



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-657

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Paso del papel al dato espacial en la cartografía del perímetro de los montes catalogados de Utilidad Pública

DEL RIO SAN JOSE, J.¹, HERNANDEZ DUQUE, J.; LOSA LOPEZ, M.A.², FINAT GOMEZ, L.¹, GORDO ALONSO, J.¹ ALBA TUELLS, M.C.², REDONDO PINEDO, A.², DE LA FUENTE MARTIN, B.²

¹ Junta de Castilla y León. Delegación Territorial de Valladolid. Servicio Territorial de Medio Ambiente. Autor para la correspondencia: riosanjo@jcy.es

² Junta de de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. Dirección General de Medio Natural

Resumen

La producción de cartografía temática del dominio público forestal, en formatos digitales, a partir de la información disponible sobre deslindes y amojonamientos de montes catalogados cumple con una doble finalidad: no sólo es indispensable para la protección eficaz del dominio público forestal, si no que también es una base común en la que asentar el desarrollo económico, en especial en la aplicación de las políticas de desarrollo rural, y en la aplicación de una gestión forestal sostenible.

Sin embargo, esta información no se encuentra disponible en soporte digital, por lo que es difícil conseguir una defensa eficiente y una divulgación efectiva de la misma a la sociedad, al no estar referida en un lenguaje cartográfico común actual. Por ello es necesario desarrollar una metodología como la que se aplica en la presente comunicación, cuyos resultados permiten esta transformación y proporciona modelos a la planificación y gestión sobre la evolución del estado de conservación de los mojonos.

Palabras clave

Cartografía oficial, deslinde, amojonamiento, SIG, IDE, sociedad, ROI.

1. Introducción

El Catálogo de Montes de Utilidad Pública (CUP) se consagró en la ley de montes de 1957 como registro público de carácter administrativo. La inclusión de un monte constituye una presunción posesoria a favor de la entidad propietaria a quién el Catálogo asigna su pertenencia. (Gordo, 2006). Los procedimientos administrativos de deslinde y amojonamiento, realizados en los montes del Catálogo, son medidas protectoras de la posesión de los montes públicos, determinan y materializan sus lindes y contribuyen al mantenimiento del estado de posesión (Calvo, 2001). La información cartográfica, más completa y de más fácil interpretación sobre ellos, se crea básicamente en dichos procedimientos que identifican los montes incluidos en el CUP de forma plena. Estos datos se conservan en la actualidad en planos en soporte papel, generalmente a escalas comprendidas entre 1:5.000 y 1:10.000, y se complementan de manera habitual, con los registros topográficos que sirvieron para su elaboración. Todo este valioso material se encuentra depositado en los archivos de los servicios forestales pero no se encuentra al alcance de los potenciales usuarios.

En estados avanzados de consolidación del Catálogo, el amojonamiento materializa en campo los límites de los montes mediante hitos de naturaleza permanente, conocidos con el nombre de mojonos. Tradicionalmente las tareas de conservación de los mojonos han sido abordadas con un enfoque fundamentalmente de operación ejecutiva, de obra, sin embargo, ha

recibido poca atención la elaboración de modelos matemáticos que ayuden a detectar anomalías en la gestión cotidiana o prever necesidades en los instrumentos de planificación de montes.

Además el estado actual de la información impone severas restricciones a la utilización y divulgación eficiente de esta información por parte de la sociedad, por no ser, en los términos que establece la directiva INSPIRE, un conjunto de datos espaciales que pueda ser fácilmente consultado. Los datos espaciales son información que hace referencia a una localización o zona geográfica específica, de forma directa o indirecta, y que cumplen con las siguientes condiciones: se refieran a zonas bajo la jurisdicción de un Estado miembro de la Comunidad Europea, estén en formato electrónico, en posesión de una autoridad pública y traten de los temas concretos, recogidos en sus anexos (Directiva 2007/2/CE). La cartografía, de los perímetros de los montes incluidos en el CUP, presenta claros vínculos con tres de los temas contemplados en la directiva: propiedad, uso del suelo y zonas sujetas a ordenación restrictiva reglamentaria y unidades de notificación.

La finalidad del dato espacial es lograr una divulgación lo más amplia posible, de la cartografía, poniéndola a disposición de la sociedad e impulsando el intercambio con otras administraciones, como base del necesario proceso de coordinación administrativa en materia cartográfica. Compartir, en estos términos, obliga a transformar la cartografía desde su actual expresión en coordenadas locales -propias de los sistemas topográficos de planos acotados- a coordenadas absolutas.

La transformación de la información cartográfica, relativa al dominio público forestal tiene que cumplir dos condiciones. No puede suponer una modificación de hecho del deslinde, amojonamiento o de los actos posteriores aprobados que conforman la vida administrativa del monte y que son los que dotan de efecto jurídico a la cartografía. Además, la posición, requisito necesario para la identificación jurídica, debe referirse al sistema de referencia geodésico oficial en España.

La transformación en cartografía digital, de los datos cartográficos de la vida administrativa del perímetro de los montes del CUP, es una traducción técnica de sus coordenadas relativas que permite conocer su posición en un lenguaje cartográfico común. La mejora de la descripción de los límites de los montes mediante levantamiento de mojones con GPS submétricos es un método técnicamente complejo y exige ir más allá de los planteamientos iniciales sobre precisión (Albadalejo et al., 1998) para determinar las coordenadas absolutas de las mojoneras. Los levantamientos GPS de los mojones materializados en el terreno, no sólo tienen que hacer frente a las dificultades de lectura que plantea la cobertura arbórea (Mancebo, 2004) también deben tener la misma precisión que la familia cartográfica de dominios públicos con la que está vinculada, relacionadas todas ellas con cuestiones relativas a la propiedad pública. Sin embargo este inventario preciso de la posición actual es el primer paso para crear el dato espacial, pero no es suficiente si no responde a un objetivo más ambicioso como es lograr una cartografía temática y ponerla a disposición de la sociedad.

El inventario nos facilita una cartografía no siempre coincidente con los planos originales debido a la mejora técnica de los métodos topográficos (Herrero, 2002) y las incidencias ocurridas en el dilatado plazo transcurrido desde su creación. La construcción de una cartografía digital exacta demanda comparar y resolver las discrepancias-si las hubiera-

entre ambos resultados: la posición actual y la posición legal (Pérez-Soba, 2006; Albadalejo y Linares, 2008).

Ahora bien, el problema no está resuelto en este punto. Harley (1990) afirmó que “la cartografía no dibuja solamente mapas, construye mundos”. La utilización de cartografía digital asociada a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) entraña una amenaza concreta como es la de construir y gestionar una hiperrealidad alejada del terreno y de la sociedad más estrechamente vinculada al monte.

La necesaria extensión de la esfera de lo público más allá del Estado (Cunnil, 1997) plantea una acción complementaria: “hacer visible el dato” (Capdevila, 2004). La divulgación de la cartografía digital debe velar por un fácil acceso a la sociedad en general, y a gestores, propietarios, colindantes y a otras unidades administrativas interesadas, en particular. Convertir la información existente en soporte papel, en datos integrables en las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDES) conlleva económicamente un inmediato retorno de la inversión (ROI) efectuada, en la creación y mantenimiento de la cartografía digital y es indispensable en el desarrollo de una administración electrónica. La evaluación del impacto social y económico de esta cartografía puede estimarse, mediante metodologías como la propuesta por Almirall et al, (2008) que en términos de beneficio económico estima el ahorro de tiempo que proporciona disponer de datos espaciales a la propia administración, al ciudadano y a las empresas.

El contexto social, tecnológico y administrativo apunta a que hoy en día, es necesario añadir la cartografía digital en el marco de las IDES como un pilar de la protección de los montes públicos. Es una herramienta para el siglo XXI, que puede surtir unos efectos tan potentes como en su día lo fueron la Clasificación y el Catálogo.

2. Objetivos

Presentar una metodología que permita obtener los datos espaciales de los mojones de los montes, con deslinde y/o amojonamiento administrativo aprobado, que estén incluidos en el Catálogo de Montes Utilidad Pública con dos fines:

- Elaborar, bajo los principios de rigor técnico, armonización y homogeneización e interoperabilidad, una cartografía digital integrable en una IDE.
- Explicar estadísticamente la variabilidad en el estado de conservación de la mojonera.

3. Metodología

Esta metodología se ha desarrollado y aplicado por la Junta de Castilla y León en el marco del programa V1, “Propiedad Forestal”, del Plan Forestal de Castilla y León (Junta de Castilla y León, 2000) en el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid durante el periodo 2005 – 2009, en un total de 61 montes del Catálogo de Utilidad Pública divididos en dos campañas. La mayoría de los montes de la provincia de Valladolid se encuentran deslindados, amojonados e inscritos en el registro de la Propiedad y disponen de planos a escalas 1:5000.

La metodología empleada se desarrolla en procesos sucesivos: inventario, actualización, reposición, obtención de la cartografía digital, publicación y análisis del estado de conservación de los mojones.

Inventario. Con la realización del inventario se pretende conocer la posición actual de los mojones, que materializan sobre el terreno, el límite de los montes del CUP en una fecha concreta. Se describe su estado de conservación y se determinan las coordenadas planimétricas absolutas a través de GPS bifrecuencia de precisión centimétrica con método de control mediante el test NSSDA, recientemente analizado por Ariza & Atkinson (2008).

Actualización. Mediante la actualización cartográfica se recopila la posición legal y se resuelven las discrepancias detectadas, mediante un criterio de tolerancia en función del error de la fuente documental legal, lo que permite concretar las actuaciones que es preciso ejecutar para restituir el estado del mojón desde su situación actual en el terreno a su posición legal.

Reposición de mojones. Se realiza un replanteo, ejecución de obra y resolución de incidencias.

Cartografía digital. Con los datos puntuales se construyen mediante operaciones SIG la cartografía de perímetros y superficies. Para el cálculo de errores posicionales se emplea el método de Montecarlo, obteniendo un error por mojón y otro por monte, expresado como error medio cuadrático.

Publicación. Junto a la clásica materialización de los mojones y la habilitación de los periodos de información pública del Boletín Oficial se le suma la divulgación en Internet, mientras se logra su integración definitiva en una IDE, como pilares básicos para lograr una divulgación efectiva del dato espacial.

Análisis del estado de conservación de los mojones. Se realiza un análisis estadístico con el fin de conocer si existe algún modelo que explique la heterogeneidad encontrada en el estado de conservación de la mojonera. Para ello se define un fallo como el mojón que deja de prestar servicio como consecuencia de alguna incidencia sobre su estado.

El desarrollo de los modelos estadísticos utiliza las metodologías empleadas habitualmente en la ecología del paisaje (Ritters et al., 1995). Parte de la realización de un análisis factorial para resumir la información aportada por las variables independientes, elegidas a priori y clasificadas en ámbitos temáticos mediante consulta a los gestores forestales.

Las variables independientes se han seleccionado por su utilidad en la planificación y gestión. F , $F1$ y $F2$, son útiles en la previsión de actuaciones. I , $I1$ y $I2$ son índices relativos, que eliminan el efecto del número total de mojones, lo que permite explorar en los instrumentos de planificación las correlaciones subyacentes. FA y TF son eficaces para detectar situaciones anómalas en las tareas anuales de policía de la mojonera, mediante la construcción de gráficos de control y la utilización de modelos probabilísticas de ocurrencia, que clasifiquen la severidad de las incidencias (Hauptmanns, 1986; Ardunay y Martín, 1993).

Se emplea el método de extracción de análisis de componentes principales, mediante el método de rotación: Normalización varimax con Kaiser. De la matriz de componentes rotados se han despreciado aquellas con puntuaciones inferiores en valor absoluto a 0,70. Se exploran los modelos de regresión lineal multivariante de las variables dependientes y de los componentes, utilizándose como criterio de selección el que presente mejor coeficiente de determinación en ausencia de colinealidad de las variables, evaluada mediante los test estadísticos de tolerancia ($T > 0,40$) y factor de inflación de la varianza ($FIV < 2$).

4. Resultados

4.1. Cartografía digital

Los cuatro primeros procesos permiten obtener una cartografía digital de geometría puntual con la ubicación de los mojones en sistema de coordenadas oficial y la cartografía de geometría lineal y poligonal construida a partir de la anterior, recogida en la figura 1. El error medio cuadrático obtenido para cada monte, está comprendido entre el valor mínimo de 0,20 m y máximo de 0,50 m. El error aumenta a medida que existen más mojones ausentes o desplazados en un perímetro.

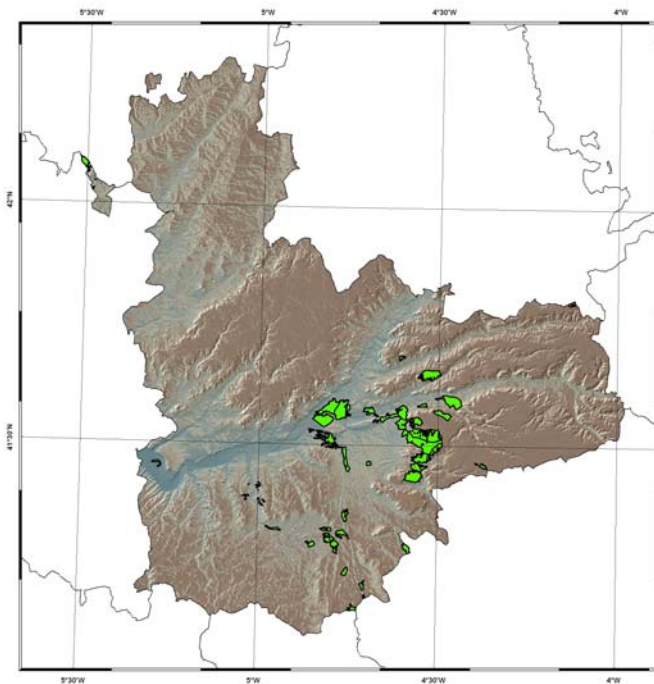


Figura 1. Situación de los montes en los que se ha finalizado la obtención del dato espacial en la provincia de Valladolid, durante el periodo (2006-2009).

Análisis del estado de conservación de la mojonera

A partir de los datos de la primera campaña, que incluye 35 montes, se elaboran las variables recogidas en la tabla 1, que describen las incidencias en el mantenimiento de los mojones por monte.

Tabla 1. Variables que describen las incidencias en el estado de conservación de la mojonera por monte.

Variable dependiente		Intervalo de confianza de la media y (desviación típica)
Número total de fallos ⁽¹⁾	<i>F</i>	34 ± 12 (37)
Número de fallos en mojones de primer orden ⁽¹⁾	<i>F1</i>	5 ± 2 (6)
Número de fallos en mojones de segundo orden ⁽¹⁾	<i>F2</i>	29 ± 11 (34)
Intensidad de fallos, en tanto por uno, es el número de fallos por número de mojones ⁽¹⁾	<i>I</i>	29,14 ± 5,13 (15,49)
Intensidad de fallos en mojones de primer orden, en tanto por uno, es el número de fallos por número de mojones de primer orden ⁽¹⁾	<i>I1</i>	5,30 ± 2,06 (6,21)
Intensidad de fallos en mojones de segundo orden, en tanto por uno, es el número de fallos por número de mojones de segundo orden ⁽¹⁾	<i>I2</i>	23,84 ± 4,92 (14,84)
Número de fallos anual	<i>FA</i>	0,71 ± 0,22 (0,67)
Tiempo transcurrido, en años, hasta que se produce un fallo, periodo de retorno	<i>TF</i>	3,5 ± 1,1 (3,4)

(1) Cifras redondeadas a número entero

Las variables independientes y su ámbito temático (recogidas en la tabla 2), se han escogido a partir de la consulta a gestores forestales.

Tabla 2. Variables independientes y su ámbito temático en el análisis del estado de conservación los mojones de un monte.

Variable independiente por ámbito temático		Intervalo de confianza de la media y (desviación típica)
Ámbito. Ecología del paisaje- Composición estructural		
1. Superficie del monte (ha)	SM	285,56±118,38 (357,21)
2. Perímetro del monte (km)	PM	11,05 ± 3,58 (10,80)
3. Índice de forma del monte, ecuación de Gravellius	IF	2,04 ±0,25 (0,74)
4. Número total de mojones	MO	108 ± 31 (92)
5. Número de mojones de primer orden	MI	18 ± 6 (17)
6. Número de mojones de segundo orden	M2	73 ± 26 (79)
7. Número total de mojones colindantes	MC	17 ± 8 (23)
8. Número total de mojones no colindantes	MN	90 ± 29 (87)
Ámbito Ecología del paisaje- Configuración estructural		
9. Distancia la capital de provincia (km)	DC	25,53 ± 4,70 (14,17)
10. Distancia al núcleo de población principal del término (km)	DT	2,12 ± 0,30 (0,87)
Ámbito Sociodemografía rural		
11. Superficie del término municipal donde se encuentra el monte (km ²)	ST	48,65 ± 14,48 (43,69)
12. Densidad de población (hab/km ²)	DP	157,64 ± 132,61 (400,31)
13. Población del término municipal donde se encuentra el monte (hab)	PT	20.881 ±24.820 (74.918)
Ámbito. Actuación Administrativa		
14. Tiempo transcurrido desde el deslinde (años)	TD	54,57 ± 7,10 (21,42)
15. Tiempo transcurrido desde el amojonamiento (años)	TA	48,49 ± 6,54 (19,74)
16. Intervalo entre los actos de deslinde y amojonamiento (años)	IAA	6,20 ± 3,37 (10,17)
Ámbito. Ecología del paisaje. Matriz forestal y colindancia		
17. Superficie forestal del término municipal (ha)	SF	1.460 ± 256 (772)
18. Porcentaje de superficie forestal del término municipal (%)	PS	34,77 ± 2,15 (12,70)
19. Perímetro colindante con terreno forestal (m)	LF	6.331 ± 2.468 (7.447)
20. Perímetro colindante con terreno agrícola (m)	LA	3.464 ± 1.760 (5.312)
21. Perímetro colindante con terreno urbano (m)	LU	668 ± 537 (1.621)
22. Perímetro colindante con otros dominios públicos (m)	LD	721 ± 334 (1.009)
23. Porcentaje de perímetro colindante con terreno forestal (%)	PF	64,96 ±8,53 (25,75)
24. Porcentaje de perímetro colindante con terreno agrícola (%)	PA	23,06 ± 7,74 (23,37)
25. Porcentaje de perímetro colindante con terreno urbano y de infraestructuras (%)	PU	4,43 ± 3,1 (9,37)
26. Porcentaje de perímetro colindante con otros dominios públicos (%)	PD	7,66 ± 3,59 (10,83)

4.2.1. Análisis factorial

El análisis factorial practicado resume las 26 variables independientes en 8 componentes, con una pérdida del 11,2% de la información original, para explicar la varianza. En la tabla 3 se presentan las puntuaciones de la matriz rotada de los 8 componentes principales extraídos, destacándose en negrita las variables seleccionadas para definir cada componente.

El *componente 1* resume una estructura concreta de los montes desde el punto de vista de la ecología del paisaje. Valores positivos del componente 1 indican montes con cabidas y perímetros elevados, con una alta irregularidad en su forma que implica un elevado número de mojones de segundo orden no colindantes con otros montes del Catálogo, son montes de forma dendrítica aislados de otros montes del Catálogo. El *componente 2* sintetiza aspectos de la geografía rural de los términos donde se encuentran los montes. Valores positivos del componente 2 indican términos municipales extensos con gran cantidad de población y densidad. El *componente 3* es una medida relacionada con la matriz espacial en la que están

ubicados los montes. En concreto, valores positivos indican la colindancia de gran parte del perímetro con terrenos agrícolas de montes aislados de otras superficies forestales. El *componente 4* es una medida de la ecología del paisaje que indica la naturaleza de la matriz en la que está incluido el monte y valores positivos apuntan a que una proporción importante del perímetro es colindante en longitudes altas con áreas urbanas y de infraestructuras. El *componente 5* es un índice relacionado con la actuación administrativa e implícitamente con la consolidación de montes del CUP; valores positivos hacen referencia a montes que tienen una gran antigüedad en los actos administrativos que los definen cartográficamente. El *componente 6* es un índice de la cohesión espacial y valores altos indican colindancia del monte con superficie forestal. El *componente 7* es una medida vinculada a la estructura de los montes; valores positivos informa sobre la escasez de mojones de primer orden en el perímetro. El *componente 8* es una medida relacionada con la actuación administrativa y los valores positivos indican la existencia de un intervalo de tiempo considerable transcurrido entre los actos administrativos de deslinde y amojonamiento.

Tabla3. Puntuaciones en la matriz de componentes rotados de las variables independientes.

Variable independiente	Componente							
	1	2	3	4	5	6	7	8
IF	0,75	-0,15	-0,17	-0,04	0,22	-0,20	-0,14	-0,21
MO	0,96	0,00	0,11	0,05	0,17	0,01	-0,09	0,01
SM	0,75	0,45	0,14	0,07	0,19	0,13	0,11	0,09
PM	0,93	0,18	0,06	0,06	0,26	0,04	0,05	-0,01
MI	0,40	-0,03	0,08	0,05	0,04	-0,15	-0,82	-0,11
M2	0,97	-0,07	0,09	-0,03	0,01	0,05	-0,08	0,09
MN	0,96	-0,07	0,10	-0,02	0,02	0,01	-0,23	0,06
MC	0,24	0,23	0,08	0,30	0,62	0,00	0,50	-0,19
DC	-0,14	-0,47	0,53	-0,19	-0,02	-0,45	0,26	0,17
DT	0,09	-0,29	0,65	-0,10	-0,21	-0,14	0,41	0,02
ST	0,00	0,90	0,19	-0,14	-0,04	-0,08	0,08	-0,05
PT	0,00	0,94	0,18	-0,02	0,02	-0,10	0,04	0,01
DP	0,00	0,90	0,18	0,17	0,01	-0,10	-0,14	-0,05
TD	0,32	-0,10	-0,08	-0,14	0,83	0,06	-0,05	0,36
TA	0,32	-0,04	-0,13	-0,13	0,89	0,05	-0,09	-0,10
IAA	0,06	-0,13	0,10	0,00	0,03	0,02	0,05	0,95
SF	0,17	0,69	-0,15	-0,12	-0,05	0,45	0,21	-0,18
PS	0,12	-0,25	-0,50	0,06	0,03	0,67	0,09	-0,11
LA	0,07	0,39	0,79	0,09	0,01	0,27	-0,17	0,12
LD	0,65	0,19	-0,12	0,44	0,30	-0,05	0,34	0,09
LF	-0,08	0,00	0,07	0,04	0,06	0,79	0,05	0,09
LU	0,05	-0,03	0,05	0,95	-0,05	0,12	-0,07	0,04
PA	0,05	0,31	0,90	0,06	-0,07	-0,05	-0,11	-0,06
PD	0,51	0,07	-0,29	0,16	0,26	-0,35	0,22	0,35
PF	-0,26	-0,29	-0,72	-0,47	-0,02	0,20	-0,01	-0,08
PU	-0,01	-0,06	0,07	0,95	-0,08	-0,02	0,04	-0,04
Varianza explicada (%)	23,20	15,97	12,58	9,68	8,72	7,22	6,00	5,41

4.2.2. Regresión lineal multivariante

En la tabla 4 se recogen los principales modelos de regresión lineal obtenidos. Los modelos tienen un alto poder explicativo de la variabilidad observada en los datos (R^2 elevados). El error estándar de los modelos mide la precisión de las estimaciones a efectos predictivos. Los parámetros T y FIV muestran la ausencia de colinealidad en los modelos. A efectos de previsión de actuaciones por monte los modelos de las variables F_1 y F_2 son altos.

Sin embargo, en el ámbito de las planificaciones y de la gestión anual los modelos *I*, *II*, *I2*, *FA* y *TF* ofrecen resultados aptos para el análisis y toma de decisiones.

Tabla 4. Principales modelos de regresión lineal multivariante que describen la evolución de los mojones por monte.

Modelo de regresión	Variable dependiente	Variable independiente	Coefficiente no estandarizado	Coefficiente estandarizado	R ²	Error estándar	T	FIV
1	F	PM	0,003	0,941	0,90	16,02	1,00	1,00
		Componente 7	-8,349	-0,165			1,00	1,00
2	F1	M1	0,299	0,920	0,85	3,16	1,00	1,00
3	F2	PM	0,003	0,926	0,92	13,37	0,97	1,03
		Componente 5	5,606	0,124			0,97	1,03
4	I	TA	0,005	0,793	0,83	14,03	0,90	1,11
		DP	0,000205	0,261			0,90	1,11
5	II	M1	0,003	0,853	0,72	4,44	0,92	1,08
		Componente 1	-0,030	-0,368			0,93	1,08
		Componente 3	-0,019	-0,226			1,00	1,00
6	I2	TA	0,003	0,641	0,86	11,18	0,59	1,69
		DP	0,000185	0,281			0,90	1,11
		LF	5,98 10 ⁻⁶	0,207			0,62	1,60
		Componente 8	-0,040	-0,141			0,98	1,02
7	FA	MO	0,006	0,805	0,84	0,4003	0,90	1,10
		DP	0,001	0,253			0,90	1,10
		PF	5,017	0,730			0,99	1,01
8	TF	Componente 8	1,254	0,258	0,68	2,81	1,00	1,00
		Componente 1	-1,201	-0,247			1,00	1,01

Variables dependientes: F, Número total de fallos. F1, Número de fallos en mojones de primer orden. F2, Número de fallos en mojones de segundo orden. I, Intensidad de fallos, en tanto por uno, es el número de fallos por número de mojones. II, Intensidad de fallos en mojones de primer orden, en tanto por uno, es el número de fallos por número de mojones de primer orden. I2, Intensidad de fallos en mojones de segundo orden, en tanto por uno, es el número de fallos por número de mojones de segundo orden. FA, Número de fallos anual. TF, Tiempo transcurrido, en años, hasta que se produce un fallo, periodo de retorno.

Variables independientes: PM, Perímetro del monte (km). Componente 7, factor de estructura del monte-mojones de primer orden. M1, Número de mojones de primer orden. Componente 5, factor de actuación administrativa-antigüedad. TA, Tiempo transcurrido desde el amojonamiento (años). DP, Densidad de población (hab/km²). Componente 1, factor de estructura del monte-dendrítica y aislados del CUP. Componente 3, Matriz espacial-colindancia con suelo agrícola. LF, Perímetro colindante con terreno forestal (m). Componente 8, factor de actuación administrativa-intervalo entre actos. MO, Número total de mojones. PF, Porcentaje de perímetro colindante con terreno forestal (%).

4.2.3. Análisis no lineal

La exploración de este tipo de modelos es aún incipiente en la metodología de análisis del estado de conservación de los mojones. Dado el interés de la variable F, número de fallos, se ha estudiado la posible existencia de modelos no lineales relacionados con la demografía. El resultado es un modelo logarítmico en función de la población $F = 2.518 \ln(PT)$ que se recoge en la figura 2. En línea de trazo discontinuo aparece representado el ajuste lineal que tiene por expresión $F = 10^{-5} PT + 22,203$, válido para poblaciones cuyo número de habitantes es superior a 25.000.

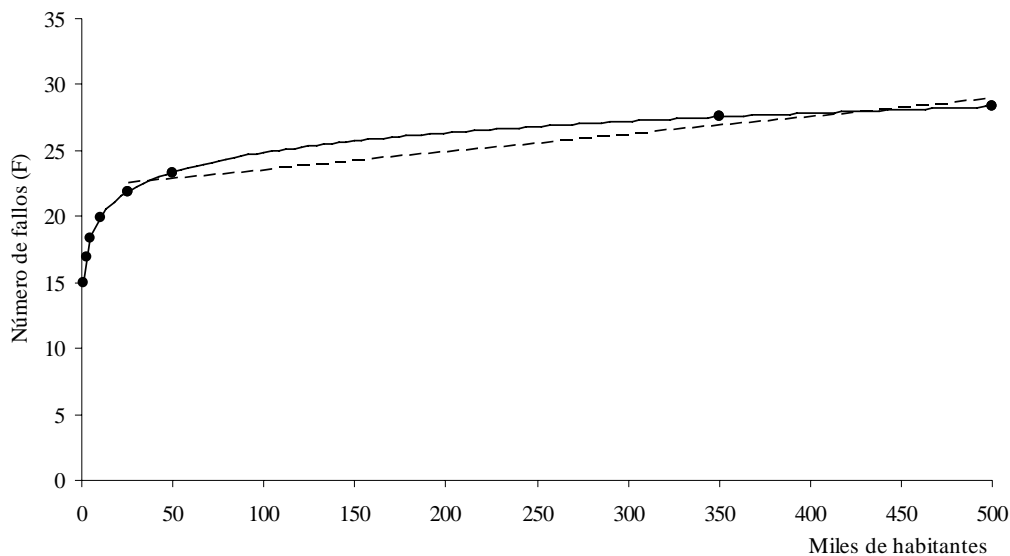


Figura 1. Número de fallos en los mojones de un monte en función de la población para los 35 montes objeto de estudio.

5. Discusión

1. La determinación y publicidad de las coordenadas planimétricas es una herramienta que contribuye a la defensa de los montes del CUP, especialmente en el actual panorama de creación, desarrollo y mantenimiento de datos espaciales por parte de las administraciones públicas. Los SIG de las distintas unidades administrativas son el vehículo que permite consultar, compartir, integrar y facilitar el acceso de los datos espaciales a la sociedad mediante IDES. Sin embargo, es necesario avanzar en la vinculación de esta producción cartográfica con su declaración como cartografía registrada mediante la realización de normas técnicas, así como actualizar esta información en el Catálogo para dotarle de un registro cartográfico.

2. La metodología cartográfica propuesta presenta similitudes con las mencionadas en la introducción (Pérez-Soba, 2006; Albadalejo y Linares, 2008). Todas ellas permiten abastecer la creciente demanda social e institucional de esta cartografía en formato digital. Las principales diferencias de la metodología presentada son que se basa en levantamientos topográficos de alta precisión, explicita el criterio de tolerancia técnica de las fuentes cartográficas legales e impone una necesaria materialización sobre el terreno de los resultados.

3. La cartografía digital obtenida no es suficiente para elaborar una cartografía de propiedad detallada ya que, en el concepto de cabida pública, cohabitan superficies de distintos titulares, como es el caso de las vías pecuarias propiedad de la Comunidad Autónoma.

4. El análisis de componentes principales parte de una selección subjetiva de variables que está condicionada por la realidad territorial y social de Valladolid, detectada por los gestores, y por la muestra de datos disponible de montes del Catálogo vallisoletano. Los resultados no tienen que reproducirse necesariamente en otras provincias aunque sí la metodología estadística aplicada. La subjetividad de la selección de variables condiciona la aplicación de los modelos a otras zonas y la generalización de los resultados a escala

provincial. En futuros estudios será útil comprobar si continúan apareciendo las mismas componentes y su peso en la explicación de la variabilidad.

5. El poder predictivo de las variables F y $F2$ está limitado por la baja precisión de las estimaciones que confieren una gran holgura a su empleo en los cuadros de medición de proyectos. En este sentido los resultados obtenidos para el resto de variables tienen interés predictivo en la planificación y gestión de las mojoneras de los montes del CUP pero deben ser considerados provisionales y tomados con cautela en la proyección de las variables dependientes, considerando el tamaño de la muestra. En el caso de que no se produzcan correlaciones fuertes entre el número de mojones y el perímetro del monte, será de interés definir las variables dependientes de intensidad como el número de actuaciones por perímetro de monte, clasificado por el tipo de colindancia.

6. La reducción del error estándar de las estimaciones de los modelos tiene dos caminos posibles: El sucesivo incremento de la muestra hasta alcanzar la población vallisoletana de montes del CUP favorecerá, si se mantiene la variabilidad en los datos, la reducción del error estándar a la mitad, pero si se incrementa la variabilidad será necesario clasificar los montes catalogados para reducir el error.

7. El modelo curvilíneo detectado describe comportamientos muy diferentes en los montes según la categoría rural o urbana de los núcleos de población en los que se encuentran situados. El punto de inflexión de estos comportamientos está próximo a los 25.000 habitantes que coincide con el límite que establece la Comunidad Europea para diferenciar los núcleos rurales de los urbanos. En los núcleos rurales se observa un rápido incremento del número de fallos con el tamaño de la población del término municipal mientras que en los núcleos urbanos el incremento es menor, y abre el camino a un criterio de clasificación del estado de conservación de los mojones de los montes del CUP.

6. Conclusiones

1. La metodología propuesta permite transformar los datos oficiales disponibles, en soporte papel, en datos espaciales integrables en formato de cartografía digital en una IDE para la divulgación y conocimiento de la sociedad.

2. La principal aportación que añade esta metodología es que consigue que los mojones se conviertan en auténticos elementos de control geométrico que dan estabilidad al perímetro del monte. Los levantamientos de alta precisión posibilitan la comparación a los niveles de resolución más habituales empleados con otras cartografías administrativas -lo que minimiza las distorsiones provocadas por la utilización de distintas escalas-, y facilita un soporte cartográfico más preciso al que referir la gestión forestal. La reposición de mojones refuerza el mantenimiento del estado de posesión, permite asegurar la calidad de todo el proceso sobre el terreno, ofrece una seguridad técnica a la labor de policía y contrasta la existencia de intrusiones u otras situaciones no capturables mediante técnicas cartográficas por la escala temporal y espacial de la misma en el momento de ejecutar la monumentación. El desarrollo de modelos estadísticos brinda la posibilidad de dotar a la planificación de modelos que prevean la evolución del estado de conservación de los mojones en función del comportamiento de variables fácilmente obtenibles, facilitándose un mecanismo al gestor para la detección de situaciones atípicas.

3. Las coordenadas absolutas obtenidas permiten la construcción de las capas de información de perímetros, cabida total y cabida pública de los montes del Catálogo.

4. El análisis de componentes principales ha demostrado ser una herramienta estadística útil para simplificar las variables originales, detectando implícitamente patrones en los datos y participando en la construcción de modelos estadísticos que correlacionan la conservación de la mojonera de los montes del CUP en el ámbito territorial objeto de estudio.

5. Los modelos tienen un alto poder explicativo de la heterogeneidad observada en los datos, pero su capacidad predicativa limitada su uso.

6. La explotación estadística de la metodología de análisis del estado de conservación de los mojones es un medio de ejercer un control geométrico del perímetro de los montes que permite disponer, a medio plazo, de modelos estadísticos sólidos que prevean necesidades y detecten en la gestión cotidiana comportamientos, incidencias o situaciones anómalas.

7. El modelo logarítmico del número de fallos en función de la población, presenta dos pautas de comportamiento muy marcadas. En municipios rurales el número de fallos crece rápidamente con el incremento de la población para tender a una asíntota en los municipios urbanos.

7. Agradecimientos

El reconocimiento a la precisión y exactitud obtenidas por los técnicos de la administración forestal en las pioneras tareas de deslinde y amojonamiento de los montes de utilidad pública vallisoletanos con el contexto tecnológico y medios disponibles en aquellos años; al esfuerzo y dedicación de las empresas que han trabajado y se han involucrado en la provincia de Valladolid en la creación, desarrollo, ejecución y seguimiento de esta metodología; a los revisores anónimos que han contribuido a lograr una mayor amabilidad en el texto.

8. Bibliografía

ALBALADEJO, M.; LINARES, J.L.; 2008. El Proyecto Hita: Nuevas herramientas y tecnologías de la información para la gestión del catálogo de montes. CONAMA9. Madrid.

ALBADALEJO, M.V.; LINARES, J.L.; CABEZAS, J.D.; 1998. Integración de la tecnología GPS en la gestión del medio natural en la región de Murcia. Revista Forestal Española, septiembre 1998. 9-12.

ALMIRALL, P.; BERGADÀ, M.; ROS, P.; CRAGLIA, M.; 2008. The socio-economic impact of the spatial data infrastructure of Catalonia. JRC Scientific and Technical Reports EUR 23300 EN-2008. European Commission, Joint Research Centre.

ARDUNAY, R.; MARTIN, Q. 1993. Estadística para ingenieros. Hespérides. 386p. Salamanca.

ARIZA, F.J.; ATKINSON, A.D.; 2008. Variability of NSSDA Estimations. Journal of Surveying Engineering 134-2. 39-44.

- CALVO, L. 2001. El Catálogo de montes. Origen y evolución histórica. (1859-1901). Organismo Autónomo Parques Nacionales. 329p. Madrid.
- CAPDEVILA, J. 2004.: Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Definición y desarrollo actual en España. Scripta Nova. VIII (170).
- CUNILL, N.. 1997. Repensando lo público a través de la sociedad. Nuevas formas de gestión pública y representación social. Nueva Sociedad, CLAD, Caracas. 139-195.
- GORDO, F.J.; 2007. De las ordenanzas al Catálogo de los montes de utilidad pública. En GIL, L.; TORRE, M. (ed). Atlas forestal de Castilla y León. Vol I. 309-332. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. Valladolid.
- HARLEY, J.B; 1990. Cartography, ethics and social theory. Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization. 27(2): 1-23
- HAUPTMANN, U.; 1986. Análisis de árboles de fallo. Bellaterra. 245p. Barcelona.
- HERRERO, T.T.; PEREZ, E.; 2002. Actualización topográfica y cartográfica mediante técnicas GPS y SIG del monte público “aguas vertientes” El Espinar (Segovia) Actas del XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Santander, España.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON; 2000. Plan forestal de Castilla y León. Programa V1. La propiedad Forestal. Junta de Castilla y León. 103p. Valladolid.
- MANCEBO, S.; 2004. Análisis de precisión y eficacia de receptores GPS bajo cobertura arbórea. Tesis doctoral dirigida por Isabel Otero Pastor, Joaquín Solana Gutiérrez. Universidad Politécnica de Madrid.
- PÉREZ-SOBA, I.; 2006. La rectificación del Catálogo de Montes de Utilidad Pública de la provincia de Zaragoza. Revista Aragonesa de Administración Pública (28). 195-280.
- RITTERS, K.H.; O'NEILL, R.V.; HUNSAKER, C.T.; WICKHAM, J.D.; YANKEE, D.H.; TIMMINS, S.P.; JONES, H.B.; JACKSON, B.L. 1995. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. Landscape Ecol. 10-1. 23-40.
- UNION EUROPEA; 2007. Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE).

