

# Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora



## **Objetivo General**

El alumnado creará un mapa de cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km, a partir de un fichero digital de la imagen de satélite Landsat con el programa MultiSpec.

## **Visión General**

El alumnado utilizará el programa MultiSpec para agrupar píxeles con comportamiento espectral similar de las imágenes Landsat TM. Se clasificarán los tipos de cobertura terrestre correspondientes a cada grupo utilizando el sistema MUC. El alumnado hará uso de su conocimiento del sitio estudio GLOBE y de las mediciones del sitio de muestreo para evaluar la exactitud de sus mapas.

## **Objetivos Didácticos**

Obtener experiencia en el uso de los datos obtenidos a partir de la teledetección. Comprender la necesidad de recoger datos complementarios *in situ*. Crear un mapa y adquirir una perspectiva espacial o paisajística de la zona.

## **Conceptos Científicos**

### *Geografía*

- Las características y distribución espacial de los ecosistemas.
- Demostrar cómo el hombre modifica el entorno.

## **Habilidades de Investigación Científica**

- Clasificar la cobertura terrestre y crear un mapa de tipos de cobertura terrestre.
- Evaluar la exactitud del mapa de cobertura evaluando la exactitud.
- Identificar preguntas y respuestas.
- Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.
- Uso de las matemáticas adecuadas para analizar los datos.
- Desarrollar descripciones y predicciones a partir de la evidencia.
- Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, descripciones, y predicciones.

## **Nivel**

Intermedio y avanzado.

## **Tiempo**

Varios periodos de clases.

## **Frecuencia**

Una vez, pero se puede repetir si se investiga en más áreas dentro del sitio de estudio GLOBE.

## **Materiales y Herramientas**

Computadora.

Programa MultiSpec (proporcionado por GLOBE o descargado de la Web)

Imagen Landsat TM de 512 x 512 píxeles del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km (proporcionada por GLOBE).

*Guía de Campo MUC o Tabla del Sistema MUC y Glosario de Términos MUC.*

Mapas topográficos de la zona (si es posible).

Fotos aéreas de la zona (si es posible).

*Introducción al Programa MultiSpec y el Tutorial de Creación de Mapas con la Computadora* (del CD de MultiSpec)

Imágenes Landsat TM impresas del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km.

*Guía de Campo de Familiarización con la Matriz Diferencia/Error.*

**Preparación**

Copiar el programa MultiSpec en las computadoras que utiliza el alumnado.

Copiar la imagen en las computadoras utiliza el alumnado.

Familiarizarse con el MultiSpec y con el *Tutorial de Creación de Mapas con la Computadora* (del CD de MultiSpec).

Revisar el Sistema MUC.

*Tutorial de Evaluación de la Exactitud.*

**Requisitos previos**

*Actividad de Aprendizaje de La Odisea de los Ojos*

Revisar y practicar la *Introducción al Programa MultiSpec* y el *Tutorial de Creación de Mapas con la Computadora* (del CD de MultiSpec).

Habilidad para usar la *Guía de Campo MUC* o la *Tabla del Sistema MUC* y el *Glosario de Términos MUC*.

*Actividad de Aprendizaje de la Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves.*

# Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora - Introducción

Observar la imagen de satélite en color verdadero del sitio de estudio GLOBE. ¿Qué colores se pueden distinguir? ¿Qué significan estos colores? Comparar la imagen en falso color con la imagen en color verdadero. ¿Son las zonas que aparecen de un único color en la imagen en color verdadero del mismo tamaño y forma que en la imagen en falso color? ¿Qué clase de cobertura terrestre cree que representan los colores azul y negro? ¿Qué tipo de cobertura representan el blanco o el gris? ¿Qué aparece en verde en la imagen en color verdadero? Busque una zona en verde en la imagen de color verdadero; ¿de qué color aparece en la imagen en falso color? ¿Qué representan los diferentes tonos de verde en la imagen en color verdadero? ¿Cómo está representado este tipo de cobertura terrestre en la imagen en falso color? Repetir este proceso con los demás colores. Intentar encontrar su centro escolar en la imagen... debería aparecer como un conjunto de cuadros blancos o grises en el centro de la imagen. ¿Hay carreteras principales en la imagen? ¿Cómo aparecen? Intentar hacer una tabla (como la que aparece abajo), que haga corresponder los diferentes colores con sus tipos de cobertura terrestre.

Trabajar individualmente o con un compañero. Hacer un listado de preguntas que se quiera contestar sobre la imagen de satélite de la zona. De esta lista, o de una generada por toda clase, escoger una pregunta que se intentará responder cuando se construya un mapa a partir de la imagen de satélite. La pregunta puede tener una o más partes.

Muchos mapas se realizan a partir de *teledetección*. Los *datos tomados mediante teledetección* son datos tomados de zonas muy lejanas usando nuestros sentidos. El protocolo GLOBE que utiliza el alumnado imita lo que los científicos hacen. Los científicos que hacen mapas a partir de imágenes de satélites se hacen preguntas sobre esas imágenes y utilizan programas similares a MultiSpec para contestarlas. Este proceso utiliza métodos estadísticos estándares para identificar grupos en el mapa, denominados clusters. Los clusters son grupos de píxeles espectralmente similares que la computadora identifica y agrupa según patrones de reflectancia. La computadora asigna a cada cluster un color arbitrario. El alumnado debe clasificar el tipo de cobertura terrestre de cada cluster mediante el sistema MUC. Algunos tipos se pueden identificar a partir del conocimiento que el alumnado tenga de la zona, mientras que otros se identificarán mediante mapas topográficos, fotografías aéreas, etc., y datos recogidos utilizando el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*. Los científicos también utilizan el conocimiento adquirido en el campo o a partir de otros datos para identificar los clusters que la computadora crea. Una vez que se hayan recogido mediciones de sitios de muestreo de Cobertura Terrestre, se puede efectuar una evaluación de la exactitud del mapa para comprobar la exactitud de la clasificación de la cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE. Existe un *Tutorial de Evaluación de la Exactitud* en el *Apéndice*, que guiará a los estudiantes en los pasos a seguir. Los mapas de cobertura terrestre realizados por el alumnado GLOBE pueden ayudar a los científicos en su elaboración de mapas. Algunos mapas de alumnado GLOBE se pueden utilizar para ayudar a valorar los nuevos productos de los satélites (por ejemplo: satélites EOS de la NASA).

| Imagen en color verdadero | Imagen en falso color | Tipo de cobertura terrestre            |
|---------------------------|-----------------------|--|
| Ejemplo: blanco           | Ejemplo: Blanco       | Ejemplo: El centro escolar – edificios |
|                           |                       |  |
|                           |                       |  |
|                           |                       |  |

# Apoyo al Profesorado

## La Medición

Crear un mapa de cobertura terrestre supone un proceso subjetivo de clasificación. A partir del conocimiento del sitio de estudio GLOBE, se interpretarán los tipos de cobertura terrestre representados en los píxeles de la imagen del satélite. En el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente*, se realiza este proceso completamente a mano. Como alternativa, se puede utilizar un ordenador para ayudar en el proceso de agrupación de píxeles de la imagen, como se describe en este protocolo. El ordenador realiza un agrupamiento inicial de píxeles, pero se deberán interpretar los tipos de cobertura terrestre que representan estos grupos. Aunque al principio pueda parecer desalentador, se comprobará que, a medida que se identifican los grupos de píxeles (clusters) que se conocen, será mucho más fácil. Cada vez quedarán menos grupos por identificar. Al igual que los científicos toman datos de cobertura terrestre en el campo para identificar sus clusters, se deberían planificar visitas a los sitios que no se pueden identificar a partir del conocimiento previo, sus firmas espectrales, mapas topográficos y fotografías aéreas. En estas zonas se deberá llevar a cabo el *Protocolo de Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*, y enviar los datos a GLOBE. Una vez que el alumnado maneje el MUC, pueden también visitar sitios desconocidos para identificar el tipo de cobertura por sí mismo. En este caso, no hay que enviar los datos a GLOBE, pero sí se pueden utilizar para identificar los tipos de cobertura terrestre en el mapa que se está haciendo. Cuando se haya terminado el mapa, enviarlo a GLOBE.

El siguiente paso es comprobar la clasificación hecha por el alumnado a partir de una valoración de la exactitud (a mano o en la Web GLOBE) utilizando datos adicionales de sitios de muestreo de cobertura terrestre y el *Tutorial de Evaluación de la Exactitud*. A partir de esta evaluación, se podrá trabajar en la mejora de la exactitud del mapa o en estudiar el cambio que se ha producido en el sitio de estudio GLOBE, comparando una imagen de los 90 con una de 2000 (o posterior). Esta comparación se puede hacer utilizando *Protocolo de Detección de Cambios*.

**Seguimiento del profesorado:** Guardar la imagen con mejor agrupación de píxeles. Utilizar el menú Archivo para guardarlo en un disquete con formato TIFF. Si se dispone de una impresora a

color, imprimir copias de los mapas de cobertura terrestre del alumnado. Enviar los datos a la base de datos del alumnado GLOBE enviando por correo electrónico el fichero TIFF, o mandando una copia del fichero TIFF a GLOBE siguiendo las instrucciones que aparecen en la sección *Cómo Enviar Fotografías y Mapas* de la *Guía de Implementación*.

## Mediciones de Apoyo

Puede que sea necesario realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* en lugares donde se desconozca la clase MUC. Las mediciones del *Protocolo de Biometría* pueden ser necesarias en estos sitios.

## Preparación del Alumnado

El alumnado debería discutir lo que observa en las imágenes Landsat. Debe relacionar sus observaciones con mapas, fotos aéreas, y su propio conocimiento del lugar.

El alumnado debe familiarizarse con el sistema MUC, y discutir sobre los tipos de cobertura terrestre más comunes en la zona.

## Consejos Útiles

- Comentar e identificar ejemplos locales de los tipos de cobertura terrestre, consultando mapas topográficos y discutiendo sobre clasificación antes de comenzar este protocolo.
- Se recomienda aceptar el valor por defecto de diez clusters que aparece en el programa MultiSpec para empezar. Si no representa adecuadamente a los tipos de cobertura terrestre de la imagen se puede variar este número.
- Recordar que este es un proceso iterativo. No se tiene que identificar todo de una vez. Ni todo tiene que ser correcto. Se irá mejorando el mapa a medida que se adquiera conocimiento de la zona y se realicen mediciones en el campo.
- Pedir al alumnado que empiece por la identificación de los rasgos más obvios - generalmente cuerpos de agua y áreas urbanas - y después continúe con los tipos de cobertura más difíciles, como los diferentes tipos de cobertura vegetal natural.
- Algunas veces las sombras de las nubes pueden parecer lagos y estanques. (Ver la imagen de Beverly, MA, para practicar la identificación de nubes)

- Utilizar las imágenes en color verdadero y en falso color, ya que algunos tipos de cobertura terrestre serán más fáciles de distinguir en falso color y otras en color verdadero.
- El alumnado debe poner el nombre de la imagen en la *Guía de Campo* antes de comenzar.
- Si el alumnado realizó el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente*, utilizar el mismo tipo de clases que se hayan identificado en su mapa de clasificación o 10 grupos, el que sea mayor.
- Algunos bosques pueden ser espectralmente similares a los campos de cultivo en crecimiento.
- La imagen de satélite puede ser de hace varios años. La cobertura terrestre puede haber cambiado desde que se adquirió esa imagen, de manera que lo que se identifica en la imagen Landsat TM puede ser diferente de lo que se comprueba con las mediciones de campo. En este caso, el alumnado deberá tratar de identificar lo que había en el momento en el que se adquirió la imagen de satélite.
- Se necesitará hacer una comprobación de campo en las zonas en las que no se puede identificar el tipo de cobertura. Utilizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*.

Además del color de los píxeles de la imagen Landsat, hay otras características que ayudan a interpretar los tipos de cobertura de la imagen. Estas incluyen la forma, el tamaño, la ubicación, la asociación y la textura. Cuáles utilizar dependen de los rasgos de la imagen. A continuación se presentan algunos ejemplos de cómo utilizar estas características.

**Forma:** las zonas agrícolas tienden a tener límites lineales abruptos y formas geométricas como rectángulos y cuadrados. Los ríos y arroyos son lineales con muchas curvas y giros. Las carreteras generalmente tienen menos curvas que los ríos.

**Tamaño:** Las carreteras principales y los ríos se pueden distinguir de carreteras secundarias y arroyos.

**Situación topográfica o geográfica:** Si se está en una zona con montañas y valles, los bosques tenderán a encontrarse en las zonas montañosas de mayor pendiente, mientras que las praderas y las áreas agrícolas se encontrarán en los valles. Ya

que las imágenes Landsat se adquirieren por la mañana, las laderas en las que no da el sol estarán a la sombra.

**Asociación:** una zona con vegetación en un conjunto urbano puede ser un parque o un cementerio. Los humedales se encontrarán cerca de ríos, lagos o estuarios. Los centros comerciales se encontrarán cerca de las carreteras principales, ferrocarriles o canales.

**Textura:** en una imagen en falso color (combinación de bandas 4, 3, 2), las áreas comerciales generalmente serán de color azul claro o blanco. Las zonas residenciales, sin embargo, pueden aparecer de color azul claro, blanco y rojo. Los primeros indican edificios y asfalto, y el rojo indican los árboles y la hierba de las calles y de los jardines.

### **Preguntas para Investigaciones Posteriores**

¿Hay clases de cobertura terrestre que este proceso de creación de mapas con el ordenador no “distinga” o separe?

¿Separa este proceso artificialmente un tipo de cobertura terrestre en grupos diferentes?

¿Aumentar el número de grupos (clusters) (intentar con diferentes números) mejora la capacidad del ordenador para discriminar estos tipos de cobertura terrestre?

Si nunca se ha visitado la zona, pero se dispone de una imagen Landsat, ¿qué aspectos del entorno se percibirán de forma correcta y cuáles no se sería capaz de percibir?

¿Qué se podría hacer para mejorar la exactitud general?

¿Qué exactitud tiene el mapa si alguien quisiera encontrar un buen sitio para ir de picnic en el bosque?

¿Qué exactitud tiene el mapa si se quisiera saber cuántas veces se ha identificado correctamente un parque o un campo de juego?

¿Qué es mayor, la exactitud del productor o la del usuario? ¿A qué se puede deber?

¿Cómo podría la clase del año siguiente utilizar los datos para crear un mejor mapa?

# Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora

## Guía de Campo

### **Actividad**

Crear un mapa de cobertura terrestre utilizando el software de MultiSpec para agrupar los píxeles espectralmente similares de la imagen de satélite Landsat TM. Identificar cada grupo según el tipo de cobertura terrestre que se considera que representa a partir del conocimiento de la zona.

### **Qué se necesita**

- *Introducción al Programa MultiSpec y Tutorial de Creación de Mapas con la Computadora (del CD de MultiSpec)*
- Computadora capaz de ejecutar el programa MultiSpec.
- Programa MultiSpec.
- Imagen Landsat TM de 512 x 512 píxeles del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km
- *Guía de Campo MUC o Tabla del Sistema MUC y Glosario de Términos MUC.*

### **Qué Hacer**

1. Ejecutar el programa MultiSpec en la computadora.
2. Abrir el archivo que contiene la imagen Landsat TM del sitio de estudio GLOBE. Se llama \_\_\_\_\_.
3. Crear un nuevo proyecto y seleccionar *Cluster* del menú **Processor** (Procesador).
4. Seleccionar el número apropiado de clusters según el número de grupos que se desea clasificar. La primera vez se deberían crear 10 clusters, el número que aparece por defecto, a no ser que el profesor diga lo contrario. Proporcionar al sistema otra información como se indica en la *Introducción al Programa de MultiSpec y el Tutorial de Creación de Mapas con el Ordenador* (del CD de MultiSpec).
5. Una vez que se han creado los grupos en la imagen, examinar el área que se ha incluido en cada uno.
6. Asignar una clase de cobertura terrestre a cada grupo.
  - a. Si se conoce el tipo de cobertura de un área, asignar una clase de cobertura del sistema MUC al grupo.
  - b. Si no se conoce la cobertura terrestre de un área, utilizar los datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre de la zona para asignar la clase de cobertura terrestre según el sistema MUC.
    - Si no existen sitios de cobertura terrestre dentro del área de un grupo, realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* para un sitio en esta área.
    - Si hay varios sitios dentro de una misma área, utilizar sólo uno de estos sitios para asignar la clase de cobertura terrestre y reservar los demás para llevar a cabo la evaluación de la exactitud.
7. Renombrar cada grupo para hacerlo corresponder con su MUC correspondiente.
8. Guardar la imagen agrupada clasificada. Usar el menú **File** (Archivo) para guardarlo como fichero TIFF.

## Preguntas Frecuentes

### 1. ¿Cuántos grupos se deben hacer?

Para empezar se deberían utilizar los 10 clusters por defecto de MultiSpec.

### 2. Se ha utilizado MultiSpec para crear 10 grupos. En uno de ellos, se sabe que hay 2 tipos diferentes de clase MUC. ¿Qué se debe hacer?

En este caso se debería repetir la agrupación con otro número de grupos, por ejemplo, 12. Es también posible que las firmas espectrales de los dos tipos de cobertura terrestre sean tan similares que el programa no los pueda discriminar.

### 3. No se pueden diferenciar las carreteras de las áreas comerciales ¿Qué se debería hacer?

Las zonas urbanas, MUC 9, son las más difíciles de separar en una imagen de satélite. Están compuestas de minerales y poseen patrones de reflectividad similares. Es posible que no se puedan separar en el proceso de agrupación. Algunas veces se puede crear una sub-imagen aparte sólo con la zona urbana y realizar la agrupación, para diferenciar los tipos diversos de áreas urbanas. No se debe realizar esto a menos que se sea un usuario avanzado de MultiSpec.

### 4. ¿Qué ocurre si no se puede distinguir un tipo de cobertura terrestre vegetal de la imagen hasta los cuatro niveles MUC?

Si no se puede identificar la clase MUC completa de un área, se necesitará visitar esta zona y realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y las mediciones de biometría necesarias para completar la identificación MUC.

### 5. ¿Qué ocurre si dos de los grupos discrepan sobre el código MUC de una zona de la imagen?



Si los grupos no se ponen de acuerdo en el código MUC de una zona se necesitará realizar el *Protocolo de Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y cualquier medición de biometría necesaria para llegar a un acuerdo, a menos que se conozca a alguna persona que viva cerca del sitio y pueda validar el tipo de cobertura terrestre existente.

### 6. ¿Qué ocurre si existe una zona en la imagen que nadie sabe a qué código MUC corresponde?

La única manera asegurarse de obtener el código MUC correcto sería visitar el sitio y recoger datos de campo.

### 7. Se tienen un cuerpo de agua que no es negro, sino verde, o incluso marrón, ¿qué significa?

Tanto en la imagen en color verdadero como en la imagen en falso color, el agua es normalmente negra. Una excepción es el agua cristalina que se encuentra en algunas partes del Caribe. Si el agua aparece marrón, verde o gris, generalmente indica que existe algún material sobre la superficie del agua. Puede ser vegetación en desarrollo, o partículas en suspensión transportadas por el agua.

# Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora

## Interpretación de los Datos

### **¿Son razonables los datos?**

Después de crear un mapa de cobertura terrestre a partir de la imagen Landsat, se debería determinar si los tipos de cobertura terrestre identificados son razonables y precisos. Por ejemplo, si la zona se encuentra en un clima templado de latitudes medias, ¿aparecen en mapa tipos de cobertura que sólo se encuentran en la zona ecuatorial? ¿Tendría sentido encontrar tipos de cobertura exclusivos de zonas desérticas? ¿Hay clases de áreas montañosas y se está en una zona baja costera? Hay que hacerse preguntas como estas sobre el propio mapa de tipos de cobertura terrestre. Comprueba las clases y las definiciones MUC para determinar si las clases de cobertura del mapa tienen sentido para el sitio de estudio GLOBE.

A continuación, observe donde se encuentra cada uno de los tipos de cobertura terrestre del mapa. A partir del conocimiento del área y de otras fuentes de información, como la imagen Landsat impresa, mapas topográficos y fotos aéreas (si es posible), ¿tiene sentido la ubicación de los tipos de cobertura? Si no es así, ¿qué tipos de cobertura no tienen sentido?

Después de observar el mapa y comprobar si es razonable, se puede realizar una evaluación cuantitativa de la exactitud. El *Tutorial de Evaluación de la Exactitud* proporciona un ejemplo de cómo organizar los datos y llevar a cabo la evaluación de la exactitud.

### **¿Qué buscan los científicos en los datos?**

Mediante la teledetección los científicos no obtienen un buen porcentaje de exactitud que les sirva para realizar mapas a partir de imágenes de satélite. La exactitud necesaria depende del objetivo del mapa. Es muy interesante estudiar la matriz de confusión y observar qué clases de cobertura terrestre están confundiendo con otras. Todos los errores no son iguales. En la mayoría de los casos sería peor identificar un área de bosque de coníferas como agua, que confundir una zona con coníferas con un bosque de coníferas. Además estos científicos intentan mejorar sus mapas utilizando la información de la matriz de confusión. Estos intentos pueden suponer reunir más datos de cobertura terrestre para ayudar al en la clasificación, estudiar la firma espectral de los

diferentes tipos de cobertura terrestre, y/o aplicar diferentes técnicas de clasificación. La creación de mapas de cobertura terrestre a partir de imágenes de satélite es, generalmente, un proceso iterativo, y la evaluación de la exactitud puede repetirse muchas veces hasta obtener un mapa final. Una vez que los científicos tienen un mapa evaluado, lo utilizan para responder preguntas que ellos mismos se plantean. Pueden comparar la cantidad y la ubicación de áreas naturales y urbanizadas, los porcentajes de cada tipo de cobertura terrestre que son importantes para la comunidad tales como agricultura, humedales, transporte, áreas de recreo, etc., o localizaciones específicas de hábitats en estudio.

### **Ejemplo de Investigación de los Estudiantes**

Un grupo de alumnos de Kiev, Ucrania estuvieron trabajando en la creación de un mapa de cobertura terrestre de su sitio de estudio GLOBE. Con MultiSpec, crearon una imagen de 10 grupos (clusters). Identificaron 8 de estos grupos utilizando su conocimiento de los tipos de cobertura alrededor de sus casas y su centro escolar, y un mapa topográfico de la zona. Estaban inseguros sobre las clases MUC de los dos grupos sin identificar. Así que escogieron un sitio para cada cluster en la imagen Landsat. Diferentes alumnos fueron a cada uno de estos sitios y realizaron el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*. Un sitio tenía el código MUC 811 (Tierra cultivada, Agricultura, Cultivos en línea y Pastos). El otro sitio tenía un MUC 92 (Urbano, Comercial e Industrial). Utilizaron estas clases MUC para identificar los dos clusters no identificados de su imagen y asumieron que todos los demás píxeles de estos dos grupos tenían el mismo tipo de cobertura terrestre.

Después, los alumnos examinaron el mapa de cobertura terrestre que habían creado, y debatieron su aspecto. Estaban seguros de que el agua, el bosque cerrado y las áreas boscosas estaban correctamente clasificadas, pero se preguntaban si algunas de las áreas urbanas y de cultivo eran correctas. Concretamente, creían que:

1. Las carreteras se incluían en otras clases MUC 9,
2. Los campos agrícolas en barbecho y las áreas comerciales no estaban bien separadas en grupos diferentes,
3. Los campos agrícolas verdes y zonas no agrícolas no estaban tampoco separados correctamente.

Decidieron comprobar si sus hipótesis eran correctas.

*Figura CT-MO-1: Kiev, Ucrania. Sitio de Estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km*



Figura CT-MO-2: Mapa No Supervisado Agrupado de Cobertura Terrestre de Kiev, Ucrania, con Dos Clases sin Identificar

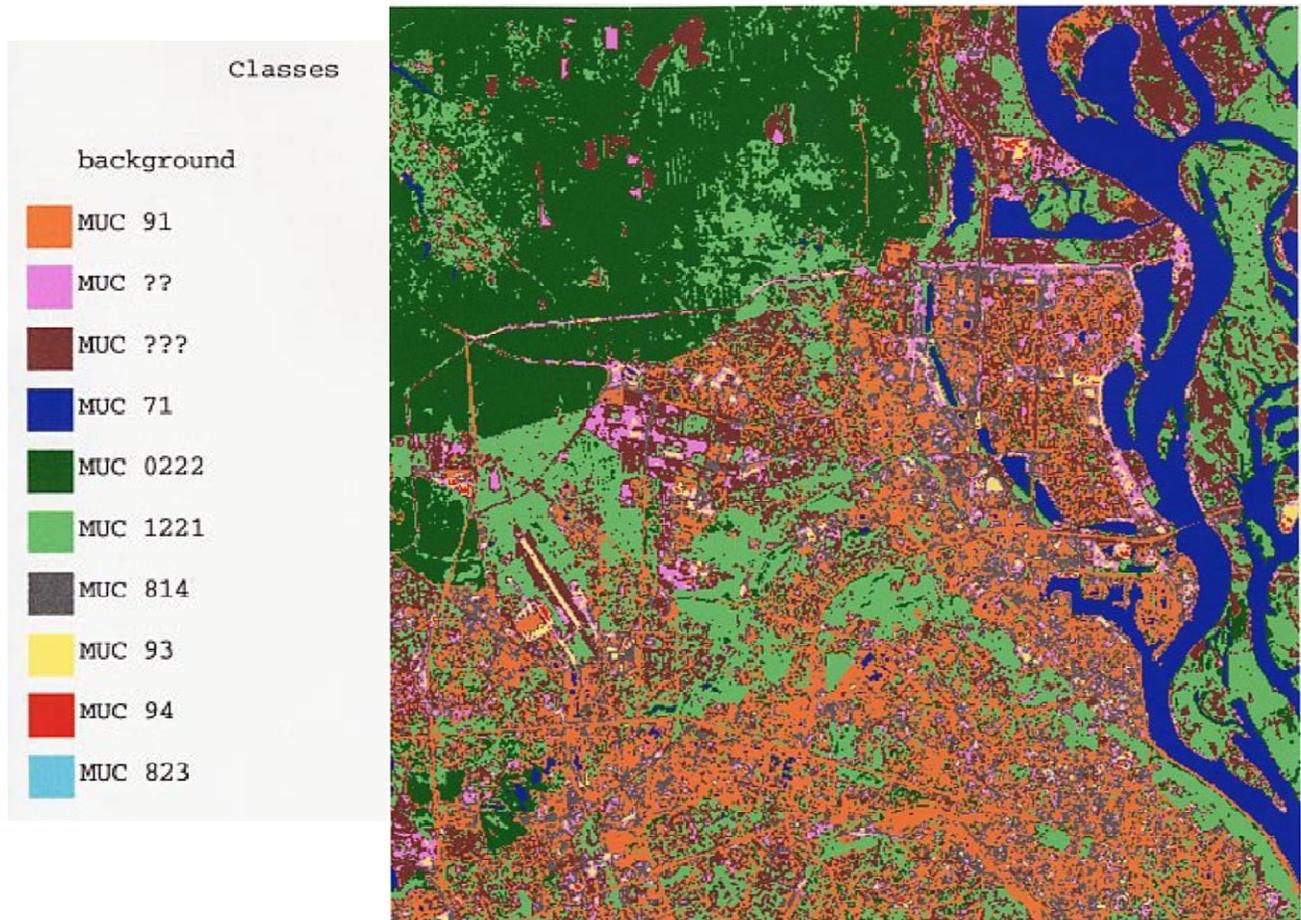
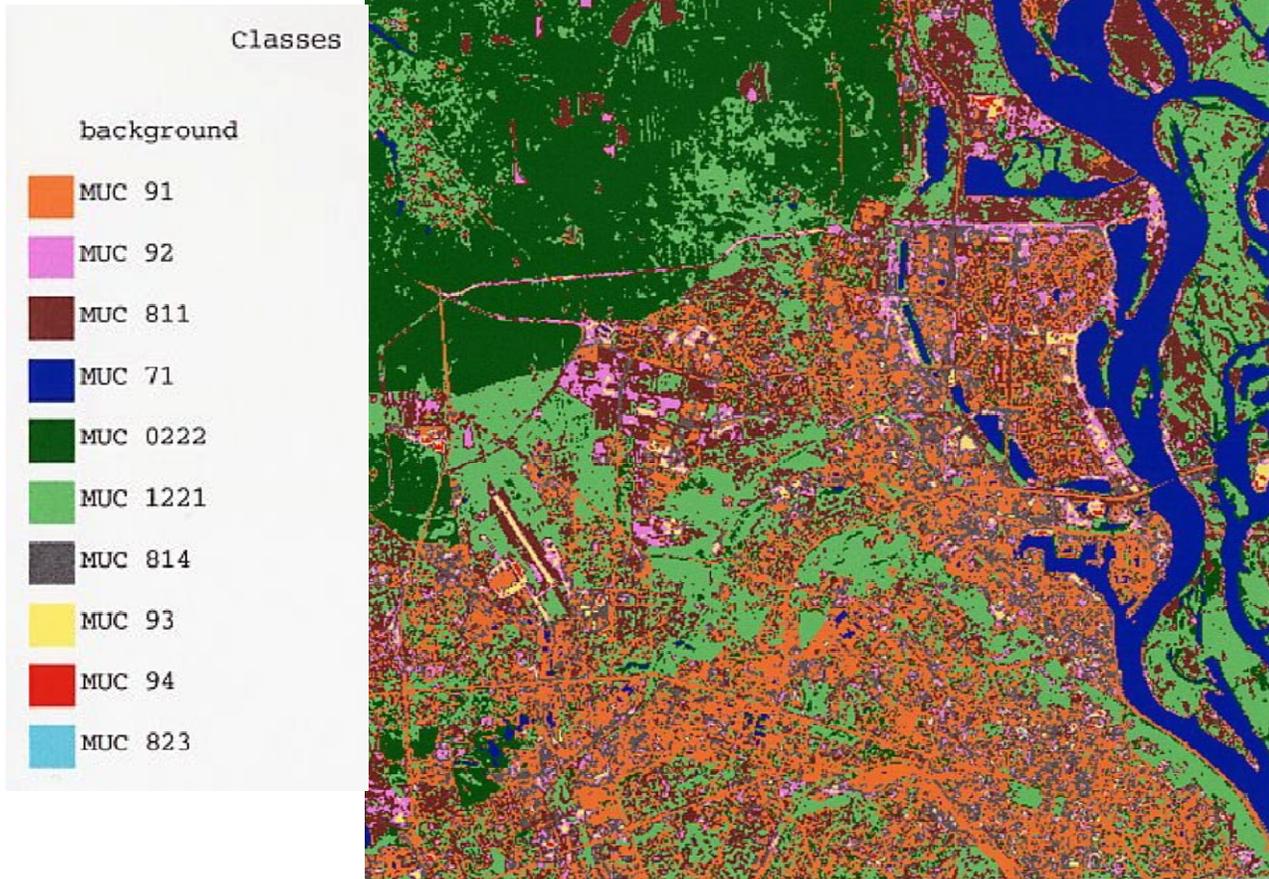


Figura CT-MO-3: Mapa de Tipos de Cobertura Terrestre de Kiev, Ucrania





A principios de curso, el grupo y otros compañeros de clase recogieron datos del *Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*. Además, la clase el año pasado recogió datos de otros tres sitios. Utilizando estos datos, en primer lugar crearon una tabla comparando su clasificación de la

imagen agrupada y los datos de validación de los sitios de muestreo (ver la Tabla siguiente). Recordaron NO incluir los 2 sitios que usaron para identificar sus grupos desconocidos. Consiguieron un total de 15 sitios de validación.

## Hoja de Trabajo Llena de Evaluación de la Exactitud

|    | Nombre del Sitio                      | Datos de clasificación del mapa del alumnado del sitio de estudio GLOBE | Datos de validación del sitio de muestreo | ✓ | ✗ |
|----|---------------------------------------|---|---|---|---|
| 1  |                                       |   |   |   |   |
| 2  | Río                                   | 71  | 71  | ✓ |   |
| 3  | Hierba cerca del Aeropuerto           | 811   | 824                                       |   | ✗ |
| 4  | Granja de Juan                        | 811   | 811                                       | ✓ |   |
| 5  | Plaza central de la ciudad            | 92  | 92  | ✓ |   |
| 6  | Bosques cerca de la casa de Lorenzo   | 0222  | 0222                                      | ✓ |   |
| 7  | Pastos al otro lado del Río           | 811   | 4223                                      |   | ✗ |
| 8  | Vecindario de Luis                    | 91  | 91  | ✓ |   |
| 9  | Carretera nacional 66                 | 93  | 92  |   | ✗ |
| 10 | Propiedad de Natalia                  | 811   | 824                                       | ✓ |   |
| 11 | Aeropuerto                            | 93  | 93  | ✓ |   |
| 12 | Campo en barbecho de Jorge            | 92  | 811                                       |   | ✗ |
| 13 | Vecindario de la abuela de Leonor     | 92  | 91  |   | ✗ |
| 14 | Arboleda cerca de la casa de Janice   | 1222  | 1222                                      | ✓ |   |
| 15 | Bosque próximo a la casa de la abuela | 0222  | 0222                                      | ✓ |   |
|    | Mercado de María                      | 91  | 92  |   | ✗ |

### **Lista de Clases MUC**

- 0222 – Bosque cerrado, principalmente caducifolios, caducifolios con perennes, con árboles perennes de hojas aciculares.
- 1222 – Zona con árboles, principalmente caducifolios, caducifolios con perennes, con árboles perennes de hojas aciculares.
- 4223 – Vegetación herbácea, gramíneas de talla media, con árboles cubriendo <10%, árboles: caducifolios de hoja ancha.
- 71 – Aguas abiertas, agua dulce
- 811 – Tierra cultivada, agricultura, cosechas en línea y pastos
- 824 – Tierra cultivada, no- agricultura, otras no-agricultura
- 91 - Urbana residencial
- 92 – Urbana comercial e industrial
- 93 – Urbana, Transporte
- 94 – Urbana, Otros

Después de hacer la tabla, hicieron la matriz de diferencia/error.

| <b>Datos de Validación</b> |           |            |           |             |             |           |           |            |             |                |
|----------------------------|-----------|------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------|-------------|----------------|
|                            | MUC<br>71 | MUC<br>811 | MUC<br>92 | MUC<br>0222 | MUC<br>1222 | MUC<br>91 | MUC<br>93 | MUC<br>824 | MUC<br>4223 | Total<br>Filas |
| MUC<br>71                  |           |            |           |             |             |           |           |            |             | <b>1</b>       |
| MUC<br>811                 |           |            |           |             |             |           |           |            |             | <b>4</b>       |
| MUC<br>92                  |           |            |           |             |             |           |           |            |             | <b>3</b>       |
| MUC<br>0222                |           |            |           |             |             |           |           |            |             | <b>2</b>       |
| MUC<br>1222                |           |            |           |             |             |           |           |            |             | <b>1</b>       |
| MUC<br>91                  |           |            |           |             |             |           |           |            |             | <b>2</b>       |
| MUC<br>93                  |           |            |           |             |             |           |           |            |             | <b>2</b>       |
| MUC<br>824                 |           |            |           |             |             |           |           |            |             | <b>0</b>       |
| MUC<br>4223                |           |            |           |             |             |           |           |            |             | <b>0</b>       |
| Total<br>Columna           | <b>1</b>  | <b>2</b>   | <b>3</b>  | <b>2</b>    | <b>1</b>    | <b>2</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>   | <b>1</b>    | <b>15</b>      |

Calcularon que la exactitud total era de un 53%. Cuando estimaron la exactitud del usuario y del productor, se dieron cuenta de que las clases MUC para aguas abiertas, los bosques y las áreas arboladas estaban clasificadas correctamente, pero que muchas áreas desarrolladas no lo estaban. Creyeron que los datos apoyaban sus hipótesis.

*Porcentajes de Evaluación de la Exactitud*

**Exactitud Global**

$8 / 15 \times 100 = 53\%$

**Exactitud del Usuario**

| Clase MUC | Cálculo            | Exactitud Del Usuario |
|-----------|--------------------|-----------------------|
| 71        | $1 / 1 \times 100$ | 100%                  |
| 811       | $1 / 4 \times 100$ | 25%                   |
| 92        | $1 / 3 \times 100$ | 33%                   |
| 0222      | $2 / 2 \times 100$ | 100%                  |
| 1222      | $1 / 1 \times 100$ | 100%                  |
| 91        | $1 / 2 \times 100$ | 50%                   |
| 93        | $1 / 2 \times 100$ | 50%                   |
| 824       | 0                  | NE                    |
| 4223      | 0                  | NE                    |

**Exactitud del Productor**

| Clase MUC | Cálculo            | Precisión del Productor |
|-----------|--------------------|-------------------------|
| 71        | $1 / 1 \times 100$ | 100%                    |
| 811       | $1 / 2 \times 100$ | 50%                     |
| 92        | $1 / 3 \times 100$ | 33%                     |
| 0222      | $2 / 2 \times 100$ | 100%                    |
| 1222      | $1 / 1 \times 100$ | 100%                    |
| 91        | $1 / 2 \times 100$ | 50%                     |
| 93        | $1 / 1 \times 100$ | 100%                    |
| 824       | $0 / 2 \times 100$ | 0%                      |
| 4223      | $0 / 1 \times 100$ | 0%                      |

Debatieron como podrían mejorar la exactitud del mapa. Una alumna pensó que sería buena idea crear una nueva imagen agrupada utilizando más de los 10 grupos que en un principio se utilizaron. Pensó que su área tal vez tuviera más de 10 clases diferentes de cobertura terrestre, y que con un mayor número de grupos quedarían menos sitios sin clasificar. Otro alumno estuvo de acuerdo, pero también sugirió reunir más *sitios de muestreo de cobertura terrestre*. Él observó que muchas clases sólo tenían un sitio de validación. Pensó que con más sitios se podría realizar una mejor evaluación de la exactitud. Todos estuvieron de acuerdo y decidieron seguir ambas sugerencias.