



UNITED NATIONS  
Office for Outer Space Affairs



Santo Domingo – Republica Dominicana

Martes 14 de mayo de 2013

Docente: Ing. Héctor Mauricio Ramírez Daza ([hramirez@igac.gov.co](mailto:hramirez@igac.gov.co))

**Tema:** Imágenes multiespectrales de sensores remotos.

### Guía No 3.

#### Objetivo:

Realizar la clasificación digital no supervisada y supervisada de una imagen de satélite.

**Competencia interpretativa:** El estudiante es capaz de poner en práctica los conceptos adquiridos durante la clase teórica y adquiere destreza en la clasificación digital de imágenes.

#### Instrucciones

- Lea detenidamente toda la guía
- Verifique que cuenta con los elementos de hardware, software e insumos necesarios.
- Identifique y complete la información que se le solicita
- Utilice el material como se lo indica el profesor.
- Al concluir el ejercicio participe en la socialización de las diferentes respuestas expuestas

**Recursos:** Computadores de escritorio, Software ERDAS v11, imágenes de sensores remotos, respaldo bibliográfico sobre el espectro electromagnético.

## EJERCICIO 5. CLASIFICACIÓN DIGITAL

La clasificación digital comprende el proceso de conversión de una imagen continua a otra categorizada temáticamente, a partir de agrupación de los niveles digitales espectralmente similares. Existen dos métodos de clasificación: supervisado y no supervisado.

### 5.1 CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA

La clasificación no supervisada contempla los procedimientos de agrupación de los píxeles de una imagen según su similitud espectral, sin conocimiento previo del contexto temático.

#### Clasificación Digital No Supervisada

En este método no se requiere conocimiento de los tipos de cobertura *a priori*. El proceso se basa en la elección de las bandas espectrales de la imagen a clasificar, definición de número de clases espectrales, selección de los criterios de similitud y algoritmos de agrupación de los **ND** (Posada, 2008).



## UNITED NATIONS Office for Outer Space Affairs



En este método es el propio algoritmo quien define las clases de acuerdo a los datos. Para llevar esto a cabo es necesario suministrar algunos valores tales como el número de clases que se desea crear los tamaños mínimos y máximos de cada una, o ciertas tolerancias para la distinción entre clases. Estos parámetros (guían) al algoritmo en la definición de clases, que se produce en estos métodos de forma simultánea a la asignación de los elementos a una u otra de dichas clases. En general, se trata de procedimientos iterativos en los que una clasificación inicial va convergiendo hacia una final en la cual se cumplen las características buscadas de homogeneidad, número de clases, etc (Olaya, 2007).

Los métodos de clasificación no supervisado entrega una capa raster con los píxeles clasificados, sin embargo no se tiene conocimiento acerca de las clases de cobertura suministrados por el algoritmo, y será necesario estudiarlas después para saber que representa cada una de ella. Si en un método de clasificación supervisada definimos zonas de entrenamiento con distintas clases de suelo, el resultado será una capa con clases de suelo. Si diferenciamos según otro criterio, será ese criterio el que quede reflejado en la capa resultante. En el caso de la clasificación no supervisada no existe tal criterio, ya que simplemente se aplican operaciones estadísticas con los datos, pero no se trabaja con el significado de los datos. Al utilizar una zona de entrenamiento sí estamos empleando este significado, ya que le estamos diciendo al algoritmo que los valores de dicha zona representan una clase dada, esto es, que “significan” dicha clase (Olaya, 2007).

La elección de las bandas originales o sus derivadas depende del análisis estadístico de estas, por separado y en conjunto, en cuanto a su comportamiento espectral y separabilidad radiométrica. Por ejemplo, una imagen de LANDSAT\_TM 5 cuenta con 7 bandas espectrales, de ellas estaría descartada la banda 6, por ser la banda de emisión de energía y no de reflexión. Las restantes bandas requieren de un análisis fundamentado, ya que al utilizar todas a la vez podría generarse la redundancia en información espectral, lo que afectaría los resultados finales. Con base en las experiencias prácticas se puede concluir que la utilización de 3 a 5 bandas, espectralmente contrastantes, es más que suficiente para una clasificación (Posada, 2008).

El número de clases depende del análisis visual de la imagen, de los histogramas de las bandas y es un proceso de pruebas. Es bueno correr la clasificación con el mayor número y paulatinamente ir reduciendo su cantidad, volviendo repetir la clasificación hasta llegar a un resultado razonable.

Junto a la capa de clases resultantes, los métodos de clasificación no supervisada proporcionan una definición de dichas clases a través de los valores estadísticos de las mismas. Estos valores se emplearán para asignar una interpretación a cada clase una vez éstas hayan sido definidas. Junto a ellas, es habitual añadir la varianza de cada clase, como indicador de la homogeneidad lograda en la clasificación (Olaya, 2007).

Aunque los métodos de clasificación no supervisada son válidos de por sí para establecer una separación categórica dentro de un área de estudio, es habitual que se empleen como soporte a métodos de clasificación supervisada. Mediante estos métodos se obtiene una primera división, que puede utilizarse posteriormente bien sea para la definición de zonas de entrenamiento o bien para operaciones más complejas como la segmentación de imágenes (Olaya, 2007).

El resultado de la clasificación no-supervisada es categorización de la imagen en clases espectrales y usuario debe asignar el significado temático a estas, donde resida su mayor limitación. Así que, en general, este

método nos es recomendable para producción de los mapas temáticas sino como paso previo la clasificación supervisada, la cual involucra conocimiento previo del área de estudio (Posada, 2008).

El método no supervisado pretende a identificar las clases espectrales presentes en la imagen, proporcionando resultados a veces difíciles para interpretar y poco conectados con las necesidades del usuario final y no es claro como este puede identificar las agrupaciones naturales (Posada, 2008).

**OBJETIVO ESPECIFICO:** Realizar una clasificación no supervisada de la imagen LANDSAT TM.

### PROCEDIMIENTO:

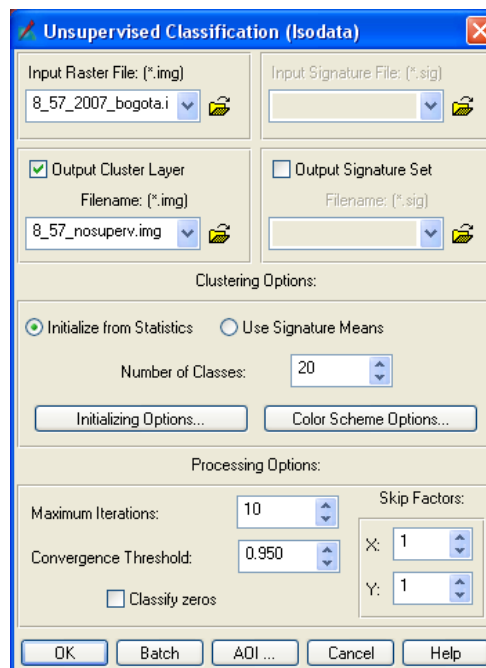
Desde la pestaña **Raster**, ir al grupo **Classification**, desplegar la opción **Unsupervised** y seleccionar **Unsupervised classification**. Se abrirá la ventana de **Unsupervised Classification (ISODATA)**; bajo **INPUT** seleccione la imagen que va a clasificar y bajo **OUTPUT CLUSTER LAYER**, entre el nombre de la imagen de salida.

Desactive la opción de **OUTPUT SIGNATURE SET** y confirme **INITIALIZE FROM STATISTICS** bajo **CLUSTERING OPTIONS**. Esto permitirá generar los clusters al azar. Entre el dato de 20 en el **NUMBER OF CLASSES**.

Entre 10 como **MAXIMUM ITERATIONS** bajo **PROCESSING OPTIONS**. Este es el número máximo que ISODATA utilizará para reagrupar los píxeles de la imagen. Confirme 0.95 como **CONVERGENCE THRESHOLD**. Esto significa que al llegar al 95% de la agrupación de los datos sin presentar cambios durante las interacciones, el proceso finalizará.

Oprima **OK** y espere a que se termine el proceso de clasificación.

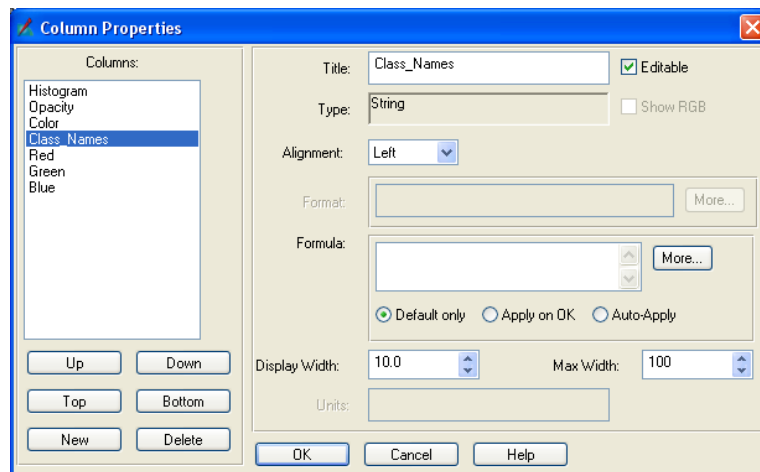
Figura 1 Menú de clasificación no supervisada



La segunda parte corresponde al proceso de evaluación de la clasificación, durante el cual se identifican y se asignan los nombres de clases y los colores. Compare la imagen original con la imagen clasificada.

Abra las dos imágenes (original y clasificada) en el mismo **VIEWER**, utilice la opción Swipe (Home, View, Swipe). Acceda a la pestaña **Table, View, Show Attributes**, allí se despliega la tabla de atributos en la parte inferior de la pantalla y se activan las opciones de la pestaña table, ahora vaya en esa misma pestaña a la opción **Query** y escoja **Column Properties**.

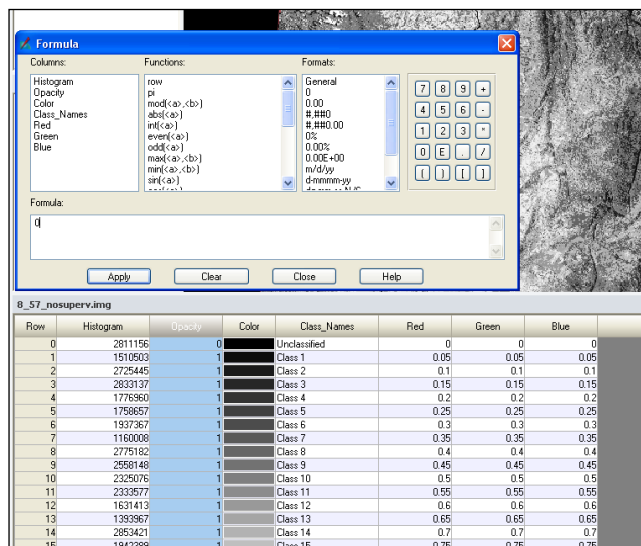
Figura 2 Menú Column Properties



Desde **COLUMN PROPERTIES**, bajo **COLUMN**, seleccione **OPACITY** y oprima **UP** para mover **OPACITY** debajo de **HISTOGRAM**. Seleccione **CLASS\_NAME** y con **UP** mueva por debajo de **COLOR**. Asigne el número 10 en **DISPLAY WIDTH**. Oprima **OK**.

Antes de iniciar el análisis de clases individualmente, se debe asignar el valor = 0 para todas las clases. En la Tabla de Atributos (ubicada en la zona inferior de la pantalla) oprima la palabra **OPACITY** de la columna **OPACITY**, para seleccionar todas las clases y oprima el botón izquierdo del mouse, seleccionando **FORMULA....**

Figura 3 Menú Formula

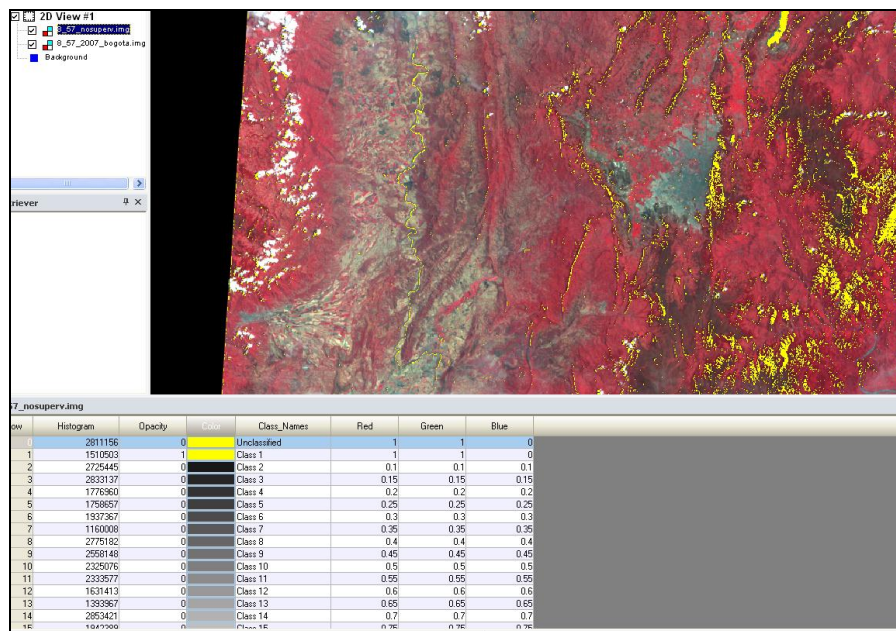


En la ventana de **FORMULA**, oprima **0** de la sección de números y **APPLY** para cambiar todos los valores en **OPACITY** a **0** y cierre la ventana con **CLOSE**.

En la misma tabla, bajo columna **COLOR** oprima el botón derecho del mouse para cambiar el color de la CLASE 1, por el color amarillo, después en la columna Opacity se le cambia el valor de 0 por 1.

En el Viewer se desplegarán todas las áreas correspondientes a clase 1 con el color amarillo. Desde la pestaña **Home**, ir al grupo **View**, allí desplegar la opción **Swipe**, seleccionar **Flicker**, en esa ventana oprima **AUTO MODE**. Sobre la imagen, la clase seleccionada comienza a aparecer y desaparecer. Analice a que clase temática corresponde esta área y asigne el nombre debajo de la columna **CLASS\_NAME** en **La Tabla de Atributos** y cambie el color según el contenido temático de esta clase.

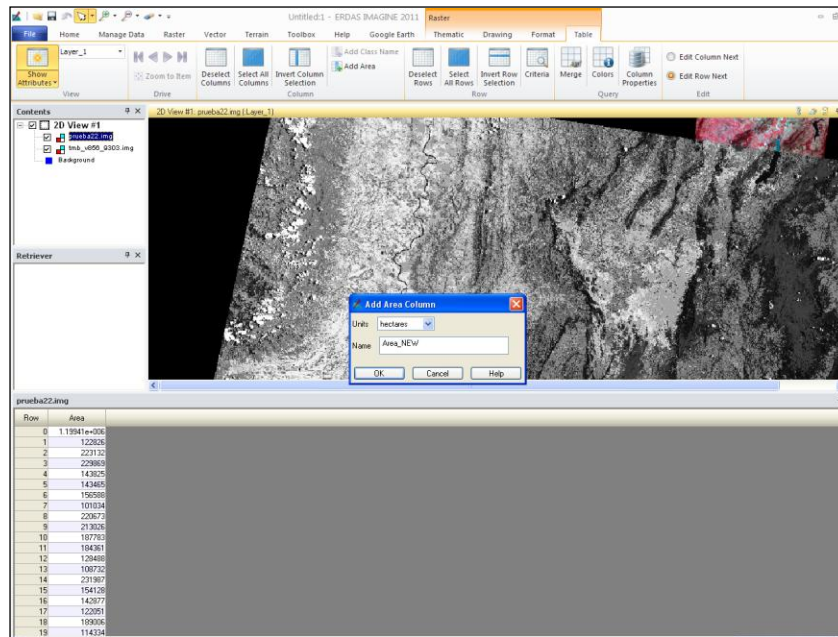
Figura 4 Imagen clasificada con mascara de opacidad



Cierre el **FLICKER** y asigne **0** en la columna de **OPACITY** para esta clase. Repita el mismo procedimiento para el resto de las clases. Al finalizar seleccione **FILE / SAVE** para salvar los cambios realizados.

Para calcular el área correspondiente a cada clase, seleccione **Table, Column, Add Class Name**, (para esto es necesario que el raster este georreferenciado caso contrario la opción Add column aparecerá desactiva), se despliega la ventana **ADD AREA COLUMN** dentro la cual seleccione **HECTÁREAS** como unidades de medida y asigne el nombre de columna y oprima **OK**. En **La tabla de Atributos** se desplegará la columna correspondiente al área por cada clase. Analice el resultado y cierre la aplicación.

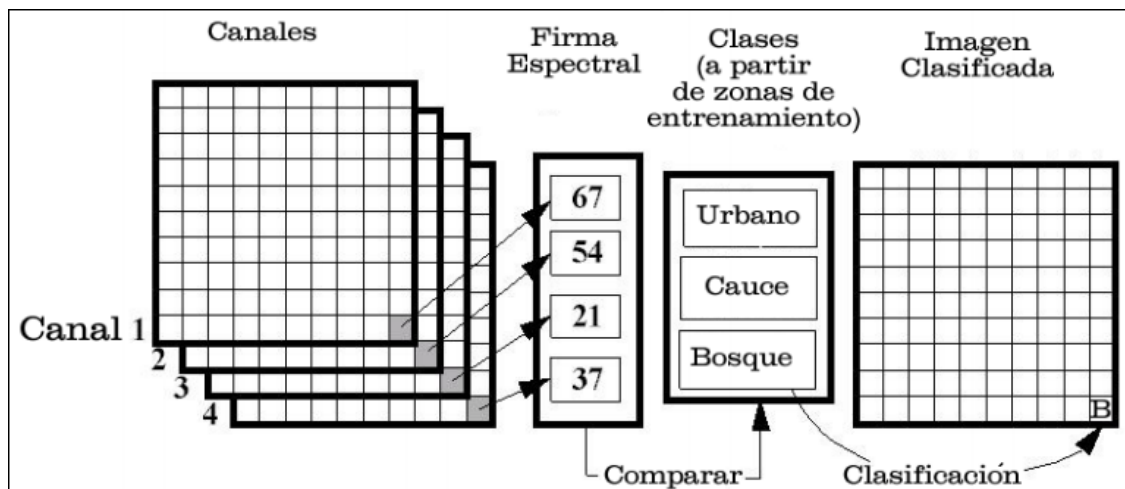
Figura 5. Menú de adición de la columna de área



## 5.2. CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

La clasificación supervisada requiere de cierto conocimiento previo del terreno y de los tipos de coberturas, a través de una combinación de trabajo de campo, análisis de fotografías aéreas, mapas e informes técnicos y referencias profesionales y locales. Con base de este conocimiento se definen y se delimitan sobre la imagen las áreas de entrenamiento o pilotos. Las características espectrales de estas áreas son utilizadas para "entrenar" un algoritmo de clasificación, el cual calcula los parámetros estadísticos de cada banda para cada sitio piloto, para luego evaluar cada **ND** de la imagen, compararlo y asignarlo a una respectiva clase (ver Figura 10). La clasificación supervisada pretende definir las clases temáticas que no tengan claro significado espectral, considerada por esto como un método artificial (Posada, 2008).

Figura 6. Esquema de Clasificación digital supervisada [Fuente: Olaya, 2007]





UNITED NATIONS  
Office for Outer Space Affairs



El proceso de clasificación supervisada, se puede resumir en las siguientes etapas: análisis visual y estadístico de la imagen y de sus bandas, elaboración de la leyenda del mapa, selección y delimitación de áreas pilotos, generación y evaluación de sus estadísticas y reajustes, elección y aplicación del algoritmo de clasificación, reajustes y clasificación de nuevo, y finalmente, la evaluación de los resultados y su presentación (Posada, 2008).

### **Análisis estadístico y visual de las bandas**

La etapa inicial consiste en valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de la imagen de modo multibanda, de sus contrastes, del comportamiento espectral de distintas cubiertas dentro las bandas espectrales y se evalúa la separabilidad espectral de las bandas en relación con estas. Al final se obtiene la primera apreciación sobre el número de posibles clases temáticas a discriminar, sobre las bandas a utilizar, y los posibles procesos adicionales para derivar las nuevas imágenes, que podrían ser útiles en la fase de clasificación (Posada, 2008).

Algunas de las medidas o gráficas útiles para el análisis de las bandas son las estadísticas multibanda, correlación, varianza y covarianza, los gráficos de dispersión entre bandas, etc.

Igualmente se seleccionan y se recortan las ventanas de trabajo, ya que es más operacional a realizar el procesamiento preliminar sobre las ventanas experimentales representativas y al final los procesos óptimos extrapolar sobre la totalidad de la escena (Posada, 2008).

En general, el análisis se orienta a definir las cuales bandas de una imagen multiespectral se utilizaran en el proceso de clasificación. La idea se basa de elegir las bandas donde se presente mayor contraste espectral entre las coberturas – objeto del estudio. Intuitivamente pareciera que cuando se utiliza un mayor número de bandas en una clasificación, el resultado de la misma es mejor (Posada, 2008).

### **Elaboración de la leyenda.**

Tomando en cuenta los objetivos del proyecto, el nivel de detalle requerido, la escala de trabajo y tipo de imagen a utilizar se revisan distintos sistemas de clasificación y se establece una leyenda específica (Posada, 2008).

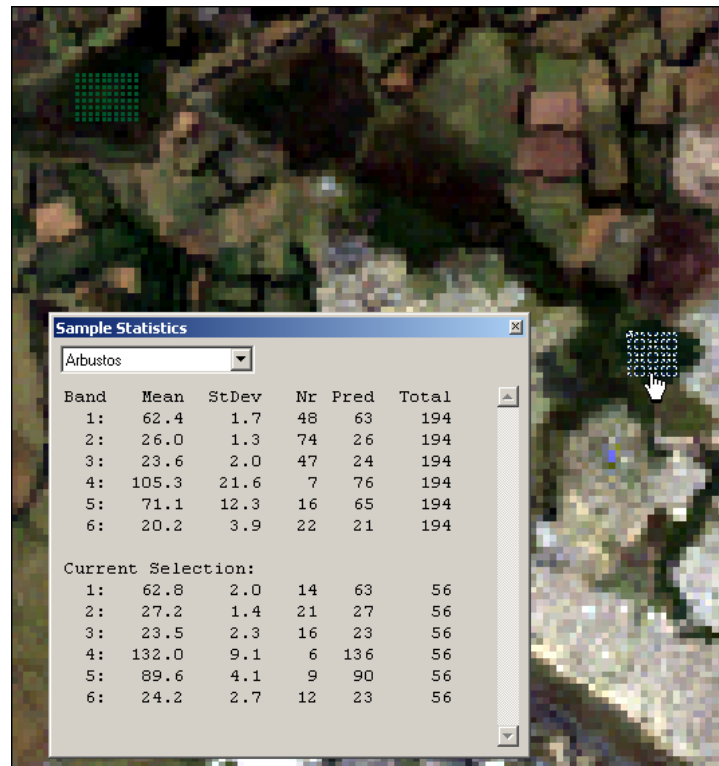
### **Selección y delimitación de las áreas de entrenamiento.**

Es la fase más importante del proyecto. Requiere previo conocimiento de las características del área, así como de las categorías que pretende discriminar. Con base de experiencias locales y profesionales, trabajo de campo, uso de fotografías aéreas y otra información secundaria se definen y se delimitan las áreas de entrenamiento o pilotos representativas de cada una de las categorías de interés (Posada, 2008).

Se basa en los criterios pictórico-morfológicos de la imagen, como: tono o color, textura, tamaño, forma, sitio, etc (ver Figura 7). La errónea selección de muestras conducirá a resultados erróneos. A partir de estas muestras el algoritmo clasificador calcula los ND que definen cada una de las clases y asigna el resto de los píxeles de la imagen a una de esas categorías. La delimitación se realiza mediante un ratón sobre la pantalla del computador. Se recomienda seleccionar varias muestras por categoría, para reflejar adecuadamente la variabilidad de la zona de estudio. Es importante contar con los datos de campo próximos a la fecha de adquisición de la imagen, con el fin de garantizar la consistencia entre la realidad y la imagen. Se recomienda evitar la delimitación de muestras en los sitios de transición entre las dos clases, ya que estas presentarían confusión espectral. Las áreas no deben ser muy homogéneas, obviando la variación real de las coberturas temáticas. El tamaño de la muestra, en teoría, puede ser de 9 píxeles.

El número de píxeles recomendable es de 200 píxeles como mínimo, distribuidos sobre toda la imagen en varios campos pequeños y no en una muestra grande, para no subestimar la variabilidad de esa categoría. Debe tener en cuenta las propias características de la imagen intentando abarcar las variaciones que se presentan para cada clase, su orientación, pendiente, densidad, vigor, contenido de humedad y tipo del suelo (Posada, 2008).

Figura 7. Selección y estadísticas de las áreas de entrenamiento



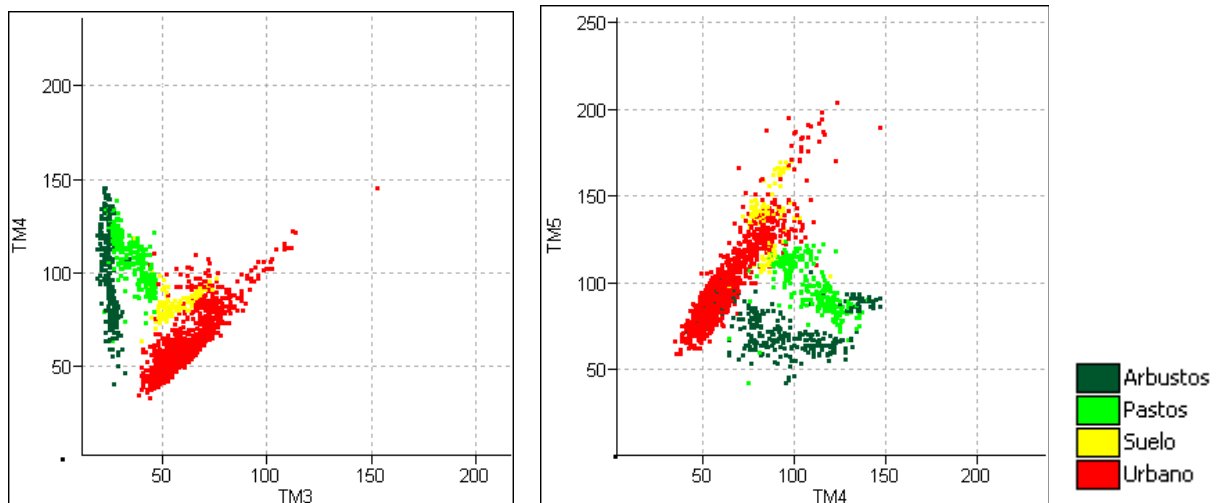
### Evaluación estadística de las áreas de entrenamiento

Las estadísticas evalúan el grado de representatividad de las áreas piloto y dan idea sobre la separabilidad espectral de las clases temáticas, lo que al final garantiza una buena clasificación. Existen métodos gráficos y numéricos para evaluar las estadísticas, un ejemplo de estadísticas básicas se presenta en la Figura 7.

Las más utilizadas son los diagramas de firmas espectrales y los diagramas de dispersión espectral. Se basan en el análisis de las medias aritméticas y desviaciones estándar, la primera indica el comportamiento espectral medio de los ND, y la segunda el grado de heterogeneidad de la muestra. En un diagrama espectral se plasman las bandas que intervienen en clasificación en el eje X y las medias de ND de cada clase, con este gráfico se evalúan las tendencias espectrales de cada clase, resaltándose el compartimiento de las bandas espectrales en relación con sus vecinas. Las líneas paralelas y cercanas indican de posible confusión espectral y las intersecciones entre las líneas, la buena separabilidad entre estos (Posada, 2008).



Figura 8: Gráficas de dispersión de áreas de entrenamiento en las bandas TM3, TM4 y TM5



### Elección y aplicación del algoritmo de clasificación

Con base de las áreas de entrenamiento delimitadas se puede iniciar el proceso de clasificación el cual es automático. El proceso consiste en agrupación de todos los píxeles de cada banda espectral a uno de las clases predeterminadas en la etapa anterior. El resultado será una nueva imagen donde los **ND** están categorizados en clases temáticas, y la cual se considera como un mapa digital formato raster. Pero antes de correr la clasificación se requiere elegir el criterio o algoritmo de asignación. Los más comunes son de Mínima Distancia, de Paralelepípedos, y de la Máxima Probabilidad o Verosimilitud (Posada, 2008).

**OBJETIVO ESPECIFICO:** Realizar clasificación supervisada de la ventana de la imagen LANDSAT TM.

### PROCEDIMIENTO:

#### RECOLECCIÓN DE ÁREAS DE ENTRENAMIENTO Y GENERACIÓN DE SIGNATURAS

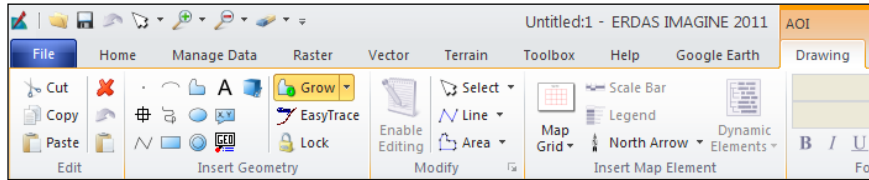
Despliegue la imagen que se va a clasificar en una composición a color apropiada y aplique los mejoramientos necesarios para disponer de una vista óptima para la identificación y delimitación de los patrones o áreas de entrenamiento.


Analice el paisaje presente en la escena, identifique los principales tipos de coberturas presentes en la escena y elabore una leyenda que contenga las clases temáticas deseadas.

Desde el menú principal de ERDAS vaya a la pestaña **Raster / Classification / Supervised / Signature Editor**

Para iniciar, diríjase a **Drawing, insert geometry** (allí se encuentran las herramientas necesarias para la elaboración de las áreas de entrenamiento)

Figura 9: menú de Drawing



Analice la escena de la imagen y utilizando la opción de ZOOM del VIEWER haga un acercamiento a la parte de la imagen donde va a coleccionar la primera área de entrenamiento, p.e, agua. Active el icono de POLYGON  y delimite el área de interés. Con el doble clic finalice la delimitación del polígono, el cual debe ser bordeado por una caja, indicando que este está seleccionado.


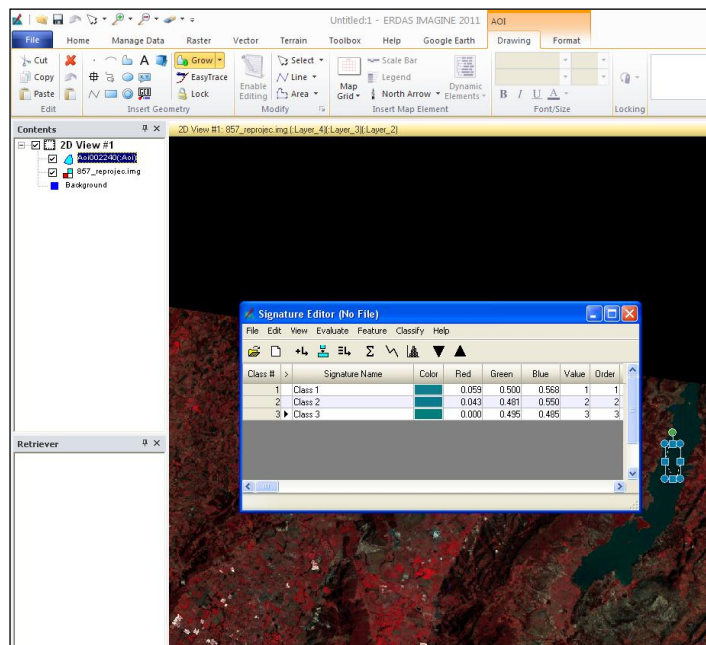
En la ventana de **SIGNATURE EDITOR** oprima el icono  de adición de firmas. Bajo la columna **SIGNATURE NAME** aparecerá consignada esta primera firma con el nombre de CLASS 1. Oprima el botón izquierdo del mouse y cambie el nombre por uno que represente la clase de cobertura seleccionada. Bajo la columna de COLOR, oprima el botón izquierdo y asigne el color apropiado para esta clase temática. Proceda con la generación de áreas de entrenamiento y sus firmas espectrales para otras clases de la leyenda.

Figura 10: Menú de asignación de clases del Signature editor



Recuerde, que áreas de entrenamiento deben representar la variabilidad espectral de la cobertura estudiada: sin ser muy homogéneos, ni muy heterogéneos; el tamaño de muestra debe ser como mínimo 10 veces más grande que el número de las bandas; si la cobertura presenta variación espectral, se generan varias áreas de

entrenamiento y para cada una se calcula la signatura espectral posteriormente los unen en una solo clase, p.e agua1, agua2, agua3 se unirá en clase de agua.

Para el área urbana, muy heterogénea como un conjunto, determine el area mediante uso de la herramienta **SEED GROWING**. Para esto, vaya a la pestaña Drawing, Insert geometry, despliegue Grow y seleccione




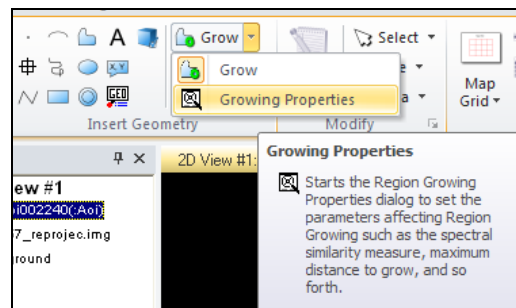
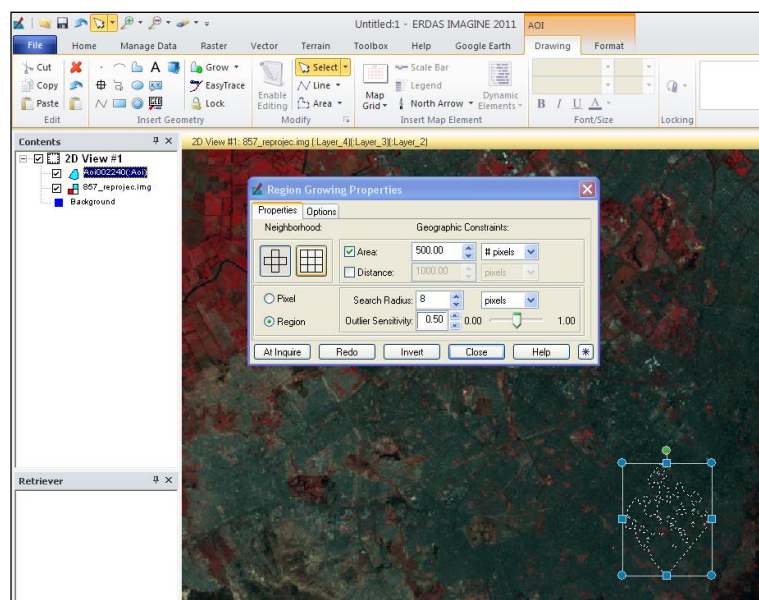
Growing Properties. Se abrirá la ventana de **REGION GROWING PROPERTIES**. Oprima el icono  y bajo **GEOGRAPHIC CONSTRAINTS** active la opción AREA y entre el valor 500 píxeles, máximo número de píxeles para incluir en el AOI. Bajo **SPECTRAL EUCLIDEAN DISTANCE** entre el valor 10.00. Bajo **OPTIONS...** asegúrese que esta activada la opción de **INCLUDE ISLAND POLYGONS**. Cierre la ventana.

Figura 11: Menú de captura de semillas ingresar áreas de entrenamiento



Haga clic sobre la imagen, bajo el área de interés y genere el polígono, En la ventana de **REGION GROWING PROPERTIES** cambie los valores de área y distancia (p.e. 1000 y 20) y oprima la opción **REDO**. Observe el resultado. Explore la opción **Option** y consulte **Help** para ver el significado de los parámetros de estas opciones. Después de la creación de AOI, adiciónelo en la ventana de **SIGNATURE EDITOR** y asigne un color apropiado.

Figura 12: Capa de AOI con información capturada para área de entrenamiento



Según sus criterios, utilice uno u otro método de recolección de áreas de entrenamiento para todas las clases temáticas.

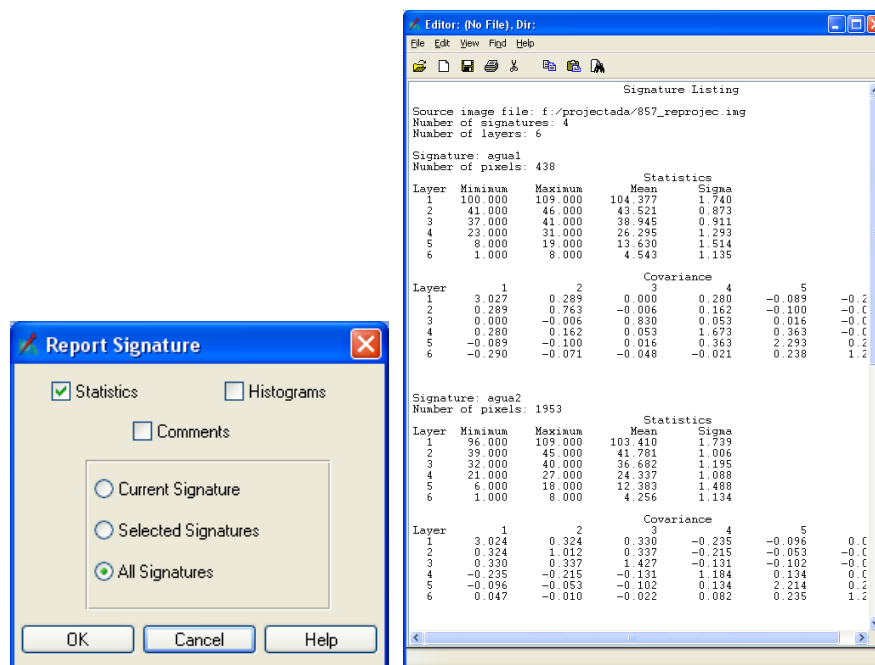
No olvides salvar las áreas de entrenamiento desde el Viewer con opción de **File> Save>AOI layer as...**; y las firmas desde la ventana **Signature Editor**.


### EVALUACIÓN DE LAS SIGNATURAS CREADAS

Una vez creadas las firmas, se pueden borrar, renombrarlas o fusionarlas; pero antes se debe realizar su evaluación mediante análisis Matriz de contingencia, separabilidad de firmas, Estadísticas e histogramas y curvas espectrales.

**Para iniciar la evaluación estadística**, dentro **Signature Editor** seleccione la opción **File-Report**, (Calcula estadísticas básicas: mínimos, máximos, media y desviación estándar de las áreas de entrenamiento para cada banda). Señale **Statistics y All Signatures**. Analice si algunas firmas se superponen estadísticamente, observe los valores de las desviaciones estándar y rango mínimo y máximo para cada clase.

Figura 13: Menú de reporte de información estadística de las áreas de entrenamiento



**Análisis de histogramas:** Dentro de la ventana **Signature Editor** utilice la opción  , para calcular y analizar los histogramas para cada área de entrenamiento en cada banda espectral. Los histogramas deben tener forma próxima a campana (Distribución normal), ser unimodal y tener los rangos de mínimo y máximo razonables para no traslaparse con las firmas de otras clases.


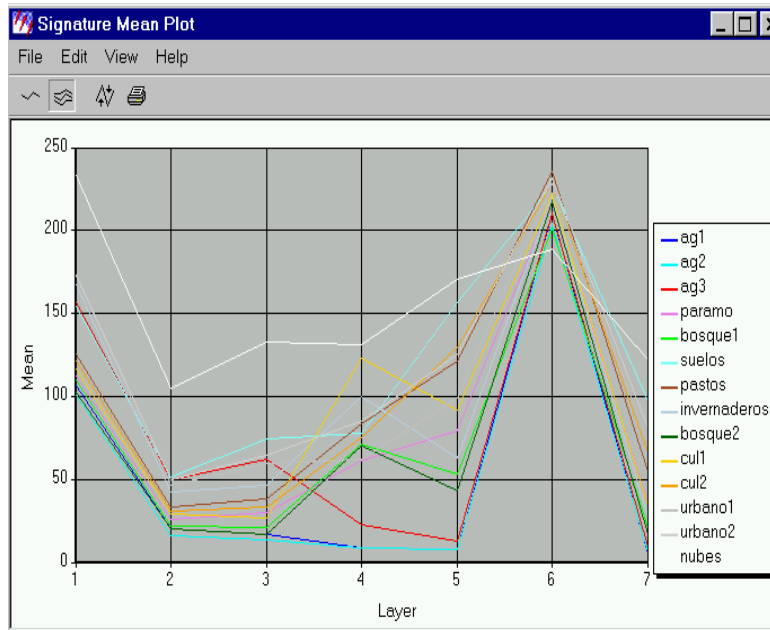
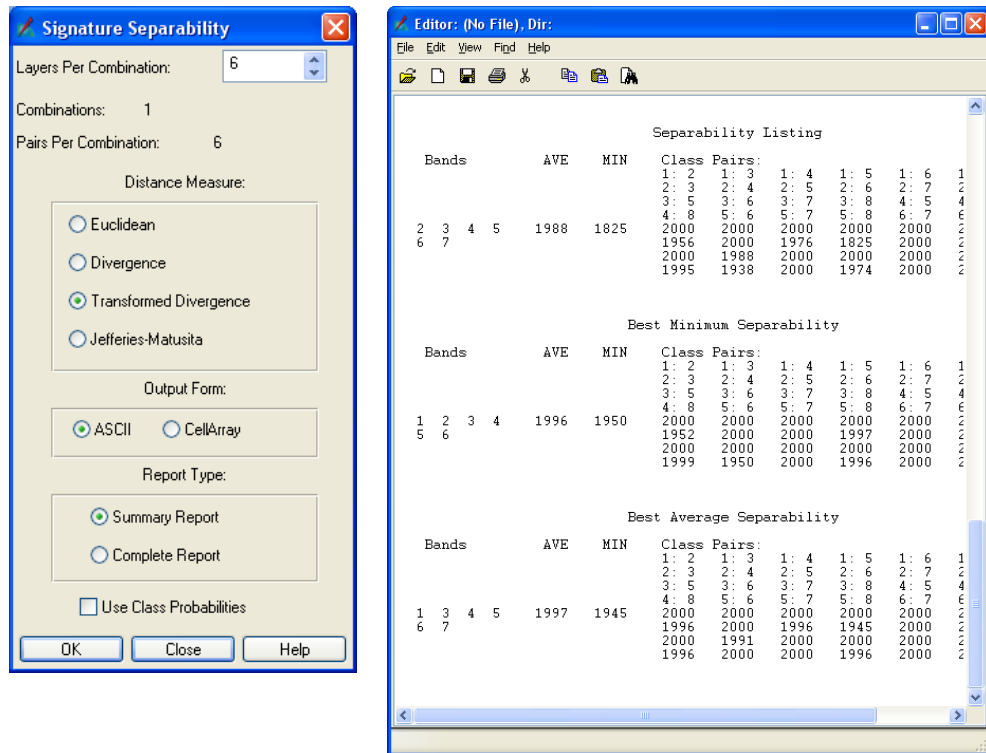
**Curvas espectrales:** Seleccione la opción **View - Mean Plots- Multiple Signature** u oprima el botón . Se abrirá la ventana de **Signature Mean Plot**, en la cual se observan las curvas espectrales de las áreas de entrenamiento. Analice en que bandas y que clases presentan traslapes y confusión espectral y deben ser cambiadas o reajustadas o unidas en una sola clase.

Figura 14: Gráficas de curvas espectrales de áreas de entrenamiento



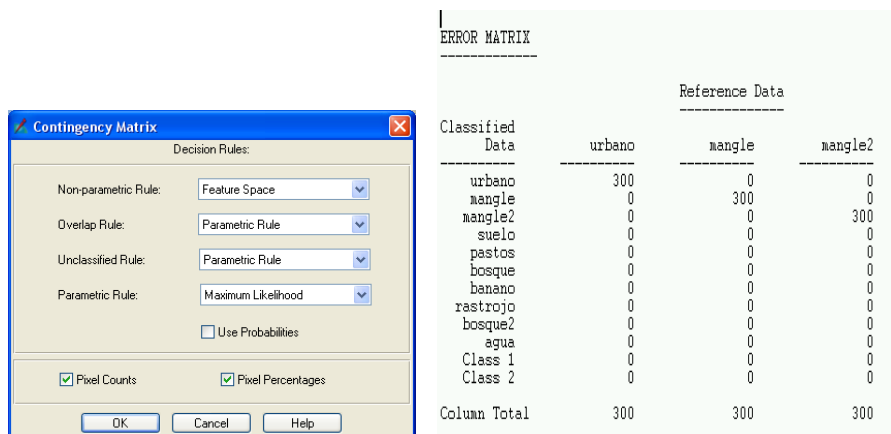
**Separabilidad espectral:** Seleccione la opción **Evaluate - Separability**. Aparecerá la ventana de **Signature Separability**. Seleccione las opciones de **Distance Measure - Transformed Divergence** y **Complete report**. Practique diferentes opciones frente a **Layers Per Combination**, para ver con que combinación de bandas se presenta mayor separabilidad entre firmas espectrales. Mediante este procedimiento concluya con que combinación de bandas se presenta mayor separabilidad espectral y que clases presentan baja separabilidad. (El valor mayor a 1950 - corresponde a excelente separabilidad, separabilidad media- entre 1950 y 1900; y baja separabilidad corresponde a valores menores a 1900.)

Figura 15: Menú de evaluación de la separabilidad espectral



**Uso de la matriz de contingencia:** Calcule la matriz de porcentaje de píxeles que se incluyen dentro el área de entrenamiento. Para este fin, seleccione desde la barra del menú de **SIGNATURE EDITOR** la opción **EVALUATE / CONTINGENCY...**, se abrirá la ventana de **CONTINGENCY MATRIX**. Defina los parámetros de las reglas de las decisiones según la ventana de dialogo presentada abajo. Oprima **OK** y espere que termine el proceso y analice los resultados.

Figura 16: Matriz de contingencia



## AJUSTES

Corresponden a acciones de borrar completamente una signatura, unir con otra signatura o recalcular la signatura a partir de redefinición de área de entrenamiento.

**Para borrar:** seleccione la signatura en columna **Class**, esta se iluminara con el color azul y con el boton derecho oprimido oprime la opción **Delete Selection**.


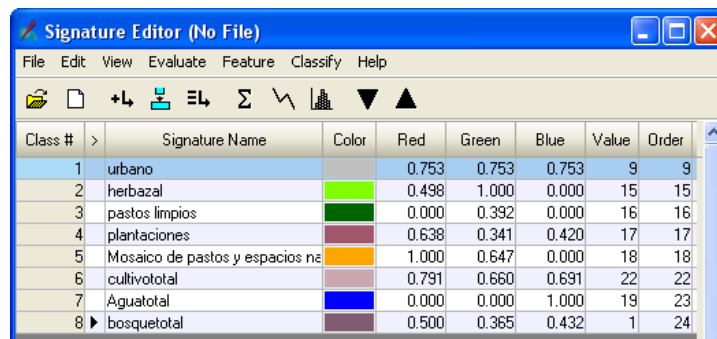


**Para unir:** con el uso de mouse y oprimiendo **Shift** de teclado, seleccione dos signaturas que se piensa a unir, p.e agua 1 y agua2; y luego, oprime el botón  (Merge selected signature). Al final de filas aparecerá nueva signatura, resultado de la unión (Class1). Las dos seleccionados siguen realizadas; con el botón izquierdo del mouse borra estas signaturas y a la asignatura de unión asigne el color de nuevo y un nombre, p.e.: agua.

Figura 17: Tabla de Leyenda a partir de las áreas de entrenamiento colectadas en edición

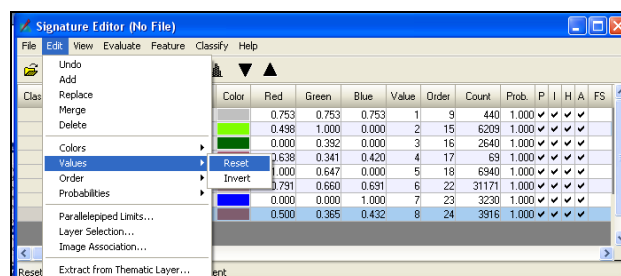


Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order
1	urbano		0.753	0.753	0.753	9	9
2	herbazal		0.498	1.000	0.000	15	15
3	pastos limpios		0.000	0.392	0.000	16	16
4	plantaciones		0.638	0.341	0.420	17	17
5	Mosaico de pastos y espacios na		1.000	0.647	0.000	18	18
6	cultivototal		0.791	0.660	0.691	22	22
7	Águatotal		0.000	0.000	1.000	19	23
8	bosquetotal		0.500	0.365	0.432	1	24

Para reemplazar una signatura o modificar: primero, en el Viewer ubica y seleccione su área delimitada, oprima el botón  Reshape, ubicado la pestaña Drawing, Modify, despliegue line, , en ventana de **Signature Editor** seleccione la signatura iluminando con el color azul y oprime el botón  (Replace Current Signature).

Al terminar ajustes, organice la signaturas en la tabla, ya que al unir las diferentes signaturas se alteró su orden; observa las columnas VALUE y ORDER. Para esto utilice la opción **Edit>Values>Reset** y luego **Edit>Order>Reset**.

Figura 18: Herramienta de reset para editar la tabla de categorías



Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
	0.753	0.753	0.753	1	9	440	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
	0.498	1.000	0.000	2	15	6209	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
	0.000	0.392	0.000	3	16	2640	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
	0.638	0.341	0.420	4	17	69	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
	1.000	0.647	0.000	5	18	6940	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
	0.791	0.660	0.691	6	22	31171	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
	0.000	0.000	1.000	7	23	3230	1.000	✓	✓	✓	✓	✓
	0.500	0.365	0.432	8	24	3916	1.000	✓	✓	✓	✓	✓

Finalmente, salve las áreas de entrenamiento desde el **File** y firmas desde **Signature Editor**, con nuevos nombres, para no dañar los primeros archivos. Evaluar de nuevo estas firmas y si está satisfecho, proceda con el siguiente paso: agrupación.

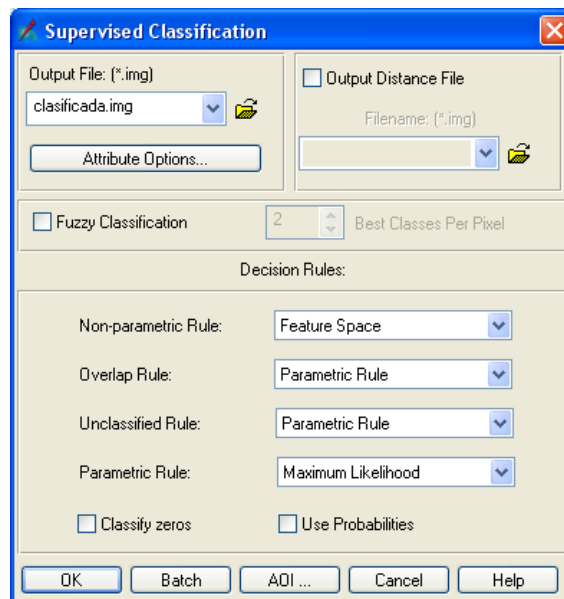
### AGRUPACIÓN ESPECTRAL

La etapa final de la clasificación corresponde a la agrupación de los ND de toda la imagen alrededor de las clases temáticas definidas en el proceso de patronamiento, mediante unos algoritmos específicos de agrupación, que pueden ser: Mínima Distancia, Mahalonobis Distancia y Máxima Verosimilitud. El mejor resultado de la agrupación ha demostrado ser el algoritmo de Máxima Verosimilitud.

Para realizar la clasificación, desde la ventana **Signature Editor** seleccione **Edit – Layer Selection**. Elija las bandas que presentaron mayor separabilidad, durante el proceso de evaluación de firmas espectrales. Cierre la ventana de dialogo de **Layer Selection**.

En la ventana **Signature Editor** oprima **Classify – Supervised**. Aparecerá la ventana de **Supervised Classification**; Asigne los parámetros de clasificación según se indica en la figura de abajo; escriba el nombre de salida del archivo para la imagen clasificada y clic en **OK**.

Figura 19: Menú de generación de la imagen clasificada resultado del proceso



Abra la imagen original con una combinación de bandas apropiada y sobre esta superponga la imagen clasificada. Utilizando la opción del SWIPE realice el análisis de correspondencia temática. También se puede proceder con el análisis utilizando los procedimientos realizados durante la clasificación no supervisada.



Figura 20: Vista de la imagen resultado de la clasificación digital

