

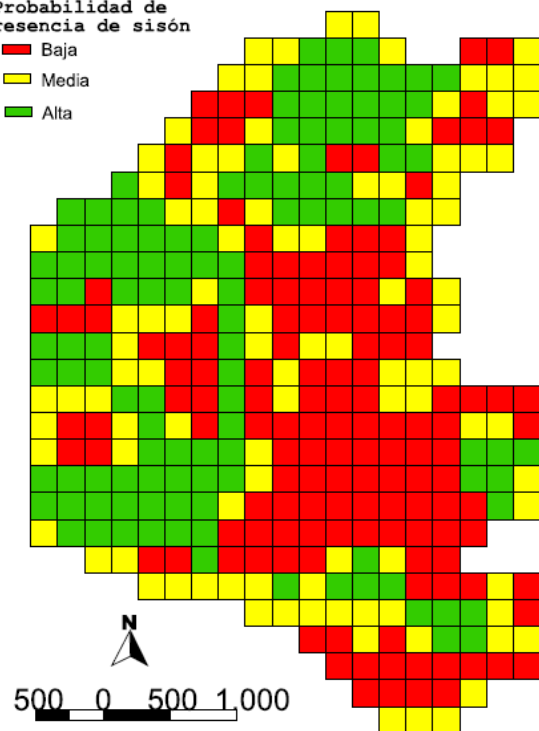
APLICACIONES DE SIG Y TELEDETECCIÓN EN ECOLOGÍA

Guión de prácticas de la asignatura



Probabilidad de presencia de sisón

- Baja
- Media
- Alta



Ester González de Andrés

Juan Traba Díaz

Javier Seoane Pinilla

Manuel B. Morales Prieto

Aplicaciones de SIG y Teledetección en Ecología

Guión de prácticas de la asignatura

Dirección y Coordinación: Juan Traba

Redacción, Edición y Maquetación: Ester González de Andrés

Revisión de Contenidos y Textos: Juan Traba, Javier Seoane, Manuel B. Morales

Este trabajo debe citarse así:

González de Andrés, E.; Traba Díaz, J.; Seoane Pinilla, J. y Morales Prieto, M.B. 2014. *Aplicaciones de SIG y Teledetección en Ecología. Guión de prácticas de la asignatura*. Universidad Autónoma de Madrid.

Este trabajo surge como resultado del Proyecto de Innovación Docente de la Universidad Autónoma de Madrid – Convocatoria 2013: *Adaptación de los recursos informáticos de la asignatura “Aplicaciones de SIG y Teledetección en Ecología” del Máster Oficial en Ecología para la utilización de herramientas de software libre, y elaboración del manual de las prácticas*, coordinado por Juan Traba y con la participación de Javier Seoane y Manuel B. Morales; los tres son profesores titulares del Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid. Ester González de Andrés ha disfrutado de una beca financiada por la UAM durante la realización de este proyecto.

Queremos agradecer expresamente la imprescindible participación de M^a Paula Delgado, Irene Guerrero y Pablo Acebes en la docencia de la asignatura, la preparación y testado de materiales y en la revisión crítica de este documento.

Aplicaciones de SIG y Teledetección en Ecología

Guión de prácticas de la asignatura

Ester González de Andrés

Juan Traba Díaz

Javier Seoane Pinilla

Manuel B. Morales Prieto

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
OPERACIONES CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	7
1. Presentación de gvSIG	7
1.1. Gestor de proyectos y propiedades de la vista	7
1.2. Añadir capas y navegar por la vista	8
1.3. Capas vectoriales	9
1.3.1. Propiedades de la capa	9
1.3.2. Crear un shapefile	11
1.3.3. Crear un shapefile desde un archivo Excel	11
1.4. Capas ráster	12
1.4.1. Propiedades de capas ráster	12
1.4.2. Visualización de capas ráster	13
1.5. Preferencias	14
1.6. Trabajar con datos vía web	15
2. Introducción a las geodatabases	17
2.1. Herramientas asociadas a las tablas de atributos	17
2.1.1. Selección de elementos desde la vista	17
2.1.2. Selección por capa	18
2.1.3. Selección por filtro	19
2.1.4. Añadir área y perímetro de polígonos	19
2.1.5. Estadísticas de campos	20
2.2. Edición de tablas de atributos	20
2.2.1. Calculadora de campos	20
2.2.2. Creación de un campo identificador único	21
2.2.3. Ejercicio 1	22
2.2.4. Ejercicio 2	22
2.3. Resumen de tablas	22
2.4. Unión de tablas	23
2.4.1. Ejercicio 3	24
2.5. Enlace de tablas	25
3. Geoprocesamiento I	27
3.1. Unir	27
3.2. Recortar	28
3.3. Crear área de influencia o buffer	29
3.4. Intersectar	30
3.4.1. Ejercicio 4	31
3.4.2. Ejercicio 5	31

3.5. Disolver	32
3.6. Enlace espacial	33
3.6.1. Ejercicio 6	
3.7. Diseño del muestreo	34
3.7.1. Generar puntos aleatorios	34
3.7.2. Creación de retícula o malla	35
3.7.3. Recorte de la malla	37
3.7.4. Asociación de las observaciones de sisón y los puntos de control a la malla	37
4. Teledetección I	39
4.1. Mejoras radiométricas	39
4.1.1. Recorte de colas	39
4.1.2. Composiciones de color	40
4.1.3. Aumento del contraste	40
4.2. Filtros	42
4.2.1. Rellenar píxeles vacíos	42
4.2.2. Filtro definido por el usuario	42
4.3. Correcciones radiométricas	43
4.4. Correcciones geométricas	45
4.4.1. Recorte de un ráster	45
4.4.2. Georreferenciación	45
5. Teledetección II	48
5.1. Índices radiométricos	48
5.1.1. Detección de cambios	51
5.2. Clasificación	52
5.2.1. Método no supervisado	52
5.2.2. Método supervisado	54
6. Geoprocesamiento II	57
6.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)	57
6.2. Mapa de pendientes y orientaciones	58
6.2.1. Pendiente	58
6.2.2. Orientación	59
7. Geoprocesamiento III	61
7.1. Estima de áreas de campeo y dominios vitales	61
7.1.1. Polígono mínimo convexo (MCP)	61
7.1.2. Área kernel	62
8. Modelos de distribución de especies: Captura y preparación de información	63
8.1. Extracción de estadísticos de archivos ráster sobre la malla	63
8.2. Obtención de áreas de usos del suelo en la malla	64

8.2.1. Tabular el área de capas de polígonos con otra capa de referencia	64
9. Modelos de distribución de especies: Elaboración del modelo predictivo	67
9.1. Análisis estadístico y elaboración del modelo	67
9.1.1. Operaciones en Excel	67
9.1.2. Operaciones en R	67
9.1.3. De vuelta en gvSIG	69
10. Modelos de distribución de especies: Creación de la salida gráfica	71
10.1. Insertar una vista	71
10.2. Insertar los elementos del mapa	73
10.2.1. Texto	73
10.2.2. Escala	74
10.2.3. Orientación	74
10.2.4. Leyenda	75
10.3. Generación del mapa	75
ANEXO. ELABORACIÓN DE UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL SISÓN COMÚN EN LA ESTEPA CEREALISTA DEL CENTRO PENÍNSULAR. FLUJO DE TRABAJO	76

INTRODUCCIÓN

Un **sistema de información geográfica (SIGs)** es un conjunto de instrumentos y metodologías que permiten capturar, almacenar, analizar, transformar, relacionar y presentar información territorial georreferenciada del mundo real. Las aplicaciones de los SIGs para la resolución de cuestiones en Ecología con muy diversas, como es el caso de la caracterización ecológica de territorios o el estudio de organismos.

En esta asignatura se desarrollarán herramientas básicas para el manejo de los SIGs, así como aquellas necesarias para la elaboración de un **modelo de distribución potencial** del sisón común (*Tetrax tetrax*). El sisón es un ave esteparia que se encuentra asociada a cultivos extensivos de cereal en el centro peninsular. Las poblaciones de sisón están decayendo a lo largo de toda su distribución principalmente como consecuencia de la destrucción de su hábitat por intensificación de los sistemas agrarios. El estudio de la selección de hábitat de esta especie resulta, por tanto, relevante a la hora de comprender y predecir la distribución y amenazas de las poblaciones actuales y futuras.

El objetivo principal del curso será, por tanto, la creación de un mapa de probabilidad de presencia de sisón en el municipio de la Comunidad de Madrid de Valdetorres del Jarama que se enmarca dentro de la ZEPA 139 “Estepa cerealista de los ríos Jarama y Henares” a través del desarrollo de acciones de procesamiento de información geográfica, mediante una aplicación de SIG.

A partir de los datos disponibles se obtendrán una serie de variables explicativas derivadas que nos permitirán crear un modelo estadístico capaz de predecir la probabilidad de presencia de sisón dentro del área de estudio.

Las herramientas con las que contaremos para desarrollar nuestro objetivo son básicamente tres programas informáticos: Microsoft Excel, gvSIG y R commander, siendo los dos últimos software de libre acceso. GvSIG, cuyas siglas hacen referencia a **Generalitat Valenciana Sistema de Información Geográfica**, es un proyecto iniciado en 2004 por la Consejería de Infraestructuras y Transporte de la Comunidad Valenciana para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica en software libre. Desde entonces la Asociación gvSIG, que engloba diversas entidades (empresas, administraciones, universidades) ha ido ampliando el proyecto con el objetivo de desarrollar un nuevo modelo de negocio basado en la Cooperación y el Conocimiento compartido. Por otro lado, R es un proyecto de software libre basado en el lenguaje S. Se trata de uno de los lenguajes de programación más utilizados en la comunidad estadística debido, entre otras cosas, a la posibilidad de cargar diferentes bibliotecas con finalidades específicas de cálculo o gráfico. En nuestro caso vamos a centrarnos en la interfaz gráfica de R más empleada (R Commander) que ofrece un acercamiento al programa estadístico basado en el sistema de ventanas al que estamos más familiarizados. Por su parte, la aplicación para hojas de cálculo Excel no necesita presentación.

A lo largo de este guión se irán describiendo desde operaciones básicas de SIG dentro del contexto de gvSIG hasta aquellas más específicas necesarias para resolver el problema

ecológico planteado. Un resumen del flujo de trabajo a desarrollar para la elaboración del modelo de distribución potencial del sisón en Valdetorres del Jarama se presenta en el Anexo.

Nótese que los recuadros situados en el lateral derecho de la hoja hacen referencia a los nombres de los archivos manejados con el siguiente código de colores:



- Nombre de la capa a cargar sobre la que se va a trabajar (ubicación).



- Nombre de la capa generada (carpeta donde debe guardarse).

Por último, este manual se ha generado para los estudiantes de la asignatura “Aplicaciones de SIG y Teledetección en Ecología”, incluida en la oferta optativa del Máster en Ecología UAM-UC, y de la que son profesores varios de los autores. Por tanto, resultará especialmente cómoda su utilización para dichos estudiantes, que encontrarán una coincidencia entre las sesiones de prácticas y los capítulos de este manual. Los datos utilizados son proporcionados por el profesorado, y están disponibles en la plataforma Moodle de la asignatura. No obstante, y dado que consideramos que se trata de un manual útil para cualquier persona interesada en la realización de proyectos en Ecología que conlleven la utilización de SIG, aquellas personas interesadas pueden solicitar los datos a los autores en las direcciones que se encuentran al inicio del manual.

IMPORTANTE

Para evitar problemas en la ejecución del software es importante que:

1. En la **configuración regional** del equipo comprobemos que estamos utilizando el **separador decimal en PUNTO (“.”)**, y el separador de miles COMA (“,”).
2. **No hay espacios, acentos u otros símbolos en el nombre de la carpeta de destino ni, en general, en el conjunto de su ruta.**

IMPORTANTE

Respetar la nomenclatura y el destino de los archivos generados nos ayudará a facilitar el trabajo en pasos posteriores ya que las distintas operaciones con SIG suponen la generación de una cierta cantidad de archivos intermedios que deben nombrarse y almacenarse convenientemente.

OPERACIONES CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

1. Presentación de gvSIG

1.1. Gestor de proyectos y propiedades de la vista

En gvSIG toda la actividad se localiza en un proyecto que puede estar formado por tres diferentes tipos de documentos: vistas, tablas y mapas. Las **vistas** son documentos donde se trabaja con datos gráficos, las **tablas** documentos donde se trabaja con datos alfanuméricos, y los **mapas** permiten crear salidas gráficas con distintos elementos que componen un plano (vista, leyenda, escala, etc.). Crear, abrir y modificar estos documentos es posible desde el “Gestor de proyectos”.

En el Gestor de proyectos, pinchar sobre “Nuevo” para crear una nueva vista (“Sin título 0” por defecto) sobre la que trabajaremos.

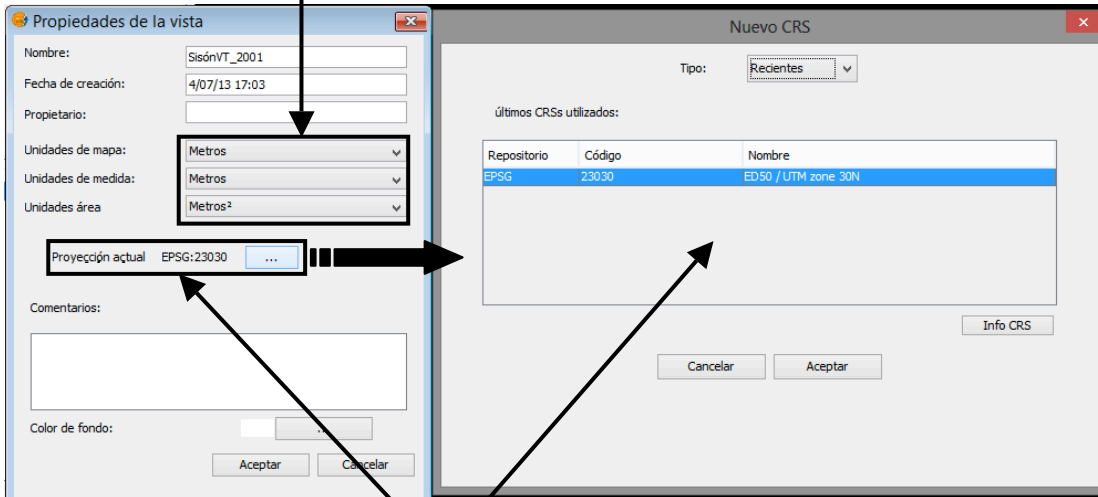
Vista creada sobre la que vamos a trabajar.

“Abrir” para cargar la vista y empezar a cargar capas.

Con la opción “Renombrar” podemos dar el nombre que queramos a la vista, por ejemplo “SisiónVT_2001”.

En “Propiedades” es posible nombrar la vista, modificar las unidades o la proyección geográfica.


Es posible elegir las unidades en las que se mostrarán el mapa, las medidas y el



Para establecer el Sistema de Proyección y de Referencias de Coordenadas (CRS) hay que pinchar en el recuadro junto a “Proyección actual” y elegir la opción

No aparece una lista de proyecciones. Para encontrarlas es necesario introducir su **IMPORTANTE** e buscarse en la web www.spatialreference.org. La referencia más utilizada, el European Datum 1950, tiene el código 23030.

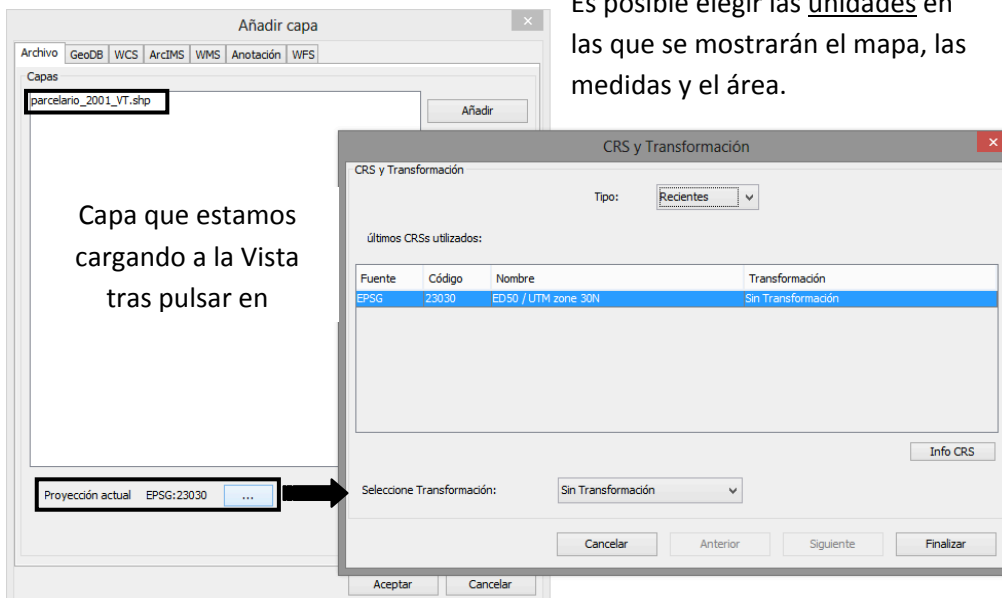
1.2. Añadir capas y navegar por la vista

Abrimos la vista que hemos creado y para familiarizarnos con el entorno de gvSIG vamos a trabajar con la capa de parcelario de los usos del suelo en Valdetorres en 2001. Para ello bien pinchamos en *Vista/ Añadir capa* o bien en  el icono de la barra de herramientas:

- Observac_VT_17042001_Project.shp*
- carreteras04.shp*
- parcelario_2001_VT.shp*

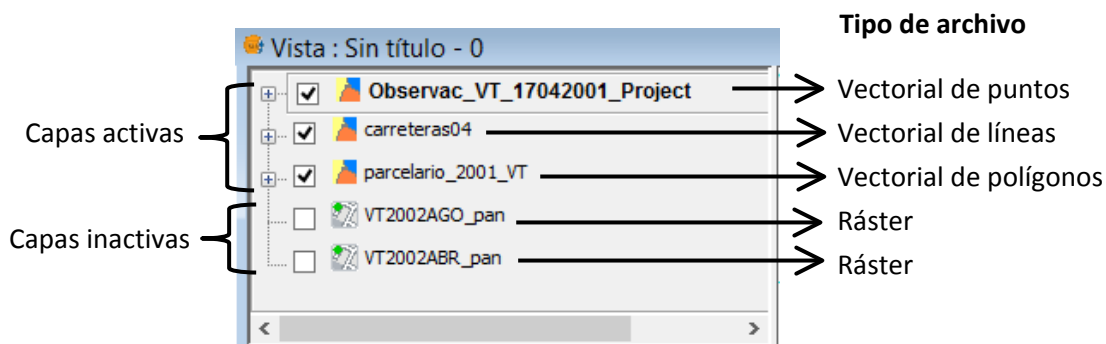
La selección del CRS asociado a una capa se realiza al añadir esta a la vista, en el panel *Añadir capa*, pulsando el botón de “Proyección actual”.

En la parte superior izquierda de la ventana



Es posible elegir las unidades en las que se mostrarán el mapa, las medidas y el área.

a Vista aparece la **Tabla de contenidos**, donde se enumeran todas las capas que contiene la vista. Las capas pueden estar seleccionadas (con un tick) y/o resaltadas. Al modificar el orden en el que las capas se encuentran en la Tabla de contenidos se modifica el orden de visualización de las mismas.



Los iconos situados en la barra de herramientas permiten navegar por la vista (desplazamiento, zoom in, zoom out, etc.). Además, el icono “i” permite obtener la información de la tabla de atributos de un objeto concreto de la vista (ten en cuenta que la información será de aquella capa que esté resaltada o seleccionada en la Tabla de Contenidos).



Puede grabarse una combinación determinada de capas con unas propiedades de visualización concretas. Esto recibe el nombre de **proyecto** y se guardan con la extensión .gvp.

IMPORTANTE

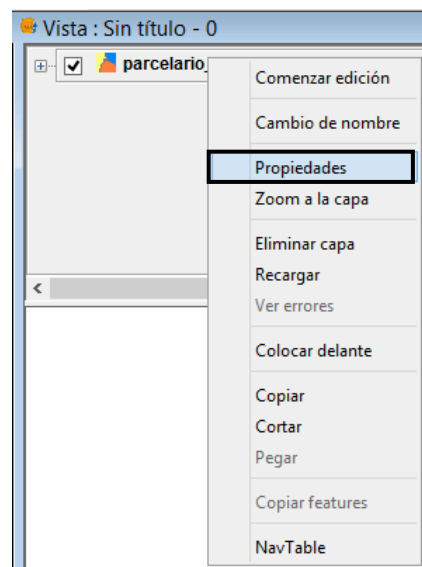
Hay que tener en cuenta que los proyectos funcionan con las **rutasy nombres de acceso** de las capas en el **momento de la creación** del proyecto, por lo que **modificaciones** en la ubicación y denominación de los archivos **inhabilitará total o parcialmente** nuestro proyecto.

1.3. Capas vectoriales

1.3.1. Propiedades de la capa

Pulsando sobre la capa con el botón derecho (la capa debe estar seleccionada) se puede acceder a la ventana de Propiedades. Esta ventana tiene diferentes pestañas.

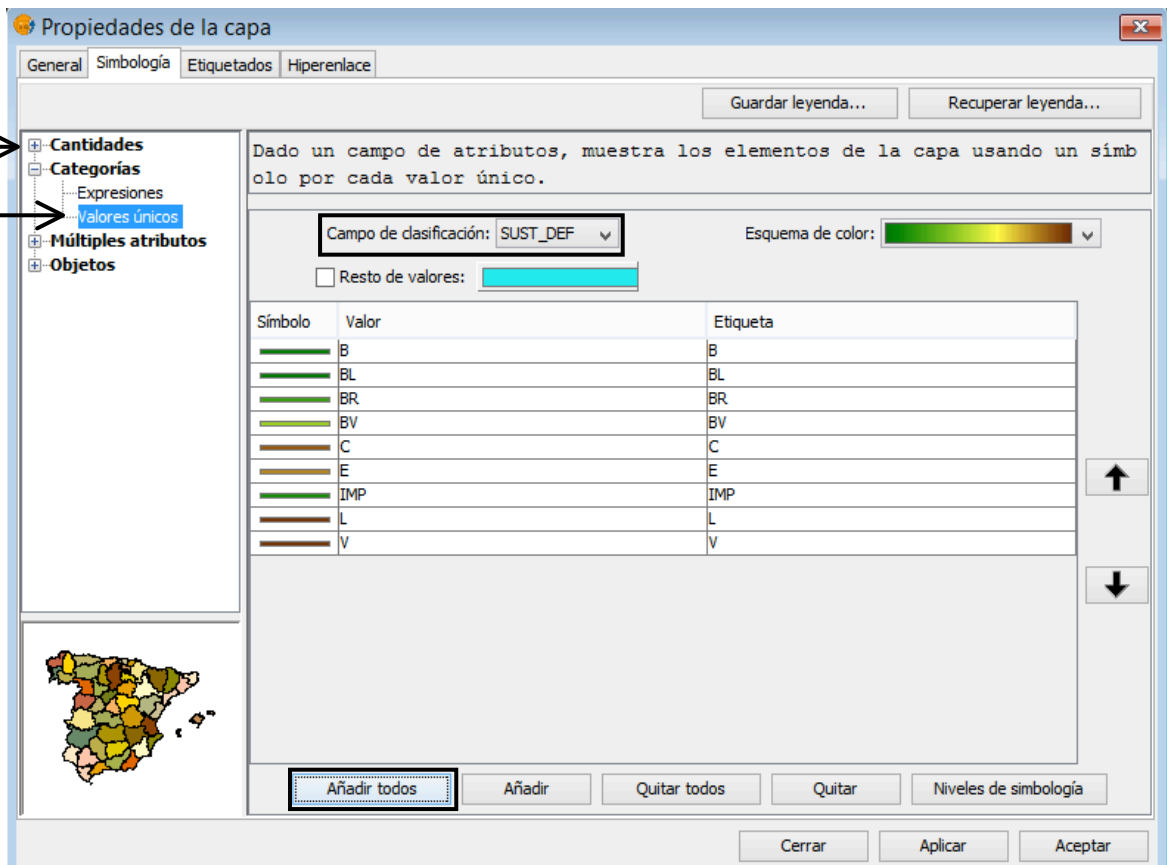
- En la primera, “**General**”, se puede cambiar el nombre la capa (se cambia en la Tabla de contenidos, no el nombre del archivo), establecer



la visualización de la capa en función de la escala de la visualización, etc.

- En la pestaña de **“Simbología”** es posible establecer la representación gráfica que se desee de la capa seleccionada.

Cantidades: para campos de etiquetado cuantitativos. Con cuatro tipos de leyendas: cantidad de puntos (asigna puntos según el valor del campo), intervalos (emplea una gama de colores según unos intervalos establecidos), símbolos graduados (el tamaño del símbolo se determina según el valor del campo) y símbolos proporcionales (representa cantidades a través del tamaño del símbolo mostrando valores exactos).



Categorías: para datos categóricos. Se pueden construir leyendas según una expresión de filtrado o las categorías únicas que adopta un campo. En nuestro caso elegimos valores únicos. En "Campo de clasificación" seleccionamos el campo vamos a utilizar para la representación, y presionamos "Añadir todos" para incorporar las categorías.

Para crear las leyendas se pueden usar las paletas y opciones dadas por defecto en el programa y también se pueden modificar manualmente haciendo doble clic sobre el símbolo. En caso de querer conservar una leyenda creada para usos futuros, es posible guardarla (en "Guardar leyenda...") y volver a cargarla posteriormente ("Recuperar leyenda...").

- Otra pestaña permite el etiquetado de la representación gráfica, en función de un campo, tras pinchar sobre "Habilitar etiquetado".

1.3.2. Crear un shapefile

Es posible crear una capa vectorial con geometrías (denominada 'shapefile') dibujadas por nosotros mismos. Pinchando en *Vista/Nueva capa/Nuevo SHP* encontramos una ventana en la que introducimos el nombre de la capa a crear y el tipo de geometrías que deseamos, en este caso puntos. A continuación añadimos todos los campos que creemos que llevará la tabla de atributos de la capa. Finalmente, la ubicación de los ficheros.

Puntos_prueba.shp
(SESIÓN 2/
Resultados)

Cuando pulsamos "Final" se inicia una sesión de edición y si seleccionamos únicamente la capa que estamos creando (resaltada en rojo) se activan las opciones de inserción de geometrías (ya que vamos a crear una capa de puntos únicamente estará activa esta herramienta).



Pulsando sobre la vista insertamos los puntos deseados. Para finalizar hay que pinchar en *Capa/Terminar edición* y guardar los cambios realizados.

1.3.3. Crear un shapefile desde un archivo Excel

En primer lugar debe abrirse el archivo de Excel y guardarlo en formato .csv (texto delimitado por comas) al ser este el formato reconocido por gvSIG. El fichero debe tener una columna para las coordenadas de longitud (X) y otra para las de latitud (Y).

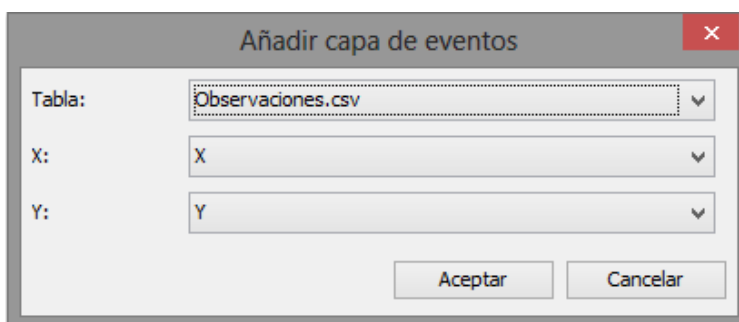
Una vez guardado en este formato, desde el gestor de proyectos (en el menú *Ver*) se selecciona *Tabla* y se crea una nueva. Cuando solicita "Añadir" se selecciona el fichero deseado. En menú

Vista/ Añadir capa de eventos o bien pinchando en el icono vamos a cargar la información de la tabla en la vista de gvSIG, utilizando los campos X e Y respectivamente para las coordenadas X e Y.

Observaciones.xls

Observaciones.csv
(SESIÓN 2)

Observaciones.shp
(SESIÓN 2/
Resultados)



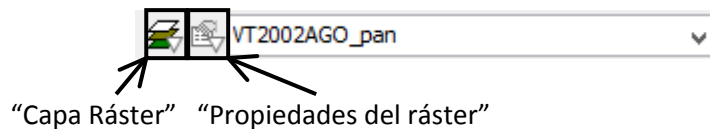
Después se guarda la información de la tabla en formato shape, para ello desde el menú *Capa/Exportar a...* elegimos SHP como archivo destino.

1.4. Capas ráster

1.4.1. Propiedades de capas ráster

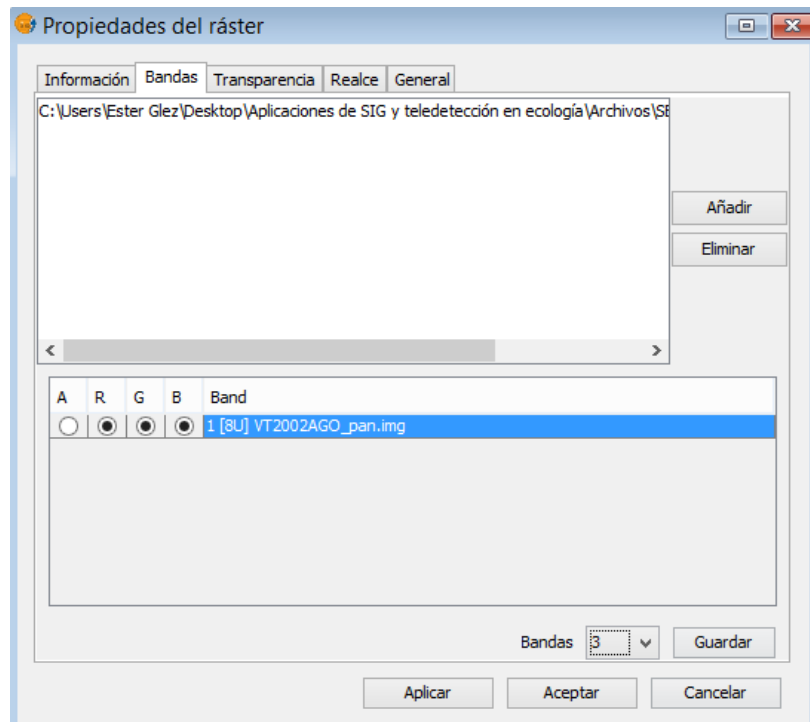
VT2002AGO_PAN.img

Estando la capa ráster activa y seleccionada en la tabla de contenidos, se abre el menú contextual y se pincha en “Propiedades del ráster”. También se puede acceder a este diálogo seleccionando “Capa Ráster” en el menú desplegable del icono de la izquierda, y la opción “Propiedades del ráster” de la barra de herramientas desplegable.



En esta ventana aparecen distintas pestañas:

- En “**Información**” aparecen todos los datos referentes a la capa: la ruta del fichero, el número de bandas, dimensiones en píxeles, coordenadas geográficas de las esquinas o proyección.
- En la pestaña “**Bandas**” se pueden modificar el modo en que se visualizan las bandas que componen la imagen. Esta pestaña permite realizar composiciones utilizando las diferentes bandas, que se realizará más adelante.
-

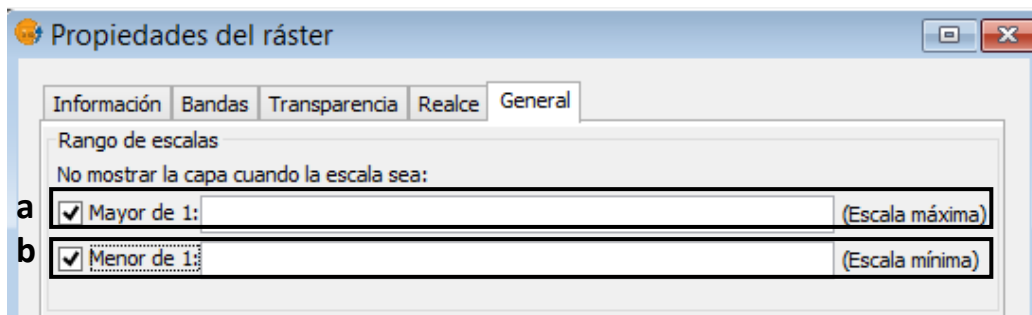


- “**Transparencia**” proporciona herramientas para modificar la opacidad o transparencia de la capa en conjunto o de cada una de las bandas que la componen.
- La pestaña “**Realce**” nos permite realizar cambios en el brillo, contraste y realce de la imagen. Para posibilitar la manipulación de sus valores debemos pinchar en “Activar”.

La modificación de estos parámetros será aplicada sobre la visualización sin generar una nueva capa.

- Finalmente, la pestaña **“General”** ofrece la opción de configurar un rango de escalas de visualización de la imagen, visualizar y recalcular las estadísticas de la imagen y configurar los valores NoData (valor que indica ausencia de información en un píxel de la imagen).

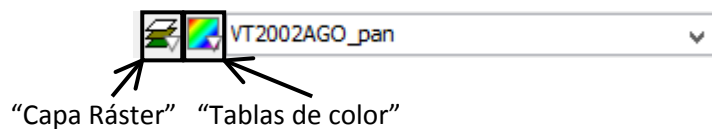
Es posible configurar cuándo es visible una capa según su escala (**Rango de escalas**) de dos formas distintas. En primer lugar, se puede ocultar la imagen cuando la escala es mayor a 1:xxx, donde xxx corresponde a una escala mínima (a). En segundo lugar, ocultándola cuando la escala es menor a 1:xxx, donde xxx corresponde a una escala máxima (b).



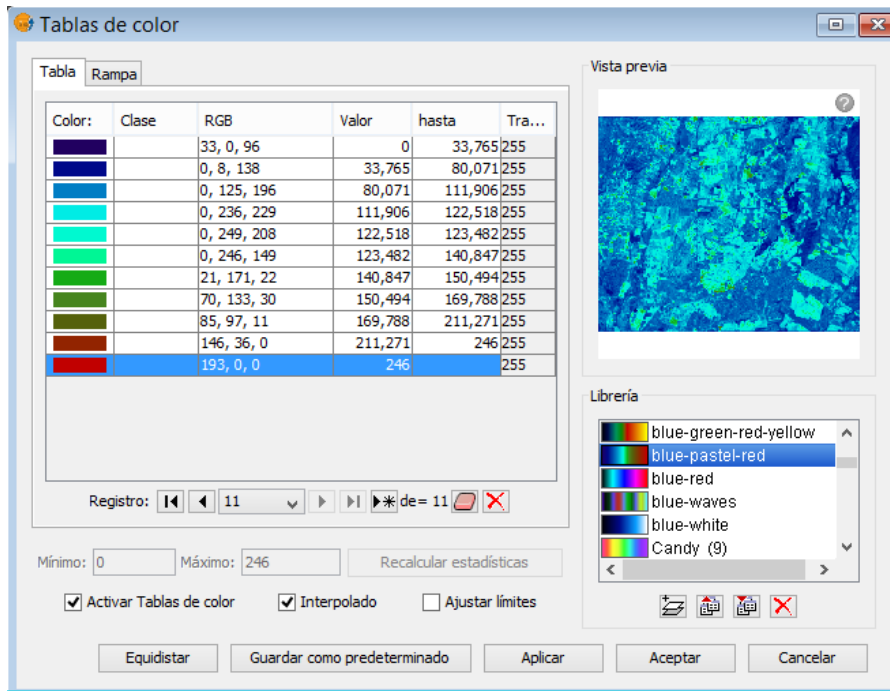
1.4.2. Visualización de capas ráster

La interfaz **“Tablas de color”** permite asociar a un ráster de una sola banda un color según rangos de valores de píxeles. Nótese que la imagen de origen debe tener una sola banda ya que si no es así se considera que tal ráster con varias bandas tiene asociaciones de color a cada una de ellas. Como ya se ha descrito, esto puede ser modificado desde *Bandas/ Propiedades del ráster*.


Para lanzar el diálogo de “Tablas de color” de la capa utilizamos la barra de herramientas desplegable seleccionando la opción “Capa Ráster” en el botón de la izquierda y “Tablas de color” en el botón desplegable de la derecha.



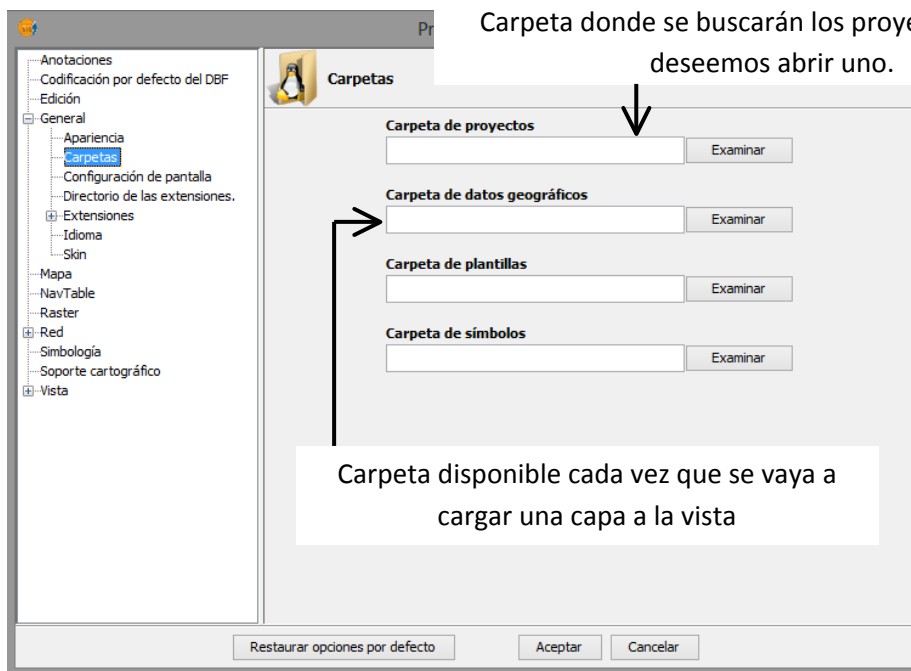
En la ventana emergente pinchamos sobre **“Activar Tablas de color”** para empezar a trabajar y en ella se presentan diversas librerías predeterminadas que podemos emplear, o bien pinchando sobre cada color podemos introducir el color que deseemos. En la pestaña **“Tabla”** es posible introducir manualmente los valores que codifiquen cada color e introducir o eliminar intervalos. En la pestaña **“Rampa”** se pueden cambiar los límites de los intervalos arrastrando con el ratón. Además se puede seleccionar la opción **“Equidistar”** si queremos que los intervalos sean iguales entre sí.



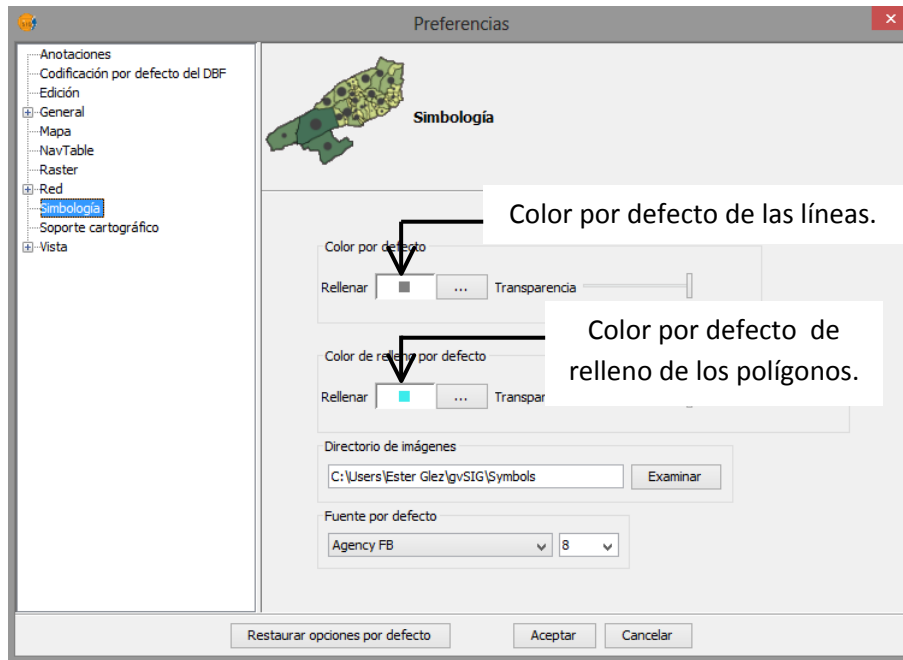
1.5. Preferencias

Para hacer más cómoda la localización de ficheros para abrir proyectos, cargar capas, etc., es posible seleccionar los directorios de trabajo. Así, si pinchamos en *Ventana/ Preferencias* o bien directamente sobre el icono  se despliega una ventana con varias opciones para especificar diferentes parámetros de nuestro entorno de trabajo.

Algunas de las opciones que se presentan son los escritorios de trabajo, disponible apartado *General/ Carpetas*.



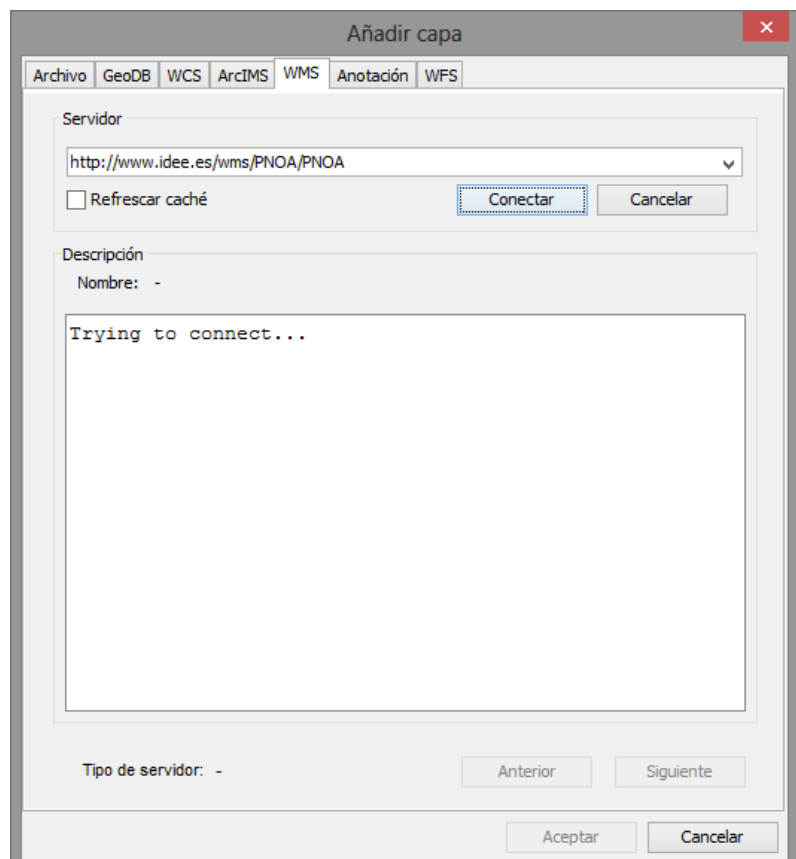
Otra opción es configurar la representación de las capas cuando se carguen o creen. Para ello acudimos a *Simbología*.



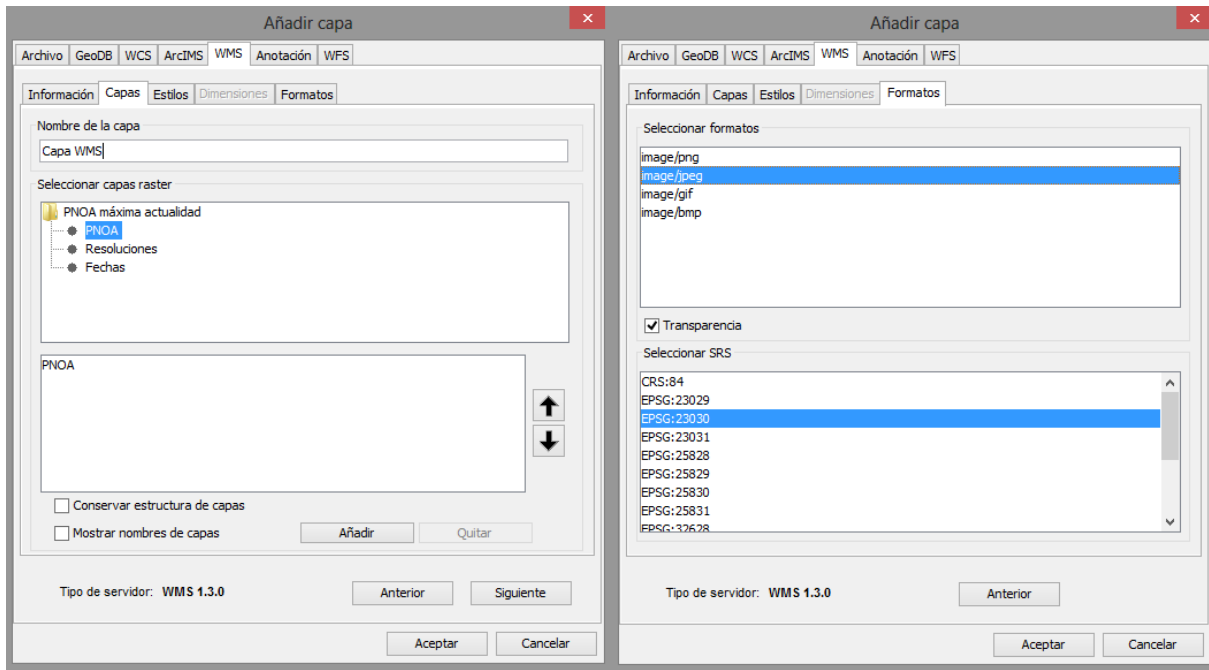
1.6. Trabajar con datos vía web

Los recursos **WMS** (Web Mapping Service) permiten trabajar con información geográfica online, es decir, datos que no es necesario descargar de la red para cargarlos en gvSIG y trabajar con ellos.


Para cargar datos WMS accedemos al menú cargar capa y pinchamos en la pestaña "WMS". En el espacio de "Servidor" introducimos la dirección web que deseamos y pulsamos en "Conectar". Una vez conectado pinchamos en "Siguiente".

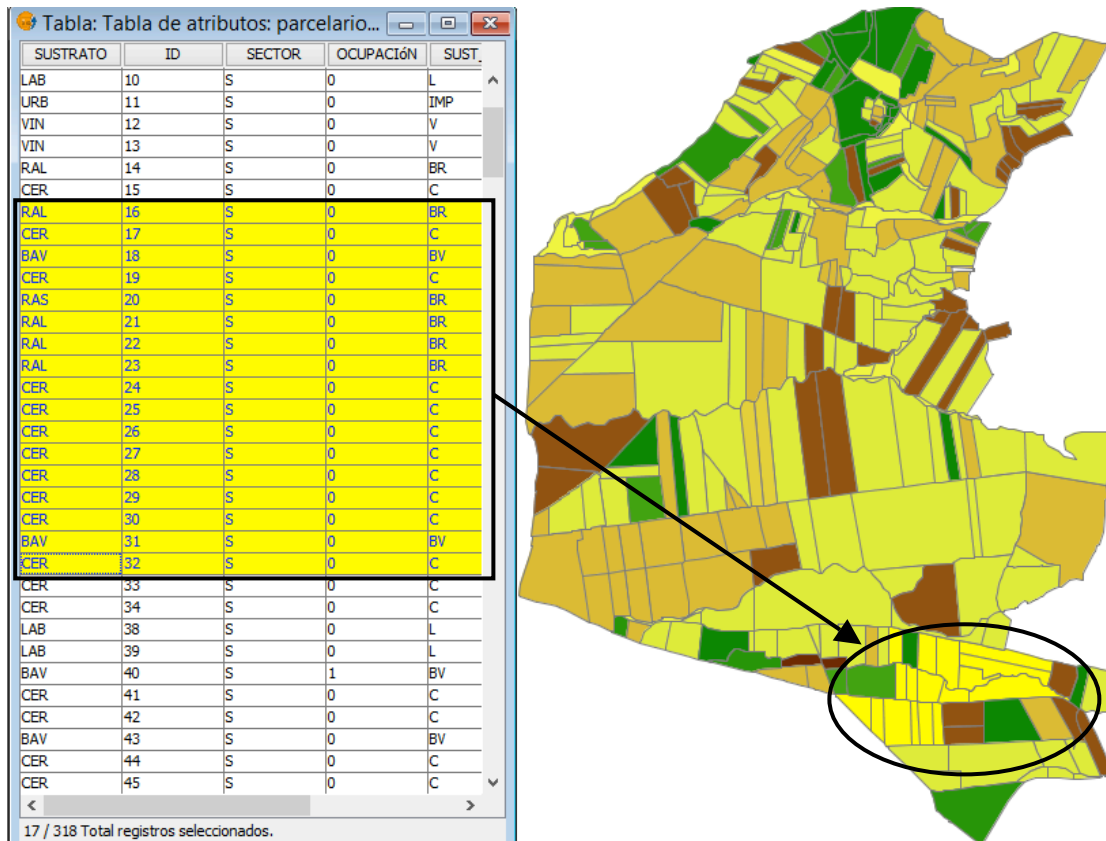


En la siguiente ventana nos vamos a la pestaña *Capas* y seleccionamos la capa que deseamos cargar. En la pestaña *Formatos* elegimos el formato de la capa que vamos a cargar (en la parte superior) y el sistema de referencias en el que cargarlo. Finalmente aceptamos y esperamos mientras se carga la capa WMS.



2. Introducción a las geodatabases

Las capas vectoriales tienen asociadas tablas de datos alfanuméricos que se denominan **tablas de atributos**. Se puede acceder a ella desde *Capa/ Ver Tabla de Atributos* o bien haciendo clic en el icono . Cada una de las columnas que aparecen en ella son los campos (variables o atributos asociados a cada elemento), mientras que las filas corresponden a los registros (cada uno de los elementos u objetos de la base de datos). Pinchando sobre las filas se seleccionan los elementos quedando resaltados en amarillo, tanto en la propia tabla como en la vista.

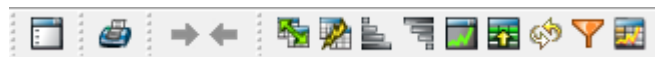


2.1. Herramientas asociadas a las tablas de atributos

Observac_VT_17042001_Project.shp

Distintas opciones de exploración se encuentran en el menú *Tabla* (también disponibles en los iconos de la barra de herramientas).



parcelario_2001_VT.shp

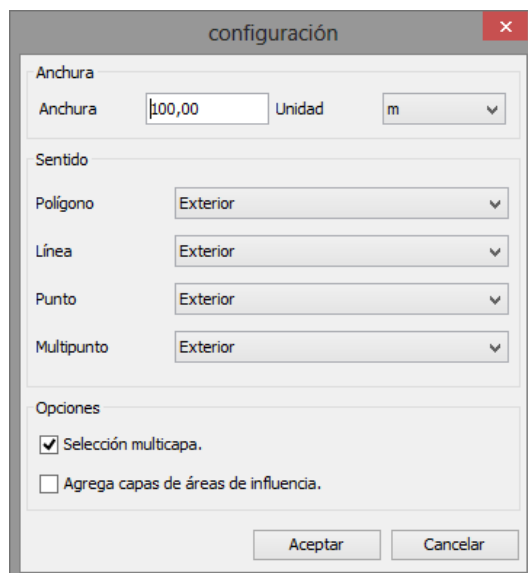


2.1.1. Selección de elementos desde la vista

Para seleccionar elementos de una capa esta debe estar seleccionada (resaltada en negrita) en la tabla de contenidos. A las distintas opciones se accede bien desde el menú *Vista/ Selección* o mediante los iconos de la barra de herramientas (detallados a continuación). Existen distintas opciones para seleccionar los elementos de una capa vectorial:

- Selección manual pinchando sobre el elemento. 

- En función de diferentes formas geométricas, como un rectángulo, círculo, polilínea (elementos que intersecten con la línea), polígono, etc. 
- Selección por área de influencia: teniendo un elemento previamente seleccionado, se seleccionan todos aquellos elementos que se encuentren a la distancia indicada de los límites del elemento inicial. 



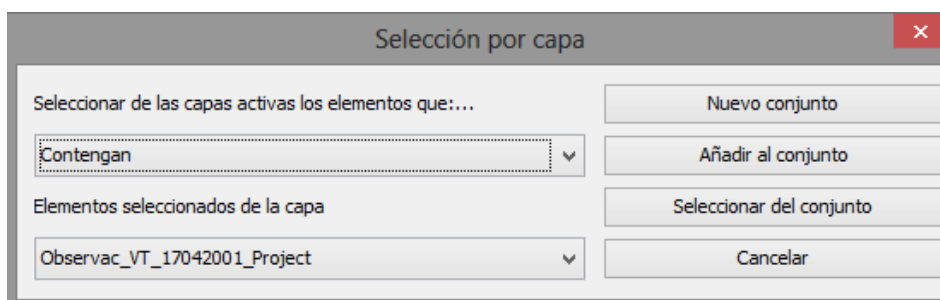
También es posible limpiar o invertir la selección: 

2.1.2. Selección por capa

Es posible realizar una selección en función de las geometrías de otra capa cargada en la vista. A este tipo de selección se accede, como en el caso anterior, a través de *Vista/ Selección/ Selección por capa*.


Para proceder a esta selección es necesario, en primer lugar, seleccionar los elementos de la capa que servirá para hacer la selección. Por ejemplo, si se desea seleccionar los polígonos de una capa dentro de que se encuentren una serie de puntos de otra capa, es necesario seleccionar previamente los puntos.

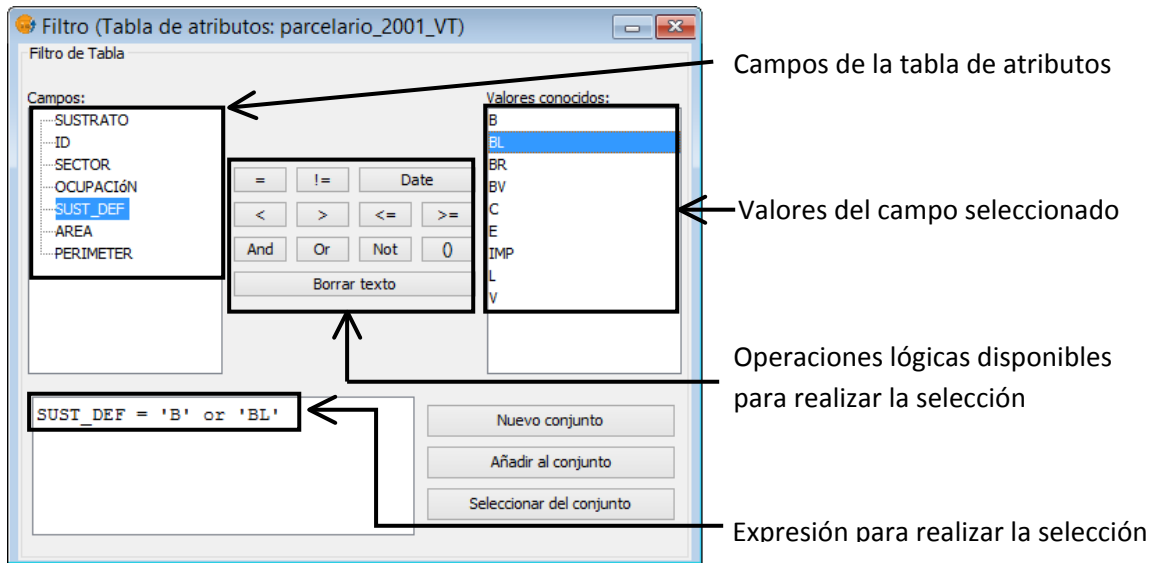
La selección en sí misma requiere que la capa sobre la que se va a realizar la selección esté resaltada en la tabla de contenidos. Se abre el menú de Selección por capa y se elige la relación espacial que se quiera establecer en el primer desplegable, y en el segundo la capa en función de la cual se desea realizar la selección.



En este caso nos interesa seleccionar los polígonos del parcelario en los que se hayan realizado observaciones de sisón.

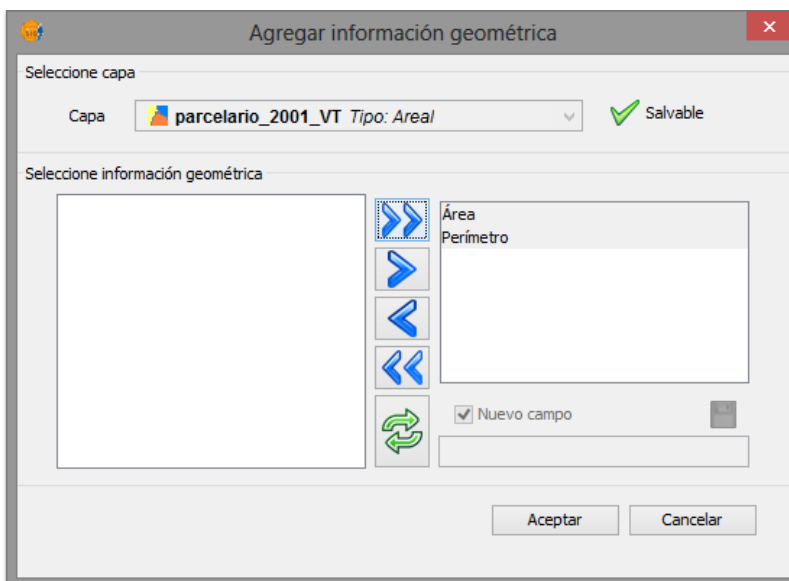
2.1.3. Selección por filtro

Este tipo de selección se basa en los atributos de la capa. Este tipo de consultas se realizan a través de la herramienta *Filtro*  y permite establecer los criterios de selección deseados con distintas expresiones lógicas a través del lenguaje SQL empleando las opciones que se presentan en la ventana emergente.



Si surgen problemas seleccionando varios valores simultáneamente puede optarse por hacer una selección valor a valor, añadiendo al conjunto sucesivamente nuevas selecciones.


2.1.3. Añadir área y perímetro de polígonos



Es posible calcular información geométrica de los elementos de las capas, como el área y el perímetro (para capas de polígonos) o la longitud (para capas de líneas). Para ello, con la tabla de atributos cerrada, se debe pinchar sobre el menú *Capa/ Agregar información geométrica*. En la ventana emergente se selecciona la capa y las variables geométricas que se desean calcular, que se

añadirán como nuevos campos a la tabla de atributos de la capa.

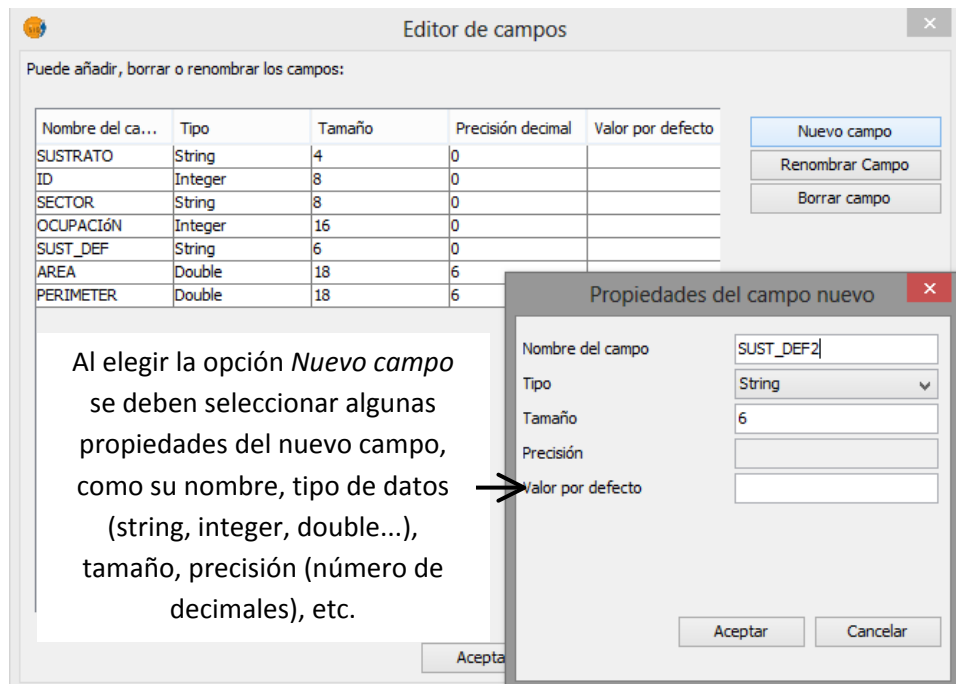
2.1.4. Estadísticas de campos

También es posible calcular estadísticos de campos numéricos desde el menú *Tablas/ Estadísticas* o bien mediante el icono  (esta opción sólo está disponible si se tiene seleccionado un campo numérico).

2.2. Edición de tablas de atributos


La capa debe estar cargada en la vista en modo de edición. Esto se efectúa en el menú *Capa/ Comenzar edición* (la capa queda marcada en rojo en la tabla de contenidos). A continuación se ha de abrir la tabla de atributos.

Pinchando en *Tabla/ Modificar estructura de una tabla* es posible añadir, renombrar o eliminar campos.

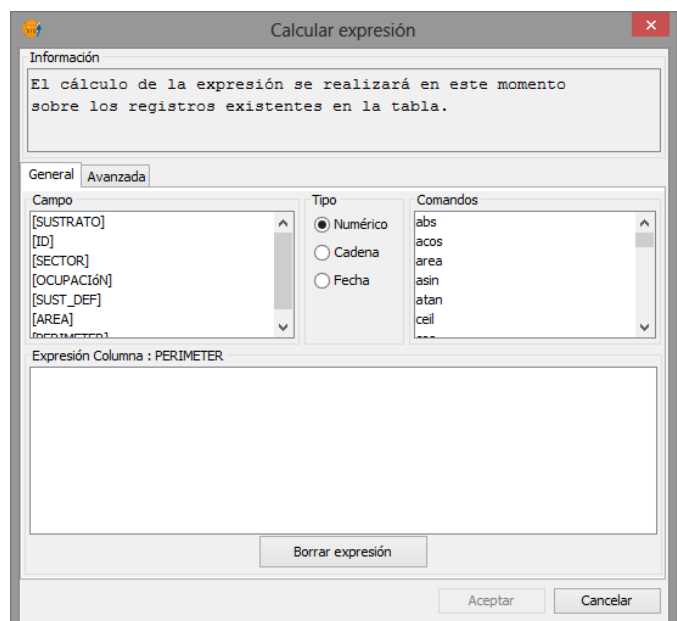


Es posible modificar un registro haciendo doble click sobre la celda deseada. Para eliminar un registro, en primer lugar este debe estar seleccionado y se realizará desde el menú *Tabla/ Eliminar fila*.

2.2.1. Calculadora de campos

Sin salir del modo de edición de la capa y con la tabla de atributos abierta, se debe seleccionar un campo (sobre el que se desean realizar las operaciones) para poder activar la opción  de la calculadora de campos

En la ventana emergente se pueden seleccionar otros campos con los que operar, así como una serie de comandos con los que construir una expresión que se implementará sobre el campo seleccionado. Si una parte de los registros está



seleccionada, las operaciones solamente se realizarán sobre ellos.

IMPORTANTE

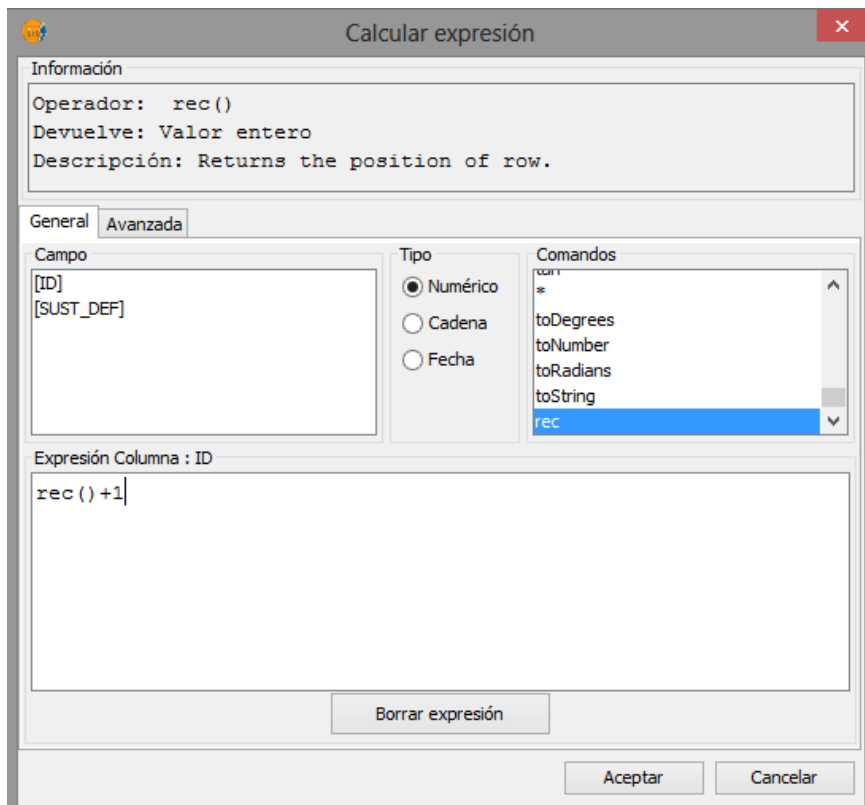
Para terminar la edición de la tabla de atributos se cierra la tabla y en *Capa/Terminar edición*, o bien en el menú contextual de la capa, especificando que deseamos guardar los cambios de la capa modificada. Una vez guardados los cambios, estos no se pueden deshacer.

2.2.2. Creación de un campo identificador único

Al contrario de otros programas de procesamiento de SIG, gvSIG no crea un campo ID único tras ejecutar operaciones de geoprocésamiento. Sin embargo, esto puede resultar de gran utilidad para diferenciar cada uno de los elementos o registros de una capa.

Para crear un campo ID, en primer lugar, debemos iniciar una sesión de edición sobre la capa en cuestión, abrir su tabla de atributos y acceder al menú *Modificar estructura de tabla*. Entonces añadimos un nuevo campo nombrado ID, tipo integer y tamaño 8. También es posible modificar los valores de un campo ya existente, por ejemplo sobre un identificador incorrecto o incompleto.

Abrimos la calculadora de campo sobre el campo ID que estamos creando e introducimos la expresión `rec()+1`. El comando `rec()` devuelve la posición de la fila comenzando en 0, y sumando 1 se consiguen números consecutivos desde el 1.



2.2.3. Ejercicio 1: Creación campo numérico derivado

En este ejercicio vamos a añadir información de la dimensión fractal de los polígonos que constituyen el parcelario. Para ello seguiremos los pasos detallados a continuación:

- 1.- Comenzar una sesión de edición de la capa de parcelario, abrir su tabla de atributos y crear un nuevo campo denominado *D.FRACTAL*. Este será de tipo "double", tamaño 8 y precisión 2.
- 2.- Con este nuevo campo seleccionado abrimos la calculadora de campos y escribimos la expresión: $[Area]/[Perimetro]$ (formula de la dimensión fractal). Aceptamos.
- 3.- Cerramos la sesión de edición y guardamos los cambios realizados.

2.2.4. Ejercicio 2: Reclasificación de un campo

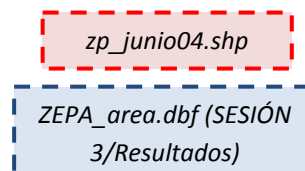
El objetivo de este ejercicio será la reclasificación de las categorías de los usos del suelo en categorías más sintéticas, dado que para un modelo de distribución potencial del sisón el interés se centra en la estructura espacial de la cobertura del suelo y algunas de las clases actuales resultan redundantes. Así, "barbecho" (B) "barbecho en rastrojo" (BR) y "barbecho labrado" (BL) se resumirán como "barbecho joven" (BJ), mientras que "barbecho viejo" y "erial" constarán conjuntamente como "barbecho viejo" (BV). El resto de categorías mantendrán su nomenclatura.

Los pasos a seguir los siguientes:


- 1.- Comenzar una sesión de edición de la capa de parcelario, abrir su tabla de atributos y crear un nuevo campo denominado *SUST_DEF2*, que sea de tipo "string" y tamaño 8.
- 2.- Seleccionar mediante el filtro todos aquellos registros que correspondan con los valores 'B', 'BR' y 'BL' de *SUST_DEF* (utilizar la expresión 'Or' para seleccionar distintos valores), es decir, todos aquellos que se van a reunir bajo la nueva categoría 'BJ'.
- 3.- Abrir la calculadora de campos con el campo *SUST_DEF2* seleccionado e introducir la expresión entre comillas "BJ". Solamente se modifican los registros seleccionados.
- 5.- Repetir los pasos 2 y 3 para recategorizar 'BV' y 'E' como "BV".
- 4.- Seleccionar los registros en *SUST_DEF2* que sean "BJ" y "BV" e invertir la selección. Así estarán seleccionados todos los registros que están vacíos en el campo *SUST_DEF2* ya que no se ha introducido nada en ellos hasta ahora. Abrir de nuevo la calculadora de campos y hacer que *SUST_DEF2* sea igual a *SUST_DEF*.
- 5.- Cerrar la sesión de edición y guardar los cambios.

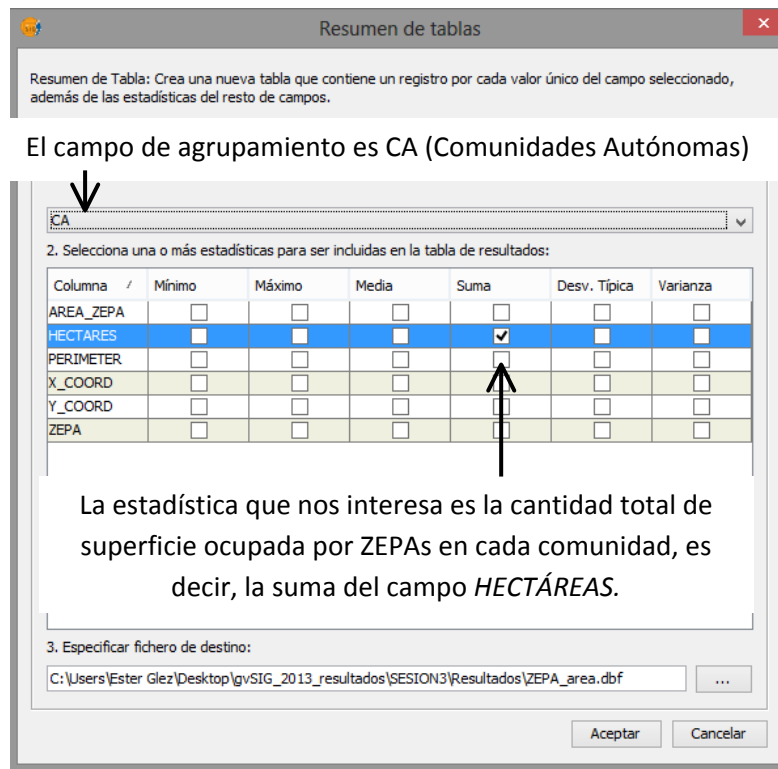
2.3. Resumen de tablas

Es posible obtener síntesis de tablas de atributos obteniendo distintos estadísticos del campo deseado.



Dado la gran cantidad de registros que presenta la tabla de ZEPAs (Zonas de Especial Protección para las Aves) de España de 2004, nos interesa crear una tabla en la que se resuma las hectáreas de este tipo de espacio protegido que presenta cada comunidad autónoma.

Comenzamos pinchando sobre el icono  , sólo activo cuando la tabla de atributos está abierta.

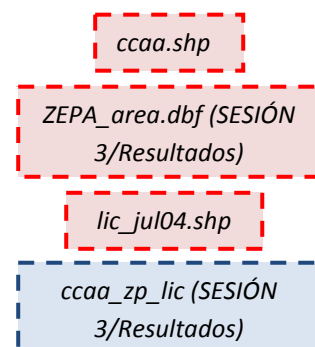


GRUPO	CANTIDAD	HECTAR_SUM
GALICIA	15.0	71684.031
CASTILLA Y ...	70.0	1997762.631
MADRID	7.0	185333.032
CASTILLA L...	26.0	959494.612
EXTREMADU...	31.0	874337.751
ARAGÓN	45.0	842939.238
CATALUÑA	18.0	237687.881
VALENCIA	18.0	277146.41
ANDALUCIA	62.0	1572514.96
BALEARES	50.0	121495.368
ASTURIAS	13.0	240299.756
RIOJA	5.0	165853.145
NAVARRA	17.0	79925.754
CANTABRIA	8.0	79108.723
PAÍS VASCO	6.0	39187.536
MURCIA	22.0	205175.39
CEUTA Y ME...	2.0	630.307


En la tabla resultante, que se crea en formato .dbf, encontramos el campo a partir del cual hemos resumido la tabla (*GRUPO*), el campo *CANTIDAD* hace referencia al número de registros que se han empleado para calcular del estadístico solicitado; finalmente aparece el campo con el estadístico en sí.

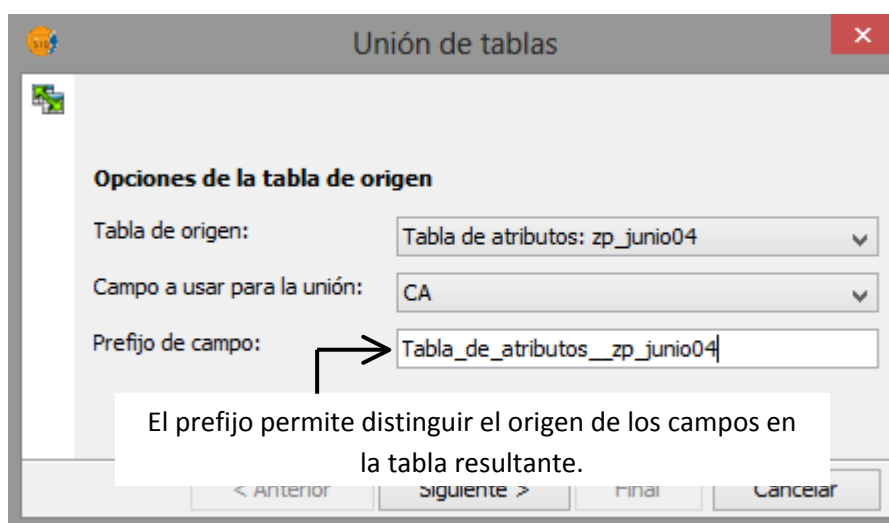
2.4. Unión de tablas

Es posible unir dos tablas a través de un campo común entre ellas estableciendo relaciones de tipo uno a uno, es decir, vinculando registro a registro procedentes de tablas diferentes.



Nos interesa unir la tabla de una capa de Comunidades Autónomas con la tabla generada en el apartado anterior de resumen de tablas, por lo que debemos comprobar que esta última tabla está cargada en el programa, accediendo al apartado de Tablas del gestor de proyectos.

En el menú *Tabla* (activo cuando hay una tabla abierta) *Unir*, o bien en el icono . Hay que seleccionar la capa de la **tabla de origen** (sobre la que se va a volcar la información): *cca.shp*, usando *CA* como campo de unión; y una **tabla de destino** (contiene la información que va a ser unida): *ZEPA_area.dbf*, siendo el campo de unión *GRUPO*, junto con los campos que comparten las mismas celdas en ambas tablas (p.ej. un identificador correlativo). Para la identificación de los nuevos campos introducidos en la tabla de destino se puede añadir el prefijo deseado, así como el prefijo que se quiere añadir a los campos de la tabla de destino. Este procedimiento permite relaciones de tipo uno a uno.



Los registros de los campos que se usan para realizar la unión deben ser idénticos en ambas tablas, por lo que pequeñas diferencias como la presencia o no de tildes, pueden impedir una correcta unión. Ese es nuestro caso por lo que debemos corregirlo. Para ello deshacemos la unión en *Tabla/ Quitar uniones*, que hasta el momento es de carácter temporal. Entonces debemos editar una de las tablas eliminando o añadiendo las tildes hasta conseguir que las categorías de ambos campos de unión sea el mismo. Después repetimos la unión, que debería crearse correctamente.

2.4.1. Ejercicio 3

Repetimos el proceso desarrollado en los apartados 1.3. y 1.4. para la capa de *lic_jul04.shp*, que indica los Lugares de Importancia Comunitaria de España. Es decir:

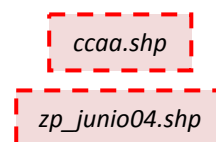
- 1.- Resumir la tabla de atributos en base al campo *CA*, obteniendo la suma de *AREA_LIC*.
- 2.- Unir la tabla resultante de la unión entre *cca* y *zp_junio04* con la tabla resumen de los LICs creada en el paso anterior.


IMPORTANTE

Hasta ahora las uniones creadas no son permanentes y si cerramos la sesión de trabajo en gvSIG perderemos las uniones. Para **hacer las uniones permanentes** es necesario exportar la capa resultante a shp, creando una capa nueva.

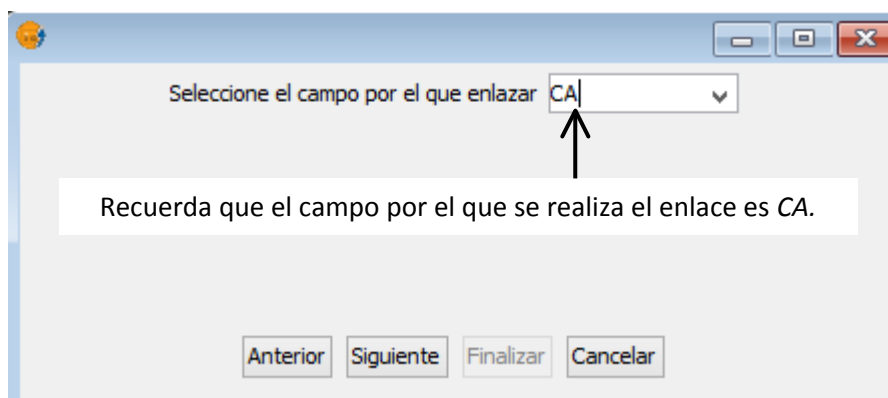
2.5. Enlace de tablas

Esta herramienta permite realizar un vínculo entre dos tablas a través de un campo común, de forma que los cambios que se produzcan en una de ellas se manifestarán también en la otra. El enlace es virtual y tiene relación de uno a varios, es decir, la tabla de origen puede tener varios registros que correspondan a un único registro en la tabla de destino.



Ahora vamos a trabajar directamente con las capas de *ccaa* y *zp_junio04* sin modificar. También desde el menú de *Tabla* encontramos esta opción, o de nuevo mediante el icono . Esta herramienta permite realizar un vínculo entre dos tablas a través de un campo común, para el que, como en el caso anterior, sus valores deben ser exactamente iguales en ambas tablas.

Abrimos las tablas de atributos de las capas a enlazar y desplegamos el menú de Enlace de tablas. La tabla de origen es la tabla de atributos de *ccaa* y la tabla a enlazar es la tabla de atributos de *zp_junio04*.



Tras realizar el enlace podemos ver que si seleccionamos un registro en la tabla de *ccaa* se seleccionan todos los registros de la tabla de ZEPASs de esa Comunidad Autónoma ya que ambas están enlazadas.

CCAA	COUNT	SUM_AREA	CA
0.0	8	4.45388558...	CEUTA Y ME
1.0	388	2.96669167...	GALICIA
2.0	142	1.06105882...	ASTURIAS
3.0	108	5.31778653...	CANTABRIA
4.0	341	7.22948886...	PAÍS VASCO
5.0	346	1.03856434...	NAVARRA
6.0	761	4.77295332...	ARAGÓN
7.0	1025	3.22028949...	CATALUÑA
8.0	2461	9.42239922...	CASTILLA Y
9.0	185	5.04177781...	RIOJA
10.0	194	8.02254390...	MADRID
11.0	982	7.94135039...	CASTILLA L.
12.0	691	2.32630256...	VALENCIA
13.0	83	5.01764232...	BALEARES
14.0	416	4.16802130...	EXTREMADU
15.0	833	8.7667418	ANDALUCÍA

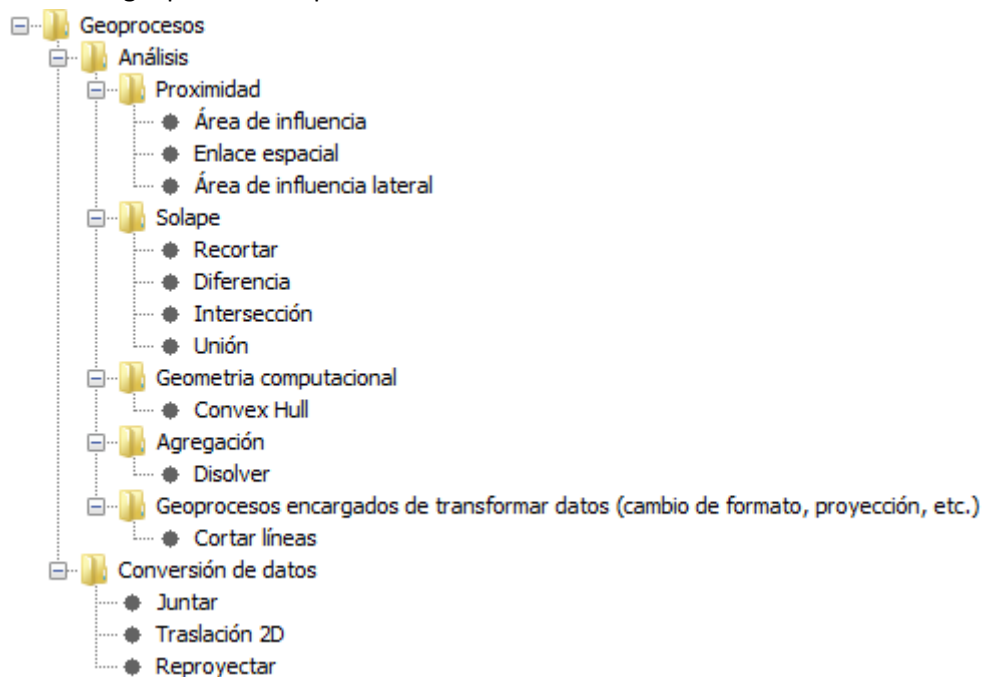
SITE_CODE	SITE_NAME	CA	PERIMETER	HECTARES	ZEPa	X_COORD	Y_COORD	AREA_ZEPa
ES2430105	HOCES DEL ...	ARAGÓN	33537.176	5336.804	2	592253.8125	4559337.25	5.33680442...
ES0000054	SOMIEDO	ASTURIAS	93985.637	29404.962	2	237344.11542	4777563.7596	2.94049619...
ES0000055	FUENTES N...	ASTURIAS	200845.046	51210.707	2	209058.66728	4770139.72...	5.12107065...
ES00000315	UBIÑA LA M...	ASTURIAS	195961.467	39429.431	2	243019.58709	4780657.05...	3.94294307...
ES00000316	PONGA AMI...	ASTURIAS	85646.111	28203.813	2	324191.2864	4785465.28...	2.82038133...
ES00000317	PEÑARRON...	ASTURIAS	134611.995	4263.405	2	208350.43344	4829171.28...	4.26340494...
ES00000318	CABO BUST...	ASTURIAS	233070.826	9907.27	2	220442.31453	4829705.91...	9.90727012...
ES00000319	RIBADESELL...	ASTURIAS	187035.005	5788.546	2	358298.59354	4810449.77...	5.78854646...
ES00000320	EMBALSES C...	ASTURIAS	15892.695	267.725	2	267683.1203	4824953.76...	2677254.468
ES00000323	RIA DE VILL...	ASTURIAS	29356.41	1249.497	2	307243.46181	4821556.92...	1.24949657...
ES1200001	PICOS DE E...	ASTURIAS	114078.169	25293.758	2	347922.13309	4790187.06...	2.52937576...
ES1200002	BOSQUE DE ...	ASTURIAS	46444.572	5559.224	2	198753.42747	4769761.03...	5.55922424...
ES1200008	REDES	ASTURIAS	96182.174	37913.511	2	3008619.60485	4783369.91...	3.79135112...
ES0000085	RIBADEO	ASTURIAS	38335.822	1807.907	2	173512.1813	4826271.76...	1.80790658...
ES0000037	ES TRENC-S...	BALEARES	21337.166	1451.868	2	1016089.61...	4373034.89...	1.45186789...
ES0000038	S'ALBUFERA...	BALEARES	30740.334	2217.246	2	1022018.2511	4422356.67...	2.21724581...
ES0000073	COSTA BRVA	BALEARES	136805.327	8104.071	2	1007036.08	4433150.47	8.10407136


A diferencia de las uniones, los enlaces no se pueden hacer permanentes y son solamente vínculos virtuales.

3. Geoprocetamiento I

Las operaciones de análisis y geoprocetamiento se encuentran en dos ubicaciones de gvSIG: Gestos de geoprocetos y Sextante.

En el **Gestor de geoprocetos**, disponible en el menú *Vista*, cuando pinchamos sobre una función aparece en el lado derecho de la ventana una descripción de la misma. Para iniciar cualquier geoproceto lo seleccionamos pinchamos sobre “Abrir geoproceto”. A continuación se muestran los geoprocetos disponibles:



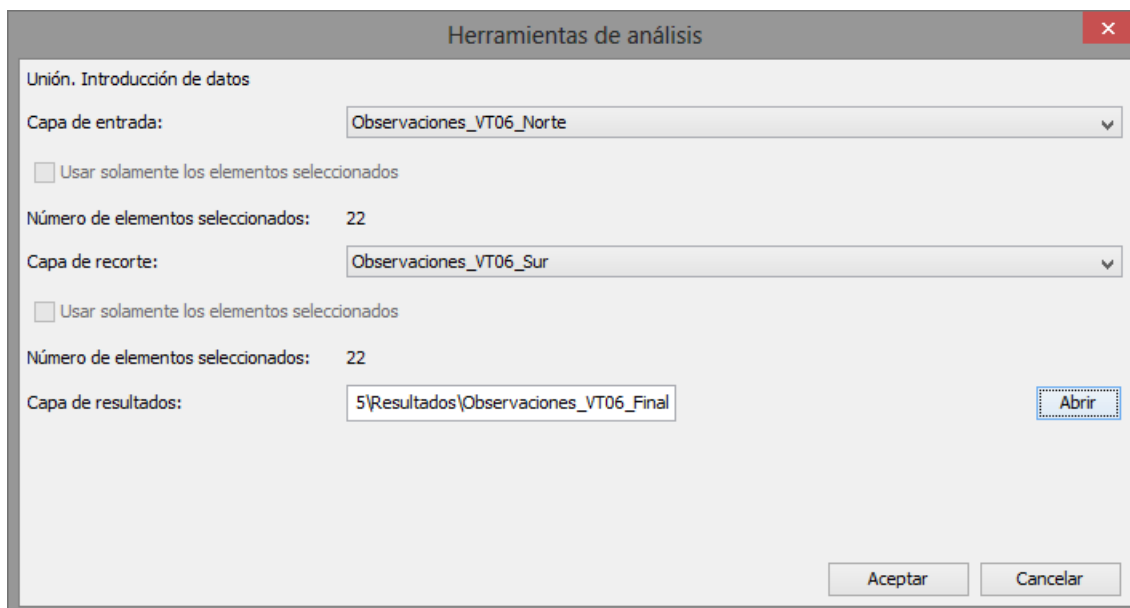
El **Sextante** (Sistema Extremeño de Análisis Territorial) es una biblioteca de algoritmos de análisis espacial de código libre. El Sextante se compone de un conjunto de extensiones, cada una de las cuales implementa un proceso de análisis basado en datos espaciales, y que amplía las capacidades de gvSIG especialmente en lo relativo al análisis de datos geográficos. Es posible acceder a cada una de estas herramientas a través de *SEXTANTE/Caja de herramientas* o bien pinchando el icono  .

3.1. Unión

Los censos de población pueden ser realizados por varios observadores simultáneamente para ampliar el área de observación. En este caso uno de los observadores se situó en la zona norte y otro en la zona sur, generando dos archivos distintos. Para unificarlos utilizaremos la herramienta **Unión** que permite unir las geometrías (puntos, líneas y polígonos) de dos capas vectoriales distintas. Esta herramienta podemos encontrarla en *Vista/ Gestor de geoprocetos/ Análisis/ Solape/ Unión*.



Como “Capa de entrada” y “Capa de recorte” se seleccionan las dos capas que se desean unir y en “Capa de resultados” se introducen el nombre y la ruta especificados.



IMPORTANTE

Para que la unión de capas se realice correctamente el número y nombre de los campos de las dos capas debe ser igual.

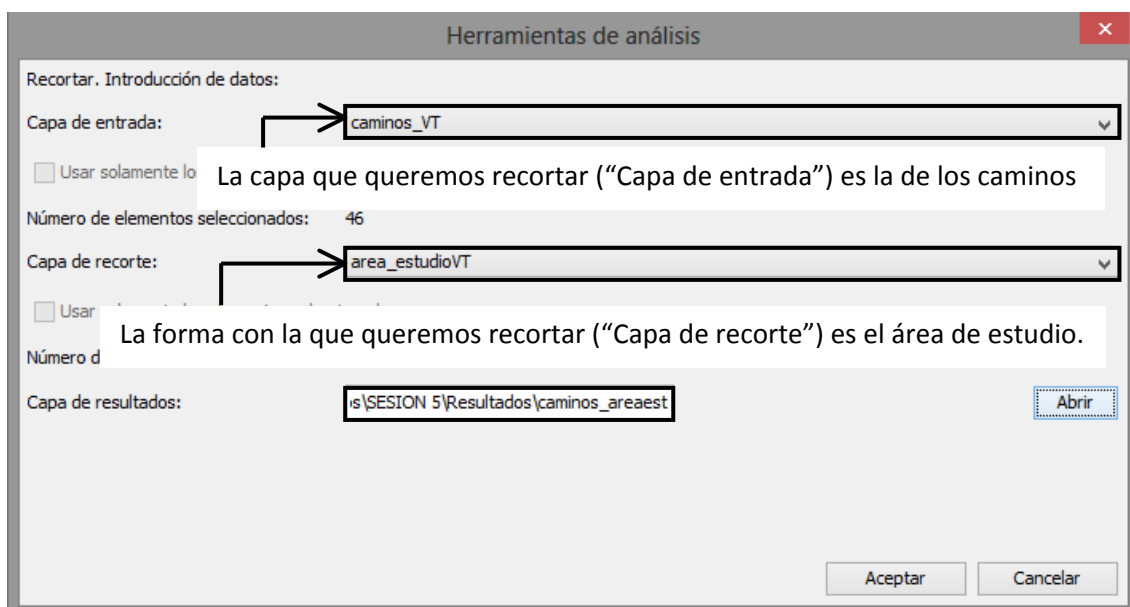
3.2. Recortar

Se dispone de una red de caminos del entorno de la zona de estudio en Valdetorres de Jarama. Para limitar la capa de caminos a nuestro área de estudio emplearemos el geoproceso **Recortar**, que podemos encontrar en *Vista/ Gestor de geoprocesos/ Análisis/ Solape/ Recortar*.

caminos_VT.shp

area_estudioVT.sh

caminos_areaestVT.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)

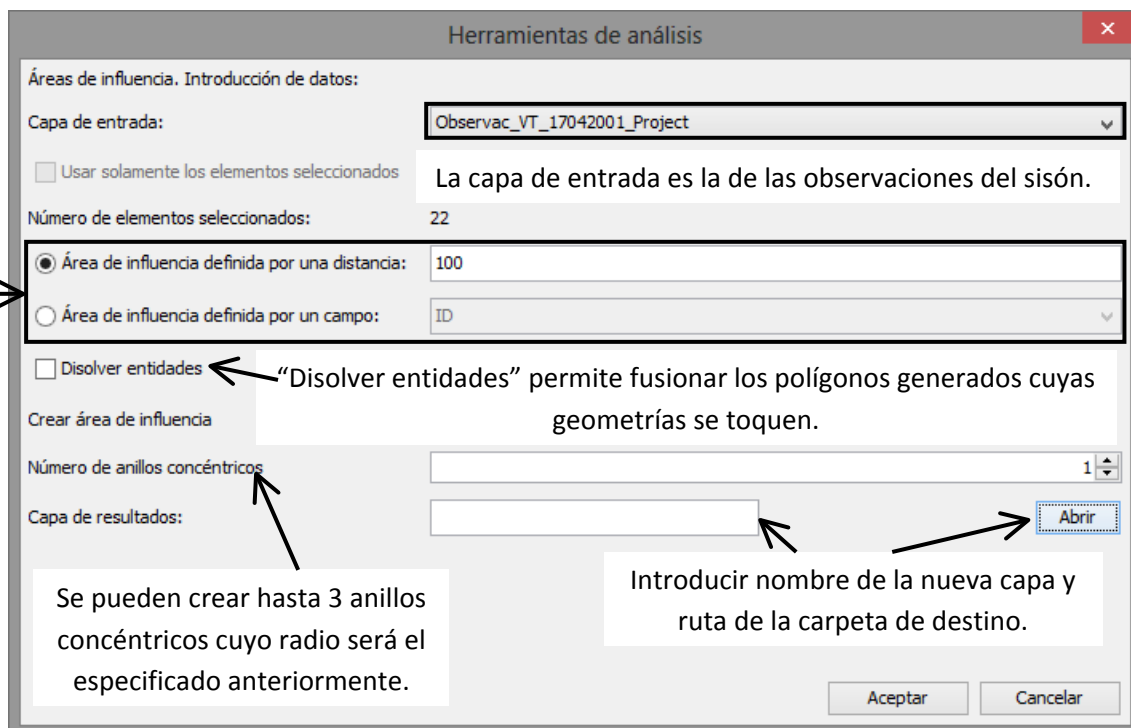


3.3. Área de influencia o buffer

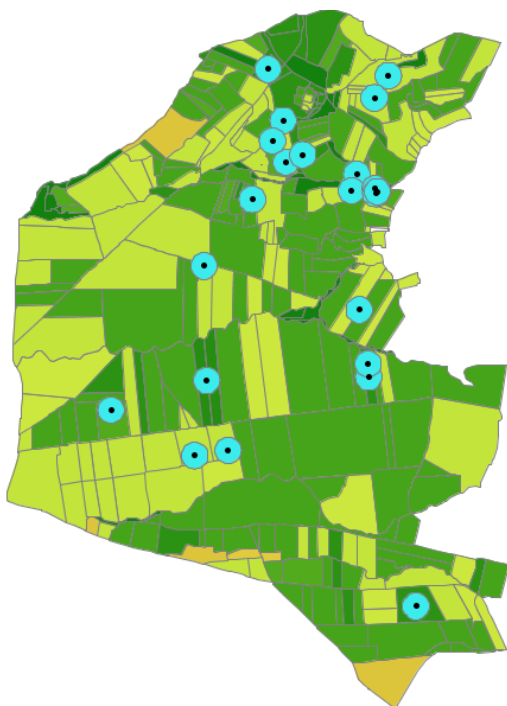
Es posible crear “zonas de influencia” alrededor de los elementos de las capas vectoriales (puntos, líneas, polígonos) creando una nueva capa vectorial de polígonos. En nuestro caso nos interesa crear un buffer alrededor de los avistamientos de sisón. Considerando el área de campeo de la especie crearemos **buffers** de 100 m de radio alrededor de las observaciones. Para ello debemos acceder al gestor de geoprocamos *Análisis/ Proximidad/ Área de influencia*.

Observac_VT_17042001_Project.shp

Buffer2001_100.shp
(SESIÓN 4/Resultados)



Es posible introducir un radio fijo para todos los puntos en “Área de influencia definida por una distancia”, o bien se pueden aplicar distintos radios para diferentes puntos si se selecciona “Área de influencia definida por un campo” y ahí el campo que contiene la información.



En la imagen de la izquierda se muestra la capa de parcelario y las observaciones de sisón junto con sus áreas de influencia o buffer de 100 m de radio.

A la tabla de atributos de esta capa puede añadirse información ambiental, por ejemplo la superficie de los distintos usos del suelo que recoge el parcelario para intentar explicar la distribución del sisón en el área de estudio.

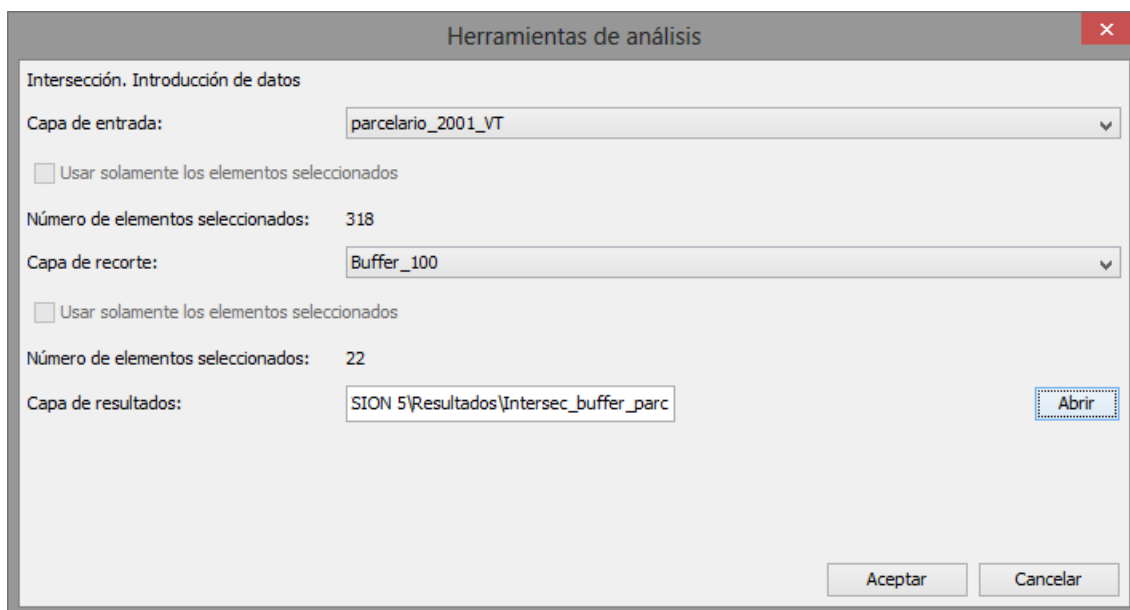
3.4. Intersección

Mediante la herramienta **Intersección** (presente en *Vista/ Gestor de geoprocesos/ Análisis/ Solape/ Intersección*) podemos obtener la superficie de cada uso del suelo que se presenta en las zonas de influencia o buffers de cada una de las observaciones.

Buffer2001_100.shp
(SESIÓN 4/Resultados)

parcelario_2001_VT.shp

Intersec_buffer_parc.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)



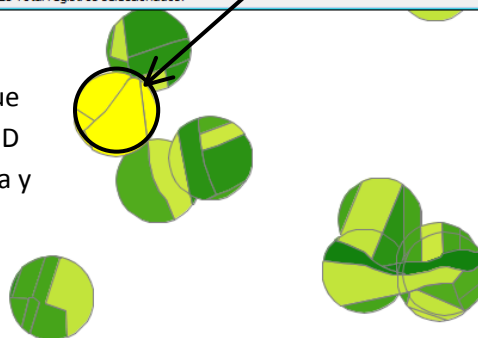
IMPORTANTE

Es necesario recalcular los campos de área y perímetro para los nuevos polígonos creados, ya que los campos antiguos no reflejan las geometrías recién creadas.

A continuación puede verse un detalle del resultado de la intersección. El campo "ID" (procedente de la tabla de atributos de la capa del buffer) permite identificar todos los polígonos de usos del suelo que se engloban dentro de una única zona de influencia o buffer.

SUST_DEF	AREA	PERIMETER	ID	FECHA	HORA
BR	31130.71779	939.24304	20.0	1.7042001E7	830
C	20036.29506	933.51106	20.0	1.7042001E7	830
BV	29602.66173	1005.13056	20.0	1.7042001E7	830
BV	77961.78013	1147.04407	21.0	1.7042001E7	1010
BR	24462.19195	655.36888	22.0	1.7042001E7	950
B	40984.45237	987.32318	22.0	1.7042001E7	950
L	25009.34142	833.97117	22.0	1.7042001E7	950
BR	23949.33254	636.59969	22.0	1.7042001E7	950
C	31749.47728	783.77086	22.0	1.7042001E7	950
BV	10255.2548	550.50712	22.0	1.7042001E7	950

Distintos usos del suelo que se presentan en el buffer ID 22, con información de área y perímetro asociada.



De esta manera todos los polígonos que constituyen cada uno de los buffers se mantienen aunque se solapen. Es decir, la superficie de una cobertura en la que los buffers se solapan aparece representada en todos los buffers que lo ocupan.

3.4.1. Ejercicio 4

Para reconocer adecuadamente el campo identificador correspondiente al número de buffer (situado tras el último campo de la capa de parcelario y que se repite tantas veces como número de polígonos del parcelario que componen dicho buffer) renombramos el campo como "IDbuffer". En primer lugar es necesario iniciar una sesión de edición de la capa *Intersec_buffer_parc*, abrir su tabla de atributos y con la opción *Modificar estructura de tabla* renombrar el campo ID.

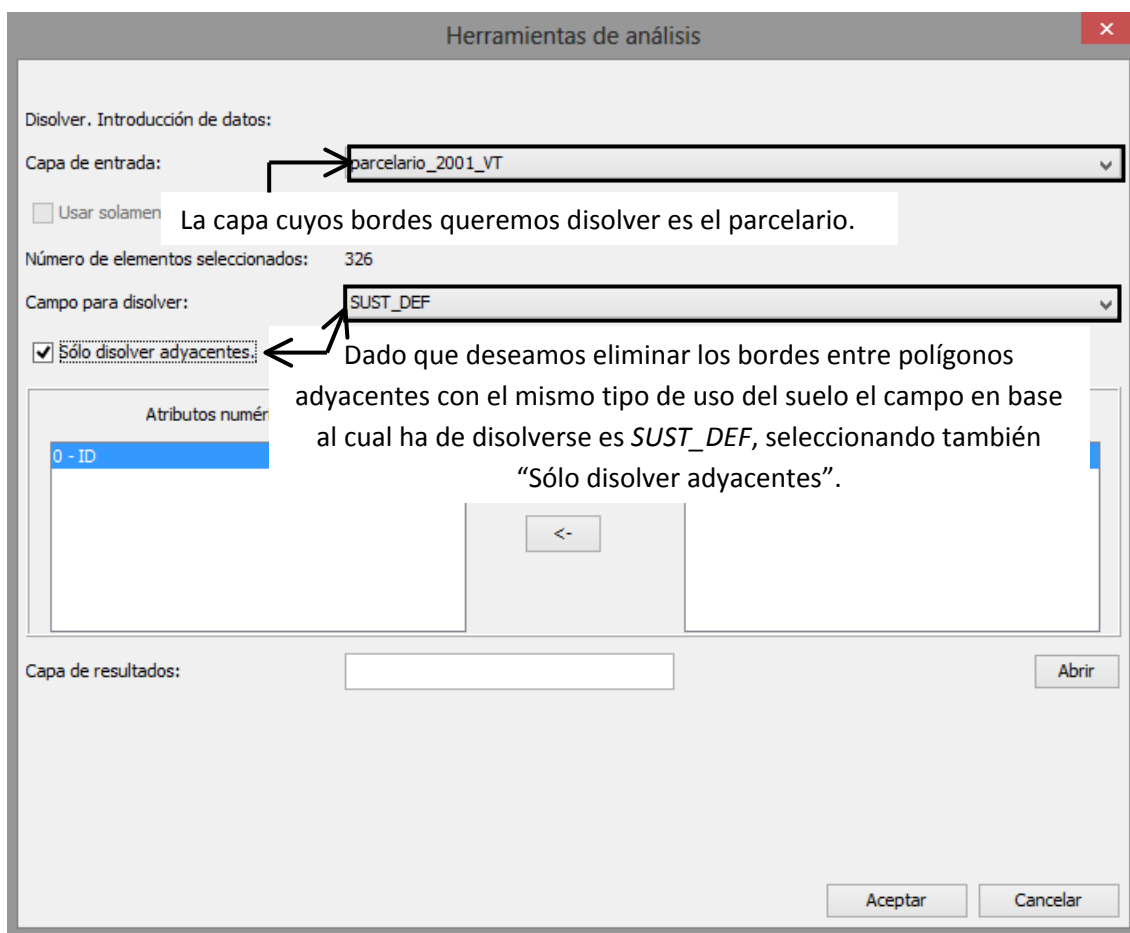
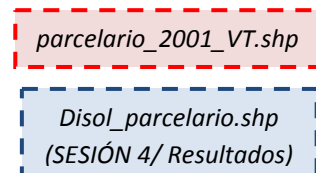
3.4.2. Ejercicio 5

Para comprobar que no hay errores en la intersección entre los buffers que solapan espacialmente hacemos un pequeño ejercicio. Con la tabla de atributos del resultado de la intersección abierta identificamos y seleccionamos todos los polígonos que corresponden a uno de los buffers que solapan. Exportamos esta selección como nueva capa SHP. Al visualizar

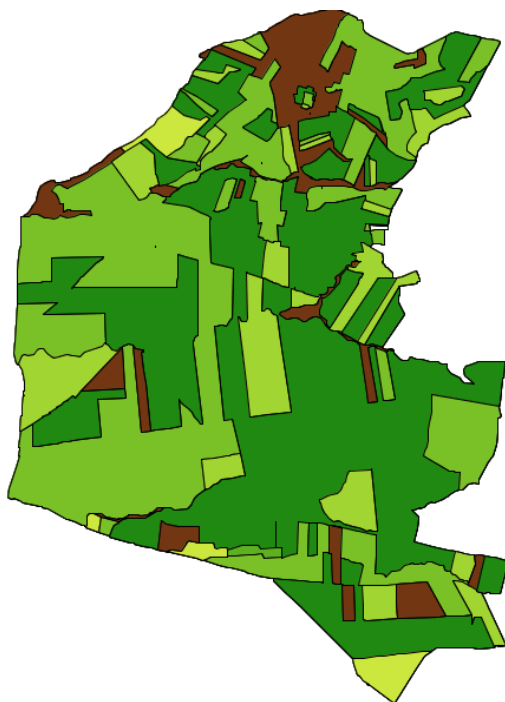
esta nueva capa con el parcelario deben coincidir sus fronteras, es decir, el buffer intersectado se ha cortado sólo con las fronteras del parcelario y no con las de otros buffers.

3.5. Dissolver

En la capa de parcelario hay polígonos adyacentes que comparten la misma categoría de sustrato. Para simplificar esta capa y eliminar las fronteras entre parcelas mediante la herramienta **Dissolver**, que se encuentra en *Vista/ Gestor de geoprocesos/ Análisis/ Agregación/ Dissolver*). Debe recordarse que durante la creación del buffer se podía establecer esta opción inicialmente.



En la capa resultante el número de polígonos se ha reducido notablemente.



IMPORTANTE

Es necesario marcar “Sólo disolver adyacentes” ya que, en caso contrario, obtenemos únicamente un polígono multiparte, para cada una de las categorías del campo empleado para disolver.

3.6. Enlace espacial

Mediante la herramienta **Enlace espacial** (*Vista/ Gestor de geoprocesos/ Análisis/ Proximidad/ Enlace espacial*) podemos vincular tablas de atributos en función de relaciones espaciales. Así, vamos a comprobar el porcentaje de aciertos en la asignación de sustrato por parte del observador a los avistamientos de sisón (información presente en la capa de observaciones, campo *SUSTRATO*) respecto a la información recogida en el parcelario.

Observac_VT_17042001_Project.shp

Parcelario_2001_VT.shp

Enlace_espacial.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)

Herramientas de análisis

Enlace espacial. Introducción de datos:

Capa de entrada: Observac_VT_17042001_Project

Usar solamente los elementos seleccionados

Número de elementos seleccionados: 22

Capa de recorte: parcelario_2001_VT

Usar solamente los elementos seleccionados

Número de elementos seleccionados: 318

Usar el mas próximo

Capa de resultados: :\logía\Archivos\SESION 5\Enlace_espacial

Abrir

Aceptar Cancelar

Como “Capa de entrada” seleccionamos las observaciones

Como “Capa de recorte” introducimos el parcelario

Activamos “Usar el más próximo” ya que de esta manera se asignan a cada punto de las observaciones todos los atributos del polígono del parcelario que contenga dicho punto, en relación 1 a 1.

3.6.1. Ejercicio 6

Para comprobar el nivel de coincidencia entre observadores (por ejemplo, entre el observador que ha censado las aves y el que ha realizado el mapa), se puede realizar una matriz de confusión, para evaluar el porcentaje de acierto. La tabla de atributos de la capa resultante presenta dos campos referentes al sustrato: *SUSTRATO* (anotación del observador) y *SUST_DEF* (información del parcelario). Para comprobar en que registros ambos valores no coincidan realizamos una búsqueda por filtro en la que introducimos *SUSTRATO <> SUST_DEF*. De esta manera construimos fácilmente una matriz de confusión en la que las columnas corresponden a los observadores y las filas al parcelario.

		Observadores				
		B	BJ	BR	...	E
Parcelario	B					
	BJ					
	BR					
	...					
	E					
Total aciertos						

La diagonal proporciona los aciertos

3.7. Diseño del muestreo

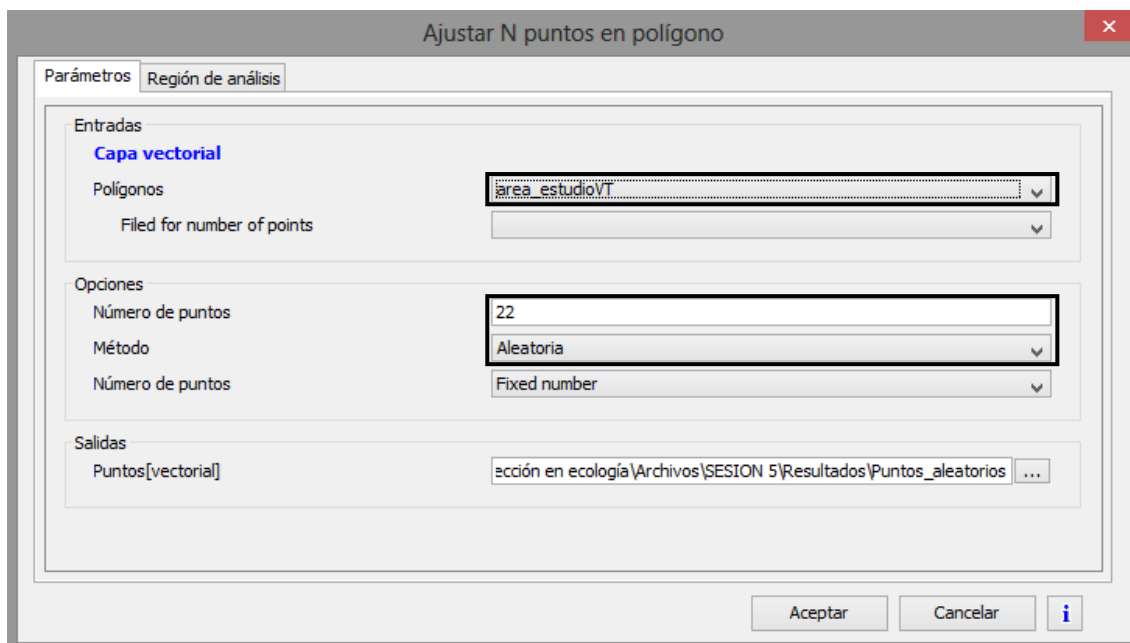
3.7.1. Generar puntos aleatorios

Si quisiésemos comprobar si los territorios donde se han avistado los sisonos poseen mayor superficie de alguno de los usos del suelo de lo que cabría esperar por azar, necesitaríamos generar una serie de puntos aleatorios dentro del área de estudio. Para realizar posteriormente un análisis estadístico equilibrado se crean el mismo número de puntos como observaciones de sison se han efectuado y sobre ellos se repetirían las mismas operaciones que se han realizado para las observaciones de sison (generación de buffer, intersección con parcelario, etc.). De este modo de obtendrían datos que permitirían una comprobación estadística de nuestra hipótesis.

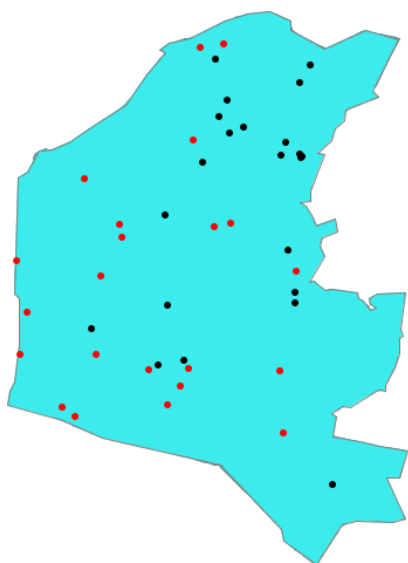
area_estudioVT.shp

Puntos_aleatorios.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)

La herramienta para generar puntos aleatorios se encuentra en Sextante/ *Herramientas para capas de polígonos/ Ajustar N puntos en polígono*. En la pestaña de "Parámetros" de la ventana de diálogo seleccionamos el área de estudio como la capa de polígonos de referencia, el número de puntos (22 en este caso) que se distribuirán de manera aleatoria.



En la pestaña “Región de análisis” seleccionamos “Utilizar extensión de otra capa” con el área de estudio.



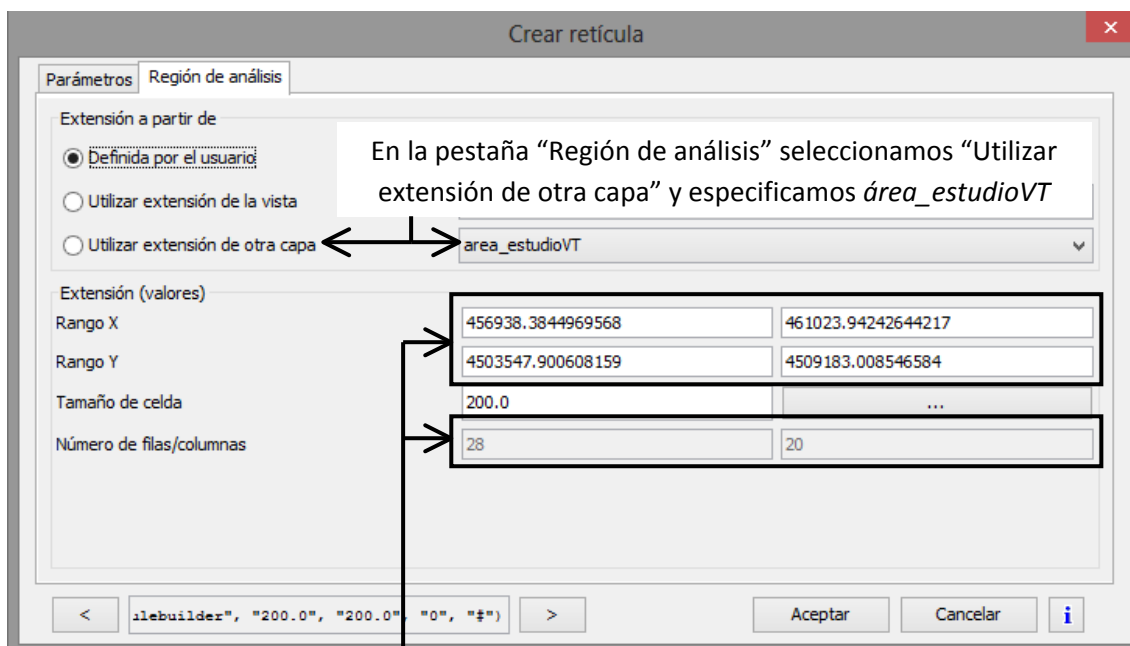
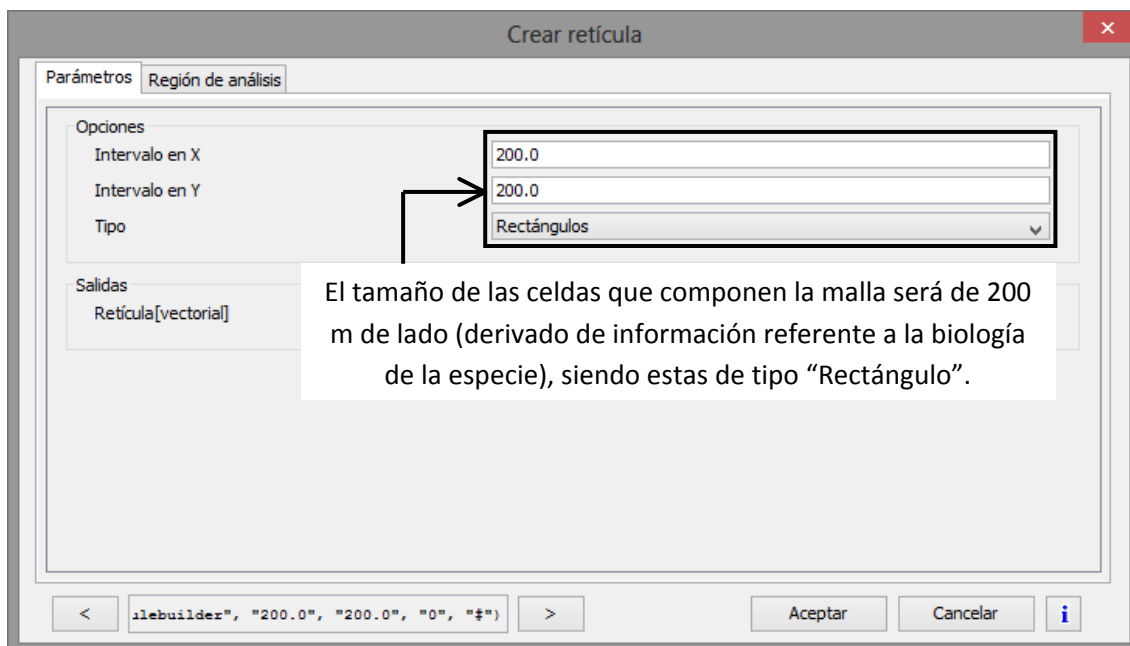
En la imagen adyacente el polígono azul corresponde al área de estudio de Valdetorres de Jarama, los puntos negros son las observaciones de sisón y los puntos rojos son aquellos puntos aleatorios generados.

3.7.2. Creación de retícula o malla

Malla_200.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)

Sin embargo, a la hora de elaborar el modelo de distribución potencial del sisón en nuestro área de estudio vamos a utilizar una estrategia distinta basada en una **retícula** o **malla** formada por una capa de polígonos a cuya tabla de atributos se añadirá información ambiental que permitirá describir las características del hábitat, así como las observaciones de sisón. Se añadirán campos referentes a : presencia/ausencia de sisón, sustrato agrario, cota, pendiente, orientación, NDVI y área kernel.

Para crear una retícula o malla de polígonos de forma cuadrada emplearemos *Herramientas para capas vectoriales/ Crear retícula*.



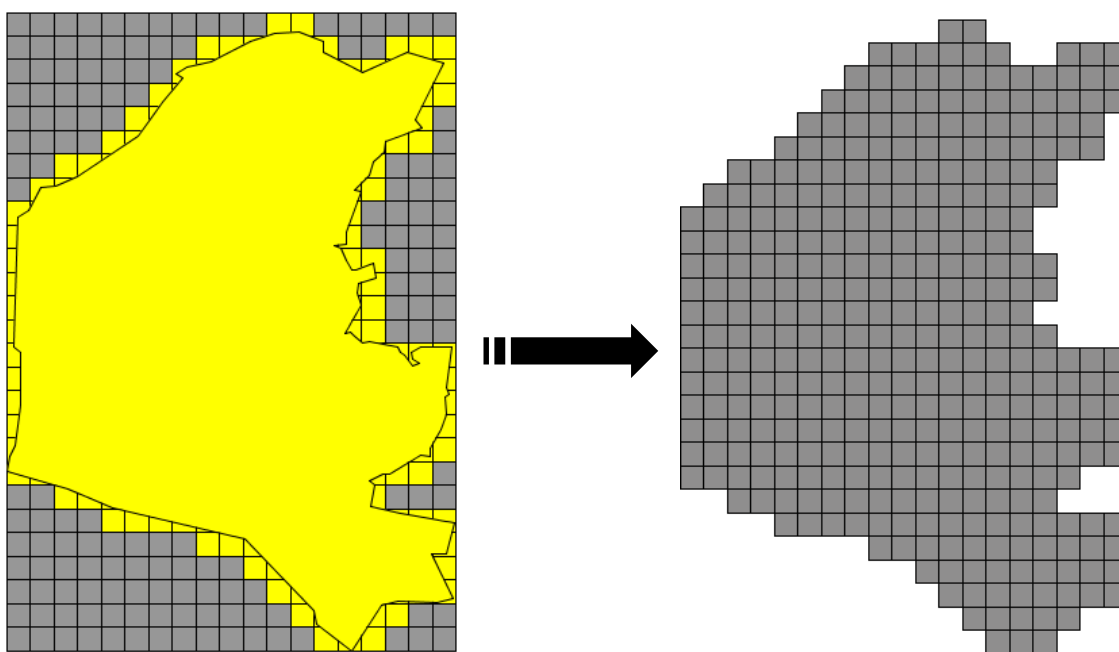
IMPORTANTE

Si el resultado no se ajusta a los límites de la capa del área de estudio, deberá realizarse la retícula modificando los límites en la pestaña "Región de análisis" añadiendo 400 m a los límites superiores de los rangos de X e Y, de modo que el número de filas/columnas sea 28/20.

3.7.3. Recorte de la malla

Para eliminar las celdas de la malla que no contengan nada del área de estudio vamos a emplear una de las herramientas de selección ejecutadas en la sesión 3, concretamente la selección por capa. Seleccionamos todas aquellas celdas de la malla que intersecten con el área de estudio, para lo cual debemos recordar que el polígono del área de estudio debe estar seleccionado.

Una vez que las celdas de la malla estén seleccionadas exportamos la selección como nueva capa desde *Capa/ Exportar a.../ SHP*.



3.7.4. Asociación de las observaciones de sisón y los puntos control a la malla

Para asignar tanto los avistamientos de sisón como los puntos aleatorios generados a cada celda de la malla empleamos la opción *Enlace espacial* presente entre las herramientas de *Análisis/ Proximidad* del gestor de geoprocesos.

En la ventana emergente introducimos como “Capa de entrada” la malla y en la “Capa de recorte” las observaciones. **No** marcamos “Usar el más próximo” para emplear el método “Contenido en...”, por el que se relacionan cada celda de la malla con todas las observaciones de sisón realizadas en dicha celda.

Observac_VT_17042001_Project.shp

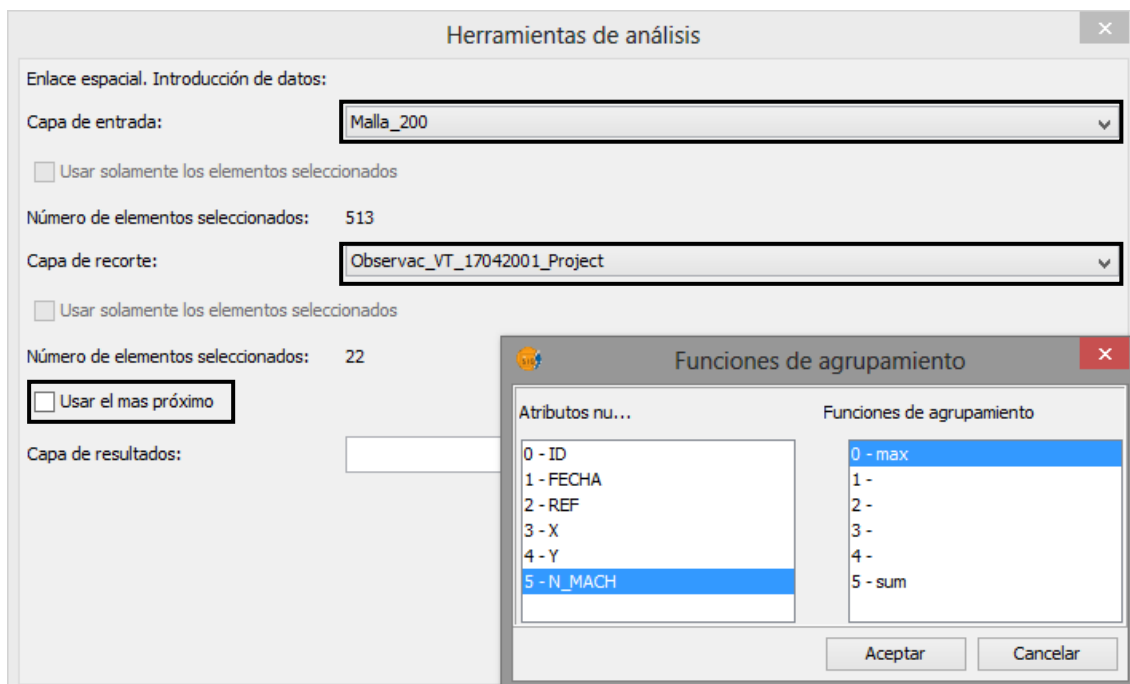
Malla_200.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)

Puntos_aleatorios.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)

Malla_obs.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)

Malla_obs_ale.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)

Cuando se nos pregunta por las funciones de agrupamiento marcamos máximo para ID y sumatorio (refleja el número de observaciones presentes en cada celda) o mínimo (se plasma sólo presencia) para N_MACH (el número de machos de sisón registrado).



Repetimos esta misma operación para enlazar los puntos aleatorios de control empleando como “Capa de entrada” *Malla_obs* (recién creada). En las funciones de agrupamiento marcamos máximo para ambas coordenadas.

Añadimos un campo que contenga simultáneamente presencias y ausencias de sisón. Para ello seguimos los siguientes pasos:

- 1.- Iniciar sesión de edición, abrir la tabla de atributos y abrir el diálogo *Modificar estructura de tabla*. Crear un nuevo campo llamado *PRESENCIA* de tipo Integer, tamaño 8 y valor por defecto 0.
- 2.- Hacer una selección por filtro indicando $N_M_min > 0.0$. Con estos registros seleccionados, pinchamos en el campo *PRESENCIAS* y abrimos la calculadora de campos e introducimos 1 (valor de presencias).
- 3.- Repetimos el paso dos seleccionando $X_max > 0$ y en la calculadora de campos introducimos 2 (valor de ausencias control).
- 4.- A través del menú *Modificar estructura de tabla* eliminamos los campos innecesarios.

IMPORTANTE

Recuerda terminar la sesión de edición.

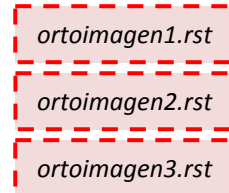
4. Teledetección I

4.1. Mejoras radiométricas

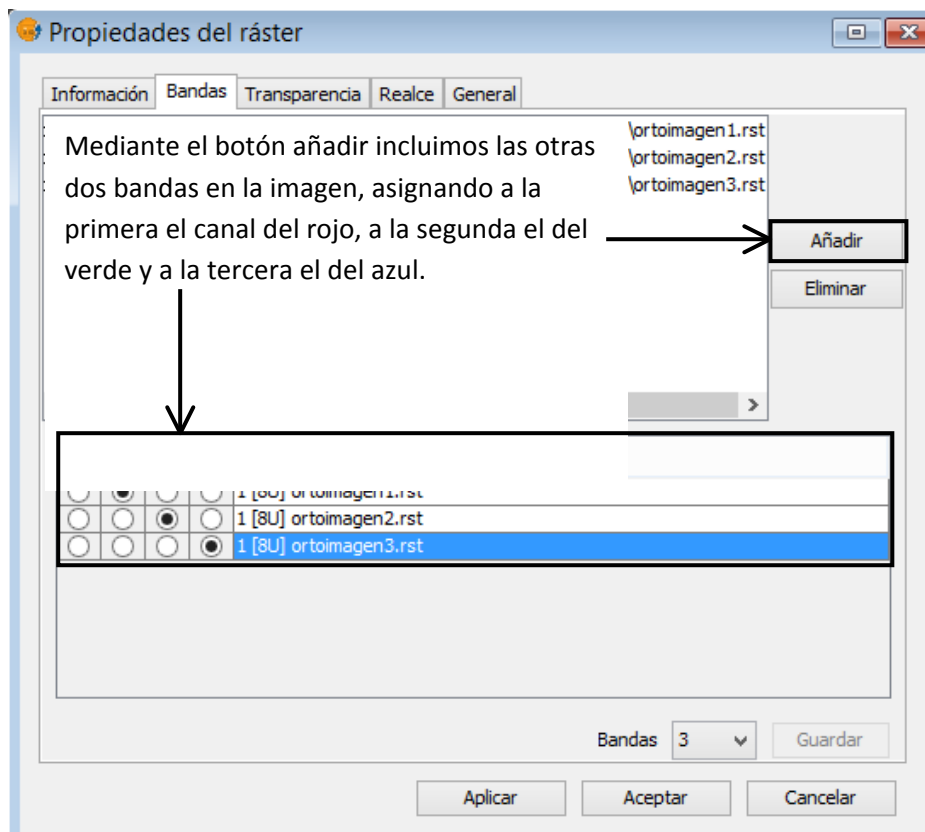
Para una adecuada visualización de las imágenes con las que debemos trabajar posteriormente existen una serie de operaciones que podemos realizar.

4.1.1. Recorte de colas

En primer lugar cargamos la primera de las bandas de esta imagen de fotografía aérea (resolución espacial de 1 m), y a partir de ella creamos una imagen multispectral, mediante *Propiedades del ráster/ Bandas*.



“Capa Ráster” “Propiedades del ráster”



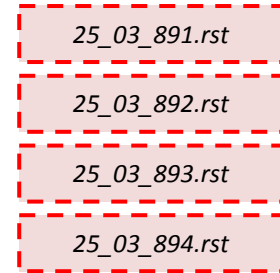
Una vez creada la imagen multispectral, vamos a la pestaña de *Realce* dentro de *Propiedades del ráster*. En esta pestaña activamos el recorte de colas e introducimos un porcentaje del 1.0%. Esta opción ordena los valores de la imagen de menor a mayor y después elimina el porcentaje indicado por la derecha y la izquierda; así se recortan todos los valores extremos y píxeles vacíos que interferían en la visualización de la imagen.

Ya que esta operación no se puede deshacer para volver a la imagen inicial es necesario eliminarla de la tabla de contenidos y volver a cargarla creando la imagen multispectral.

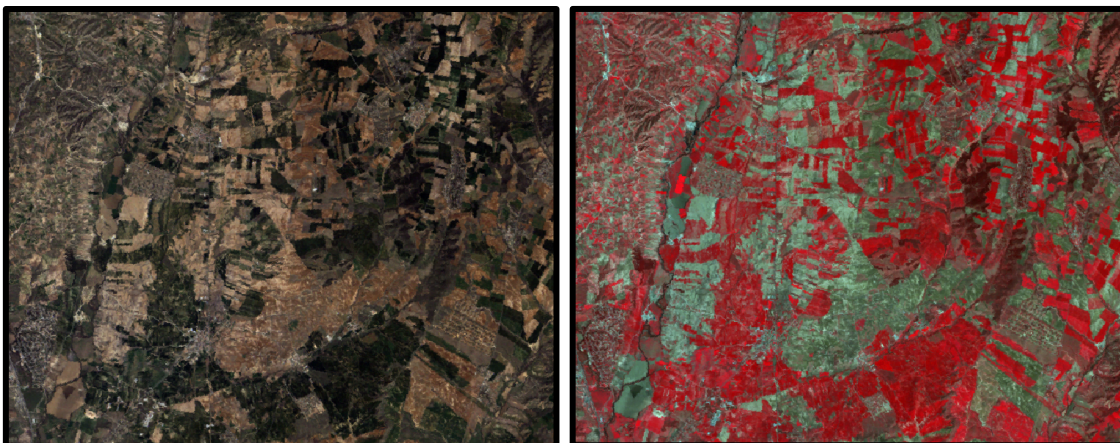
4.1.2. Composiciones de color

Las composiciones de color permiten una más fácil interpretación de determinados objetos en las imágenes multispectrales. Para crear una composición de color abrimos la ventana de “Propiedades del ráster” de las herramientas de capas raster.

En la pestaña de *Bandas* añadimos las otras bandas disponibles para esta imagen de satélite LANDSAT (resolución espacial de 30 m) y seleccionamos el canal de color con el que queremos visualizar cada banda.



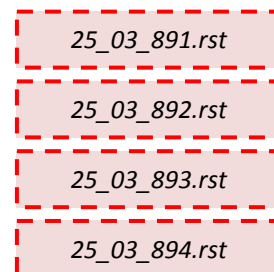
El aspecto más cercano al paisaje real se consigue combinando las bandas rojo (banda 3), verde (banda 2) y azul (banda 1) del espectro visible, denominado **RGB** (por Red, Green, Blue). Cuando se combinan bandas de otras regiones del espectro se obtienen imágenes en **falso color**. La combinación de falso color más habitual es aquella que asigna los colores rojo, verde y azul a las bandas del infrarrojo cercano, rojo y verde (bandas **432**), respectivamente. Esta composición permite identificar masas vegetales, láminas de agua, núcleos urbanos, etc.



Composición RGB y de falso color 432 de la zona de estudio de Valdetorres del Jarama.

4.1.3. Aumento del contraste

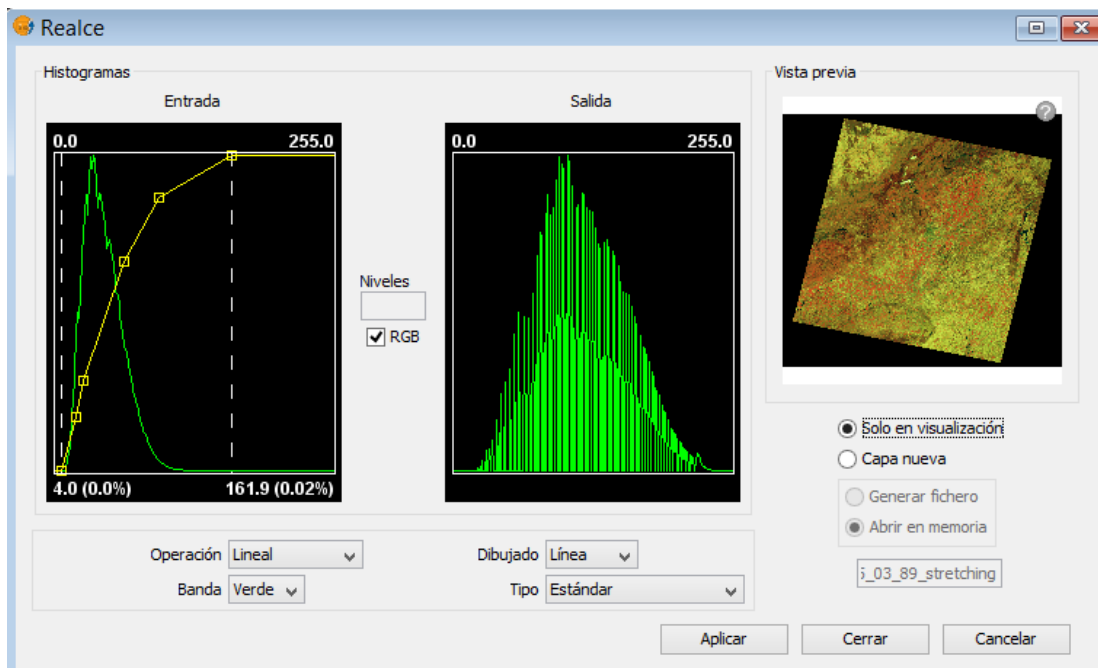
Para modificar el contraste de la imagen es necesario ampliar el rango de color de visualización de los píxeles de la imagen actual a lo largo de todo el rango de variación que permita su resolución radiométrica. Para ello abrimos la herramienta de realce de ráster que muestra y permite modificar el histograma de la imagen



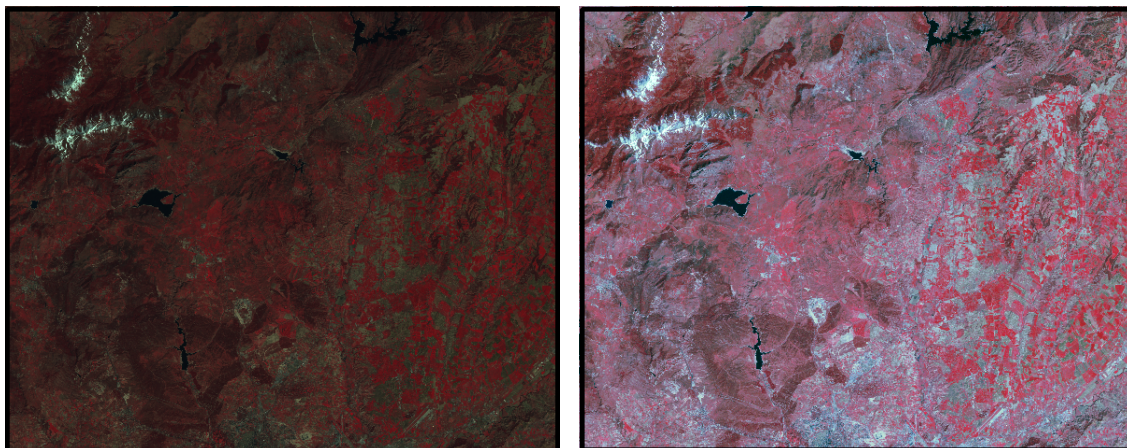
“Procesos Ráster” “Realces radiométricos”

Partimos de la imagen del apartado anterior, 25_03_89 multispectral en composición de falso color 432.

En la ventana emergente se modifica cada canal por separado, modificando la banda que se haya cargado en cada canal. El objetivo es conseguir en el histograma de la derecha (“Salida”) una forma lo más cercana posible a la distribución normal. Para ello se pincha sobre la línea amarilla para crear puntos de inflexión que pueden desplazarse. Además, es posible desplazar el mínimo y el máximo acotando el rango de valores de los píxeles que componen la imagen.



De este modo se ha realizado un estiramiento del histograma (*stretching*). Marcamos la opción “Sólo en visualización” para no generar una capa nueva.



Detalle de la imagen 25_03_89 en falso color antes (izquierda) y después (derecha) del estiramiento (*global stretching*).

IMPORTANTE

Dado que este estiramiento del histograma modifica el valor o nivel digital de los píxeles, estas imágenes modificadas no deben emplearse en análisis digitales ya que no son valores reales.

4.2. Filtros

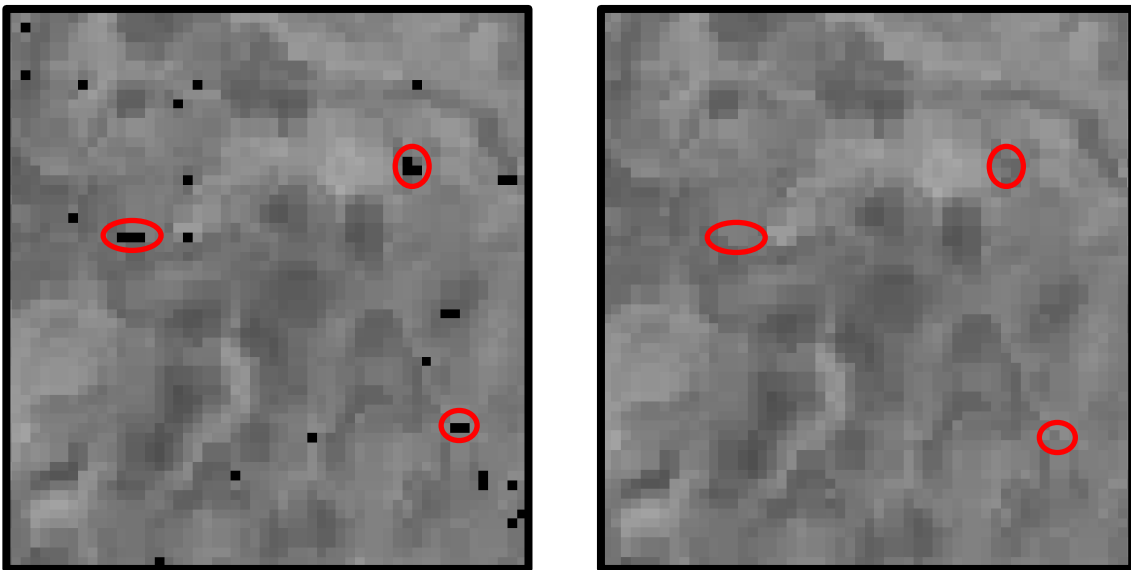
El filtrado es una técnica de realce de imágenes, que pretende destacar determinados aspectos de la imagen original. En el filtrado no sólo se tendrá en cuenta el valor digital del píxel, sino también el de los vecinos más próximos. Los píxeles de la imagen transformada se calculan a partir de los valores de los píxeles de la imagen original mediante el desplazamiento de una **ventana móvil** o **filtro** a lo largo de toda la imagen, otorgando a cada píxel una combinación lineal de los valores digitales del resto de los píxeles que entran en la ventana móvil.

4.2.1. Rellenar píxeles vacíos

badpxls.rst

En ocasiones las imágenes pueden presentar píxeles sin datos. Para rellenar estos píxeles existe una herramienta en Sextante/ *Herramientas básicas para capas ráster/ Rellenar celdas sin datos (por vecindad)*. Esta herramienta aplica una ventana móvil de análisis o filtro de 3x3 a toda la imagen completando el valor de los píxeles vacíos en función del valor (nivel digital) de los de su alrededor, realizando la mencionada combinación lineal.

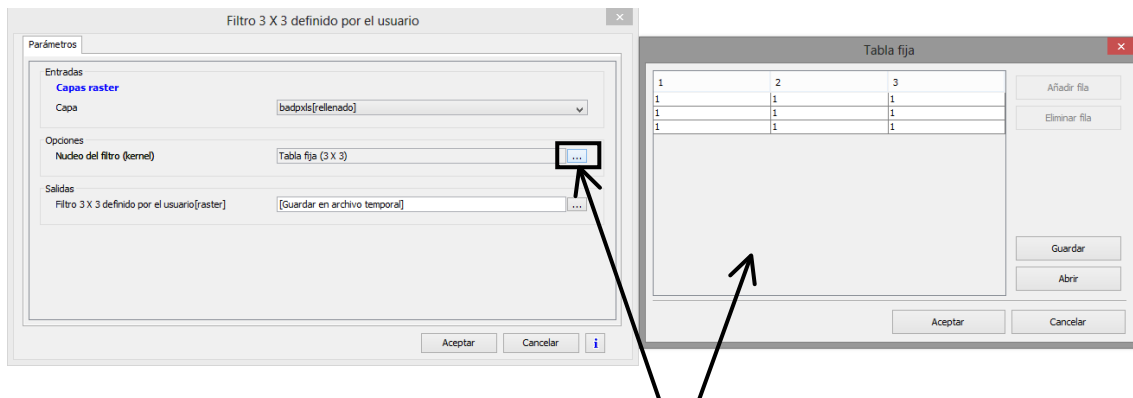
El resultado lo guardamos en un archivo temporal.



Detalle de la imagen *badpxls* antes (izquierda) y después (derecha) del rellenado de píxeles vacíos.

4.2.2. Filtro definido por el usuario

Para especificar manualmente la operación que realiza el filtro podemos acceder a *Filtro 3x3 definido por el usuario* de *Herramientas básicas para capas ráster* del Sextante.



En la opción de “Núcleo del filtro (kernel)” podemos introducir el filtro a aplicar.

Si, por ejemplo, empleamos un filtro como (1) el valor de los píxeles no se modifica ya que este filtro no emplea los valores vecinos para calcular el nuevo valor. Si se utiliza un filtro como (2) se reduce la variabilidad radiométrica de la imagen, es decir, la imagen se desenfoca puesto que otorga a cada píxel el valor medio de la ventana móvil.

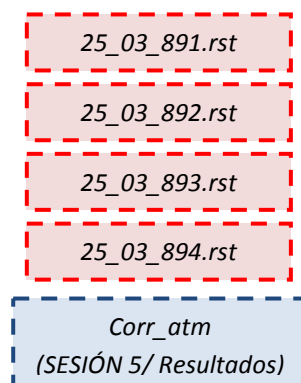
(1) 0 0 0
0 1 0
0 0 0

(2) 1 1 1
1 1 1
1 1 1

4.3. Correcciones radiométricas

Las imágenes pueden estar afectadas por los efectos de la dispersión atmosférica. Para poder comparar entre imágenes obtenidas bajo diferentes circunstancias (por ejemplo, en distintos momentos del año) es necesario homogeneizarlas de manera que se eliminen otras fuentes de variación radiométrica o ruido espectral.

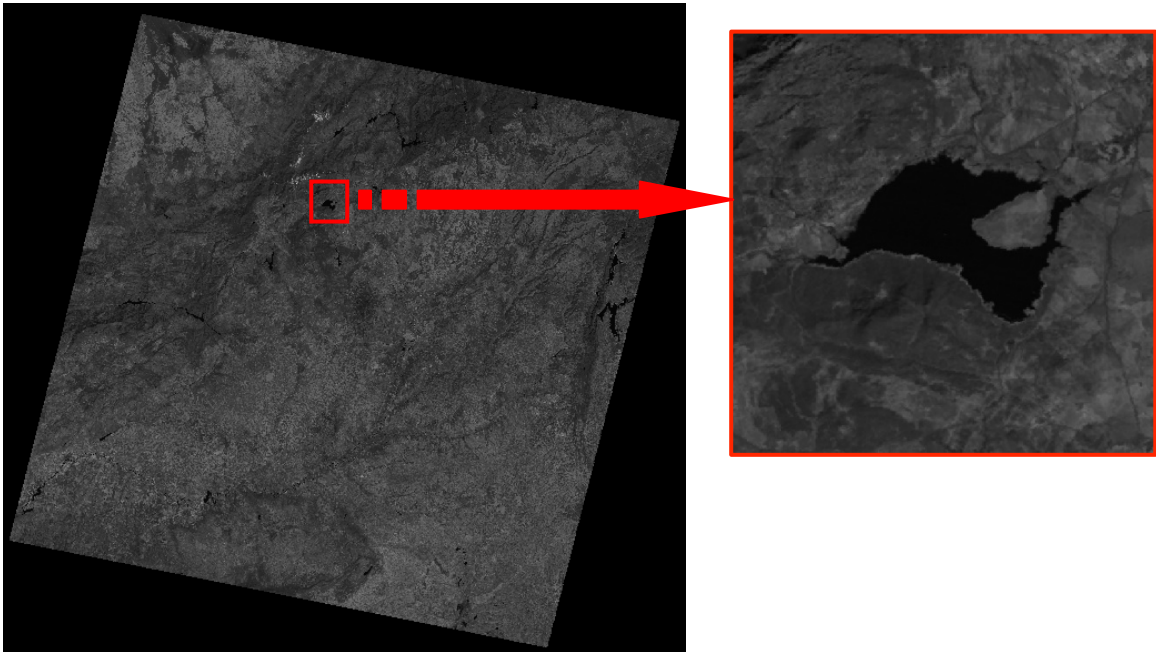
Para corregir estos efectos es necesario identificar en la imagen objetos de reflectancia conocida y constante a escala temporal, denominados **invariables**, que en nuestra latitud están bien representados por masas de agua profunda. Con la atmósfera clara, el agua no refleja apenas energía, por lo que si para estas zonas se obtienen niveles digitales elevados, estos valores cuantifican el efecto de la dispersión atmosférica.



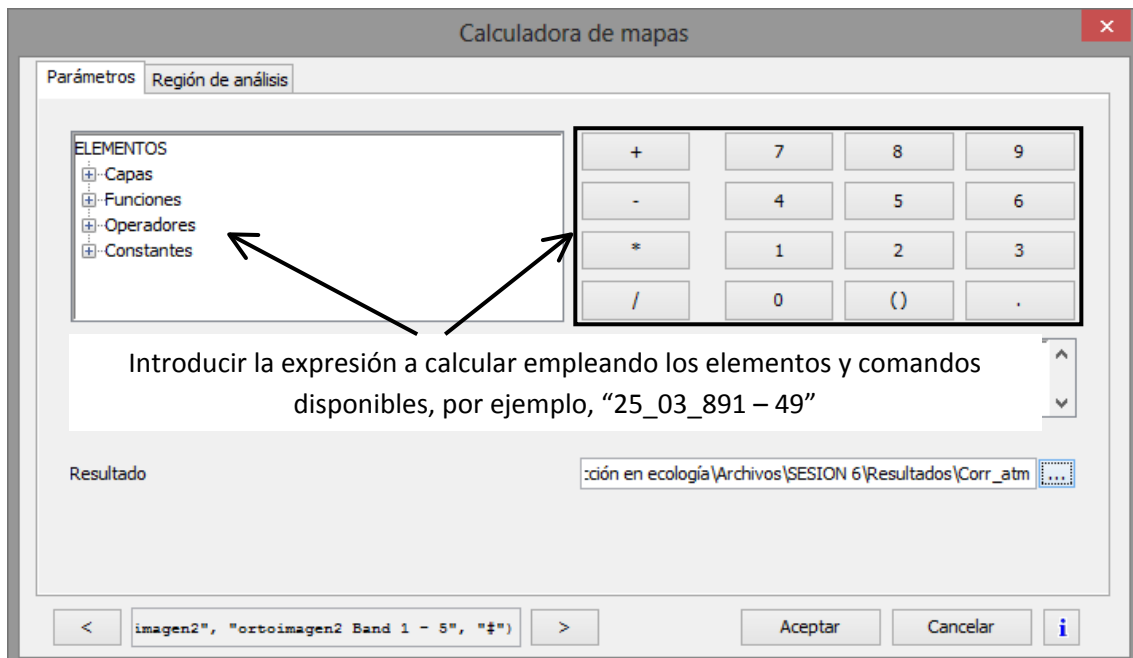
En primer lugar, cargamos las cuatro bandas disponibles de la imagen 25_03_89 en la vista sobre la que trabajamos.

Una vez identificada una zona de agua y con todas las capas resaltadas en la tabla de contenidos, seleccionamos la herramienta “información” y pinchamos en distintos puntos de la masa de agua identificando los valores mínimos para cada banda. El valor que vamos a restar a cada banda será n-5, siendo n el valor mínimo detectado y restando 5 unidades para

asegurarnos de que no restamos una cantidad demasiado elevada. Anotamos un valor para cada una de las bandas disponibles.



Ahora debemos restar este valor (efecto de la dispersión atmosférica) a cada banda de la imagen. Para ello abrimos la **Calculadora de Mapas**, que permite realizar operaciones algebraicas con capas ráster obteniendo nuevas capas de datos geográficos, a través de *Sextante/ Herramientas de cálculo para capas ráster/ Calculadora de mapas*.



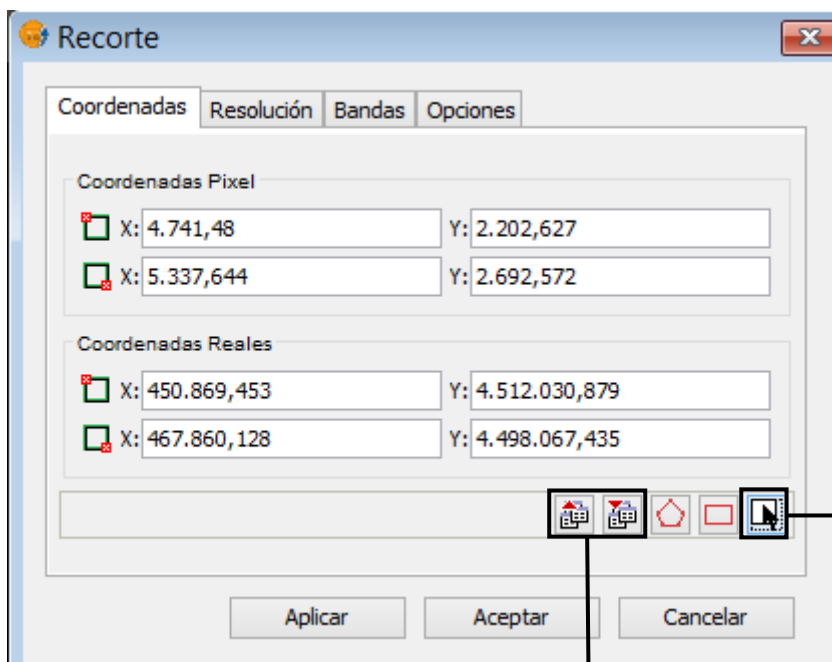
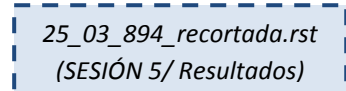
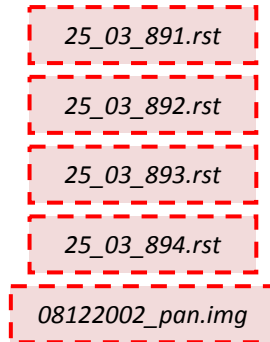
4.4. Correcciones geométricas

4.4.1. Recorte de una capa ráster

Ya que la imagen que hemos utilizado hasta ahora abarca toda la Comunidad de Madrid y pesa demasiado vamos a recortarla y restringirla al área de estudio de Valdetorres de Jarama. Con este propósito seleccionamos la capa que deseamos recortar y en el menú desplegable de la barra de herramientas seleccionamos:



“Exportar Ráster” “Recorte”



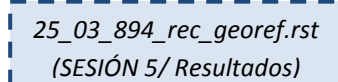
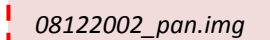
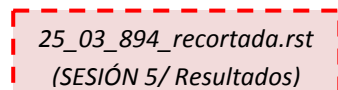
Pinchar en “Seleccionar sobre la vista” y arrastrar el puntero abarcando el área de 08122002_pan, que tiene la extensión del área de estudio.

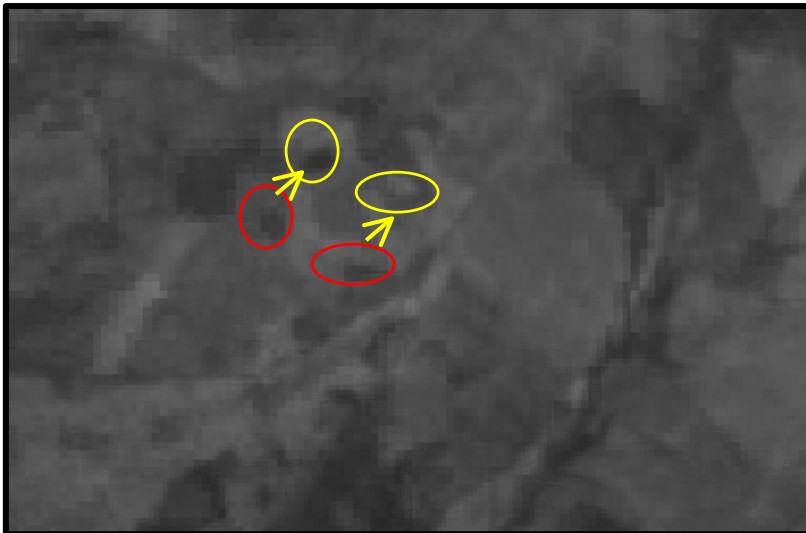
IMPORTANTE

Con el icono de “Guardar parámetros” (derecha) se pueden guardar las coordenadas con las que se efectúa el recorte e introducir las de nuevo en “Cargar parámetros” (izquierda) para poder recortar sucesivas imágenes con las mismas dimensiones.

4.4.2. Georreferenciación

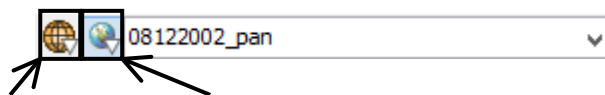
Puede darse la situación de que las imágenes con las que estamos trabajando no coincidan geográficamente. Esto puede comprobarse jugando con la transparencia (en *Propiedades del ráster/Transparencia*) de una imagen superpuesta sobre otra.



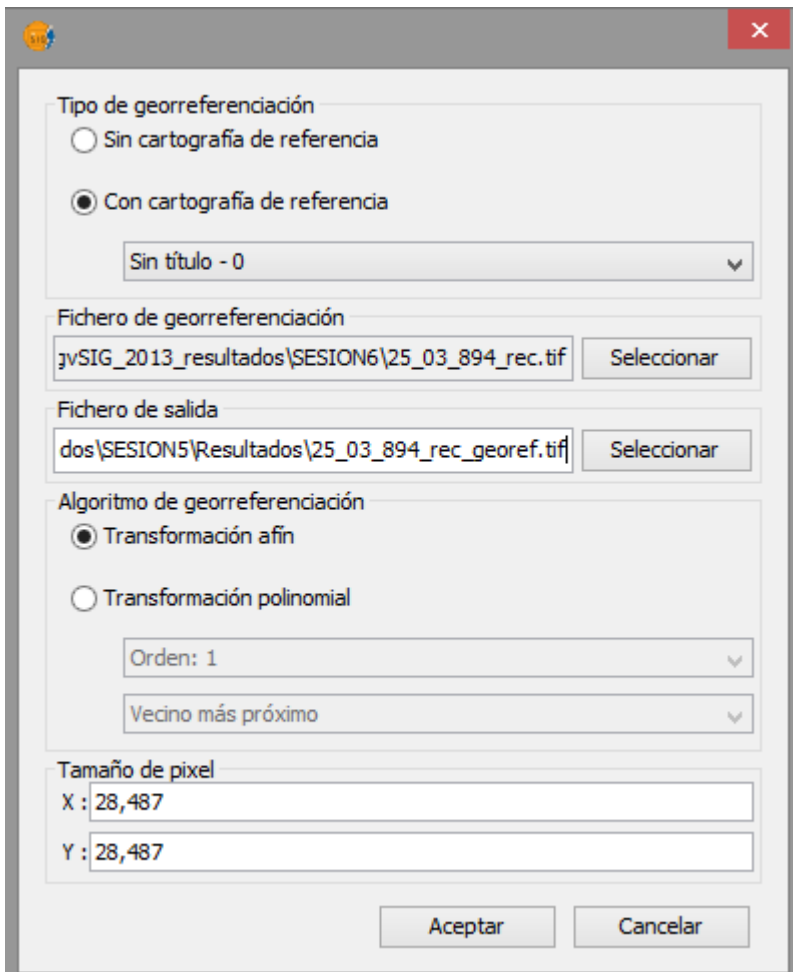


En la imagen de la izquierda puede apreciarse como los objetos de la imagen 25_03_89 (elipses rojas) están desplazados respecto a la de 08122002_pan (elipses amarillas).

En este caso deberemos georreferenciar una de las imágenes. Así, accedemos a esta operación desde *Transformaciones geográficas* y *Georreferenciación*. Para poder aplicar la georreferenciación es necesario tener previamente en una vista cargada la imagen que nos va a servir de referencia geográfica. Entonces lanzamos la herramienta de georreferenciación.

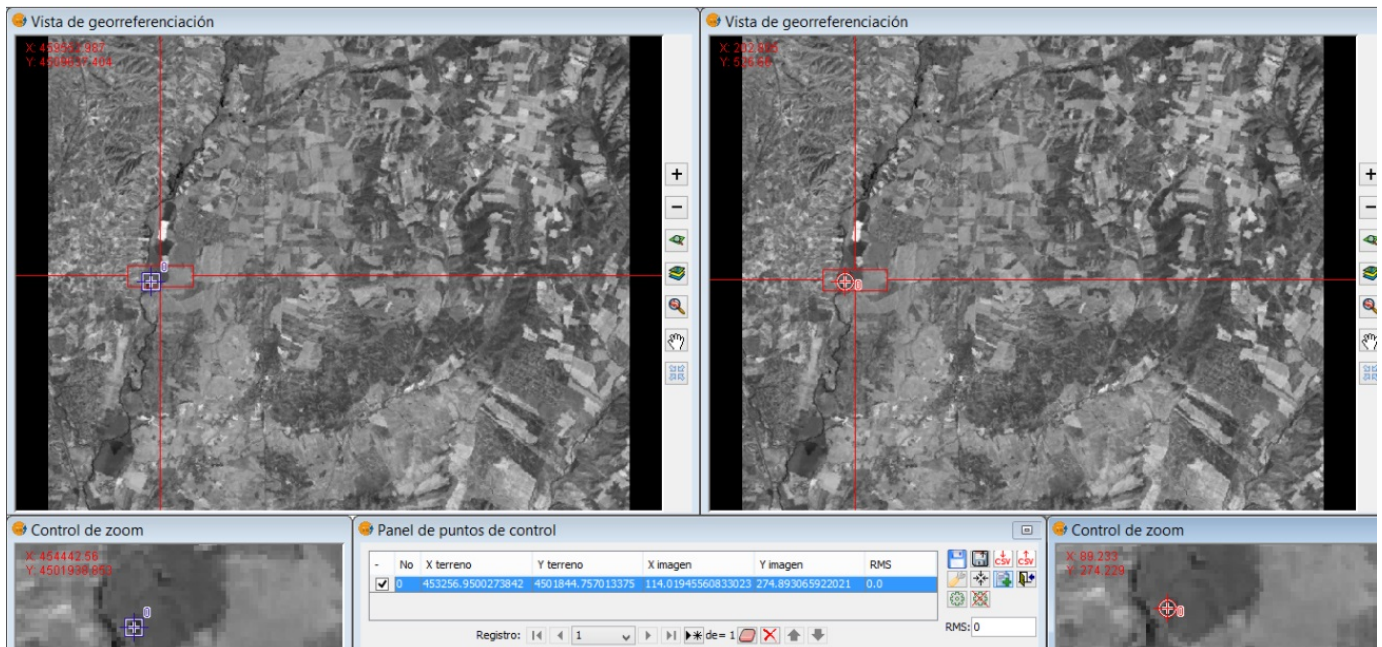



“Transformaciones geográficas” “Georreferenciación”





En la ventana emergente debemos seleccionar la capa a partir de la cual se quieren crear los **puntos de control** o **GCP** (del inglés *Ground Control Points*) y posteriormente georreferenciar en “Fichero a georreferenciar”. Por otro lado, en “Fichero de salida” introducimos la ruta y nombre de la capa raster de destino. El resto de los opciones las dejamos tal y como están por defecto.

Cuando presionamos “Aceptar” aparecen dos vistas, la de la izquierda contiene la cartografía base o de referencia y la de la derecha la imagen que queremos georreferenciar. En la parte central aparece un cursor con una ventana central, que puede ser redimensionada y desplazada. El contenido de esta ventana es el que aparece en las ventanas de zoom. Otras herramientas de zoom, situadas a la derecha de la vista, permiten modificar su visualización.



Para introducir nuevos GCP pinchamos en “Nuevo” (icono ) de la ventana inferior, esto hace que aparezca una nueva entrada en la tabla. Entonces con el ratón, tanto sobre las vistas como sobre el zoom, se pulsa sobre los puntos de control elegidos en las dos vistas, con la precaución de no pinchar en “Nuevo” otra vez al pinchar sobre la segunda vista; los puntos pueden ser movidos pinchando sobre ellos y arrastrando.

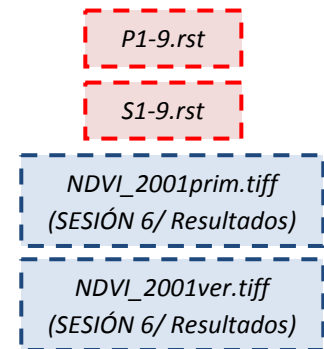
La calidad de la corrección geométrica puede estimarse en función del error medio cuadrático RMS y la contribución al error de cada punto (última columna de la tabla de la ventana inferior). Cuando la contribución al RMS de un punto es alto, este queda resaltado en rojo, lo que puede indicarnos que la correspondencia entre puntos estuvo mal seleccionada. Para hacer un modelo más robusto es conveniente introducir al menos 4 o 5 puntos.

Finalmente para terminar la georreferenciación pulsamos en “Guardar los puntos de control en el fichero de metadatos adjunto con el raster”  Y en “Finalizar georreferenciación”  seleccionando salvar la transformación resultante como predeterminada para el ráster.

5. Teledetección II

5.1. Índices radiométricos

Los índices son relaciones o combinaciones aritméticas entre valores de varias bandas, aplicadas píxel a píxel, cuyo objetivo es realzar una característica concreta de la escena (vegetación, litología, etc.).

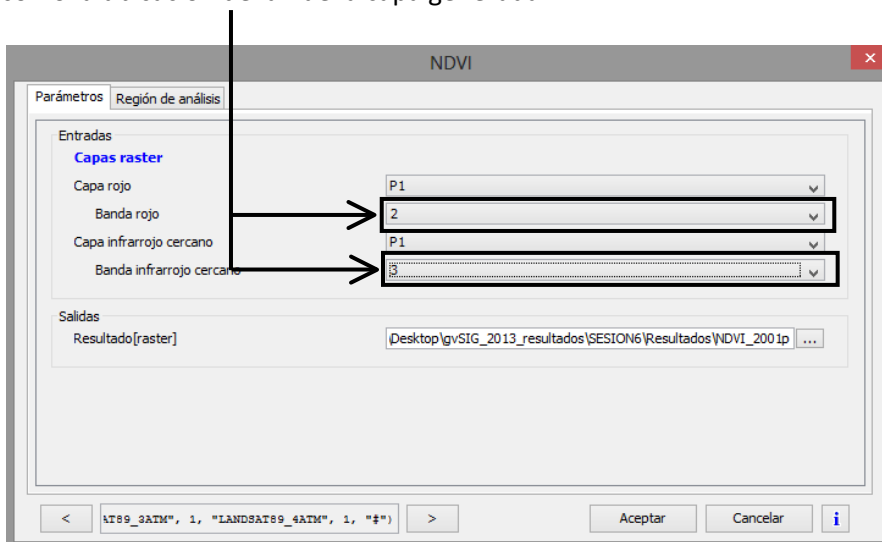


En este caso vamos a emplear imágenes del satélite ASTER y trabajaremos, en primer lugar, con imágenes de primavera de 2001 de la zona del área de estudio (P1-9). Como en la sesión anterior, para crear una imagen multispectral cargamos la primera banda en la tabla de contenidos y desde la pestaña “Bandas” del menú *Propiedades del ráster* añadimos el resto de las bandas disponibles. Dado que ASTER sólo tiene dos bandas en el espectro visible y carece del azul, no es posible crear una imagen en color verdadero. Por este motivo creamos una representación en falso color con las bandas 1 (verde), 2 (rojo) y 3 (infrarrojo cercano) asignadas a azul, verde y rojo, respectivamente.

- Uno de los índices más extendidos es el *Normalized Difference Vegetation Index* o **NDVI**, que relaciona las bandas del rojo y el infrarrojo cercano gracias a las propiedades contrastadas de reflectividad en estas bandas de la vegetación. Sus valores pueden variar entre 1 y -1, donde los mayores valores se corresponden a una vegetación más vigorosa, y viceversa.

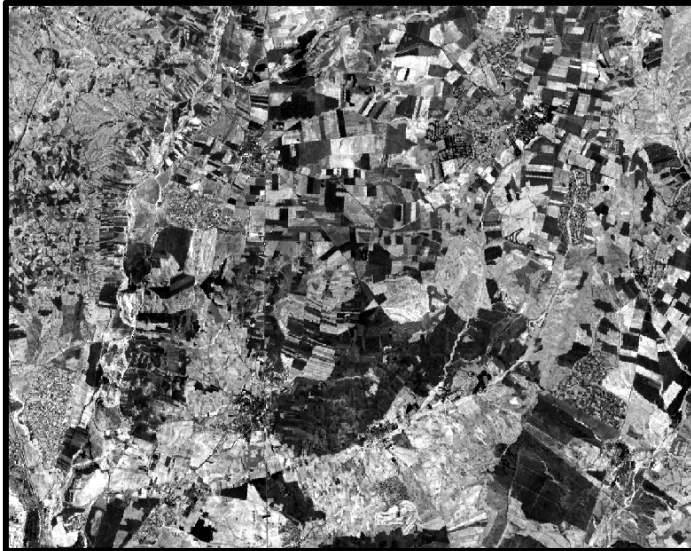
$$NDVI = (IR\ cercano - Rojo) / (IR\ cercano + Rojo)$$

Para crear este índice existe una herramienta en la caja herramientas del Sextante de *NDVI* dentro de *Índices de vegetación*. En la ventana emergente se introducen las bandas correspondientes al rojo (por ejemplo, la banda 3 en Landsat o la AST2 en Aster) y al infrarrojo cercano (banda 4 en Landsat y banda AST3 en Aster) necesarias para el cálculo del índice, así como la ubicación de la nueva capa generada.



IMPORTANTE

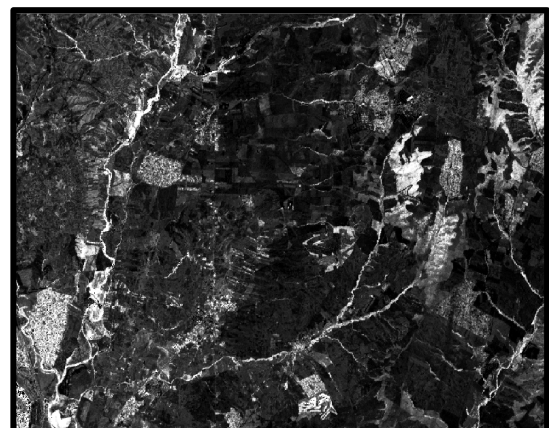
Es necesario corregir la visualización del resultado ya que hay valores extremos que no nos permiten visualizar adecuadamente la imagen. Para ello accedemos a las *Propiedades del ráster* de la nueva capa y en *Realce* seleccionamos “Recorte de colas” al 1%.



En la imagen resultante (a la izquierda) los tonos claros reflejan un alto valor de NDVI y, por tanto, presencia de vegetación fotosintéticamente activa.

Esta es la única capa que vamos a generar como archivo permanente ya que será necesaria posteriormente en la elaboración del modelo de distribución potencial del sisón. El resto de índices radiométricos serán guardados como archivos temporales.

Ahora vamos a repetir el mismo proceso para las imágenes de verano (S1-9). De este modo seremos capaces de apreciar las diferencias entre ambas estaciones. Así, es posible diferenciar los tipos de vegetación en función de sus características fenológicas locales. Por ejemplo, una zona de bosque esclerófilo puede distinguirse de un cultivo estacional ya que el primero tiene niveles altos de NDVI tanto en primavera como en verano, mientras que el cultivo solamente los presenta en primavera.

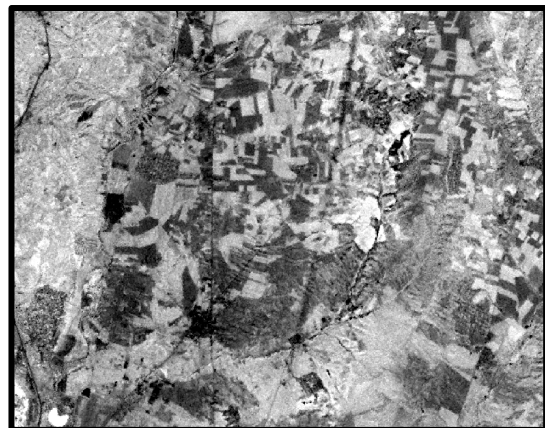
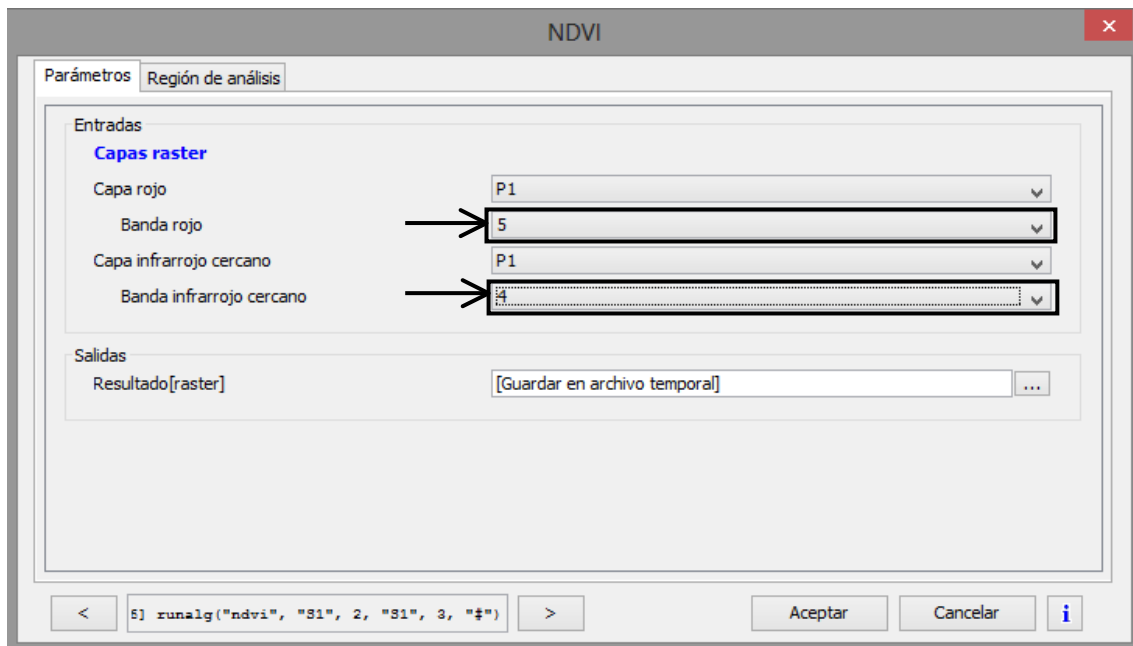


A la izquierda aparece el NDVI de primavera y a la derecha el de verano, observándose notables diferencias en el nivel de clorofila entre ambas estaciones.

- Otro índice que puede aportar información útil es el **CLAI**, un índice de vegetación seca (rastros o restos tras la cosecha) que detecta celulosa y lignina, a partir del infrarrojo de onda corta (bandas 4 y 5 de Aster).

$$CLAI = (AST4 - AST5) / (AST4 + AST5)$$

Para el cálculo de este índice accedemos de nuevo al menú de *NDVI* dentro de *Índices de vegetación* del Sextante, y en “Banda rojo” seleccionamos la banda AST5 y en “Banda infrarrojo cercano” AST4.

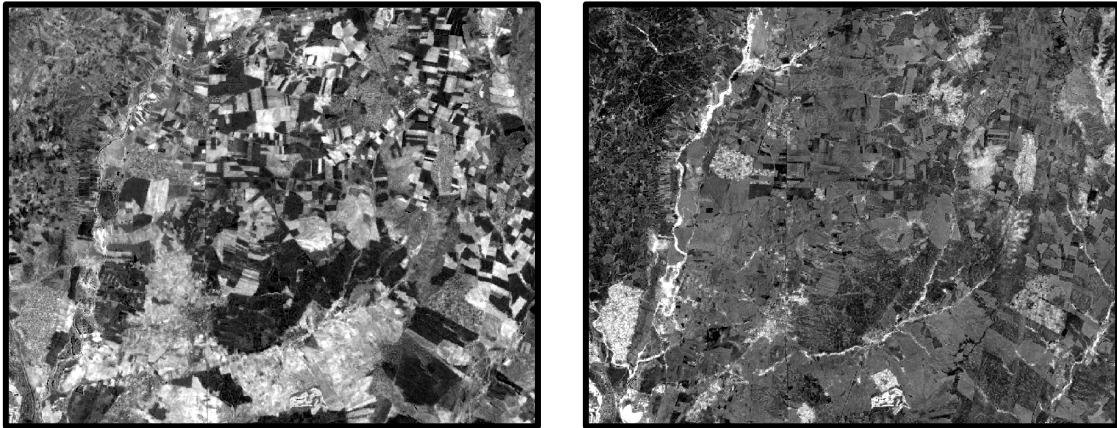


A la izquierda se presenta el índice CLAI para primavera y a la derecha para verano.

- Además, es posible realzar características no exclusivamente relacionadas con características orgánicas de la vegetación mediante otros índices. Este es el caso del *Land Surface Water Index* o **LSWI** capaz de detectar agua empleando el infrarrojo cercano y el onda corta.

$$CLAI = (AST3 - AST4) / (AST3 + AST4)$$

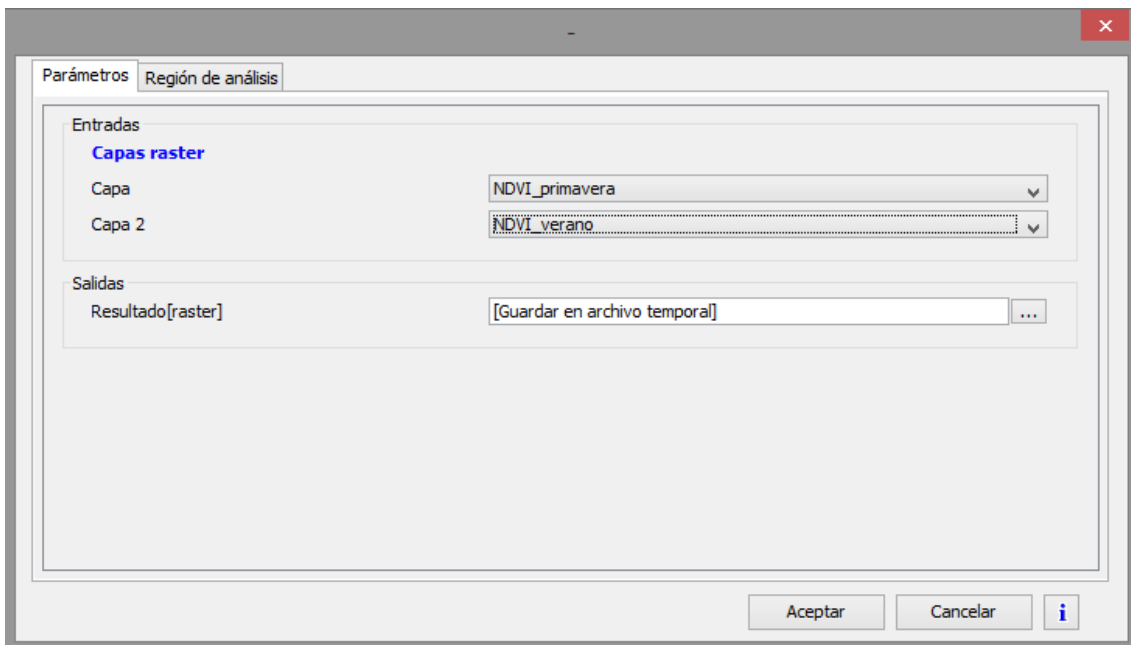
De nuevo abrimos el menú de *NDVI de Índices de vegetación* del Sextante e introducimos AST4 como “Banda rojo” y AST3 como “Banda infrarrojo cercano”.



Los tonos más oscuros, es decir, valores más bajos del índice LSWI de la imagen de la derecha (verano) frente a la de la izquierda (primavera) denotan una menor cantidad de agua en las masas vegetales durante la estación de estiaje.

5.1.1. Detección de cambios

Si la interpretación visual de los cambios temporales (por ejemplo entre estaciones) no resulta posible o suficiente, se puede realizar un cálculo aritmético sencillo, es decir, una resta con los valores de los píxeles de las imágenes. Para ellos accedemos al Sextante/ *Herramientas de cálculo para capas ráster/ “-”*.



Así, el resultado mostrará valores bajos (colores oscuros por defecto) para aquellos píxeles en los que el valor del índice haya sufrido pocas o nulas modificaciones entre ambos momentos, mientras que presentará valores altos (colores claros por defecto) para las zonas donde se hayan producido importantes cambios.

5.2. Clasificación

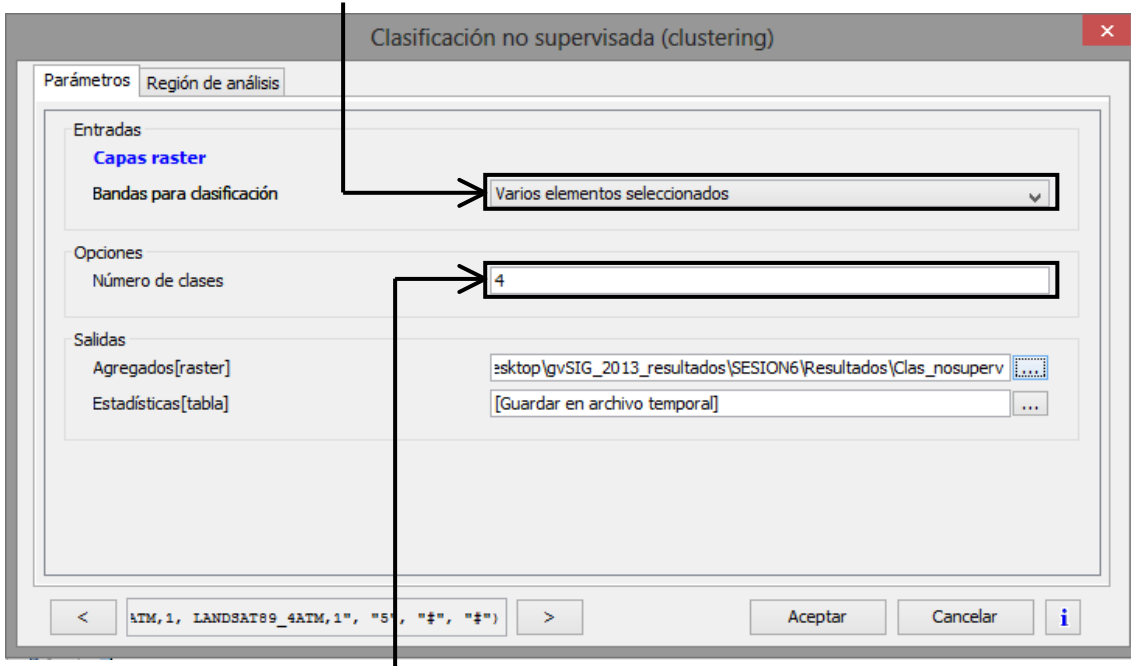
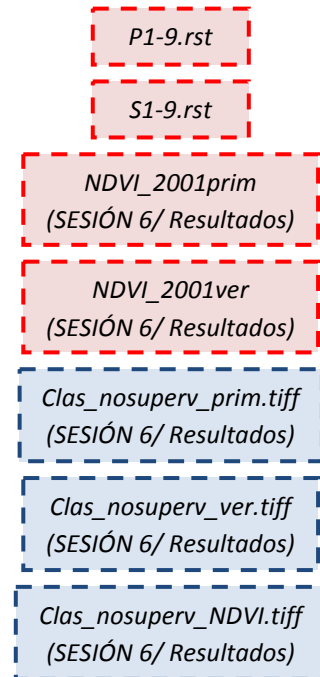
La clasificación de imágenes consiste en la asignación a cada píxel de un valor cualitativo o temático asociado al tipo de cobertura del terreno en base a su información multispectral. Este proceso se puede llevar a cabo mediante dos aproximaciones distintas: método supervisado y no supervisado.

5.2.1. Método no supervisado

Este método no requiere un conocimiento previo del área analizada. Se basa en la asunción de que los píxeles forman grupos homogéneos (clusters) respecto a la información de sus bandas. Es decir, se agrupan los píxeles de una imagen multispectral en función de los valores de cada banda.

Para realizar esta clasificación empleamos la opción *Clasificación no supervisada (clustering)* que se encuentra dentro de *Herramientas de análisis para capas ráster* del Sextante.

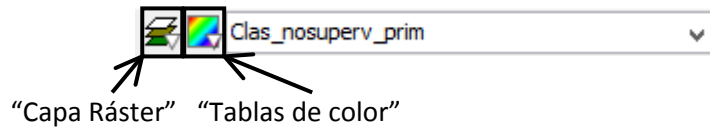
En función de las bandas de la imagen que se empleen para realizar la clasificación el resultado puede ser distinto y mejor en su utilidad para separar las categorías de usos del suelo, por lo que vamos a probar con diferentes bandas y a elegir el resultado más satisfactorio. En primer lugar, analizaremos las clasificaciones de los periodos de primavera y verano empleando todas las bandas de ASTER de cada momento. A continuación probaremos a analizar conjuntamente las capas anteriormente calculadas de NDVI de primavera y de verano.



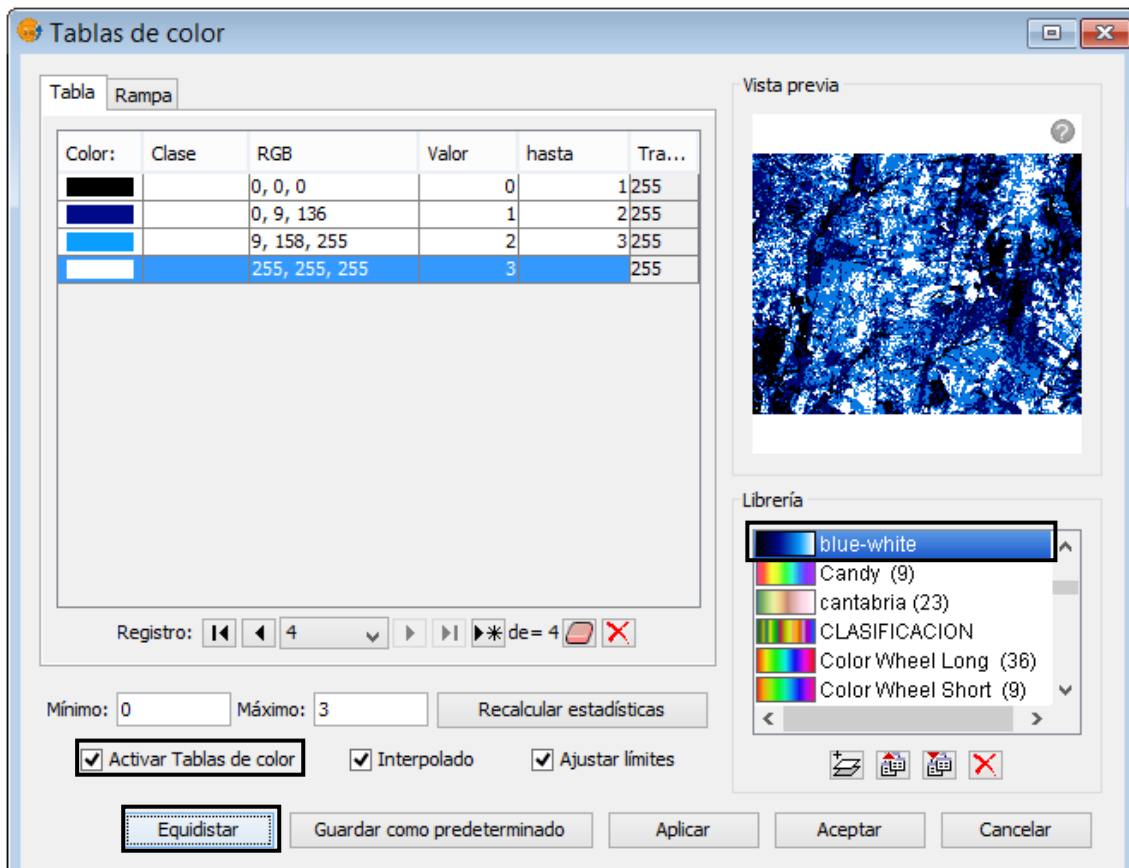
En cualquiera de los casos, el número de categorías a considerar va a ser de 4. De modo que al comparar con la imagen original debe intentar identificarse cada clase generada con los siguientes usos del suelo:

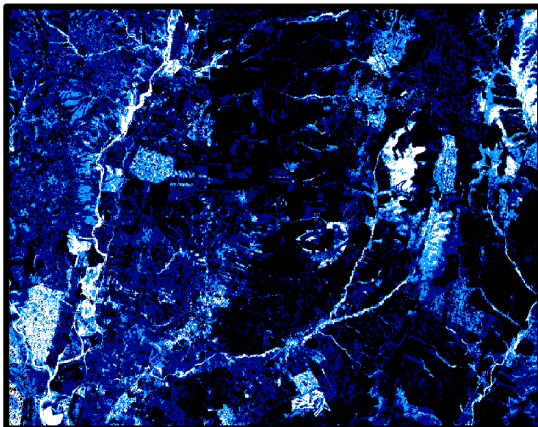
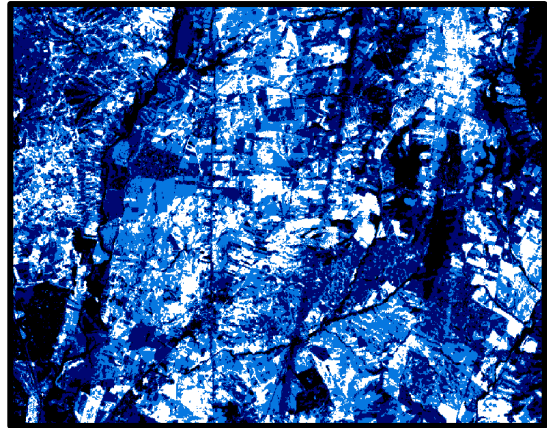
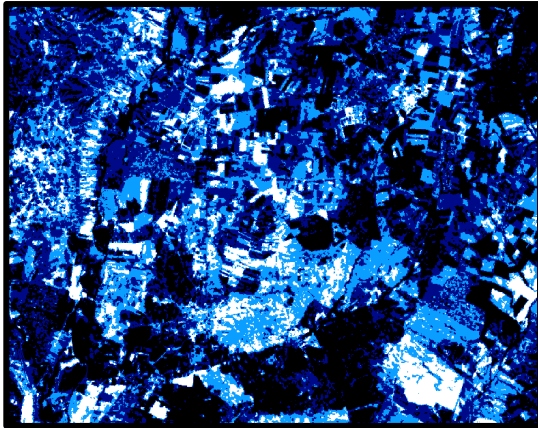
- Campos cultivados
- Barbechos
- Vegetación natural
- Zonas urbanas

Para poder visualizar el resultado es necesario acceder al menú *Tablas de color* y generar únicamente cuatro clases ya que se trata de un ráster categórico.




Dentro de este menú tras pinchar sobre “Activar Tablas de color” seleccionamos una librería con cuatro niveles (es posible cambiar manualmente los colores de representación) y se establece como valor mínimo “0”. Finalmente, pinchamos en “Equidistar” y ya está listo.

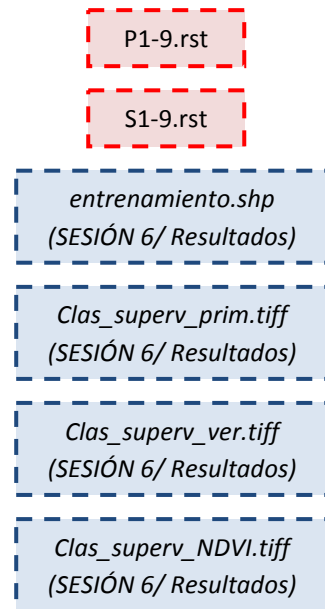


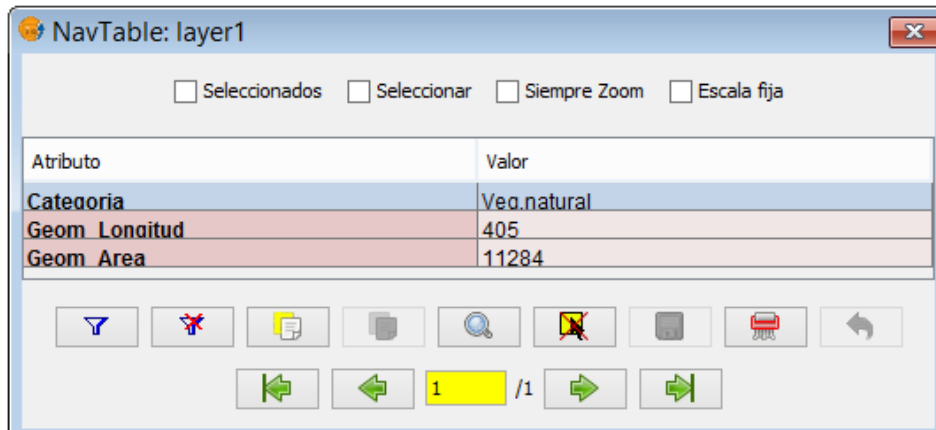


Resultados de la clasificación no supervisada del área de estudio de Valdetorres de Jarama en 2001. Arriba izquierda, clasificación basada en todas las bandas de la imagen de primavera; arriba derecha, basada en todas las bandas de la imagen de verano; abajo, basada en los índices NDVI de primavera y verano.

5.2.2. Método supervisado

Por su parte la clasificación supervisada requiere de un conocimiento previo de la zona estudiada. Para realizar la clasificación es necesario determinar una serie de áreas piloto o **campos de entrenamiento** que consisten en muestras de cada categoría cuya naturaleza conocemos de antemano. Por tanto, debemos crear una capa de polígonos con los campos de entrenamiento seleccionando en *Vista/Nueva capa/Nuevo SHP*. En la ventana emergente se nombra la capa y se selecciona el Tipo de Geometría como "Tipo polígono". En la siguiente ventana introducimos un nuevo campo nombrado "Categoría" de tipo string. Tras introducir la ruta de la capa se inicia una sesión de edición en la que creamos los polígonos en las zonas cuyo tipo de cobertura conocemos. Con el menú *NavTable* (dentro de *Capa* o a través del icono ) podemos introducir la categoría de uso del suelo.

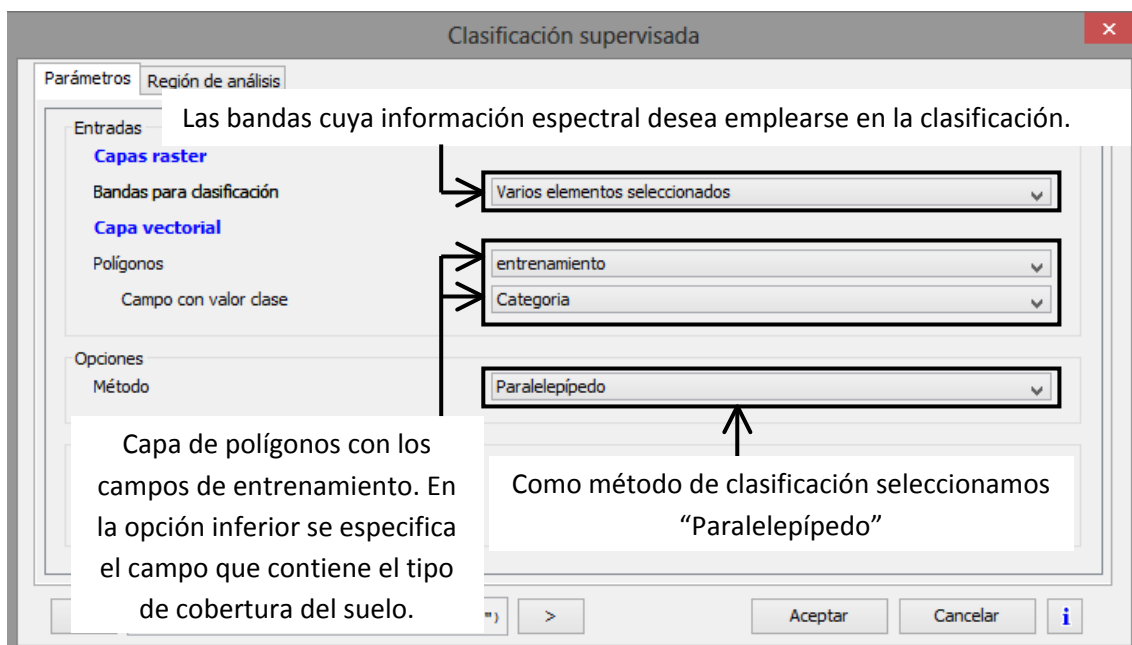




Es necesario crear al menos un polígono por cada una de las clases de usos del suelo que se incluirán en la clasificación, aunque un mayor número de campos de entrenamiento mejorará el resultado. Las categorías que vamos a considerar son:

- Cultivos de cereal
- Barbechos
- Vegetación natural

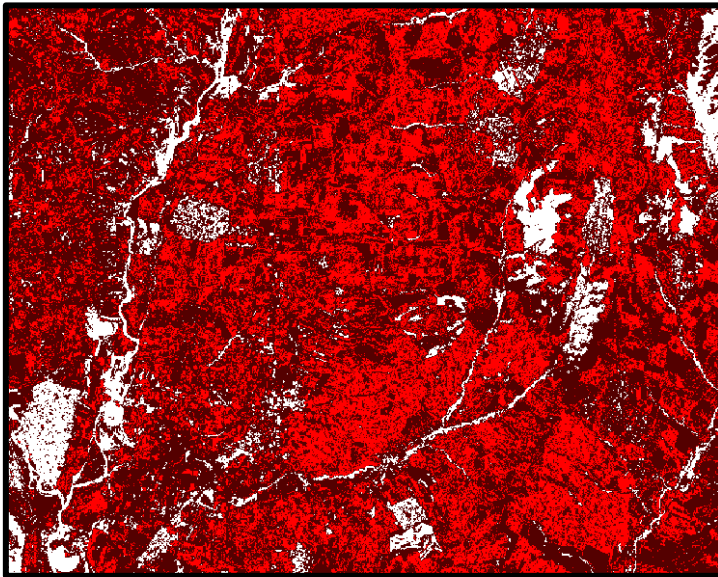
Una vez creada la capa de campos de entrenamiento abrimos la herramienta de *Clasificación supervisada* que se puede encontrar en *Herramientas de análisis para capas ráster* del Sextante. De nuevo podemos realizar la clasificación a partir de la información multispectral de distintas bandas. Vamos a probar con las bandas AST2 y AST3 de cada estación y con las capas del índice NDVI.



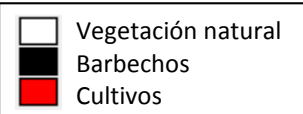
IMPORTANTE

Comprobar que no está seleccionado ninguno de los polígonos de los campos de entrenamiento, ya que si no la clasificación se realizará únicamente en función de dichos registros seleccionados y no de todos los creados.

Para su visualización accedemos al menú de *Tablas de color* seleccionando una librería o creando una paleta con tres categorías.



Ejemplo de clasificación supervisada de la zona de estudio de Valdetorres de Jarama basada en los índices NDVI de primavera y verano de 2001. El resultado puede ser muy variable, en función de la naturaleza y localización de los polígonos de entrenamiento creados.



6. Geoprocesamiento II

6.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

Un modelo digital de elevaciones (MDE) es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno. Para construir un MDE utilizamos una capa vectorial con información sobre la altitud. En este caso es una capa de curvas de nivel, con equidistancia entre curvas de 20m, de la provincia de Madrid.

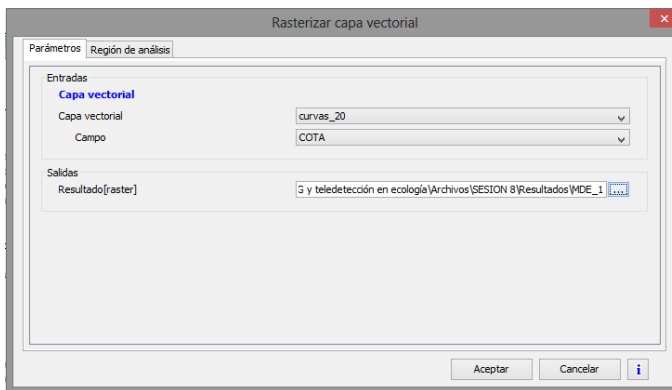
curvas_20.shp

Malla_obs_ale.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)

MDE_madrid.tiff
(SESIÓN 7/ Resultados)

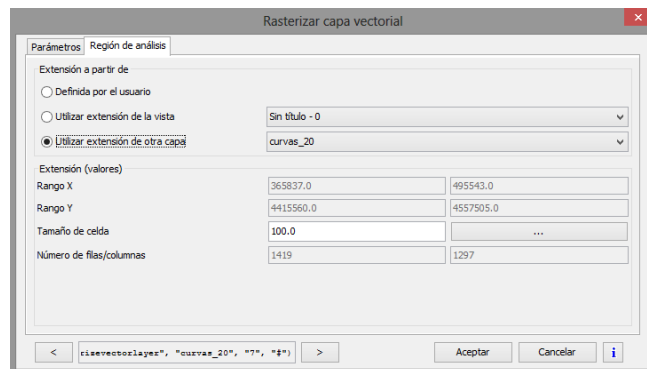
MDE_VT.tiff
(SESIÓN 7/ Resultados)

Abrimos Sextante/ Rasterización e interpolación/ Rasterizar capa vectorial.

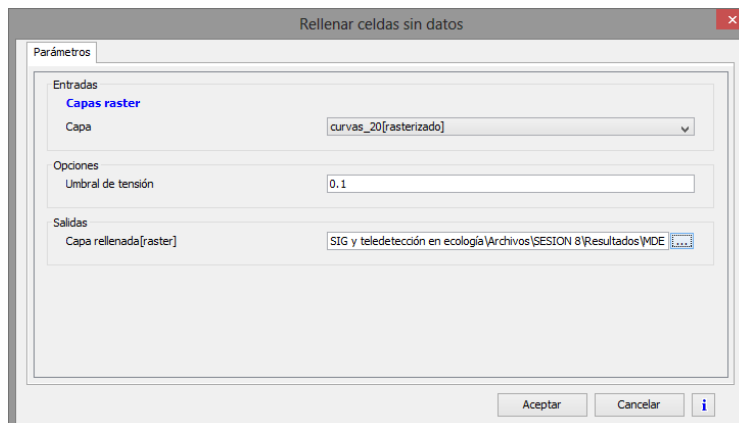


En la pestaña *Parámetros* hay que seleccionar la capa que contenga las curvas de nivel y el campo en el que se indiquen las cotas para cada línea ("COTA" en nuestro caso). Dado que este no es el archivo definitivo elegimos la opción de "Guardar en archivo temporal".

En la pestaña de *Región de análisis* se puede elegir la región de la capa inicial a rasterizar (podemos elegir el área de estudio para obtener un raster del tamaño que deseado) y el tamaño de celda del archivo ráster resultante que debe ser de 100 m.



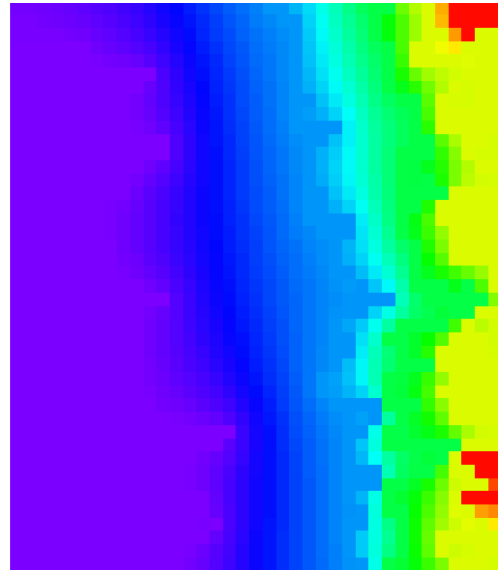
De este modo se genera una imagen ráster con valores sólo para aquellos píxeles coincidentes con las líneas de la capa vectorial, por lo que se debe completar la capa ráster con los valores intermedios. Para ello existen varias opciones, utilizaremos *Rellenar celdas sin datos* situada en el módulo *Herramientas básicas para capas ráster* del *SEXTANTE*. Ahora sí creamos un archivo permanente con el nombre y la ruta indicados, que por defecto se guardará en formato .tiff.



Para crear el MDE de la extensión de la Comunidad de Madrid, en el paso de rasterización, en la región de análisis marcamos utilizar la extensión de la capa de *curvas_20*. Si queremos obtener una capa ráster con el MDE de la zona de Valdetorres del Jarama, en esa misma opción debemos seleccionar la capa *Malla_puntos*, o cualquier otra que defina adecuadamente la extensión del área de estudio.



Capa derivada de la rasterización de las curvas de nivel. Sólo los píxeles en blanco presentan valores.



MDE tras rellenar con valores los píxeles vacías (en color negro en la imagen de la izquierda) y modificada la representación de colores.

6.2. Mapa de pendientes y orientaciones

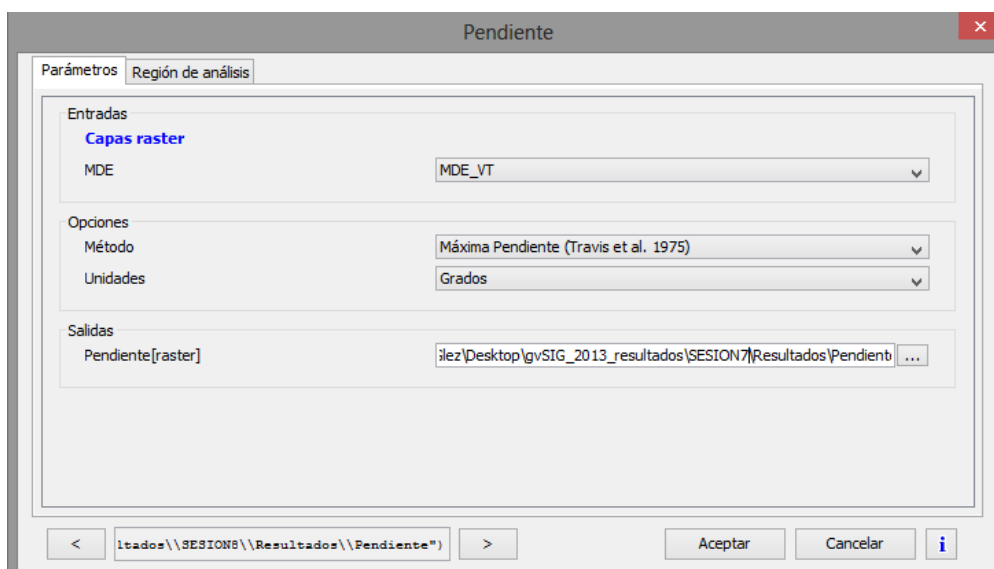
Para generar las capas de pendiente y orientaciones a partir del MDE emplearemos la función del *SEXTANTE* llamada *Geomorfología y análisis del relieve*.

6.2.1. Pendiente

En la pestaña “Parámetros” elegimos la capa del MDE creado anteriormente, el método de obtención de las pendientes (la opción por defecto) y las unidades (grados).

MDE_VT.tiff
(SESIÓN 7/ Resultados)

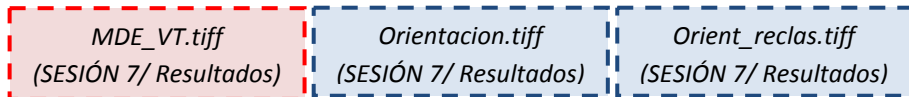
Pendiente.tiff
(SESIÓN 7/ Resultados)



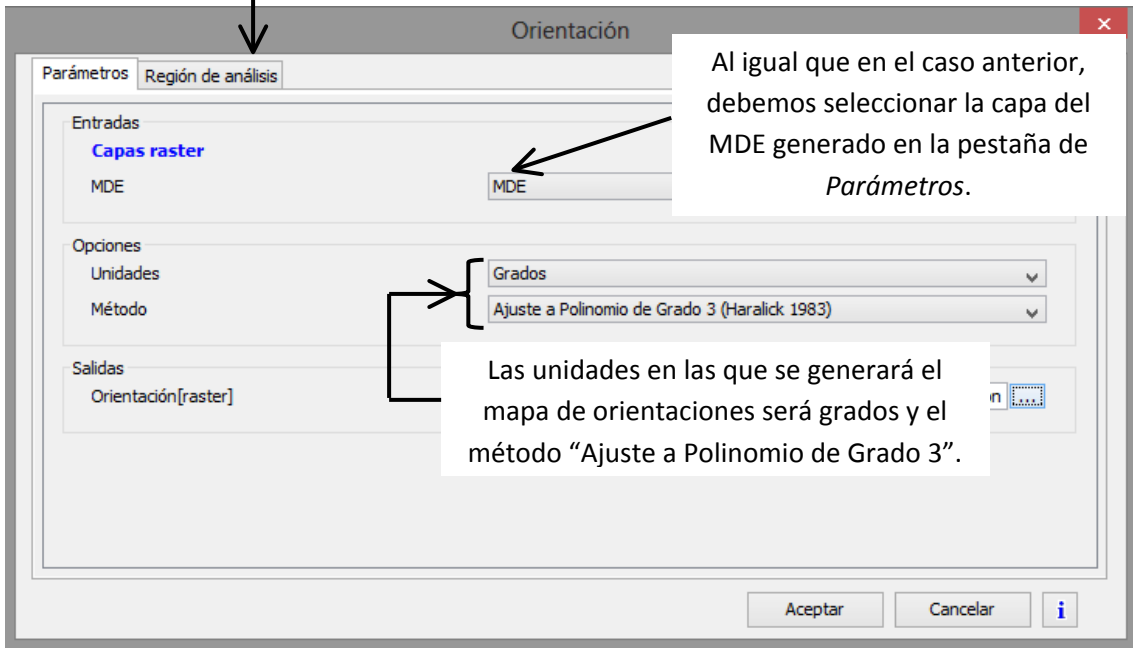
En la pestaña de “Región de análisis” pinchamos en la primera opción (“Ajustar a los datos de entrada”), es decir, el tamaño del MDE.

Finalmente creamos un archivo permanente.

6.2.2. Orientación



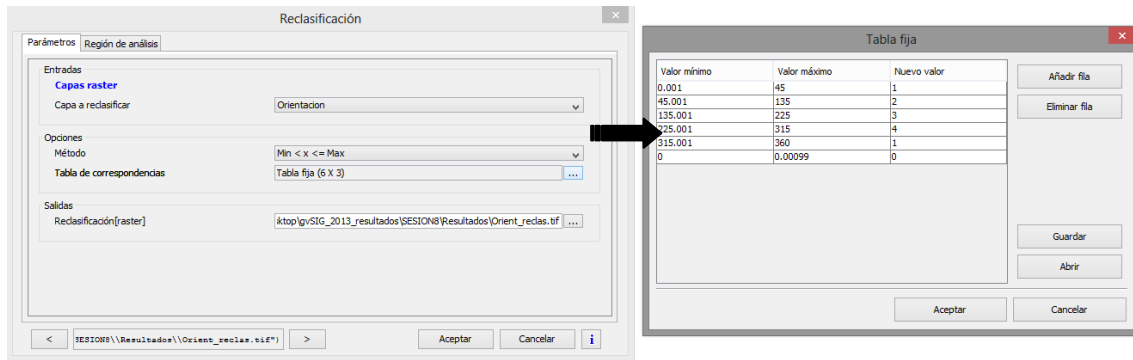
De nuevo la extensión estará ajustada a los datos de entrada.



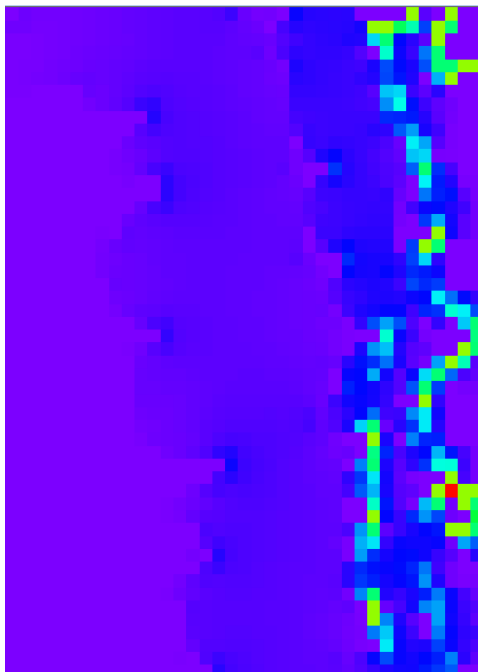
Dado que esta no es la capa definitiva de orientaciones que deseamos crear, la guardamos como un archivo temporal.

Para poder ser incluida en el modelo final, esta capa de orientaciones debe ser reclasificada en cinco valores (Norte, Sur, Este, Oeste y plano). Para llevar a cabo la reclasificación empleamos la herramienta *Reclasificación* dentro de *Reclasificación de capas ráster*. La capa a reclasificar en el mapa de orientaciones generado, en método seleccionamos “Min < x <= Max” y en la “Tabla de correspondencias” introducimos los siguientes datos:

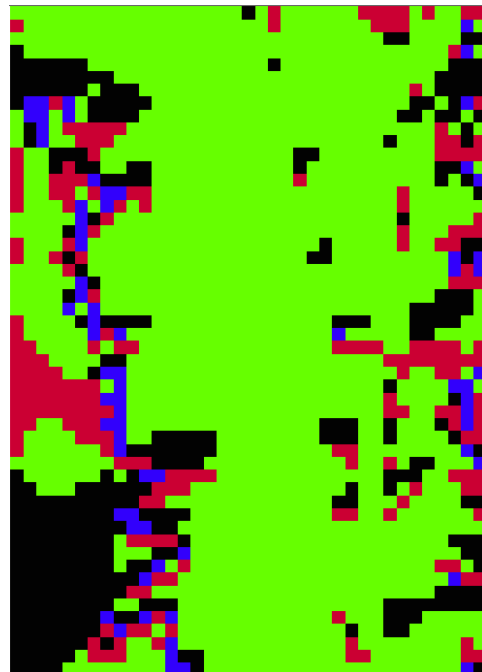
Valor mínimo	Valor máximo	Nuevo valor	Orientación
0.001	45	1	Norte
45.001	135	2	Este
135.001	225	3	Sur
225.001	315	4	Oeste
315.001	360	1	Norte
0	0.00099	0	Plano



Recuerda que para su correcta visualización es necesario modificar el rango de los valores de los píxeles en el menú de *Tablas de color* de las propiedades del ráster (ver página 53 para la generación de Tablas de color categóricas).



Capa de pendientes ajustada al área de estudio de Valdeterres de Jarama



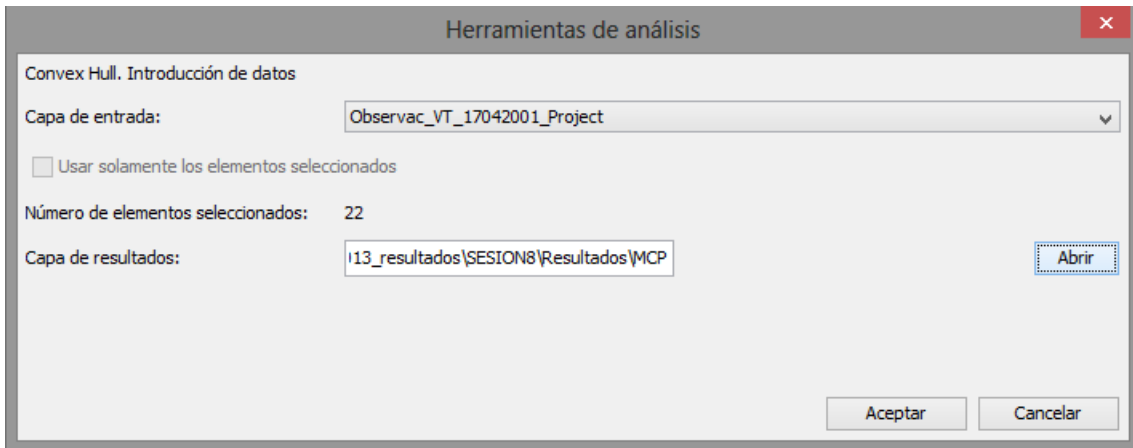
Capa de orientaciones reclasificada, donde negro es norte, azul este, rojo sur y verde oeste.

7. Geoprocésamiento III

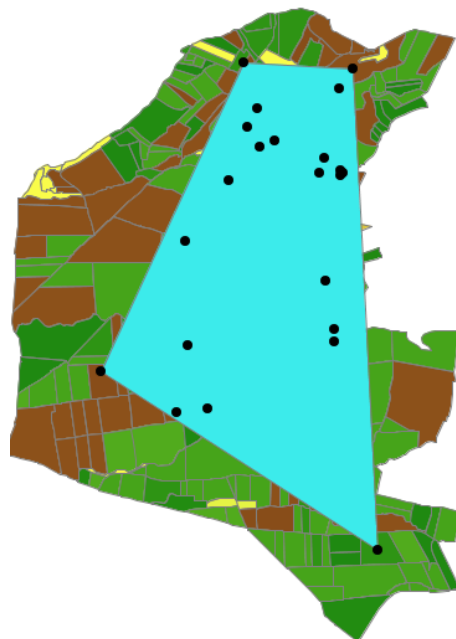
7.1. Estima de áreas de campeo y dominios vitales

7.1.1. Polígono mínimo convexo (MCP)

El MCP es el polígono obtenido a partir de las observaciones en el cual la distancia de unión entre las observaciones más periféricas es mínima. Esto se puede realizar mediante el gestor de geoprocésos en *Análisis/ Geometría computacional/ Convex Hull*. Seleccionamos la capa de observaciones como “Capa de entrada”



Si se dispone de información de movimientos de individuos por separado o de distintas categorías de individuos, y tras calcular el MCP para cada individuo o categoría, con la función de intersección se puede estudiar el solapamiento del área de campeo de los distintos individuos o categorías de individuos.

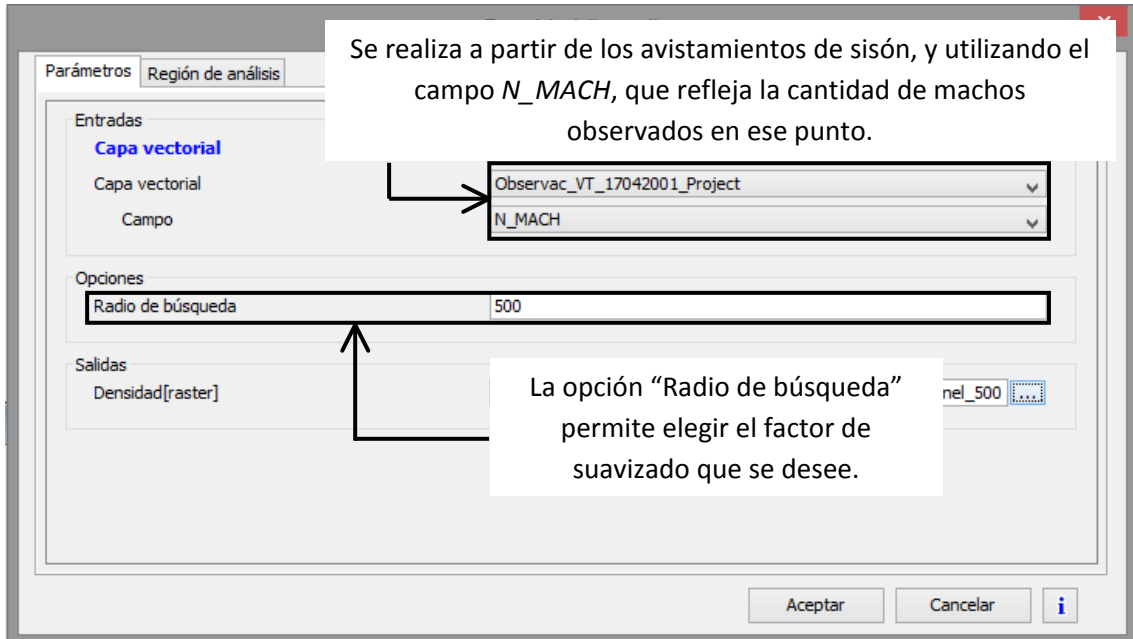


7.1.2. Área kernel

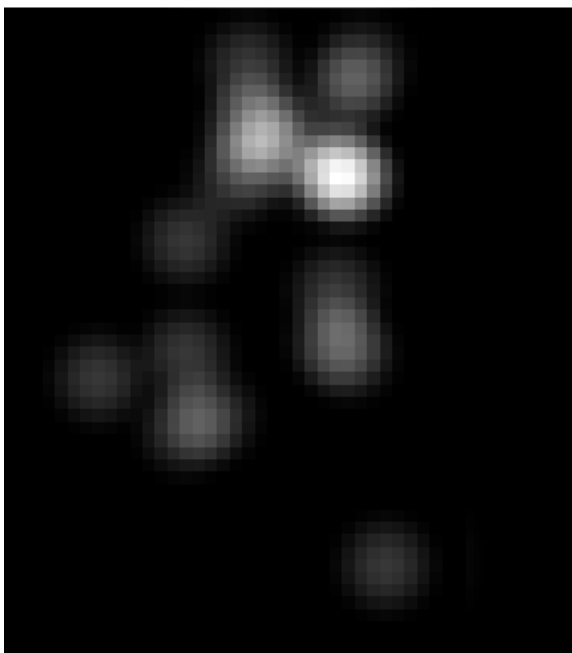
El área kernel es la expresión bidimensional de la probabilidad de realizar una observación en función de la distancia a un punto (función kernel). Esta la calcularemos con la función “Densidad (kernel)” del *SEXTANTE/Rasterización e interpolación* a partir de la capa de puntos de las observaciones

Observac_VT_17042001_Project.shp

Kernel_ "factor de suavizado".tiff
(SESIÓN 8/ Resultados)



Como en casos anteriores, en la pestaña de “Región de análisis” es posible seleccionar el tamaño de píxel que se desee para la capa ráster que se va a generar, que en este caso es de 100 m.



Capa del kernel con factor de suavizado de 500.

8. Modelos de distribución de especies: Captura y preparación de información

8.1. Extracción de estadísticos de archivos ráster sobre la malla

Para obtener los estadísticos de los valores de los píxeles de las capas ráster (ver Tabla del apartado 2.4.) contenidos en cada celda de la malla o “grid” empleamos la herramienta del SEXTANTE “Estadísticas de grid en polígonos” presente en *Herramientas para capas de polígonos*. Como capa ráster se seleccionan todas aquellas de las que se desean extraer las estadísticas y la capa vectorial es la malla.

Malla_obs_ale.shp
(SESIÓN 4/ Resultados)

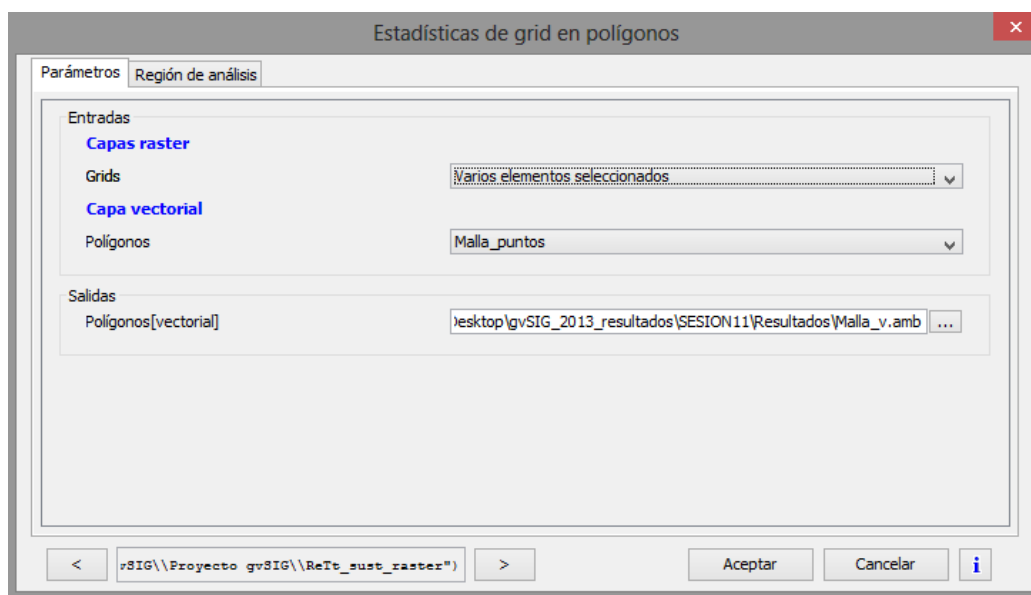
MDE_VT.tiff (SESIÓN 7/ Resultados)

Pendiente.tiff (SESIÓN 7/ Resultados)

Orient_reclas.tiff (SESIÓN 7/ Resultados)

NDVI_2001prim.tiff (SESIÓN 6/ Resultados)

Malla_obs_ale_vamb.shp
(SESIÓN 11/ Resultados)

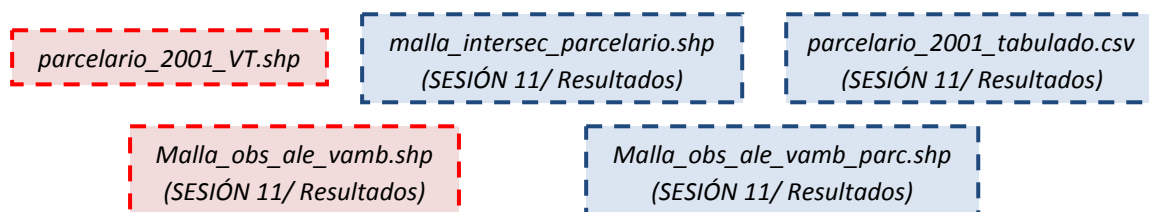


De este modo para cada celda de la malla asignaremos información procedente de las capas ráster previamente creadas. La herramienta utilizada devuelve diversos estadísticos, pero solamente nos interesa uno para cada variable (mostrado en la tabla a continuación). Para eliminar el resto seguimos el procedimiento detallado anteriormente en la edición de la tabla de atributos (ver apartado 2.2).

Variable	Definición	Parámetro	Tipo de capa
Cota	Altura sobre el nivel del mar (m)	Media	Ráster
Pendiente	Inclinación del terreno en grados (°)	Media	Ráster
Orientación	Con cinco categorías: N, E, S, O y plano	Máximo	Ráster
NDVI	Valor del índice como variable <i>subrogada</i> ('proxie') de la producción vegetal	Media	Ráster
Kernel 2001	Valores de la función de densidad para las observaciones del año previo	Media	Ráster

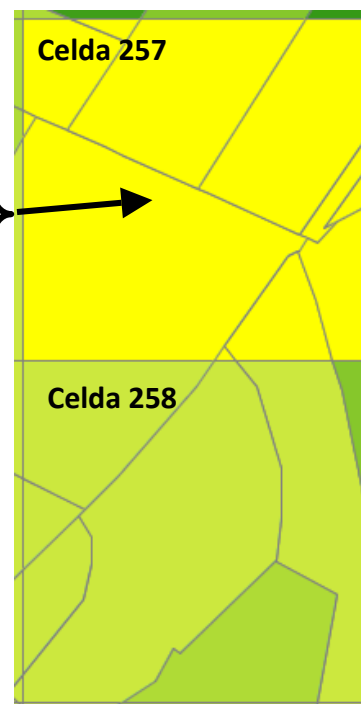
8.2. Obtención de áreas de usos del suelo en la malla

8.2.1. Tabular el área de capas de polígonos con otra capa de referencia



Para determinar la superficie de cada uso del suelo que hay en cada celda de nuestra retícula primeramente realizamos una intersección, operación a la que podemos acceder desde el *Gestor de geoprocetos/Análisis/Solape*. De esta manera se conseguirá aislar cada fragmento de las parcelas de usos del suelo que estén contenidas en cada celda de la malla. En la ventana emergente, como capa de entrada seleccionamos la malla con las observaciones y la información de las capas ráster, y como capa de recorte seleccionamos el parcelario. En la tabla de atributos de la capa resultante habrá tantas entradas que correspondan a una misma celda como tipos de usos diferentes en dicha celda. En este caso el identificador correspondiente a las celdas de la malla es el que se encuentra en primer lugar; si seleccionamos las capas al revés sólo cambiará el orden en que se colocan los campos, con lo que el identificador de la malla será el segundo.

BR	26197.10334	782.21004	256.0	458759.01489	4507947.36...
BR	11712.81934	682.83398	256.0	458759.01489	4507947.36...
B	11301.6154	476.17525	257.0	458759.01489	4508147.36...
BV	15568.02435	572.84458	257.0	458759.01489	4508147.36...
BR	17946.80427	708.09572	257.0	458759.01489	4508147.36...
BV	68725.11655	1369.36884	257.0	458759.01489	4508147.36...
BR	29658.77436	689.22062	257.0	458759.01489	4508147.36...
C	16414.38156	522.00151	257.0	458759.01489	4508147.36...
BR	11712.81934	682.83398	257.0	458759.01489	4508147.36...
BV	13105.914	1116.02909	257.0	458759.01489	4508147.36...
E	22574.33534	843.10339	257.0	458759.01489	4508147.36...
C	21903.76818	850.89565	257.0	458759.01489	4508147.36...
BV	7133.49134	455.66916	257.0	458759.01489	4508147.36...
B	11301.6154	476.17525	258.0	458759.01489	4508347.36...
BV	15568.02435	572.84458	258.0	458759.01489	4508347.36...



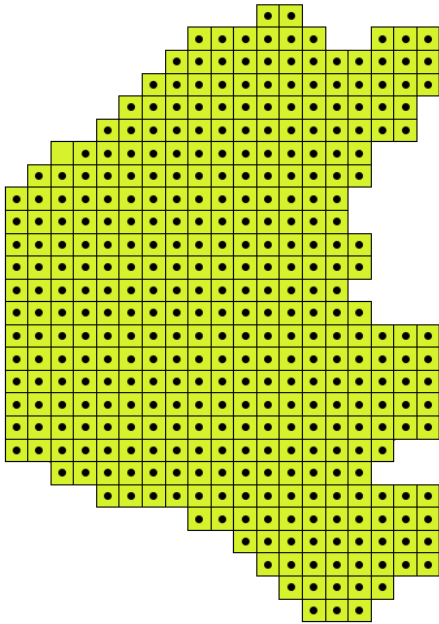
IMPORTANTE

Tras realizar la intersección es importante recalculer el área y perímetro de los polígonos, ya que los campos remanentes de la capa anterior no son correctos. Después podemos eliminar los campos antiguos iniciando una sesión de edición (ver apartado 2.2).

En este momento deberemos trabajar fuera de gvSIG. Para ello abrimos la tabla de atributos de la nueva capa procedente de la intersección y seleccionamos *Tabla/Exportar/Excel*. Elegimos el nombre y la carpeta de destino para el nuevo archivo. Abrimos el archivo de Excel e insertamos una tabla dinámica (será más cómodo si la insertáis en una nueva hoja de cálculo del libro). En esta tabla arrastramos a las columnas el campo que indica el tipo de sustratos (SUST_DEF2 en nuestro caso) y a las filas el identificador de las celdas de la malla, que si recordáis, es el primero de los dos campos ID que aparecen. Los valores de la tabla que nos interesan son el área de cada uso del suelo; para que aparezca el valor del área debemos abrir la configuración del campo de valor e indicar que se muestre la suma de los valores.

Una vez creada, copiamos la tabla y la pegamos en un nuevo libro empleando la opción sólo valores y rellenamos con ceros aquellas celdas vacías. Para ello seleccionamos el área de la tabla, y reemplazamos espacios (" ") por ceros ("0"). La última columna y la última fila, que reflejan el total, no nos interesan por lo que las eliminamos. Ahora es necesario añadir las columnas de las coordenadas de cada celda mediante dos tablas dinámicas con el ID anterior en las filas y el máximo (o el mínimo) de la X e Y en los campos de valores; de nuevo estas columnas se copian y se pegan como valores en la tabla que estamos elaborando. Ya que estos valores corresponden con la esquina inferior izquierda de las celdas de la malla, y para hacer correctamente el vínculo espacial entre esta tabla y la malla, sumaremos 100 (recuerda que las cuadrículas son de 200 x 200 m) para que los puntos resultantes estén situados en el centro de las celdas y así poder asociar la nueva capa a la malla. Guardamos el resultado como un archivo .csv o .dbf si estamos trabajando en Excel 2003 o en Open Office (recomendable).

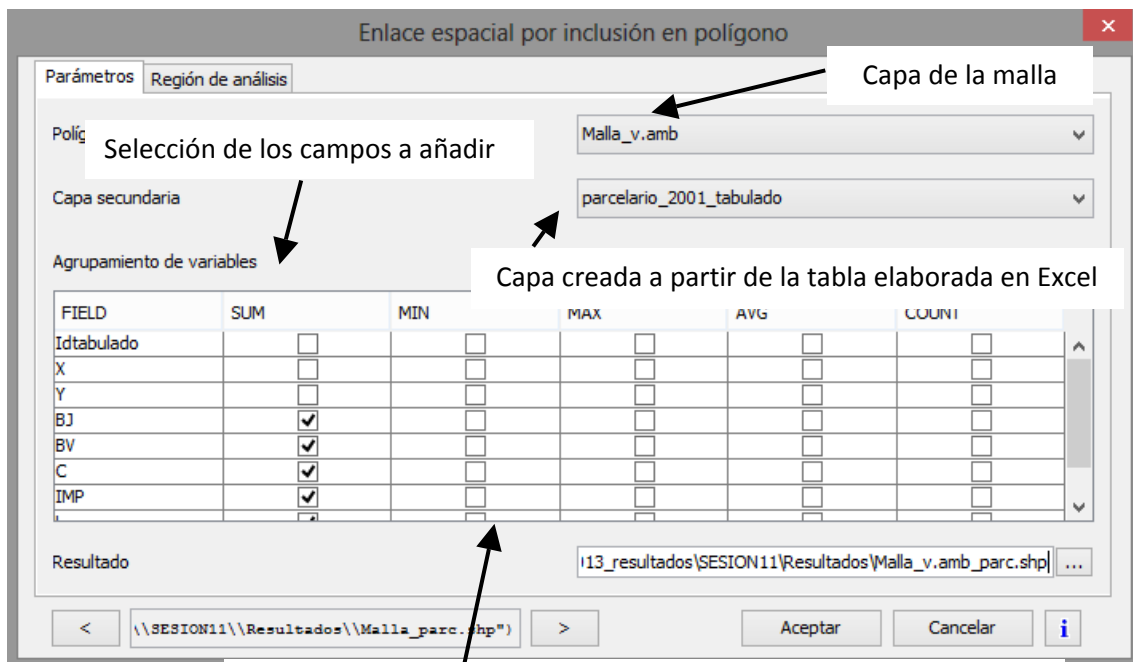
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ID2	X	Y	B	BL	BR	BV	C	E	IMP	L	V
2	7	456959.0	4504947.36	0	0	164746.948	0	0	0	0	0	0
3	8	456959.0	4505147.36	0	0	164746.948	0	0	0	0	0	0
4	9	456959.0	4505347.36	0	0	178975.996	0	50335.8205	0	0	0	0
5	10	456959.0	4505547.36	0	0	14229.048	0	50335.8205	0	0	60768.1945	0
6	11	456959.0	4505747.36	0	0	0	0	0	0	0	237170.194	0
7	12	456959.0	4505947.36	0	0	178861.521	0	0	0	0	176402	0
8	13	456959.0	4506147.36	0	0	222135.201	0	0	0	0	176402	0
9	14	456959.0	4506347.36	0	0	222135.201	0	32207.8476	0	0	0	0
10	15	456959.0	4506547.36	0	0	89982.275	0	59546.5504	0	0	0	0
11	16	456959.0	4506747.36	0	0	194035.482	0	0	0	0	0	0
12	17	456959.0	4506947.36	0	0	147326.887	0	0	0	0	0	0



Para introducir esta tabla en gvSIG se crea una nueva tabla en el gestor de proyectos y se abre el archivo .csv o .dbf creado. Después se crea una nueva capa de eventos desde el menú *Vista*, indicando los campos que corresponden con las coordenadas, siguiendo el menú contextual.

Capa de puntos que contiene la información relativa al área de sustrato en cada celda de la malla superpuesta sobre la capa de polígonos de la retícula

Para incluir los datos de superficie de cada tipo de uso del suelo en la tabla de la malla se empleará la opción *Enlace espacial por inclusión en polígono* que se encuentra en las *Herramientas para capas de polígonos* del Sextante.



Dado que sólo hay un registro por categoría de sustrato, es indiferente marcar sum, min, max o avg.

9. Modelos de distribución de especies: Elaboración del modelo predictivo

9.1. Análisis estadístico y elaboración del modelo

9.1.1. Operaciones en Excel

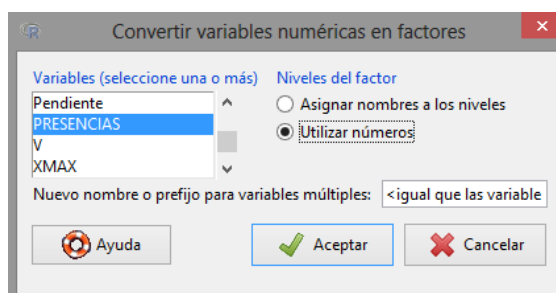
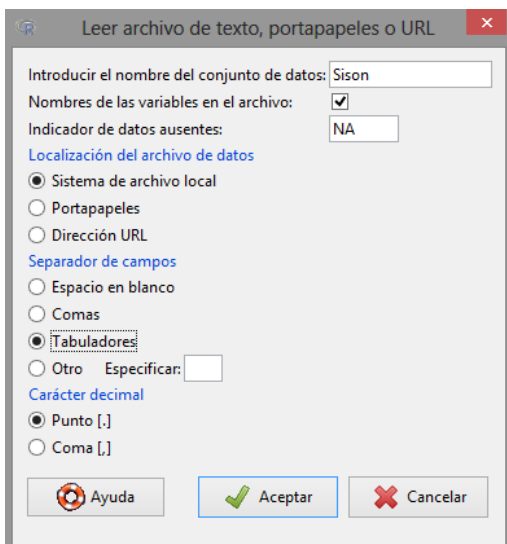
Malla_obs_ale_vamb_parc.shp
(SESIÓN 11/ Resultados)

Ahora ya está la matriz con datos de presencia/ausencia de sisón, las variables ambientales y la cobertura de sustratos lista para su análisis estadístico. En primer lugar, tenemos que exportarla con un archivo de Excel. Dado que vamos a realizar un análisis equilibrado (e.d., mismo número de presencias que de pseudoausencia), debemos eliminar todos los registros que en el campo “Presencia” tienen el valor cero, es decir, aquellos que no son ni presencias ni las pseudoausencias generadas a partir de los puntos aleatorios. Ahora ya está lista la tabla para introducir en R, el programa estadístico que vamos a emplear para analizarla. Por tanto guardamos la hoja de cálculo en formato .txt, lo que nos facilitará la importación a R.

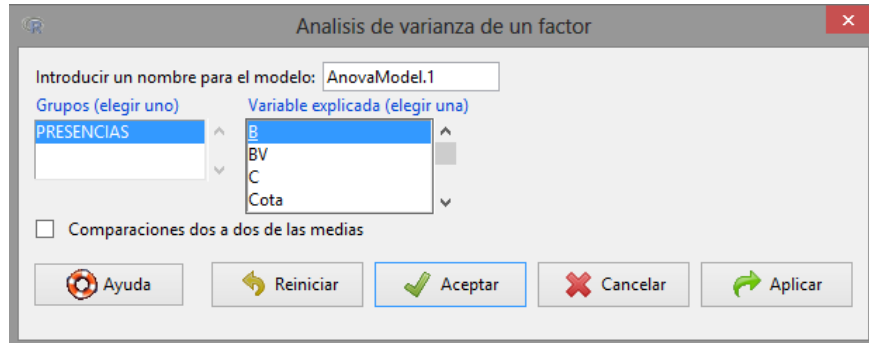
9.1.2. Operaciones en R

El modelo estadístico elegido será una regresión logística que permitirá modelar la variable respuesta de presencia/ausencia de sisón en el área de estudio, dando la probabilidad de presencia del sisón según las variables predictoras seleccionadas. Creamos el modelo empleando la interfaz gráfica R Commander del programa estadístico R. Para iniciar R Commander abrimos R y cargamos el paquete de Rcmdr desde el menú de la consola, alternativamente podemos escribir en la consola “library(Rcmdr)”. R Commander debe estar previamente instalado; de no ser así se puede instalar desde el menú de la consola o escribiendo “install.packages(“Rcmdr”)”

Una vez abierto R Commander, pinchamos en *Archivo/Cambiar dir...* y seleccionamos la carpeta de trabajo donde se encuentran nuestra matriz de variables ambientales y observaciones (archivo .txt). Posteriormente importamos la matriz pinchando sobre *Datos/Importar datos/desde archivo de texto, portapapeles o URL...* Las variables de presencia/ausencia y orientación se identifican como numéricas y ya que se trata de variables categóricas hay que transformarlas en factores seleccionando *Datos/Modificar variables del conjunto de datos activo*.

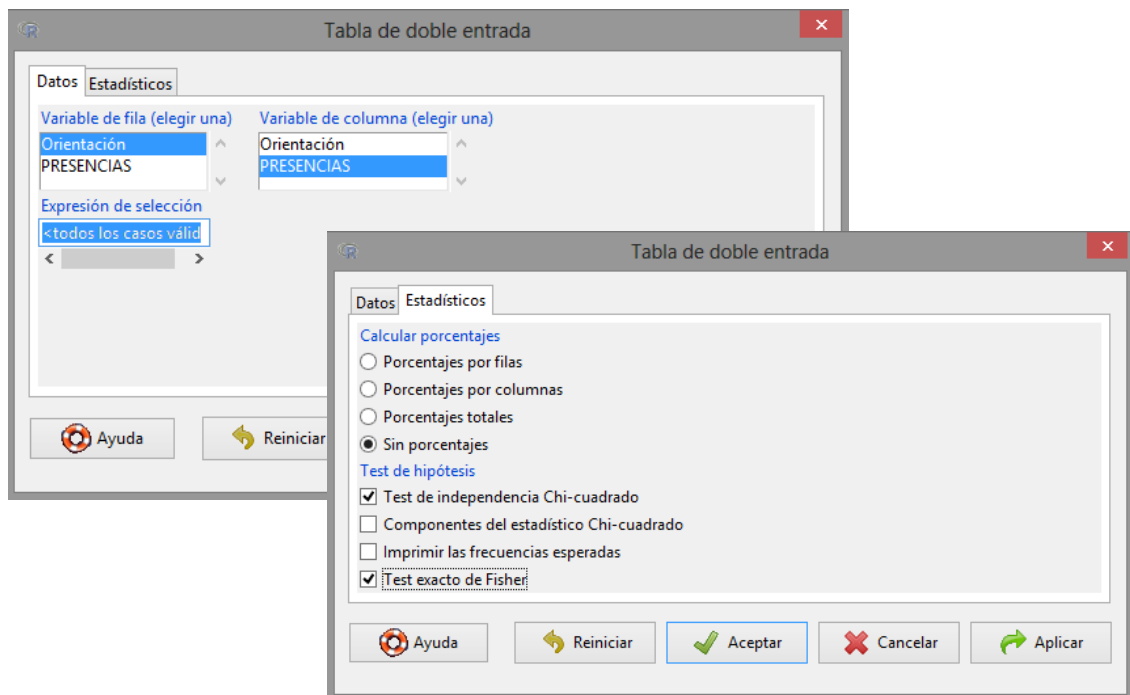


Con el objetivo de hacer una aproximación preliminar a la modelización de los datos realizamos pruebas ANOVA de una vía entre los datos de presencia/ausencia de sisón y cada una de las variables predictivas numéricas. Para ello, pinchamos en *Estadísticos/Medias/ANOVA de un factor*. Las variables que muestren los p-valores más bajos son más susceptibles de estar incluidas en el modelo de probabilidad de presencia de sisón.



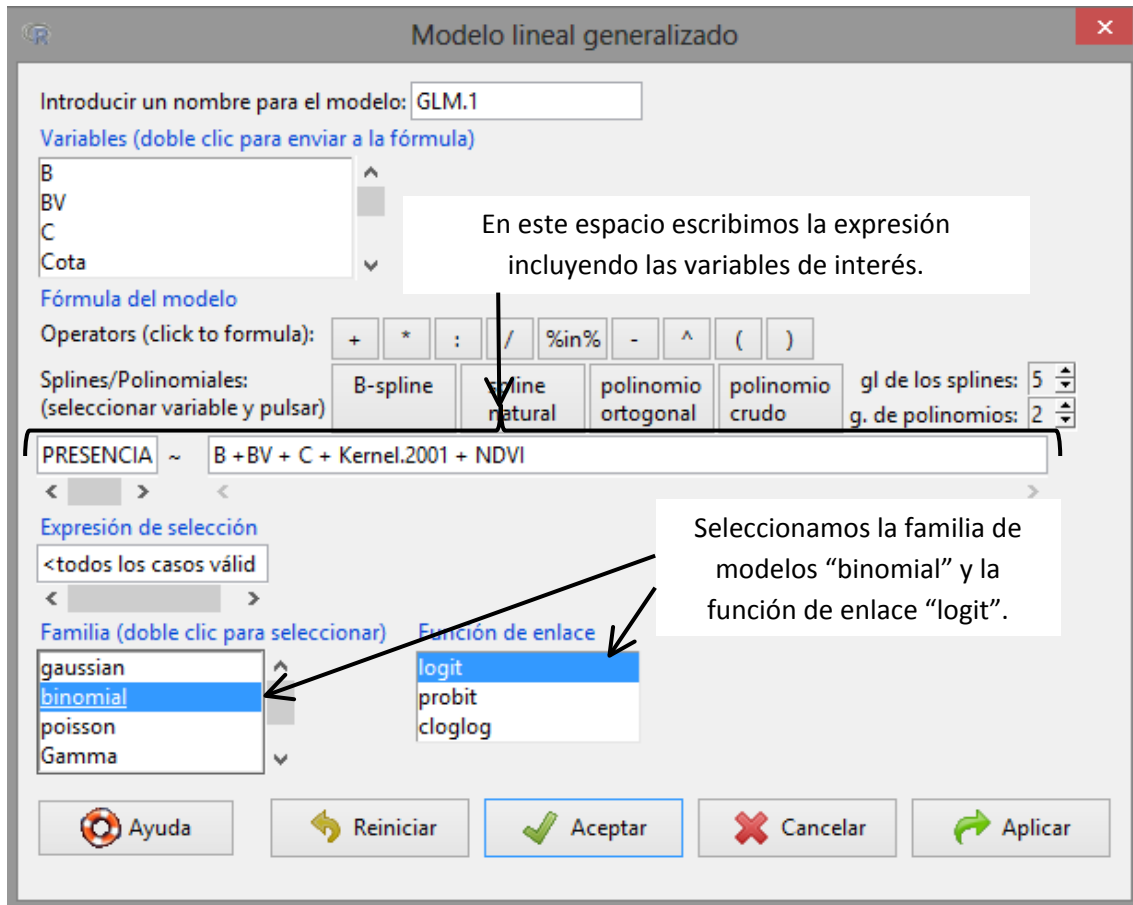
```
> summary(AnovaModel.1)
              Df      Sum Sq  Mean Sq F value Pr(>F)
PRESENCIAS    1 9.159e+08 915855159   5.463 0.0238 *
Residuals    46 7.712e+09 167645492
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

En el caso de la orientación, que se trata de un factor categórico este análisis preliminar va a realizarse mediante un análisis de Tablas de contingencia. Para ello pinchamos sobre *Estadísticos/Tablas de contingencia/Tabla de doble entrada*.



En la pestaña de “Estadísticos” marcamos “Test exacto de Fisher”. De todos modos, para evitar las complicaciones que suponen incluir una variable categórica en un análisis de regresión logística esta variable no va a ser incluida en análisis posteriores.

Para construir la regresión logística emplearemos la herramienta *Modelo lineal generalizado* que se encuentra en *Estadísticos/Ajuste de modelos*.



La selección de modelos se realizará construyendo el modelo que incluya todas las variables que resultaron significativas en las ANOVAs, para posteriormente eliminar secuencialmente las distintas variables hasta llegar a los modelos más simples con una única variable, de manera que se prueben todas las posibles combinaciones de predictores. El modelo ganador será elegido en función del criterio de información de Akaike (AIC).

9.1.3. *De vuelta en gvSIG*

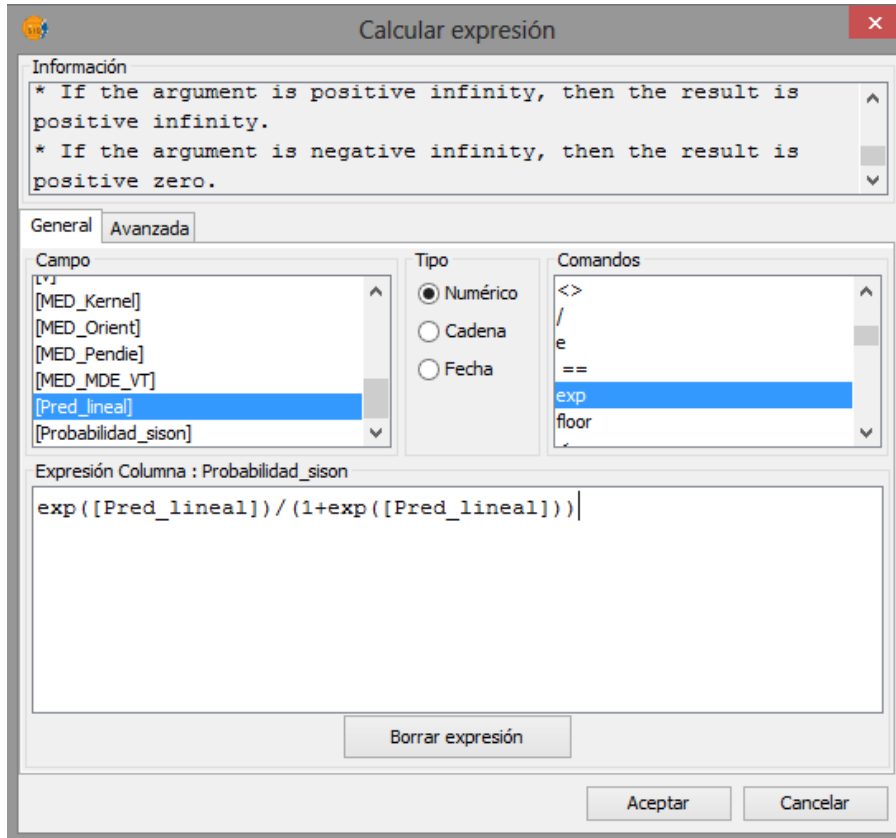
Para introducir el resultado de nuevo en gvSIG no debemos olvidar que el tipo de regresión empleada utiliza la función de enlace logit, por lo que el predictor lineal obtenido debe introducirse de la siguiente manera:

$$P_{\text{presencia}} = \frac{e(\sum \beta_n X_n + \beta_0)}{1 + e(\sum \beta_n X_n + \beta_0)}$$

donde X_n son las variables explicativas, β_n sus coeficiente y β_0 la intercepta de la ecuación; $\ln(\sum \beta_n + \beta_0)$ es el logaritmo del predictor lineal.

Esta operación es posible realizarla de dos maneras diferentes: directamente en gvSIG o modificando el archivo .dbf asociado.

Para llevar a cabo la primera de las opciones se debe crear un/os nuevo/s campo/s en la capa de la malla (*Malla_obs_ale_vamb_parc*) una vez abierta una sesión de edición desde el menú *Tabla/ Modificar estructura de tabla*. Se recomienda crear varios campos para poder introducir el predictor lineal en el primero de ellos y la probabilidad de presencia de sisón en el segundo.

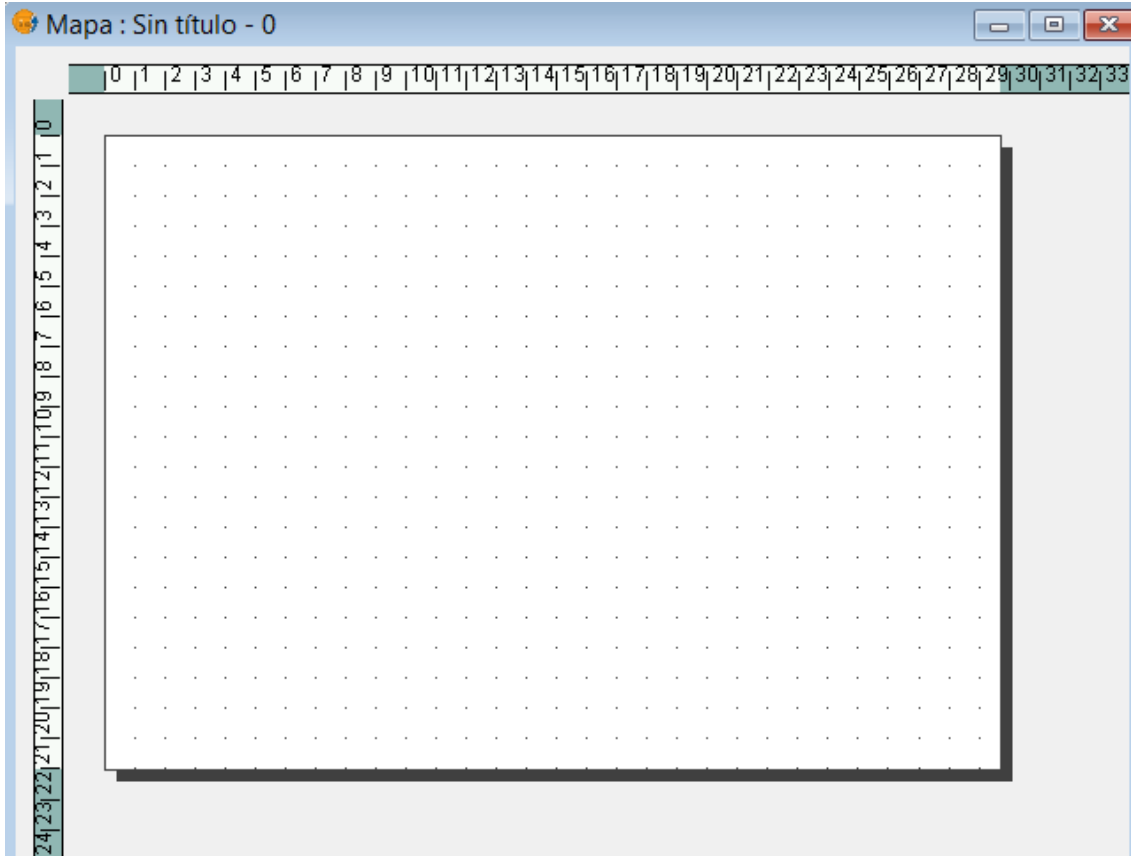



La segunda opción consiste en crear los nuevos campos dentro de gvSIG en la tabla de la capa de la malla con todas las variables (*Malla_obs_ale_vamb_parc*), ya que si no se crean los campos en el entorno SIG posteriormente no son reconocidos. Entonces abrir el archivo .dbf asociado a esta capa con un programa que permita abrir y editar este tipo de archivos, como es OpenOffice o Excel 2003. Desde uno de estos programas introducimos las fórmulas correspondientes al predictor lineal y la probabilidad de presencia de sisón. Cerramos el archivo guardando los cambios correspondientes, que serán reconocidos por el programa de gvSIG.

10. Modelos de distribución de especies: Creación de la salida gráfica

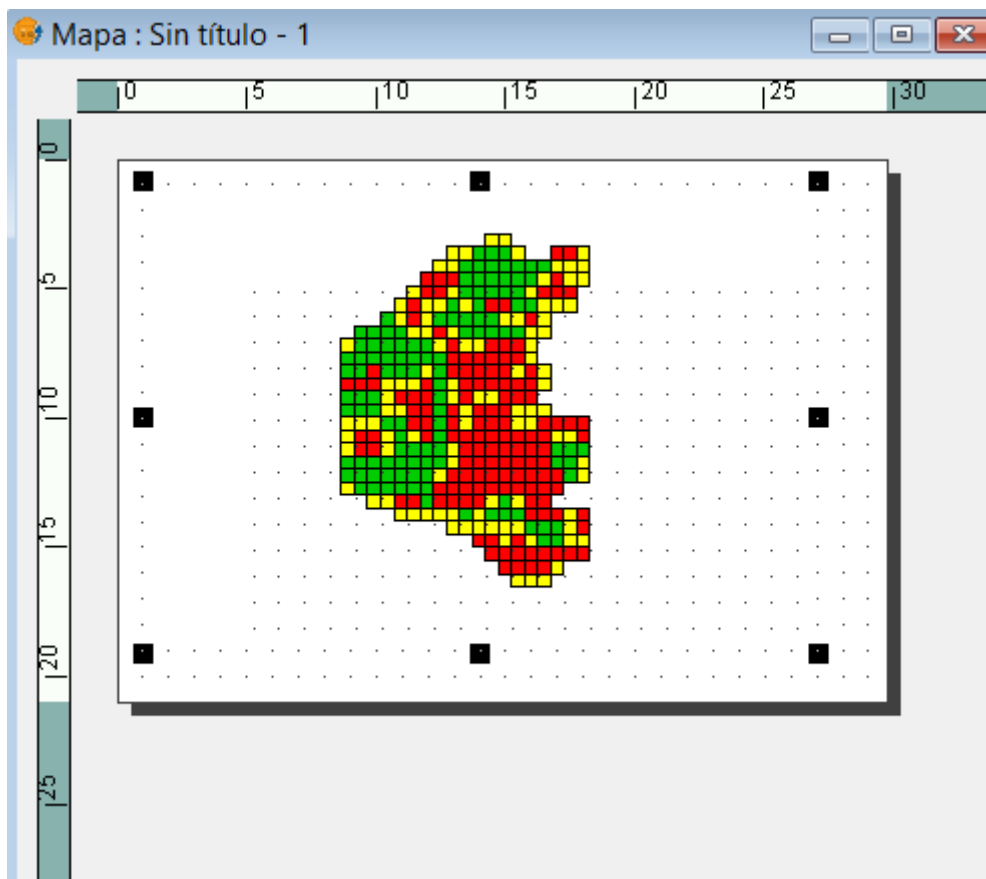
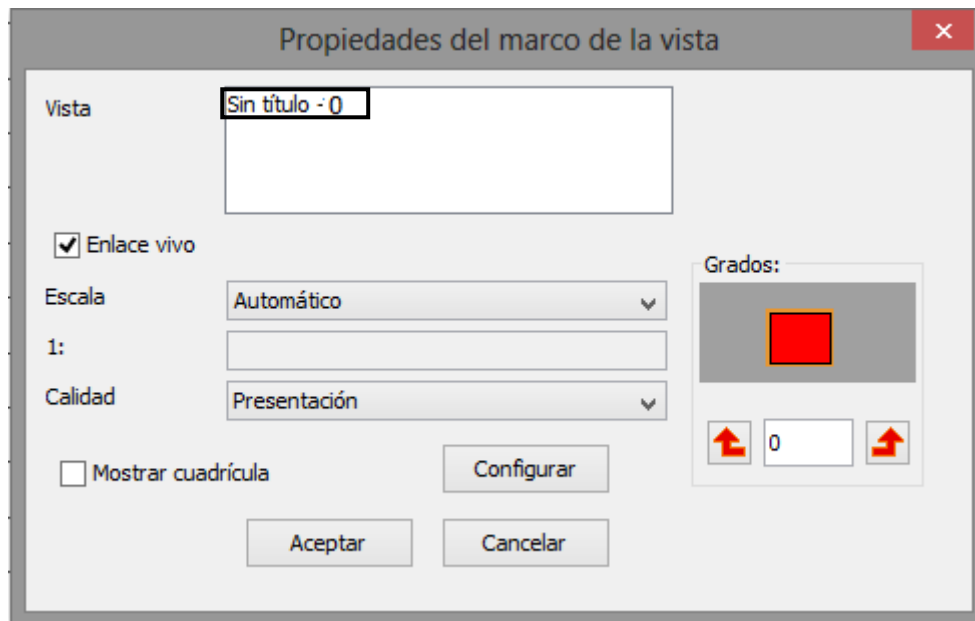
10.1. Insertar una vista

Por último sólo queda crear la salida gráfica que nos permitirá presentar nuestros resultados de manera adecuada. Para ello primero debemos crear un nuevo mapa desde el Gestor de proyectos y abrirlo. Se presentará una ventana como esta:



Es necesario insertar la vista con la que estamos trabajando sobre el nuevo mapa. Ello lo hacemos pinchando en *Mapa/ Insertar/ Vista* o bien sobre el icono  de la barra de herramientas

Para insertar la vista hay que colocar el ratón, pulsando el botón primario en uno de los extremos del rectángulo que define el espacio a ocupar por la vista y arrastrar hasta soltar en el extremo opuesto. En la ventana emergente se selecciona la vista que deseamos insertar ("Sin título-0" por defecto, si no le hemos cambiado el nombre previamente) y aceptamos. Entonces aparecerá nuestra malla recortada en la ventana de mapa.



Recuerda que los cambios de visualización se realizan sobre la ventana de vista y no sobre el mapa que estamos creando mientras que en la ventana de propiedades que aparece al comienzo de esta página esté activa la opción “Enlace vivo”.

Así, modificar los colores y umbrales de estos para representar las celdas de la malla es relevante a la hora de mostrar el resultado. Esto se modifica desde la ventana de Vista en *Propiedades de la capa/ Simbología/ Cantidades/ Intervalos*, eligiendo como “Campo de

clasificación” el campo donde hayamos introducido la regresión logística completa (“Prob_sison”).

10.2. Insertar los elementos del mapa

Además, ahora debemos añadir algunos elementos al mapa para completarlo a través del menú *Mapa/Insertar* o los iconos de la barra de herramientas:

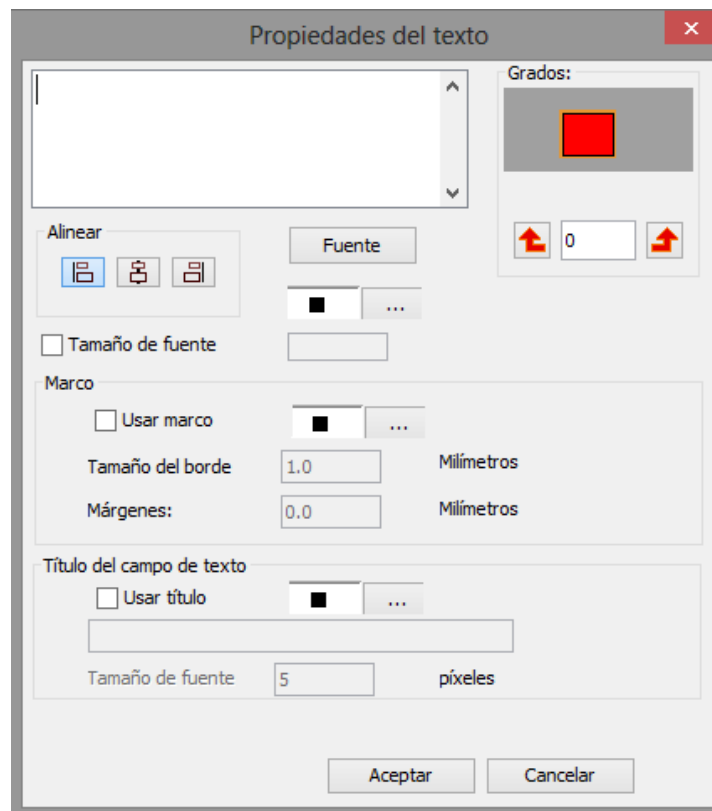


Los elementos mínimos que debe presentar un mapa de resultados de este estilo son:

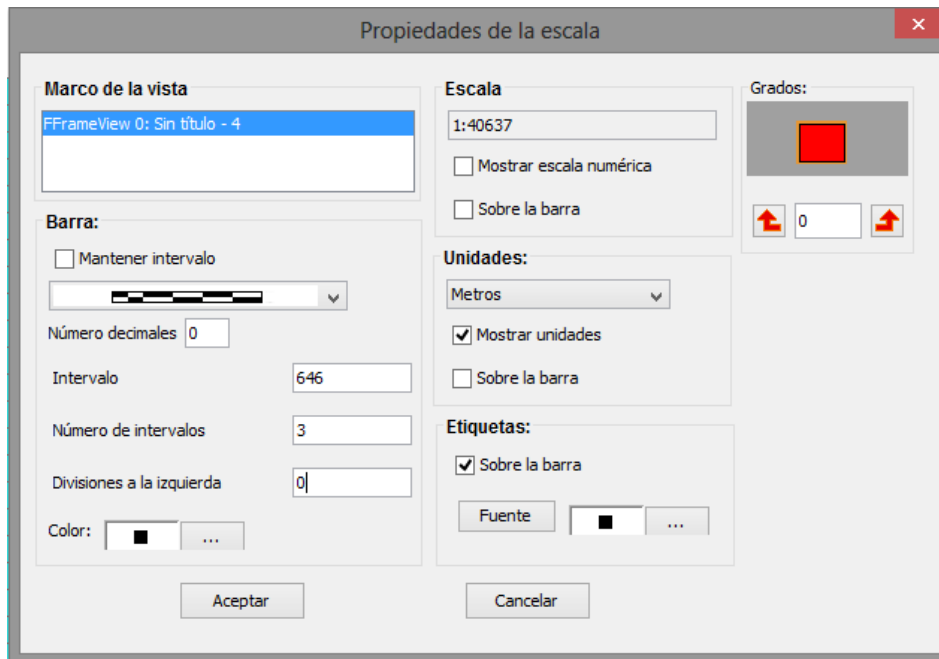
- Figura
- Título
- Autor
- Leyenda
- Orientación
- Escala

Al igual que para insertar una vista, una vez seleccionado el elemento a insertar pinchamos sobre una esquina del rectángulo donde queremos encuadrar el elemento y arrastramos hasta la esquina opuesta.

10.2.1. Texto



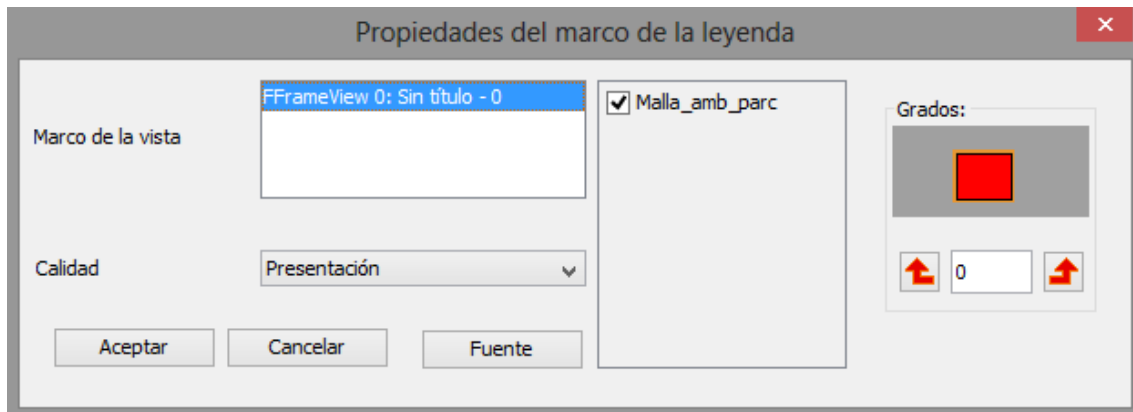
10.2.2. Escala



10.2.3. Orientación




10.2.4. Leyenda

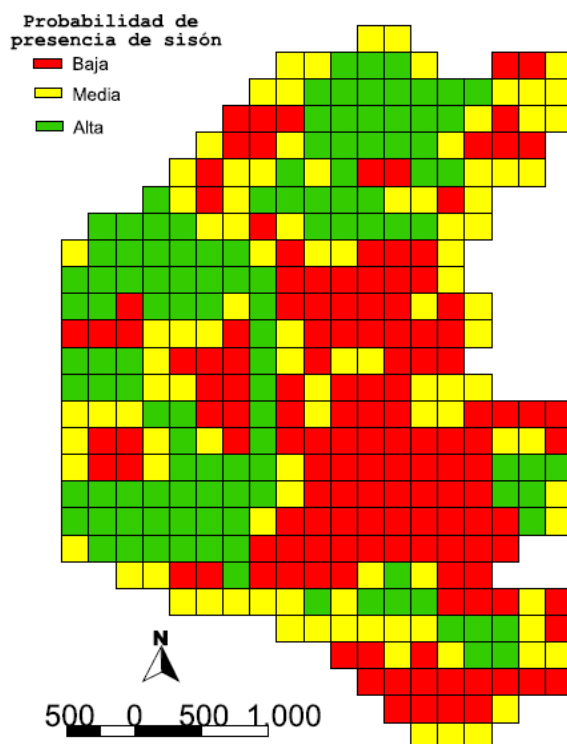


Para poder editar una leyenda debemos conseguir que sus elementos se desagrupen, para ello pinchamos con el botón secundario sobre la misma y seleccionamos “Simplificar leyenda”. Una vez que los elementos están individualizados podemos hacer doble click sobre los objetos o bien con el botón secundario en “Propiedades” para modificarlos.

10.3. Generación del mapa

Una vez insertados los elementos se accede nuevamente a las *Propiedades del marco de la vista* y se deselecciona “Enlace vivo” para que las modificaciones sucesivas en la vista no se reproduzcan en el mapa.

Una vez introducidos y modificados todos los elementos del mapa es necesario crear y guardar un archivo de imagen con él. Una opción recomendable es exportarlo a .pdf, directamente disponible en *Archivo/ Exportar a pdf*, o bien con el icono  .



en función de las preferencias personales de representación, debe tener un aspecto similar al que se muestra a continuación. De este modo ya estaría terminado el modelo de distribución potencial del sisón común en las estepas cerealistas del centro peninsular.

ELABORACIÓN DE UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL SISÓN COMÚN EN LA ESTEPA CEREALISTA DEL CENTRO PENÍNSULAR

Ahora ya conocemos todas las herramientas que son necesarias para la creación de un modelo de distribución potencial del sisón en el área de estudio de Valdetorres de Jarama. El objetivo consiste en desarrollar este mismo trabajo aplicando los datos del año siguiente. El resumen del esquema de trabajo nos ayudará a recordar todos los pasos necesarios ordenadamente.

Archivos de partida:

- Observaciones de censo de sisones en el área de estudio de Valdetorre de Jarama del año 2002. Estas observaciones se realizaron durante la época de cortejo y reproducción de la especie.
- Parcelario del área de estudio, es decir, un mapa temático que refleja los distintos usos del suelo de la zona.
- Mapa con curvas de nivel a intervalos de 20m de la Comunidad de Madrid.
- Imágenes de satélite del área de estudio con información de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) de distintos momentos del año 2002.

Observac_VT_24042002_Project

parcelario_2002_VT

Curvas_20

ndvi2002

Variable respuesta: Presencia/ausencia de sisón.

Variables explicativas:

Variable	Definición	Parámetro	Tipo de capa
Observaciones de sisón	Presencia/ausencia de sisón en una celda determinada		Vectorial (puntos)
Sustrato agrario	Superficie (m ²) de las siguientes categorías: cereal, labrado, viñedo, leguminosas, barbecho joven, barbecho viejo y terreno improductivo		Vectorial (polígonos)
Cota	Altura sobre el nivel del mar (m)	Media	Ráster
Pendiente	Inclinación del terreno en grados (º)	Media	Ráster
Orientación	Con cuatro categorías: N, E, S y W	Máximo	Ráster
NDVI	Valor del índice como <i>proxie</i> de la producción vegetal	Media	Ráster
Kernel 2001	Valores de la función de densidad para las observaciones del año previo	Media	Ráster

Unidad muestral: Celdas de 200 x 200 m en malla o retícula.

Flujo de trabajo

