

# PROFUNDIDAD DE LOS SUELOS SOBRE PIZARRAS PQ Y OTROS MATERIALES EN LA PROVINCIA DE HUELVA. FACTORES INFLUYENTES

Juan M. Domingo-Santos, Eva Corral Pazos de Provens, Rubén Fernández de Villarán San Juan, Rocío Redondo Salguero, Ígor Rapp Arrarás y Jesús Lago Macía

Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva. Campus Universitario de la Rábida. 21819-PALOS DE LA FRONTERA (Huelva, España). Correo electrónico: [juan.domingo@uhu.es](mailto:juan.domingo@uhu.es)

## Resumen

La formación y evolución de los suelos en el ámbito forestal mediterráneo viene marcada a escala regional por las características climáticas y litológicas, y a escala local principalmente por la litología. Sin embargo, dentro de una misma cobertura litológica pueden aparecer notables diferencias en las diversas propiedades edafológicas, debidas al tipo de geomorfología y el gradiente climático. Las pizarras PQ y otros materiales afines ocupan unas 150.000 ha dentro de la provincia de Huelva, aproximadamente el 25% de la superficie forestal total provincial, por lo que resulta de gran importancia conocer las variables que influyen sobre las propiedades físicas de estos suelos. En este trabajo se incide sobre la profundidad del suelo, como propiedad de gran importancia para la productividad forestal. Sobre la base de 82 perfiles edafológicos abiertos en la litofacies citada, se han obtenido un conjunto de variables ambientales con influencia significativa sobre la distribución espacial de la profundidad. Las variables ambientales más destacadas son la precipitación, el índice de humedad (Wetness Index), la pendiente, la cobertura herbácea y arbustiva, el tipo de relieve, la microtopografía y la pedregosidad superficial. Se presenta el análisis de regresión realizado con las citadas variables y se tratan de identificar las claves de los resultados obtenidos.

Palabras clave: *Profundidad útil, Cartografía de suelos, Wetness Index, Microtopografía*

## INTRODUCCIÓN

Se considera que la profundidad de un suelo es la distancia desde la superficie hasta el punto del terreno en el que dejan de observarse rasgos de alteración del material parental (BIRKELAND, 1999). Con frecuencia, por diversas razones, los sistemas radicales de las plantas no tienen capacidad de acceso a todo el espesor del suelo, por lo que cuando se busca establecer relaciones planta-suelo se habla de profundidad útil de un suelo como el espesor del suelo que la raíz de la planta puede explorar con facilidad (p.e. DE LA

ROSA, 2008). En consecuencia, la presencia de raíces suele ser el principal indicador de la profundidad útil, aunque en ocasiones este indicador puede fallarnos, por faltar la cubierta vegetal, o por tratarse de cultivos con sistemas radicales someros; en estos casos las referencias que pueden utilizarse para situar la profundidad útil pueden ser, entre otras, la presencia de roca dura continua, la existencia de horizontes cementados, o la afectación por hidromorfía permanente.

La profundidad del suelo, junto con la textura y el drenaje se muestra como propiedades fundamentales para el desarrollo de la vegetación

arbórea (p.e., BOCKHEIM, 2003) La profundidad útil ejerce un indudable efecto sobre la capacidad de acogida biológica que presenta el medio puesto que, mientras más profundo es un suelo, ofrece un mayor espacio a las raíces vegetales para la búsqueda de recursos hídricos y nutritivos; MOREIRA (1991) realizó una revisión de los distintos métodos de evaluación de tierras, tanto cualitativos como cuantitativos (paramétricos), poniendo de manifiesto que de los 13 métodos estudiados, la profundidad del suelo aparecía como variable fundamental en 12 de ellos, únicamente igualada en importancia por la textura. Además, los suelos profundos mejoran el anclaje del arbolado, disminuyéndose las posibilidades de derribo por vientos u otras fuerzas.

Las variaciones en la profundidad media de los suelos a escala global vienen fuertemente condicionadas por la climatología (DUCHAUFOR, 1984), mientras que a escala regional o provincial entran en juego otras variables, entre las que la más importante suele ser el tipo de roca madre (DOMINGO-SANTOS, 2002) y, dentro de rocas de composición cercana, la posición topográfica y la microtopografía (LEGROS, 1996).

La provincia de Huelva presenta una gran variedad de litofacies con las que pueden realizarse dos grandes grupos; el primero sería el formado principalmente por materiales antiguos de origen volcánico y sedimentario que afloraron durante el plegamiento Hercínico que dio lugar a Sierra Morena; el segundo grupo serían los materiales de sedimentación reciente que han rellenado la depresión del Guadalquivir durante el Plioceno y todo el cuaternario.

Dentro de los materiales del primer grupo que se acaba de indicar hay algunas litofacies o agrupaciones de litofacies que, por la gran extensión que ocupan, han sido muestreadas de forma profusa por toda la provincia de Huelva dentro del proyecto de investigación "Caracterización de suelos forestales de la provincia de Huelva" (DOMINGO-SANTOS, 2002). Esto tiene la gran ventaja de que se dispone de datos estadísticos suficientes de suelos con poca variabilidad litológica, para hacer un análisis estadístico de la influencia de otras variables ecológicas sobre el desarrollo edafológico.

Entre los grupos de litofacies arriba indicados se encuentran los materiales devónico-car-

boníferos de la formación PQ (Pizarras con cuarcitas y otros materiales como areniscas o grauwasas), que se han unido a efectos estadísticos con otros materiales de edad cercana constituidos por pizarras y tufitas; las tufitas son rocas constituidas por mezcla de materiales de sedimentación clástica (arcillas y limos principalmente), con materiales de origen vulcanoclástico (cenizas volcánicas).

El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados de los análisis estadísticos realizados, sobre la relación entre la profundidad del suelo y las posibles variables ambientales influyentes, para los grupos de litofacies indicados.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se dispone de 82 perfiles de suelo muestreados en distintas condiciones de clima y relieve, tanto sobre las litofacies PQ, codificadas como LtS-1300, como sobre las "Pizarras y tufitas", codificadas como LtS-2000.

Se identifica como variable dependiente la profundidad útil (Prof\_Util), entendida como aquella a la que aparece roca dura continua, o aparece una capa cementada no atravesada por raíces, o bien, una vez superados los 120 cm sin aparición de roca dura continua o capa cementada, la profundidad a la que dejan de aparecer raíces.

Como variables independientes se ha tomado un amplio conjunto de variables ambientales. Para la mayor parte de las variables ambientales se ha procedido a formar categorías discretas que faciliten algunos análisis estadísticos. Para los análisis estadísticos que resultaba posible se han utilizado tanto las variables continuas (Tabla 1) como sus versiones categorizadas (Tabla 2). La denominación de la mayor parte de las variables es autoexplicativa, aunque para ampliar información puede consultarse en línea en DOMINGO-SANTOS (2002), donde también se indica y describe el conjunto total de variables estudiadas. Dado que el número de variables utilizado es muy grande, se indican en las Tabla 1 y Tabla 2 únicamente aquellas que han presentado resultados favorables.

Las categorías de variables utilizadas se exponen tabuladas en un Apéndice.

Sobre el conjunto de 82 casos de trabajo se ha llevado a cabo un análisis preliminar de estadísti-

VARIABLES CONTINUAS	CÓDIGO
Cobertura arbustiva* en tanto por 10	Cub_arbus
Cobertura herbácea* en tanto por 10	Cub_herb
Relación de la cobertura herbácea con la media del grupo litoedáfico	herba_red_GL
Relación de la cobertura herbácea con la media de la litofacies	herba_red
Relación de la cobertura arbustiva con la media de la litofacies	arbu_red
Relación de la pedregosidad superficial con la media del grupo litoedáfico	piedr_red_GL
Precipitación según modelo de distribución propio (DOMINGO-SANTOS, 2002)	Precip
Temperatura media según modelo de distribución propio (DOMINGO-SANTOS, 2002)	Temp_media
Valor del radio de curvatura vertical (se ha simplificado en 5 valores)	Curv_vertic

**Tabla 1.** Variables ambientales cuantitativas que toman valores numéricos continuos. \*Los valores de estas variables son números enteros

VARIABLES POR CATEGORÍAS	CÓDIGO
Categorías de precipitación	CAT_Precip
Variable combinada de categorías de temperatura, precipitación y relieve	Clima_relieve
Tipo de concentración de flujo	Cod_Concentrac
Tipo de pendiente	Cod_Tipo Pend
Tipo de vegetación dominante	Cod_vegDom
Categorías de Índice de humedad modificado	CAT_WI

**Tabla 2.** Variables por categorías. Esta tabla incluye variables de tipo cualitativo a las que se ha asignado un código numérico. También incluye las variables transformadas a cualitativas (categorizadas) a partir de variables cuantitativas

ca descriptiva, seguido de un análisis de correlaciones y análisis de regresión lineal multivariante.

El análisis de regresión lineal multivariante se ha llevado a cabo por el método de “regresión paso a paso”, utilizando tanto variables continuas, como variables categorizadas. Su objetivo es dar una aproximación a la profundidad del suelo en cada punto del territorio a la resolución cartográfica de que se disponga.

Con el fin de mejorar la precisión de las estimaciones, dentro de cada litofacies se han establecido subgrupos que responden a diferencias muy marcadas, de difícil explicación mediante otras variables ecológicas distintas de la roca madre y sus características asociadas. Así, por ejemplo, dentro de los materiales de la formación PQ que se caracterizan mayoritariamente por formar suelos de texturas medias-gruesas, aparecen algunos perfiles con texturas pesadas (arcillosas); en la mayor parte de los casos estos contrastes son debidos a la composición de la roca, por lo que en las litofacies que se han apreciado este tipo de contrastes se han definido los denominados “grupos litoedáficos” (GL) cuya

base distintiva principal son las rocas que aparecen en cada sitio.

## RESULTADOS

### Análisis de estadística descriptiva

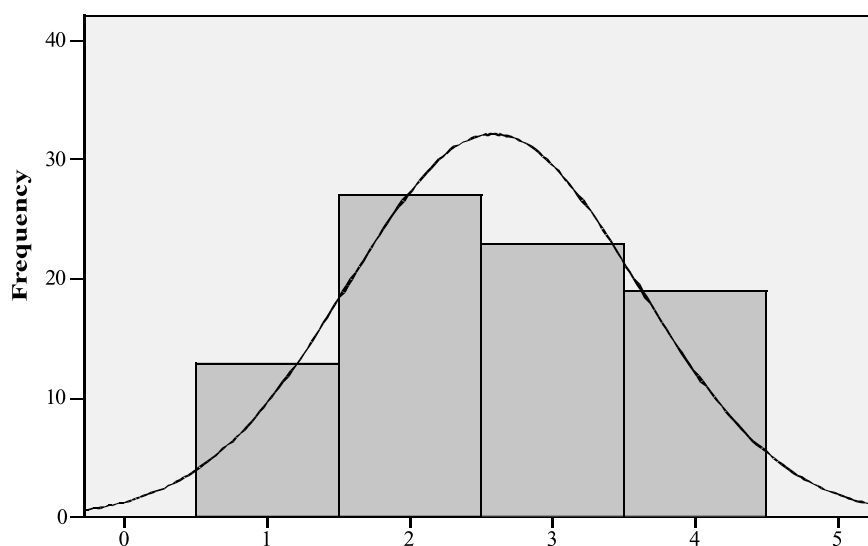
En la Tabla 3 se presentan los estadísticos relativos a la profundidad útil de los 82 muestreos, teniendo en cuenta el tipo de roca madre. Puede apreciarse el gran parecido entre ambas litofacies en cuanto a valores cercanos de media, mediana y desviación típica de la profundidad; en consecuencia, se ha considerado adecuado juntar ambas litofacies para el análisis estadístico.

En la Figura 1 se presenta la distribución de frecuencias según las cuatro categorías de profundidad definidas dentro del proyecto de investigación. En el histograma se puede apreciar que la tendencia dominante en las litofacies estudiadas son los suelos de intermedios a profundos.

Por economía de espacio no se ofrecen los resultados del análisis de correlaciones, puesto que sus resultados quedan perfectamente refleja-

	LtS		
	1300	2000	Total
Nº casos	47	35	82
Media	76,57	78,51	77,40
Desviación estándar	34,681	32,835	33,713
Median	75,00	75,00	75,00
Error estándar de la media	5,059	5,550	3,723
Mínimo	18	15	15
Máximo	150	150	150
Rango	132	135	135

**Tabla 3.** Estadísticos relativos a la profundidad útil (en cm) de los 82 muestreos, teniendo en cuenta el tipo de roca madre



**Figura 1.** Distribución de frecuencias absolutas de las profundidades de suelo categorizadas. Las categorías son: 1: someros (<40 cm); 2: intermedios (40-70 cm); 3: profundos (70-100 cm); 4: muy profundos (>100 cm)

dos en el análisis de regresión lineal que se expone a continuación.

### Análisis de regresión lineal multivariante

En el análisis de regresión lineal “paso a paso” se han obtenido un total de 19 modelos sucesivos de regresión, dentro de los que la precipitación tipificada (CAT\_Precip) destaca como la variable más influyente, lo cual resulta de gran interés, dado su fácil cartografiado. En la Figura 2 puede observarse la relación entre los valores reales y los predichos (estandarizados según su media) para la mejor de las regresiones obtenidas.

En la Tabla 4 puede apreciarse el buen ajuste del modelo, con una  $R^2$  de 0,767.

En la Tabla 5 puede observarse que algunas variables están presentes en el modelo de regre-

sión, tanto en su forma continua como en su tipificación discreta. Así, además de la ya señalada CAT\_Precip que presenta una relación positiva con el desarrollo del suelo, aparece en la regresión la variable continua Precip. Sorprendentemente estas variables tienen distinto signo, lo que podría ser indicador de una cierta corrección del modelo mediante la variable continua, que presenta menos peso en la regresión.

Se trata de una regresión que proporciona un aceptable grado de aproximación, si bien exige la obtención sobre el terreno de las variables relativas a la vegetación y pedregosidad superficial, lo cual resulta inabordable para realizar una cartografía de grandes extensiones forestales. En el apartado de discusión se plantearán líneas de trabajo futuras para la aplicabilidad de este modelo de regresión.

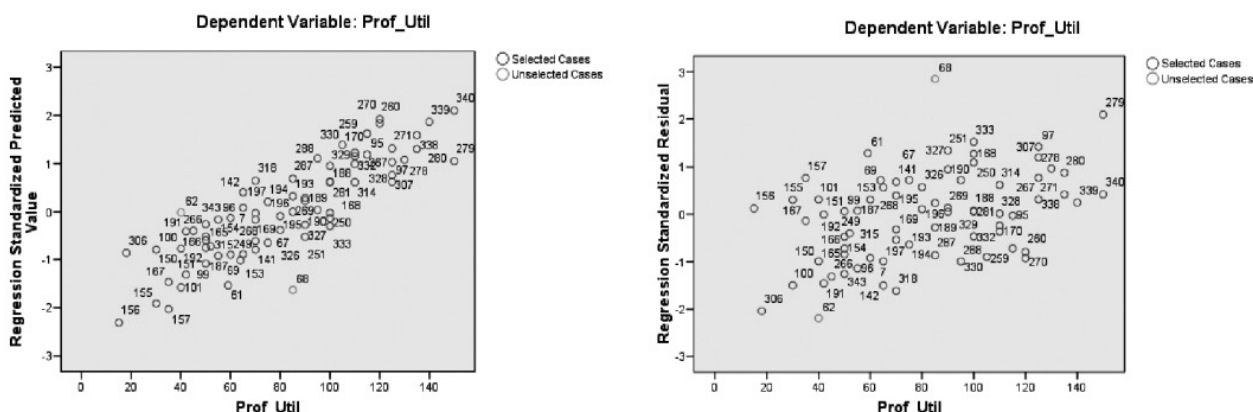


Figura 2. Correspondencia entre la profundidad real de los suelos y la pronosticada por el modelo (izda.) y residuos estandarizados del modelo de regresión para cada punto de muestreo (dcha.)

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
0,876	0,767	0,699	18,382

Tabla 4. Parámetros indicadores de la calidad del ajuste del modelo de regresión lineal multivariante

Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constant)	2239,359	302,215		7,410	0,000
CAT_Precip	84,513	12,259	1,525	6,894	0,000
CAT_WI	11,137	2,888	0,391	3,856	0,000
Cod_Tipo Pend	-16,835	3,564	-0,461	-4,723	0,000
Precip	-0,710	0,092	-2,218	-7,757	0,000
Cub_herb	-70,048	17,010	-6,146	-4,118	0,000
Temp_media	-114,777	17,486	-2,100	-6,564	0,000
Clima_relieve	0,780	0,152	1,366	5,123	0,000
herba_red_GL	26,535	5,345	0,837	4,965	0,000
Cod_Concentrac	-9,107	4,101	-0,226	-2,221	0,031
Curv_vertic	1818,440	775,053	0,206	2,346	0,023
Cod_vegDominante	3,764	2,206	0,164	1,706	0,094
herba_red	157,391	48,681	4,782	3,233	0,002
arbu_red	113,260	42,672	2,894	2,654	0,011
Cub_arbus	-28,756	12,738	-2,431	-2,257	0,028
piedr_red_GL	-11,933	6,592	-0,154	-1,810	0,076

Tabla 5. Coeficientes aplicables a las variables seleccionadas por el mejor modelo de regresión lineal multivariante. Las definiciones de las distintas variables pueden consultarse en la Tabla 1 y la Tabla 2

## DISCUSIÓN

El análisis de regresión realizado nos muestra en primer lugar que el grupo de litofacies utilizado es bastante homogéneo en cuanto a litología,

puesto que las variables genuinas de roca, como la profundidad tipificada, la acidez o los cationes metálicos intercambiables no aparecen como variables importantes dentro del modelo general de regresión multivariante. Se trata de un resulta-

do de gran interés, especialmente si se tiene en cuenta que el grupo de litofacies de la “Formación PQ” y la cobertura “Pizarras y tufitas” ocupan unas 200.000 ha dentro de la provincia de Huelva.

La precipitación categorizada es la variable con más peso del modelo, con una influencia claramente positiva, aunque la precipitación anual (no categorizada) también aparece en el modelo, con influencia negativa, probablemente ejerciendo una función correctora de las zonas con mayor precipitación pero con otras condiciones menos favorables. La temperatura también aparece con influencia negativa, lo que resulta lógico, pues las zonas de mayor precipitación presentan temperaturas menos calurosas. Aunque ya se ha indicado que la influencia del clima en el desarrollo del suelo se encuentra descrita desde Dokuchaev (PORTA, 1994), este trabajo ha sentado las bases para una cuantificación de esta influencia a escala regional para un grupo litológico de gran importancia territorial.

Aparece un gran número de variables relacionadas con el relieve; la más importante es la categoría del índice de humedad, que presenta una influencia positiva, dentro de la lógica. La pendiente presenta influencia negativa sobre la profundidad, lo cual también resulta lógico. Sin embargo, la microtopografía del terreno no presenta una influencia clara, puesto que mientras la curvatura vertical presenta influencia positiva (los terrenos cóncavos presentan mayor profundidad), la curvatura horizontal (variable Cod\_Concentrac) presenta influencia negativa, lo que indicaría que en zonas de flujo neutro o divergente los suelos tienden a ser más profundos; esta última característica puede estar vinculada con el mayor riesgo de erosión en zonas donde la lámina de agua de la escorrentía superficial puede alcanzar mayor altura, debido a la concentración de flujos. En general, la influencia del relieve se puede considerar en la línea de trabajos clásicos sobre catenas de suelos como el de CONACHER & DALRYMPLE (1977).

La influencia de la vegetación se manifiesta de forma compleja a través de 6 variables distintas. La influencia positiva de la cubierta vegetal o de materia orgánica sobre la superficie del suelo que establecen la mayor parte de los modelos empíricos para la protección de suelos (p.e. RENARD et al., 1996; RAISON & RAB, 2001) aparece contrapesada por otras circunstancias como

el tipo de uso y manejo que se ha realizado del terreno, y la influencia de la roca madre, que en ocasiones, al no ser capaz de albergar cubierta arbórea cerrada, favorece la presencia estacional de herbáceas y arbustivas. De esta forma, la cubierta herbácea presenta variables con influencias opuestas; mientras que la evaluación en tanto por diez de la cubierta (Cub\_herb) muestra influencia negativa, las zonas que presentan cubierta herbácea por encima de la media del grupo litoedáfico y de la litofacies (evaluadas por las variables herba\_red y herba\_red\_GL) tienen influencia positiva aunque de menor importancia. Lo mismo ocurre con la cobertura arbustiva, puesto que la variable que evalúa la diferencia de cobertura con la media de la litofacies (arbu\_red) tiene una influencia positiva, mientras que la evaluación sobre el terreno de esta cobertura en tanto por diez (Cub\_arbus) presenta influencia negativa. Aparece otra variable de vegetación influyente denominada Cod\_vegDominante, con influencia positiva; la codificación de esta variable no responde a un orden específico, por lo que su entrada en el modelo puede considerarse aleatoria, si bien, el hecho de que pinos y eucaliptos presenten los valores más bajos de esta variable puede ser la base de la influencia encontrada; las repoblaciones de pinos y eucaliptos se han venido realizando en la mayor parte de los casos sobre zonas muy degradadas de matorral-pastizal (JUNTA DE ANDALUCÍA [en línea]) en las que se puede presumir que de forma previa a estas repoblaciones hubo enormes pérdidas de suelo por erosión a lo largo de siglos de quemadas y pastoreo.

La última variable influyente en el modelo es la pedregosidad superficial; la variable introducida es la cobertura de piedras en superficie con respecto a la media del grupo litoedáfico (piedr\_red\_GL) y la influencia que presenta es negativa, cosa lógica si se entiende que la mayor presencia de gruesos en superficie suele deberse a fenómenos de erosión laminar más intensos.

## CONCLUSIONES

Se ha estudiado la influencia de las variables ecológicas sobre la profundidad de los suelos de dos grupos de litologías de la provincia de Huelva, a través de 82 muestreos, en concreto

las coberturas geológicas de la Formación PQ y Pizarras y tufitas.

Las coberturas geológicas estudiadas presentan un comportamiento similar en cuanto al espesor de sus suelos, independiente de las rocas que las componen.

El factor más influyente en la distribución de la profundidad del suelo es la precipitación, según una zonificación realizada en tres categorías de precipitación en la que la categoría 3 corresponde a las zonas más lluviosas, la 2 a precipitaciones intermedias y la 1 a las zonas más xéricas. Las categorías 3 y 2 presentan las mayores profundidades de suelo.

La topografía de las laderas ejerce también una influencia notable en la profundidad de los perfiles edafológicos. Las zonas con cierta concavidad y con mayores longitudes de ladera suelen presentar suelos más profundos, mientras que las zonas con convergencia de flujo hídrico tienden a ser más someras.

La influencia de la vegetación sobre la profundidad del suelo se manifiesta a través de un gran número de variables, que parecen regularse de forma antagónica, por lo que no se pueden sacar conclusiones claras; en todo caso, para futuras investigaciones se planteará una línea de trabajo que trate de obtener indicadores de cubierta vegetal más globales y claros; una opción interesante sería el uso de la teledetección, puesto que los índices de vegetación obtenidos por sensores remotos son de rápida obtención y, si presentaran buenos ajustes en un modelo similar al planteado, solucionarían el problema de la cartografía automática de suelos de la cobertura litológica estudiada.

### Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el convenio suscrito entre la Universidad de Huelva y el Grupo Empresarial ENCE, denominado *Caracterización de suelos forestales de la provincia de Huelva*.

### BIBLIOGRAFÍA

BIRKELAND, P.W.; 1999. *Soils and Geomorphology*. Oxford University Press. Oxford.

- BOCKHEIM, J.G.; 2003. Forest Soils. In: R.A. Young & R.L. Giese (eds.), *Introduction to Forest Ecosystem Science and Management*: 98-113. John Wiley & Sons. Hoboken.
- CONACHER, A.J. & DALRYMPLE, J.B.; 1977. The nine unit landsurface model: An approach to pedogeomorphic research. *Geoderma*. 18(1) (monografía especial): .
- DE LA ROSA, D.; 2008. *Evaluación agro-ecológica de suelos*. Mundi-Prensa. Madrid.
- DOMINGO-SANTOS, J.M.; 2002. *Caracterización de suelos forestales de la provincia de Huelva*. Ph.D Thesis, 2 Vols. E.T.S.I. Montes (UPM). Madrid. [en línea] <<http://oa.upm.es/811/>> .
- DUCHAUFOUR, P.; 1984. *Edafología: 1. Edafogénesis y clasificación*. Masson, S.A. Barcelona.
- JUNTA DE ANDALUCÍA; [en línea]. *Usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía 1956-2003: Datos Básicos Huelva*. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/> . [Consultado octubre 2011].
- LEGROS, J.P.; 1996. *Cartographies des sols. De l'analyse spatiale à la gestion des territoires*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne.
- MOREIRA, J.M.; 1991. *Capacidad de uso y erosión de suelos. Una aproximación a la evaluación de tierras en Andalucía*. Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- PORTA, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M. Y ROQUERO, C., 1994. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Mundi-Prensa. Madrid.
- RAISON, R.J. & RAB, M.A.; 2001. Guiding Concepts for the Application of Indicators to Interpret Change in Soil Properties and Processes in Forests. In: R.J. Raison, A.G. Brown & D.W. Flinn (eds.), *Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management*: 231-258. IUFRO Research Series 7. CABI Publishing. Oxon.
- RENARD, K.G.; FOSTER, G.R.; WEESIES, G.A.; MCCOOL, D.K. & YODER, D.C. (COORDS.); 1997. *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. USDA Agricultural Handbook 703.
- SERRADA, R.; 1993. *Apuntes de repoblaciones forestales*. FUCOVASA- E.U.I.T.Forestal. Madrid.

**APÉNDICE: CATEGORIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA REGRESIÓN**

<b>CÓDIGO letra</b>	<b>CÓDIGO num.</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
B (Baja)	1	de 500 a 650
I (Intermedia)	2	de 650 a 800
A (Abundante)	3	más de 800

*Categorías de precipitación (CAT\_Precip)*

<b>CÓDIGO letra</b>	<b>CÓDIGO num.</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
F (Fresca)	10	de 15,5 a 16,5
I (Intermedia)	20	de 16,5 a 17,5
C (Cálida)	30	> 17,5

*Temperatura media (Temp\_media)*

Definición de categorías según la combinación de los dos tipos simplificados de relieve (accidentado y suave) y la combinación de los códigos numéricos de las variables CAT\_Precip y Temp\_media.

<b>Temp</b>	<b>Prec</b>	<b>Relieve</b>	
		<b>Suave</b>	<b>Accidentado</b>
F	B	112	113
	I	122	123
	A	132	133
I	B	212	213
	I	222	223
	A	232	233
C	B	312	313
	I	322	323

*Variable combinada de temperatura, precipitación y relieve (Clima\_relieve)*

<b>Curvatura horizontal</b>	<b>Código concentración</b>	<b>Curvat_horiz</b>
Convergente	5	0,11
Ligeramente convergente	4	0,02
Neutro o paralelo	3	0
Divergencia débil	2	-0,02
Divergencia fuerte	1	-0,12

*Tipo de concentración de flujo (Cod\_Concentrac)*



<b>Curvatura vertical o microtopografía</b>	<b>TipoMicrotop</b>	<b>Curv_vertic</b>
Convexo	1	-0,006
Plano-convexo	2	-0,002
Plano	3	0
Plano-cóncavo	4	0,003
Irregular	4	0,003
Cóncavo	5	0,01

Valor del radio de curvatura vertical del terreno (*Curv\_vertic*)

<b>CÓDIGO</b>	<b>% de pendiente</b>	<b>Denominación</b>	<b>Criterio</b>
6	0 - 3	llana	Terrenos de vocación agrícola, sin problemas de erosión.
5	3 - 10	suave	Terrenos de vocación agrícola, que precisan prácticas de conservación.
4	10 - 20	media o moderada	Terrenos agrícolas marginales o forestales. El 20% es límite a la agricultura (PORTA <i>et al.</i> , 1994).
3	20 - 35	fuerte	Terrenos de vocación forestal productora-protectora. El 35% marca el límite al uso de maquinaria forestal convencional de preparación del terreno sin alteración de la pendiente (SERRADA, 1993).
2	35 - 50	muy fuerte	Terrenos de vocación forestal protectora-productora. Los suelos se encuentran condicionados por la pendiente en sus posibilidades de evolución.
1	> 50	escarpada	Terrenos de vocación forestal protectora. Los fenómenos erosivos hacen que la creación de una capa continua de suelo sea difícil, acumulándose los materiales finos en los resaltos y rellanos del terreno.

Tipo de pendiente (*Cod\_Tipo Pend*)

<b>Cod_vegDominante</b>	<b>Tipo de vegetación dominante</b>
1	Pinar
2	Eucaliptal
3	Quercíneas
4	Mezcla de especies arbóreas
5	Matorral
6	Matorral degradado
7	Olivar
8	Herbáceas

Vegetación que corresponde a cada código de vegetación dominante

<b>CÓDIGO</b>	<b>WI</b>
4	<5
5	5 – 6,5
7	> 6,5

Categorías de Índice de humedad modificado (*CAT\_WI*)