



Universidad de Valladolid



DEL MONTE AL RODAL

Manual SIG
de Inventario Forestal

JOSÉ A. REQUE
RAÚL A. PÉREZ





DEL MONTE AL RODAL

JOSÉ A. REQUE
RAÚL A. PÉREZ

La presente publicación del Vicerrectorado de Docencia, se realiza al amparo del “*Proyecto destinado a impulsar la adaptación de las Universidades Públicas de Castilla y León en el marco de la convergencia europea de la enseñanza*” concedido a la Universidad de Valladolid por la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (Curso académico 2009-2010). La publicación ha sido desarrollada dentro de la Convocatoria del Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa de “*Grupos de Innovación Docente de la Universidad de Valladolid 2009-2010*”, en el marco de las Jornadas tituladas “*Innovación educativa y extensión forestal*” organizadas por el Grupo de Innovación Docente “*Nuestro Monte*” y celebradas en el Campus universitario de la Yutera (Palencia) del 27 al 30 de mayo de 2010 en colaboración con la Asociación de Forestales de España, PROFOR, el Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (UVa-INIA), y la Sociedad Española de Ciencias Forestales, SECF.

© **de la edición:** Universidad de Valladolid, 2011

Cita recomendada: REQUE J., PÉREZ R., 2011. Del Monte al Rodal. Manual SIG de Inventario Forestal. Universidad de Valladolid - Vicerrectorado de Docencia, Valladolid, España.

Dirección y autores:

- Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible, E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid), Avenida de Madrid 57, E-34071 Palencia (España)
- José A. Reque Kilchenmann (Dr. Ingeniero de Montes, Profesor Titular de Selvicultura) (requekch@pvs.uva.es)
- Raúl A. Pérez Pérez (Ingeniero Forestal, Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León, <http://www.patrimonionatural.org/>)

© **Textos y fotografías:** los autores.

Edita: Universidad de Valladolid, Innovación Educativa (Vicerrectorado de Docencia)

Con la colaboración de:

- Instituto Universitario de Investigación en GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE (<http://sostenible.palencia.uva.es/>)
- Asociación de Forestales de España (PROFOR) (www.profor.org)

© **Diseño y maquetación:** Beatriz Garrido Salazar. PROFOR

Imprime: gráficas81 (Valladolid)

ISBN:

Depósito Legal:

Agradecimientos: a Ludi Galindo del Gabinete de Estudios y Evaluación (Universidad de Valladolid) por su permanente y entrañable apoyo logístico, a Carlos del Peso y Felipe Bravo (UVa) por sus valiosas correcciones y sugerencias, a Enrique Relea (UVa) sin cuya colaboración no habría sido posible incluir el capítulo 8.3., y muy especialmente a Valentín Prieto y Santiago de la Parte (Consejería de Medio Ambiente, JCyL), Ingeniero y Jefe de Comarca (Palencia), gestores forestales del Monte el Viejo (Palencia), por enseñarnos los secretos de ‘Nuestro Monte’.

Índice

0.	PRESENTACIÓN	7
1.	APROXIMACIÓN AL TERRITORIO	11
2.	ACCESO A LOS DATOS CARTOGRÁFICOS DE PARTIDA	28
3.	ANÁLISIS EXPLORATORIO	40
4.	ANÁLISIS SILVÍCOLA RETROSPECTIVO. SERVICIOS WMS	51
5.	DEFINICIÓN DE CANTONES	71
6.	DEFINICIÓN DE MASAS O TIPOLOGÍAS FORESTALES	85
7.	RODALIZACIÓN	94
8.	INVENTARIO DASOMÉTRICO, MALLAS DE MUESTREO Y FRACCIÓN DE CABIDA CUBIERTA	104
9.	COORDENADAS GPS, PUNTOS SINGULARES DEL CUARTEL, HIPERENLACES	129
10.	TRATAMIENTO DE BORDES – BUFFERS. TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS PERIMETRALES DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES	137
11.	CARTOGRAFÍA	144
12.	BIBLIOGRAFÍA	150
ANEJO 1.		
	SISTEMAS DE REFERENCIA ESPACIAL	152
ANEJO 2.		
	OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	157
ANEJO 3.		
	RECORTE DE RASTER GEORREFERENCIADO	160
ANEJO 4.		
	UNIÓN Y RECORTE DE CAPAS VECTORIALES	162
ANEJO 5.		
	ESQUEMATIZACIÓN Y TIPOLOGÍA DE LOS TIPOS ESTRUCTURALES DE ENCINAR Y QUEJIGAR PRESENTES EN EL CUARTEL C. DEL MONTE EL VIEJO (PALENCIA, ESPAÑA).	165
ANEJO 6.		
	INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE NORMALIZACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN FORESTAL EN CASTILLA Y LEÓN	168



0. PRESENTACIÓN

*“Me lo contaron y lo olvidé,
lo vi y lo entendí,
lo hice y lo aprendí”*

(Aforismo atribuido a Confucio)

Del Monte al Rodal. Manual SIG de Inventario Forestal es el resultado de veinte años de gradual introducción de cambios y novedades en la docencia universitaria de la silvicultura.

En este tiempo, tanto profesor como estudiante, hemos ido aprendiendo mutuamente conforme desarrollábamos un proyecto docente - para nosotros de innovación permanente - fundamentado en el aprendizaje colaborativo y aprendizaje a través de proyectos (PBL: Project Based Learning).

En 2006 comenzamos el proyecto silviweb (www.silviweb.wikispaces.com) intentando ligar las nuevas tecnologías a la docencia de los estudios de grado en Ingeniería Forestal (entonces Ingeniería Técnica Forestal). Casi al mismo tiempo y con un alumnado más especializado y científico, empezamos a aplicar los mismos principios educativos adaptados, esta vez, a cursos de doctorado y máster científico dentro del Programa de Investigación en Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales (<http://sostenible.palencia.uva.es/>).

El presente manual pretende ser una herramienta de apoyo para el aprendizaje basado en proyectos de la dasonomía¹ y dentro de ésta, espe-

¹Dasonomía: (del griego. *dasos*, bosque, y el elemento sufijal *nomía* que entra en la formación de palabras con el significado de 'conjunto de leyes', 'gobierno'). Término que abarca la ciencia, el arte y la práctica de crear, conservar y ordenar los montes y terrenos forestales, para obtener de ellos de una manera continuada sus productos y beneficios (Fuente: *DICCIONARIO FORESTAL ESPAÑOL, 2005*).

cialmente la silvicultura, la planificación forestal y la ordenación de montes. Cuatro realidades, fuertemente desarrolladas con el inicio del siglo XXI, marcan la concepción de esta obra: a) las nuevas tecnologías aplicadas a las ciencias forestales, b) las tecnologías de la información y comunicación (TIC), c) la innovación docente, y d) la consideración de la necesidad de incluir en la trasmisión del conocimiento, especialmente el universitario, herramientas de libre y universal acceso.

Cualquier disciplina forestal precisa, a través del inventario, de un profundo conocimiento previo del medio natural en el cual se va a desenvolver su trabajo. La fortísima irrupción de las nuevas tecnologías en el ámbito forestal acaecida desde la última década del siglo XX ha abierto la puerta a profundos cambios en la concepción, desarrollo y fiabilidad del inventario y la gestión forestal. Georreferenciación² vía satélite con GPS o sistemas de información geográfica (SIG) son dos epígrafes ausentes, o apenas citados, en los clásicos tratados de dasimetría e inventario forestal anteriores al siglo XXI. Es uno de los objetivos, por tanto, de la presente obra familiarizar al usuario con el uso de algunas de herramientas SIG a través de un ejemplo real común en silvicultura: el inventario forestal y la rodalización.

Las conocidas como tecnologías de la información y comunicación (TIC) permiten acceder y difundir el conocimiento de una manera insospechada hace apenas diez años. Desde un punto de vista del aprendizaje, la combinación de nuevas tecnologías y TIC en permanente evolución,

hacen inevitable asumir que el profesional (en nuestro caso, forestal) deberá estar permanentemente formándose durante toda su vida. En el mismo sentido, la validez temporal de cualquier tratado o manual como el presente será siempre limitada. Si en diez años se ha generalizado el uso del GPS y del SIG, ¿qué no habrá de venir dentro de una década? Por otro lado, no se deberá olvidar que el rapidísimo impulso tecnológico nunca podrá sustituir a las bases y principios fundamentales de cualquier disciplina forestal. En el inventario forestal, podrán cambiar las herramientas de medición y aproximación al territorio - de hecho nunca han dejado de evolucionar -, pero las bases del muestreo y el inventario permanecen. Coincidiendo con Edward Tenner³, sería lamentable que una tecnología brillante, como la que se ha desarrollado en el siglo XXI, acabara amenazando al intelecto que la creó.

Del Monte al Rodal. Manual SIG de inventario forestal pretende aplicar algunas de las nuevas tecnologías en el inventario forestal, desarrollando para ello, a modo de hilo conductor, el caso semirreal del inventario en una ordenación de montes. En todo momento se presupone un conocimiento de la teoría del inventario forestal. Se incluyen además múltiples y breves referencias a la silvicultura, cuyo aprendizaje y docencia puede ser muy eficazmente complementada con la ayuda de los sistemas de información geográfica y programas de tratamiento de imágenes.

² La georreferenciación es un neologismo que se refiere al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado (www.wikipedia.org).

³ <http://www.edwardtenner.com/> (consultado en enero de 2011).

El efecto de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) está también siendo muy notable en todos los niveles de la docencia y el aprendizaje. La WEB, con su fácil y rápido acceso a la información, facilita metodologías docentes apenas desarrolladas en el ámbito forestal: destaca el aprendizaje colaborativo y a través de proyecto (PBL), fundamentado en la adquisición del conocimiento *just in time* (en el momento preciso) frente al aprendizaje *just in case* (en caso de).

La información disponible en la red es ilimitada, y le corresponderá al docente dirigir el aprendizaje y seleccionar los materiales didácticos. La estática transmisión de conocimientos imperante hasta el siglo XX poco puede motivar a un estudiante nacido en la era de la WEB. En este aspecto, se hace necesario contar con manuales y tratados que puedan servir de guía para el trabajo personal o colaborativo del alumno. Será también función del docente hacer ver al estudiante que la utilización de nuevas tecnologías aplicadas al campo forestal nunca debe ser el objetivo, si no una herramienta más de las muchas que hay que conocer en profundidad. Nunca, por ejemplo, el dominio del uso de los sistemas de información geográfica podrá sustituir a la selvicultura, pero un selvicultor desconocedor de los SIG puede ver muy limitadas sus posibilidades laborales.

El presente manual no es un tratado de inventario forestal o selvicultura. Es una herramienta para un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase. En este sentido, y siguiendo el aforismo *lo hice y lo aprendí*, se desarrolla un caso semirreal de inventario y rodalización como base de un proyecto de ordenación de montes. Atendiendo a la experiencia, se incide en los errores y dificultades que aparecen más frecuentemente en proyectos similares. El procedimiento de desarrollo seguido en el proyecto SIG que se lleva a cabo puede, no obstante, servir de base para la mayoría de proyectos o estudios en los que el protagonista sea el medio natural.

El siglo XX ha traído también un importante desarrollo y divulgación de aplicaciones informáticas de libre descarga y uso y, en algunos casos, de código fuente abierto. Permiten estas herramientas informáticas una auténtica liberación y universalización de conocimientos, frecuentemente “secuestrados” por intereses económicos. Así, se ha optado por utilizar en el presente manual el SIG de código fuente abierto gvSIG y el programa de tratamiento de imágenes bajo licencia GNU, GIMP. A las facilidades inherentes al uso de programas de libre descarga, se une la posibilidad de desarrollar el aprendizaje a través de proyecto de forma personal por parte del alumno. El coste de los permisos de programas con licencia haría imposible el trabajo individual del alumno u obligarían a utilizar copias ilegales, versiones “piratas”, cuyo uso y divulgación es inaceptable por parte del docente; máxime cuando existen alternativas en el mundo del software libre. Todo ello lleva a que el alumno al que va dirigido este manual no sea solamente el estudiante universitario forestal, sino todo aquel que entienda que ha de estar toda la vida formándose; lo somos todos.

Contextualizada esta obra, dejamos paso a la inquietud personal del lector y le invitamos a abordar este manual desde un punto de vista crítico y constructivo, haciendo de él un sencillo trampolín hacia las numerosas aplicaciones de los SIG en el sector forestal, que a buen seguro irá imaginando según avanza en su lectura.



Foto 1. Paisaje invernal en el Monte el Viejo (Rodal 12e (Palencia, España). Se distinguen grandes robles quejigos (*Q. faginea*) y encinas (*Quercus ilex*) formando un estrato superior. Muestran estos árboles claras cicatrices de antiguas podas. El estrato arbóreo inferior lo constituyen pies de las mismas especies de menor talla los cuales rebrotaron hace más de medio siglo después de una corta (roza) para la obtención de leñas. Desde un punto de vista silvícola estamos ante un monte medio (coexisten grandes pies – resalvos (aquí llamados atalayas)) con un denso estrato originado por rebrote vegetativo. La secular mano del hombre es patente en la estructura del bosque.

1. APROXIMACIÓN AL TERRITORIO

“Divide las dificultades que examines en tantas partes como sea posible, para su mejor solución”

R. Descartes

Todos los estudios y proyectos en los que los protagonistas son los montes presentan una característica común: su extensión. De ella dependerá, en gran medida, el tipo de enfoque que deba darse al proceso mediante el cual se intenta comprender cómo es el territorio. No será lógicamente igual el proceso de comprensión y aproximación a un bosque de cien hectáreas que a un macizo forestal de diez mil. En el caso forestal, en el siglo XVIII se sentaron las bases de la dasonomía y dentro de ésta las de la inventariación forestal como proceso de reunión de la información necesaria para la gestión de los montes. En sus inicios, la teoría del inventario forestal se centró en el conocimiento y cuantificación del volumen, crecimiento y producción de los bosques: la dasometría⁴. Era entonces necesario poder definir cuánto y cómo se debían aprovechar los bosques para garantizar su persistencia. El inventario forestal pasó a ser disciplina académica fundamental y su dominio por parte del forestal - el de ayer y de hoy - es requisito similar al de la botánica, la ecología, la cartografía o la edafología, materias básicas todas para poder acometer la selvicultura, la ordenación y planificación forestal, los aprovechamientos, etc.

⁴ Dasometría: (del griego. *dasos*, bosque y *metron* medida). Estudio, medición y cuantificación de las magnitudes que definen el contenido, la forma y el crecimiento de los árboles y de las masas forestales.

El siglo XXI ha afianzado nuevas demandas dentro de las muchas que la sociedad reclama de nuestras masas forestales, solicitudes que la gestión forestal debe incluir. Así, hablamos ahora, desde unas miras de sociedades desarrolladas, libres y democráticas, de biodiversidad, paisaje, uso público, conservación de especies amenazadas, etc. Pero no se debe olvidar que los padres de la silvicultura en el siglo XVIII nunca hubieran podido pensar en perder un minuto en escribir una sola línea para justificar la importancia de la madera muerta, necromasa, que nosotros hoy consideramos componente esencial de la biodiversidad. Más bien al contrario, para ellos la presencia de árboles muertos en el monte era síntoma de pésima gestión forestal. No es difícil entender que en épocas de miseria y hambre dejar “morir un recurso” fuera inaceptable en la silvicultura; tan inasumible como la sobreexplotación de los bosques que imperaba entonces y que era menester regular y racionalizar. En aquel escenario socioeconómico se hizo necesario conocer cuánto crecía el bosque para poder definir unas tasas de aprovechamiento que permitieran aprovechar los recursos forestales garantizando, al mismo tiempo, su persistencia. La “posibilidad” fue el término acuñado.

Los montes ocupan territorios extensos y para poder entenderlos se estableció entonces – y se mantiene vigente – el procedimiento de aproximación al territorio forestal, compartimentándolo en unidades territoriales progresivamente menores en cuanto a superficie: la división inventarial.

Los principios básicos del inventario forestal no han cambiado desde el siglo XVIII, fueron desarrollados dentro de la disciplina de la dasometría como herramienta básica para la gestión forestal. Múltiples aspectos “novedosos” han de incorporarse al inventario conforme cambian y evolucionan la tecnología y las demandas de la sociedad (desde la madera al recreo), pero el procedimiento mediante el cual nos aproximamos al bosque para conocerlo se mantiene vigente: del “Monte al Rodal”.

1.1. La división inventarial

La gestión forestal sostenible exige un preciso inventario y evaluación de los montes objeto de tratamiento y planificación. A diferencia de otros usos de la tierra, los montes ocupan superficies muy grandes, superiores al millar de hectáreas en muchas ocasiones, y con frecuente estructura y distribución de gran heterogeneidad. La extensión superficial de los montes, junto a su variabilidad interna, obliga a definir con precisión la intensidad con la que se pretende realizar el inventario forestal. De la citada intensidad dependerá la fiabilidad de los resultados del análisis y evaluación de la situación actual. Se denomina diagnóstico⁵ silvícola al conjunto de análisis y evaluaciones que se realizan para determinar cuál es la situación en que se encuentra un espacio forestal, sus antecedentes y sus tendencias de evolución.

Al igual que en cualquier proceso de inventario del medio natural, la amplitud de los terrenos forestales hace necesario analizar los montes a diferentes niveles de escala con el objeto de poder realizar con corrección el diagnóstico silvícola: desde el monte en su conjunto hasta el nivel de rodal. Se denomina división inventarial a la división o compartimentación del espacio forestal en unidades homogéneas con objeto de posibilitar la detallada descripción, análisis y evaluación de sus características cuantitativas y cualitativas. Esta articulación del espacio es, por tanto, esencial para poder definir y planificar razonadamente la silvicultura a plantear en cada sitio y momento.

Atendiendo al carácter temporal de la compartimentación del territorio, en el inventario forestal se distinguen tradicionalmente dos tipos de divisiones: a) División inventarial permanente y b) División inventarial temporal (*PITA 1973, MADRIGAL 1994, JCYL 1999, ERASO y OLABE 1998 (en: GONZÁLEZ et al. 2006), GONZÁLEZ et al. 2006, JCYL 2009*). Con objeto de normalizar los inventarios forestales, la tradición dasocrática⁶ engloba ambas divisiones territoriales, permanente y temporal, en el amplio capítulo denominado "Estado forestal". En el mismo sentido, desde los inicios de la silvicultura, la denominación de las unidades - progresivamente decrecientes en superficie - en las que se divide el territorio forestal se ajusta a una terminología aceptada internacionalmente: a) Macizo o comarca forestal, b) monte, c) cuartel, d) cantón, e) masa o tipo forestal, f) rodal, y g) grupo (*Tabla 1*).

⁵ Diagnóstico: (del griego. *dia*: a través y *gnosis*: conocimiento o apto para conocer).

⁶ Dasocracia: (del griego. *dasos*, bosque, y *kratos*, fuerza, poder.). Tratado o ciencia de la gestión de los bosques. También conocida como ordenación de montes.

UNIDAD	SUPERFICIE ORIENTATIVA	TIPO DE DIVISIÓN
0. Macizo forestal (comarca forestal): Terrenos forestales continuos con una marcada unidad topográfica (altas cuencas hidrográficas, fondos de valles, páramos, etc.).	Decenas y centenares de kilómetros cuadrados	<i>Planificación comarcal</i>
1. Monte: Unidad administrativa, natural, económica y de propiedad expresamente reconocida en la legislación. Tierra inculta cubierta de árboles, arbustos o matas (www.rae.es).	Centenares a millares de hectáreas	<i>División inventarial permanente*</i>
2. Cuartel: División del monte para facilitar la gestión. Tradicionalmente, la división atiende a la cubierta forestal predominante y los usos prioritarios.	Centenares de hectáreas	
3. Cantón*: Unidad territorial permanente con cierta homogeneidad ecológica y de calidad de estación y con límites fácilmente definibles. Un cantón puede contener varios rodales. El cantón es la unidad básica y permanente de referencia espacial. <small>* Las Instrucciones Generales de Ordenación de Montes de 1930 y las de la comunidad autónoma de Castilla y León (JCYL 1999) denominan a esta división permanente rodal.</small>	5 a 50 ha	
4. Masa o tipo forestal: Formaciones de vegetación susceptibles de recibir un tratamiento selvícola diferenciado. La caracterización de los tipos de masa responderá a un análisis estructurado de la composición específica, el estado de desarrollo, el grado de cubierta y composición y estructura del dosel arbóreo. La superficie de la masa forestal puede exceder la del cantón.	0,5 a 50 ha	<i>División inventarial temporal*</i>
5. Rodal*: El rodal es la unidad básica en la silvicultura. Constituye un espacio forestal, de superficie variable y mayor de media hectárea, en el que existe constancia de características de estación y de masa, que puede tener un tratamiento uniforme en la medida en que tenga una única función preferente. La forma y extensión del rodal puede variar con el tiempo, y su superficie será como mucho tan grande como la del cantón (cantón con rodal único). <small>* Las Instrucciones Generales de Ordenación de Montes en Castilla y León (JCYL 2009) definen esta división permanente como subrodal.</small>	0,5 a 50 ha	
6. Grupo: División menor con carácter de ecosistema. En su delimitación se utilizan criterios de gran detalle, como variaciones en el sotobosque. Debido a su pequeña extensión, no suele considerarse el grupo en el inventario para la ordenación forestal.	Centenares de metros cuadrados	

■ **Tabla 1.** División jerarquizada de los terrenos forestales tradicionalmente seguida en la gestión y planificación forestal (PITA 1973, MADRIGAL 1994, ERASO y OLABE 1998 (en: GONZÁLEZ et al. 2006), JCYL 1999, JUNTA DE ANDALUCÍA 2004, GONZÁLEZ et al. 2006, SERRADA et al. 2008, SEVILLA 2008, JCYL 2009).

Atendiendo a su homogeneidad interna, las unidades territoriales básicas en las que se centra el inventario forestal son las masas o tipos forestales y los rodales. El proceso de delimitación, definición y caracterización de los diferentes rodales de un espacio forestal se denomina rodalización. El proceso de rodalización se fundamenta en el preciso replanteo de los límites del rodal y en el diagnóstico selvícola de la estructura del rodal, sus antecedentes silvícolas y su dinámica natural. Comúnmente las variables que describen el rodal en la fase de rodalización serán de tipo categórico (estratificación arbórea, clase natural de edad, modelo de combustible, fase de desarrollo, etc.).

El tipo de inventario a plantear para cada tipo de masa forestal o rodal será función de sus características, objetivos de gestión asignados, variabilidad interna de la masa y la precisión de resultados requerida, pudiendo variar el inventario desde el conteo pie a pie (enumeración completa de todos los árboles), al muestreo estadístico o al inventario cualitativo (descripción de las características del rodal atendiendo a categorías y clases) (PITA 1973, PRODAN 1997, GONZÁLEZ et al. 2006). Frecuentemente las diferentes administraciones forestales prescriben las precisiones de muestreo para cada tipo de masa o tipo forestal: como ejemplos los casos de Navarra (ERASO y OLABE 1998), (en: GONZÁLEZ et al. 2006), de Andalucía (JUNTA DE ANDALUCÍA 2004), Castilla y León (JCYL 2009), etc.



Cuadro 1.
Variables cualitativas
y cuantitativas.

Las variables cualitativas y categorizadas que describen el rodal de la imagen (Rodal 2a, Cuartel A, Monte el Viejo) se resumen:

• **Tipo estructural:** Monte bajo con resalvos mixto de cobertura incompleta

• **Codificación:**

[(QiFA50-QfFA50)R / (QiMb60-QfMb40)IC]IC.

Donde (de izquierda a derecha): **Qi:** Quercus ilex; **FA:** fustal alto; **50:** ocupación de Qi en el estrato (en este caso el estrato superior) = 50%; -: indicador de mezcla de especies distribuidas uniformemente; **Qf:** Quercus faginea; /: indicador de un estrato sobre otro (biestratificación); **R:** cobertura (Fcc) del estrato: rala [10 - 20%]; **T:** Tallar (monte bajo); **Mb:** Monte bravo; **IC:** cobertura (Fcc) del estrato: incompleta (≈ 60%); Los paréntesis engloban los datos de cada estrato, los corchetes los de la totalidad de los estratos arbóreos presentes en el rodal (Fuente: JCYL 2009: (Adaptación de la Normalización de la planificación forestal en la comunidad autónoma de Castilla y León, ITPLANFOR).)

El inventario forestal basado en variables descriptivas del rodal cualitativas y categorizadas se denomina inventario cualitativo y suele realizarse durante el proceso de rodalización (Tabla 2).

Frecuentemente, como en el caso del rodal de la imagen, el inventario cualitativo puede llegar a ser suficiente para definir la selvicultura a plantear en él. En el caso de precisarse una mayor concreción en las variables que describen el rodal se procederá a realizar un inventario dasométrico cuantitativo (tendente a definir “cuánto” es el volumen, el número de pies (densidad), etc.). El inventario dasométrico podrá variar, en función de la precisión requerida, desde el inventario pie a pie al inventario por muestreo estadístico.

Rodal: 2a Coord: X: 371346 Y: 4647133 Paraje: Buentrigo	<u>Cobertura Total</u> (Fcc): 60%	<u>Estratificación arbórea:</u> Biestratificada	<u>Textura/distribución:</u> Agrupada	<u>Modelo combustible:</u> 4
	<u>Regeneración sexual:</u> No existe	<u>Cobertura matorral:</u> < 10%	<u>Daños herbivoría:</u> Roedores: Notable Jabalí: Notable	<u>Fenómenos erosivos:</u> No existe
Estrato I (EI)	Clase natural EI: Fustal alto	<u>Cobertura EI:</u> 15 %	<u>Ocupación EI:</u> 50Qi, 50Qf	<u>Estado vegetativo EI:</u> Normal
Estrato II (EII)	<u>Clase natural EII:</u> Monte Bravo (tallar)	<u>Cobertura EII:</u> 60 %	<u>Ocupación Estrato II:</u> 60Qi, 40Qf	<u>Estado vegetativo EII:</u> Normal

■ Tabla 2. Ficha simplificada de diagnóstico silvícola (Rodal 2a).

Las unidades permanentes (monte, cuartel y cantón) no suelen ser objeto de inventario específico, sino que su diagnóstico y descripción cualitativa y cuantitativa suele realizarse como consecuencia de los resultados de la unión de las diferentes unidades homogéneas que las componen⁷. Únicamente en casos de montes de gran uniformidad, como por ejemplo grandes masas artificiales procedentes de repoblación o montes bajos coetáneos, tiene sentido considerar el monte o cuartel como una única unidad de inventario.

La correcta definición de los límites permanentes es trascendente para la gestión y viene relacionada con la necesidad de contar con referencias espaciales que permitan, entre otros:

- facilitar el seguimiento de la evolución a lo largo del tiempo, esencial para adaptar la silvicultura y modelo de gestión a escenarios inevitablemente cambiantes.
- facilitar la orientación dentro de un territorio extenso y heterogéneo; por ejemplo localizar las áreas objeto de tratamiento silvícola.
- ayudar a la comprensión y divulgación de la complejidad de la gestión forestal sostenible y de los propios montes; no solo entre forestales sino también de cara a la sociedad, que frecuentemente no entiende el porqué de la silvicultura o la ordenación de montes.

En el inventario forestal y en el diagnóstico silvícola, la división del espacio forestal en unidades menores (permanentes y temporales) suele realizarse de forma concatenada, comenzando por las

unidades de mayor tamaño y terminando en las más pequeñas: "del monte al rodal". En el mismo sentido, se empieza por las divisiones permanentes para terminar en el rodal, unidad básica de actuación silvícola. El esquema general del proceso operativo de división del territorio forestal coincide con la enumeración mostrada en la *Tabla 3 (Cuadro2)*. Concluida la rodalización, puede ser necesario realizar en algunos tipos de masa o rodales un inventario cuantitativo (dasométrico) que permita describirlos con mayor precisión (densidad: pies/ha, distribución diamétrica, alturas, espesura, etc.). El proceso SIG asociado a la definición de las mallas de muestreo del inventario dasométrico se basa en la definición de rejillas (grids) (*Cuadro3*).

FASE	PROCEDI-MIENTO	PROCESO S.I.G.
<i>División inventarial permanente</i>	Definición los límites superficiales del monte	Definición de polígonos
	Diferenciación de cuarteles	
	Diferenciación de cantones	
<i>División inventarial temporal</i>	Diferenciación de tipos o masas forestales	Definición de polígonos
	Rodalización (definición de rodales)	Superposición y unión de capas (geoproceso) Definición de polígonos
<i>Inventario dasométrico</i>	Inventario cuantitativo • Pie a pie • Muestreo estático	Definición de rejillas (mallas de muestreo, grid)

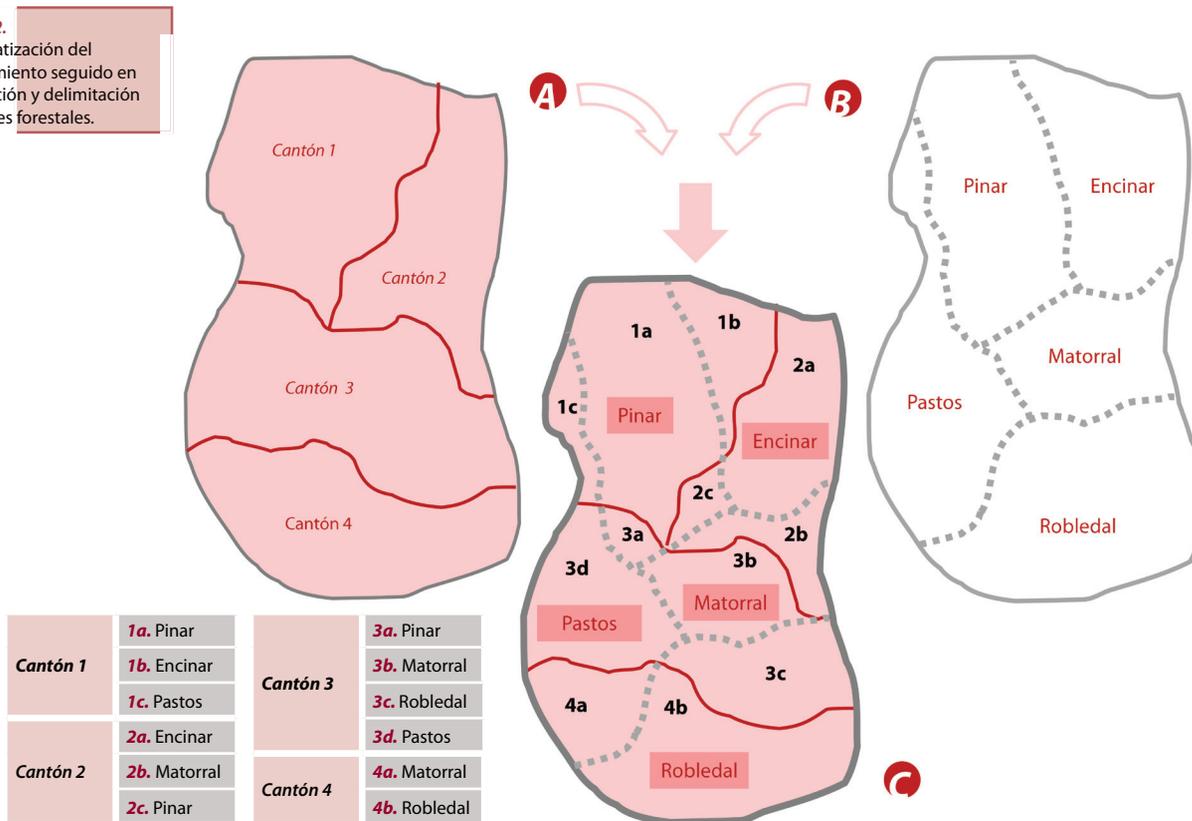
■ **Tabla 3.** Fases y procedimientos seguidos en la división inventarial y proceso S.I.G. asociado.

⁷ Hasta la última década del siglo XX, - momento en el que comienza a extenderse el uso del G.P.S., la ortofotografía y los sistemas de información geográfica (SIG) -, el cantón ha sido la unidad última de inventariación con valor de "unidad elemental", "pieza del puzzle con las que se formarán otras unidades territoriales: las unidades silvícolas de corta" (*MADRIGAL 1994*).

Como herramientas esenciales de trabajo en el inventario forestal, la ordenación de montes y en la silvicultura destacan la ortofotografía y el G.P.S. (*global positioning system*). Estas herramientas, desconocidas hasta finales del siglo XX, facilitan la gestión atendiendo a las características de los rodales al permitir un fácil y preciso replanteo y seguimiento de los mismos. En el mismo sentido, no es factible actualmente plantear una planificación o proyecto de ejecución forestal sin contar con un sistema de información geográfica (S.I.G.).

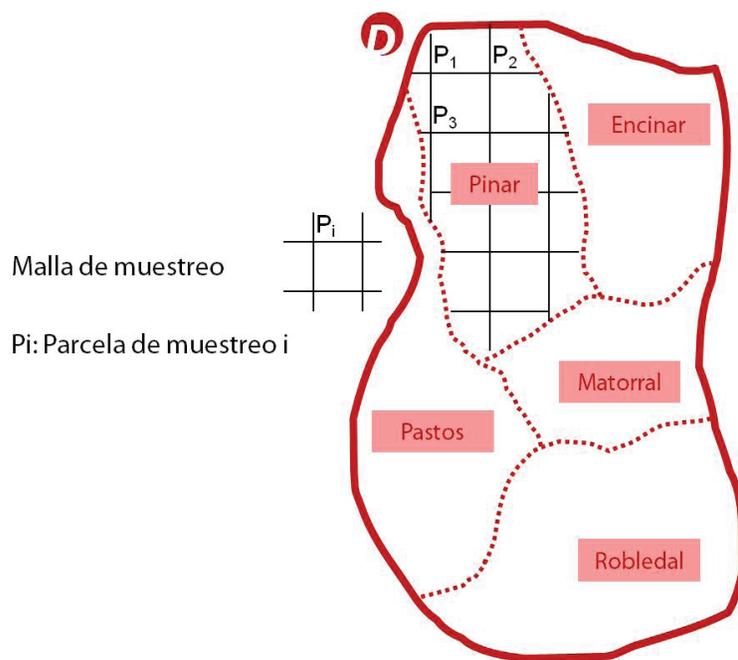
El progresivo descenso del coste de los aparatos GPS, su creciente precisión y la profusión del uso de programas SIG de libre descarga y código fuente abierto simplifican y abaratan notablemente la redacción y ejecución de cualquier proyecto o planificación forestal. Por otra parte, la existencia de programas SIG libres facilita la didáctica y docencia universal de cualquier materia relacionada con la ordenación y planificación territorial al posibilitar al estudiante desarrollar el trabajo por él mismo con un programa de descarga libre y legal. Cabe señalar en este aspecto el aprendizaje basado en proyectos (P.B.L.: *Project based learning*).

Cuadro 2. Esquematización del procedimiento seguido en la definición y delimitación de rodales forestales.



Desde un punto de vista del proceso seguido en un proyecto SIG, el proceso de delimitación de los rodales es la definición vectorial de polígonos.

Comúnmente, la definición del mapa de rodales (Mapa C) se obtiene como la superposición de la capa del mapa de cantones (Mapa A) con la capa de tipos de masa (Mapa B) (geoproceso: solape-uniión). Los límites del monte y de los cantones son permanentes. Las características de los tipos de masa y de los rodales son cambiantes con el tiempo. Factores tales como la propia silvicultura, la dinámica del rodal o perturbaciones (incendios, derribos por viento, etc.) pueden provocar, con el paso del tiempo, notables cambios en sus límites.



Cuadro 3.
Replanteo de la malla de muestreo (rejilla SIG) para la realización del inventario dasométrico.

El inventario dasométrico o cuantitativo suele fundamentarse en el muestreo estadístico basado en el replanteo de una serie de parcelas definidas de forma aleatoria o sistemática sobre una malla de muestreo. Los lados de la malla de muestreo se establecen en función del tipo de masa, su variabilidad interna y los objetivos de gestión (Mapa D).

En la imagen se ha superpuesto sobre el tipo de masa "pinar" una malla de muestreo rectangular y cuadrada con once parcelas de inventario dasométrico. Para los tipos "encinar" y "robledal" se definirá una malla de muestreo ajustada a sus características intrínsecas y objetivos de gestión.



Cuadro 4.
Replanteo de diferentes mallas de muestreo (rejilla SIG) para la realización del inventario dasométrico.

En la imagen se muestran cinco rodales diferentes. En el extremo inferior derecho se aprecia un "pinar fustal" sobre el que se han marcado ocho parcelas de muestreo dispuestas sistemáticamente sobre una malla de muestreo. En el centro de la imagen se distingue un rodal con arbolado disperso y fuerte pendiente. En este rodal la descripción categórica ("Encinar monte bravo con cobertura rala") es suficiente para definir la selvicultura a plantear (no intervención). Los tres rodales situados en la zona llana (parte superior

de la imagen) corresponden a tres tipología distintas de "encinar mixto - monte bajo con resalvos". La diferencia entre ellos ha sido definida en campo atendiendo a la altura del tallar (sarda) y a la representación del roble quejigo. Se han replanteado en cada de ellos tres parcelas distribuidas aleatoriamente sobre una malla de muestreo de lado más grande que en el caso del pinar en el cual se plantea ejecutar claras comerciales por lo que se requiere una mayor precisión en los resultados. (Monte el Viejo, Palencia, España)

El presente manual muestra, con algunas variaciones y simplificaciones, el desarrollo de la división inventarial y rodalización llevada a cabo en la ordenación por rodales del Monte de Utilidad Pública "El Viejo" (C.M.U.P. 232.2.) situado en el término municipal de Palencia (España). Para facilitar el seguimiento y la divulgación del manual se utiliza el S.I.G. libre, gvSIG (v.1.9.; <http://www.gvsig.org/>). En todo momento se busca dar a la exposición un componente didáctico por lo que únicamente se considerará un cuartel de los cinco que componen el monte de estudio y se simplificará notablemente el inventario forestal y sus resultados. Puede, por tanto, ser considerado el presente trabajo como un caso práctico semi-real de división inventarial, rodalización e inventario forestal en la ordenación de montes. Se elige para ello un monte emblemático para la ciudad de Palencia y la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Valladolid, el 'Monte el Viejo' (En 2004 se aprueba el proyecto de ordenación del Monte el Viejo redactado por el Ingeniero de Montes José A. Reque Kilchen-

mann (Orden M.A.M./156/2004)).

Como antecedentes del presente trabajo cabe citar el manual "*Tutorial rodalización gvSIG 1.1.2.*" (GÓMEZ y REQUE 2009) (libre descarga de la web del proyecto gvSIG: <http://www.gvsig.org/web/docusr/learning/>). La sistemática seguida en la división inventarial corresponde con la reflejada en el "*Manual de Ordenación por Rodales*" (GONZÁLEZ et al. 2006). Se muestra también el proceso de descarga a través de Internet de las diferentes capas y ortofotos utilizadas en el proyecto SIG.



Foto 2. La división inventarial permanente del monte en cantones debe basarse, siempre que sea posible, en límites permanentes fácilmente reconocibles sobre el terreno, destacando: vaguadas, divisorias de aguas, cresterías, vías de comunicación. El cambio brusco de pendiente entre el páramo calizo (izquierda) y las cuestas margosas (derecha) constituye un claro límite permanente). A la izquierda de la imagen se aprecian tratamientos silvícolas de prevención de incendios. (Rodal 12d, Monte el Viejo, Palencia, España)

1.2. El Monte el Viejo

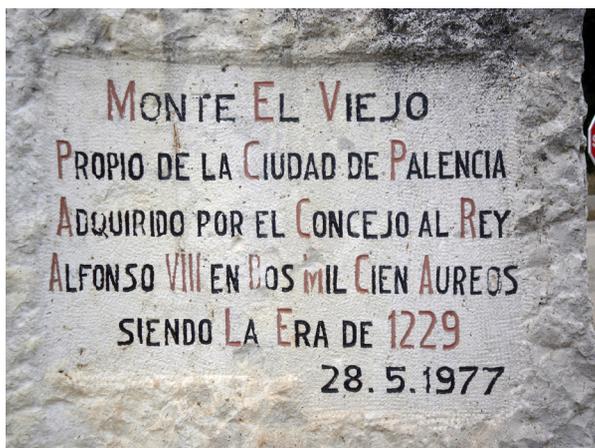


Foto 3. Monolito grabado en piedra caliza situado a la entrada del Monte el Viejo. "Monte El Viejo. Propio de la Ciudad de Palencia. Adquirido por el Concejo al Rey Alfonso VIII en Dos Mil Cien Aureos siendo La Era de 1229. 28 5 1977".

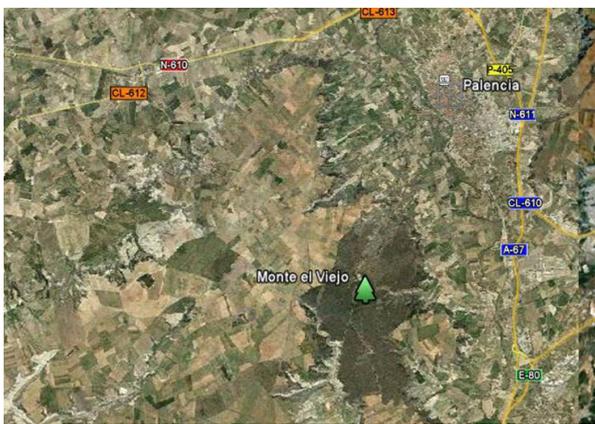


Foto 4. Situación del Monte el Viejo (Palencia, España). El icono (árbol) se sitúa en el centro del Monte el Viejo en las coordenadas (41°57'6.09"N ; 4°33'58.70"O) (Fuente: Google Earth con superposición de capa WMS-Plan Nacional de Ortografía Aérea – PNOA Castilla y León).

El área de trabajo se localiza en un monte con casi un milenio de gestión forestal⁸, el "Monte el Viejo" (1401 ha) de la ciudad de Palencia (Castilla y León, España) (Foto 3).

Situado sobre un páramo calcáreo con condiciones climáticas mediterráneas continentales muy influidas por la altitud (cota media: 865 m, precipitación anual en torno a los 500 mm y temperatura media anual alrededor de 10,5 °C), el Monte el Viejo constituye un reducto de lo que fueron los amplios bosques de encina (*Quercus ilex* L.) y roble quejigo (*Quercus faginea* Lamk) que poblaban las comarcas castellanas conocidas como Montes Torozos y el Cerrato. (Foto 4). El páramo sobre el que se encuentra el monte se une a la campiña del río Carrión mediante cuevas margosas continentales con presencia de yesos y fuertes pendientes, las cuales pueden llegar al superar el 60% en los tramos más elevados de las laderas, donde los fuertes procesos erosivos han dejado al descubierto la roca madre caliza de los páramos. Debido a su situación geográfica, rodeado de zonas agrícolas cerealistas, el monte tiene un especial significado desde un punto de vista de la conservación de la fauna silvestre. Su proximidad a Palencia le confiere también un notable valor recreativo.

⁸ Documento de venta de los montes de Dueñas realizado por Alfonso VIII al Concejo Abierto de la Ciudad y al Cabildo Catedralicio (año 1191).

La historia documentada⁹ del Monte el Viejo es extensa y se remonta a la edad media en la que el concejo de Palencia adquirió del rey Alfonso VIII el espacio forestal estableciéndose desde entonces estrictas regulaciones para el aprovechamiento forestal y ganadero (Foto 3). En el Catastro del Marqués de la Ensenada (1749-1750) se describe el Monte el Viejo como **"... un monte bajo de corta de encina y roble, con su casa en él para la alimentación de los dos ganados propio de esta ciudad, consiste en 10.596 cuartas (se entiende la medida castellana), compuestas de 18 rozas de las cuales se corta una cada año..."**. También son frecuentes las referencias al acotamiento al pastoreo¹⁰ y a la exclusión de corta de un variable número de resalvos con una doble finalidad: la obtención de madera de mayores dimensiones y ramón para el ganado y la delimitación de las diferentes superficies establecidas como de corta anual. Son también muy interesantes las reglamentaciones de poda de los resalvos (llamados aquí "Atalayas") denominadas podas "a horca" y "a pendón", términos que hacen clara referencia al tipo de porte pretendido (GUERRA y MANSO 2004).

La actual estructura forestal en el Monte el Viejo es consecuencia y resultado de los seculares aprovechamientos forestales para leña y la reserva de resalvos. Desde un punto de vista dasocrático, la compartimentación del monte en dieciocho rozas hace asemejable la ordenación seguida entonces a un método de división por cabida (MADRIGAL 1994). Aparecen en el Monte el Viejo,

por tanto, consecuencia de las cortas a matarrasa y a la reserva de resalvos, tipologías forestales puras de monte bajo monoestratificado y de monte medio dominadas por la encina y el roble quejigo (Foto 5).



Foto 5. Estructura forestal de monte medio en el Monte el Viejo (Rodal 1b). Se aprecia en el centro de la imagen un resalvo antiguo (aquí llamado "Atalaya") con añejas cicatrices de "poda a horca y pendón". Dos atalayas similares, una encina (*Quercus ilex*) y un roble quejigo (*Q. faginea*) (sin hojas a la derecha) se reconocen en segundo plano. A la izquierda en primer plano se aprecia un resalvo joven. Como estrato inferior, en toda la superficie del rodal se distingue la sarda

⁹ Ver capítulo Bibliografía (Fuentes de consulta).

¹⁰ "Que los ganados de los de Dueñas pazcan en todo el término de los de Palencia, menos en la dehesa que tuvieron los de Palencia antes de comprar el Monte al Rey". Documento de concordia entre los concejos de Palencia y Dueñas del año 1213.

(conjunto de chirpiales: encinas procedentes de rebrote). Sobre la línea del horizonte se recortan varias atalayas.

El cese del sistema agrario tradicional, la disminución de las históricas demandas de leñas y las nuevas demandas de la sociedad de finales del siglo XX hacen que las cortas a matarrasa (rozas) dejen de aplicarse en 1970¹¹, y desde entonces la gestión forestal del monte se enfoque hacia el uso recreativo¹² y el incremento de la diversidad estructural. Consecuencia de los nuevos enfoques de gestión, la silvicultura plantea como tratamiento más significativo el resalveo de conversión, tendente a buscar a nivel rodal estructuras más complejas (*Foto 6*).



Foto 6. *Tratamiento de resalveo de conversión en monte bajo de encina.*

Hasta la segunda mitad del siglo XX los dos rodales de la imagen eran cortados a matarrasa ("rozados") para la obtención de leñas con rotaciones (turnos) de dieciocho años. La corta se hacía a savia parada con el objeto de propiciar un rebrote vegetativo masivo en toda la zona rozada generando estructuras forestales muy homogéneas (coetáneas) de monte bajo. La siembra de bellotas en las rozas y la selección (y reserva) de atalayas estaba reglamentada así como el acotamiento al ganado (tiempo mínimo de seis años).

El tratamiento silvícola de resalveo de conversión (derecha del camino) realizado un año antes de la toma de la foto pretende aclarar gradualmente las densas matas de encinas para favorecer el desarrollo de los mejores pies de la masa (denominados resalvos). El término conversión hace referencia al objetivo silvícola de "convertir" el monte bajo en un monte alto. (Monte el Viejo, Rodal 13e).

¹¹ En 1970 se realizó la última subasta de leñas (5000 estéreos) a la que no se presentó licitador alguno.

¹² También comúnmente denominado "uso público" en la definición de estrategias de ordenación territorial: Planes de Ordenación de Recursos Forestales (PORF), Planes de Ordenación de Recursos Naturales (PORN), Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG), etc.

“Por lo tocante a los carrascos producidos de la nueva siembra de bellota, deberá hacerse la roza por el pie por no haber en sus ceperas capacidad para formar árboles o atalayas, y este terreno desbrozado que sea, deberá acotarse y prohibirse allí la entrada de ganado, hasta que el tiempo y la experiencia manifiesten el estado de su reproducción para que seguramente según la opinión de los autores clásicos suelen semejantes tallares necesitar muchos años liberarles del diente del ganado y de todo fro-tamiento”.

*Informe del Comisario del Monte y Vega
D. Agustín de Mesones (1796)¹³
(Cuentas del Monte 1796,
Archivos Municipales de Palencia, Legajo 27)*



Foto 7. Torreta de vigilancia de incendios (Rodal 11, Monte el Viejo, Palencia, España).

¹³ VALLE 1969, ALARIO et al. 1983

Hay que plantar árboles. Hay que hacer la revolución. ¡Arriba el campo! Y todos los hombres de todos los pueblos se desparramaron ilusionados, la azada al hombro, por las inhóspitas laderas. (...)

Pero llegó el sol de agosto y abrasó los brotes tiernos y los cerros siguieron mondos como calaveras. (...) Los extremeños comenzaron el trabajo por la Cotarra Donalicio y en pocos meses la motearon de pimpollos, como la cara de un hombre picado de viruela. Pero tan pronto concluyeron, un sol implacable derramó su fuego sobre la colina y los incipientes pinabetes comenzaron a mustiarse. (...) y a las dos semanas un setenta por ciento de los arbolitos trasplantados estaban resecos y chascaban al pisarlos como leña. Los supervivientes se defendieron unas semanas aún, pero al poco tiempo perecieron calcinados y la faz de la Cotarra Donalicio volvió a ser tan adusta y hosca como antes de dejar allí su huella los extremeños. (...)

*(...) “¿Y los pinos?” – dijo de pronto.
“¿Los pinos? Mira, Ratero, ningún hombre por inteligente que sea puede nada contra la voluntad del Señor. El Señor ha dispuesto que las cuevas de Castilla sean yermas y contra eso no valen todos los esfuerzos de los hombres. ¿Te das cuenta?” (...)*

*DELIBES M., 1962. Las Ratas. Ed Destino
(cap 8, pags. 86-87, cap 13, pag. 136)*



Foto 8. Laderas margosas del Monte el Viejo repobladas con Pino carrasco (*Pinus halepensis*) y Pino piñonero (*P. pinea*) durante la década de los cincuenta y sesenta del siglo XX. Al fondo de la imagen se aprecia la ciudad de Venta de Baños y la ribera del río Pisuerga (Rodal 4a).

En 1953 el Monte el Viejo es declarado Monte de Utilidad Pública con el número 232.2 (Palencia). Coincide este momento con las labores de repoblación forestal de las laderas margosas emprendidas por la administración forestal. Como especies dominantes se implantaron pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) y pino piñonero (*P. pinea* L.). Miguel Delibes inmortaliza en "Las ratas" los trabajos de repoblación en las blancas y desnudas laderas de la comarca, sus protagonistas y su esfuerzo.

En 1999 se constituye el Consejo Rector del Monte el Viejo encabezado por el Ayuntamiento de Palencia y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta Castilla y León. En 2001 el gobierno regional aprueba la "Ordenación forestal del Monte el Viejo". En la nueva ordenación por rodales priman objetivos de gestión asociados al uso social, la prevención de incendios, la conservación y mejora de la masa forestal y el incremento de la diversidad estructural enfocando la silvicultura a la consecución de estructuras forestales de mayor



Foto 9. Desperdicios acumulados junto a una saturada papelería en el “Mirador de Bella Vista” (Cantón 13). La fuerte presión recreativa que se produce en determinadas zonas del Monte el Viejo produce, entre otros impactos ambientales, un incremento del peligro de incendios en época de riesgo y obliga a considerar dentro de la gestión corriente labores de limpieza y mantenimiento del mobiliario recreacional similares a las de los parques y jardines urbanos.



Foto 10. Viejo roble quejigo marcado con la chapa “Árboles para la diversidad”. La existencia de un entramado de árboles viejos es considerada desde finales del siglo XX como trascendente en la diversidad estructural del bosque. En los condicionantes de gestión de épocas anteriores - marcadas por un escaso desarrollo socioeconómico - el mantenimiento en pie de este árbol senescente hubiera sido impensable. (Monte el Viejo, Rodal 12e)

complejidad y diversidad a nivel rodal y monte (Fotos 9, 10 y 11).

En 2005 el monte es incluido en la Red de Espacios Naturales de Castilla y León como Zona Natural de Esparcimiento. La Ley 8/1991 de espacios naturales de Castilla y León define como Zonas Naturales de Esparcimiento aquellas áreas de ambiente natural de fácil acceso desde grandes núcleos urbanos con la finalidad de proporcionar a su población lugares de descanso, recreo y esparcimiento de un modo compatible con la conservación de la naturaleza, y ser un elemento disuasorio que evite la gran afluencia de visitantes a espacios naturales más frágiles.

Finalmente, en 2007, la gestión del monte es certificada según la norma UNE 162002-2, Gestión Forestal Sostenible (<http://www.observatorioforestal.es>).

“(...) Aunque las obras internas que necesita esta ciudad (Palencia) para conservar una decente y regular policía son muchas, aunque no puede atenderse por falta de fondos, la más urgente con respecto a la salud pública lo es la de componer el empedrado de la Calle Mayor (...) donde se hallan rebalsadas las aguas e inmundicias cuya fetidez (...). El Ayuntamiento ha creído que en ninguna otra obra más que en esta puede invertirse con utilidad el caudal que se halla archivado procedente del producto del Monte (Monte el Viejo) cuyo destino se halla precisamente aplicado a esta clase de obras procomunales en que todos tenemos un mismo interés y obligación (...)”

*Cuentas del Monte (1807).
Archivo Municipal, Legajo 27.¹⁴*



Foto 11. La proximidad del Monte el Viejo a la capital de la provincia de Palencia (Castilla y León, España) confiere a este espacio forestal una muy notable función recreativa y de uso social. Para posibilitar la gestión, las 1435 hectáreas del monte se dividen en una serie de unidades permanentes llamadas “unidades dasocráticas” (cuarteles, cantones y rodales).

En la imagen, tomada mirando hacia el norte desde un rodal con roble quejigo como especie dominante en el Cuartel A (Rodal 1a), se ven las laderas del monte, repobladas en los años cincuenta del siglo XX, las afueras de Palencia, la vega del río Carrión, y recortando el horizonte, la Cordillera Cantábrica.

2. ACCESO A LOS DATOS CARTOGRÁFICOS DE PARTIDA

El área de trabajo del presente trabajo se va a asimilar a uno de los cinco cuarteles en los que se divide desocráticamente el “Monte El Viejo”. Concretamente en el cuartel A, con un área de algo más de 300 ha¹⁵ comprendida entre los parajes conocidos con la toponimia El Refugio, La Casa Pequeña y el Valle del Cigarral (Foto 12).

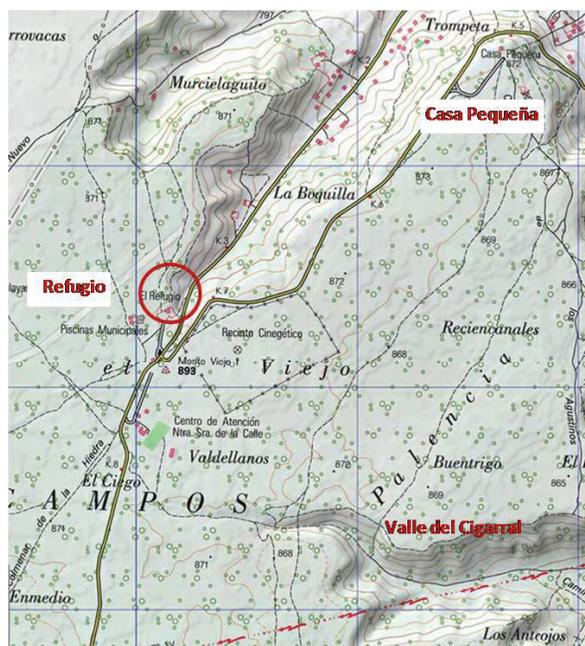


Foto 12. Mapa 1:25.000 del Cuartel A y Valle del Cigarral (Monte el Viejo, Palencia) (Fuente: Visor IGN, Instituto Geográfico Nacional)

¹⁵ El Proyecto de Ordenación del Monte el Viejo asigna el “Valle del Cigarral” a la red de zonas de reserva del Monte no formando este paraje parte del Cuartel A. Las marcadas diferencias fisiográficas y de estructura forestal entre el Valle del Cigarral y las zonas de páramo calizo harían además poco acertado incluir ambas zonas en un mismo cuartel.

Para el desarrollo de este supuesto práctico se ha descargado distinta información cartográfica pública a través de Internet (Anexos 1. y 2.).

En primer lugar se cuenta con una ortofoto reciente de la zona, a una resolución tal (píxeles de 50 cm) que permitirá hacer un análisis del medio bastante completo en cuanto a densidad y anchura de caminos, cobertura de la masa forestal y otros detalles de interés que se desarrollarán más adelante.

Igualmente se dispone de distintas capas vectoriales con información necesaria para acometer el inventario y diagnóstico selvícola: curvas de nivel, vías de comunicación y una red de puntos altimétricos.

Tanto la ortofoto como el resto de capas están georreferenciadas bajo el mismo sistema de referencia cartográfica: ETRS89 UTM Zona 30¹⁶ Norte, cuestión que es de sumo interés porque al iniciar cualquier proyecto SIG se debe definir el sistema de referencia con el que se va a trabajar (Ver anexo 1).

En el caso semirreal que se plantea como ejemplo, se da una circunstancia habitual y es que el área de estudio está dividida por dos hojas cartográficas diferentes. Por ello ha habido que procesarlas previamente con distintas herramientas de gvSIG para recortarlas al tamaño del cuartel y unificarlas como un solo archivo en cada caso. Este procesado previo se explica con detalle en los anexos 2 y 3. Se recomienda su lectura puesto que suele ser frecuente este evento en este tipo de proyectos.



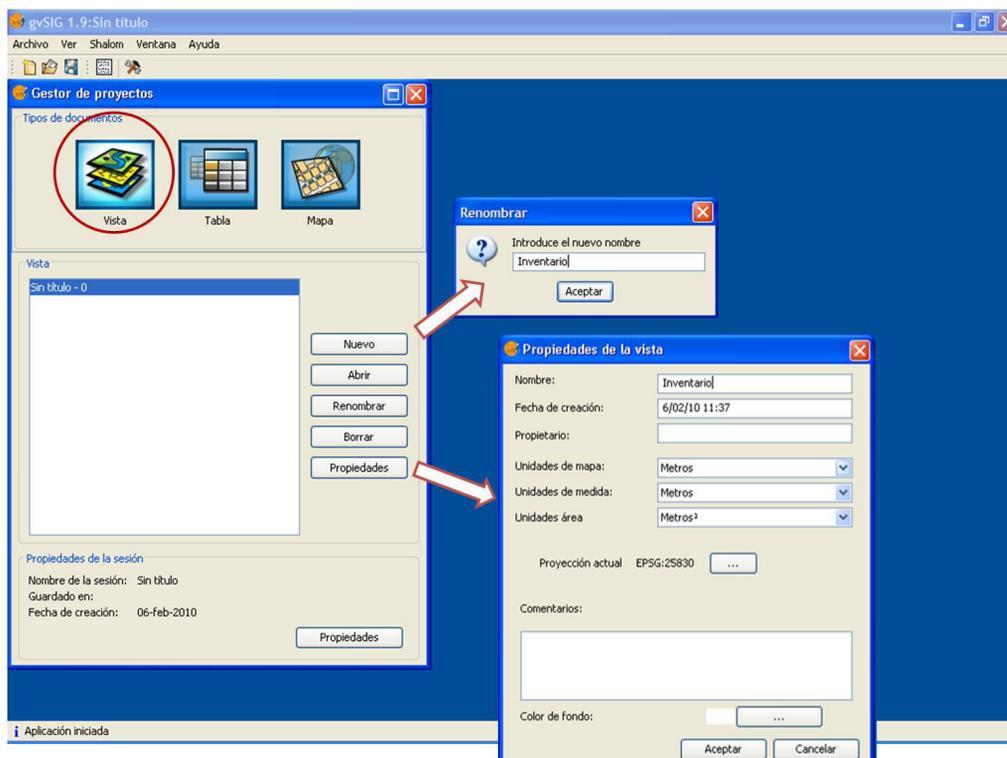
Foto 13. Las grandes y centenarias 'atalayas', viejos robles quejigos y encinas, presentes en el Monte el Viejo constituyen un legado biológico de incalculable valor que debe perentoriamente ser conservado y protegido (Cabecera del Valle del Cigarral).

¹⁶ European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89), huso 30 Norte. Este sistema de referencia es equivalente al EPSG 25830, nomenclatura que gvSIG utiliza por defecto.

2.1. Inicio de sesión en gvSIG 1.9

Una vez iniciado gvSIG 1.9¹⁷, aparecerá el Gestor de Proyectos que contiene tres tipos de documentos: Vista, Tabla y Mapa. Por defecto se visualiza primero la ventana de creación y propiedades de la Vista, que va a ser donde se descarguen y procesen las capas, tanto vectoriales como de tipo ráster. El Gestor de Proyectos presenta la posibilidad de crear una Vista, una Tabla, o un Mapa (apartado destinado a la configuración del documento final para su impresión). Para crear una nueva Vista se pulsa sobre "Nuevo", se selecciona la Vista creada (por defecto "Sin título-0") y se la renombra, por ejemplo con el nombre "Inventario", acorde con el proyecto que se pretende realizar.

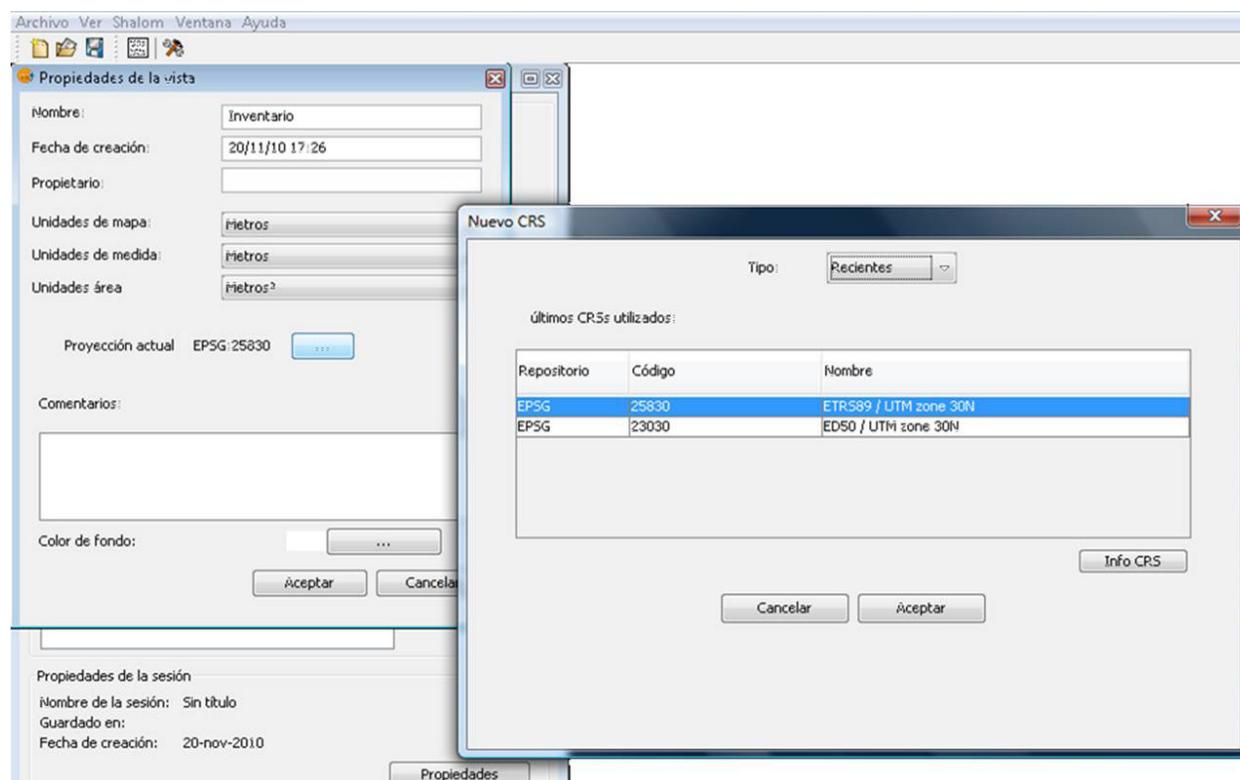
Hay que comprobar en "Propiedades" que el sistema de referencia de la Vista es el correcto, en nuestro caso: EPSG 25830 (ver anexo 1). En esta ventana se pueden configurar también las unidades de medida: metros. También se podría modificar el color de fondo de la Vista, pero lo habitual es trabajar con un fondo blanco.



¹⁷ Para Windows Vista, Windows 7 y para Mac existe la extensión 3D, que se instala sobre gvSIG 1.9 y corrige un problema existente con las librerías raster. A fecha de redacción de este manual (2.011) esta extensión se encuentra aún en desarrollo, y puede descargarse desde el apartado "otras distribuciones" de la web: <http://www.gvsig.org/>

Para cambiar el sistema de proyección se activará la casilla "Proyección actual". Se desplegará después una pantalla sobre la cual se selecciona el sistema de proyección (CRS, cartographic reference system) (Anexo 1).

Si se deseara crear nuevas Vistas en el mismo proyecto, el procedimiento es el mismo, asignando a cada una de ellas nombres que faciliten su identificación de forma intuitiva.



2.2. Añadir capas de información de partida a la Vista creada



Para cargar y visualizar los archivos de información de partida hay que abrir la nueva Vista "Inventario" y, con el botón "Añadir capa" de la barra de herramientas principal se cargarán las cuatro capas iniciales (Anexo 2., Obtención de Información Cartográfica):

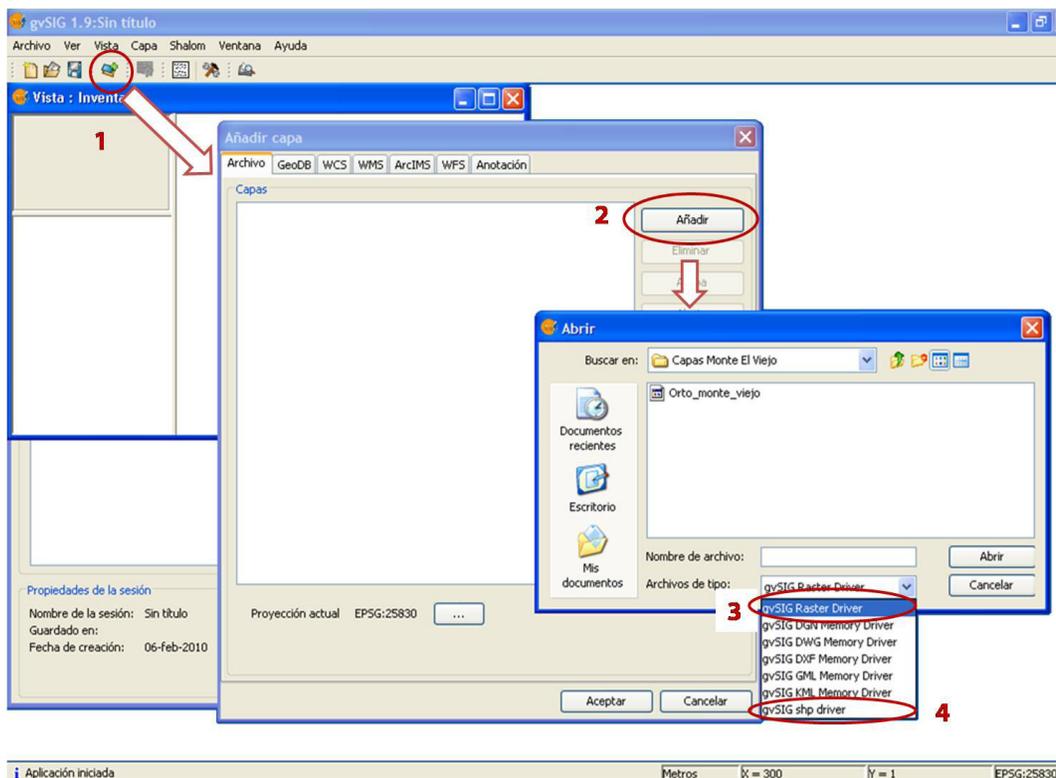
- Orto_monte_viejo
- CNivel_R (curvas de nivel)
- Vias_R (vías de comunicación)
- Cotas_R (altimetría)

Aunque posteriormente se podría variar el orden de visualización, conviene cargar primero la ortofoto y después el resto de capas (curvas de nivel, vías y cotas), para que la ortofoto no oculte al resto en la ventana de visualización.

La ortofoto es un archivo de imagen ráster (.JP2 o .JPG) y para abrirlo, en la opción "Abrir" de la ventana de diálogo de "Añadir capa", hay que tener seleccionado el Archivo de tipo: "gvSIG Raster Driver". En cambio las otras tres capas son archivos vectoriales (.shape), y serán reconocidas con Archivo de tipo: "gvSIG shp driver". Se muestran los pasos en la siguiente presentación de pantalla:

importante

Cada capa **shape** consta de varios archivos indisolubles. Si bien los programas SIG ejecutan el archivo .shp, precisan al menos otros dos archivos que llevarán el mismo nombre pero distinta extensión (.shp, .dbf, .shx). Todos se guardarán en la misma carpeta.





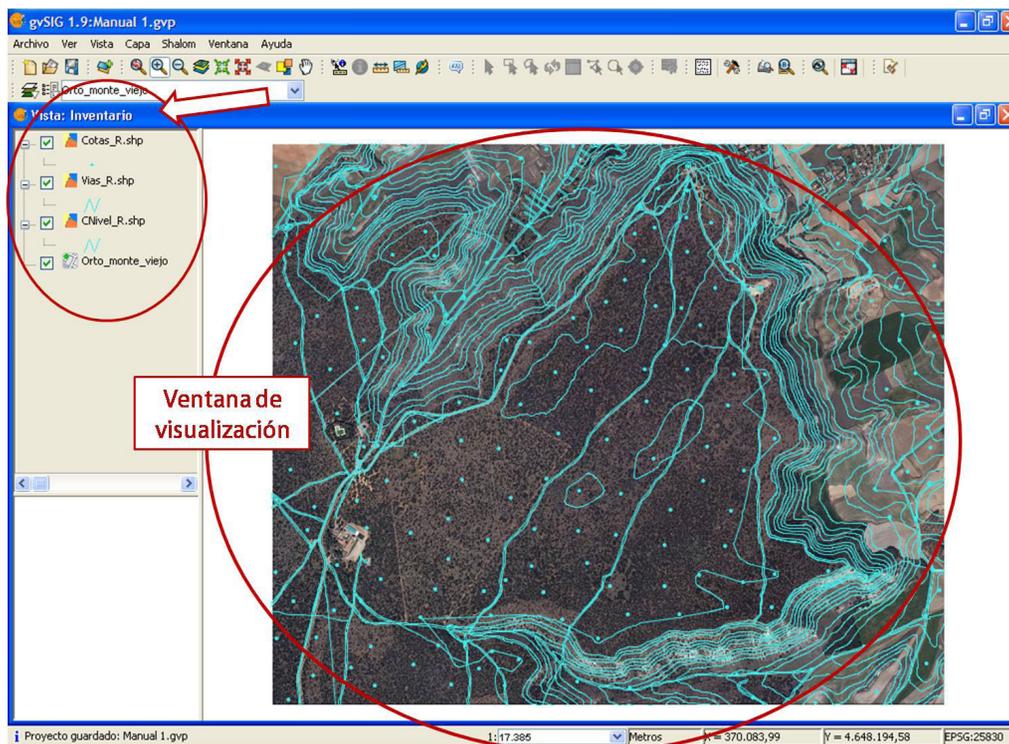
Una vez añadidas las cuatro capas, sus imágenes y elementos gráficos (puntos, líneas o polígonos), éstas se cargan en la ventana de visualización. A la vez se despliega en la parte superior un menú principal y una barra de herramientas donde aparecen buena parte de las herramientas disponibles en el programa.

importante

En adelante se recurrirá casi de forma general a los iconos de las barras de herramientas para ejecutarlas de forma directa, pero conviene saber que también se puede llegar a ellas desde las pestañas de los menús principales en los distintos modos de trabajo (menú general, de edición, de tabla, etc.).

gvSIG asigna a cada capa cargada en el TOC una simbología predeterminada (color, anchura de línea, etc.) como se aprecia en la ventana de visualización. Una vez cargada una capa se puede modificar la simbología configurando sus propiedades. Se accede a ellas mediante el botón derecho del ratón sobre la capa activa en el TOC. Se profundizará en ello al final de este apartado.

Tras cargar las capas iniciales del proyecto, aparecen las curvas de nivel, caminos y puntos de cota todos del mismo color y superpuestos aunque en realidad se va a poder trabajar con sus capas de forma independiente. En la barra de herramientas, una pequeña ventana siempre advierte de cuál es la capa activa en ese momento sobre la que se ejecutarán las funciones seleccionadas. En este caso la capa activa es la capa "orto_monte_viejo".



importante

La posición de las capas en el TOC se puede variar seleccionando cualquiera de ellas y arrastrándola con el ratón hasta el posicionamiento deseado en el TOC.

Para desactivar y activar cualquiera de las capas, y visualizar mejor la ortofoto, únicamente hay que pinchar en los recuadros que preceden al nombre de las capas en el TOC. La desactivación únicamente hace desaparecer la capa de la ventana de visualización, pero la capa permanecerá cargada en la Vista manteniendo sus propiedades cuando vuelva a ser activada. Por otro lado, existe la posibilidad de regular el grado de transparencia, tanto de capas de líneas como de polígonos con relleno, e incluso de las ortofotos, posibilitando la visualización de varias capas superpuestas (ver siguiente apartado "edición de simbología").



importante

La simbología predeterminada que asigna gvSIG, tanto a los elementos gráficos de las nuevas capas como a distintos tipos de selección de elementos o de edición, se puede personalizar mediante el botón "Preferencias" 

Conviene guardar el proyecto periódicamente para garantizar que las modificaciones no se pierdan en caso de bloqueo del ordenador. Cuando se guarde el proyecto, se mantendrá con él la simbología definida en cada capa de ese proyecto, y gvSIG 1.9 la recuperará cuando de nuevo carguemos ese archivo de proyecto. Pero en cambio, si se cargan las mismas capas individualmente en otro proyecto o incluso en otra Vista del mismo proyecto, gvSIG 1.9 asignará de nuevo la simbología que tiene predeterminada.

importante

gvSIG guarda los proyectos en archivos .gvp. Estos archivos no contienen la información de cada capa del proyecto, si no sus rutas en el directorio para descargarlas. A su vez, el archivo .gvp guarda las simbologías configuradas en ese proyecto para cada capa. Un mínimo cambio en el nombre del archivo de una capa (o en su ruta en el disco duro) impedirá la carga al volver a abrir el proyecto.

¡Es esencial guardar el orden configurado y prever la organización de las carpetas de cada proyecto antes de comenzar!

importante

Para abrir el archivo del proyecto en otro ordenador, deben haberse instalado previamente en ese ordenador los archivos de las capas y tablas que componen el proyecto, manteniendo sus nombres y las mismas rutas de sus carpetas sobre el disco duro raíz.

2.3. Edición de la simbología de las capas

gvSIG incorpora un completo editor de simbología que permite elaborar cartografía temática sin demasiada dificultad, y que sobrepasa las necesidades para la resolución del supuesto práctico en este manual.

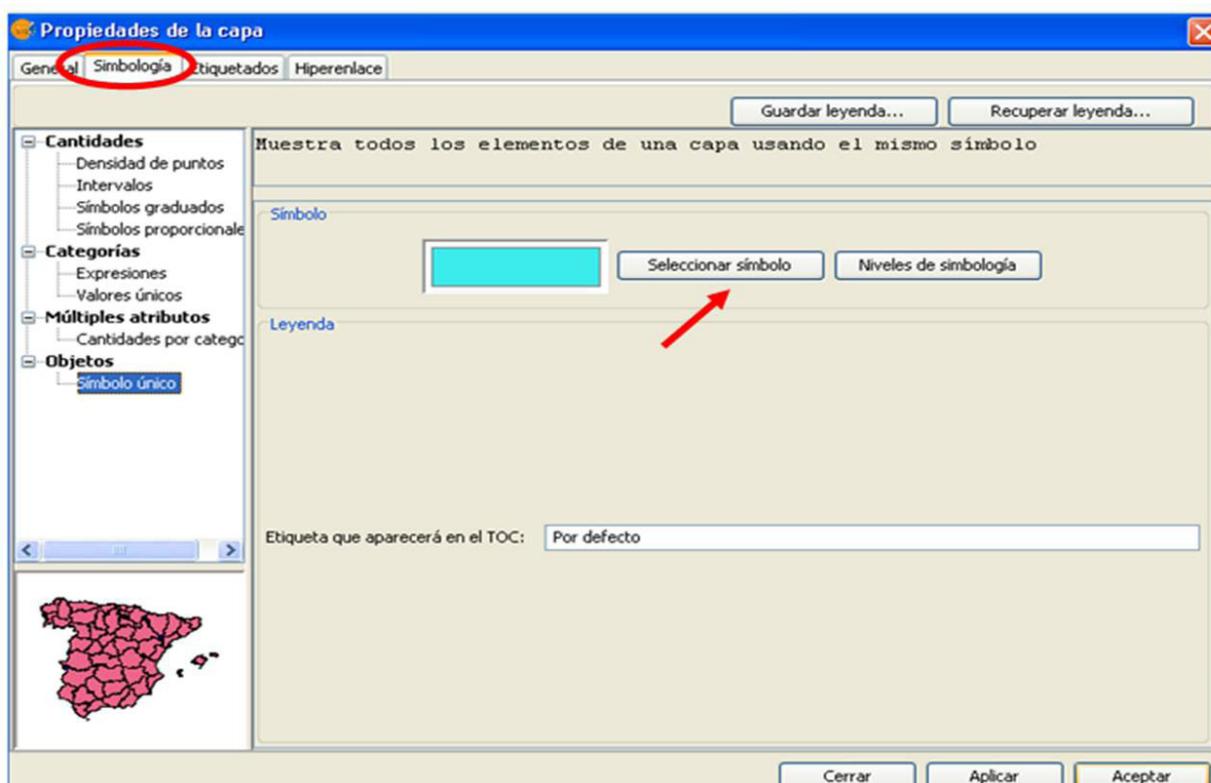
En el presente manual las explicaciones se van a centrar en aquellos apartados que faciliten la representación y visualización de los mapas de cantones, de tipos de masa o de rodales (polígonos), de forma individual o de forma conjunta con la ortofoto y las curvas de nivel y caminos (líneas). Se tratará sólo una parte de la edición de simbología de capas vectoriales, pero conviene no perder de vista que existen otras múltiples posibilidades, como la edición de simbología de capas ráster.

Los aspectos más importantes a considerar en la edición de la simbología son los colores, tipos y grosores de líneas, los diferentes tipos de paletas de color para los casos en que interese hacer una gradación en función de algún parámetro (atributo), y los grados de transparencia en los rellenos de polígonos.

Hasta ahora las capas vectoriales cargadas en nuestro proyecto son o de líneas o de puntos (curvas de nivel, vías, cotas). Para seguir la siguiente explicación se seleccionará en el TOC una capa de líneas (p.ej: las curvas de nivel).

Al editor de simbología se accede situando el puntero sobre la capa seleccionada en el TOC y, mediante el botón secundario del ratón, pinchando en "Propiedades".

En la pestaña "Simbología" se despliega una ventana de diálogo que ofrece distintas opciones:



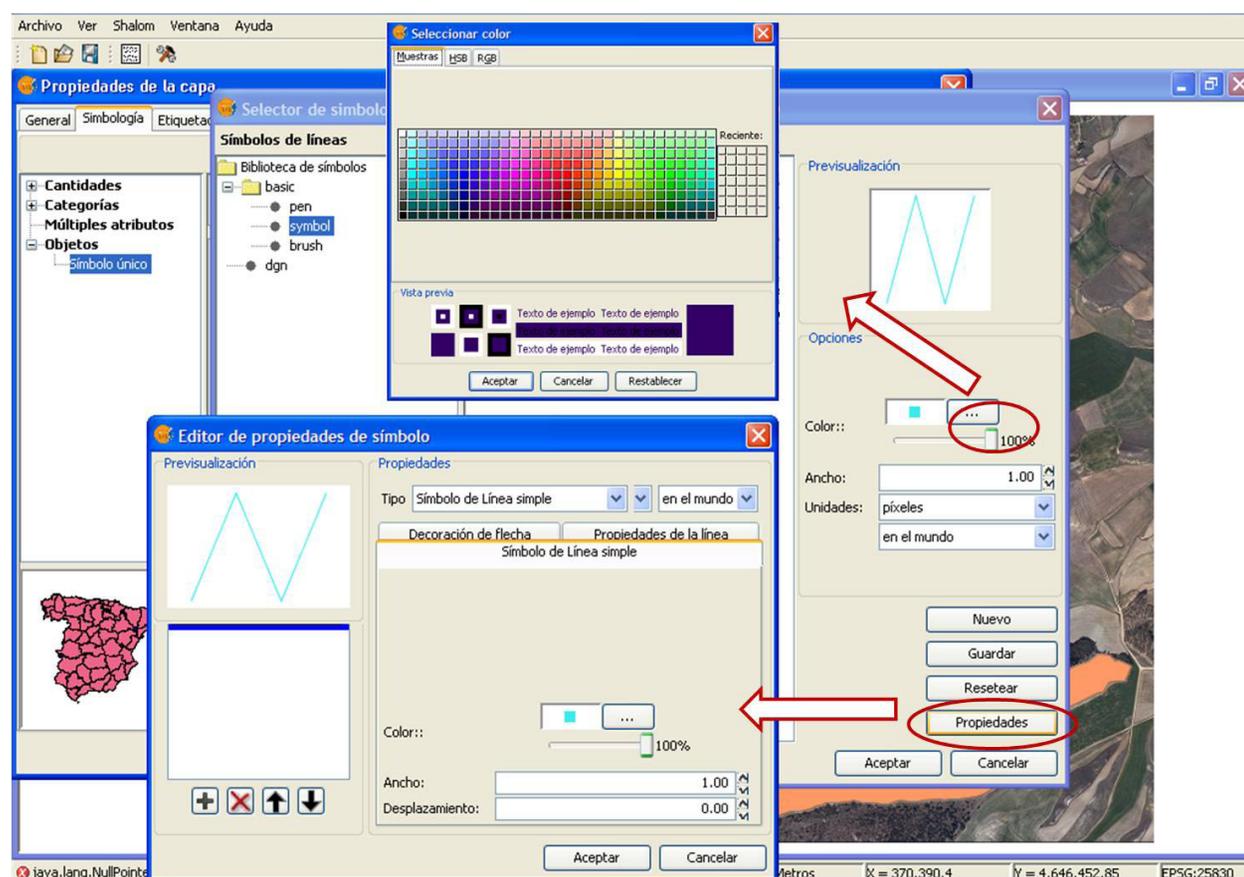
Por defecto, gvSIG tiene seleccionada la opción Símbolo único de "Objetos". Este tipo de simbología representa a todos los elementos de una capa con el mismo color y tipo de línea. Es el tipo de simbología que el programa ha aplicado al cargar las capas vectoriales de la información de partida. Este modelo interesa cuando todos los elementos de una capa tengan la misma consideración y no sea necesario distinguirlos, como por ejemplo las curvas de nivel.

Activando el botón "Seleccionar símbolo" se despliega otra nueva ventana en la que ya se puede elegir la simbología más apropiada. Los principales valores son:

- **Color:** permite elegir el color de la línea (si fuera una capa de polígono tendríamos la opción de elegir un color y grado de transparencia para el relleno y otro para la línea del borde del polígono). Pinchando en el botón se despliega la paleta de colores.

- **Escala porcentual:** representa el grado de opacidad de la línea o del relleno. Es aquí donde definimos la transparencia de los elementos, muy útil en los posteriores apartados de definición de los cantones y rodales.

- **Ancho:** permite definir el ancho de la línea o de un borde de polígono.



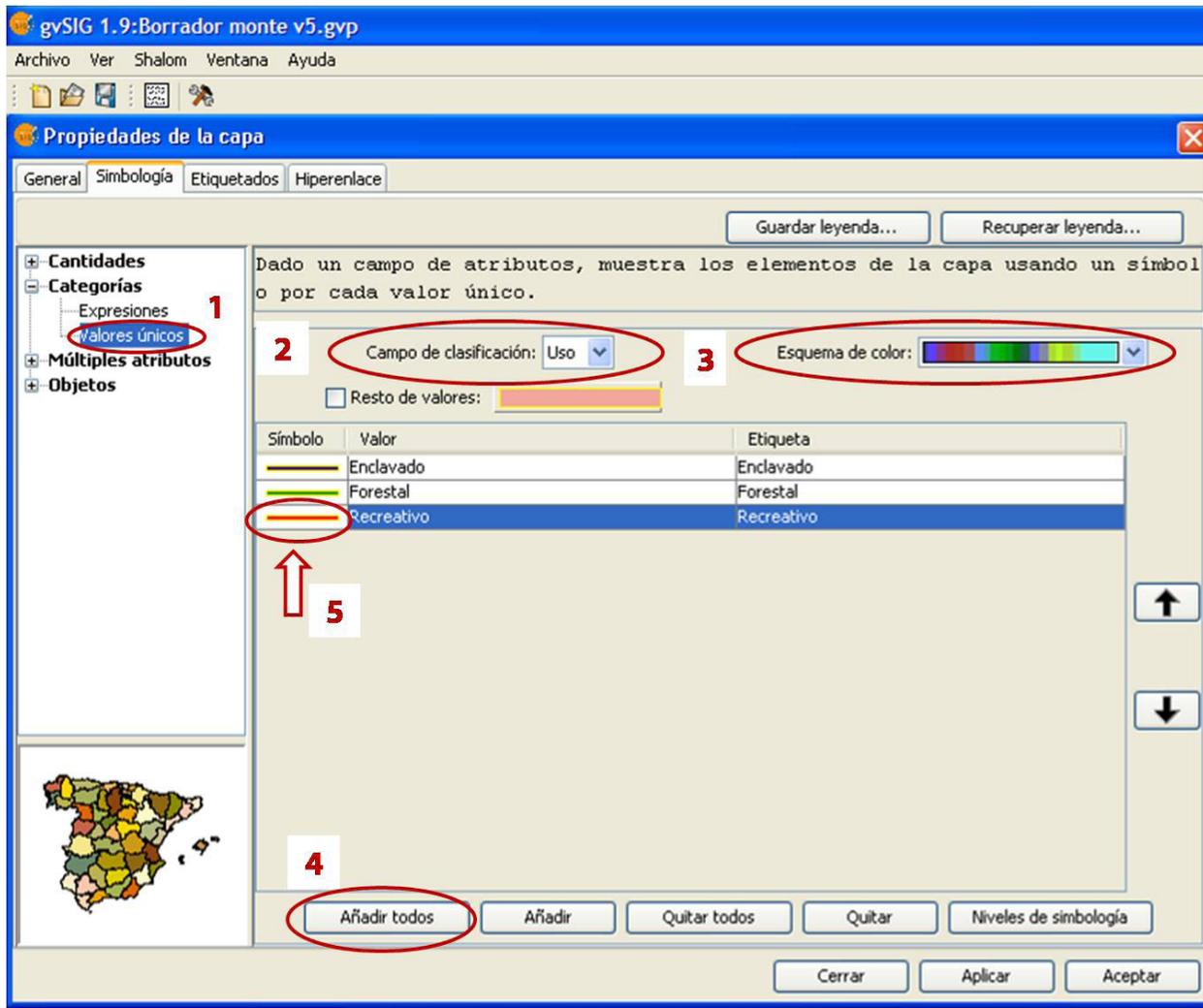
Color, escala porcentual y ancho son las opciones básicas de simbología, pero si se quiere profundizar y practicar, haciendo "click" en el botón "Propiedades", tal como se indica en la imagen, un nuevo cuadro de diálogo amplía las posibilidades de tipos de líneas, flechas, tramas de relleno, tipos de punto, etc.

Volviendo a la ventana inicial de *Simbología*, existen otras opciones además de la de *Símbolo único*. Para la creación de mapas de cualquier tipo de parcelas es interesante resaltar la opción de *Valores únicos*, dentro de *Categorías*. Este tipo de simbología permite una categorización de los elementos gráficos de una capa. Es decir, se asigna una simbología diferente a los elementos de la capa en función del valor que adopte estos elementos para un determinado "Campo" de su tabla de atributos. Esta opción va a ser muy útil en los mapas de cantones, tipos de masa o rodales, donde interesará diferenciar a primera vista los distintos polígonos formados, y en ocasiones, agruparlos por afinidad. Como se verá más adelante, al crear la capa de cantones se diseña una tabla de valores (atributos) asociada al mapa, en la que se pueden definir distintos parámetros (Campos) que identifiquen a cada cantón (p.ej. número de identificación, tipo de uso, área, perímetro, etc.).

Siguiendo con la ventana de *Valores únicos*, primero se debe elegir en el menú desplegable de "Campo de clasificación" uno de esos Campos

de la tabla de atributos (forestal, recreativo, enclavado). A la derecha de este apartado se selecciona una paleta de colores, que asignará arbitrariamente un color a cada valor del Campo. Para hacer efectiva la simbología se debe hacer "click" en el botón "Añadir todos". En el cuerpo central de la ventana aparecerán los distintos valores del Campo seleccionado y una simbología asignada a cada uno de ellos.

En la imagen siguiente se indican estos pasos a seguir basándose en la simbología del mapa de cantones que se realizará en el próximo apartado del manual. En este caso, el Campo de categorización ha sido el "Uso" del cantón, y según la tabla que se verá después hay tres posibles tipos de Campo: "recreativo", "enclavado" y "forestal". Todos los cantones cuyo uso sea forestal tendrán la misma simbología, y lo mismo ocurrirá con los de tipo recreativo y enclavados. La paleta de colores elegida asignará colores automáticamente que probablemente no sean los más adecuados. En este caso caben dos opciones: o bien hacer "click" de nuevo en "Añadir todos" (paso 4) para que el programa asigne nuevos colores, o bien pinchar directamente en cada símbolo (paso 5) para desplegar una ventana de simbología que permitirá además de elegir el color, asignar ya el nivel de transparencia deseado. Incluso se podrá editar una etiqueta con la que se nombrará al Campo en el TOC (esta etiqueta puede interesar que sea distinta al nombre del valor del Campo en la tabla, ya que estas etiquetas serán las que se tomen de referencia en la elaboración de las leyendas del mapa final para su impresión).



3. ANÁLISIS EXPLORATORIO

Como fase previa a cualquier trabajo sobre el medio natural se deberá hacer un recorrido previo por la zona de estudio intentando recopilar la mayor información posible. Parece lógico que del análisis exploratorio podrán salir claves esenciales para el diseño posterior del inventario.

El análisis exploratorio que se resume a continuación se basa únicamente en la observación detallada de la ortofoto y pretende contribuir a facilitar la comprensión de los posteriores procesos seguidos en la división inventarial (*Foto 14*).

En ningún momento se busca presentar un análisis exploratorio exhaustivo del Monte el Viejo, su historia, dinámica y situación actual.

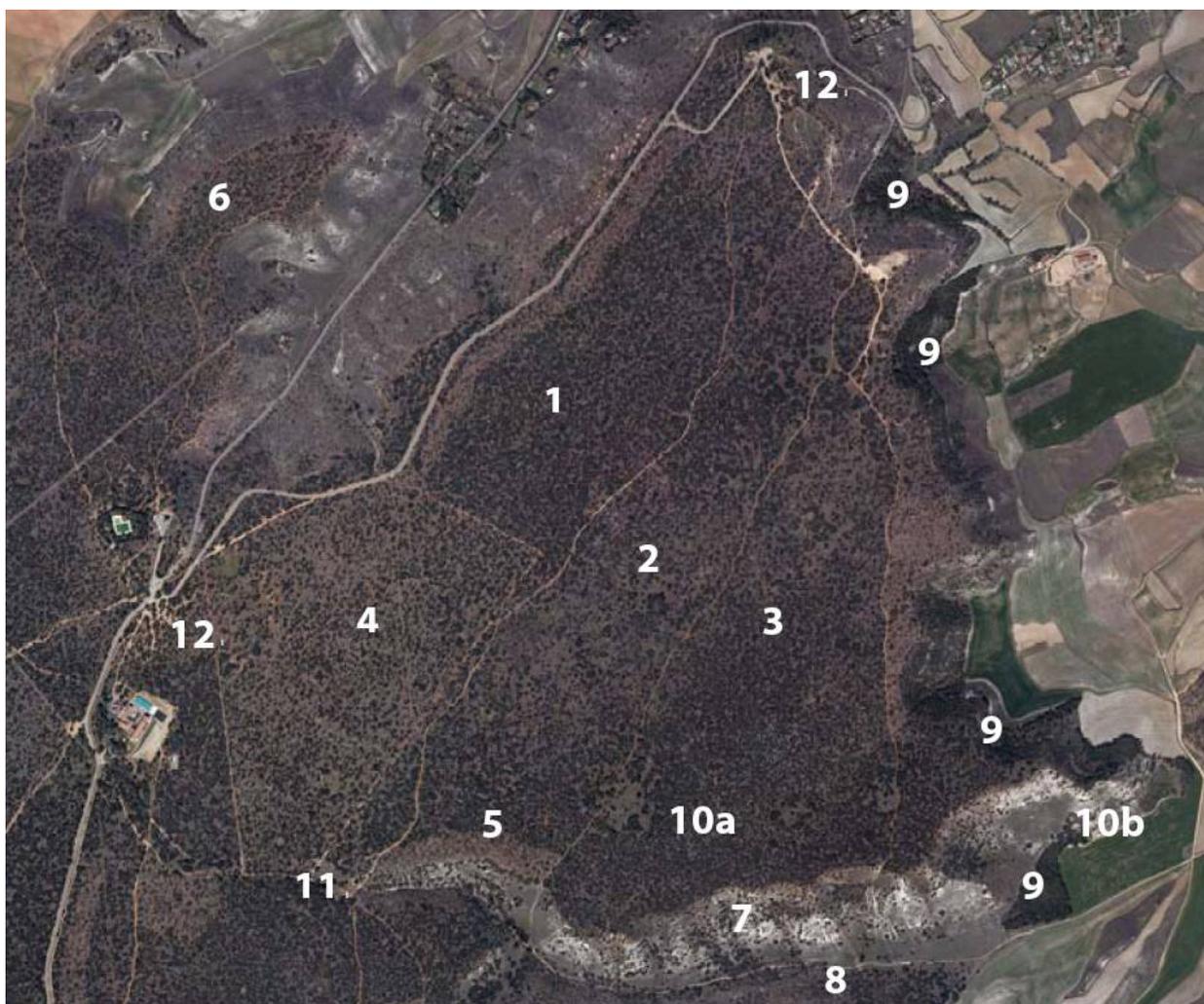


Foto 14. Ortofoto del Monte el Viejo (Cuartel A y Valle del Cigarral) (Fuente: SITCYL).

Donde: 1,2,3: Antiguas rozas (tranzones); 4: Cercado cinagético; 5, 6: Tratamientos silvícolas de resalveo de conversión; 7: Laderas margosas; 8: Árbol singular; 9: Repoblaciones; 10a: Carboneras; 10b: Cuevas/Minas de Yeso; 11: Humedal; 12: Áreas de intenso uso público.

Una de las primeras apreciaciones que se realizan al observar la ortofoto es la compartimentación de la superficie en tres áreas de superficie relativamente homogénea y rectangulares con sus lados mayores definidos por vías de comunicación que discurren en sentido noreste-sureste (carretera y pistas forestales) (1, 2, 3, en la *foto 14*).

Coinciden estas áreas con las antiguas rozas (tranzones), las cuales eran aprovechadas con rotaciones de dieciocho años. La existencia en el monte de una antigua división dasocrática facilitará la posterior delimitación de cantones (*Foto 15*). Los límites este y sur del monte vienen marcados por un fuerte y brusco cambio de pendiente (páramo-ladera) que constituye también una perfecto límite permanente (entre cantones o cuarteles) (*Foto 16*).



Foto 15. El camino conocido como “De la Casa Pequeña” delimita las históricas rozas (tranzones) de “Reciencanales” y de “Buentrigo”. El nombre de esta última indica pretéritas prácticas agrícolas en la zona. Se aprecian los resultados del resalveo de conversión ejecutado cinco años antes de la toma de la foto.



Foto 16. El cambio brusco de pendiente que se produce en la transición entre páramo calizo y las laderas margosas constituye también un excelente límite permanente para la división inventarial. En la fotografía superior se aprecia en el centro de la imagen el mojón del límite del monte de utilidad pública. A su izquierda se sitúa el Monte el Viejo, con encina (*Quercus ilex*) y roble (*Q. faginea*) como especies dominantes. En la ladera se distingue un rodal repoblado en los años cincuenta del siglo XX con pino carrasco (*Pinus halepensis*). Al fondo de la imagen se reconoce la ciudad de Palencia y el valle del río Carrión (Monte el Viejo, Palencia-España).

Resalta también una superficie marcada por límites rectos (4 en la ortofoto). Corresponde este polígono con un cercado cinegético establecido en el monte a finales de la década de los sesenta del siglo XX. Consecuencia del ramoneo de los ciervos, la estructura arbórea es claramente diferente a la del resto del monte. Los árboles aparecen sin ramas verdes hasta una altura aproximada de dos metros y la espesura es menor (*Foto 17*).



Foto 17. Ciervos en el cercado cinegético del Monte el Viejo (Rodal 11). La foto superior está tomada en el mes de marzo, la inferior en julio. Hasta una altura de dos metros y medio los árboles aparecen sin ramas verdes. Corresponde este valor con la altura accesible por los ciervos cuando, una vez agostado el pasto en verano, ramonean las hojas de las encinas y quejigos. La estructura del rodal se asemeja a la de una dehesa. Consecuencia de la fuerte presión pastoral, el sotobosque que aparece en el rodal es radicalmente diferente al del resto del monte, predominando especies herbáceas anuales favorecidas por los grandes fitófagos. La regeneración natural por semilla de las encinas y robles quejigos es imposible con las actuales cargas de herbívoros silvestres.

Las especies arbóreas dominantes en zona son la encina (*Quercus ilex*) y el roble quejigo (*Q. faginea*). En la ortofoto (*Foto 18*), tomada a savia parada, se distingue claramente la tonalidad más oscura de la encina. También resalta la distribución (textura) agrupada dominante en las encinas.

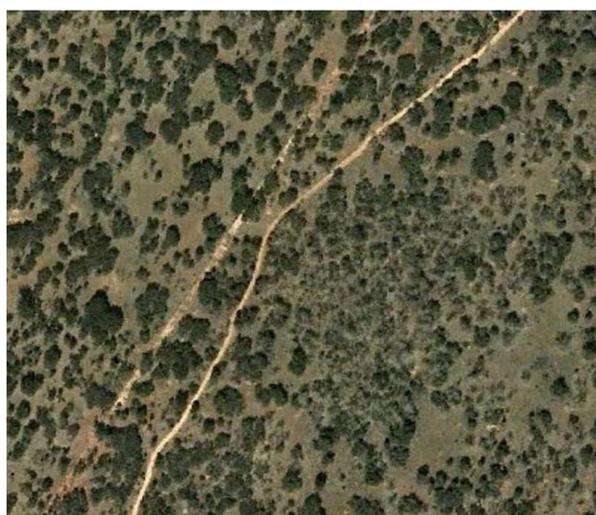


Foto 18. Las encinas se reconocen con un color más oscuro y una textura más agrupada que los robles quejigos que ocupan el centro de la imagen (Monte El Viejo, Rodal 12c).

Los tratamientos silvícolas de resalveo de conversión aplicados durante los últimos cinco años son reconocibles en los puntos 5 y 6 de la *Foto 14*. Paralelo a la carretera se aprecia el tratamiento diferenciado aplicado en el borde de la masa. En concreto, el tratamiento de resalveo se aplica de forma perimetral (entre otros, como tratamiento de prevención de incendios) con una profundidad de ochenta metros manteniendo una faja sin tratar de cinco-diez metros paralela a la carretera (*Foto 19*).



Foto 19. Tratamiento diferenciado en borde de masa. Se aprecia en la fotografía superior de izquierda a derecha: a) tratamiento de resalveo de conversión (ancho: 80 metros), b) borde de masa no intervenido (pantalla de ocultación visual de 10 m de ancho), c) tratamiento en faja auxiliar (ancho 10 m) consistente en poda baja, resalveo y desbroce.

Las cuevas margosas características de la comarca se reconocen claramente al sur de la zona de estudio (7 en la ortofoto) (*Foto 20*).

Consecuencia de las condiciones de estación, el arbolado aparece disperso y presenta escaso desarrollo. Los fenómenos erosivos son también patentes en la ortofoto. En la base de la ladera se distinguen algunos árboles singulares de excepcional porte (8). Se aprecian también en estas laderas las masas forestales de repoblación (*Foto 21*).



Foto 20. Encina singular en el Valle del Cigarral. Detrás se distinguen las laderas margosas que delimitan por el sur la zona de estudio. La distinción de las grandes encinas (“Atalayas”) de las densas matas de encinas es difícil en la ortofoto. La sombra que arroja la encina es un indicador de su porte. Al sur de la gran encina se reconoce la masa mixta de roble quejigo y encina por la diferente tonalidad de las copas de los árboles. (Rodal 5)

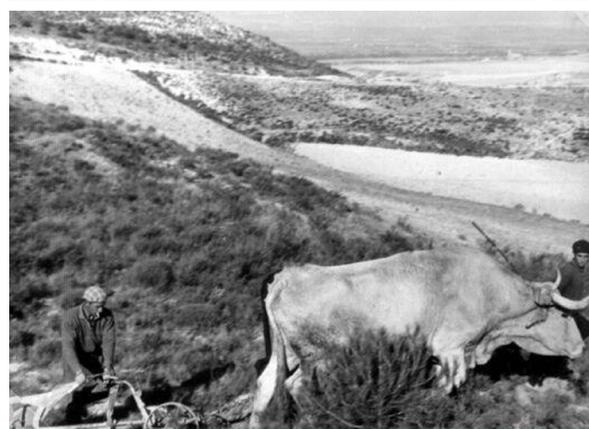


Foto 21. Laderas repobladas situadas al este de la zona de estudio (punto 9 en la ortofoto 10). Al fondo se aprecia el valle del río Pisuerga. La fotografía inferior izquierda corresponde a los trabajos de repoblación llevados a cabo en la década de los cincuenta del siglo XX. La preparación del terreno fue realizada con “tracción animal”. La fotografía inferior (tomada en el cercano término de Cabezón de Pisuerga, Valladolid) muestra los trabajos de repoblación en una ladera similar.

(Fuente: Fototeca INIA)

Por su especial singularidad se cita también una pequeña zona encharcada de forma casi permanente en la cabecera del Valle del Cigarral (Punto 11). En la *foto 22*, se aprecia la zona de inundación. Se diferencian con claridad en la ortofoto las encinas (parte izquierda) de los robles quejigos (a la derecha).



Foto 22. Pequeño humedal de especial singularidad en la cabecera del Valle del Cigarral. Las encinas mantienen la hoja en invierno, el roble quejigo, de hoja caduca, aparece sin follaje. Desde un punto de vista de la biodiversidad esta pequeña zona húmeda constituye un elemento de especial importancia al ser el único ecosistema acuático del monte (Rodal 5).

En el límite meridional del área de estudio se distinguen con claridad tres zonas circulares desarboladas que corresponden con antiguas carboneras (10 en la ortofoto) (*Foto 23*). En otras zonas del monte existen singulares hornos de cal (denominados aquí "Pozos Caleros"). Tanto la elaboración del carbón vegetal, como el proceso de horneado de la caliza requería grandes cantidades de leña. Ambas actividades junto al suministro de leña a la ciudad de Palencia explican la actual estructura forestal del Monte el Viejo en la cual dominan formas denominadas en selvicultura de monte bajo y monte medio (ligadas ambas al rebrote vegetativo). En la zona de estudio no se encuentra ningún pozo calero, auténticas joyas de arqueología industrial. Inapreciables en la ortofoto, en las laderas margosas existen numerosas "Cuevas" excavadas en el yeso. Corresponden con antiguas minas de yeso. Algunas cuevas estuvieron habitadas hasta la década de los cincuenta del siglo XX. Constituyen, junto a las carboneras, los pozos caleros y las atalayas un legado histórico.



Foto 23. La presencia de áreas circulares desarboladas indican que en la zona se asentaron antiguas carboneras. El carboneo vegetal requería grandes volúmenes de leña la cual era obtenida cortando a matarrasa las zonas próximas. (Foto inferior: Fototeca INIA; Lugar de la toma de la foto no definido)

Al oeste de la zona de estudio (Punto 12 en la ortofoto) se reconocen varias infraestructuras y construcciones ligadas al uso público, en concreto: piscinas municipales, área merendero, cafetería, aparcamientos, residencia sanitaria (CAMP¹⁸) (Foto 24). La existencia de zonas de gran uso social y recreativo condicionará la división inventarial y dasocrática.

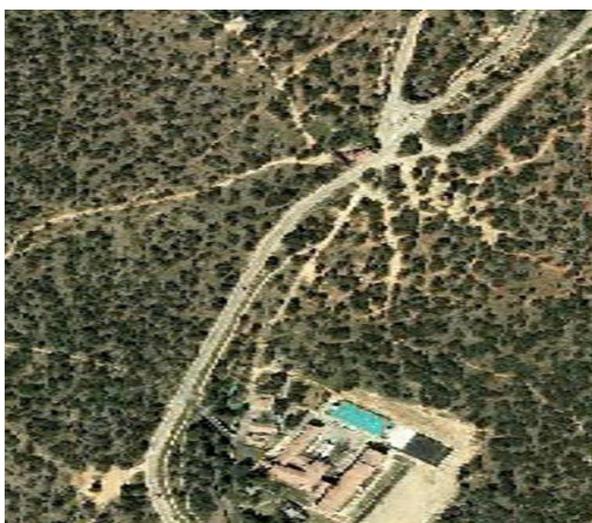


Foto 24. Zonas de muy fuerte presión de uso público en el Monte el Viejo (Palencia). Se distinguen piscinas, aparcamientos, merenderos, residencia sanitaria (C.A.M.P.). (Rodal 9)

No podemos terminar este apartado sin hacer mención al precioso libro de Miguel Delibes "Las ratas" en el que se describe magistralmente la vida y paisajes de una comarca rural durante la postguerra que bien podría coincidir con el "Monte el Viejo" (Foto 25 y 26). Valgan de muestra las primeras líneas:

"Poco después de amanecer, el Nini se asomó a la boca de la cueva y contempló la nube de cuervos reunidos en concejo. Los tres chopos desmochados de la ribera, cubiertos de pajarracos, parecían tres paraguas cerrados con las puntas hacia el cielo. Las tierras bajas(-)."

(DELIBES M.) 1962. Las ratas.
Ed. Destino (cap 1, líneas 1 a 7).

¹⁸ C.A.M.P.: Centro de atención de minusválidos psíquicos

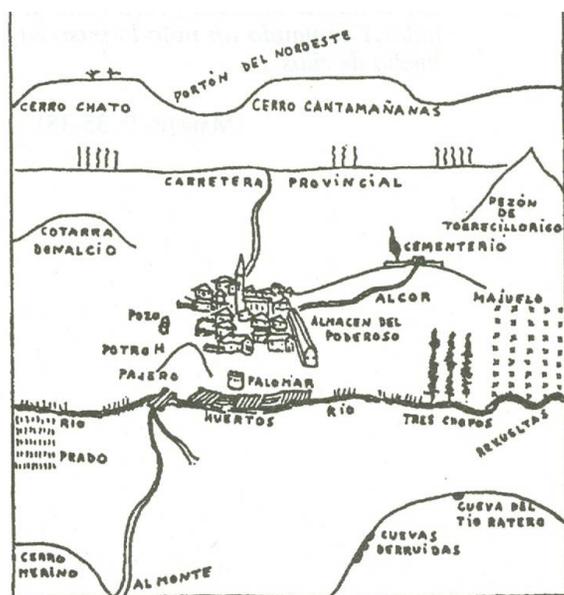


Foto 25. Vista hacia el noroeste desde las laderas del Monte el Viejo (camino del Palomar Redondo). En el centro de la imagen se distingue la ciudad de Palencia. Detrás del punto en el que se toma la foto se encuentran las cuevas de la foto 26.

El dibujo (arriba) de Miguel Delibes descriptivo del pueblo y entorno en los que discurre la novela "Las ratas" muestra un paisaje característico de muchas zonas de la comarca del Cerrato. Se aprecian fuertes similitudes entre el dibujo de Delibes y la fotografía tomada desde las laderas del Monte el Viejo.

Las referencias al “monte del común” y a los trabajos de repoblación son constantes en la novela. Constituye “Las ratas” una obra de lectura imprescindible para comprender el sistema agrario tradicional de las comarcas castellanas del Cerrato y Torozos.

“Más atrás se alzaba el monte de encina del común y las águilas y los ratoneros lo sobrevolaban a toda hora acechando su sustento.”

(DELIBES M., 1962) Las ratas.
Ed. Destino (cap 10, pag. 108).

“La repoblación forestal era la obsesión de los hombres nuevos y cuando la guerra, apenas a las veinticuatro horas de estallar, se organizaron brigadas de voluntarios con el fin de convertir la escueta aridez de Castilla en un bosque frondoso. “Los árboles regulan el clima, atraen las lluvias y forman el humus, (...)”

(DELIBES M.) 1962. Las ratas.
Ed. Destino (cap 8, pag. 86)



Foto 26. Hasta la década de los cincuenta del siglo XX hubo cuevas habitadas - como la del Tío Ratero y el Nini - en las laderas del Monte el Viejo (Palencia). Constituyen estas viviendas trogloditas una singularidad a considerar en la gestión del monte. Son las cuevas, junto a pozos caleros y yeseras, un patrimonio y legado histórico que debe ser conservado como muestra de nuestro pasado reciente.

“La cueva, a mitad del teso, flanqueada por las cárcavas que socavaban en la ladera las escorrentías de la primavera, semejaba una gran boca bostezando.”

(DELIBES M.) 1962. Las ratas.
Ed. Destino (cap 1, pag. 10).

4. ANÁLISIS SILVÍCOLA RETROSPECTIVO. SERVICIOS WMS

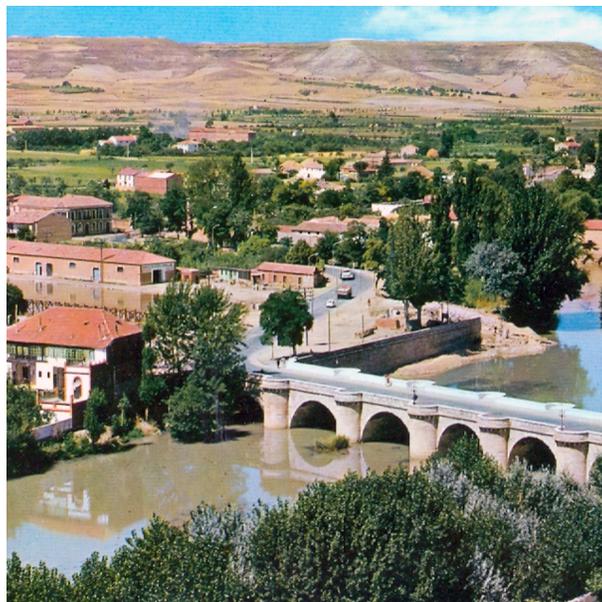
El análisis retrospectivo de la evolución del paisaje y de los usos y aprovechamientos forestales es parte esencial del análisis exploratorio y del diagnóstico silvícola. Son de gran ayuda en la diagnosis las fotografías históricas, al permitir objetivamente valorar los cambios acaecidos en el paisaje. El acceso a fotografías históricas y su repetición en el momento actual es de gran elocuencia pero de difícil obtención (*Foto27*).

Los sistemas de información geográfica permiten un rápido análisis de ortofotos del territorio tomadas en diferentes momentos. En este sentido, el servicio Web Map Service (WMS) posibilita el acceso de forma dinámica a mapas de datos referenciados espacialmente a partir de información geográfica. Comúnmente los mapas WMS son producidos en un formato de imagen (PNG, GIF, JPEG, etc.). Para analizar la evolución del "Monte el Viejo" durante la última década utilizaremos el servidor de mapas WMS del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL), ente público adscrito a la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León.

1930



1960



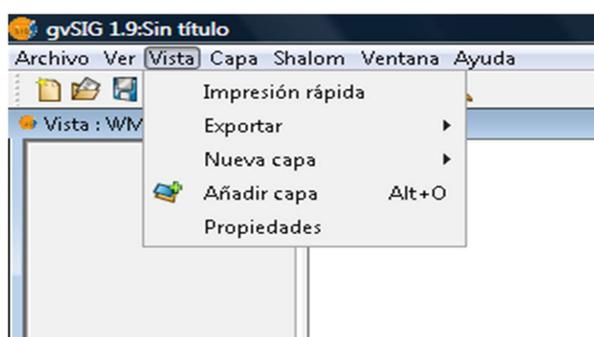
2010



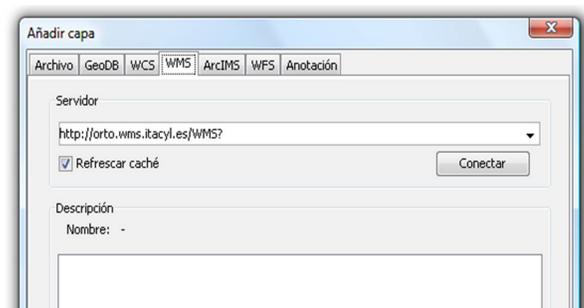
Foto 27. Río Carrión y Laderas contiguas al Monte el Viejo (Palencia, España) vistas desde la Torre de San Miguel. En las fotos históricas se aprecia la total deforestación de las laderas. La confrontación de fotos tomadas en diferentes episodios históricos permite comprender la evolución del paisaje de forma objetiva.

4.1. Acceso al servidor WMS

Para acceder a cualquier servidor WMS habrá que añadir una nueva capa ("Vista" + "Añadir capa") a nuestro proyecto.



En el desplegable se debe activar a continuación la pestaña WMS y en el recuadro escribir la cadena de conexión del servicio WMS del ITACYL:

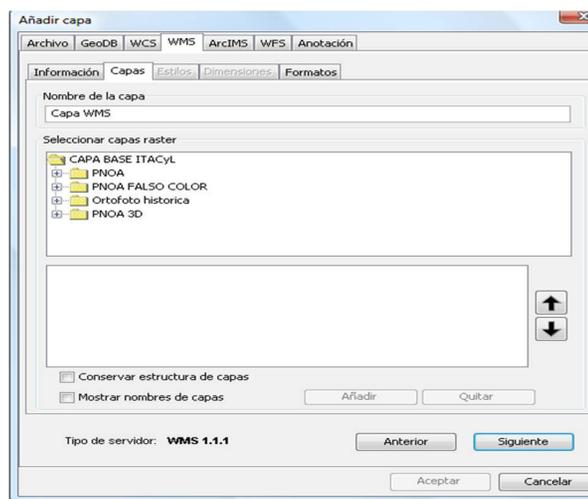


<http://orto.wms.itacyl.es/WMS?>

A continuación haciendo "click" en "conectar" y tras breves instantes (dependiendo de la velocidad de conexión a Internet), en la parte inferior de la pantalla aparecerá la versión de WMS con la que ha establecido la conexión y sus características.

Se procederá de igual manera para conectarse a cualquier otro servidor WMS.

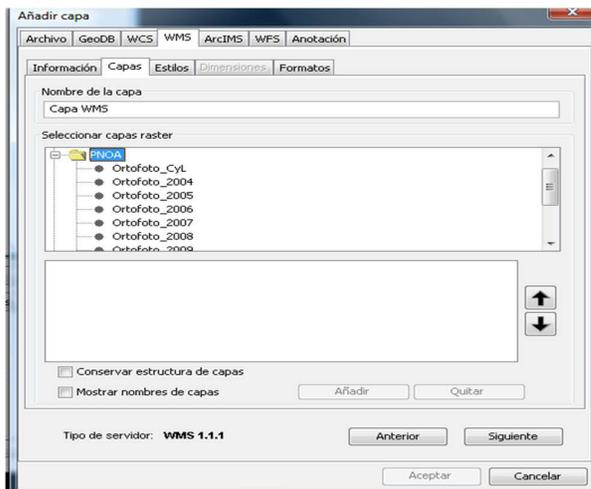
El siguiente desplegable, "Añadir capa", muestra las capas que ofrece el servicio WMS del ITACYL: a) PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea), b) PNOA FALSO COLOR (de gran interés para la realización de mapa de vegetación), c) Ortofoto histórica, y d) PNOA 3D¹⁹ (tridimensional).



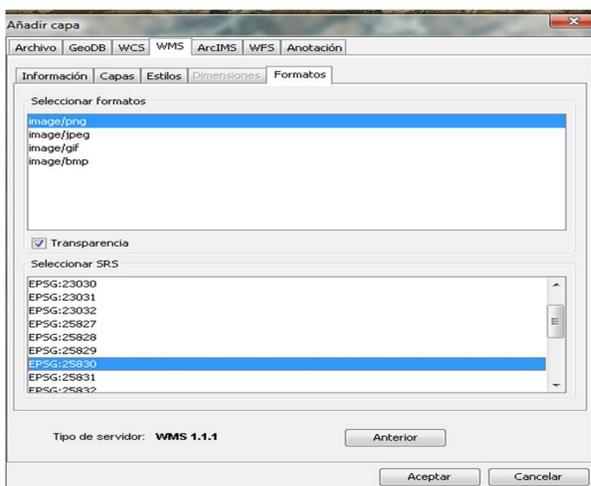
¹⁹La visión estereoscópica abre interesantísimas opciones en la digitalización de rodales. Al ser imposible mostrar la visión en tres dimensiones en el formato papel de este manual no se profundiza en este aspecto.

4.1.1. Análisis temporal reciente

El servicio WMS del ITACYL ofrece las ortofotos elaboradas dentro del plan PNOA. Para acceder a ellas haremos “click” sobre PNOA. Se muestran a continuación los años de los que se disponen ortofotos (Ortofoto_CyL recoge las más recientes).

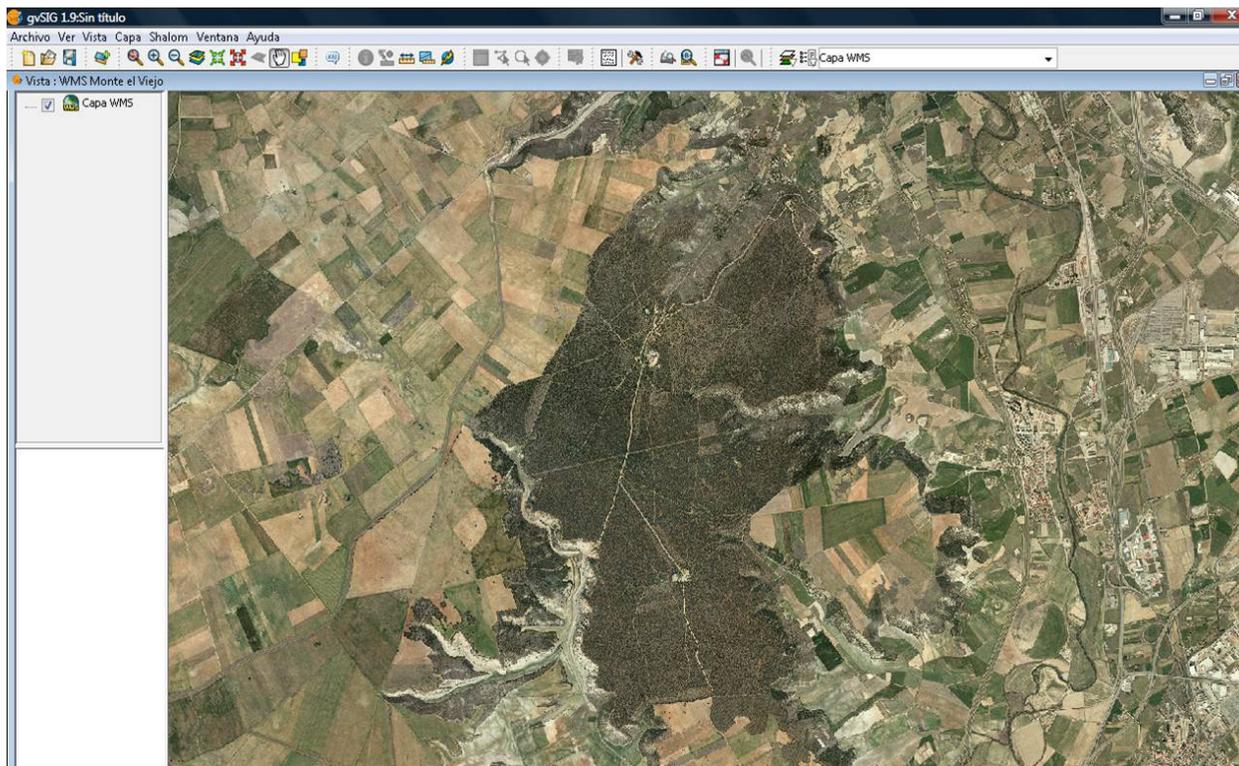
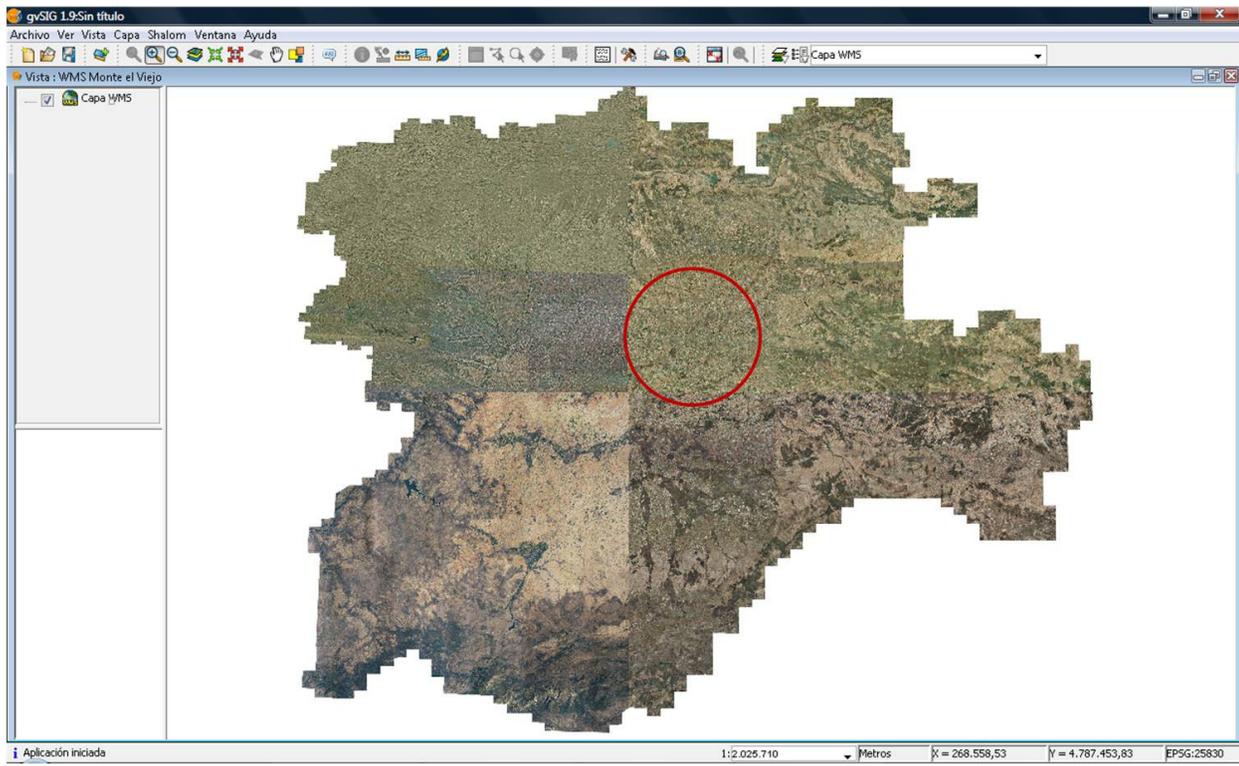


Tras activar Ortofoto_CyL (“añadir”, “siguiente”, “default”), en la pantalla “Formato” seleccionaremos “image/jpg” y elegiremos el sistema de referencia (CRS) EPSG: 25830 (Anexo 1).

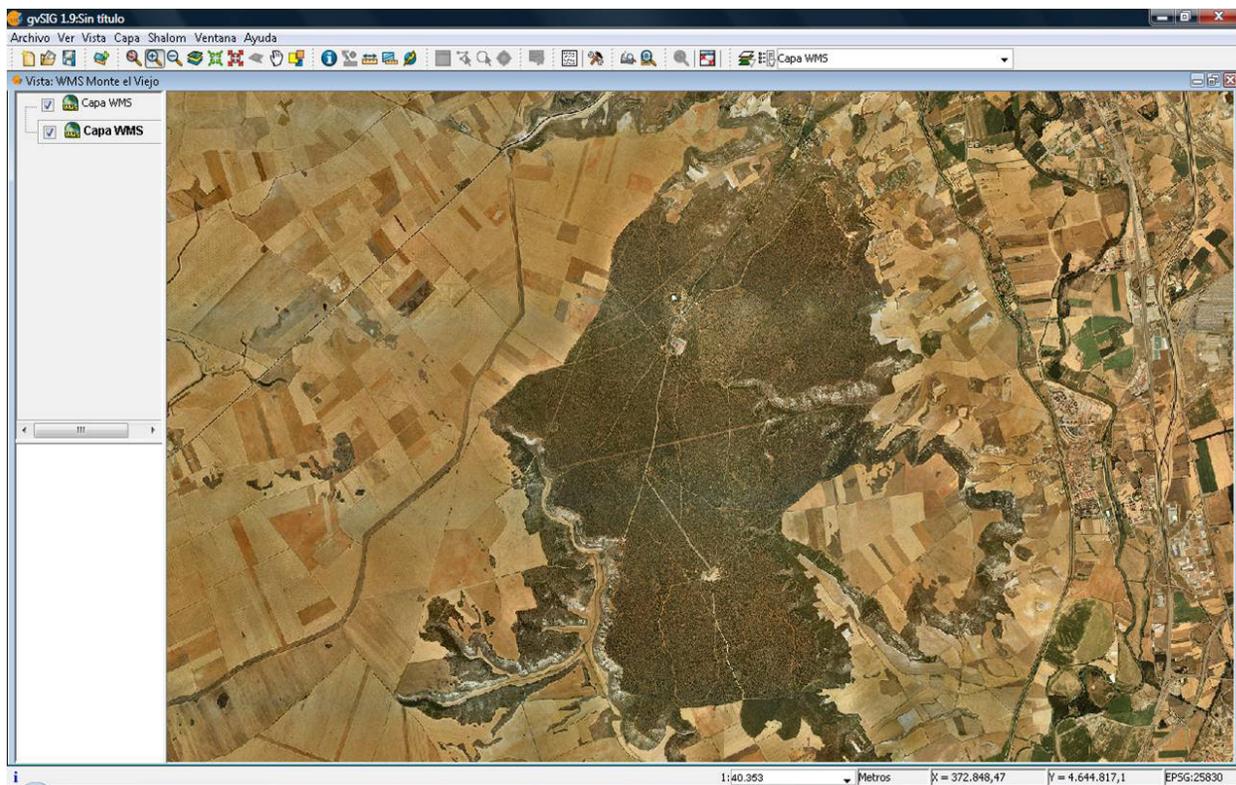


Se despliega a continuación la ortofoto de Castilla y León.

Con la herramienta “zoom más” o con “centrar la vista sobre un punto”  (X=370.190,85 ; Y=4.646.699,14) nos acercaremos al “Monte el Viejo” (Palencia).



Si se activa ahora la ortofoto del año 2005 (Ortofoto_2005) y tras repetir el mismo procedimiento de conexión se añade, con idéntico "zoom", la nueva capa (2005) al TOC y a la ventana de visualización.



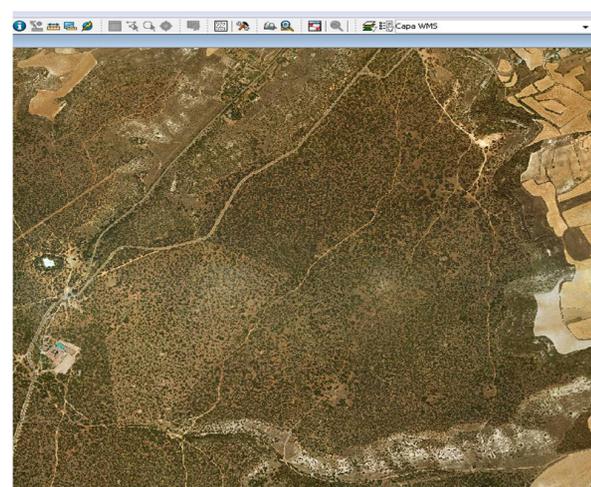
4.1.2. Análisis selvícola retrospectivo

La ordenación del "Monte el Viejo" se aprueba en el año 2004²⁰ y desde un punto de vista dasocrático se planifican dos grandes líneas de actuación principales fácilmente reconocibles sobre las ortofotos:

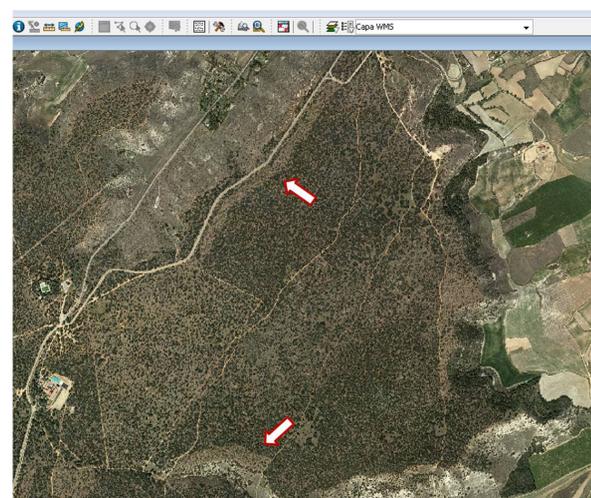
- Selvicultura de prevención de incendios (centradas en áreas cortafuegos perimetrales al monte y lineales a lo largo de las principales vías de comunicación)
- Conversión del monte bajo y medio a monte alto (tratamientos selvícolas de resalveo de conversión)
 - o Unidades selvícolas de actuación < 4 ha
 - o Dispersión superficial de las unidades selvícolas de actuación
 - o Protección estricta de los resalvos antiguos
 - o Establecimiento de zonas de reserva (sin intervención selvícola) en un 30% de la superficie del monte

La confrontación de las ortofotos tomadas en diferentes años permite valorar la evolución del paisaje, los efectos de la gestión forestal y el grado de cumplimiento de la planificación. Desde un punto selvícola, es fácil reconocer sobre la ortofoto los tratamientos selvícolas aplicados recientemente. Resalta cómo al cabo de unos cinco años, el efecto de los tratamientos parciales (cuidados culturales) de resalveo de conversión y de clara dejan de percibirse sobre la ortofoto.

En la ortofoto de 2008, en el cuartel A se reconocen con claridad los tratamientos aplicados en áreas cortafuegos perimetrales y lineales a lo largo de la carretera (norte), en los límites sur y oeste del cuartel.



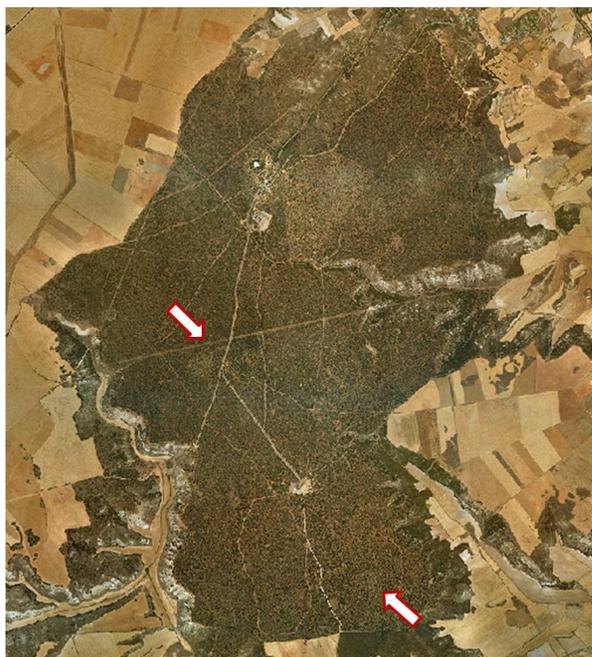
CUARTEL A, año 2005



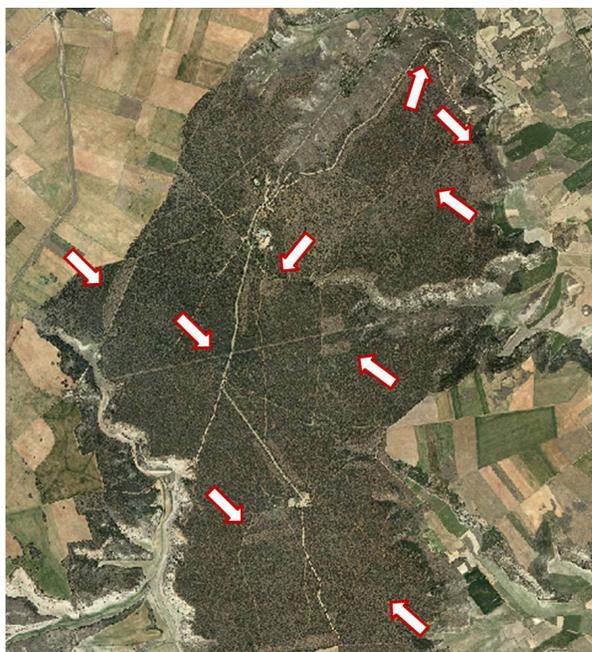
CUARTEL A, año 2008

²⁰ ORDEN MAM/156/2004 de 6 de octubre, relativa a la aprobación del Proyecto de Ordenación del Monte "El Viejo" n.º 232-2 de la provincia de Palencia.

El carácter disperso de la disposición de las unidades silvícolas de tratamientos de resalveo de conversión es también fácilmente distinguible confrontando las ortofotos de 2005 y 2008.



Año 2005

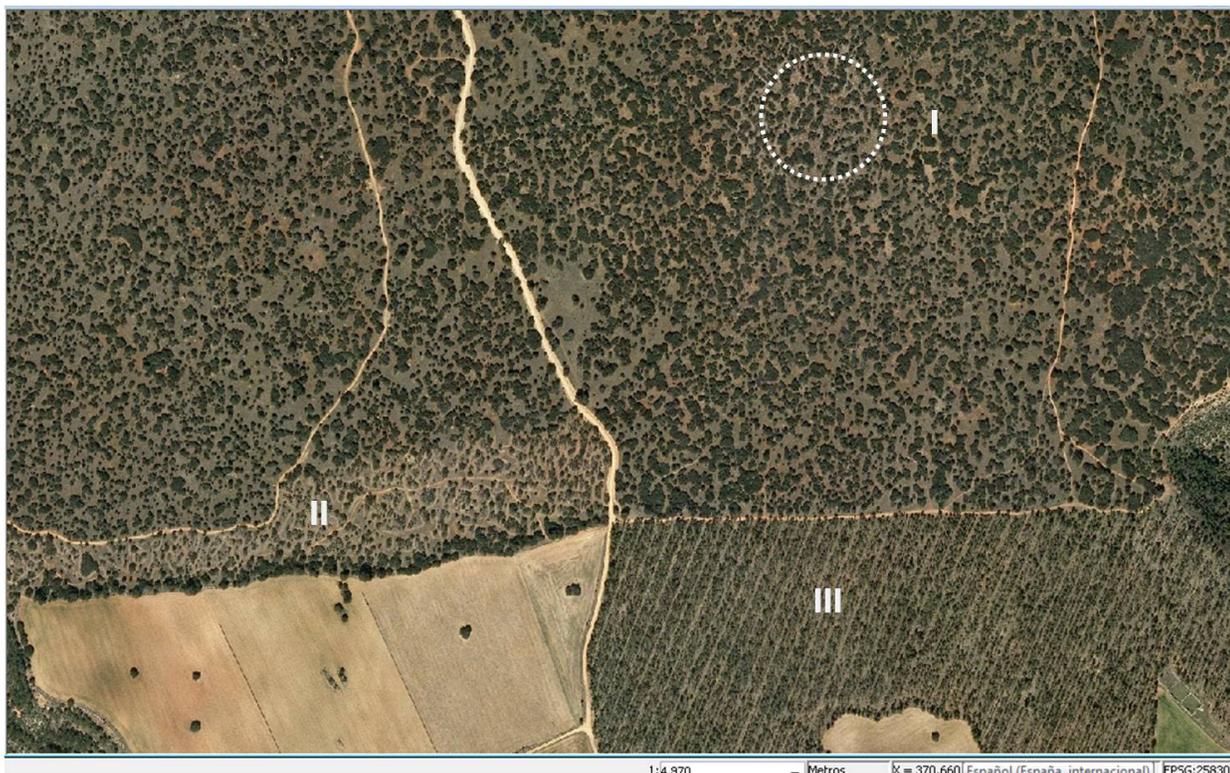


Año 2008

Previo a la aprobación de la ordenación, en el año 2001 empezaron a aplicarse diferentes tratamientos silvícolas en el cuartel C en el sur del Monte. Por su interés silvícola analizaremos sobre las imágenes tres diferentes tratamientos silvícolas:

- a) Resalveo de conversión y repoblación con frondosas
- b) Tratamiento combinado de selvicultura preventiva de incendios en área corta-fuegos
- c) Claras en pinar en estado de desarrollo - clase natural de edad fustal.

Constituyen estos tres tratamientos un ejemplo muy representativo de la selvicultura mediterránea española: la conversión a monte alto de los montes bajos (I. en la ortofoto del cuartel C.), la selvicultura preventiva de incendios (II.) y los tratamientos de clara (ralear) en pinares de repoblación (III). El análisis de las ortofotos tomadas en diferentes años permite un conocimiento muy preciso y objetivo de los efectos de los tratamientos silvícolas y de la evolución de la planificación dasocrática. Se profundizará a continuación en los tres tratamientos.



I) Tratamientos silvícolas de resalveo de conversión y repoblación

En el año 2001 se aplicaron sobre cuatro hectáreas tratamientos silvícolas de resalveo de conversión en el monte bajo de encina (*Quercus ilex*) en el cuartel C. en la zona marcada como (I) en la ortofoto. En este cantón la presencia de roble quejigo (*Q. faginea*) y de otras especies arbóreas es muy puntual por lo que se optó, con objeto de diversificar la composición específica, por repoblar puntualmente (hoyos de 40 * 40 * 40 cm) con planta en contenedor de una savia de roble quejigo y otras especies acompañantes.

Cabe destacar, que en este cantón se aplicaron las últimas cortas a matarrasa en los años sesenta del siglo XX. Para evitar predación por conejo, las plantas se protegieron con malla sujeta con estaca de madera. El servidor WMS del ITACYL permite también descargar Ortofotos elaboradas con anterioridad al año 2004. Estas ortofotos no han sido generadas con los criterios actuales del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y, en general, presentan peor resolución, pero no por ello menor interés.

El procedimiento de conexión es similar al descrito anteriormente debiéndose añadir esta vez la capa "Añadir capa", "Ortofoto histórica". En el TOC aparecerán reflejadas las diferentes capas abiertas. Al igual que en cualquier proyecto SIG, se podrán visualizar u ocultar a conveniencia cualquiera de las capas.

Sobre la ortofoto de 2002, año posterior al tratamiento, se aprecia cómo la cobertura de las matas de encina nunca fue reducida en más de un 30 % para evitar un rebrote masivo de raíz. En la imagen se distingue claramente la zona de actuación (4 ha) por el cambio de tonalidad. También se aprecian las copas de las grandes encinas ("Atalayas" sobre las que no se actúa), resalvos que antaño fueron exceptuadas de corta durante las últimas cortas a matarrasa de finales de los sesenta del siglo XX. La repoblación resultó un fracaso total al ser el 100% de las plantas predadas por los jabalíes.

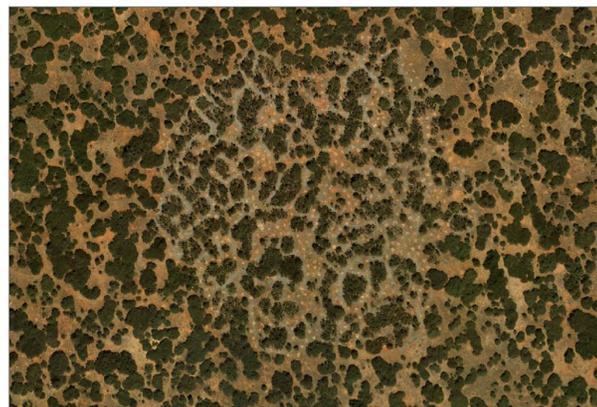
En las ortofotos de 2002 y 2008 se distinguen los hoyos de plantación (sin planta). Sobre la ortofoto de 2008 se aprecia como las copas de los resalvos han vuelto a cerrarse y los efectos del tratamiento de resalveo de conversión son apenas reconocibles en la imagen, no así sobre el terreno donde los efectos del tratamiento son patentes (Fotos 28 y 29)



Año 1999



Año 2002



Año 2005



Año 2008



Foto 28. Imagen tomada sobre el terreno en marzo de 2010 en el mismo rodal (punto I.) de la ortofoto). A la izquierda se aprecian los efectos del resalveo de conversión aplicado en 2001. A la derecha, el denso monte bajo sirve de testigo del estado inicial previo al tratamiento silvícola. En 1999, toda la zona constituía un único rodal. En 2001, la selvicultura creó dos rodales diferenciados. La disminución de la cobertura de copas a nivel mata fue inferior al 30% lo que evitó crear un desequilibrio fisiológico fuerte entre el sistema radical y el sistema aéreo. Consecuencia de ello, el rebrote vegetativo fue muy reducido y la disminución de competencia favoreció el desarrollo de los resalvos. Las copas de las encinas empiezan a elevarse con respecto al suelo produciéndose una discontinuidad de combustible a nivel vertical. Bajo las copas de las encinas aparecen especies arbustivas antes apenas presentes en el rodal (*Rhamnus sp.*, *Lonicera sp.*, etc..).

La estructura forestal a la que tiende el rodal resalveado se denomina en selvicultura "Fustal sobre cepas". La zona colindante a la resalveada presenta una importante aptitud para la fauna como zona de refugio. Intentando buscar un mosaico de estructuras forestales a nivel monte, en la ordenación se prescribe que las unidades silvícolas de tratamiento silvícola de conversión nunca superen las cuatro hectáreas ni se sitúen de forma contigua. Un 30% de la superficie del Monte el Viejo es clasificada como de reserva, no planteándose en ella ningún tipo de intervención silvícola. En la imagen se reconocen los tres estratos arbóreos característicos del Monte el Viejo: i) derecha en primer plano: Tallar (Monte bajo), ii) izquierda: Monte bajo en proceso de conversión a monte alto (objetivo estructural: fustal sobre cepas), iii) segundo plano izquierda: Grandes encinas, denominadas "Atalayas" (resalvos antiguos).



Foto 29. En el “parque de madera” situado junto a la Casa Pequeña se depositan las leñas obtenidas en los tratamientos de resalveo de conversión aplicados en el cuartel A del Monte el Viejo. El peso de corta²¹ de este tratamiento silvícola de mejora en el latizal en monte bajo deberá ser moderado para evitar el rebrote vegetativo. Ésto hace difícil rentabilizar el tratamiento silvícola en las actuales condiciones de mercado ya que los costes reales de ejecución de los trabajos superan al valor del producto obtenido (leñas de pequeñas dimensiones) en el mercado libre. Se hace necesario contar con algún tipo de inversión pública para poder acometer los tratamientos de mejora de la masa forestal.

No obstante, las leñas producto del resalveo tienen un valor que puede y debe contribuir a disminuir el coste de los trabajos. Consecuencia de la disminución de competencia, los resalvos mantenidos en pie en las zonas tratadas incrementan notablemente sus dimensiones por lo que a corto plazo podrán acometerse tratamientos con una más favorable relación coste/beneficio en las zonas ya resalveadas.

importante

“El viejo, y cierto, principio de que el aprovechamiento es herramienta de mejora parece que va a tener que ser sustituido por otro enunciado más adaptado a los nuevos tiempos: La ineludible mejora para la sostenibilidad de las masas forestales puede y debe ser financiada en parte, con los aprovechamientos forestales²²”

(SERRADA et al. 2008).

²¹ Cuantía de la masa extraída por unidad de superficie expresada en valor absoluto o relativo con respecto a las condiciones iniciales. Tiende a expresarse en número de pies por hectárea (N/ha, densidad), área basimétrica (m²/ha), volumen (m³/ha) o variación de índices de espesura (Hart, Reineke, etc.).

²² Compendio de Selvicultura Aplicado en España. Presentación de la obra (pág. 8)

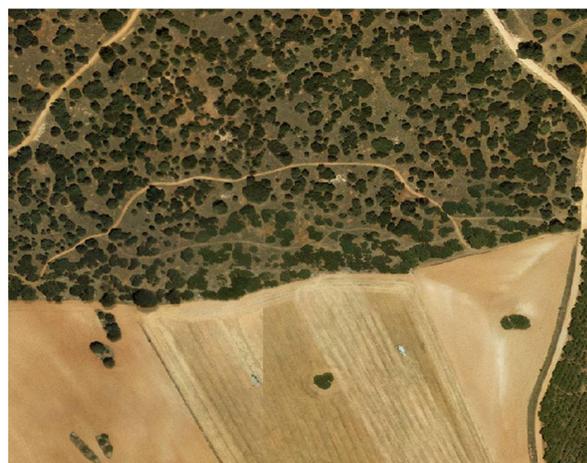
II) Tratamientos combinados en área cortafuegos

Una de las zonas prioritarias de actuación en prevención de incendios la constituyen las áreas limítrofes con cultivos agrícolas cerealistas (en el cuartel A – zona en la que se centra este manual - el área prioritaria es colindante a la carretera y a las zonas de fuerte uso social y recreativo).

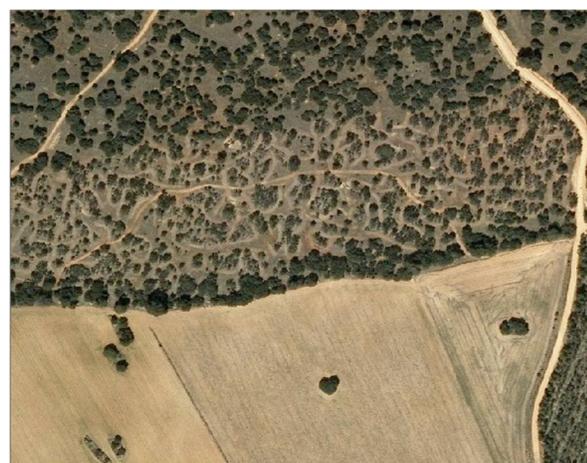
El tratamiento combinado en área cortafuegos (ancho 80 metros) consiste en resalveo de conversión, poda baja, desbroce y eliminación de restos de corta.

Con estos tratamientos se pretende disminuir la combustibilidad del área al romper la continuidad de combustible y “separar y elevar” las copas de los árboles con respecto al suelo.

Se aprecia también con claridad el tratamiento diferenciado en el borde de la masa forestal.



Año 2005



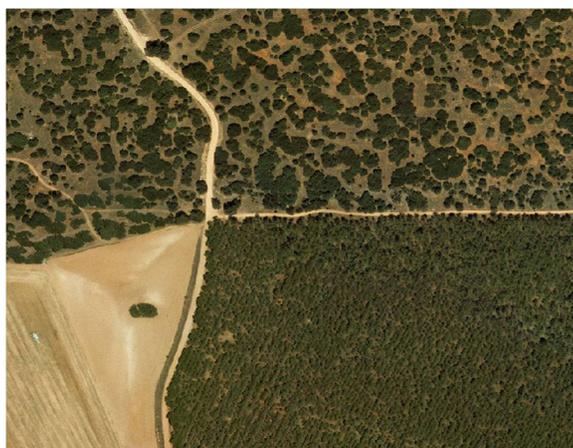
Año 2008

III) Claras en pinar

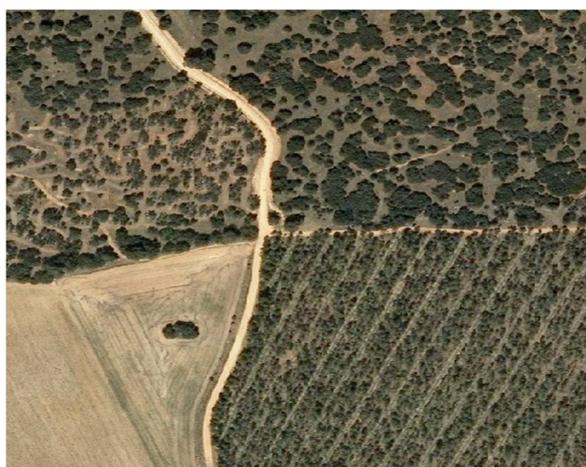
El pinar situado al sur del "Monte el Viejo" fue repoblado con pino carrasco (*Pinus halepensis*) a finales de la década de los sesenta del siglo XX. Debido a la fuerte pedregosidad de la zona se optó entonces por realizar una preparación del terreno mediante subsolado lineal (distancia entre líneas de subsolado: 3 metros, distancia entre plantas sobre la línea de subsolado: 2,5 metros, densidad de implantación: 1666 pies/ha). El marco de plantación y la técnica de preparación del terreno son fácilmente reconocibles en las ortofotos.

El tratamiento de clara aplicado en 2008 consistió en: apertura sistemática de calles de desembosque cada 15 metros (coincidente con una línea de plantación de cada 5, pesoAB de corta en calles: 20 % del área basimétrica inicial) y clara baja entrecalles (pesoAB 20%). Este tipo de claras, que combinan claras bajas y claras sistemáticas se denominan en selvicultura "claras semisistemáticas".

La maquinaria de apeo, desrame, tronzado y desembosque nunca abandona las calles abiertas cada 15 metros, las cuales son esenciales para poder hacer autofinanciable el tratamiento.



Año 2005



Año 2008

La combinación de las dimensiones de los pies objeto de aprovechamiento con unas favorables condiciones de mercado y una planificación y ejecución de los tratamientos de clara de forma conjunta en diferentes rodales de igual estructura (tipología: bajo-fustal de cobertura completa) permitió, por primera vez en la zona y sobre *P. halepensis*, ejecutar un tratamiento silvícola de clara autofinanciado sin necesidad de realizar inversión económica por parte de la administración forestal. El "producto", la madera, pagó el tratamiento "la clara", y dejó un ingreso económico (exiguo, pero ingreso) a la entidad propietaria. Al igual que en el caso del tratamiento de resalveo de conversión, la apertura parcial de luz en el dosel de copas está posibilitando la instalación de

especies tolerantes a la sombra en sotobosque del rodal. Previo a la aplicación de las claras, la fuerte espesura impedía el acceso de luz al suelo siendo muy limitada, por imposibilidad fotosintética, la diversidad específica del rodal. Desde un punto de vista de dinámica del rodal, el tratamiento selvícola ha propiciado un cambio importante: de una fase caracterizada por una fuerte competencia entre los pinos, acceso limitado de luz al sotobosque y acumulación de hojarasca (pinocha), a una fase en la que se crean las condiciones para la instalación de especies tolerantes al sotobosque favoreciéndose la diversidad específica. La primera fase se denomina en ecología forestal "fase de expulsión" y la segunda "fase de reposición" (SEVILLA 2008)(Foto 30).



Foto 30. Claras "semisistemática" en pinar monoestratificado y monoespecífico de *P. halepensis*, de origen repoblación, en clase natural de edad bajo-fustal (estado de desarrollo), consistente en clara baja entre calles y apertura sistemática de calles de desembosque cada 15 m. El porte recto de los pinos, el desarrollo de las copas y la ausencia de ramas bajas indican que antes de la ejecución de la clara los árboles se encontraban en fuerte espesura. Consecuencia del tratamiento, accede luz de forma parcial al sotobosque y se abren posibilidades para la instalación de especies vegetales capaces de medrar bajo los pinos. Se aprecian herbáceas y dife-

rentes frondosas. El rodal está entrando en la denominada "fase de reposición" y se está incrementando la diversidad específica. La disminución de competencia posterior a la clara favorecerá el desarrollo y la estabilidad de los árboles. Previo al tratamiento de clara, las posibilidades de supervivencia para la mayoría de especies vegetales bajo el dosel de copas eran muy limitadas, principalmente por falta de luz. Sobre el suelo se acumulaban acículas de pino. El rodal se encontraba en la "fase de expulsión" caracterizada por una muy fuerte competencia entre los árboles del estrato arbóreo superior.

4.1.2.1. Análisis silvícola retrospectivo lejano

El primer vuelo fotogramétrico completo realizado en Castilla y León es el conocido como "Vuelo Americano" realizado a mediados de la década de los cincuenta del siglo XX. El procedimiento de conexión WMS al vuelo americano es similar al comentado anteriormente: "añadir capa", "WMS", "ortofoto histórica", "ortofoto 1956". La confrontación de las imágenes de hace medio siglo con las actuales supone un avance incalculable en la comprensión de la evolución del paisaje de España y por añadidura de nuestra historia reciente. A nivel agrario, en el vuelo de 1956 resalta la fortísima explotación del paisaje que en muchas zonas puede ser considerada sobreexplotación. El desarrollo socioeconómico del último tercio del siglo XX trajo como consecuencia el cese del "sistema agrario tradicional" cuyos efectos son fácilmente reconocibles comparando las imágenes.

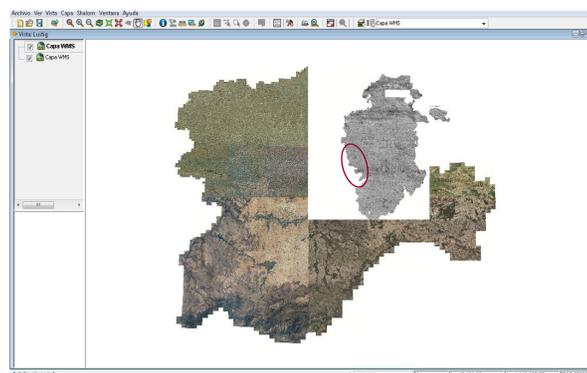
También son evidentes los resultados de la concentración parcelaria en los terrenos agrícolas y del abandono de muchas zonas cultivadas. En el ámbito forestal, en 1956 los montes se muestran comúnmente con coberturas muy abiertas. Aclaran las ortofotos históricas, sin necesidad de mucho texto, la mayoría de tópicos e ideas preconcebidas sobre la evolución de los montes durante el último siglo.

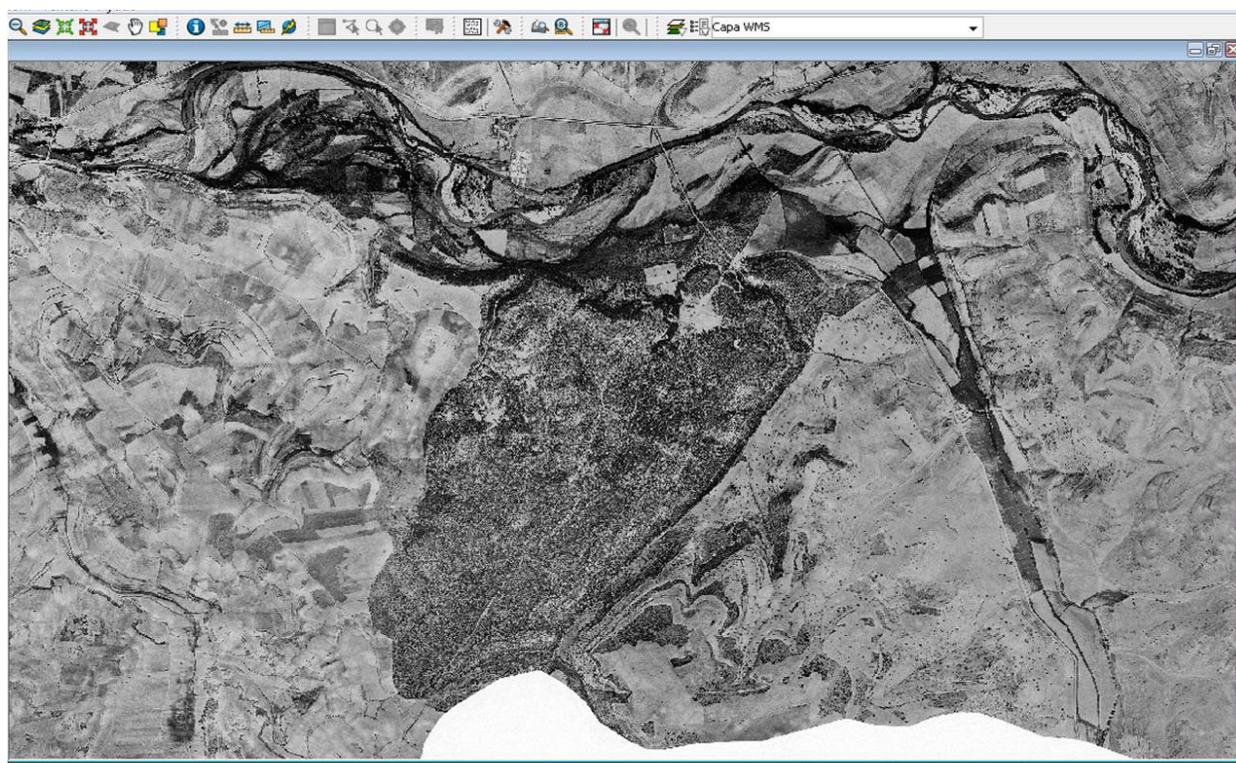
Desgraciadamente, a fecha de redacción de este manual (2011), el vuelo americano de la provincia de Palencia no era accesible a través de conexión

WMS. Se realizará, a continuación, una aproximación visual ("zoom") a la zona limítrofe de la provincia de Burgos con la comarca palentina del Cerrato. En concreto analizaremos el paisaje de los términos municipales de: Cobos de Cerrato (Palencia, P) y Peral de Arlanza (Burgos, Bu) y los de Astudillo (P) y Pedrosa del Príncipe (Bu).

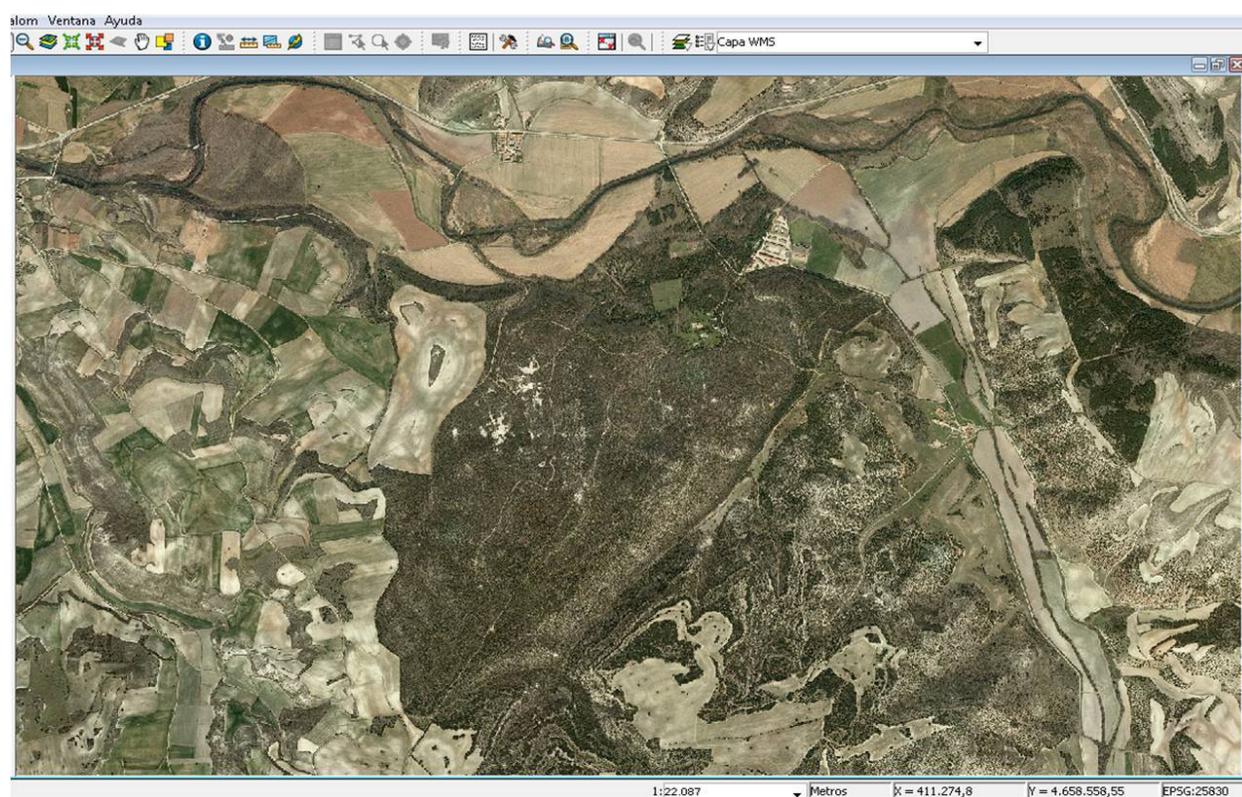
La confrontación de las vistas de ambos vuelos puede dar pie a extensísimas interpretaciones; la imagen vale más que mil palabras. Únicamente se comentarán brevemente algunos aspectos relacionados con la silvicultura y dinámica forestal que puedan ser de interés para comprender la historia de nuestro monte de estudio, el Monte el Viejo de la capital palentina.

Una de las pocas masas forestales que resaltan en el vuelo de 1956 en límite occidental de la provincia de Burgos se sitúa entre los términos de Hontoria el Cerrato (P) y Peral de Arlanza (Bu). Se trata de una masa mixta de roble quejigo, encina y sabina (*Juniperus thurifera*). La superficie forestal y la cobertura arbórea del bosque ha incrementado notablemente en los últimos cincuenta años y se aprecian repoblaciones forestales. También son patentes los efectos de la regulación de caudales en la ribera del río.





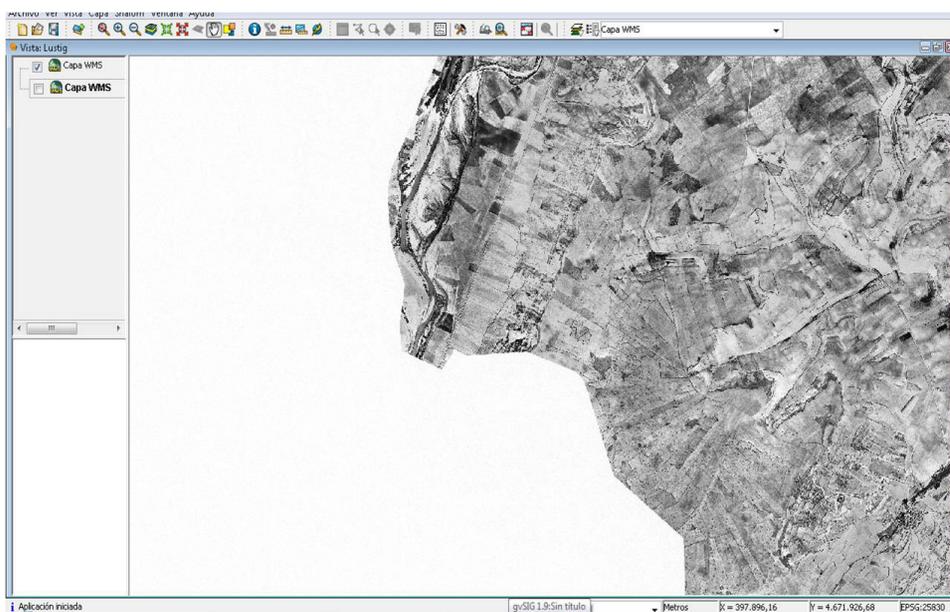
Año 1956



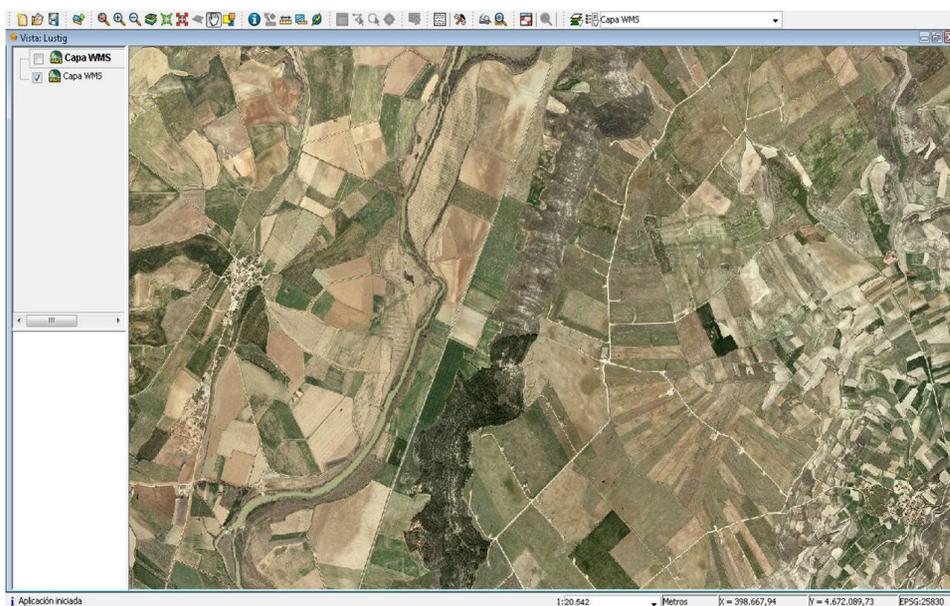
Año 2008

En la aproximación a la zona de Astudillo (P) – Pedrosa del Príncipe (Bu) se aprecia en el vuelo americano (1956) una total deforestación. En el límite sur de la ortofoto (colindante con la provincia de Palencia) se reconocen en 1956 los recientes trabajos de repoblación. Corresponden estos trabajos con los realizados en la provincia de Palencia.

En Burgos no se continuó la repoblación de la ladera. Los resultados de la repoblación son claramente reconocibles medio siglo después. La alteración del cauce y zona de inundación del río Pisuerga no es tan marcada como la del río Arlanza en la zona de Peral de Arlanza – Cobos de Cerrato.



Año 1956



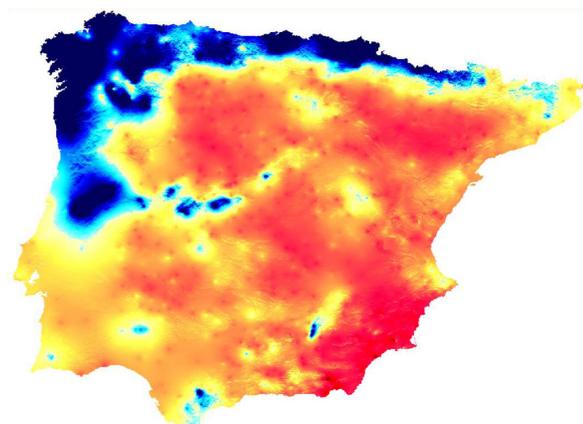
Año 2008

4.1.3. Otros servicios WMS

Son muchos los servidores de servicio WMS actualmente disponibles y su número es creciente. La página web del Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España, IDEE (<http://www.idee.es>) integra, a través de Internet, los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España. Por su relación con la gestión forestal se citarán las cadenas de conexión WMS:

- Servidor del Atlas Climático Digital de la Península Ibérica
http://www.opengis.uab.es/cgi-bin/iberia/MiraMon5_0.cgi
- Cartografía Catastral de la Dirección General del Catastro
<http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx>
- Proyecto CORINE LAND COVER (CLC)
<http://www.idee.es/wms/IGN-Corine/IGN-Corine?>

El procedimiento de aproximación a la zona de estudio se realiza del mismo modo que en cualquier proyecto SIG utilizando la herramienta "zoom".



T2 in layer 'corine00' 1:0.007473 Meters X = 153.360,29 Y = 4.719,38



T2 in layer 'corine00' 1:0.007473 Meters X = 299.401,26 Y = 4.646.415,66 EPSG

“(...) se halla (El Monte el Viejo) con necesidad de cortarse leña alta y también de rozarse la leña menuda, o carrascos procedentes de la siembra de bellota; pero como de esta operación que es indispensable para conservar aquel predio resultaría el perjuicio de privarse de los pastos por seis años en que se debería prohibir la entrada a todo ganado por considerarse un terreno tallar: entiendo que para conciliar ambas utilidades deberá pensarse en reducir a monte alto aquel terreno, haciendo compatible las cortas y aprovechamientos de sus leñas con el disfrute de pastos.

Esto podrá conseguirse disponiendo que la primera corta se haga toda la leña menuda o rodapiés de las matas dejando en cada una todos los pies principales o guías, para que se hagan árboles o atalayas, sin sacar cepos, a fin de que robusteciéndose los mismos pies lleguen a formar un árbol alto que naturalmente consuma todas las producciones menores y que produzca de tiempo a tiempo la corta y desbroce por arriba, como se practica comúnmente en otros países y suele rendir tanto o más que ejecutándola por abajo.

Acomodando este pensamiento que es el único que puede reclinar de la prohibición de los pastos debe ante todas las cosas irse señalando por peritos los árboles o pies que deben dejarse en cada mata (...).”

*Informe del Comisario del Monte y Vega
D. Agustín de Mesones (1796)²³
(Cuentas del Monte 1796,
Archivos Municipales de Palencia, Legajo 27)*

²³ VALLE 1969, ALARIO et al. 1983

5. DEFINICIÓN DE CANTONES

La delimitación de distintos tipos de subdivisiones del territorio (en el caso forestal: monte, cuartel, cantón²⁴, masa, rodal) mediante sistemas de información geográfica y su posterior geoprocesamiento es una de las aplicaciones más prácticas y directas de los SIG al desarrollo de la silvicultura.

A la hora de establecer la división inventarial es fundamental disponer de una ortofoto de gran calidad. La ortofoto permite realizar una digitalización en pantalla muy precisa del territorio, pudiendo manejar varias capas vectoriales a la vez que contengan distinto tipo de información temática, entre otras, la referida a los cantones. A ello se une la posibilidad de descargar sobre la Vista abierta en gvSIG levantamientos topográficos, itinerarios (tracks) o localización de puntos singulares o de apoyo replanteados directamente en campo con GPS.

La correcta delimitación de los cantones es esencial pues pasarán a ser las unidades territoriales permanentes en que se dividirá el cuartel. Los límites del cantón deberán ser fácilmente replanteables sobre el terreno y la ortofoto. Se dará preferencia a límites claramente definidos tales como vías de comunicación, cursos de agua, divisorias de aguas. La tradición dasocrática recomienda establecer cantones con superficies superiores a diez hectáreas buscando que las condiciones ecológicas internas presenten la mayor homogeneidad posible (*MADRIGAL 1994*).

²⁴ Las Instrucciones Generales de Ordenación de Montes Árbolados de Castilla y León, IGOMA (JCYL 1999), denominan al Cantón, Rodal, y al Rodal, Subrodal.

El cantón se podrá dividir en unidades temporales homogéneas en cuanto a estructura forestal denominadas rodales. La superficie del rodal no podrá exceder la del cantón. En el caso de cantones con un solo rodal se hablará de cantones con "rodal único". En montes ya ordenados y, siempre que sea posible, se mantendrá la división previa de cantones.

5.1. Creación de la capa de cantones

Siempre que se vaya a elaborar un mapa temático como el de cantones, conviene crear una nueva capa *shape*²⁵ que contenga únicamente información relativa a ese tema.

Para crear una nueva capa hay que acceder al Menú de "Vista" y en su submenú desplegado seleccionar "Nueva capa" y pinchar "Nuevo SHP". Se iniciará un asistente con ayuda para crear la nueva capa. Los elementos que se creen en esta capa serán todos del mismo tipo de geometría. En este caso se debe elegir el tipo "polígono" puesto que los cantones son áreas cerradas.



Tras dar un nombre a la capa: "Cantones", y elegir su tipo de geometría: "Tipo polígono", la siguiente pantalla del asistente permite añadir todos los Campos que se desee a la tabla de atributos que llevará asociada el mapa de cantones.

²⁵ Shape (SHP): engl. Forma

De esta forma se determinan algunas de las propiedades de estos Campos.

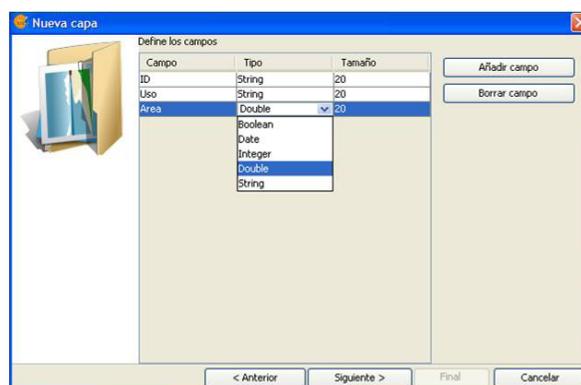
Pinchando en el botón "Añadir campo" se crean tantos campos como se quiera. En el cuerpo central del asistente aparecen tantas filas como campos creados donde, haciendo doble "click", se pueden definir: i) los nombres de los Campos (máximo diez caracteres), ii) el tipo de datos a registrar en cada uno de ellos y iii) el tamaño máximo de caracteres para los valores que tome cada Campo (sólo activo para los campos tipo String).

Al pinchar en cada celda de "Tipo" de Campo se activa un desplegable en el que se pueden seleccionar los siguientes tipos:

- **Boolean:** Los datos de tipo boolean admiten valores "true" (verdadero) o "false" (falso), y es útil cuando se va a proceder a alguna validación de otros Campos de la tabla según alguna condición. Este tipo de Campo nos devolverá los valores verdadero o falso.
- **Date:** Permite crear un campo en formato de fechas.
- **Integer y Double:** Son campos de tipo numérico, el primero para valores enteros y el segundo para valores decimales.
- **String:** Es un tipo de campo alfanumérico. El tamaño máximo es de 254 caracteres.

Los Campos iniciales a crear en este ejemplo en la tabla de atributos del mapa de cantones serán:

- [ID] (tipo *string*): Identificación numérica del cantón. Se podría también haber optado por una identificación tipo "integer".
- [Uso] (tipo *string*): Uso predominante del rodal (forestal, recreativo, enclavado).
- [Area] (tipo *double*): Superficie del cantón (ha).



Posteriormente se podrán añadir más campos, o también renombrarlos o incluso borrarlos, pero no modificar los tipos y tamaños de los Campos creados, por lo que conviene desde el principio tener claro el tipo de datos que se van a registrar en cada uno de ellos.

La siguiente, y última ventana del asistente, solicita la ruta donde guardar el nuevo archivo de tipo *shape* que se va a crear y su nombre (el nombre asignado a la capa y al archivo no tienen por qué coincidir, aunque sí es aconsejable). Se recomienda prescindir de poner tilde en los nombres que definamos.

importante

Para cada proyecto guardado, gvSIG 1.9 crea un archivo de extensión .gvp en el que únicamente guarda las rutas de cada archivo *shape* y *ráster* o de tablas que componen el proyecto, así como el tipo de simbología de las capas de ese proyecto, pero no almacena en ese archivo toda la información de las capas *shape* o *ráster*, ni de las tablas. Cada vez que se abra un proyecto anterior de gvSIG 1.9, el programa va a recorrer las rutas tal como las almacenó y va a identificar las capas y tablas que lo componen. Cualquier capa o tabla que haya sido modificada de nombre o de ubicación desde que se guardó el proyecto, no será recuperada para ese proyecto. Por ello es fundamental tener muy claro desde el principio el tipo de nomenclatura que se asigna a las capas de partida y las que se generen, así como su organización en carpetas dentro del disco duro.

De la misma manera, para poder abrir un proyecto gvSIG 1.9 en un ordenador distinto al de su creación, primero se deben copiar todas las capas y tablas que componen ese proyecto manteniendo exactamente las mismas rutas de carpetas colgadas también desde el mismo disco duro raíz (C:, D:, etc.).



Foto 31. Los dos estratos arbóreos presentes en el Monte el Viejo son claramente reconocibles sobre la línea del horizonte; 'atalayas' (viejos resalvos) en el estrato superior, un denso estrato originado por rebrote tras la roza en el inferior (sarda). En primer plano se muestra el pequeño humedal situado en la cabecera del Valle del Cigarral.

Una vez finalizado el proceso de creación de la capa de cantones, ésta se añadirá automáticamente al TOC en el *modo edición* (el nombre de la capa en el TOC se resalta en rojo cuando está activado el *modo edición*). Ya se puede empezar a delimitar los cantones.

importante

En la definición de los campos conviene prescindir de la utilización de tildes



5.2. Digitalización de los cantones

Al activarse el *modo edición* aparece una nueva barra de herramientas para la digitalización en pantalla.

La capa activa sobre la que se ejecutarán las herramientas figura en una ventana desplegable. Se debe comprobar que está seleccionada la capa deseada: "cantones".

La herramienta más útil para dibujar los primeros cantones es la "Polilínea" , pero cuando se vayan a dibujar cantones adyacentes gvSIG 1.9 incorpora una nueva herramienta que será de suma ayuda. Se trata de la herramienta "Auto-completar polígono"  y por su trascendencia se le dedica en esta obra un apartado propio más adelante.

Haciendo "click" en el botón de dibujar con "Polilínea" , el puntero cambia de forma y la Ventana de visualización se convierte en una mesa de digitalización. Se inicia el dibujo pinchando con el ratón sobre el primer punto y a partir de ahí se marcan los vértices continuos del polígono que definen el cantón. La herramienta polilínea irá dibujando líneas rectas entre estos vértices hasta que se complete el polígono.

Para cerrar el polígono o bien se hace doble "click" en el último punto o bien se pulsa el botón secundario del ratón y se selecciona "Terminar".

importante

Aunque por defecto la herramienta dibujar "Polilínea" dibuja tramos rectos, pinchando sobre el botón derecho del ratón se puede seleccionar que dibuje un arco interno. Una vez dibujado un arco, para recuperar el dibujo de tramos rectos se pincha de nuevo el botón secundario del ratón y se selecciona la opción "Línea interna".

Para mejorar la precisión sobre la ortofoto se puede recurrir a las distintas herramientas de "Zoom": . Una vez se haya hecho uso del zoom, para recuperar el dibujo iniciado se debe pinchar de nuevo el icono "Polilínea"  y el dibujo continuará donde se había dejado.

importante

Para borrar cualquier elemento de una capa en edición (puntos, líneas, polilíneas o polígonos), los seleccionamos mediante cualquiera de los siguientes botones , y suprimimos (tecla Supr.). Sólo al terminar la edición se guardarán todos los cambios efectuados en la capa.

5.3. Herramienta autocompletar polígono

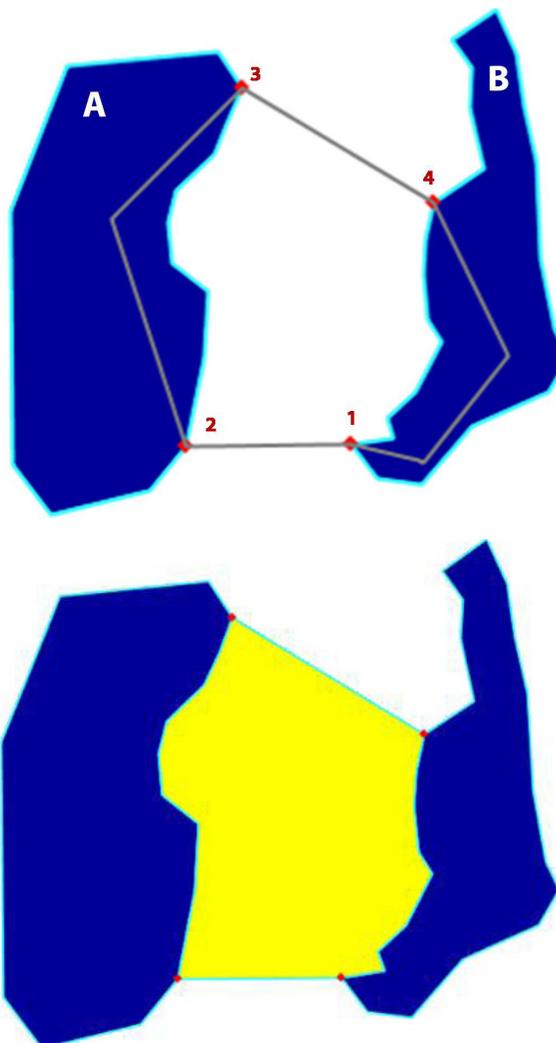
Esta herramienta tiene un elevado interés porque además de facilitar la tarea de digitalización, evita desajustes entre polígonos contiguos que suelen ser el origen de problemas en la aplicación posterior de herramientas más avanzadas (p.ej. unión, diferencia, intersección, etc.).

La versión 1.9 de gvSIG incorpora esta herramienta de edición que permite apoyarse en polígonos dibujados previamente para completar de forma exacta lados contiguos, sin tener que digitalizar de nuevo todos sus vértices. Se evita así que, por error en la digitalización, queden huecos o solapes entre rodiales contiguos que presenten bordes muy irregulares.

A modo de ejemplo se muestra el caso de la definición de un polígono C situado entre dos adyacentes, A y B. Entre los vértices 2-3, y 4-1, los lados son coincidentes.

Activando el icono "Autocompletar polígono"  el puntero del ratón cambia de forma, y se procede igual que dibujando con "Polilínea". Se empieza a digitalizar por el vértice 1 y se sigue el dibujo del ejemplo sin necesidad de pinchar todos los vértices compartidos.

Tras dibujar el último vértice del polígono, con el botón derecho del ratón se selecciona terminar y automáticamente se autocompleta el polígono.



importante

La herramienta "Autocompletar polígono" sólo se hace efectiva cuando se apoya en polígonos que están en la misma capa de edición. Si usamos de apoyo polígonos de otras capas, la herramienta no tiene efecto.

Puesto que inevitablemente en la digitalización de polígonos (cantones, tipos de masa, etc.) se van a generar multitud de vértices, a pesar de la facilidad que ofrece la última herramienta “autocompletar polígono”, una forma de facilitar la digitalización es crear inicialmente una capa auxiliar de puntos donde se definan todos los vértices de los contornos de los rodales. Estos puntos se convertirán siempre en los vértices de referencia a lo largo del proyecto, tanto para digitalizar polígonos como para definir tramos de pistas o límites de actuaciones posteriores.

En la imagen se amplia un detalle de distintos rodales, coloreados con transparencia, y sobre los que se ha resaltado la red de puntos auxiliares que han servido posteriormente para definir los vértices de los polígonos. Como se puede observar, también se han etiquetado los rodales. Tanto los colores como el etiquetado en pantalla se pueden personalizar en las pestañas “Simbología de capas” y en la pestaña “Etiquetado” a través de las propiedades de capa.



5.3. Snapping²⁶:

Al iniciar la digitalización de cantones, las referencias tomadas son límites permanentes identificados en la ortofoto (camino, carreteras, etc.), pero según se avanza en la digitalización puede ser necesario apoyarse en vértices o intersecciones de polígonos dibujados previamente. Ampliando la imagen con las herramientas de zoom podemos ser muy precisos y aproximar los puntos, pero difícilmente se va a lograr una coincidencia exacta.

El *snapping* o “forzado de cursor en edición” es una herramienta que ayuda a llevar el cursor exactamente a puntos concretos como intersecciones de líneas, puntos finales, centrales, medios, etc. Esto es crucial cuando se quieren dibujar polígonos adyacentes en los que alguno de sus vértices deben coincidir, o por ejemplo cuando se va a dibujar un polígono apoyándose en la capa de puntos auxiliares. También será útil más adelante cuando se trabaje con rejillas o mallas de muestreo.

importante

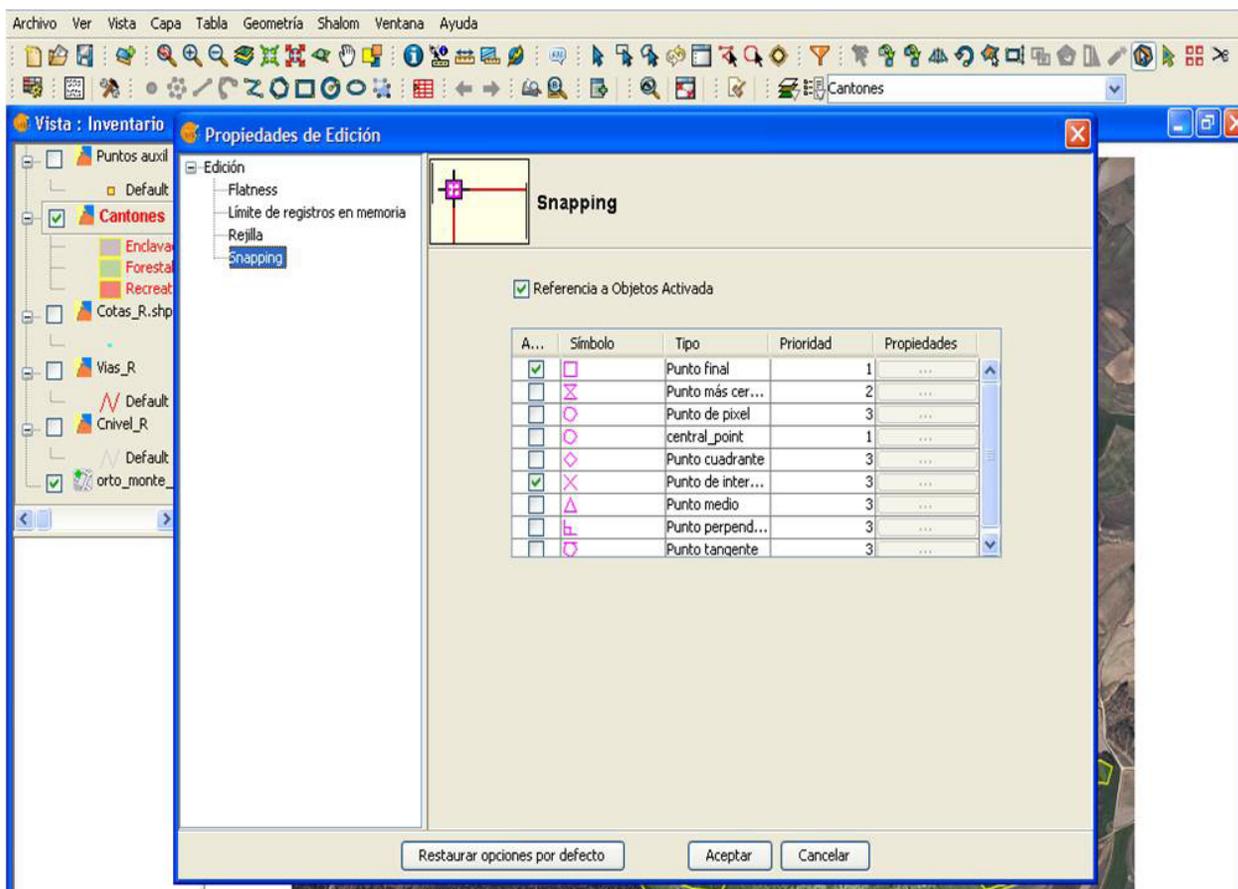
La edición de una capa se inicia o se cierra situando el cursor en el TOC sobre la capa en cuestión. Activando el botón derecho del ratón el programa mostrará la opción “Comenzar edición” o “Terminar edición” (si ya estuviera abierta). Se pueden tener varias capas abiertas en el **modo edición**, pero sólo se ejecutarán los comandos sobre la capa activa.

²⁶ Snap: engl. Cierre automático.

El *snapping* se activa sobre la capa del TOC que esté en edición, pinchando el botón derecho del ratón y seleccionando "Propiedades de edición". En el cuadro de diálogo que aparece se debe seleccionar sobre qué capas se quiere que funcione el forzado de cursor (no siempre interesan todas). También da opción a establecer la tolerancia del snap, es decir, la "distancia de rastreo" desde el puntero para la detección de esos tipos de puntos buscados y forzados. A continuación, desplegando el árbol de "edición" se selecciona el tipo de *snapping* que se quiere activar: punto central, punto más cercano, punto central, punto de intersección, etc. Los más prácticos suelen ser los puntos finales, de intersección y más cercano.

Desde el momento en que se active el *snapping*, el cursor se posicionará automáticamente sobre uno de esos puntos cada vez que se pase sobre él o a una distancia igual o menor que la tolerancia del "snap" configurada. Se recomienda establecer tolerancias pequeñas para evitar que el cursor sea forzado a puntos alejados de donde realmente se quiera dibujar.

El tipo de *snapping* configurado queda memorizado para toda la Vista actual, por lo que puede ser necesario modificarlo en caso de que se edite otra capa con otros requerimientos.



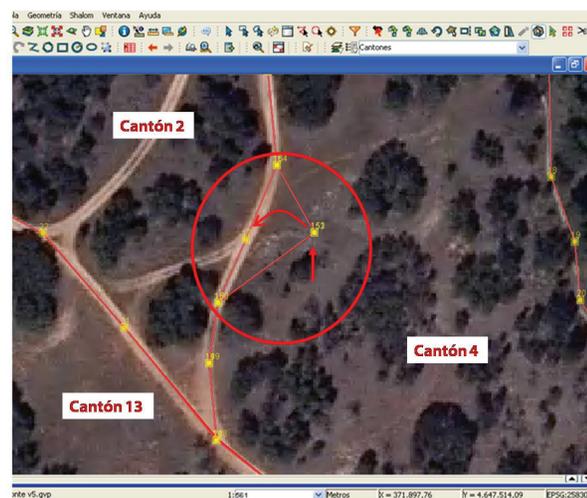
5.4. Edición y rectificación de vértices de los cantones

Tras completar la digitalización de un cantón conviene revisar el trazado de su perímetro para confirmar que se ajusta a los límites permanentes identificados sobre la ortofoto. En primer lugar, como gvSIG 1.9 habrá asignado un relleno al polígono del cantón que impide ver la ortofoto, se debe cambiar momentáneamente la simbología y configurar un grado de transparencia elevado o incluso del 100%.

En el frecuente caso de que se detecte algún vértice erróneo, ejemplo que se mostrará a continuación, hay que iniciar una edición de los vértices afectados y desplazarlos a la posición correcta.

Previamente, para ver los vértices que tiene un polígono se activa el icono "Seleccionar"  (disponible en *modo edición*) y con el puntero se pincha en el interior del polígono deseado (cantón 4). Los vértices se activan y aparecen numerados. Si se quisiera visualizar simultáneamente los vértices de un segundo polígono (por ejemplo del cantón 2), se pincharía dentro de él pero manteniendo pulsada la tecla "Control" del teclado del ordenador. Así se destacarían los vértices de los dos cantones. En el ejemplo se puede apreciar que existe un vértice del cantón 4 erróneo, que no se corresponde con el límite permanente del camino. Además se tiene de referencia un vértice del cantón 2 con el que debería coincidir.

Para desplazar cualquier vértice, teniendo activada la herramienta "Seleccionar" , hay que pinchar el vértice y éste se arrastrará con el puntero hasta su ubicación correcta sobre la cual se pinchará de nuevo. Si existe otro vértice de referencia como es el caso, será conveniente activar el *snapping* (de tipo punto final) para realizar una superposición exacta.



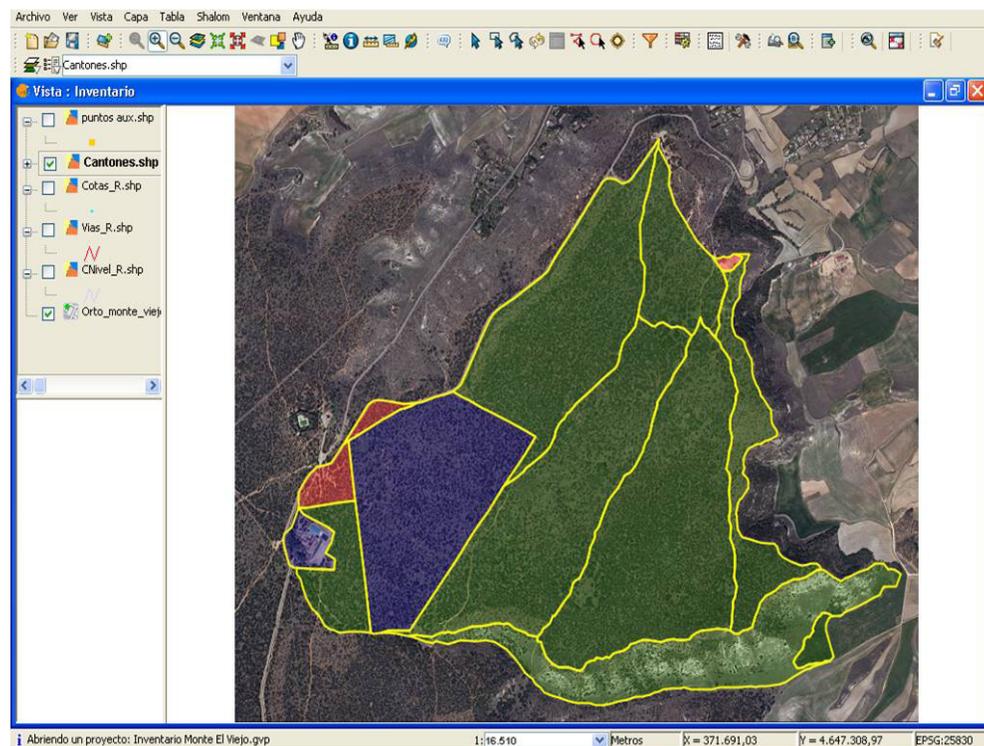
importante

Cuando se tiene la herramienta de "Selección"  activada, y se pincha sobre cualquier vértice para desplazarlo, a la vez se selecciona también el polígono correspondiente. El relleno del polígono se resaltará con la simbología de selección de polígono (por defecto es amarillo sin transparencia), superponiéndose a la ortofoto. Cuando esto suceda y se quiera quitar esta selección de polígono para seguir viendo la ortofoto, se debe ejecutar el icono de "Limpiar selección"  y acto seguido pinchar de nuevo sobre los dos polígonos para que se resalten sus vértices.

En ocasiones puede suceder que se hayan dibujado demasiados vértices y alguno interese eliminarlo para simplificar el dibujo. Para eliminar vértices una vez dibujado un polígono, en el *modo edición* se debe activar la aplicación "Editar vértice" mediante su icono  de la barra de herramientas. Una vez activada, se busca el vértice ayudándose del *snapping* (activar "snap" punto final o punto de intersección) y se pincha sobre él con el botón principal del ratón. Se resaltarà el vértice con una cruz de doble color. Acto seguido con el botón derecho del ratón se selecciona "Eliminar" y ese vértice dejarà de formar parte del polígono.

5.6. *Mapa de cantones*

Los cantones deben ser unidades territoriales permanentes, con cierta homogeneidad ecológica y, sobre todo, con límites permanentes fácilmente definibles. La propuesta de cantones para el ejemplo del caso semirreal del Cuartel 1 del Monte el Viejo (C.U.P. 232.2) es la siguiente:



Apoyándose en límites permanentes se han distinguido distintos cantones. Se han sacrificado con un fin didáctico en algún caso criterios selvícolas más ortodoxos. Así se pueden identificar en rojo tres pequeñas áreas ligadas al uso público, dos cantones en azul de acceso restringido y uso especial: un cercado cinegético y una residencia sanitaria y una serie de cantones con vocación forestal en verde, entre los que cabe diferenciar dos singularidades sobre los demás: una ladera yesífera al sur, y una pequeña masa de pinar al sureste.

Límites permanentes destacados son:

- Vías de comunicación (carretera y caminos)
- Vallado cinegético
- Cambios bruscos de pendiente (laderas)²⁷
 - o Límite este de la zona de estudio y laderas margosas sobre el Valle del Cigarral al sur

5.7. Tabla de atributos de los cantones

La diferencia básica de un programa SIG respecto a programas de dibujo y diseño gráfico asistido por ordenador (CAD) radica en la posibilidad de incorporar información a los elementos gráficos, información tanto geográfica como de cualquier otro tipo mediante tablas de atributos asociadas a estos elementos.

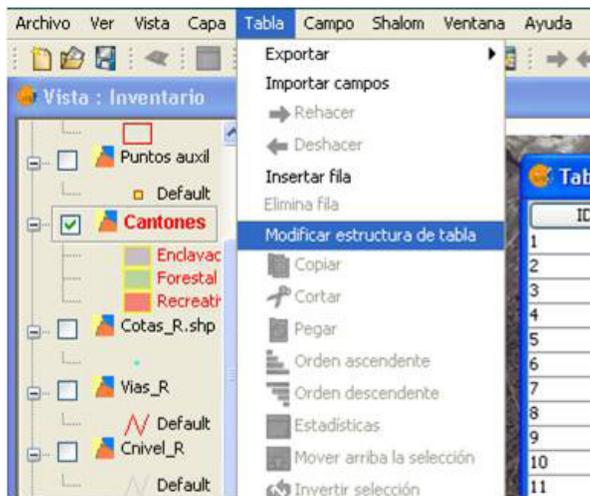
El *Gestor de proyectos* que se abre al inicio del programa permite importar tablas (p.ej. en formato .dbf) que de entrada pueden estar ligadas o no a elementos gráficos. Pero también posibilita la configuración de tablas al crear una nueva capa de elementos gráficos.

Al crear la capa de cantones se definieron tres Campos de entrada de información: [ID], [Uso] y [Area]. La estructura de esta tabla de Campos se creó al definir la capa de cantones, aunque aún no se hubiera abierto la tabla como tal. gvSIG crea por cada elemento gráfico de la capa, es decir por cada cantón, una fila de entrada de datos para cada campo. Hasta ahora todas las celdas de la tabla están vacías de contenido. La tabla creada se puede visualizar pinchando en el icono  "Muestra los atributos de las capas seleccionadas".

En el momento en que se abra la tabla, ésta será incorporada automáticamente al apartado "Tablas" del *Gestor de Proyectos* y se podrá abrir

²⁷ En la ordenación del Monte el Viejo las laderas no forman parte del Cuartel A. Los cantones marcados con color rojo se clasifican como "cantones especiales".

5.8. Cálculo de la superficie de los cantones



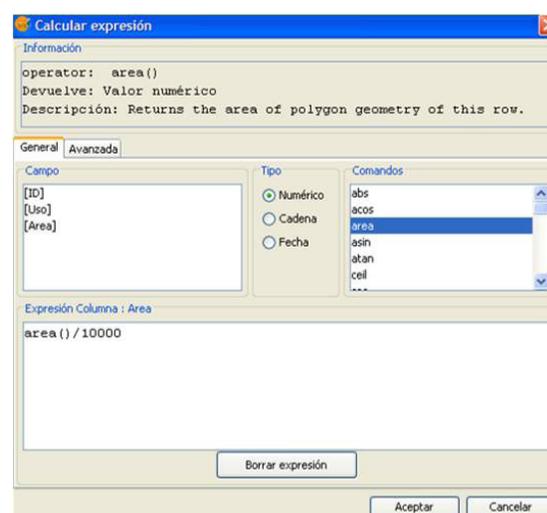
importante

Al editar los Campos de la tabla, gvSIG 1.9 modifica aquellas simbologías que estén asociadas a valores de Campo (p.ej. la simbología de "Valores únicos" aplicada a la capa de cantones). Por este motivo para simbologías complejas conviene editar primero los Campos y una vez completados configurar la simbología final porque de lo contrario habrá que repetir la ardua tarea de definir estas simbologías, que a la postre son fundamentales para la representación gráfica del proyecto.

En la tabla de atributos abierta se debe pinchar con el ratón sobre el encabezamiento del Campo [Area]. La celda de encabezamiento queda activada con otra tonalidad. A continuación hay que abrir la calculadora citada pinchando en el icono "expresión" de la barra de herramientas.

En la nueva ventana desplegada se comprueba que en la parte baja aparece el recuadro: *Expresión columna "Area"* (si apareciera otro nombre de Campo, se debe dar marcha atrás y activar correctamente el encabezado del Campo deseado: [Area]). A continuación, se selecciona el *tipo de comando*: "area" con un doble click. La expresión "area" seleccionada aparecerá en el cuadro de texto inferior. El programa permite también calcular directamente y con el mismo procedimiento otras métricas del polígono como el perímetro.

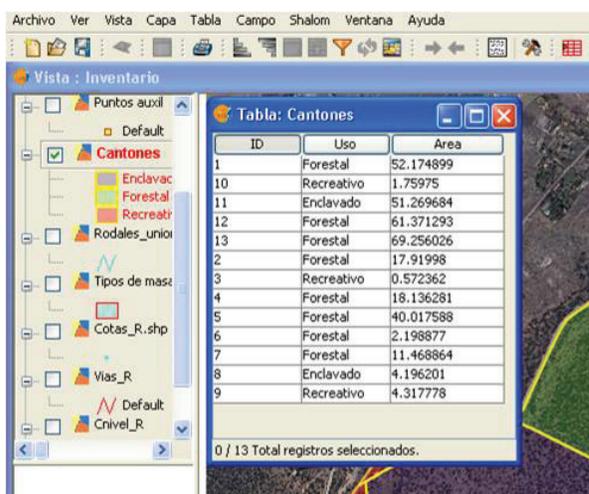
Como la unidad de medida del proyecto es el metro, se debe dividir el área entre 10.000 para obtener los resultados en hectáreas (con el teclado se agrega la expresión "/10000" en la ventana de texto):



Se pincha "Aceptar" y automáticamente aparecerá la superficie (en hectáreas) de cada cantón, junto con la información que se haya introducido en los otros Campos [ID] y [Uso].

importante

Si se modificaran posteriormente los límites de alguno de los cantones, habría que recalcular sus áreas porque gvSIG 1.9 no lo hace automáticamente.

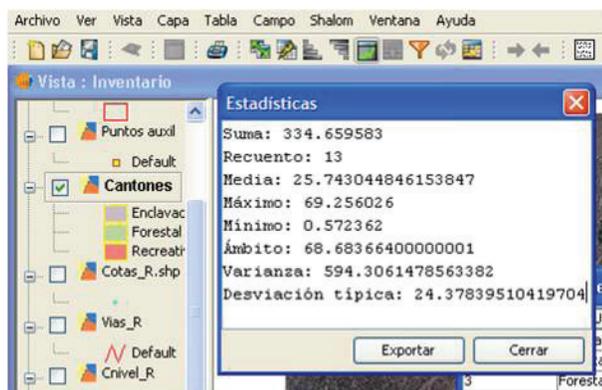


Los valores del Campo [ID] se han ordenado ascendentemente de forma voluntaria mediante el botón "Ordena por el campo seleccionado en orden ascendente". A pesar de ello se aprecia que los números no están ordenados correlativamente en la tabla. Esto sucede porque el "Tipo de campo" que se eligió para el Campo [ID] fue alfanumérico (*string*) y no numérico (*integer* o *double*), y por tanto primero los ordena por el primer carácter y después por el segundo. Si se hiciera la misma operación con el Campo [Area], al ser este campo de Tipo *double*, sí ordenaría de forma ascendente todos los valores de las superficies (o descendente si pulsáramos el icono contiguo).

²⁸ La práctica dasocrática recomienda establecer superficies del cuartel entre un mínimo de 100 a 300 ha y un máximo de 1000 ha.

Una vez definidos los cantones y calculadas sus superficies, puede interesar conocer de forma rápida la suma de la superficie de todos los rodales u otros parámetros estadísticos de los mismos (media, varianza, valores extremos, etc.).

Para ello, con la tabla abierta (no es necesario en modo edición), y seleccionando el encabezado del Campo que interese, en este caso el Campo [Area], se hace click en el icono "Estadísticas". El programa devuelve en pantalla un resumen de los principales valores estadísticos. Otra forma es acudir a la barra de herramientas y en el menú de Tabla seleccionar la aplicación "Estadísticas". Se obtiene como valor principal la suma de superficies, es decir, la superficie del cuartel²⁸, que como se apuntaba al inicio del manual, superaba las 300 ha. Concretamente la superficie del cuartel considerado es de 334,66 ha.



importante

Si en una tabla se tuviera seleccionado uno o varios elementos (se reconocerían por aparecer sus filas en la tabla de atributos destacadas en otro color), la "Calculadora de campos" sólo va a resolver el área de los elementos seleccionados. Lo mismo ocurre con el cálculo de estadísticos. Por ello conviene limpiar previamente la selección con el botón "Limpiar selección" (también en menú principal a través de la pestaña "Capa" + "Limpiar selección").

6. DEFINICIÓN DE MASAS O TIPOLOGÍAS FORESTALES

Una vez concluida la división inventarial permanente (cuarteles y cantones) se procede a realizar la división inventarial temporal, comenzando con la delimitación de las masas o tipos forestales, *formaciones de vegetación susceptibles de recibir un tratamiento selvícola diferenciado*. La caracterización de los tipos de masa responderá a un análisis estructurado de la composición específica, el estado de desarrollo, la cobertura arbórea, la estructura del dosel arbóreo, etc. Como se verá más adelante la superficie de la masa forestal podrá exceder la del cantón. Por el contrario, los límites del rodal no podrán exceder los del cantón en el que se inscribe. La práctica silvícola recomienda no establecer masas de menos de media hectárea para posibilitar el replanteo cartográfico y la ejecución de los tratamientos silvícolas.

importante

La “regla de los 0,2mm” o “regla del cartógrafo”

Ningún símbolo, punto o línea podrá ser marcado en un plano o mapa si mide menos de 0,2mm²⁹, valor correspondiente al diámetro de la plumilla de dibujo técnico. Este valor se denomina tolerancia cartográfica. La regla del cartógrafo se traduce en que el elemento menor georreferenciable en la cartografía pasará a ser igual a:

0,2mm * denominador de la escala

Ejemplo: Escala 1/25.000

El elemento más pequeño a considerar, tanto en campo como en la cartografía, deberá ser:

*0,2mm*25.000 = 50.000mm= 50 metros*

La superficie mínima a considerar en campo será por tanto:

*50m*50m = 2500m² (0,2mm * 0,2mm en la cartografía).*

²⁹ El concepto de tolerancia o mínima percepción visual (0,2mm) ha perdido importancia desde la generalización del uso de programas de diseño gráfico asistido por ordenador CAD (computer assisted design). En el ámbito forestal, debido a las escalas de gestión utilizadas en la cartografía (< 1/5000) y al común uso en campo de cartografía en formato papel, sigue estando plenamente vigente.

6.1. Criterios para la identificación de masas o tipologías forestales

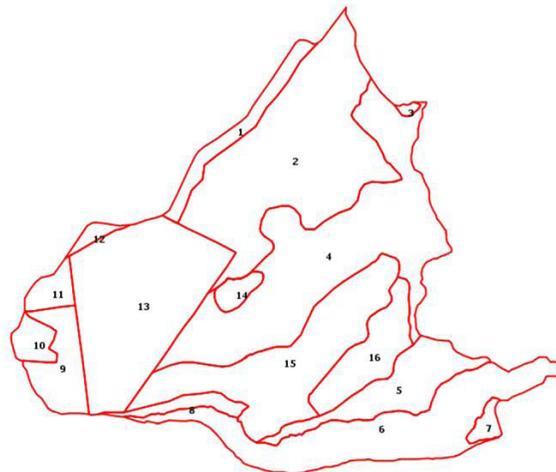
Los tipos forestales se definen fundamentalmente atendiendo a criterios de composición específica, estructuración vertical y horizontal de la vegetación, estado de desarrollo y objetivos de gestión. También pueden ser factores trascendentes variables tales como el modelo de combustible, el uso social y recreativo, los estados erosivos, el origen de la masa, etc.

Para la ordenación del Monte el Viejo se adaptó la tipología estructural definida para encina y quejigo para la comarca de la Alcarria (Guadalajara) por *SERRADA et al. (1995, en: BRAVO et al. 2005)*. En base a una clave dicotómica se diferencian cuatro grandes tipos estructurales, dos en monte alto, tres en monte bajo y dos en monte medio (Anejo 5.). Las variables que definen las diferentes llaves de la clave dicotómica pueden ser determinadas visualmente en campo con apoyo de la ortofoto.

A su vez, cada uno de los grandes tipos estructurales se subdivide atendiendo a la composición específica y al desarrollo de la sarda (estrato inferior originado por el rebrote vegetativo), la densidad de los resalvos (atalayas) y la composición específica.

6.2. Masas o tipos forestales identificados

Atendiendo al análisis de la ortofoto del cuartel y tras recorrer el terreno y teniendo en cuenta los criterios apuntados en el apartado anterior, se identifican en la zona de estudio once tipos de masa (de los trece tipos recogidos en la clave tipológica (Anexo 5.), diferenciándose 16 polígonos (la simbología utilizada en la numeración corresponde al Campo [ID_masa]).



El procedimiento de digitalización de las superficies de las masas en pantalla es el mismo que el seguido para la elaboración del mapa de cantones. Se crea un nuevo "shape" de polígonos llamado "Tipos de masa", con varios campos considerados de interés en este proyecto:

- [ID_masa] (*string*): número identificativo de la masa
- [Tipo_masa] (*string*): Tipo estructural
- [Sp_dom] (*string*): Especie dominante
- [% Encina] (*string*): Porcentaje de representación de la encina en el polígono (tesela) (% ocupación de la especie *Quercus ilex* L.)
- [% Quejigo] (*string*): Porcentaje de representación del quejigo en el polígono (tesela) (% ocupación de la especie *Quercus faginea* Lam)
- [Area] (*double*): Área (ha)
- [Perimetro] (*double*): Perímetro (km)

Se pueden incluir cuantos Campos se deseen (clase natural, forma de masa, especie dominante, etc.). En el caso de que se prevea una tabla demasiado grande, es preferible realizarla y tratarla previamente en un programa específico de hojas de cálculo y después importarla en formato .dbf y asociarla a la capa como se explicará al final de este apartado.

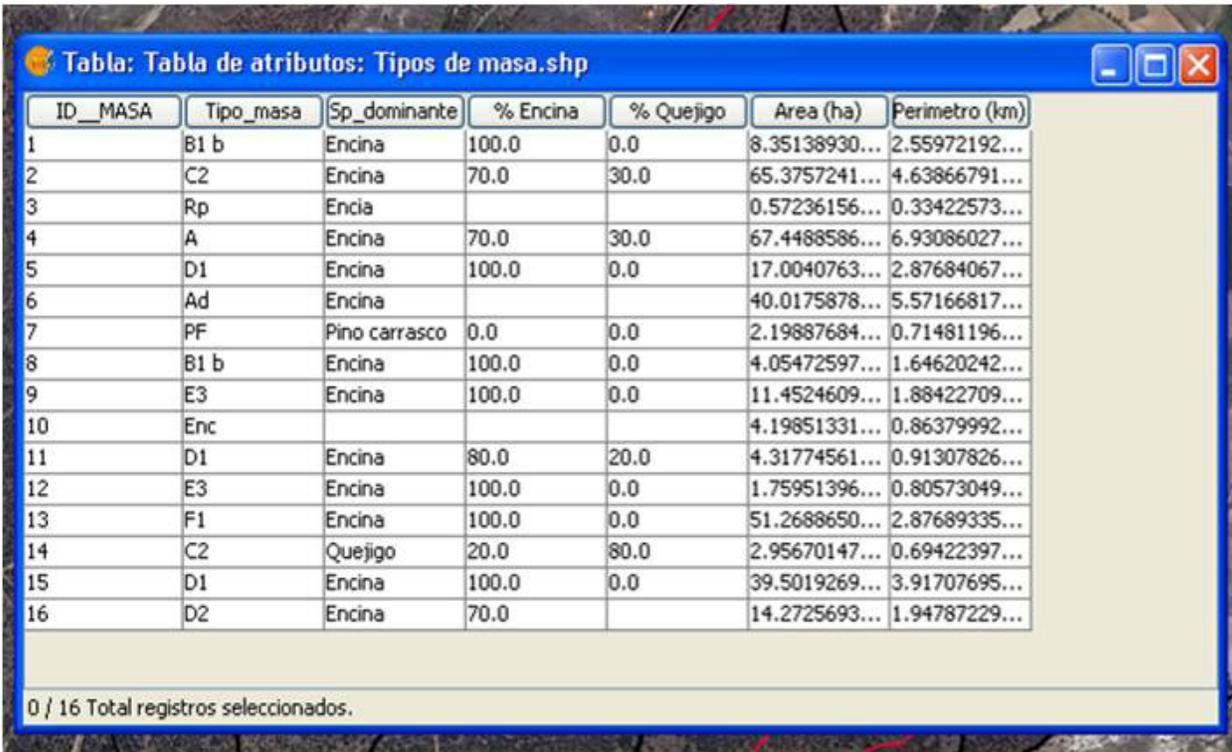
Para la definición de los polígonos de tipos de masa se abre la nueva capa en *modo edición* y se dibujan los límites de las nuevas superficies. En algunas masas forestales, toda o parte de su superficie coincide con algún cantón, por lo que será de mucha utilidad la herramienta *Snapping* para hacer coincidir todos los vértices. Conforme se vayan definiendo polígonos de masas forestales, convendrá también utilizar la herramienta *Autocompletar polígono* para facilitar el trabajo. El último paso será rellenar los Campos de la Tabla

en base a los datos determinados sobre el terreno.

Según los criterios apuntados en el apartado anterior, los distintos tipos de masa identificados en el cuartel de trabajo son (Anejo5):

- A: Monte medio adhesionado
- B1: Monte bajo adhesionado porte arbóreo con baja espesura
- C2: Monte medio regular anormal(2 tipos de resalvos)
- D1: Monte bajo con resalvos antiguos
- D1: Monte bajo con resalvos modernos
- E3: Monte bajo regular en formación
- F1: Monte alto adhesionado puro
- PF: Pinar fustal
- Rp: Repoblación
- Ad: Arbolado disperso
- Enc: Enclavado

La tabla de atributos final resultante con toda la información disponible para cada masa identificada es la siguiente:



ID_MASA	Tipo_masa	Sp_dominante	% Encina	% Quejigo	Area (ha)	Perimetro (km)
1	B1 b	Encina	100.0	0.0	8.35138930...	2.55972192...
2	C2	Encina	70.0	30.0	65.3757241...	4.63866791...
3	Rp	Encia			0.57236156...	0.33422573...
4	A	Encina	70.0	30.0	67.4488586...	6.93086027...
5	D1	Encina	100.0	0.0	17.0040763...	2.87684067...
6	Ad	Encina			40.0175878...	5.57166817...
7	PF	Pino carrasco	0.0	0.0	2.19887684...	0.71481196...
8	B1 b	Encina	100.0	0.0	4.05472597...	1.64620242...
9	E3	Encina	100.0	0.0	11.4524609...	1.88422709...
10	Enc				4.19851331...	0.86379992...
11	D1	Encina	80.0	20.0	4.31774561...	0.91307826...
12	E3	Encina	100.0	0.0	1.75951396...	0.80573049...
13	F1	Encina	100.0	0.0	51.2688650...	2.87689335...
14	C2	Quejigo	20.0	80.0	2.95670147...	0.69422397...
15	D1	Encina	100.0	0.0	39.5019269...	3.91707695...
16	D2	Encina	70.0		14.2725693...	1.94787229...

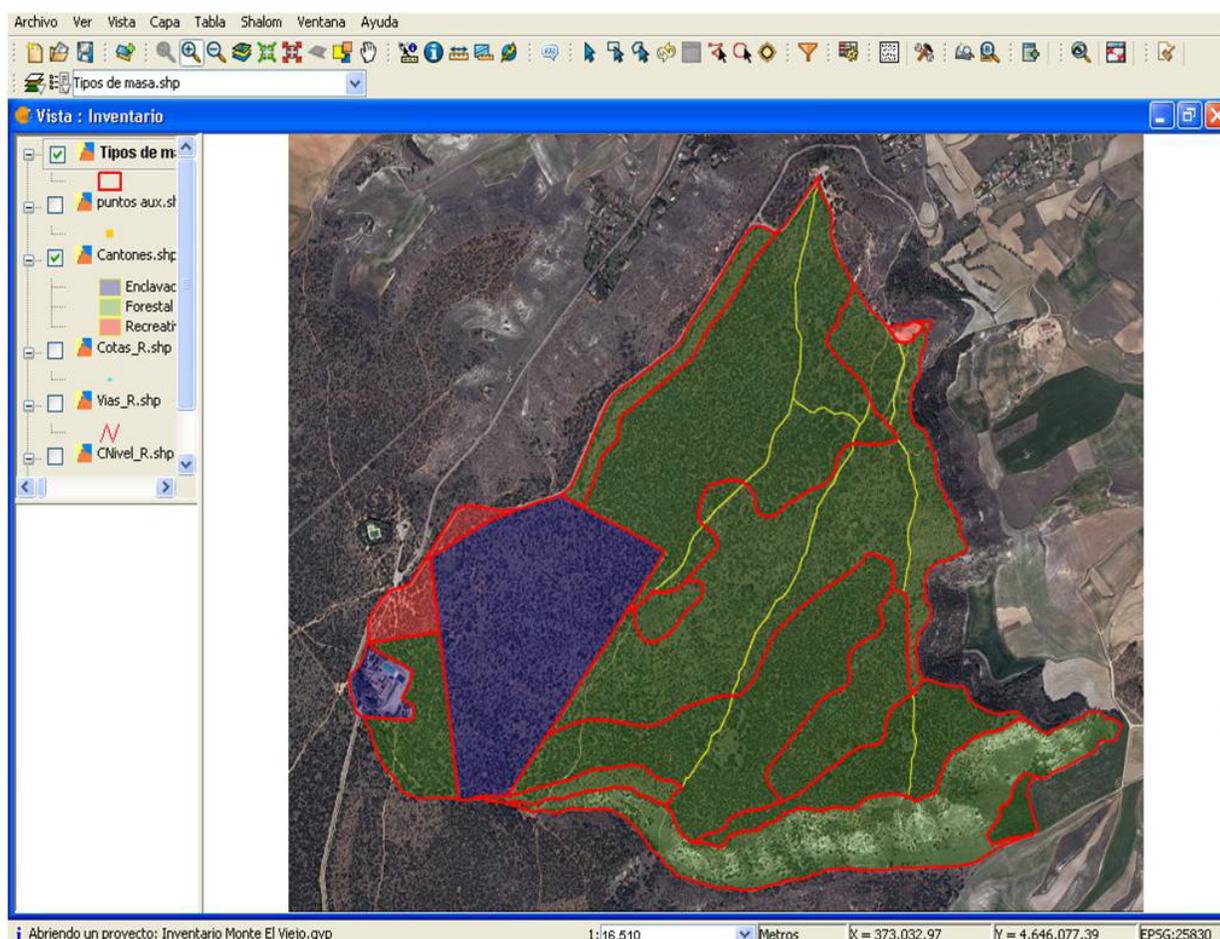
0 / 16 Total registros seleccionados.

La columna de áreas se calcula sobre la tabla de atributos con la herramienta “expresión” . El “perímetro” es otro comando de cálculo similar al área que gvSIG calcula también automáticamente para cada elemento gráfico (en este caso como la unidad es el metro, hay que dividirlo entre 1.000 para obtenerlo en kilómetros). El resto de datos se completan manualmente transcribiendo los datos obtenidos en el inventario terrestre.

Una vez obtenida esta tabla, el “Gestor de Proyectos” contendrá ahora dos tablas: la de los cantones y la de tipos de masa.

En la siguiente imagen se contrasta el mapa de tipos de masa con los límites de los cantones

(amarillo). Los bordes en rojo corresponden con los tipos forestales, que se cruzan y coinciden en algún caso con los límites amarillos de los cantones (se ha mantenido la simbología de éstos últimos en transparencia para compararlos mejor). En algunos casos coinciden plenamente como los cantones en rojo (zonas recreativas) y en azul (reserva de ciervos y residencia sanitaria, CAMP), la ladera situada en el límite meridional y el pinar al suroeste. En el resto no coinciden y se generan unidades menores (rodales) de menor tamaño que los cantones.



6.3. *Incorporación de datos de campo al SIG: Elaboración de uniones entre tablas*

Frecuentemente será necesario incorporar en la tabla de atributos variables externas al SIG. Un ejemplo característico son las variables no definibles con un SIG (daños por herbivoría, regeneración, etc.). En este apartado se va a explicar cómo unir una tabla de atributos de una capa de gvSIG con otra tabla de datos realizada en gabinete a partir de otros datos de campo.

El objetivo será complementar la información sobre los tipos de masa presentes en la zona de trabajo.

El primer paso es crear una tabla de datos en una hoja de cálculo (p.ej.- OpenOffice.orgCal o Excel) con los datos de interés, por ejemplo: altura del árbolado o del matorral, fracción de cabida cu-

bierta, tratamientos selvícolas previos, distribución/textura de la masa e intensidad de uso público. Esta tabla de datos se guardará en formato .dbf (compatible con la mayoría de programas SIG). En nuestro ejemplo la denominaremos "Datos complementarios masas". Se presenta a continuación el ejemplo de la tabla complementaria elaborada en gabinete a partir de datos tomados en el inventario terrestre. Junto a la columna de identificación de la masa (ID_masa) se incluyen

las variables: a) Altura (m): altura de la sarda (conjunto chirpiales-pies procedentes de rebrote vegetativo); b) Fcc (%): Fracción de cabida cubierta (cobertura arbórea total); c) Trat. Previo: Tratamiento selvícola previo (Resalveo, Repoblación, Poda, Clareo, Adecuación uso público, Silvopastoral); d) Distribución/Textura: Forma en que aparece agrupada la vegetación arbórea (Agr: agrupada, U: uniforme); e) Intensidad de uso público (Alta, Media, Baja).

DATOS COMPLEMENTARIOS MASAS (CUARTEL A, MONTE EL VIEJO, PALENCIA)					
ID_masa	Altura (m)	Fcc (%)	Trat_previo	Distribución/Textura	Intensidad uso público
1	>4	<50	Resalveo	Agr	Media
2	>4	>50	No	Agr	Media
3			Repoblación	U	Alta
4	>4	<50	No	Agr	Media
5	>4	>50	No	Agr	Baja
6				PA	Baja
7	>12	>80	Podas y clareo	U	Baja
8	4	<50	Resalveo	Agr	Media
9	>4	>50	No	Agr	Alta
10				-	Alta
11	>4	<50	Adecuación uso público	Agr	Alta
12	>4	>50	No	Agr	Alta
13	4	<50	Silvopastoral	U	Alta
14	<4	>50	No	U	Media
15	>4	>50	No	Agr	Media
16	>4	>50	No	Agr	Media

A la hora de fusionar una tabla de datos externos con la tabla de atributos del SIG, la tabla externa debe tener una columna de datos común a alguno de los Campos de la tabla de atributos de la capa. En este caso se tomará como referencia el Campo [Id_masa]. La codificación (en este caso, la numeración) de cada tipo de masa deberá coincidir con la asignada en la tabla de atributos.

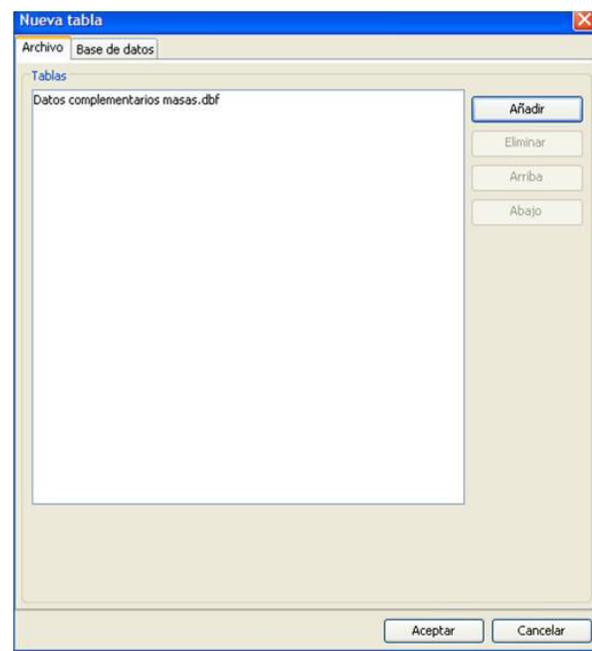
La tabla externa deberá ser guardada en formato .dbf para, a continuación, ser abierta en gvSIG 1.9 mediante el apartado "Tabla" del "Gestor de Proyectos".

Para acceder al "Gestor de Proyectos" desde una Vista, o bien se minimiza la Vista o bien se despliega el Menú "Ver" y se abre el "Gestor de proyectos".



Se selecciona la opción "Tabla" donde se encuentran las dos tablas de atributos creadas hasta ahora: la de los cantones y la de los tipos de masa. Pinchando el botón "Nuevo" (nueva Tabla) y a continuación el botón "Añadir", se procederá a iniciar la búsqueda de la tabla .dbf, por ejemplo, en el disco duro del ordenador. Una vez localiza-

da se añade pulsando "Aceptar". La ruta de esta tabla queda ahora vinculada al archivo del proyecto para su posterior uso.

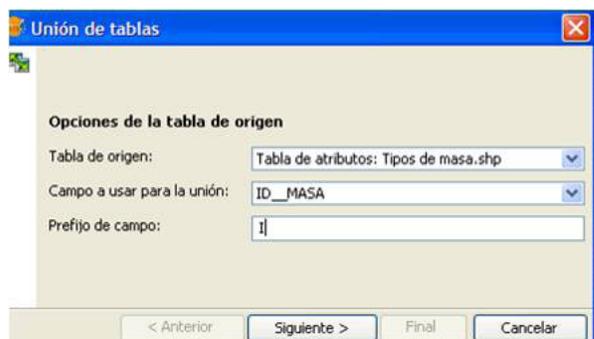


Para realizar la unión de tablas se debe abrir en primer lugar la tabla de atributos de la capa "Tipos de masa".

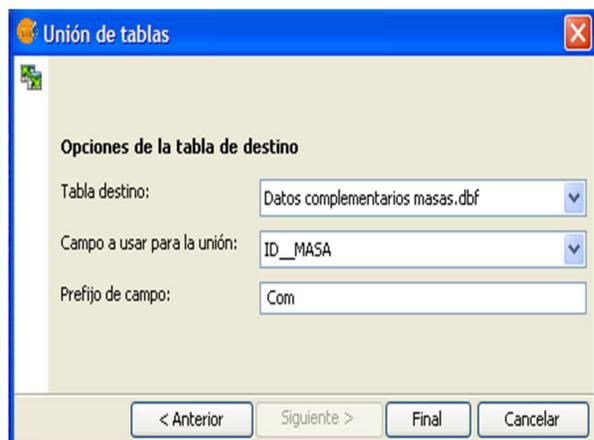
ID_MASA	Tipo_masa	Sp_dominante	% Encina	% Quejigo	Area (ha)	Perimetro (lm)
1	B1 b	Encina	100.0	0.0	8.351389	2.559722
2	C2	Encina	70.0	30.0	65.375724	4.638668
3	Pp	Encina	0.0	0.0	0.572362	0.334226
4	IA	Encina	70.0	30.0	67.448859	6.93086

A continuación se selecciona el icono de la herramienta "Unir" tablas , o bien por medio del menú principal "Tabla" y "Unir".

Se despliega un asistente de Unión de tablas en el que lo primero que se ha de definir es la tabla de origen. Se debe seleccionar la tabla de atributos de los "Tipos de masa" y el Campo común para realizar la Unión, es decir el Campo [ID_masa]. Se puede definir un prefijo ("I", de tabla Inicial) que precederá al nombre de los campos iniciales en la nueva tabla.



Al pulsar la opción *Siguiete* el asistente pide ahora la segunda tabla de unión: la tabla de "Datos complementarios masas". En esta tabla se debe seleccionar igualmente el Campo común. El nombre del Campo de esta tabla puede ser diferente, la condición es que las celdas y sus contenidos coincidan exactamente con las del Campo de la tabla de Tipos de masa (para evitar confusiones y facilitar el proceso parece conveniente dar al campo de unión el mismo nombre que el de la tabla de origen). Igualmente definimos un prefijo "Com" (Complementarios).



importante

Para unir dos tablas a través de un Campo de valores comunes, éstos deben ser del mismo tipo, es decir, o los dos de tipo numéricos (**Integer** o **Double**), o los dos alfanuméricos (**String**). Si el Campo ID de la tabla de origen es de tipo numérico, y el de la tabla destino (.dbf) es de tipo **String**, éste último no aparecerá entre las opciones "Campo a usar para la unión" de la tabla destino.

Esto puede ocurrir al guardar en formato .dbf la tabla externa. Para solucionarlo, únicamente habría que cancelar la Unión de tablas, abrir la tabla de "Datos complementarios" mediante el Gestor de proyectos y comenzar su edición (**Tabla>Comenzar edición**). Una vez comenzada su edición, a través de **Tabla>Modificar estructura** de tabla comprobamos el tipo de Campos, y si fuera necesario se crea un nuevo Campo, con el tipo deseado. En el **modo edición de la tabla** se introducen los valores de ese nuevo Campo de la tabla, los mismos valores del campo ID inicial, pero que serán ya compatibles para la Unión de Tablas. Se cierra el modo edición mediante **Tabla>Terminar edición**, y se volvería a iniciar el proceso de Unión de tablas nuevamente.

Tabla: Tabla de atributos: Tipos de masa.shp X Datos complementarios masas.dbf

I_ID_MASA	I_Tipo_masa	I_Sp_dominan	I_% Encina	I_% Quejigo	I_Area (ha)	I_Perimetro	Com_ALTURA	Com_FCC	Com_TRAT_...	Com_DISTR...	Com_INTEN...
1	B1 b	Encina	100.0	0.0	8.351389	2.559722	>4	<50	Resalveo	Agr	Media
2	C2	Encina	70.0	30.0	65.375724	4.638668	>4	>50	No	Agr	Media
3	Rp	Encina	0.0	0.0	0.572362	0.334226			Repoblaciñ	U	Alta
4	A	Encina	70.0	30.0	67.448859	6.93086	>4	<50	No	Agr	Media
5	D1	Encina	100.0	0.0	17.004076	2.876841	>4	>50	No	Agr	Baja
6	Ad	Encina	0.0	0.0	40.017588	5.571668				PA	Baja
7	PF	Pino carrasco	0.0	0.0	2.198877	0.714812	>12	>80	Podas y cla	U	Baja
8	B1 b	Encina	100.0	0.0	4.054726	1.646202	4	<50	Resalveo	Agr	Media
9	E3	Encina	100.0	0.0	11.452461	1.884227	>4	>50	No	Agr	Alta
10	Enc		0.0	0.0	4.198513	0.8638				-	Alta
11	D1	Encina	80.0	20.0	4.317746	0.913078	>4	<50	Adecuaciñ	Agr	Alta
12	E3	Encina	100.0	0.0	1.759514	0.80573	>4	>50	No	Agr	Alta
13	F1	Encina	100.0	0.0	51.268865	2.876893	4	<50	Silvopastor	U	Alta
14	C2	Quejigo	20.0	80.0	2.956701	0.694224	<4	>50	No	U	Media
15	D1	Encina	100.0	0.0	39.501927	3.917077	>4	>50	No	Agr	Media
16	D2	Encina	70.0	0.0	14.272569	1.947872	>4	>50	No	Agr	Media

0 / 16 Total registros seleccionados.

Tras finalizar, el asistente gvSIG incorpora todos los nuevos datos a la tabla de origen de la capa. La propia tabla y los Campos producto de la unión de tablas se renombran automáticamente. Los Campos de la tabla de la capa inician su nombre con el prefijo "I" más el nombre original del Campo. Los campos importados de la tabla .dbf se incorporan a la derecha de la tabla, y sus nombres comienzan por el prefijo "Com" y a continuación añaden el nombre del Campo en cuestión.

importante

La Unión de tablas (join³⁰) es una aplicación temporal sobre la tabla de origen. Si se edita la capa o se cierra el proyecto se perderá la unión, manteniéndose las tablas originales por separado.

Para guardar la nueva tabla resultante de la unión se deben seleccionar todos los elementos de la capa y exportarlos a un nuevo archivo archivo **shape**. El procedimiento se ejecuta activando el menú "capa", "exportar a", "shp". La tabla de atributos de esta capa exportada sí que recogerá todos los datos de la Unión de forma permanente. En esta tabla ya se podrán renombrar los campos a conveniencia (ver apartado 8.2.3.: "Exportar capa para diseñar malla de muestreo").

³⁰ Join: engl. Unir, juntar.

7. RODALIZACIÓN

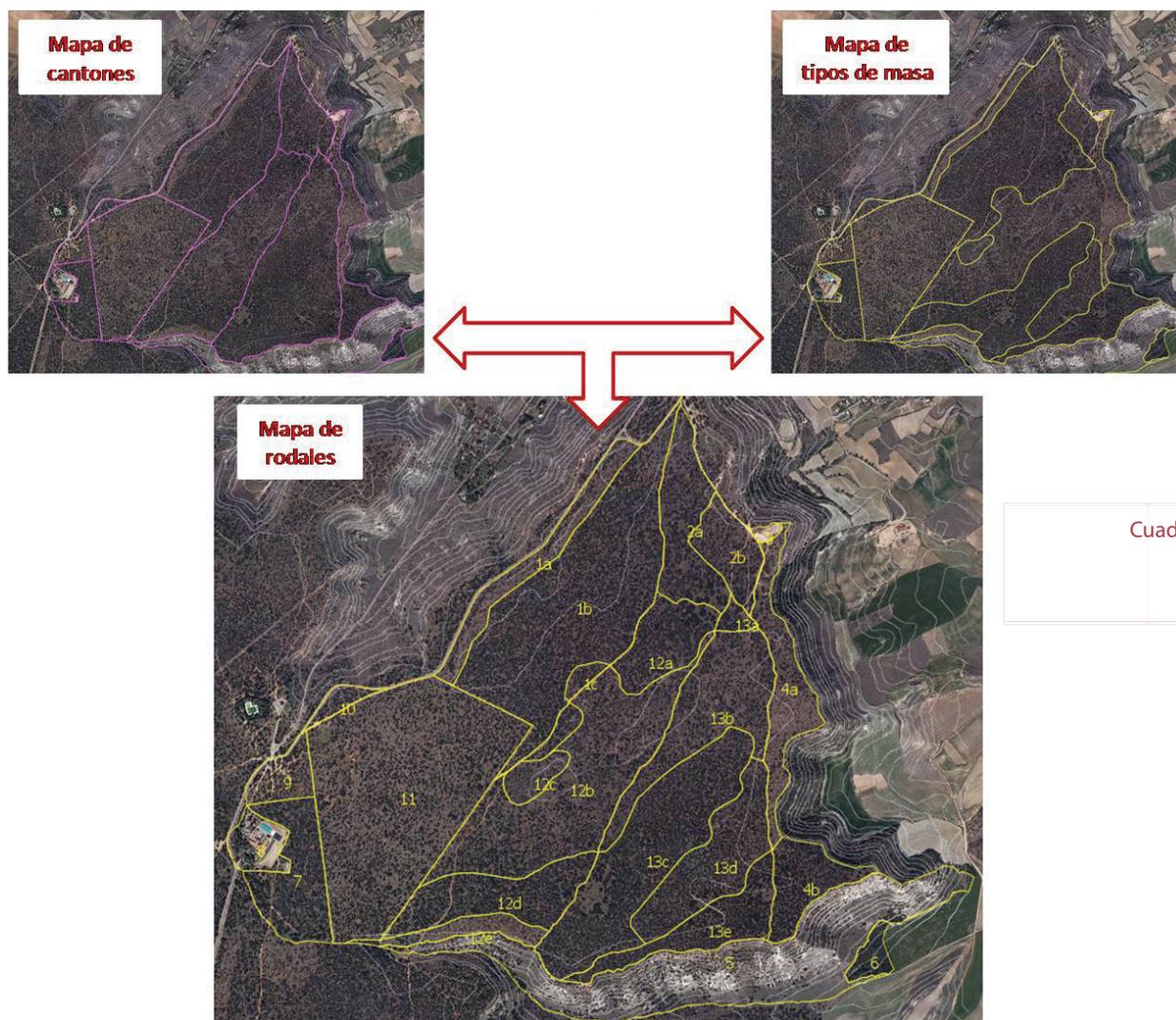
“El todo es más que la suma de sus partes”

Axioma Gestalt

La rodalización se define como “el proceso de delimitación, definición y caracterización de los diferentes rodales de un espacio forestal”. La correcta y precisa realización de la rodalización es imprescindible para la toma de decisiones en silvicultura.

Los rodales, unidades básicas silvícolas, se van a generar a partir de la intersección del mapa de cantones con el mapa de tipos de masa. En montes de pequeña superficie los rodales pueden digitalizarse directamente siguiendo el mismo proceder que en la edición de polígonos tratada en los apartados precedentes.

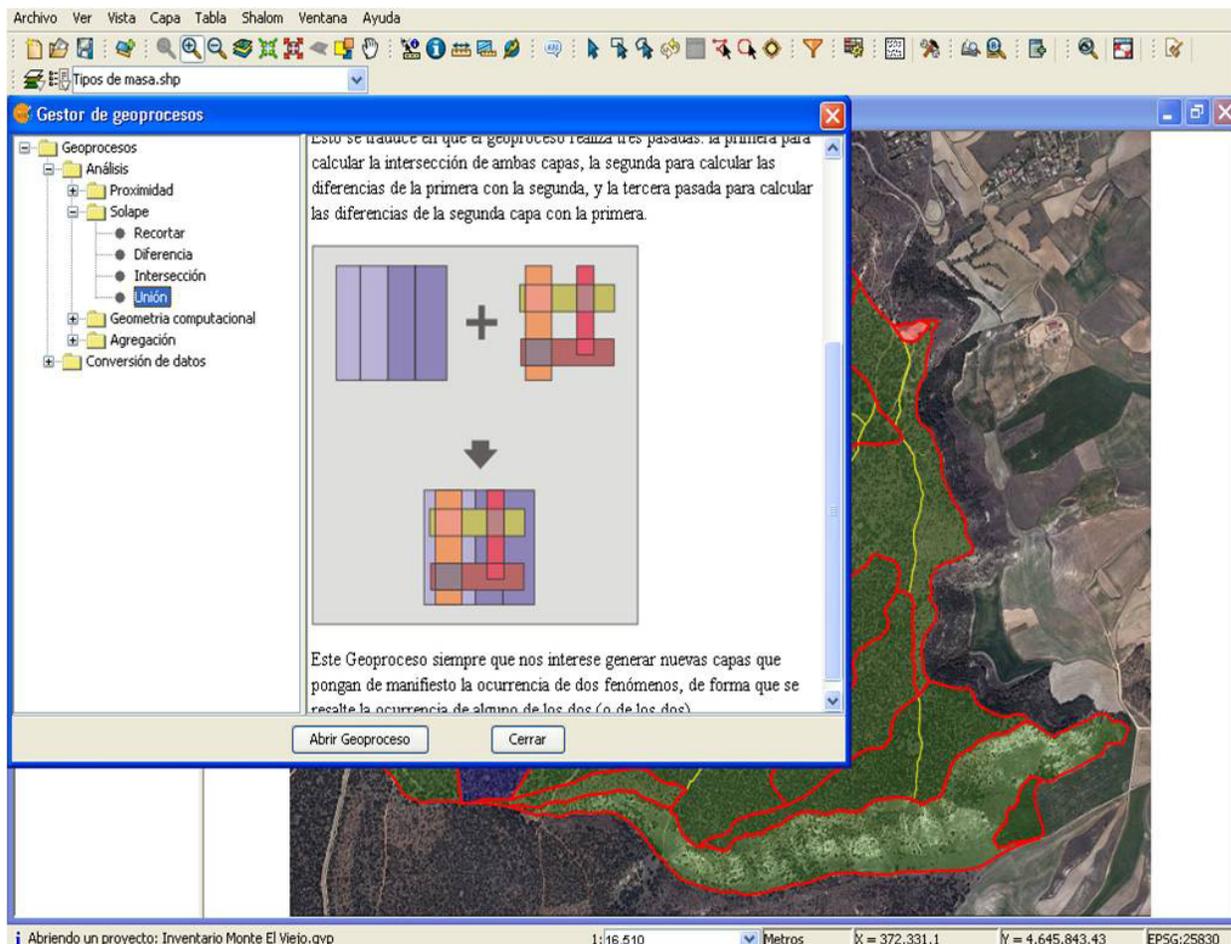
En montes con cierta complejidad estructural o superficies superiores a 150-200 hectáreas la rodalización se simplifica notablemente superponiendo las capas de cantones y la de tipos de masa.



Cuadro 6.

La superposición de las capas "mapa cantones" y "tipos de masa" define los rodales. Un cantón puede contener varios rodales, pero los límites del rodal no pueden superar los del cantón en el que se inscribe. (Monte el Viejo, Palencia, España)

7.1. Obtención de rodales. Geoproceso "Unión"

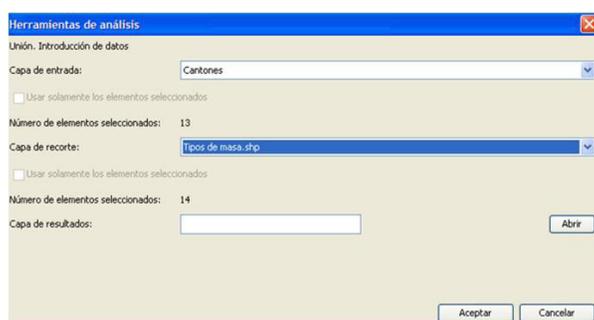


El "Gestor de geoprocetos"  abre una nueva ventana con un árbol de herramientas agrupadas en distintos subniveles. En este árbol aparecen diferentes herramientas llamadas de "Solape", las cuales se caracterizan por extraer nueva información basándose en la superposición de dos capas.

Dentro de estas herramientas de "Solape", la he-

rramienta "Unión" permite elaborar el mapa de rodales.

Al abrir el geoproceto "Unión" una nueva ventana solicita las dos capas que se desean cruzar: la capa de "Cantones" y la capa de "Tipos de masa". Como se va a crear una nueva capa con esa intersección de elementos, se debe indicar la ruta de ubicación de esta capa.

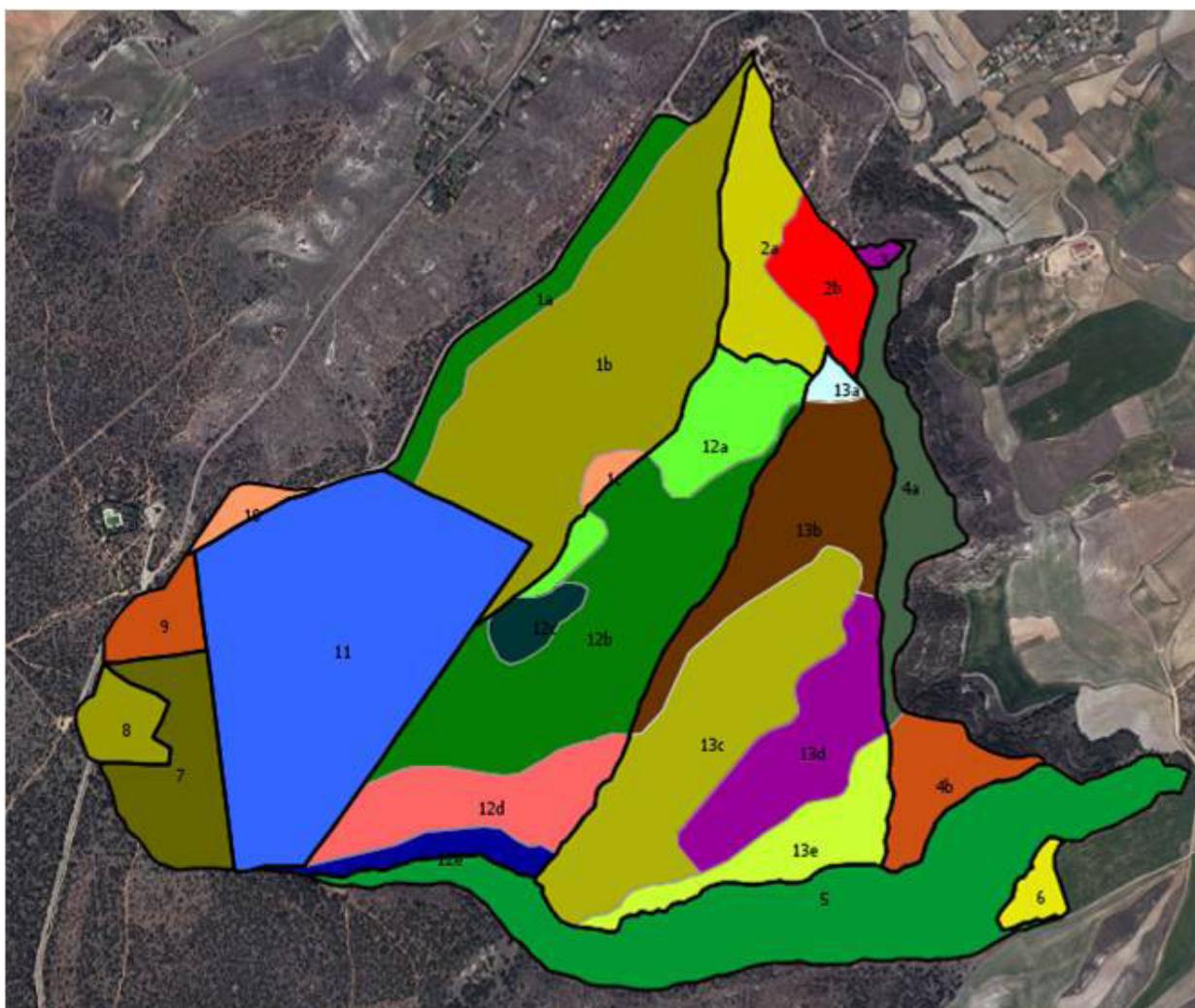


Al aceptar, automáticamente se puede cargar la nueva capa en el TOC. El programa asigna un nombre por defecto que se puede cambiar en "Propiedades" de capa o directamente con el botón derecho del ratón sobre el TOC en "Cambiar nombre".

Esta nueva capa está formada por las geometrías

que son comunes en las dos capas de origen (es decir sus intersecciones), más las geometrías que aparecen sólo en una o en otra capa puestas en relación. Por este motivo es imprescindible que los vértices de los polígonos contiguos coincidan, tanto de los cantones como de los tipos de masa. De lo contrario al ejecutar el geoprocaso "Unión" aparecerán multitud de pequeños polígonos correspondientes a los huecos o solapes que por error hubieran quedado al digitalizar. La utilización de las herramientas "snapping" y "autocompletar polígonos" supone una ayuda esencial en este aspecto.

El resultado final es el siguiente o uno similar, según la simbología que se haya configurado:



Una vez realizada la unión, en la nueva tabla de atributos aparecerán todos los campos de las tablas de origen. El primer campo [ID] se debe renombrar asignando nuevos nombres a los rodales tal como se indica en la imagen. Se da preferencia a la numeración del cantón y se le asigna una letra minúscula correlativa con el mismo criterio de avance que se vio en la numeración de cantones (siguiendo el sentido de las agujas del reloj comenzando desde el norte).

En total resultan 25 rodales de los cuales 8 coinciden exactamente con los límites de cantones (cantones de rodal único, resaltados su límites permanentes en negro), y otros 17 son subdivisiones de los cantones. Si se analizan las áreas, los datos más relevantes son las superficies máximas y mínimas de los rodales, 51,26 ha y 0,57 ha³¹ respectivamente. Estas superficies se ajustan a los límites orientativos que se establecen en la literatura forestal. A modo de curiosidad, la superficie media de rodales en el cuartel es de 13,39 ha.

Entre los rodales generados existe un caso particular; se trata del rodal 12a. Como se aprecia en la simbología, la unión en gvSIG 1.9 ha asignado a este rodal dos superficies discontinuas. Ello es debido a que estas dos superficies pertenecen a un mismo cantón y a un mismo tipo de masa también.

Será el criterio del técnico el que valore si interesa seguir considerándolo un único rodal o, como parece más lógico, contemplar un rodal nuevo. En el caso de que interese contemplar un rodal

nuevo, lo más práctico será eliminar de la tabla de atributos el rodal 12a, y a continuación digitalizar los nuevos rodales con la herramienta "polilínea", asignándoles el nombre correspondiente: 12a y 12c.

³¹ El rodal 3, de 0,57 ha de superficie, corresponde con un antiguo campo de tiro al plato y es considerado "rodal especial".

7.2. Depuración de tabla y corrección de posibles errores en el mapa de rodales

Debido a la gran irregularidad de los polígonos generados, tanto de cantones como de tipos de masa, y por tanto del elevado número de vértices dibujados, a pesar de haber sido muy estrictos en la edición de estos vértices mediante el “*snap-ping*” y la herramienta “*Autocompletar polígonos*”, es habitual que al ejecutar el proceso “Unión” el programa genere una nueva capa con muchos más polígonos de los esperados, bastantes de ellos con áreas despreciables o incluso vacías. Esto no se suele apreciar en la ventana de visualización porque los polígonos generados por exceso, o los huecos, suelen ser de una superficie muy pequeña, pero sí se puede comprobar a través de la Tabla de la nueva capa de rodales. Estos desajustes pueden ocurrir simplemente por un mínimo error de solape de algún vértice en la digitalización, o también porque en polígonos irregulares con tramos de numerosos vértices muy próximos, la herramienta “*Autocompletar polígono*” haya saltado un vértice y se arrastre ese error inapreciable.

Puede suceder incluso que debido a estos desajustes, algún rodal claramente esperado no sea dibujado e incluido en la capa “Unión”. Todo esto es asumible y fácilmente corregible una vez detectado, pero exige hacer un análisis y valoración del resultado obtenido tras la unión de capas.

La corrección de estos posibles errores debe ser en todo caso mucho menos laboriosa que digitalizar uno por uno todos los rodales. Se describe a continuación cómo proceder en el caso de que suceda cualquiera de los tres supuestos siguientes³²: a) Rodales resultantes demasiado pequeños, b) Áreas resultantes vacías, c) Rodales no definidos en el geoproceso.

a. Eliminación o unión de rodales de superficie demasiado reducida:

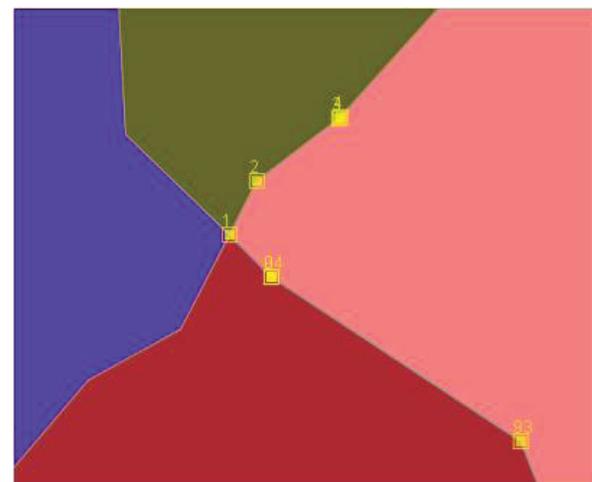
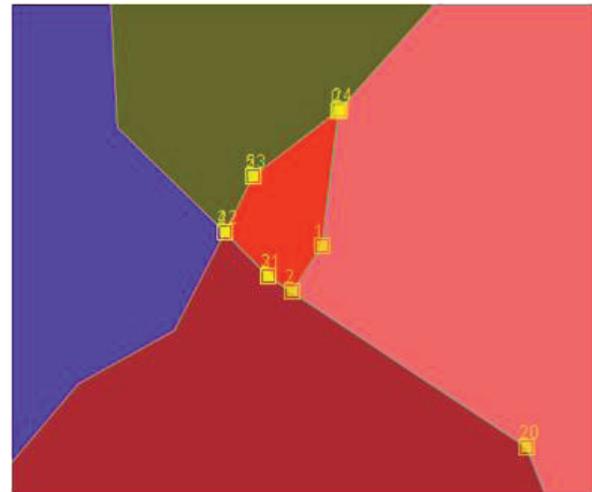
Para detectar rodales de superficie por debajo de lo esperado o deseado (< 0,5 a 1 ha), se calculan las áreas de todos los rodales generados por la “Unión” mediante la “Calculadora de campos”  y a continuación se ordenan todas las áreas de forma ascendente . Una vez analizados los resultados de las áreas, directamente se eliminan aquellas primeras filas de la tabla cuyas áreas sean cero o valores ínfimos muy próximos a cero. Si sigue habiendo algún valor demasiado bajo para ser considerado un “rodal” con entidad propia, pero sin embargo su superficie no es despreciable, se deberán valorar sus características en la ventana de visualización.

³² La experiencia muestra estos tres supuestos como los más comunes.

Para poder localizar un rodal de reducida superficie que no se aprecie a simple vista en la ventana de visualización, se selecciona en la Tabla la fila del rodal en cuestión y se pincha el icono "Zoom al polígono seleccionado" . Automáticamente el rodal ocupará toda la ventana de visualización, y a partir de esta vista se puede ir reduciendo el zoom hasta identificar su localización en el cuartel (por ejemplo el rodal en rojo de la siguiente imagen). Este pequeño polígono puede ser producto de un error en la edición de los vértices y deberá, por tanto, ser corregido, o puede que realmente sea un verdadero rodal resultado de la intersección de cantones y tipos de masa, pero de un tamaño tan reducido que técnicamente pueda ser recomendable unirlo a otro rodal contiguo para simplificar la gestión de cuartel.

En el ejemplo de la imagen, el rodal rojo, tanto si es producto de un error de solapes como si no, interesa anexionarlo a otro rodal, y se debe decidir a qué rodal queremos unirlo. En este caso se va a unir al rodal situado al este (color rosa). El proceso para unir dos polígonos de una misma capa es como sigue. En *modo edición* se seleccionan ambos polígonos pinchando en el interior de ellos mediante la herramienta "Seleccionar" .

Una vez seleccionados, además de resaltarse cada uno de sus vértices, se habilitará en la barra de herramientas el icono de la herramienta "Unir" . Pinchando en este icono ambos rodales seleccionados se fusionarán en uno sólo, tanto en la Ventana de visualización como en la Tabla.

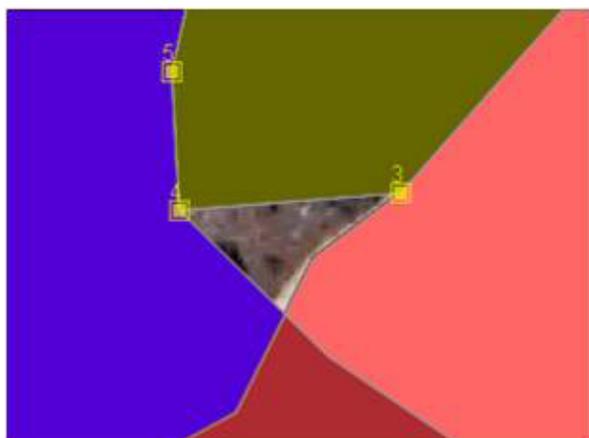


b. Reajuste de rodales debido a áreas vacías:

Otro caso que puede darse es que quede algún pequeño hueco entre rodales. Se deben analizar los cantones y tipos de masa entorno a esas áreas vacías para saber cómo ajustar los rodales. No es raro que ese hueco se corresponda con un pequeño rodal en sí mismo pero que el geoprocreso no ha dibujado por algún error previo.

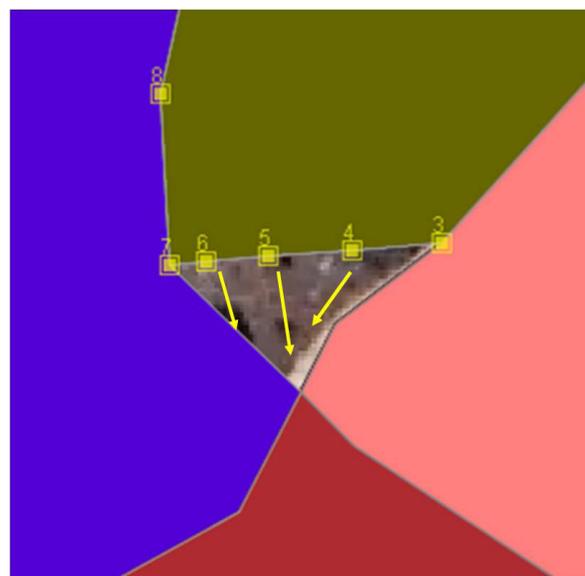
Mediante la activación y desactivación de capas en el TOC (de rodales, cantones y tipos de masa), así como con la selección de polígonos, se va a detectar rápidamente cuál es el origen del error y la solución más correcta.

En el ejemplo que se muestra a continuación ha quedado un área vacía en el centro de la imagen. Se opta por asignar esta superficie al rodal situado más al norte. Por tanto, se ampliará el rodal del norte hacia el punto de confluencia de los otros tres rodales. La forma de hacerlo es editando sus vértices y desplazándolos, pero en este caso entre el vértice 3 y el 4 no existen vértices intermedios para desplazar por lo que hay que crearlos.

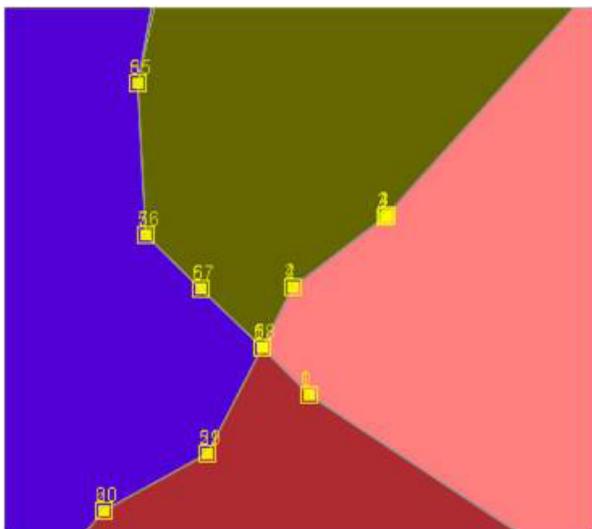


La creación de vértices intermedios se realiza con la herramienta "Editar vértice" . Tras seleccionar este icono aparecerá resaltada una cruz a doble color (rojo y negro) sobre alguno de los vértices existentes del polígono. Esa cruz señala el vértice editable. Pinchando con el botón secundario (derecho) del ratón se selecciona la opción "Añadir".

A continuación, teniendo el *snapping* de "punto más cercano" activado, se pincha con el puntero del ratón en algún punto del lado entre los vértices 3 y 4. De esta manera se creará un nuevo vértice.

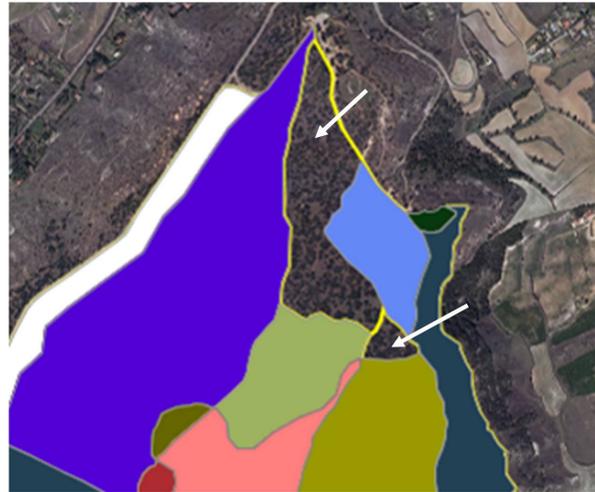


Se opera de igual manera para crear tantos vértices intermedios como sean necesarios. Por último, se desplazan los vértices haciéndolos coincidir con los vértices de los rodales contiguos hasta rellenar el hueco siguiendo los pasos explicados en el apartado "Edición y rectificación de vértices de los cantones". El resultado obtenido hace desaparecer el hueco y ajusta el rodal a los contiguos



c. Rodales no definidos en el geoproceso

Finalmente, siguiendo con los posibles errores susceptibles de producirse al ejecutar el geoproceso "Unión", pudiera ocurrir que dos rodales claramente identificados no se hayan generado en la nueva capa. En esta ocasión, la forma más rápida de solucionarlo es digitalizar sobre la capa de rodales estos dos polígonos con ayuda de la herramienta "Autocompletar polígono" apoyándose con el *snapping* en los límites de algunos tramos de cantones o tipos de masa afectados.



importante

Cuando se detectan y subsanan errores de ajustes en los rodales, conviene corregirlos simultáneamente también en las capas de origen. Bien en las capas de cantones o tipos de masa para evitar que aparezcan en posibles mapas de detalle futuros. Si los errores detectados fueran numerosos, tal vez sea conveniente corregirlos en origen y realizar un nuevo geoproceso de "Unión".

7.3. Herramientas de consulta en pantalla

Frecuentemente resulta de gran interés poder realizar consultas rápidas sobre la pantalla. La información solicitada al SIG puede ser trascendente en el análisis exploratorio de datos. Destacan las consultas "Información" y "medir" (áreas y perímetros, distancias).

7.3.1. Información en pantalla

Desde la ventana de visualización se puede obtener información de los elementos gráficos a través del botón "Información" . Una vez activado este botón, el puntero cambiará de forma y cada vez que se pinche sobre uno de los elementos del mapa, devolverá información acerca de los atributos del mismo. Para ello se debe activar primero en el TOC la capa a la que pertenece el elemento que se desea identificar.

Se pueden activar varias capas a la vez en el TOC (manteniendo pulsada la tecla "Ctrl"), y de esta manera podremos obtener la información de los atributos de varias capas cuando coincidan.

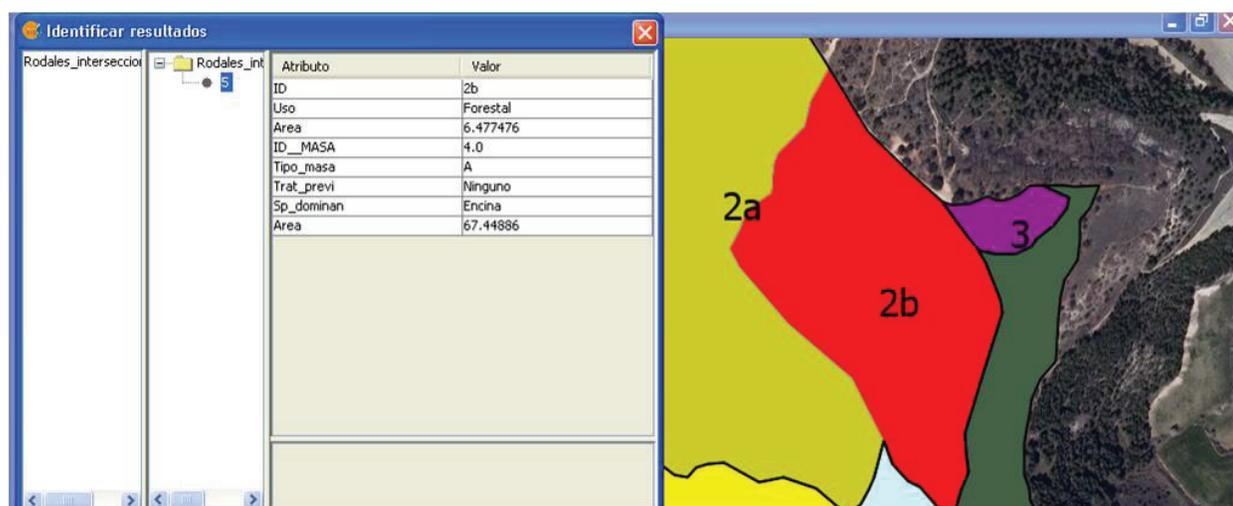
importante *Se pueden activar varias capas a la vez en el TOC (manteniendo pulsada la tecla "Ctrl") para obtener información de varias tablas de atributos cuando se dé el caso de elementos gráficos superpuestos. En el ejemplo, el rodal 2b a su vez forma parte del cantón 2 y del tipo de masa A.*

Medición rápida de áreas y distancias

Otras dos herramientas de cálculo rápido en pantalla son "Medir distancias" y "Medir áreas" , ambas disponibles en la barra de herramientas. Proporcionan información de la distancia entre dos puntos, o el área encerrado entre los vértices que se definan con el puntero. Cuando se define un área de un polígono, el programa calcula directamente también el perímetro.

Tanto la información de la distancia como la del área queda reflejada en la barra inferior a la ventana de visualización, siempre en las unidades definidas para el proyecto:

X = 371.138,67 Y = 4.647.434,76 P: 1.343,42 A: 60.547,42 m²



8. INVENTARIO DASOMÉTRICO, MALLAS DE MUESTREO Y FRACCIÓN DE CABIDA CUBIERTA

8.1. *El inventario dasométrico; sinopsis*

El inventario dasométrico o estudio cuantitativo de las masas forestales tiene por objeto cuantificar, con la mayor precisión posible, las características cuantitativas del rodal. La información aportada por el inventario categórico desarrollado durante la fase de rodalización³³ es frecuentemente insuficiente para la toma de decisiones selvícolas. Así, el conocimiento de variables como el volumen por hectárea (m^3/ha), la calidad tecnológica de los fustes o la producción de frutos son imprescindibles para la ejecución de los aprovechamientos forestales o planes de cortas.

El inventario dasométrico es, probablemente, la operación más costosa de cualquier ordenación de montes. Es por ello que la definición de la intensidad de muestreo del inventario cuantitativo deberá ser acorde a la precisión de resultados requerida. A modo de ejemplo, en el caso de los aprovechamientos forestales no sería lógico plantear el mismo tipo de inventario para una masa en alto latizal (diámetro a la altura del pecho (DAP) [10 - 20 cm]) en la que se pretenda aplicar una primera clara, al que se debería plantear en un inventario en rodal en alto fustal [DAP > 35 cm] con fustes de alta calidad tecnológica. El propio valor económico de los productos forestales de cada masa justifica una mayor intensidad de muestreo en el segundo caso.

³³ El inventario categórico también es conocido como inventario de estimación pericial inmediata (*GONZÁLEZ et al. 2006*).

Las bases teóricas y estadísticas del inventario dasométrico son tan antiguas como la propia dasonomía, y ya desde sus inicios han pretendido definir el tipo de muestreo óptimo en cuanto a precisión y coste. Los inventarios dasométricos pueden ser muy variables, desde el conteo completo de todos los árboles de la masa, conocido como inventario pie a pie, hasta el muestreo estadístico. En este sentido, la toma de datos se realiza en parcelas distribuidas de forma sistemática o aleatoria en la masa forestal. Las parcelas suelen distribuirse sobre una malla de muestreo cuadrada o triangular equilátera (en relieves muy acusados). La estadística cobra especial importancia en éste último tipo de inventario.

De forma muy simplificada el muestreo estadístico se fundamenta en las siguientes fases³⁴: a) Muestreo piloto tendente a conocer la variabilidad interna de la masa (Coeficiente de variación, Cv), b) Definición del error de muestreo aceptado como máximo (comúnmente entre el 5 y el 30% en área basimétrica (m^2/ha) o volumen (m^3/ha)), c) Definición de la magnitud de la muestra para el error de muestreo anteriormente definida, d) Disposición y definición de las unidades de muestreo, e) Inventario, f) Análisis y proceso de datos (a nivel masa forestal). Por lógica estadística, para cada tipología de masa (también referidos en este caso como estrato de inventariación) se definirá un tipo de muestreo atendiendo a su variabilidad interna, objetivo de gestión y recursos disponibles para el inventario.

Hasta la fecha³⁵ el tipo de parcela más común en el inventario forestal dasométrico es circular y en menor medida, cuadrado o rectangular. Los datos obtenidos en el inventario de las parcela se expanden después a la unidad de referencia, la hectárea.

Por convenio y para evitar confusiones, las variables a nivel parcela se reflejan con letras en minúscula como acrónimo (n: número de pies por parcela, ab: área basimétrica por parcela, etc.) y los datos expandidos a la hectárea con los mismos acrónimos en mayúscula (N: número de pies por hectárea o densidad; AB: área basimétrica por hectárea (m^2/ha)). Desde la segunda mitad del siglo XX el muestreo angular (denominado relascópico en caso de ejecutarse con el relascopio de Bitterlich³⁶) es también muy común en muchos inventarios. Al igual que en el caso anterior, el muestreo angular precisa del replanteo con base estadística de una serie de parcelas en la masa forestal.

En base a la experiencia, son numerosos los tratados de inventario forestal que recomiendan intensidades y tipos de muestreo atendiendo a las características de la masa forestal y el objetivo de gestión (tipo de inventario y error, tipo de parcelas, variables a medir). En el mismo sentido, muchas administraciones forestales establecen prescripciones técnicas de inventario para los montes por ellas gestionados.

A modo de ejemplo, se muestra en la *tabla 3*. las prescripciones de inventario dasométrico según

³⁴ No es objeto de este manual profundizar en la teoría del muestreo e inventario dasométrico.

³⁵ Nuevas tecnologías (LIDAR, RADAR, etc.) aplicadas al inventario forestal pueden propiciar en un futuro un brusco cambio en el inventario forestal.

³⁶ <http://www.relaskop.at/>.

tipos de masas forestales recogidos en los pliegos de condiciones técnicas generales de ordenación de montes de la Diputación Foral de Navarra (España) (en: GONZÁLEZ *et al.* 2006). En el mismo sentido, y centrado en las tipologías silvícolas de monte bajo y medio (dominantes en el Monte el Viejo), las Instrucciones generales para la ordenación de montes arbolados de Castilla y León³⁷ de 1999 (JCYL 1999) establecen en su Sección 2ª - Estudio cuantitativo de masas forestales (c. Montes bajos, d. Montes medios)) que se puede llegar en los montes bajos y medios a "prescindir del inventario (controlándose los productos una vez realizados), o en todo caso a practicar inventarios por muestreos extensivos con errores de muestreo del 20 al 30% (5% de fiabilidad), para cuarteles o agrupaciones de unidades silvícolas de corta del orden de 200 a 250 hectáreas".

La herramienta clave para el replanteo en campo de las parcelas de un inventario dasométrico es la malla de muestreo cuyos lados vendrán definidos por la precisión de muestreo requerida. Cuanto mayor sea la heterogeneidad de la masa o la precisión requerida, menor será el lado de la malla y por tanto mayor el número de parcelas a replantar en campo. La malla de muestreo se coloca sobre el mapa de la masa a inventariar y en cada punto de intersección de la malla se sitúa una parcela de muestreo. Hasta finales del siglo XX la definición de las mallas de muestreo se realizaba superponiendo sobre el mapa la rejilla pintada sobre papel transparente o acetato. En campo, el replanteo de las parcelas de muestreo se llevaba a cabo con la ayuda de brújula y cinta

métrica. La generalización del GPS ha simplificado la labor de orientación, georreferenciación y replanteo de parcelas. Los sistemas de información geográfica han pasado, al igual que los GPS, a ser imprescindibles para el diseño de mallas de muestreo.

importante

La utilización del GPS y de los SIG es esencial en el inventario forestal. No obstante, no se debe olvidar que el GPS y el SIG son herramientas de apoyo al inventario forestal. El conocimiento de su uso y correcto manejo no sustituye nunca al de la dasometría.

³⁷ Decreto 104/1999, de 12 de mayo de 1999. Descarga libre en: <http://bocyl.jcyl.es/bocyl/>. (<http://bocyl.jcyl.es/boletines/1999/05/19/pdf/BOCYL-D-19051999-1.pdf>).

Tipología selvícola	Objetivo de inventario	Tipo de inventario y error máximo aceptable (ϵ) en área basimétrica (AB: m ² /ha)
Masas adultas susceptibles de corta final, de cortas de regeneración o últimas claras con productos maderables (se incluyen en este grupo las masas de monte bajo con pies de grandes dimensiones y aprovechamiento maderable)	Máxima fiabilidad en la medición de los productos a obtener	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo con parcelas circulares (+ 20 pies/parcela) <li style="padding-left: 20px;">ϵ : 10% en AB si superficie > 30 ha <li style="padding-left: 20px;">ϵ : 20% en AB con superficies entre 10 a 30 ha • Inventario pie a pie o muestreo de probabilidad proporcional a la predicción si superficie < 10 ha (ϵ : > 20% en AB)
Masas adultas (monte alto, medio o bajo) con productos predominantemente leñosos en estacione de buena calidad	Estimación del volumen de leñas y determinación de la urgencia de la regeneración de estas masas	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo con parcelas circulares <li style="padding-left: 20px;">ϵ : sin error máximo de muestreo
Masas susceptibles de claras comerciales	Definir tratamientos silvícolas futuros y estimar productos a obtener	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo con parcelas circulares (20 pies/parcela) <li style="padding-left: 20px;">ϵ : 25% en AB si superficie < 30 ha <li style="padding-left: 20px;">ϵ : 15% en AB si superficie > 30 ha <li style="padding-left: 20px;">ϵ : > 25% en AB si los productos no son de entidad suficiente
Masas jóvenes susceptibles de claras no comerciales o repoblaciones artificiales muy jóvenes	Determinación de los tratamientos culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo con parcelas circulares (+ 20 pies/parcela) <li style="padding-left: 20px;">ϵ : sin error máximo de muestreo
Monte bajo leñoso (también monte medio), sin una previsible transformación	Definir posibles productos (leñas, piquetas, postes, etc.) y planificación de tratamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo con parcelas circulares <li style="padding-left: 20px;">ϵ : sin error máximo de muestreo
Masas muy heterogéneas	Definir los posibles rodales de actuación (dependiendo de los productos) y planificación de los tratamientos silvícolas en	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo con parcelas circulares <li style="padding-left: 20px;">ϵ : sin error máximo de muestreo
Masas con diferentes grados de irregularidad	relación con los usos	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendación: 1 parcela/4 ha

8.2. Selección de rodales objeto de inventario forestal dasométrico

El diseño del inventario dasométrico viene definido en función de las características de la masa forestal y el objetivo de gestión (tipo de inventario y error, tipo de parcelas, variables a medir). En nuestro caso, centrado en el cuartel A del Monte el Viejo, se va a plantear un inventario dasométrico para las masas susceptibles de claras comerciales presentes en la zona de estudio. La selección de los rodales objeto de análisis puede hacerse de dos maneras:

- Selección directa (recomendable en montes de pequeña superficie)
- Selección mediante filtros

En la zona de estudio existen dos rodales en los que, atendiendo a las características del arbolado, se pueden plantear claras (raleos) comerciales (clase natural de edad superior a fustal), el número 6 (pinar fustal), situado en el extremo sureste de la zona de estudio, y el 12c (fustal bistratificado de roble quejigo).

En este caso la selección del rodal ha sido fácil al ser los rodales fácilmente localizables en la zona de estudio. En montes de mayor extensión y complejidad la selección puede llegar a ser mucho más compleja. En estos casos habrá que recurrir a procesos automatizados de filtro en los

que se seleccionen los polígonos (rodales) atendiendo a algunos de sus atributos (p.ej. la clase natural de edad y fracción de cabida cubierta). Se desarrollan a continuación ambos procesos de selección centrando el ejemplo en el rodal 6.



Fotos 32 y 33. En las dos fotografías se aprecian tres rodales diferentes. Desde un punto de vista tipológico la descripción (Inventario cualitativo) se resume: i) Rodal 5 (fotografía arriba en primer plano). Encinar en ladera de fuerte pendiente, tipología latizal-monte bajo, con cobertura rala y distribución (textura) del árbolado agrupada, ii) Rodal 6 (arriba en el centro de la imagen). Pinar-fustal de origen repoblación, de cobertura completa (al fondo de la imagen se distingue Villamuriel de Cerrato) y iii) Rodal 12c (fotografía abajo). Quejigar biestratificado, estrato superior: alto fustal de cobertura abierta en monte alto, estrato inferior: tallar mixto de encina y quejigo.

Atendiendo a los objetivos de gestión, esta descripción puede llegar a no ser suficiente para definir la gestión a plantear en el rodal. Se debe recurrir entonces al inventario cuantitativo o dasométrico. Así, en el caso de plantear claras (raleos) comerciales en el pinar (rodal 6) o en el quejigar (rodal 12c), se precisará conocer las características dasométricas del rodal para planificar y valorar económicamente el tratamiento. En el rodal 5, la prescripción más probable será la “no intervención” por lo que no se justifica económicamente abordar en él un inventario cuantitativo. No se deberá confundir la “no intervención” silvícola como opción de gestión con la “no intervención por ausencia de gestión”.

8.2.1. Selección directa de los rodales objeto de inventario dasométrico

A la hora de definir una malla de muestreo en el pinar del suroeste del cuartel (rodal 6), lo primero que interesa es independizar esa tesela en una capa nueva para evitar modificaciones en las capas creadas hasta ahora.

El proceso a seguir va a ser seleccionar sólo el pinar y exportarlo a una nueva capa, y sobre ella se superpondrá una malla de puntos que servirá de referencia para crear a su vez una capa de puntos de muestreo.

Puesto que el pinar es un rodal que coincide con un cantón en toda su extensión (y también con un tipo de masa forestal), para seleccionarlo se activará en el TOC cualquiera de las tres capas. Para simplificar el proceso elegiremos la de cantones por tener menos elementos gráficos (en su simbología se ha aplicado la transparencia facilitándose así la visualización de la ortofoto). El resto de capas conviene desactivarlas para que no interfieran en la Ventana de visualización.

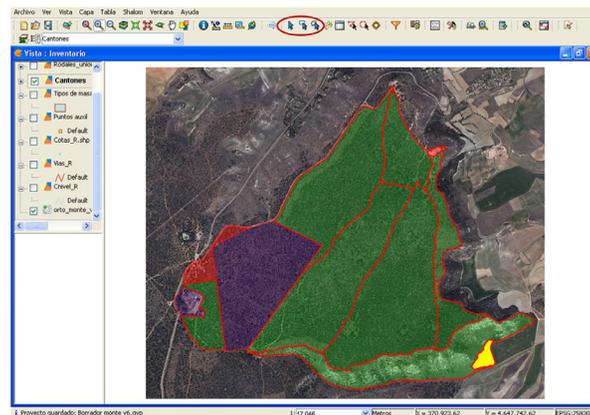
Para seleccionar el cantón del pinar se dispone de varias herramientas de selección rápida sobre la Ventana de visualización:

 **Selección por punto:** de la capa activa selecciona el/los elemento/s gráficos (cantones) sobre los que se pulsa el puntero. Puede suceder que haya dos elementos superpuestos, y ambos serían seleccionados.

 **Selección por rectángulo:** selecciona los cantones que se encuentran parcial o totalmente dentro de un rectángulo.

 **Selección por polígono:** selecciona los cantones que se encuentran parcial o totalmente dentro de un polígono dibujado.

Una vez que se selecciona el cantón 6 (coincide con el rodal 6), gvSIG aplica una simbología de selección que resalta el elemento seleccionado (por defecto suele ser en color amarillo intenso).



Para borrar una selección existe la herramienta ya vista de "Limpiar selección". Esta herramienta, como todas las demás, sólo ejecuta la acción sobre la capa activada en el TOC, por lo que si existieran elementos gráficos seleccionados (polígonos, líneas o puntos) de otras capas, habría que acudir a cada capa para limpiar sus selecciones.

importante

Si fuera necesario seleccionar más de un elemento de la capa activa a la vez, se realizaría usando las herramientas de selección pero con la tecla de "Control" pulsada.

En el **modo de edición** se selecciona de la misma manera o también a través de las filas de la tabla de atributos. En ambos casos, en el **modo edición** se pueden eliminar los elementos de la selección pulsando la tecla "Supr".

8.2.2. Selección basada en la aplicación de filtros

El pinar (fustal de *Pinus halepensis* de cobertura completa) elegido en este caso es fácilmente identificable y su selección en pantalla muy sencilla, pero puede ocurrir que se requiera seleccionar un rodal en función de unas condiciones (clase natural, altura dominante, etc.) que a priori no sean detectables en pantalla porque sólo están recogidas en la tabla de atributos de los rodales. Además la selección puede estar condicionada a un determinado rango de los valores de un Campo o incluso establecerse con condiciones dobles en las que intervengan varios Campos.

Para seleccionar un rodal en función de condiciones de los Campos se realiza una consulta mediante un "Filtro"  de la tabla de atributos en la capa de rodales. La consulta se realizaría con la tabla abierta y mediante la herramienta "Filtro" de la barra de herramientas. La ventana de diálogo del "Filtro" de consulta permite definir de forma precisa la condición o condiciones de selección, compaginando más de un atributo si se desea y distintos operadores lógicos de cálculo.

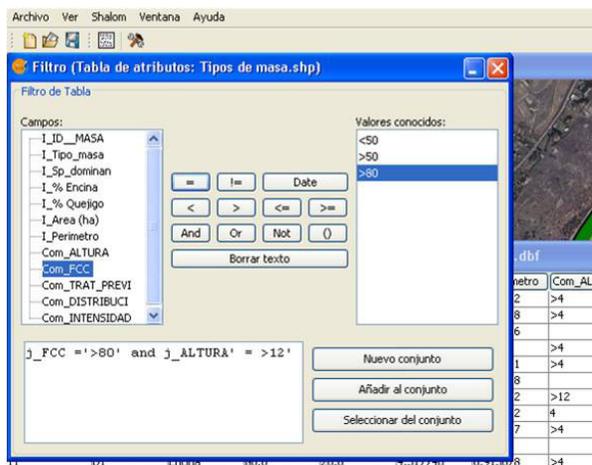
Retomando la tabla completa de "tipos de masa" (generada con la "unión de tablas"), en el caso del pinar, una condición de búsqueda de la masa podría haber sido doble: fracción de cabida cubierta >80% y altura media del arbolado superior a 12 metros. Para escribir estas órdenes de consulta en el cuadro de texto inferior, se debe hacer doble click sobre el Campo [Com_Fcc] (aparecerá

escrito el acrónimo en la ventana de edición de condiciones). A su vez, al seleccionar el Campo [Com_Fcc], en el cuadro de la derecha aparecen los distintos valores que toma. Se escribe el signo "=" o se pincha sobre su icono, y a continuación se selecciona haciendo un click el valor de Campo deseado: ">80". El resto de la condición de filtro seguiría el mismo procedimiento: pinchando el botón de la doble función "and", doble click sobre el Campo [Com_Altura] y, o bien seleccionamos un valor de los disponibles para el Campo [Com_Altura], o lo escribimos entrecomillado directamente sobre el cuadro de texto: ">12".

selección activa. Para ello se acude al "Filtro" de la misma manera, se establecen las condiciones nuevas, y en vez de pinchar sobre "Nuevo conjunto", se seleccionaría o bien "Añadir conjunto" para el primer caso, o "Seleccionar del conjunto" para una segunda selección sobre la primera.

importante

Con Campos de valores continuos (p.ej. el área) el filtro permite buscar entre rangos de valores definidos con los operadores >=, <=.

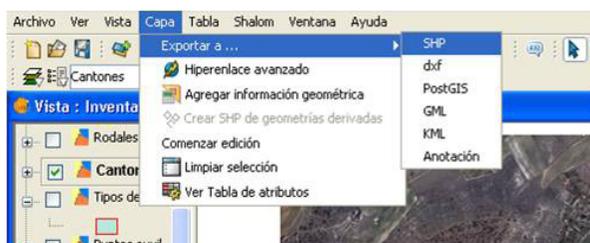


Para finalizar se pincha sobre "Nuevo conjunto". Tanto en pantalla como en la tabla de atributos aparecerán seleccionados todos los rodales que cumplan la/s condición/es.

Una vez que existe una selección de distintos rodales activa, gvSIG 1.9 permite añadir nuevos elementos a esa selección con otras condiciones de filtro o hacer una segunda selección sobre la

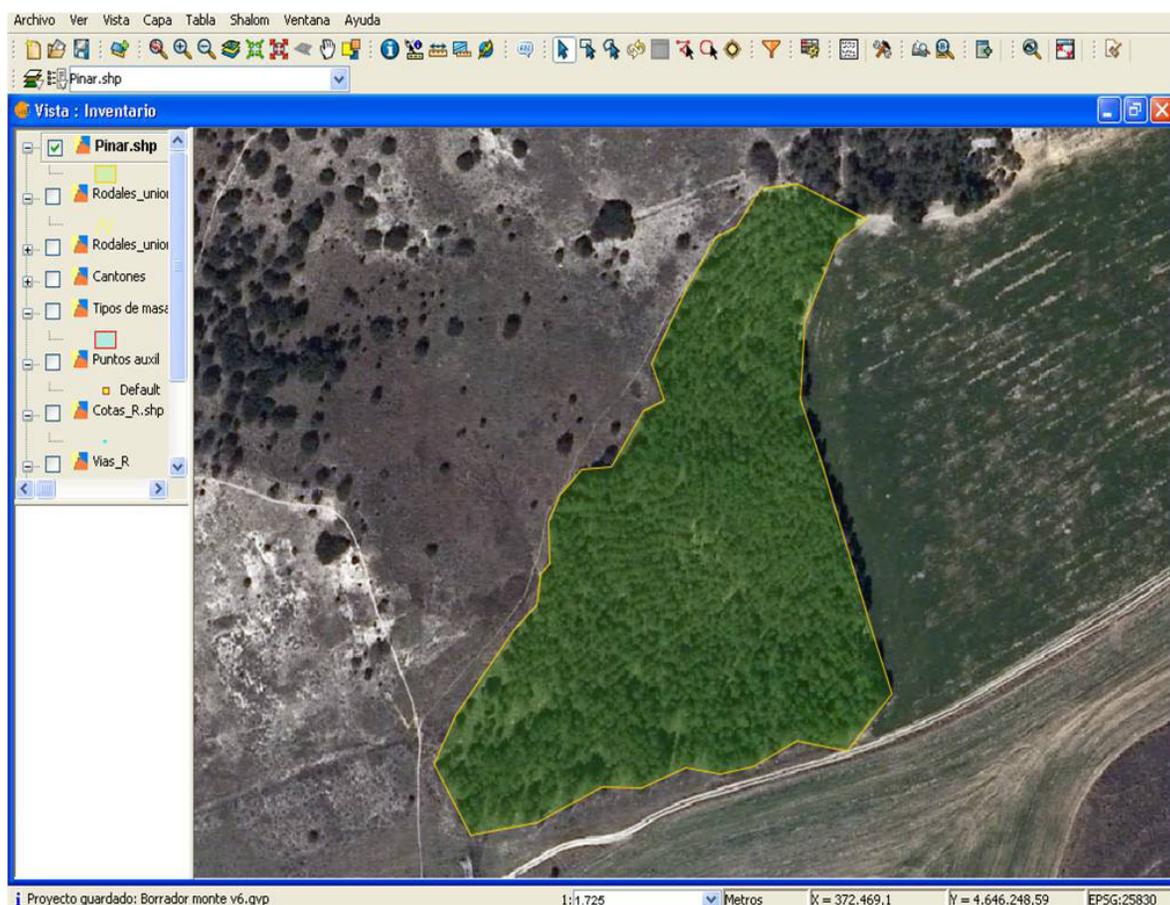
8.2.3. Exportar capa para diseñar la malla de muestreo

Con la selección del pinar activa, se despliega el submenú de la pestaña "Capa". Entre todas las opciones se selecciona la primera "Exportar a..." y se pincha el formato SHP que es el formato de las capas gráficas, tal como se indica en la imagen.



Una ventana flotante advierte del número de elementos (features) gráficos que se van a exportar, y a continuación se deberá indicar la carpeta del proyecto donde se va a guardar la nueva capa. La nueva capa será lógicamente del tipo a la que pertenecía la selección, es decir, de polígonos, y mantendrá los mismos Campos de origen en su tabla de atributos. Es este caso: [ID], [Uso] y [Area].

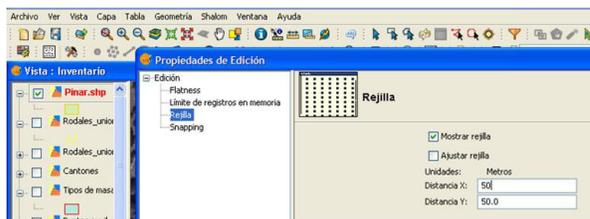
gvSIG 1.9 carga la nueva capa en el TOC. En nuestro ejemplo la renombraremos: "Pinar". Para facilitar el trabajo sobre el pinar conviene realizar varias acciones: desactivar el resto de capas en el TOC, aplicar una simbología con transparencia al pinar, y centrar el rodal en la ventana de visualización pinar con las herramientas de zoom.



8.2.4. Creación de la malla de muestreo (“rejilla”)

Para crear una malla de muestreo de forma práctica y sencilla con gvSIG 1.9 se recurre al apoyo de la herramienta “rejilla”. Desde el *modo edición* de capa, y acudiendo mediante el botón derecho del ratón a “Propiedades de edición”, gvSIG 1.9 permite activar una rejilla y configurar sus parámetros. Se despliega la ventana “Propiedades de edición” (ya vista con el caso del “snapping”), y en ella se ofrece un submenú denominado “Rejilla”. Seleccionando “Rejilla”, en su ventana de diálogo a la derecha se puede activar la malla y modificar la distancia entre sus puntos.

Para favorecer la didáctica del ejemplo, en el muestreo del pinar se ha tomado la decisión de crear una red de puntos de muestreo basada en una malla de 50 x 50 metros³⁸, y así se debe anotar en los cuadros de texto ‘Distancia X’ y ‘Distancia Y’:



El resultado obtenido es una malla de 8 puntos en el pinar, un número adecuado para el muestreo con una distribución de puntos que no ofrecen dudas de su pertenencia a la parcela (no hay puntos coincidentes con los bordes).

La distancia entre los puntos de la rejilla es fija y regular, por lo que podría asimilarse a un muestreo sistemático con un origen de malla condicionado (no lo hemos establecido nosotros). El origen de coordenadas de esta rejilla a priori es desconocido, pero si observamos las coordenadas X o Y de los puntos de la rejilla se comprueba que toman valores enteros y por tanto que tienen un cero de coordenadas X e Y concreto a partir del cual se han creado filas y columnas de puntos distanciadas en 50 m. El valor de la coordenada Y (4.646.100 m) indica la distancia al Ecuador.

importante

A modo de curiosidad, este origen de la rejilla está determinado por el Sistema de referencia ETRS89 (ver Anexo 1), basado en la proyección UTM para el huso 30 Norte. El Sistema UTM establece como norma que la intersección del meridiano central del huso con el Ecuador, en el hemisferio norte, toma como valor de X=500.000 m y como valor de Y=0 m. A partir de estos valores y aumentando hacia el este y el norte se generan todas las coordenadas del huso, y por tanto de los puntos de la rejilla.

Siguiendo con la creación de la malla, ocurre que la “Rejilla” mostrada es tan sólo una red de puntos de apoyo en la Ventana de visualización y no pertenece a ninguna capa. El siguiente paso va a ser digitalizar esos puntos en una capa *shape* del tipo “puntos”.

³⁸ En el caso de un pinar en estado de desarrollo “Fustal bajo” suelen comúnmente tomarse lados de malla superiores a cien metros.

Para ello se crea una nueva capa de tipo "Puntos" ("Cargar nueva capa"), que denominaremos "Malla muestreo" y se comienzan a digitalizar los puntos de la rejilla en el interior del pinar. Como no se va a poder forzar el cursor (*snapping*) a los puntos de la rejilla, se va a cometer un ligero error en la digitalización que será menor cuanto mayor sea el zoom con que se trabaje. Con un buen aumento de imagen, el error cometido se puede considerar despreciable.

importante

A la hora de definir con gran precisión en gabinete las coordenadas de los puntos de la malla de muestreo no se deberá olvidar que el replanteo en campo de los centros de las parcelas de inventario se realizará bajo árbolado con GPS (apoyados con cinta métrica y brújula) lo que a su vez implica comúnmente errores de replanteo superiores a cinco metros.

Otra opción más laboriosa, pero exacta, consiste en escribir las coordenadas de los puntos a través de la *Consola de comandos* que se encuentra minimizada en la parte inferior de la Ventana de visualización (se maximiza y minimiza con las flechas señaladas en la imagen).

El primer punto se dibujaría escribiendo sus coordenadas absolutas. Si se sitúa el cursor sobre la rejilla en el punto 1, el menú inferior de información de gvSIG 1.9 nos informa de que las coordenadas en ese punto $X=372.200$ $Y=4.646.100$. Una vez activada la opción de dibujo de puntos, se desplegaría la *Consola de comandos*, y en ella se escriben estas coordenadas absolutas. Para validarlas se pulsa "Intro". A partir de este primer punto, el resto se pueden definir con coordenadas relativas siguiendo la secuencia de datos que figura en la imagen del ejemplo. Las coordenadas relativas deben ir precedidas del símbolo "@". En el ejemplo, si se comienza por el punto 1 de la izquierda inferior, los siguientes puntos serán @50,0 (Intro); @50,0 (Intro); @0,50 (Intro) y así sucesivamente hasta dibujar los 8 puntos.

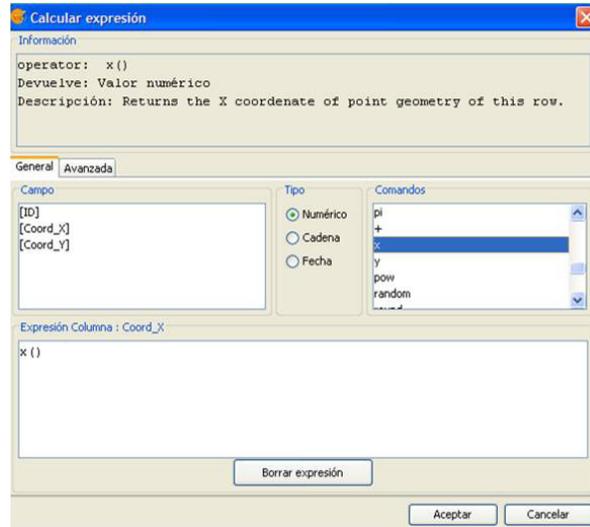


8.2.5. Cálculo de coordenadas X e Y en la tabla de atributos

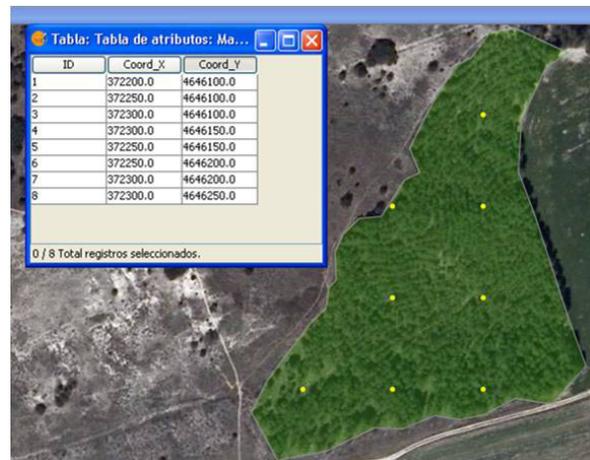
Para anotar las coordenadas X e Y de los puntos en la tabla de atributos no es necesario escribir una por una las coordenadas absolutas. La herramienta "Calculadora de campos"  tiene una aplicación que calcula automáticamente las coordenadas de los puntos y las anota en la tabla de atributos.

En primer lugar se crean dos nuevos Campos en la tabla de atributos de la malla de muestro: [Coord_X] (*double*) y [Coord_Y] (*double*). A continuación con la tabla abierta en *modo edición* y la cabecera del Campo [Coord_X] seleccionada, se inicia la "Calculadora de campos".

En la ventana desplegada se acude al cuadro de "Comandos" de la derecha y se busca el comando "x", se hace doble click sobre el comando y se insertará en el cuadro de expresiones inferior. En la cabecera de esta ventana de la "Calculadora de campos" se informa de la función del comando seleccionado: el retorno de las coordenadas "x" de los puntos.



Se pulsa el botón "Aceptar", y se realiza el mismo cálculo sobre el Campo [Coord_y] eligiendo esta vez como comando la "y". Automáticamente la tabla de atributos se rellenará con los datos de las coordenadas de los ocho puntos de la malla.



8.2.6. Importar malla de puntos de muestreo. Capa de eventos

En el ejemplo de este manual, al tratarse de una pequeña red de puntos, es asumible introducirlos uno por uno en pantalla o mediante la "Consola de comandos". Pero si fuera necesario dibujar una gran red de puntos regulares o incluso una red de puntos irregular obtenida a partir de GPS en el campo, los métodos vistos no serían operativos. En esos casos, se recurre a un programa externo de Hoja de cálculo (OpenOffice.org- Calc, Excel, etc.) para volcar los datos del GPS o calcular las coordenadas de todos los puntos de la malla (a partir de una coordenada absoluta conocida) mediante una sencilla programación de las celdas.

Para el caso de diseño de la red regular mediante Hoja de cálculo, se crean dos columnas con sendos encabezados referidos a las coordenadas X e Y, y partiendo de una coordenada conocida absoluta se recalculan el resto en función de las dimensiones y densidad deseadas de la malla.

En el ejemplo se ha diseñado una malla que parte del punto 1 (X=372200, Y=4646100), con una distancia regular de 50 metros entre puntos, pero de mayores dimensiones, por lo que excederá el área del pinar.

Una vez completada la base de datos de la malla, se debe guardar el archivo en formato .dbf para poderlo cargar posteriormente como una nueva Tabla en el "Gestor de proyectos" de gvSIG 1.9.

El nombre asignado a este archivo es "Coordenadas_malla.dbf"

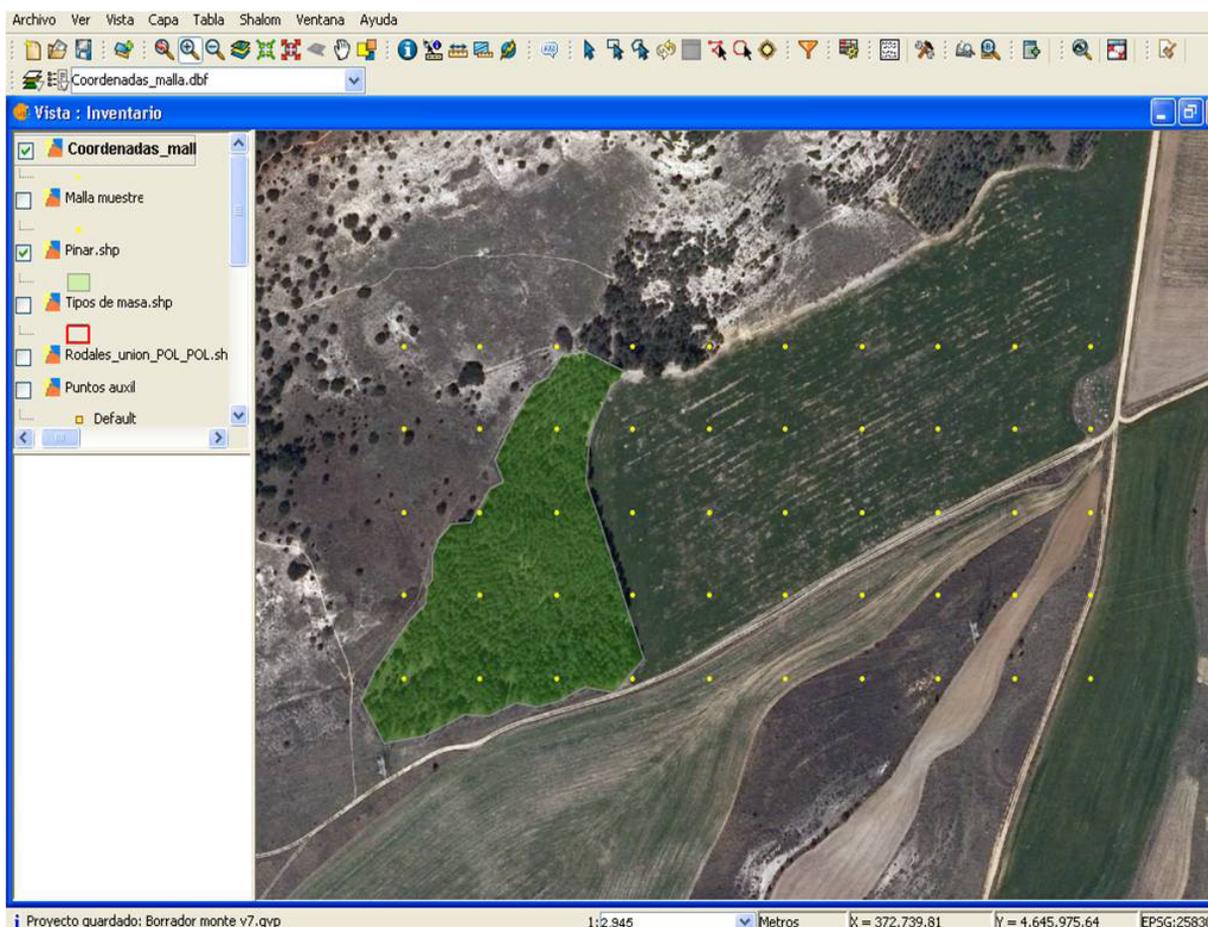
	A	B	C
1	COORD X	COORD Y	
2	372200	4646100	
3	372250	4646100	
4	372300	4646100	
5	372350	4646100	
6	372400	4646100	
7	372450	4646100	
8	372500	4646100	
9	372550	4646100	
10	372600	4646100	
11	372650	4646100	
12	372200	4646150	
13	372250	4646150	
14	372300	4646150	
15	372350	4646150	
16	372400	4646150	
17	372450	4646150	
18	372500	4646150	
19	372550	4646150	
20	372600	4646150	
21	372650	4646150	
22	372200	4646200	
23	372250	4646200	
24	372300	4646200	
25	372350	4646200	
26	372400	4646200	
27	372450	4646200	
28	372500	4646200	
29	372550	4646200	
30	372600	4646200	
31	372650	4646200	
32	372200	4646250	
33	372250	4646250	
34	372300	4646250	
35	372350	4646250	
36	372400	4646250	

Una vez cargada la tabla en el “Gestor de proyectos” junto con el resto de tablas de las distintas capas, se cierra el gestor y en la barra de herramientas de la Vista se activa mediante un click el icono “Añadir capa de eventos” .

La capa de eventos va a generar una capa de puntos a partir de una tabla de coordenadas. La ventana flotante solicita la tabla donde se encuentran los listados de coordenadas, y los Campos que se corresponden con las X y con las Y (en este caso el nombre de los Campos será el que se dio a las celdas de encabezamiento en la Hoja de cálculo).



Se pulsa aceptar y en el TOC se carga automáticamente la capa de puntos generada, con el resultado de la siguiente malla:



Si el área de muestreo fuera heterogénea (p.ej. alternando zonas forestales con cultivos agrícolas), se eliminarían los puntos de la malla excluidos de inventario seleccionándolos en la Ventana de visualización (*modo edición*), o directamente eliminando sus entradas en la tabla de atributos.

Si en vez de generar los puntos con una Hoja de cálculo, las coordenadas vienen dadas directamente por un GPS³⁹, se descargarían sobre la Hoja de cálculo, y el procedimiento a seguir sería el mismo.

importante

Las coordenadas de la mayoría de GPS y de Google Earth, por defecto, están calculadas según el Sistema de referencia americano WGS84. Puede, por tanto, llegar a ser necesario transformar las coordenadas GPS al sistema de referencia definido para la zona de trabajo⁴⁰.

En los husos 29 a 31 la diferencia entre los sistemas de proyección europeo WGS84 y ETRS89 es despreciable en la mayoría de trabajos forestales (ANEXO 2).

8.2.7. Otros tipos de archivos de coordenadas. CSV y bases de datos Oracle

Pudiera ocurrir que la información de las coordenadas sólo se dispusiera en un fichero de texto sin formato, cuyos Campos (columnas) figuren escritos en una misma línea de texto separados por punto y coma (formato csv). Para cargar una tabla de este tipo, desde el tipo de documento Tabla del "Gestor de Proyectos" se pulsa "Nuevo". En el diálogo de búsqueda que se abre, se pulsa "Añadir" y para que el explorador de archivos muestre los ficheros .csv en el desplegable inferior de "Archivos de tipo" se selecciona la opción "csv string". Una vez escogido el fichero *.csv, al "Aceptar" se mostrarán los datos de la tabla añadida.

Para importar tablas de bases de datos ORACLE es necesario disponer de un driver específico (Consultar los manuales de usuario de gvSIG 1.1 y 1.9).

³⁹ Las coordenadas de la mayoría de GPS y de Google Earth por defecto están calculadas según el Sistema de referencia americano WGS84. Si el GPS no incorpora una aplicación de conversión de coordenadas, esta conversión se puede realizar con gvSIG 1.9 (ANEXOS 1. y 2.).

⁴⁰ Existen numerosas aplicaciones informáticas que facilitan la conversión de coordenadas entre diferentes sistemas de referencia (calculadora geodésica IGN: www.ign.es > calculadora geodésica, www.cartesia.org).

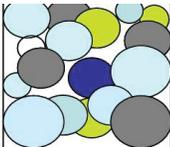
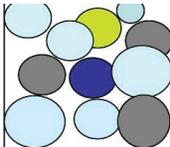
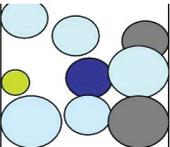
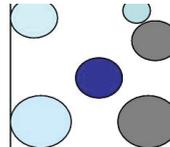
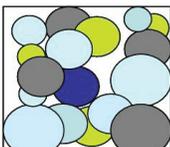
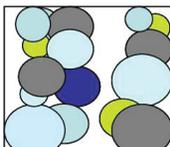
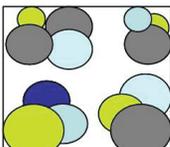
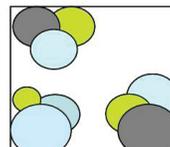
8.2.8. Inventario terrestre, análisis y proceso de datos

El análisis estadístico de los datos del inventario terrestre con un sistema de información geográfica es poco operativo y pasaría por crear una tabla de atributos para cada parcela o punto de muestreo para poder posteriormente utilizar la función "estadísticas" . El procedimiento comúnmente seguido en el proceso de datos en el inventario forestal es mediante hojas de cálculo o paquetes estadísticos. Una vez obtenidos los valores descriptivos de la masa o rodal, éstos son incorporados a la tabla de atributos del polígono correspondiente mediante la función "unir" tablas  (o bien por medio del menú principal "Tabla" y "Unir").

8.3. Determinación de la Fracción de cabida cubierta (Fcc)

La fracción de cabida cubierta (Fcc) refleja la proporción de la superficie del rodal cubierta por las copas de los árboles de la masa. Se cuantifican los recubrimientos múltiples y su determinación es especialmente trascendente en silvicultura, silvopascicultura y en hidrología. En la fase de rodalización, la fracción de cabida cubierta se evalúa de forma visual y categórica (*Cuadro 7*). Al igual que en el caso anterior, el grado de precisión obtenido en el inventario cualitativo de la Fcc puede ser suficiente para muchos escenarios de gestión.

Cuadro 7.

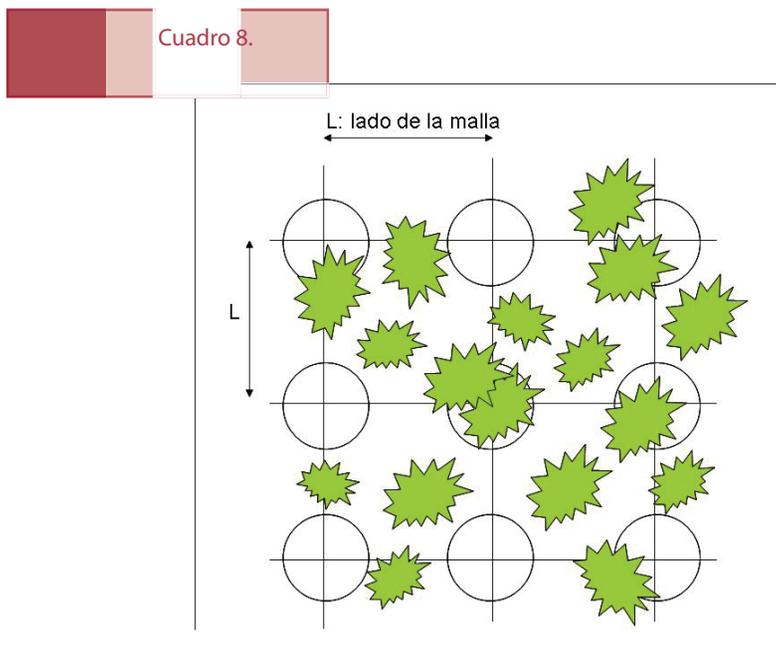
Fcc		Trabada	Completa	Incompleta	Incompleta rala
		~ 90%	~ 80 (85) %	~ 60 %	~ 40 %
Txt	Uniforme	 <ul style="list-style-type: none"> •Fuerte competencia entre copas •Muchas copas entrelazadas con escaso desarrollo y con frecuente desarrollo asimétrico 	 <ul style="list-style-type: none"> •Hay tangencia de copas •Desarrollo normal de copas sin asimetrías •Vuelo con pequeñas discontinuidades en las que no cabría una copa 	 <ul style="list-style-type: none"> •Coberturas con discontinuidades en las que puntualmente cabría la copa de un árbol del estrato superior 	 <ul style="list-style-type: none"> •Coberturas con discontinuidades grandes en las que cabrían las copas de varios árboles del estrato superior
	Bosquetes/ agrupada	 <ul style="list-style-type: none"> •Fuerte tangencia entre los distintos grupos/bosquetes de árboles 	 <ul style="list-style-type: none"> •Ligera tangencia entre los distintos grupos/bosquetes de árboles •Vuelo con pequeñas discontinuidades en las que no cabría una copa 	 <ul style="list-style-type: none"> •Coberturas con discontinuidades en las que puntualmente entre los grupos cabría la copa de un árbol del estrato superior 	 <ul style="list-style-type: none"> •Coberturas con discontinuidades en las que entre los grupos cabría la copa de un árbol del estrato superior

Cuando la espesura intrabosquete sea trabada se incluirá el acrónimo f

Cuadro 7. Representación, codificación y valores de cobertura para texturas (distribución del arbolado) uniformes y agrupadas.

La determinación cuantitativa en campo de la cobertura arbórea es tediosa y requiere del uso de densiómetros esféricos o de elementos fotográficos. Para realizar la evaluación remota de la Fcc se precisa del uso de ortofotos. Una forma sencilla de medir la Fcc sobre la ortofoto es superponiendo una "rejilla" (malla) sobre la misma (ver apartado precedente) y contar cuántos puntos de intersección de la malla (nodos) se superponen con la copa de algún árbol. La proporción de nodos arbolados definirá la Fcc. Comúnmente en cada nodo se evalúa la superposición con vuelo arbolado en superficies circulares de radio similar al diámetro medio de la copa de los árboles del rodal (Cuadro 8).

Para la evaluación de la fracción de cabida cubierta (Fcc) en grandes superficies existe la opción de recurrir a programas de edición de imágenes digitales con el objeto de evaluar cuántos píxeles⁴¹ presentan una tonalidad determinada. En el caso de la Fcc, esta tonalidad corresponderá con la de las copas de los árboles. Son numerosos los programas de edición con los que se puede medir numéricamente la Fcc. Al igual que en la selección del programa SIG de libre descarga y código fuente abierto gvSIG, en el presente manual se opta por elegir un programa de edición de imágenes digitales libre y gratuito. Se pretende con esta elección posibilitar el trabajo personal del usuario sin necesidad de adquirir costosos programas con licencia o recurrir a copias ilegales ("piratas"). Se desarrollará a continuación el proceso seguido en el caso semirreal de la ordenación del Monte el Viejo utilizando el programa GIMP (GNU⁴² Image Manipulation Program) en su versión 2.2. (descarga libre en: www.gimp.org/es)



Cuadro 8. En la imagen se representa una malla de muestreo superpuesta sobre la ortofoto con los árboles marcados en color verde. De los nueve puntos de muestreo, en cinco se sitúan copas arbóreas. La fracción de cabida cubierta (Fcc) es del 55 % (5/9). La precisión del inventario dependerá del número de parcelas de muestreo.

121 ⁴¹ píxel o pixel, plural píxeles (acrónimo del inglés *picture element*, "elemento de imagen") es la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital, ya sea ésta una fotografía, un fotograma de vídeo o un gráfico. (Fuente: wikipedia).

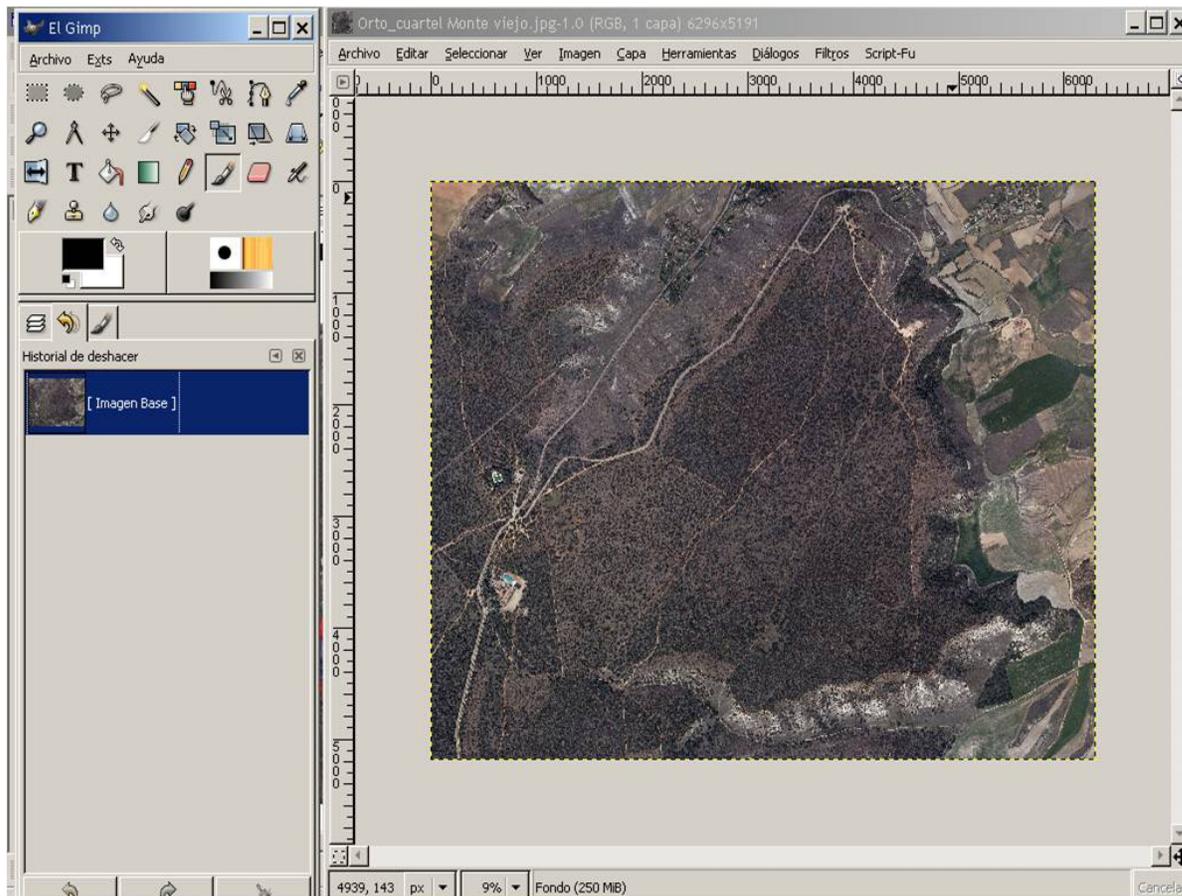
⁴² GNU General Public License o simplemente sus siglas del inglés GNU GPL, es una licencia creada por la Free Software Foundation en 1989 (la primera versión), y está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de software. Su propósito es declarar que el software cubierto por esta licencia es software libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios. (Fuente: wikipedia).

8.3.1. Determinación cuantitativa de la Fracción de cabida cubierta (Fcc) mediante edición de imágenes en forma de mapa de bits

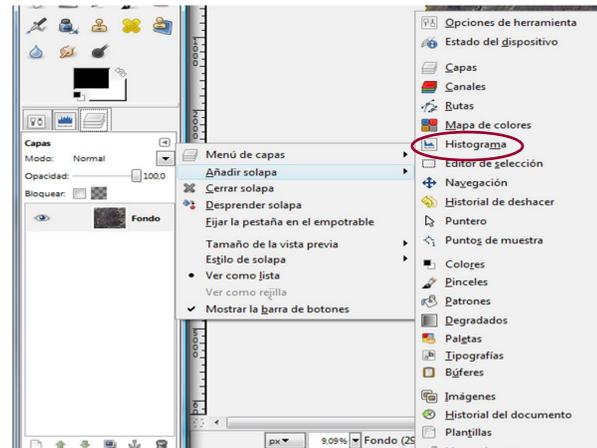
En la zona de estudio existen dos rodales en los que puede ser especialmente interesante conocer con precisión la Fcc: los rodales 5 y 11. En el rodal 5, debido a su fuerte pendiente va a ser necesario conocer la cobertura arbórea para poder definir el estado erosivo del mismo (por ejemplo para definir los factores de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE: Universal Soil Loss Equation)). Para el rodal 11, "cercado ciervos", con fuerte presión de herbívoros, el conocimiento del grado de cobertura de copas puede ser impor-

tante para plantear mejoras pascícolas. Se centrará a continuación el ejemplo en el rodal 11.

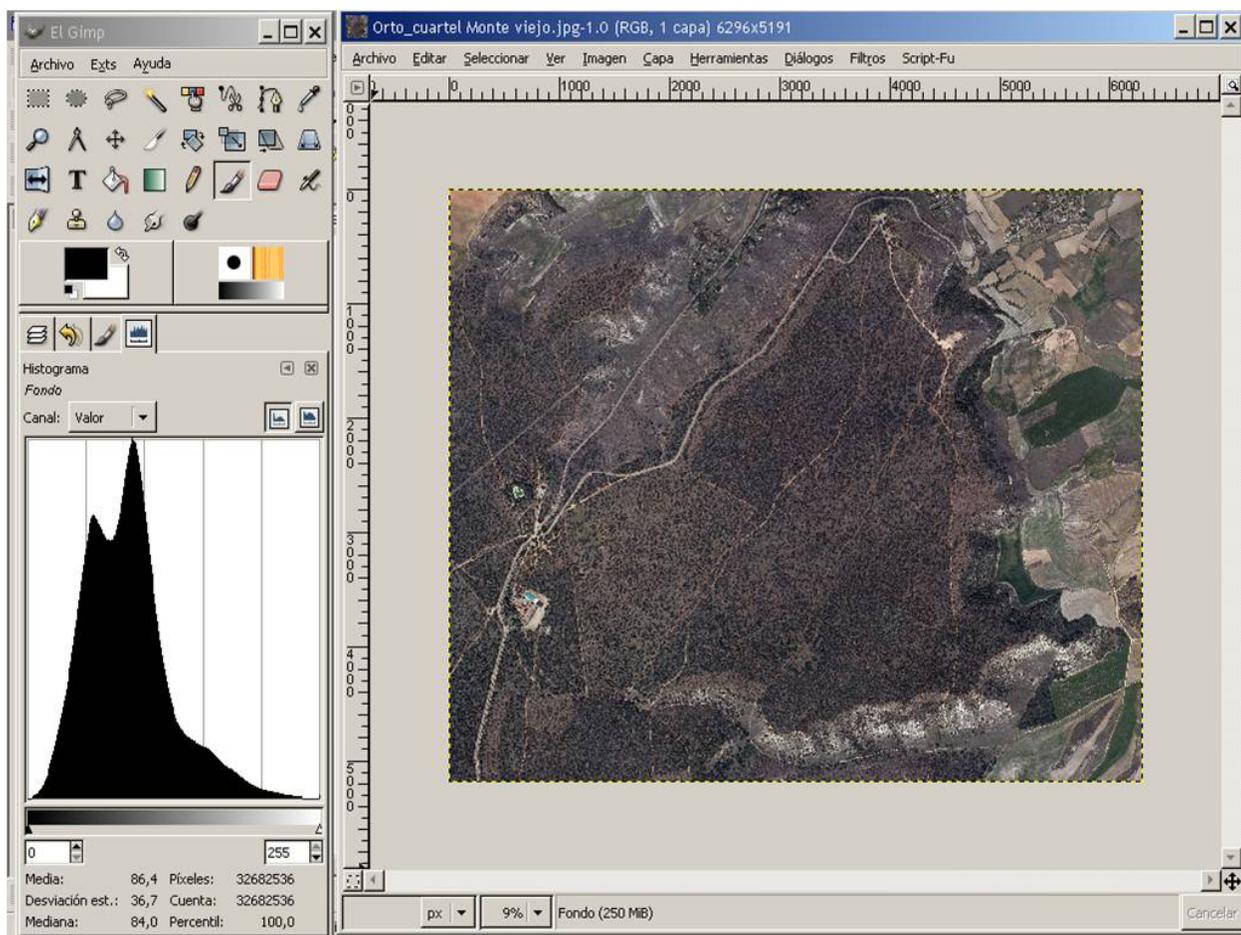
El programa GIMP  se abre presentando dos pantallas similares a las de gvSIG. A la izquierda se muestra la tabla de contenidos (TOC: table of contents) y a la derecha la ventana de visualización. En la imagen se muestra la imagen de la ortofoto de la zona de estudio la cual se ha abierto activando los comandos "archivo" y "abrir".



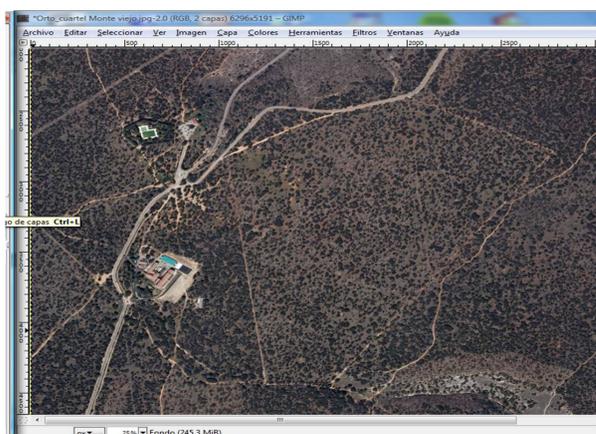
En la parte central del TOC se muestran tres iconos, "capas", "historial de deshacer" y "pincel" . Activando la flecha (a la derecha) se pueden añadir diferentes solapas de comandos. En nuestro caso activaremos la solapa "histograma" ya que nuestro objetivo será definir el número de píxeles (con respecto al total) con una tonalidad determinada (marcada por cada especie arbórea).



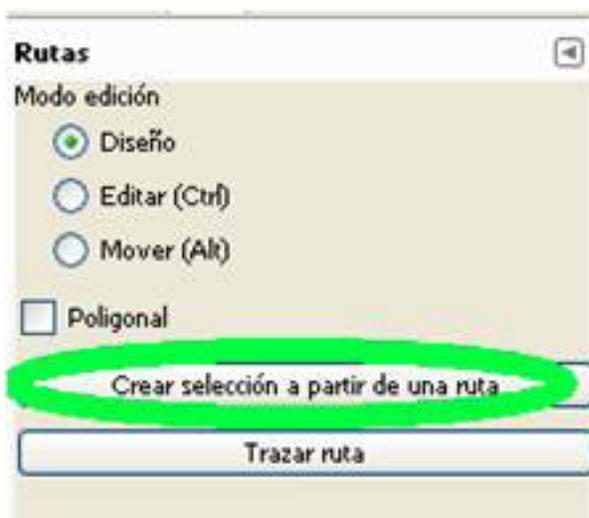
La solapa histograma muestra el número de píxeles de la imagen, $6296 * 5191 = 32.682.536$.



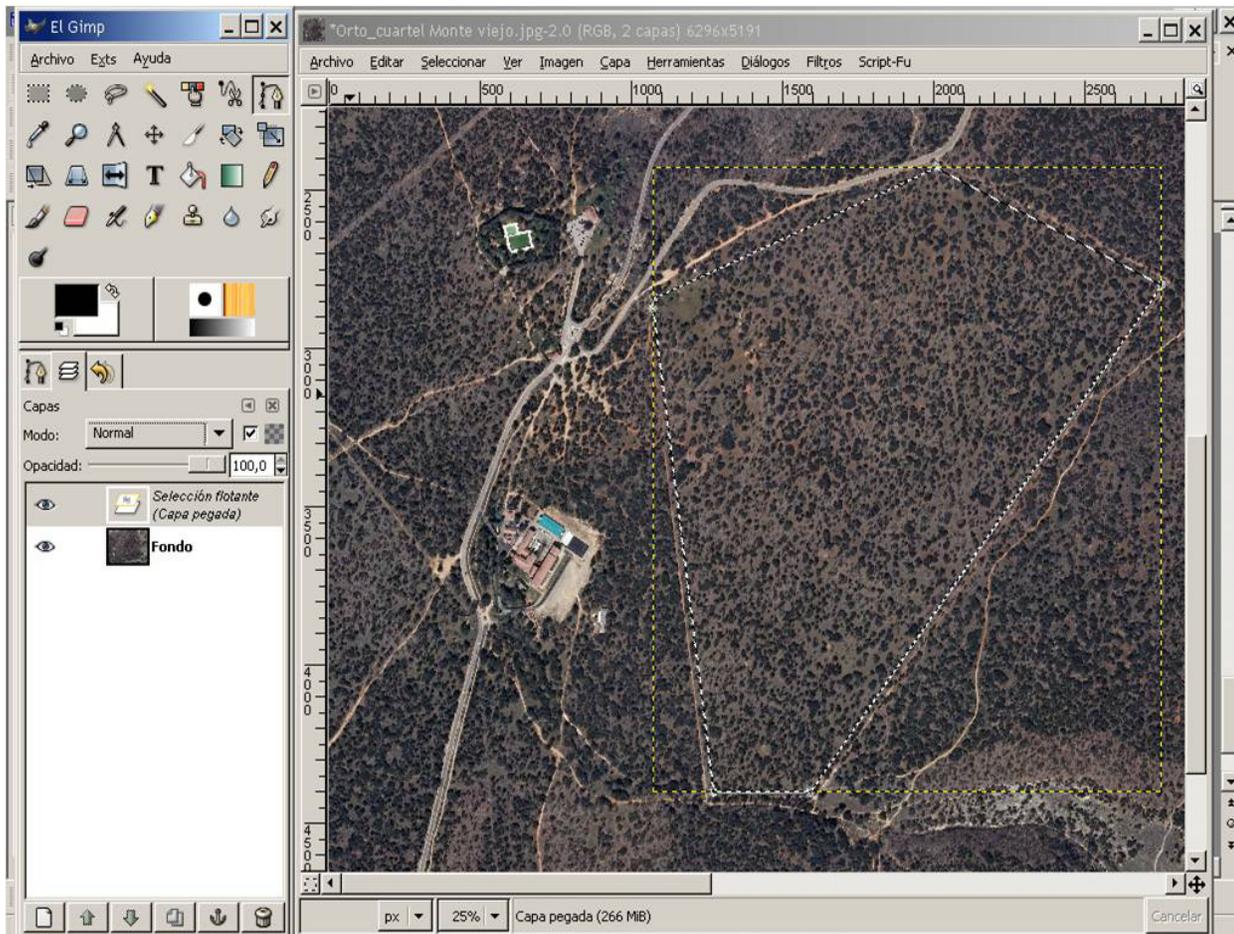
Para acercar o alejar la visión a la ventana de visualización se deberán activar las teclas “+” y “-” del teclado.



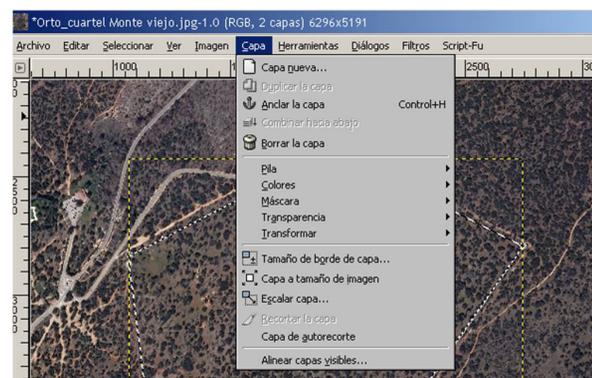
El siguiente paso consiste en crear una capa nueva que incluya únicamente el rodal de estudio, el N° 11, “cercado ciervos”. Para ello seleccionaremos la herramienta “rutas”  y digitalizamos los límites del rodal. Al concluir activamos “crear selección a partir de una ruta”. A esta función también se puede acceder desde el icono “selección” en la ventana de visualización.



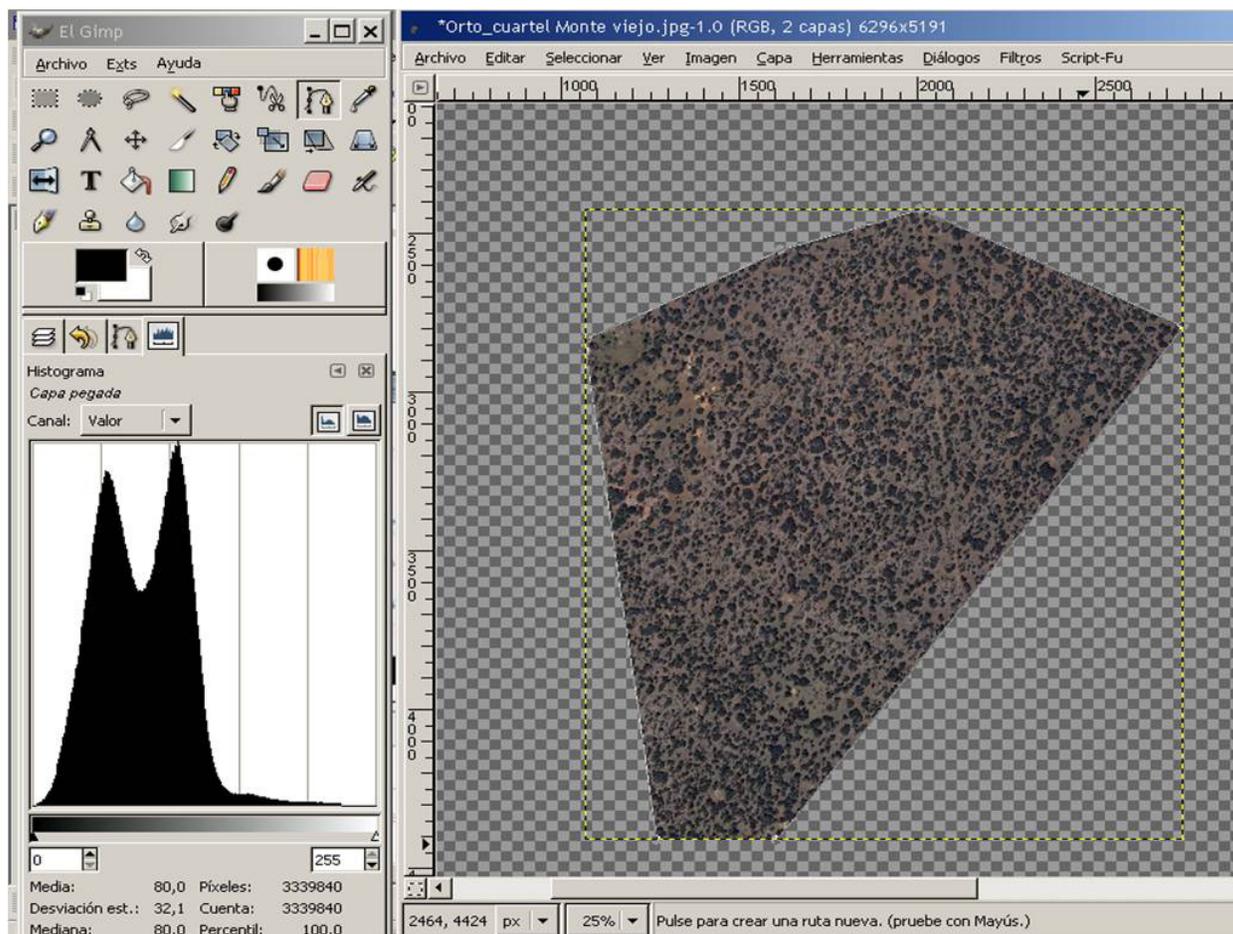
Para crear una capa nueva con la imagen seleccionada copiaremos la imagen (“copiar”) y la pegaremos (“pegar”). En la ventana desplegable “capas” aparecerá referencia a la imagen seleccionada “Selección flotante (capa pegada)”. Al igual que en los programas SIG, las diferentes capas pueden visualizarse o ocultarse de la ventana de visualización. Junto al nombre de la capa en el TOC aparece el icono de un ojo. Activándolo se visualiza y edita la capa correspondiente.



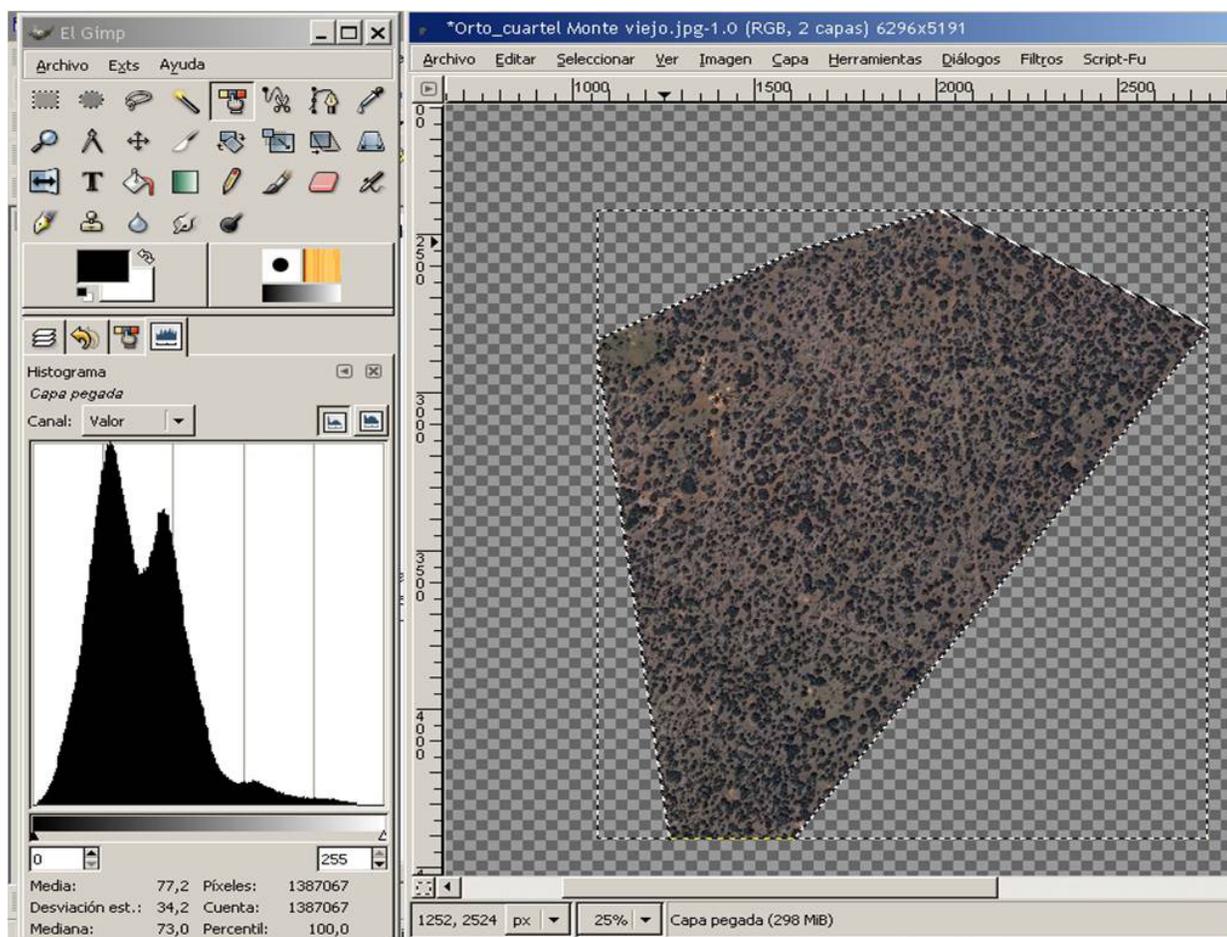
Para convertir la imagen creada en una capa independiente deberemos situarnos sobre la nueva capa "selección flotante" y guardarla como nueva capa. Para ello activaremos el icono "capa" de la ventana de visualización y allí haremos "click" en "capa nueva".



La nueva capa creada tiene ahora 3.339.840 píxeles, los cuales corresponden al área incluida en el rectángulo definido por las líneas negras y amarillas.



El siguiente paso será determinar cuántos píxeles definen el rodal. Para ello activaremos el icono "seleccionar regiones por colores"  y haremos "click" en el área de la imagen comprendida entre el rodal y las líneas que definen el recuadro de la selección.



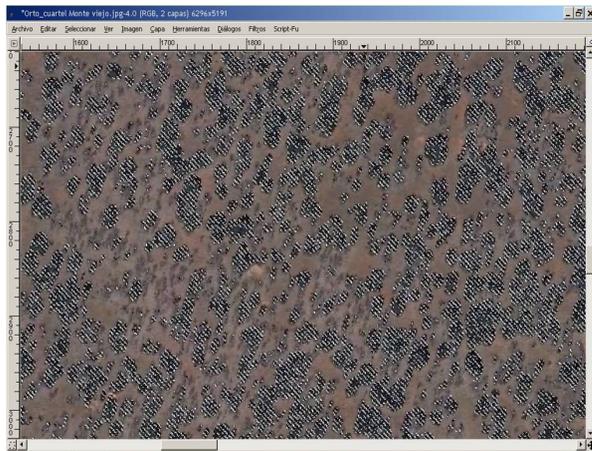
El histograma de la imagen nos muestra que el área exterior al rodal está formado por 1.387.067 píxeles (de los 3.339.840 que contiene la capa). El rodal estará formado, por tanto, por $3.339.840 - 1.387.067 = 1.952.772$ píxeles. Se puede llegar al mismo resultado activando el menú "seleccionar" de la ventana de visualización y dentro de éste activar "invertir".

El paso fundamental para definir la Fcc es determinar cuántos de los 1.952.772 píxeles que definen el rodal presentan una tonalidad similar a la de las copas de las encinas y de los robles queji-

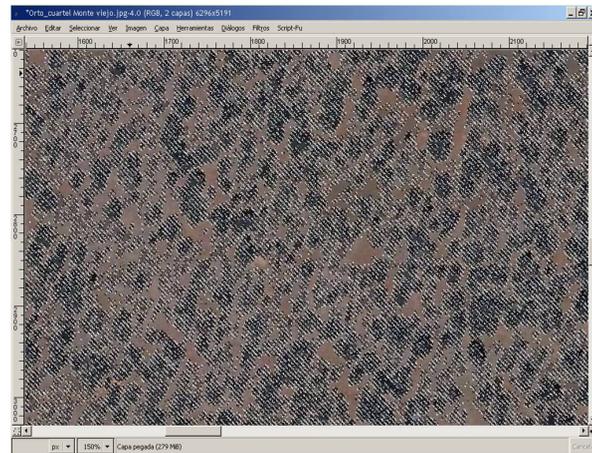
gos. Para ello deberemos acercarnos con las teclas "+" y "-" a la imagen.



Se aprecian con claridad las copas oscuras de las encinas frente a las más claras de los robles quejigos. Al igual que en el procedimiento anterior utilizaremos la función “seleccionar regiones por colores” . En este caso deberemos hacer “click” sobre una copa de encina. Las píxeles correspondientes a las copas de las encinas se resaltan en pantalla a continuación con un entramado rallado blanco. El programa define automáticamente, a través del “histograma”, cuántos píxeles tienen una tonalidad igual a la de esta especie.

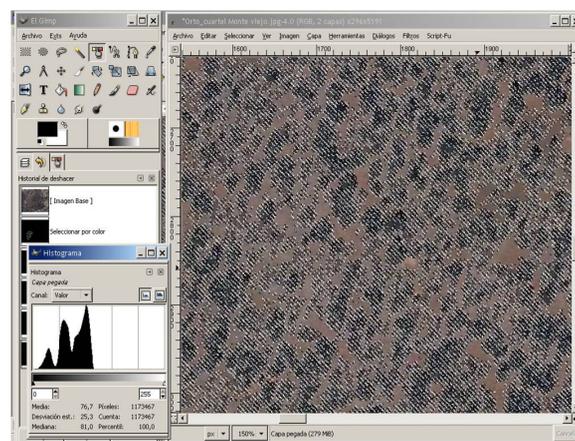


El histograma indica que 444.366 píxeles (de los 1.952.772 del rodal 11) corresponden a encina. Para incluir la tonalidad de los robles quejigos se activará simultáneamente la tecla “mayúscula” al tiempo que se hace “click” sobre una copa de quejigo. La nueva selección por color incluirá ahora ambas tonalidades, encina y roble quejigo. Para deshacer una selección por tonalidad se activarán las teclas “control” y “z”.



El histograma muestra ahora que las copas de encina y roble quejigo corresponden a 1.173.467 píxeles, de los 1.952.772 que componen el rodal. La fracción de cabida cubierta del rodal 11 es, por tanto,

$$\frac{1.173.467}{1.952.772} = 60,09 \%$$



9. COORDENADAS GPS, PUNTOS SINGULARES DEL CUARTEL, HIPERENLACES

Dentro de la zona de estudio (Cuartel A del M.U.P. 232.2 "El Viejo") existen una serie de localizaciones de interés que conviene remarcar y georreferenciar en el proyecto.

Por tratarse de singularidades del cuartel, es muy práctico disponer de fotos de cada punto para documentar la memoria del proyecto. gvSIG 1.9 permite enlazar la localización de los puntos singulares en el mapa con fotos a través de la Tabla de atributos. Esta aplicación va a ser muy útil para visualizar las fotos sobre las capas en pantalla y para la realización de mapas de detalle complementando la información con las fotos.

9.1. *Puntos singulares del cuartel*

En el cuartel de trabajo se ha considerado oportuno destacar los siguientes puntos de interés:

1. Laguna de cabecera del Valle del Cigarral (*Foto 22*)
2. Detalle de vallado de ciervos (*Foto 17*)
3. Torreta de vigilancia de incendios forestales (*Foto 7*)
4. Vestigios de cantera histórica (*Foto 34*)
5. Monumento a guarda forestal (*Foto 35*)
6. Ejemplar singular de encina (*Foto 36*)



Foto 34. La extracción pretérita de piedra caliza en pequeñas canteras dispersas a lo largo del Monte el Viejo como la de la fotografía es difícilmente reconocible en la ortofoto. Al igual que en el caso de las minas de yeso, “yeseras”, y los hornos de cal, “pozos caleros”, las antiguas canteras constituyen un legado histórico que merece ser reflejado en la cartografía por su singularidad.

Los tres primeros puntos (Laguna, vallado, torreta) son fácilmente identificables en la Vista a partir de la ortofoto. Por tanto sus coordenadas se van a obtener en pantalla con la suficiente precisión para llegar a ellos con un GPS sobre el territorio en caso de no disponer de un mapa de calidad. El resto de puntos singulares han sido localizados con GPS sobre el territorio mediante trabajo de campo.

No va a seguir el mismo procedimiento la georreferenciación en SIG de los puntos singulares que se pueden identificar en pantalla que la que va a exigir una descarga de datos de coordenadas de un GPS.



Foto 35. Dos cruces talladas en piedra honran la memoria de dos guardas del Monte el Viejo en el lugar de su asesinato a manos de furtivos. "La municipalidad a la memoria de Aquilino González (y de Ignacio Gómez) asesinado en el cumplimiento de su deber el día 16 de agosto de 1855".



Foto 36. Ejemplar singular de encina.

9.2. Georreferenciación en pantalla de puntos singulares y obtención de coordenadas

En el caso de la digitalización en pantalla, una vez localizados los tres puntos: laguna, vallado y torreta de incendios, hay que añadir una nueva capa vectorial de puntos a la *Vista* ("Creación de capa") y digitalizar con la herramienta "punto"

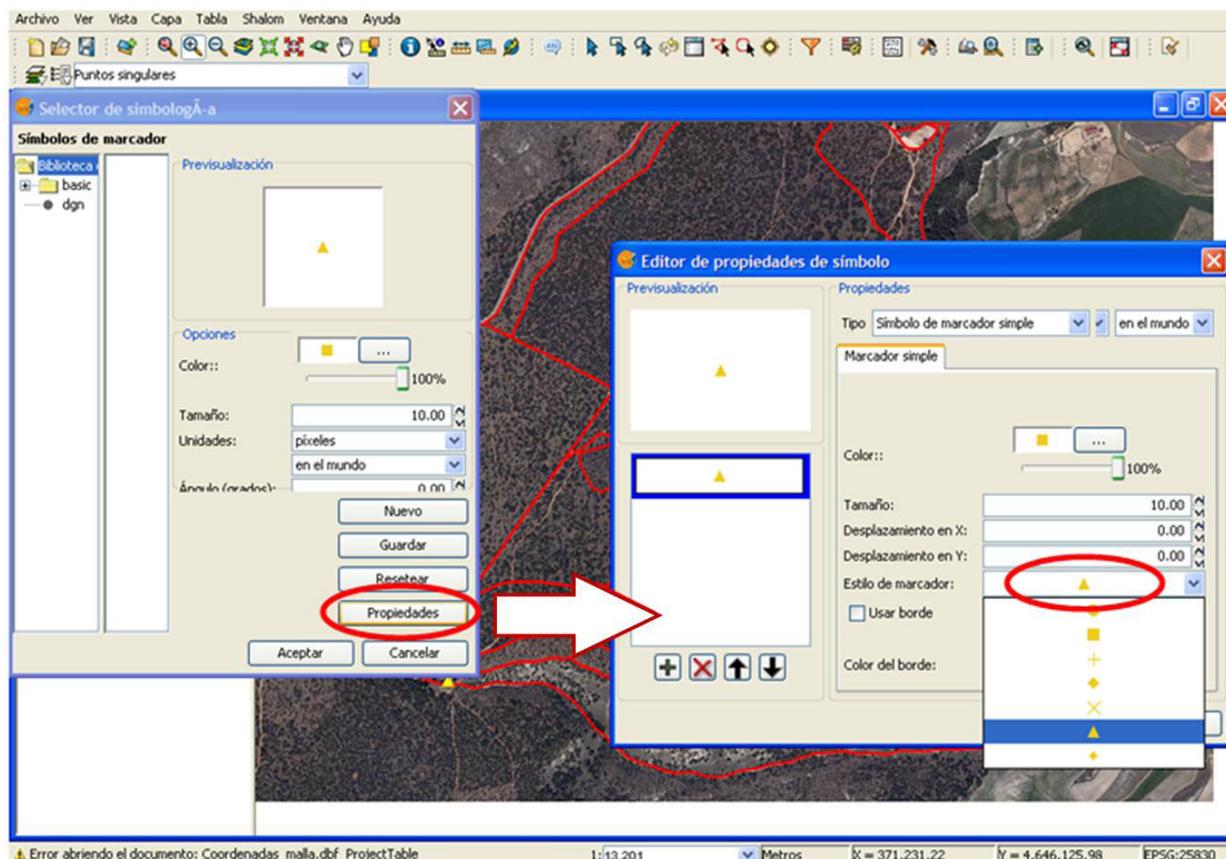
● cada punto de interés. En la creación de esta capa (nombre: Puntos singulares) conviene definir al menos los siguientes Campos: [ID_punto] (*double*), [Tipo_punto] (*string*), [Coord_X] (*double*), [Coord_Y] (*double*) y [Link⁴³] (*string*). El último campo servirá para el enlace con sus fotos y como se apunta más adelante, conviene asignarle un tamaño de al menos 100 en vez de los 50 que vienen por defecto.

La situación de los tres puntos se muestra en la imagen. El cálculo de sus coordenadas X,Y se realiza siguiendo los pasos ya expuestos en el capítulo anterior.

Para resaltar estos puntos y diferenciarlos de otros del proyecto (p.ej. de los de la malla de muestreo) se puede cambiar su tamaño y el estilo de marcador, que por defecto es un punto circular. A los distintos estilos de marcador se accede a través del botón "Propiedades" dentro de la ventana de diálogo del "Selector de simbología" de la capa.



⁴³ Link: (engl.) Enlace.



9.3. Importación de coordenadas de GPS

La obtención de coordenadas en campo con GPS conlleva una serie de imprecisiones que hay que tener en cuenta y valorar de antemano. La primera va a ser debida al punto elegido en campo para tomar coordenadas. Para posicionar un gran árbol singular, o un manantial, se pueden tomar infinitos puntos representativos de su entorno inmediato y a pesar de su variación espacial van a ser igualmente válidos para el objeto del proyecto.

Nunca deberemos tampoco olvidar la conocida

*Regla del Cartógrafo, según la cual la precisión máxima con la que se puede representar un punto en la cartografía es: $0,2\text{mm} * \text{denominador de la escala}$.*

Después estaría el propio error de precisión del GPS. Éste va a depender de varios factores, entre otros del número de satélites disponibles y de su posicionamiento. También influirán los errores de retardo de señal que habría que corregir (en caso de ser necesaria una alta precisión) apoyándose en las estaciones permanentes⁴⁴ de GPS más cer-

⁴⁴ En el caso del Monte el Viejo la estación permanente de GPS más cercana está en la azotea del edificio principal de la Junta de Castilla y León en Palencia. Sus datos de referencia para realizar las correcciones se pueden descargar en www.itacyl.es

canas. Éstas y otras posibles fuentes de error relacionadas con errores orbitales o de rebotes de señal, hacen que habitualmente con equipos GPS básicos el margen de error sea superior a cinco metros, valor asumible para posicionar elementos singulares en un cuartel de más de 300 ha (en geografías muy abruptas el error puede aumentar hasta más de 20 m).

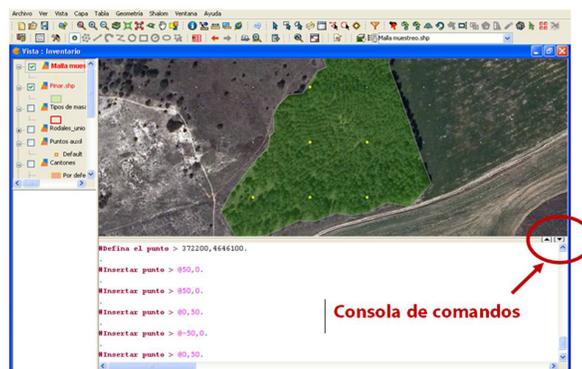
Por último, cabe hacer una apreciación más teórica que práctica respecto al sistema de referencia de los datos obtenidos por la mayoría de GPS comerciales. Tal como se expone en el Anexo 1, el sistema de referencia geodésica oficial en España es el ETRS89 (equivalente al código EPSG 25830), y es el que se ha adoptado en todas las capas de la Vista de este manual. En cambio, la mayoría de aparatos GPS toma los datos de las coordenadas en el sistema americano WGS84.

En principio cabría pensar en la necesidad de una conversión de coordenadas, pero la similitud entre ambos sistemas es tal que en el caso del huso 30 las diferencias de coordenadas son milimétricas. En el huso 29 y 31 pueden ser algo mayores (centimétricas) pero igualmente despreciables en el ámbito de la silvicultura y más allá de los trabajos topográficos de alta precisión.

importante

Aunque entre los sistemas WGS84 y ETRS89 no es necesaria la conversión de coordenadas para los husos de la península ibérica, sí lo sería entre cualquiera de los dos y el sistema ED50 visto en el Anexo 1. Para estos casos, el "Gestor de geoprocetos"  incorpora una herramienta denominada "Reproyectar" que permite realizar cualquier conversión de coordenadas entre sistemas de referencia.

Con todo lo expuesto, en el Monte el Viejo se van a dar validez a los datos registrados por el GPS en campo, y como son pocos, se van a introducir directamente en la capa de "Puntos singulares" a través de la "Consola de comandos".



Las coordenadas UTM obtenidas con GPS de los puntos son:

Puntos singulares	Coordenadas X	Coordenadas Y
Cantera	371179.32	4647120.43
Cruz	371656.08	4646393.06
Encina singular	371807.67	4645998.55

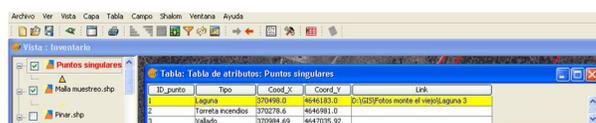
importante

Si fueran muchos los puntos obtenidos con GPS, en vez de introducirlos manualmente a través de la "Consola de comandos", se crearía una capa de eventos a partir de la tabla de coordenadas descargada del GPS en una hoja de cálculo (ver apartado 8.2.6). Sobre esa capa de puntos, después se digitalizarían el resto de puntos identificados en pantalla con apoyo de la ortofoto.

9.4. Hiperenlaces con imágenes de los puntos singulares

Desde la ventana de propiedades de la capa se puede establecer un enlace entre los puntos singulares de la capa y una imagen de cada uno de ellos. En el ejemplo siguiente se va a enlazar una imagen (*.jpg) tomada de la pequeña laguna del Valle del Cigarral con su localización en la Vista.

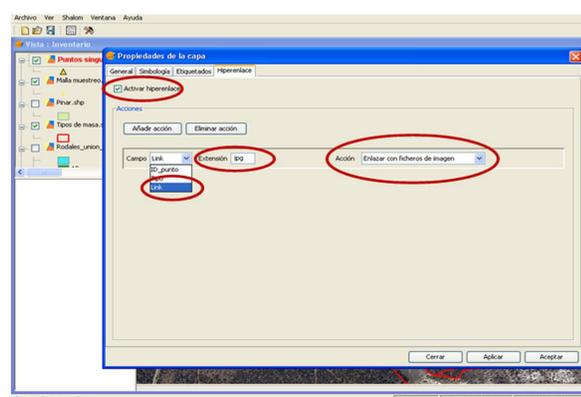
En primer lugar se debe activar la capa en *modo edición*, y abrir la tabla de atributos. El Campo [Link] es donde se van a registrar los vínculos. En sus celdas se debe escribir la ruta del disco duro en la que se encuentra cada fichero de imagen que se desea enlazar (sin escribir la extensión .jpg).



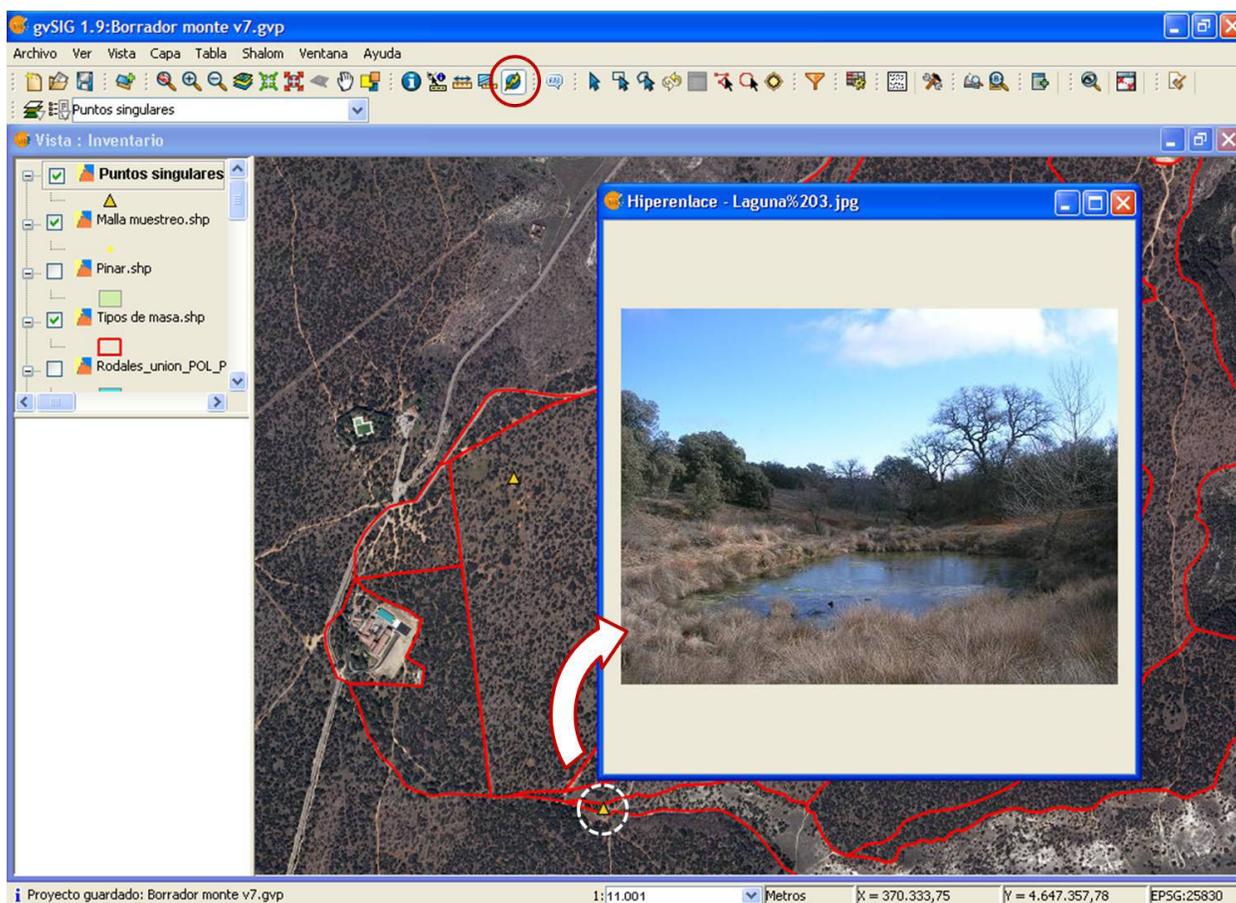
importante

Al editar el Campo ([Link]) del hiperenlace en la Tabla de atributos, si se introduce una ruta más larga que la longitud máxima del Campo, la ruta se ajustará (sin previo aviso) a la longitud máxima del Campo. Por defecto, los Campos se crean con una longitud máxima de 50 caracteres. Conviene configurar el Campo al inicio con una longitud mayor (> 100).

Una vez introducida la ruta, lo siguiente es abrir las "Propiedades" de la capa y seleccionar la pestaña de "Hiperenlace". En esta nueva ventana, primero hay que "Activar el hiperenlace" si no lo está por defecto. A continuación, en el menú desplegable de "Campo" se selecciona el Campo [Link] destinado a los enlaces (en el desplegable sólo aparecen los Campos de texto tipo *string*). En la siguiente casilla se indica la extensión de los archivos a enlazar (jpg), y la acción a realizar: "Enlazar con ficheros de imagen".



A continuación se pulsa "Aceptar" todos los requisitos definidos, y se vuelve a la ventana de visualización donde aparentemente no se han producido cambios. Para ver el enlace activado hay que pinchar el icono "Hiperenlace avanzado" de la barra de herramientas, tanto en *modo edición* como en *modo normal*. El puntero cambia de forma sobre la Vista y haciendo "click" sobre el elemento gráfico de la laguna se despliega la foto enlazada:



importante

En gvSIG 1.9 se configura el "Hiperenlace" a nivel de capa, de tal manera que para cada capa se puede activar o desactivar. Además del enlace de imágenes, la herramienta "hiperenlace" permite enlazar con ficheros de texto y documentos HTML, con ficheros PDF, e incluso con capas ráster y vectoriales. En estos dos últimos casos, la herramienta cargará en la Vista activa las capas enlazadas.

10.

TRATAMIENTO DE BORDES – BUFFERS⁴⁵.

TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS PERIMETRALES DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

Uno de los mayores riesgos a los que se enfrenta el Monte el Viejo son los incendios forestales. Así, una de las prioridades silvícolas contempladas en la ordenación del monte pasa por conseguir dotar a la masa forestal de una menor combustibilidad para dificultar la propagación del fuego y facilitar su extinción.

Las prioridades antes citadas son parte de los objetivos básicos de la silvicultura preventiva de incendios⁴⁶. Dentro de ésta, se tratarán a continuación las actuaciones a escala monte conocidas como áreas cortafuegos. Se centran en superficies lineales y perimetrales en las que se tiende a modificar la continuidad horizontal y vertical del combustible. Las áreas cortafuegos perimetrales se disponen comúnmente de forma paralela a vías de comunicación o lindes de monte en áreas alargadas de ancho entre 40 a 100m. En el caso del Monte el Viejo se aplican secuencialmente podas, desbroces y resalvos de conversión (claras) (Foto 37).

Desde el punto de vista de la silvicultura de prevención de incendios en el Monte el Viejo se buscará conseguir estructuras denominadas de *fustal sobre cepas* en las cuales se favorece el desarrollo de los mejores pies (resalvos) al tiempo que las copas de los árboles se separan del estrato arbustivo propiciando así una paulatina interrupción de la continuidad de combustible a nivel vertical. El peso de la corta nunca podrá ser fuerte ya que conduciría a un rebrote masivo de las encinas y quejigos que acentuaría la continuidad de combustible entre el nivel del suelo y las copas de los árboles.

⁴⁵ Buffer: engl. parachoques, amortiguador de golpes, zona parachoques.

⁴⁶ El glosario de términos silvícolas define la silvicultura de preventiva de incendios como aquella silvicultura orientada a reducir la posibilidad de inicio de un incendio forestal, y en caso de incendio éste se produzca en la menor extensión posible, con facilidad para la extensión y con mayor oportunidad de regeneración posterior. Incluye estrategias basadas en tratamientos parciales como claras, podas y desbroces (SERRADA et al. 2008).

importante

Seis reglas de oro, seis, de la selvicultura preventiva de incendios

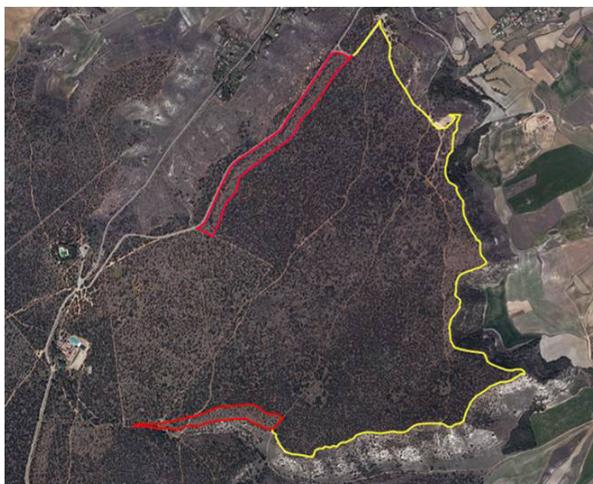
- I) Los incendios se apagan en invierno⁴⁷.*
- II) La selvicultura de prevención de incendios no evita el incendio, dificulta su propagación y facilita la extinción.*
- III) El factor determinante en el incendio es el modelo de combustible, muy por encima de la especie arbórea.*
- IV) La selvicultura preventiva de incendios modifica en lugares estratégicos la continuidad vertical y horizontal del combustible.*
- V) La selvicultura de prevención de incendios es infinitamente más barata que la extinción.*
- VI) Ninguna medida de prevención de incendios es eficaz si no considera sus causas.*



Foto 37. Tratamientos perimetrales de prevención de incendios. Área cortafuegos paralelo a carretera en el cuartel A. De izquierda a derecha se aprecia: a) Faja auxiliar de pista de 10 m (se han aplicado tratamientos de poda, resalveo de conversión y desbroce), b) Faja de ocultación visual de 10 m (sin intervención), d) Resalveo de conversión (80m).

⁴⁷ En la Cordillera Cantábrica, en los meses de finales de invierno con viento sur (Föhn o terral), pueden darse condiciones de extremo riesgo de incendio.

En la siguiente ortofoto se aprecian (color rojo) los tratamientos en áreas cortafuegos perimetrales ejecutados hasta el año 2007. La propuesta inmediata y prioritaria (color amarillo) para este cuartel en materia de prevención de incendios es prolongar y unir las dos áreas perimetrales que ya existen. La silvicultura preventiva de incendios en estas áreas se centrará en el control y ordenación del combustible (vegetales vivos y muertos) reduciendo la combustibilidad para aumentar su resistencia a la progresión del fuego y facilitar las labores de extinción.



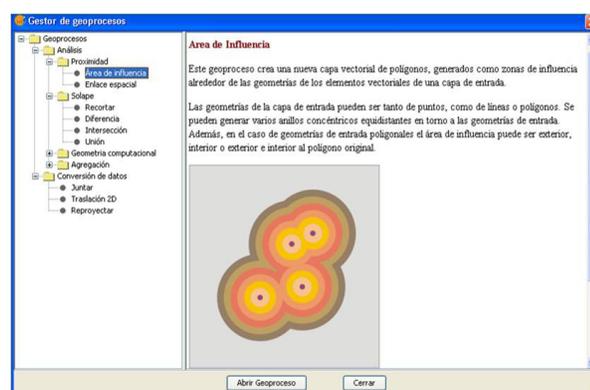
importante

El coste de ejecución material de tratamientos silvícolas preventivos de incendios en una hectárea es similar al de una hectárea de repoblación de terrenos incendiados y es notablemente inferior al de una hora de helicóptero en misión de extinción de incendios (sin incluir el personal de extinción)⁴⁸.

10.1. Delimitación de áreas cortafuegos perimetrales de prevención de incendios

Con las herramientas de geoprocésamiento de gvSIG 1.9 se va a plantear sobre la Vista una banda o buffer de 70 metros de ancho que recorra el perímetro desde el rodal 1 de la parte alta del cuartel (A) y lo una con el segundo rodal resalveado, el rodal nº 8 (B) (color rojo). Como fase previa se debe digitalizar el perímetro deseado sobre el que se va a apoyar este buffer (o área de influencia). Para ello, como se viene haciendo repetidamente hasta ahora, se crea una nueva capa "shape" tipo "línea" y se dibuja una polilínea entre las dos áreas ya tratadas con apoyo de la herramienta *snapping* en los tramos de los polígonos (cantones, tipos de masa o rodales) que recorre. Va a ser una línea auxiliar pero se la asigna un nombre identificador, por ejemplo, "perímetro buffer".

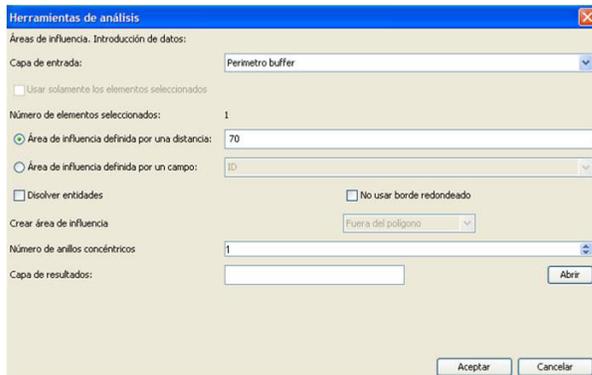
Una vez dibujado el perímetro se inicia el "Gestor de geoprocésos"  y se abre la herramienta denominada "Área de influencia".



⁴⁸ No se incluyen en este recuadro los perjuicios ambientales, económicos y paisajísticos de un incendio.

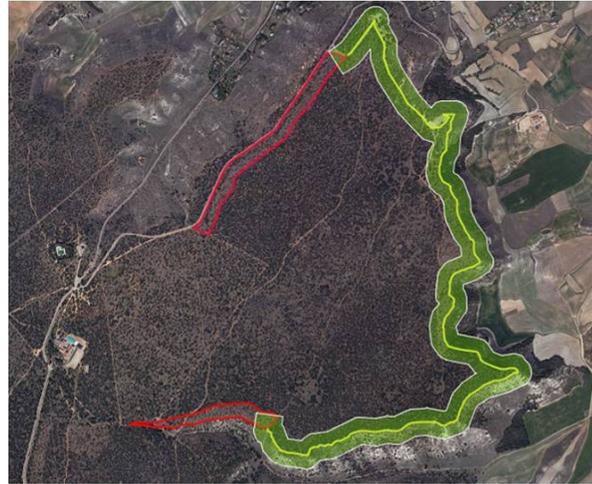
En la ventana de diálogo desplegada se debe definir la capa sobre la que aplicar el buffer: "Perímetro buffer". En este caso, como esta capa sólo tiene un único elemento gráfico, la polilínea, no se activa la casilla "usar solamente elementos seleccionados".

A continuación se indican los elementos seleccionados, y en el siguiente cuadro de texto se define la distancia (metros) del buffer. Al tratarse de un tratamiento perimetral, el número de anillos concéntricos deseado es uno sólo. Para finalizar se indica la ruta para guardar la nueva capa que gvSIG creará.



Al aceptar, automáticamente se añade la capa en el TOC y se visualiza el área de influencia creado (en la imagen se ha modificado la simbología para ver mejor el resultado).

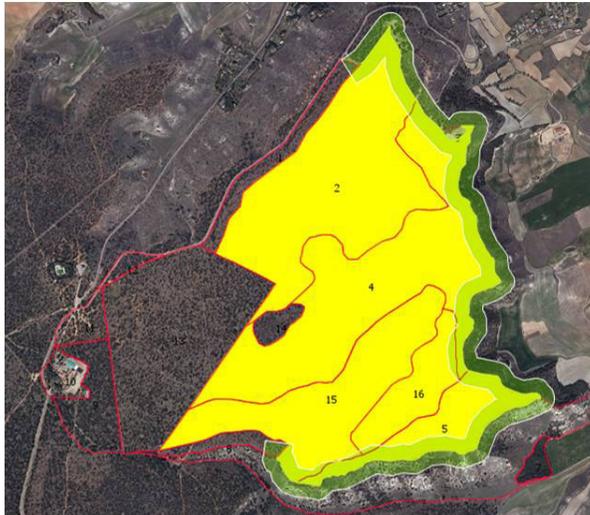
El buffer se crea alrededor de la polilínea, tanto por un lado como por otro, pero para el planteamiento de las bandas de selvicultura preventiva en nuestro ejemplo sólo interesan las zonas afectadas hacia el interior del cuartel. Esto requiere un segundo paso.



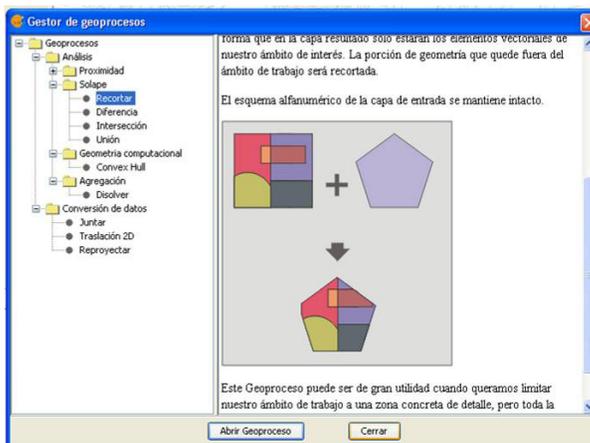
10.1.1. Recorte de área de influencia

Existen varias formas de recortar el buffer y ajustarlo a la zona de interés. Se seguirá a continuación la más rápida y sencilla, el geoproceso "Recortar" (tratado también en el Anexo 3). La capa de corte va a ser el propio polígono del buffer que va a recortar aquellos "Tipos de masa" sobre los que se quiere plantear la banda preventiva. Así pues, teniendo activa la capa de "Tipos de masa", antes de nada se deben seleccionar estos polígonos con la herramienta "Seleccionar por punto" (manteniendo pulsada la tecla "Control").

10.1.2. Cálculo de la superficie del Buffer



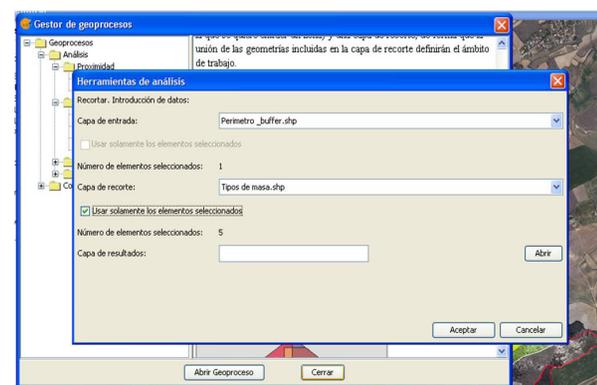
Una vez seleccionados los polígonos de corte, se abre de nuevo el “Gestor de geoprocetos”  y posteriormente se activa la herramienta “Recortar”.



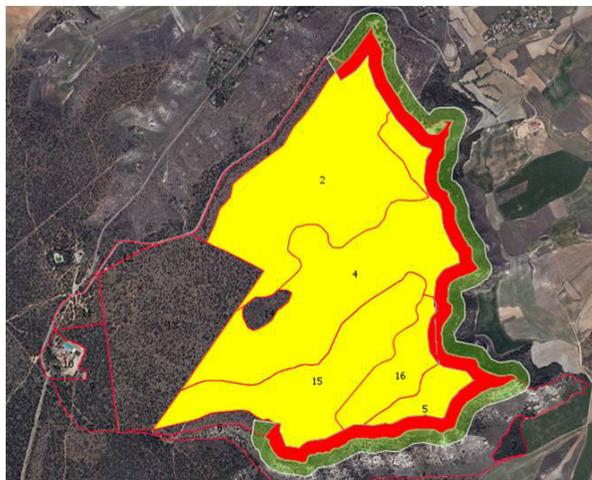
Existen dos posibilidades para calcular la superficie del área de influencia, ambas igual de prácticas. La primera es obtener la faja perimetral de forma directa como un único elemento gráfico. Una segunda opción, y que implica varias operaciones, es obtener la banda perimetral fragmentada en distintas entidades gráficas asociadas a los distintos tipos de masa para calcular en qué medida les afecta superficialmente. La diferencia entre procedimientos radica en qué se elige como capa de corte.

a. Obtención directa de la faja perimetral.

Tras “Abrir el geoproceto”, el programa solicita la capa de entrada. Para la obtención directa de la faja perimetral se debe elegir como capa de entrada la capa del buffer obtenida anteriormente. Como capa de recorte tomaremos “Tipos de masa”. Es importante activar ahora en esta ventana la casilla de “Usar solamente los elementos seleccionados”. Tras estas especificaciones se debe indicar un destino para la nueva capa creada.



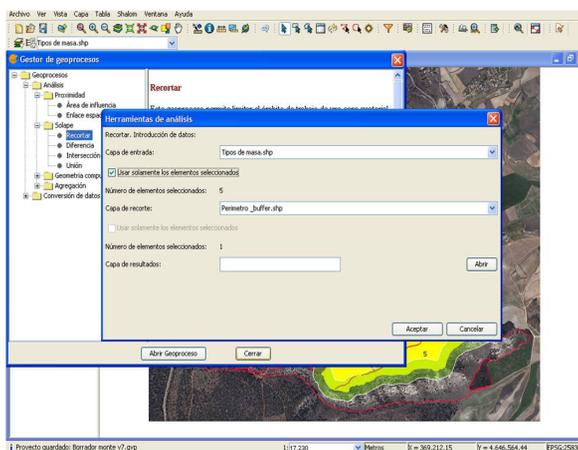
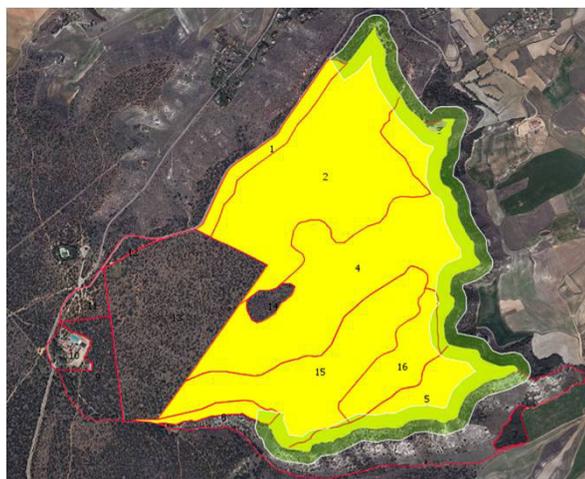
Tras aceptar, en rojo se resalta la faja directamente obtenida:



b. Obtención de la faja perimetral considerando los tipos de masa adjacentes

Si por el contrario deseamos obtener la misma franja perimetral pero diferenciada en distintos elementos gráficos en función del corte de otras entidades, como cantones, tipos de masa, etc., entonces el proceso inicial será similar pero cambiando la capa de corte. Obsérvese en la imagen cómo el buffer también afecta a los rodales 1 y 8 en los que ya se han efectuado un tratamiento silvícola de resalveo de conversión. Se podrá, por tanto, segregar estas superficies del buffer.

En primero lugar se activará el icono “Abrir el geoprocso”. El programa solicita la capa de entrada: “Tipos de masa”. También se debe activar en esta ventana la casilla “Usar solamente los elementos seleccionados”. La capa de recorte ahora es “Perimetro buffer”, y de nuevo se debe indicar un destino para la nueva capa creada.



El resultado obtenido en este caso es el siguiente:



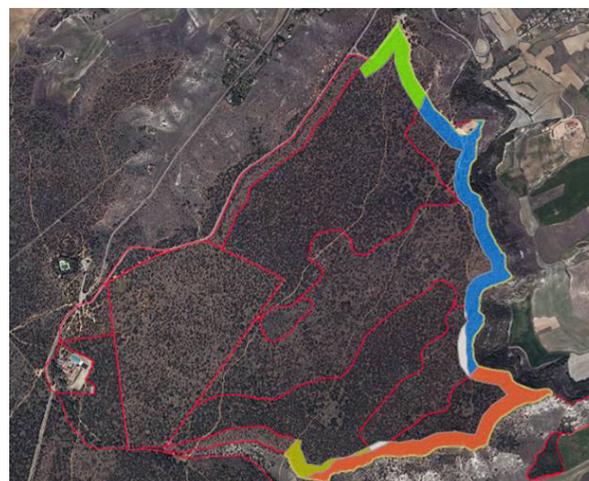
Se produce un pequeño solape con parte de los dos cantones de referencia. Esta superficie (en la que ya se aplicaron tratamientos silvícolas) se puede eliminar fácilmente mediante la herramienta "Diferencia" del Gestor de geoprocetos. Para ello se toma como capa de entrada la nueva capa de la faja perimetral y como capa de corte la de tipos de masa, prestando atención en seleccionar los dos cantones de solapados.

En el resultado gráfico se aprecia cómo se han segregado los rodales 1 y 8 del buffer. En el ejemplo la superficie segregada es superior a dos hectáreas. En escenarios de gestión forestal (año 2010) como el del Monte el Viejo, en los que la selvicultura de prevención de incendios es abordada con fondos públicos, el cálculo correcto de la superficie de las áreas cortafuegos puede suponer un ahorro importante al erario del común⁴⁹.



Gráficamente, el resultado es el mismo que en el supuesto anterior, pero si se consulta la tabla de atributos de esta capa se puede

comprobar que existen cinco entidades distintas, que se han diferenciado en la simbología siguiente:



Se puede trabajar con estas superficies diferenciadas para saber en qué medida afecta a cada tipo de masa o rodal, valorando singularidades o priorizando las actuaciones en caso de no plantear la ejecución del tratamiento perimetral en una sola intervención. Si por el contrario se llega a la conclusión de que no merece la pena trabajar con superficies separadas y se quiere unirlas todas en un solo elemento gráfico como el primer supuesto (obtención directa de la faja perimetral), se puede hacer directamente el proceso mediante la herramienta "Unir"  (ver apartado 7.2.a. "Eliminación o unión de rodales de superficie demasiado reducida").

En cualquiera de los casos, si se desea conocer las superficies y perímetros de cada área, se debe crear un nuevo Campo en la tabla de atributos de la capa y se procedería de la misma manera que para el cálculo de la superficie de los cantones.

⁴⁹ El coste de ejecución material de una hectárea de tratamientos combinados de prevención de incendios como los considerados corresponde a un rendimiento de cinco a diez jornales de operario forestal, una a dos horas de trabajo de tractor forestal y una hora de dirección facultativa de obra. Este coste es marcadamente inferior al de las costosas y peligrosas labores de extinción de incendios.

11.

CARTOGRAFÍA

Los sistemas de información geográfica permiten plasmar los resultados de los diferentes análisis espaciales en mapas cartográficos (mapas, planos, croquis) y obtener representaciones exportables a formato papel, imagen (.jpg, .tif, etc.) y archivo comprimido (.pdf). A través del gestor de proyectos "Mapas", gvSIG tiene una serie de herramientas dirigidas a la automatización de las tareas de edición de cartografía enfocando el trabajo a grandes producciones cartográficas.

La edición gráfica de los mapas creados depende, en gran medida, de las preferencias y necesidades del usuario o promotor del proyecto. En el caso de la ordenación de montes y proyectos forestales, es muy común que las diferentes administraciones forestales prescriban y/o normalicen los requisitos a los que deberá ajustarse la edición de la cartografía (escalas, formatos, cajetín, contenidos mínimos).

El Anejo 6. muestra, a modo de ejemplo, los criterios de normalización cartográfica vigentes en Castilla y León (*JCYL 2009*).

La cartografía mínima que tradicionalmente incluye un proyecto de planificación forestal es (*GONZÁLEZ et al. 2006*):

- a) Mapas de situación y emplazamiento (escala 1/50.000 a 1/25.000)
- b) Mapa/Plano general topográfico en el que se reflejen los límites del monte, infraestructuras, límites administrativos (1/10.000 a 1/5000)

- c) Mapa/Plano del estado forestal (vegetación, cantones, masas forestales, rodales, etc.) (1/10.000 a 1/5000)
- d) Plano de gestión (actuaciones propuestas (nivel rodal, infraestructuras, etc.) (1/10.000 a 1/5000))

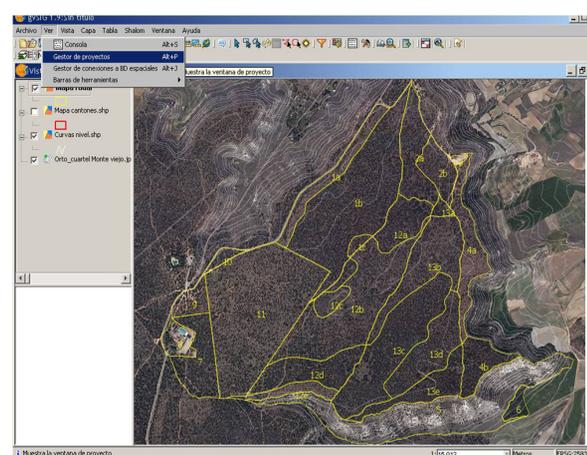
Todo mapa⁵⁰ forestal debe contener, junto a la representación gráfica (vista), como mínimo, los siguientes seis (siete) elementos:

- 1) Título y numeración del mapa y del proyecto
- 2) Autor, sello de la empresa y promotor (en caso de ser necesario)
- 3) Fecha
- 4) Escala
- 5) Información cartográfica: Sistema de referencia cartográfica – Datum
- 6) Rejilla de coordenadas y Norte
- 7) Fuente u origen de la que se ha descargado la información de la cartografía base (en el caso de trabajar con ortofotos o capas de cartografía (altimetría, hidrografía, vías de comunicación, etc.))

Las leyendas pueden ser un elemento esencial para la interpretación de la cartografía.

En el caso de los planos⁵¹ forestales, debido a su mayor escala (> 1/5000), no es requisito la inclusión del sistema de referencia cartográfica y coordenadas, los cuales son sustituidos por una expresión explícita de todas las cotas precisas para definir las dimensiones y medidas.

En proyectos de ingeniería y arquitectura, el plano es documento contractual ligado a una obra o transformación y debe venir firmado por el autor. El plano mostrará con precisión el diseño, la ubicación, las dimensiones y sus relaciones con otros elementos del proyecto. Comúnmente, en el ámbito forestal, los planos se realizan con programas de diseño asistido por computadora CAD⁵² (Computer Assisted Design), mientras que los mapas se elaboran con sistemas de información geográfica, SIG. Se realizará, a continuación, y a modo de ejemplo simplificado, el mapa de rodales del Cuartel A del Monte el Viejo (Palencia). La normalización de la edición de la cartografía (formatos, carátulas, doblado, etc.) vigente en la E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid) puede ser consultada en la web: <http://www3.uva.es/dgi-dao/> (> grado, expresión gráfica – grado ingeniería forestal y del medio natural > teoría > Planos para proyectos técnicos).



⁵⁰ El mapa es una representación geográfica de una parte de la superficie terrestre, en el que se da información relativa a una ciencia determinada (www.rae.es). La diferencia con el plano radica en las escalas, que en el caso del mapa son menores a 1/10.000 por lo que se hace necesario considerar la curvatura del globo terráqueo recurriendo a sistemas de coordenadas. Algunos autores sitúan la diferencia entre mapa y plano en la escala 1/5000.

⁵¹ El plano es una representación esquemática, en dos dimensiones y a determinada escala, de un terreno, una población, una máquina, una construcción, etc. (www.rae.es). Las escalas de los planos son mayores a 1/5000 y no es requisito incluir el sistema de coordenadas.

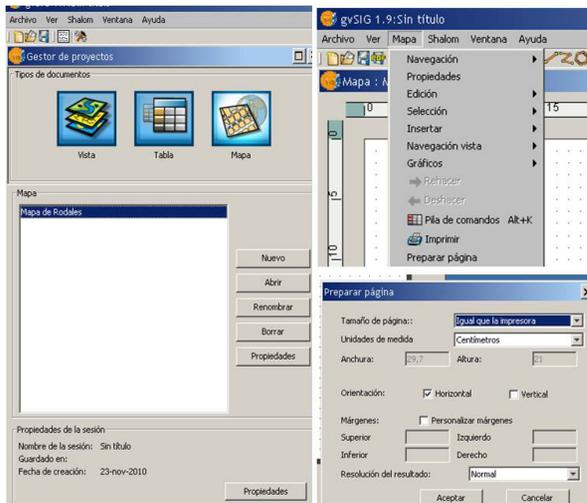
⁵² Existen numerosas aplicaciones CAD 2D y 3D de código libre o libre de código (http://www.freecad.com/, http://www.cadstd.com/, QCad, etc.)



11. Preparación del Mapa

Desde el “Gestor de proyectos” se activará “Mapas” y abriremos un nuevo mapa que nombraremos “Mapa de rodales”. En la ventana de visualización aparecerá el mapa en blanco. Al igual que en el caso de la pantalla “Vista”, en la parte superior se muestran las diferentes herramientas que pueden ser utilizadas para configurar el mapa.

Antes de continuar se deberá configurar y preparar la página del futuro mapa. Para ello, desde el menú “Mapa” deberemos activar la pestaña “Preparar página”. En la pantalla que se despliega a continuación se seleccionará el tamaño de la página, su configuración, márgenes, etc. En nuestro ejemplo se seleccionará, por simplicidad, “Igual que la impresora”.



11.1. Inserción de elementos al mapa

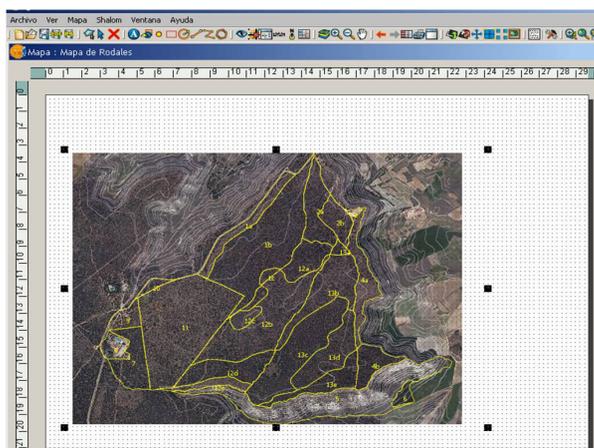
Sobre el mapa en blanco se insertarán los diferentes elementos que lo compondrán (escala, cajetín, ventana de visualización (vista) del proyecto, etc.). Activando en el menú “Mapa” la opción “insertar” podremos situar sobre el lienzo del mapa el lugar en el que queremos posicionar el elemento a añadir.

Para ello, tras seleccionar en el desplegable “insertar” el elemento a incluir en el mapa, colocaremos el puntero en el extremo superior izquierdo del rectángulo que definirá el espacio a ocupar y arrastraremos el puntero (pulsando el botón secundario) hasta el extremo opuesto del rectángulo. El elemento seleccionado aparecerá en el lugar definido por el rectángulo.



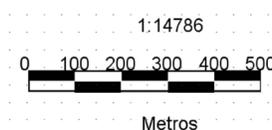
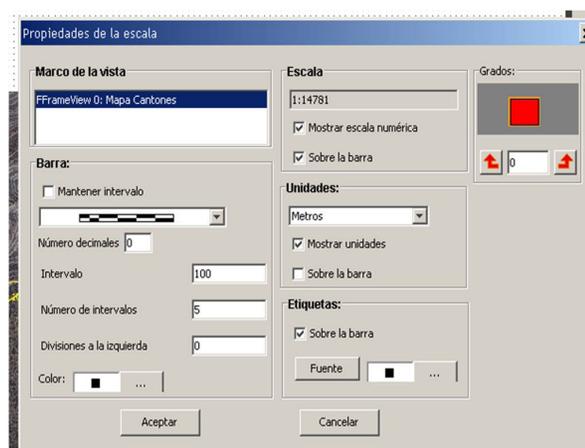
Insertar vistas

Sobre el mapa se insertará la vista visible en ese momento en el menú "Vista" del proyecto. En nuestro caso, el "Mapa de rodales". Activaremos en el menú "Mapa" la herramienta "Insertar", "Vista"  y, tras definir el recuadro de emplazamiento y la escala que queramos tome la vista, aparecerá sobre el mapa la vista. En el desplegable "Propiedades del marco de la vista" es recomendable en este primer paso solicitar que el programa asigne automáticamente la escala al tamaño de la vista. Posteriormente se podrá variar el denominador de la escala.



Insertar escala

El proceso de inserción de la representación de la escala del mapa es similar al de la "vista": "Insertar" > "Escala" . Se mostrará un cuadro de diálogo sobre el que definiremos el tipo de representación de la escala, sus unidades, color, etc. El programa asigna por defecto automáticamente la escala de la vista en el recuadro previamente definido (1:14.781).

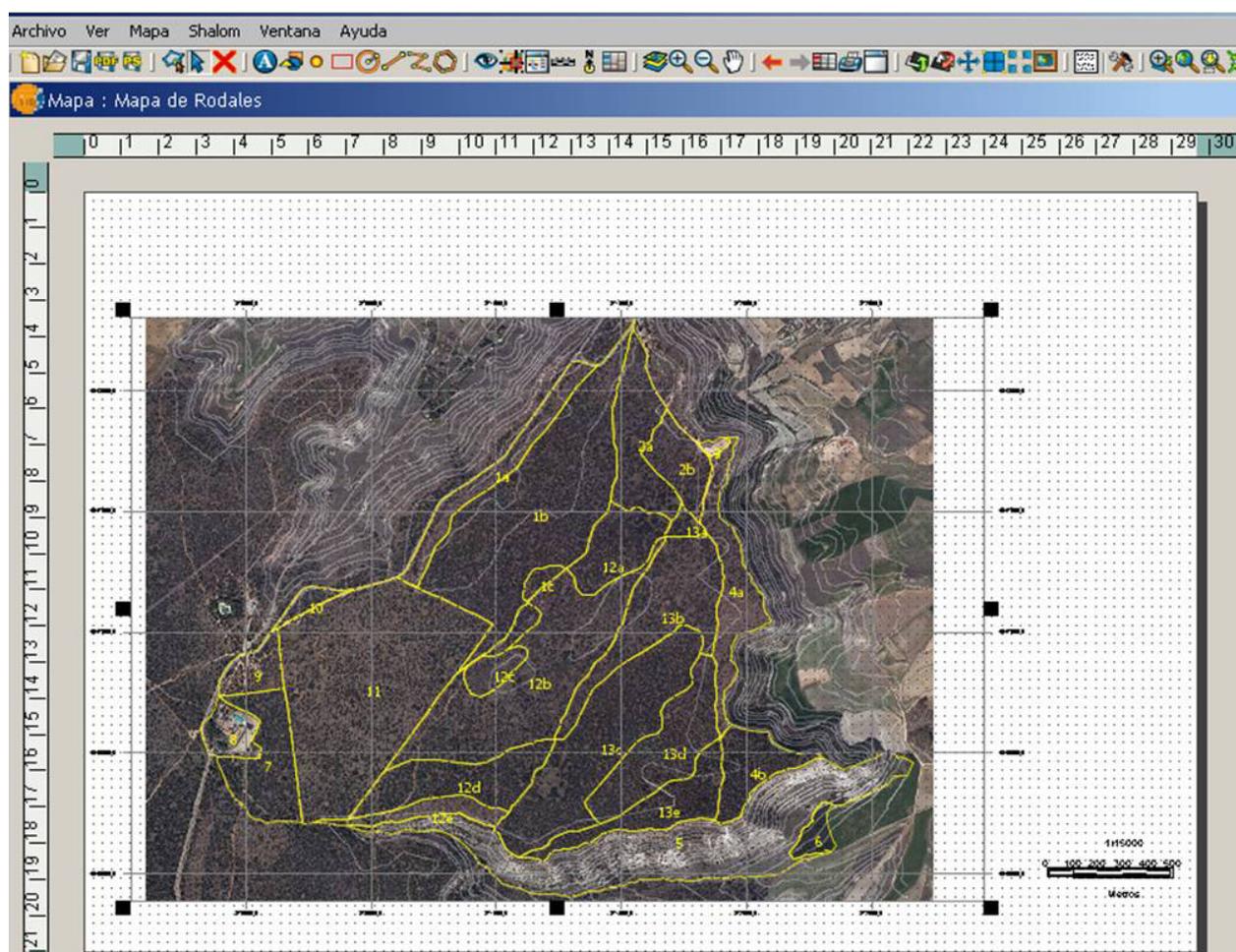


Corresponderá al autor del proyecto definir si desea mantener esa escala u optar por una más común (1/15.000 o 1/10.000⁵³). En el caso de estudio se elegirá la escala 1/15.000, valor que habrá de ser modificado en la celda "Escala". En el menú desplegable se definirán también la barra de leyenda de la escala, sus intervalos y divisiones.

El siguiente paso consistirá en cambiar la escala del mapa a 1:15.000. Para ello, situando el cursor sobre la vista, y activando el botón derecho, accederemos de nuevo, al menú "Propiedades del marco de la vista". En "Escala" > "Escala especificada por el usuario" se definirá 1/15.000. La casilla "Enlace vivo" avisa de que cualquier cambio que se realice sobre la vista original afectará al mapa. Para activar y configurar la malla activaremos "Mostrar cuadrícula" > "Configurar" > "Propiedades malla".

⁵³ La escala de la cartografía base utilizada es 1:10.000. En el caso de definir escalas mayores se incrementarán los errores de representación.

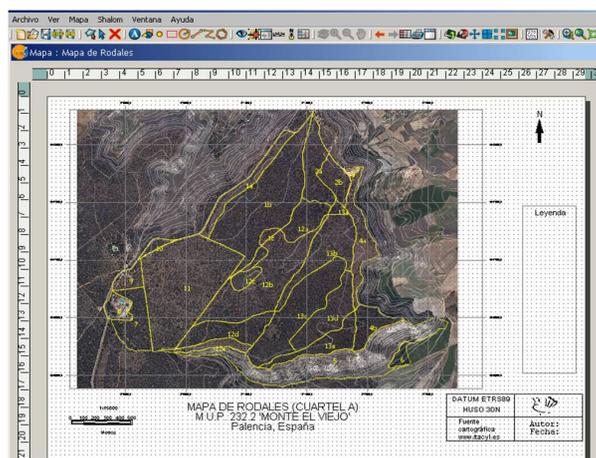
En el ejemplo se establecerá un intervalo de malla de 500 metros con una rejilla de tipo "líneas".



11.2. Impresión y exportación de la cartografía

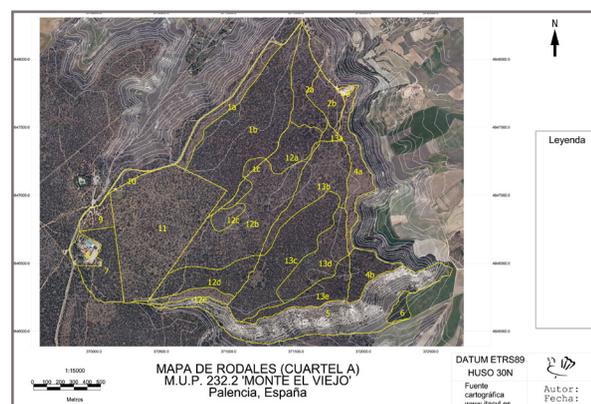
Insertar otros elementos en el mapa

El procedimiento de inserción de los demás elementos necesarios en el mapa es similar al descrito anteriormente: "Mapa" > "Insertar" > definición del emplazamiento del elemento a insertar (activar y arrastrar el botón izquierdo). Una vez insertados los elementos sobre el lienzo se podrán cambiar de posición a conveniencia activándolos y arrastrándolos con el botón principal activado. En el ejemplo que se muestra a continuación se han insertado los siguientes elementos: "Título del mapa" – "encabezado", "norte", "leyenda", "cajetín" con: autor, fecha, datum (CRS), fuente de la cartografía base y anagrama de la empresa.



La composición creada puede ser exportada a un fichero .pdf o a diferentes formatos de imagen .jpeg, .bmp, .tif que podrán ser abiertos con programas de tratamiento de imágenes. En nuestro caso se imprimirá el mapa en .pdf.

Menú: "Archivo" > "exportar a pdf" > definir fichero donde guardar el pdf "Mapa de Rodales".



"Obtener resultados reales es directamente proporcional a ofrecer valores reales"

James Cash Penny

"(...) vendo a vos universo concejo de Palencia y a todos los canónigos de la Iglesia Palentina y todos los clérigos y laicos habitantes en Palencia, mis montes de Dueñas que me pertenecen (...) para ser tenidos por vosotros y vuestros descendientes y toda vuestra sucesión siempre y para ser poseidos inmutablemente, por precio de dos millares y un centenar de áureos, que de vosotros he recibido y quedo con ellos pagado (...)"

Documento de Venta del Monte el Viejo⁵⁴ a la ciudad y los canónigos de la Catedral en 1191 por el rey Alfonso VIII.

⁵⁴ En: Diario Palentino, 14-XI-1956.

12. BIBLIOGRAFÍA

BRAVO A., ROIG S., SERRADA R., 2008. Selvicultura en montes bajos de *Quercus ilex* L., *Q. pyrenaica* Willd. y *Q. faginea* Lam. En: SERRADA R., MONTERO G., REQUE J.A., 2008. *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. INIA – FUCOVASA, Madrid, España.

GÓMEZ M., REQUE J.A., 2009. *Rodalización y Sistemas de Información Geográfica: Aplicación con gvSIG*. Publicaciones E.T.S.II.AA. de Palencia nº 74, Universidad de Valladolid, Palencia, España. (descarga en: http://www.gvsig.org/web/docusr/learning/colaboraciones/ce_0902_01/)

GONZÁLEZ J., PIQUÉ M., VERICAT P., 2006. *Manual de ordenación por rodales*. Gestión multifuncional de espacios forestales. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona, España. (Descarga libre en: <http://www.ctfc.es/manrodales/>)

GUERRA J., MANSO A., 2002. Sistemas tradicionales de ordenación forestal en el centro de la Cuenca del Duero (España). *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales*, Vol. 11, Nº 2, 2002 , pags. 339-356. (Descarga libre en: <http://recyt.fecyt.es/index.php/IA/index>; <http://recyt.fecyt.es/index.php/IA/issue/view/338>.)

JCYL, 1999. Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente, Junta Castilla y León, Valladolid, España. (Descarga libre en: <http://bocyl.jcyl.es/bocyl/> (<http://bocyl.jcyl.es/boletines/1999/05/19/pdf/BOCYL-D-19051999-1.pdf>))

JCYL, 2009. Instrucciones técnicas de normalización de la planificación forestal en castilla y león, ITPLANFOR. Consejería de Medio Ambiente, Junta Castilla y León, Valladolid, España. (Descarga libre en: <http://planfor08.blom.es/pdf/ITPlanfor.pdf>)

JUNTA DE ANDALUCÍA, 2004. *Manual de Ordenación de Montes de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, España. (Descarga libre en: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=6cf6c9df7017a110VgnVCM1000000624e50aRCRD&lr=lang_es)

MADRIGAL A. (1994). *Ordenación de montes arbolados*. ICONA, Madrid, España..

PITA A., 1973. *El inventario en la ordenación de montes*. INIA, Ministerio de Agricultura, Madrid, España.

PRODAN M., 1997. *Mensura forestal*. Instituto Iberoamericano de Cooperación para la Agricultura, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, San José, Costa Rica. (Descarga libre en: <http://books.google.es/>)

SERRADA R., MONTERO G., REQUE J.A., 2008. *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. INIA – FUCOVASA, Madrid, España.

SEVILLA F., 2009. *Una teoría ecológica para los montes ibéricos*. IRMA - Junta Castilla y León, Valladolid, España.

Fuentes de consulta

ALARIO M, DELGADO E., 1983. Monte "El Viejo". *Apuntes Palentinos 5 (IV)- Rutas y Paisajes*. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Palencia, Obra Cultural, Palencia, España.

ALARIO M., DELGADO E., DUEÑAS M., GARCÍA P., 1981. *Cambios de usos y formación vegetal en el es-*

pacio del Monte "El Viejo" de Palencia. Publicaciones de la Fundación Tello Téllez de Meneses 45, Diputación de Palencia, Palencia, España, 57-131. (descarga libre en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/buscador>)

GÓMEZ, J. 1992. *Castilla en escombros : Las leyes, las tierras, el trigo y el hambre*. Ámbito - Diputación de Palencia, Palencia, España. 286 pp.

GORDALIZA F., 1993. *Toponimia en El Monte el Viejo de Palencia*. Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses, Diputación de Palencia, Palencia, España, pp. 443-482. (descarga libre en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/buscador>)

GUERRA J., MANSO A., 2002. Sistemas tradicionales de ordenación forestal en el centro de la Cuenca del Duero (España). *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales*, Vol. 11, Nº 2, 2002, pags. 339-356 .

SAN MARTÍN, J., 1956. Sobre el Monte El Viejo de Palencia. Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses, Diputación de Palencia, Palencia, España, pp. 321-338. (descarga libre en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/buscador>)

VALLE F., 1969. Monte "El Viejo" en los documentos municipales: discurso de inauguración del Curso académico 1967-1969. Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses, Diputación de Palencia, Palencia, España, pp. 1-23. (descarga libre en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/buscador>)

VALVERDE D., 1990. *El Monte el Viejo*. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Palencia, Obra Cultural, Palencia, España. (descarga libre en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/buscador>)

ANEJO I.

SISTEMAS DE REFERENCIA ESPACIAL

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en cualquier proyecto GIS, sea cual sea el programa informático que se utilice, es decidir de antemano cuál va a ser el Sistema de Referencia Espacial⁵⁵, o lo que es lo mismo, con qué Sistema de Referencia Geodésica o Datum se va a trabajar.

Por ello, siempre, al crear una Vista en gvSIG, lo primero que hay que tener claro es el sistema de proyección de los mapas u ortofotos de partida. Éste, además de ser conocido, debe ser el mismo para todos los documentos gráficos de un mismo proyecto. De poco valen mapas u ortofotos cuyo sistema de proyección sea desconocido, o que no coincidan, ya que las desviaciones de coordenadas de un sistema a otro pueden variar muchos metros. Por poner un ejemplo, una ortofoto en un sistema de proyección no va a coincidir con un mapa de curvas de nivel basado en otro sistema de proyección.

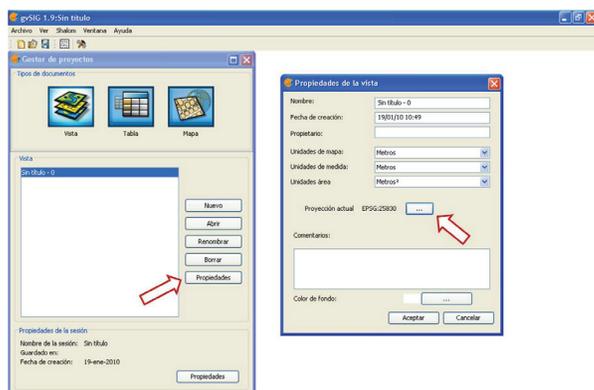
Si se consulta el "Gestor de proyectos", gvSIG 1.9 siempre asigna un sistema de proyección por defecto a cada Vista creada, bien el que se haya predeterminado o el utilizado en la última sesión. Una vez definido este sistema de proyección, todos los mapas u ortofotos que se añadan a la Vista deben tener ese sistema de referencia. En ocasiones, los archivos de las capas cargadas no tienen asignado un sistema de proyección (aunque en realidad la ortofoto o el mapa sí esté georreferenciado). gvSIG 1.9 advertirá de ello en pantalla. En ese caso, si se conoce el sistema de proyección en el que fueron realizados, éste

⁵⁵ Para ampliar información sobre el tema se recomienda la lectura de la versión completa de Apuntes de Cartografía: Coordenadas Geográficas - Proyección y Coordenadas UTM - concepto de DATUM. de ALONSO FERNÁNDEZ-COPPEL (2006) E.T.S. Ingenierías Agrarias de Palencia, Universidad de Valladolid. Descarga en: <http://www.cartesia.org/> (<http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-utm.pdf>).

deberá ser indicado al programa por el usuario. Esto último suele ocurrir con las ortofotos, que si bien al descargarlas de los servidores se suele informar al usuario de su sistema de proyección, posteriormente el propio archivo de la ortofoto no informa al sistema de información geográfica SIG de cuál es éste.

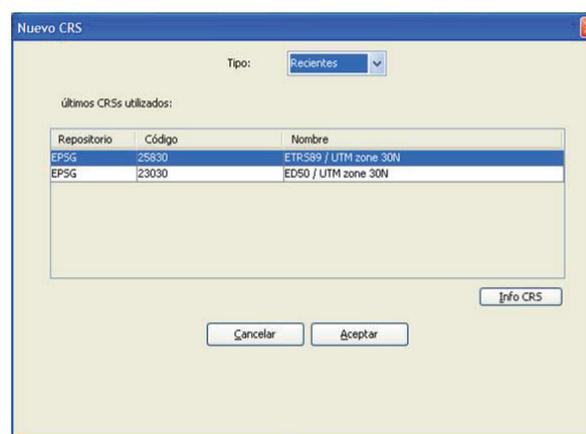
En un menú informativo de la parte inferior de la pantalla, gvSIG 1.9 informa en todo momento del sistema de referencia de la Vista actual. En ese menú también se indican la escala de la vista actual, la unidad de medida y las coordenadas X,Y del punto sobre el que se sitúa el puntero.

Para comprobar y cambiar el sistema de proyección de una Vista, desde el "Gestor de Proyectos" se debe pinchar en el botón "Propiedades de la Vista":



Se desplegará la ventana flotante de la derecha con la información relativa a las "Propiedades" de esa Vista. Además de las unidades de medida, aparece un código EPGS de la proyección actual. En el caso del ejemplo, el sistema de proyección informa de que es el EPSG: 25830

Si se pincha el botón , se amplía la información relativa a ese código y se muestra el verdadero nombre del sistema de referencia. Además, se ofrece la opción de seleccionar otros sistemas de referencia diferente.



Como se puede comprobar, el código EPSG 25830, realmente se corresponde con el Sistema de proyección ETRS89 /UTM zona 30N el cual corresponde con el monte objeto de este manual, el "Monte el Viejo" (Palencia, Castilla y León⁵⁶, España).

⁵⁶ Castilla y León se ubica en el huso 30N casi en su totalidad, pero hay una franja al oeste que pertenece al huso 29N (en ese caso habría que cambiar el sistema de referencia en gvSIG y buscar el correspondiente al ETRS 89/UTM zona 29N).

Sistemas geodésicos de referencia en España:

En el siglo XIX se iniciaron en España los trabajos para elaborar un mapa nacional a escala 1:50.000. En origen se estableció un sistema de referencia local, adaptado a Península Ibérica, y basado en una proyección de tipo poliédrica.

Con el tiempo, la necesidad de compatibilizar la cartografía con el resto de Europa obligó a adoptar un nuevo Sistema de Referencia, denominado ED50 (European Datum 1950), cuyo elipsoide internacional es el de Hayford, y que toma como meridiano de origen de longitudes el de Greenwich. El caso de España tenía además la particularidad de usar un segundo sistema de referencia local para las Islas Canarias.

El Sistema de referencia ED50 ha sido el sistema oficial de España desde 1970, con un carácter regional adaptado a la península, y aún está vigente hoy.

Pero la evolución de los sistemas de navegación y posicionamiento mediante satélites ha obligado a la búsqueda de un nuevo sistema de referencia global para Europa, de alta precisión y mayor homogeneidad, compatible además con el sistema de referencia americano WGS84 sobre el que está basado el funcionamiento de la mayoría de GPS comerciales. El resultado ha sido el ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989).

Así las cosas, en agosto de 2007, se aprueba mediante Real Decreto (BOE 207, 29 de agosto) la adopción del sistema de referencia global

ETRS89 como sistema oficial en España, sustituyendo al ED50, e integrando en él también a las Islas Canarias. Se permite de esta forma la completa integración de la cartografía española con los sistemas de navegación y la cartografía de otros países europeos. Como origen de referencia altimétrica de la Península se siguen tomando los valores medios del nivel del mar en Alicante, aunque se estudia ya la posibilidad de adoptar un único origen de altitudes para todo el continente europeo.

El Real Decreto mencionado establece un periodo de convivencia de los dos sistemas de referencia hasta 2015, año a partir del cual toda la información geográfica y cartográfica oficial sólo podrá publicarse en ETRS89.

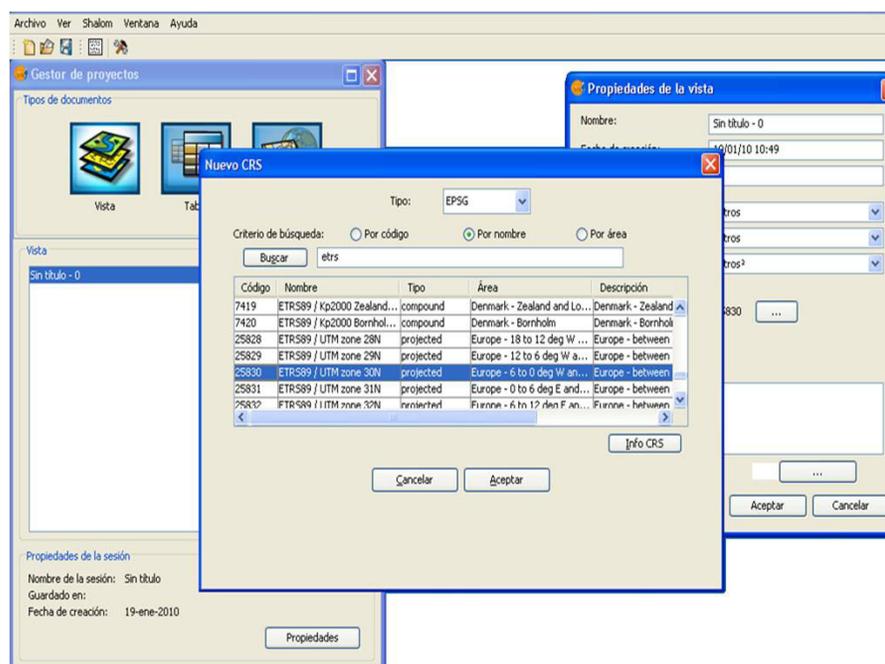
A fecha de edición de este manual (2011) nos encontramos por tanto en un periodo de cambio en el que es posible obtener cartografía de uno u otro sistema de referencia según la fuente que consultemos. Por suerte, cada vez son más los servidores de mapas que proporcionan la información en ambos sistemas, pero se debe estar atento y decidir cuál es que interesa para cada proyecto, ya que para unas mismas coordenadas puede haber sobre el terreno más de 20 metros de desplazamiento de un sistema a otro. En realidad, existe la posibilidad de realizar las transformaciones de un sistema a otro con muchos SIG (como gvSIG) o con otras herramientas específicas, pero se trata de una aplicación avanzada que no se aborda en este manual, y que además conlleva una pérdida de precisión por los inevitables errores de ajuste.

Profundizando un poco más, conviene aclarar que el sistema ETRS89, al igual que el ED50, para la definición de sus coordenadas cartográficas recurre a la proyección UTM⁵⁷, por lo que se debe definir también el huso correspondiente al área de trabajo y la latitud, que en la península ibérica será siempre Norte. La cuadrícula UTM para los mapas 1:50.000 en España sigue siendo la base de referencia para la elaboración del resto de Hojas a distintas escalas.

Como veíamos antes, gvSIG 1.9 informaba del sistema de referencia con la expresión ETRS89 / UTM zona 30N, es decir: Sistema de referencia geodésica ETRS89, que a su vez se basa en el sistema de referencia de coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM), correspondiente en este caso al huso 30 de latitud Norte.

Cambio del sistema de referencia de la Vista en gvSIG 1.9⁵⁸:

La búsqueda de otros Sistemas de referencia en gvSIG 1.9 es sencilla. En la última ventana flotante que se ha explicado (Nuevo CRS: Cartographic Reference System), hay que seleccionar en el menú desplegable de "Tipo": EPSG. Como criterio de búsqueda se debe activar la casilla "Por nombre", y a continuación teclear en la ventana de texto o bien ETRS o bien ED50, según lo que nos interese. En ambos casos aparecerá una relación completa de sistemas de referencia posibles en España u otros países. Se selecciona el que interesa, en función del huso, y aceptamos. gvSIG 1.9 adoptará este nuevo sistema de referencia, pero si ya hubiera cargada alguna capa no la transforma (por eso conviene definirlo al empezar un proyecto).



⁵⁷ UTM: Universal Transversal Mercator.

⁵⁸ Existen numerosas aplicaciones informáticas que facilitan la conversión de coordenadas entre diferentes sistemas de referencia (calculadora geodésicas IGN: www.ign.es > calculadora geodésica, buscar otros).

Con carácter de información complementaria, pinchando en el botón  gvSIG 1.9 aporta cuantiosa información complementaria acerca del Sistema de Referencia seleccionado (elipsoide, semiejes, meridiano de referencia, etc.).

Equivalencias de códigos EPGS con los Sistemas de referencia geodésicos:

Para terminar con este anejo, conviene aclarar que existen distintos sistemas de códigos internacionales que buscan homogenizar los nombres de los múltiples sistemas de referencia existentes y sus variantes regionales (ED50, ETRS89, WGS84, etc.). Uno de ellos es el que adopta gvSIG 1.9: el EPSG, aceptado internacionalmente y que curiosamente promovió el European Petroleum Survey Group.

Aunque pueda parecer demasiada complicación, en realidad, para el caso de España, son pocos los sistemas de referencia posibles y habitualmente siempre se van a manejar dos o tres códigos que acaban siendo fácilmente memorizados. La equivalencia de los parámetros de EPGS con ED50, ETRS89 y WGS84 (para los GPS) son las siguientes:

<i>Código EPGS</i>	<i>Equivalencia</i>
23029	ED50/UTM zona 29N
23030	ED50/UTM zona 30N
23031	ED50/UTM zona 31N
25829	ETRS89/UTM zona 29N
25830	ETRS89/UTM zona 30N
25831	ETRS89/UTM zona 31N
32629	WGS84/UTM zona 29N
32630	WGS84/UTM zona 30N
32631	WGS84/UTM zona 31N

En realidad, para los husos 29, 30 y 31, la diferencia entre los sistemas ETRS89 y WGS84 es del orden de milímetros o centímetros, por lo que habitualmente se trabaja con ambas indistintamente sin realizar ningún tipo de conversión de sistemas de referencia. Ello facilita que en la Península Ibérica, en un proyecto SIG cuyo sistema de referencia elegido sea el ETRS89, se pueda trabajar directamente con coordenadas tomadas con GPS o con Google Earth (que también usa WGS84 por defecto).

En el caso del sistema ED50 sí que es necesario realizar la conversión a ETRS89 o WGS84 puesto que las variaciones son importantes.

ANEJO 2. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Como se ha apuntado al inicio del manual, el supuesto práctico se va a realizar en un área concreta del “Monte el Viejo”, entre los parajes conocidos como “El Refugio”, “La Casa Pequeña” y el “Valle del Cigarral”. El “Monte el Viejo” tiene asignado el número 232.2 del Catálogo de Montes de Utilidad Pública (MUP), propiedad del Ayuntamiento de Palencia y fue declarado Zona Natural de Esparcimiento en agosto del año 2005 (*BOCyL 159*), formando parte por tanto de la Red de Espacios Naturales de Castilla y León.

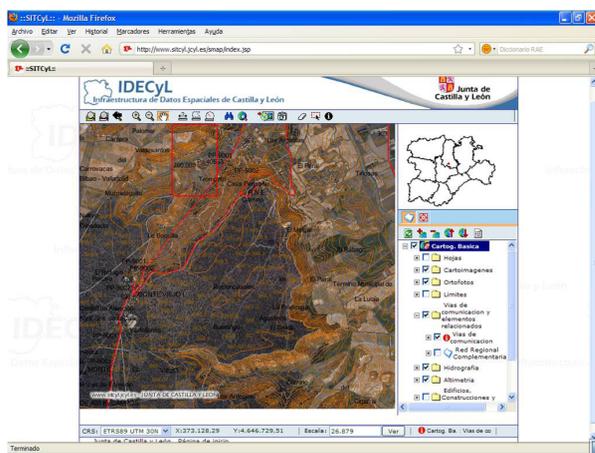
Para el desarrollo de esta práctica se ha obtenido distinta cartografía de dos servidores de mapas públicos y gratuitos, dependientes de la Junta de Castilla y León.

El primero de ellos se trata del Portal <http://www.sitcyl.jcyl.es/smap/index.jsp> “Infraestructura de datos espaciales de Castilla y León”. Este servicio de mapas permite, entre otros, la descarga de ortofotos (WMS) y mapas topográficos a las escalas 1/5000, 1/10000 y 1/50.000. Para llegar al visor de mapas, y posterior descarga de archivos, debemos seguir la ruta:

Servidor de mapas y servicios WMS > Visor de Mapas IDECyL.

Una vez localizada el área de trabajo del “Monte el Viejo” mediante el buscador de municipios  y posteriormente con las herramientas de zoom del Visor de mapas  se debe consultar en la tabla derecha del visor la información ofrecida en pantalla y que posteriormente se va a poder descargar⁵⁹.

⁵⁹ Si en algún momento se bloquea el visor o no aparecen las capas seleccionadas, primero refrescamos el visor activando el icono  y si no responde, hay que recargar la página e intentarlo de nuevo. La velocidad de conexión del servicio de Internet influye notablemente en este procedimiento. También puede incidir el buscador de Internet utilizado. En el caso de aparecer problemas en la descarga podrá ser interesante cambiar de navegador.



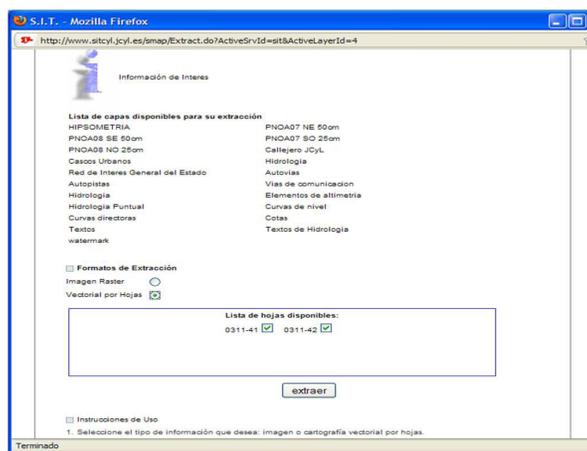
Antes de continuar, hay que detenerse a analizar el menú de información inferior del visor, referente al sistema de referencia cartográfica (CRS) de la imagen. Esta información va a ser determinante para poder trabajar en el SIG con el mismo sistema cartográfico en todas las capas de mapas, y que exista así una concordancia espacial en las coordenadas (ANEJO 1.).

En este caso, por defecto, el IDECYL muestra las distintas capas en el Sistema ETRS89⁶⁰ (UTM 30N), que es el que nos interesa, pero se podrían elegir otros mediante el menú desplegable.

El siguiente paso es descargar las capas de información, tanto vectorial (capas de "curvas de nivel", "vías de comunicación", "altimetría", "límites", "hidrografía", etc.), como ráster (ortofoto). Este portal sólo permite descargar una ortofoto de calidad media con la amplitud de lo que vemos en pantalla. En el presente trabajo solo se descargarán del servidor IDECYL las capas vectoriales. Se recurrirá a otro Servidor de mapas (www.itacyl.es) para obtener las ortofotos correspondientes

a las Hojas 1:10.000 y con una alta resolución de hasta 25 cms/píxel.

Para descargar las capas vectoriales se pincha en el icono  de la barra de herramientas principal del visor.



En la ventana flotante desplegada aparece la relación de capas cartográficas que se pueden descargar. En este caso, el área seleccionada pertenece a dos Hojas 1:10.000 distintas (311-41 y 311-42)⁶¹, circunstancia habitual que obligará más adelante a poner en práctica una serie de herramientas de gvSIG 1.9 para ajustar las capas al tamaño del área de trabajo y unir las como una única Hoja. Una vez que se pincha en "extraer" aparecen los dos ficheros de las Hojas 1:10.000. El siguiente paso es extraerlos y descomprimirlos en la carpeta del proyecto.

El visor de mapas IDECYL permite descargar las ortofotos (formato ráster) activando la herramienta "extraer vista actual" . Como paso previo habrá que desactivar todas las pestañas

⁶⁰ European Terrestrial Referencial System.
⁶¹ Es interesante apuntar los números de las Hojas 1:10.000, porque esta información no figura en el archivo descargado, y va a servir a su vez para localizar las ortofotos correspondientes a través del servicio de mapas del Itacyl.

menos la de "ortofotos". Para obtener las ortofotos de nuestra zona acudiremos, no obstante, al servidor de mapas: Itacyl www.itacyl.es el cual permite descargar ortofotos con calidad superior a la ligada a un servicio WMS. El procedimiento a seguir es:

www.itacyl.es > Información al ciudadano > Servicio de mapas > Contenido > Modo de acceder a los datos cartográficos > Descarga directa de archivos digitales de las ortografías > Protocolos [ftp: ftp://ftp.itacyl.es](ftp://ftp.itacyl.es) o [http: http://ftp.itacyl.es/](http://ftp.itacyl.es/) (éste es para organismos o empresas que pueden tener restringido el FTP)

Este servidor contiene cuantiosa información cartográfica muy actualizada de Castilla y León. Para llegar a las ortofotos que interesan, se debe seguir el siguiente árbol⁶²:

Cartografía
Ortofotos
Cobertura 2004-2007
50 cms
Color
Datum ETRS89
H-0311

El "Monte El Viejo" se encuadra en las hojas 311-41 y 311-42 como se ha visto antes. Pinchando en ambos ficheros (.ecw), la descarga es automática. Ambas ortofotos corresponden a la cobertura 2004 y 2007 de vuelos del Plan Nacional de Ortografía Aérea (PNOA), obtenidas con una re-

solución de 50 cm/píxel, y georeferenciadas en ETRS89.

De nuevo se obtienen dos archivos pertenecientes a hojas distintas, las cuales interesará unir en una sola y reducir la imagen ráster al área de trabajo, tanto por operatividad en pantalla como por tamaño de los archivos. En el Anejo 3. se describe el proceso "recorte de ráster georeferenciado".

⁶² La velocidad de descarga depende del servicio de Internet. Es frecuente que tarde en cargar el servidor o que aparezca un aviso de "Servidor no disponible temporalmente". En este caso se debe recargar la página repetidas ocasiones hasta que el servidor responda.

ANEJO 3.

RECORTE DE RASTER GEORREFERENCIADO

En ocasiones ocurre que las hojas de las ortofotos son muy extensas en comparación con el área de trabajo, o bien que éste área de trabajo pertenece a dos hojas de ortofotos contiguas (ver Anejo 2.).

En ambos casos interesa recortar la ortofoto a la zona de trabajo para que el archivo de imagen sea más reducido y agilizar el procesamiento de todas las operaciones. En el caso de compartir dos hojas, se fusionarán las partes contiguas en un solo archivo o, lo que es lo mismo, en una sola capa ráster.

Básicamente estos procesos consisten en hacer una "fotografía" del área de interés y guardarla en un formato de imagen que mantenga la georreferenciación de las capas ráster de origen.

Se deben seguir los siguientes pasos:

1.- Abrir un nuevo proyecto y una nueva Vista en gvSIG 1.9. En esa Vista se cargan las dos ortofotos obtenidas según Anejo 2.:

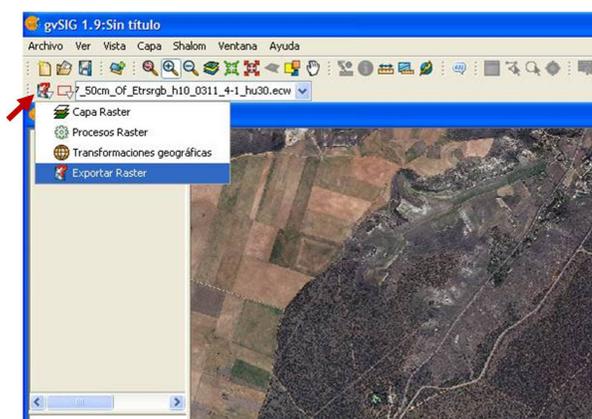
PNOA_CYL_NE_2007_50cm_Of_Etrsrgb_
h10_0311_4-1_hu30.ecw

PNOA_CYL_NE_2007_50cm_Of_Etrsrgb_
h10_0311_4-2_hu30.ecw

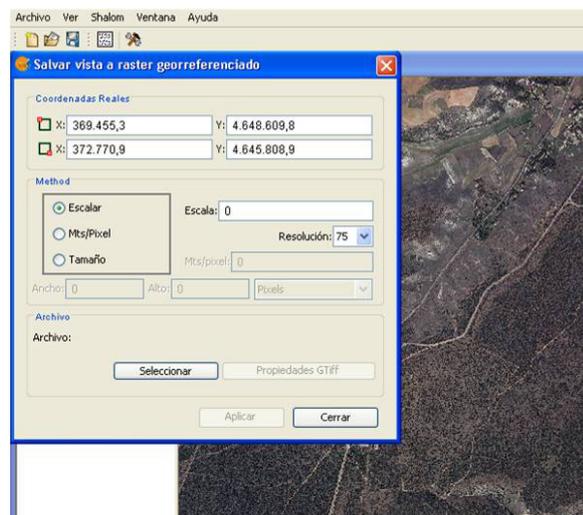
Pinchar icono "añadir capa" > (Archivo) Añadir > (Archivos de tipo: gvSIG Raster Driver) Seleccionar los dos archivos y Aceptar.

2.- Salvar Vista a ráster georreferenciado:

El siguiente paso es obtener una imagen de un recuadro seleccionado para que gvSIG 1.9 lo guarde como archivo de imagen georreferenciada. El tipo de archivo elegido es el formato JP2 por su grado de compresión:



Haciendo "click" en el botón desplegable "Exportar raster" , se selecciona la opción "Exportar raster" (el icono cambiará de forma). Tras ello, hay que pinchar en el icono inmediato a la derecha donde aparecerá otro menú desplegable. Entre las nuevas opciones se activa la opción "Salvar vista a ráster georreferenciado". Con estas dos selecciones hechas, el cursor permite definir en la Ventana de visualización un rectángulo que englobe el área de trabajo. Una vez ajustada el área con el rectángulo aparece una ventana flotante:



En ella se pueden ajustar las coordenadas finales del área recortada. Si no es necesario este ajuste, se pasa a definir la misma resolución de la imagen de partida: 0,5 mts/pixel. Una vez ajustados estos parámetros se pulsa sobre "Seleccionar" para dar el nombre y formato de archivo (.JP2) en que se quiere guardar (por defecto el programa elige el formato .tif, que tiene un tamaño demasiado grande y poco operativo).

gvSIG 1.9 da la opción de cargar esta nueva capa creada en el TOC. En todo caso quedaría ya guardada en la carpeta del proyecto para usarla posteriormente.

ANEJO 4. UNIÓN Y RECORTE DE CAPAS VECTORIALES

En el Anejo 3. se describió el proceso de unión de dos ortofotos. En el presente anejo se describe el proceso de unión de dos capas vectoriales. En nuestro caso se tomarán las capas vectoriales descargadas del visualizador de mapas de Castilla y León, IDECyL (<http://www.sitcyl.jcyl.es/>) (curvas de nivel, caminos, altimetría, etc.) (Ver Anejo 2.).

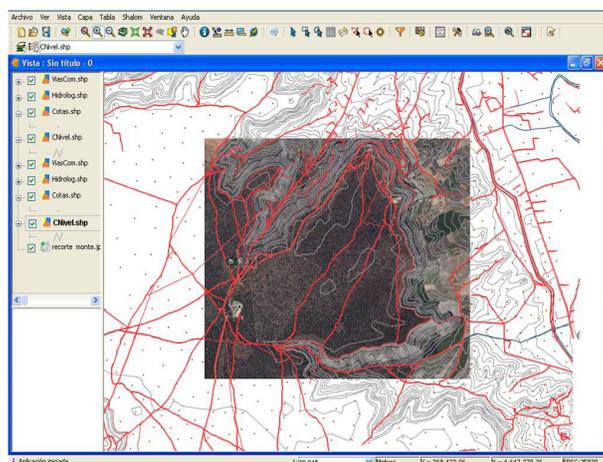
gvSIG 1.9 dispone de unas sencillas herramientas de geoprocésamiento para unir y recortar capas vectoriales.

En primer lugar se añaden a la Vista las capas que más pueden interesar, en nuestro caso:

- Curvas de nivel (CNivel.shp)
- Vías (Viascom.shp) (vías de comunicación)
- Cotas (Cotas.shp) (altimetría)
- Hidrología (Hidrolog.shp)

Recordar que hay que descargar esas capas, tanto de la Hoja 311-41, como de la 311-42.

Como era de esperar las capas vectoriales de ambas Hojas 1:10000 sobrepasan el área de trabajo, y además interesa tener las curvas de nivel, las vías, etc. en un único archivo en el TOC, de tal manera que los elementos gráficos no se corten en la unión de Hojas. Una vez cargadas, en el TOC se tienen aparentemente duplicadas las capas vectoriales, pero no es así. Aún con el mismo nombre son capas pertenecientes a hojas distintas. La apariencia es la siguiente:



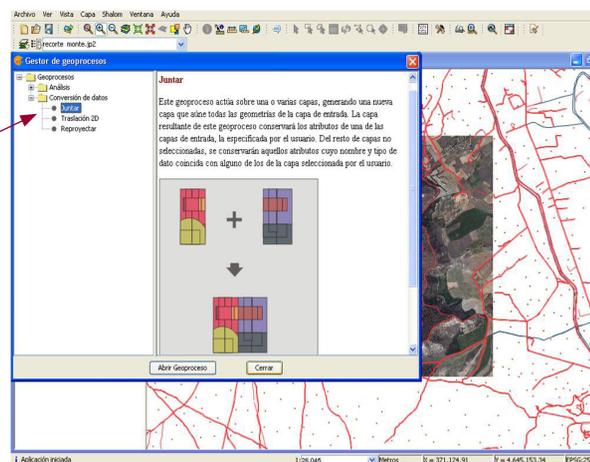
La simbología de las capas se puede variar en cualquier momento⁶³.

Unión de capas vectoriales:

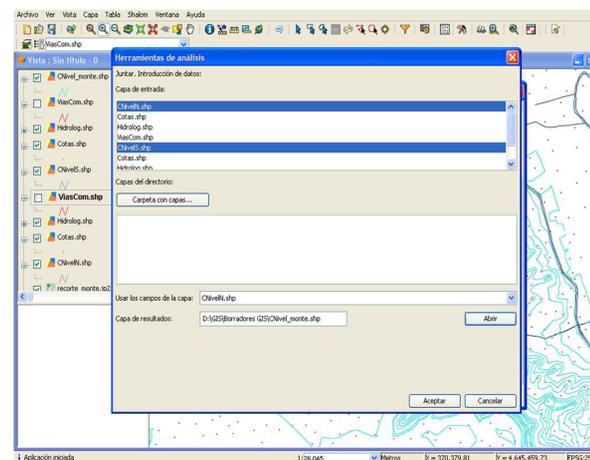
Las distintas operaciones de juntar, recortar, etc. se va a realizar desde el "Gestor de geoprocetos"  de la barra de herramientas. En este caso, para unir Hojas cartográficas, la herramienta necesaria va a ser la de "Juntar".

Antes de continuar con el Geoproceso se debe hacer una pequeña modificación a los nombres de las capas duplicados en el TOC para que luego el programa realice correctamente la operación (si no lo hacemos, gvSIG 1.9 interpreta que es la misma capa y une sobre sí misma la primera que seleccionemos). Se pueden diferenciar las distintas capas Norte y Sur de la siguiente manera: CNivelN, CNivelS, CotasN, CotasS,...

Una vez dado este paso, se abre el "Gestor de geoprocetos", y entre las opciones que ofrece se selecciona la herramienta "Juntar", específica para unir hojas cartográficas.



Tras "Abrir el geoproceso" se definen las capas de entrada, y un destino y nombre para la nueva capa.



Al "Aceptar" automáticamente se cargará la nueva capa "CNivel_monte" en el TOC. Se procede de idéntica forma con las capas de cotas y de vías. Tras analizar la capa de hidrografía se va a prescindir de ella ya que no contiene ningún elemento de interés en el área del Monte. Para eliminarlas de la Vista, se sitúa el ratón sobre cada capa en el TOC y pinchando el botón secundario del ratón se selecciona "Eliminar capa".

⁶³ Para modificar el nombre de una capa pinchamos dos veces sobre su nombre en el TOC, y en la pestaña "General" modificamos el nombre. Este cambio sólo afecta a la Vista actual, no al archivo original.

Cuando se tengan las capas unificadas se puede ya prescindir de las anteriores y eliminarlas del TOC. Ahora se tienen las capas vectoriales unidas pero ocupando todo el área de las dos Hojas 1:10.000. El siguiente paso será recortar las capas para que tengan la misma extensión que la ortofoto.

Recorte capas vectoriales:

Una capa vectorial (bien sea de puntos, líneas o polígonos) se recorta con otra capa vectorial que tenga definido un polígono de corte.

Lo primero es crear la capa de corte. Lo más sencillo es dibujar un rectángulo con la extensión de la ortofoto. Posteriormente se usará ese rectángulo para recortar las tres capas vectoriales (curvas de nivel, cotas y vías).

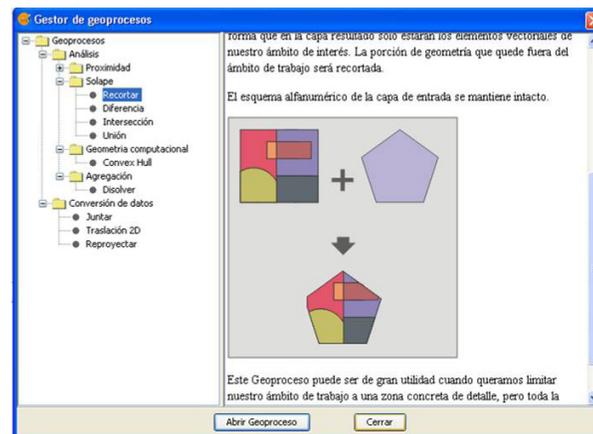
Se va a hacer el ejemplo con la capa de curvas de nivel, pero se procede de igual manera con el resto de capas creando una nueva capa de polígonos y dibujando el rectángulo de corte:

Vista > Nueva Capa > Nuevo SHP (seleccionamos tipo polígono)

Automáticamente la capa se carga en el TOC en *modo edición* (el nombre de la capa aparece en rojo). En *modo edición* se despliega una barra de herramientas superior que incluye las herramientas de edición. Dibujamos la ventana de corte con el icono "Rectángulo"  tomando de referencia las esquinas opuestas de la ortofoto. Una vez dibujado se cierra la edición (botón derecho sobre la capa activa).

El polígono dibujado es opaco y oculta la ortofoto. En principio esta circunstancia es intrascendente puesto que es una capa de uso temporal, aunque podemos modificar su simbología y hacer su interior transparente.

Una vez obtenida la capa de corte, se abre de nuevo el "Gestor de geoprocetos"  y ahora se selecciona la herramienta "Recortar".



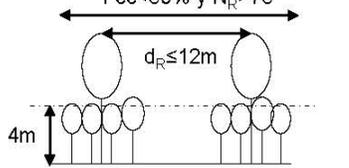
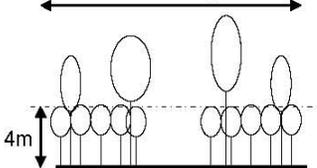
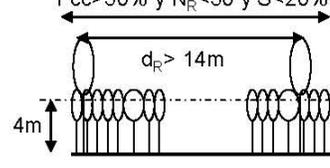
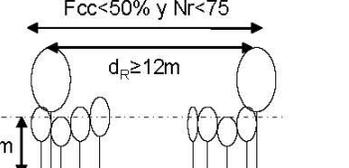
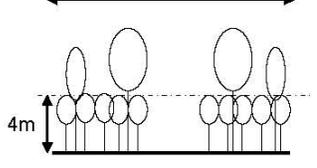
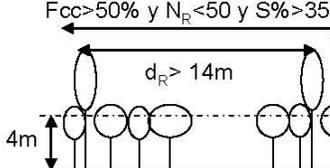
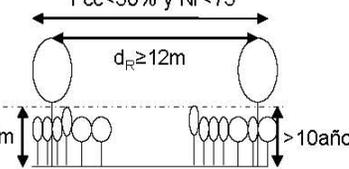
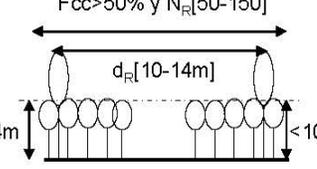
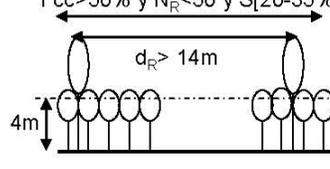
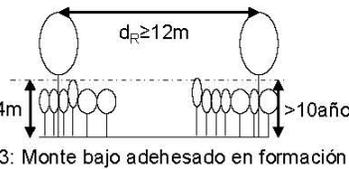
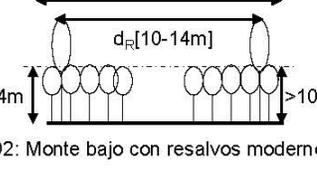
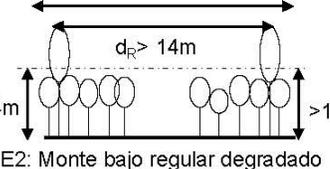
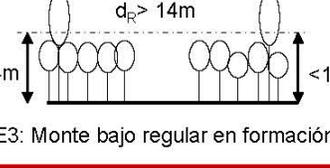
En el cuadro de texto de la derecha viene una explicación aclaratoria de la herramienta "Recortar". Tras abrir el geoproceto "Recortar", el programa solicita la capa de entrada (CNivel_monte), la capa de recorte (el rectángulo), y un destino para la nueva capa que se creará. Al igual que ocurría con la "Unión", la nueva capa se carga automáticamente en el TOC. El resultado obtenido es (se han desactivado en el TOC el resto de capas vectoriales):



ANEJO 5.

ESQUEMATIZACIÓN Y TIPOLOGÍA DE LOS TIPOS ESTRUCTURALES DE ENCINAR Y QUEJIGAR PRESENTES EN EL CUARTEL C. DEL MONTE EL VIEJO (PALENCIA, ESPAÑA).

La tipología estructural de encinar y quejigar del Monte el Viejo adapta las tipologías dasométricas de *SERRADA et al.* (1995, en: *BRAVO et al 2005*), desarrollada para la Alcarria (Guadalajara) a las condiciones de la comarca del Cerrato (Palencia, Burgos, Valladolid).

MB o MM y Fcc < 50% (adhesado)	MM o MB con resalvos	MB
<p>$F_{cc} < 50\%$ y $N_R > 75$</p> <p>$d_R \leq 12m$</p>  <p>A: Monte medio adhesado</p>	<p>$F_{cc} > 50\%$ y $N_R > 150$</p>  <p>C1: Monte medio regular normal (3 tipos de resalvos)</p>	<p>$F_{cc} > 50\%$ y $N_R < 50$ y $S < 20\%$</p> <p>$d_R > 14m$</p>  <p>E1a: Monte bajo regular alta espesura</p>
<p>$F_{cc} < 50\%$ y $N_R < 75$</p> <p>$d_R \geq 12m$</p>  <p>B1: Monte bajo adhesado porte arbóreo</p>	<p>$F_{cc} > 50\%$ y $N_R > 150$</p>  <p>C2: Monte medio regular anormal (2 tipos de resalvos)</p>	<p>$F_{cc} > 50\%$ y $N_R < 50$ y $S > 35\%$</p> <p>$d_R > 14m$</p>  <p>E1b: Monte bajo regular espesura baja</p>
<p>$F_{cc} < 50\%$ y $N_R < 75$</p> <p>$d_R \geq 12m$</p>  <p>B2: Monte bajo adhesado degradado</p>	<p>$F_{cc} > 50\%$ y $N_R [50-150]$</p> <p>$d_R [10-14m]$</p>  <p>D1: Monte bajo con resalvos antiguo</p>	<p>$F_{cc} > 50\%$ y $N_R < 50$ y $S [20-35\%]$</p> <p>$d_R > 14m$</p>  <p>E1m: Monte bajo regular espesura media</p>
<p>$F_{cc} < 50\%$ y $N_R < 75$</p> <p>$d_R \geq 12m$</p>  <p>B3: Monte bajo adhesado en formación</p>	<p>$F_{cc} > 50\%$ y $N_R [50-150]$</p> <p>$d_R [10-14m]$</p>  <p>D2: Monte bajo con resalvos moderno</p>	<p>$F_{cc} > 50\%$ y $N_R < 50$</p> <p>$d_R > 14m$</p>  <p>E2: Monte bajo regular degradado</p>
<p><i>Foto 34.</i> Esquematación de los tipos estructurales de encinar y quejigar presentes en el Cuartel C. del Monte el Viejo (Palencia, España). Donde: MB: Monte bajo; MM: M. medio; MA: M. alto; Fcc= Fracción de cabida cubierta (%), d_R= distancia media entre resalvos; N_R= número de resalvos/ha; S: índice relativo de Hart (estimado a nivel mata).</p>		<p>$F_{cc} > 50\%$ y $N_R < 50$</p> <p>$d_R > 14m$</p>  <p>E3: Monte bajo regular en formación</p>

ANEJO 6.

INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE NORMALIZACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN FORESTAL EN CASTILLA Y LEÓN

Extracto de: *INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE NORMALIZACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN FORESTAL EN CASTILLA Y LEÓN (ap. 5.7. pp. 146 a 149)*

(Fuente: <http://planfor08.blom.es/pdf/ITPlanfor.pdf>)

“En este anexo se incluirá toda la cartografía del plan.

Se fijan como obligatorios los siguientes planos:

- 1.- Plano de localización. E 1:50.000.
- 2.- Plano de delimitación e infraestructuras. E 1:10.000
- 3.- Plano de tipos de masa. E 1:10.000 ó 1:25.000
- 4.- Plano de inventario. E 1:10.000 ó 1:25.000
- 5.- Plano de división dasocrática. E 1:10.000
- 6.- Plano de ordenación. E 1:10.000
- 7.- Plano de actuaciones

Tanto los cajetines de los planos como los colores y etiquetas se han normalizado. PLANFOR prácticamente generará los planos de forma automática, rellenará el cajetín con la información introducida previamente en la base de datos, creará leyendas, sugerirá al redactor un formato del plano, creará etiquetas, etc.

El cajetín⁶⁴ de los planos será el siguiente:”

⁶⁴ El sistema de proyección vigente en 2006 era el ED50.

 <p>Junta de Castilla y León Consejería de Medio Ambiente</p>	<p>PLAN DASOCRÁTICO DEL GRUPO DE MONTES DE LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DEL BURGO DE OSMA Y VALDENEBRO</p>			
	<p>Plano: 3.1</p>	<p>PLANO DE DIVISIÓN DASOCRÁTICA</p>		
<p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Límite del Monte  Límite de Rodales  Núcleos urbanos  Curva de nivel directoral  Curva de nivel  Autopista  Red de carreteras  Camino  Cortafuegos  Fomento  Límite término municipal  Hidrología 	<p>Autores del Proyecto:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Ingeniero de Montes</td> <td style="width: 50%;">Ingeniero de Montes</td> </tr> </table>		Ingeniero de Montes	Ingeniero de Montes
	Ingeniero de Montes	Ingeniero de Montes		
	<p>Dirección Técnica del Proyecto</p> <p style="text-align: center;">Ingeniero de Montes</p>		<p>Propietario: Ayto. Burgo de Osma Junta Vecinal de Bercabal Montes: 71, 97, 225, 3174, 3106, 5509 Municipio: El Burgo de Osma Provincia: Soria</p>	
			<p>SISTEMA DE PROYECCIÓN DATUM EUROPEO (ED50) Eipside Internacional de Hayford PROYECCIÓN U.T.M. Zona N Huso 30</p>	
		<p>FECHA: Febrero - 2006</p> <p>ESCALA: 1:10.000</p>		
		<p>Sello de empresa</p>		







Universidad de Valladolid
Vicerrectorado de Docencia

COLABORAN

