

# **MICROFORMAS DE EROSION Y ACUMULACION EN PISTAS FORESTALES: EL EJEMPLO DEL ALTO VALLE DEL CARDENAS (Sierra de la Demanda)**

José Arnáez Vadillo\*

## **RESUMEN**

En una red de pistas forestales localizadas en la cabecera del río Cárdenas se han estudiado los tipos de microformas de erosión y acumulación que se han desencadenado tras su trazado. Diversas aproximaciones permiten concluir que la evolución de tales pistas es diferente según la altitud, la exposición y la cubierta forestal.

## **SUMMARY**

In a network of forest tracks located in the head of the Córdenas River, we have studied the types of the microforms of erosion and sedimentation which have arisen after their construction. Several approaches enable us to conclude that the evolution of such tracks is different according to the altitude, the exposure and the forestry cover.

Las acciones humanas en la explotación y ordenación del medio natural han sido factores desencadenantes de muchos procesos erosivos que aunque, en la mayor parte de los casos, dejan en el relieve huellas de detalle, plantean importantes problemas. La erosión antrópica ligada a la agricultura, sin duda, es la actividad más relevante en este sentido. Sin embargo, existen un amplio abanico de actuaciones que causan modificaciones en el medio. Entre estas es necesario mencionar el trazado de pistas en áreas de montaña. El objetivo de este trabajo es llegar a conocer las microformas de erosión y acumulación que aparecen en las mismas, así como los procesos que las generan. No debemos olvidar que la inserción de una pista en una vertiente puede suponer la interrupción, alteración o activación de ciertos procesos en laderas más o menos estables.

\* Departamento de Geografía. Colegio Universitario de Las Palmas.

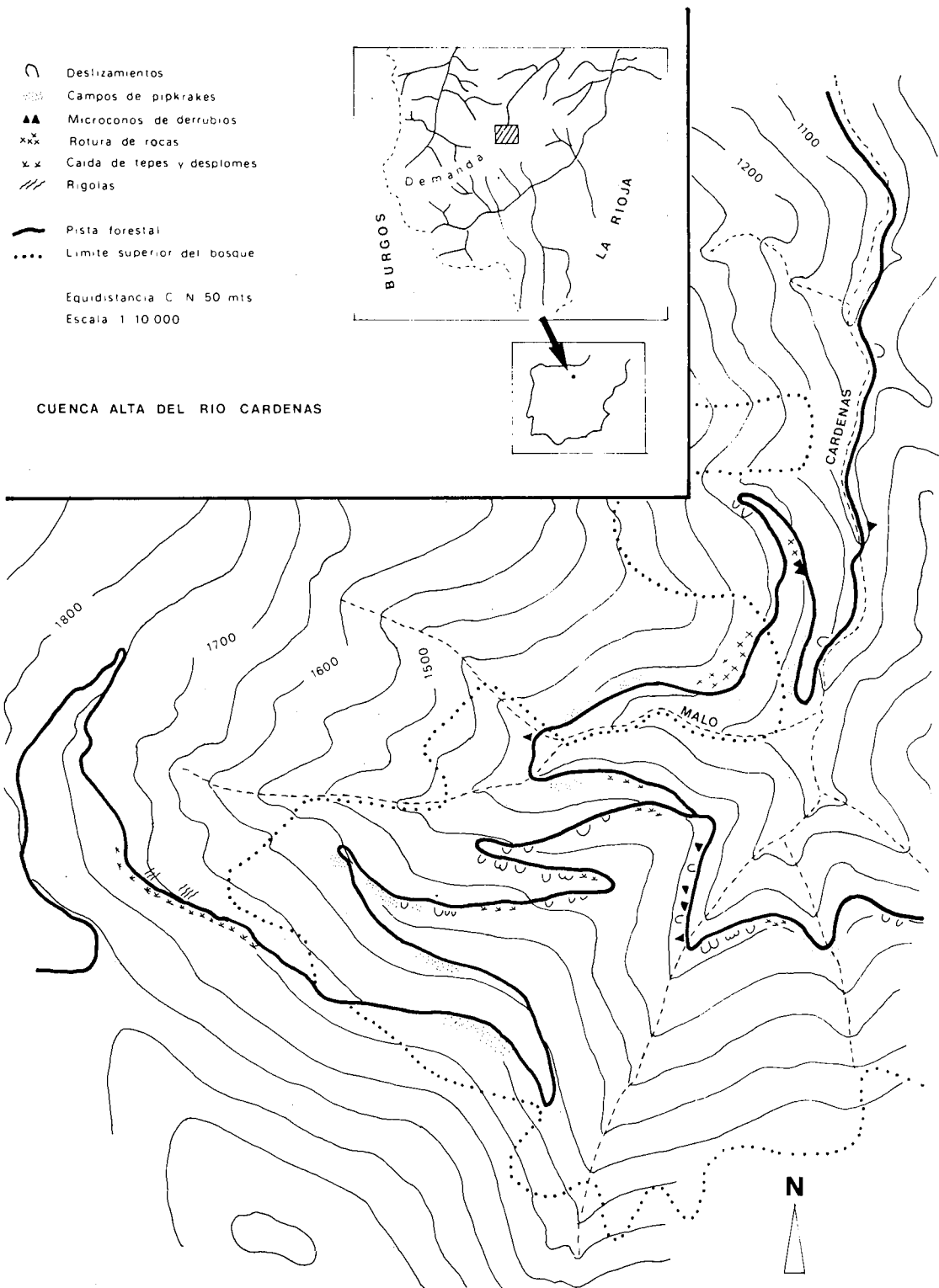
## I. ZONA DE ESTUDIO

Para cumplir nuestros fines hemos elegido la red de pistas forestales de la cabecera del río Cárdenas (afluente del río Najerilla), ubicada en la Sierra de la Demanda (Sistema Ibérico). Con una orientación prácticamente S-N y enmarcada entre las líneas de cumbres que parten de Cabeza Parda (2016 m.) por el W. y el Pancrudo (2.072 m.) por el E., esta cuenca comparte las mismas características ambientales que el resto de la Sierra. Estamos ante un macizo paleozóico integrado por materiales resistentes (cuarcitas, pizarras, esquistos) que se vio afectado por el plegamiento alpino. Aunque en la línea de cumbres se conservan claras muestras de senilidad, no ocurre así en las vertientes donde el encajamiento de la red fluvial ha formado unos gradientes pronunciados. Estas laderas afectadas por una acción periglacial coetánea a la glaciación se han visto cubiertas por un espeso manto de derrubios actualmente en desequilibrio climático por debajo de los 1800 m.

El ambiente climático está condicionado por la posición avanzada de la Sierra hacia el W. Flujos del NW, oceánicos, descargan su humedad aportando importantes precipitaciones que le dan al conjunto montañoso un matiz oceánico. Toda la cuenca se encuentra por encima de la isoyeta de los 850 mm. anuales con una temperatura media de 9.8° a los 1000 mts. de altitud. Sin embargo, dos factores modifican estos valores: la altitud y la orientación. Por ello las temperaturas medias anuales que podemos esperar a los 2.000 m. rondan los 4° (ARNAEZ VADILLO, 1980). Las precipitaciones superan los 1.000 mm. a partir de los 1500/1600 m. y llegan a alcanzarse valores de hasta 1.500 mm. en las cumbres. En invierno es de esperar que éstas caigan en forma de nieve a partir de los 1.600 m. (isoterma de 0°), aunque irrupciones oceánicas templadas ocasionales con precipitaciones líquidas pueden llegar a fundirla. De no existir tales penetraciones, la nieve comienza a estabilizarse a lo largo de diciembre y se prolonga hasta bien entrado el mes de mayo, aunque la fusión comienza mucho antes. En estas condiciones no es de extrañar que la mayor parte de los procesos de la cuenca, algunos de los cuales afectan a las pistas, estén relacionados con el funcionamiento hídrico.

La falta de una completa red de estaciones nos impide conocer las diferencias climáticas que se establecen entre las laderas de distinta orientación. Las solanas muestran un carácter más continentalizado con contrastes térmicos más acusados. Las umbrías, más húmedas, cuentan con un importante bosque de hayas que atenúa contrastes. En el nivel supraforestal, por encima de los 1700 m., las diferencias solana-umbría se manifiestan en la menor duración del manto nival en las primeras.

## EROSION Y ACUMULACION EN PISTAS FORESTALES



## II. RESULTADOS

El trazado viario de la cuenca consta de una pista forestal que discurre por el fondo del valle para posteriormente a media ladera, entre los 1300/1400 m., bordear toda la cuenca. A los 1380 m. en la vertiente izquierda, se ha abierto una desviación que alcanza la línea de cumbres (Collado Artaza, 1819 m.). Con una longitud aproximada de unos 14 km. la pista asciende desde los 1050 m. a los 1819 salvando un desnivel de 769 m. Toda ella, a excepción de un pequeño tramo orientado en solana, se enclava en un denso bosque de frondosas (hayas). A partir de los 1650 m. el bosque se ve sustituido por matorral (*Calluna* y *Erica*).

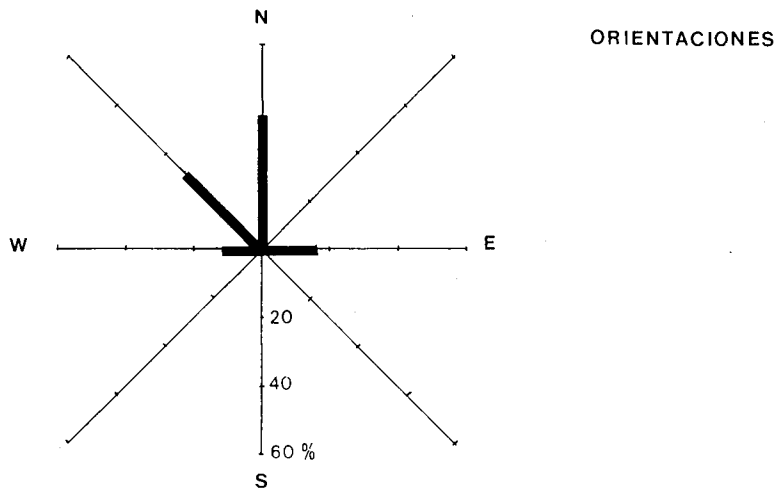
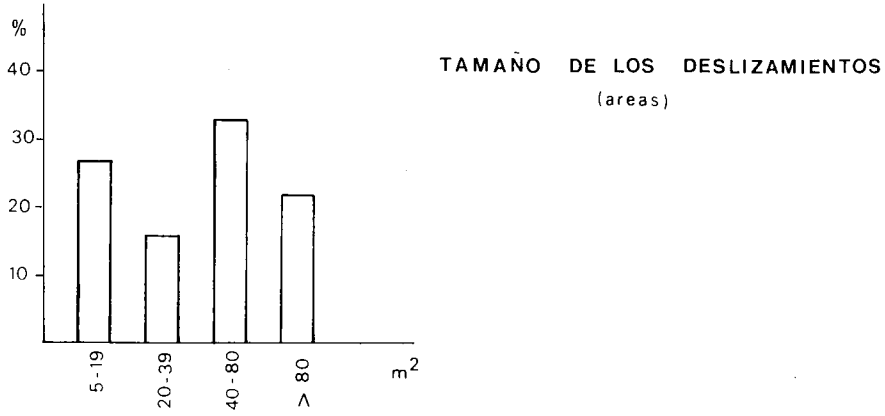
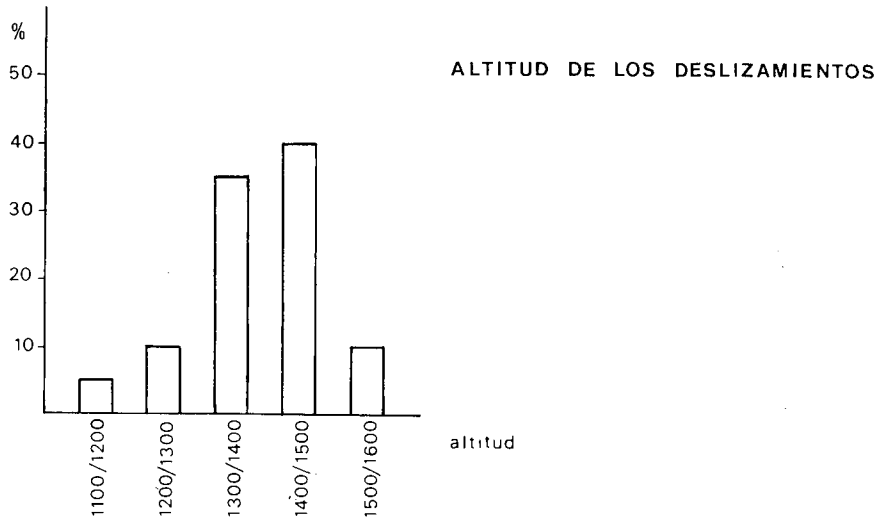
Estos dos ambientes característicos de toda la Sierra poseen unas peculiaridades propias en su funcionamiento hídrico que repercuten en los procesos y formas de erosión de las pistas que los surcan. Por esta razón vamos a describir primeramente los fenómenos que aparecen en estos dos medios para posteriormente explicar sus mecanismos. Nos centraremos, como es obvio, con más intensidad en el talud superior de las pistas (pared que se forma ladera arriba al inscribirse ésta en la vertiente), pues es aquí donde la erosión adquiere mayores proporciones. La calzada de la pista forestal presenta una problemática menor. Sólo dos tipos de fenómenos pueden observarse: aparición de rigolas y encharcamientos por falta de drenaje. El primero se origina con precipitaciones copiosas y en las áreas con más pendiente: en tramos con desniveles de hasta 11° (un suelo impermeable y compacto por el sucesivo paso de vehículos favorece la escorrentía superficial que rápidamente se inscribe en las propias rodaduras de los coches llegando a formar rigolas de considerable tamaño); los segundos hacen su aparición en puntos de escasa pendiente (1 ó 2°) y coinciden con zonas umbrías, húmedas, con un drenaje mal trazado.

### a) Piso forestal

1. *Deslizamientos*. Representan el 40% de las formas de erosión en los taludes superiores de las pistas del nivel forestal. Como se aprecia en el histograma, alcanzan su máxima intensidad entre los 1300/1500 m. (75% del total) y en vertientes N y NW (38,8 y 33,3% respectivamente), coordenadas en donde el bosque adquiere su máximo desarrollo.

La morfología de estas formas es sencilla. Configuran unos nichos con forma semicircular identificables por un escarpe de 40/50 cms. Su tamaño es diverso, encontrándonos con ejemplos de 3 m. de longitud por 4,5 de anchura y otros de mayor envergadura, 13 x 17,7 m. De cualquier forma, la construcción de un gráfico en el que se ha reflejado el área de deslizamientos permite conocer con más exactitud la distribución de los distintos tamaños. El 33% de los mismos se encuentran entre los 40-80 m<sup>2</sup> y un 28% entre los 5-20 m<sup>2</sup>. El 78% son inferiores a los 80 m<sup>2</sup>. A su pie se localiza el material

## EROSION Y ACUMULACION EN PISTAS FORESTALES



de acumulación que incorpora, en muchos casos, árboles y arbustos. La evolución de las cicatrices por erosión remontante trae como consecuencia su engrandecimiento ladera arriba. Del mismo modo, varios deslizamientos pueden llegar a coalescer lateralmente.

2. *Pipkrakes*. Los campos de pipkrakes en el nivel forestal aparecen en áreas muy húmedas o en zonas desforestadas sometidas a contrastes térmicos día/noche. Su acción se centra en los taludes desnudos, levantando, removiendo y preparando el material para otros agentes de erosión. Experiencias de campo y laboratorio (ARNAEZ VADILLO, 1983) han permitido conocer la relación cantidad de agua-peso de sedimentos levantados así como la granulometría de estos últimos. Los resultados ponen de manifiesto el papel que pueden ejercer estos procesos en la evolución de las pistas forestales.

3. *Micro-conos de derrubios*. Cuando la pista discurre por áreas rocosas, en el talud superior aparecen pequeños escarpes de cuarcita muy diaclasada que alimenta conos de derrubios de tamaño métrico. Evidentemente, la acción hielo/deshielo es la encargada de realizar la labor de desgajamiento de las rocas que se van acumulando al pie del talud.

b) Piso supraforestal

En la cuenca alta del río Cárdenas a los 1650-1700 m. el bosque se ve sustituido por un piso de matorral con fuerte aparato radicular. Aquí el manto de derrubios que cubre la Sierra adquiere su máxima expresión con espesores de más de 2 m. Formado por cantos de un tamaño medio de 8 x 4 x 2 cm. provenientes de la gelifración y envueltos en una matriz fina derivada de la alteración de esquistos y cuarcitas (GARICA-RUIZ y ARNAEZ VADILLO, 1984), este manto se organiza en una estructura *open-work* que permite la rápida circulación del agua infiltrada.

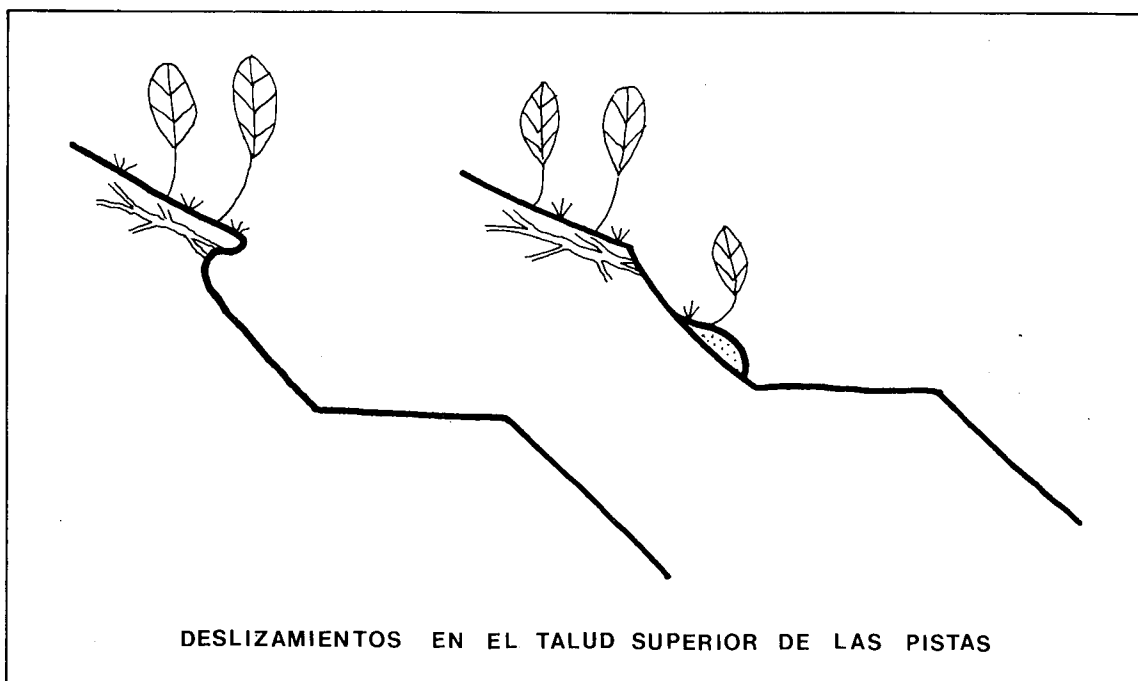
Los procesos más destacados en los taludes superiores de este piso son la aparición de *campos de pipkrakes* y *la caída de tepes*. Estos fenómenos son habituales fundamentalmente el primavera. Tenemos que considerar que en estas altitudes el manto nivel permanece durante todo el invierno protegiendo el suelo e impidiendo los procesos erosivos.

El talud inferior del nivel supraforestal (continuación de la ladera aguas abajo a partir del piso de la pista) se encuentra completamente cubierto de una importante cantidad de derrubios como consecuencia de las labores de excavación realizadas por la maquinaria pesada. Estos cubren el matorral proporcionando las condiciones idóneas para la erosión. Efectivamente, el agua de fusión o el agua subcortical interrumpidas por la pista de inscriben ladera abajo formando una importante red de rigolas de hasta 25 ms. de longitud.

### III DISCUSION

Sin lugar a dudas, los dos procesos más característicos de los pisos anteriormente mencionados son los deslizamientos y la caída de tepes.

Los deslizamientos están ligados al funcionamiento hídrico del bosque. Los suelos forestales de la Demanda con una textura franca –limosa o limoarenosa–, una estructura en agregados y una importante cantidad de cantos poseen un alto grado de permeabilidad. Las raíces muertas de los árboles (GAISER, 1952) han formado una importante red de conductos y macroporos que favorecen la circulación del agua en un nivel subcortical. Estos conductos, incluso, son agrandados y desarrollados por micromamíferos o por el movimiento del agua en todas las direcciones (WHIPKEY, 1965; CHORLEY, 1980). Este modelo de circulación en *pipes* o por medio de flujos subcorticales laminares se ve alterado e interrumpido por la inclusión de pistas forestales. En concreto, cuando estos flujos se ubican en los primeros centímetros del suelo (entre el nivel A/B o la parte superior del B), el agua aflora a la superficie realizando una continua labor de excavación y zapa. Por otro lado, dado el alto porcentaje de humedad concentrada en estos puntos, esta labor se ve potenciada por el desarrollo de pipkrakes. El socavamiento crea unas condiciones de inestabilidad del horizonte A que queda, de este modo, colgado, soportando el peso ejercido por la vegetación que sustenta y el empuje ladera abajo de la reptación del propio suelo. La consecuencia inmediata es el deslizamiento de una importante cantidad de material por el talud que se deposita al pie del mismo.



JOSE ARNAEZ VADILLO

Para conocer la relación existente entre estos deslizamientos y otras variables hemos elaborado una matriz de correlación teniendo en cuenta: la altitud a la que se localizan (1), la pendiente aguas arriba del deslizamiento (2), la altura del talud donde se ubican (3), y su tamaño (4) –considerando en este caso sólo la longitud de éstos–. Los resultados quedan plasmados en la siguiente tabla:

	①	②	③	④
①		-0,38	0,18	-0,47
②			-0,12	0,79
③				-0,02
④				

La correlación más perfecta se establece entre el tamaño del deslizamiento y la pendiente aguas arriba (0,79). A mayor gradiente el tamaño del deslizamiento aumenta. Con pendientes de más de 30° éstos alcanzan longitudes de 13-15 m. Como es lógico, un elevado gradiente favorece una circulación hídrica más rápida y activa, una reptación del suelo más acusada y, en consecuencia, unas condiciones generales de inestabilidad apropiadas para el desarrollo de fenómenos como los descritos. Todas las demás correlaciones son aleatorias y poco significativas. No existe ninguna conexión, como podría esperarse, entre la altura del talud y la longitud de las formas. La capacidad de erosión remontante de los deslizamientos, que ascienden lentamente ladera arriba, desborda el propio marco del talud.

Finalmente, la caída de tepes en el piso supraforestal está condicionada a la existencia de humedad a nivel de las raíces del matorral. Por lo tanto, la fusión de la nieve y con ella la aparición de pipkrakes son los mecanismos encargados de activar este proceso. En concreto, estos últimos realizan una importante labor de socavamiento que terminará con la caída del matorral envuelto en cantidades más o menos importantes de tierra. La fina capa de nieve que suele cubrir a comienzos de la primavera la parte inferior del talud de la pista facilita el deslizamiento de éstos.



#### IV CONCLUSIONES

La inclusión de pistas forestales en medios estables supone la alteración del funcionamiento hidromorfológico de las laderas. Los procesos erosivos se aceleran, y, de esta manera, se crean áreas de emisión de materiales que la escorrentía se encarga de evacuar incrementando la carga de sedimentos de los arroyos. A lo largo de este trabajo se han mostrado los distintos procesos y formas de erosión aparecidos en la pista forestal de una pequeña cuenca de la Sierra de la Demanda (alto valle del Cárdenas), deteniéndonos por su importancia y envergadura en los deslizamientos que se originan en el piso forestal. De tamaño decamétrico, con orientaciones umbrías, en altitudes comprendidas entre los 1300/1500 m. su desarrollo y evolución están relacionados con la circulación hídrica subcortical característica del bosque, la reptación del suelo y el valor de la pendiente, entre otros. En el piso supraforestal la mayor duración de la capa de nieve que protege al suelo y un manto potente de derrubios que absorbe el agua de fusión y precipitación impiden el funcionamiento de procesos de gran tamaño. Sólo las caídas de tepes y los campos de pipkrakes son los fenómenos más usuales.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARNAEZ VADILLO, J., 1980. *El papel del turismo en la transformación de un paisaje rural: Ezcaray*. Memoria de Licenciatura. Zaragoza.
- ARNAEZ VADILLO, J., 1983. Factores condicionantes de la formación de pipkrakes en una montaña oceánica (Sierra de la Demanda). *VIII Coloquio de Geógrafos Españoles*. Barcelona.
- CHORLEY, R.J., 1980. The hillslope hydrology cycle. *Hillslope Hydrology*. Ed. M.J. Kirkby. Wiley and son. Londres.
- GAISER, R.N., 1952. Root channel and roots in forest soils. *Soil Science Society Proceeding*, 16, pp. 62-65.
- GARCIA-RUIZ, J.M., y ARNAEZ VADILLO, J., 1984. Infiltration et piping dans la Sierra de la Demanda. *Ecologie et biogéographie des milieux montagnards*. Pau.
- WHIPKEY, R.A., 1965. Subsurface stormflow from forested slopes. *Int. Ass. Sci. Hydrol. Bull.*, 10 (2): 74-85.

