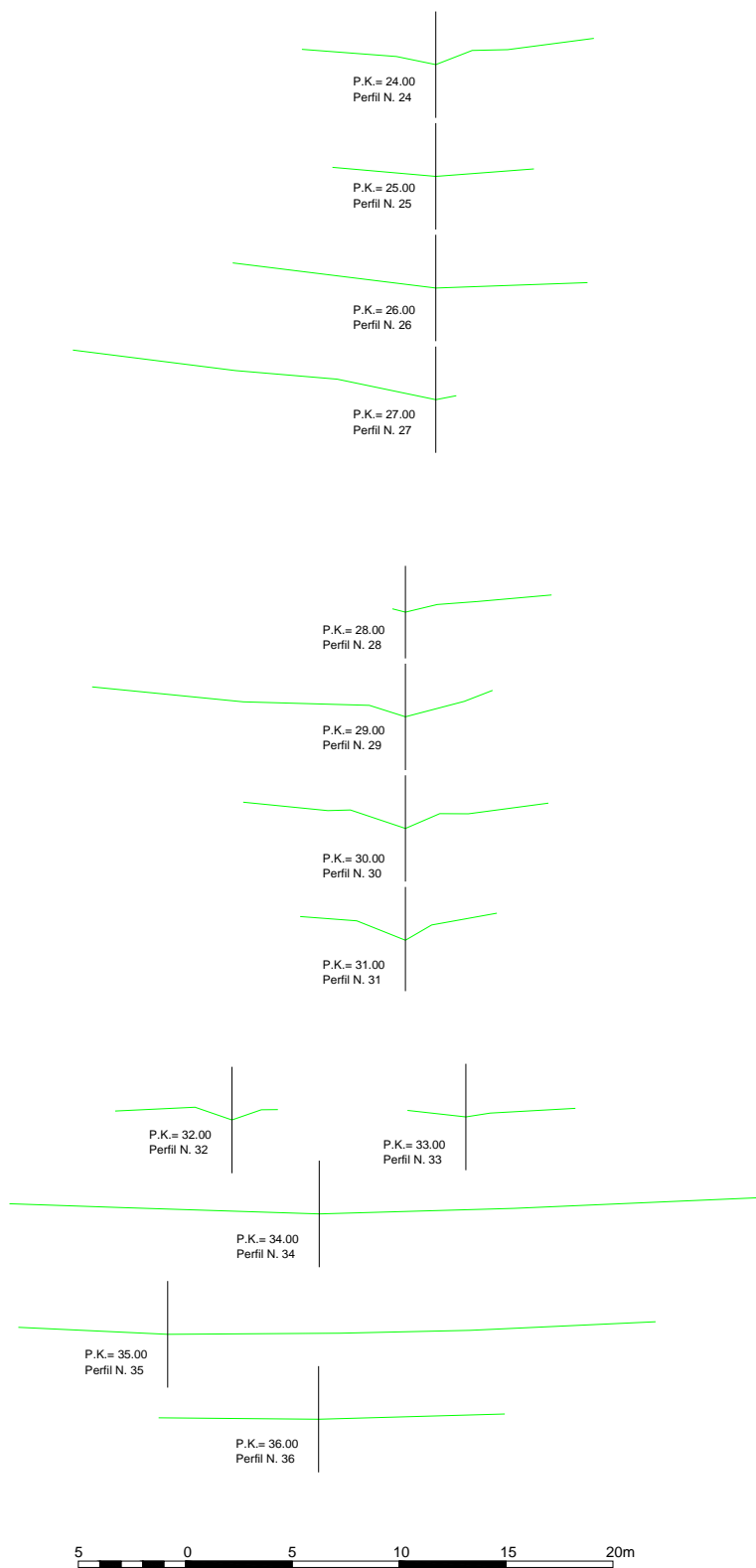


Figura 29c. Perfiles topográficos realizados a lo largo del cauce (N.24-N.36).

4.3. Distribución del espesor de los depósitos en la cuenca.

4.3.1. Interpretación de los SEV.

Como se describe en el apartado 3.2.3, Metodología, la potencia de los depósitos a lo largo de la vaguada ha sido estimada mediante técnica SEV. Una vez realizada la interpretación numérica de los sondeos, desde el punto de vista eléctrico, se han obtenido dos y en algunos puntos tres y cuatro capas sobre el sustrato de pizarras (figuras 30a-c, cortes geoelectricos de 2, 3 y 4 capas).

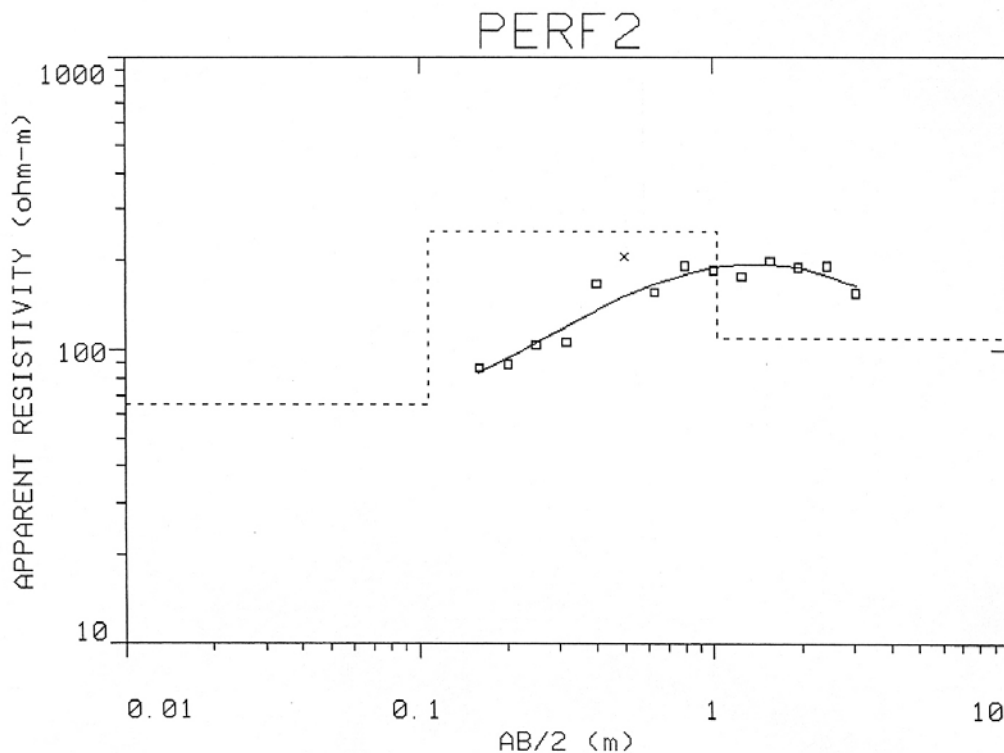


Figura 30a. Corte geoelectrico correspondiente al perfil 2 (trazo discontinuo) donde se han obtenido dos capas sobre el sustrato de pizarras.

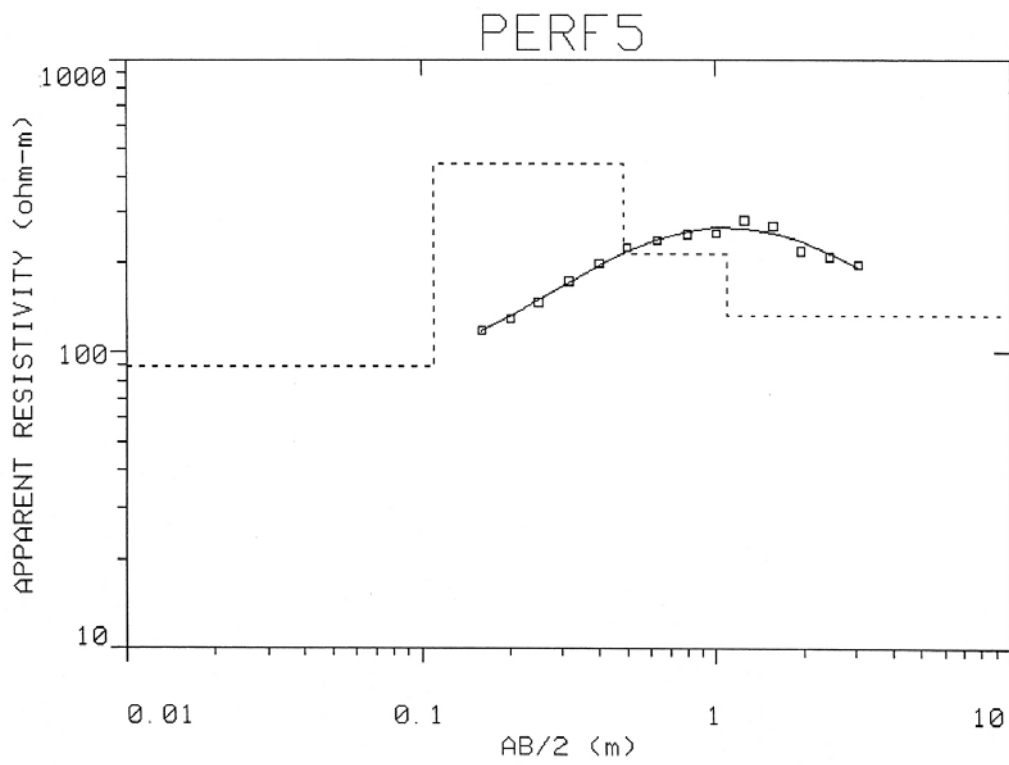


Figura 30b. Corte geoelectrico correspondiente al perfil 5 (trazo discontinuo) donde se han obtenido tres capas sobre el sustrato de pizarras.

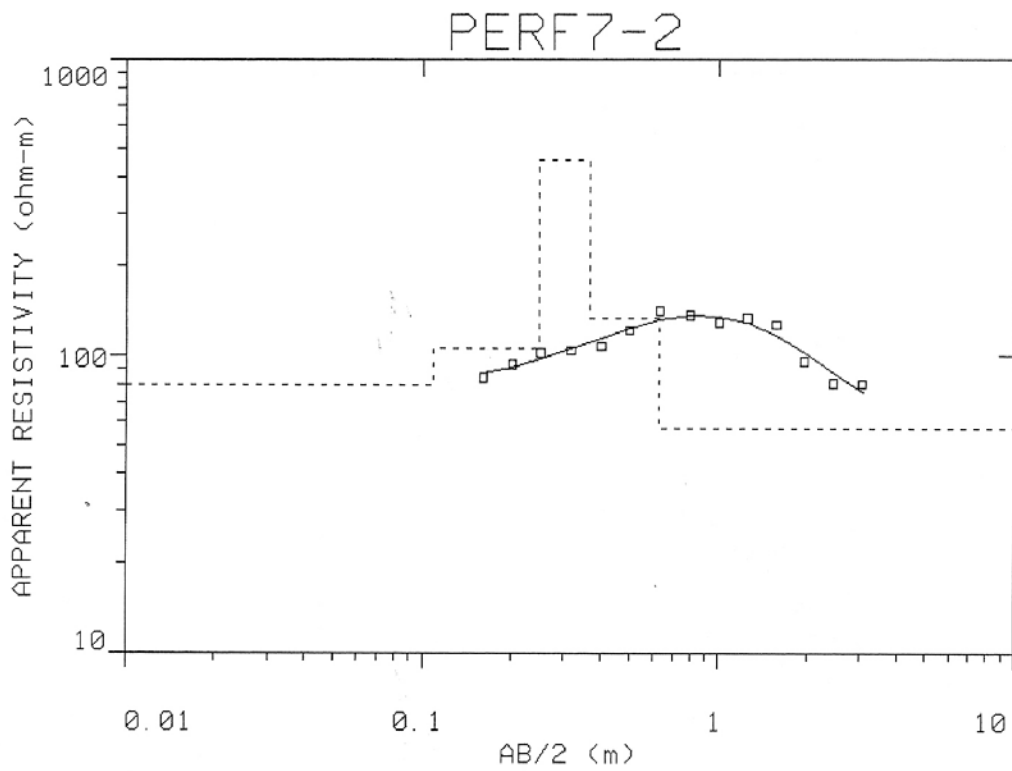


Figura 30c. Corte geoelectrico correspondiente al perfil 7.2 (trazo discontinuo) donde se han obtenido cuatros capas sobre el sustrato de pizarras.

Tras la interpretación del conjunto de perfiles, apoyada por el conocimiento directo que se tiene de la secuencia observada en diferentes cortes, los resultados obtenidos son los siguientes:

- La primera capa, con una resistividad media obtenida de 84.17 ohm-m, está comprendida entre 1 y 10^2 ohm-m, que en la tabla de valores de resistividad de las rocas se correspondería con arcillas (Orellana, 1982). Esta primera capa es de elementos finos enriquecidos en materia orgánica. Su espesor está por debajo de 10 cm.
- La segunda, tercera y cuarta capa se corresponderían con las gravas y arenas de diferentes tamaños de grano, dando lugar a distintos valores de resistividad que estarían comprendidos entre 50 y 800 ohm-m (aluviones).
- El sustrato de pizarras tiene una resistividad media de 207.7 ohm-m y estaría marcando el límite de los depósitos sedimentarios. Valores similares se han obtenido en estos materiales (220-250 ohm-m), correspondientes al área del sur de Salamanca, tras los trabajos desarrollados en prospección hidrogeológica aplicando la misma técnica (Sánchez, 1985).

A partir de la suma de los valores de espesores determinados en las diferentes capas de cada perfil investigado, se obtiene la potencia total del depósito en dicho perfil, cuyos resultados se muestran en la tabla 9.

Perfil	Espesor total depósito	Perfil	Espesor total depósito
0	0.878 m	19.1	0.401 m
1	1.225 m	19.2	0.270 m
2	1.035 m	20	0.435 m
3	0.449 m	21	0.291 m
4	0.884 m	22	0.325 m
5	1.087 m	23	~0 m
6.1	1.262 m	24.1	0.450 m
6.2	0.991 m	24.2	0.371 m
7.1	0.775 m	25	0.278 m
7.2	0.623 m	26	0.335 m
8.1	0.425 m	27	0.331 m
8.2	0.247 m	28	0.320 m
9	0 m	29	0.415 m
10	0.657 m	30	0.282 m
11	0.552 m	31.1	0.447 m
12	0.511 m	31.2	0.328 m
13	0.601 m	32	0.291 m
14.1	0.852 m	33	0.355 m
14.2	0.976 m	34.1	0.662 m
15	0.959 m	34.2	0.531 m
16.1	0.802 m	35.1	0.370 m
16.2	0.623 m	35.2	0.411 m
17	0.451 m	36.1	0.462 m
18	0.327 m	36.2	0.521 m

Tabla 9. Espesor total del depósito obtenido en cada uno de los puntos sondeados.

Como se observa en la tabla 9, los valores de potencia cero correspondientes a los perfiles 9 y 23 se deben a dos causas bien diferenciadas.

En el perfil 9 el sustrato de la cuenca aflora desprovisto de depósito mientras que en el perfil 23, el valor interpretado en el SEV asimilado como cero (~ 0 , del orden de cero), se corresponde con un punto en el que el espesor está por debajo de la resolución del método.

Tras el análisis de estos datos, se determina que el máximo espesor obtenido de manera indirecta mediante SEV es de 1.262 m, localizado en el sondeo efectuado en el punto 6.1. Por medición directa, la potencia obtenida en el corte que ofrece este perfil, es de 1.8 m.

Los valores de medidas directas realizadas en estudios previos en estas áreas (Schnabel, 1996), señalan potencias muy similares a las tomadas en este trabajo sobre el terreno, estando próximas a los 2 m.

Los valores obtenidos en los puntos sondeados no superan las cifras máximas de espesores medidos de manera directa lo que podría explicarse al haber realizado las mediciones en las zonas centrales de las áreas de mayor acumulación, efectuando la mayoría de los SEV en puntos alejados de estas zonas donde el espesor del depósito iría reduciéndose. No se descarta, sin embargo, que existan en el relleno sedimentario, áreas donde el espesor pueda ser superior a los valores obtenidos en este estudio ya que el número de SEV practicados ha sido limitado (uno o dos por perfil) aunque se ha tratado de cubrir la zona de depósito de la forma más precisa, tras las observaciones que se iban llevando a cabo sobre el terreno.

La media de los valores de espesor calculada, una vez analizado el conjunto de datos obtenidos mediante los SEV, es de 0.543 m (desviación típica: 0.295). Agrupando estos valores en intervalos constantes de 0.25 m, el porcentaje de espesores se recoge en la tabla 10, mostrándose en la figura 30, el histograma correspondiente.

Espesor (m)	Frecuencia	Frecuencia relativa (%)
0.00 - 0.25	3	6.2%
0.25 - 0.50	24	50.0%
0.50 - 0.75	9	18.8%
0.75 - 1.00	8	16.7%
1.00 - 1.25	3	6.2%
1.25 - 1.50	1	2.1%

Tabla 10. Frecuencia y porcentaje de los valores de espesor de los depósitos de vaguada obtenidos mediante SEV.

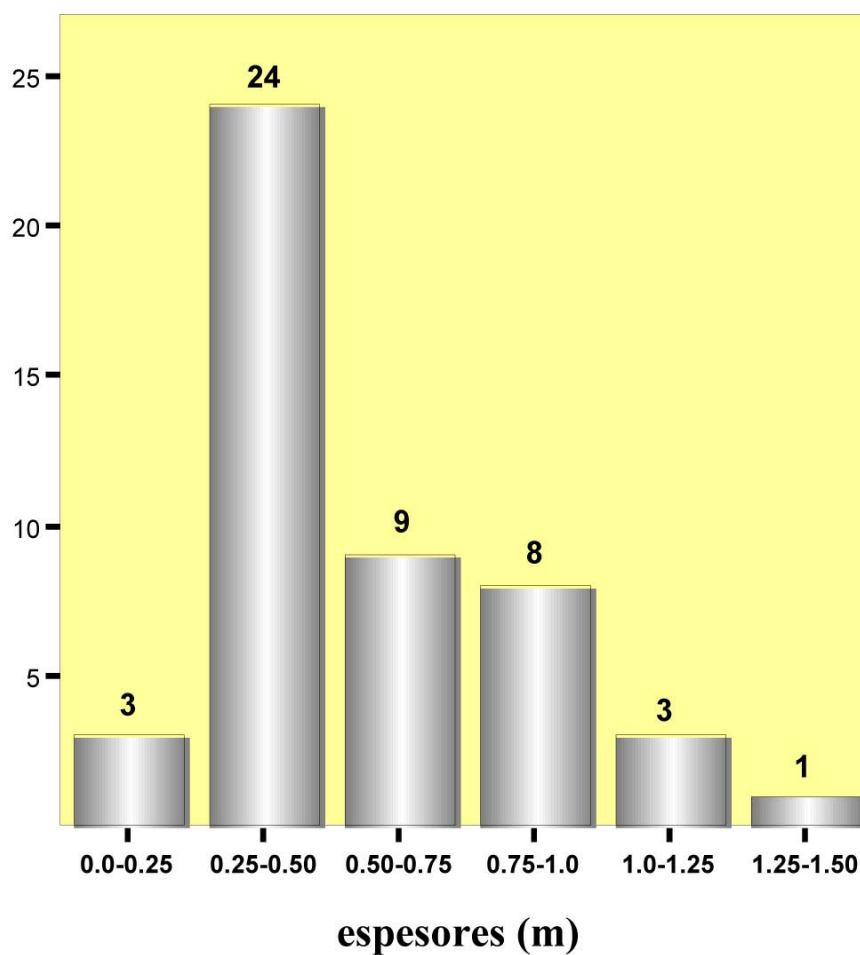


Figura 31. Histograma que recoge la distribución de la potencia de los depósitos de vaguada.

Más de un 85% de los espesores obtenidos estarían comprendidos en el intervalo de 0.25-1 m, mientras que los valores por encima de 1 m e inferiores a 0.25 m, representarían un porcentaje mínimo.

4.3.2. Estimación del volumen de sedimento en la cuenca.

Con los datos de valores de espesor calculados mediante SEV se trazan los perfiles correspondientes al sustrato de las zonas de depósito para, junto con los topográficos correspondientes, obtener las secciones a partir de las cuales se determina el volumen de sedimento en la cuenca.

Las secciones verticales del conjunto de perfiles efectuados a lo largo del cauce se muestran en las figuras 32a-i.

Con trazo verde se marca el perfil topográfico y en trazo rojo el perfil correspondiente al sustrato. La longitud que presentan y la profundidad del sustrato determinan la superficie de la sección vertical de cada uno de ellos (rayado oblicuo), cuyo valor aparece indicado. El cálculo de superficie se ha efectuado según se describe en el apartado 3.2.3.1, pasando la polilínea en su parte superior por el perfil topográfico y en su parte inferior por el perfil definido por los SEV. A partir del valor de superficie de la sección vertical y la distancia que separa cada perfil, se calcula el volumen parcial de sedimento como la semisuma de las superficies del perfil anterior y posterior multiplicado por la separación entre ambos; dicha distancia se obtiene como diferencia de puntos kilométricos (P.K.) entre los perfiles. La suma de todos ellos dará el volumen total de sedimento acumulado en la cuenca.

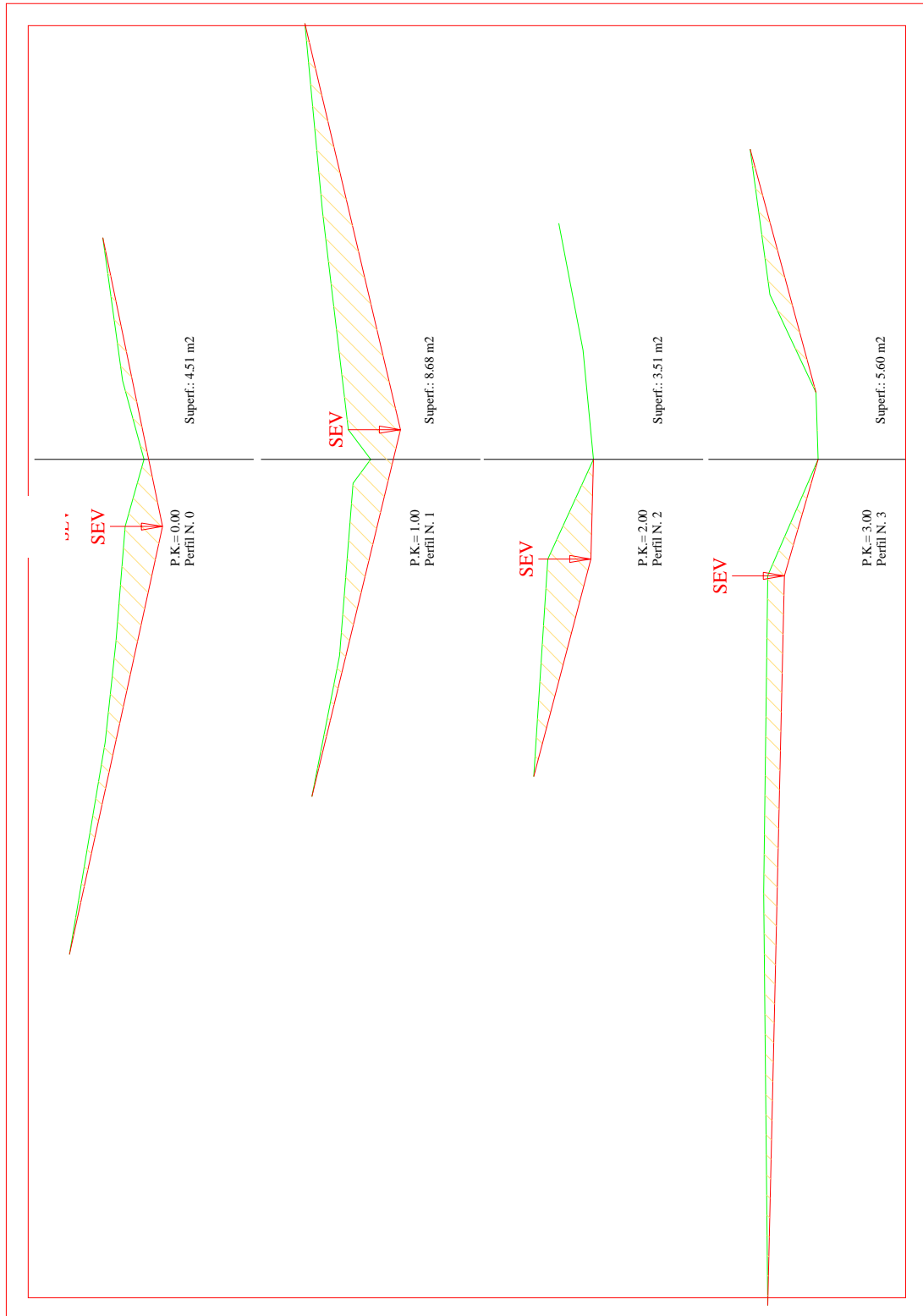


Figura 32a. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (0-3) llevados a cabo en los depósitos de vaguada.

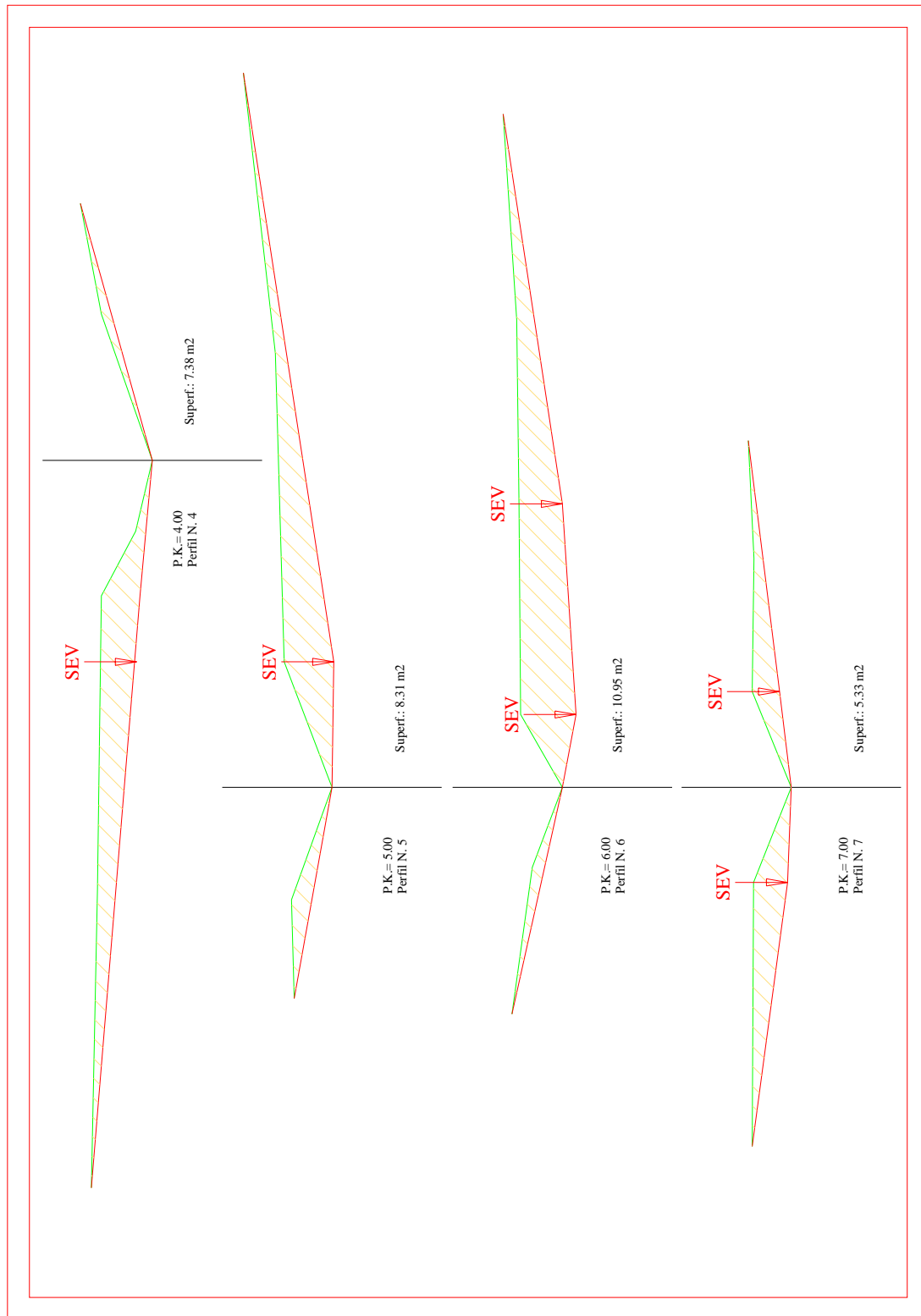


Figura 32b. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (4-7) llevados a cabo en los depósitos de vaguada.

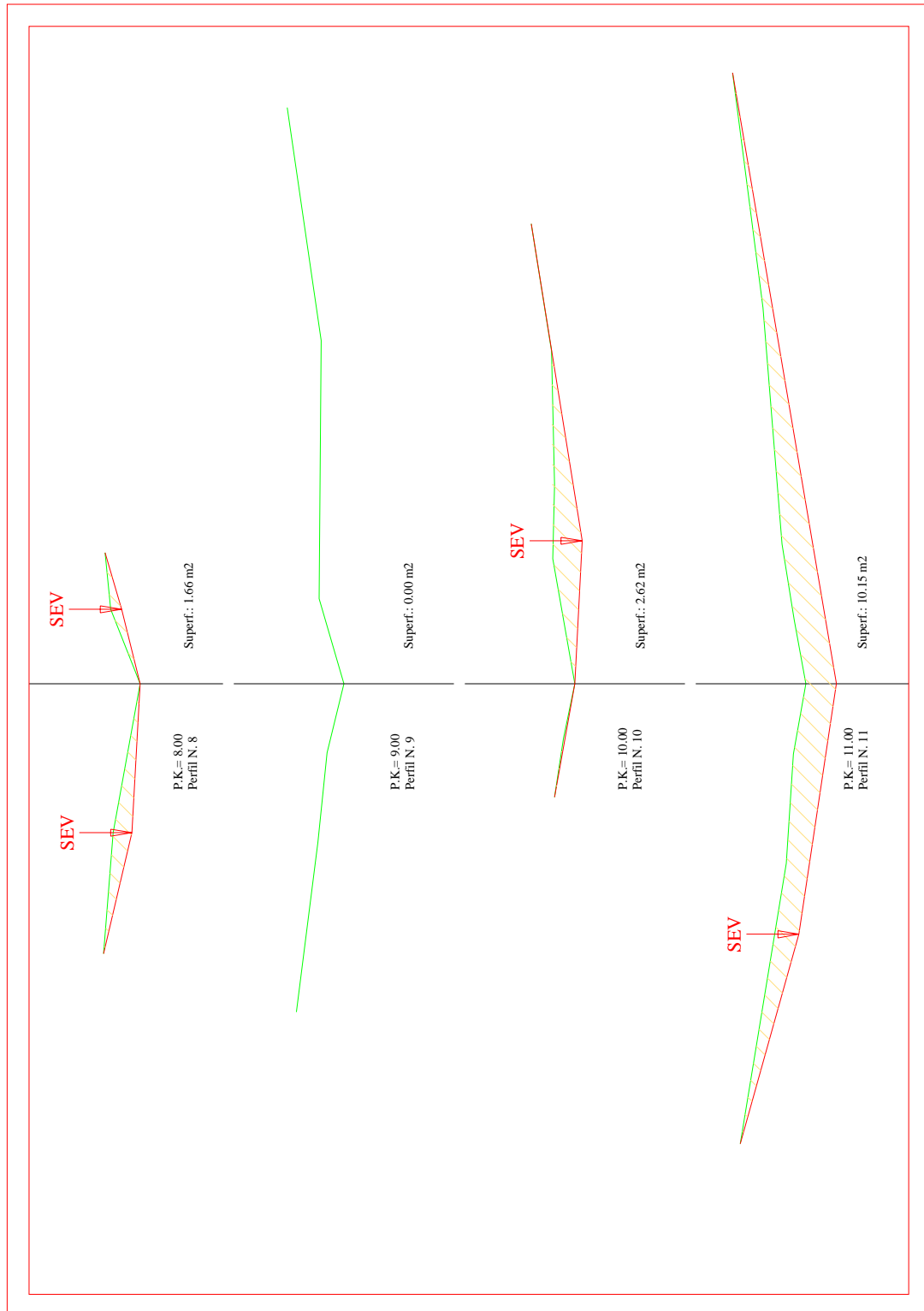


Figura 32c. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (8-11) llevados a cabo en los depósitos de vaguada.

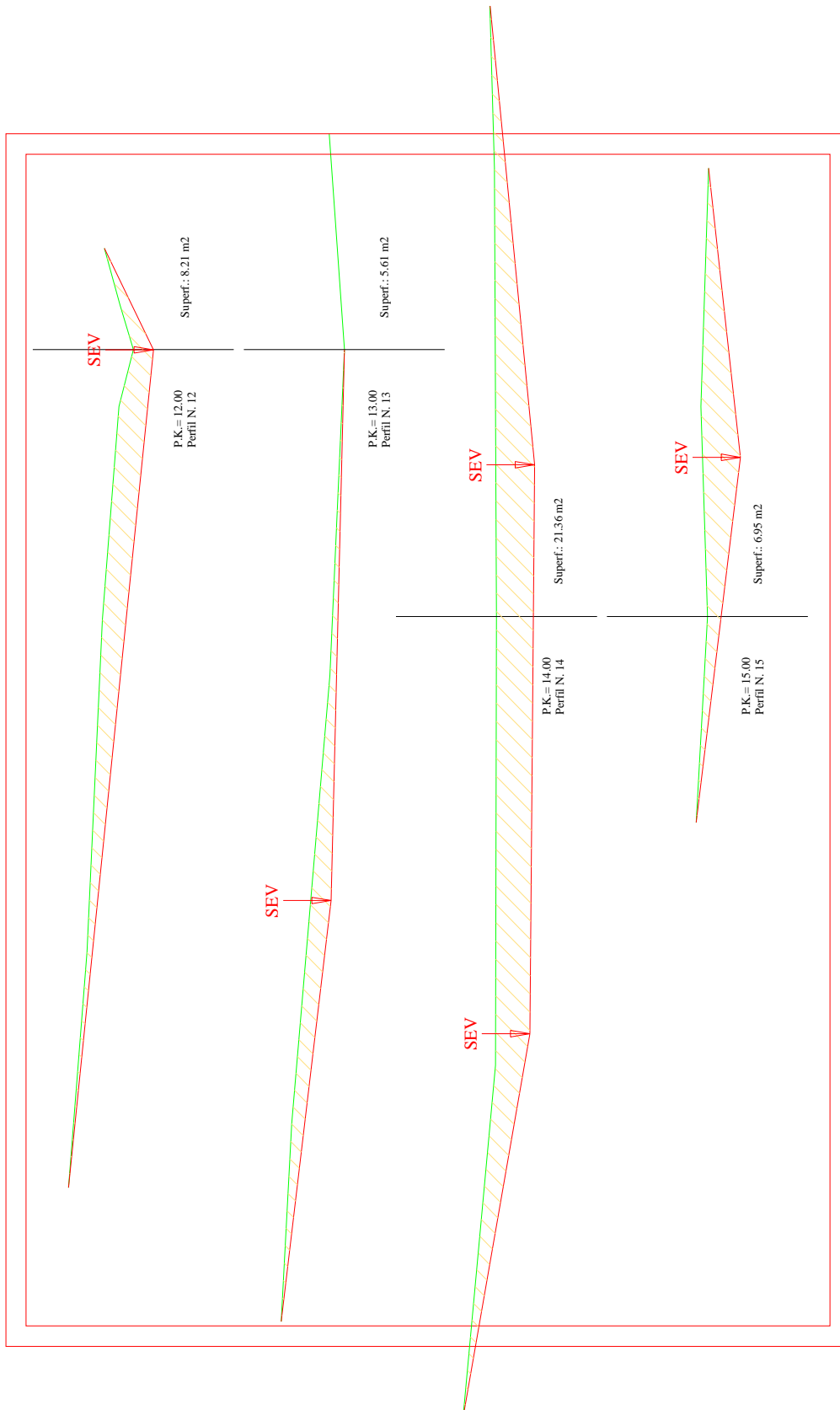


Figura 32d. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (12-15) llevados a cabo en los depósitos de vaguada.

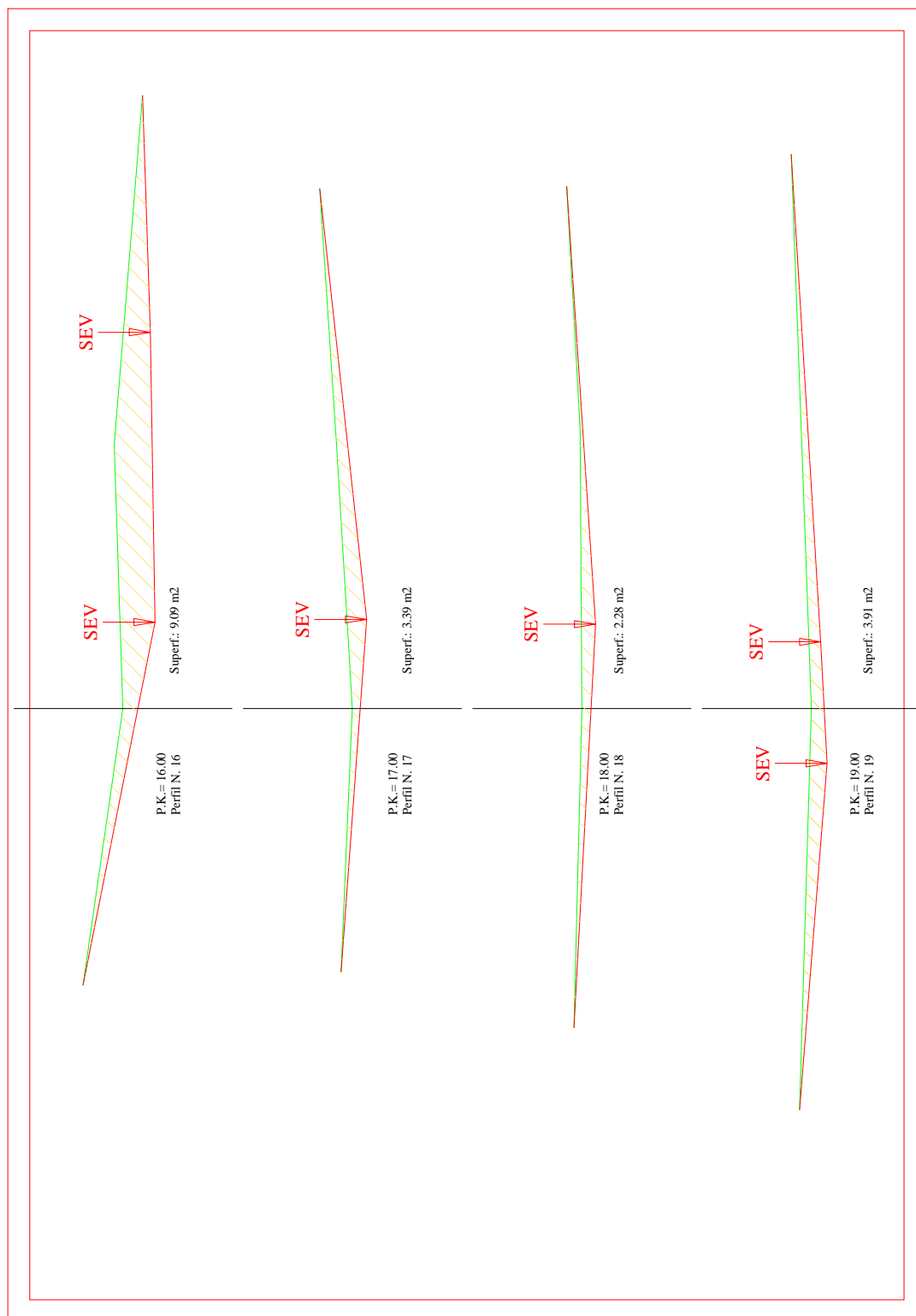


Figura 32e. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (16-19) llevados a cabo en los depósitos de vaguada.

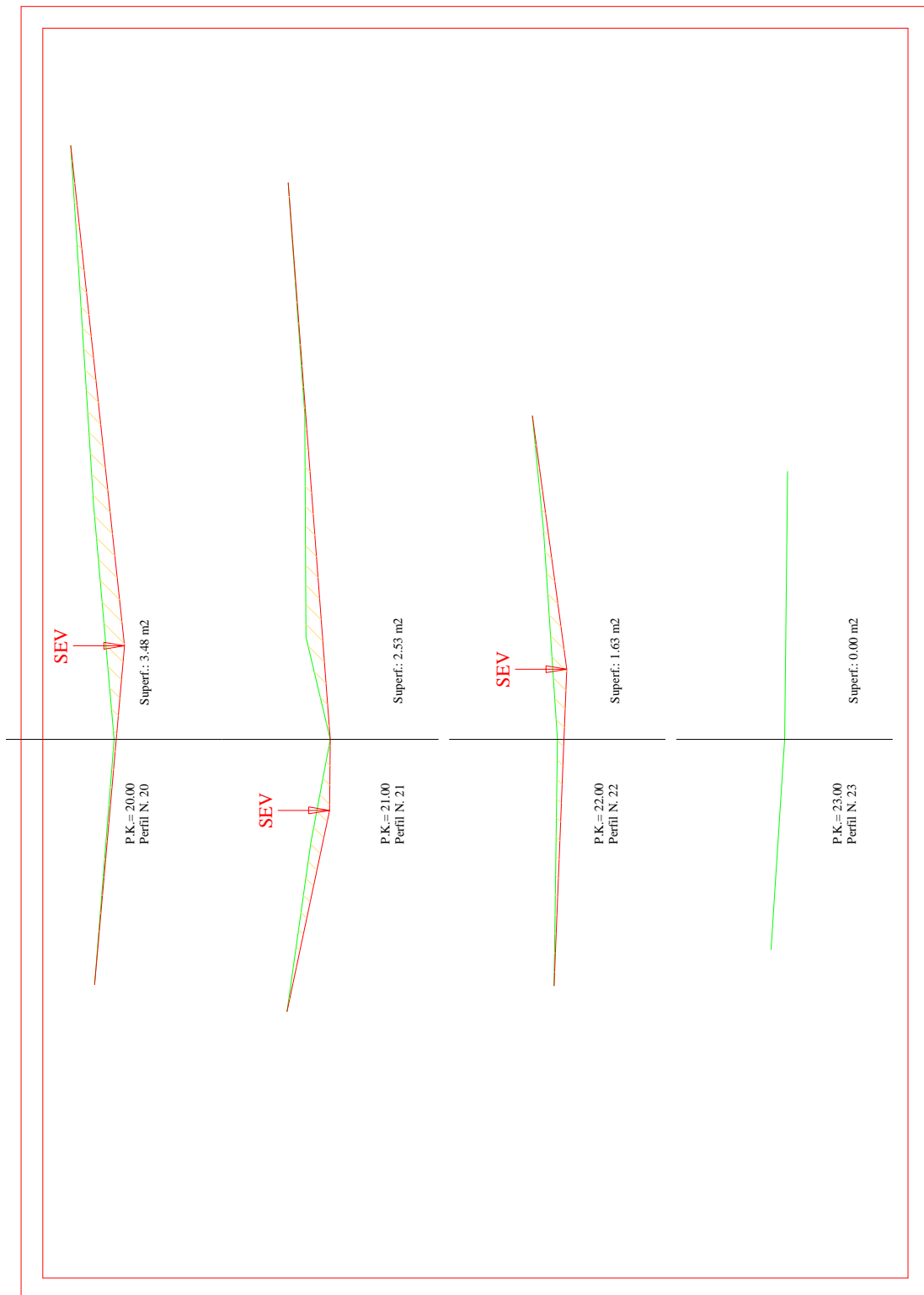


Figura 32f. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (20-23) llevados a cabo en los depósitos de vaguada.

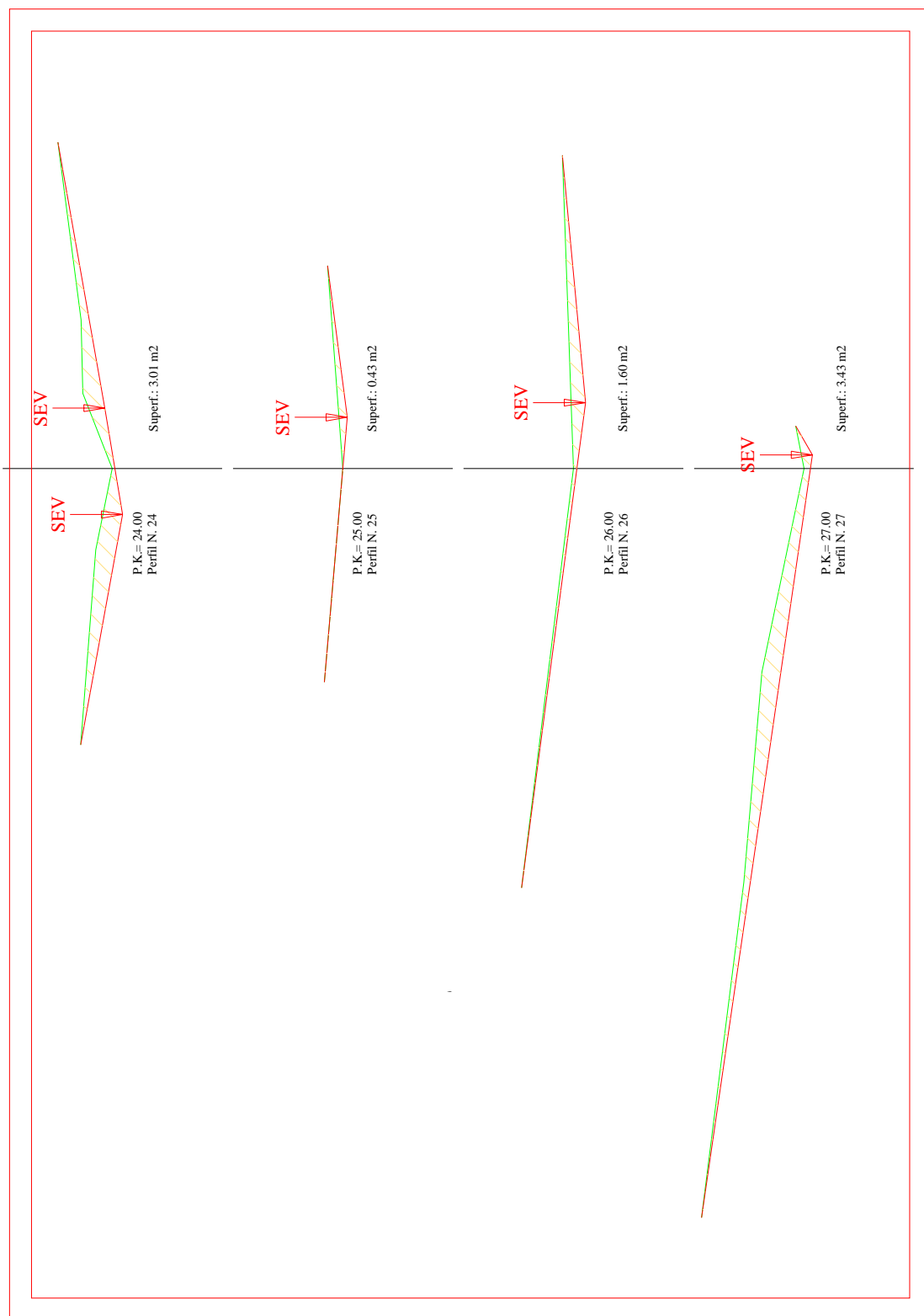


Figura 32g. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (24-27) llevados a cabo en los depósitos de vaguada.

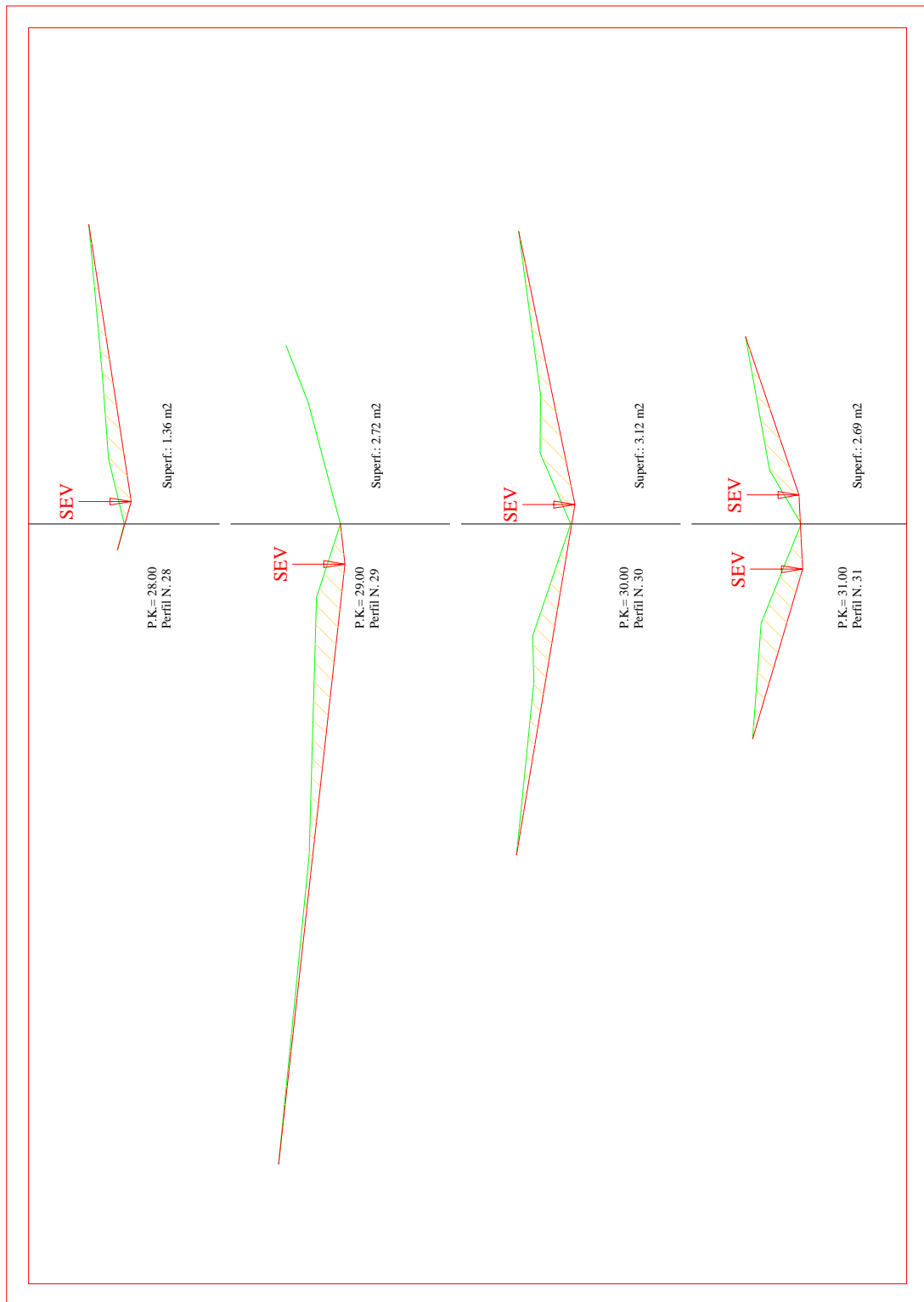


Figura 32h. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (28-31) llevados a cabo en los depósitos de vaguada.

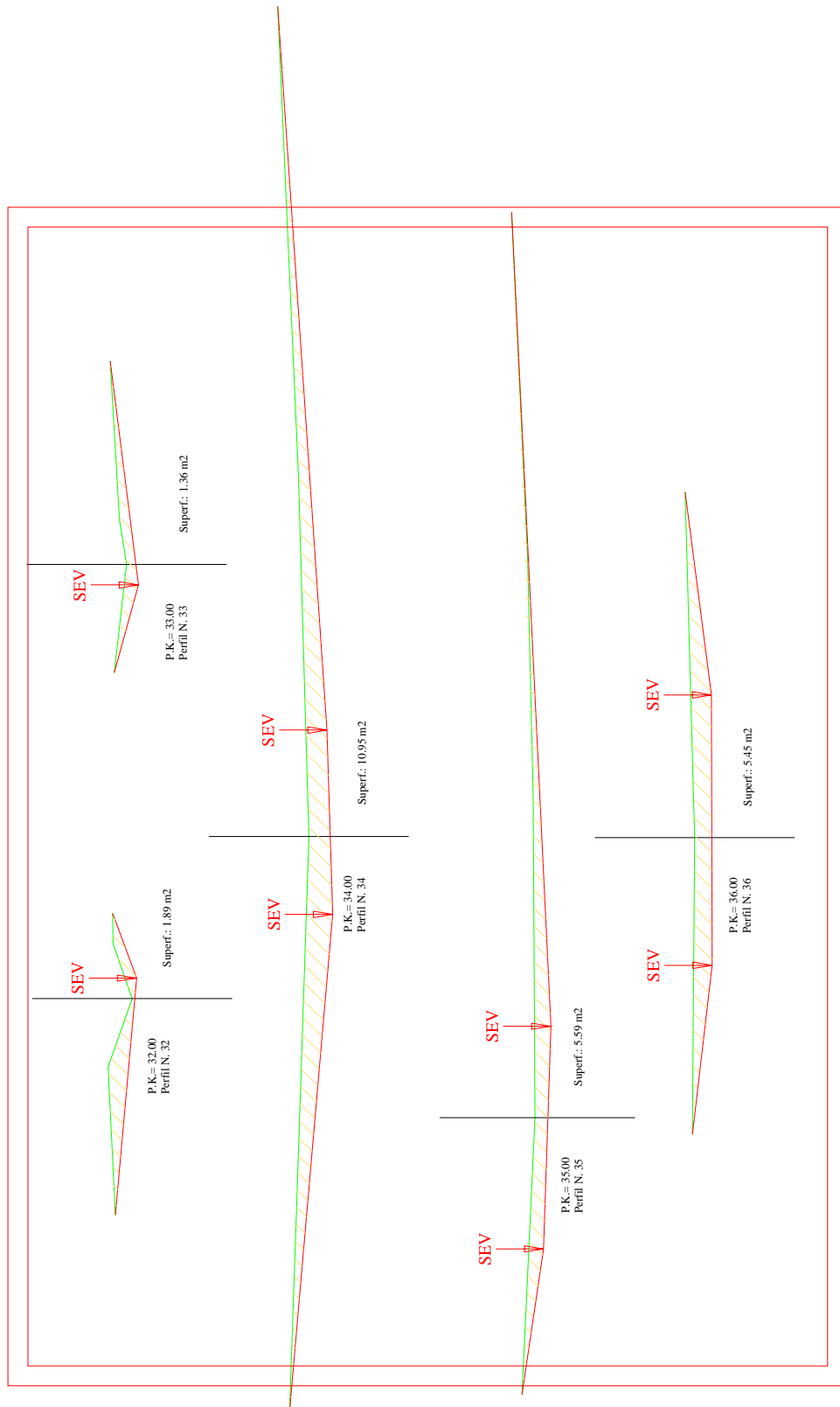


Figura 32i. Secciones verticales de los perfiles topográficos y geofísicos (32-36) llevados a cabo en los depósitos de vaguada.

Los resultados obtenidos, tras la estimación de los volúmenes parciales y volumen total del sedimento en la cuenca, se recogen en la tabla 11. En esta tabla aparece señalado el número de perfil, la distancia de cada uno de ellos respecto al origen del levantamiento (punto donde se sitúa el final de la cuenca, P.K.=0) y la superficie de la sección vertical correspondiente. Los perfiles están agrupados en zona 1 y zona 2, correspondiéndose con la división establecida para el estudio geofísico de los depósitos del cauce (apartado 3.2.3.2, Metodología).

En cada perfil se indica el volumen parcial de sedimento (material acumulado hasta dicho perfil), reflejándose en el último perfil el volumen total de sedimento estimado en la cuenca.

CUBICACIÓN DEPÓSITOS ÁREAS DE VAGUADA				
VOLÚMENES				
Nº perfil	Distancia al punto inicial del levantamiento (P.K= 0)	Superficie de la sección vertical	Parcial	Acumulado
	m	m ²	m ³	m ³
Perfiles Zona 1				
0	0.00	4.51	0.00	
1	30.91	8.68	203.87	203.87
2	72.48	3.51	253.34	457.22
3	118.54	5.60	209.83	667.04
4	142.52	7.38	155.62	822.67
5	167.60	8.31	196.75	1019.42
6	184.14	10.95	159.20	1178.62
7	215.26	5.33	253.37	1432.00
8	230.52	1.66	53.31	1485.30
9	267.26	0.00	30.50	1515.80
10	299.90	2.62	42.76	1558.56
11	319.73	10.15	126.65	1685.21
12	341.66	8.21	201.29	1886.50
13	364.42	5.61	157.31	2043.81
14	385.22	21.36	280.39	2324.20
15	418.51	6.95	471.26	2795.46
16	429.02	9.09	84.32	2879.78
17	453.38	3.39	151.96	3031.74
18	483.55	2.28	85.54	3117.28
19	502.86	3.91	59.76	3177.04
20	535.40	3.48	120.23	3297.27
21	560.88	2.53	76.57	3373.84
22	591.25	1.63	63.18	3437.02
23	623.87	0.00	26.58	3463.60
24	640.82	3.01	25.52	3489.12
25	658.43	0.43	30.28	3519.40
Perfiles Zona 2				
14	385.22	21.36		3519.40
26	412.34	1.60	311.42	3830.82
27	433.90	3.43	54.22	3885.04
28	459.05	1.36	60.23	3945.27
29	489.07	2.72	61.23	4006.50
30	525.51	3.12	106.42	4112.92
31	562.23	2.69	106.67	4219.59
32	601.43	189	89.78	4309.37
33	664.49	1.36	102.47	4411.83
34	720.36	10.95	343.89	4755.72
35	787.05	5.59	551.52	5307.24
36	816.88	5.45	164.65	5471.88

Tabla 11. Volúmenes parciales y volumen total del sedimento acumulado en las áreas de vaguada de la cuenca experimental.

Tras exponer los resultados relativos al estudio geoelectrico de los rellenos sedimentarios puede resumirse que, por un lado, se ha determinado la potencia de los depósitos en las áreas donde la observación directa no lo permite y, por otro, se ha estimado el volumen de sedimento presente en la cuenca, dato válido para establecer una valoración de los procesos de deposición en otras áreas donde se desarrollen estudios de sedimentos recientes en vaguadas.

La potencia media de los depósitos obtenida de manera indirecta es de 0.543 m. En este cálculo se han tomado en consideración dos datos con valor cero, uno correspondiente a un tramo donde no se registra depósito y otro donde el espesor está por debajo de la resolución del método. Las principales áreas de acumulación se centran en la zona de confluencia del tributario principal y en la parte inferior del cauce.

Respecto a los resultados de la estimación del volumen de sedimento (parcial y total) presente en la cuenca, hay que señalar que se logra tras los cálculos efectuados previo levantamiento topográfico de la superficie del depósito así como del perfil del sustrato. Los errores aparejados a estos levantamientos y a las operaciones de cálculo, deben ser considerados en el resultado de estimación del volumen total de material sedimentario en la cuenca, que es de 5471.88 m³. Las fuentes de error, se pueden resumir en dos puntos.

Por un lado, el proceso de toma de datos, que a su vez se divide en la toma de datos topográficos, bastante preciso, y los datos obtenidos mediante SEV. En este segundo caso la precisión del equipo daría un error despreciable aunque no así la idoneidad del punto donde se sondea, que no es observable, tomando el interpretado como el adecuado. Asimismo debe tomarse en consideración el volumen de material presente en la cuenca cuyo espesor ha quedado fuera de la resolución

del método de prospección empleado (potencia < 0.25 m), no valorándose en la investigación y por tanto no sumándose al volumen total de depósito.

La segunda fuente de error estaría en el proceso de edición y cálculo de los datos. Al utilizarse sistemas automatizados, se descarta casi cualquier error accidental, pero deben tomarse en cuenta los errores sistemáticos del proceso, considerándose como un parámetro adecuado el habitual en las mediciones topográficas y que debe ser inferior al 0.5%.

4.4. Caracterización y datación de los sedimentos.

Se presentan los resultados del estudio sedimentológico basado en el levantamiento de diferentes perfiles a lo largo de las áreas de vaguada, permitiendo establecer la secuencia general de depósito que ha tenido lugar en la cuenca estudiada. La caracterización de los sedimentos se ha determinado con datos aportados por el análisis textural de las muestras tomadas en diferentes niveles de las columnas levantadas. La zona donde se lleva a cabo el levantamiento, se describe en la pág. 50 de esta memoria. La importante acumulación de material en esta zona y la incisión por cárcavas, permiten el levantamiento completo del relleno, al disponerse de la observación directa del conjunto del depósito sedimentario necesario para describir las variaciones tanto verticales como laterales que experimenta.

4.4.1. Descripción de perfiles sedimentológicos.

El levantamiento de los perfiles sedimentológicos se materializa con la representación de cada uno de ellos, a la escala adecuada, como se muestra en las figuras 33 a 37. En cada perfil se han trazado los diferentes niveles que han podido distinguirse, señalando en la leyenda el tipo de material correspondiente. También se muestra una fotografía del corte donde se ha llevado a cabo el perfil y la potencia total que presenta.

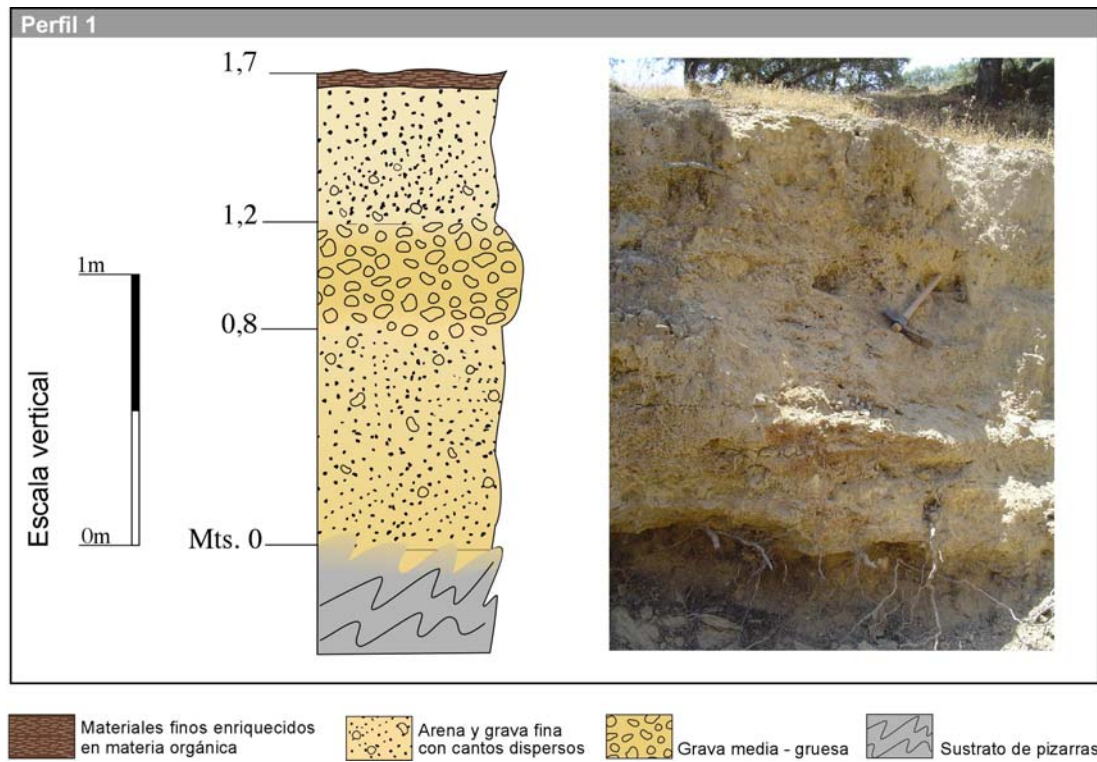


Figura 33. Perfil sedimentológico 1 levantado en los depósitos del cauce.

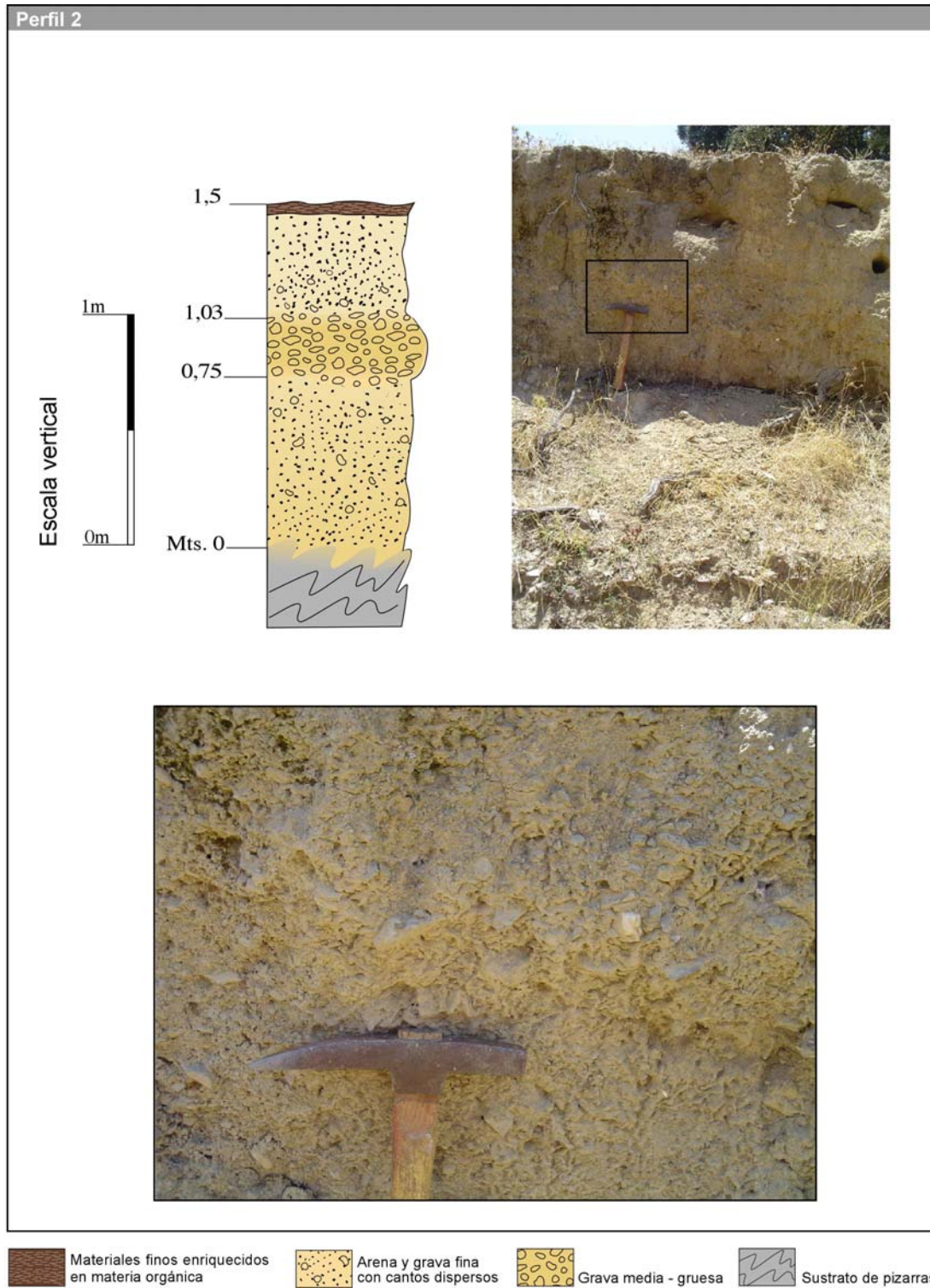


Figura 34. Perfil sedimentológico 2 levantado en los depósitos del cauce. Detalle del nivel de mayor granulometría diferenciado en el mismo.

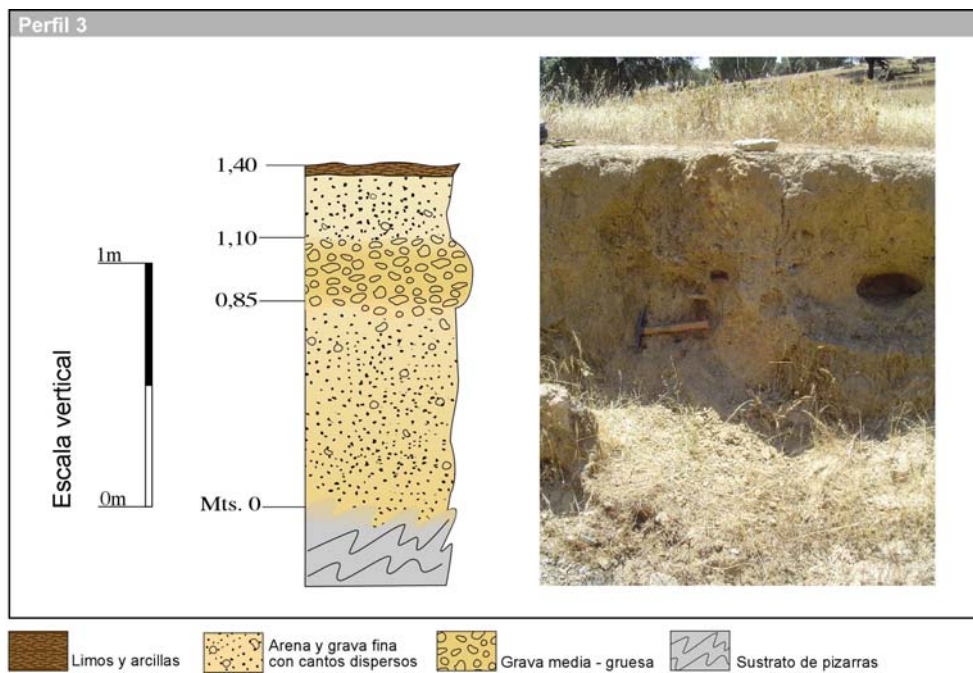


Figura 35. Perfil sedimentológico 3 levantado en los depósitos del cauce.

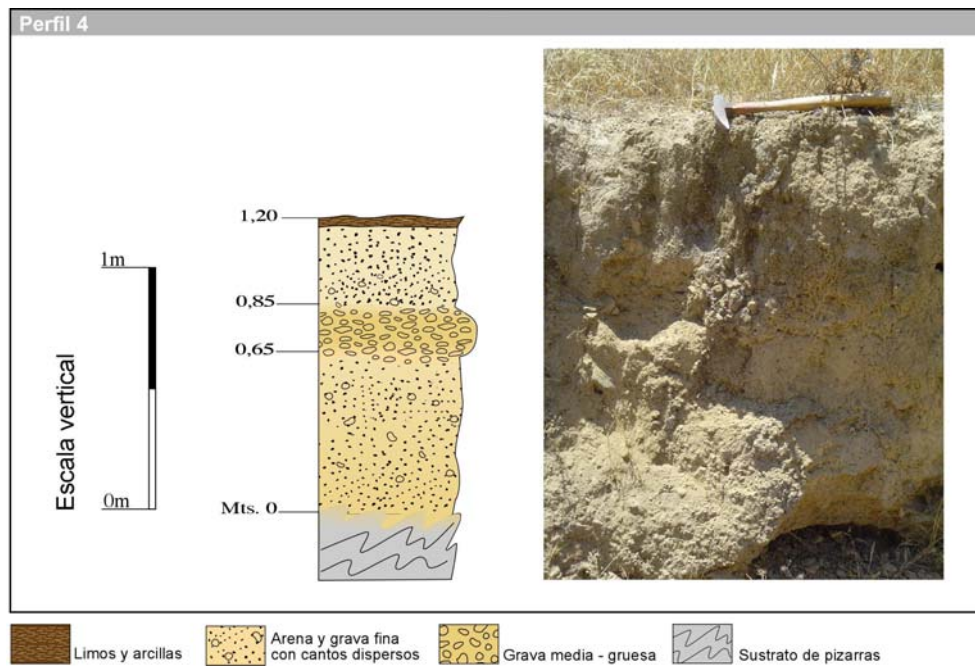


Figura 36. Perfil sedimentológico 4 levantado en los depósitos del cauce.

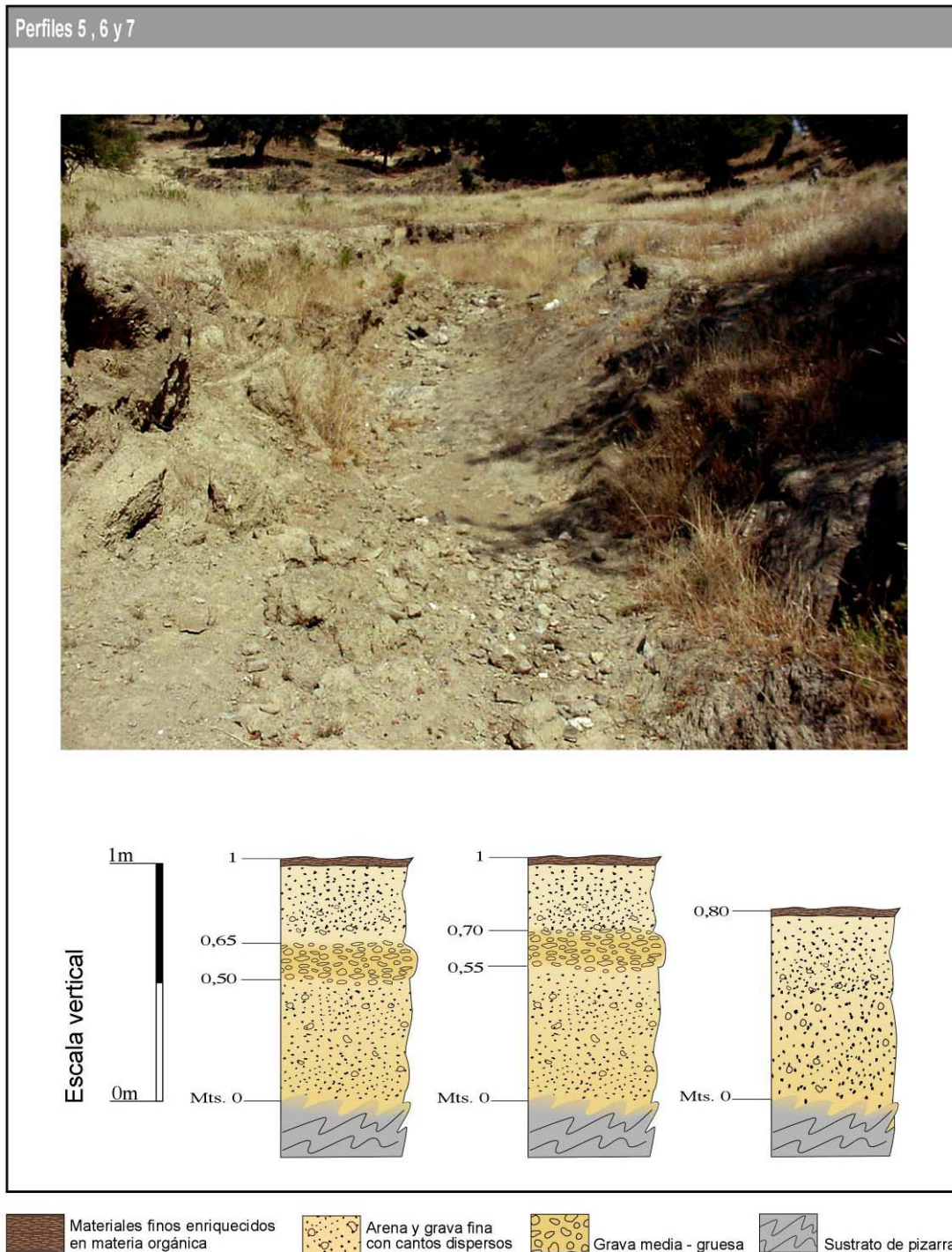


Figura 37. Perfiles sedimentológicos 5, 6 y 7 levantados en los depósitos del cauce.

Los datos relativos al espesor de los distintos niveles diferenciados en cada uno de los perfiles levantados se resumen en la tabla siguiente (tabla 12). En ella puede apreciarse la reducción del espesor de los perfiles a medida que se aproximan a la salida de la cuenca, desapareciendo en el último perfil levantado, el nivel 2.

	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7
Nivel 1 (m)	0.5	0.47	0.30	0.35	0.35	0.30	
Nivel 2 (m)	0.4	0.28	0.25	0.20	0.15	0.15	-
Nivel 3 (m)	0.8	0.75	0.85	0.65	0.50	0.55	0.8
Potencia total	1.70	1.50	1.40	1.20	1.00	1.00	0.8

Tabla 12. Potencia de los diferentes niveles correspondientes a los perfiles sedimentológicos levantados en las áreas de depósito.

4.4.1.1. Caracterización textural de los sedimentos.

Los resultados del análisis textural de las muestras tomadas en los distintos niveles del depósito se recogen en la tabla 13. Se señala el contenido que presentan (expresado en %) de elementos gruesos, determinándose con los elementos finos (arena, limo y arcilla) las clases texturales.

	C1 N1	C1 N2	C1 N3	C2 N1	C2 N2	C 2N2	C2 N3	C3 N1	C3 N2	C3 N3	C4 N1	C4 N2	C4 N3
Textura	Franco	Franco-arenoso	Franco-arenoso	Franco-arenoso	Franco-arenoso	Franco-arenoso	Franco	Franco	Franco-arenoso	Franco	Franco-limoso	Franco	Franco
Arena (%)	50.3	53.4	52.3	52.1	54.3	54.3	39.3	36.6	56.1	38.6	32.7	46.0	38.7
Arcilla (%)	12.6	11.5	13.0	12.8	12.1	12.1	14.8	14.2	12.7	14.2	15.7	12.1	14.1
Limo (%)	37.2	35.1	34.8	35.1	33.7	33.7	46.0	49.3	31.2	47.2	51.6	42.0	47.2
Elem. Gruesos (%)	61.1	80.8	61.8	64.3	77.6	77.6	66.0	78.1	83.3	56.7	50.0	76.3	88.3

Tabla 13. Resultados del análisis textural de los depósitos.

Los sedimentos dominantes en la secuencia general, presentan un porcentaje de elementos gruesos en torno al 62%, fundamentalmente grava fina. Con respecto a la fracción fina (arena, limo y arcilla), la textura presente en la mayoría de las muestras analizadas es franco-arenosa.

4.4.1.2. Descripción y variación de los perfiles sedimentológicos a lo largo del cauce.

A partir de los estudios sedimentológicos llevados a cabo se determina que los materiales que rellenan las áreas de vaguada están constituidos fundamentalmente por arenas y gravas finas con matriz limosa y cantos dispersos. En la parte media-superior del depósito se intercala un nivel compuesto mayoritariamente por gravas de tamaño medio-grueso, presentando el sedimento por debajo y por encima de él similares características. La secuencia puede dividirse en tres tramos, cuyo espesor se ha medido y descrito en las diferentes columnas levantadas. Se ha denominado nivel 1, al superior, situado por encima del tramo con dominio de gravas medias, correspondiente al nivel 2. El nivel 3 se sitúa en la parte inferior de la secuencia sobre el lecho de pizarras.

La parte superior del nivel 1 culmina con un nivel de materiales finos enriquecidos en materia orgánica, soporte del estrato herbáceo.

El contacto del nivel 2 con el superior e inferior es, en general, irregular y a veces difuso aunque en algunos puntos aparece bastante neto.

Tras el levantamiento de las diferentes columnas sedimentológicas se lleva a cabo la correlación de los diferentes tramos que se han diferenciado en la secuencia general de depósito. En el esquema mostrado en la figura 38 se aprecia la reducción de la potencia de los

perfiles a medida que se avanza aguas abajo, no llegando a distinguirse el nivel de mayor granulometría en el último perfil levantado. En este esquema se recoge, además, la distancia que separa cada perfil y la escala horizontal y vertical empleadas.

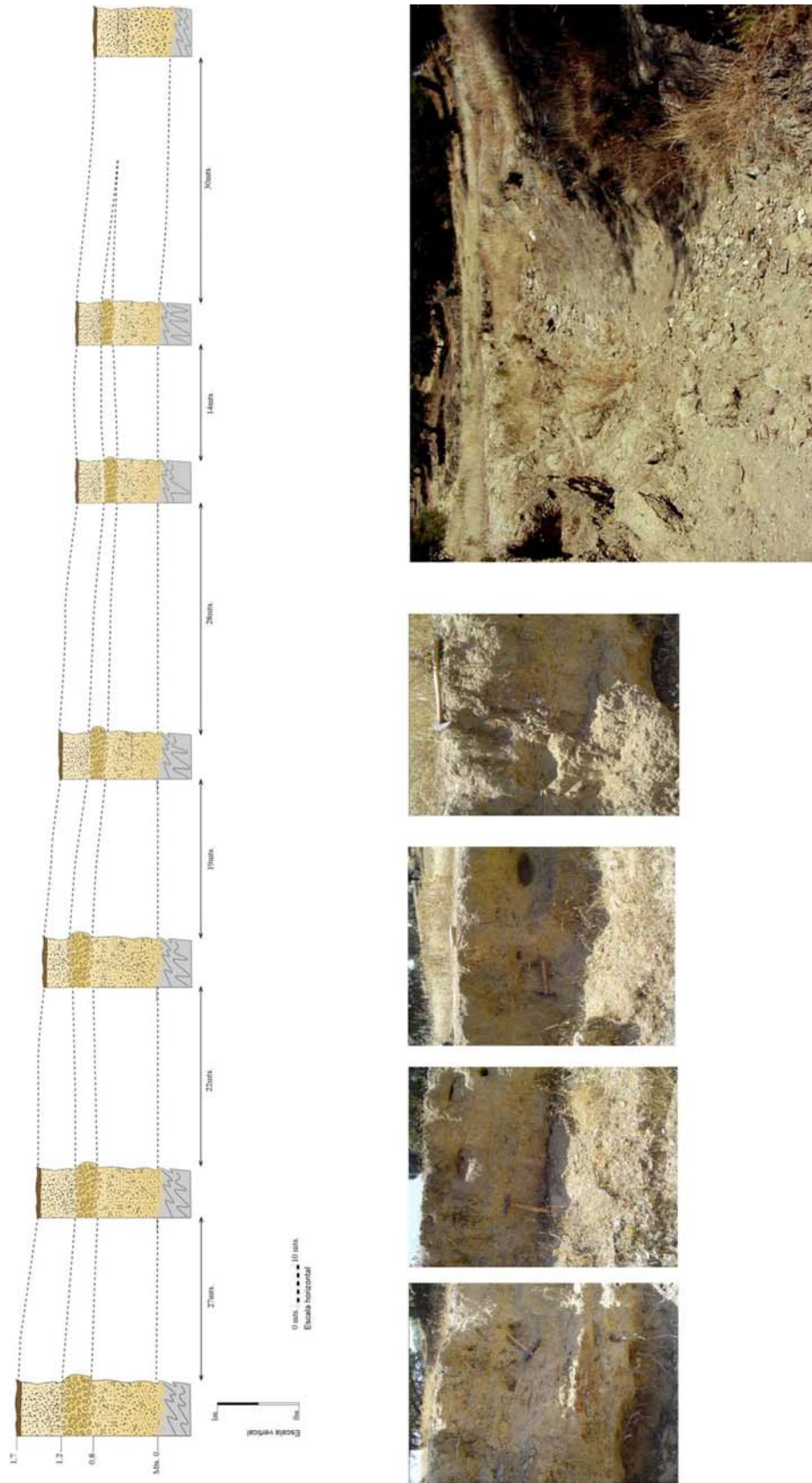


Figura 38. Correlación de los perfiles sedimentológicos levantados en las áreas de depósito del cauce.

4.4.2. Secuencia general de depósito.

Los sedimentos que constituyen las áreas de vaguada son terrígenos, con un predominio de arenas y gravas finas donde se han reconocido facies de arenas, arcillas y limos que tienden a acumularse originando un depósito aluvial de potencia variable con escasos centímetros en algunas áreas, llegando a superar el 1.80 m en otros puntos. Los limos y arcillas de la parte superior del perfil son de colores oscuros, abundando los rasgos edáficos en estos niveles.

En estos depósitos se distingue intercalado en la parte media-superior del perfil un nivel con un porcentaje más elevado de elementos gruesos que presentan una granulometría de grava media-gruesa, obteniendo por medición directa in situ tamaños comprendidos entre 16 y 32 mm, constituidos fundamentalmente de cantos de pizarra y cuarzo con bloques dispersos. Este nivel puede seguirse a lo largo de buena parte de los rellenos sedimentarios del cauce, fundamentalmente en el tramo inferior, que es donde se registran los espesores mayores. Por los datos directos, tras el levantamiento de las diferentes columnas, sabemos que se halla localizado a una profundidad que oscila entre los 14 cm y 50 cm, en este último caso en los perfiles de mayor potencia. El espesor mínimo de este nivel medido es de 10 cm y el máximo de 50 cm, no distinguiéndose cuando la potencia del depósito es inferior a 30-40 cm.

El modelo sedimentario que integra estas facies está relacionado con un ambiente de erosión de laderas que ha proporcionado la fracción gruesa y las arenas, arrastrando las lluvias las tierras correspondientes a la fracción fina.

En el proceso de erosión en cuenca, el desprendimiento de las partículas sólidas presentes en la superficie, se debe al impacto que

producen las gotas de agua sobre el terreno, originando la remoción del suelo y la aparición de partículas sueltas. La escorrentía en la ladera provoca el arrastre de dichas partículas cuyo depósito tiene lugar en el cauce.

En este transporte se produce el escurrimiento superficial de la ladera con el arrastre de finos (carga de lavado), siendo la concentración en canalillos así como el transporte en canales de mayores dimensiones (cárcavas), responsables de la erosión del material más grueso.

La lluvia y la escorrentía proporcionan la energía inicial necesaria para el proceso de remoción y transporte de las partículas del suelo, determinando las características topográficas la energía de la corriente hidráulica para el transporte de partículas. Asimismo, la composición y estructura del suelo (tamaño de partícula, cohesión, etc.) influyen en la capacidad que la energía de la lluvia y la escorrentía tienen para arrastrar las partículas del suelo siendo así la actividad humana, a través de las prácticas de cultivo, determinante en alterar la susceptibilidad del mismo a ser erosionado.

El sedimento de la secuencia estudiada representa el material correspondiente a la erosión de los suelos del área donde se ubica la cuenca, suelos de la penillanura cacereña desarrollados sobre pizarras, con profundidades escasas, entre 25 y 50 cm (Gallardo, 1997). En el proceso erosivo de ladera se registra una mayor capacidad de arrastre por la lluvia materializado en el nivel de cantos de mayor granulometría identificado en la secuencia, pudiendo deberse a una mayor exposición de pedregosidad presente en el perfil del suelo por un laboreo más intenso del que haya podido darse con anterioridad. La redistribución del suelo por arrastre mecánico durante las operaciones agrícolas de laboreo, ha sido reconocido como un proceso *per se* de intensa

degradación del suelo (erosión mecánica o erosión por laboreo, también llamado "*tillage erosion*"). Los modelos empíricos que describen los mecanismos de redistribución mecánica del suelo han puesto de manifiesto que la mayoría de los aperos de labranza utilizados en muy diversas condiciones agronómicas, generan tasas de removilización del suelo muy elevadas (Lindstrom *et al.*, 1992; Govers *et al.*, 1999; De Alba, 2001; Torri *et al.*, 2002).

El depósito analizado puede interpretarse como el efecto de la redistribución del suelo ocasionado por prácticas agrícolas realizadas en el pasado, traduciéndose en una modificación o interacción en los procesos de erosión hídrica que ha dado origen a la alteración del ritmo normal de depósito de la secuencia sedimentaria del área de estudio con arrastres de material de mayor granulometría.

La columna sedimentológica tipo se muestra en la figura 39.

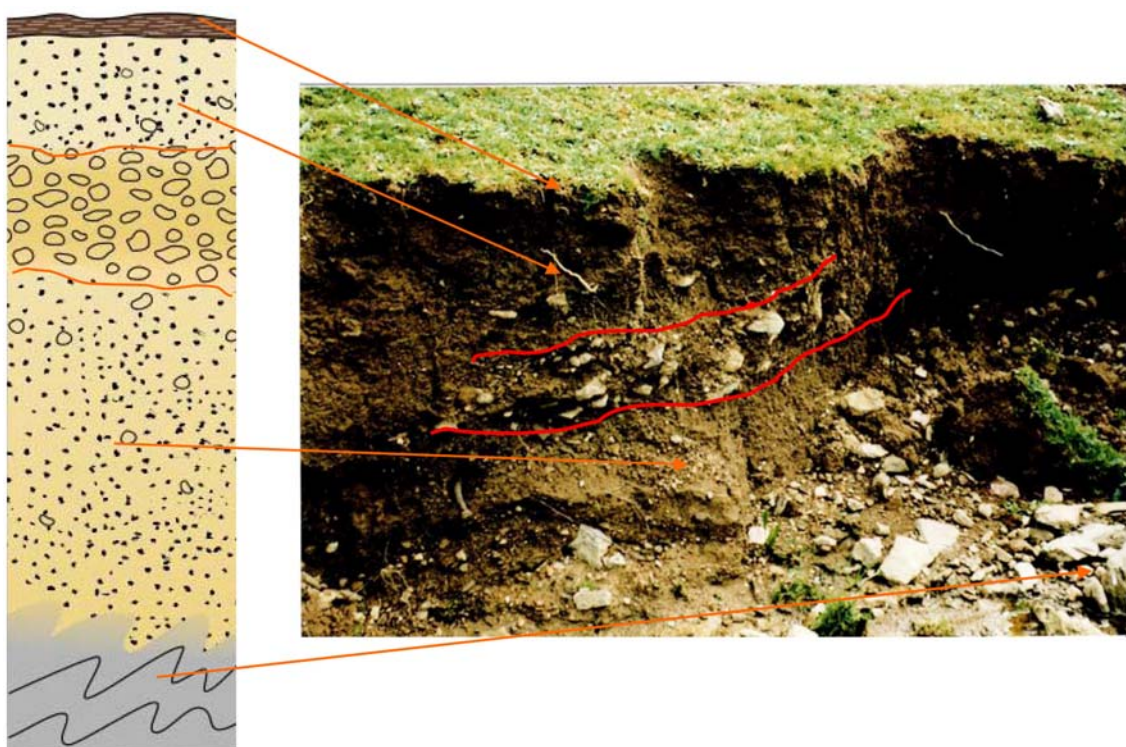


Figura 39. Columna sedimentológica tipo correspondiente a los depósitos del cauce. Fotografía donde pueden distinguirse los diferentes niveles diferenciados.

El sustrato pizarroso donde se asientan los depósitos es una superficie muy irregular (figura 40), cuyo levantamiento a partir de SEV, ha estado limitado por la escasez de puntos sondeados en cada perfil.



Figura 40. Depósito de vaguada sobre sustrato de pizarras.

En los puntos donde se produce el afloramiento del lecho, por ausencia de sedimentos o erosión de los mismos, destaca la importante abrasión que presentan dichas pizarras, observándose también superficies alveoladas labradas por el agua en las zonas de más debilidad de la pizarra (figura 41).



Figura 41. Fotografías que muestran el afloramiento del lecho de pizarras en diferentes puntos del cauce.

Los materiales que constituyen la carga de fondo del lecho (figura 42) son de tamaño variado, dominando los cantos gruesos donde destacan cantos de pizarras planares y cantos de cuarzo así como bloques de tamaño superiores a 20 cm, que se han ido desprendiendo de las abundantes venas de cuarzo que cortan los afloramientos de pizarras de las vertientes.



Figura 42. Carga de fondo del cauce.

4.4.3. Resultados de la datación radiocarbónica.

La muestra (M1) se ha tomado en la base del nivel de cantos gruesos correspondientes al perfil mostrado en la figura 43, donde se señala la posición estratigráfica ocupada.



Figura 43. Corte en los depósitos del cauce donde se señala el nivel de recogida de la muestra datada.

Los resultados de la datación realizada a la muestra M-1, siglada como Ua-22606, aportan una edad radiocarbono convencional de 180 ± 30 BP que corresponde a un resultado calibrado (2 sigma, 95 % de probabilidad) de *cal* 1650 a 1950. El gráfico de calibración utilizado se recoge en la figura 44.

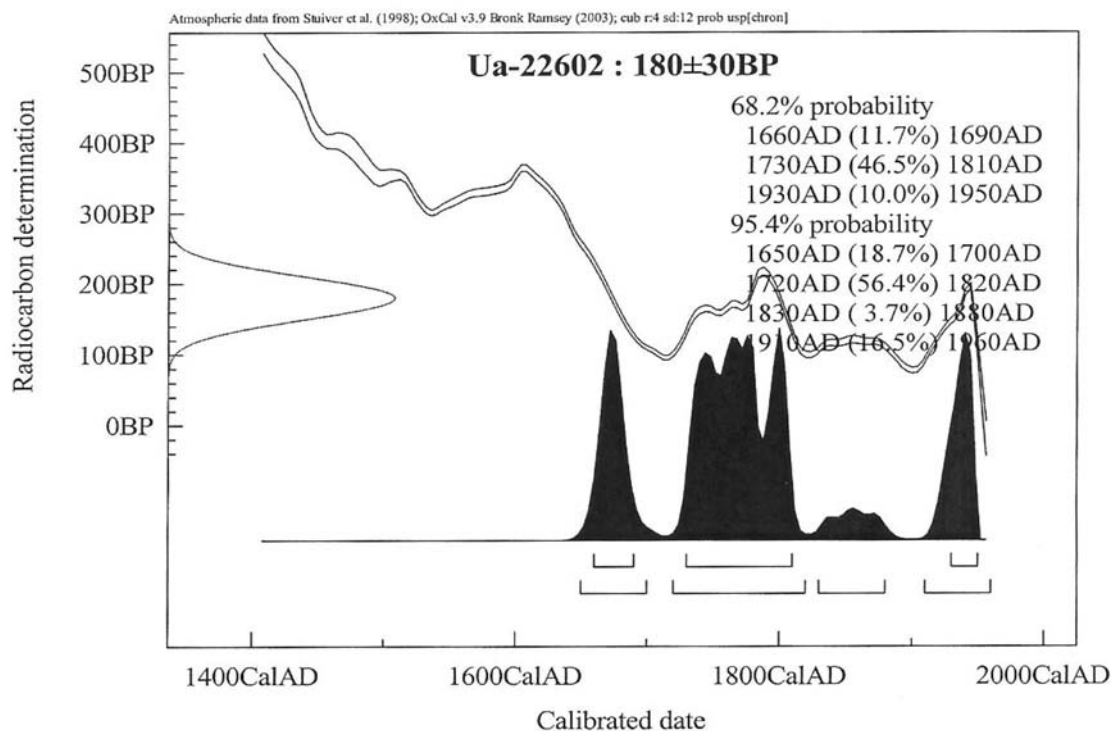


Figura 44. Curva de calibración empleada para la muestra M1 (Ua-22606).

Este rango de edad calibrada nos permite afirmar que los materiales depositados por encima del nivel donde se sitúa la muestra son posteriores a 1650 y con una probabilidad del 56 % de tener una edad posterior a 1720-1820.

El hecho de obtener resultados de la muestra tomada en la base del nivel de cantos gruesos (indicativo de un cambio en las condiciones del depósito), nos permite establecer conexión con acontecimientos en el medio que estén documentados, ocurridos en el tiempo y que hayan podido tener influencia en la variación de las condiciones de depósito. El Carbono 14 no nos permite asignar una fecha exacta a lo acontecido pero sí acerca el periodo posible sobre el que investigar.

Si la muestra datada se hubiera tomado en un nivel con continuidad en el ritmo, sólo podríamos aportar el intervalo a partir del cual se pudo producir la deposición. En un depósito donde la secuencia no muestre

ningún tipo de alteración o variación es difícil precisar la temporalidad si no ha quedado reflejado ningún episodio externo conocido con el que cotejar.

Desafortunadamente no ha sido posible encontrar más ejemplos para datarlos y precisar la edad de los sedimentos que se hallan en la base del depósito y en la parte más superficial avanzando así la cronología del conjunto de materiales aunque se ha logrado, con la muestra datada, una referencia importante para estudiar la evolución reciente de estos espacios.

4.5. Determinación de áreas de dehesa en Extremadura con características físicas y usos similares a los de la cuenca experimental.

Como se explicó en el apartado 3.4, Metodología, para la determinación de la cartografía regional de las áreas con los parámetros físicos-geológicos y usos asimilables a la cuenca piloto, los dos mapas que inicialmente se superponen son el geológico y el de usos de suelo clasificados, generándose el mapa que se muestra en la figura 45.

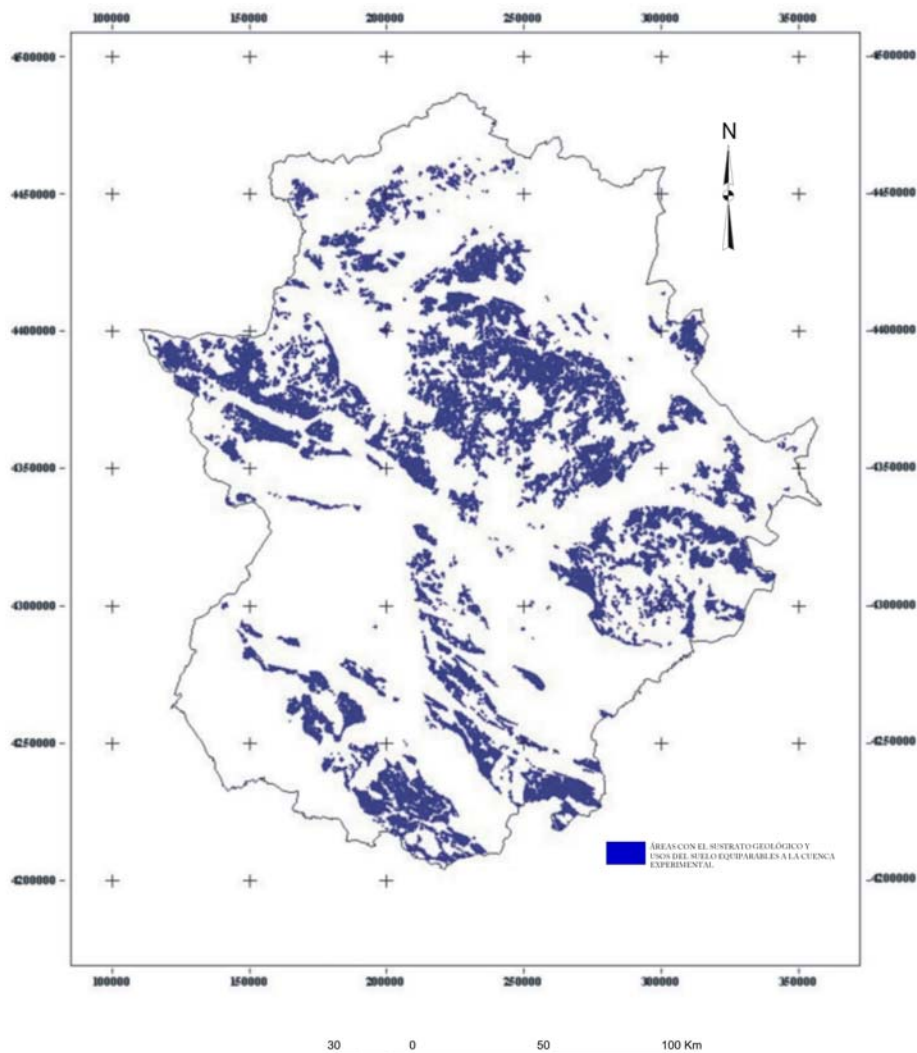


Figura 45. Cartografía regional (en azul) de las áreas con el sustrato geológico y usos del suelo equiparables a la cuenca experimental.

En el mapa regional mostrado en la figura 45 las superficies marcadas en azul se corresponden con las zonas que presentan coincidencia con los dos primeros parámetros empleados en el análisis mediante SIG: sustrato geológico y usos del suelo equiparables al de la cuenca experimental. La superposición de este documento y el mapa regional de pendientes clasificado proporciona la cartografía de las áreas en Extremadura con características bastantes parecidas a las de la cuenca experimental.

4.5.1. Cartografía final.

Tras completar el proceso de análisis se obtiene la cartografía regional de las áreas de dehesa con los condicionantes físicos de Guadalperalón. Los resultados se muestran en el mapa de la figura 46, señalándose en rojo la superficie que estas zonas ocupan en la región. La cartografía obtenida debe tomarse como un documento aproximativo dado la escala de trabajo y parámetros empleados en el análisis y puede servir de base para estudios más puntuales.

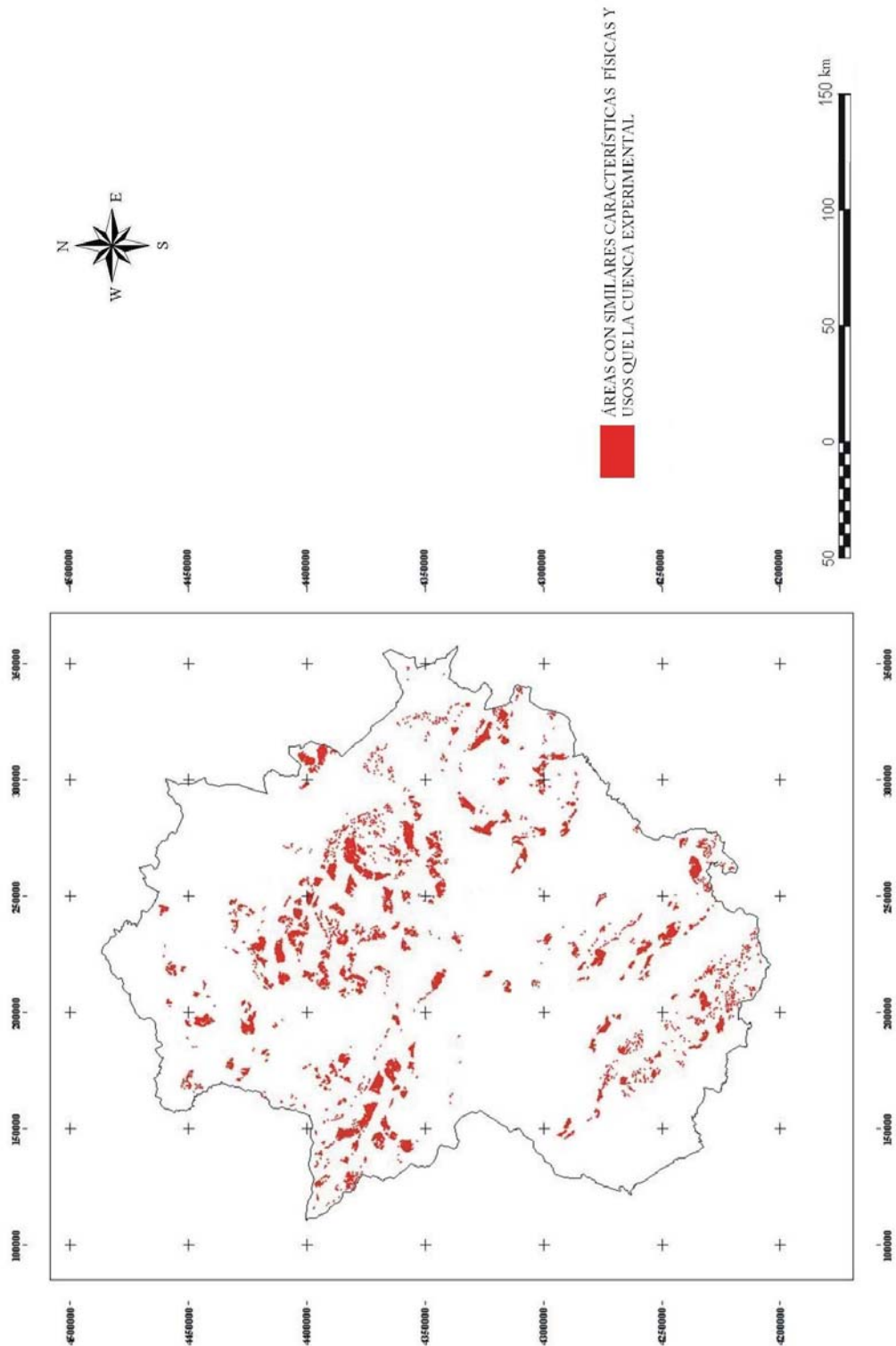


Figura 46. Mapa regional donde se recogen, en rojo, las áreas que presentan similares características físicas y usos que la cuenca experimental.

4.5.2. Interés de los resultados obtenidos.

A pesar de haber estado limitada por la disponibilidad de las fuentes cartográficas de partida así como de la escala de trabajo, la obtención del mapa de síntesis ha posibilitado localizar los lugares de la región en donde se dieron procesos hidro-geomorfológicos que rellenaron las áreas de vaguada determinándose la superficie ocupada y distribución a lo largo de las dos provincias:

- En la provincia de Cáceres, la superficie ocupada por zonas con sistemas de explotación adeshados se centra principalmente en la zona oeste (Alcántara y su territorio) así como en la extensa zona central de la penillanura cacereña comprendida entre las sierras de San Pedro, Montánchez, Guadalupe y Villuercas, drenada la mayor parte por los afluentes del Almonte que conducen sus aguas al río Tajo. Es en estas pequeñas cuencas de los arroyos que conforman esta red de drenaje, bien encajada en la penillanura, donde se dan los condicionantes del ámbito de la cuenca piloto.
- En la provincia de Badajoz, las áreas cartografiadas se distribuyen por las diferentes comarcas de la Baja Extremadura, destacando en la zona de la Serena y Siberia, Campiña de Llerena, Sierra Sur y en torno a Tentudía, donde los terrenos pizarrosos sobre los que se desarrollan las dehesas, están incididos por los arroyos de la cuenca del Guadiana.
- Si bien este estudio nos aporta una aproximación de áreas en la región, se ha generado un documento a partir del cual pueden llevarse a cabo estudios más minuciosos para evaluar

con mayor detalle los procesos de degradación habidos en el pasado.

5. Valoración de los resultados y discusión

En el presente capítulo se aborda la valoración de los datos obtenidos, una vez presentados los resultados del trabajo de investigación desarrollado. Tras esta valoración se pretende llegar a las conclusiones finales del estudio.

Como ya se ha visto, inicialmente se acotan los rellenos en las vaguadas para después precisar su configuración y organización sedimentológica así como su cronología. Con la aplicación de un SIG se intenta, además, posibilitar la extrapolación de los resultados obtenidos en Guadalperalón.

De esta forma, se desarrolla en la secuencia de la investigación los siguientes ítems en el primer bloque:

- Una cartografía de las áreas de depósito de la cuenca, obteniéndose la extensión ocupada (18819 m²), lo cual representa alrededor del 5% de la superficie total.
- La morfología superficial de las áreas de depósito, a partir del levantamiento de los perfiles topográficos, donde se han llevado a cabo trabajos acerca del funcionamiento y evolución de los procesos erosivos en cárcavas (Schnabel, 1997). Los datos obtenidos, además del interés para la estimación del volumen de material en la cuenca, podrían utilizarse para valorar la evolución futura de las cárcavas, con nuevas mediciones, al estar los perfiles referenciados. También podrían enlazar con los estudios que actualmente desarrolla el Grupo de Investigación Geoambiental de la Universidad de Extremadura (Gómez Gutiérrez y Schnabel, 2006; Schnabel y Lavado, en prensa), en otra cuenca cercana.

- La potencia del sedimento en la cuenca, en puntos donde no se puede obtener por observación directa, valorándose las zonas de máximo y mínimo depósito y distribución a lo largo de la vaguada. La potencia de los depósitos sedimentarios es variable. Las máximas se localizan en la parte inferior del cauce donde, por medición directa, se obtienen espesores próximos a los 2 m. En el resto de las áreas, los datos indirectos (interpretación de los SEV), sitúan la media de los espesores sondeados en 0.543 m, localizándose las menores potencias en las zonas de cabecera del cauce.
- La estimación del volumen de sedimento acumulado en la cuenca, volumen que es cercano a 5.500 m³. Los cálculos de cubicación efectuados a partir de los SEV y perfiles topográficos levantados en las zonas de depósito nos proporcionan el volumen de material sedimentario de las áreas de vaguada. Este dato, sin embargo, debe analizarse tomando en cuenta una serie de consideraciones que pueden servir para una mejor valoración y son las siguientes:
 1. El número limitado de SEV por perfil, que ha sido mayoritariamente uno.
 2. El sustrato sobre el que se asienta el depósito, muy irregular, efectuándose los cálculos para la cubicación a partir del determinado tras los SEV, continuo y regular.
 3. La desestimación de espesores inferiores a 0.25 m, dejando algunas zonas al margen por esta razón.

4. El valor con potencia 0 asignado a un punto cuyo espesor está por debajo de la resolución del método.

El resultado aportado acerca de volumen total de sedimento acumulado en la cuenca puede ser un dato de interés para valorar en otras áreas, aunque es complicado establecer a partir de él el ritmo de deposición que ha tenido lugar en la cuenca. Ha sido estimada la tasa de erosión media en las vertientes (Schnabel, 1997), pero son importantes las variaciones en las tasas erosivas que pueden darse en este ambiente a lo largo del tiempo e incluso entre unas vertientes y otras (Ruiz y Martínez, 2005), no disponiéndose además de datos cronológicos de diferentes niveles del depósito para establecer esta tasa global.

El segundo bloque de resultados se centra en la caracterización y análisis de los depósitos sedimentarios, aportando datos clave para la interpretación de los condicionantes de la deposición de los materiales sedimentarios.

- Tras el levantamiento de diferentes columnas sedimentológicas en los cortes que ofrecen las áreas de depósito, las características analizadas en la secuencia sedimentaria, de muro a techo difieren:
 - Los sedimentos dominantes en la secuencia general, presentan un porcentaje de elementos gruesos en torno al 62%, fundamentalmente grava fina. La fracción correspondiente a arena, limo y arcilla, presenta textura franco arenosa.
 - En la secuencia aparece intercalado un nivel con un elevado porcentaje de elementos gruesos, próximo al 80%, de grava de tamaño medio, que

tras ser medido a lo largo de las diferentes columnas, presenta una potencia que es variable (máxima de 50 cm y mínima de 14 cm). Se sitúa a una profundidad que oscila entre 50 y 20 cm, disminuyendo su potencia y profundidad a medida que el espesor de depósito se reduce; no llega a reconocerse cuando la potencia en el perfil es escasa. No se trata, por tanto, de un lentejón sin continuidad lateral, ya que se distingue y sigue en las diferentes columnas levantadas. La interpretación de los SEV evidencian, asimismo, estas variaciones de granulometría del depósito en otros puntos donde no se tiene observación directa de la secuencia.

- En el nivel de mayor granulometría identificado, los restos de materia orgánica carbonizada recogidos a 0.5 m de profundidad aportan una edad radiocarbono convencional de 180 ± 30 BP. Esta edad corresponde a un resultado calibrado (2 sigma, 95 % de probabilidad) *cal* de 1650-1950, con una mayor probabilidad en el intervalo 1720-1820. Se deduce, por tanto, que el nivel de mayor granulometría es posiblemente posterior a este último intervalo de tiempo.
- El modelo sedimentario que integra estas facies está relacionado con un ambiente de erosión hídrica de laderas que ha dado origen a los rellenos de las áreas de vaguada. Son terrígenos, con un predominio de arenas y gravas finas en donde el nivel de cantos más gruesos debe estar relacionado con una variación del ritmo normal de sedimentación,

lográndose un arrastre de mayor granulometría. Este mayor arrastre puede estar relacionado con operaciones agrícolas de laboreo ya que la labranza tiene una notable incidencia en los procesos de erosión hídrica, provocando un importante aumento en la movilización de las partículas del suelo (De Alba, 2003).

Tras analizar este conjunto de datos se hace necesario retomar el objetivo final de la investigación que es la valoración de las condiciones de depósito en la cuenca, tratando de constatar si el proceso de sedimentación ha sido *natural* o *acelerado* por el hombre.

En este sentido, con los resultados sedimentológicos y cronológicos obtenidos, se puede establecer la posible relación de hechos históricos acaecidos que han podido incidir en los procesos de erosión y de depósito en la cuenca. Para ello se toma en consideración los datos relativos a la evolución de los usos dados a la dehesa del ámbito de estudio en la época estimada, valorando las posibles transformaciones debidas a la actividad humana. No se ha encontrado en las fuentes documentales, para el periodo estimado, mención de eventos pluviométricos excepcionales que llevaran asociadas crisis y epidemias y que pudieran ser causa de arrastres anómalos de materiales, provocando tasas de erosión elevadas.

En el contexto de finales del siglo XVIII y principios del XIX (capítulo 2), concurren acontecimientos históricos que propician cambios de los usos del suelo en la región. Entre estos cambios destaca el importante aumento de población que, desde finales del siglo XVIII, genera una acuciante necesidad de más tierras de cultivo solventándose por medios extensivos. También, a lo largo de este periodo culmina la política iniciada en 1770, encaminada al reparto de tierras de labranza,

publicándose el Real Decreto de 1793 en el que se declaraban de pasto y labor extensos terrenos que se habían dedicado a la trashumancia (Rodríguez Grajera, 2004).

Los terrenos dedicados a pasto que mantenían la dehesa en equilibrio ecológico comienzan a ser cultivados, dando en la mayoría de los casos a suelos superficiales un uso por encima de su capacidad con la consiguiente pérdida en estructura y textura, haciéndolos más vulnerables a la erosión. Los fragmentos rocosos propios del suelo, tras la remoción sufrida por el laboreo, quedarían con una mayor exposición a los procesos de arrastre (Schnabel, 2001). La disgregación y redistribución del suelo por las operaciones agrícolas ha sido reconocida como un proceso de intensa degradación del suelo (Govers *et al.*, 1999) cuyos resultados acumulados podrían evidenciarse en los depósitos recientes producto de la erosión hídrica.

Las vaguadas estarían recibiendo en esta etapa de extensivas y masivas roturaciones un importante aporte de material que irían rellenando los fondos aunque con escasa estabilidad ya que estarían expuestos a activos procesos por la concentración de la escorrentía superficial (De Alba *et al.*, 2004), dando origen a profundas cárcavas a lo largo de ellos.

Se puede resumir que, en cierta manera, la puesta en marcha de la reforma agraria a la que sigue la decadencia de la gran trashumancia, marca un hito en los usos del suelo en la región. Esta reforma conllevó una transformación de la agricultura, aumentando la superficie cultivada gracias a los repartos de baldíos y a las concesiones de terrenos incultos aunque parte de estas tierras, por su mala calidad o por los elevados costes de explotación, se roturaron un corto periodo de tiempo o continuaron sin labrarse.

La dehesa donde se ubica la cuenca de estudio no debió de ser una excepción a estas transformaciones en los usos del suelo, sumándose, además, en esta etapa, el aumento de la población dado en la región, y la consiguiente necesidad de más alimentos que solo podrían lograrse aumentando la superficie cultivada y por tanto poniendo en cultivo zonas anteriormente dedicadas a pastizal.

Este importante cambio de uso del suelo en la región debió suponer, por otro lado, una repercusión o impacto en el medio, a corto medio plazo; los resultados del análisis de los sedimentos coincidentes con la época histórica tratada y en una dehesa tipo como es la cuenca hidrográfica de Guadalperalón, merecen ser considerados a tenor de lo expuesto.

6. Conclusiones

En lo referente a la metodología empleada en el estudio de los depósitos de la cuenca experimental, se valida la prospección geoelectrica mediante sondeo eléctrico vertical (SEV), como método indirecto del estudio del subsuelo poco profundo para la determinación de la profundidad del sustrato, poniendo de manifiesto su potencial de aplicación en el reconocimiento de depósitos superficiales.

En cuanto a las conclusiones aportadas por los resultados de la investigación, además del interés en sí, tienen el valor de sumarse y completar los datos obtenidos en trabajos previos realizados en estos espacios, caracterizados en su dinámica superficial. Con estos resultados se logra ampliar el conocimiento de los procesos recientes en estas áreas de gran importancia regional.

Entre las principales aportaciones hay que destacar:

- La generación de un documento cartográfico de detalle de las áreas de depósito (perfiles topográficos referenciados a lo largo del cauce), válido para estudios futuros en la misma zona o en otras áreas de investigación.
- Se han caracterizado, desde el punto de vista sedimentológico, los depósitos de las áreas de vaguada, constatándose la existencia de una alteración en la secuencia sedimentaria (nivel de elementos gruesos de mayor granulometría), atribuible a cambios en las condiciones de depósito.
- Los materiales del nivel donde se produce el cambio de granulometría han sido datados, aportando un rango de edad donde no había datos relativos a la cronología, hecho

importante para centrar el marco histórico donde se desarrolla el depósito.

- Se relaciona la ocurrencia de acontecimientos históricos a escala regional desde finales del siglo XVIII con la situación de la zona objeto de estudio. Como ya ha sido señalado en el capítulo de “*valoración de resultados*”, los cambios de uso en los suelos dieron lugar probablemente a la formación del nivel de mayor granulometría. La datación del mismo apoya la idea de crisis erosiva generalizada en las vertientes de las vaguadas.

El hecho de presentar una continuidad este nivel de cantos más gruesos detectado en la secuencia de depósito (seguido a lo largo de buena parte del cauce), hace pensar que el origen del cambio no se deba a un proceso puntual, como una avalancha o deslizamiento de material grueso, sino a un proceso relacionado con toda el área fuente. Este proceso ha debido permanecer en el tiempo un periodo suficiente para resultar significativo en la secuencia general, interpretada como de erosión de vertiente y donde, tras producirse el cambio, sigue de nuevo un periodo de estabilización.

Se plantea así la posible repercusión en el medio de acontecimientos históricos desarrollados en la época estudiada. Se abre la vía para valorar la incidencia medioambiental, propiciando la continuidad de estos estudios en otras áreas con similar encuadre y utilización por el hombre, teniendo como base la cartografía generada.

Aquí no es posible valorar el alcance de este cambio de usos del suelo histórico y si realmente puede considerarse una crisis ambiental, aunque el planteamiento queda hecho y sí constatado en la cuenca, cumpliendo los objetivos planteados al inicio del estudio acerca del

establecimiento, a través del análisis de las secuencias sedimentarias, de las condiciones que han controlado los procesos de erosión-sedimentación en la cuenca a lo largo del tiempo y la posible influencia de la mano del hombre a través de su diferente gestión en el uso del suelo.

Respecto a las limitaciones del estudio, aunque se es consciente de que su ámbito es reducido, esta cuenca modelizada se tomó como área experimental al constituir por sus rasgos físico-geológicos y usos, una dehesa-tipo, enmarcada en un ecosistema seminatural muy estudiado y formando parte de la red de drenaje que degrada la penillanura cacereña. Por todo ello se puede considerar representativa de la evolución del área a la que pertenece y óptima para la posible extrapolación de datos.

Por otro lado, aunque sólo se ha conseguido datar una muestra del nivel de sedimentos donde se da la alteración en el ritmo de la secuencia, puede considerarse válida al situarse en un nivel guía extenso que se sigue a lo largo de buena parte del depósito. El resultado de la datación proporciona el intervalo a partir del cual tuvo lugar su sedimentación centrandó así el periodo para relacionar esta deposición con los acontecimientos históricos acaecidos que están documentados. El rango, aunque no precise el periodo exacto, es importante ya que existe una evidencia sedimentológica en la que investigar la causa. Si en la secuencia no se hubiera detectado ninguna alteración en el ritmo de deposición, no se habría podido relacionar el depósito del material con procesos externos dados en el área en el periodo de ocurrencia.

Asumiendo estas limitaciones puede concluirse lo siguiente:

- Las evidencias sedimentológicas basadas en las variaciones de granulometría en la secuencia de los depósitos así como en la datación de los mismos, revelan un incremento en la

erosión de material grueso y este dato concuerda con las fuentes históricas citadas, probablemente a finales del siglo XVIII o principios del XIX, debido a la intervención humana en la región por los cambios en los usos del suelo.

- La degradación de los suelos sufrida en esta cuenca puede investigarse en los depósitos de áreas con similares características, cuya cartografía se ha elaborado en el apartado 4.4 de este estudio.
- La valoración de los resultados se plantea como un medio que nos acerque al conocimiento pasado pero con aplicaciones futuras para poder conservar este ecosistema dominante en la región, de gran interés económico y ambiental y donde el hombre juega un papel importante en su regeneración y conservación.

Guadalperalón es, pues, una cuenca de cabecera situada en la penillanura general drenada por el río Almonte, bajo explotación de dehesa que ha sufrido los mismos avatares históricos que otras áreas semejantes. Las características deposicionales de las vaguadas y su datación radiocarbónica apuntan en la misma dirección: la crisis ambiental que originó los rellenos (al menos los últimos episodios) son muy recientes, seguramente producidos a partir de finales de siglo XVIII.

7. Referencias bibliográficas

- Álvarez Nava, H., García Casquero, J.L., Gil Toja, A., Hernández Urroz, J., Lorenzo
- Álvarez, S., López Díaz, F., Mira López, M., Monteserín, V., Nozal, F., Pardo, M.V., Picart, J., Robles, R., Santamaría, J. y Solé, F.J. (1988): Unidades litoestratigráficas de los materiales Precámbrico-Cámbrico en la mitad suroriental de la Zona Centroibérica. *II Congreso Geol. de España*, 1, 19-2. SGE. Granada.
- Aracil Ávila, E., Porres Benito, J. A., Espinosa González, A. B., Maruri Brouard, U., Vallés Iriso, J., García Castillo, L., Ibáñez García, S. (2005): Aplicación de la tomografía eléctrica para la caracterización de un deslizamiento de ladera en un vertedero. *VI Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables*, Vol. I, 14-24. Valencia.
- Belmonte Serrato, F., Romero Díaz, A. y López Bermúdez, F. (1999): Efectos sobre la cubierta vegetal, la escorrentía y la erosión del suelo, de la alternancia cultivo-abandono en parcelas experimentales. *Investigaciones Geográficas*, 22, 95-107. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante.
- Bernet Herguijuela, R., Schnabel, S. y Gómez Amelia, D. (1994): La cubierta vegetal como factor de degradación en una zona de dehesa (Provincia de Cáceres). En: Arnáez, J., García Ruiz, J. M. y Gómez Villar, A. (Eds.). *Geomorfología en España. III Reunión de Geomorfología*, 211-225. SEG, Logroño.

- Campos Egea, R. (2002): *Estudio geológico y gravimétrico de los granitoides de la antiforra de Cáceres: aplicación a la exploración de yacimientos minerales*. Junta de Extremadura.
- Campos Palacín, P. (1985): Crisis económica y ecológica de la dehesa. *Jara. Cuadernos sobre medio ambiente y recursos naturales en Extremadura*, 6, 39-51. Adenex. Mérida.
- Campos Palacín, P. (1993): Valores comerciales y ambientales de las dehesas españolas. *Agricultura y sociedad*, 66, 9-41. MAPA, Madrid.
- Carrington da Costa, J. (1950): Quelques remarques sur la tectonique du Portugal. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, 8, 193-206.
- Ceballos Barbancho, A. (1999): *Procesos hidrológicos en una pequeña cuenca hidrográfica bajo explotación de dehesa en Extremadura*. Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones. Cáceres.
- Cerdà, A. (1998): The influence of aspect and vegetation on seasonal changes in erosion under rainfall simulation on a clay soil in Spain. *Canadian Journal of Soil Science*, 78, 321-330.
- Cerdá, A. (2001): La erosión del suelo y sus tasas en España. *Ecosistemas*. Monográfico Erosión y Desertificación. Año X, Nº 3, Septiembre-Diciembre.

- Cerdá, A. y Lasanta, T. (2005): Manejo agrícola y erosión hídrica en suelos cultivados del Pirineo Central: Información de la Estación Experimental “Valle de Aísa”. En: Jiménez Ballesta, R. y Álvarez, A.M. (Eds.). *II Simposio Nacional sobre Control de la Degradación de Suelos*, 241-245, Madrid.
- Cerrillo Martín de Cáceres, E. (1985): *Los romanos en Extremadura*. Editorial Regional. Mérida.
- De Alba, S. y Propi González, A. (1995): Assessment of soil erosion on agricultural land in Central Spain. Design of the experimental fieldstation and the first results. *Proceedings of Conference on Erosion and Land Degradation in the Mediterranean*, 169-192. International Geographical Union, University of Aveiro (Portugal).
- De Alba, S. (1996): Soil erosion on agricultural land in central Spain. A experimental field-station. *European Society for Soil Conservation Newsletter*, 1, 18-20.
- De Alba, S. (2001): Modelling the effects of complex topography and patterns of tillage on soil translocation by tillage with mouldboard plough. *J. Soil and water Conservation*, 56, 335-345.
- De Alba, S. (2003): Simulating long-term soil redistribution generated by different patterns of mouldboard ploughing in landscape of complex topography. *Soil & Tillage Research*, 71, 71-86.

- De Alba, S., Lindstrom, M., Schumacher, T. E. and Malo (2004): Soil landscape evolution due to soil redistribution by tillage: a new conceptual model of soil catena evolution in agricultural landscape. *Catena*, 58, 77–100.
- Devesa Alcaraz, J.A (1996): *Vegetación y flora de Extremadura*. Universitas Editorial. Badajoz.
- Díez Balda, M. A., Vegas, R. y González Lodeiro, F. (1990 a): Autochthonous sequences in the Central Iberian Zone: Structure. En: Dallmeyer, R. D. y Martínez García, E. (Eds.). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, 172–188. Springer Verlag, Berlín.
- ESRI (1994): *Introducing ArcView Gis*. ESRI Redlands.
- ESRI Inc.(1996): *Using ArcView Gis*. ESRI Redlands.
- Gallardo, J.F., y González, M.I. (1997): Suelos de Extremadura. *Revista de Extremadura*, 23, 95–107.
- Gallart, F. y Llorens, P. (2001): Efectos de los cambios de uso y cubierta del suelo en los aportes del río Ebro y su evolución futura. En: Prat, N. e Ibáñez, C. (Eds.). *El curso inferior del Ebro y su delta*, 51–57. U. Cantabria – U. Barcelona.
- Gallart, F. y Llorens, P. (2004): Observations on land cover changes and water resources in the headwaters of the Ebro catchment, Iberian Peninsula. *Physics and Chemistry of the Earth*, 29, 769–773.

- García de Figuerola, L.C. (1970): La existencia de pliegues en el Complejo esquisto-grauváquico de la provincia de Salamanca. *Acta Geol. Hisp.*, 5, 105-108.
- García Ruiz, J.M. y Ortigosa, L. (1988): Algunos efectos geomorfológicos de las repoblaciones forestales: cambios en la dinámica de cauces en pequeñas cuencas del Pirineo Central español. *Cuaternario y Geomorfología*, 2, 33-41.
- García Ruiz, J. M. y Ortigosa, L. (1992): Some geomorphological effects of afforestation techniques in the Central Spanish Pyrenees. *Geoöko Plus*, 3, 37-44.
- García Ruiz, J. M., Ruiz Flaño, P. y Lasanta, T. (1996): Soil erosion after farmland abandonment in submediterranean mountains: a general outlook. En: Rubio, J.L. y Calvo, A. (Eds.). *Soil degradation and desertification in Mediterranean environments*, 165-183. Geofoma Ediciones. Logroño.
- García Ruiz, J. M., Martí Bono, C., Arnáez Vadillo, J., Beguería, S., Lorente, A. y Seeger, M. (2000): Las cuencas experimentales de Arnás y San Salvador en el Pirineo Central español: escorrentía y transporte de sedimento. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 26, 23-40.
- García Ruiz, J. M., Lasanta, T., Valero, B., Martí, C., Beguería, S. y López Moreno, J.I. (2005): Soil erosion and runoff generation related to land use changes in mountain areas. *Global change in mountain areas*. Vol. 288, 21-28.

- García Sanz, A. (1998): Los privilegios mesteños en el tiempo, 1273-1836: una revisión de la obra de Julius Klein. En: Ruiz Martín, F. y García Sanz, A. (Eds.). *Mesta, trashumancia y lana en la España moderna*, 65-89. Crítica. Barcelona.
- García Zarza, E. (1977): Evolución, estructura y otros aspectos de la población cacereña. *Revista de Estudios Extremeños*, 1, 69- 144.
- Gómez Amelia, D. (1985): La *penillanura cacereña*. *Estudio geomorfológico*. Dpto de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Servicio de Publicaciones. Universidad de Extremadura.
- Gómez Amelia, D. y Schnabel, S. (1992): Procesos sedimentológicos e hidrogeológicos en una pequeña cuenca bajo explotación de dehesa en Extremadura. En: López Bermúdez, F., Conesa García, C. y Romero Díaz, M. A. (Eds). *II Reunión Nacional de Geomorfología*, 55-63. S.E.G. Murcia.
- Gómez Amelia, D. y Schnabel, S. (1996): Hidrología y erosión en ambientes de pastoreo extensivo. En: Lasanta T. y García Ruiz, J.M. (Eds). *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*, 137-154. Instituto de Estudios Riojanos y SEG.
- Gómez Gutiérrez, A. y Schnabel, S. (2006): Caracterización del acaravamiento en el suroeste peninsular: variaciones espaciales. En: Pérez Alberti, A. y López Bedoya, J. (Eds). *Geomorfología y territorio*, 543-552. Universidad de Santiago de Compostela.

- Gómez Gutiérrez, J.M. (1987): El monte adhesado. Significación económica y ecológica actual. *Revista de estudios Agro-Sociales*, 42, 171-193. MAPA, Madrid.
- Gómez Ortiz, D., Martín Crespo, T., Martín Velázquez, S., Lillo, J., López, I. y Carreño, F. (2005): Caracterización de materiales volcánicos mediante técnicas geofísicas someras. Tomografía eléctrica. *Geogaceta*, 38, 55-58.
- Govers, G., Lobb, D. A., Quine, T. A. (1999): Tillage erosion and translocation: emergence of a new paradigm in soil erosion research. *Soil & Tillage Research*, 51, 167-174.
- Gutiérrez, M. (1992): *El libro de las dehesas salmantinas*. Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente y O.T. Secretaría General- Servicio de Educación Ambiental. Salamanca.
- IGN (1995): Agrupación de las zonas 2, 5, 7 y 9 del CORINE. En: Investigación de Tierras Raras de Extremadura. Consejería Economía y Hacienda. Junta de Extremadura.
- IGN (1996): Mapa Topográfico Nacional E: 1:25000. Hoja 679-III, Santa Marta de Magasca.
- Iriarte, A., Simón, M., García, I., Barahona, E., y Ortiz, I. (2000): Propiedades hídricas de los suelos de olivar mediante simulación de lluvia. *Edafología*, Vol. 7-2, 67-74.
- Junta de Extremadura (1987): Mapa Geológico y Minero de Extremadura, E: 1:300000. Digitalizado por la Consejería de Economía y Trabajo.

- Ladero Álvarez, M. (1987): La España Luso-Extremadurensis. En: Peinado Lorca, M. y Rivas Martínez, S. (Eds). *La vegetación de España*, 155-488. Universidad de Alcalá.
- Lasanta, T. (2003): Gestión agrícola y erosión del suelo en la cuenca del Ebro: El estado de la cuestión. *Zubía*, 21, 71-96.
- Libby, W. F. (1952): *Radiocarbon Dating*. Chicago University Press.
- Llopis Agelan, E., Melón Jiménez, M. A., Rodríguez Cancho, M., Rodríguez Grajera, A. y Zarandieta Arenas, F. (1990): El movimiento de la población extremeña durante el Antiguo Régimen. *Revista de Historia Económica*. Año VIII, Nº 2, 419-464. Centro de Estudios Constitucionales.
- Lindstrom, M. J., Nelson, W. W. y Schumacher, T. E. (1992): Quantifying tillage erosion rates due to moldboard plowing. *Soil & Tillage Research*, 24, 243-255.
- López Bermúdez, F., Romero, M.A. y Martínez, J. 1991: Soil erosion in semi-arid Mediterranean environment. El Ardal experimental field (Murcia, Spain). En: Sala, M., Rubio, J.L y García-Ruiz, J.M. (Eds.). *Soil Erosion Studies in Spain*, 137-152. Geoforma Ediciones, Logroño.
- López Bermúdez, F., Romero, M.A. y Martínez (1998): Vegetation and soil erosion under semi-arid mediterranean climate: a case study from Murcia (Spain). *Geomorphology*, Vol. 24, Nº 1, 51-58.

- Machado, M. J., Pérez-González, A. y Benito, G. (1995): Reconstrucción de ambientes naturales y antrópicos en la región de Axum (Tigray, Norte de Etiopía). En: Aleixandre, T. y Pérez-González A. (Eds.). *Reconstrucción de Paleoambientes y Cambios Climáticos durante el Cuaternario*, 3, 163-174. CCMA. Madrid.
- Machado, M. J., Pérez-González, A. y Benito, G. (1998): Paleoenvironmental changes during the last 4000 yr in the Tigray, Northern Ethiopia. *Quaternary Research*, 49, 312-321.
- Mateos Rodríguez, A.B. (2003): Interceptación de la lluvia por la encina en espacios adhesados. *Tesis Doctoral*. Universidad de Extremadura. Cáceres.
- Melón Jiménez, M. A. y Rodríguez Grajera, A. (1997): *Extremadura. La Historia*. Badajoz.
- Morgan, R. P. C. (1997): *Erosión y conservación del suelo*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Muñoz Martín, A., Giner, J., González-Casado, J. M., López Martínez, J., Durán, J. J., Gumiel, P. y Serrano, E. (2000): Caracterización geoelectrica de depósitos superficiales en la Antártida Occidental (Isla Livingston, Islas Shetland del Sur). *Geogaceta*, 27, 123-126.
- Muñoz, A., Sancho, C., Peña, J.L., Benito, G., Rhodes, E., McDonald, E. y Longares, L.A. (2006): Cronoestratigrafía de los registros aluviales del Pleistoceno superior-Holoceno en la Depresión de la Bardena (Navarra). *Geogaceta*, 40, 263-266.

- Ortigosa Izquierdo, L.M. (1991): *Las repoblaciones forestales en La Rioja: resultados y efectos geomorfológicos*. Geoforma. Logroño.
- Peña, J.L., Echeverría, M.T., Petit-Maire, N. y Lafont, R. (1993): Cronología e interpretación de las acumulaciones holocenas de la val de las Lenas (Depresión del Ebro, Zaragoza). *Geographicalia*, 30, 321-332.
- Peña, J.L., Chueca, J., Julián, A., Echeverría, M.T. (1996): Reconstrucciones paleoambientales en el sector central de la Depresión del Ebro a partir de rellenos de valle y conos aluviales. En: Pérez Alberti, A., Martini, P., Chesworth, W. y Martínez Cortizas, A. (Eds.). *Dinámica y evolución de medios cuaternarios*, 291-307. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- Peña, J.L., Julián, A., Chueca, J., Echeverría, M.T. y Ángeles G.R., (2004): Etapas de evolución holocena en el valle del río Huerva: Geomorfología y Geoarqueología. En: Peña, J.L., Longares, L. A. y Sánchez, (Eds.). *Geografía física de Aragón. Aspectos generales y temáticos*, 303-314. Universidad de Zaragoza e Institución Fernando el Católico. Zaragoza.
- Pérez Díaz, A. (1988): Extremadura entre la emigración y el retorno. *Revista Alcántara*. Época III, Nº 13-14.

- Plieninger, T. y Schaich, H. (2006): Elementos estructurales del paisaje adhesado tradicional en Monroy y Torrejón el Rubio (Cáceres) y su importancia para la conservación de la naturaleza y el desarrollo rural. *Revista de Estudios Extremeños*. Nº I. Enero-Abril. Departamento de Publicaciones. Diputación de Badajoz.
- Puerto, A. (1997): La dehesa. *Investigación y Ciencia*, 253, 66-73.
- Reynold, J. M. (1997): *An Introduction to applied and enviromental geophysics*. John Wiley and Sons.
- Rodríguez Alonso, M. D. (1985): *El complejo esquisto-grauváquico y el Paleozoico en el centro-oeste español*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Rodríguez Grajera, A., Melón Jiménez, M. A. y Pérez Díaz, A. (1999): Extremadura y la trashumancia (siglos XVI-XX). *Cuadernos de Historia Moderna*, 22, 231-246.
- Rodríguez Grajera, A. (2004): Una norma preliberal. El Real Decreto 28 de Abril de 1793 y sus repercusiones en Extremadura. *Josep Fontana. Història I Projecte Social. Reconeixement a una trajectòria*, 2 vol, 212-228. Crítica. Barcelona.
- Rubinos, A. (2003): *El método de datación por carbono-14*. Laboratorio de Geocronología. Instituto de Química_Física Rocasolano. CSIC. Comunicación personal.

- Ruiz Sinoga, J. D. y Martínez Murillo, J. F. (2005): *Hidrodinámica de laderas en pequeñas cuencas mediterráneas. El arroyo de la Cañada, Málaga*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Málaga.
- Sala, M. (1996): Cobertura vegetal y respuesta hidrológica. Ejemplo de las Cordilleras Costeras Catalanas. En: Campesino A. J. y Velasco C. (Eds.). *España-Portugal: Ordenación Territorial del Sureste Comunitario*, 177-188. Universidad de Extremadura, Cáceres.
- Sancho, C., Gutiérrez, M. y Peña, J.L. (1991): Erosion and sedimentation during the Upper Holocene in the Ebro Depression: Quantification and environmental significance. En: Sala, M., Rubio, J. L. y García Ruiz, J. M. (Eds.). *Soil Erosion Studies in Spain*. Geoforma. Logroño. 219-228.
- Santamaría, J. (1995): Los yacimientos de fosfato sedimentario en el límite Precámbrico-Cámbrico del anticlinal de Vadelacasa (Zona Centro Ibérica). *Tesis Doctoral*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Sánchez San Román, F. J. (1985): Prospección hidrogeológica en rocas metamórficas mediante geofísica eléctrica. *Stvdia Geológica Salmanticensia*, XIX, 127-136.
- Schnabel, S. (1995): Hydrologische und erosive prozesse in einem kleinem einzugsgebiet unter silvo-pastoraler landnutzung in Extremadura, Spanien. *Tesis Doctoral*. Freie Universität, Berlin.

- Schnabel, S., Gómez Amelia, D., Bernet Herguijuela, R. (1996): La pérdida de suelo y su relación con la cubierta vegetal en una zona de dehesa. En: Campesino, A. y Velasco, C. (Eds). *VII Coloquio Ibérico de Geografía*, 195-206. Cáceres.
- Schnabel, S. (1997): *Soil erosion and runoff production in a smallwatershed under silvo-pastoral landuse (dehesas) in Extremadura, Spain*. Geoforma Ediciones. Logroño
- Schnabel, S. y Lavado Contador, J.F. (*in press*): Erosión del suelo y procesos hidrológicos en dehesas del sur-oeste español (provincia de Cáceres). *La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Desertificación (RESEL). Actividades y Resultados 1995-2004*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Strahler, A. H. L. (1954): Statistical analysis geomorphic research. *Journal Geol.*, 62, 1-25.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. and Keys, D. A. (1990): *Applied Geophysics*. Cambridge University Press.
- Torri, D., Borselli, L., Calzolari, C., Yáñez, M. y Salvador-Sanchis, M. P. (2002): Soil erosion, land use, soil quality and soil functions: effects of erosion. En: Rubio, J. L., Morgan, R. P. C., Asins, S. y Andreu, V. (Eds). *Man and soil at the third millennium*, 131-148. Geoforma Ediciones.
- Valadés Sierra, J. M. (1993): De la dehesa al andamio: la emigración de los pastores. En: Asamblea de Extremadura

(Ed.). *Trashumancia y cultura pastoril en Extremadura*, 291-392. Mérida.

- Valladares, M. I., Barba, P., Colmenero, J. R., Armentero, I. y Ugidos, J.M., (1998): La sucesión sedimentaria de Precámbrico superior-Cámbrico inferior en el sector central de la Zona Centro-Ibérica: litoestratigrafía, geoquímica y facies sedimentarias. *Rev. Soc. Geol. España*, 11 (3-4), 271-283.

Fotografías aéreas.

- Vuelo específico: Cuenca de Guadalperalón 1995 E: 1:3500.

Anexo



UPPSALA
UNIVERSITET

Uppsala 29 April 2004

Maria Teresa de Tena Rey
Centro Universitario de Mérida
Universidad de Extremadura
Avda. Santa Teresa de Jotnet 38
ES-06800 MÉRIDA (BADAJOZ)
Spanien

Department of Engineering
Sciences
Division of Ion Physics

Göran Possnert

Visiting address:
The Ångström laboratory
Lägerhyddsvägen 1
Room 4143

Postal address:
Box 534
SE-751 21 Uppsala
Sweden

Telephone:
+46 18 471 30 59

Telefax:
+46 18 55 57 36

Website:
<http://www.angstrom.uu.se>

E-Mail:
Goran.Possnert@Angstrom.uu.se

Result of ^{14}C dating of charcoal from Cáceres, Spain.

Pre-treatment of charcoal and similar materials:

1. Visible root-fibres are removed.
2. 1 % HCl is added, the mixture is heated and kept for 8-10 hours just below the boiling point (carbonates are removed).
3. 1 % NaOH is added, the mixture is heated and kept for 8-10 hours just below the boiling point. The insoluble fraction, referred to as INS, is mainly consisting of the original organic material, and should therefore give the most reliable age. The soluble part is precipitated by addition of concentrated HCl. The precipitate, which mainly consists of humics, is washed, dried and referred to as fraction SOL. Influence of contaminants could be obtained from the SOL fraction. Prior to the accelerator measurement the dried material is combusted to CO_2 and converted to graphite using a Fe-catalyst reaction. The age of fraction INS has been measured in the present investigation.

RESULT

Lab number	Sample	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ PDB	^{14}C age BP
Ua-22602	Arroyo de Guadalperalón, sample 1	-24,3	180 ± 30

The sample Arroyo de Guadalperalón sample 4 didn't contain enough organic material to be measured.

Best regards

Göran Possnert/Maud Söderman

