

ELABORACIÓN DE TIPOS FISONÓMICOS DE RELIEVE A PARTIR DE MORFOMETRÍA DE LADERAS Y DE DATOS PROCEDENTES DE CARTOGRAFÍA AUTOMÁTICA Y SIG

M^a JESÚS PERLES ROSELLÓ
JESÚS M^a VÍAS MARTÍNEZ

RESUMEN

El presente artículo ofrece los pasos de elaboración y resultados de la aplicación de una clasificación del relieve basada en distintos estimadores de morfometría de laderas.

Se persigue poner a prueba la metodología de clasificación, así como la determinación de tipos y cartografía de unidades de características morfológicas similares. La aplicación se ha realizado en una zona de las cordilleras béticas en el sector oriental de la provincia de Málaga

ABSTRACT

This paper shows the procedures steps and results of a methodology for topography classification, in which morphometry is the basic way used in order to obtain a typology of slope. The variables used for the classification are slope angle, unevenness, area and roughness. The aim is to test classification methodology, and mapping areas with similar morphological characteristics.

1. INTRODUCCIÓN

La morfografía tiene como objetivos generales “identificar contrastes primarios del relieve para su descripción, medida y representación”, para, a partir de estos datos, en un segundo momento, poder “establecer las relaciones que ligan estos contrastes a otros componentes del paisaje” (Pedraza, 1996, 49).

Para este primer objetivo de descripción, medida y representación de las configuraciones básicas del terreno, la Geomorfología Cuantitativa ha ido aportando una serie de técnicas y procedimientos de medición de parámetros espa-

ciales y geométricos del relieve, que han sido agrupados por la morfometría (fluvial y de vertientes principalmente).

En el trabajo cuyos resultados se recogen en el presente artículo se han utilizado algunas de estas técnicas de medición de las características geométricas de las laderas, enfocando el relieve como un conjunto de pendientes (Marsh, 1978).

Se ha perseguido, por tanto, la clasificación espacial del relieve en zonas de rasgos topográficos diferenciados, y también la caracterización de los tipos formales de estos relieves. Por último, se ha pretendido contrastar la hipótesis que sitúa a la litología como primordial factor condicionante de la forma.

Es frecuente que los trabajos aplicados de morfometría intenten, a través de la identificación de la forma y geometría del relieve, llegar a conclusiones sobre comportamientos funcionales del medio; en el presente trabajo, sin embargo, el objetivo es primordialmente descriptivo, puesto que la investigación se enmarca en el ámbito más amplio de los estudios de las características visuales del paisaje. En este caso, por tanto, la morfometría es la vía para aprehender los elementos que configuran del relieve y clasificarlos de forma sistemática; es por ello que sólo presentarán interés para nuestra investigación aquellos parámetros morfométricos que marquen diferencias fisonómicas en el relieve.

Hay que reseñar que el objetivo de caracterización fisonómica se ha restringido en este trabajo a los aspectos relacionados estrictamente con el relieve en su dimensión topográfica, dejando a un lado otras variables de indudable incidencia en la fisonomía del relieve (color, por ejemplo), pero cuyo análisis no se contempla en esta fase del estudio.

2. OBJETIVOS

El objetivo general que se persigue en el trabajo es la delimitación de unidades espaciales de características morfológicas similares a través de la realización de una cartografía morfométrica de laderas. Teniendo este referente final, otros objetivos parciales se han marcado en el trabajo, como se puntualiza a continuación:

- Identificación de los parámetros de la ladera que inciden en mayor medida en la fisonomía del relieve.
- Identificación y descripción de la morfología de los tipos de relieve básicos en la zona.
- Chequeo de la importancia de la litología como factor determinante de la forma, y detección de otras variables de incidencia en la misma.

3. ÁREA DE APLICACIÓN

El área seleccionada para la comprobación de la metodología se sitúa en el sector central de la cuenca del río Vélez, principal colector hídrico del sector oriental de la provincia de Málaga. Se ha delimitado para el análisis una zona en la que existe una alta variabilidad litológica e hipsométrica, lo que genera a su vez diferentes condiciones de modelado y tipos fisonómicos de relieve.

La cuenca del río Vélez está delimitada al oeste por el Pico de Santopitar, al norte por las sierras de Camarolos, San Jorge y Sierra de En medio, y al noreste y este por las Sierras de Tejada y Almjara.

En su extensión se distinguen fundamentalmente cuatro grandes unidades, que se describen brevemente a continuación:

- Macizos carbonatados, conformados por las formas agrestes del macizo calizo-dolomítico que limita la cuenca al norte (Camarolos, San Jorge, Sierra de Enmedio), así como por los afloramientos marmóreos de las sierras de Tejada y Almjara, límites noreste y este respectivamente.
- Relieves montañosos conformados por litologías pizarrosas, que se extienden en una orla de menor altitud que los anteriores, en amplias franjas paralelas a ambos lados del río Vélez.
- Relieves alomados margo-arcillosos asociados al pasillo Colmenar-Periana, franja de menor altitud relativa situada al norte de la cuenca entre la orla caliza y la unidad pizarrosa.
- Relieves de tendencia plana generados por las formaciones horizontales y subhorizontales de los rellenos aluviales y costeros y zonas de transición entre la montaña y el fondo de valle.

El área seleccionada para este estudio se corresponde con las hojas 1039-4, 1040-3, 1053-2, 1054-1 del mapa topográfico 1:25.000, ocupando un total de 493 km², y en ella se han delimitado un total de 3640 laderas. La zona se sitúa en el sector central de la cuenca del Vélez y recoge ejemplos de las cuatro grandes unidades de relieve mencionadas.

4. METODOLOGÍA

Partiendo de las premisas expresadas anteriormente, el trabajo acometido comprende las fases que se detallan a continuación:

- 1) Elaboración del mapa de laderas

- 2) Selección de los parámetros definitorios de la fisonomía de la ladera y elaboración de la cartografía individual de cada parámetro
- 3) Elaboración de tipos morfológicos de ladera basados en sus rasgos morfométricos y clasificación del área de estudio según los tipos morfológicos obtenidos
- 4) Distribución espacial de los tipos y relación con la litología

4.1. Elaboración del mapa de laderas

Como se ha señalado anteriormente, la clasificación del terreno en unidades de similares características morfológicas (considerando sólo los aspectos relacionados con la topografía), no tiene en esta investigación el propósito de ahondar en cuestiones funcionales o genéticas de las formas; la investigación se encuadra en un marco más amplio que persigue el análisis de las características fisonómicas visuales del paisaje.

Para delimitar zonas de características fisonómicas parecidas, una primera toma de decisión es elegir cuál de las unidades y sub-unidades en las que puede descomponerse el relieve constituye la unidad básica más recomendable para su descripción y clasificación.

Se desechó la opción de clasificar el territorio en unidades fisiográficas generales, por considerar que estas unidades están definidas, en parte, por su función en la dinámica erosiva o por su génesis, y en ocasiones, por ser unidades compuestas, aún bajo un mismo tipo fisiográfico (por ejemplo el valle), segmentos de relieve de fisonomía muy diversa.

Se ha considerado necesario por tanto descender a un nivel más primario de la estructura configuracional del relieve, utilizando como unidad la ladera.

El trabajo, por tanto, se fundamenta en la comprensión del relieve como un engranaje de unidades geométricas básicas denominadas laderas. Según este planteamiento, la fisonomía general de una zona estará marcada por las características morfológicas de cada ladera en sí, y por las relaciones espaciales establecidas entre ellas, es decir, por su disposición relativa.

La ladera o vertiente es definida por distintos autores, delimitando básicamente el mismo objeto pero con diferentes matices, como se recoge a continuación:

- “Desde el punto de vista morfométrico, toda vertiente está caracterizada por asociaciones de segmentos que mantienen el sentido de su inclinación (...). Desde el punto de vista fisiográfico, la vertiente es una porción de terreno que mantiene constante su orientación. (...) En la orientación morfodinámica, la vertiente suele englobar todos aquellos terrenos cuya funcionalidad les deja fuera del dominio estricto de los colectores lineales para la escorrentía” (Pedraza, 1996, 120)

- “Vertiente: superficie inclinada de un relieve” (Panareda, 1984, 55)
- “Ladera, vertiente: Pendiente que domina el talweg de un valle” (V.V.A.A., 1995)

Según las definiciones recogidas, como puede observarse, son tres fundamentalmente los atributos que caracterizan una ladera: son porciones del relieve que mantienen una inclinación más o menos constante, una orientación homogénea, y que constituyen el área situada entre colectores lineales (*talwegs*).

Recogiendo estas ideas, las laderas en esta investigación se han delimitado siguiendo las pautas reseñadas por Perles (1995), a su vez modificadas de ICONA (1988). Los límites de las mismas vienen dados por los conceptos inmediatamente expuestos y son los siguientes: líneas de cumbres, líneas de ruptura de pendiente, talwegs, y cuerdas u otras líneas que marquen un cambio en la orientación.

Las laderas han sido delimitadas utilizando como fuente la fotografía aérea 1:18.000 de la zona y el mapa topográfico 1:10.000. Una vez trazados los límites a partir del par estereoscópico, trasladada la información al mapa topográfico y digitalizada, han sido eliminadas como caso de análisis las laderas inferiores a 1 ha., persiguiendo con ello suprimir unidades muy puntuales y homogeneizar así las características de los casos considerados.

La ladera, elaborada de este modo, ha constituido la unidad morfológica elemental para la definición de tipos de relieve.

4.2. Selección de los parámetros definitorios de la fisonomía de la ladera y elaboración de la cartografía individual de cada parámetro

Se ha llevado a cabo una recopilación de los parámetros que en mayor medida caracterizan y definen la fisonomía de la ladera, bien porque la describen a nivel individual o bien porque dan idea de su posición relativa respecto a las restantes. Las variables seleccionadas han sido las siguientes:

- tamaño
- pendiente
- desnivel
- rugosidad

La pendiente y el desnivel de la ladera constituyen las variables básicas para definir la configuración de un terreno, por lo que son habitualmente las utilizadas para la elaboración de mapas morfométricos, como por ejemplo en el método desarrollado en el ITC (Van Zuidam y Cancelado, 1977). Ambas variables, además de proporcionar una idea sobre el vigor y el carácter más o menos agreste del relieve, combinadas entre sí y con el área de la ladera, pro-

porcionan además información acerca de la forma de la planta de la ladera (alto y ancho).

Ambas variables se han calculado en este trabajo a partir de datos procedentes de la Red de Triángulos Irregulares (T.I.N., *Triangle Irregular Net*) asociada a la generación de un Modelo de Elevación del Terreno (D.E.M.).

La Red de Triángulo Irregulares (T.I.N.) se crea a partir de la información de altitud y distancia contenida en las curvas de nivel, interpolando nodos de forma aleatoria. Cada triángulo resultante contiene información sobre altitud, orientación, área y pendiente. Para la conexión de esta red con la cobertura que contiene la delimitación de las laderas en el marco del S.I.G. (Sistema de Información Geográfica), es necesario convertir previamente esta red de triángulos en una cobertura de polígonos.

Una vez realizada la intersección entre ambas capas en el S.I.G., se ha calculado un valor medio de pendiente para cada ladera e igualmente, con un procedimiento paralelo al anterior, un valor de desnivel relativo.

El tamaño ha sido otra de las variables utilizadas para la caracterización de los tipos de relieve. Además de la información directa que este dato ofrece sobre la morfología de la propia ladera, al estar las laderas demarcadas por talwegs, el área suministra información acerca del grado de disección del relieve, de la densidad de la red hidrográfica. Indirectamente, y en combinación con las variables pendiente y desnivel, también proporciona información acerca de la relación de volúmenes entre las distintas laderas, de su posición relativa; así, a través de estas variables pueden distinguirse ambientes constreñidos y encajados, frente a otros más distendidos, con mayor amplitud de vistas.

La variable rugosidad contribuye igualmente a la caracterización de la morfología de la ladera; diferencia vertientes que, pudiendo tener una pendiente media similar, presenten una inclinación constante y homogénea, o por el contrario, un perfil más compartimentado y rugoso. Se ha entendido la rugosidad de la ladera como la medida de las variaciones que pueden presentar distintos tramos del perfil de la ladera respecto a la pendiente media de la misma.

Como medida de rugosidad se ha seleccionado el indicador que se detalla a continuación. Se ha calculado la pendiente media de cada TIN, obteniendo por tanto un valor de pendiente por pequeños tramos a lo largo de todo el perfil de la ladera. Se ha estimado posteriormente la desviación estándar para cada ladera, entendiendo que la obtención de una alta desviación estándar en una ladera es indicativa de una alta disparidad en los datos, y por tanto indicativa de una alta heterogeneidad en las pendientes (combinación de tramos de alta y baja pendiente). En definitiva, la desviación de estándar de la pendiente calculada por pequeños tramos se ha considerado un indicador de la rugosidad de la ladera. Para poder establecer comparaciones de magnitud, se ha calculado finalmente el coeficiente de variación.

Todas estas variables han sido cartografiadas para el área de estudio, recojiéndose en las figuras nº 1,2,3 y 4.

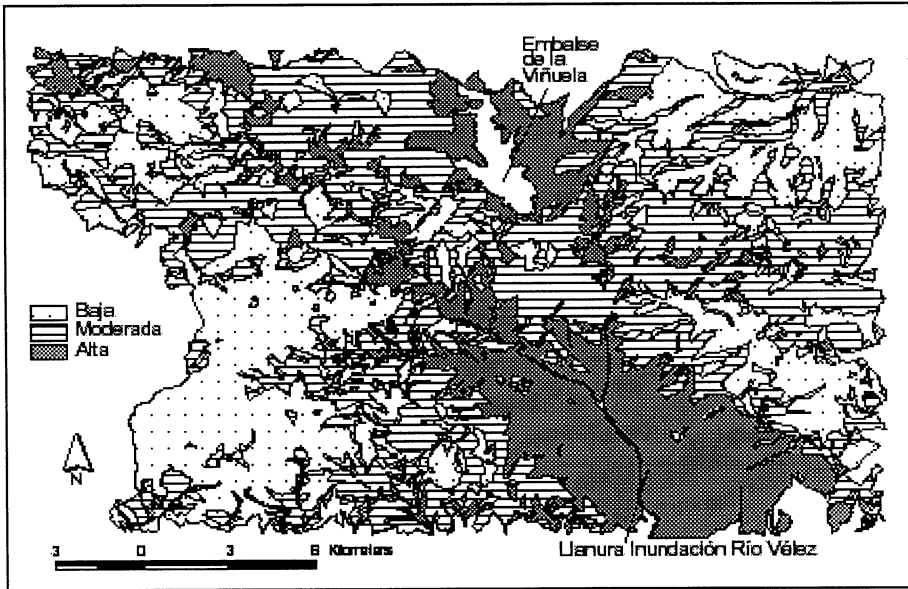


Fig. n° 1. Pendiente media de ladera

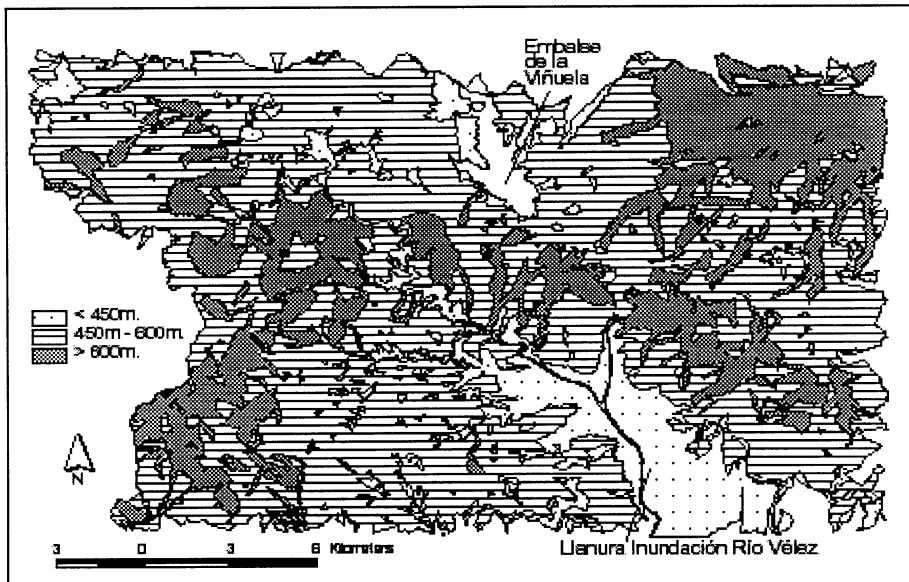


Fig. n° 2. Desnivel medio de ladera.

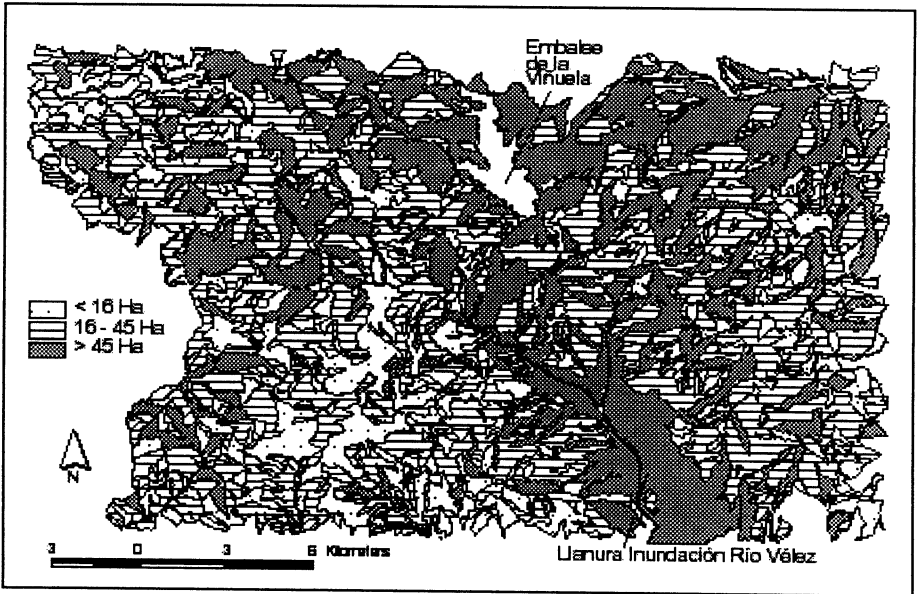


Fig. nº 3. Superficie media de ladera.

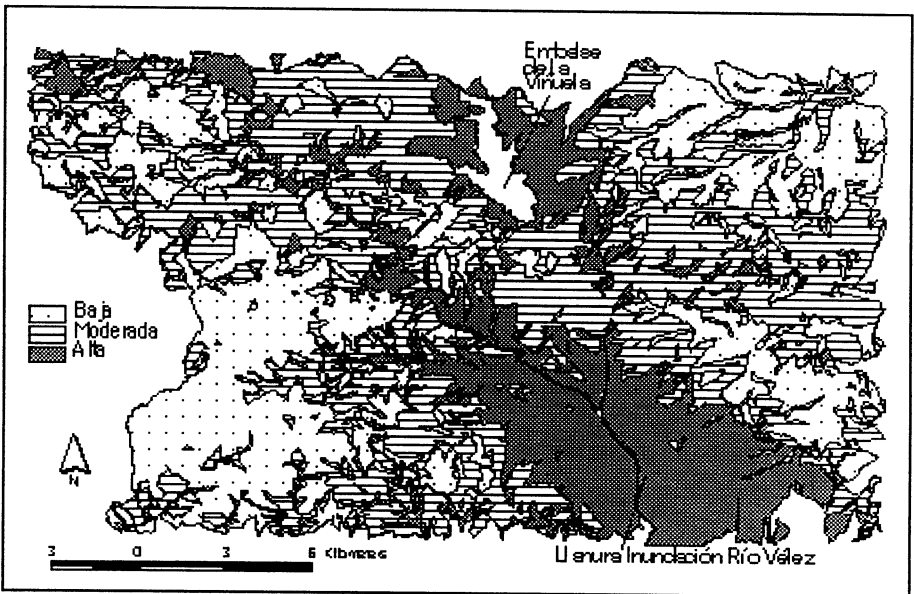


Fig. nº 4. Rugosidad media de ladera.

4.2.1. Selección de los intervalos para la elaboración de tipos

En la clasificación del relieve se ha partido de los tipos morfológicos teóricos que resultan de la combinación de las variables que se han descrito. Por este motivo, con independencia de los intervalos utilizados para la representación cartográfica de las variables morfométricas, ha sido necesario dividir el recorrido de todas estas variables en dos grandes intervalos (alto y bajo), como vía para simplificar la tipología y la clasificación.

Para establecer el punto de corte en el recorrido de cada variable que marcara los dos grandes intervalos propuestos (alto y bajo), se ha tomado como referencia los propuestos por distintas clasificaciones al uso.

En el caso de la pendiente media de la ladera y del desnivel relativo de la misma, se ha partido de las siguientes clasificaciones:

CUADRO 1
CLASIFICACIÓN MORFOMÉTRICA SEGÚN I.T.C
(Zuidam y Cancelado, 1977)

TIPO DE RELIEVE	PENDIENTE (%)	DESNIVEL RELATIVO (m.)
Plano o casi plano	0 - 2	< 5
Suavemente ondulado	3 - 7	5 - 50
Ondulado	8 - 13	25 - 75
Montuoso / moderadamente escarpado	14 - 20	50 - 200
Montuoso - diseccionado / escarpado	21 - 55	200 - 500
Montañoso diseccionado - muy escarpado	56 - 140	500 - 1000
Montañoso/ extremadamente escarpado	> 140	> 1000

CUADRO 2
CLASIFICACIÓN DEL RELIEVE SEGÚN PENDIENTE (F.A.O.)

TIPO DE RELIEVE	PENDIENTE (%)
Plano o casi plano	0 - 2
Suavemente inclinado	2 - 6
Inclinado	6 - 13
Moderadamente escarpado	13 - 25
Escarpado	25 - 55
Muy escarpado	> 140

CUADRO 3
CLASIFICACIÓN DE UNIDADES FISIAGRÁFICAS SEGÚN
PENDIENTES
(Sinamba, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía)

UNIDAD FISIAGRÁFICA	PENDIENTE (%)
Llano o suavemente inclinado	< 3
Suavemente inclinado a moderadamente inclinado	3-8
Moderadamente inclinado a inclinado	8-16
Inclinado a moderadamente escarpado	16-21
Moderadamente escarpado a escarpado	21-31
Escarpado a muy escarpado	31-46
Muy escarpado	46-76
Muy escarpado a extremadamente escarpado	76-100
Extremadamente escarpado	>100

CUADRO 4
MAPA MORFOMÉTRICO DE ANDALUCÍA ORIENTAL
(FERRE y GÓMEZ, 1988)

TIPO DE RELIEVE	PENDIENTE DESNIVEL	
	(%)	(m.)
Topografía moderadamente escarpada. Colinas numerosas con laderas redondeadas	12-20	50-200
Topografía escarpada. Montañas medias diseccionadas y escarpadas	21-55	200-500

Se ha intentado que el punto de corte para la diferenciación alta y baja pendiente sea representativo del tránsito entre un relieve ondulado, o colinar, hacia un relieve más claramente montañoso. Este punto en un sentido muy estricto podría venir marcado por un valor que se mueve entre el 13 % y el 16% en parte de las clasificaciones consultadas.

Sin embargo, teniendo en cuenta la elevada pendiente media de área de estudio, y en general de las zonas de aplicación más probables (áreas montañosas del entorno de las cordilleras Béticas), se ha optado por utilizar el valor que cierra el intervalo superior, en el tránsito de una montaña moderadamente escarpada hacia un nivel escarpado. Este valor se mueve en las clasificaciones consultadas, como puede observarse, entre el 20% y el 25% de inclinación, por lo que se ha seleccionado definitivamente el valor 20% de pendiente como punto de separación de los intervalos alta y baja pendiente.

La selección del punto de inflexión para delimitar los intervalos alto y bajo de desnivel se basa igualmente en referentes bibliográficos, matizados, como en el caso anterior, por las características particulares de la zona (relieve medio de características muy vigorosas). En este caso, las clasificaciones morfométricas señalan el tránsito entre un relieve moderadamente escarpado a uno escarpado en torno al valor 200m de desnivel. Otras, como la recogida por V.V.A.A. (1995) apuntan el valor 300 m como el que marca el paso de colina a montaña. Dado el alto desnivel medio de la zona, y los muy altos valores de desnivel absoluto que se recogen en la zona de estudio (prácticamente hasta el pico de la Maroma, situado a 2065 m.) se ha elegido este último dato, más elevado, como punto de corte. Los intervalos de desnivel por tanto discurren de 0 a 300 m y de más de 300.

Para la delimitación del punto en el que realizar el tránsito entre laderas consideradas pequeñas o grandes, se ha tomado la referencia de los valores generales para la zona, que sitúan el tamaño medio de la ladera en 30 ha.

Puesto que el enfoque que guía la clasificación y obtención de tipos es fisonómico, se ha considerado más expresivo utilizar el valor de tamaño real, y no proyectado, de la ladera. Esta decisión es especialmente oportuna si se considera que dada la heterogeneidad de la pendiente en la zona, la proporción de deformación es muy variable.

De igual forma se ha procedido con los valores de rugosidad (coeficiente de variación de la pendiente media), cuya media se ha situado en la zona en el valor 600.

Definitivamente, los intervalos seleccionados se recogen en el cuadro nº 5:

CUADRO 5
INTERVALOS SELECCIONADOS PARA LA LITOLOGÍA DE
LADERAS

INTERVALO	AREA	PENDIENTE	DESNIVEL
	(has.)	(%)	(m.)
Alta	0- 20	0 - 25	0 -300
Baja	+ 20	+ 25	+ 300

4. 3. Elaboración de tipos morfológicos teóricos y clasificación

Los tipos de ladera son la resultante de la combinación de las variables utilizadas. Asociando todas las variables a la vez para la elaboración de tipos, las posibilidades de obtener combinaciones distintas son demasiado amplias para afrontar una clasificación sin apoyo de estadísticos multivariantes (16 ti-

pos). Por este motivo, y para conseguir tipos más aprehensibles, el procedimiento de clasificación se ha estructurado en las fases que se resumen a continuación y se detallan más adelante:

1. Obtención de tipos de ladera a través de las tres variables básicas (tamaño, pendiente y desnivel).
2. Clasificación en función de los 8 tipos teóricos obtenidos.
3. Diferenciación en sub-tipos a partir de los tipos básicos obtenidos en función de la variable rugosidad.

4.3.1. Combinación de las tres variables básicas

El primer paso adoptado ha sido la combinación de las variables consideradas más importantes en la configuración de la ladera, esto es, indicadoras del tamaño, la pendiente y el desnivel relativo. Al ser tres el total de variables a combinar, se obtienen un total de nueve tipos posibles, número este que sí permite el sondeo directo a la base de datos, y además genera unos tipos morfológicos de diferencias más aprehensibles. Los tipos básicos que pueden obtenerse a partir de esta primera combinación se resumen en el cuadro siguiente:

CUADRO 6
TIPOS MORFOLÓGICOS DE LADERAS BÁSICOS (TEÓRICOS)

TIPO	AREA (has.)	PENDIENTE (%)	DESNIVEL (m.)	DESCRIPCIÓN
1	Grande	Alta	Alto	Relieve poco diseccionado, de laderas amplias, muy escarpadas y de alto desnivel relativo
2	Pequeña	Alta	Alto	Relieve diseccionado, de laderas amplias estrechas y largas, muy escarpadas y de alto desnivel relativo
3	Grande	Alta	Bajo	Relieve poco diseccionado, de laderas amplias y achatadas, muy escarpadas pero de bajo desnivel relativo
4	Pequeña	Alta	Bajo	Relieve diseccionado, de laderas pequeñas muy escarpadas aunque de bajo desnivel
5	Grande	Baja	Alto	Relieve poco diseccionado, de laderas amplias, pendiente suave, pero alto desnivel
6	Pequeña	Baja	Alto	Relieve diseccionado, de laderas pequeñas estrechas y largas, pendiente suave pero alto desnivel
7	Grande	Baja	Bajo	Relieve poco diseccionado, de laderas amplias, y carácter alomado (pendiente suave y bajo desnivel)
8	Pequeña	Baja	Bajo	Relieve diseccionado, de laderas pequeñas y carácter alomado (pendiente suave y bajo desnivel)

La descripción del tipo morfológico se obtiene en algunos casos de forma indirecta o a través de la combinación de las variables utilizadas.

Así, por ejemplo, la información para calificar un tipo de relieve como diseccionado o poco diseccionado se infiere del tamaño de la ladera, que al estar delimitada por talwegs, constituye una vía indirecta de medir la frecuencia de drenaje, y por tanto el nivel de profusión con que el relieve se ve diseccionado (es por tanto una medida de frecuencia de la disección y no de profundidad de la misma).

La información sobre la forma del perímetro de la ladera (estrecha, achatada, larga, etc.), se deduce, en los casos en los que sea posible, de la comparación entre el tamaño, el desnivel y la pendiente.

4.3.2. Clasificación en función de los 8 tipos teóricos obtenidos

A partir de la tipología obtenida, se sondeó la base de datos, observándose que, en la zona de estudio, sólo se detectan cinco de los tipos teóricos posibles (tipos 1, 3, 4, 7 y 8), con un claro predominio en número de casos y extensión de los tipos 1, 4 y 7.

Los tipos 3 y 8 están representados por un número escaso de casos, lo que, unido a sus características de área pequeña en ambos casos, produce que su representación cartográfica resulte poco expresiva a una escala media, por lo que han sido eliminados para el siguiente paso de clasificación.

4.3.3. Diferenciación de subtipos en función de la rugosidad

Para la subdivisión de tipos en atención al nivel de rugosidad de la ladera se ha partido del siguiente planteamiento. Un tipo será considerado predominantemente rugoso o poco rugoso en función de que exista un predominio claro en porcentaje de laderas de ese tipo que muestre esta cualidad. En caso de que en el tipo no exista un predominio en un u otro sentido, el tipo será dividido en dos subtipos de rugosidad alta y baja respectivamente.

Para la contabilización del número de casos que cumplen uno u otro criterio, no ha sido necesario realizar una ponderación del número de laderas en función de su extensión, ya que cada tipo se sitúa en un mismo intervalo de superficie, por lo que la variabilidad en extensión no es muy significativa.

En la aplicación al área de estudio, se ha presentado la siguiente casuística:

4. 4. Análisis de la relación de los sub-tipos con la litología

- Los tipos 1 y 4 presentan un claro predominio de laderas con rugosidad por debajo de la media (93% de los casos en el tipo 1 y 85% en el tipo

- 4), por lo que estos tipos pasan a calificarse directamente como poco rugosos.
- El tipo 7 presenta una distribución compartida de laderas con rugosidad superior a la media e inferior a la media, por lo que se decidió dividir el tipo en dos subtipos de ladera en razón de la rugosidad.

Los tipos presentes en el área de estudio y definitivamente caracterizados son por tanto los siguientes:

CUADRO 7
TIPOS MORFOLÓGICOS DE LADERAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

TIPO	AREA (has.)	PENDIEN. (%)	DESNIV. (m.)	RUGOSID.	DESCRIPCIÓN
1	Grande	Alta	Alto	Baja	Relieve poco diseccionado, de laderas amplias, escarpadas, de alto desnivel relativo y baja rugosidad
4	Pequeña	Alta	Bajo	Baja	Relieve diseccionado, de laderas pequeñas escarpadas aunque de bajo desnivel y baja rugosidad
7 ^a	Grande	Baja	Bajo	Alta	Relieve poco diseccionado, de laderas amplias, carácter alomado (pendiente suave y bajo desnivel) y alta rugosidad
				Baja	Relieve poco diseccionado, de laderas amplias, carácter alomado (pendiente suave y bajo desnivel) y baja rugosidad

La clasificación de las laderas del área de estudio según estos tipos morfométricos se muestra en la figura nº 5.

4.5. Distribución espacial de los tipos de ladera y relación con la litología

Para facilitar la comparación entre los tipos morfométricos de cada ladera y la litología que configura las mismas, se ha elaborado un esquema litológico por laderas, adjudicando a cada ladera el valor de la litología predominante en su extensión (ver figura nº 6).

Comparando los mapas nº 5 y nº6 se aprecia como existe una clara correspondencia en la distribución de ambas variables, observándose las siguientes asociaciones:

- El tipo 1, identificable con un relieve vigoroso configurado por laderas de amplias dimensiones se corresponde con el macizo marmóreo de la Sierra de Tejada, localizado en el extremo nororiental del área de estudio. Igualmente se distribuye de forma algo más discontinua formando una banda noroeste-sureste asociada a la banda de esquistos negros del complejo alpujarride, y a un arco que marca el límite al occidental del área de estudio y que se identifica con la serie de calizas alabeadas y filitas del maláguide.
- El tipo de ladera 4 describe un relieve compartimentado y de no muy alto desnivel, pero escarpado. Se distribuye por todo el conjunto de litologías pizarrosas asociadas tanto a la unidad maláguide como a la alpujarride y constituyen dos amplias franjas paralelas a ambos lados del valle del río Vélez.
- El tipo 7 conforma una morfología de grandes laderas alomadas y en su conjunto se asocia al relleno aluvial del fondo de valle y piedemonte del río Vélez, y a las litologías margosas y arcillosas del Pasillo de Colmenar- Periana, situado en el norte del área de estudio.
- El subtipo 7-A, caracterizado por poseer una rugosidad superior a la media, se localiza en los sectores de transición y contacto entre zonas de pendiente más diferenciadas, lo que propicia una mayor irregularidad de la topografía. Este es el caso de las últimas estribaciones de los relieves pizarrosos sobre el valle del Vélez, o la zona aledaña al Embalse de la Viñuela.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de la aplicación de la metodología propuesta ponen de manifiesto su eficacia para caracterizar las laderas desde un punto de vista morfológico y delimitar en el relieve zonas de fisonomía similar.

El hecho de que las variables que se utilizan para la clasificación y elaboración de tipos sean cuantificables y el procedimiento de clasificación sistemático, favorece la objetividad de comparación, lo que resulta especialmente útil a la hora de clasificar áreas de amplia extensión.

Otro aspecto positivo del procedimiento empleado es el hecho de que ofrece una buena capacidad de clasificación utilizando un número reducido de variables, que además, en su mayoría, son básicas y de fácil obtención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PEDRAZA GILSANZ, J. (1996): *Geomorfología, Principios, Métodos y Aplicaciones*. Editorial Rueda, Madrid, 414.
- PANAREDA Y CLOPÉS, J. (1984): *Cómo interpretar el mapa topográfico. Técnicas didácticas*. Editorial Anaya/2, 88.
- PERLES ROSELLÓ, M. J. (1995): *Medir la erosión. La fragilidad erosiva en el valle del río Vélez*. Ed. Servicio de Publicaciones de la Diputación Provincial de Málaga. Málaga, 230.
- VAN ZUIDAM, R.A. y CANCELADO, F. (1977): *Terrain analysis and classification using aerial photography. A geomorphological approach* I.T.C. Textbook of Photo-Interpretation, vol. VII, Enschede, 310.
- V.V.A.A., (1995): *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. CEOTMA, Ministerio de Medio Ambiente, 810.



Fig. nº 5. Tipos morfológicos de las laderas del área de estudio.

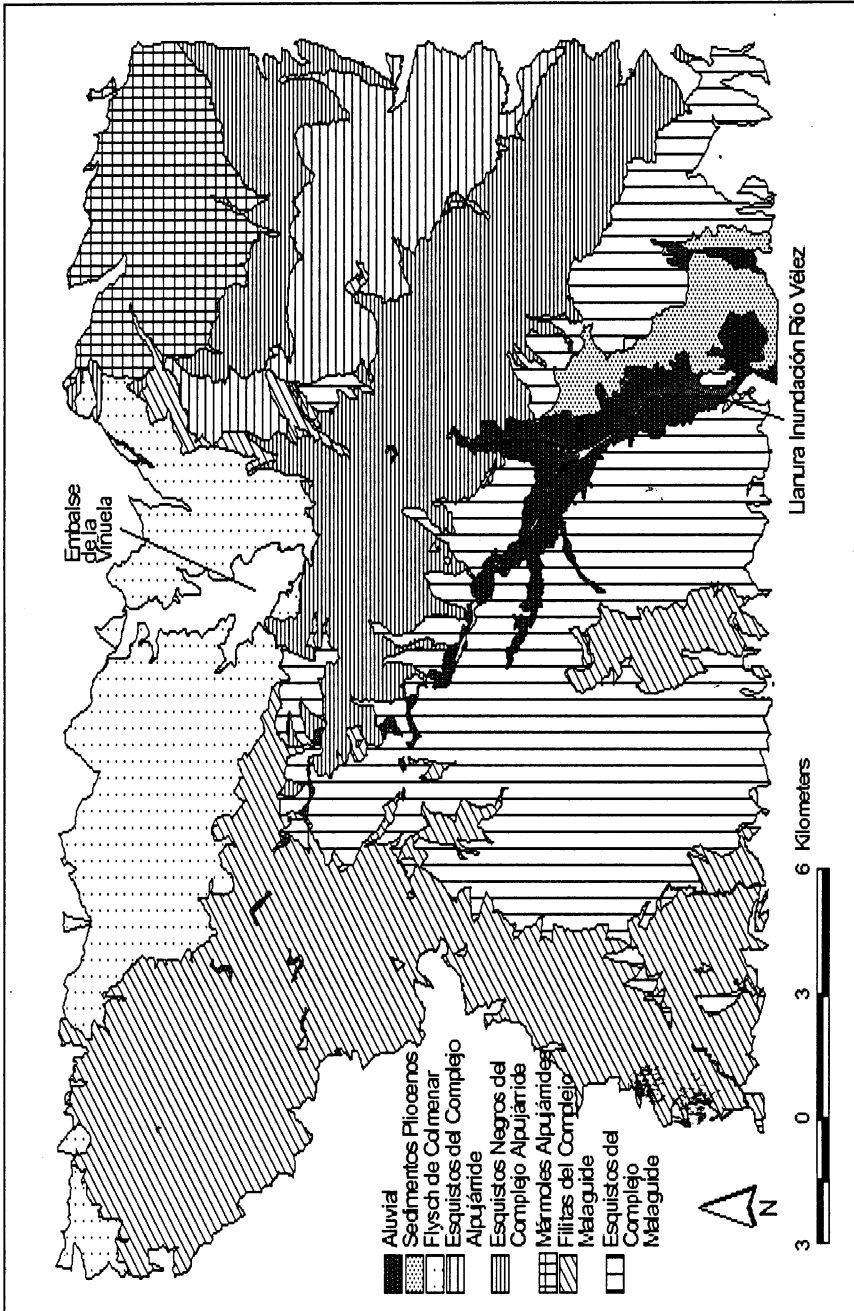


Fig. n^o 6. Litología predominante por ladera según superficie ocupada.