

REPOBLACIONES HISTÓRICAS RECIENTES Y CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA VERTIENTE SEPTENTRIONAL DE LA SIERRA DE LOS FILABRES (ALMERÍA)

J. Muñoz Jiménez

Departamento de AGR y Geografía Física. Universidad Complutense. Campus Universitario. 28040-MADRID (España). Correo electrónico: julio_muji@ole.com

Resumen

La vertiente septentrional de la Sierra de los Filabres (Almería) ha sido objeto entre 1955 y 1983 de importantes acciones de repoblación forestal, con la finalidad de favorecer la conservación de los suelos, atenuar los fenómenos erosivos y reducir el ritmo de aterramiento de los embalses. Utilizando una adaptación del Método para la Evaluación de la Erosión desarrollado por la ITC se ha podido apreciar cómo antes del comienzo de las repoblaciones el nivel de susceptibilidad a la erosión era considerablemente alto y cómo tras la conclusión de éstas ha disminuido de forma significativa.

Palabras clave: *Erosión, Técnicas de reforestación, Tasas de pérdida de suelo, Cambios de uso*

INTRODUCCIÓN

La Sierra de los Filabres, perteneciente a la zona interna de las Cordilleras Béticas, está situada en el interior de la provincia de Almería entre el valle del Almanzora, al N, y el "desierto" de Tabernas, al S. Ocupando una posición central dentro de su vertiente septentrional se encuentran los valles de Las Menas, de Bacares, de Sufli y de Sierro, los cuales, junto con el barranco del Layón situado entre los dos primeros, constituyen el área objeto de estudio. En este territorio, de 19512 Ha de extensión, se desarrolló entre los años 1955 y 1983 una actividad forestadora muy importante en relación con la cual se sembraron de coníferas 9872 Ha, equivalentes al 50,6% de su superficie total (GÓMEZ MENDOZA Y MATA OLMO, 2002; SANZ HERRÁIZ *et al.*, 2001 y 2002).

El objeto de la investigación cuyos resultados se exponen es analizar y evaluar la incidencia que la aparición y el desarrollo de estas nuevas masas forestales ha tenido en la reducción de la susceptibilidad a la pérdida de suelos en el área de montaña que se acaba de delimitar, cuyos caracteres topográficos básicos son los siguientes: Una altura media relativamente elevada (1363 m); un marcado desnivel (1555 m, entre los 2105 m del Puntón de la Merendera y los 550 del cauce del Almanzora en las cercanías de Purchena); y una pendiente media francamente acusada (del 29,27%). Los caracteres hidrográficos se resumen, por su parte, en una densidad de cauces relativamente alta: 4,25 km de cauces/km² por término medio (con una escala de observación equivalente a 1.25.000); y 30% del territorio con más de 6,0 km de cauces/km².

Período	Sup. plantada	%	Sup. plantada al final del período
1955-1960	1846 Ha	9,5 (18,7)	1846 Ha (18,7%)
1961-1970	6360 Ha	32,6 (64,4)	8206 Ha (83,1%)
1971-1980	1011 Ha	5,2 (10,2)	9217 Ha (93,4%)
1980-1983	655 Ha	3,4 (6,6)	9872 Ha (100,0%)

Tabla 1. Desarrollo cronológico de la reforestación en los valles de Las Menas, Layón, Bacaes, Sufli y Sierro (Sierra de los Filabres)

No se ha pretendido en dicha investigación evaluar la pérdida real de suelo con referencia a la situación presente (I.C.O.N.A., 1982), sino el nivel de susceptibilidad a la erosión, es decir la erosionabilidad potencial derivada de las condiciones del medio –evidentemente afectadas por la repoblación forestal– con referencia a tres cortes temporales significativos: 1956 (a comienzos de la forestación), 1978 (una vez efectuada la mayor parte de ella) y 1995 (más de una década después de concluida la actividad forestadora).

MÉTODO DE ANÁLISIS Y VALORACIÓN

Para llevar a cabo esta evaluación se han utilizado las Claves de la ITC, en las que el valor de dicho nivel es convencional: se expresa por medio de un número en una escala de 1 a 100 dividida en intervalos o "clases" y se obtiene sumando las puntuaciones correspondientes a una serie de parámetros naturales y antrópicos (VAN ZUIDAM & VAN ZUIDAM-CANCELADO, 1979; SANCHO MARCÉN, 1997). Sustituyendo en algunos aspectos el método originalmente propuestos por sistemas de cálculo o de reconocimiento de campo más precisos (Rubio et al., 1984), los parámetros utilizados se han agrupado en los cuatro factores siguientes:

Factor 1. Topografía-hidrografía.– Hace referencia al valor de las pendientes y a la densidad de las líneas de drenaje en tanto que factores topográficos básicos de la erosión y se ha hallado multiplicando por 10 el resultado de aplicar la fórmula de Simónov (Susceptibilidad intrínseca a la erosión (SI)= Tangente de la pendiente x Densidad de drenaje) a los 3122 cuadrados de 6,25 Ha en que se ha dividido el área de estudio (SIMÓNOV, 1985).

Factor 2. Sustrato litológico y suelo.– Expresa la influencia de la naturaleza, la textura, el esta-

do y la disposición de los afloramientos rocosos y de los suelos asociados a ellos sobre la susceptibilidad del terreno a la erosión. Partiendo de la información contenida en los mapas geológicos completada y precisada mediante trabajo de campo se han obtenido los valores correspondientes a este factor.

Factor 3. Clima.– Viene a expresar la incidencia de las condiciones climáticas –en concreto de la pluviosidad– en la erosionabilidad superficial. Sus valores se obtienen a partir del número medio anual de días de precipitación intensa producidos en el área y registrados por las estaciones meteorológicas situadas en ella.

Factor 4. Cubierta vegetal, manifestaciones de erosión y prácticas de conservación.– Hace referencia a los efectos de la densidad del recubrimiento de vegetación (natural o introducida) y de las obras efectuadas por el hombre para el control o la reducción de las manifestaciones erosivas. Se ha evaluado por medio de medidas en el campo efectuadas en 78 estaciones distribuidas por todo el sector estudiado de la Sierra de los Filabres.

La suma de los valores correspondientes a los cuatro factores indicados viene a expresar globalmente el nivel de susceptibilidad a la erosión que se registra en cada una de las indicadas 3122 unidades en que se ha dividido el área de estudio al superponerla una retícula de cuadrados de 6,25 Ha de extensión. Los índices obtenidos se han agrupado y cualificado conforme a la escala de susceptibilidad a la erosión que figura en las tablas 3, 4 y 5 (vid. MUÑOZ JIMÉNEZ, 2002).

Partiendo de la idea de que las puntuaciones referentes a los factores 1 (Topografía-Hidrología), 2 (Litología-suelo) y 3 (Clima) no varían apreciablemente a lo largo del período analizado, se han realizado los mapas de vegetación y usos correspondientes a los tres momentos

indicados de la segunda mitad del siglo XX y con base en la información contenida en ellos se ha determinado el valor y la distribución del Factor 4 (Cubierta vegetal, manifestaciones de erosión y prácticas de conservación) en cada uno de los citados momentos. De este modo, sumando las puntuaciones obtenidas a las correspondientes a los tres factores permanentes, se han podido obtener los índices de susceptibilidad e la erosión que se daban en el área en 1956, 1978 y 1995.

LA EVOLUCIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL Y DE LOS USOS DEL SUELO

La información necesaria para la realización de los mapas de vegetación y usos de estos años procede, en el primero y último caso, de la fotografía aérea ("Vuelo americano" de 1956-57 y "Vuelo Nacional" del IGN de 1994-95), y en el segundo de los Mapas de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:50.000 (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1981). También se ha realizado, con el objeto de que sirvan de referencia o marco de comparación, el mapa de vegetación potencial del área con base en la cartografía de pisos y series de vegetación y en diversos trabajos acerca de la evolución de los paisajes naturales y agrarios en la Sierra de los Filabres (RIVAS MARTÍNEZ, 1987; GARCÍA LATORRE, 1997; SANZ HERRAIZ *et al.*, 2002).

De acuerdo con los análisis realizados, la vegetación potencial del sector estudiado corresponde de forma mayoritaria (67%) a bosques mixtos medianamente densos de pino carrasco y encina; los siguen los encinares (15%) y los pinares puros (11%); y el 7% restante se reparte entre pastizales y matorrales de montaña. El "Vuelo americano" de 1956, los Mapas de cultivos y aprovechamientos de 1978 y el "Vuelo Nacional" de 1995 han permitido reconocer, respectivamente, la cubierta vegetal y los usos del suelo en un momento en el que el sistema agrario y de ocupación tradicional se mantenía aún vigentes, una vez concluido el grueso de la intervención reforestadora y doce años después de concluidas las acciones reforestadoras. En la tabla 2 figura la distribución de los usos y aprovechamientos correspondiente a cada una de las indicadas fechas. Atribuyendo a las superficies indicadas en ella los valores establecidos mediante análisis de campo para las correspondientes formaciones allí donde hoy se conservan se han estimado las puntuaciones en el factor 4 necesarias tanto para determinar la erosionabilidad del terreno en una teórica situación original donde la vegetación natural se mantenía intacta, como para evaluar su evolución a lo largo del período analizado.

Aplicando –con las adaptaciones descritas– las Claves de Clasificación de la ITC correspondientes a topografía-hidrografía, a roca-suelo y

<i>Usos del suelo</i>	<i>1956</i>	<i>1978</i>	<i>1995</i>
Cultivos y plantaciones de regadío	887 Ha (4,5%)	1086 Ha (5,6%)	897 Ha (4,6%)
Plantaciones de secano	585 Ha (3,0%)	488 Ha (2,5%)	
Labor de secano	5050 Ha (25,9%)	1755 Ha (9,0%)	1346 Ha (6,9%)
Montes altos naturales abiertos	1131 Ha (5,8%)	1083 Ha (5,5%)	507 Ha (2,6%)
Montes altos naturales densos	438 Ha (2,2%)	510 Ha (2,6%)	546 Ha (2,8%)
Matorrales, eriales y campos abandonados	12006 Ha (61,6%)	6198 Ha (31,8%)	5856 Ha (30,0%)
Plantaciones de pino recientes o marradas	4191 Ha (21,5%)	897 Ha (4,6%)	
Pinares de repoblación jóvenes	3181 Ha (16,3%)	5990 Ha (30,7%)	
Pinares de repoblación maduros	923 Ha (4,7%)	2985 Ha (15,3%)	
Superficie forestal	1569 Ha (8,0%)	9888 Ha (50,7%)	10925 Ha (56,0%)
Superficie de pinar	438 Ha (2,2%)	8805 Ha (45,1%)	10814 Ha (53,4%)
Superficie repoblada de pino		8295 Ha (42,5%)	9872 Ha (50,6%)

Tabla 2. Evolución de los usos del suelo en los valles de Las Menas, Layón, Bacaes, Sufli y Sierro (Sierra de los Filabres)

al factor climático y añadiendo a la suma de los valores resultantes el valor del factor cubierta vegetal correspondiente a las formaciones potenciales se ha hallado la erosionabilidad "original" en este sector montañoso, es decir la pérdida de suelo que se registraría en él en una situación teórica previa a cualquier intervención en su cubierta vegetal climática. El resultado es que el valor medio de esta erosionabilidad se sitúa en un nivel Moderadamente alto: 37,14 en la escala de la ITC.

LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN Y SU EVOLUCIÓN A PARTIR DEL COMIENZO DE LAS REPOBLACIONES FORESTALES.

En los años cincuenta del pasado siglo, al comenzar las reforestaciones analizadas, los bosques naturales sólo se conservaban –como se ha dicho– en el 8,0% de este territorio montañoso, habiendo sido sustituidos por pastizales, eriales y matorrales en un 61,6% y por cultivos y plantaciones en un 30,4% del mismo. Este cambio en la cubierta vegetal derivado del sistema de uso humano tradicional en el área tiene como consecuencia un marcado incremento de la susceptibilidad a la erosión, cuyo valor medio asciende a 43,74 en la escala de la ITC y entra en un nivel Alto.

La fase principal de reforestación se desarrolla entre 1961 y 1970 y coincide con una casi total despoblación y un abandono masivo de los usos y aprovechamientos tradicionales. Se repueblan de

pinos a lo largo de esta década 6360 Ha (32,6% del área) correspondientes en su mayor parte a campos recientemente abandonados; sumando a ellas las superficies reforestadas en los años cincuenta y en la primera mitad de los setenta en 1978 se alcanzan las 8205 Ha. de pinar de repoblación (42,5% de la extensión total de los valles). En estos momentos se registra ya una disminución apreciable en la erosionabilidad, cuyo valor medio se sitúa en 40,07 en la escala de la ITC. Esta disminución es modesta, pero significa el paso de una susceptibilidad a la pérdida de suelo Alta a una susceptibilidad Moderadamente alta, aunque claramente por encima de los niveles que se han calculado en condiciones de mantenimiento de la cubierta vegetal original.

Pero la citada reducción no es resultado solamente de la actividad repobladora, sino también del fomento de ciertas plantaciones de secano (en especial del almendro) y sobre todo de la recuperación de la cubierta vegetal natural consecuente a la despoblación y al cambio de uso del suelo. Así lo indica el hecho de que –ya en 1978– la disminución de los valores de erosionabilidad se aprecie tanto en la parte reforestada de los valles como en la no afectada por la plantación de coníferas, aunque dicha disminución sea claramente menos marcada en esta última: en los sectores no repoblados la erosionabilidad media había bajado 1,91 puntos, pasando de 41,76 a 39,85 en la escala de la ITC, como consecuencia en su mayor parte de la progresiva (aunque todavía incipiente) ampliación y densificación de los matorrales en el sector anteriormente ocupado por eriales y pastizales y, en menor medida, por

Susceptibilidad a la erosión Índice ITC	Original	1956	1978	1995
Altísima: 65 y más	546 Ha (2,8%)	644 Ha (3,3%)	448 Ha (2,3%)	351 Ha (1,8%)
Muy Alta: 49-64	1717 Ha (8,5%)	4762 Ha (24,4%)	3664 Ha (18,8%)	3083 Ha (15,8%)
Alta: 42-48	3512 Ha (18,0%)	3688 Ha (18,9%)	3285 Ha (16,8%)	2985 Ha (15,3%)
Moderadamente alta: 33-41	5385 Ha (27,6%)	7882 Ha (40,4%)	6360 Ha (32,6%)	5795 Ha (29,7%)
Moderada: 17-32	8352 Ha (42,8%)	2536 Ha (13,0%)	5755 Ha (29,5%)	7298 Ha (37,4%)
Susceptibilidad media	36,672	43,737	40,068	38,026
% con susceptibilidad Muy Alta o Altísima: 49 y más	11,6%	27,7%	21,1%	17,6%

Tabla 3. Evolución de la tasa de susceptibilidad a la erosión en el conjunto del territorio de los valles de Las Menas, Layón, Bacares, Sufli y Sierro (19512 Ha).

cultivos. Por su parte, en los sectores repoblados las plantaciones de pinos –pese al limitado desarrollo entonces alcanzado– habían reducido la susceptibilidad a la pérdida de suelo en 5,01 puntos, de 43,69 a 38,68 en la citada escala.

Con posterioridad a 1978 las repoblaciones forestales afectan aún a 1577 Ha, con lo que en 1983 –año en que se puede dar por concluido el proceso de reforestación– se alcanzan las 9872 Ha de nuevos pinares (equivalentes al 50,6% del área) que se pueden medir en la fotografía aérea de 1995 y perduran hasta hoy con escasas variaciones superficiales. Pero en el momento en el que se realiza este vuelo los valles de Bacares, Sufli, Siervo y Layón no sólo muestran una superficie repoblada algo más extensa que a finales de los años setenta: una parte importante de las nuevas masas forestales ya ha alcanzado un estado de madurez y la mayoría de ellas tiene una edad suficiente para registrar un buen nivel de desarrollo, al tiempo que las reducidas manchas de monte natural de pino y encina –liberados de los aprovechamientos tradicionales y sometidos a algún tratamiento silvícola– muestran una densidad notablemente mayor; por el contrario, la superficie aún dedicada de forma discontinua a labores de secano se encuentra reducida al mínimo y se ha producido el abandono de nuevos campos y de una parte importante de las plantaciones de almendro de los años setenta (que ya no son objeto de repoblación). En esta situación la erosionabilidad del terreno desciende hasta un valor medio de 38,03 en la escala de la ITC, inferior en 2,04 puntos al registrado en 1978 y sólo 1,36 puntos por enci-

ma de la susceptibilidad media original a la erosión que se atribuyó al conjunto del área.

A diferencia de lo que ocurre en el intervalo anterior, en éste la reducción indicada deriva solamente del progreso y los buenos resultados de la actividad repobladora llevada a cabo entre 1956 y 1983, sin que la dinámica natural de la vegetación en los espacios ajenos a ella haya tenido influencia positiva. Así, en los sectores no reforestados la erosionabilidad media no desciende sino que registra una ligera subida de 0,34 puntos, de 39,85 a 40,19 en la escala de la ITC, mientras que en los sectores repoblados las plantaciones de pinos –muchas de ellas con más de treinta años de edad– reducen la susceptibilidad media a la pérdida de suelo en 2,77 puntos, pasando en sólo siete años de 38,68 a 35,91 en la citada escala, valor éste que viene a coincidir prácticamente con la erosionabilidad media original atribuida a estos sectores (36,09).

CONCLUSIÓN: LA INFLUENCIA DE LAS REPOBLACIONES FORESTALES EN EL CAMBIO DE LAS TASAS DE SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN

Ha de concluirse, pues, que a mediados del siglo XX –debido a la práctica deforestación del territorio– en los valles de la vertiente septentrional de la sierra de los Filabres la susceptibilidad a la erosión se encontraba por término medio 7,11 puntos por encima de su valor original y que en los cuarenta años que van desde el comienzo de las repoblaciones hasta finales del

Susceptibilidad a la erosión Índice ITC	Original	1956	1978	1995
Altísima: 65 y más	148 Ha (1,5%)	355 Ha (3,6%)	187 Ha (1,9%)	187 Ha (1,9%)
Muy Alta: 49-64	750 Ha (7,6%)	2398 Ha (23,6%)	1570 Ha (15,9%)	918 Ha (9,3%)
Alta: 42-48	1797 Ha (18,2%)	2409 Ha (24,4%)	1619 Ha (16,4%)	1402 Ha (14,2%)
Moderadamente alta: 33-41	2981 Ha (30,2%)	3949 Ha (40,0%)	3159 Ha (32,0%)	2873 Ha (29,1%)
Moderada: 17-32	4196 Ha (42,5%)	761 Ha (8,4%)	3337 Ha (33,8%)	4492 Ha (45,5%)
Susceptibilidad media	36,087	43,694	38,682	35,914
% con susceptibilidad Muy Alta o Altísima: 49 y más	9,1%	27,2%	17,8%	11,2%

Tabla 4. Evolución de la tasa de susceptibilidad a la erosión en la superficie afectada por la reforestación en los valles de Las Menas, Layón, Bacares, Sufli y Siervo (9872 Ha=50,6% de la superficie total).

pasado siglo se ha producido en el conjunto del territorio una reducción del 81% en esta diferencia. Con ello se ha conseguido bajar la erosionabilidad de un nivel francamente Alto y aproximarla a los moderadamente altos valores que se han calculado para un teórico estado de consecución plena de la cubierta vegetal natural.

De acuerdo con los análisis realizados y teniendo en cuenta que los montes de repoblación han llegado a ocupar algo más de la mitad de su superficie total, la actividad reforestadora ha de ser considerada el factor más importante, aunque no único, de la disminución del riesgo de pérdida de suelo en el conjunto del área estudiada. A diferencia de otros ámbitos de clima más húmedo y donde la reforestación es más reciente y ha alcanzado menores dimensiones relativas, la ampliación y la densificación espontánea de los matorrales y la recuperación de las formaciones forestales naturales ha tenido hasta el momento una influencia menor en los valles de Bacares, Layón, Sufli y Sierro. En los sectores de ellos sometidos a repoblación forestal la erosionabilidad media ha vuelto a un nivel análogo (o incluso inferior) al original, mientras que en los sectores no afectados por ella la reducción de la diferencia entre este nivel original y el alcanzado en 1956 no ha pasado del 35%.

Agradecimientos.

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación CICYT-I.N.I.A. F096-020 ("Análisis de repoblaciones históricas

recientes e inventario de forestaciones actuales. Aspectos territoriales, ambientales, socioeconómicos y culturales").

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA LATORRE, J.; 1997. *La Sierra de Filabres (Almería. entre los siglos XV y XIX): paisajes agrarios, economía y estructuras sociales*. Tesis doctoral (iné.d.). Universidad de Granada. Granada.
- GÓMEZ MENDOZA, J. & MATA OLMO, R.; 2002. Repoblación forestal y territorio (1940-1971). Marco doctrinal y estudio de la Sierra de los Filabres. *Ería* 58: 129-155.
- I.C.O.N.A.; 1982. *Paisajes erosivos en el Sureste español. Proyecto Lucdeme*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE LA PRODUCCIÓN VEGETAL; 1981. *Mapa de cultivos y aprovechamientos. E. 1:50.000. Hoja 1013. Macael* [información agraria de 1978]. Servicio de Publicaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- MUÑOZ JIMÉNEZ, J.; 2002. La incidencia de las repoblaciones forestales recientes (1948-1993. sobre los niveles de susceptibilidad a la erosión en la cuenca del Sorbe (Guadalajara. España.). *Ería* 59: 205-219.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; 1987. *Mapa de las series de vegetación de España*. ICONA. Madrid.
- RUBIO, J.L.; SÁNCHEZ, J.; SANROQUE, P. Y MOLINA, M.J.; 1984. Metodología de evaluación de la erosión hídrica en suelos del

Susceptibilidad a la erosión Índice ITC	Original	1956	1978	1995
Altísima: 65 y más	398 Ha (4,1%)	289 Ha (3,0%)	256 Ha (2,7%)	164 Ha (1,7%)
Muy Alta: 49-64	967 Ha (10,1%)	2364 Ha (24,5%)	1750 Ha (18,2%)	2165 Ha (22,5%)
Alta: 42-48	1715 Ha (17,8%)	1279 Ha (13,3%)	1626 Ha (16,8%)	1583 Ha (16,4%)
Moderadamente alta: 33-41	2404 Ha (24,9%)	3933 Ha (40,8%)	3191 Ha (33,1%)	2922 Ha (30,3%)
Moderada: 17-32	4156 Ha (43,1%)	1775 Ha (18,4%)	2817 Ha (29,2%)	2806 Ha (29,1%)
Susceptibilidad media	37,263	41,761	39,847	40,187
% con susceptibilidad Muy Alta o Altísima: 49 y más	14,2%	27,5%	20,9%	24,2%

Tabla 5. Evolución de la tasa de susceptibilidad a la erosión en la superficie no afectada por la reforestación en los valles de Las Menas, Layón, Bacares, Sufli y Sierro (9640 Ha=49,4% de la superficie total)

- área mediterránea. *I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo II*: 827-836. Logroño.
- SANCHO MARCÉN, C.; 1997. Los mapas de riesgos. *En*: J.L. Peña Monné (ed.), *Cartografía Geomorfológica Básica y Aplicada*: 181-200. Ed. Geoforma. Logroño.
- SANZ HERRAIZ, C.; LÓPEZ ESTÉBANEZ, N. Y MOLINA, P.; 2001. Composición, estructura y evolución de las repoblaciones forestales de la Sierra de los Filabres (Almería). *En*: *Actas del III Congreso Forestal Español-Sierra Nevada 2001*, 1: 434-439. Junta de Andalucía. Granada.
- SANZ HERRAIZ, C.; LÓPEZ ESTÉBANEZ, N. Y MOLINA, P.; 2002. Influencia de las repoblaciones forestales en la evolución de las comunidades vegetales y orníticas de la Sierra de los Filabres (Almería). *Ería* 58: 157-176.
- SIMONOV, Y.G.; 1985. *Análisis morfométrico*. Moscú, Universidad Estatal de Moscú (Versión española inédita del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México).
- VAN ZUIDAM, R.A. & VAN ZUIDAM-CANCELADO, F.I.; 1979. Terrain analysis and classification using aerial photographs. *En*: *I.T.C. Textbook of photo-interpretation*, VII, Capítulo 6: 1-309. Enschede. I.T.C.