

Taller del IAI "Vulnerabilidad climática y ambiental en la región de la Cuenca del Plata: estudio de casos de intensificación agraria utilizando SIG y modelos de cultivos" 19 a 22 de Julio de 2011 - Montevideo, Uruguay

Maria Victoria R. Ballester (CENA-USP)

### **Estudio de caso I: Análisis de los cambios en la población y de sus características**

Usando un SIG como una herramienta de investigación ud. Contestará las siguientes preguntas: 1. ¿Cual es el patrón espacial de la población en el Uruguay? ¿Cuales fueron las razones históricas y actuales para explicar ese patrón?; 2- En dos siglos (del 1900 al 2006), la población del Uruguay aumentó de 76 millones para 281 millones de personas, lo que eqiva a un crecimiento de 269 %. Ese aumento ocurrió en todos los Departamentos y a la misma velocidad? ¿Por qué o por qué no? ¿Qué factores explican la variación? Y 3- ¿Cómo categorías por edades y géneros cambiaron de 1996 a 2004? ¿Por qué?. Los objetivos de este ejercicios son: 1) Para entender los patrones espaciales de la población en general y los segmentos de la población en general a nivel de condado y cómo cambian con el tiempo; 2) Para entender cómo funciona un SIG puede fomentar el aprendizaje acerca de los patrones espaciales y temporales; e 3) Para entender cómo trabajar con datos tabulares y espaciales, los datos de simbolizar, y clasificar los datos en un entorno SIG. Los datos disponibles para este ejercicio fueron obtenidos con ESRI Inc. y la Oficina del Censo de Uruguay. La capas incluyen las ciudades, departamentos, las rutas y carreteras, ríos, tierras federales y los lagos

#### **Explorando el acceso a los datos en el ArcGIS**

En el ArcMap abra el proyecto Departamentos.mdx. Ajuste el área de visualización a la extensión completa de todas las capas haciendo un clic en la herramienta que se parece a un globo. 1) ¿Cuál es la extensión geográfica de sus datos? Amplíe el territorio continental del Uruguay con el botón de nuevo o utilice el zoom Favoritos para explorar las diferentes regiones. Haga clic en el botón derecho del *mouse* sobre departamentos y abra la tabla de atributos. Desplácese hasta el final de la tabla: 2) ¿Cuántos condados están representados en el conjunto de datos? Cierre la tabla. Seleccione el icono *Identify* e indique que desea identificar el vector "departamentos". En el área de visualización presione el botón izquierdo del *mouse* en uno de los polígonos. Algunos datos (con “\_2004” en el nombre del campo) son del año 2004, mientras que los otros datos (con “\_1996” en el nombre del campo) son de 1996. Todos los datos son auto-reporte de los valores, o sea la forma cómo la gente

se enumera en los formularios del censo. 3) Liste 2 ventajas que un "auto-reporte de" Censo ofrece a los analistas de datos. 4) Liste 2 desventajas o limitaciones que un "auto-reporte de" Censo ofrece a los analistas de datos. 5) Disfrute de los nombres de los campos a continuación y se describen brevemente los tipos de datos que se puede analizar en este conjunto de datos.

### **Análisis de la tabla de atributos**

Vuelva a la tabla, seleccione el campo "Total\_1996", acceda al menú del campo (presione el botón derecho del ratón) y escoja *Statistics*. 6) ¿Cuál fue la suma total de la población en las provincias del Uruguay en el 2004, de acuerdo con esta base de datos? 7) ¿Cuál es la media de la población del país en el 1996?. Seleccione el campo "Rural2004" y abra su menú. Esta es la población que vivía en áreas rurales en 1996. Seleccione "Resumir". 8) ¿Cuál fue el total de población rural de Artigas en 1996, de acuerdo con esta base de datos? 9) ¿Cuál fue la media de la población rural del Uruguay en ese año de acuerdo con esta base de datos?. Retorne a la tabla de datos original y seleccione el campo "Urb96". Ordene los datos en orden descendente. 10) ¿En qué departamento la población urbana era la más numerosa y en cual la más pequeña?. Seleccione el campo (la línea) del departamento con mayor número de habitantes en área urbana, minimice la tabla, y observe que el departamento ahora está seleccionado con el mismo color que el campo en la tabla. Seleccione Identity (ícono con una letra i), posicione el puntero en el departamento seleccionado y presione el botón izquierdo para obtener la estadísticas básicas. 11) ¿Cuál fue el año con mayor población rural?, 12) ¿Cuántos habitantes fueron contabilizados en el 1996?, 13) ¿Cuál era la población total del departamento en 1852?

### **Simbolización y análisis de datos espaciales**

Acceda al menú la capa Departamento, seleccionándola y presionando el botón derecho del Mouse. Escoja, *Properties, Symbology*. Cambie la simbología de Single Symbol ("símbolo único") para Quantities, Graduated Colors ("graduación de colores"). En el campo de valor (*Field, Value*) seleccione "total1852". Seleccione Aceptar. Observe el mapa. Repita la operación con otros años y observe los cambios.

### **Acercamientos y desplazamientos en los mapas: uso de las herramientas para analizar áreas específicas**

Simbolice y describa el patrón de la población urbana, rural y total del Uruguay en 1996. El programa, por patrón de fábrica crea "pausas naturales", con

cinco categorías. El software busca automáticamente en el rango de datos y decide dónde colocar los puntos de quiebre. 15) Recordando lo que se indica para la media del 1996 de la población y mirando el mapa, es una clasificación de pausas naturales útil para el análisis de población? ¿Por qué o por qué no? Acceder a la Simbología de nuevo. En "clasificar" (lado derecho), experimentar con los otros métodos de clasificación: desviación estándar, área de cuantiles, igual, de intervalos iguales. 16) En su opinión que método de clasificación es mejor para se utilizar para el análisis de la población por departamento? ¿Por qué? . En la tabla de datos, seleccione el campo "Total2004", abra el menú del campo y seleccione "Resumir". 17) ¿Cuál fue la población total del Uruguay en 2004? ¿Cómo cambió a partir de 1996?. En la tabla de datos, seleccione el campo "Urb09." Esta es la población de uruguayos residentes en áreas urbanas en el 2004. Seleccione "Resumir". 18) ¿Cuál fue el total de población urbana en el año 2004 de acuerdo con esta base de datos? ¿Cómo cambió a partir de 1996?. Retorne a la tabla de datos original y seleccione el campo Rural09, abra el menú del campo y ordene los valores de forma descendiente. 19) ¿En qué departamento habían más uruguayos viviendo en áreas rurales que en cualquier otro del país en el 2004? Fue este el mismo condado de la que tenía la mayoría de la población rural en el 1996? ¿Por qué cree usted que este es el caso?. 20) ¿Hubo algún cambio entre los cinco departamentos que tenían la mayoría de los residentes rurales en 1996 y en el año 2004? Si es así, ¿qué cambió? Si se mantuvo igual ¿Por qué crees que sucedió esto?. 21) ¿Cuántos departamentos no informaron (0) residentes rurales en el año 2004? ¿Cómo ha cambiado desde 1996?. 22) ¿Cuál era la población urbana del país en 2004?. Ahora, analizaremos los datos de acuerdo con el género de la población. Cambie el campo de simbología para visualizar la distribución de hombre y mujeres: a) Haga un mapa de la población masculina en el año 2004 y b) Haga otro mapa de la población femenina de 2004. 23) Observe la distribución espacial revelada por cada mapa que acaba de crear y haga una descripción corta. Nombre por lo menos una de las razones para el patrón que se ve. 24) Contraste el patrón de la población total por departamento con la de hombres y mujeres.

### **Los porcentajes de mapeo**

Hasta ahora, usted mapeo las poblaciones totales. Si bien esto es útil, estos números sólo cuentan parte de la historia. Los departamentos con poblaciones de alto total a menudo tienen una alta población de todos los grupos de la personas dentro de

ellos, incluyendo hombres y mujeres. Esto enmascara los patrones que pueden ser interesantes o útiles. Cambie de la simbología para que en lugar de la cartografía de la población total, sea posible visualizar el porcentaje de mujeres (o de hombres) en 2004 en relación al total. Para ello, use la normalización de los datos de la siguiente manera: seleccione la opción de simbología *Graduate Colors* como anteriormente usando como campo de simbología el número de mujeres en el 2004. En el campo de normalización escoja Total04. Esto dividirá la población femenina de cada departamento por la población total. Seleccione Aceptar. 25) Haga por lo menos dos observaciones sobre el patrón de porcentaje de mujeres de cómo este mapa se diferencia de un mapa de la población total. 26) ¿Por qué el mapa de porcentaje de diferencia en el mapa de la población total?. 27) Haga el mismo tipo de mapa de porcentaje de hombres y compárelo con el de mujeres. 28) apunte por lo menos dos diferencias entre los patrones observados. Salve el proyecto como géneros.

### **El análisis de otras características demográficas**

Seleccione para análisis los cinco departamentos con el mayor porcentaje de población rural. En la tabla de atributos elija dos características, tales como la edad de 5 a 17, mediana de edad, las características de la vivienda, u otras características, y el estudio de esas características en sus departamentos. Compare estas características contra los departamentos con un bajo porcentaje de población rural. 29) ¿Se nota algún patrón en lo que respecta a la vivienda y las familias de los nativos americanos en comparación con la población en general? Si es así, ¿cuáles son? ¿Por qué crees que estos patrones existen? 30) ¿Cuáles son algunas limitaciones que existen en este tipo de análisis?

### **Analizando Ciudades**

Adicione la capa de datos de las ciudades si no se encuentra actualmente en el panel de control. Es posible que desee desactivar la capa de los departamentos para mayor claridad. Cambie la simbología de las ciudades para que se correlaciona Pop1996 y Pop2004. Estos dos mapas corresponden a los datos de los censos de Montevideo en 1996 y 2004, respectivamente. 31) Analice la distribución de la población total en 1996, 32) Examine la tabla de atributos ordene el campo Pop1996 por valores ascendientes. ¿Cuáles fueron los cinco barrios más poblados en 1996?. Cambie la simbología de la ciudad en para que se correlacione con esta información. Repita los mismos pasos para el 2004. 33) Analice la distribución de la población total en 2004 y 34) los cinco barrios más poblados. 36) ¿Por qué estos barrios

presentan dicho porcentaje más alto?. 37) ¿Las ciudades con un alto porcentaje de los habitantes se encuentran cerca o lejos del río? ¿Por qué o por qué no?

### **La toma de decisiones con SIG**

Digamos que usted está interesado en la gestión de un programa de salud para la población rural masculina en los departamentos más poblados del país. Para su programa, usted necesita encontrar departamentos con más de 5.000 habitantes con estas características. Active la capa de los departamentos. 38) En virtud de Selección por atributos, lo que la expresión no es necesario crear para encontrar los departamentos que cumplen con este criterio? Indicar que a continuación: 39) ¿Cuántos departamentos hay en la selección con más de 5.000 hombres en área rural en 1996 y en 2004?, 40) ¿Cuántos de estos están en esta categoría en relación al total?. Cambiar la simbología de los departamentos para "Gráficos" y seleccionar el tipo de gráfico de barras. Agregue los campos hombres06 y total06 para que el programa represente estos valores. 41) ¿Qué departamentos presentan el mayor número de hombre en área rural en relación al total? 42) ¿El mapa gráfico de la ayuda a su comprensión de la distribución de la población rural y total ? ¿Por qué o por qué no?

### **Analizar el cambio a través del tiempo**

Ahora ud irá examinar cuales fueron las regiones en las que aumentó o disminuyó el número habitantes en áreas rurales entre 1996 y 2004. Para tal seleccione los departamentos en que la población rural en 1996 > 2004. Estos son los departamentos con retracción en el área rural. 44) ¿Cuántos departamentos presentaron este patrón?. Examine el mapa y 45) Describa el patrón de los departamentos con disminución de la población e indican tres posibles razones. Repita el procedimiento anterior para comparar los departamentos que tuvieron aumento de población rural en el mismo periodo. Haga el mismo tipo de análisis en relación a la urbanización y compare los resultados. Seleccione un departamento de cada tipo de patrón, y 46) examine algunas de las estadísticas agrícolas y asocielas con la pérdida o ganó en la población ¿Cuáles son algunas de las razones de esta pérdida? ¿Existe una relación entre la pérdida de población y la agricultura? ¿Por qué?

### **Crear un mapa final**

Usando la opción de diseño (layout), crear e imprimir un diseño que contenga: Título, Escala, Flecha del norte, La leyenda Su nombre y un gráfico que muestra en

1996 y 2006 la población de los cinco departamentos más poblados. Sobre la base de su análisis, escriba un breve informe que describe la distribución de la población, el cambio, y las características en los departamentos del Uruguay. Incluir al menos dos mapas en su informe, e indicar cómo y por qué cree que la población va a cambiar en el futuro. Resumir en unas pocas frases acerca de cómo los SIG y la perspectiva espacial ha ayudado en su análisis.

### **Estudio de caso II: Análisis de las superficies**

Cualquier representación de la variación continua de una propiedad de la superficie a lo largo del espacio se llama el Modelo Numérico del Terreno (MNT) y, por lo tanto, el Modelo Digital de Elevación del Terreno (MDET) es una representación matemática computacional de la distribución espacial la altitud. En el ArcMap añade la capas curvas, ríos y el vertedero, la red de drenaje y el uso de la tierra (uso\_2005). En el menú del *Spatial Analyst* y seleccione Opciones. En el cuadro de diálogo que se abre indique cuál es el subdirectorio de trabajo, la extensión del área de estudio y el tamaño de la celda que se utilizará: 1. Seleccione la pestaña General, y en la opción WorkingDirectory, seleccione la\_plata\marins. En la opción Máscara de Análisis, escoja la de la capa. Por último, en la opción de la celda elegir el tamaño especificado en el campo de abajo y escriba el valor 10 en el campo en blanco para configurar que todas las matrices se crean con una celda de 10x10 m en este caso. Aceptar.

Para crear el MDET se va a utilizar la herramienta *3D Analyst*, que le permite generarlos a partir de las líneas de elevación y / o punto cotados en el terreno. Abra la tabla de atributos de las curvas y determine el campo que codifica la altitud. Cambie de la simbología, utilizando el campo altitud para asignar diferentes colores a las curvas de nivel diferentes: en el menú propiedades de las curvas, seleccione Simbología y en Categorías la opción para representar los elementos del mapa en categorías, en este caso la altura de cada línea. En el menú de las propiedades, seleccione las labels y actívalo en el menú de la capa. Para obtener el en el menú del 3DAnalyst, seleccione crear / modificar TIN. Este método, llamado de la red triangulada irregular se utiliza para ver, almacenar y crear los modelos numéricos de la superficie, mediante una triangulación entre puntos con valores conocidos (en este caso los valores de altitud. Ahíra debe elegir los parámetros: el nombre del campo que codifica la altitud y el tipo de triangulación que se le aplica. Usted puede crear un TIN a la vez o por etapas, a partir de datos de varios vectores de entrada o agregar

datos a un TIN ya existente . En este caso ud va a crear el modelo usando el vector Altura. En campo Source seleccione el campo que contiene los valores de altitud del terreno. Seleccione el método de masa de puntos para la triangulación. Dar el nombre de la salida curvas\_tin a la capa que será creada y Aceptar. Su red de triangulación irregular es añadida automáticamente a su proyecto. A seguir, seleccione en el menú 3DAnalyst la opción de convertir el TIN para un GRID. Utilizar como tamaño de celda de 10 metros y salvar la capa con el nombre de mdet\_10m. Para visualizar mejor su MDET, use una paleta de colores contrastantes. Tenga en cuenta que el drenaje regional tiende a ser desde el sur-sureste a nortenoeste y el elevación de la zona de estudio varía entre 480 y 575 metros sobre el nivel del mar. Una cuenca hidrográfica se define por la mayor superficie de terreno que el flujo de las corrientes de agua en un local. Una dada cuenca de drenaje en un SIG se pueden extraer utilizando un algoritmo que calcula la dirección del flujo y que otro que define donde se acula el agua.

El primer paso es comprobar si existen inconsistencias en los valores de altura en algunas partes del MDET, resultados de errores en los datos originales o en el proceso de interpolación. Para la corrección de estos errores, hay una herramienta llamada relleno (FILL). A través de este algoritmo, cada celda de la cuadrícula será analizada y su valor comparado con los 8 vecinos. Valores inconsistentes son indicados y será corregidos en etapa posterior. Usando el mdet\_10m que se construyó, delimite la dirección del flujo. En este método hay ocho direcciones de salida válida del flujo, que están relacionados con las ocho celdas adyacentes en las que el flujo puede ocurrir. Esta dirección es determinado por la búsqueda de la máxima pendiente de cada celda y se calcula dividiendo el valor más alto de cambio observado en el rango de altitud: en el ArcToolbox, seleccione Spatial Analyst, Hydrology, Flowdirection. Use el mdet\_10m como matriz de entrada y llame la dirección del flujo de flow\_dir. Para identificar los puntos de pérdida, en el ArcTool, Spatial Analyst, Hydrology, seleccione Sink. Utilice como entrada y flow\_dir e como salida sink\_dem. El programa identificará los puntos de pérdida. Ahora, para corregir los valores inconsistentes en el Spatial Analyst, Hydrology, seleccione Fill y use mdet\_10m como entrada y como salida de el nombre de mdet\_fill. Observar y comparar los resultados. Para delinear la cuenca de drenaje será necesario trazar de nuevo la dirección del flujo (Flow\_dir1) para el modelo corregido y con este delinear el Flow Accumulation en el Spatial Analyst, hydrology, seleccione como la

dirección de entrada y flow\_dir1 y llame la acumulación de salida flow\_acc.

Para delimitar la cuenca de drenaje, en la misma herramienta, elija como la dirección de entrada flow\_dir1 y la capa vertedero, la cual representa el punto de salida del agua en la cuenca. Llame su capa de cuenca\_mar y calcule su area: abra la tabla de atributos y añada un nuevo campo llamado area\_km2. En menú del campo seleccione calculadora y multiplique el número total de celdas (COUNT) por el valor del área de la celda expresado en km2.

Active para visualización apenas la acumulación del flujo y observe que los cauces de los ríos se definen a partir de la misma. Ahora, ud tiene que delimitar la red de drenaje del Corregozinho. En el Arc toolbox, seleccione álgebra de mapas, use el flow\_acc como capa de entrada y llame la salida drenaje. En el campo de expresiones, añada: con (flow\_acc > 100, 1).. Este comando selecciona todas las celdas que drenan más de 100 celdas para convertirlas en parte de la red de drenaje. Comparar el resultado con el vector de los ríos: Pregunta 1 - ¿Cuáles son las principales diferencias observa?; Pregunta 2 - ¿Cómo se puede explicar estas diferencias?.

Para determinar el orden de cada río en el Spatial Analyst, hydrology, seleccione Streamorder, usando como entrada la red de drenaje trazada a partir de la acumulación del flujo. Llame la capa de salida rios\_or y tenga en cuenta que el valor representa el orden de cada río. Para finalizar este paso, usted debe extraer usando la cuenca que delineó: el modelo digital Elevación del terreno (mdet\_fill), dirección (flow\_dir1) y acumulación (flow\_acc) del flujo, el orden de los ríos (riv\_or) y el mapa uso de la tierra (uso\_2005). En el Spatial Analyst, use Extraction by mask. Calcule el área de la cuenca ocupada por cada categoría de uso de la tierra: Que clases dominan el uso? ¿Cuál es el área cubierta por bosque nativo?

El área de un fragemento regular de un modelo de la superficie se obtiene multiplicando el largo por el ancho. Por lo tanto, salvo en los casos donde el terreno es totalmente plano, la superficie siempre mayor que el área en 2D. Compárelo estos dos valores, puede obtenerse una indicación de la rugosidad de la superficie o pendiente del terreno, cuanto mayor sea la diferencia, o más pronunciada será la rugosidad de la superficie. A la vez, el volumen, expresado en unidades cúbicas del mapa, es un espacio establecido entre la superficie y el plano de referencia en una altura determinada. El volumen se puede determinar por encima o por debajo de un plano para determinar la cantidad de material existente entre cierta altitud y la parte

superior de la colina o la cantidad de agua puede ser almacenada en un depósito a una altura determinada. Ahora ud calculará el volumen de material en la cuenca en la elevación de 500 metros y determinar el área y el volumen inundado por un embalse construido a una altura de 490 metros: 1 – en el menú del , seleccione Análisis de superficie, área y volumen. Use como superficie de la entrada, el mdet\_fill delineado en el paso anterior. Observe que en la opción de parámetros de referencia, el programa hace el registro automático de la altitud mínima y máxima de la cuenca la altura . Seleccione calcular las estadísticas para que el programa calcula en los los valores de la altitud deseada. 2 - Cómo desea calcular también la zona y el volumen del contingente de 500 metros y arriba de este valor, accione la opción de altitud en el punto de referencia (parámetros de referencia, la altura del plano) y coloque el valor 500. Seleccione Calcular las estadísticas; 3 - Por último, para determinar el volumen y el área inundada por el embalse construido a una altura de 490 metros, active la opción de altitud en el punto de referencia (parámetros de referencia, la altura del plano) y ponga el valor 490. Seleccione Calcular estadísticas. Analise los resultados de forma comparativa.

Varios modelos numéricos del terreno se pueden derivar del MDET, tales como la pendiente y aspecto (o la orientación). Estos atributos topográficos son ampliamente utilizados en el análisis ambiental, ya que influyen en la dirección y la acumulación de el flujo de agua, causando patrones característicos de erosión, el sombreado, y determinando la cantidad de la energía solar recibida y reflejada por la superficie, temperatura, entre otros. Use el mdet\_fill generar mapas de pendiente en porcentaje (pendiente\_p) y grados (pendiente\_g) en el Arctoolsbox, Surface, Slope. Visualize las diferencias. Ahora repita el mismo procedimiento para generar el mapa de aspecto, que identifica el dirección en sentido descendiente, es decir, la dirección de la pendiente, usando la herramienta Arctoolsbox, Surface, Aspect. Para ayudar a visualizar la topografía, una herramienta que se utiliza es el mapa de sombreado, que es creado a partir del mdet y un conjunto de datos sobre iluminación, tales como la dirección del ángulo de incidencia del Sol (azimut) y su altitud sobre el horizonte. Estos parametros són definidos por el usuario, de acuerdo a la fecha del año que desea evaluar. Para generar esta capa. En el Spatial Analyst, escoja Análisis de Superficies, Sombreado. Utilice como entrada el mdet\_fill superficie que creó en el paso anterior. Use como azimut (o la dirección del ángulo del sol que se mide desde el norte, hacia la derecha con valores entre 0 y 360 grados) el valor de 118 grados lo que significa

que estará representando la supercicie a principios de octubre a las 10:00 mañana. El segundo parámetro que necesita es la altitud o la pendiente del ángulo de la fuente de luz sobre el horizonte. La unidad también está en grados, que oscilan entre 0 (el horizonte) y 90. El ángulo a principios de octubre es de 55,5 grados. Por lo tanto, para el Sol cubre el noreste creando sombras en el lado suroeste. Llame la capa Sombra. Para ver el efecto de sobremaneto sobre los atributos de la superficie terrestre, debe colocar la capa sombra la final de la lista en tabla de capas y activarla para visualización, así como la capa que contiene el atributo que desea ver. Comience con el mdt\_fill, active el tema y con el botón derecho del ratón abra el menú de propiedades. Seleccione la simbología contrastante, elija una paleta de colores a continuación, seleccione la opción mostrar y modifique el valor del campo para 50% transparente. De esta manera usted puede ver el modelo digital y el sombreado de forma simultánea. Repita los mismos pasos con el uso de la tierra, teniendo en cuenta que en este caso usted debe elegir en la simbología, categoría y en el campo valor Clase.

Para determinar la largura de cada orden de río primero deberá hacer la conversión de matriz para vector (Spatial Analyst, convertir, raster to vector). Llame la nueva capa rios\_orv y use como campo de valor gridcode y como tipo de geometría de salida la opción polilínea. Abra la tabla de atributos y observe que ahora el campo GRIDCODE contiene los valores del orden de cada río. En Opciones (abajo a la derecha) seleccione agregar para agregar un nuevo campo en la tabla en la que se determinará la duración de cada segmento del río. Llame el campo de perímetro. Seleccione el nuevo elemento y abra su menú. Elija la opción de calcular la geometría, perímetro, unidad en metros. Calcule los valores de la largura de cada orden de río: seleccione el campo GRIDCODE, abra el menú y escoja Summarize, perímetro, suma. Dar el nombre de rios\_or\_per a la tabla con los resultados, que se añadirán automáticamente al proyecto. En este punto, se deriva la información necesaria para evaluar las características dimensionales de la cuenca del correoginho. Estos incluyen: perímetro (km) y el área (km<sup>2</sup>) de cuenca, la largura (km) y la densidad (km.km<sup>-2</sup>) de la red de drenaje y como la largura de cada río en la red para drenaje. Haga sus cálculos y registre sus resultados.

### **Caso de estudio III: mapeo de la vegetación nativa a lo largo del tiempo y**

### **análisis del efecto de las propiedades**

Definición del problema: para investigar cuales fueron los principales cambios en la cobertura y uso de la tierra en la cuenca de un pequeño arroyo en el noroeste de la cuenca del Araguaia, se plantearon las siguientes preguntas: 1 – ¿Cual era cuantitativamente y como estaba espacial y distribuída la cobertura vegetal nativa en las tres últimas décadas?; 2- ¿Que factores físicos y antrópicos pueden ser asociados con estos cambios? y 3-¿Como la propiedad de la tierra afecta esta distribución?

Por lo tanto, en este estudio de caso se evaluará el grado de cambios del uso de la tierra que se dieron entre 1975 y 1985, entre 1985 y 1995 y entre 1995 y 2007. Abra un proyecto nuevo, en blanco, y adicione las capas almacenadas en Araguaia. Cambie la leyenda usando como campo de simbología “Clase”. Para cada tema, abra la tabla de atributos y tenga verifique valor numérico (value) asociado a cada clase de uso. Usted necesitará esta información para poder desarrollar las ecuaciones en la calculadora de matrices, ya que el programa sólo es capaz de identificar los valores numéricos. Tenga en cuenta también el área de valores en la tabla de atributos. Para aislas apenas la vegetación nativa, use el módulo *Spatial Analyst*. Abralo y elija la opción calculadora de matrices (*Raster calculator*). En la nueva ventana que se abre, las capas se muestran en una lista en el campo a la izquierda. Para hacer las consultas se usa el cuadrado en blanco abajo de esta, el cual se utiliza para montar / ver las operaciones a realizar. Usando la calculadora ud. seleccionará todas las áreas que fueron bosques o cerrado en el 1975 y que se mantubieron como tal en el 1985, 1995 y 2007, o sea las que no pasaron para agricultura. Dado que la calculadora trabaja con valores numéricos, se debe establecer la ecuación con los valores numéricos asociados con cada clase (valor en la tabla de atributos el campo Value de cada clase y anotarlo en la tabla 1). Repita el procedimiento con los valores de las otras vegetaciones nativas. Una vez terminada la operación de una nueva capa binaria (valores zero y uno) se añadirá automáticamente a su proyecto. Las celdas, donde se convirtió el bosque en otro uso son asignadas con el número uno (hipótesis confirmada), y las que no tubieron cambio con valores zero.