

# Investigación de Cobertura Terrestre y Biología



Una Investigación de Aprendizaje de GLOBE™



# Un Vistazo a la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología



## Protocolos

Identificar los tipos generales de cobertura terrestre al nivel MUC 1

*Protocolo del Sitio de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre*

Datos recogidos una vez para cada una de las muestras de cobertura terrestre:

Ubicación GPS, fotos de la muestra, determinar la clase MUC

*Protocolo del Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre*

Datos recogidos una vez para cada muestra de cobertura terrestre:

Ubicación GPS, fotos de muestra, mediciones de biometría, determinar la clase MUC

*Protocolo de Biometría*

Datos recogidos una o dos veces por año para el Sitio de Estudio de

Biología, una vez para el Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre Cuantitativa

Determinar los tipos de vegetación dominante y co-dominante

Mediciones de biometría: altura y circunferencia de árboles, biomasa de hierba, cobertura del dosel y cobertura del suelo

*Protocolo del Sistema MUC*

*Protocolo de Mapeo de la Interpretación Manual de la Cobertura Terrestre*

*Protocolo de Mapeo del Agrupamiento no Supervisado de la Cobertura Terrestre*

*Protocolo de Evaluación de Precisión*

Crear una matriz de diferencia/error, calcular la precisión global e interpretar los resultados.

## Secuencia Sugerida de Actividades

[Ciertas Actividades de Aprendizaje son deseables antes de implementar los Protocolos]

Lea la *sección Detección Remota* que se encuentra en la *Guía de Implementación*

Lea las *Cartas de los Científicos* y *Entrevistas* de los científicos con sus estudiantes

Seleccione un sitio e identifique el tipo general de cobertura terrestre al nivel MUC 1

Ejecute los *Protocolos del Sitio de Muestreo de la Cobertura Terrestre Cualitativa o Cuantitativa*

Actividad del Pre-Protocolo de Aprendizaje: *Observaciones del Sitio*. Introduce conceptos de los sistemas

Ejecute el *Protocolo de Biometría*, defina el Sitio de Estudio de Biología

Actividad del Pre-Protocolo de Aprendizaje: *Clasificación de Hojas*. Introduce los conceptos de clasificación

Ejecute el *Protocolo del Sistema MUC*

Actividades del Pre-Protocolo de Aprendizaje: *Odisea de los Ojos*. Introduce la detección remota y *Me Gusta lo Emocionante*, que hace una introducción a las imágenes de color falso

Clase Tutorial: *Interpretación Manual* en el *Juego de Herramientas*

Clases Tutoriales: *Introducción al MultiSpec* y *Agrupación no Supervisada* si es que usted va a realizar el procesamiento de imágenes por computadora

Cumpla bien sea el *Protocolo de Mapeo de la Interpretación Manual de la Cobertura Terrestre* o el *Protocolo de Mapeo del Agrupamiento o No Supervisado de la Cobertura Terrestre*

Actividad de Aprendizaje Pos-protocolo: *Area de Descubrimiento*, que utiliza las imágenes creadas por los estudiantes

Actividad de Aprendizaje Pre- Protocolo: *Presentación de la Matriz de Diferencia /Error ó ¿Cuál es la Diferencia?*

Ejecute el *Protocolo de Evaluación de la Precisión*

# Tabla de Contenido

## ***Bienvenidos a la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología***

Carta de los Científicos .....	Bienvenida-4
Conozca al Equipo de Cobertura Terrestre y Biología .....	Bienvenida-5

## ***Introducción***

La Gran Imagen .....	Introducción-1
Los Datos del Estudiante GLOBE como información para los modelos .....	Introducción-3
Objetivos de Aprendizaje del Estudiante .....	Introducción-3

## ***Protocolos***

Cómo Realizar su Investigación de Cobertura Terrestre y Biología .....	Protocolos-2
Protocolo del Sitio de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre .....	Protocolos-12
Protocolo del Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre.....	Protocolos-17
Protocolo de Biometría .....	Protocolos-20
Protocolo del Sistema MUC.....	Protocolos-31
Protocolo de Mapeo de la Interpretación Manual de la Cobertura Terrestre .....	Protocolos-44
Protocolo del Mapeo del Agrupamiento No Supervisado de la Cobertura Terrestre .....	Protocolos-46
Protocolo de Evaluación de la Precisión .....	Protocolos-48

## ***Actividades de Aprendizaje***

Clasificación de Hojas .....	Actividades de Aprendizaje- 2
¿Cuán Preciso es? Introducción a la Matriz de Diferencia/Error .....	Actividades de Aprendizaje- 5
¿Cuál es la Diferencia? .....	Actividades de Aprendizaje-23
Odisea de los Ojos.....	Actividades de Aprendizaje-43
¡Me Gusta lo Emocionante! .....	Actividades de Aprendizaje-57
Area de Descubrimiento .....	Actividades de Aprendizaje-67
Observaciones del Sitio .....	Actividades de Aprendizaje-69
Cambios Estacionales en su Sitio de Estudio de Biología .....	Actividades de Aprendizaje-78

## ***Apéndices***

Hoja del Clinómetro .....	Apéndice-2
Tabla de Tangentes .....	Apéndice-3
Hojas de Trabajo de Datos de Cobertura Dominante/Co-Dominante .....	Apéndice-4
Hoja de Trabajo de Datos de Campo .....	Apéndice-6
Hoja de Trabajo de Datos de Clasificación MUC .....	Apéndice-8
Glosario de Términos en el Esquema de la Clasificación Modificado de la UNESCO (MUC) .....	Apéndice-9
Glosario .....	Apéndice-38

# Carta de los Científicos

Profesores GLOBE:

¡Hola y bienvenidos a los nuevos materiales de investigación sobre la Cobertura Terrestre y Biología! En realidad ellos no son totalmente nuevos. Los profesores y estudiantes de GLOBE han venido haciendo biometría en sus sitios de estudio “pixel” desde el comienzo del programa. Algunas clases también han estado interpretando imágenes satelitales de su área local, aunque esto no era un “protocolo” formal sino hasta ahora. Lo que hemos intentado hacer en este nuevo juego de materiales es ligar las mediciones biométricas con las observaciones



de tipo de cobertura, en un número de sitios de campo y con mapeo de la cobertura terrestre de su área, utilizando las imágenes satelitales proporcionadas a usted por GLOBE. En el proceso hemos agregado protocolos de biometría para tierras con pastos, en adición a los árboles, así como procedimientos para evaluar la precisión de los mapas de la cobertura terrestre, lo cual es un aspecto importante de la ciencia de sensores remotos y de monitoreo global. También hemos adoptado y modificado un nuevo sistema de clasificación para la cobertura terrestre, la cual esperamos que será más integral que el sistema utilizado anteriormente. La meta es comprometer a usted y a sus estudiantes en todas las fases de nuestra investigación en sensores remotos y mapeo de la Cobertura Terrestre en la Universidad de New Hampshire. Por favor, hágannos saber cómo lo estamos haciendo y qué es lo que ustedes piensan sobre los nuevos materiales.

Muy atentamente,

Los Investigadores Co-Principales de Cobertura Terrestre y Biología:

**David S. Bartlett**

David S. Bartlett, PhD

**Russell G. Congalton**

Russell G. Congalton, PhD

**Janet W. Campbell**

Janet W. Campbell, PhD

**Eleanor Abrams**

Eleanor Abrams, PhD

**Mimi L. Becker**

Mimi L. Becker, PhD

# Conozca al Equipo de la Cobertura Terrestre y Biología

Duplicar y distribuir a los estudiantes.

Entrevista a los Científicos

Bienvenida

Introducción

Protocolos

Actividades de Aprendizaje

Apéndice

Esta sección representa un esfuerzo combinado entre los equipos de Biometría y Evaluación de Precisión en la Universidad de New Hampshire para organizar la Investigación de la Cobertura Terrestre. El Dr. Russel G. Congalton es el Investigador en Jefe de ciencia y la Dra. Mimi Becker es la Investigadora en Jefe de educación del Equipo de Evaluación de Precisión. El Dr. David Bartlett es el Investigador en Jefe de ciencia y la Dra. Eleanor Abrams es la Investigadora en Jefe de educación del Equipo de Biometría. El Sr. Gary Lauten es un científico de proyectos del equipo de Biometría. Esta entrevista es con estos miembros de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología.

Dr. Congalton: Yo manejo datos satelitales, fotografía aérea y sensores remotos o mapeo de la Cobertura Terrestre en casi todo el mundo. Mis títulos son en silvicultura. La gente no piensa en la silvicultura como una ciencia, pero es una ciencia verdadera e interdisciplinaria. Se necesita física, computación, biología, estadísticas y matemáticas para hacerlo bien.

GLOBE: *Cuando pienso en la silvicultura, creo estar ahí afuera en el bosque*

Dr. Congalton: - y jugando ajedrez con el Oso Fumarola.

GLOBE: *¿Y estando en una torre mirando la vida silvestre. Ahora usted está en una universidad. ¿Cuál era su imagen de la silvicultura anteriormente?*

Dr. Congalton: Yo no era Oso Fumarola. Nunca pensé que viviría en el centro de ningún lado y que lavaría mi ropa en un arroyo. Yo sigo yendo a los bosques regularmente. Me gusta estar en la oficina cuando está lloviendo o nevando. Me gusta jugar en la computadora.

GLOBE: *¿Usted pasa algún tiempo en un laboratorio?*

Dr. Congalton: Mi laboratorio es el laboratorio

de la computadora. Las computadoras nos permiten realizar análisis estadísticos al igual que manipulación de datos satelitales, la fotografía aérea, para nuestros propósitos de mapeo.

GLOBE: *¿La mayoría de la información con la que está trabajando proviene de los satélites?*

Dr. Congalton: Sí, pero necesitamos verificar los datos satelitales con lo que está pasando en la tierra. Hay ciertas cosas que no puedes saber por los datos satelitales, como por ejemplo especies de plantas que son demasiado pequeñas como para ser captadas por las fotografías satelitales. Nosotros queremos validar los mapas hechos con los datos de sensores remotos en los últimos años, de tal manera que nosotros podamos ver qué es lo que está cambiando en la Tierra. Nunca hemos determinado cuán reales son los datos o las fotografías satelitales de muchas áreas. Necesitamos saber cuán reales son los datos satelitales de los sensores remotos para verificar las decisiones que tomamos basados en esos datos.

GLOBE: *¿Qué clase de decisiones?*

Dr. Congalton: Hay muchas estimaciones sobre la cobertura terrestre en el Amazonas. Se han publicado denuncias y fotos que dicen: "X cantidad de árboles se cortan diariamente", pero nunca ha habido una investigación seria para determinar si eso es realmente verdadero.



Dr. Bartlett: Nosotros estamos utilizando modelos computarizados y nuestro conocimiento, por ejemplo, de cómo las plantas utilizan la luz solar, el agua y nutrientes, nos sirven para simular y finalmente predecir la conducta de los ecosistemas. Los estudiantes de GLOBE nos pueden ayudar. Al tratar de replicar las condiciones de un área en particular, por ejemplo, necesitas saber qué clase de vegetación hay ahí y sus condiciones ambientales. Los datos de GLOBE proporcionan esa información. GLOBE también es importante para la validación. El modelo de validación es un proceso para introducir el modelo y comparar los resultados con mediciones del mundo real.

GLOBE: *¿Al modelar, estamos hablando acerca de predecir el futuro en base a ciertos parámetros?*

Dr. Bartlett: Prediciendo el cambio. ¿Qué pasa si yo cambio el promedio anual de la temperatura en cinco grados? ¿O si reduzco la precipitación promedio anual de esta región en 50 centímetros? Ponga eso dentro de un modelo y vea lo que predice. Ese es el poder real de modelar, pero se apoya en la comparación de la producción con los datos reales, y el único dato real que nosotros generalmente tenemos proviene de nuestros limitados recursos y los datos de los estudiantes.

GLOBE: *¿Cuáles son los datos obtenidos por los sensores remotos?*

Dr. Bartlett: En el contexto de GLOBE, primeramente estamos hablando sobre datos satelitales. Los satélites tienen una ventaja por el hecho de que

recogen datos durante largos períodos de tiempo. Esto es lo que se necesita para un monitoreo ambiental global.

GLOBE: *¿Qué es lo que el satélite realmente ve y mide? ¿Puede detectar la vegetación? ¡"Hey, eso es verde! ¿Eso debe ser césped?"*

Mr. Lauten: Un satélite no sabe lo que ve. Todo lo que ve es una forma brillante de una porción de tierra. Landsat puede ver radiaciones visibles cercanas a las infrarrojas. Esencialmente, un satélite puede ver lo que tus ojos pueden ver, así como lo cercano a infrarrojo y mediano infrarrojo.

GLOBE: *¿Alguna vez han ayudado los estudiantes a verificar los datos satelitales?*

Dr. Congalton: No que yo sepa. Y ciertamente no a una de GLOBE.

GLOBE: *Una percepción común que se tiene de los científicos es que ellos son como un tipo de lobos solitarios que trabajan en sus laboratorios tarde en la noche. Pero ese no parece ser el caso. Aquí es colaborativo. ¿Por qué es eso?*

Dr. Becker: Estamos tratando con complejos sistemas en los niveles tanto globales como locales. La mayor parte del trabajo que hacemos es interdisciplinario, de tal manera que debemos trabajar juntos para resolver los problemas.

Dr. Bartlett: GLOBE es la única colaboración entre la ciencia y la educación científica. Nadie puede proporcionar conocimiento sobre todas las facetas de la ciencia ambiental del mundo, así como conceptos de ciencia para jóvenes estudiantes. Es común para las personas en

nuestra línea de trabajo el cooperar con científicos de otras disciplinas.

**GLOBE:** *¿Qué preguntas están tratando de responder con los datos de GLOBE?*

**Dr. Bartlett:** Cómo la Tierra funciona como un sistema total. Sin embargo, la Tierra es muy compleja. Una manera de simplificar ese problema es buscar procesos que vinculen esas diversas partes del sistema. Por ejemplo, hay un pequeño número de materiales importantes, compuestos y nutrientes que los seres vivos, de una u otra manera, necesitan y utilizan durante su vida. Estos elementos incluyen agua, carbón, nitrógeno, azufre y luz solar. Todas las plantas, ya sea que estén en ambientes áridos o en ambientes tropicales, necesitan una combinación de esos elementos para existir. De tal manera que nosotros investigamos los ciclos de esos elementos para tratar de producir un dibujo de como opera la vegetación. Y aunque los sensores remotos no pueden hacerlo todo, tienen un rol importante en ello.

**Dr. Becker:** Como científico de políticas, estoy preocupado de cómo la gente se relaciona con el ecosistema. ¿Cómo mantener sistemas regionales y globales sanos frente al continuo estrés humano? Donde tenemos sistemas severamente perjudicados, ¿Hay maneras de controlar la conducta humana de tal manera que las funciones ecológicas básicas sean restauradas? ¿Qué clase de decisiones envuelve eso? ¿Qué clase de información

necesitamos para cambiar las políticas y educar a la gente?

**GLOBE:** *¿Es usted un científico de políticas?*

**Dr. Becker:** Soy un científico de recursos-naturales y de políticas-ambientales, por lo que estoy interesado en mantener las relaciones entre las personas y sus comunidades y los sistemas de la Tierra que las sustentan.

**GLOBE:** *¿Cómo mujer, cuáles eran sus actitudes hacia la ciencia cuando estudiaba en la educación media y en la secundaria?*

**Dr. Becker:** Ellas evolucionan. Yo pasé por un tiempo en el que no se esperaba que las mujeres se dedicaran ni a las ciencias ni a las matemáticas. Todavía tengo una cierta cantidad de fobia a las matemáticas, aunque puedo usarlas cuando las necesito. Mi padre era un fotógrafo y jugué y practiqué con químicos y trabajé en cuartos oscuros.

**GLOBE:** *¿Qué es lo que va a hacer con sus hallazgos?*

**Dr. Becker:** Por ejemplo, hay temas que se relacionan con la escasez de agua o con actividades del uso de la tierra. La única manera que van a resolverse esos problemas es de manera local. De modo que yo estaré esperando y lista para colaborar con los estudiantes en aquellas áreas en las que yo sé que existen problemas. Tratamos de entender qué es lo que está pasando y cómo eso está relacionado con las políticas y direcciones locales. Mi interés está en capacitar a la gente en cómo investigar, de tal manera que puedan adquirir información, interpretarla y aplicarla en la



GLOBE:

solución de sus problemas en sus propias regiones.

*¿Cuándo habla sobre actuar localmente, significa hablar a los científicos locales? ¿A los gobiernos? ¿A los negocios?*

Dr. Becker:

Una manera de cómo hemos empezado a arreglar algunos problemas serios es vincular a los científicos, a los dirigentes, a los que contaminan y a las personas que tienen algo que perder en lo que se refiere a la vida sana en la bioregión. Hay estudiantes de GLOBE que se sientan con las personas de diferentes comunidades y les dicen: "Miren, tenemos un problema. ¿Cómo podemos trabajar juntos para solucionarlo?" Entonces, yo miro cómo el sistema trabaja, lo que la gente necesita saber y cómo pueden obtener esa información para solucionar sus problemas.

GLOBE:

*¿Está la ciencia en la raíz de esta clase de cambios?*

Dr. Becker:

Absolutamente. La ciencia comienza cuando uno empieza a entender el problema. Se tiene que llegar a las causas y efectos y luego saber exactamente cómo solucionarlo. La ciencia es esencial, es como una aproximación sistemática a la adquisición de información y su evaluación.

GLOBE:

*¿Cómo adquiere la ciencia ésta información?*

Dr. Bartlett:

Una manera es determinar redes para reunir datos. Para dar un ejemplo, en 1950, cuando David Keeling instaló una estación de monitoreo para las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera en Mauna Lau, Hawaii, nadie tenía

idea que nosotros ya habíamos empezado a afectar la concentración atmosférica global de dióxido de carbono. Fue solamente después de 15 ó 20 años de recolectar datos cuando la gente empezó a ver esta clara tendencia del aumento de los niveles de CO<sub>2</sub>. Con los sitios de GLOBE, nosotros podemos tener la posibilidad de identificar tendencias.

Dr. Bartlett:

Una manera en la que GLOBE puede influenciar es educando a estudiantes que algún día serán los creadores de políticas. Ellos serán los políticos que esperamos tomen decisiones más científicas, en comparación a las que actualmente se toman, debido a que se están acercando a las ciencias, a que están estudiando sus propios ambientes, a que están realizando mediciones, y a que saben la manera cómo los datos están inter-relacionados. Creo que tienen un mejor entendimiento y comprensión que el que nosotros tuvimos cuando éramos niños.



# Introducción

## La Gran Imagen

El tipo y cantidad de cobertura terrestre dentro de una zona son características importantes para comprender a la Tierra como un sistema: en los ciclos de energía, el agua y los elementos químicos esenciales para la vida, tales como el carbono, el nitrógeno, el azufre y el fósforo. En el ciclo energético, la cobertura terrestre influye sobre el reflejo de la radiación solar desde la superficie terrestre. Esto, a su vez, influye sobre el calentamiento de la atmósfera y tiene injerencia sobre los patrones de clima locales y regionales. Los patrones resultantes en la temperatura atmosférica influyen sobre los tipos de plantas que pueden vivir en una zona dada y esto determina en gran medida el tipo de cobertura terrestre natural. En los ciclos de agua y bio-geoquímicos, las variaciones en el tipo y cantidad de cobertura terrestre influyen sobre los ciclos de agua, carbono, nitrógeno y azufre que tienen lugar entre el suelo, las plantas y la atmósfera.

Desde mediados de la década 1980, se ha desarrollado un área de investigación conocida como ciencia sistema Tierra, con el propósito de estudiar y comprender estos procesos y las interacciones que existen entre *atmósfera*, *hidrósfera*, *biósfera*, *geósfera* y *criósfera*. Los estudiantes de GLOBE elaborarán mapas de la cobertura terrestre y proporcionarán observaciones en el terreno, lo que mejorará su propia comprensión del entorno en el que viven, así como a la investigación que los científicos llevan a cabo con respecto al sistema Tierra. Esta preparación de mapas involucra la distinción de tipos, o clases de cobertura sobre la superficie.

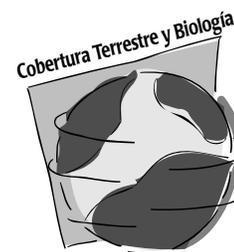
Existen muchos sistemas para clasificar la utilización de la tierra. En GLOBE, utilizamos una adaptación del sistema internacional utilizado por las Naciones Unidas, al que llamamos Sistema de Clasificación Modificada de la UNESCO. [*Modified UNESCO Classification System (MUC)*]. Véase las Tablas CT-P-3 y CT-P-4.

La identificación de los diversos tipos de cubierta vegetal de un área puede llevarse a cabo de varias maneras. Al estudiar grandes zonas, los dispositivos de lectura de datos por satélite son fuentes comunes de imágenes de las características de la superficie terrestre, que se emplean para elaborar mapas de la cobertura terrestre. Sin embargo, el examinar simplemente una imagen sin algún tipo de conocimiento específico de la zona involucrada, podrá revelar muy poco de lo que dicha cobertura

terrestre entraña. La mejor y más exacta fuente de información sobre los tipos de cobertura terrestre que existen, proviene de una visita al lugar y la conducción de una detallada evaluación de sus características en tierra. Los datos así recopilados por sus estudiantes durante tales visitas constituyen una importante fuente de información relativa a la cobertura terrestre dentro de su Sitio de Estudio GLOBE, de 15 km x 15 km. En particular, los datos detallados que se adquieren en los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre, de 90 m x 90 m harán una importante contribución a la mejor comprensión de la *biomasa*, la cobertura de la Tierra y la cantidad de fotosíntesis que tiene lugar en su parte del mundo.

La vegetación natural es tan importante para el millar de procesos y ciclos de interés de los científicos del sistema Tierra que usted estará conduciendo varias mediciones muy detalladas en algunos de los sitios del terreno que están dominados por la vegetación. Estas mediciones se denominan *biométricas* y cuantifican el tamaño y extensión que abarcan las plantas en estos lugares. Esta constituye información importante por una serie de razones:

1. Aunque los humanos hemos modificado extensamente y reemplazado la vegetación natural, la mayor parte de la superficie terrestre todavía está cubierta por los ecosistemas de vegetación natural que han ido evolucionando en respuesta a las condiciones geográficas y climáticas locales. El tipo y naturaleza de la vegetación presente nos dice, por tanto, mucho respecto a las otras variables ambientales, tales como la pluviosidad o la temperatura.
2. La vegetación terrestre constituye un elemento esencial del gran sistema que llamamos Tierra. Las plantas absorben y reciclan nutrientes: dióxido de carbono, nitrógeno, azufre y fósforo que están en la atmósfera y la tierra. Absorben agua de los suelos, la incorporan a sus tejidos y *transpiran* parte de ella hacia la atmósfera. Las plantas también forman parte del fundamento básico de la cadena de alimentos que sustentan otras formas de vida.
3. La vegetación puede ser un indicador





sensitivo de cambios en los ambientes locales o regionales. Sutiles cambios en el clima u otros factores ambientales pueden revelarse por sí mismos, primero como cambios en el tipo o el crecimiento de la vegetación local.

4. Los cambios de vegetación inducidos por los humanos afectan no solamente a las plantas en sí, sino también a todos los ciclos importantes de nutrientes y de agua en los cuales la vegetación desempeña un rol muy preponderante. Para comprender cuáles son los cambios que están teniendo lugar en el sistema Tierra, debemos seguir la pista de los cambios naturales que se dan en la cobertura terrestre así como aquellos que se producen por la mano del hombre.
5. Debido a la importancia que tiene la vegetación, el satélite sensor de tierra orientado hacia la tierra, Mapeador Temático (Thematic Mapper) que usted utilizará para la preparación de mapas se ha diseñado específicamente para identificar y hacer la diferenciación de varios tipos de vegetación. Además, investigaciones recientes han demostrado que los datos por satélite son sensibles a la cantidad y salud de muchos tipos de vegetación, pero las observaciones en el propio terreno se hacen necesarias para cuantificar y calibrar estas relaciones.

Por todas las anteriores razones, los científicos del sistema Tierra esperan con interés sus mapas, así como sus detalladas observaciones biométricas de los lugares que en el terreno poseen vegetación natural. Sus datos nos informarán cuán importantemente pueden estar cambiando los factores dentro del sistema Tierra con el transcurso del tiempo y cuán vulnerables o resistentes son los ecosistemas para confrontar los cambios ambientales; esto también mejorará su capacidad para interpretar las imágenes de satélite en las que tanto nos basamos para hacer el seguimiento de grandes áreas de la superficie terrestre.

Sus observaciones de campo llenarán un gran vacío en la capacidad de los científicos para comprender mejor nuestro planeta, ya que, aún con su ayuda, resulta virtualmente imposible visitar el número de lugares y recopilar todos los datos que precisamos tener para comprender a la Tierra como sistema. Los datos detectados por sensores remotos pueden cubrir rápida y eficazmente toda la Tierra. Como colegio GLOBE se le dará a usted imágenes desde el satélite de una área relativamente grande, comparada con el tamaño de su colegio o escuela.

Resultaría muy vasto y difícil para usted visitar toda la zona dentro del Sitio de Estudio GLOBE que abarca 15 km x 15 km, y mientras una imagen Landsat del Mapeador Temático cubre fácilmente toda su área y 100 más como ella. Al utilizar los implementos que se describen en este protocolo, usted generará un mapa de cobertura terrestre de todo su Sitio de Estudio GLOBE mediante interpretación manual y utilizando un programa computarizado llamado MultiSpec. Partiendo de estos mapas de cobertura terrestre, y empleando el esquema de clasificación MUC, usted y sus estudiantes aprenderán mucho respecto al área que circunda su colegio.

¿El generar este mapa de cobertura terrestre reemplaza las visitas de los sitios en el terreno? ¡De ninguna manera! La recopilación de datos en el terreno es crítica para lograr el uso efectivo de la información recopilada por sensores remotos. Para poder preparar el mapa de cobertura de la Tierra, partiendo de los mapas detectados a remoto, es necesario haber visitado algunos lugares en el propio terreno de manea que usted pueda identificar con exactitud ciertos lugares que constan en las imágenes de satélite. Sin estos datos reales, sería imposible elaborar un mapa de la cobertura terrestre contando únicamente con las imágenes por satélite.

El segundo uso de sus datos desde el terreno es la verificación de los mapas de cobertura terrestre. Una consideración vital para todo científico es la confianza que pueda tener con respecto a los datos recopilados por otros o mediante sistemas automatizados. A menudo esta confianza se basa en alguna medida estadística, y tal es el caso para la evaluación de mapas de cobertura terrestre, generados por datos detectados por sensores remotos. A fin de tener alguna confianza en un mapa de cobertura terrestre, y tomar decisiones en base a los mismos, resulta muy importante que el mapa sea comprobado para verificar cuán bueno resulta. Este proceso de validación se desarrolla mediante una comparación de las zonas de muestreo en el mapa con visitas a los sitios reales en el terreno en sí. Esta comparación se resume luego en una tabla, que se denomina matriz de diferencias o errores, lo cual demuestra cuán bien el mapa de cobertura terrestre representa lo que realmente esta en el terreno. Sin datos del terreno, no sería posible generar mapas de cobertura terrestre usando datos generados por sensores remotos, ni tampoco podríamos validarlos una vez que han sido creados.

# Los Datos del Estudiante GLOBE como Información para los Modelos

Los científicos de investigación incorporarán los datos de estudiantes GLOBE en los proyectos de investigación en marcha. La meta a largo plazo de sus proyectos de investigación es comprender los ciclos bio-geoquímicos primarios del Planeta Tierra. Los ciclos primarios a ser estudiados incluyen los del carbono, el azufre, el nitrógeno y el agua. La estrategia global es utilizar modelos numéricos para estudiar la manera cómo estos ciclos funcionan, tanto en sistemas naturales donde las perturbaciones del ambiente se producen principalmente a causa de la variabilidad de los climas, como en los sistemas donde dichas molestias han sido inducidas por la actividad humana. Entre las mediciones GLOBE que se utilizan como aportes para tales modelos se encuentran:

- Clase de cobertura terrestre (MUC)
- Temperaturas ambientales máximas/mínimas a través de la estación de cultivo
- Precipitación durante la estación de cultivo
- Circunferencia de los árboles a una altura de 1,35 metros y cómo cambia con el tiempo
- Humedad de los suelos durante la estación de cultivo

Al recopilar los datos empleando los protocolos de Cobertura Terrestre y Biología, usted y sus estudiantes se convertirán en socios de este tipo de investigación científica del sistema Tierra. La esencia de una alianza radica en que cada una de las partes aporta destrezas únicas que robustecen los lazos de colaboración. Su aporte radica en el conocimiento íntimo que tiene, y que pueden obtener dentro de su área local. Los científicos del sistema Tierra colocan ese conocimiento dentro de un contexto mayor de sus modelos y esfuerzos por comprender el planeta como un todo. Únicamente trabajando juntos podemos albergar la esperanza de conocer tanto los detalles como la imagen integral del sistema Tierra.

# Objetivos de Aprendizaje del Estudiante

Existen dos conceptos sobresalientes dentro de esta investigación. El primero sobre los sistemas, tal como son examinados por los protocolos de los sitios de muestreo y biometría. Los sub-conceptos involucrados son productividad, delimitaciones, aportes, resultados, ciclos (estaciones, circuitos de retroalimentación). Algunos de los procesos son muestras representativas, mediciones directas e indirectas, clasificación (utilizando generalizaciones y elecciones) y proposición de conclusiones basadas en evidencia.

El segundo concepto primordial es sobre los modelos, y resulta particularmente importante para la elaboración de mapas y para los protocolos de evaluación de la exactitud. Los sub-conceptos implicados son representaciones de la realidad, representación simbólica, escala, perspectivas, hábitat, cambios en el uso de la tierra, y fragmentación de los hábitats. Algunos de nuestros procesos son el mapeo, el modelaje y la validación.



## **Por qué los Científicos Utilizan Modelos**

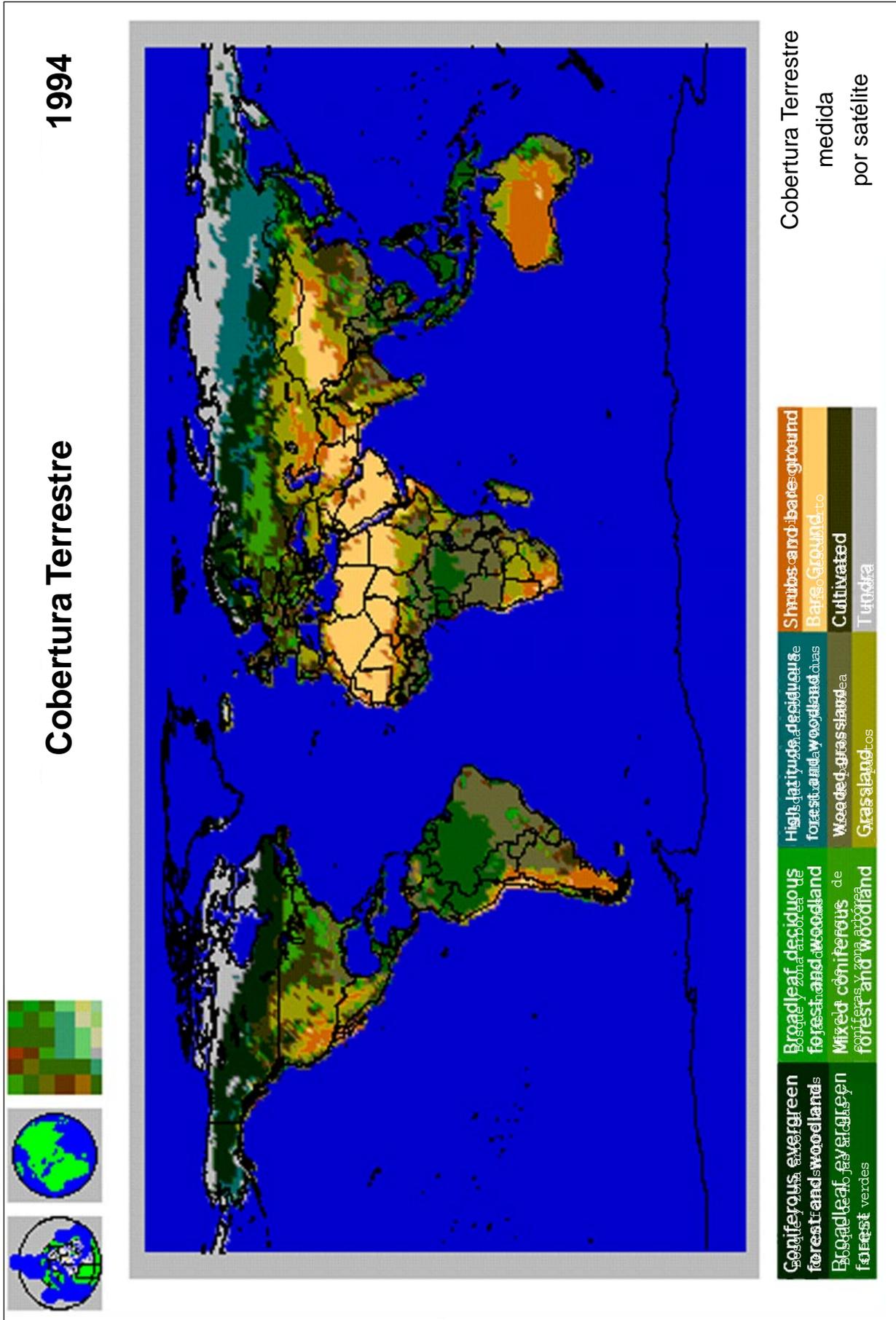
Cuando niños, todos jugamos con juguetes. Por lo general los juguetes son modelos físicos que representan artículos o rubros que son importantes para el mundo adulto y que no están disponibles para los niños. Muñecas bebés, carritos y camiones de juguete, peluches, etc., son todos ejemplos de los modelos físicos que se nos permite tener para usar nuestra imaginación y explorar y comprender de mejor manera nuestro mundo en la infancia. Los modelos conceptuales o matemáticos constituyen una herramienta utilizada por científicos para explorar y comprender de mejor manera los procesos o fenómenos que se dan en el mundo real. Existen varias razones por las cuáles utilizar modelos.

Una de las razones radica en que los modelos permiten a los científicos evaluar los procesos o fenómenos que resultarían difíciles de estudiar de alguna otra manera. El estudio de los procesos de fotosíntesis y de *evapotranspiración* es un ejemplo. En ambos casos, la tasa de cada proceso depende del intercambio de gas a nivel de los estomas en las hojas. Los estomas abiertos permiten el intercambio de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y vapor de agua, mientras que los estomas cerrados disminuyen drásticamente ese intercambio de gas. La medición de las pequeñas cantidades de gas que se intercambian en una sola hoja se hace posible mediante la utilización de un dispositivo conocido como un *analizador de gas a base de infrarrojos*, pero consume tiempo y únicamente permite el análisis de una hoja cada vez. Pese a ello, si es que se conocen las condiciones de la luz (la plena luz del sol hace que los estomas se abran, mientras que en condiciones nubladas éstos tienden a cerrarse en muchas plantas), si se conoce la cantidad de lluvia reciente (que regula la disponibilidad de agua necesaria para que los estomas se abran) y las temperaturas máximas (la temperatura influye en la tasa de difusión de estos gases hacia adentro o hacia afuera de los estomas abiertos), entonces se puede desarrollar un modelo que pronostique las tasas de intercambio de gas. Si se conoce la cantidad de follaje, se pueden modelar las tasas de fotosíntesis y de evapotranspiración para árboles y/o bosques.

Otra razón para utilizar modelos es que a fin de elaborar un modelo que funcione bien (los resultados pronosticados se comparan bien con los resultados reales de la medición) el que desarrolló el modelo debe comprender muy bien el proceso que se va a modelar. La elaboración de un modelo fuerza a los científicos a considerar todas las variables que entran en juego (tales como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , y vapor de agua, así como temperatura, disponibilidad de agua, duración e intensidad de la luz del sol, etc.) y las relaciones que existen entre estas diferentes variables. Parte de todo el proceso involucrado en la preparación de un modelo es que se adquiere una comprensión más exhaustiva de los procesos que están siendo modelados.

Una tercera razón para utilizar modelos se relaciona con el ser capaz de modificar los parámetros de aportes a fin de pronosticar cambios reales en los resultados. Esto constituye un aspecto especialmente valioso en el uso de modelos, cuando el manejo experimental de las variables de aporte se torna imposible o resulta poco práctico. Al utilizar el ejemplo de fotosíntesis y evapotranspiración, un modelo permite a los científicos estudiar los efectos de mayor cantidad de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera y de la temperatura sobre ambas actividades de la fotosíntesis (producción primaria) y devolver el vapor de agua (transpiración) a la atmósfera para lugares forestados. Un experimento así no resultaría práctico a nivel de campo.

Figura CT-I-1: Cobertura Terrestre Global



Fuente: Home Page de GLOBE



# Protocolos



## ***Cómo Realizar su Investigación de Cobertura Terrestre y Biología***

### ***Protocolo del Sitio de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre***

*Los estudiantes ubican, fotografían y determinan la clase MUC para áreas homogéneas de cobertura terrestre de 90 m x 90 m.*

### ***Protocolo del Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre***

*Los estudiantes ubican y fotografían zonas de bosques, árboles o pastos de 90 m x 90 m, hacen mediciones de las propiedades de la vegetación y determinan la clase MUC.*

### ***Protocolo de Biometría***

*Los estudiantes miden las propiedades de la vegetación e identifican las especies.*

### ***Protocolo del Sistema MUC***

*Los estudiantes usan el Sistema MUC para clasificar la cobertura terrestre.*

### ***Protocolo del Mapeo de la Interpretación Manual de la Cobertura Terrestre***

*Los estudiantes demarcan las diferentes áreas de cobertura terrestre como son percibidas en sus imágenes MT*

### ***Protocolo de Mapeo del Agrupamiento No Supervisado de la Cobertura Terrestre***

*Los estudiantes utilizan el MultiSpec para realizar el agrupamiento no supervisado de su imagen MT y luego asignar la clasificación MUC a cada agrupamiento para obtener un mapa de la cobertura terrestre.*

### ***Protocolo de Evaluación de la Precisión***

*Los estudiantes utilizan observaciones de los Sitios de Muestreo de Validación de la Cobertura Terrestre, para construir una matriz de diferencia/error y determinar la precisión de sus mapas de cobertura terrestre.*

# Cómo Realizar su Investigación de Cobertura Terrestre y



## Biología

Las metas de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología tienen tres partes:

1. Tomar mediciones detalladas en lugares selectos dentro de todo el Sitio de Estudio GLOBE. Dichas mediciones son utilizadas por los científicos para estudiar el crecimiento de la vegetación y cambiar y verificar mapas que se elaboran partiendo de datos obtenidos por sensores remotos.
2. Hacer observaciones en muchas sub-áreas dentro de todo el Sitio de Estudio. Estas observaciones son utilizadas por científicos y también pueden ser utilizadas por usted para validar los mapas de cobertura terrestre generados en base a datos que han sido obtenidos por detección remota.
3. Crear un mapa de la cobertura terrestre de todo su área de estudio. Este mapa se empleará para aprender más acerca de su entorno por medio de observaciones y mediciones en selectos sitios de muestreo. Al terminar esta investigación, usted sabrá bastante respecto al ambiente que rodea a su colegio y estará en capacidad de hacer un seguimiento de los cambios a medida que éstos se suscitan.

## Sitios de Estudio para la Investigación

La Investigación de Cobertura Terrestre y Biología precisa de dos diferentes tipos de sitios de estudio. El primero se denomina el Sitio de Estudio GLOBE, que es una superficie de 15 km x 15 km con su establecimiento educativo cerca del centro y para el cual se le proveen a usted imágenes por satélite por parte de GLOBE. Al cumplir con los protocolos y actividades de aprendizaje asociadas con esta investigación, usted y sus estudiantes se familiarizarán íntimamente con esta parte de nuestro entorno global. Juntos, ustedes crearán un mapa de la cobertura terrestre de toda el área, harán observaciones acerca de muchas sub-áreas, y tomarán mediciones detalladas en algunas de estas áreas.

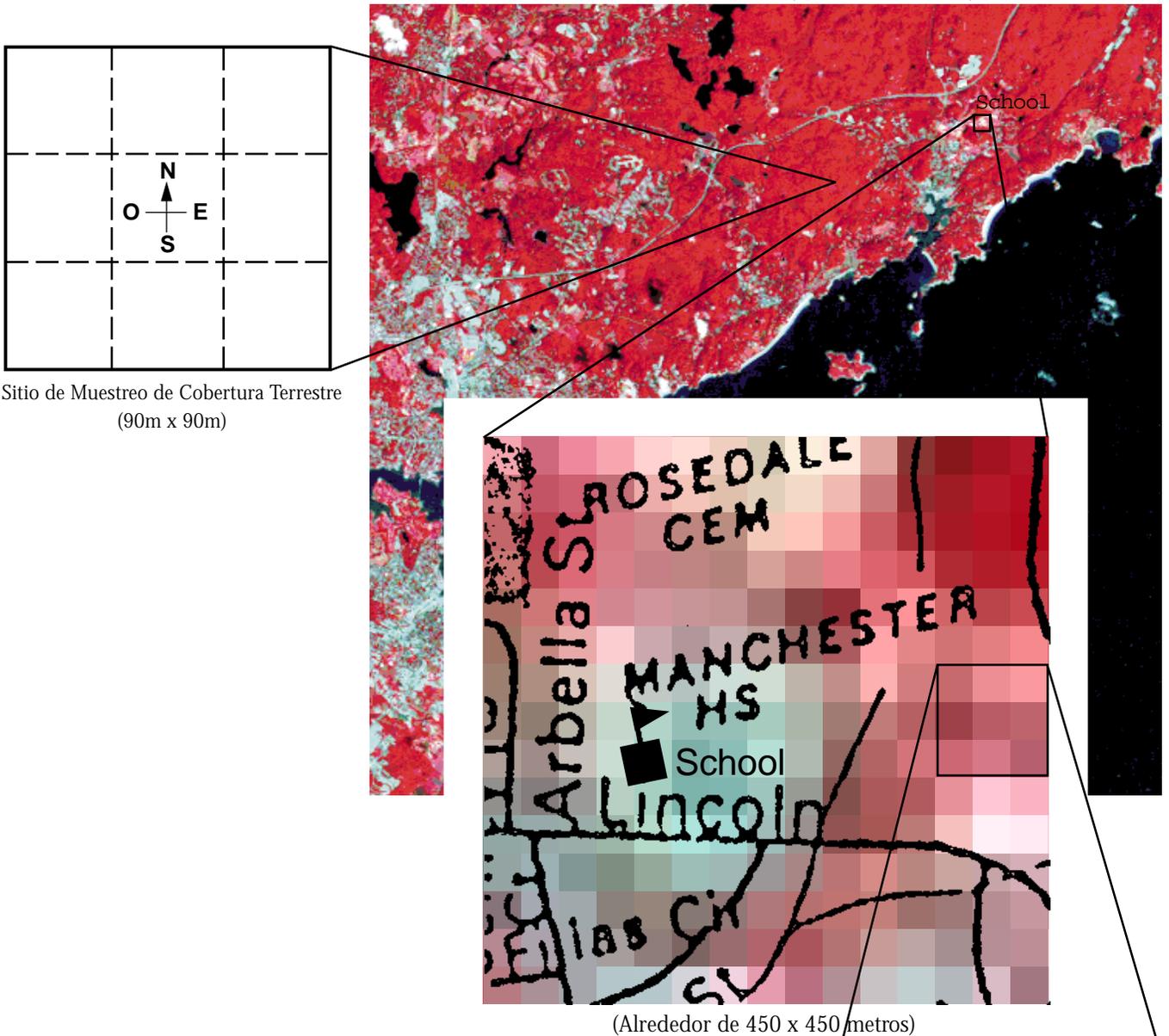
Dentro de este Sitio de Estudio GLOBE, es importante que seleccione sitios de terreno apropiados (denominados Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre) para llevar a cabo mediciones

y observaciones detalladas. Véase la Figura CT-P-1. Desde un punto de vista instructivo, la meta de estos Sitios de Muestreo de la Cobertura Terrestre será otorgar a sus estudiantes un sentido de las dimensiones físicas de los *pixeles* (elementos de fotografía) de las imágenes del Mapeador Temático del satélite Landsat, así como proporcionar un sitio idóneo y conveniente para las actividades de clasificación y medición dentro del Sitio de Estudio GLOBE. Para fines científicos, una serie de observaciones en el terreno que se describen más adelante en esta sección, necesitan ser hechas en sitios de muestreo seleccionados, los cuales son tanto representativos de tipos mayores de cobertura terrestre, dentro de su área de estudio de 15 km x 15 km, como lo suficientemente grande como para que puedan ser localizados confiablemente por las imágenes de satélite.

Los Sitios de Muestreo de la Cobertura Terrestre constituyen áreas de cobertura terrestre homogénea de un tamaño de por lo menos 90 m x 90 m. Si la zona homogénea es mayor a 90 m x 90 m, entonces el sitio de muestreo se localiza hacia el centro del área. Véase la Figura CT-P-3. Es necesario contar con una superficie de 90 m x 90 m para poder ubicarla exactamente en la tierra y en las imágenes por satélite. Esta zona es equivalente a 9 pixeles satelitales del Mapeador Temático (Thematic Mapper) del Landsat (MT) (un cuadrado de 3 pixeles por 3 pixeles). Véase la sección sobre *Detección Remota* de la *Guía de Implementación*.

Existen dos tipos de Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre: Cualitativos y Cuantitativos. La latitud, la longitud y la elevación de todos los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre deben determinarse empleando un receptor del sistema de Posicionamiento Global GPS (*Global Positioning System*); la cobertura terrestre debe ser clasificada mediante la utilización del sistema de Clasificación Modificada de la UNESCO (MUC), mientras que la cobertura terrestre debe ser documentada mediante fotografías tomadas desde la mitad del sitio. Los datos para los Sitios de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre son más fáciles de obtener y precisan únicamente de estas observaciones. Los Sitios de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre requieren mediciones detalladas de la vegetación del lugar y son posibles solo para ciertos tipos de cobertura terrestre. Los Sitios de Muestreo Cualitativo y Cuantitativo de Cobertura Terrestre se visitan una sola vez. Sin embargo, dentro de por lo menos un Sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre, cada colegio debe establecer un Sitio de Estudio de Biología permanente. Dicho sitio

Figura CT-P-1: Sitios de Cobertura Terrestre, Beverly, Massachussetts, Estados Unidos, como un Ejemplo  
 Sitio de Estudio GLOBE (15 x 15 kilómetros)

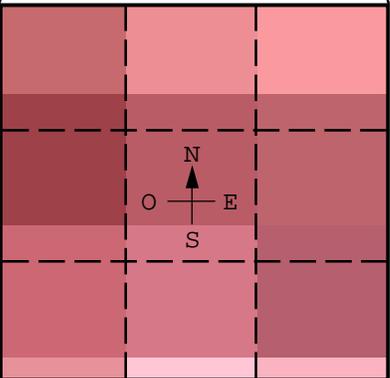


Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre (90m x 90m)

(Alrededor de 450 x 450 metros)

*Nota: El «labrado» de los pixeles dentro de la imagen de 450 x 450 m no constituyen datos reales. En un artificio de reproducción. Cada pixel es en realidad enteramente uniforme, tal y como consta en la imagen agrandada*

El Sitio de Estudio de Biología deberá estar situado dentro de un sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre de 90 m x 90 m, como consta a la derecha inferior. Los sitios de Muestreo Adicional de la Cobertura Terrestre deberán estar ubicados en todos los mayores tipos de cobertura dentro del Sitio de Estudio GLOBE, como consta en la parte superior.



Un Sitio de Estudio de Biología (30 m x 30 m) dentro del Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre (90 m x 90 m)



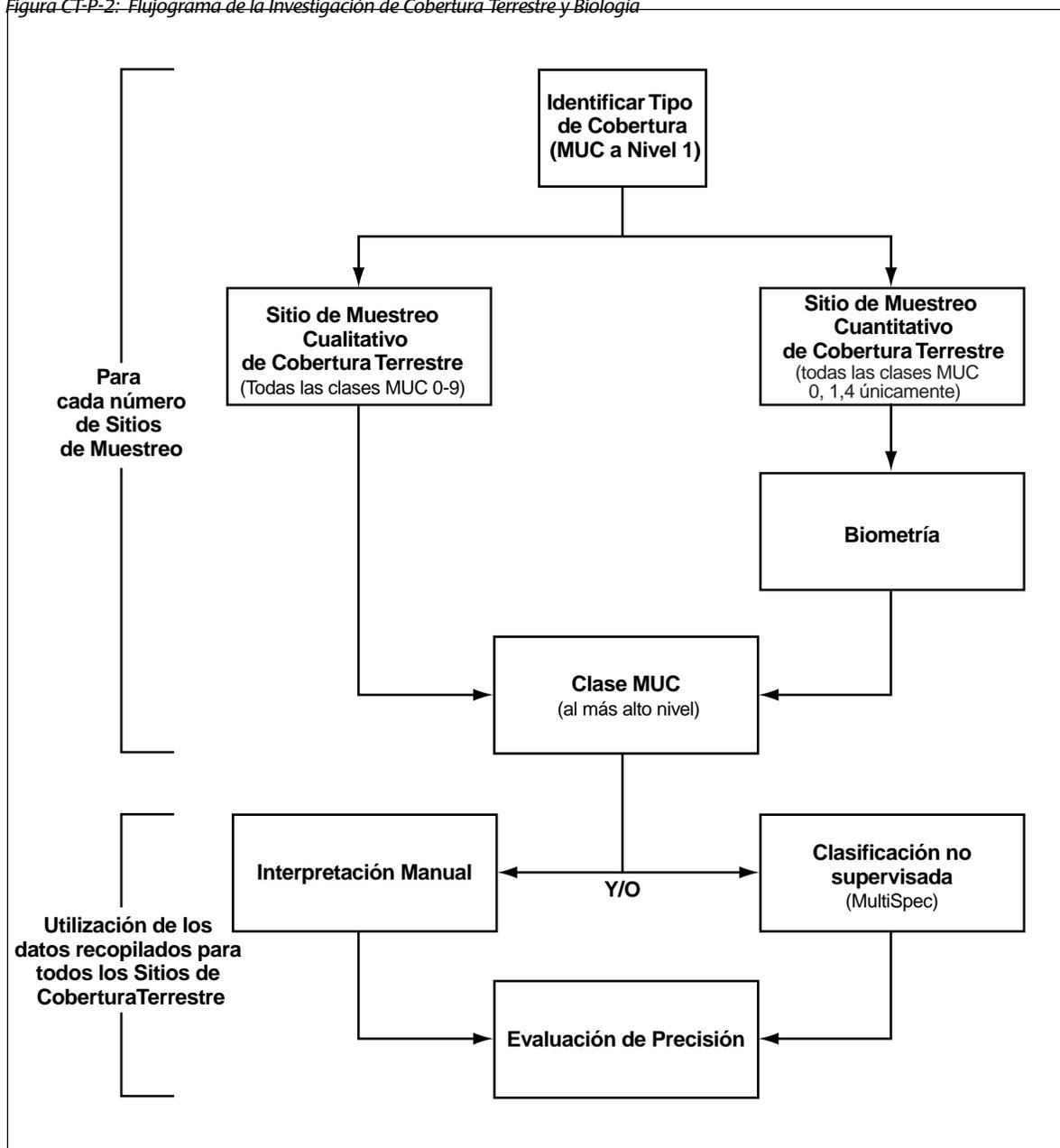
se utiliza para obtener datos periódicos y a largo plazo relacionados con el crecimiento de vegetación. El Sitio de Estudio de Biología deberá estar ubicado en el centro del Sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre. Únicamente zonas homogéneas de Bosque, zonas forestadas o de vegetación Herbácea pueden constituirse en Sitios de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre. Usted aprenderá más sobre esto en la próxima sección en el *Protocolo del Sistema MUC*.

El flujograma siguiente (Figura CT-P-2) presenta los pasos que deberán adoptarse para completar la Investigación de Biología y de Cobertura Terrestre. El primer paso es identificar el tipo general de Cobertura Terrestre. Todos los demás pasos incluidos en este diagrama corresponden a protocolos.

### Identificar el Tipo General de Cobertura Terrestre

La caracterización de los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre de GLOBE puede seguir su curso únicamente dentro del contexto de un sistema específico de clasificación de cobertura. El sistema empleado por GLOBE corresponde al Sistema de Clasificación Modificada de la UNESCO (MUC). Este sistema constituye una herramienta para posibilitar la clasificación de cada cobertura terrestre de la Tierra dentro de una clase única. Cada clase o clasificación MUC constituye un tipo determinado de Cobertura Terrestre, con un nombre y un número de identificación, un código MUC.

Figura CT-P-2: Flujograma de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología



## Respecto al Sistema MUC

El Programa GLOBE emplea el MUC, un sistema de clasificación ecológica que sigue los estándares internacionales y terminología ecológica para la identificación de tipos específicos de cobertura terrestre. Al utilizar un sistema de clasificación internacional standard, todos los datos GLOBE pueden recopilarse dentro de un mismo juego de datos regionales o globales correspondientes a la cobertura terrestre. Así, los datos tomados en el terreno pueden recopilarse y utilizarse para validar los datos detectados por sensores remotos, sujetándose a los mismos protocolos científicos a nivel mundial. Este sistema de clasificación permite que los participantes de GLOBE describan exactamente el tipo de cobertura terrestre que existe en cualquier punto de la Tierra, utilizando para ello criterios idénticos a los de los demás participantes de GLOBE.

Existen dos componentes dentro del sistema MUC. El primero es una sinopsis del sistema de clasificación, que contiene la lista jerárquica de etiquetas para cada clase. La segunda parte constituye el glosario, con reglas y definiciones. Antes de clasificar cualquier tipo de cobertura terrestre, es esencial verificar *siempre* la definición de la clase particular de cobertura terrestre que usted crea que es apropiada. Aún cuando usted piense que sabe lo que es un bosque, deberá verificar la definición para confirmar que su Sitio es, en realidad, un bosque y no una zona arbórea.

MUC tiene una estructura jerárquica, o árbol, con diez clases de nivel 1. Estas clases son muy generales y fácilmente identificables. Usted deberá elegir una clase MUC única para identificar el tipo de cobertura terrestre que existe en cada nivel MUC, comenzando por el nivel 1. Dentro de cada clase del nivel 1 existen de dos a seis clases de niveles 2 más detallados. Las clases de nivel 2 son todavía muy

generales y fácilmente discernibles. Los niveles 3 y 4 constituyen comunidades o asociaciones vegetativas más específicas. La estructura jerárquica del sistema MUC simplifica el proceso de clasificación. En cada nivel sus elecciones se restringen a únicamente aquellas clases que caben dentro de una misma clase que usted haya elegido en el nivel previo. Así, mientras todo el sistema de clasificación MUC tiene 150 clasificaciones o más clases, en cada paso su selección se debate típicamente solo entre tres a cinco tipos de cobertura terrestre.

A fin de llevar a cabo la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología, es necesario identificar primero la clase MUC al nivel 1 para Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre. Cada clase del nivel 1 es general y puede identificarse mediante una estimación visual del porcentaje del terreno cubierto por la cobertura terrestre presente en el sitio de la muestra. La Tabla CT-P-1 exhibe las 10 clases de niveles 1 dentro del MUC. Todas las clases MUC de nivel 1 están determinadas por el porcentaje del total de zona cubierta por la muestra, según el tipo dominante de cobertura terrestre.

### Identificación de la Clase MUC Nivel 1

1. Elija una zona de cobertura terrestre homogénea como su Sitio de Muestreo para Cobertura Terrestre.
2. Visualmente haga un cálculo del porcentaje de terreno cubierto por la cobertura terrestre dominante.
3. Revise las definiciones de la clase MUC incluida en el nivel 1, para cerciorarse de que los estudiantes comprenden bien el concepto.
4. Proceda con los pasos Cómo Clasificar los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre hasta el nivel 1 de MUC que consta en el *Protocolo del Sistema MUC*.

Tabla CT-P-1: Clases de Cobertura Terrestre del Nivel 1 del MUC

Código MUC	Clases Bajo el Nivel 1 del MUC	Cobertura Requerida
0	Bosque	>40% Árboles, 5 metros de alto, copas entrelazadas
1	Zonas Forestadas	>40% Árboles, 5 metros de alto, copas no entrelazadas
2	Arbustiva	>40% Arbustos, 0,5 a 5 metros de alto
3	Arbustiva Enana	>40% Arbustos, menos de 0,5 metros de alto
4	Vegetación Herbácea	>60% plantas herbáceas, pastos y plantas de hoja ancha (maleza)
5	Yermos	<40% de cobertura vegetal
6	Planicies Húmedas	>40% cubierta vegetal, incluye fangales, ciénegas, pantanos y marismas
7	Aguas Abiertas	>60% aguas abiertas
8	Tierra Cultivada	>60% especies cultivadas no-nativas
9	Urbanas	<40% de tierras urbanas (edificios, superficies pavimentadas)

Una vez que haya establecido la clasificación MUC bajo el nivel 1 de un Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre, está listo para proceder con uno de los Protocolos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre. Si este corresponde a un bosque o zona arbórea, o está cubierta por vegetación herbácea (es decir clases de cobertura terrestre ente 0, 1 ó 4 bajo el nivel 1 de MUC) los estudiantes podrán tomar las medidas biométricas descritas en el Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre y los *Protocolos de Biometría*. En otras áreas, GLOBE no cuenta en la actualidad con protocolos para biometrías o demás evaluaciones cuantitativas detalladas de la cobertura terrestre. Para estos sitios, los estudiantes deberán adoptar las mediciones que se contemplan en el *Protocolo de Sitio de Muestreo Cualitativo de Cobertura Terrestre*. En algunos casos usted podría decidir utilizar un sitio en particular como uno de muestreo cualitativo y no tomar mediciones biométricas aunque la clase MUC de nivel 1 del sitio permita a este ser uno de muestreo cuantitativo.

### Establecimiento de los Diferentes Tipos de Sitios

En general, los colegios GLOBE solo establecen uno de sus Sitios de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre como un Sitio de Estudio de Biología permanente, pero establecer más de un sitio es permisible. Con el transcurso del tiempo, la meta contempla establecer uno o más Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre en cada uno de los principales tipos de cobertura terrestre identificados dentro de su Sitio de Estudio GLOBE de 15 km x 15 km. Comience con los tipos más comunes de cobertura y continúe añadiendo sitios de muestreo hasta que los haya ubicado en la mayor cantidad de tipos de cobertura terrestre como le sea posible. Cuando su colegio obtenga el instrumento GPS, mida y registre el punto central de la longitud, la latitud y la elevación de todos los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre que haya identificado hasta ese momento.

Los sitios adicionales de Muestreo de Cobertura Terrestre son importantes para verificar la precisión de los mapas de cobertura terrestre, que son el objetivo científico clave de GLOBE. Sin embargo, se reconoce que habrá necesidad de contar con tiempo, quizás algunos años consecutivos, hasta que se acumule una serie de sitios de muestreo que sean representativos de cada tipo importante de cubierta dentro de su Sitio de Estudio GLOBE. Usted podría asignar un tipo de cobertura a cada una de varias clases, de modo que no haya dos clases que funcionen dentro del mismo tipo de cobertura y así se obtiene mucha información.

### Sitios de Muestreo Cualitativo y Cuantitativo de Cobertura Terrestre y su Uso en el Mapeo de Cobertura Terrestre

Existen dos tipos de datos de cobertura terrestre recopilados bajo los protocolos GLOBE: *cuantitativos* y *cualitativos*. Hay también dos propósitos por los cuales usted empleará dichos datos: (1) ayudar a nominar (poner un descriptor) a su mapa de cobertura terrestre (capacitación), y (2) validar (evaluar la precisión) de su mapa de clasificación de cobertura terrestre (validación). Ambos constituyen componentes críticos de cualquier proyecto cartográfico que emplee datos obtenidos por detección remota y son análogos a las formas en que los científicos y otros utilizarán sus datos.

Tanto los datos de capacitación como los de validación se recopilan para sitios de 90 m x 90 m, usualmente dentro de su Sitio de Estudio GLOBE de 15 km x 15 km. Estos Sitios se denominan *Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre* y deben caber dentro de zonas de cobertura terrestre homogénea. Véase Figura CT-P-3. Para fines de esta investigación, una zona de cobertura terrestre homogénea significa que todo el sitio es representativo de una de las clases específicas de cobertura terrestre que se define dentro del *Protocolo del Sistema MUC*.

Figura CT-P-3: Sitio de Cobertura Terrestre Homogénea

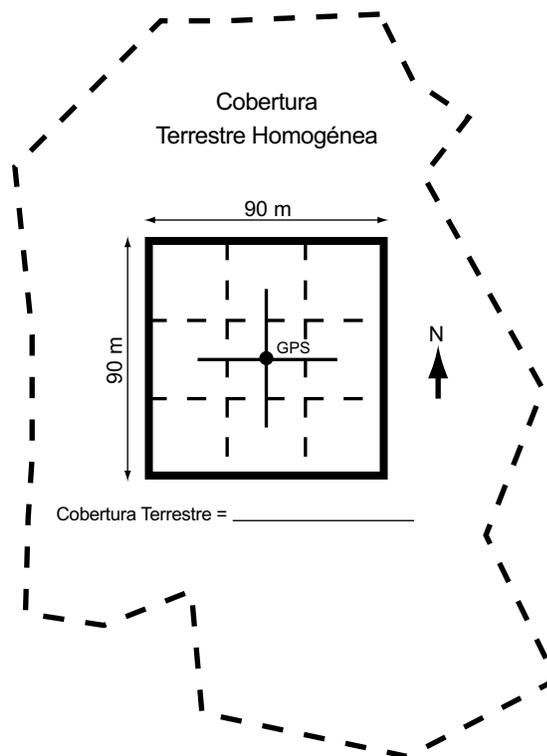


Tabla CT-P-2: Los Usos de Datos Cualitativos y Cuantitativos en el Mapeo de Cobertura Terrestre

**Tipo de Datos**

	Sitios de Muestreo Cualitativo de Cobertura Terrestre	Sitios de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre
<b>Propósito de los Datos</b>	Datos de Capacitación	Obtener planos del terreno durante la elaboración de mapas; asigne rápidamente las clases de cobertura terrestre.
	Datos de Validación	Se obtiene más fácilmente suficientes sitios de cobertura terrestre para validación estadística de la evaluación de precisión del mapa

Las siguientes definiciones resultarán de utilidad para comprender la diferencia que existe entre los tipos de datos recopilados y los métodos para recabar dichos datos.

**Datos de Capacitación:** Son los datos de cobertura terrestre recopilados en los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre, para ayudar a identificar o nominar los grupos desconocidos de clasificación no supervisada de la imagen MT y/o ayudar en la interpretación manual de las imágenes MT. Estos datos pueden recopilarse empleando métodos de recolección de datos cualitativos o cuantitativos. Los datos de capacitación *nunca* deben utilizarse para evaluar la precisión del mapa ya que han sido utilizados en el proceso de capacitación y no se puede utilizar los mismos datos para entrenar y también para validar sus resultados.

**Datos de Validación:** Son los datos sobre cobertura terrestre recogidos en Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre para evaluar la precisión del mapa de clasificación generado mediante la interpretación manual o la clasificación no supervisada de su escena MT local. Dichos datos pueden recogerse mediante métodos de recolección cualitativa o cuantitativa de datos (es preferible que sea cuantitativa en medida de lo posible). Recoja tantas muestras como le sea posible para cada tipo de cobertura terrestre presente en el mapa ya que es necesario contar con muchas muestras a lo largo del proceso completo de evaluación de la precisión. Dichos datos serán utilizados *únicamente* para fines de evaluación de la precisión.

**Datos Cualitativos:** En GLOBE, la observación cualitativa de cobertura terrestre en el Sitio de Muestreo precisa únicamente de 3 componentes: (1) determinación de latitud, longitud, y elevación del sitio utilizando GPS, (2) definición de la clase MUC utilizando las observaciones de los estudiantes en

el sitio, y (3) tomar fotografías en los cuatro puntos *cardinales* (es decir, norte, sur, este y oeste). Esta serie abreviada de datos sobre la cobertura terrestre podrá utilizarse ya sea para capacitación o para validación de sitios. Los datos cualitativos resultan útiles, especialmente cuando se aprende en primera instancia qué tipos de cobertura terrestre existen en su área y cómo correlacionar el aspecto de la cobertura terrestre en el terreno real con respecto a su apreciación en imágenes MT.

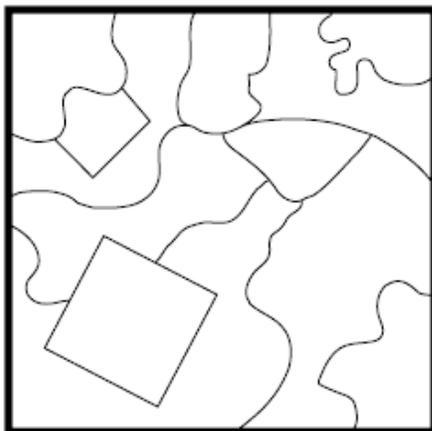
**Datos Cuantitativos:** Las mediciones cuantitativas de la cobertura terrestre se hacen posible únicamente para clases de cobertura terrestre para las cuales GLOBE cuenta en la actualidad con Protocolos Biométricos (es decir, bosques nativos o zonas forestadas o vegetación herbácea). Además de las observaciones efectuadas en los Sitios de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre, en los sitios de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre, los estudiantes toman las medidas especificadas dentro del protocolo biométrico. Estos datos se recogen principalmente para validar los mapas generados por imágenes de satélite. Las mediciones biométricas adicionales proporcionan a los estudiantes y científicos una mayor comprensión de los sitios de bosques, zonas forestadas y aquellas que tienen vegetación herbácea.

**El Proceso de Evaluación del Mapeo y Precisión**

La Figura CT-P-4 ilustra los pasos lógicos involucrados en la producción de un mapa de cobertura terrestre y en la evaluación de su precisión. Se lo anima para que comience a recopilar datos sobre los sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre antes de que inicie este proceso de elaboración de mapas. Las observaciones de los estudiantes en cuanto a sitios individuales resultan valiosas debido a que los científicos las pueden utilizar para su propia elaboración de mapas de cobertura terrestre.

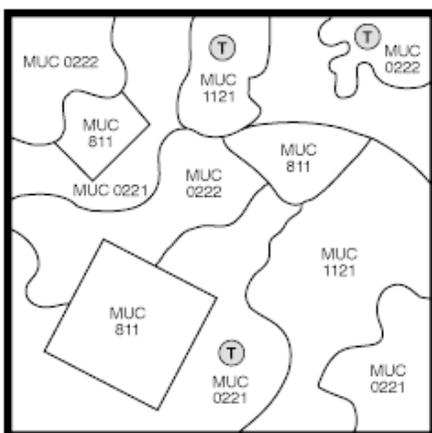
Figura CT-P-4: Diagrama del Proceso de Evaluación de la Precisión

### Paso 1: Interpretación Manual o Agrupamiento No Supervisado



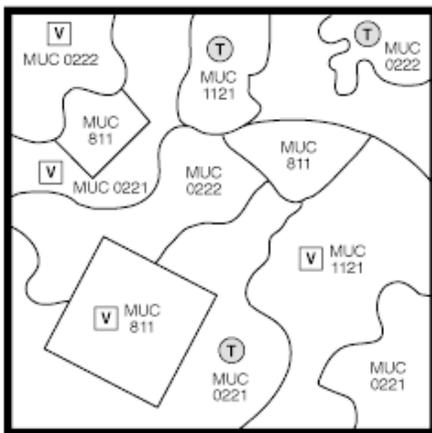
La imagen MT se divide manualmente, o mediante el MultiSpec, en zonas de cobertura terrestre similar

### Paso 2: Asignar Clases MUC a las Distintas Zonas ó Agrupaciones



Para cada zona creada por la interpretación manual o agrupación creada mediante la utilización de MultiSpec, asigne un código MUC utilizando el conocimiento de los estudiantes sobre el área y los datos recopilados en los sitios de muestreo de capacitación cualitativo o cuantitativo.

### Paso 3: Recolectar Datos de Valicación



Una vez que el mapa de cobertura terrestre haya sido preparado, recopile datos de validación en Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre adicionales para evaluar la precisión del mapa así clasificado.

Con el transcurso del tiempo, observe y mida tantos sitios de muestreo de validación como pueda para cada uno de los tipos de cobertura terrestre dentro de su área.

**T** Muestra de Capacitación

**V** Muestra de Validación

Figura CT-P-4: Diagrama del Proceso de Evaluación de la Precisión (continuación)

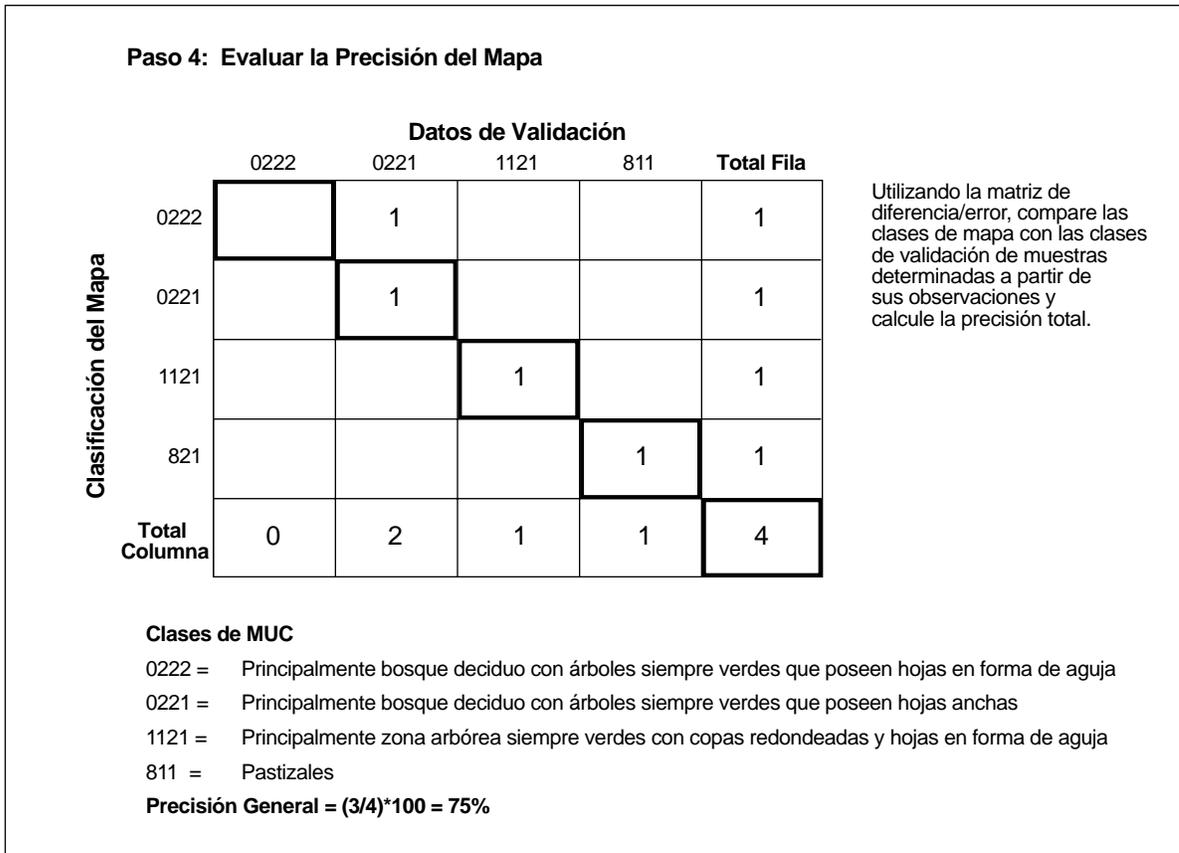


Figura CT-P-5: Colectar Muestras de Cobertura Terrestre de Capacitación y Validación



## **Consideraciones Especiales**

Varios asuntos de administración del tiempo, educativos y de logística deberán tenerse en cuenta al decidir cómo presentar y llevar a cabo los distintos protocolos de Cobertura Terrestre y Biología.

- La información cuantitativa de cobertura terrestre es mucho más útil y ofrece a los estudiantes una visión más completa del proceso de evaluación de la cobertura terrestre.
- La Medición de un Sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre involucra la obtención de cuidadosas mediciones biométricas y, en general, los estudiantes se benefician al practicar tales medidas antes de pasar a estudiar sus sitios de muestreo.
- Virtualmente, todos los Sitios de Estudio GLOBE contienen zonas desarrolladas de cobertura terrestre, y en ellas únicamente los Sitios de Muestreo Cualitativo de Cobertura Terrestre son posibles.
- Si se dispone de un receptor GPS y una cámara, la observación de un Sitio de Muestreo Cualitativo de Cobertura Terrestre puede cumplirse rápidamente.
- Los datos provenientes de múltiples Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre son necesarios a fin de realizar una interpretación manual de todo el Sitio de Estudio GLOBE o para identificar las agrupaciones resultantes de una

clasificación no supervisada empleando el MultiSpec. Inclusive más sitios de validación deben colectarse para evaluar la precisión del mapa de cobertura terrestre que ha sido generado, ya sea manualmente o empleando el MultiSpec.

- Los colegios deben recopilar tantos sitios de muestra como sea posible para cada tipo de cobertura terrestre presente en sus mapas de cobertura terrestre, debido a que se necesitan muchas muestras en el proceso de evaluación de la precisión; todos los sitios colectados en varios años y por diferentes clases del colegio, o aún por colegios vecinos, podrán ser utilizados.
- Los datos de validación deberán ser independientes de los datos recopilados para capacitación; no resulta apropiado utilizar los mismos datos tanto para capacitación como para validación, debido a que esto podría sesgar los resultados. Por lo tanto, cualquier dato que se recopile y utilice para fines de capacitación deberá constar por separado y únicamente se utilizarán otras muestras para validación.

Cerciórese de hacer notar la diferencia entre sitios con vegetación natural y sitios con áreas cultivadas. Los Sitios de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre pueden utilizarse para todo tipo de cobertura en general. Al momento, los Sitios de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre pueden recopilarse únicamente para las clases MUC 0, 1 y 4.

# Protocolo del Sitio de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre



## **Propósito**

Observar el Sitio de Muestreo Cualitativo de Cobertura Terrestre y recoger los datos apropiados de campo necesarios para completar el mapa de cobertura terrestre a partir de la interpretación manual o clasificación no supervisada y para validar o evaluar la precisión de cualquier mapa de cobertura terrestre.

## **Visión General**

Se recopilan datos cualitativos de campo para un mínimo de un Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre para cada clase de cobertura terrestre en el Sitio de Estudio GLOBE para el cual no se han recopilado datos de campo.

## **Tiempo**

20 - 45 minutos (excluyendo el tiempo empleado en el viaje)

## **Nivel**

Todos

## **Frecuencia**

Es necesario recopilar datos solo una sola vez en cada Sitio de Muestreo de la Cobertura Terrestre.

Es deseable contar con múltiples Sitios de Muestreo de la Cobertura Terrestre.

## **Conceptos Claves**

Mapa de la Cobertura Terrestre  
Clasificación de la Cobertura Terrestre  
GPS

Mediciones de Campo

## **Destrezas**

Ubicación de un lote de campo (Muestra de Cobertura Terrestre)

Utilización del GPS

Utilización de instrumentos de campo (brújula, densiómetro tubular, clinómetro)

Definición del ritmo

## **Materiales y Herramientas**

Copia impresa de imagen MT al color natural de su Sitio de Estudio GLOBE de 15 km x 15 km

Copia impresa de la imagen MT en color infrarrojo de su Sitio de Estudio GLOBE de 15 km. x 15 km

Brújula

Densiómetro tubular

Clinómetro

Unidad de GPS (Sistema de Posicionamiento Global)

Formulario de Campo

Cámara

Sistema de clasificación MUC y definiciones

## **Preparación**

Ninguna

## **Prerequisitos**

Actividad de Aprendizaje sobre Clasificación de Hojas

## **Introducción**

El objetivo de recopilar datos cualitativos de capacitación y validación es el de familiarizar a los estudiantes con todo el Sitio de Estudio GLOBE e identificar los principales tipos de cobertura terrestre que están presentes. Estos datos pueden recopilarse rápida y eficientemente tomando fotografías, utilizando el receptor GPS para medir la ubicación del centro del sitio y clasificar la cobertura terrestre a través del sistema MUC. Los datos cualitativos de capacitación pueden utilizarse para etiquetar (dar descriptores o nombres) a las agrupaciones

desconocidas que resulten de la clasificación no supervisada o como áreas de capacitación para clasificación supervisada. Se pueden utilizar datos para Sitios de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre adicionales para determinar la validez de su mapa de cobertura terrestre. Se anticipa que la mayoría de los colegios utilizarán este protocolo muchas veces para recabar suficientes muestras que les permitan llevar a cabo una evaluación de precisión que resulte válida con respecto a su mapa de cobertura terrestre. Véase el *Protocolo de Evaluación de Precisión*.

## **Cómo Recopilar Datos en un Sitio de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre**

### **Paso 1: Selección y Ubicación de Sitios de Muestreo de la Cobertura Terrestre**

- Seleccione como su Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre una zona homogénea de cobertura terrestre de 90 m x 90 m, utilizando bien sea las imágenes MT de su Sitio de Estudio GLOBE o bien observaciones de campo.
- Empleando las imágenes MT como orientación, ubique cuidadosamente los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre y viaje hasta ellos.
- Ubique y marque cuidadosamente el centro del lugar con un marcador temporal.

### **Paso 2: Ubicación con GPS**

- Obtenga una unidad del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Si no cuenta con una unidad al establecer la Muestra de Cobertura Terrestre, cerciórese de que el centro esté clara y permanentemente marcado y luego vuelva y registre las coordenadas cuando obtenga una unidad GPS.
- Aplique los *Protocolos GPS o de Equivalencias de GPS* para determinar la longitud, latitud y elevación del centro del Sitio de Muestreo de la Cobertura Terrestre. Véase *Investigación con GPS*.
- Registre estos datos en la Hoja de Trabajo para Datos GPS correspondiente y note la latitud, longitud y elevación promedio, calculados en la Hoja de Trabajo para Datos de Campo del Estudio de Cobertura Terrestre y Biología.

### **Paso 3: Fotografías**

- Desde el centro del sitio, tome una foto en cada una de las cuatro direcciones cardinales (Norte, Sur, Este, Oeste).
- Haga dos juegos de fotos reveladas o imprima su fotografía digital.
- Ponga descriptores o nombre a cada foto en la que conste el nombre del Sitio de Muestreo de la Cobertura Terrestre y

aspectos direccionales.

- Retenga una impresión o copia de la foto digital para su colegio y envíe a GLOBE una copia de cada fotografía o una copia de los archivos de sus fotografías digitales.

### **Paso 4: Determine la Clase MUC**

- Ejecute el *Protocolo MUC* a fin de determinar la clase MUC. Véase sugerencias útiles: *Medición con Pasos y Brújula*.
- Registre la clase MUC en la Hoja de Trabajo de Datos de Campo

### **Paso 5: Reporte de Datos**

- Revise las hojas de trabajo de datos e ingrese la información en los registros permanentes de datos que mantiene el colegio.
- Reporte los datos al GLOBE utilizando la Hoja de Ingreso de Datos del Sitio de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre.
- Envíe copias de las fotografías al Archivo de Datos del Estudiante GLOBE.

## Sugerencias Útiles: Registro de Pasos

Los científicos, los silvicultores y demás profesionales utilizan la orientación de brújulas y medición con pasos, en conjunto con fotografías aéreas, mapas o instrucciones escritas, para localizar sitios específicos en el terreno. Por conveniencia, mucha gente que realiza trabajo de campo determina cuántos de sus pasos implica viajar una corta distancia dada y utilizan este resultado para medir distancias mayores en general.

La medición con pasos se utiliza específicamente dentro del Sistema MUC y de los Protocolos de Sitios de Muestreo Cualitativo y Cuantitativo de la Cobertura Terrestre, a fin de determinar cuáles son los puntos precisos en los que se han tomado muestras y en los cuales se efectuaron observaciones directas de la cobertura del suelo y follaje. A continuación se discuten las maneras que existen para determinar el largo de los pasos que se dan y el número de pasos requeridos para viajar una distancia dada (que se denomina una *unidad*):

### *Método para Determinar el Largo de un Paso*

#### **Paso 1:**

Estire una cinta métrica de 30 metros o más sobre un área abierta y plana (como un parqueadero, un campo o un corredor).

#### **Paso 2:**

Recuerde que *un* paso (como unidad) es en realidad *dos* zancadas. Comenzando por el filo de los dedos del pie, colocados en la marcación cero (0) del metro, dé 10 pasos (2 zancadas) utilizando su caminar usual. Es importante usar pasos normales y cómodos debido a la vasta variedad de condiciones que se encuentran en el campo.

#### **Paso 3:**

Anote la marcación en la cinta donde quedaron sus dedos sobre el décimo paso.

#### **Paso 4:**

Divida ese valor para 10 para encontrar el largo de su paso.

#### **Paso 5:**

Repita esta medición tres veces y calcule el promedio para determinar cuál es su paso promedio.

Ejemplo:

Número de Repetición	Distancia de 10 Pasos	Distancia de una Unidad de Paso
1	17,0 m	1,70 m
2	17,5 m	1,75 m
3	16,8 m	1,68 m
Paso Promedio = 1,71 metros por unidad de paso		

### *Qué Hacer Mientras se Está en el Campo*

Dar pasos en los bosques o sobre terrenos irregulares resulta bastante diferente que pasearse en una distancia plana como la de un patio del colegio o el área de estacionamiento. Recuerde las siguientes sugerencias:

- Cuando mida inicialmente sus pasos, cerciórese de caminar dando pasos cómodos. Resista la tentación de dar pasos exagerados porque su paso se hará, en forma natural, más corto en los bosques o sobre un terreno pedregoso.
- Cuando suba una loma o baje de ella, está en realidad caminando una distancia horizontal más corta de lo que parece, y también sus pasos resultarán irregulares debido a la dificultad del terreno. Esté consciente de ello y compense dando pasos ligeramente más cortos o largos de lo necesario.
- Cuando encuentre a su paso objetos grandes (rocas, arbolones, etc.), dé un paso lateral, otro paso hacia adelante y luego tome un paso hacia atrás hasta donde estaba la orientación original de la brújula. Si se precisa hacer una observación mientras da el paso lateral, pasando alrededor de un obstáculo, calcule la lectura partiendo de la posición de paso lateral.

Si un objeto es demasiado grande como para obviarlo con un paso lateral, deje una marcación visible para encontrar el Sitio y camine alrededor. Comience a contar nuevamente desde la marcación desde el otro lado del objeto.

### Método para Determinar el Número de Pasos Requeridos para Viajar una Unidad

En el MUC, los estudiantes de los Protocolos Cualitativo y Cuantitativo requieren recoger datos relativos al dosel y la cobertura del suelo en una distancia de **1 unidad = 21,2 metros** desde el centro del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre. Esta distancia ha sido elegida porque corresponde a la mitad de la diagonal de 30m x 30m del pixel.

#### Paso 1

Mida una distancia de 21,2 metros en una zona abierta y plana (un estacionamiento, campo, o corredor).

#### Paso 2

Recuerde que *una unidad* paso es en realidad *dos zancadas* normales. Comenzando con la punta de los dedos del pie en la marcación 0 del metro, cuente el número de pasos requeridos para viajar la distancia total utilizando pasos normales.

#### Paso 3:

Repita esta medición tres veces y calcule el promedio para determinar un número promedio de pasos.

#### Paso 4:

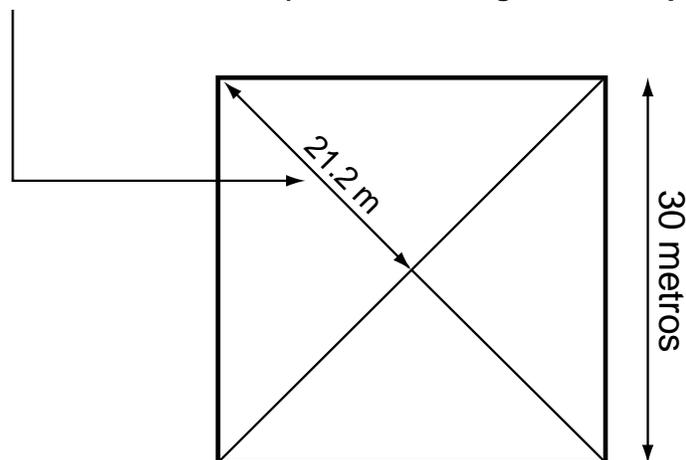
Redondee el número de pasos hasta el medio paso más cercano

#### Paso 5:

Registre el paso de cada persona de manera que se pueda hacer referencia a esos datos al momento de recopilar información en un sitio de muestreo de la cobertura terrestre.

Figura CT-P-6: Ejemplo de Medición con Pasos

**1 unidad = 21,2 metros (mitad de la diagonal de un pixel de 30 m x 30 m)**



## Sugerencias Útiles: La Brújula

La aguja magnética de una brújula es atraída por el magnetismo de la Tierra, y es por ello que siempre apunta hacia el Norte. Sin embargo, en realidad existen dos Polos Norte sobre la Tierra. Uno es el *Verdadero Polo Norte* que está ubicado geográficamente en el extremo de la tierra ( $90^\circ$  de Latitud Norte); y el otro es el *Polo Norte Magnético*, una zona de roca altamente magnetizada que se encuentra en las bases del Canadá central.

Mapas y direcciones se basan en el Norte Verdadero mientras que la aguja de la brújula apunta hacia el Norte Magnético. La declinación magnética constituye el ángulo que se encuentra entre el Verdadero Norte y el Norte Magnético. Su tamaño y dirección depende del lugar en que usted viva sobre la Tierra. Es necesario determinar la declinación para poder registrar lecturas exactas de la brújula. Las brújulas cuentan ya sea con un mecanismo que fija el ángulo de declinación o una escala para determinar dicha declinación.

Debido a que las brújulas son atraídas hacia los objetos metálicos, proporcionarán datos incorrectos si el usuario está cerca de objetos metálicos o los porta en su cuerpo, incluyendo relojes, llaves, etc.

### Tres Partes Básicas de la Brújula

1. La *aguja magnética* (Véase A en la Figura CT-P-7) es atraída por el Polo Norte magnético de la tierra. El extremo magnetizado (negro) siempre apunta al Norte Magnético.
2. La *esfera graduada* (B) se utiliza para fijar la dirección deseada. Dicha dirección se lee en grados en la fecha indicadora (C) que se encuentra en la parte superior de la brújula. La esfera está graduada en incrementos de 2 grados, desde 0 a 360 grados. Las direcciones cardinales son 0 (o 360), 90 grados, 180 grados y 270 grados que corresponden a Norte, Este, Sur y Oeste.
3. La *placa base* (D) tiene una flecha de orientación (E) y también una flecha de orientación (C). Algunos modelos también tienen espejuelos anexos. Estos elementos se utilizan para alinear la aguja magnética y apuntar hacia la "línea de viaje".

### Determinación de la Orientación de la Brújula

#### Paso 1:

Fije la esfera (B) a la lectura de grados deseada (en cuya dirección usted desea viajar) de manera que la lectura correcta de la brújula se alinea con la flecha indicadora (C).

#### Paso 2:

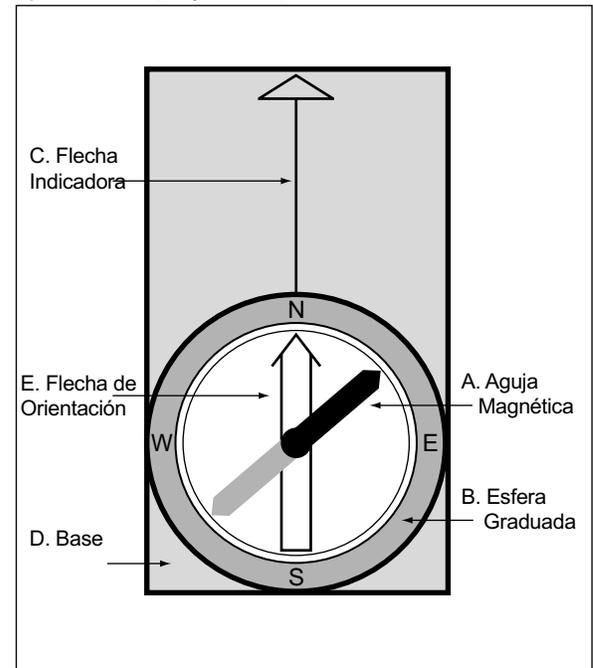
Manteniendo el nivel de la brújula, gire su cuerpo hasta que el extremo rojo de la aguja magnética (A) se alinee con el rojo de la flecha de orientación (E). "Pon el rojo en el rojo" es el dicho que se emplea para ayudar a que los estudiantes recuerden qué hacer. La fecha roja de orientación está considerada como el otro "rojo."

#### Paso 3:

Su dirección u objetivo se encontrará ahora derecho hacia adelante en la dirección en que sostiene a la brújula (la dirección hacia la que apunta la flecha indicadora).

Asegúrese de elegir un objeto que esté en línea con la lectura de su brújula y camine hacia él. Esto le permitirá caminar sin mirar hacia la brújula. Cada tres o cuatro pasos pare y verifique si todavía se encuentra caminando en la dirección deseada.

Figura CT-P-7: Ejemplo de Brújula



# Protocolo del Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre



## **Propósito**

Medir los Sitios de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre y recoger los datos de campo apropiados y necesarios para preparar un mapa de cobertura terrestre que se elabore ya sea manualmente o mediante métodos computarizados no supervisados, así como para validar o evaluar la precisión de dicho mapa de cobertura terrestre.

## **Visión General**

Los datos de campo cuantitativos se recogen para un mínimo de una Muestra de Cobertura Terrestre.

## **Tiempo**

1-2 horas (excluyendo tiempo de viaje)

## **Nivel**

Todos

## **Frecuencia**

Recopilar datos solo una vez para cada Sitio de Muestra de Cobertura Terrestre.

Es deseable contar con múltiples Sitios de Muestreo para la Cobertura Terrestre.

Con el transcurso del tiempo trate de cumplir este protocolo por lo menos una vez para cada tipo importante de cobertura terrestre dentro de su Sitio de Estudio GLOBE, y que se encuentre dentro del nivel 1 del MUC, clase 0, 1 ó 4.

## **Conceptos Claves**

Mapa de cobertura terrestre  
Clasificación de la cobertura terrestre

GPS (Sistema de Posicionamiento Global)  
Mediciones de campo  
Biometría

## **Destrezas**

Ubicación de un sitio en el campo (Muestra de Cobertura Terrestre)  
Utilización del GPS  
Utilización de la brújula, densiómetro tubular y clinómetro  
Definición de pasos

## **Materiales y Herramientas**

Copia impresa de las imágenes MT en color natural de su Sitio de Estudio GLOBE, de 15 km x 15 km  
Copia impresa de las imágenes MT en color falso infrarrojo de su Sitio de Estudio GLOBE, de 15 km x 15 km  
Brújula  
Densiómetro tubular  
Clinómetro  
Cinta métrica  
Unidad GPS  
Hoja de Trabajo de Datos de Campo necesarios de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología  
Cámara de fotos  
Sistema de clasificación MUC y definiciones

## **Preparación**

Ninguna

## **Prerequisitos**

Actividad de Aprendizaje sobre Clasificación de Hojas

## **Introducción**

Los datos cuantitativos de capacitación y validación constituyen la fuente de campo más detallada y directa de información de referencia que es posible obtener. Dichos datos se utilizan en la evaluación cuantitativa de la precisión de los mapas elaborados por detección remota. Se espera que cada colegio recopile datos de por lo menos un Sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre, pero sería conveniente que los colegios recojan tantas Muestras Cuantitativas

de Cobertura Terrestre como estén en capacidad de hacerlo.

Resulta de crítica importancia para los científicos contar con tantos datos de validación como sea posible. También resulta importante tener datos de validación para cada tipo de cobertura terrestre que existe dentro del Sitio de Estudio GLOBE. Obviamente, esta recopilación de datos deberá continuar produciéndose con el transcurso del tiempo y podría resultar en un gran y valioso banco de datos procedentes de sitios validados.

## Pasos para la Recopilación de Datos Cuantitativos

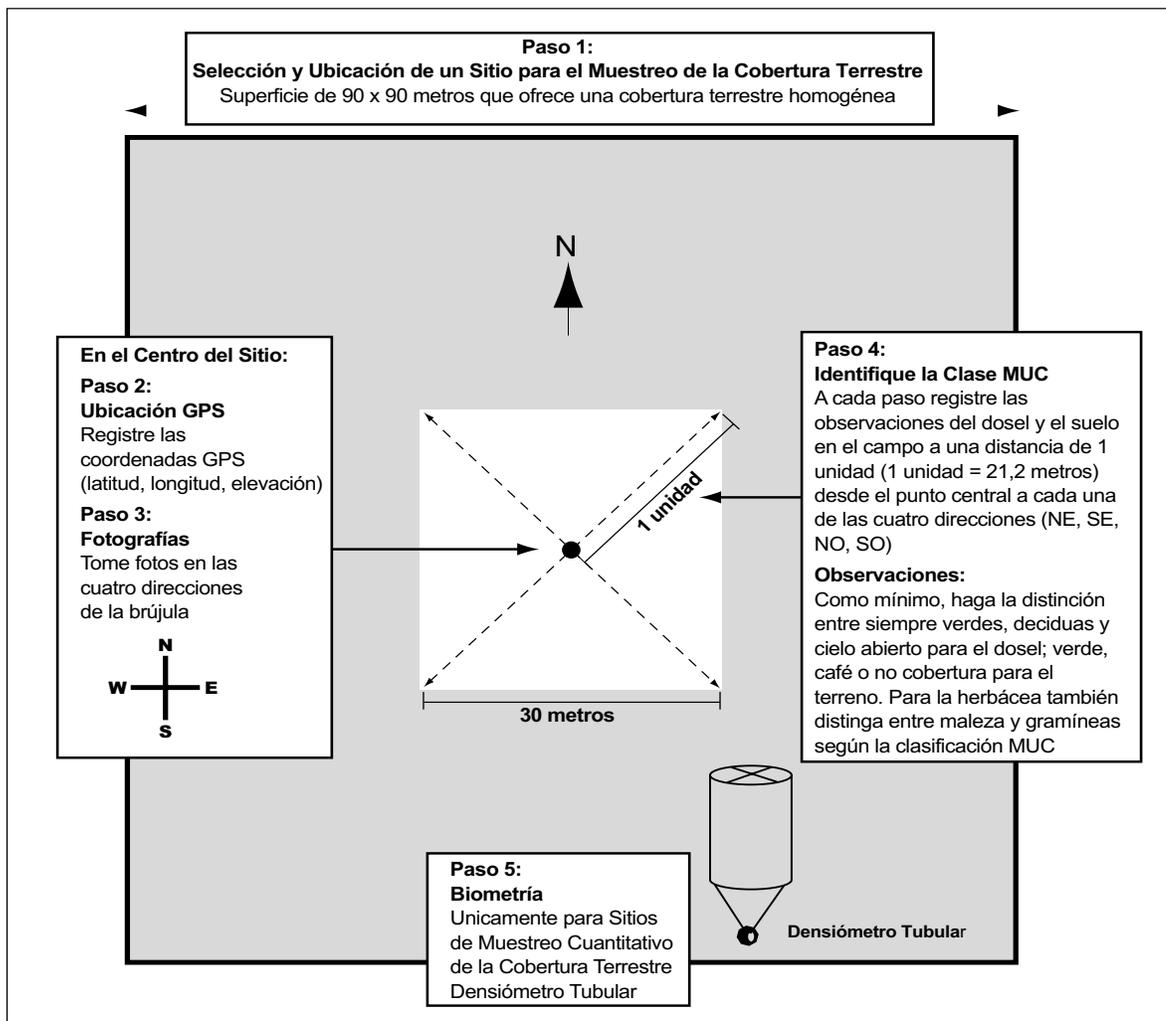
### Paso 1: Selección y Ubicación de un Sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre

- ❑ Elija una zona de cobertura terrestre homogénea de 90 m x 90 m, utilizando bien sea las imágenes de satélite MT correspondientes a su Sitio de Estudio GLOBE o bien en base a sus propias observaciones de campo.
- ❑ Empleando la imagen MT para fines de orientación, ubique el Sitio para hacer el Muestreo de la Cobertura Terrestre y viaje allí.
- ❑ Marque cuidadosamente el centro del sitio con un marcador temporal.

### Paso 2: Ubicación GPS

- ❑ Obtenga una unidad del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Si no cuenta con la unidad GPS al establecer la Muestra de Cobertura Terrestre, asegúrese de haber marcado claramente el centro y luego regrese y registre las coordenadas cuando obtenga la unidad GPS.
- ❑ En el centro del Sitio de Muestreo de la Cobertura Terrestre, registre las coordenadas GPS: longitud, latitud y elevación. Refiérase a la *Investigación con GPS*.
- ❑ Registre los datos en la Hoja de Trabajo para Datos de Campo dentro de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología.

Figura CT-P-8: Un típico Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre



### **Paso 3: Fotografías**

- Desde el centro del Sitio de Muestreo de la Cobertura Terrestre, tome una fotografía hacia cada una de los cuatro puntos cardinales (N, E, S, O).
- Haga que se revelen dos juegos de fotos, una para su colegio y otra para GLOBE.
- Ponga descriptores o nombres a cada foto con la denominación del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre y aspectos direccionales.

### **Paso 4: Identifique la Clase MUC**

- Determine el tipo de cobertura terrestre siguiendo el Protocolo del Sistema MUC.
- Registre la Clase MUC en la Hoja de Trabajo para Datos de Campo en la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología.

### **Paso 5: Biometría**

- Si el lugar se trata de un bosque o de una zona arbórea (por ejemplo, clases 0 ó 1 de MUC), siga los protocolos de biometría aplicables a bosque (alto, circunferencia, especies dominantes y sub-dominantes, identificación, contacto de follaje, cobertura del suelo).
- Si el lugar está recubierto de vegetación herbácea (clase 4 bajo el sistema MUC), siga los protocolos de biometría correspondientes a pastizales.

### **Paso 6: Reporte de Datos**

- Revise las Hojas de Trabajo para Datos y registre la información en los registros de datos locales permanentes que mantiene el colegio.
- Reporte los datos a GLOBE mediante la Hoja de Ingreso de Datos del Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre.
- Envíe copia de las fotografías al Archivo de Datos del Estudiante GLOBE.

# Protocolo de Biometría



## **Propósito**

Cuantificar y registrar la cobertura terrestre a fin de determinar cuáles con las características específicas de un Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre

Proporcionar a los científicos de GLOBE y demás personal los datos necesarios sobre cobertura terrestre

## **Visión General**

Los estudiantes despliegan una superficie de 30 m x 30 m dentro de un Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre. En estos sitios, los estudiantes observan y registran la cobertura del suelo y la vegetación superior de follaje, identifican especies dominantes y co-dominantes, miden ya sea el alto y la circunferencia de árboles o la biomasa de la cobertura del suelo constituida por herbáceas. Designan a uno de estos sitios como su Sitio de Estudio Biología, donde aplicarán este protocolo una o dos veces por año.

## **Tiempo**

De medio día a un día completo por cada visita

## **Nivel**

Todos

## **Frecuencia**

Una o dos veces por año para su Sitio de Estudio de Biología

Una única vez para todos los demás Sitios de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre

## **Conceptos Claves**

Relación del tamaño del pixel de una imagen con respecto a un sitio en el terreno

Cobertura del dosel

Cobertura del terreno

Altura y Circunferencia de los Árboles

Biomasa de la vegetación herbácea

Especies Dominantes y *Co-Dominantes*

Clasificación de la Cobertura Terrestre

## **Destrezas**

Utilización de un clinómetro y densiómetro

Utilización del sentido de direccionamiento de la brújula

Medición del terreno

Identificación de los tipos de vegetación y especies de árboles

Utilización de una clave dicotómica

Medición de pasos

## **Materiales y Herramientas**

Copias impresas a color de su pixel local de 512 x 512, generado por el Mapeador Temático de Landsat (Thematic Mapper) correspondiente a escenas visibles (3,2,1) y NIR (4,3,2)

Mapas de carreteras locales o mapas topográficos (opcional)

Brújula

Cinta métrica de 50 m

Estacas y banderines de delimitación permanente u otros materiales similares

Unidad GPS

Cámara de Imágenes Congeladas Densiómetro tubular (4 cm de diámetro por tubo de 7,5 cm de largo, piola, tuerca de metal o arandela, cinta adhesiva)

Claves dicotómicas y/o otras guías locales de especies

Clinómetro (Hoja de clinómetro, cartón, sorbetes (pajillas), tuerca o arandela de metal)

Tabla de Tangentes

Cinta métrica flexible

Pequeño saquillo de frijoles

Podadoras de césped o tijeras fuertes

Fundas de papel pequeñas

Horno de secado

Balanza o pesa exacta a 0,1 g

Hoja de Trabajo de Datos de Campo de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología

## **Preparación**

Elija los sitios

Practique las técnicas para tomar medidas

## **Prerequisitos**

Actividad de Aprendizaje de Observaciones del Sitio

## Introducción

El *Protocolo del Sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre* enseña cómo establecer estos lugares y define los pasos a seguirse para recolectar los datos en ellos. Este protocolo detalla los procedimientos involucrados en la realización de mediciones *biométricas* en todos los sitios de muestreo cuantitativo. Este protocolo solo puede aplicarse en sitios que cuentan con nivel 1 clase 0 del MUC (Bosque Cerrado), 1 (Zona Arbórea) ó 4 (Vegetación Herbácea). Usted define cuál de estos sitios cuantitativos se convertirá en su Sitio de Estudio de Biología.

### Cómo Desplegar un Área de 30 m por 30 m para la Realización de Mediciones de Biometría

#### Consideraciones Especiales para los Sitios de Estudio de Biología

**Nota:** Si usted ya ha aplicado una versión anterior de este protocolo y ha definido un Sitio para Estudio de Biología, continúe utilizando el sitio actual para realizar mediciones repetitivas siguiendo las secciones que constan más adelante como parte de este protocolo.

La única diferencia entre su Sitio de Estudio de Biología y las áreas centrales de 30 m x 30 m de otros Sitios para el Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre, es que las mediciones biométricas se repiten periódicamente en el sitio de estudio, mientras que en los sitios de muestreo las observaciones se realizan una sola vez. Luego de identificar los tipos de vegetación dominantes y co-dominantes, realizará una serie de mediciones biométricas a lo largo del tiempo.

Como su Sitio de Estudio de Biología es permanente, deberá demarcar el área central de 30 m x 30 m, donde realizará todas sus mediciones utilizando estacas, banderines y demás marcas permanentes. Para delimitar esta superficie de 30 m x 30 m:

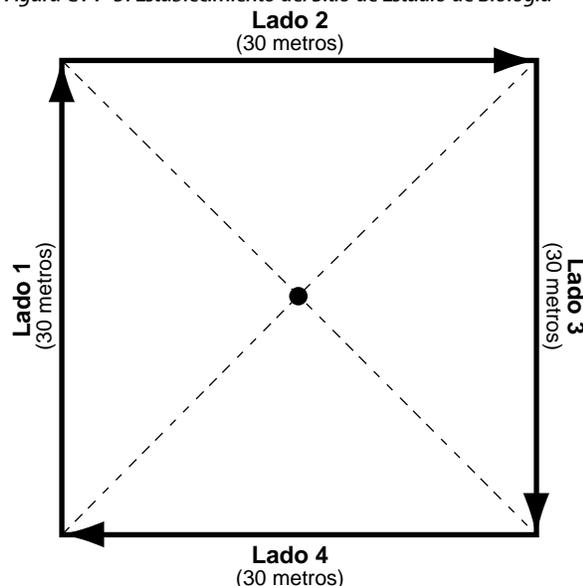
#### Paso 1: Definir su Sitio de Estudio de Biología

- ❑ Siga los Pasos 1 a 4 del Protocolo del Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre. Cerciérese de que este sitio corresponda al nivel 1, clase 0, 1 ó 4 del MUC.

#### Paso 2: Identifique y Delimite su Área de Estudio de Biología de 30 m x 30 m

- ❑ Coloque un marcador en el sitio en el que desea que esté una esquina del cuadrado de 30 m x 30 m que ha identificado.
- ❑ Utilice su brújula y cinta métrica para desplazarse 30 metros hacia uno de los puntos *cardinales* (Norte, Sur, Este u Oeste). Coloque un segundo marcador al extremo de este trayecto. Esto le da el primer lado.
- ❑ Desde la segunda marcación, muévase perpendicularmente hacia el lado uno. Coloque un tercer marcador al final de este trayecto. Esto le da el segundo lado.
- ❑ Desde el tercer marcador, desplácese 30 metros perpendicularmente hacia el lado dos y en paralelo con el lado uno. Coloque un cuarto marcador al extremo de este trayecto. Esto le da el lado tres.
- ❑ Desde el cuarto marcador, desplácese 30 metros hacia su marcador original. Si este trayecto finaliza a una distancia de 2 a 3 metros desde el marcador original, verifique el direccionamiento de su brújula a cada lado, verifique el largo de cada lado y vuelva a intentarlo.
- ❑ Defina donde se encuentra el centro de su cuadrado desplazándose a lo largo de las diagonales del cuadrado y colocando un marcador donde se cruzan los dos caminos. Puede utilizar piola para fijar estas diagonales.

Figura CT-P-9: Establecimiento del Sitio de Estudio de Biología



## Realización de las Medidas de Biometría

Dependiendo de los tipos de vegetación que existan en el lugar escogido, usted y sus estudiantes realizarán mediciones biométricas de follaje, cobertura del suelo, altura y circunferencia de árboles y/o biomasa de hierba.

## Cuándo Hacer las Mediciones Biométricas

En su Sitio de Estudio de Biología: Realice las mediciones biométricas dos veces por año: una durante el apogeo de la época de cultivo y otra durante la estación menos activa. Si en su región carecen de estaciones que tengan diferencia de temperatura o pluviosidad, haga las mediciones únicamente una vez al año.

En todos los demás Sitios de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre: realice las mediciones biométricas una sola vez y tan cerca del apogeo de la época de cultivo como le sea posible.

## Cómo Realizar las Mediciones de Cobertura del Dosel y Cobertura del Suelo

### Paso 1: Construya un Densiómetro

- ❑ Consiga un tubo de aproximadamente 4 cm de diámetro y 7,5 cm de largo. Coloque dos cordones en ángulos perpendiculares cruzando el diámetro de un extremo a otro hasta formar un cruce.

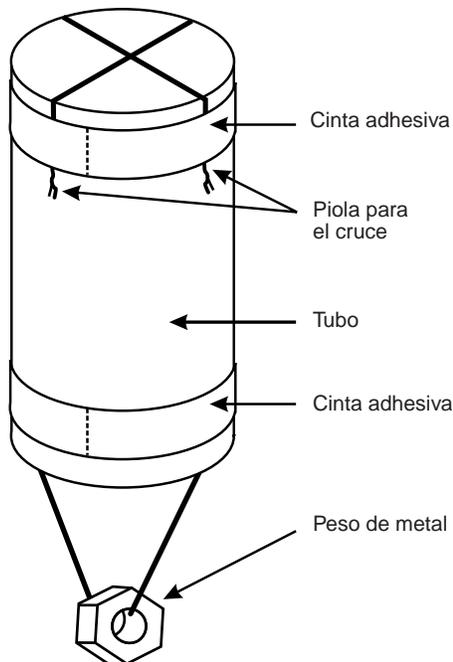


Figura CT-P-10: Densiómetro Casero

- ❑ Coloque un segmento de piola de 18 cm de largo, del que cuelga una tuerca o arandela por debajo del diámetro al otro extremo del tubo. Ya tiene un densiómetro.

### Paso 2: Conteo tanto de Cobertura del Dosel como de Cobertura del Suelo

- ❑ Uno o más pares de estudiantes dan pasos a lo largo de las dos diagonales dentro del cuadrado de 30 m x 30 m.
- ❑ Luego de cada paso, un estudiante mira hacia arriba, hacia el dosel a través del densiómetro, asegurándose de que el peso de metal (tuerca/arandela) esté directamente bajo la intersección de las piolas que se cruzan en el extremo superior del tubo.

**Nota:** Si a los estudiantes más pequeños les toma más de cuarenta pasos el completar la diagonal, podrían tomar medidas cada dos pasos.

- ❑ Si uno de los estudiantes ve vegetación, pequeñas ramas o ramas que abarcan la intersección de las piolas, el otro estudiante registra con un "+" dentro del espacio correspondiente en la Hoja de Trabajo de Datos de Campo relativos a Vegetación Dominante/Co-Dominante. Si no hay vegetación, pequeñas ramas o ramas que toquen la intersección (es decir el estudiante ve el cielo por sobre la intersección de las piolas), el estudiante registra un "-". Los estudiantes deberán terminar obteniendo una serie de signos (+) y otra de menos (-).

- ❑ Luego, el estudiante ve hacia abajo.
- ❑ Si la vegetación está bajo sus pies o toca el pie o pierna por debajo de la rodilla, el otro estudiante registra una "G" cuando la vegetación es verde y una "B" si la vegetación es café. Si ningún tipo de vegetación está debajo de los pies del estudiante o por debajo de sus rodillas (por ejemplo, el suelo está desnudo), el otro estudiante registra un "-". Para lecturas más exactas, otros pares de estudiantes deberán repetir estas mediciones.

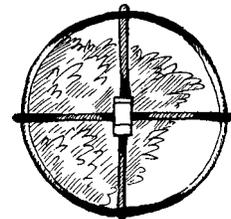
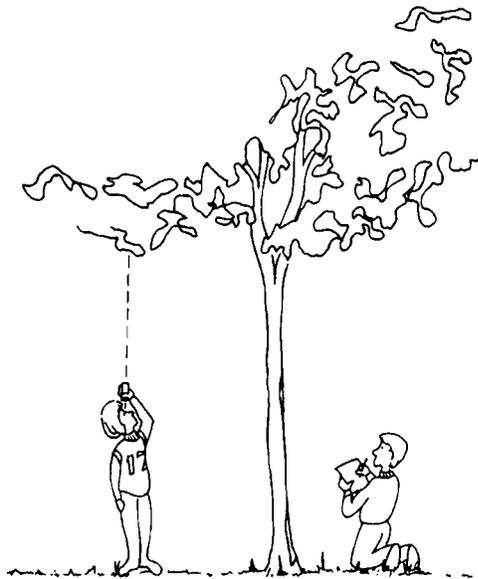


Figura CT-P-11: Ejemplo de Uso de un Densiómetro Casero



### Paso 3: Reportar los Resultados de Cobertura del Dosel y Cobertura del Suelo

- Reporte el número de signos + y signos - correspondientes a cobertura del dosel y el número de G y B y signos "-" para la cobertura del suelo al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE, junto con otros datos biométricos.

**Nota:** Si las observaciones se repitieran con los diferentes equipos de estudiantes, elija únicamente los datos de un equipo para reportarlos a GLOBE.

### Paso 4: Cálculo de Porcentajes de la Cobertura del Dosel y la Cobertura del Suelo

- Calcule el porcentaje de cobertura del dosel : Sume todas las "+" y divida para la suma de los "+" más los "-". Multiplique por 100 para convertir esta fracción en un porcentaje.
- Calcule el porcentaje de cobertura del suelo verde: sume todas las "G" y divida para la suma de "G", "B" y "-". Multiplique por 100 para convertir esta fracción en un porcentaje.
- Calcule el porcentaje de la cobertura del suelo café: sume todas las "B" y divida para la suma de las "G", "B" y "-". Multiplique por 100.
- Sume los porcentajes correspondientes a toda la cobertura del suelo verde y café para obtener un porcentaje total de la cobertura del suelo.

## Cómo Identificar la Vegetación Dominante y Co-Dominante

Al haber identificado su sitio, usted tiene una idea general de los tipos de vegetación que allí crecen. Usted y sus estudiantes deberán ahora identificar los tipos más comunes (dominantes) de vegetación y la segunda vegetación más común (co-dominante) dentro de su Sitio de Estudio de Biología u otros Sitios de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre. Usted podría necesitar esta información al momento de identificar la clasificación MUC de su sitio utilizando el *Protocolo de Clasificación MUC*. Los científicos GLOBE también necesitan esta información para estudiar el crecimiento de diferentes tipos de vegetación. Para Bosques Cerrados y sitios forestados (clases 0 y 1 del nivel 1 de MUC) es recomendable identificar los nombres científicos (género y especie) de los dos tipos de árboles cuyo dosel predomina en la cobertura terrestre. Para lugares herbáceos (clase 4 del nivel 1 de MUC), identifique las plantas que cubren la mayor parte de la superficie como *gramíneas* (grama), o *maleza* (de hoja ancha). Favor referirse al Glosario que consta en el *Apéndice* para definiciones de estos términos.

### Paso 1: Identifique los Tipos de Vegetación

- Repita las mediciones de cobertura del dosel y cobertura del suelo descritas anteriormente; pero esta vez el estudiante debe identificar cada especie de árbol que toca el cruce de pioletas. El estudiante también se debe fijar en el piso e identificar cualquier tipo de vegetación superficial que queda bajo sus pies o que alcanza a la altura del pie o pierna. El otro estudiante registrará la información correspondiente en la Hoja de Trabajo de Datos de Campo sobre Vegetación Dominante y Co-Dominante.

**Nota:** Si es que no puede identificar el género y especie de un árbol en el campo, registre el nombre común del árbol, si lo conoce. Si el nombre común se desconoce, invente nombres y describa el árbol de manera que lo pueda identificar exactamente en lo posterior.

### Paso 2: Calcule qué Tipos de Vegetación son Dominantes y Cuáles son Co-dominantes

- Tabule sus resultados
- Si la cobertura del dosel de los árboles es 40% más grande, y está más arriba de los 5 m de altura, entonces su sitio corresponde a un bosque o a un lugar forestado (clases 0 ó 1 del nivel 1 del MUC). La vegetación



*dominante* corresponde a las especies de árboles que se ven más comúnmente a través del densiómetro. La vegetación *co-dominante* corresponde a especies arbóreas que pueden ser vistas con mayor frecuencia en segunda instancia. Si su sitio es un bosque o zona arbórea, identifique las especies de árboles empleando claves dicotómicas o consultando a expertos locales. Ver Sugerencia Util: Cómo Utilizar las Claves Dicotómicas. Luego, proceda con Cómo Medir la Altura y Circunferencia de los Árboles.

- ❑ Si la cobertura del dosel de los árboles corresponde a menos del 40% y la cobertura del suelo es más del 60%, entonces su lugar está dominado por Vegetación Herbácea (clase 4, nivel 1 del MUC). La vegetación *dominante* constituye aquellas plantas que se ven más frecuentemente formando parte de la cobertura del suelo. La vegetación *co-dominante* corresponde a aquella planta que se ve más frecuentemente en segunda instancia ya sea en el suelo o en el follaje superior. Si su sitio es de vegetación herbácea, identifique si la cobertura del suelo está dominada por *gramíneas* (grama, hierba) o *maleza* (hoja ancha) empleando para ello las definiciones que constan en el *Apéndice*. Si la cobertura terrestre herbácea es graminoide, proceda con Cómo Medir la Biomasa de Hierba. Si la vegetación tiene hojas anchas, no haga ninguna otra observación ni medición ulterior.

### **Paso 3: Registre sus Hallazgos**

- ❑ Si su lugar es un bosque o zona arbórea, ingrese las primeras cuatro letras del género y especie de ambas especies dominantes y co-dominantes de árboles en el lugar correspondiente de la Hoja de Trabajo de Datos de Campo sobre Vegetación Dominante y Co-Dominante.
- ❑ Si su lugar tiene vegetación herbácea, ingrese “GRAM”, para grama (gramíneas), o “FORB” para otra vegetación de hoja ancha, en el espacio correspondiente de su Hoja de Trabajo de Datos.

Nota: Si la vegetación del sitio elegido por usted es variada, podría resultar difícil identificar la vegetación dominante y co-dominante. Si dos tipos no son claramente dominantes o co-dominantes, describa bien los tipos de vegetación en la sección de Notas de su Hoja de Trabajo de Datos de Campo

sobre Vegetación Dominante y Co-Dominante. Ingrese la anotación “mixta” en la línea correspondiente a vegetación *Dominante* y *Co-dominante*.

### **Ejemplos**

Para darle a usted un mejor sentido sobre cómo funciona esta actividad, se presentan dos ejemplos de lo que podría ocurrir:

**Ejemplo 1:** Usted realiza las mediciones de la cobertura del dosel y cobertura del suelo, registrando el número de veces que observó esta vegetación a través de su densiómetro y el número de veces que usted vio el cielo. Cada vez que vea vegetación de follaje a través de su densiómetro, deberá también registrar y llevar la cuenta de las especies arbóreas. Luego calcula una cobertura del dosel de 70% y observa que las copas de los árboles se tocan entre sí. Esto significa que usted ha clasificado al sitio como un *bosque* (clase 0 del nivel 1 del MUC). La especie dominante de árboles corresponde a aquella especie que más veces se ha contado. Las especies co-dominantes corresponden a las especies que tienen el segundo mayor número de señales de conteo.

**Ejemplo 2:** Luego de que lleva a cabo sus mediciones de la cobertura del dosel y del suelo, usted calcula que la cobertura del dosel es 20% y compuesta por una sola especie de árboles de pino. Su cobertura del suelo es de 90% y está compuesta del 80% de hierba y el 10% de maleza. Esto significa que ha caracterizado a su sitio como de *vegetación herbácea* (clase 4, nivel 1 del MUC). La vegetación dominante es la hierba (“GRAM” en la Hoja de Trabajo de Datos). Como el 20% del sitio corresponde a pinos, y únicamente el 10% del mismo porta maleza, su vegetación co-dominante son árboles de la especie pino.

# Sugerencias Útiles: Cómo Utilizar Claves Dicotómicas

La palabra *dicotómica* proviene de las raíces Griegas *dikha*, “en dos”, y *temnein* “cortar”. Por ende, su significado es “división en dos partes contradictorias”. Una clave es un glosario sinóptico o cifra para decodificar o interpretar. Una *clave dicotómica* constituye un decodificador de ramificaciones, que se bifurca en dos divisiones aproximadamente iguales y contradictorias que conducen a solo un resultado correcto. Es como un ratón en un laberinto. Para que el ratón pueda escapar, debe optar por varias alternativas entre dos direcciones, una correcta y una incorrecta. El ratón saldrá únicamente después de haber optado por la elección correcta.

Para utilizar una clave dicotómica, nosotros también debemos elegir correctamente entre dos opciones en una serie de opciones contradictorias. Utilizamos nuestros cinco sentidos (vista, oído, tacto, gusto y olfato) para determinar las elecciones correctas. Se proporciona un ejemplo sencillo de cómo estaremos en capacidad de elegir qué tipo de zapato nos ponemos.

Supongamos que está puesto un par de zapatos de lona para correr. La clave de la primera elección pregunta si los zapatos están hechos de cuero o de lona. Como están hechos de lona, y no de cuero, usted sigue el “trayecto” que dice “LONA”. Cuando le preguntan si sus zapatos tienen suelas ligeras y son rebajados, o si portan suelas gruesas y de caña alta, opta por ligeros y rebajados, de manera que los ha identificado como zapatos de lona para correr.

Note que *todas* las claves dicotómicas tienen sus limitaciones inherentes. En este ejemplo, únicamente seis tipos de zapatos pueden incluirse. Aún claves técnicas muy extensas omiten algunas posibilidades de elección. Esto es aplicable con respecto a las especies de vegetación exótica que han sido introducidas en una zona. Muchas claves dicotómicas incluyen únicamente las especies nativas. Si las plantas que está tratando de identificar no son nativas o su clave dicotómica no es lo suficientemente completa, entonces tendrá necesidad de buscar ayuda experta.

Una segunda limitación que se encuentra en muchas claves dicotómicas es la utilización de terminología poco precisa (por ejemplo, “rebajados”, “ligeros”, etc.) A veces no está claro lo que los autores de la clave quieren decir con estos términos. Las mejores claves son aquellas que utilizan características objetivas basadas en mediciones en vez de opciones subjetivas.

Para ayudarlo a identificar las especies o encontrar una clave dicotómica local, consulte con silvicultores, expertos locales, científicos universitarios investigadores, etc. Su Coordinador GLOBE en el País también podría contar con información útil.

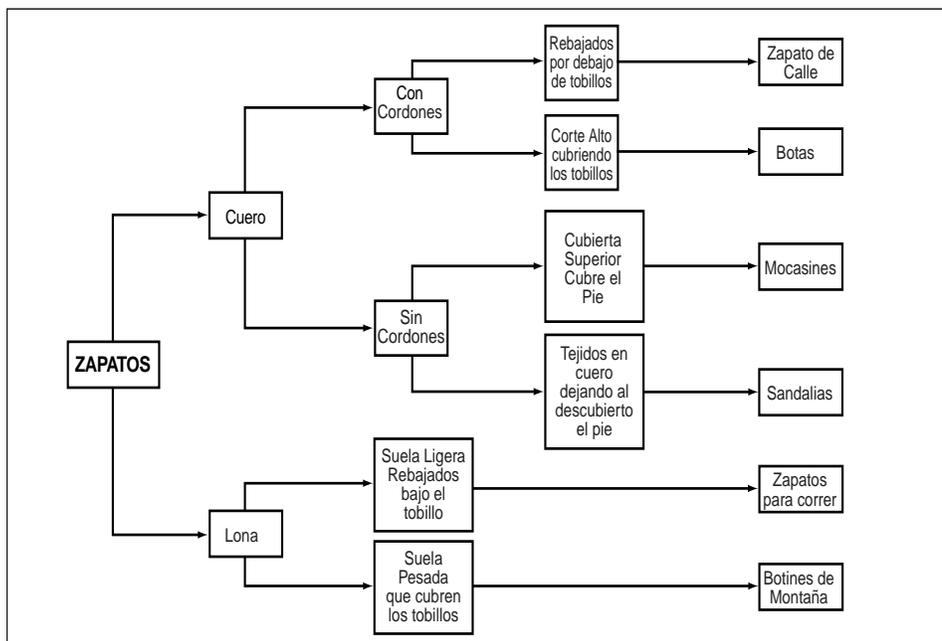


Figura CT-P-12: Cómo Utilizar una Clave Dicotómica

## Cómo Medir la Altura y Circunferencia de los Árboles

### Cómo Elegir Cuáles Árboles Medir

1. Si la especie dominante en el sitio de su elección es un tipo de árbol, elija cinco especímenes del mismo. Incluya el árbol más grande, el más pequeño que todavía alcanza el dosel y tres árboles intermedios. Marque los árboles para referencia futura.
2. Si tiene especies arbóreas co-dominantes, repita el proceso. Si existen menos de cinco especies de árboles co-dominantes, incluya otras tres especies hasta alcanzar un total de cinco. Marque los árboles para referencia futura.

### Cómo Medir la Altura de un Arbol Empleando un Clinómetro

Un clinómetro mide los ángulos para determinar las alturas de los objetos sin medirlos directamente. Esta es una versión simplificada del *cuadrante* (un instrumento de medida medieval) y del *sextante*, un instrumento utilizado para ubicar las posiciones de los barcos. Al igual que estos instrumentos, el clinómetro cuenta con un arco de graduación que tiene marcación de grados dentro de una gama que va desde el 0 hasta los 90 grados. Véase la Figura CT-P-13. Cuando observa un objeto a través de la "pajilla" del clinómetro, puede leer el número de grados del ángulo BVW al notar el punto en que la cuerda toca el arco. El ángulo BVW es igual al ángulo BAC, que constituye el ángulo de elevación del clinómetro. Si conoce tanto el ángulo de elevación como la distancia a que se encuentra un objeto, puede calcular la altura de dicho objeto empleando para ello una simple ecuación.

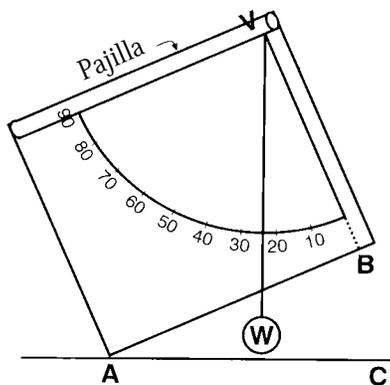


Figura CT-P-13: Clinómetro Casero

Modificado en base a Bennett, A. y Nelson, L. (1961) *Mathematics on Activity Approach*. Allyn & Bacon: Boston.

### Paso 1: Haga un Clinómetro

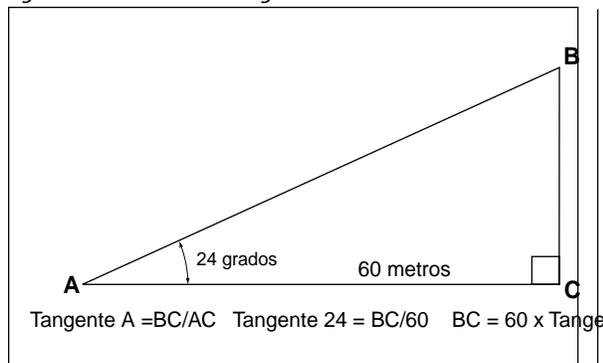
- Pegue una copia de la Hoja de Clinómetro que consta en el Apéndice a un pedazo de cartón rígido del mismo tamaño.
- Perfore un orificio a través del círculo marcado en la hoja y amarre el extremo de un pedazo de cuerda de 15 cm de largo pasándolo por el orificio.
- Ate una tuerca o arandela de metal para usar como plomada al otro extremo de la cuerda.
- Utilizando cinta adhesiva adhiera una pajilla o sorbete a lo largo de la línea así marcada en la hoja, para utilizarlo como mira.

### Paso 2: Mida y Registre las Distancias y Ángulos Necesarios para Determinar la Altura del Arbol

- En uno de los árboles seleccionados, muévase hacia una distancia predeterminada alejándose de la base del árbol y registrando la distancia. Esta constituye su línea AC. Véase Figura CT-P-14. Para resultados más exactos, deberá ajustar su distancia desde la base del árbol de manera que el Ángulo BVW quede entre los 30 y 60 grados.
- Mida y registre la altura de su ojo sobre la tierra.
- Observe el árbol a través de la mira o sorbete del clinómetro.
- Registre el número de grados en el ángulo BVW del clinómetro; esto le dice el número de grados en el ángulo BAC.

En el ejemplo (Figura CT-P-15), un estudiante se para a 60 metros de la base de un árbol y ubica la copa de los árboles a través de su clinómetro. Su hoja se encuentra a 1,5 metros sobre el piso. Lee un ángulo de 24 grados en su clinómetro (las cifras no se ajustan a escala).

Figura CT-P-14: Ecuación Trigonométrica

**Paso 3: Organice sus Datos en un Dibujo**

Refiérase a la Figura CT-P-14 para dibujar e identificar un triángulo que representa toda la información que ha acumulado.

**Paso 4: Calcule la Altura del Arbol**

- Utilice su Tabla de Tangentes en el Apéndice y la siguiente ecuación para resolver la altura de BC:

$$\text{TAN} < A = \text{BC} / \text{AC}$$

El anterior estudiante resolvió su ecuación de la siguiente manera:

$$\text{TAN } 24 = \text{BC} / 60. \text{ Por lo tanto,}$$

$$\text{BC} = 60 (\text{TAN } 24): \text{ Por lo tanto,}$$

$$\text{BC} = 60 (.45) = \mathbf{27 \text{ m}}$$

- Sume la altura BC a la altura del clinómetro desde el piso (a su nivel de ojo) para obtener la altura total del árbol. En el ejemplo anterior, la altura del árbol corresponde a  $27 \text{ m} + 1,5 \text{ m} = \mathbf{28,5 \text{ m}}$

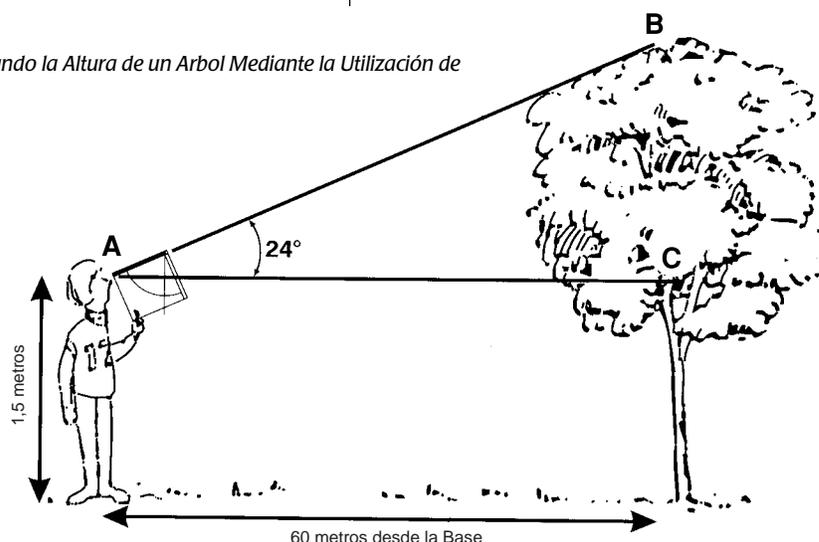
**Nota:** Para estudiantes más jóvenes, si el ángulo BVW es de 45 grados, la distancia desde el árbol será equivalente a la altura del árbol por sobre el nivel de los ojos del estudiante, y esto puede ilustrarse a los estudiantes dibujando un triángulo isósceles sin ninguna explicación adicional de las matemáticas involucradas.

**Paso 5: Repita el Anterior Proceso para Todos los Árboles Seleccionados****Paso 6: Calcule y Registre las Alturas Promedio de los Árboles**

- Sume las alturas (en metros) de las especies dominantes de árboles y divida para cinco para obtener la altura promedio.
- Si tiene cinco especies de árboles co-dominantes, repita el proceso para todas ellas.
- Registre los promedios de altura de los árboles en su Hoja de Trabajo de Datos.

**Nota:** Si quisiera practicar la medición de alturas antes de trasladarse a su sitios, busque un objeto alto en las afueras del que conozca la altura, o que pueda medir directamente (como el poste de una bandera o el edificio del colegio). Luego de terminar el proceso anterior, compare sus resultados con la altura conocida del objeto.

Figura CT-P-15: Determinando la Altura de un Arbol Mediante la Utilización de un Clinómetro Casero

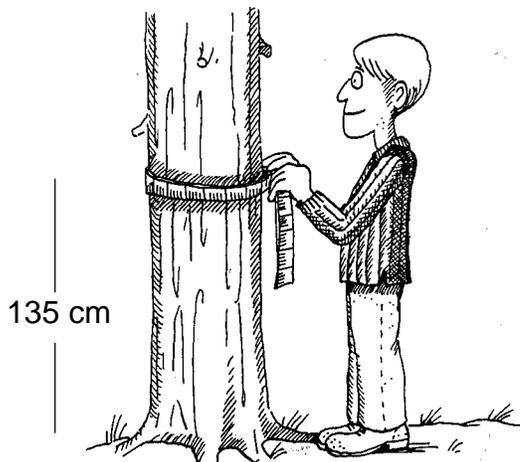


## Cómo Medir la Circunferencia de los Árboles

### Paso 1: Medición y Registro de la Circunferencia de un Arbol

- ❑ Utilizando una cinta métrica flexible, mida la circunferencia del árbol a exactamente 1,35 m sobre el nivel del piso. Los científicos llaman a esto la medición de *circunferencia a altura de pecho* (CBH)
- ❑ Repita el proceso para todas las cinco especies dominantes de árboles y, según aplique, a todas las especies co-dominantes de árboles.
- ❑ Registre las circunferencias en centímetros como parte de su Hoja de Trabajo de Datos de Campo de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología.

Figura CT-P-16: Medición de la Circunferencia de un Arbol



Fuente: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Asociación para la Educación Ambiental, República Checa.

## Cómo Medir la Biomasa del Pasto

Si las especies dominantes y/o co-dominantes del Sitio son gramas, usted medirá la *biomasa*, por metro cuadrado, es decir la masa total de la vegetación herbácea viva (verde) y la senescente (café). Estos datos ayudarán a otros a documentar la cobertura terrestre y a evaluar y modelar los ciclos del agua y de nutrientes. No mida la biomasa de ninguna otra vegetación que no corresponda a pastos o hierbas, aún si ellas son las especies dominantes o co-dominantes presentes.

### Paso 1: Seleccione y Marque Tres Ubicaciones de Muestreo al Azar

- ❑ Ponga una venda en los ojos de un estudiante y hágale que arroje un pequeño saquillo de frijoles mientras le hace girar en el centro del sitio elegido. El punto donde cae el saquillo de frijoles constituirá una de las ubicaciones para realizar el muestreo al azar.
- ❑ Repita el proceso dos veces más.
- ❑ En cada ubicación de muestreo, utilice una cinta métrica para determinar un metro cuadrado sobre la superficie.

### Paso 2: Recoja y Clasifique Pedazos de Hierba

- ❑ Utilice podadoras de jardín para cortar todo tipo de vegetación herbácea que se encuentre en el cuadrado delimitado. Una vez cumplida la tarea, el cuadrado deberá quedar desprovisto de hierba, con la excepción de pequeñas cejas de las plantas. (*Vegetación* significa que siguen enraizadas en la tierra. No recoja ninguna hoja suelta u hojarasca).
- ❑ Clasifique lo podado entre vivas y senescentes. Cualquier hoja que tenga aún un poco de verde se considera como viva. Únicamente la materia que esté totalmente café constituye vegetación senescente.
- ❑ Coloque las partes vivientes y las senescentes en fundas de papel café independientes (*no* plásticas), y póngale un nombre a cada funda cuidadosamente. Si el lugar elegido tiene crecimiento extenso, utilice varias fundas en lugar de dos grandes.

### Paso 3: Prepare y Pese las Muestras de la Hierba Podada

- ❑ Ya de regreso en el colegio, seque las fundas durante algunos días en un horno de secado a temperaturas no mayores de 50 a 70 grados celsius. Pese cada funda una vez al día. Las muestras estarán completamente secas cuando usted haya conseguido la misma masa en dos días consecutivos. (**Nota:** ¡no emplee un horno convencional de cocina en este proceso ya que resultaría peligroso!)
- ❑ Pese cada funda, una a la vez. Luego, sacuda el contenido y pese la funda vacía. Reste el peso de la funda vacía del peso total para obtener el peso de la hierba. (Utilice una balanza capaz de medir pesos dentro de un rango de más o menos 0,1 g)

### Paso 4: Registre y Reporte los Resultados

- ❑ Registre el peso en gramos, tanto del material verde como del café, de cada muestra del sitio elegido.
- ❑ Reporte los pesos del material verde y café para cada una de las tres muestras al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.
- ❑ Calcule el peso promedio (biomasa) del material verde sumando los pesos de las tres muestras y dividiéndolo para tres. Registre este peso en la sección Resumen de Biometría de la Hoja de Trabajo de Datos de Campo de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología, para futura referencia y fines de comparación.
- ❑ Calcule el peso promedio (biomasa) del material café, añadiendo los pesos de las tres muestras y dividiendo para tres. Registre este peso en la Sección de Resumen de Biometría de la Hoja de Trabajo de Campo de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología para futura referencia y comparación.

### Cómo Ingresar sus Observaciones en la Hoja de Trabajo de Datos de Campo de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología

Usted encontrará una Hoja de Trabajo de Datos de Campo de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología en el *Apéndice*, la cual puede utilizar para registrar las observaciones y mediciones de campo. Haga tantas copias de dicha hoja como necesite. Utilice una hoja de trabajo diferente cada vez que sus estudiantes hagan observaciones. Esta hoja contiene espacios para registrar toda posible investigación directa y medición contemplada en este protocolo. Dependiendo de cuáles sean las observaciones y mediciones que haga, algunos espacios quedarán en blanco.

Sus estudiantes deben registrar los siguientes datos e información en la Hoja de Trabajo de Datos de Campo de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología:

1. **Identificación del Sitio.** Identifique el Sitio de Muestreo elegido. Denomine a la visita ya sea como de “capacitación” o “validación”, o bien “cualitativa” o “cuantitativa”. Si se trata de un sitio cuantitativo, registre si es que se trata de su Sitio de Estudio de Biología.
2. **Nombre del Sitio:** Identifique el nombre que usted y sus estudiantes darán al lugar.
3. **País/Estado/Ciudad:** Identifique su ubicación utilizando estos identificadores.
4. **Ubicación GPS:** Registre la latitud y longitud del punto central de su sitio, el cual ha sido determinado a través del GPS.
5. **Fecha y Hora:** Registre la fecha y la hora en que cumplió sus observaciones y mediciones de campo.
6. **Registrado por:** Registre el nombre del estudiante o de la persona que ingresó los datos en el formulario.
7. **Clases de Cobertura Terrestre 2, 3 y 4 de MUC:** Registre el nombre y código numérico de la mejor opción que aplique al tipo de cobertura al que corresponda el lugar elegido por usted, según el Sistema Modificado de Clasificación de la UNESCO (MUC). Si es que su cobertura terrestre es *urbana o agrícola* podrá detenerse. Toda otra observación y medición es sobre vegetación natural.



### 8. Especies Dominantes y Co-Dominantes:

- Si las especies dominantes y/o co-dominantes son árboles, ingrese las primeras cuatro letras del género y especie para cada uno de ellos (según se definen en la clave dicotómica).
- Si las especies dominantes y/o co-dominantes corresponden a vegetación herbácea, ingrese "GRAM", para grama (gramínea), o "FORB" para otro tipo de vegetación de hoja ancha.
- Si la vegetación del sitio elegido es diversa y las especies dominantes y co-dominantes no pueden identificarse con certeza, describa minuciosamente los tipos de vegetación en la sección de Notas, Fotografías (más abajo) e ingrese "mixed" sobre estas líneas.

**9. Cubertura del Dosel:** Registre observaciones de "+" y "-" cuando utilice el método con densiómetro.

**10. Cobertura del Suelo:** Registre las observaciones G, B y "-" de la cobertura del suelo.

**11. Número, Altura y Circunferencia de los Árboles:** Registre el número de árboles así como las mediciones de altura y circunferencia para las cinco especies dominantes de árboles y cinco (cuando aplique) de los especímenes co-dominantes de árboles. (Si las hierbas constituyen la vegetación dominante y co-dominante, deje estos espacios en blanco.)

**12. Biomasa Verde y Café:** Si su muestra está dominada por hierba, registre las biomásas verdes y cafés para cada una de las muestras luego de haberlas secado en el colegio. (Si la hierba no constituye la vegetación dominante, deje estos espacios en blanco.)

**13. Resumen de Biometría:** Registre el cálculo de cobertura del dosel en porcentajes, la cobertura verde y café, el promedio de altura y circunferencia de árboles y el promedio de biomasa de hierba obtenido de la combinación de múltiples muestras.

**Nota:** Reporte todos los rubros marcados por un asterisco en el formulario de datos al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.

**14. Notas, Fotografías:** Registre las observaciones de campo pertinentes, tales como condiciones climáticas, el número y orientación de las fotografías que se han tomado, etc.

# Protocolo del Sistema MUC



## Propósito

Clasificar la cobertura terrestre empleando el Sistema Modificado de Clasificación de la UNESCO (MUC).

## Visión General

Los estudiantes aprenderán a utilizar este sistema de clasificación jerárquica para asignar una clasificación MUC a sus sitios de muestreo de cobertura terrestre.

## Tiempo

15 a 45 minutos para efectuar las observaciones de campo y determinar la propia clase MUC (excluyendo el tiempo de viaje desde y hacia el sitio)

## Nivel

Todos

## Frecuencia

Para los sitios de muestreo de la cobertura terrestre: Determine la clase MUC una vez durante el apogeo del follaje

## Conceptos Claves

- Cobertura del dosel
- Cobertura del suelo
- Sistema de clasificación jerárquica de la cobertura terrestre

## Destrezas

- Utilización de una brújula
- Medición de distancias mediante pasos
- Utilización de los sistemas de clasificación
- Decisiones basadas en definiciones y reglas
- Identificación de árboles y tipos de cobertura de suelos
- Utilización del sistema MUC para identificar la clase de cobertura terrestre de su sitio de muestreo de la cobertura terrestre.

## Materiales y Herramientas

- Sistema y definiciones MUC
- Brújula
- Densiómetro tubular
- Hoja de Trabajo de Datos de Biometría

## Preparación

Revisión del sistema MUC y ejemplos de clasificación

Identificación de clases MUC que son aplicables a su área local

## Prerequisitos

Actividad de Aprendizaje sobre Clasificación de Hojas

Aprender a “dar pasos”

Aprender a utilizar la brújula y el densiómetro

## Introducción

En el Programa GLOBE, utilizamos el Sistema de Clasificación Modificada de la UNESCO (MUC) para clasificar la cobertura terrestre. El MUC tiene una base ecológica y sigue estándares internacionales. El sistema MUC tiene cuatro niveles de clasificación ordenados jerárquicamente. Como puede apreciar en las Tablas CT-P-3 y CT-P-4, cada nivel mayor se basa en propiedades más detalladas de la cobertura terrestre. Los códigos MUC de hasta cuatro dígitos se asocian con cada clase MUC con un dígito para cada nivel en la clase, comenzando por el nivel más bajo. Al asignar una clase MUC a un área homogénea de cobertura terrestre, siempre comience por el nivel más bajo (es decir el primer dígito del código MUC) y vaya por los niveles superiores, uno a uno. Las definiciones de las clases o clasificaciones MUC

constan en el Apéndice, y los estudiantes deberán referirse siempre a estas definiciones en lugar de depender de sus memorias o conocimiento general cuando determinen la clase MUC a la que corresponde cada área.

Un sistema de clasificación consiste de una serie completa de categorías, con descriptores (nombres) definiciones, típicamente dispuestas en una jerarquía o estructura de ramificación. Un sistema de clasificación se utiliza para organizar una serie de datos, tales como un inventario de tipos de coberturas terrestres, en grupos que tengan algún significado. El sistema de clasificación deberá ser *totalmente exhaustivo* y *mutuamente excluyente*. Una clasificación *totalmente exhaustiva* tiene una clase apropiada para cada dato posible (por ejemplo, tipo de cobertura terrestre). Una *clasificación mutuamente*

Tabla CT-P-3: Niveles MUC 1 y 2

	Nivel 1	Nivel 2	
<b>Cobertura Natural</b>	0 Bosque Cerrado	01 Principalmente Bosque Siempre Verde 02 Principalmente Bosque Deciduo 03 Bosque Extremadamente Xeromórfico (Seco)	
	1 Area Arbórea	11 Principalmente con Arboles Siempre Verdes 12 Principalmente con Arboles Deciduos 13 Arboles extremadamente Xeromórficos (Secos)	
	2 Arbustiva	21 Principalmente Arbustos Siempre Verdes 22 Principalmente Arbustos Deciduos 23 Arbustos extremadamente Xeromórficos (Secos)	
	3 Arbustos Enanos	31 Principalmente Arbustos Enanos Siempre Verdes 32 Principalmente Arbustos Deciduos Enanos 33 Arbustos Enanos extremadamente Xeromórficos 34 Tundra	
	4 Vegetación herbácea	41 Gramíneas altas 42 Mediana - alta 43 Gramíneas Cortas 44 Maleza (de hojas anchas)	
	5 Tierra Yerma	51 Planicies salinas secas 52 Areas arenosas 53 Roca desnuda 54 Campos de nieve Perennes 55 Glaciares 56 Otros	
	6 Humedales	61 Ribereños 62 Palustres 63 Estuarinos 64 Lacustres	
	7 Cuerpos superficiales de agua	71 Agua dulce 72 Marina	
	<b>Cobertura Desarrollada</b>	8 Tierra Cultivada	81 Agricultura 82 No-agricultura
		9 Urbanas	91 Residencial 92 Comercial/Industrial 93 Transportación 94 Otros

Fuentes: UNESCO, 1973 y GLOBE, 1996

*excluyente* tiene una y únicamente una clase apropiada para cada punto de dato. El ordenamiento jerárquico significa que existen múltiples niveles de clasificación: el nivel 1 tiene la mayoría de las clases generales; cada nivel superior en el sistema incrementa en detalle y múltiples clases detalladas que pueden condensarse en clases generales menos numerosas. Por ejemplo:

El Sistema MUC tiene diez clases del nivel 1, incluyendo *Bosque Cerrado*, *Zona Arbórea* y *Urbana*. Véase Tablas CT-P-3 y CT-P-4. El nivel 2 las clases comprendidas dentro de *Bosque Cerrado* son *Principalmente Bosques Siempre Verdes*, *Principalmente Bosques Deciduos*, y *Bosque Extremadamente Xeromórfico (seco)*. Estas clases dentro del nivel 2 contienen mayor detalle que las clases del nivel 1, *Bosque Cerrado*, y pueden caer bajo la clase de *Bosque Cerrado*. En otras palabras, cualquier miembro de una de estas tres clases comprendidas en el Nivel 2 siempre pertenecerá a la clase 1 correspondiente a *Bosque Cerrado*. La Tabla CT-P-3 constituye una versión condensada del MUC, en la que constan únicamente las clases de los niveles 1 y 2.

Todo el sistema de clasificación MUC está resumido en la Tabla CT-P-4. Recuerde que esta sinopsis contiene únicamente el nombre y código de identificación para cada clase. La definición y descripción completa de cada clase se detalla en el

Glosario de Términos del Sistema de Clasificación Modificada de la UNESCO. El Glosario se incluye en el *Apéndice*. Cada clase queda estrictamente definida según claros criterios de decisión.

### Un Ejemplo de la Determinación de la Clase MUC al Nivel 2

La Figura CT-P-17 ilustra los criterios aplicados para distinguir entre las clases *Bosque* y *Zona Arbórea* según el criterio empleado para el nivel 1 de MUC, a fin de hacer la diferenciación entre *Principalmente Deciduo*, *Principalmente Siempre Verde* y *Principalmente Xeromórfico* en el nivel 2.

Más del 40% de la muestra de cobertura terrestre debe estar cubierta por árboles para calificar como bosque o zona arbórea. Si las copas de estos árboles se entrelazan (ramas de los árboles circundantes se topan entre sí) el sitio del muestreo puede considerarse como un bosque. Si los árboles están dispersos y las hojas de uno y otro no se tocan, la unidad de muestreo puede considerarse como una zona arbórea. Las clases del nivel 2 dependen típicamente de la composición del tipo de cubierta que cabe bajo el nivel 1. En este ejemplo, la clase de *Bosque* o *Zona Arbórea* bajo el nivel 2 depende del porcentaje de árboles deciduos o siempre verdes que conforman la cubierta de follaje.

Figura CT-P-17: Aplicación del MUC a Bosques y Zonas Arbóreas

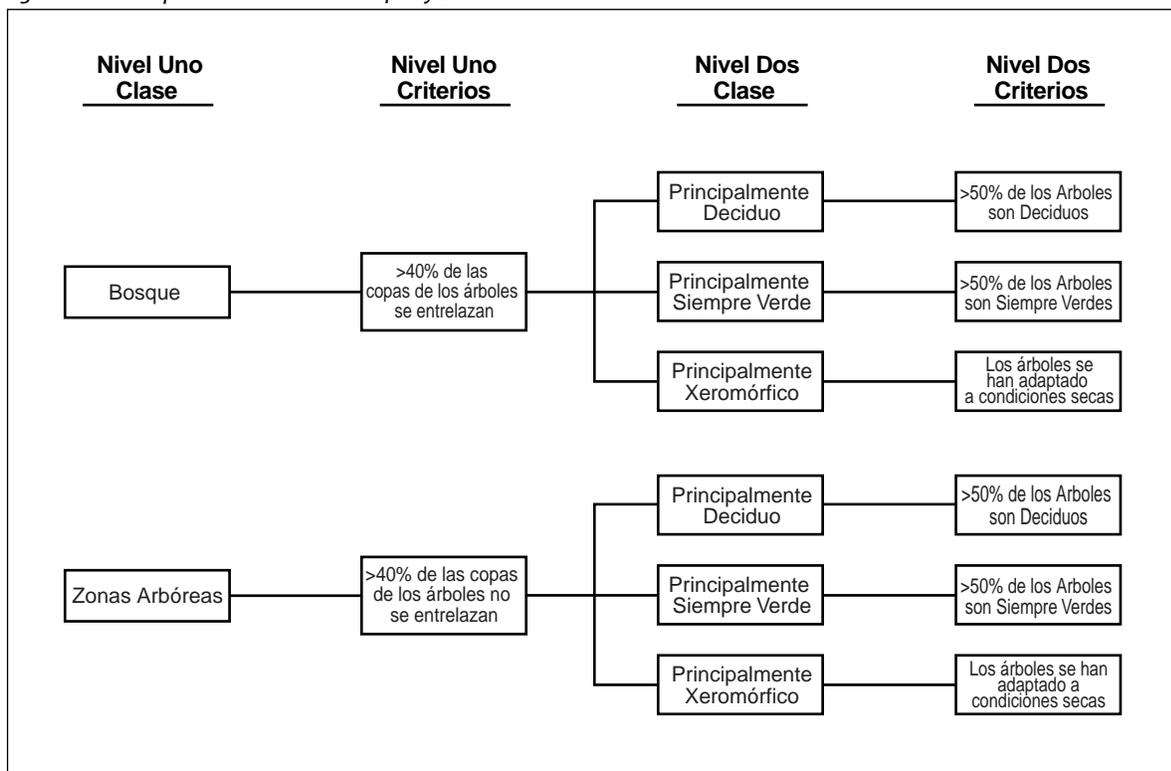


Tabla CT-P-4: MUC Nivel 1-4

NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4		NOTAS Y EJEMPLOS	
Cobertura Natural									
01 Principalmente Bosques Siempre Verdes									
011 Selva Tropical Húmeda									
0111		Bosque tropical						Costa Rica: Inclínación del Atlántico	
0112		Bosque subtropical						Costa Rica: Sierra de Salamanca	
0113		Bosque montano						Jamaica: Blue Mountains	
0114		Bosque "subalpino"							
0115		Bosque templado nuboso							
012 Siempre Verdes Tropicales y Subtropicales por estación									
0121		Bosque tropical							
0122		Bosque subtropical							
0123		Bosque montano							
0124		Bosque "subalpino"							
013 Semi-decíduas Tropicales y subtropicales									
0131		Bosque tropical						spp. <i>Ceibos</i>	
0133		Bosque montano						QueensCT-Australia, y Taiwan	
014 Selva sub-tropical húmeda									
0141		Bosque tropical							
0142		Bosque subtropical							
0143		Bosque montano							
0144		Bosque "subalpino"							
0145		Bosque templado nuboso							
015 Bosque húmedo templado y polar de Siempre Verdes									
0151		Bosque templado húmedo (SV)						Costa Chilena	
0152		Bosque húmedo subpolar (SV)							
016 Siempre Verdes Templados									
0161		Bosque tropical							
0162		Bosque subtropical							
0163		Bosque montano							
0164		Bosque "subalpino"							
017 Siempre Verdes Lluvias Invernales esclerófilas de hoja ancha									
0171		Tropical y subtropical						spp. <i>Eucalyptus regnans</i> , <i>E. diversicolor</i>	
0172		Tropical y subt. >50m alto						EEUU: Bosque de robles de California	
018 Tropical y Subtropical SV con Aguas									
0181		Tropical y submontano						spp. <i>Pinus</i> -bosques <i>Honduras</i> y <i>Nicaragua</i>	
0182		Montaña y subalpino						spp. <i>Pinus</i> -bosques <i>Filipinas</i> y <i>Sir de México</i>	
019 Templados y Subpolares SV con Aguas									
0191		Bosque gigante (> 50 m)						spp. <i>Sapota</i> y <i>Pandanus</i> spp. <i>Pacífico Oeste Norte América</i>	
0192		Copas irregulares redondeadas						spp. <i>Pinus</i>	
0193		Copas cónicas						sp. <i>Ficor</i> y <i>Abies</i> : <i>EEUU California</i> bosques de abetos	
0194		Copas cilíndricas						Rammas Boreales cortas	
0. Bosque Cerrado									

Continuación Tabla CT-P-4: Niveles MUC 1-4

NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4		NOTAS Y EJEMPLOS	
0	Cobertura Natural	0 Bosque Cerrado	02 Principalmente Bosques Deciduos	021 Tropical y Subtropical Secafa-deciduos	0211 Planicie hojas anchas y submontano	0212 Bosque montano y templado nuboso	Norocste de Costa Rica Norte del Perú		
				022 Bosque Deciduo Frío con Árboles y Arbustos Siempre Verdes	0221 Con árboles siempre verdes de hoja ancha y trepadoras	0222 Con árboles siempre verdes con hojas de aguja	Europa Occidental: Ilex, aquifolium, hedera helix Norte América: Magnolia spp. Noroste de Estados Unidos: Bosque de Arce-cicuia		
				023 Bosque Deciduo Frío sin Árboles Siempre Verdes	0231 Planicie templada y submontana hojas anchas	0232 Montano o boreal			
				0233 Subalpino o subpolar			Gradualmente hacia zonas forestadas		
				031 Dominado por Esclerófilas					
				032 Bosque de Espinos	0321 Mezcla de deciduos y siempre verdes	0322 Puramente deciduos			
				033 Principalmente Bosques Suculentos					
				11 Principalmente Siempre Verdes	111 Siempre Verdes Hojas Anchas				
				112 SV con Hojas de Aguja	1121 Copas redondeadas	1122 Prevalicen copas cónicas	1123 Copas cilíndricas estrechas	spp. <i>Pinus</i> En su mayoría subalpinos Regiones boreales: spp. <i>Picea</i>	
				12 Principalmente Deciduos	121 Secada Deciduos	1211 Planicies hoja ancha y submontano	1212 Bosque de montano y nuboso		
1	Zonas Forestadas	12 Principalmente Deciduos	122 Fríos-Deciduos con SV	1221 Con SV hoja ancha/trepadoras	1222 Con árboles SV hojas aguja				
			123 Fríos-deciduos sin SV	1231 Deciduos de hoja ancha	1232 Deciduos de hojas de aguja	1233 Mezcla de deciduos			
			131 Dominado por Esclerófilas	1321 Mezcla de deciduos y SV	1322 Puramente deciduos				
13 Extremadamente Xeromórficos (Secos)	132 Bosque de Espinos	133 Principalmente Bosque Suculento							

Continuación Tabla CT-P-4: Niveles MUC 1-4

NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4		NOTAS Y EJEMPLOS		
Cobertura Natural	2 Arbustivos	Principalmente SV	21	Siempre Verdes de hoja ancha	211	Matorrales de bambú bajo		Palma enana del Mediterráneo. Arbol de Holecho Hawaiano		
					2112	Arbol de penacho SV		Matorrales de Rhododendron Subalpino, o matorrales de Hibiscus nllaecens del Hawaii, Estados Unidos		
					2113	Hemisclerófilas de hoja ancha		Chaparral o macchia		
					2114	Esclerófilas de hoja ancha		Cistófitos		
					2115	Matorrales de sufruticosas				
					212	SV de hoja de aguja y Microfilas	2121	SV con hoja de aguja		<i>Pinus mugo</i> luz, "Krumholz"
							2122	SV microfilas		Tropical subalpino
					221	Deciduos de Sequía Mezclados con Plantas SV Leñosas				
					222	Deciduos de Sequía sin SV				
					223	Frío-decidual	2231	Deciduas templadas		
				2232	Subalpinas o subpolares					
		231	Principalmente SV	2311	SV Sub-desérticas					
				2312	Semi-decidual sub-desérticas					
		232	Deciduas Sub-desérticas	2321	Sin suculentas					
				2322	Con suculentas					
		311	Matorrales SV arbustos enanos	3111	Matorrales de cespitosos		Brezos <i>Calluna</i>			
				3112	Matorrales de trepadoras o entumulos		Brezos <i>Loiseleuria</i>			
		312	Arbustos Enanos SV	3121	'Cojines' siempre verdes		E. Mediterránea: <i>Astragalus</i> y spp			
							<i>Acantholimon</i> s			
		313	SV Mixtos y Formaciones Herbáceas	3131	Verdaderas SV y herbáceas mixtas		Brezos <i>Nardus-Calluna</i>			
				3132	Parcialmente SV y herbáceas mixtas		Grecia: spp. <i>Prillygana</i>			
		321	Deciduas Facultativas de Sequía	3221	Deciduas cespitosas de sequía					
				3222	Deciduas trepadoras o tupidas de sequía					
		322	Deciduas Mandatorias de Sequía	3223	Deciduas en cojín- Sequía					
				3224	Deciduas mixtas - Sequía					
		323	Deciduas de frío	3231	Deciduas cespitosas de sequía					
				3232	Deciduas trepadoras o tupidas de sequía					
				3233	Deciduas en cojín - Sequía					
				3234	Deciduas mixtas - Sequía					
	3 Arbustos Enanos	Principalmente Deciduas								

Continuación Tabla CT-P-4: Niveles MUC 1-4

NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4		NOTAS Y EJEMPLOS		
Cobertura Natural	3 Arbustos Enanos	33 Extremadamente Xeromórficas	331 Principalmente SV	3311 SV sub-desérticas	3312 Semi-decíduas sub-desérticas					
			332 Decíduas Sub-desérticas	3321 Sin suculentas	3322 Con suculentas					
		34 Tundra	341 Principalmente briofitas	3411 Cespitosas	3412 Trepadoras o tupidas					
			342 Mainly Lichen							
	4 Vegetación Herbácea	41 Gramíneas Altas	411 Los árboles cubren del 10-40%	4110 Árboles: SV hojas de aguja	4111 Árboles: SV hoja ancha	4112 Árboles: semi-siempre verdes hoja ancha	4113 Árboles: deciduos hoja ancha			
			412 Con <10% de Árboles	4120 Árboles: SV de hoja de aguja	4121 Árboles: SV hoja ancha	4122 Árboles: semi-siempre verdes hoja ancha	4123 Árboles: Deciduos de hoja ancha	4124 Tropical o sub-tropical con árboles y arbustos con penachos sobre ríos de termitas	Sabanas de Termitas	
			413 Con Arbustos	4130 Arbustos: SV hojas de aguja	4131 Arbustos: SV hoja ancha	4132 Arbustos: SV hoja ancha	4133 Arbustos: Deciduos h. anchas	4134 Tropical o sub-tropical con árboles y arbustos en penachos sobre ríos de termitas	Sabana de termitas	
			414 Con Plantas de Pensacho (usualmente palmas)	4141 Tropical con palmas					Bolivia: Arocomía total y Attalea príncipis	
		42 Medianas-Altas	421 Con 10-40% de árboles	4210 Árboles: SV hoja de aguja	4211 Árboles: SV con hoja ancha	4212 Árboles: semi SV hoja ancha	4213 Árboles: deciduos hoja ancha			Latitudes bajas de África, Cuenca baja del Amazonas, cuenca superior del Nilo
				4220 Árboles: SV c/hojas de aguja	4221 Árboles: SV de hoja ancha	4222 Árboles: semi-SV hoja ancha	4223 Árboles: deciduos hoja ancha	4224 Tropical o subtropical con árboles y arbustos en penacho sobre ríos de termitas		Sabana de termitas
422 Con <10% de Árboles										

Continuación Tabla CT-P-4: Niveles MUC 1-4

IVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NOTAS Y EJEMPLOS
<p>Cobertura Natural</p>	<p>42 Medianas-Altas</p>	<p>423 Con Arbustos</p>	<p>4230 Arbustos: SV hojas de aguja 4231 Arbustos: SV hoja ancha 4232 Arbustos: semi-SV hoja ancha 4233 Arbustos: deciduos h. ancha 4234 Tropical o subtropical con árboles y arbustos en penacho sobre nidos de termitas 4235 Synusia leñosa de arbustos deciduos espinosos</p>	<p>Sabana de termitas</p>
	<p>424 Synusia abierta con plantas de penacho</p>	<p>425 Sin Synusia leñosa</p>	<p>4251 Principalmente cepas de hierba 4252 Principalmente manojos de hierba</p>	<p>Estados Unidos, Kansas Este: Praderas de hierba alta Nueva Zelanda: Festuca novae-zelandiae</p>
<p>4 Vegetación Herbácea</p>	<p>431 Con 10-40% de árboles</p>	<p>4310 Árboles: SV hoja de aguja 4311 Árboles: SV con hoja ancha 4312 Árboles: semi SV hoja ancha 4313 Árboles: Deciduos hoja ancha</p>	<p>4320 Árboles: SV c/hojas de aguja 4321 Árboles: SV de hoja ancha 4322 Árboles: semi-SV hoja ancha 4323 Árboles: Deciduos hoja ancha 4324 Tropical o subtropical con árboles y arbustos en penacho sobre nidos de termitas</p>	<p>Sabana de termitas</p>
	<p>432 Con &lt;10% de Árboles</p>	<p>433 Con Arbustos</p>	<p>4330 Arbustos: SV hojas de aguja 4331 Arbustos: SV hoja ancha 4332 Arbustos: semi-SV hoja ancha 4333 Arbustos: deciduos h. ancha 4334 Tropical o subtropical con árboles y arbustos en penacho sobre nidos de termitas</p>	<p>Sabana de termitas</p>
<p>43 Gramíneas Cortas</p>	<p>434 Synusia abierta de Plantas con penacho</p>	<p>4341 Sub-tropical con palmares abiertos</p>	<p>4351 Tropical alpino con plantas de penacho 4352 Tropical alpino, pero muy abierto, sin plantas de penacho 4353 Tropical o sub-tropical con zonas abiertas de SV 4354 Arbustos enanos</p>	<p>Estados Unidos, Colorado: grandes praderas de hierba corta</p>
	<p>435 Principalmente Manojos de Hierba con Synusia leñosa</p>	<p>436 Sin Synusia leñosa</p>	<p>4361 Comunidades de hierba corta 4362 Comunidades de manojos de hierba</p>	<p>Norte América, Eurasia: Baja altura, tiempo húmedo Altas latitudes</p>
<p>437 Comunidades Mesofíticas Cortas a Mediano Altas</p>	<p>4372 Praderas alpinas, sub-alpinas</p>	<p>4371 Comunidades de hierba en cepas</p>	<p>4372 Praderas alpinas, sub-alpinas</p>	<p>Norte América, Eurasia: Baja altura, tiempo húmedo Altas latitudes</p>

Continuación Tabla CT-P-4: Niveles MUC 1-4

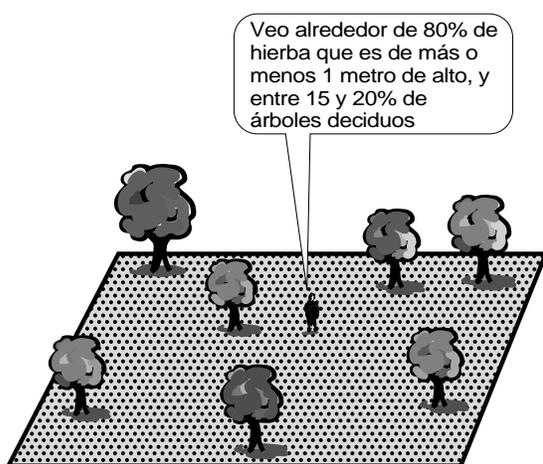
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NOTAS Y EJEMPLOS	
Cobertura Vegetal	4 Vegetación Herbácea	44 Maleza	441 Comunidades de Maleza Alta	4411 Matorrales de helechos		
				4412	Principalmente maleza perecedera	
			442 Comunidades de Maleza Baja	4421	Principalmente perennes que dan flores, maleza y helechos	
				4422	Principalmente maleza perecedera	
	5 Tierra yerma	51 Planicies Salinas Secas	52 Zonas Arenosas			
			53 Roca desnuda			
			54 Nevados Perennes			
			55 Glaciares			
			56 Otros			
Zonas Húmedas	61 Fluvial	62 Palaustrino				
		63 Estuarios				
		64 Lacustre				
7 Agua Abierta	71 Agua Dulce	72 Agua Salada (mar)				
Cobertura Desarrollada	8 Tierras de Cultivo	81 Agrícola	811 Cultivos en surco o pastizales			
			812 Huertos/Horticultura			
			813 Forraje de animales confinados			
			814 Otra Agricultura			
		82 No-Agrícola	821 Parques y campos atléticos			
	822 Canchas de Golf					
	823 Cementerios					
	824 Otros fines no-agrícolas					
	Zonas Urbanas	91 Residencial	92 Comercial/Industrial			
			93 Transporte			
94 Otros						

## Ejemplos Adicionales de Cómo Utilizar el Sistema MUC

Los siguientes ejemplos demuestran el proceso de clasificación. Refiérase a la sinopsis de MUC (Tabla CT-P-4) y al Glosario MUC que consta en el Apéndice a medida que los lea.

### Ejemplo 1

Para fines de sus Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre (de 90 m x 90 m) elija una zona relativamente homogénea de hierbas. Alrededor del 80% del Sitio está cubierto por hierba y plantas herbáceas de aproximadamente 1 metro de alto (una combinación de 75/25, respectivamente) y alrededor de 15-20% de árboles deciduos de hoja ancha.



**Nivel 1:** Usted verá en la Clasificación MUC, que la clase 4, Vegetación Herbácea es probablemente la clase apropiada para el nivel 1. En el Glosario MUC verá que la clase 4 precisa más de un 60% de cobertura del suelo correspondiente a hierba para todo el sitio de estudio, confirmando que la clase 4 es la adecuada.

**Nivel 2:** En la Clasificación MUC usted apreciará cuatro elecciones dentro del nivel 2 (41 a 44). Luego de revisar las definiciones para estas cuatro clases en el Glosario MUC, se llega a determinar que, como el tipo de cubierta dominante (herbácea) corresponde a más del 50% de hierba, el tipo de cubierta correspondiente al nivel 2 deberá corresponder a Gramíneas. Como la hierba tiene una altura que fluctúa entre 50 cm y 2 m de alto, seleccionará la clase 42, Gramínea Semi Alta.

**Nivel 3:** En la Clasificación MUC, usted cuenta ahora con cinco opciones bajo el nivel 3 (421-425). Como los árboles cubren del 15 al 20% del sitio de estudio, se elige la Clase 421. "Con árboles que cubren del

10 al 40%", confirmando esta selección con la definición del Glosario MUC.

**Nivel 4:** Ahora tiene tres opciones en el Nivel 4 (4211-4213). Como los árboles son deciduos de hoja ancha, usted elige la clase 4213, y habrá completado la clasificación MUC a nivel 4.

### Ejemplo 2

Usted vive en una región templada y baja. Ha elegido un Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre que es en su mayoría bosques, en los que las copas de los árboles se topan unas a otras, pero alrededor del 20% de la superficie de la zona tiene casas plantadas sobre ella. Aparentemente los árboles son en su mayoría siempre verdes y no árboles deciduos, probablemente una distribución de 60/40.



**Nivel 1:** En la Clasificación MUC usted verifica las opciones que caben bajo el Nivel 1 y encuentra que, como las copas de los árboles se entrelazan, y existe más del 40% de cubierta con follaje en todo el sitio, le corresponde la clase 0 bajo el nivel 1, Bosque Cerrado.

**Nivel 2:** Ahora tenemos en el nivel 2 tres opciones (01-03). Como por lo menos el 50% de los árboles que alcanzan al follaje son siempre verdes, usted elige la clase 01, Principalmente Siempre Verdes (o perennes) al nivel 2.

**Nivel 3:** Ahora cuenta con nueve elecciones bajo el nivel 3 (011-019), pero todos cinco son explícitamente tropicales y subtropicales. Una sexta opción corresponde a una categoría de lluvias invernales que claramente tampoco es apropiada, de manera que únicamente cuenta con tres categorías a las que puede considerar seriamente (015, 016, 019) y luego de consultar con el Glosario MUC, eligió 016, Siempre Verdes Templados con Deciduos de Hoja Ancha.

**Nivel 4:** Ahora tiene cuatro opciones dentro del nivel 4 (0161-0164). Como usted vive en una planicie baja, la selección apropiada corresponde a la clase 0161, Bosque de Planicie.

### **Cómo Clasificar la Cobertura Terrestre Empleando el Sistema MUC**

Cuando se clasifica la cobertura terrestre empleando el sistema MUC, comience siempre con las clases más generales (nivel 1) y proceda en secuencia hacia las clases de mayor detalle (nivel más alto). Existen diez clases de cobertura terrestre bajo el nivel 1 dentro del MUC. Ocho de estas opciones son cobertura terrestre natural y dos de ellas corresponden a introducidas o cultivadas. En ningún otro nivel del sistema MUC existen más de seis opciones de cobertura terrestre y por lo tanto, la elección del nivel 1, de entre diez clases, es la decisión que más retos produce. Sin embargo, dado que estas diez clases son en su mayoría muy generales, las diferencias entre sí son amplias y la decisión con respecto a qué clase de cobertura terrestre bajo el nivel 1 recurrir, usualmente no presenta dificultades. Refiérase siempre a las definiciones de cada una de las clases de cobertura terrestre para ayudarlo a elegir la clase idónea a cada nivel.

#### **Cómo Clasificar la Cobertura Terrestre de Acuerdo al Nivel 1 de MUC**

##### **Paso 1: Elimine tantas clases bajo el nivel 1 MUC como sea posible**

- Compare el Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre con las definiciones de las 10 clases MUC bajo el nivel 1.
- Usualmente existen unas cuantas clases bajo el nivel 1 que pudieran posiblemente corresponder a las necesidades de su sitio; no considere a las demás en su investigación.

##### **Paso 2: Haga cualquier medición que sea necesaria para determinar la clase MUC bajo el nivel 1**

- Haga mediciones de altura de árboles, cobertura del dosel o cobertura del suelo, identificando las especies dominantes y co-dominantes según sea necesario, a fin de hacer la distinción entre diferentes clases MUC bajo el nivel 1. Siga los segmentos pertinentes del Protocolo correspondiente a Biometría. En muchos casos no habrá necesidad de hacer medición alguna.
- Utilizando las medidas cuantitativas, resuelva cualquier inquietud y asigne una clase MUC bajo el nivel 1 a este sitio.

##### **Paso 3: Verifique su tarea**

Lea las definiciones correspondientes a los niveles

MUC 2, 3 y 4 en lo concerniente a la clase MUC elegida bajo el Nivel 1 que pudieran aplicar a su área. Si ninguna de las definiciones de clases más altas de nivel MUC coinciden con su sitio, reconsidere la elección de clase MUC bajo el nivel 1 que efectuara bajo el paso 2.

#### **Cómo Clasificar la Muestra de Cobertura Terrestre bajo los Niveles 2, 3 y 4 de MUC**

##### **Paso 1: Determine la clase MUC bajo el nivel 2**

- Revise las definiciones del nivel 2 que aplican a la clase MUC de nivel 1 de su sitio.
- Elija la clase MUC de nivel 2 que aplica a su sitio.
- De ser necesario, realice mediciones de la vegetación en su sitio, para resolver diferenciaciones cuantitativas entre las varias clases del nivel 2, empleando para ello los procedimientos que constan en el segmento denominado Utilización de las Observaciones de Campo para Definir la Clase MUC.

##### **Paso 2: Determine la clase MUC bajo el nivel 3**

- Revise las definiciones del nivel 3 que aplican a la clase MUC bajo el nivel 2 de su sitio. Si no existe ninguna, registre la clase MUC bajo el nivel 2 (dos dígitos); usted habrá cumplido así este protocolo.
- Elija la clase MUC bajo el nivel 3 que mejor aplique a su sitio.
- De ser necesario, haga mediciones adicionales de la vegetación en su sitio a fin de resolver diferencias cuantitativas que pudieran existir entre las varias clases que corresponden al nivel 3, empleando para ello los procedimientos que constan en *Utilización de las Observaciones de Campo para Definir la Clase MUC*.

##### **Paso 3: Determine la clase MUC bajo el nivel 4**

- Revise las definiciones que caben bajo el nivel 4 y que aplican a la clase MUC nivel 3 de su sitio. Si no aplica ninguna, registre su clase MUC bajo el nivel 3 (tres dígitos) y habrá cumplido este protocolo.
- Elija la clase MUC bajo el nivel 4 que aplica a su sitio.
- De ser necesario, efectúe mediciones adicionales de la vegetación en su sitio para resolver diferenciaciones cuantitativas entre las diferentes clases del nivel 4, empleando para ello los procedimientos que constan en el segmento *Utilización de las Observaciones de Campo para Definir la Clase MUC*.
- Registre su clase MUC bajo el nivel 4.



## Utilización de las Observaciones de Campo para Definir la Clase MUC

Hacer la diferenciación entre varias clases MUC requiere la realización de mediciones cuantitativas del porcentaje de su sitio que ha sido cubierto por los diferentes tipos de vegetación. Esto puede lograrse empleando versiones modificadas de los procedimientos de medición de las Coberturas del Dosel y del Suelo que constan dentro del Protocolo correspondiente a *Biometría*. Podrá identificar la clase MUC pertinente calculando los porcentajes de los tipos de vegetación observados en el Sitio de Muestreo de la Cobertura Terrestre. Utilice la *Hoja de Trabajo de Datos de Vegetación Dominante/Co-Dominante* para añadir sus propias observaciones de follaje y/o vegetación superficial. Usted podrá calcular los porcentajes del dosel de árboles deciduos y siempre verdes, así como la cobertura del suelo por gramíneas y maleza, adicional a la cobertura total del dosel y las mediciones de la cobertura del suelo verde, café que constan en el Protocolo sobre *Biometría*.



## Determinación del Porcentaje del Dosel que Corresponde a Árboles Deciduos o Siempre Verdes

### Paso 1: Efectúe una medición modificada de la cobertura del dosel.

- Repita la medición realizada bajo el Protocolo de *Biometría*, pero en cada ubicación anote "E" si es que las copas que topan el cruce de las cuerdas corresponde a un árbol siempre verde y "D" si la copa que alcanza a topar el cruce de las cuerdas constituye un árbol deciduo.



### Paso 2: Calcule el porcentaje de cobertura del dosel que corresponde a siempre verdes o deciduos

- Divida el número de observaciones E (ó D) para la suma de las E y las D y multiplique por 100. Si el porcentaje de especies siempre verdes es mayor que el 50%, entonces el sitio puede considerarse como constituido principalmente por siempre verdes.

## Determinación de la Composición de la Cubierta Herbácea:

### Paso 1: Haga una medición modificada de la cobertura del suelo

- Repita la medición de cobertura del suelo partiendo del Protocolo correspondiente a *Biometría*, pero en lugar de anotar si es que la vegetación es verde o café, anote si ésta es gramínea (hierba) o maleza (de hoja ancha) y registre una "GD" si es que la vegetación bajo el pie o que alcanza al tobillo o pierna por debajo de la rodilla constituye una gramínea; o una "FB" si se trata de maleza.

### Paso 2: Calcule el porcentaje de cobertura del suelo que corresponde a gramínea o maleza.

- Divida el número de mediciones GD (ó FB) para la suma de las GD y FB y multiplique por 100 para obtener un porcentaje. Si el porcentaje de especies gramíneas es mayor al 50%, entonces la muestra está considerada como gramínea. Por el contrario, si el porcentaje de maleza es mayor que el 50%, entonces la muestra será considerada como maleza.

$$\% \text{ de Siempre Verdes} = \frac{\# \text{ de E (observación de siempre verdes)}}{\# \text{ de E} + \# \text{ de D (observaciones del total del dosel)}} \times 100$$

$$\% \text{ de Gramíneas} = \frac{\# \text{ de GD (observación de gramíneas)}}{\# \text{ de GD} + \# \text{ de FB (Total de observaciones de Cobertura del Suelo constituida por Herbáceas)}} \times 100$$



### **Determinación de Toda la Cobertura del Dosel Arbustiva**

Si su sitio o área corresponde al tipo de cobertura terrestre que está poblada de arbustos silvestres o enanos (no cuentan los arbustos ornamentales ni cultivados), deberá modificar ligeramente uno de los procedimientos anteriores. Las ecuaciones correspondientes al porcentaje de cobertura del dosel podrán adaptarse para determinar la totalidad de cobertura del dosel arbustivo, así como el porcentaje de arbustos siempre verdes y deciduos.

#### **Paso 1: Determinación de la Cantidad de Cobertura Arbustiva**

- Si el follaje de la cubierta arbustiva pasa por sobre la cabeza, lleve a cabo una medición de la cobertura del dosel según lo previsto en el Protocolo de Biometría. Si la cobertura del dosel que toca el cruce de las cuerdas corresponde a un arbusto, registre "SB", si se trata de un árbol deciduo registre "D", y si se trata de un árbol siempre verde, registre "E". Si los arbustos son demasiado cortos para constituir una verdadera cobertura del dosel (es decir si son demasiado cortos como para caminar bajo ellos), trate a los arbustos como una categoría adicional de cobertura del suelo, junto con gramíneas y maleza. Lleve a cabo las mediciones de la cobertura del suelo partiendo del Protocolo de Biometría, registrando "GD" si es que la vegetación que alcanza a tocar el cuerpo del observador, a cualquier altura, es una gramínea; "FB" si la vegetación corresponde a maleza, y "SB" si es que se trata de un arbusto.

#### **Paso 2: Calcule el Porcentaje de Cubierta Arbustiva**

- Si la cubierta arbustiva pasa por sobre la cabeza, divida el número de mediciones SB por la suma de las mediciones correspondientes a SB, D y E. Si los arbustos no sobrepasan la altura de la cabeza, divida el número de mediciones SB para la suma de las mediciones SB, GD y B. Multiplique por 100 para obtener un porcentaje.

#### **Referencias**

*A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data — (Un sistema para la clasificación de la utilización de la tierra y de su cobertura terrestre para ser utilizado con datos obtenidos por detección remota).* J.R. Anderson, E.E. Hardy, J.T. Roach, y R.E. WiMter. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., 1976.

*Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States — (Clasificación de planicies húmedas y hábitats inundados de los Estados Unidos)* . L.M. Cowardin, V. Carter, F.C. Golet y E.T. LaRoe. U.S. Fish and Wildl. Serv. FWS/OBS-79/31, 1979.

*Internacional Classification and Mapping of Vegetation — (Clasificación internacional y elaboración de mapas de vegetación)* United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Suiza: UNESCO, 1973.

*NOAA Coastal Change Analysis Program (C-CAP): Guidance for Regional Implementation — (Programa de Análisis de los Cambios en las Costas (C-CAP) realizado por NOAA: Guía para Ejecución Regional).* J.E. Dobson et al. Informe Técnico NMFS 123 de NOAA, 1995..

$$\% \text{ de Arbustos} = \frac{\# \text{ de SB's (observación de arbustos)}}{\# \text{ de SB,s} + \# \text{ de E,s} + \# \text{ de O,s (observaciones del total de follaje)}} \times 100$$

O

$$\% \text{ de Arbustos} = \frac{\# \text{ de SB,s (observación de arbustos)}}{\# \text{ de SB,s} + \# \text{ de GD,s} + \# \text{ de FB,s (observación de cobertura del suelo)}} \times 100$$

# Protocolo del Mapeo de la Interpretación Manual de la Cobertura Terrestre



## **Propósito**

Producir un mapa de la cobertura terrestre de su Sitio de Estudio GLOBE de 15 km x 15 km

## **Visión General**

Los estudiantes interpretan visualmente lo que ven en color natural y en impresiones IR de la imagen MT de Landsat y falso color, correspondientes a su Sitio de Estudio GLOBE, para crear un mapa hecho manualmente de la cobertura terrestre del área. La información sobre estos mapas, que incluye 4 clasificaciones MUC bajo el nivel 4, ayudará a que los científicos verifiquen la precisión de los mapas de cobertura terrestre que a nivel mundial se han elaborado como derivación de las imágenes por satélite.

## **Tiempo**

Varios periodos de clases

## **Nivel**

Todos

## **Frecuencia**

Una vez, pero podría constituirse en un proceso reiterativo a medida que vaya investigando más áreas dentro de su Sitio de Estudio GLOBE.

## **Conceptos Claves**

Clases de Cobertura Terrestre  
Esquema de Clasificación MUC

## **Destrezas**

Con este método, los estudiantes emplearán la *interpretación de imágenes*: interpretarán visualmente lo que ven en una impresión de su imagen MT local. Este método podría resultar menos exacto que otros debido a que la interpretación personal es subjetiva. Los estudiantes identifican y definen áreas de diferentes tipos de cobertura terrestre. Usualmente, los cuerpos de agua serán más fáciles de identificar, aunque las sombras de nubes podrían a veces parecerse a lagos y estanques. Otros serán más difíciles de diferenciar. Por ejemplo, los bosques madereros podrían verse espectralmente similares a campos de cultivo que crecen activamente. Las

*Interpretación manual de la cobertura terrestre*

## **Materiales y Herramientas**

Impresión IR de 512 x 512 en color falso correspondiente a su Sitio de Estudio GLOBE (proporcionada por GLOBE)  
Impresión de 512 x 512 a color natural de su Sitio de Estudio GLOBE (proporcionado por GLOBE)  
Mapas topográficos de su área  
Sistema de Clasificación MUC para Cobertura Terrestre  
Tabla CT-P-5 y definiciones que constan en el *Apéndice*  
Fotocopiadora a colores (si está disponible)  
Hojas de plástico transparente o transparencias en blanco  
Cinta adhesiva  
Marcadores de punta de fieltro  
*Guía de Clasificación Manual* que forma parte del *Juego de Herramientas*

## **Preparación**

Revise el Cuadro de Clasificación MUC para Cobertura Terrestre, discuta y evalúe las coberturas terrestre locales, revise los mapas topográficos y discuta su clasificación.

## **Prerequisitos**

Las Actividades de Aprendizaje *Odisea de los Ojos* y *Me gusta lo Emocionante*

imágenes IR en *color falso* hace que los cuerpos de agua y los tipos de vegetación se tornen más fáciles de distinguir, mientras que otros tipos de cobertura terrestre podrían observarse más fácilmente en la imagen de color natural. En áreas donde las imágenes no permiten identificar el tipo de cobertura terrestre, tendrá necesidad de verificar en el campo esas áreas, utilizando para ello los *Protocolos del Sitios de Muestreo Cualitativo y Cuantitativo de Cobertura Terrestre*. Asigne todas las clasificaciones de cobertura terrestre utilizando el sistema MUC. Para mayor información, refiérase a la *Guía de Clasificación Manual* que forma parte del *Juego de Herramientas*.

**Nota:** La imagen por sensores remotos que usted utiliza puede tener varios años de edad. La cobertura terrestre podría haber cambiado desde entonces. Lo que usted identifique en la imagen MT de Landsat pudiera ser diferente que aquella que aprecia en sus evaluaciones “in situ”. En este caso, los estudiantes deberán trabajar para determinar lo que hubo en ese lugar al momento en el que el satélite captó la imagen.

### **Paso 1: Cómo Crear su Mapa de Cobertura Terrestre**

- ❑ Proporcione a los estudiantes impresiones IR correspondientes a su Sitio de Estudio GLOBE, provenientes de las imágenes MT de Landsat en color falso. Por lo general, cada color del mapa IR representa un tipo diferente de cobertura terrestre.  
Rojo representa vegetación verde que crece activamente (rojo brillante representa bosques madereros y campos, rojo oscuro representa siempre verdes).  
Negro representa agua.  
Azul representa zonas urbanas y suelo desnudo.
- ❑ Como la impresión original para su zona, que fuera proporcionada por GLOBE, usualmente corresponde a una dimensión de 25 cm x 25 cm, trate de agrandar diferentes secciones de la misma, en una foto-copiadora a colores, a varias veces su tamaño original. Cuatro o más grupos pequeños de estudiantes pueden trabajar en diferentes porciones agrandadas de la escena original.
- ❑ Tome una lámina de plástico transparente, lo suficientemente grande como para que cubra su imagen. Coloque el plástico sobre la imagen y manténgala en su lugar con cinta adhesiva. Marque la ubicación de las esquinas de la imagen en el plástico de manera que pueda volver a colocarse en la misma posición de donde se la retiró.
- ❑ Empleando marcadores de punta de fieltro delinee cuidadosamente aquellas zonas que tienen clasificación similar de cobertura terrestre. Emplee un color diferente para representar cada tipo. Asigne a cada tipo el número correspondiente dentro del Cuadro de Clasificación MUC para la Cobertura Terrestre. Refiérase a la Tabla CT-P-5: Nivel MUC 1-4. Si un grupo no puede identificar un área específica, organice una discusión de grupo o de clase que intente identificarla.

Pida también que un estudiante, que vive cerca de la zona no identificada, haga una evaluación de la cobertura terrestre guiándose por el sistema MUC cuando vaya del colegio o regrese de su casa (los estudiantes pueden regresar a dicho sitio más tarde y cumplir con los *Protocolos del Sitio de Muestreo Cualitativo o Cuantitativo de la Cobertura Terrestre*). Los estudiantes deben ser cuidadosos al momento de definir las zonas y asignar clasificaciones. Comience identificando las características más obvias: usualmente cuerpos de agua y zonas urbanas, y luego progrese hacia tipos más difíciles, tales como los diferentes tipos de cobertura vegetal natural.

- ❑ Una vez que el grupo haya hecho un mapa de la sección de su imagen, combine todas las secciones y compare los resultados a fin de identificar zonas que presentan dificultad. Por ejemplo, un grupo podría identificar un área dentro de ese sector y designarlo como “clase 1192” (zona arbórea de árboles siempre verdes con hojas en forma de agujas), mientras que un grupo que haya realizado el mapa de una sección *adyacente* identificaría su parte como “clase 1222” (zona arbórea con mezcla de deciduas y siempre verdes).

### **Paso 2: Haga un Reporte de sus Resultados**

- ❑ Una vez que identifique todas las áreas dentro de su imagen, transfiera todas las identificaciones MUC a una copia maestra y envíelas a la dirección que consta en la *Guía de Implementación*.

# Protocolo de Mapeo del Agrupamiento No Supervisado de la Cobertura Terrestre



## Propósito

Producir un mapa de la cobertura terrestre correspondiente a su Sitio de Estudio GLOBE de 15 km x 15 km de extensión.

## Visión General

Los estudiantes preparan el mapa de la cobertura terrestre empleando una computadora para reconocer *patrones espectrales* similares dentro del pixel de 512 x 512, emitido por el Mapeador Temático (Thematic Mapper) de Landsat, proporcionado por el programa GLOBE para estudio de su área. Estos mapas, clasificados a nivel MUC 4, ayudarán a los científicos a verificar la precisión de los mapas de la cobertura terrestre que en el mundo se han preparado en base a las imágenes por satélite.

## Tiempo

Varios períodos de clase

## Nivel

Intermedio y Avanzado

## Frecuencia

Una vez, pero podría tratarse de un proceso reiterativo a medida que se van investigando más zonas dentro de su Sitio de Estudio GLOBE.

## Conceptos Claves

Clases sobre Cobertura Terrestre  
Esquema de Clasificación MUC

Agrupación mediante patrones espectrales

## Destrezas

Utilización de computadores y del software MultiSpec  
Creación de un mapa para la cobertura terrestre

## Materiales y Herramientas

Computadora  
Programa de computación MultiSpec (proporcionado por GLOBE o prestado del Web)  
Pixel de 512 x 512 de información de imágenes MT sobre su Sitio de Estudio GLOBE de 15 km x 15 km (proporcionado por GLOBE)  
Sistema MUC de Clasificación de la Cobertura Terrestre y sus definiciones

## Preparación

Revise el Cuadro de Clasificación MUC para Cobertura Terrestre. Discuta y evalúe ejemplos locales de cobertura terrestre, revise mapas topográficos y discuta su clasificación.

Revise los segmentos correspondientes a *Introducción MultiSpec al Procesamiento de Imágenes y Clasificación No Supervisada - Agrupación*, que forman parte del *Juego de Herramientas*.

## Prerequisitos

Las Actividades de Aprendizaje *Odisea de los Ojos* y *Me Gusta lo Emocionante*

En este protocolo, los colegios GLOBE utilizarán el programa MultiSpec para preparar mapas de los tipos de cobertura terrestre. Los estudiantes preliminarmente identifican áreas de cobertura terrestre similar empleando para ello la computadora para reconocer *patrones espectrales* similares dentro del pixel digital de 512 x 512 emitido por la información MT de Landsat correspondiente a su área. Estas extensiones se agrupan en *núcleos*. La computadora identifica y aglutina juntos los pixeles que constan en la imagen y que tengan las propiedades espectrales que más se aproximan. El programa de computación asigna a cada núcleo un color arbitrario. Los estudiantes

luego clasifican el tipo de cobertura terrestre de cada grupo empleando para ello los cuatro niveles contemplados en el sistema MUC.

## Paso 1: Creación de su Mapa

- Inicie el programa MultiSpec en su computadora.
- Abra el archivo que contiene la imagen MT de su Sitio de Estudio GLOBE.
- Cree un nuevo proyecto y seleccione **Cluster** (núcleo) en el menú del **Processor** (Procesador).
- Elija el número apropiado de núcleos según

el número de grupos que desea clasificar (se recomienda 10).

Proporcione al sistema cualquier otra información según se le instruya en la guía MultiSpec sobre Clasificación No Supervisada: Agrupación de Núcleos.

- Una vez que la imagen haya sido agrupada en núcleos, anote cuál área ha sido incluida en cada núcleo. Si usted conoce cuál es la cobertura terrestre de una zona, asígnele una clasificación según el sistema MUC. Si es que no existen Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre dentro de la zona de un núcleo, cumpla el *Protocolo de Cobertura Terrestre Cualitativa o Cuantitativa* en un lugar dentro de esta área. Si hay múltiples sitios de muestreo dentro de un área, utilice únicamente uno de dichos sitios para cumplir la asignación de clasificación de cobertura terrestre y reserve los otros para ser utilizados en el *Protocolo de Evaluación de la Precisión*.
- Vuelva a nombrar cada núcleo de manera que corresponda con su clasificación MUC apropiada dentro del nivel 4.

## **Paso 2: Grabe su Imagen y Reporte los Datos**

- Guarde** la imagen agrupada que clasificó. Utilice el menú de Project (Proyecto) para copiarlo en un diskette a manera de un archivo TIF. Si cuenta con un impresor a color, saque copias de los mapas de cobertura terrestre que han realizado sus estudiantes.
- Reporte sus datos al Archivo de Datos del Estudiante GLOBE enviando una copia del TIF que contiene su mapa debidamente clasificado y agrupado. Utilice la dirección que se proporciona en la *Guía de Implementación*.

# Protocolo de Evaluación de la Precisión



## **Propósito**

Evaluar cuantitativamente la precisión de un mapa de cobertura terrestre.

Identificar los tipos de errores que se producen en un mapa de cobertura terrestre.

## **Visión General**

Los estudiantes realizarán una evaluación de precisión del mapa de cobertura terrestre que han desarrollado bien sea mediante la interpretación manual o bien una agrupación no supervisada de las imágenes emitidas por el Mapeador Temático (Thematic Mapper) de Landsat y que son aplicables a su Sitio de Estudio GLOBE. La validación de los datos recolectados en diversos sitios de muestreo de cobertura terrestre, que no fueron utilizados dentro de la preparación del mapa, serán utilizados para compararlos con los datos del mapa de cobertura terrestre, generándose una matriz de diferencia/error.

## **Tiempo**

Aproximadamente 2 horas, dependiendo del número de muestras de validación que se hayan recogido

## **Nivel**

Todos

## **Frecuencia**

Una vez por cada mapa de cobertura terrestre. La evaluación de la precisión puede repetirse cuando se hayan medido más sitios de validación; la validez estadística de la evaluación de la precisión mejora a medida que se utilizan más muestras.

Una evaluación de precisión puede desarrollarse únicamente en una parte del mapa.

## **Conceptos Claves**

La evaluación de precisión permite evaluar nuestra capacidad para preparar mapas de la cobertura terrestre.

La matriz de diferencia/error.

## **Destrezas**

Construcción y análisis de una matriz de diferencia/error para evaluar la precisión.

Resolución de problemas de manera cooperativa para solucionar problemas de precisión.

## **Materiales y Herramientas**

Copia impresa de la imagen MT de 15 km x 15 km de su Sitio de Estudio GLOBE, en color natural

Copia impresa de la imagen MT de 15 km x 15 km de su sitio de Estudio GLOBE, con color falso infrarrojo.

Hoja de trabajo para clasificación MUC

Hoja de trabajo para la matriz de diferencia/error.

## **Preparación**

Saque copias de las Hojas de Trabajo necesarias de manera que los estudiantes puedan comparar rápidamente los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre con la ubicación apropiada del mapa de cobertura terrestre y genere una matriz de diferencia/error.

## **Prerequisitos**

Cualquiera de los *Protocolos de Mapeo de Cobertura Terrestre*

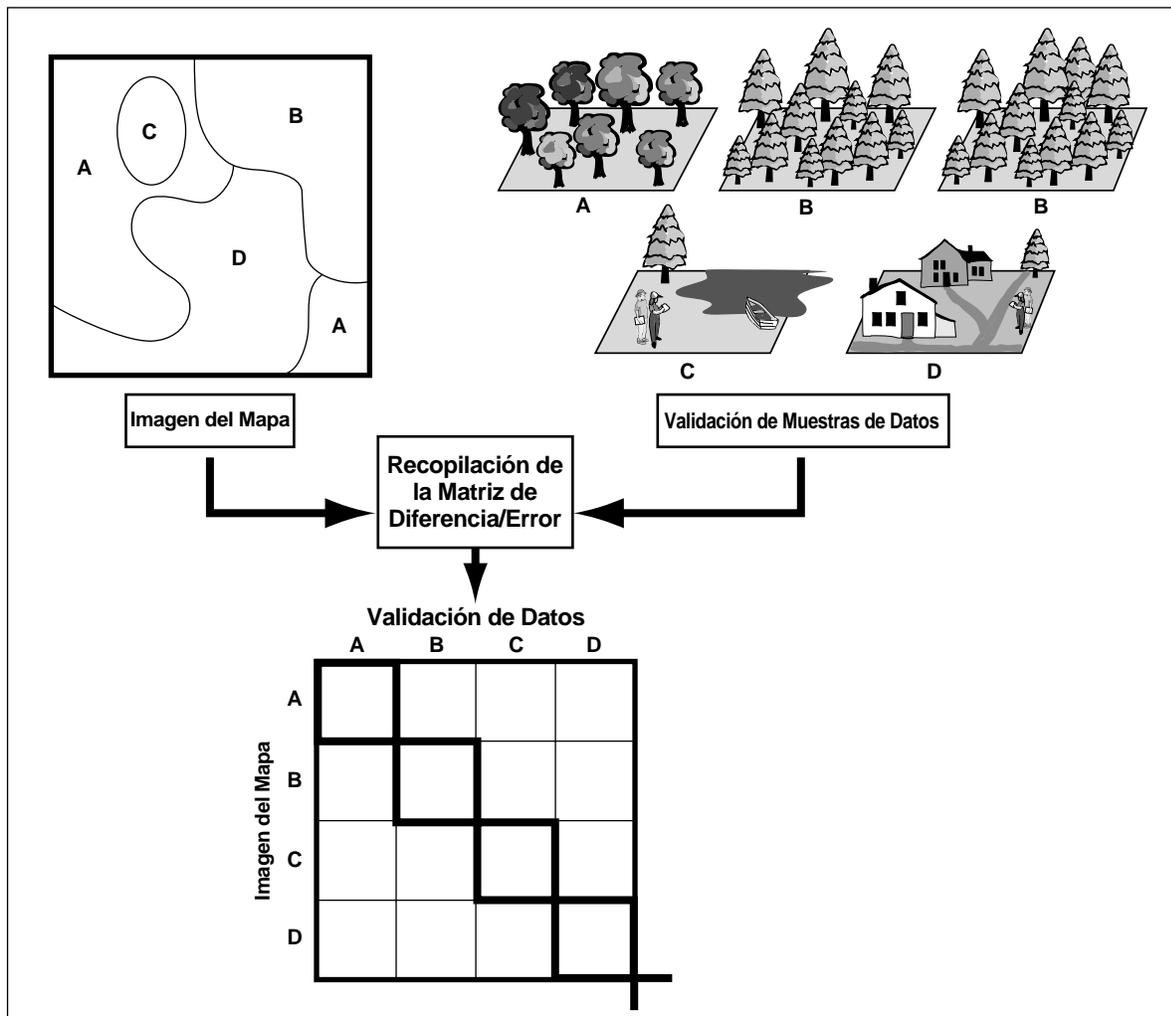
Actividad de Aprendizaje de *Presentación de la Matriz de Diferencia/Error*

## **Introducción**

En este protocolo los estudiantes evaluarán la precisión de los mapas de cobertura terrestre generados en base a datos de detección remota. Véase Figura CT-P-18. No importa si es que el mapa de cobertura terrestre fue creado mediante interpretación manual de una imagen o fue generado empleando el programa de computación MultiSpec y agrupamiento no supervisado. En ambos casos,

todavía es importante comparar el mapa de cobertura terrestre con los sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre medidos sobre el terreno. Se generará una matriz de diferencia/error, la que servirá de marco de referencia para analizar los errores que contiene el mapa de cobertura terrestre. En el caso de un mapa generado a través de la agrupación no supervisada de núcleos en base a imágenes de satélite, algunos errores podrían relacionarse con las limitaciones fundamentales de la información de imágenes por

Figura CT-P-18: Proceso de Evaluación de la Precisión



satélite como herramienta para hacer la distinción de clases de cobertura terrestre.

Se requiere contar con la siguiente información para generar una matriz de diferencia/error:

- Mapa de cobertura terrestre generado en base a datos de detección remota
- Validación de los sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre

A fin de generar una matriz de diferencia/error, es necesario contar con la validación de datos (Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre) recogidos para cada tipo de cobertura terrestre dentro del Sitio de Estudio GLOBE que usted desee evaluar. Idealmente, sería estupendo contar con muestras para cada tipo de cobertura terrestre. Como podría no ser posible recoger todas estas muestras, sería conveniente que únicamente se genere la matriz para los 3 ó 5 tipos más comunes. Mientras más muestras se recojan para cada tipo de cobertura terrestre, más válida se tornará la matriz estadísticamente. Con el transcurso

del tiempo, cada colegio deberá estar en capacidad de recoger suficientes datos para generar por lo menos una matriz limitada de diferencia/error.

Una vez que la validación de datos haya sido recogida de acuerdo con los protocolos definidos en los *Protocolos de Sitio de Muestreo Cualitativo y Cuantitativo de Cobertura Terrestre*, es posible comenzar a crear una matriz de diferencia/error. Esta matriz deberá contar con una fila y una columna para cada una y todas las clases MUC que consta en la Hoja de Trabajo correspondientes a Datos de Clasificación MUC (es decir, cada clase MUC que se produce en un sitio de muestreo de cobertura terrestre en particular, o que define a cualquier zona en esa parte del mapa de cobertura terrestre que está siendo sujeto a validación). Véase la Tabla CT-P-5. En este ejemplo existen cuatro clases MUC: código 0222, código 0221, código 1121 y código 811. En la correspondiente matriz de diferencias y errores (Tabla CT-P-6), existe una columna y una



fila para cada una de estas cuatro clases. Para la muestra número 1 que consta en el ejemplo de la Hoja de Trabajo para Datos de Clasificación MUC (Tabla CT-P-5), usted deberá buscar la Clasificación MUC para Estudiantes pertinente a esta área del mapa de cobertura terrestre (Tabla CT-P-5, celda A - Principalmente bosque frío-decídúo con algunos árboles siempre verdes con hojas de aguja, código MUC 0222, al nivel 4). En la Tabla CT-P-6, la Matriz de Diferencia/Error, usted encontrará el cotejamiento entre columna izquierda (la primera fila corresponde a la Clasificación MUC 0222). Para la Muestra número 1 anotada en la Hoja de Trabajo de Ejemplo de Clasificación MUC (Tabla CT-P-5), usted determinará que los datos de validación correspondiente a los Sitios de Muestreo de la Cobertura Terrestre (Tabla CT-P-5, celda B) corresponde a bosque principalmente frío y deciduo con árboles siempre verdes de hoja ancha, código 0221 MUC. En la Tabla CT-P-6 la matriz de Diferencia/error, desde la celda que contiene el código 0222 de Clasificación MUC del estudiante, progresa a lo largo de la fila (de izquierda a derecha) hasta que encuentra la columna que porta la identificación que corresponde al Código 0221 MUC de Validación de Datos. En la celda que se encuentra en la intersección entre la fila del código 0222 MUC y la columna del código 0221 MUC

(celda B1), usted hace un tarjado y sigue con la siguiente muestra. De esta manera, las filas representan las áreas del mapa y las columnas representan la validación de datos. La precisión general se calcula empleando el procedimiento que queda ilustrado en la Tabla CT-P-6.

Debe comprenderse que la recolección y validación de datos (Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre) constituye un proceso que consume mucho tiempo; podrá haber necesidad de dedicar varias clases a juntar suficientes datos para cumplir una matriz válida. Este es un excelente Sitio dentro de GLOBE para confiar en una comunidad de aprendizaje dispuesta a colaborar en el cumplimiento de un protocolo. El utilizar los sitios de muestreo cualitativo de cobertura terrestre agilizará en gran manera este proceso; sin embargo, científicamente, se prefieren los Sitios de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre.

### **Cómo Registrar los Datos de Validación en una Matriz de Diferencia/Error y Calcular la Precisión Global**

Refiérase a las Tablas CT-P-5 y CT-P-6 para ayudar a comprender los siguientes procedimientos:

#### **Paso 1: Preparación**

- Es importante recordar no ver qué designación le dio usted o el estudiante a una área antes de salir a coleccionar los datos de validación de la misma.

**TABLA CT-P-5: Ejemplo de la Hoja de Trabajo de los Datos de Clasificación MUC**

<b>Muestra Número</b>	<b>Nombre del Sitio</b>	<b>Clasificación del estudiante sobre un Mapa para Cobertura Terrestre</b>	<b>Validación de Datos provenientes de los sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre</b>	√	X
1	Bosque Brown	A. Bosque Principalmente frío-deciduo con algunos árboles siempre verdes de hojas en aguja (código MUC 0222)	B. Bosque principalmente frío-deciduo con árboles siempre verdes de hoja ancha (Código MUC 0221)		X
2	Parque Estatal Smith	C. Principalmente zona arbórea con siempre verdes de copas redondeadas y hojas de aguja (código MUC 1121)	D. Principalmente zona arbórea de siempre verdes con copas redondeadas y hojas de aguja (código MUC 1121)	√	
3	Quinta Appleby	E. Pastizales (código MUC 811)	F. Pastizales (código MUC 811)	√	
4	Bosque Green	G. Bosque principalmente frío-deciduo con árboles siempre verdes de hoja ancha (código MUC 0221)	H. Bosque principalmente frío-deciduo con árboles siempre verdes de hoja ancha (código MUC 0221)	√	

Tabla CT-P-6: Ejemplo de Matriz de Diferencia/Error

## Validación de Datos

	Código MUC 0222	Código MUC 0221	Código MUC 1121	Código MUC 811	Total Fila
Código MUC 0222	A1:	B1: 1	C1:	D1:	E1: 1
Código MUC 0221	A2:	B2: 1	C2:	D2:	E2: 1
Código MUC 1121	A3:	B3:	C3: 1	D3:	E3: 1
Código MUC 811	A4:	B4:	C4:	D4: 1	E4: 1
Total Columnas	A5: 0	B5: 2	C5: 1	D5: 1	E5: 4

$$E5 = A5 + B5 + C5 + D5 = E1 + E2 + E3 + E4$$

(total columna) = (Total filas)

$$\text{Precisión General} = \frac{A1 + B2 + C3 + D4}{E5} * 100 = (3/4) * 100 = 75\%$$

Conociendo lo que la imagen clasificada dice sobre como es una área, antes de coleccionar los datos de validación, sesga la recolección. Por lo tanto, los datos de validación deberán recogerse en la Hoja de Trabajo de Datos delineada en los Protocolos de Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre, y entonces el ejemplo de la Tabla CT-P-5 deberá crearse en el aula después de que los datos han sido recopilados y registrados. La Tabla CT-P-5 puede entonces ser utilizada como un aporte para crear la matriz de diferencia/error. Un tarjado se utiliza para representar el acuerdo entre la clasificación del estudiante y la validación de datos, mientras que una X denota una diferencia.

**Paso 2: Construya una matriz de diferencia/error vacía**

- Construya una matriz vacía. Deberá haber una columna y una fila para cada clase

MUC que se produce en la validación de datos o en la parte del mapa de cobertura terrestre que está siendo validada. Identifique cada columna y fila de la matriz con una de estas clases MUC. Cerciérese de que las identificaciones (membretes) se encuentran en el mismo orden, partiendo de la esquina superior izquierda y siguiendo hacia lo largo y ancho. Cerciérese de incluir una columna derecha y una fila inferior para registrar los totales.

**Paso 3: Identifique la clasificación del estudiante del mapa de la muestra 1**

- Para una muestra de su hoja de trabajo de la clasificación MUC, busque la Clasificación MUC del Estudiante para el área de cobertura terrestre en la que se encuentra este sitio de muestreo.



**Paso 4: Encuentre una fila apropiada en la matriz de datos.**

- ❑ Encuentre la fila de su matriz que corresponda a la zona del mapa en la cual se ubica el sitio de muestreo de la cobertura terrestre.

**Paso 5: Identifique la clasificación MUC de los datos de validación para la muestra**

- ❑ En su Hoja de Trabajo de Clasificación MUC, busque los datos de Clasificación MUC para este sitio de muestreo.

**Paso 6: Encuentre la celda apropiada en la matriz para datos y tarje**

- ❑ Movilícese a lo largo de esta fila de izquierda a derecha hacia la casilla en la columna identificada con la clase MUC correspondiente a aquella de los datos de validación. Marque con un tarjado en cada celda.

**Paso 7: Repita los pasos 3 a 6 para cada una de las muestras**

- ❑ Repita este proceso para cada muestra que consta en la Hoja de Trabajo de la Clasificación MUC. Luego de haber terminado de verificar todas las muestras, calcule los totales para cada fila y columna. Si los totales de la suma de la fila no son iguales a los totales de la suma de la columna, vuelva a verificar su aritmética.

**Paso 8: Calcule la precisión global**

- ❑ Sume el número de tarjados en todas las celdas sobre la diagonal principal de la matriz (es decir, aquellas celdas para las cuales las identificaciones de fila y columna son las mismas) a excepción de la última celda inferior derecha. Divida esta suma para el total de muestras que es igual al valor dentro de la celda derecha inferior. Multiplique este cociente por 100 para convertirlo en un porcentaje. Refiérase al ejemplo presentado en la Tabla CT-P-6.

**Paso 9: Interprete resultados**

- ❑ Así como las celdas incluidas en la diagonal principal representan todas las clasificaciones correctas o la coincidencia entre la clasificación del estudiante reflejada en el mapa y los datos de validación recogidos por los estudiantes en los sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre, aquellas celdas que se encuentran fuera de la diagonal principal

representan clasificaciones incorrectas o las diferencias. Por ende, la matriz se ha denominado como matriz de diferencia y error. Esta información puede utilizarse para identificar clases MUC que fueron particularmente difíciles de clasificar y también cuáles clases MUC fueron confundidas una con otra.

La Figura CT-P-17 presenta una matriz de diferencia/error para tres categorías amplias y generalizadas de cobertura terrestre. Esta matriz hace simplemente un cruce de clasificaciones comparando las categorías del mapa con los datos de validación. En aquellos lugares donde existe coincidencia, se hace una verificación a lo largo de la diagonal principal. Las diferencias o errores se representan por los elementos diagonales de la matriz. Además de representarse la matriz como una tabla de 2 dimensiones, ésta también puede ser representada tridimensionalmente. En este caso, resulta fácil comprobar que, mientras más exacto sea el mapa, más grandes serán los bloques a lo largo de la diagonal principal.

**Reporte de Datos**

Reporte todas las matrices de diferencia/error a la Base de Datos del Estudiante GLOBE.



Figura CT-P-17: Una Matriz de Diferencia/Error para Amplias Categorías de Cobertura Terrestre

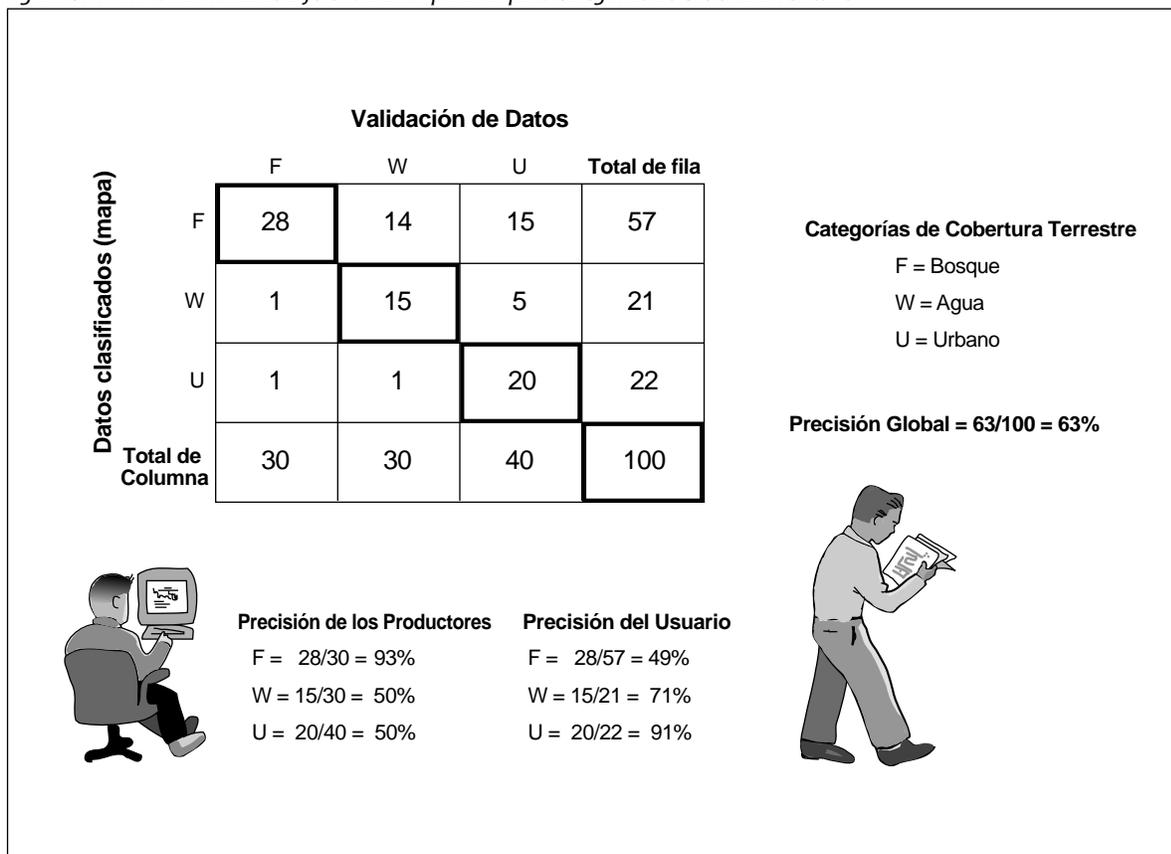
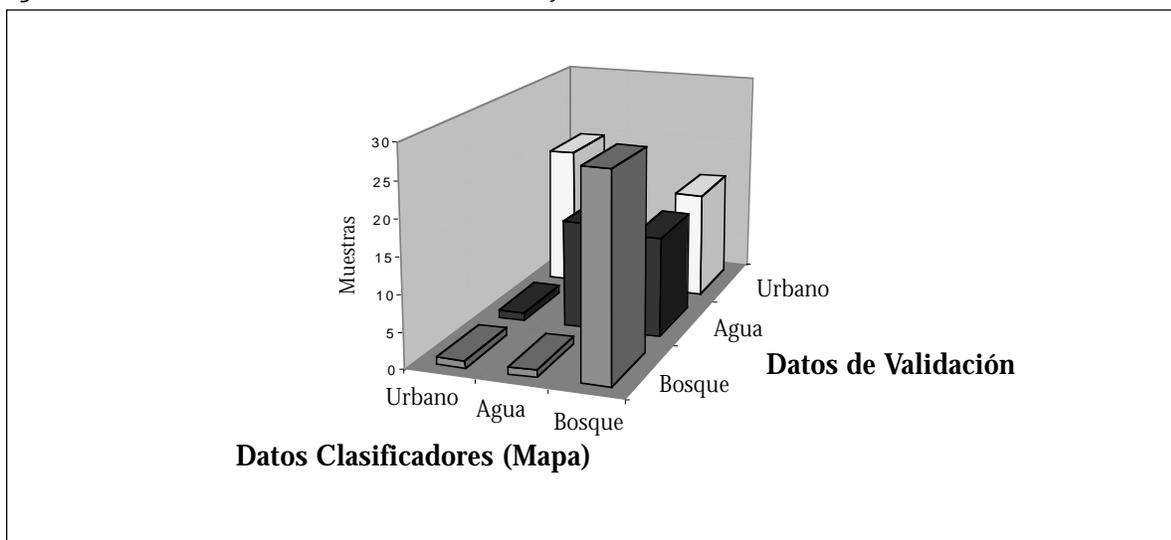


Figura CT-P-18: Una Vista Tridimensional de una Matriz de Diferencia/Error





# Actividades de Aprendizaje



## **Clasificación de Hojas**

Los estudiantes hacen una colección de hojas de plantas y luego descubren cómo se desarrolla un sistema jerárquico para su clasificación seleccionando y organizando sus hojas de acuerdo a una serie de etiquetas y reglas que ellos especifican.

## **¿Cuán Preciso Es? Introducción de la Matriz de Diferencia/Error**

Los estudiantes aprenden a evaluar la exactitud de un programa de clasificación.

## **¿Cuál es la Diferencia?**

Los estudiantes aprenden a evaluar la exactitud del esquema de clasificación.

## **Odisea de los Ojos**

Estas actividades para niveles principiantes, intermedios y avanzados familiarizarán a los estudiantes con el proceso de desarrollar modelos en relación con la detección remota.

## **¡Me Gusta lo Emocionante!**

Los estudiantes aprenderán respecto a la detección remota, las imágenes de falsos colores y la resolución de imágenes. Esta actividad se divide en niveles para principiantes, intermedios y avanzados.

## **Area de Descubrimiento**

Es una actividad de nivel intermedio que ayudará a los estudiantes a refinar su comprensión de la detección remota y la elaboración de mapas.

## **Observaciones del Sitio**

Las actividades de principiantes y niveles intermedios les ponen en contacto a los estudiantes con el concepto de los sistemas dinámicos.

## **Cambios Estacionales en sus Sitios de Estudio de Biología**

Los estudiantes investigan cambios estacionales recopilando datos sobre cuándo se producen los brotes en primavera y cuándo se da la senectud de las hojas en el otoño.

# Clasificación de Hojas



## Propósito

Los estudiantes aprenderán a clasificar (ordenar) un conjunto de objetos en grupos diferentes (clases). Aprenderán acerca de los sistemas de clasificación jerárquica. Estos conceptos fundamentales los ayudarán a comprender de mejor manera el programa MUC que se emplea en los *Protocolos de Cobertura Terrestre y Evaluación de la Precisión*.

## Visión General

Los estudiantes recogerán una variedad de hojas en el colegio. Como grupo, se pondrán de acuerdo en desarrollar su propio sistema de clasificación para ordenar las hojas, y aprenderán que existen diferentes maneras de clasificar el mismo grupo de objetos. Esta actividad los introduce a la complejidad de una tarea “simple” para la que en realidad no tienen respuestas correctas.

## Tiempo

Un período de clase

## Nivel

Todos

## Conceptos Claves

La clasificación nos ayuda a organizarnos y a comprender el mundo natural.

Un sistema de clasificación es una serie de descriptores (nombres o títulos) y reglas que se utilizan para disponer los objetos ordenadamente.

Un sistema jerárquico tiene múltiples niveles de detalle creciente.

## Destrezas

*Creación* de un esquema de clasificación

*Utilización* del esquema para organizar los objetos

Principiantes: *Selección y Agrupación de objetos*

Intermedio: *Utilización* de descriptores y reglas para *clasificar* objetos

Avanzado: *Utilización* de descriptores y reglas detalladas para la *clasificación* de objetos

## Materiales y Herramientas

Una variedad de diferentes hojas de plantas

Tiza, pizarrón o un papelógrafo para incluir una sinopsis del esquema de clasificación

## Preparación

Recoger una variedad de diferentes hojas de plantas

## Prerequisitos

Ninguno

## Antecedentes

Los científicos clasifican muchas características de nuestro ambiente, tales como nubes, tipos de suelos o tipos de bosques. Estas clasificaciones nos ayudan a organizar y comprender el mundo natural. *Un sistema de clasificación* constituye un esquema organizado para agrupar objetos en categorías similares. Existen dos componentes para un sistema de clasificación: *descriptores* y *reglas*. Los descriptores son los nombres o los títulos correspondiente a los diferentes tipos de sistemas de clasificación; las reglas son las pruebas que usted aplica para decidir en qué clase se debe colocar a un objeto. Descriptores y reglas bien definidos permiten que los científicos describan

con consistencia y organicen los objetos. Por ejemplo, el Sistema Modificado de Clasificación de la UNESCO, que se utiliza en los protocolos GLOBE, permiten a los participantes de GLOBE que describan de manera consistente la cobertura terrestre en cualquier punto de la tierra utilizando los mismos descriptores y reglas que todos los demás participantes de GLOBE.

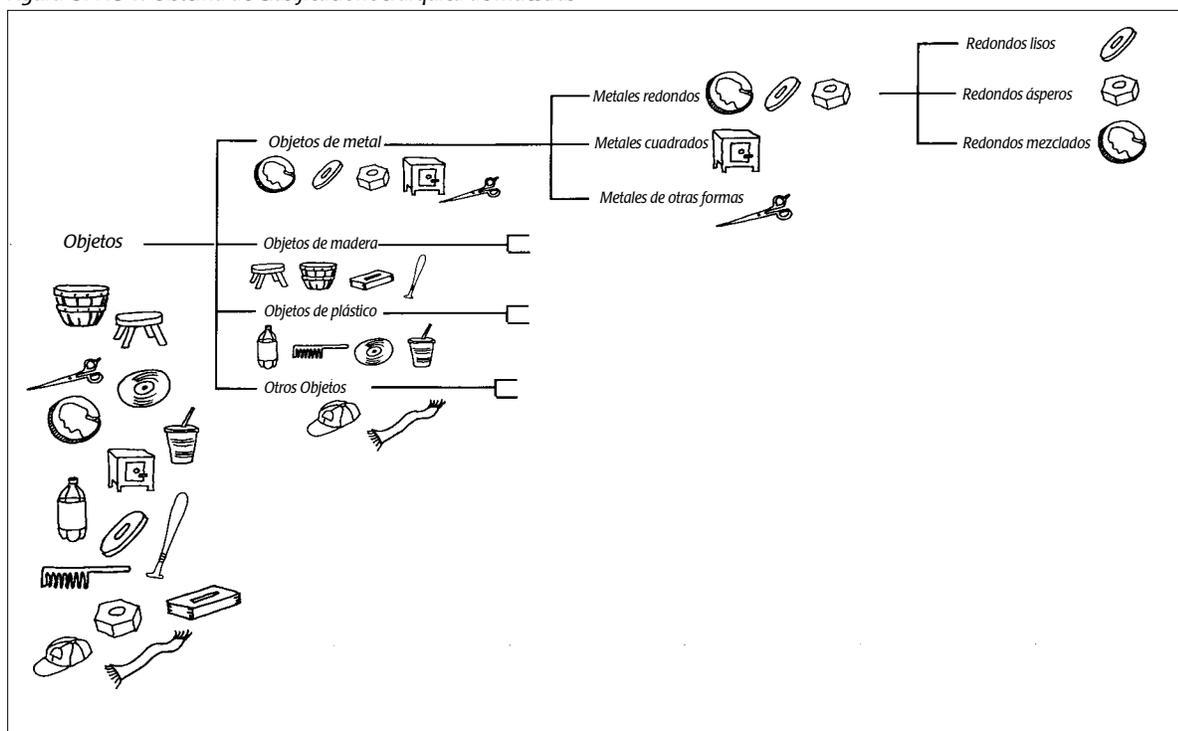
Existen varias características claves dentro de todo sistema de clasificación eficaz. Primero, las clases deben *excluirse mutuamente*, es decir, que cualquier objeto corresponda a una misma clase apropiada bajo la cual debe ubicarse. Si un sistema de clasificación pudiera colocar una hoja en

cualquiera de dos categorías, entonces las clases no serían mutuamente excluyentes. Segundo, el sistema de clasificación debe ser *enteramente exhaustivo*; es decir, debe haber una clase apropiada para todo posible objeto. Esto se logra frecuentemente cuando se cuenta con una clase en la que caben todos los objetos, como es la clase “otros”. Si usted tiene una hoja para la cual no existe clase apropiada, entonces el sistema de clasificación no es totalmente exhaustivo, por lo que debe modificarse, usualmente añadiendo una o más clasificaciones.

Finalmente, un sistema de clasificación debe tener *jerarquía*. Deben haber múltiples niveles de

creciente detalle. En cualquier nivel de detalle, todas las diversas clases deben estar en capacidad de “caer” en el siguiente nivel (menos detallado) del sistema de clasificación. La Figura CT-AC-1 es un ejemplo de un sistema de clasificación jerárquico de objetos para ilustrar: en el nivel uno las clases de objetos metálicos, objetos de madera, objetos de plástico y objetos de otros materiales; el nivel dos dentro de la clasificación objetos de metal son objetos de metal redondos, objetos de metal cuadrados y demás objetos de metal; el nivel tres dentro de los objetos de metal cuadrado son de superficies uniformes, superficies ásperas, superficies combinadas, y así por el estilo.

Figura CT-AC-1: Sistema de Clasificación Jerárquica de Muestras



### Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Recoja una colección de hojas (y racimos de agujas de varias especies) para clasificarlas en grupos. Consiga tantas como pueda, y de tantas variedades como le sea posible. Inclusive, trate de obtener hojas cafés (marchitas) y verdes (frescas). Tente de asegurarse de que hayan algunas variedades de coníferas y variedades caducas así como hojas de plantas o arbustos. Si vive en una zona de pastizales podría utilizar las hierbas u otro tipo de cubierta herbácea del suelo.
2. Reúna a la clase en un círculo. En el centro, sobre el piso o sobre una mesa,

disponga todas las hojas.

3. Instruya a los estudiantes a que seleccionen (clasifiquen) todas las hojas en grupos de tipo similar. Utilizando pizarrón y tiza haga una lista de las sugerencias, permita que los estudiantes sugieran diferentes características que podrían emplearse para clasificar las hojas. Discuta la diferencia entre descriptores (nombres o títulos) y reglas. Discuta cuáles son las características más importantes, o simplemente haga que los estudiantes voten para decidir cuál sería el orden de importancia. Deberán darse cuenta de que no necesariamente existe



una manera correcta. Los sistemas de clasificación son algo arbitrarios, gobernados únicamente por lo que consideramos que hace sentido. Al finalizar este paso, deberá contar con varias características, jerárquicamente por orden de importancia y generalidad, que se utilizará para seleccionar las hojas.

**Variante:** Organice a los alumnos en grupos y permita que cada uno cumpla este paso trabajando independientemente. Luego compare los sistemas de clasificación y discuta los resultados.

4. Explique a los estudiantes que este grupo jerárquico de características similares constituye un sistema de clasificación. Los científicos utilizan sistemas de clasificación para ordenar casi todo lo que encuentran en el mundo natural: animales; árboles; nubes; suelos y grupos de asociaciones vegetales, tal como bosques, desiertos y prados. Refiérase a las actividades de aprendizaje pre-protocolo para la Evaluación de la Exactitud a fin de constatar ejemplos de clasificación de pájaros y nubes.
5. Permita que los estudiantes seleccionen las hojas utilizando los descriptores elegidos y las reglas decididas. A medida que los estudiantes clasifican las hojas podrán encontrar que el sistema de clasificación debe ser modificado o refinado. Esto sucede con frecuencia en proyectos científicos. Si hay tiempo, los estudiantes pueden utilizar varios sistemas de clasificación para seleccionar las hojas.

### **Preguntas de Discusión**

1. ¿Por qué es importante que un sistema de clasificación sea exhaustivo, mutuamente excluyente y jerárquico?
2. ¿Cómo es posible que no exista un sistema de clasificación “correcto” para las hojas?
3. ¿Considera que los objetivos del usuario influyen sobre el sistema de clasificación que debe utilizarse?
4. ¿Es mejor contar con un sistema de clasificación más detallado?

### **Variaciones**

Usted puede utilizar varios grupos de objetos naturales o no naturales para este ejercicio. Muchas cosas funcionan bien. Resulta útil recoger hojas, especialmente con los estudiantes más jóvenes, ya que se sentirán cómodos al poder distinguir las hojas de coníferas frente a otras percederas y las distintas agujas entre sí.

### **Evaluación del Estudiante**

Suponiendo que los estudiantes han participado en una actividad de “recapitulación”, utilizando las anteriores preguntas, entonces deberían estar en capacidad de lograr hacer lo siguiente:

1. Describir el diseño de su sistema de clasificación, incluyendo la base para los descriptores que utilizan a fin de establecer las distintas clases de hojas.
2. Enumeración de reglas o criterios de decisión que emplean para designar a cada hoja por su clase.
3. Describa cómo han estructurado el sistema jerárquico.
4. Haga que clasifiquen todas las demás hojas que han recogido utilizando su mismo sistema.

Cada nivel de estudiantes (principiantes, intermedios y avanzados) podrá explicar su enfoque utilizando información y criterios cada vez más complejos o detallados.

La medida, de última instancia, que ayudará a que los estudiantes comprendan cómo se desarrollan y utilizan los sistemas de clasificación será la facilidad con que estarán en capacidad de utilizar el Sistema de Clasificación Modificado (MUC) de la UNESCO.

Para determinar si es que los estudiantes han captado los conceptos involucrados en el desarrollo de un sistema de clasificación, haga una revisión general contestando las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es un sistema de clasificación?
2. ¿Qué descriptores utilizó para identificar las diferentes clases de hojas?
3. ¿Qué reglas (criterios) utilizó para disponer cada hoja en su clase?
4. ¿Cuáles son los niveles involucrados en su sistema de clasificación?
5. ¿Han sido todas las hojas identificadas y asignadas a una clase, mediante la utilización de las subdivisiones múltiples que contempla su sistema?

# ¿Cuán Preciso es?

## Introducción a la Matriz de Diferencia/Error



### **Propósito**

Evaluar de manera cuantitativa la exactitud de una clasificación

### **Visión General**

Los estudiantes clasificarán los pájaros en tres posibles clases: carnívoros (comedores de carne), herbívoros (comedores de plantas) y omnívoros (comedores de carne y plantas), basándose en los picos de los pájaros. Luego compararán sus preguntas con una serie de datos de validación dados y generarán una matriz de diferencia/error. Después, los alumnos discutirán sobre cómo mejorar su exactitud basados en la identificación de errores específicos cometidos, como lo indica la matriz de diferencia/error.

### **Tiempo**

Un período de clases

### **Nivel**

Intermedio a Avanzado

### **Prerequisitos**

Habilidad básica para clasificar cosas

Fracciones y porcentajes

### **Conceptos claves**

La clasificación nos ayuda a organizar y entender el mundo natural.

Para obtener sistemas de clasificación útiles, necesitamos determinar cuantitativamente su exactitud

Se deben utilizar criterios para definir los niveles de exactitud

### **Destrezas**

*Clasificación* de pájaros

*Evaluación* de la exactitud de la clasificación

*Mejoramiento* de la exactitud de la clasificación basada en la evaluación

*Análisis* de datos para comprender las inter-relaciones de una clasificación y su exactitud

*Identificación* de criterios de decisión para un sistema de clasificación

*Recolección e interpretación* de datos de validación

*Elaboración y análisis* de la matriz de diferencia/error para valoraciones exactas

*Solución* de problemas cooperativamente para resolver asuntos de exactitud

### **Materiales y Herramientas**

Juego maestro de fotografías de pájaros

Hoja maestra de validación

Hoja de trabajo que muestra un ejemplo de una clasificación de pájaros

Juego de cuadros de pájaros

Muestra de bosquejos de picos

Hoja de Trabajo de Clasificación

Hoja de Trabajo de la Matriz Diferencia/Error

### **Preparación**

Se tiene que reproducir el juego de cuadros de pájaros sin las preguntas que constan al reverso. También se necesita reproducir las hojas de trabajo para entregar a cada grupo de estudiantes.



## **Antecedentes**

Los científicos clasifican varias características de nuestro medio ambiente, tales como las especies vivas, tipos de forestación o tipos de suelos. Estas clasificaciones constituyen un mecanismo fundamental para ayudarnos a organizar y a comprender la naturaleza del mundo natural. Deben haber diversas formas apropiadas de clasificar un juego de objetos de interés. Dos objetos diferentes se pueden clasificar por separado, ya sea debido a un error cometido por uno u otro clasificador, o simplemente debido a que se utilizaron diferentes criterios de clasificación. De cualquier modo necesitamos saber cuantos errores existen en nuestra clasificación, con el fin de usar la información que hemos obtenido con cierta confiabilidad en relación a su exactitud. Por último, la información generada por la clasificación de datos obtenidos por sensores remotos se aplicará para tomar decisiones importantes acerca de problemas globales, tales como la deforestación, calentamiento global y degradación del medio ambiente. Es muy importante que no tomemos ninguna decisión basada en información que sea inexacta.

La matriz de diferencia/error es una herramienta básica para hacer un avalúo exacto de los datos obtenidos por medio de sensores remotos. Nos brinda el mecanismo para la generación de un número que evalúa la precisión global de una clasificación o mapa y suministra información sobre las fuentes de errores. Esto enfoca nuestra atención en aquellas áreas o clases que lo requieran. Podemos usar esta información para mejorar la calidad de nuestro criterio al momento de realizar la clasificación, así como para mejorar nuestra habilidad para distinguir aquellas clases sobre las que hay bastante confusión.

## **Referencias**

*Guía de Campo para Pájaros de Peterson*

*Guías de Campo Audobon*

*The Illustrated Encyclopedia of Birds: The Definitive Reference to Birds of the World.* Consultanat-in Chief Dr. C. Perrins. New York: Prentice Hall Press, 1990.

Revise las fuentes locales para las guías regionales

## **Reconocimiento**

Arte por Linda Isaacson

## Términos Claves y Conceptos

**Exactitud:** el grado de conformidad con un valor standard o aceptado. Comparar con precisión.



Las marcas en este ojo de buey tienen una elevada exactitud y una baja precisión



Las marcas en este ojo de buey tienen una elevada exactitud y una elevada precisión

**Clasificación:** Selección y ordenamiento de un juego o grupo de objetos, clasificados en subgrupos bien definidos y distintos, de acuerdo a criterios específicos. Por ejemplo, resaltar en un mapa las áreas de árboles siempre verdes, árboles percederos, una mezcla de siempre verdes y percederos y sin forestación.

**Criterios:** Una regla de decisión. Por ejemplo, si un puesto forestal posee más del 50% de ramas puntiagudas siempre verdes en su dosel, el puesto será clasificado como siempre verde. La definición precedente (ej., más del 50% de ramas puntiagudas siempre verdes) es el *criterio*, la *categoría* o *clase* es siempre verde.

**Juego de datos:** Un grupo de valores relacionados a la misma pregunta que se hace. Estos valores serán analizados por el grupo como un conjunto. Por ejemplo, el conjunto de estaturas de todos los estudiantes de esta clase podría ser un juego de datos.

**Matriz de Diferencia/Error:** (Vea la matriz de diferencia/error en la hoja de trabajo al final de este ejercicio) una tabla de números organizada en filas y columnas, la cual compara una clasificación contra los datos de validación. Las columnas representan los datos de validación, mientras que las filas representan la clasificación generada por los estudiantes. Una matriz de diferencia/error es un medio efectivo para representar la exactitud. Se pueden comparar clasificaciones correctas e incorrectas para cada categoría, así como para mejorar la exactitud de la clasificación original.

**Precisión:** La cercanía de diferentes medidas entre sí. Es la reproductividad de una medición. Esta constituye una parte muy importante dentro de cualquier operación científica, pero es diferente del concepto exactitud.



Las marcas en este ojo de buey tienen una elevada precisión pero baja exactitud

**Datos de validación:** Son los datos recolectados con un supuesto alto grado de exactitud. Una clasificación de objetos (en este ejercicio pájaros) se compara con los datos de validación: 1) para mejorar el criterio de decisión para la clasificación. 2) para tener un mayor entendimiento de las fuentes de error en la clasificación; y 3) para evaluar la exactitud de los datos de clasificación.

Muchas veces, los datos de validación son recolectados para mejorar la clasificación de una imagen generada por alguna forma de sensor remoto (fotografías aéreas o imágenes de satélite). Con frecuencia, el término "Verdad de campo", es utilizado en vez de datos de validación, sin embargo, muchos científicos prefieren el término referencia o datos de validación. Los datos que se recolectan en el campo siempre tienen un grado de error y en consecuencia no representan la "verdad".

## Ejemplo

El siguiente es un ejemplo de una hoja de trabajo de clasificación llena de datos, de una matriz diferencia/error y un cálculo de exactitud global.

Cuadro CT-AC-1: Muestra de una Hoja de Trabajo para la Clasificación de Pájaros

# de Id. del Pájaro	Clasificación del Estudiante	Dato de validación	✓ o X
1	Carnívoro	Carnívoro	✓
2	Omnívoro	Carnívoro	X
3	Herbívoro	Herbívoro	✓
4	Carnívoro	Carnívoro	✓
5	Herbívoro	Herbívoro	✓
6	Herbívoro	Omnívoro	X
7	Omnívoro	Omnívoro	✓
8	Carnívoro	Carnívoro	✓
9	Carnívoro	Herbívoro	X
10	Omnívoro	Carnívoro	X

Cuadro CT-AC-2: Muestra de una Hoja de Trabajo de una Matriz de Diferencia/Error  
Datos de validación

	Carnívoros	Herbívoros	Omnívoro	Total de la fila
Carnívoro	A1. 3	B1. 1	C1. 0	D1. 4
Herbívoros	A2. 0	B2. 2	C2. 1	D2. 3
Omnívoro	A3. 2	B3. 0	C3. 1	D3. 3
Total de la columna	A4. 5	B4. 3	C4. 2	D4. 10

Datos de los Estudiantes

**Nota:** Los totales de las filas y las columnas deben sumar entre ellas el mismo número. Verifique con otros en su grupo para asegurarse de que usted contó correctamente en cada respuesta de la matriz.

$$D4 = (A4 + B4 + C4) = (D1 + D2 + D3)$$

(total columna)      (total fila)

*Cómo leer esta información:*

A través de la fila uno (A1-D1) de este ejemplo, tres carnívoros fueron identificados correctamente por los estudiantes como carnívoros, un herbívoro fue clasificado incorrectamente como carnívoro y no se clasificaron omnívoros como carnívoros.

### Cómputo de la exactitud:

$$\text{Exactitud Global} = \frac{\text{suma de la diagonal mayor (A1+B2+C3)}}{\text{total de la matriz completa (D4)}}$$

**Paso 1:** Sume los valores en las casillas a lo largo de la diagonal mayor (A1+B2+C3) indicados en el Cuadro 4-13: Matriz de la Muestra de Diferencia/Error. Este es el número total de las clasificaciones correctas. En este ejemplo hay seis clasificaciones correctas de las diez muestras totales.

$$(3+2+1) = 6$$

**Paso 2:** Divida el número total de clasificaciones correctas (A1+B2+C3) para el número total de muestras (casilla D4).

$$6 \text{ dividido para } 10 = 0.6$$

**Paso 3:** Multiplique por 100 para obtener la exactitud global del ejercicio:

$$0.6 \text{ por } 100 = 60\% \text{ de exactitud}$$

Igualmente, se puede realizar el cálculo para cualquiera de las categorías individuales (ej., 3 de 5 carnívoros fueron clasificados correctamente). Los números fuera de la diagonal mayor representan clasificaciones “incorrectas”. Cada error o diferencia es una omisión de la categoría correcta y una comisión (ej., una suma errónea) para la categoría incorrecta.

**Si su respuesta está entre: Su Nivel de Experiencia es:**

0% - 50%

Novato

51% - 85%

Intermedio

86% - 100%

Avanzado

La clase también puede comparar fracciones ( $1/2$  es menos que  $3/4$ ,  $3/4$  es menos que  $9/10$ ) en vez de porcentajes.

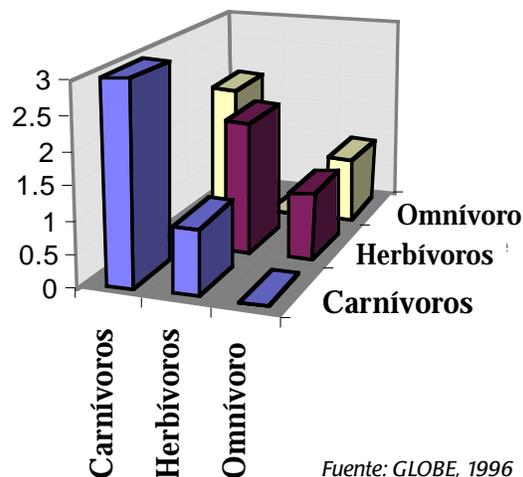
### Adaptaciones

1. Se puede utilizar una interpretación visual en vez de cálculos matemáticos sobre la exactitud global. Elabore una cuadrícula de 3 celdas x 3 celdas en una hoja de papel numerada, como las celdas en la matriz de diferencia/error.

Visualmente, represente el número de pájaros en cada celda, ya sea graficando o poniendo físicamente bloques en las celdas. Las columnas más altas deberían estar a lo largo de la diagonal de la cuadrícula.

2. Si los alumnos tienen acceso a papel continuo para computadora, se puede crear un gráfico 3-D para representar las respuestas. La Figura CT-AC-2 muestra los datos del ejemplo de la matriz de diferencia/error graficados en el formato 3-D.
3. Se puede modificar la actividad contando con la participación de todo el grupo, creando una matriz de diferencia/error sobre el pizarrón.

Figura CT-AC-2: Matriz de Diferencia/Error de Datos Clasificados de Pájaros





### **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

1. Para preparar mejor a sus estudiantes, discuta con ellos el contenido de las siguientes preguntas:
  - ¿Por qué organizamos o clasificamos objetos en grupos?
  - ¿Cómo clasificamos estos objetos?
  - Nombre tres ejemplos de objetos que se clasifican generalmente en grupos.
2. Haga fotocopias, y distribúyalas entre los estudiantes, hojas de trabajo, cuadros de pájaros, dibujos de los picos de los pájaros y la hoja de trabajo de la matriz de diferencia/error.
3. Haga que sus estudiantes lean las instrucciones de las hojas de trabajo, para seguir estos pasos:
  - Clasificación de los cuadros de pájaros en tres categorías.
  - Comparación de respuestas con los datos de referencia suministrada.
  - Generación de una matriz de diferencia/error usando los resultados de la comparación.
4. Después de que sus estudiantes terminen su actividad, discuta con ellos los resultados haciendo las siguientes preguntas:
  - ¿En qué variaron los diferentes resultados de sus estudiantes?
  - ¿Por qué creen los estudiantes que esto sucedió?
  - ¿Qué otras clasificaciones podrían compararse usando una matriz de diferencia/error? (ejemplo, mapas que identifiquen la cobertura terrestre para un lugar específico versus una verificación cuidadosa de la misma ubicación en persona).

# Guía de Actividades de los Estudiantes

## **Visión General**

Los científicos clasifican muchas características de nuestro medio ambiente, tales como las especies de vida, tipos de bosques o tipos de rocas. Estas clasificaciones o categorías nos ayudan a organizarnos y a comprender el mundo natural. Para que estas clasificaciones sean útiles científicamente, necesitamos saber cuán exactas son. Una matriz de diferencia/error es la herramienta básica utilizada para medir la exactitud de un procedimiento de clasificación. Esta matriz, además, nos indica en donde hubo confusión o en donde se presentaron dificultades al clasificar ciertas clases.

En estas actividades ustedes harán lo siguiente:

- Clasificar los cuadros de pájaros en tres categorías
- Comparar las respuestas con los datos de referencia suministrados
- Generar una matriz de diferencia/error usando los resultados de la comparación

Cuando usted haya terminado esta actividad, estará en capacidad de:

- Clasificar los pájaros como carnívoros, herbívoros o omnívoros, aplicando unos criterios dados
- Comparar las preguntas con un juego de datos de validación y producir una matriz de diferencia/error
- Identificar las categorías que tienen la mayoría de errores
- Evaluar la exactitud global de la clasificación de pájaros
- Entender la importancia de la Matriz de Diferencia/Error y la manera de utilizar la información que ésta suministra

## **Materiales**

1. Un juego de 10 cuadros de pájaros
2. Bocetos con las muestras de picos de los pájaros
3. Hojas de Trabajo de Clasificación y de Matriz de Diferencia/Error para la Clasificación de Pájaros

## **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

En la siguiente actividad, se clasificarán los pájaros como:

- C...carnívoros (comedores de carne)
- H...herbívoros (comedores de plantas)
- O...omnívoros (comedores de carne y plantas)

Ejemplos de alimentos preferidos:

- Carnívoros.....pescado, carne, insectos, lombrices, mamíferos pequeños
- Herbívoros.....vegetación, semillas, nueces y bayas
- Omnívoros.....todos los de arriba

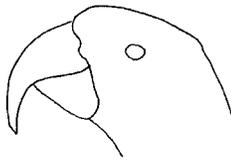
El tamaño y forma de los picos de los pájaros indicarán el tipo de alimento que estos prefieren. Muchos pájaros son oportunistas y, sin embargo, mejorarán su alimentación con una variedad de comida cuando sientan la escasez.

## Actividad para la Hoja de Referencia del Estudiante

### *Tipos de picos de herbívoros*

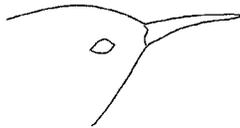


*Tipo pinzón:* Los picos pesados en forma de cuña son buenos para romper nueces y semillas



*Tipo loro:* El pico grueso curvado en la parte de arriba y en la parte de abajo también son para romper nueces o para rasgar las frutas. El pico de arriba es como una punta filosa y usualmente curvada sobre el pico de abajo

### *Tipos de picos de carnívoros*



*Tipo comedor de insectos:* Los picos largos y delgados, ligeramente curvados, son utilizados para buscar a los insectos y a las arañas en cortezas de árboles y suelos



*Tipo comedor de carne:* Más pequeño que el del comedor de insectos, el pico superior tiene una punta y curva puntiaguda que sobrecuelga y un pico inferior recto que se especializa en rasgar carne.

### *Tipos de picos de omnívoros*



*Tipo arrendajo:* El pico ancho y de mediana longitud se utiliza para comer insectos, frutas, semillas e incluso carroña.



*Tipo zorzal:* El pico es más pequeño y más delgado que el del tipo de arrendajo, también para comer carne, plantas e insectos.

# Hoja de Trabajo para Clasificación de Pájaros

## Procedimiento

1. Observe cada pájaro que aparece en las tarjetas (numeradas del 1 al 10) y clasifíquelos como carnívoro, herbívoro u omnívoro. Registre cada respuesta en la columna de clasificación de los estudiantes en la hoja de trabajo de clasificación de pájaros de abajo.
2. Su profesor suministrará la información que será registrada en la columna señalada como “datos de validación”. Asegúrese de llenar esta columna con la mayor exactitud, ya que estos datos serán necesarios para completar la matriz de diferencia/error.
3. Vea a todos los diez pares y marque los que sean iguales con una marca de chequeo (✓) y cada par que sea diferente (incorrecto) con una “X” en la tercera columna.

Cuadro CT-AC-3: Hoja de Trabajo para la Clasificación de Pájaros

# de Id. del Pájaro	Clasificación del Estudiante	Dato de validación	✓ o X
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

# Hoja de Trabajo de Diferencia/Error para la Clasificación de Pájaros

Duplicar y distribuir a los estudiantes.

4. Llene la primera fila de la matriz de diferencia/error siguiendo las siguientes instrucciones:
  - A. Cuente cuántas veces su grupo coincidió con la clasificación de carnívoro, hecha por un estudiante, con la respuesta de validación de carnívoro. Escriba el número aquí \_\_\_\_\_.  
Ahora ponga el mismo número en la casilla con el descriptor (rotulada como) A1 de la matriz de diferencia/error.
  - B. Cuente cuántas veces su grupo coincidió con la clasificación de carnívoro, hecha por un estudiante, con la respuesta de validación de herbívoro. Escriba el número aquí \_\_\_\_\_.  
Ahora ponga el mismo número en la casilla con el descriptor (rotulada como) B1 de la matriz de diferencia/error.
  - C. Cuente cuántas veces su grupo coincidió con la clasificación de carnívoro, hecha por un estudiante, con la respuesta de validación de omnívoro. Escriba el número aquí \_\_\_\_\_.  
Ahora ponga el mismo número en la casilla con el descriptor (rotulada como) C1 de la matriz de diferencia/error.

Asegúrese de revisar junto a su profesor antes de continuar...

**Repita este proceso en cada una de las otras categorías llenando las dos filas restantes.**

Cuadro CT-AC-4: Matriz de Diferencia/Error para la Clasificación de Pájaros

Datos de Validación

	Carnívoros	Herbívoros	Omnívoro	Total de la Fila	
Datos de Estudiantes	Carnívoro	A1.	B1.	C1.	D1.
	Herbívoros	A2.	B2.	C2.	D2.
	Omnívoro	A3.	B3.	C3.	D3.
	Total de la Columna	A4.	B4.	C4.	D4.

5. Sume el total de las filas, el total de las columnas y el de la casilla D4.

$$\text{Casilla D4} = \text{A4} + \text{B4} + \text{C4} = \text{D1} + \text{D2} + \text{D3}$$

(total columnas)    (total filas)

Los números que se encuentran en las columnas subrayadas (la diagonal mayor) están clasificadas correctamente. Prosiga a través de las otras casillas de la matriz para revisar si hay clasificaciones incorrectas. La matriz de diferencia/error indica cuáles categorías son más difíciles de identificar. Los números fuera de la diagonal mayor representan las clasificaciones “incorrectas”. Cada error o diferencia es una omisión de la categoría correcta y una delegación (ej., una suma errónea) a la categoría incorrecta.

¿Cuál casilla de diferencia/error tiene mayor número?

Figura CT-AC-4: Cálculo de la Matriz de Diferencia/Error

$$\text{Exactitud Global} = \frac{(A1+B2+C3)}{D4} \times 100$$

$$\text{Exactitud Global} = \frac{\boxed{A1} + \boxed{B2} + \boxed{C3}}{\boxed{D4}} \times 100 =$$

6. Calcule la exactitud global como está en la muestra de la hoja de trabajo.

**Si su respuesta está entre:**

0% - 50%

51% - 85%

86% -100%

**Su nivel es:**

Novato

Intermedio

Avanzado

### Discusión y Actividades Posteriores

1. ¿Tuvo dificultad al clasificar correctamente una categoría en particular? ¿Por qué?
2. ¿Cómo podría usted reducir el número de errores la próxima vez?
3. ¿Cuáles son otras formas de clasificar pájaros?
4. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el criterio para la clasificación?
5. ¿De qué forma variaron los resultados de los diferentes estudiantes? Compare su matriz de diferencia/error con las matrices de diferencia/error de otros estudiantes para ver quién tuvo el mayor número de respuestas correctas y para ver qué grupos tuvieron errores al clasificar las mismas categorías. ¿Qué causó los errores?
6. ¿Qué otras mediciones pueden usarse para evaluar la calidad de los datos?

### Investigaciones Posteriores

1. Combine todos los datos de la clase para crear una matriz de diferencia/error de toda la clase. Calcule la exactitud global de la clase.  
¿Cuál cree que tiene mayor exactitud, su matriz o la de los resultados combinados de la clase? ¿Por qué?
2. Trate de desarrollar su propio criterio para clasificar a un grupo de objetos (por ejemplo, insectos).

Duplicar y distribuir a los estudiantes.

*Cuadro CT-AC-5: Hoja de Validación de Datos de la Clasificación de Pájaros*

	Nombre del pájaro	Clasificación
1	Estornino del oeste	Herbívoro
2	Estornino europeo	Omnívoro
3	Chochín bicolor	Carnívoro
4	Perico de anillo rosado	Herbívoro
5	Alcandín bru bru	Carnívoro
6	Tordo color de arcilla	Omnívoro
7	Pico grueso de los pinos	Herbívoro
8	Arrendajo euro-asiático	Omnívoro
9	Trepador común de árboles	Carnívoro
10	Tordo ermitaño	Omnívoro



Art by Linda Isaacson

## 2. Estornino europeo (*Sturnus vulgaris*)

Este pájaro (21 cm de tamaño) habita en los bosques abiertos, parques y jardines en Europa y Asia Occidental. Ha sido introducido en América del Norte, América del Sur, Australia Meridional y Nueva Zelandia. Se alimenta de plantas y animales.

Clasificación:  
OMNÍVORO

## 1. Estornino del oeste (*Carduelis chloris*)

Este pájaro (14.5 cm de tamaño) habita en tierras boscosas abiertas, en arbustos y jardines de Europa, África del Norte, Asia Menor, en el Medio Oriente y Asia Central. Su alimentación se compone de nueces y semillas, especialmente de semillas de flores y maní.

Clasificación:  
HERBÍVORO

## 4. Perico de anillo rosado (*Psittacula krameri*)

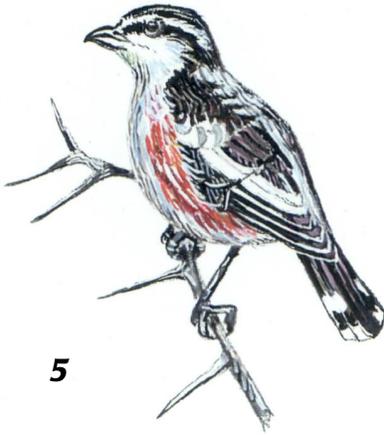
Este pájaro (41 cm de tamaño) habita en zonas boscosas y en las granjas en el este de África Central hasta Uganda, India, Sri Lanka y ha sido introducido en el Medio y Lejano Oriente, Norteamérica, Inglaterra, Países Bajos, Bélgica y Alemania Occidental. Se alimenta de granos.

Clasificación:  
HERBÍVORO

## 3. Chochín bicolor (*Campylorhynchus griseus*)

Este pájaro (22 cm de tamaño) habita en las sabanas áridas, montes bajos y bosque abiertos en Colombia, Venezuela, en el norte del Brasil y Guyana. Encuentra insectos y sus huevos escrutando y buscando en las hendeduras de la tierra.

Clasificación:  
CARNÍVORO



Art by Linda Isaacson

### **6. Tordo color de arcilla**

*(Turdus grayi)*

Este pájaro (23-24 cm de tamaño) habita en las selvas abiertas, filos de las selvas y claros, usualmente cerca de las corrientes en el sureste de México, América Central y las costas de Colombia. Comen insectos, gusanos de tierra, babosas y lagartijas, al igual que frutas.

Clasificación:

OMNÍVORO

### **5. Alcandín bru bru**

*(Nilaus afer)*

Este pájaro (15 cm de tamaño) habita en las sabanas y algunas veces en las afueras de los bosques en el África tropical. Su alimentación se compone de insectos y atrapa su comida en el ala.

Clasificación:

CARNÍVORO

### **8. Arrendajo euro-asiático**

*(Garrulus glandarius)*

Este pájaro vive en las maderas de roble en países de Europa Occidental, atravesando desde Asia hasta Japón y el Sureste de Asia. Come insectos, nueces de haya y bellotas.

Clasificación:

OMNÍVORO

### **7. Pico grueso de los pinos**

*(Pinicola enucleator)*

Este pájaro (20 cm de tamaño) habita en los bosques coníferos y bajos en el norte y noroccidente de Norteamérica y en Siberia. Se alimenta de frutas silvestres y capullos que yacen en el suelo o en las cimas de los árboles.

Clasificación:

HERBÍVORO

9



10



*Arte por Linda Isaacson*

**10. Tordo ermitaño**  
(*Catharus guttatus*)

Este pájaro (15-20 cm de tamaño) habita en los alrededores y espesura de los bosques. Se alimenta de insectos, arañas, culebras, lombrices y salamantes, así como también de frutos y semillas.

Clasificación:  
OMNÍVORO

**9. Trepador común de árboles**  
(*Certhia familiaris*)

Este pájaro (12.5 cm de tamaño) vive en los bosques particularmente coníferos, en Europa Occidental y Japón. Se alimenta de insectos y de sus huevos que busca entre las cortezas de los árboles.

Clasificación:  
CARNÍVORO

**Referencia:** *The Illustrated Encyclopedia of Birds. The Definitive Reference to Birds of the World.* Consultant-in Chief Dr. C. Perrins. New York: Prensa de Prentice Hall, 1990.

# ¿Cuál es la Diferencia?



## **Propósito**

Aprender cómo evaluar cuantitativamente la exactitud de una clasificación.

## **Visión General**

Los estudiantes clasificarán las nubes en tres clases posibles: cirros, estratos y cúmulos, basándose en su conocimiento del *Protocolo para la Identificación de Nubes*. Compararán sus respuestas con un juego determinado de datos de validación y generarán una matriz de diferencia/error. Luego, discutirán sobre cómo mejorar su exactitud basándose en la identificación de errores específicos cometidos por ellos como se indica en la matriz de diferencia/error.

## **Nivel**

Intermedio y Avanzado

## **Tiempo**

Un período de clases

## **Conceptos Claves**

La clasificación nos ayuda a organizar y entender la naturaleza del mundo exterior

Con el objeto de que los sistemas para la clasificación sean útiles, necesitamos determinar cuantitativamente su exactitud.

Se deben utilizar los criterios para definir los niveles de exactitud.

## **Destrezas**

*Clasificación* de nubes

*Evaluación* de la exactitud de la

clasificación

*Mejoramiento* del nivel de exactitud de la clasificación basada en la evaluación

*Análisis* de datos para comprender las interrelaciones entre la clasificación y su exactitud

*Identificación* del criterio de decisión para la clasificación de un sistema

*Recolección e interpretación* de datos de validación

*Elaboración y análisis* de matriz de diferencia/error para valoraciones exactas

*Solución* de problemas en conjunto para resolver temas de exactitud

## **Materiales y Herramientas**

Juegos de fotos laminadas de nubes

Clave de respuestas (hoja de validación de datos)

Procedimientos para esta actividad

Hoja de Trabajo para la Clasificación

Hoja de trabajo de la matriz diferencia/error

## **Preparación**

Se deben entregar a cada grupo copias de las hojas de trabajo.

## **Prerequisitos**

Una actividad que abarque lo básico de la clasificación, experiencia con el *Protocolo de Identificación de Nubes de GLOBE* y con *¿Cuán Preciso es? Introducción a la Matriz de Diferencia/Error de las Actividades de Aprendizaje*.



## **Antecedentes**

Los científicos clasifican muchos elementos que se encuentran en nuestro medio ambiente, tales como especies de vida, tipos de bosques o tipos de suelos. Aunque estas clasificaciones realmente son imposiciones arbitrarias humanas al mundo natural, ellas también son un mecanismo fundamental para ayudarnos a organizar y a comprender mejor el mundo natural. Hay diferentes formas para clasificar un grupo de objetos de interés. Dos objetos en particular pueden ser clasificados diferentemente, ya sea por error de cualquiera de las dos partes clasificadoras, o debido a que se aplicaron diferentes criterios. En cualquier caso, debemos saber cuánto error hay en nuestra clasificación, a fin usar la información que hemos obtenido con cierta confiabilidad. Finalmente, la información generada por la clasificación de datos obtenidos por sensores remotos será utilizada para tomar decisiones importantes, en relación a los problemas globales, tales como la deforestación, el calentamiento global y la degradación ambiental. Es imperativo que no hagamos esas decisiones en información que no es exacta.

Una matriz de diferencia/error es una herramienta indispensable para la evaluación de la presión de los datos obtenidos por sensores remotos. Su valor consiste en que no solamente nos suministra un mecanismo para generar un sondeo numérico sobre la completa validación de una clasificación o mapa, sino que también nos facilita una cantidad enorme de información sobre estas fuentes de error. Esto puede hacer que enfoquemos nuestra atención en esas áreas o clases que la requieren. Podemos usar esta información para mejorar la calidad de nuestros criterios de clasificación y para consolidar nuestras destrezas para distinguir las clases alrededor de los cuales hay gran confusión. El uso de la clasificación de nubes como base para el seguimiento de esta actividad reforzará los conocimientos de los estudiantes y robustecerá las destrezas de los estudiantes para identificar las nubes que se plantean en el protocolo del clima de GLOBE.

## **Términos Claves y Conceptos**

Ver Términos Claves y Conceptos en *¿Cuán Preciso Es?. Introducción a la Matriz de Diferencia/Error*.

## **Reconocimiento**

Arte por Linda Isaacson.

## **Referencias**

*National Audubon Society Pocket Guide to Clouds and Storms*. New York: Alfred A. Knopf, Inc, 1995.

GLOBE Cloud Chart, 1996

Tal vez quiera realizar una transparencia o acetato de la próxima página siguiendo el ejemplo de la Hoja de Trabajo de Clasificación de las Nubes y de la Matriz de Diferencia/Error. Las instrucciones están en esta página.

### **Procedimiento de Tarjar y Cálculo de la Exactitud Global**

Para los siguientes procedimientos, consulte a la hoja marcada como “ejemplo”.

**Paso 1.** Para la muestra número 1 de la Hoja de Trabajo de Clasificación de Nubes (Cuadro 21) determine el tipo de clasificación de nubes (Cuadro 21, celda A - Cirro).

**Paso 2.** En el Cuadro 22, Matriz Diferencia/Error, encuentre el tipo de clasificación concordante (cirro) en la columna a la izquierda.

**Paso 3.** Para la muestra número 1 de la Hoja de Trabajo de Clasificación de Nubes (Cuadro 21), determine el tipo de nubes de los Datos de Validación. (Cuadro 22 celda B - Estrato).

**Paso 4.** En el Cuadro 22, Matriz Diferencia/Error, desde la celda con el tipo de clasificación de nubes identificada, (cirro), recorra la fila (de izquierda a derecha), hasta que encuentre la categoría a lo largo de la fila superior, que coincide con el tipo de nubes de los Datos de Validación (Estrato). En la inserción en la celda entre la fila del cirro hasta la columna Estrato (celda B3), tarje uno y prosiga hasta la siguiente muestra. De este modo, las filas representan los datos del estudiante y las columnas representan los datos de validación.

**Paso 5.** Siga hasta la muestra 2 de la Hoja de Trabajo de Clasificación de Nubes y continúe el proceso. Después de que haya tarjado todas las muestras, debe calcular la exactitud total.

**Paso 6.** El número total de muestras (celda D4) iguala el total de las filas ( $D1 + D2 + D3$ ), el cual también es igual al total de columnas ( $A4 + B4 + C4$ ). El total de clasificaciones correctas iguala la suma de celdas  $A1 + B2 + C3$  (diagonal mayor, celdas sin bordear). Divida el total correcto, 1, para el total del número de muestras, 3. Multiplique por 100 para obtener un porcentaje - 33%. Este valor representa la exactitud total de la calificación del estudiante.

**Paso 7.** Así como las celdas que están a lo largo de la diagonal mayor representan todas las clasificaciones “correctas”, las celdas que están fuera de la diagonal mayor representan las clasificaciones “incorrectas o diferencias”. Ahora enumere las diferencias o errores en la matriz. Cada error o diferencia es también una *omisión* de la clase MUC en la cual podría haber sido clasificado, y una *delegación* (por ejemplo, una suma errada). Se puede usar esta información para identificar tipos de nubes que fueron particularmente difíciles de clasificar y además qué tipo de nubes fueron confusas.

Cuadro CT-AC-6: Ejemplo de la Hoja de Trabajo de Clasificación de Nubes

Número de muestra	Número de foto	Clasificación del estudiante	Datos de validación	✓	X
1	3a	A: Cirro	B: Estrato		X
2	3c	C: Estrato	D: Estrato	✓	
3	3d	E: Estrato	F: Cúmulo		X

(Ver Clave de Validación, Cuadro \_\_\_\_\_; y Figura \_\_\_\_\_:Ejemplo de Clasificación de Nubes)

Cuadro CT-AC-7: Ejemplo de la matriz de diferencia/error para la clasificación de nubes

Datos de los Estudiantes

	Cúmulo	Estrato	Cirro	Total de la Fila
Cúmulo	A1:	B1:	C1:	D2: 0
Estrato	A2: 1	B2: 1	C2:	D2: 2
Cirro	A3:	B3: 1	C3:	D3: 1
Total de la Columna	A4: 1	B4: 2	C4: 0	D4: 3

### Datos de Validación

$$D4 = A4 + B4 + C4 = D1 + D2 + D3$$

(total columnas) = (total filas)

$$EXACTITUD\ GLOBAL = \frac{A1 + B2 + C3}{D4} \times 100 = (1/3) \times 100 = 33\%$$

## **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

1. Para preparar mejor a sus estudiantes, discuta con ellos las siguientes preguntas:
  - ¿Cuál es la diferencia/error entre la clasificación de una categoría y un criterio de clasificación?
  - ¿Por qué la clasificación es una actividad importante?
  - ¿Cómo se relaciona la clasificación con el mapeo?
  - ¿Por qué es importante que un mapa tenga exactitud?
2. Distribuya copias de las instrucciones a los estudiantes y las fotografías de nubes numeradas.
3. Haga que sus alumnos sigan las instrucciones de las hojas de trabajo para la realización de los siguientes pasos:
  - clasifique las nubes en categorías por tipos de nubes
  - cruce la referencia con la validación de los tipos de nubes
  - prepare la Matriz de Diferencia/Error
4. Discuta con sus estudiantes la forma en que esta actividad se relaciona con el método Evaluación de la Exactitud.

# Materiales de los Estudiantes

## **Visión General**

Los científicos clasifican muchos elementos existentes en nuestro medio ambiente como las especies de vida, tipos de bosques o tipos de rocas. Estas clasificaciones o categorías nos ayudan a tener una mejor organización y conocimiento de la naturaleza del mundo exterior. Para que sean útiles para los científicos, debemos saber el grado de confiabilidad que éstas poseen. Una matriz de diferencia/error es la herramienta básica utilizada para medir la exactitud de un procedimiento de clasificación. La matriz de diferencia/error nos indica además en donde hubo confusión o dificultad al clasificar ciertas clases.

En esta actividad, se clasificarán las imágenes de nubes en tres categorías claramente definidas, de acuerdo a unos criterios dados. Se compararán los resultados de esta clasificación con los datos de validación (referencia) ingresados en un cuadro, cuyos resultados serán tomados en cuenta en la matriz de diferencia/error.

Cuando haya culminado esta actividad, usted estará en capacidad de:

- clasificar una serie de objetos (imágenes de nubes) en un esquema bien definido de clasificación
- comparar las clasificaciones con un grupo de datos para generar una matriz de diferencia/error
- obtener un mayor conocimiento del significado que tiene la medición de exactitud y precisión
- adquirir un mayor discernimiento sobre las causas de errores en las mediciones científicas

## **Materiales y Herramientas**

- Un juego de 20 fotografías de nubes
- Copia del procedimiento con dibujos del tipo de nubes y de la Matriz de Diferencia/Error.
- Hoja de Trabajo para la Clasificación de Nubes

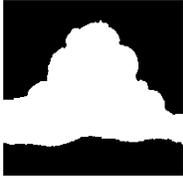
## **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

1. Despliegue cuidadosamente las fotos numeradas de las nubes, de acuerdo a las instrucciones del profesor.
2. Utilizando la Hoja de Trabajo, clasifique todas las nubes dentro del grupo de datos en tres categorías: cúmulo, estrato y cirros.

**Nota:** No siempre los tipos de nubes encajan en estas tres categorías básicas. En este ejercicio, use solamente el esquema de clasificación simplificado. Acepte esta confusión como parte de la incertidumbre en esta actividad. Esta incertidumbre parte de la naturaleza científica, ya que

algún esquema de clasificación nunca coincide exactamente con el estado percibido del mundo natural.

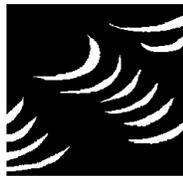
Los criterios que se aplicará en estas clases son:



**cúmulo:** nubes aisladas, generalmente densas y de lineamientos marcados, amontonándose hacia arriba en forma de domos o torres, tomando la forma de coliflor;



**estrato:** en general, son capas de nubes grises con una base bastante uniforme;



**cirro:** nubes sueltas en forma de filamentos blancos y delicados o en su mayoría en forma de manchas o bandas estrechas, asemejándose a colas de caballo.

3. Agrupe las nubes en tres columnas (cúmulo, estrato y cirro), dejando las fotos difíciles de clasificar entre las columnas. Después de clasificarlas, vuelva hasta las que no pudo clasificar y determine finalmente a qué clase pertenecen. Si hay más de un tipo de nubes en la foto, seleccione el más predominante, basando su criterio en el mayor porcentaje de cobertura del cielo que tenga la nube en la foto. Revise sus clasificaciones por cada una de las veinte fotos y regístrelas en la columna de Clasificación de Estudiantes de la Hoja de Trabajo de Clasificación de Nubes.
4. El profesor le suministrará los tipos de validación de nubes. Usted debe registrar estos datos de validación en cada foto en la columna de Datos de Validación en la Hoja de Trabajo de Clasificación de Nubes. ¡Será *necesario* realizar el registro de todos los tipos de nubes de validación para completar el ejercicio!
5. Por cada foto que el tipo de Clasificación de nubes del Alumno coincida con el tipo de Datos de Validación de Nubes, ponga una marca (**b**) en la columna (X o ✓). Por cada foto que no coincida, ponga una X en la columna de (X o ✓).

6. Tarje o marque los resultados de la columna de coincidente (X o ✓) en la matriz, siguiendo las siguientes indicaciones y el ejemplo:

- A. Utilizando la Hoja de Trabajo de Clasificación de Nubes, cuente las veces que su grupo coincidió en una clasificación de cúmulo con una respuesta de validación de cúmulo. Escriba el número aquí \_\_\_\_\_. Ahora ponga la misma respuesta en la celda A1 de la Matriz de Diferencia/Error de abajo.
- B. Ahora cuente las veces que su grupo coincidió en una clasificación de cúmulo con una respuesta de validación de estrato. Escriba el número aquí \_\_\_\_\_. Ahora ponga la misma respuesta en la celda B1 de abajo.
- C. ¡Verifique con su profesor antes de continuar!
- D. Complete la Matriz de Diferencia/Error siguiendo el mismo procedimiento.
- E. Revise nuevamente que cada muestra de la Hoja de Trabajo de Clasificación de Nubes haya sido escrita en la Matriz de Diferencia/Error. Ahora, calcule la exactitud global de su clasificación de acuerdo con la fórmula que se encuentra al final de esta página.

Cuadro CT-AC-8: Clasificación de Nubes. Hoja de Trabajo de la Matriz de Diferencia/Error

		Datos de Validación			
		Cúmulo	Estrato	Cirro	Total de la Fila
Datos de los Estudiantes	Cúmulo	A1:	B1:	C1:	D1:
	Estrato	A2:	B2:	C2:	D2:
	Cirro	A3:	B3:	C3:	D3:
	Total de la Columna	A4:	B4:	C4:	D4:

$$D4 = A4 + B4 + C4 = D1 + D2 + D3$$

$$(\text{total columnas}) = (\text{total filas})$$

$$\text{Exactitud global} = \frac{A1 + B2 + C3}{D4} \times 100$$

$$\text{Exactitud global} = \frac{\quad}{\quad} \times 100 = \quad$$

**Cuadro CT-AC-9: Hoja de Trabajo de Clasificación de Nubes**

Número de Muestra	Número de Foto	Clasif. de Estud.	Datos de Validación	✓	X
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

*Cuadro CT-AC-10: Clasificación de Nubes. Hoja de Datos de Validación*

(Respuesta clave)

# Foto	Datos de validación
1.	Cirrocúmulo
2.	Cirroestrato
3.	Cúmulo
4.	Estrato
5.	Cirro
6.	Estratocúmulo
7.	Altocúmulo
8.	Altoestrato
9.	Nimboestrato
10.	Cúmulonimbo
11.	Nimboestrato
12.	Cúmulonimbo
13.	Altocúmulo
14.	Cirroestrato
15.	Cirroestrato
16.	Altoestrato
17.	Nimboestrato
18.	Cúmulo
19.	Altocúmulo
20.	Nimboestrato

**Medida de Precisión**

**del Estudiante:**

0% - 50%

51% - 75%

76% -100%

**Nivel:**

Novato

Intermedio

Avanzado

Figura CT-AC-5 (foto 1)

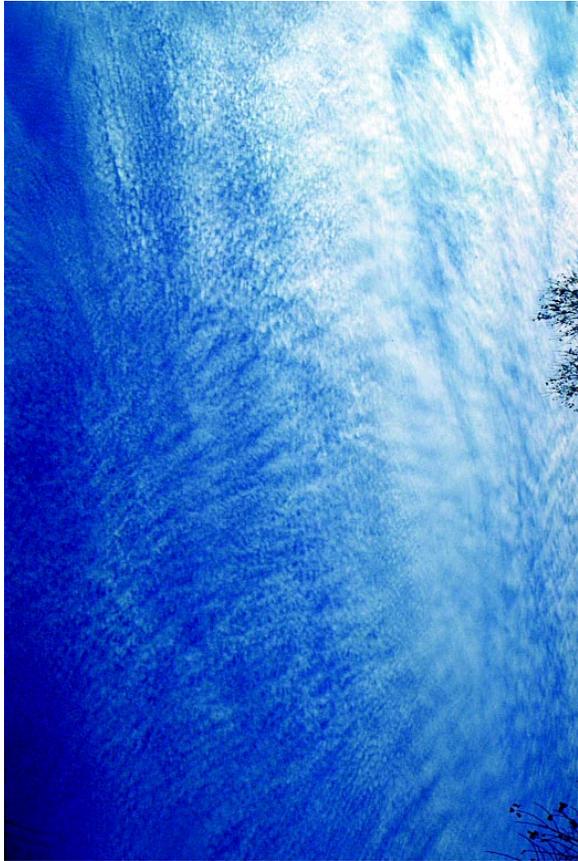


Figura CT-AC-6 (foto 2)



Figura CT-AC-7 (foto 3)



Figura CT-AC-8 (foto 4)



Fuente: Wayne M. Faas and Grant Goodge of the National Climatic Data Center, NOAA

Figura CT-AC-6 (foto 2)

**Cirroestrato:** nubes altas, de color gris claro o blanco; muchas veces se puede distinguir el sol o la luna a través de ellas. Generalmente cubren gran parte del cielo.

Figura CT-AC-5 (foto 1)

**Cirrocúmulo:** nubes altas, de apariencia esponjosa, forman pequeños espacios entre ellas. A veces forman patrones con formas de ondas.

Figura CT-AC-8 (foto 4)

**Estrato:** nubes bajas, de color gris claro u oscuro y de apariencia uniforme, que cubren la mayor parte del cielo.

Figura CT-AC-7 (foto 3)

**Cúmulo:** nubes bajas, de apariencia esponjosa, se ven como bolas de algodón, palomitas de maíz o coliflores.

Figura CT-AC-9 (foto 5)

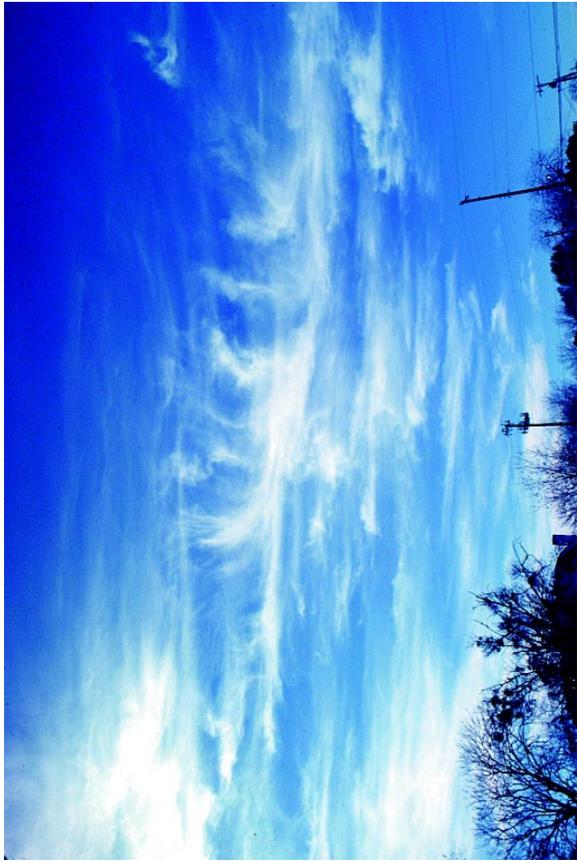


Figura CT-AC-10 (foto 6)

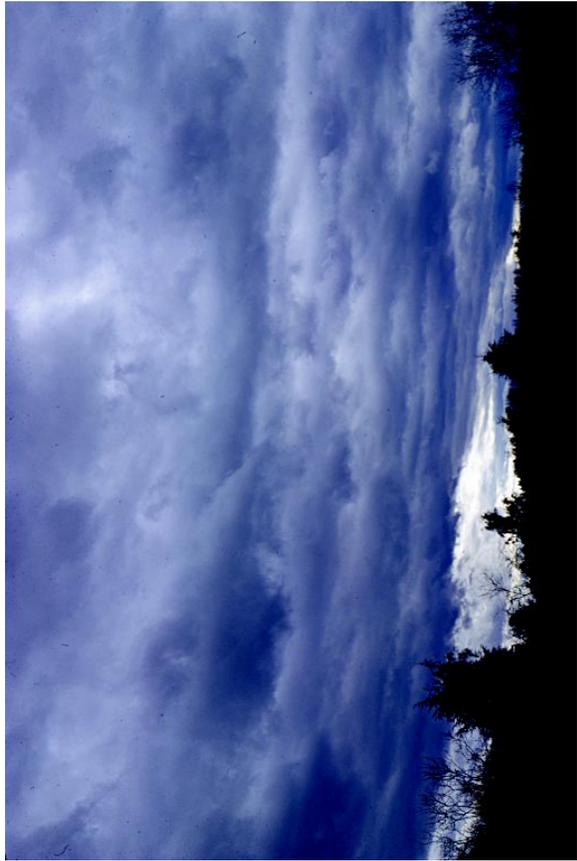
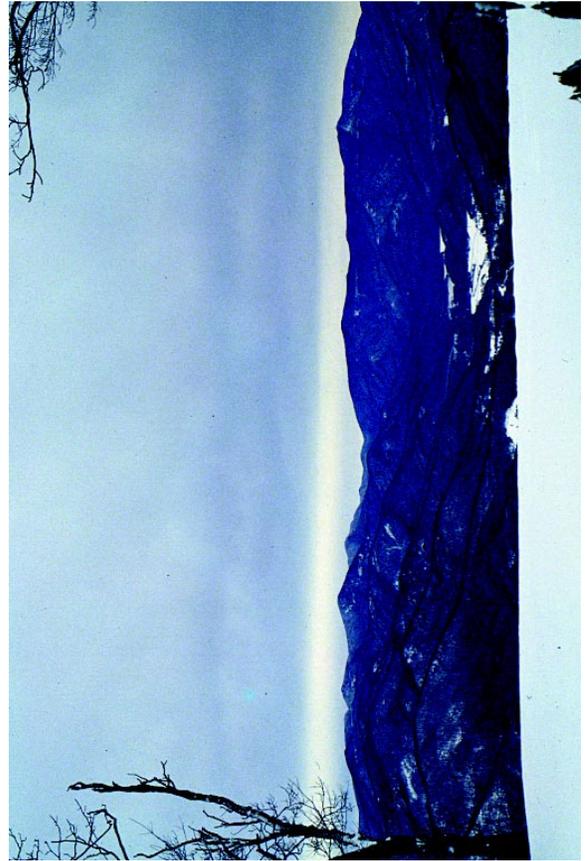


Figura CT-AC-11 (foto 7)



Figura CT-AC-12 (foto 8)



Fuente: Wayne M. Faas and Grant Goadge of the National Climatic Data Center, NOAA

Figura CT-AC-10 (foto 6)

**Estratocúmululo:** nubes bajas, con masas irregulares de nubes, con apariencia de enrolladas e infladas, algunas veces con espacio entre las nubes.

Figura CT-AC-9 (foto 5)

**Cirro:** nubes altas, plumosa, compuesta de cristales de hielo.

Figura CT-AC-12 (foto 8)

**Altoestrato:** nubes de altura intermedia, ligeramente grises y de apariencia uniforme, generalmente cubriendo la mayor parte del cielo.

Figura CT-AC-11 (foto 7)

**Alto cúmululo:** nubes de altura intermedia, con apariencia inflada y remendada, usualmente con espacios entre las nubes.

Figura CT-AC-13 (foto 9)



Figura CT-AC-14 (foto 10)



Figura CT-AC-15 (foto 11)



Figura CT-AC-16 (foto 12)



Fuente: Wayne M. Faas and Grant Goadge of the National Climatic Data Center, NOAA

Figura CT-AC-14 (foto 10)

**Cúmulonimbo**: grandes nubes oscuras en forma de torres ondulantes, con bordes bien definidos o en forma de yunque en la parte superior. Las lluvias oscurecen la base de las nubes, que van acompañadas por truenos.

Figura CT-AC-13 (foto 9)

**Nimboestrato**: nubes bajas y medianas de color gris oscuro que producen lluvias. Sus características son confusas debido a las precipitaciones de lluvias.

Figura CT-AC-16 (foto 12)

**Cúmulonimbo**: grandes nubes oscuras en forma de torres ondulantes, con bordes bien definidos o en forma de yunque en la parte superior. Las lluvias oscurecen la base de las nubes, que van acompañadas de truenos.

Figura CT-AC-15 (foto 11)

**Nimboestrato**: nubes bajas y medianas de color gris oscuro. Sus características son confusas debido a las precipitaciones de lluvias.

Figura CT-AC-17 (foto 13)

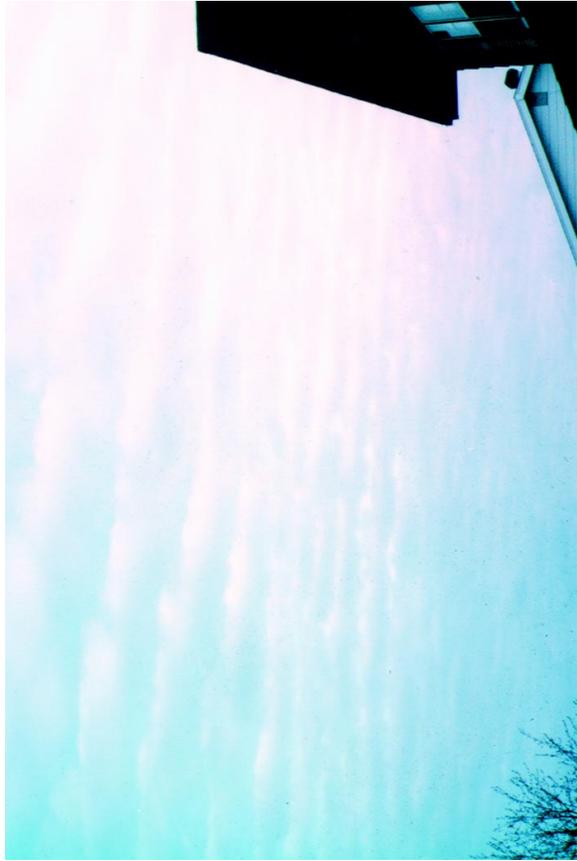


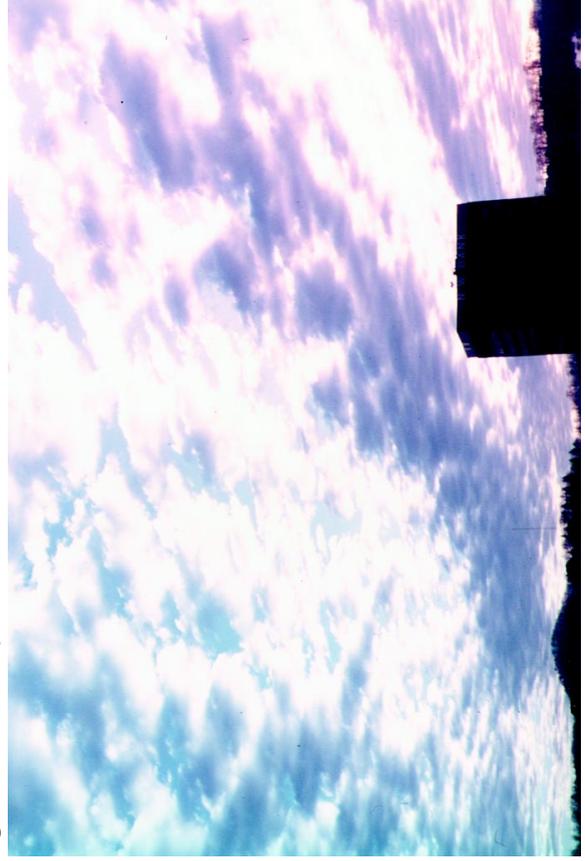
Figura CT-AC-18 (foto 14)



Figura CT-AC-19 (foto 15)



Figura CT-AC-20 (foto 16)



Fuente: Wayne M. Faas and Grant Godge of the National Climatic Data Center, NOAA

*Figura CT-AC-19 (foto 15)*

**Altoestrato:** *nubes medianas, de un gris claro y en apariencia uniformes, que generalmente cubren la mayoría del cielo.*

*Figura CT-AC-20 (foto 16)*

**Altoestrato:** *nubes medianas, de un gris claro y en apariencia uniformes, que generalmente cubren la mayoría del cielo*

*Figura CT-AC-17 (foto 13)*

**Alto cúmulo:** *nubes medianas de apariencia esponjosa, con espacios entre ellas..*

*Figura CT-AC-18 (foto 14)*

**Cirroestrato:** *nubes altas, de un gris claro o blancas, a menudo se puede apreciar el sol o la luna a través de ellas. Generalmente cubren gran parte del cielo.*

Figura CT-AC-21 (foto 17)



Figura CT-AC-22 (foto 18)



Figura CT-AC-23 (foto 19)



Figura CT-AC-24 (foto 20)



Fuente: Wayne M. Faas and Grant Goodge of the National Climatic Data Center, NOAA

Figura CT-AC-22 (foto 18)

**Cúmulo**: nubes bajas, de apariencia esponjosa, parecen bolas de algodón, de palomitas de maíz o coliflores.

Figura CT-AC-21 (foto 17)

**Nimboestrato**: nubes bajas y oscuras con precipitaciones. Sus bases se difunden y son difíciles de determinar debido a las lluvias.

Figura CT-AC-24 (foto 20)

**Nimboestrato**: nubes bajas y medianas con precipitaciones. Sus bases se difunden y son difíciles de determinar debido a las lluvias.

Figura CT-AC-23 (foto 19)

**Alto cúmulo**: nubes medianas de apariencia esponjosa, generalmente espaciadas entre ellas.

# Odisea de los Ojos

## Nivel Principiante



### Propósito

Familiarizar a los estudiantes en el concepto de modelaje en lo que concierne a los sensores remotos.

### Visión General

En Odisea de los Ojos, los estudiantes crearán un modelo en tres dimensiones de una área y desarrollarán un sistema de clasificación para las formas de los suelos en su modelo. Utilizarán sus ojos como sensores remotos y observarán el modelo desde diferentes alturas. Los ojos viajarán desde muy cerca hasta muy lejos, como un satélite. Cada vez crearán un mapa de la imagen que ven. Los mapas entonces podrían ser utilizados para responder a ciertas preguntas sobre el ambiente.

### Tiempo

Tres o cuatro períodos de clases

### Nivel

Principiante

### Conceptos Claves

- Un mapa es una representación simbólica de una determinada área de suelo.
- El campo de visión es tan grande como el área que sus ojos o los de una cámara

pueden percibir.

- El campo de visión crece a medida que el ojo está más alto en relación al suelo.

### Destrezas

- Modelaje de un paisaje
- Dibujo del paisaje desde varias perspectivas

### Materiales y Herramientas

- Toallas de papel o tubos de papel de baño
- Una variedad de objetos para hacer modelos (ya sean suplidos por el profesor o por el estudiante)
- Goma
- Cinta
- Regla

### Preparación

Recolectar todos los materiales con anterioridad a la construcción del modelo.

### Prerequisitos

Los estudiantes deberán ser instruidos en algunos componentes básicos sobre mapas y modelos, tales como el mapa de claves y los símbolos.

**Nota:** Esta actividad presenta conceptos similares a aquellos de los pasos 8, 9 y 10 de la *Actividad de Aprendizaje de Instrucciones Relativas y Absolutas en la Investigación con el GPS*.

### Antecedentes

Los mapas son el modelo más común para representar la superficie de la Tierra. Los conceptos de mapeo y modelaje son importantes, con el objeto de que los estudiantes entiendan los protocolos de los sensores remotos. Por ejemplo, las imágenes satelitales que los estudiantes observarán durante los protocolos son modelos de la Tierra tomados desde los satélites.

Un satélite viaja alrededor de la Tierra, toma fotografías con un sensor que es sensitivo a una variedad de longitud de ondas diferentes. Una de las principales longitudes de ondas es la irradiación térmica. El sensor lee la cantidad de calor que está

siendo irradiada y hace un dibujo de los diferentes valores. En esta actividad los estudiantes, por sí mismos, estarán actuando como sensores remotos de irradiación térmica.

Aunque los estudiantes puedan no saberlo, ellos tienen mucha experiencia con sensores remotos. En cualquier momento que observan algo sin tocarlo, realmente están utilizando sus ojos, oídos, nariz y superficie de la piel para realizar una observación de sensores remotos de ese objeto. Podemos pensar que la percepción con sensores remotos es un trabajo que solamente lo hacen los satélites, sin embargo existen muchos instrumentos para una percepción remota de objetos.



Sus estudiantes pueden tener experiencias en tomar fotografías o en utilizar el microscopio. Estos dos instrumentos nos dan información a la que no estaríamos en posibilidad de acceder, si intentáramos observar un objeto con nuestros propios y limitados sentidos.



Las imágenes satelitales que utilizarán los estudiantes en los protocolos están hechas de cuadrados diminutos; cada cuadrado contiene información sobre una cierta área de la cobertura terrestre. Nosotros llamamos a estas fotografías digitales. Los cuadrados diminutos que se ven en estos cuadros se llaman píxeles. Algunas imágenes tienen píxeles que representan una área grande del suelo y otras tienen píxeles que representan áreas más pequeñas.



Los científicos que estudian la cobertura terrestre utilizan una variedad de fotografías aéreas y de imágenes satelitales, dependiendo del propósito de su estudio. Los científicos de GLOBE están interesados en analizar las fotos satelitales para determinar los tipos de la cobertura terrestre y los cambios en el uso de los suelos a través del tiempo.



En el protocolo de los sensores remotos, estamos creando un mapa temático de un área de 15 x 15 km, con su escuela cerca del centro. La información en la imagen que recibirán ha sido acumulada por un satélite. Sus estudiantes estarán clasificando los tipos de la cobertura terrestre con el uso de la computadora y también verificando la imagen resultante del suelo. Es importante que ellos entiendan los conceptos de modelar y de sensores remotos, si quieren tener una comprensión clara de donde viene la información y significado de la misma.

### **Recursos: (Opcional)**

*Looking Down*, Jenkins, Steve, Hutton Houghton Mifflin, NY, 1995, 0-395-72665-4

*View from the Air*, Lindberg, R., Viking, NY, 1995, 0-670-84660-0

*Mouse Views*, McMillan, B., Holiday House, NY, 1995, 0-8234-1132-x



## **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

### **Parte 1: Construir y Observar el Modelo**

1. Los estudiantes forman grupos y escriben un plan para construir el modelo de un área, real o imaginario. El patio de la escuela es una elección popular, sin embargo, el diseño del modelo debe ser generado por los estudiantes. Deberán hacer una lista de los materiales necesarios y dibujar un cuadro de su modelo propuesto. Ver el formulario de registro de una Odisea de los Ojos, que se encuentra después de una Odisea de los Ojos: Nivel Avanzado.
2. Los estudiantes necesitarán de dos a tres períodos de clases para construir sus modelos.
3. Utilizarán sus ojos para observar el modelo a través de un tubo de cartón desde cuatro diferentes ángulos. Esto dará la oportunidad de observar un cambio en la resolución y un cambio en el campo de visión. Haga que los estudiantes registren sus observaciones en el Formulario de Observación de Odisea de los Ojos que se encuentra después de Odisea de los Ojos: Nivel Avanzado.
  - a. Visión de ratón. Observe el modelo de lado. Dibuje y marque el mapa.
  - b. Visión de abeja. Observe desde 10 centímetros sobre el modelo. Dibuje y dele nombre al mapa.
  - c. Visión de Pájaro. Observe desde un nivel de mesa. Dibuje y dele nombre al mapa.
  - d. Visión de Satélite. Observe desde la ventana de un segundo piso o desde una escalera. Dibuje y marque el mapa.

### **Preguntas para la discusión**

1. ¿Hay algunas diferencias visuales entre la visión de abeja y la visión de ratón?  
¿Cuáles son?  
Nota: Los niños de escuela elemental muchas veces tienen más dificultad con el concepto de "visión de arriba". En este punto puede que se necesite algún tiempo extra. Vea la lista de recursos para materiales sugeridos.
2. Compare sus cuatro dibujos. ¿Cuál vista le sería más útil si usted:
  - a. ¿Fuera una águila buscando un ratón?
  - b. ¿Estuviera decidiendo dónde construir un supermercado?

- c. ¿Estuviera buscando huellas de animales?
  - d. ¿Estuviera estudiando el alcance de la deforestación o de la reforestación?
  - e. ¿Estuviera buscando un niño perdido en el bosque?
  - f. ¿Estuviera viendo qué extensión de los bosques de su área ha sido dañada por la contaminación?
  - g. ¿Estuviera buscando un alfiler perdido?
3. ¿Cuáles son las ventajas de usar los satélites para ver la Tierra? ¿Hay algunas desventajas?

**Parte 2: Elaboración de un Mapa Simbólico del Modelo**

1. Para cada elemento de la cobertura terrestre en el modelo (caminos, rocas, equipo en un campo de deportes, charcas, ríos, pastos, casas, etc.) haga que los estudiantes escojan un símbolo para representarlo. Haga una lista de los elementos de la cobertura terrestre con sus respectivos símbolos en la Hoja de Datos del Mapa Simbólico de una Odisea de los Ojos que se encuentra después de Odisea de los Ojos, de Nivel Avanzado.
2. Utilice los símbolos para dibujar un mapa de esta área. Dibuje el mapa en la Hoja de Datos del Mapa Simbólico que se encuentra después de una Odisea de los Ojos, Nivel Avanzado.
3. Los grupos de estudiantes intercambian los mapas simbólicos, descifran los mapas y escriben una historia de ficción sobre un evento que pueda ocurrir dentro del ambiente representado.

**Preguntas para la discusión**

1. Si a usted se le pide que dibuje un mapa de su barrio, ¿preferiría dibujar un mapa verdadero de la realidad o un mapa utilizando símbolos? Fundamente su respuesta.
2. Investigue sobre tipos de mapas y el propósito para cada tipo de mapa.

# Odisea de los ojos

## Nivel Intermedio



### **Propósito**

Familiarizar a los estudiantes con el concepto de modelaje, de acuerdo a lo que se relaciona con sensores remotos, e introducir a los estudiantes en el proceso de digitalización de cuadros (imágenes) similares a aquellos producidos por los equipos de los sensores remotos satelitales.

### **Visión General**

En esta actividad de nivel intermedio, los estudiantes de una Odisea de los Ojos utilizarán el mapa simbólico para producir una fotografía digitalizada similar a aquellas producidas por los equipos de los sensores remotos satelitales. Conforme ellos desarrollen la actividad, empezarán a darse cuenta del por qué es necesaria la verificación en el terreno de los datos satelitales, a fin de que los científicos puedan crear modelos exactos de los sistemas terráqueos.

### **Tiempo**

De tres a cuatro períodos de clases

### **Nivel**

Intermedio

### **Conceptos Claves**

Los objetos en una imagen obtenida por sensores remotos son interpretados y digitalizados en una clave basada en el reflejo del objeto en las bandas de luz.

Los códigos de las imágenes son retransmitidos a través de un disco satelital a una computadora para su almacenamiento o reproducción.

La proyección de la imagen es llevada a cabo mediante la conversión de datos almacenados en una imagen de color definida y codificada por el usuario.

### **Destrezas**

*Observación de una imagen*  
*Interpretación de una imagen*  
*Clasificación de una imagen*  
*Digitalización de una imagen*  
*Coloración de una imagen*

**Nota:** Esta actividad presenta conceptos similares a aquellos de los pasos 8, 9 y 10 de las *Actividades de Aprendizaje de Instrucciones Relativas y Absolutas en la Investigación con el GPS*.

### **Materiales y Herramientas**

Papel de graficar  
Lápices  
Plástico superpuesto con malla  
Imagen del Oso Panda  
Lápices de colores

### **Preparación**

Ensamble de materiales

Demostrar a la clase el proceso de digitalizar antes de que usted haga que los estudiantes trabajen con socios.

### **Prerequisitos**

Los estudiantes deberán ser instruidos acerca de los procesos mediante los cuales los satélites reciben la información para posteriormente retransmitirla a la computadora.

La actividad del principio es necesaria para

completar esta actividad.

## Qué Hacer y Cómo Hacerlo

### Parte 1: Cómo se Hacen las Imágenes Digitalizadas

Los estudiantes aprenderán cómo se comunican entre sí los satélites y las computadoras. Un estudiante servirá como satélite y otro estudiante representará a la computadora. Utilizando una imagen en blanco y negro, el satélite escaneará la imagen convirtiéndola en un código digitalizado. La computadora traducirá los códigos numéricos reproduciendo la imagen.

1. Los estudiantes trabajan en pares. Uno sirve como satélite y el otro representa la computadora. El satélite pone el plástico superpuesto sobre el blanco y negro del Oso Panda y escanea la imagen una vez por cuadro, empezando desde la esquina de la izquierda de la imagen. El satélite envía un código numérico para cada cuadro a la computadora.
2. El satélite interpretará cada cuadrado de acuerdo a las siguientes guías:
  - Si el cuadro es blanco el satélite interpreta el mensaje como "1" y la computadora escribe ese número en el código.
  - Si el cuadro es negro el satélite interpreta el mensaje como "2" y la computadora escribe ese número en el código.
  - Si el cuadro no es ni todo negro ni todo blanco, el satélite deberá tomar una decisión de la mejor posible elección, "1" ó "2". El satélite comunica ese número a la computadora y la computadora lo escribe en el código.
  - El satélite indica el comienzo y final de cada línea escaneada con un "0".
3. Utilizando un lápiz, el estudiante que representa la computadora traduce el código digital en el papel gráfico, creando una imagen satelital.

**Nota:** Ver un ejemplo del código digital en el nivel avanzado de esta actividad. Se puede tener práctica adicional utilizando un estudiante que genere dibujos a colores y cuadrículas de diferentes tamaños.

### Parte 2 :Hacer un Mapa Digitalizado

1. Provea a cada grupo de estudiantes un plástico cuadriculado. Haga que lo pongan sobre su mapa simbólico. Ahora deben crear

un código de colores y numérico para los elementos de la superficie terrestre. Deben poner los datos en la Hoja de Datos de Odisea de los Ojos (que se encuentra después de una Odisea de los Ojos: Nivel Avanzado).

2. Asigne un color y un nombre a cada elemento de la tierra en el mapa simbólico.

Ej.	edificios	1	azul
	árboles	2	verde

Ingrese esto en la Hoja de Datos Digitalizados.

3. Escanear cada línea del mapa simbólico igualando cada cuadrado con un número. Registre los números en el cuadro de datos. Comience y termine cada línea escaneada con un "0". Para mas ayuda, revise las guías de la Parte 1 de esta actividad. Usted ha creado un código digital para su mapa simbólico.
4. Utilizando el código digitalizado, seleccione los colores que sean iguales y reproduzca el mapa como una imagen digitalizada en un pedazo de papel cuadriculado.

### Preguntas para la Discusión

1. ¿Cuán diferentes son las porciones de los tipos de superficie terrestre comparadas con sus mapas simbólicos?
2. ¿Cuán diferentes son las porciones de los tipos de superficie terrestre comparadas con su modelo original?
3. Compare y contraste los mapas producidos por los diferentes grupos:
  - ¿Cómo sabe que los mapas están valorados?
  - ¿Qué pasa con los tipos de superficie terrestre que son pequeños en área, cuando usted dibuja un mapa simbólico o digitaliza una imagen?
  - ¿Cómo afectan estos cambios a los tipos y tamaños de superficie terrestre vistos por usted?

**Nota:** La verificación en el terreno es lo que usted está haciendo en algunos de los protocolos. Está verificando qué es lo que realmente está en el terreno, comparado con lo que está representado por una imagen satelital o un modelo.

# Odisea de los Ojos

## Nivel Avanzado



### **Propósito Global**

Familiarizar a los estudiantes con el concepto de modelar en lo que se relaciona con los sensores remotos.

### **Propósito del Nivel Avanzado**

En esta actividad de nivel avanzado, los estudiantes intercambian las versiones digitalizadas de sus mapas con los estudiantes de otras escuelas o salones de clases. Cada grupo de estudiantes recrea la imagen de la cobertura terrestre original.

### **Visión General**

El nivel avanzado de Odisea de los Ojos demuestra como un sensor satelital conecta la información con la computadora. Los estudiantes traducen sus mapas a códigos digitalizados y los envían a otra aula de clase para su traducción en un mapa a color. La conexión entre la tecnología de los sensores remotos, imágenes de computadora y valoración de la superficie terrestre debe ser solidificada en este punto.

### **Tiempo**

De tres a cuatro períodos de clases

### **Nivel**

Avanzado

### **Conceptos Claves**

Los objetos en una imagen obtenida por los sensores remotos son interpretados y digitalizados en una clave basada en el reflejo del objeto en las bandas de luz.

Los códigos de las imágenes son retransmitidos a través de un disco satelital a una computadora para su almacenamiento o reproducción.

La exhibición de la imagen es llevada a cabo al convertir los datos almacenados a una imagen a color definido y codificada.

### **Destrezas**

*Observación* de una imagen

*Interpretación* de una imagen

*Clasificación* de una imagen

*Interpretación* de códigos de color para una imagen

**Nota:** Esta actividad presenta conceptos similares a aquellos de los pasos 8, 9 y 10 de la *Actividad de Aprendizaje Instrucciones Relativas y Absolutas en la Investigación con el GPS*.

### **Materiales y Herramientas**

Internet (opcional)

Papel gráfico

Lápices de colores

Mapa digitalizado producido de la Parte 2 del Nivel Intermedio de Odisea de los Ojos

Técnicas de computación

### **Preparación**

Ensamble los materiales.

Los estudiantes intercambiarán las versiones digitalizadas de sus mapas con los estudiantes de otras escuelas o aulas de clases; de tal manera que con anterioridad deberán tener contacto con otros salones de clases o con alguna escuela.

### **Prerequisitos**

Los estudiantes deben ser instruidos acerca de los procesos mediante los cuales los satélites reciben la información para posteriormente retransmitirla a la computadora.

La actividad del principio es necesaria para completar esta actividad.

Los estudiantes necesitan completar la actividad del nivel intermedio.

## Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. En la actividad previa del Nivel Intermedio de Odisea de los Ojos, sus estudiantes tradujeron sus modelos de mapas en códigos digitalizados. Escribir estos códigos digitalizados en un procesador de palabras. Utilice un "0" al comienzo y al fin de cada línea del mapa. Permita a los números que "cubran palabras" en la pantalla para que el modelo del mapa no esté visible en el mensaje.

Ejemplo:

```
01111220011113300246434002464440025565500444444001111220011113300111133001
1112200111133001111330024643400246444002556550044444400111122001111330024643
40024644400255655002464340024644400255655004444440011112200255655004444440011
112200111133001111330011112200111133001111330024643400246444002556550044444400111122
```

2. Incluya la clave para traducir códigos a colores. (Ver cómo se llenó la Hoja de Datos Digitalizados de Odisea de los Ojos durante la actividad del Nivel Intermedio).

Ejemplo:

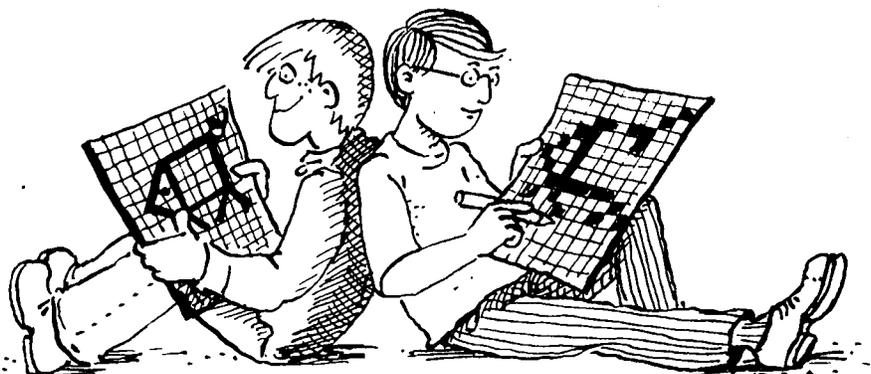
- 1 violeta
- 2 índigo
- 3 verde
- 4 amarillo
- 5 anaranjado
- 6 rojo

3. Los estudiantes de otro salón de clase o de otras escuelas recibirán la clave y la traducirán en un mapa a color, produciendo una imagen falsa a color. Los mapas terminados y completos pueden regresar a la escuela de donde se lo envió para su verificación.

**Nota:** Este intercambio puede hacerse ya sea por el Internet, mediante diskettes entre las escuelas o salones de clases o mediante el intercambio de fotocopias.

## Preguntas para la Discusión

1. ¿Cuáles son las coberturas de la Tierra más dominantes en su imagen falsa a color? ¿A qué región geotrópica cree que pertenece esta área?
2. ¿Puede usted recrear el esbozo de un mapa o un modelo del área?



Fuente: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Asociación para la Educación Ambiental, República Checa.

Una Odisea de los Ojos

Nombre de los miembros del grupo:

Fecha:

## Formulario de Registro

Descripción y Diagrama del Modelo Propuesto

Materiales Necesarios:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Proporcionados por:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Figura CT-AC-25: Observación del Modelo. Odisea de los Ojos

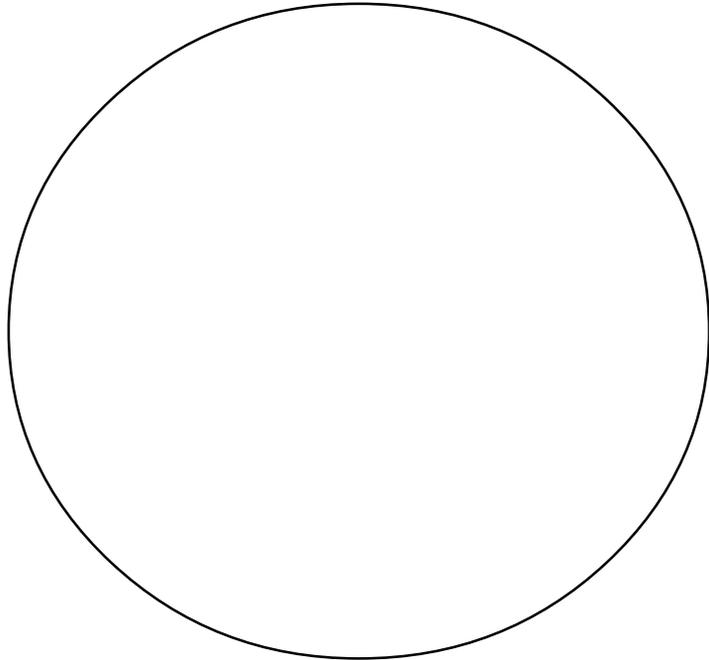
*Odisea de los Ojos*

**Observación del Modelo**

NOMBRE:

FECHA:

**Visión de avión**



**Visión del satélite**

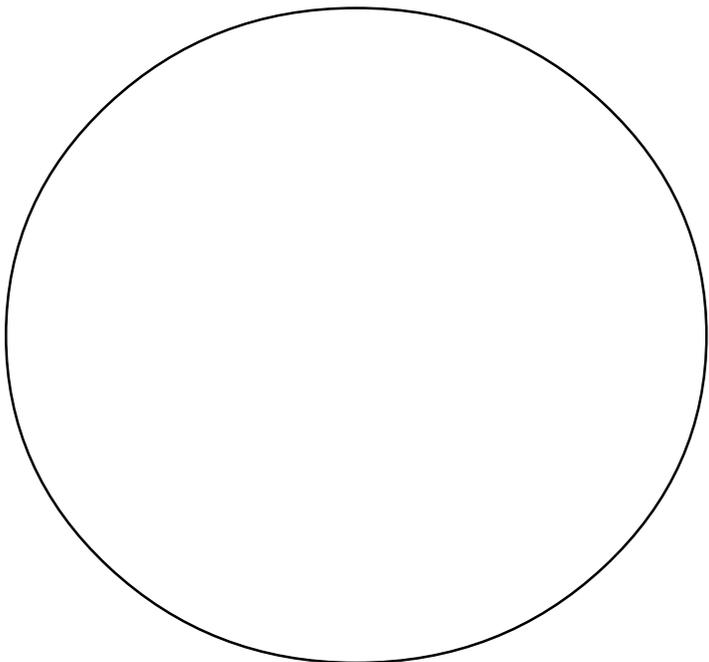


Figura CT-AC-26: Observaciones del Modelo. Odisea de los Ojos

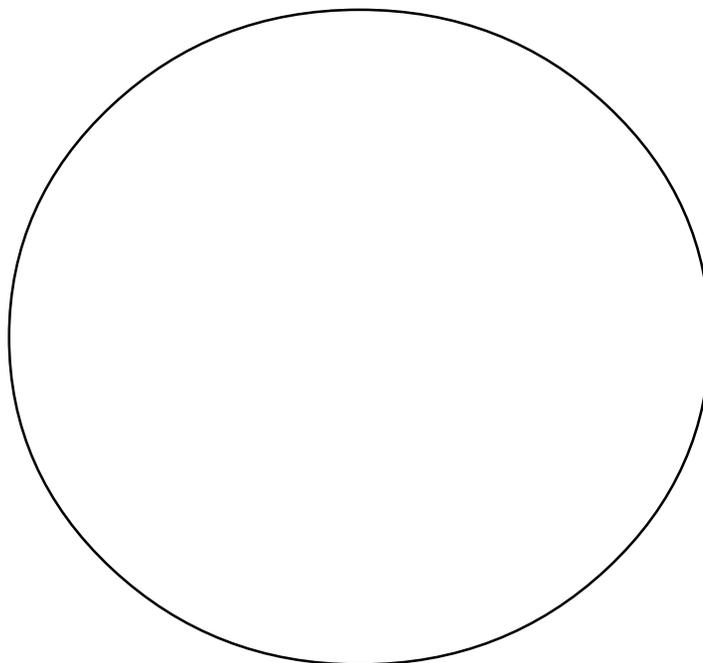
*Odisea de los Ojos*

**Observación del Modelo**

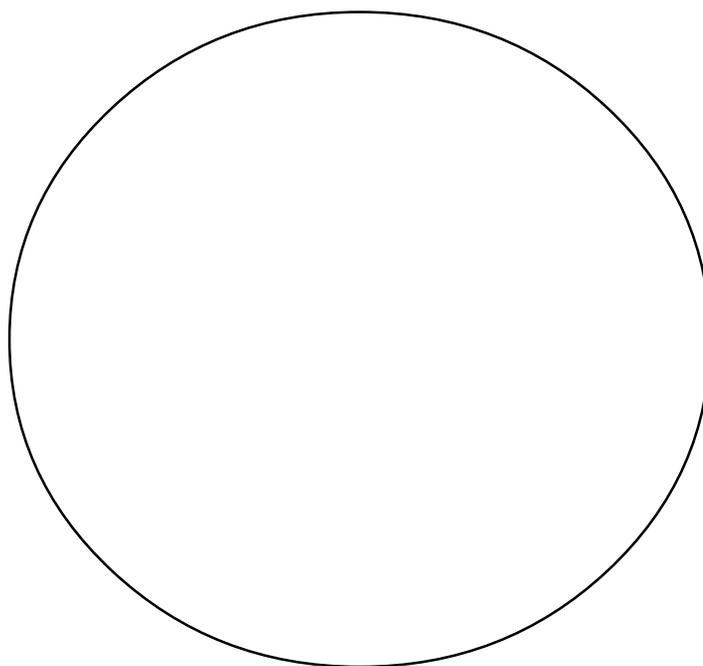
NOMBRE:

FECHA:

**Visión de Abeja**



**Visión de ojo de Pájaro**



## Odisea de los Ojos

NOMBRE:

FECHA:

---

# Hoja de Datos del Mapa Simbólico

---

## CLAVE DE LA COBERTURA TERRESTRE

<u>Rubros de la Cobertura Terrestre</u>	<u>Símbolo</u>
Camino	Áreas verificadas
Arboles	Cuadrados

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

---

## MAPA SIMBOLICO

Incluye las dimensiones del modelo en centímetros (largo y ancho)

Odisea de los Ojos

NOMBRE:

FECHA:

## Hoja de Datos Digitalizada

Clave de Códigos de Colores y Números

Cobertura Terrestre    Símbolo    Número    Color Digitalizado

---

---

---

---

---

---

---

---

Clave Digitalizada

Utilice un 0 para indicar el comienzo y el fin de cada línea escaneada

0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0

Figura CT-AC-27: Hoja Cuadrículada. Odisea de los Ojos

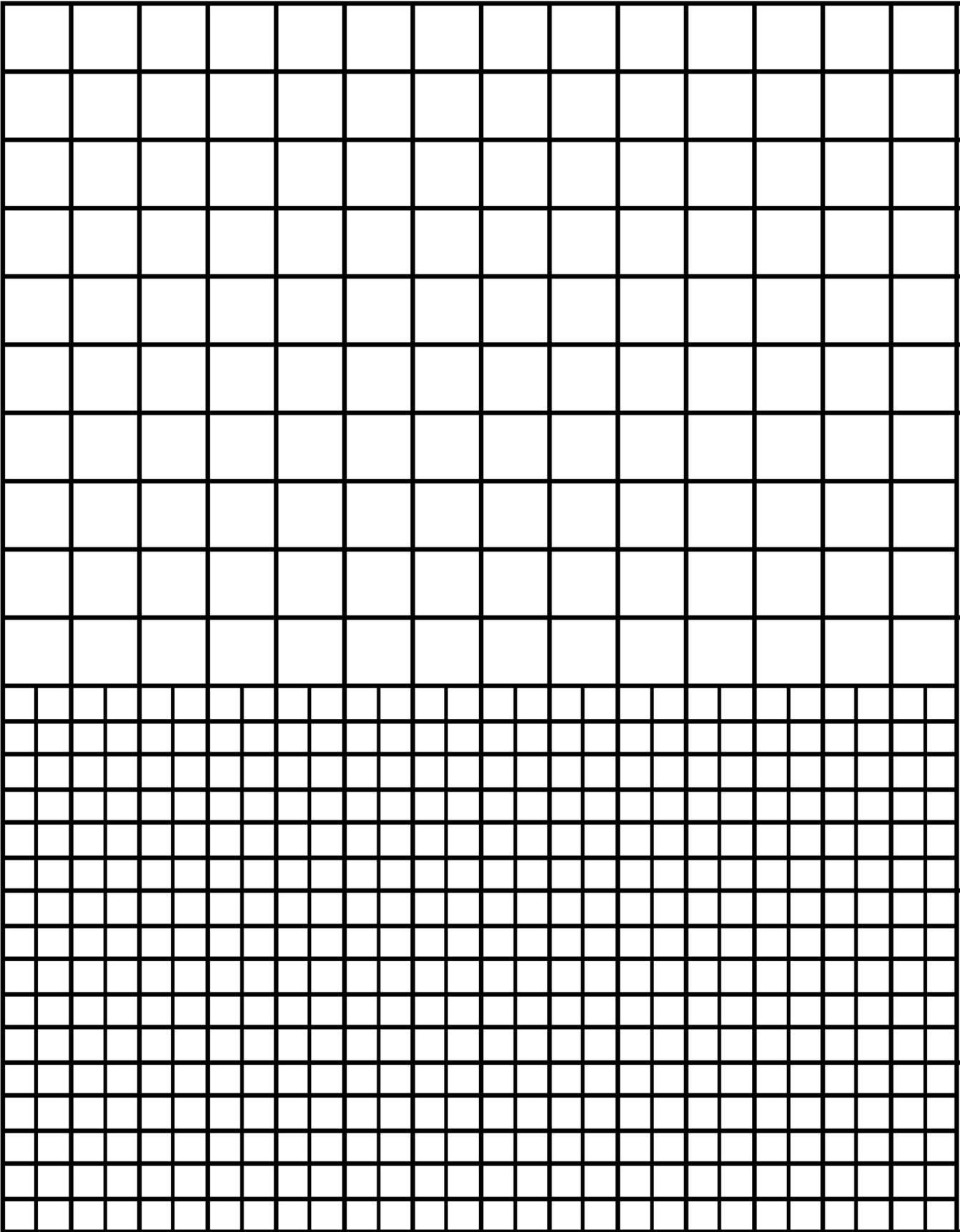


Figura CT-AC-28: Oso Teddy. Odisea de los Ojos



# ¡Me Gusta lo Emocionante!

## Nivel Principiante



### **Propósito**

Introducir a los estudiantes al concepto de obtener información por sensores remotos e imágenes a color falsas. Los estudiantes dibujan un mapa basados en la temperatura, utilizando sus manos y los sensores remotos. El desafío para los estudiantes en el proyecto es determinar la ubicación en un área determinada en la cual un cubo de hielo se derrite muy rápido y la ubicación de un área en la cual un cubo de hielo tarda lo más posible en derretirse.

### **Visión General**

Conforme un satélite gira alrededor de la Tierra va tomando fotografías con una cámara que es sensible a una variedad de longitudes de ondas. Una de las principales longitudes de ondas es la radiación térmica. El sensor lee la cantidad de calor que está siendo irradiada y hace un cuadro con los diferentes valores. En esta actividad sus estudiantes utilizarán sus manos como sensores térmicos y explorarán un área exterior en una variedad de diferentes coberturas terrestres. Los estudiantes registrarán los diferentes valores en un mapa del área, tal y como lo hace un satélite. Cuando los estudiantes terminen, tendrán un mapa térmico de su área.

### **Tiempo**

Tres a cinco periodos de clases

### **Nivel**

Principiante

### **Prerequisitos**

La experiencia previa con el dibujo de bocetos de campo es de mucha ayuda

Un día soleado

### **Conceptos Claves**

Los satélites en órbita toman fotografías con cámaras que son sensibles a una variedad de longitudes de ondas.

Una de las principales longitudes de ondas es la radiación térmica. El sensor lee la cantidad de calor que está siendo irradiada y hace un cuadro con los diferentes valores.

Cuando los estudiantes observan algo sin tocarlo, realmente están utilizando sus ojos, oídos, nariz y superficie de la piel como sensores remotos para obtener datos del objeto.

### **Destrezas**

*Observación* de un área determinada

*Predicción* del área que hará que un cubo de hielo se derrita más rápidamente

*Prueba* de sus predicciones

*Comparación* de diferentes áreas para saber y conocer la radiación térmica

*Mapeo* de una imagen térmica

### **Materiales y Herramientas**

Regla

Papel en blanco

Soga o cuerda

Prisma (opcional)

### **Preparación**

Las aulas de clases preparan recipientes con agua caliente, hielo y toallas

Cubos de hielo (hechos cada uno con dos cucharaditas de agua)

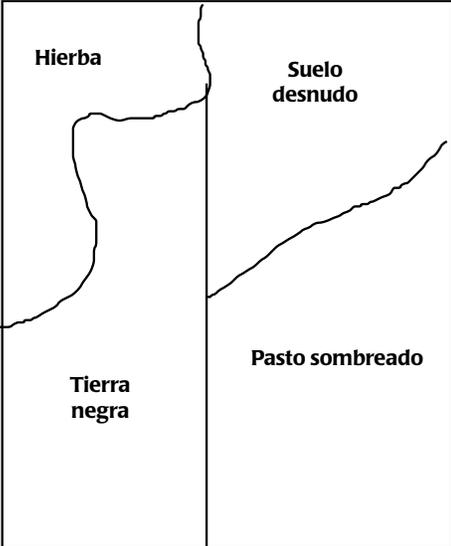
Confine o rodee con una sog a un área de aproximadamente 5 - 10 metros cuadrados que contenga una variedad de tipos de cobertura terrestre, por ejemplo, cubierta negra, pasto y suelo desnudo.

## Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Los estudiantes deben ser ubicados en equipos de dos. Explíqueles que en un par de días serán llevados afuera y se les entregará un cubo con hielo. Se les pedirá que encuentren una ubicación dentro de un área determinada donde crean que el hielo se desleirá más rápidamente, o una ubicación donde crean que el hielo estará protegido del deshielo.
2. Antes de explorar el área exterior, el profesor planteará de dos a seis ejemplos en el aula de clases (cubo con hielo, agua caliente, toalla caliente, área del piso de baldosa o azulejo). Los estudiantes utilizarán la palmas de sus manos para determinar la temperatura relativa de cada elemento. (Las manos no deberán tocar los artículos, son como los sensores remotos). ¿Pueden percibir y explicar las diferentes sensaciones de calor y frío con los ojos cerrados?
3. Esta parte de la actividad se inicia en el exterior, en un área delimitada o rodeada con una soga (de un tamaño aproximado de 5 - 10 metros cuadrados). Los estudiantes dibujarán un boceto del campo del cuadrado. En otro pedazo de papel, deberán hacer una lista (o dibujos en forma de lista) de las diferentes coberturas terrestres que observen, como por ejemplo rocas, asfalto, cascajo, pasto pequeño, pasto largo (crecido), pasto sombreado y arena. También deberán dibujar con la regla un rectángulo de 12", espacio que se reservará para la lista de las diferentes superficies terrestres.  
En el dibujo del campo, los estudiantes deberán registrar un nombre para el proyecto, fecha, hora, ubicación, dirección de la brújula, condiciones climáticas y los nombres de los integrantes del equipo.

4. Al día siguiente, los estudiantes regresarán al sitio con su lista de las diferentes coberturas terrestres, donde, utilizando sus manos, de la misma manera en que se practicó en el aula, medirán la temperatura relativa de cada tipo de la superficie terrestre, y registrarán esta información a un lado de cada tipo de cobertura terrestre escrita en la lista, de manera que la información sea ordenada de alguna manera, desde lo más caliente a lo más frío.
5. De vuelta al aula de clases, los estudiantes dividirán el rectángulo en celdas para representar el número de clases que ellos observaron y enlistaron (ver el ejemplo de la hoja de registro). El profesor lidera una discusión en clase en relación a qué colores serán utilizados para representar las clases de caliente a frío. Se sugiere que para la determinación de la secuencia de colores se exploren y utilicen los colores del espectro de luz, como se puede ver con la luz solar a través de un prisma (si está disponible). El profesor registrará la secuencia de colores para el uso de la clase. Los estudiantes utilizarán esta secuencia para colorear las celdas del rectángulo. (Cada celda es la clave de la temperatura para las imágenes de color falsa). De este cuadro, los estudiantes completarán el coloreado falso de sus mapas, coloreando las diferentes superficies terrestres para igualar la información en la escala de temperatura.

Figura CT-AC-29: Muestra de la Hoja de Registro

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left; padding: 5px;"><u>Cobertura Terrestre</u></th> <th style="text-align: left; padding: 5px;"><u>Rectángulo de Color</u></th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">rocas</td> <td style="width: 100px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">cascajo</td> <td style="width: 100px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">pasto cortado</td> <td style="width: 100px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">pasto sombreado</td> <td style="width: 100px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">arena</td> <td style="width: 100px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">tierra negra</td> <td style="width: 100px; height: 20px;"></td> </tr> </table>	<u>Cobertura Terrestre</u>	<u>Rectángulo de Color</u>	rocas		cascajo		pasto cortado		pasto sombreado		arena		tierra negra	
<u>Cobertura Terrestre</u>	<u>Rectángulo de Color</u>														
rocas															
cascajo															
pasto cortado															
pasto sombreado															
arena															
tierra negra															

6. En la preparación de esta parte de la actividad, el profesor usa cubos de hielo utilizando dos cucharaditas de agua. Se sacan los cubos de hielo solamente un poco antes de realizar la actividad, los que son envueltos en papel de aluminio y colocados dentro de un refrigerador. Se lanza al aire una moneda para determinar si se debe correr o no el riesgo de predecir si el cubo se derretirá rápidamente o si se podrá protegerlo. Cada estudiante del grupo consulta su mapa y elige el lugar que mejor se adapte a su predicción. Los alumnos se trasladan al exterior y cada equipo recibe un cubo de hielo (cubierto con papel aluminio). Luego se dirigen al lugar elegido, y después de una señal dada por el profesor, ponen el cubo de hielo (sin el papel aluminio) sobre la cubierta de tierra. Luego de la señal dada para iniciar, el profesor registra el tiempo. Cuando un estudiante grita "fin", el profesor informa el tiempo registrado, el cual es anotado por los estudiantes en un papel, así como el lugar seleccionado.

7. El profesor elabora un cuadro similar al indicado abajo, para que los estudiantes puedan apreciar los resultados obtenidos. El profesor anota el menor tiempo cronometrado en minutos, y a los estudiantes que tienen entre 1:00 y 1:29, por ejemplo, les solicita que pongan sus resultados en el cuadro. El proceso se repite hasta que se registren todos los datos. Luego se evalúan éstos y se crea un nuevo mapa del sensor de temperatura, que indica los resultados de la actividad realizada con los cubos de hielo. (Este mapa es un componente importante para la realización de las siguientes actividades).

**Reconocimiento:** Esta es una versión revisada de la actividad "Tomando una Decisión Helada", creada por Lou Lambert para Gaia Crossroads, 1995.

Figura CT-AC-30: Me Gusta lo Emocionante. Cuadro de Datos

<b>Grupo</b>					
<b>Tiempo (min.)</b>	:00-:29	:30-:59	1:00-1:29	1:30-1:59	2:00-2:29

# iMe Gusta lo Emocionante!

## Nivel Intermedio



### **Propósito**

Introducir a los estudiantes al concepto de sensores remotos y de imágenes falsamente coloreadas, así como demostrar exactamente la forma en que un sensor representa la información del calor en las fotografías satelitales e imágenes computarizadas.

### **Visión General**

Los estudiantes usarán un termómetro para medir la radiación del calor proveniente de los tipos de coberturas terrestres, medidos en el nivel de principiantes. Ellos recrearán el mapa de sensores térmicos, utilizando un código de colores para representar las variaciones térmicas.

### **Tiempo**

De dos a tres períodos de clase

### **Nivel**

Intermedio

### **Conceptos Claves**

Los satélites en órbita toman fotografías con cámaras sensibles a la variedad de las diferentes longitudes de ondas.

Una de las principales longitudes de ondas es la radiación térmica o reflejo del calor. Los sensores leen la cantidad de calor que está siendo irradiada y elaboran un cuadro con los diferentes valores.

Cuando los estudiantes observen algo sin tocarlo, realmente están utilizando sus ojos, oídos, nariz y la superficie de la piel como sensores remotos para obtener datos de ese objeto.

### **Destrezas**

*Observación* de un área determinada

*Medición* de diferentes superficies terrestres con un termómetro

*Comparación* de las diferentes áreas para la radiación térmica

*Mapeo* de una imagen térmica

### **Materiales y Herramientas**

Regla

Papel en blanco

Soga o cuerda

Termómetro pequeño

Vaso de papel grueso

Armador con cubierta metálica

### **Preparación**

Delimitar o rodear un área de aproximadamente 5 a 10 metros cuadrados que contenga una variedad de tipos de cobertura, por ejemplo, tierra negra, pasto, tierra simple.

Arme el termómetro; sin embargo, si el tiempo lo permite, puede ser construido por los estudiantes.

### **Prerequisitos**

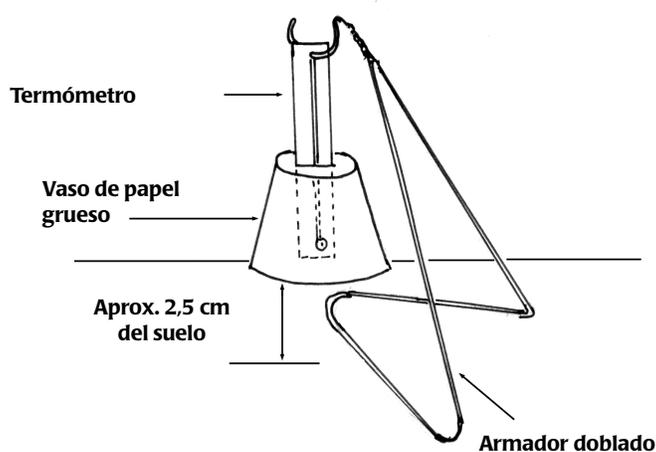
Se requiere haber seguido la actividad para principiantes.

Los estudiantes deben saber leer un termómetro.

## Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Construya un detector infrarrojo, como se indica en la ilustración de la Figura CT-AC-31: Aparato-Termómetro. La intención es que este aparato mida el calor proveniente de un objeto y no del aire que se encuentra sobre él. El vaso de papel funciona como una barrera para rodear la radiación. Vea las gradientes de la temperatura en el termómetro, asigne colores para cada rango. Por ejemplo, 0-5 = violeta, 6-10 = celeste, 11-15 = aguamarina, etc., hasta que todos los grados (en Centígrados) sean tomados en cuenta. Esto debe ser registrado en la Hoja de Temperatura de Me Gusta lo Emocionante, que se encuentra después del Nivel Avanzado de Me Gusta lo Emocionante.

Figura CT-AC-31: Aparato-Termómetro



2. Al utilizar el termómetro, haga que los estudiantes midan la temperatura de los mismos objetos que ellos midieron primeramente con sus manos en la actividad inicial. Registre la temperatura del objeto y el color apropiado en la Hoja de Temperatura de Me Gusta lo Emocionante.

3. Permaneciendo en grupos de dos, los estudiantes regresarán al área delimitada por la cuerda en la actividad inicial y medirán la temperatura de cada una de las coberturas terrestres. Registran los datos y asignan un color a cada tipo de superficie del código completo en la Hoja de Temperatura de Me Gusta lo Emocionante.
4. Dibuje un mapa del área. Marque la temperatura de cada tipo de cobertura y coloree el área con el color apropiado. En este mapa se deben registrar la fecha, el tiempo, la localización y las direcciones de la brújula. Denomine este mapa como "Mapa Sensor de Temperatura".

## Preguntas para la Discusión

1. Compare el mapa de la actividad inicial y el de esta actividad. ¿Cuáles son las diferencias?
2. Al sumar una gradiente de temperatura, ¿en qué forma cambió la cantidad de color en el cuadro? ¿Hubo mayor o menor cantidad de colores totales?
3. ¿Existen áreas que tuvieron el mismo color en el mapa sensor y que fueron diferentes en el mapa sensor de la temperatura? ¿Por qué sucedió esto? Si esto no pasó en su mapa, los estudiantes deberían hacer una hipótesis de por qué esto pudo suceder.
4. ¿Cuán cerca estuvieron los estudiantes de la lectura de la temperatura real cuando usaron sus manos como sensores de calor? La exactitud del instrumento en la actividad inicial fueron sus manos. ¿Fueron algunas manos de los estudiantes más sensibles que otras?

# Me Gusta lo Emocionante

## Nivel Avanzado



### **Propósito**

Introducir a los estudiantes a los conceptos de sensores remotos e imágenes coloreadas. Los estudiantes producirán imágenes a colores de un área elegida por ellos. Mediante la creación de dos imágenes con diferentes tamaños de cuadrículas, les será fácil comprender las diferencias en la resolución de imágenes.

### **Visión General**

El nivel avanzado de Me Gusta lo Emocionante está diseñado para demostrar la forma en que el sensor de un satélite lee la información. Los estudiantes harán una cuadrícula y la usarán para señalar en ella el reflejo térmico de la superficie terrestre visible. El producto final será un mapa térmico creado en forma de pixel.

### **Tiempo**

De tres a cinco períodos de clase

### **Nivel**

Avanzado

### **Conceptos Claves**

Los satélites en órbita toman fotografías con cámaras sensibles a la variedad de las diferentes longitudes de ondas.

Una de las principales longitudes de ondas es la radiación térmica o reflejo del calor. Los sensores leen la cantidad de calor que está siendo irradiada y elaboran un cuadro con los diferentes valores.

Cuando los estudiantes observan algo sin tocarlo, realmente están utilizando sus ojos, oídos, nariz y la superficie de la piel como sensores remotos para obtener datos de ese objeto.

### **Destrezas**

*Observación* de un área determinada

*Medición* del calor de diferentes superficies terrestres con un termómetro

*Comparación* de las diferentes áreas de la radiación térmica

*Mapeo* de una imagen térmica

### **Materiales y Herramientas**

Regla

Cuerda

Cinta

Aparato-termómetro de vaso de papel utilizado en la actividad intermedia

### **Preparación**

Sería de ayuda una red pre-elaborada como un demo (Ver Hoja de la Red para Sensores Térmicos de Me Gusta lo Emocionante, como ejemplo).

### **Prerequisitos**

Haber cursado la actividad intermedia.



## Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Los estudiantes trabajarán en grupos de tres o cuatro para construir una amplia red. Harán la red poniendo una cuerda a lo ancho en intervalos de 20 cm y luego pasándola a lo largo en intervalos de 20 cm. Ver el diagrama inferior.
2. Los grupos de estudiantes se trasladarán al exterior para encontrar un área que contenga una variedad de tipos de cobertura terrestre dentro de un metro cuadrado. Se puede tomar como ejemplo el filo de la caja en donde se puede ver el césped y la arena, o rocas, hielo, etc. Los estudiantes dibujan y marcan el área.
3. Los estudiantes ponen la red sobre el área escogida. En cada cuadrado de la red, miden la temperatura con el termómetro que contiene el vaso de papel, igual que en la actividad intermedia. Registran sus descubrimientos en la Hoja Cuadrículas para Sensores Térmicos que se encuentra al final de esta actividad.
4. En el aula de clases, colorean en la hoja cuadrículada, el cuadro correspondiente con el color clave obtenido en la actividad intermedia. Han elaborado un mapa de sensores térmicos, tal como las imágenes de satélites que utilizan.

### Parte 2

1. Repita el experimento con una red más fina, de cuadros de 10 cm.
2. ¿Cómo afecta al mapa el cambio en el tamaño de la cuadrícula? Los científicos se refieren a este cambio en el tamaño como el cambio en la resolución. Conforme la resolución se hace más fina, más y más información específica se presenta. Se requiere de resoluciones diferentes para diversos tipos de encuestas.
- 2a. Los estudiantes comparan ambas imágenes dentro del grupo (20 cm y 10 cm)
  - ¿Cuál imagen posee el cuadro más identificable?
  - ¿Cuál imagen será más útil para la evaluación de la cobertura terrestre en una área extensa?
  - ¿Cuál imagen será más útil para la valoración de una cobertura terrestre en un área pequeña?
- 2b. Los estudiantes intercambian imágenes con

otro grupo.

- ¿Pueden decir en qué parte del exterior está esa área?
  - ¿Qué clases de elementos pueden estar ahí?
  - ¿Cuál imagen da mejores indicios?
- 2c. Los estudiantes comparan las imágenes con toda la clase. Discuten el valor que los sensores térmicos tienen para el mundo. Como una posible extensión, pueden investigar otras formas del uso de los sensores.

## Qué Hacer Luego

### Patrones de Predicción para el Derretimiento de la Nieve

Los estudiantes usan su mapa sensor de temperatura con el objeto de predecir un patrón del derretimiento de la nieve al final del invierno.

1. Explique a los estudiantes que la información generada por ellos sobre las temperaturas relativas de coberturas terrestres, les ayudará a predecir un patrón del derretimiento de la nieve en su área. Revisar los datos que reunieron durante la actividad, en el mapa de sensores de temperatura. Haga que pronostiquen el sitio donde la nieve se derretirá más rápidamente durante la primavera y registre sus ideas y razonamientos para discutirlos más adelante.
2. Divida a los estudiantes en dos grupos. A cada grupo se le asignará una superficie terrestre en particular, dentro del sitio destinado para la actividad del mapa de sensores de temperatura. Cuando se acerca la primavera, los estudiantes realizarán viajes diarios para estudiar la situación y registrar sus observaciones.
3. Cuando la nieve se derrita completamente, los estudiantes reportarán sus apreciaciones. Se registrará la secuencia de las superficies terrestres que se tornan visibles, sin nieve.
4. Después que se hayan registrado todos los datos, se comparará la información con la obtenida en la actividad hecha con los cubos de hielo reunida al inicio y explicarán cualquier anomalía existente. Se pueden simplificar las comparaciones mediante la división de las observaciones en acetatos y en el mapa original.

¡Me Gusta lo Emocionante!

Nombre:

Fecha:

## Hoja de Temperatura

**Cuadro 1**

	Extensión	Color		Extensión	Color
1.			11.		
2.			12.		
3.			13.		
4.			14.		
5.			15.		
6.			16.		
7.			17.		
8.			18.		
9.			19.		
10.			20.		

**Cuadro 2**

	Objeto	Temperatura	Color
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

**Cuadro 3**

	Cobertura Terrestre	Temperatura	Color
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

Me Gusta lo Emocionante

Nombre del Grupo:

Fecha:

## Red para Sensores Remotos




## **Qué Hacer Luego**

### ***Predicción de Patrones en la Germinación de las Semillas***

Los estudiantes utilizarán su mapa sensor de temperatura para predecir un patrón en la germinación de semillas durante la primavera.

1. Explique a los estudiantes que la información generada por ellos sobre las temperaturas relativas de las coberturas terrestres, les ayudará en la predicción en el sitio del brote de las semillas durante la primavera. Revise los datos que recolectaron durante la actividad realizada, en el mapa sensor de temperatura. Haga que pronostiquen el sitio donde creen que podrán aparecer los primeros brotes en la primavera y registre sus ideas y razonamientos para discutirlos más adelante.
2. Divídalos en grupos. A cada grupo se le asignará una cobertura terrestre en particular, dentro del sitio estudiado para la actividad del mapa sensor de temperatura. Cuando la primavera se aproxime, los estudiantes realizarán viajes diarios hacia los sitios respectivos y registrarán sus observaciones.
3. Cuando la nieve empiece a derretirse hasta el nivel del suelo, los estudiantes reportarán sus apreciaciones sobre la vegetación y se registrará la localización de los primeros brotes. Serán acompañados por guías de campo que los asesoren en la identificación de los tipos de vegetación reportados.
4. Después que hayan recolectado todos los datos, compararán la información con la obtenida de los cubos de hielo y explicarán cualquier anomalía existente. Se puede simplificar cualquier comparación mediante la división de las observaciones en acetatos y dejándola en el mapa original.



# Area de Descubrimiento

## Nivel Intermedio



### **Propósito**

Uso de mapas de la cobertura terrestre para resolver problemas.

### **Visión General**

Los estudiantes trabajarán para determinar la localización de un hospital, tratando de causar el menor impacto posible al medio ambiente. Utilizarán la imagen clasificada no-supervisada del protocolo de sensores remotos para hacer sus análisis y tomar sus decisiones. El formato de una reunión al público servirá como presentación del grupo de trabajo y para una decisión general sobre dónde construir el nuevo hospital.

### **Tiempo**

De dos a cuatro períodos de clases

### **Nivel**

Intermedio

### **Conceptos Claves**

Los seres humanos causan un impacto en la cantidad y tipos de las coberturas terrestres.

Los animales y plantas son afectados cuando los tipos de la cobertura terrestre cambian.

Los seres humanos necesitan estar enterados del impacto del desarrollo de las tierras

### **Destrezas**

*Análisis* de los diferentes argumentos del cambio de los tipos de superficies terrestres en sus áreas

*Predicción* de los cambios que afectarán a los organismos vivos que dependen del tipo de superficie

*Evaluación* de las soluciones con variedad de argumentos

*Presentación* de sus planes de desarrollo a la clase

### **Materiales y Herramientas**

Una copia del mapa de los estudiantes de la cobertura de la Tierra de los protocolos de sensores remotos

### **Prerequisitos**

Los estudiantes deberán haber terminado el protocolo de los sensores remotos.

Conocimiento de los términos de tipos de la cobertura terrestre dominante, sub-dominante, raro y aislado.

Habilidades para presentaciones en grupo.

### **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

1. Divida la clase en grupos de tres o cuatro y discuta con sus estudiantes lo que los tipos de la cobertura terrestre indican en el mapa de agrupación no-supervisado. Haga que los pongan en lista en un cuadro como el que se indica abajo.

a. Dominante	b. Sub-dominante	c. Raros o Aislados
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.
2. Dentro de la clase, discuta largamente cada una de las áreas de las coberturas terrestres. Ponga mucha atención en los componentes vivos y no vivos. Haga que los grupos decidan los lugares más deseables para la construcción de un hospital, incluyendo parqueaderos y vías.



3. Utilizando el cuadro, los estudiantes compararán las áreas de las coberturas terrestres. ¿Cómo afectará al desarrollo de las plantas y animales que constan en la lista?
4. Discutirán las opciones con su grupo y se decidirán por una de ellas.
5. Harán y presentarán la lista de opciones.
  - Ampliarán la imagen original clasificada de tal manera que las áreas de la cobertura terrestre puedan ser reconocidas con facilidad.
  - Situarán el hospital, vías y parqueaderos que formarán parte del desarrollo, en la imagen clasificada, tomando como base el tamaño de otros edificios en la imagen.
6. Prepararán una presentación para la clase. Esta tendrá la forma de una reunión de los habitantes. Los estudiantes harán el papel de los ciudadanos locales y votarán por el mejor sitio que tendría el hospital. Cada presentación debe tender a persuadir a los compañeros de clase que su grupo ha escogido el mejor lugar.
7. Después de observar todas las presentaciones, los estudiantes indicarán el lugar que más les agradaría y porqué.
8. Después de votar por un área, ¿hay consentimiento general sobre la decisión tomada por la clase? ¿Por qué o por qué no? ¿Podría haber más de una respuesta?

# Observaciones del Sitio

## Nivel Principiante



### **Propósito**

El propósito global de estas actividades pre-protocolarias es introducir a los estudiantes al concepto de un sistema. Los conceptos secundarios son límites, entradas, salidas y curvas de realimentación. El concepto de sistema ayudará a los estudiantes a comprender la razón por la que están trabajando con las medidas biométricas de un Sitio de Estudio Biológico de 30 x 30 m.

### **Visión General**

Investigarán el medio ambiente de su Sitio de Estudio Biológico de 30 x 30 m, utilizando técnicas de observación simples para cuantificar y calificar sus observaciones. La intención es que los estudiantes sientan curiosidad sobre su sistema.

### **Propósito**

La actividad para principiantes ayudará a los estudiantes a determinar que los límites de un sistema a menudo son delineados dependiendo de la pregunta que los científicos quieran formular.

### **Tiempo**

De dos a tres períodos de clases

### **Nivel**

Principiante

### **Conceptos Claves**

- Su Sitio de Estudio Biológico de 30 x 30 m se puede considerar como un sistema.
- Este contiene ciertos elementos, tales como árboles, agua, suelo, rocas y animales.
- Tiene además fuentes como la energía solar, agua, dióxido de carbono, oxígeno, polvo.
- Y tiene egresos como el agua, dióxido de carbono, oxígeno y calor.

### **Destrezas**

- Observación de su sistema
- Dibujo de su sistema
- Interpretación de mapas como una fuente de datos

### **Materiales y Herramientas**

- Papel
- Crayones o lápices de colores
- Brújulas
- Hoja de dibujo para el Sitio de Estudio Biológico de 30 x 30 m
- Cámara

### **Preparación**

El Sitio de Estudio Biológico de 30 x 30 m debe estar planificado

### **Prerequisitos**

Los estudiantes deben comprender las razones por las cuales están aplicando los métodos biométricos en este sitio.

Deben saber cómo usar una brújula.

### **Antecedentes**

Los científicos investigan los sistemas naturales por una serie de razones. Un *sistema* es cualquier colección de cosas que tienen alguna influencia sobre otro y se presentan para constituirse como un todo unificado. Estas cosas pueden ser cualquier cosa, incluyendo objetos, organismos, máquinas, ideas, números u organizaciones. La pregunta que un científico desea formular muchas

veces determina los límites de un sistema. Por ejemplo, un ecologista puede desear estudiar un tipo total de ecosistema, como un terreno húmedo, para determinar la cantidad de hectáreas que aún quedan en el mundo, o especies específicas de plantas que crecen en terrenos húmedos, las cuales pueden ser estudiadas para experimentar con diversas técnicas de restauración. Igualmente, un científico puede estudiar un tipo de célula de una planta para



determinar su sensibilidad a ciertas clases de contaminaciones.

Estos estudios pueden considerar factores completamente diferentes, determinados por la escala del estudio.

En los protocolos biométricos, nos encontramos frente a un sistema determinado (Sitio de Estudio Biológico de 30 x 30 m) buscando los cambios a través del tiempo. Esto incluye cambios en la tasa de crecimiento de los árboles y el número de hojas que caen y las que florecen. Al recolectar datos a lo largo de muchos años, podemos darnos cuenta si estos datos son estables, o si hubo alguna variación. Para comprender los datos, los estudiantes deben estar familiarizados con la variedad de factores que afectan un sistema, a fin de entender el cambio. Si están al tanto de lo que sucede dentro y fuera del sistema y del procesamiento básico de los materiales entrantes dentro del mencionado sistema, estarán en capacidad de apreciar los patrones que los ayudarán a hacer generalizaciones y predicciones. Por ejemplo, el agua llega a un sistema forestal en forma de lluvia. Un poco de esta agua se acumula en los árboles y la utiliza durante su crecimiento. Otro poco de agua se evapora, alguna queda en la superficie, otra penetra en el suelo para juntarse a la masa de agua.

La variación en los datos podría indicar la existencia de cambios, bien sea en las entradas, salidas o bien en los ciclos que procesan la materia y la energía. En una serie de años de sequía, el crecimiento de los árboles puede ser afectado por la falta de agua, presiones, producción o adecuaciones. Las fuertes alzas de temperatura pueden tener como resultado una temporada más prolongada de crecimiento y, por lo tanto, obtener un aumento en la producción. Esto es evidente en las hojas que permanecen durante más tiempo en los árboles o en el aumento de su crecimiento en una tasa más considerable durante estos años, como se puede notar comprobando la altura de los árboles. Los datos obtenidos por sus alumnos los ayudará a ellos y a los científicos de GLOBE en el entendimiento del sistema que los rodea.

### **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

1. Pida a los alumnos que se sienten con un pedazo de papel y un lápiz en el frente de

ellos. Los estudiantes deben cerrar sus ojos e imaginar su lugar perfecto en todo el mundo (ej., un bosque, la cercanía de una chimenea, una tienda de dulces). Concédales un minuto para que lo imaginen. Haga que lo dibujen. ¿Cuántos de los estudiantes imaginaron un área natural como su lugar especial?

2. Visite el centro de su Sitio de Estudio de Biología de 30 x 30 m. ¿Por qué los alumnos escogieron este tamaño y forma del estudio?

Conteste las siguientes preguntas sobre su Sitio de Estudio de Biología de 30 x 30 m:

- a. ¿Cuáles son los límites naturales de su sistema?
  - b. ¿Qué es lo que ve, huele, siente, teme?
  - c. ¿Es húmedo o seco, cálido o frío?
  - d. ¿Hay abundante luz solar que cae sobre el suelo?
  - e. ¿Cuántas variedades de plantas y animales viven ahí?
  - f. ¿Qué cantidad de objetos son no-vivientes? ¿Son naturales o hechos por el hombre?
  - g. ¿Cómo se vería su sistema por la noche?
  - h. ¿Qué cambios sufriría su sistema en las diferentes estaciones climáticas?
3. En el centro de su sitio, pida a los estudiantes que se pongan de pie y dibujen cada uno de los límites - norte, sur, este y oeste. Estos serán visiones laterales. Pídales que se concentren y que dibujen los detalles observados. Haga que registren estos diagramas en sus Cuadernos de Ciencias GLOBE.  
**Nota:** Usted puede hacer que sus estudiantes utilicen el boceto de hoja de trabajo del Sitio de Estudio de Biología para dibujar el sitio. Guarde la casilla que está en la mitad de la hoja de trabajo para realizar el micro dibujo en el paso 4.
  4. Con el fin de obtener un mayor conocimiento del Sitio de Estudio de Biología, haga que los alumnos dibujen en el suelo un cuadrado de 1/3 m x 1/3 m hecho de cuerda. Pídales que dibujen en



la hoja de trabajo lo que observan dentro del cuadrado.

Haga que respondan desde la pregunta a. hasta la h. que constan en el numeral 2 de arriba. ¿Qué preguntas pueden estudiar dentro del cuadrado (o sistema) que no puedan dentro del Sitio del Estudio de Biología de 30 x 30 m? Al cambiar los límites, ¿qué es lo que vieron?

5. Los alumnos tomarán una muestra del suelo de sus parcelas con una barrena, paleta o pala. Trate de llegar hasta unos 15 cm de profundidad, tome la muestra y deposítela en una funda de plástico. Dentro del aula, haga que los estudiantes observen la tierra con la ayuda de un microscopio 30X. Ahora, ¿qué ven? ¿Hay seres vivos o partes de seres vivos?
6. Desde el punto central, tomen una fotografía de cada visión direccional. Una vez reveladas las fotos, hacer que los estudiantes comparen sus visiones de los dibujos con los de las fotos. ¿Hay suficientes detalles dibujados para identificar la foto que corresponde a cada dirección de la brújula? ¿Falta alguna parte del sistema?

**Nota:** Puede utilizar su Hoja de Trabajo del Boceto del Sitio de Estudio de Biología 30 x 30 m. Los estudiantes pueden usar la casilla del medio para sus dibujos.

### **Preguntas para la Discusión**

1. ¿Qué clase de preguntas se hicieron cuando cambiaron los límites de sus sistemas?
2. ¿Qué influencia tuvo lo que pasó en el cuadrado vecino sobre lo que pasó en el suyo?
3. ¿Qué hay sobre su cuadrado y que hay debajo de él?
4. ¿Afecta de algún modo lo que haya sobre o debajo del cuadrado?
5. ¿Qué es lo que generalmente ingresa y egresa de su sistema? ¿Luz solar? ¿Agua? ¿Semillas? ¿Nueces? ¿Animales?

# Observaciones de Sitio

## Nivel Intermedio



### **Propósito**

Introducir a los estudiantes al concepto de un sistema. Los conceptos de apoyo son límites, entradas, salidas y curvas de realimentación. El concepto de sistema ayudará a los estudiantes a comprender la razón por la que están trabajando con las medidas biométricas de un Sitio de Estudio Biológico de 30 x 30 m. Los estudiantes investigan el concepto de que cada sistema dinámico tiene energía y materia. Los ingresos y egresos varían dependiendo de los componentes físicos del sitio, de la vida vegetal y animal, de los límites determinados, de la escala del estudio y de la estación del año.

### **Visión General**

El nivel intermedio de las Observaciones del Sitio confirma los conceptos presentados en el nivel para principiantes. La clase hará viajes a diferentes sitios de estudio, incluyendo su Sitio de Estudio Biológico de 30 x 30 m. En cada sitio, los estudiantes explorarán una extensa variedad de entradas y salidas y usarán métodos más complejos para la consecución de datos y análisis. Los estudiantes utilizarán los datos obtenidos en cada sitio para comparar y buscar los contrastes entre las entradas y salidas de los diferentes ambientes.

### **Tiempo**

Tres períodos de clases

### **Nivel**

Intermedio

### **Conceptos Claves**

Los límites de los sistemas serán diferentes, dependiendo de las preguntas que se realicen.

Los sistemas contienen ciertos elementos, tales como árboles, agua, suelo, rocas y animales.

Los sistemas tienen fuentes de entrada, como la energía solar, agua, dióxido de carbono, oxígeno y polvo.

Los sistemas tienen fuentes de salida, como

el agua, dióxido de carbono, oxígeno y calor.

### **Destrezas**

*Observación* de los componentes del sistema y sus fuentes de entrada y salida

*Medición* de entrada y salida del sistema

*Recolección* de datos del sistema

*Interpretación* de los datos recolectados sobre los diferentes sistemas estudiados

### **Materiales y Herramientas**

Cuerda

Sitio de Estudio Biológico de 30 x 30 m

Termómetros

Medidores de lluvia

Fundas plásticas para sánduches

Cuaderno de Ciencias GLOBE

Hoja de Trabajo de Campo del Sitio de Estudio de Biología

Hoja de Trabajo de la Escala Beaufort

Un vaso de papel grueso

Papel

### **Preparación**

Use una cuerda para marcar los límites del Sitio de Estudio de Biología de 30 x 30 m.

Recolecte los datos indicados abajo de tres sitios diferentes dentro de su Sitio de Estudio GLOBE: un lugar abierto tal como, un campo de juego o un patio que estén cerca de una fuente de agua abierta y de su Sitio de Estudio de Biología. Planifique visitas a los sitios durante el mismo día o en otros, pero aproximadamente a la misma hora.

Obtenga el permiso correspondiente para visitar los sitios escogidos y asegúrese que sean seguros y sin riesgos. Haga arreglos con los padres u otros voluntarios que deseen acompañar a los estudiantes en sus visitas.

Puede utilizar la hoja de trabajo del Sitio de Campo de Biología de las Observaciones del Sitio para que los estudiantes registren sus datos. Divida la clase en tres grupos; los

alumnos deben llevar consigo los materiales indicados y proceder con sus trabajos en los tres sitios, de acuerdo a las indicaciones.

### Prerequisitos

Bases para las medidas biométricas de su Sitio de Estudio de Biología de 30 x 30 m.

Se recomienda haber seguido la actividad para Principiantes. Si no se lo ha utilizado, los estudiantes deberán tener claro el concepto de los límites del sistema.

### Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Temperatura. Pida a los grupos que midan la temperatura de cada sitio a nivel del suelo, a 2,5 cm de profundidad y a 0,5 m sobre el suelo. Para obtener la temperatura del suelo bajo tierra, inserte cuidadosamente la punta del termómetro dentro de la tierra. Para obtener la temperatura al nivel del suelo, o sobre él, debe insertar el termómetro a través de un agujero hecho al fondo de un vaso invertido de papel grueso. El vaso actúa como un escudo alrededor de la punta del termómetro, de forma que la luz directa del sol y otras fuentes extrañas de calor, no causan lecturas inadecuadas. El termómetro debe permanecer en el lugar hasta que la temperatura no varíe por el tiempo de 1 a 2 minutos.
2. Precipitación. ¿Cuál ha sido la cantidad de lluvias caídas durante la estación de crecimiento? Si no se utiliza el medidor de lluvias de GLOBE, se puede obtener información dada por un meteorólogo. Un plantel estudiantil puede utilizar la humedad del suelo del área. ¿Ha llovido últimamente? ¿Existe alguna evidencia: lagos, corrientes áreas de retención de aguas, charcos?  
Pida a los estudiantes que pongan una funda de plástico sobre algunas hojas verdes, la que permanecerá así durante toda la noche. ¿Cuánta humedad hay en la funda? ¿De dónde provino? ¿A dónde va?
3. Luz solar. Cuando el sol esté brillando, mire alrededor del Sitio de Estudio en busca de señales de luz solar sobre los árboles y el suelo. ¿Qué cantidad de luz

alcanza la copa de los árboles? ¿Qué cantidad llega al suelo? Si la luz solar es absorbida por la planta, ¿qué sucede con esta luz? Si se refleja (quiere decir que las hojas estarán brillantes y reflectantes como papel aluminio)?

**Nota:** Los estudiantes pueden suponer que las plantas obtienen su alimento de la tierra y no utilizan la luz solar para su alimentación durante la fotosíntesis. Pensarán que el sol contribuye al crecimiento de las plantas, pero no están seguros de cómo y por qué. Pregunte a los estudiantes la forma en que las plantas utilizan la luz solar en su ciclo de vida.

4. Viento. ¿Qué cantidad de viento sopla en estos sitios? ¿Se agitan las hojas debido a la brisa? ¿Es el viento lo suficientemente fuerte como para doblar las ramas más pequeñas? ¿Las más grandes? Haga que los estudiantes usen una hoja de papel que haga las veces de un rompevientos provisional. Vea la hoja de trabajo de la Escala Beaufort. Un estudiante puede sostener el papel lejos de su cuerpo, mientras los otros observan si éste cuelga recto hacia abajo o se agita en un ángulo. Utilizando una brújula, los estudiantes pueden determinar la dirección en que sopla el viento.
5. Vida Animal. Solicite al grupo que revise las clases de animales que hay en cada sitio (insectos, pájaros, reptiles, peces, ranas o renacuajos). Los alumnos deben registrar si hay evidencia de la existencia de animales, tales como dispersamientos, huellas, madrigueras u hojas masticadas. Haga una estimación de la población de cada tipo



animal. ¿Cuál es la más predominante?

6. Vida Vegetal. Pida a los grupos observar los diferentes tipos de plantas de cada sitio (árboles grandes, pequeños, arbustos, plantas pequeñas, hierbas). Sugiera que registren los tipos más comunes de plantas encontradas en cada lugar. Al realizar un estimativo de la cantidad de cada tipo de planta, ¿cuál predomina?
7. Después de haber dado a los alumnos el tiempo suficiente para investigar cada sitio, pida que informen sus descubrimientos y compartan sus conocimientos. Después de haber escuchado todos los informes, se puede completar el trabajo haciendo un cuadro compuesto de toda la clase; use este cuadro como base para discutir las diferencias entre los lugares y las interacciones que los alumnos observen entre varios elementos.

### **Preguntas para la Discusión**

1. ¿De qué manera difieren los sitios en cuanto a número o diversificación de animales y plantas? ¿En qué son diferentes?
2. ¿Cuál de los sitios tiene la temperatura más elevada? ¿La más baja? ¿Más viento? ¿Menos viento?
3. ¿Cuál sería la relación entre la luz y la temperatura del aire? ¿Con humedad del suelo? ¿Con plantas?
4. ¿Cuál de las seis variedades estudiadas parece tener mayor importancia para determinar las características del medio ambiente en cada sitio? ¿Qué le hace pensar eso?
5. ¿Cuáles son las fuentes de entrada de los diferentes sistemas? ¿Cuáles son los factores de salida? ¿Cuál de los seis elementos permanece dentro del sistema? Pueden dibujar un cuadro o un gráfico de flujo de sus sitios.
6. Haga que los alumnos dibujen diagramas de sus sistemas o escriban una historia, siguiendo la trayectoria solar a través del sistema.

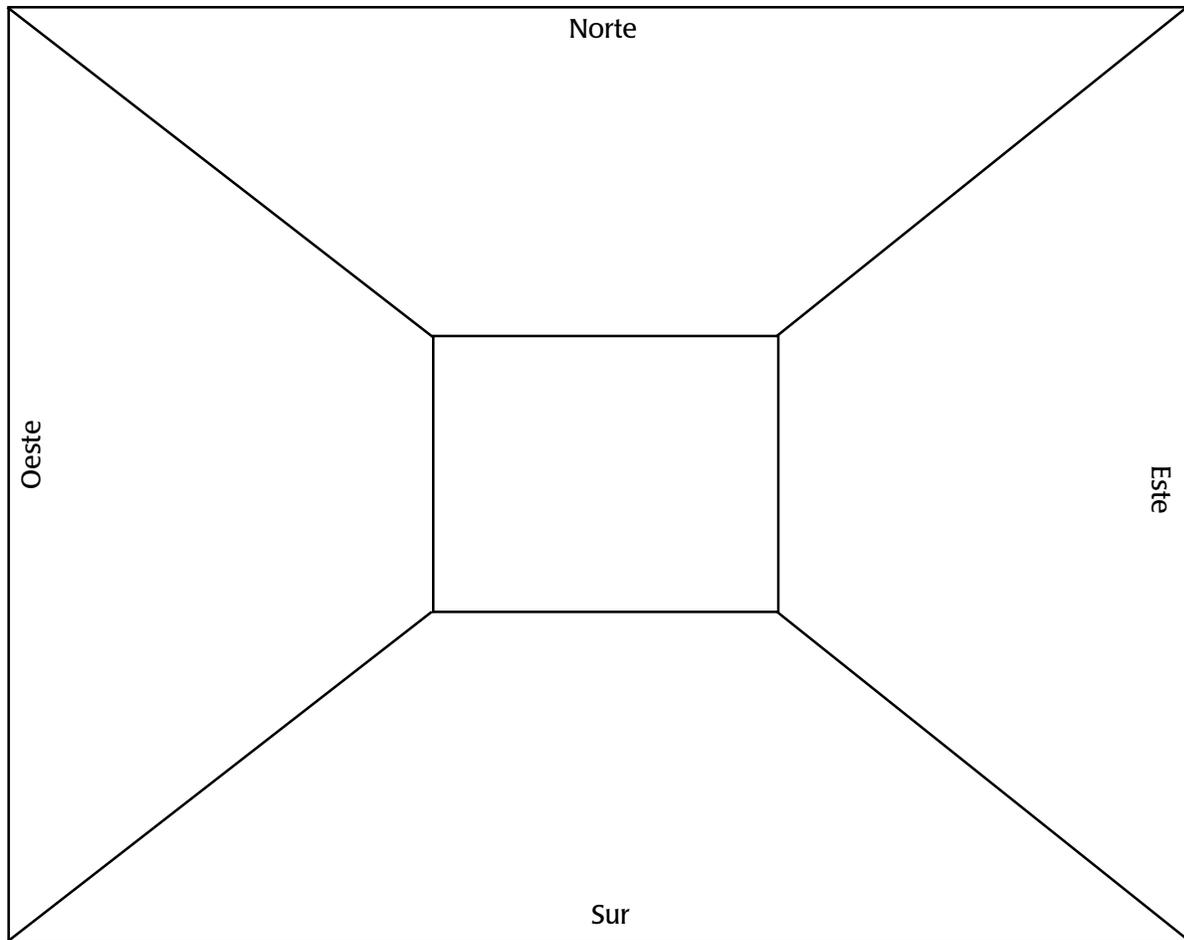
### **Investigaciones Adicionales**

1. Visite nuevamente los sitios seleccionados en las actividades Intermedias, en diferentes estaciones y repita la investigación. ¿De qué manera han cambiado los factores? ¿Qué factores influenciaron este cambio? ¿Qué factores tuvieron influencia en el proceso foliar durante el año?
2. Haga que los estudiantes construyan un vivero, tratando de hacerlo igual al de los sitios ya recorridos del sistema. Agregue viento, modere la temperatura, suministre agua y revise la luz solar, añada plantas, simule efectos, animales. Trate de modelar su sistema, basándose en los datos obtenidos durante su investigación anterior. Realice variantes estacionales. ¿Puede hacerlo? ¿Qué limitaciones tendrían estos modelos? ¿Podría desarrollar los mismos ciclos existentes en la naturaleza entre los factores vivientes y no vivientes?

*Figura CT-AC-32: Observaciones del Sitio. Hoja de Trabajo del Boceto del Sitio del Estudio de Biología*

Fecha:

Nombre(s):



## Observaciones del Sitio Hoja de Trabajo del Sitio de Campo de Biología

**Fecha:**

**Nombre:**

### **Tipo del Sitio de Estudio**

(encierre uno en un círculo): Campo de Tierras Húmedas Sitio de Estudio de Biología de 30 x 30 m

**Temperatura (C) a:** 0.5 metros de elevación:

Nivel del suelo:

2.5 cm de profundidad:

**Precipitación Acumulada en la Estación de Crecimiento (mm):**

**Luz solar:**

**Viento (Escala Beaufort):**

**Vida Animal y Vegetal:**

*Cuadro CT-AC-16: Hoja de Trabajo de la Escala de Beaufort*

Velocidad del Viento		Número Beaufort	Descripción del Viento	Efectos Observados en la Tierra
km/h	m/h			
<1	<1	0	Calmado	Calmado, no hay movimientos de las hojas
1-3	1-3	1	Viento suave	Pequeño movimiento de las hojas, tendencia al humo, aspas de viento moviéndose
6-11	4-7	2	Suave brisa	Las hojas susurran, filtro del viento, aspas de viento moviéndose
12-19	8-12	3	Brisa alegre	Hojas y ramitas moviéndose, banderas pequeñas y grandes extendidas
20-29	13-18	4	Brisa moderada	Ramas pequeñas moviéndose; polvo levantándose, el papel se desordena y hojas secas
30-38	19-24	5	Brisa fresca	Arboles pequeños y ramas bamboleándose, se forman olas pequeñas aguas adentro
39-49	25-31	6	Brisa fuerte	Ramas grandes bamboleándose, cables elevados silbando, dificultad para controlar un paraguas
50-61	32-38	7	Vendaval moderado	Arboles enteros moviéndose, dificultad para caminar en el viento
62-74	39-46	8	Vendaval fresco	Ramas pequeñas rompiéndose, dificultad para caminar, autos en movimiento a la deriva y cambiando la dirección
75-87	47-54	9	Vendaval fuerte	Guijarros caen en los techos, daños leves en estructuras, ramas rotas revoloteando en el suelo
88-101	55-63	10	Vendaval total	Arboles rotos y secados de raíz, daños estructurales
102-116	64-73	11	Tormenta	Daño que se extiende a las estructuras y árboles, un suceso raro
>117	>74	12-17	Huracán	Daño severo a catastrófico

# Cambios Estacionales en su Sitio de Estudio de Biología



## **Propósito**

Investigar los cambios estacionales recolectando datos durante el inicio del desarrollo primaveral y la caída de las hojas en el otoño.

## **Visión General**

Durante la primavera y el otoño, los estudiantes hacen las mediciones de los cambios estacionales de las copas verdes de los árboles y/o pastizales. En la primavera, miden el inicio de la floración y en el otoño la caída de las hojas. Hacen estas mediciones cada semana, durante seis semanas en el otoño y seis semanas en la primavera. Entonces, los estudiantes investigan la proporción de los cambios basándose en los datos recolectados.

## **Tiempo**

Dos períodos de clases para introducir la actividad y explorar los datos.

Además, un pequeño grupo de estudiantes necesita recolectar los datos, un período por semana, por seis semanas en el otoño y seis semanas en la primavera.

## **Nivel**

Intermedio o Avanzado

## **Conceptos Claves**

En la primavera, hay un período de brote, en el cual los capullos aparecen y crecen.

En el otoño, hay un período de envejecimiento, en el cual muere la materia de crecimiento activo de la planta.

## **Destrezas**

Mediciones de la copa de los árboles.

Análisis de datos de los cambios constantes en la primavera y el otoño.

Materiales y Herramientas

Densiómetro tubular. Ver la *Identificación de Especies Dominantes y Co-Dominantes* en el Protocolo de Cobertura Terrestre y Biología.

## **Prerequisitos**

Los estudiantes deben saber cómo usar el densiómetro tubular. Ver la *Identificación de Especies Dominantes y Co-Dominantes* en el Protocolo de Cobertura Terrestre y Biología.

## **Antecedentes**

Esta actividad de aprendizaje se enfoca en la duración de los cambios estacionales de crecimiento, en diferentes partes del mundo. Con el objeto de determinar la duración de la estación de crecimiento en su área, los investigadores, así como el profesor y los alumnos, pueden monitorear el desarrollo de la copa verde de los árboles y/o pastizales desde el inicio de la primavera hasta la decadencia floral en el otoño (la muerte de la materia activa). Se puede usar los datos del satélite y las imágenes para detectar la “ola verde” en la primavera, que se desplaza de sur a norte en el hemisferio norte y la “ola café” en el otoño, de acuerdo a su desplazamiento de norte a sur. En el hemisferio sur la “ola verde” se desplaza en dirección

inversa, de norte a sur y la “ola café” se mueve de sur a norte.

Una de las desventajas que ocasiona el uso de los datos del satélite, es que la resolución espacial puede resultar débil. Esto significa que muchas de las características terrestres, tales como árboles particulares o sus soportes, no podrán verse directamente. Por esto, muchos investigadores que trabajan con imágenes de satélites, necesitan información más detallada acerca de lo que está sucediendo en los tipos de cobertura terrestre vegetal, que están contribuyendo a los datos monitoreados por los satélites. Los períodos más críticos del año son el brote en la “primavera” y la decadencia del “otoño”, ya que estos definen la duración de la estación de crecimiento para un

lugar en particular dentro de la cobertura terrestre. Sus estudios que pueda seguir durante esta actividad, contribuirán al mejor entendimiento sobre estos períodos críticos dentro de su área, de una manera significativa.

Dependiendo del lugar en que se encuentre, sus tipos de vegetación o de clima, no se prestan para realizar las observaciones de los eventos estacionales descritos aquí.

### **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

*Si su estudio biológico del Sitio GLOBE contiene árboles deciduos:*

#### **Brote de capullos:**

1. Usando el Sitio del Estudio de Biología de 30 x 30 m, seleccione un día, a principios de la primavera, justo cuando las hojas empiezan a brotar, para evaluar el porcentaje de la dimensión de la copa de los árboles utilizando el método del densiómetro tubular. Ver la *Identificación de Especies Dominantes y Co-Dominantes* en el Protocolo de Cobertura Terrestre y Biología.
2. Una vez por semana, durante las cinco siguientes semanas, (por un total de seis semanas), haga la misma valoración de la copa de los árboles, usando el mismo método.
3. Registre sus datos y guárdelos para el estudio sobre los cambios año-a-año durante el brote de los capullos.

#### **Senescencia:**

1. Utilizando el mismo Sitio de Estudio de Biología de 30 m x 30 m, seleccione un día en el que las primeras señales de cambio de los colores otoñales en el follaje aparezcan. Lleve a cabo una valoración de la presencia de la copa de los árboles (ver la *Identificación de Especies Dominantes y Co-Dominantes* en el Protocolo de Cobertura Terrestre y Biología), con el siguiente cambio en el método.
2. Mida la copa de los árboles, utilizando el densiómetro tubular, pero en vez de registrar solamente (+) y (-), registre una "v" si ve hojas verdes, "c" si ve hojas cafés o de otro color y (-) si no ve ningún

follaje. Este es el mismo método que utilizó para las superficies terrestres cafés y verdes.

3. Calcule los porcentajes de las copas verdes y cafés de la misma manera que calculó la superficie de tierra.
4. Una vez a la semana, durante las siguientes cinco semanas, repita esta observación.
5. Registre sus datos y guárdelos para los estudios año-a-año sobre los cambios en el período de envejecimiento o deterioro.

#### **Pastizales:**

Así como la regulación del tiempo del brote de los capullos y el envejecimiento son importantes indicadores dentro de los bosques, la regulación de los cambios en la vegetación de los prados también es un indicador importante. En los pastizales, la regulación del tiempo inicial y final del crecimiento activo, el hecho de la floración y la fructificación y la senescencia de los mismos son cambios significativos y observables que describen la estación de crecimiento, que pueden ser medidos por usted y por los alumnos.

*Si su estudio biológico del sitio contiene hierba:*

#### **Brote de capullos:**

1. Utilizando el Sitio de Estudio Biológico de 30 m x 30 m (en este caso, uno en el que la hierba es dominante o co-dominante), seleccione un día al inicio de la primavera justo cuando la hierba empiece a reverdecer.
2. Mida los porcentajes de la superficie terrestre verde y café, de igual forma descrita en el protocolo de la superficie terrestre.
3. Una vez por semana, durante las siguientes cinco semanas, repita este examen de la superficie de la tierra.

#### **Senescencia:**

1. Repita las mediciones de la superficie de la tierra cuando los pastos empiecen a oscurecer. La regulación del tiempo de oscurecimiento podría o no coincidir con el período otoñal en su área; si, por ejemplo, la falta de lluvias hace que la hierba se vuelva oscura. Usted deberá observar su área de pastos para que pueda decidir cuándo empezar esta medición.



### **Yendo más lejos. Una Extensión**

Un importante evento que se suscita en los pastos es la formación de cabezas florales y cabezas frutales. Ya que podría dificultarse el determinar la diferencia entre flores silvestres y frutas, simplemente tome en cuenta la época del año en la que la hierba convierte sus hojas en crecimiento en tallos que se alargan, y que eventualmente pueden ser cubiertos por la cabeza de la floración/fructificación. Tome en cuenta el tiempo de este evento, dentro de una semana y regístrelo en sus notas de archivo.



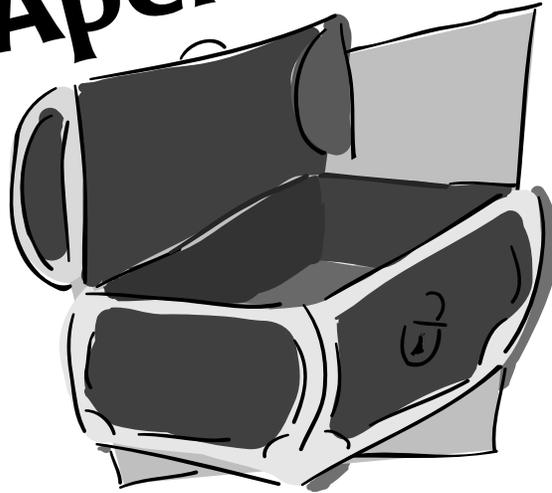
Los cambios de año a año en la regulación del tiempo y duración de eventos medidos en este ejercicio, facilitan la manera de relacionar los cambios con las otras medidas GLOBE (temperatura, precipitación, etc.).



Para ayudar al instructor y alumnos a realizar la evaluación de los cambios estacionales, vea las sugerencias en la sección *Investigación de las Estaciones* en la Guía del Maestro GLOBE.



# Apéndice



***Hoja del Clinómetro***

***Tabla de Tangentes***

***Hoja de Trabajo de Datos de Cobertura***

***Dominante/Co-Dominante***

***Hoja de Trabajo de Datos de Campo***

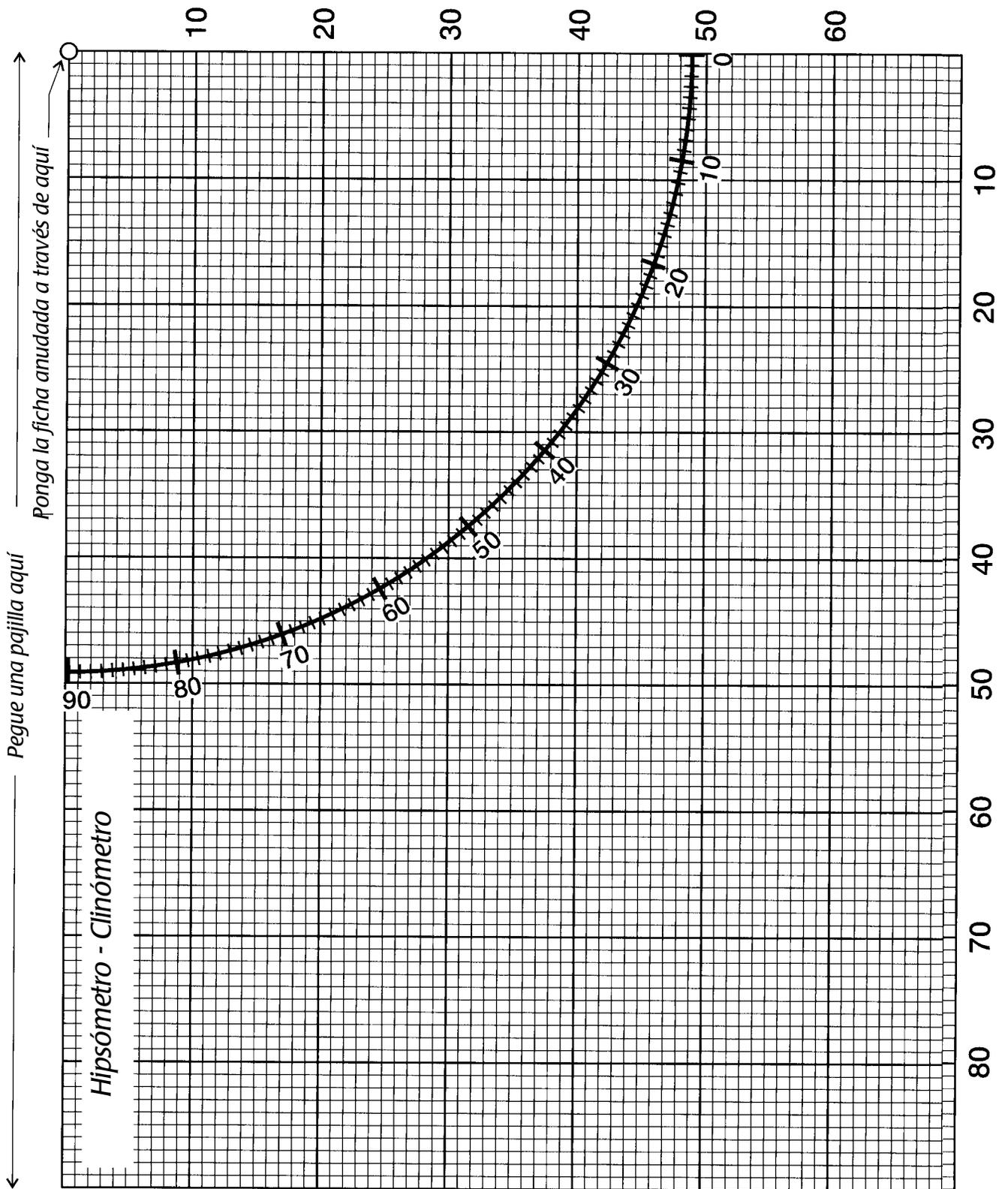
***Hoja de Trabajo de Datos de Clasificación MUC***

***Glosario de Términos en el Esquema***

***de Clasificación Modificada (MUC) de la UNESCO***

***Glosario***

Figura CT-AP-1: Hoja del Clinómetro





# Cobertura Terrestre y Biología

## Hoja de Trabajo de Datos sobre Cobertura Dominante/Co-Dominante

Utilice estas columnas para determinar: Cuál es la Cobertura del Dosel y del Suelo		Utilice estas columnas para determinar las Especies Dominantes y Co-Dominantes del Dosel o el Tipo de Cobertura del Suelo		Utilice esta columna para deducir el MUC para bosque o zona forestada
<b>Observaciones del Dosel</b> + = Dosel - = Cielo	<b>Observaciones del Terreno</b> G = Cobertura Verde B = Cobertura Café - = Ninguna Cobertura	<b>Especies del Dosel / Nombre Común</b>	<b>Tipo de Cobertura del Suelo.</b> Graminoideas ó maleza	<b>Tipo de Dosel</b> E = Siempre verde D = Deciduas S = Cielo
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

(Véase Hoja de Trabajo para Cálculos)

Cobertura de Dosel %	Cobertura del Suelo %
-------------------------	--------------------------

Especies del Dosel Dominantes o  
Tipo de Cobertura del Suelo

Especies del Dosel Co-Dominante o  
Tipo de Cobertura del Suelo

*Hoja de Trabajo de Cobertura Dominte y Co-Dominante (continuación)*

<b>Definición de la Cobertura del Dosel</b>	
Totales +'s =	<input type="text"/>
Totales -'s =	<input type="text"/>
Total Observaciones =	<input type="text"/>
% de Cobertura del Dosel (+'s/Observaciones Totales) =	<input type="text"/>

← ¡Informe esto!

<b>Definición de Cobertura del Suelo:</b>	
Total G's =	<input type="text"/>
Total B's =	<input type="text"/>
Total -'s =	<input type="text"/>
Total Observaciones =	<input type="text"/>
% de Cobertura del Suelo (G+B/Observaciones Totales) =	<input type="text"/>

← ¡Informe esto!

Si se trata de Tipo de Cobertura de Bosque o Zonas Arbóreas:

<b>Definición del Porcentaje de Siempre Verdes y Deciduas:</b>	
Número total de E's =	<input type="text"/>
Número total de D's =	<input type="text"/>
Total del Dosel (E+D) =	<input type="text"/>
% Siempre Verdes (E's/ Dosel Total) =	<input type="text"/>
% de Deciduos (D's/del Dosel Total) =	<input type="text"/>

← Utilice para determinar el MUC si se trata de un bosque o zona arbórea. Véase el Protocolo MUC

Si se trata de Tipo de Cobertura Herbácea:

<b>Definición del Porcentaje de Graminoideas o Malezas:</b>	
Número total de hierbas =	<input type="text"/>
Número total de maleza =	<input type="text"/>
Total Observaciones =	<input type="text"/>
% de Hierba (Hierba/Observaciones Totales)=	<input type="text"/>
% de Maleza (Maleza/Observaciones Totales) =	<input type="text"/>

← Utilice para determinar el MUC si se trata de un bosque o zona arbórea Véase el Protocolo MUC

# Investigación de Cobertura Terrestre y Biología

## Hoja de Trabajo de Datos de Campo

★Tipo de Lugar:

- Sitio de Biología  
 Sitio Cobertura Terrestre

★Para Sitios de Cobertura Terrestre únicamente:

- Sitio de Capacitación  
 Sitio de Validación

- Sitio Cualitativo  
 Sitio Cuantitativo

Nombre del Sitio: \_\_\_\_\_ ★País/Estado/Ciudad \_\_\_\_\_

★Ubicación GPS: Lat. \_\_\_\_\_ Long. \_\_\_\_\_

★Fecha: \_\_\_\_\_ ★Hora: \_\_\_\_\_ Registrado por: \_\_\_\_\_

MUC Nivel 1, Clase de Cobertura Terrestre: Nombre: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

Si pertenece a las clases 2, 3 ó 5-9. **NO SIGA ADELANTE.**

Si se trata de un Sitio de Muestreo Cualitativo **NO SIGA ADELANTE.**

**Cobertura Dominante & Co-Dominante** (Género & Especie) -- Véase Formulario de Campo de Cobertura Dominante/Co-Dominante.

Si se trata de un Bosque o Zona forestada: ★Dominante: \_\_\_\_\_ ★Co-Dominante: \_\_\_\_\_

**Si es Herbácea:**

★ Dominante:  Hierba  Maleza

★ Co-Dominante:  Hierba  Maleza  Arboles: Género: \_\_\_\_\_ Especie: \_\_\_\_\_

### ***Datos de Biometría***

Registre los Datos provenientes de la Hoja de Trabajo de *Cobertura Dominante/Co-Dominante*

**Cobertura de Dosel:**

Total + \_\_\_\_\_ Total - \_\_\_\_\_ Total Observado \_\_\_\_\_ % Dosel \_\_\_\_\_

**Cobertura del Suelo:**

Total G \_\_\_\_\_ Total B \_\_\_\_\_ Total - \_\_\_\_\_ Total Observado \_\_\_\_\_ % Cobertura del Suelo \_\_\_\_\_

**Porcentaje de Siempre Verdes y Deciduos:**

Total E \_\_\_\_\_ Total D \_\_\_\_\_ Total Dosel (E+D) \_\_\_\_\_ % Siempre Verdes \_\_\_\_\_ % Deciduos. \_\_\_\_\_

**Porcentaje de Gramínoideas o Maleza:**

Total Pastos \_\_\_\_\_ Total Maleza \_\_\_\_\_ Total Obs. \_\_\_\_\_ % Hierba \_\_\_\_\_ % Maleza \_\_\_\_\_





# Glosario de Términos en el Esquema de la Clasificación Modificada de la UNESCO (MUC)

Este glosario proporciona definiciones, criterios de decisión y ejemplos de todos los tipos de Cobertura Terrestre esbozados en el Esquema de la Clasificación Modificada de la UNESCO (MUC). Se debe utilizar como referencia primaria para determinar qué clases de Cobertura Terrestre reportar en los Módulos de los Protocolos de Cobertura Terrestre.

El glosario contiene cuatro columnas de información:

1. El código de clasificación del MUC (utilizado para reportar tipos de Cobertura Terrestre en los Protocolos de Cobertura Terrestre y de Evaluación de Precisión)
2. El nombre de la clase de Cobertura Terrestre
3. El nivel de la clase MUC
4. Las definiciones, criterios de decisión y ejemplos

Código MUC	Nombre de la Clase de Cobertura Terrestre	Nivel MUC	Definiciones, Criterios de Decisión y Ejemplos
0	Bosque Cerrado	nivel 1	Formado por árboles de al menos 5 metros de alto con sus copas entrelazadas. La cobertura del dosel total es más del 40%
01	Bosque Principalmente Siempre verde	nivel 2	El dosel nunca está sin Dosel verde...
011	Bosque Húmedo Tropical	nivel 3	Muchas veces llamado bosque tropical lluvioso. Consiste principalmente de árboles de hojas anchas siempre verdes.
0111	Bosque de Tierras Bajas	nivel 4	Consiste de árboles de rápido crecimiento, muchos excediendo los 50 metros de alto y formando usualmente un dosel desigual..

Los tipos de Cobertura Terrestre están organizados numéricamente en el mismo orden en el que aparecen las clases en el Esquema de Clasificación MUC. Los términos misceláneos utilizados en el glosario se definen a continuación de las definiciones MUC numeradas.

Asegúrese de notar la diferencia entre determinar el porcentaje de cobertura del suelo (toda el área que está debajo del dosel de los árboles o el Dosel de la Cobertura) y el porcentaje de composición de las especies. El total del dosel o la cobertura del suelo, determina el nivel 1 del tipo de la Cobertura Terrestre dominante del área específica, en la imagen satelital. El porcentaje de composición de las especies del tipo de la Cobertura Terrestre dominante (del nivel 1) determina cuál clasificación de Cobertura Terrestre del nivel 2 es la apropiada. Los niveles 3 y 4 son descripciones más específicas de comunidades de plantas y se pueden determinar ya sea por la cobertura del suelo o por el porcentaje de composición de las especies de acuerdo a lo que está definido en el glosario.

Para tener un ejemplo, vea el siguiente encabezamiento en la sección de *términos misceláneos* del glosario: Clasificación utilizando MUC, % de Cobertura vs. % de Composición de las especies.

**Referencias:** *A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data.* J.R. Anderson, E.E. Hardy, J.T. Roach y R.E. Witmer. U.S. Geol. Survey. Prof. Pap., 1976.  
*Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States.* L.M. Cowardin, V. Carter, F.C. Golet y E.T. LaRoe. U.S. Fish and Wildlife Services. FWS/OBS-79/31, 1979.  
*International Classification and Mapping of Vegetation.* United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Suiza: UNESCO, 1973.  
*NOAA Coastal Change Analysis Program (C-CAP): Guidance for Regional Implementation.* J.E. Dobson et al. Reporte Técnico del NOAA NMFS 123, 1995.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
0	Bosque cerrado	nivel 1	Formado por árboles de al menos 5 metros de alto con sus coronas entrelazadas. El área del dosel total es más del 40%.
01	Bosque principalmente siempre verde	nivel 2	El dosel nunca está sin Dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.
011	Bosque húmedo tropical	nivel 3	Muchas veces llamado bosque tropical lluvioso. Consiste principalmente de árboles siempre verdes de hojas anchas, no son resistentes ni al frío ni a la sequedad. Verdaderamente siempre verdes, Ej. el dosel del bosque permanece verde durante todo el año, aunque unos pocos árboles pueden no tener hojas por unas pocas semanas. Las hojas de muchas especies tienen "puntas que gotean".
0111	Bosque de tierras bajas	nivel 4	Consiste de árboles de rápido crecimiento, muchos de los cuales exceden los 50 metros de alto, usualmente forman de copas desiguales. El crecimiento bajo es disperso; hay presencia de líquen y algas verdes y hay ausencia de lianas trepadoras.
0112	Bosque submontano	nivel 4	Arboles con dosel uniforme. En el monte bajo son comunes las malezas. Las epifitas vasculares y las lianas son abundantes. Ej., los declives Atlánticos de Costa Rica.
0113	Bosque montano	nivel 4	Los árboles tienen menos de 50 m de alto, copas que se extienden relativamente a lo largo del tallo y corteza irregular. Usualmente son abundantes en los montes bajos los helechos, las hierbas, los musgos y las palmas pequeñas. Ej., Sierra de Talamanca, Costa Rica.
0114	Bosque subalpino	nivel 4	Ocurren en elevaciones sobre los bosques montañosos, con Cobertura características que depende de la latitud.
0115	Bosque nublado	nivel 4	Los árboles son nudosos, tienen las cortezas irregulares y realmente alcanzan tamaños mayores a los 20 metros de alto. Las copas, ramas y troncos de los árboles están cargados con epifitos y lianas. Ej., Montañas Azules, Jamaica.
012	Tropical y subtropical estacional siempre verde	nivel 3	Consiste principalmente de árboles siempre verdes de hojas anchas. La reducción del Dosel durante las estaciones secas es notable, muchas veces con mudas de hojas parciales. Es transitorio entre el bosque húmedo tropical y el tropical y subtropical semidecídulo.
0121	Bosque de tierras bajas	nivel 4	Consiste de árboles de rápido crecimiento, muchos de los cuales exceden los 50 metros de alto que usualmente forman de copas desiguales. El crecimiento bajo es disperso; hay presencia de líquen y algas verdes y hay ausencia de lianas trepadoras.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
0122	Bosque submontano	nivel 4	Arboles con dosel uniforme. En el monte bajo son comunes las malezas. Las epifitas vasculares y las lianas son abundantes.
0123	Bosque montano	nivel 4	Los árboles tienen menos de 50 m. de alto, tienen copas que se extienden relativamente a lo largo del tallo y tienen corteza irregular. Usualmente son abundantes en los montes bajos los helechos, las hierbas, los musgos y las palmas pequeñas.
0124	Bosque subalpino	nivel 4	Este bosque se parece al bosque seco esclerófilo siempre verde de hoja ancha de lluvia invernal y usualmente ocurre sobre el bosque nublado. Los árboles son mayormente perennes esclerófilos, más pequeños que los 20 m con poco ó ningún sotobosque, pocas lianas trepadoras y pocas epifitas.
013	Semidecíduo tropical y subtropical (dosel de árboles superior decíduo seco)	nivel 3	La mayoría de las copas de los árboles son deciduos secos; muchos de los árboles bajos y arbustos son siempre verdes y más o menos esclerófilos. Sin embargo las plantas y arbustos boscosos siempre verdes y deciduos pueden darse mezclados dentro de la misma capa. Cerca de todos los árboles hay brotes de protección y hojas sin "puntas de goteo". Los árboles tienen corteza irregular, excepto algunos árboles reprimidos, los cuales pueden estar presentes.
0131	Bosque de tierras bajas	nivel 4	Los árboles más altos pueden ser árboles reprimidos (Ej., Ceibo). Prácticamente no hay epifitas presentes. El sotobosque está compuesto de arbustos y semilleros. También están presentes los suculentos tales como los cactus cespitosos de tallo delgado. También están presentes las lianas y capas dispersas de Cobertura herbácea.
0133	Bosque montano y nublado	nivel 4	Este bosque es similar al bosque semi-decíduo de tierras bajas, sin embargo, el dosel es bajo y cubierto con epifitas xerófitas como la Tillandsia usneoides.
014	Bosque húmedo subtropical	nivel 3	Presente solo localmente y en pequeños puestos fragmentados debido a que el clima subtropical típico tiene una estación seca. El bosque húmedo subtropical (Ej., en Queensland, Australia y en Taiwan) usualmente sube de grado y se convierte en un bosque húmedo tropical. Pueden crecer algunos arbustos en las partes bajas. Los cambios de temperatura estacional ocurren entre verano e invierno.
0141	Bosque de tierras bajas	nivel 4	Consiste de árboles de rápido crecimiento, muchos de los cuales exceden los 50 metros de alto que usualmente forman de copas designales. El crecimiento bajo es disperso; hay presencia de liquen y algas verdes y hay ausencia de lianas trepadoras.
0142	Bosque submontano	nivel 4	Arboles con dosel uniforme. En el monte bajo son comunes las malezas. Las epifitas vasculares y las lianas son abundantes.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
0143	Bosque montano	nivel 4	Los árboles tienen menos de 50 m. de alto, tienen copas que se extienden relativamente a lo largo del tallo y tienen corteza irregular. Usualmente son abundantes en los montes bajos los helechos, las hierbas, los musgos y las palmas pequeñas.
0144	Bosque "subalpino"	nivel 4	Ocurren en elevaciones sobre los bosques montañosos, con Cobertura características que depende de la latitud.
0145	Bosque nublado	nivel 4	Los árboles son nudosos, tienen las cortezas irregulares y realmente alcanzan tamaños mayores a los 20 metros de alto. Las copas, ramas y troncos de los árboles están cargados con epífitos y lianas.
015	Bosque húmedo siempre verde temperado y subpolar	nivel 3	Ocurre en el extremo oceánico, cerca de los climas libres de heladas del hemisferio sur, principalmente en Chile. Consiste más en árboles y arbustos hemisclerófilos realmente siempre verdes. Rico en musgos epífitos, hepáticas, líquenes que crecen en los árboles y en helechos herbáceos de raíces subterráneas.
0151	Bosque húmedo siempre verde temperado	nivel 4	Los árboles son de más de 10 metros de alto. Pueden estar presentes las epífitas vasculares y las lianas.
0152	Bosque húmedo siempre verde subpolar	nivel 4	Los árboles tienen menos 10 metros de alto y por lo general tienen hojas de tamaño reducido. No hay presencia de epífitas vasculares.
016	Temperado siempre verde con hoja ancha decidua	nivel 3	Requiere una lluvia adecuada de verano. Esta es una clase mixta entre siempre verde y decidua. Los árboles dominantes son principalmente árboles hemi-esclerófilos siempre verdes (más del 50% de dosel) y arbustos, y los árboles subdominantes son los árboles deciduos de hojas anchas y arbustos (más del 25% del dosel). Rico en plantas herbáceas perennes. Muy pocas o ninguna epífita vascular.
0161	Bosque de tierras bajas	nivel 4	Consiste de árboles de rápido crecimiento, muchos de los cuales exceden los 50 metros de alto, que usualmente forman los doseles desiguales. El crecimiento bajo es disperso; hay presencia de líquen y algas verdes y ausencia de lianas trepadoras.
0162	Bosque submontano	nivel 4	Arboles con dosel uniforme. En el monte bajo son comunes las malezas. Las epífitas vasculares y las lianas son abundantes.
0163	Bosque montano	nivel 4	Los árboles tienen menos de 50 m. de alto, tienen copas que se extienden relativamente a lo largo del tallo y tienen corteza irregular. Usualmente son abundantes en los montes bajos los helechos, las hierbas, los musgos y las palmas pequeñas.
0164	Bosque "subalpino"	nivel 4	Ocurren en elevaciones sobre los bosques montañosos, con Cobertura característica que depende de la latitud.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
017	Esclerófilo siempre verde de hoja ancha y lluvia invernal	nivel 3	Por lo general considerando como Mediterráneo, pero también está presente en el sur-oeste de Australia, Chile y otros lugares. El clima tiene un verano seco muy pronunciado. Los árboles y arbustos son principalmente siempre verdes y esclerófilos, la mayoría de los cuales tienen corteza rugosa. Hay muy poco crecimiento herbáceo bajo. No están presentes las plantas vasculares y hay pocas briofitas epífitas (musgos y hepáticas) y líquenes, pero sí están presentes las lianas leñosas siempre verdes.
0171	Tierra baja y submontano > 50 m	nivel 4	Dominada por árboles sobre los 50 m de alto (más del 50% del dosel) como los eucaliptos gigantes. Ej., los Eucaliptos regnans en Victoria y E. diversicolor en Australia Occidental.
0172	Tierra baja y submontano < 50 m	nivel 4	Dominada por árboles de menos de 50 m de alto (más del 50% del dosel). Ej., el bosque de los robles vivientes en California.
018	Hoja siempre verde puntiaguda tropical y subtropical	nivel 3	Consiste principalmente de árboles siempre verdes de hoja puntiaguda u hoja escalada (más del 50% del dosel). Los árboles de hojas anchas pueden estar presentes. Raramente se presentan epífitas vasculares y lianas.
0181	Tierra baja y submontana	nivel 4	Ej., los bosques de pino de Honduras y Nicaragua.
0182	Montano y y subalpino	nivel 4	Ej., los bosques de pino de Filipinas y del sur de México.
019	Hoja siempre verde puntiaguda tropical y subtropical templado y subpolar	nivel 3	Consiste principalmente de árboles perennes de hoja puntiaguda u hoja escalada (más del 50% del dosel) pero los árboles de hojas anchas pueden estar presentes. Raramente se presentan epífitas vasculares y lianas.
0191	Bosque gigante	nivel 4	Dominado por árboles (más del 50% del dosel) de más de 50 m de alto. Ej., bosque Sequoia y Pseudo-tsuga en el Pacífico Oeste de Norte América.
0192	Copas redondeadas	nivel 4	Dominado por árboles de 45-50 m de altura (más del 50% del dosel), con copas redondeadas, anchas e irregulares. Ej., Pinus spp.
0193	Copas cónicas	nivel 4	Dominado por árboles de 45-50 m de altura (más del 50% del dosel), con copas cónicas. Ej., bosques de abeto rojo de Picea, Abies en California.
0194	Copas cilíndricas	nivel 4	Dominado por árboles de 45-50 m de altura (más del 50% del dosel), con copas de ramas muy pequeñas y de forma cilíndrica y angosta.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
02	Bosques principalmente deciduos	nivel 2	La mayoría de los árboles (más del 50% del dosel) mudan su Dosel simultáneamente en conexión con la estación desfavorable (seca o fría).
021	Deciduo seco tropical y subtropical	nivel	La estación desfavorable se caracteriza principalmente por la sequedad, en la mayoría de los casos sequías de invierno. El Dosel se muda regularmente cada año. La mayoría de los árboles tienen una corteza relativamente gruesa y fisurada.
0211	Tierra baja y submontano de hoja ancha	nivel 4	Prácticamente no hay plantas siempre verdes en ningún estrato, excepto algunas suculentas. Están presentes lianas leñosas y herbáceas y árboles reprimidos pequeños. Hay la presencia de Cobertura herbácea esparcida en el sotobosque. Ej., el bosque decíduo de hojas anchas del noroccidente de Costa Rica.
0212	Bosque montano y nublado	nivel 4	Algunas especies siempre verdes están presentes en las partes bajas. Hay presencia abundante de epífitas resistentes a las sequías, por lo general en forma barbada (Ej., Usnea o Tillandsia usneoides). Esta formación no es frecuente, pero es bien desarrollada, Ej., en el norte de Perú.
022	Bosque decíduo frío con arboles y arbustos siempre verdes	nivel 3	La estación desfavorable se caracteriza principalmente por un invierno congelado. Los árboles decíduos de hojas anchas son los dominantes (más del 50% del dosel), pero se presentan especies siempre verdes (más del 25% del dosel) como parte del principal dosel de las partes bajas. Las trepadoras y las epífitas vasculares son escasas o ausentes.
0221	Con árboles siempre verdes de hoja ancha y trepadoras	nivel 4	Ricos en epífitas y musgos. Las epífitas vasculares pueden estar presentes en la base de los tallos de los árboles. Las lianas trepadoras pueden ser comunes en las planicies inundadas. Ilex aquifolium y Hedera helix en Europa occidental y Magnolia spp. en Norte América, son ejemplos de este tipo de clase.
0222	Con árboles perennes de hoja puntiaguda	nivel 4	Ej., los bosques de arce-cienta o de pino-roble en el noreste de los Estados Unidos.
023	Bosque decíduo frío con árboles perennes	nivel 3	Los árboles decíduos son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel). Las hierbas perennes y algunos arbustos siempre verdes (menos de 2 m de alto) pueden presentarse. Las trepadoras son insignificantes, pero pueden ser comunes en planicies de inundación llanas, hay ausencia de epífitas vasculares (excepto ocasionalmente en la base más baja del árbol); los musgos, hepáticas y principalmente los líquenes están siempre presentes.
0231	Tierra baja temperada y submontano de hoja ancha	nivel 4	Los árboles llegan a medir 50 m. Las epífitas son primeramente algas y líquenes.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
0232	Montano o boreal	nivel 4	Los árboles pueden llegar a medir 50 metros de alto, pero en el bosque montano o boreal normalmente no pasan de los 30 m de alto. Las epífitas son primeramente líquenes y briófitas. Esta clase incluye tierras bajas y submontanas en posiciones topográficas con alta humedad atmosférica.
0233	Subalpino o subpolar	nivel 4	Los árboles no pasan de 20 m de altura y tienen troncos nudosos. Las epífitas son líquenes y briófitas y son más abundantes que en la clase montana (0232). Esta clase muchas veces sube de grado y se convierte en bosque forestal.
03	Bosque extremadamente xeromórfico (Seco)	nivel 2	Puestos de árboles y arbustos densos, adaptados a condiciones secas, tales como los árboles reprimidos, árboles con penachos y hojas succulentas y tallo succulento. El sotobosque tiene arbustos adaptados a condiciones secas, yerbas perennes succulentas y plantas herbáceas anuales y perennes. Muchas veces sube de grado y se convierte en bosque forestal.
031	Esclerófilo dominante extremadamente xeromórfico	nivel 3	La Cobertura es similar a la del bosque xeromórfico, con predominancia de los árboles esclerófilos, muchos de los cuales tienen una base bulbosa en el tallo largamente envainadas en el suelo.
032	Bosque espinoso	nivel 3	Las especies con espigas son dominantes (más del 50% del dosel).
0321	Bosque espinoso mixto deciduo-siempre verde	nivel 4	Tanto las especies deciduas como las especies siempre verdes tienen más del 25% del dosel de los árboles. Ver las definiciones del bosque principalmente siempre verde, clase 01, y el bosque principalmente deciduo, clase 02.
0322	Bosque espinoso puramente deciduo	nivel 4	Las especies deciduas espinosas son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel). Vea la definición de Bosque Deciduo, clase 2.
033	Principalmente bosques succulentos	nivel 3	Los succulentos similares a árboles (escaposo) y similares a arbustos (cespitoso) son muy frecuentes (más del 50% del dosel), pero usualmente también se presentan otros árboles y arbustos adaptados a condiciones secas.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
1	Bosque forestal	nivel 1	Consta de puestos de árboles de más de 5 metros de alto con copas que no se topan. Más del 40% del suelo está cubierto por el dosel de los árboles. Las definiciones de bosque forestal principalmente siempre verde, bosque forestal principalmente deciduos y bosque forestal extremadamente xeromórfico son similares a las definiciones de los bosques con un surtido de árboles más esparcido.
11	Bosque forestal principalmente perenne	nivel 2	El dosel nunca está sin Dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.
111	Bosque forestal perenne de hojas anchas	nivel 3	Principalmente árboles y arbustos esclerófilos, sin epífitas.
112	Bosque forestal siempre verdes de hojas puntiagudas	nivel 3	Los árboles principalmente tienen hojas puntiagudas o escalonadas (más del 50% del dosel). El dosel de muchos árboles se extiende a la base del tallo o es muy frondoso.
1121	Copas redondeadas	nivel 4	Ej., Pinus.
1122	Copas cónicas predominantes	nivel 4	Usualmente en áreas subalpinas.
1123	Copas cilíndricas angostas	nivel 4	Ej., Picea en las regiones boreales.
12	Bosques forestales principalmente deciduos	nivel 2	La mayoría de los árboles (más del 50% del dosel) mudan su Dosel simultáneamente en conexión con la estación desfavorable (seca o fría).
121	Deciduo seco	nivel 3	La estación desfavorable se caracteriza principalmente por la sequedad, en la mayoría de los casos sequías de invierno. El Dosel se muda regularmente cada año. La mayoría de los árboles tienen una corteza relativamente gruesa y fisurada.
1211	Tierra baja y submontana de hoja ancha	nivel 4	Prácticamente no hay plantas siempre verdes en ningún estrato, excepto algunas suculentas. Están presentes lianas leñosas y herbáceas y árboles reprimidos pequeños. Hay la presencia de Cobertura herbácea esparcida en el sotobosque.
1212	Montano y bosque forestal nublado	nivel 4	Algunas especies siempre verdes están presentes en las partes bajas. Hay presencia abundante de epífitas resistentes a las sequías, por lo general en forma barbada (Ej., Osnea o Tillandsia usneoides). Esta formación no es frecuente, pero es bien desarrollada. Ej., en el norte de Perú.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
122	Deciduo frío con siempre verdes	nivel 3	La estación desfavorable se caracteriza principalmente por un invierno congelado. Los árboles deciduos de hojas anchas son los dominantes (más del 50% del dosel), pero se presentan especies siempre verdes (más del 25% del dosel) como parte del principal dosel de las partes bajas. Las trepadoras y las epífitas vasculares son escasas o ausentes.
1221	Con árboles siempre verdes de hoja ancha y trepadoras	nivel 4	Ricos en epífitas y musgos. Las epífitas vasculares pueden estar presentes en la base de los tallos de los árboles. Las lianas trepadoras pueden ser comunes en las planicies inundadas. <i>Ilex aquifolium</i> y <i>Hedera helix</i> en Europa occidental y <i>Magnolia</i> spp. en Norte América, son ejemplos de este tipo de clase.
1222	Con árboles siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Ej., los bosques de arce-cienta o de pino-roble en el noreste de los Estados Unidos.
123	Deciduo frío sin perennes	nivel 3	Los árboles deciduos son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel). Las hierbas perennes y algunos arbustos siempre verdes (menos de 2 m de alto) pueden presentarse. Las trepadoras son insignificantes, pero pueden ser comunes en inundaciones llanas, hay ausencia de epífitas vasculares (excepto ocasionalmente en la base más baja del árbol); los musgos, hepáticas y principalmente los líquenes están siempre presentes.
1231	Deciduo de hoja ancha	nivel 4	Las especies deciduas de hojas anchas son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel).
1232	Deciduo de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies deciduas de hojas puntiagudas son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel).
1233	Deciduo mixto	nivel 4	Tanto las especies deciduas de hojas anchas como las de hojas puntiagudas proporcionan más del 25% del dosel.
13	Bosque forestal extremadamente xeromórfico	nivel 2	Puestos de árboles y arbustos densos, adaptados a condiciones secas, tales como los árboles reprimidos, árboles con penachos y hojas succulentas y tallo succulento. El sotobosque tiene arbustos adaptados a condiciones secas, yerbas perennes succulentas y plantas herbáceas anuales y perennes. Muchas veces sube de grado y se convierte en bosque forestal.
131	Dominante esclerófilo	nivel 3	La Cobertura es similar a la del bosque xeromórfico, con predominancia de los árboles esclerófilos, muchos de los cuales tienen una base bulbosa en el tallo largamente envainadas en el suelo.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
132	Bosque espinoso	nivel 3	Las especies con espinas son dominantes (más del 50% del dosel).
1321	Deciduo siempre verde mixto	nivel 4	Tanto las especies deciduas como las especies siempre verdes tienen más del 25% del dosel de los árboles. Ver las definiciones del bosque principalmente siempre verde, clase 01, y el bosque principalmente deciduo, clase 02.
1322	Puramente deciduo	nivel 4	Las especies deciduas espinosas son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel). Vea la definición de Bosque Deciduo, clase 2.
133	Principalmente bosques forestales suculentos	nivel 3	Los suculentos similares a árboles (escaposo) y similares a arbustos (cespitoso) son muy frecuentes (más del 50% del dosel), pero usualmente también se presentan otros árboles y arbustos adaptados a condiciones secas.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
2	Zona arbustiva o de maleza	nivel	El dosel de los arbustos cubre por lo menos un 40% del suelo y está compuesto de plantas leñosas en matas, en grupo o ramilletes de 0,5 a 5 metros de alto.  Zona arbustiva: la mayoría de los arbustos no se tocan unos a otros; usualmente con hierba que crece entre los arbustos.  Matorral: cada arbusto está tocándose. La zona arbustiva está más ampliamente definida (como los bosques y selvas) como de hoja ancha y siempre verdes, hoja aguda siempre verde, principalmente decíduo, etc. En la zona arbustiva: la mayoría de los arbustos no se tocan unos a otros; usualmente con hierba creciendo entre los arbustos.
21	Zona arbustiva principalmente siempre verde	nivel	El dosel nunca está sin Dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.
211	Hoja ancha siempre verde	nivel	Las especies siempre verde de hojas anchas son las dominantes (más del 50% del dosel).
2111	Maleza baja de bambú	nivel 4	El bambú ocasionalmente forma una zona arbustiva. Vea las definiciones de la clase 2 de zona arbustiva o maleza.
2112	Arbol espeso siempre verde	nivel 4	Está compuesta por árboles pequeños y arbustos leñosos. Ej., zona arbustiva de palma enana mediterránea o, maleza o zona arbustiva de árbol y helecho Hawaiana.
2113	Hemisclerófilo de hoja ancha	nivel 4	Arbustos en matas o agrupados y plantas con hojas grandes y suaves. Ej., malezas subalpinas Rhododendron o, maleza Hibiscus tiliaceus del Hawaii.
2114	Esclerófilo de hoja ancha	nivel 4	Ej., chaparral o macchia.
2115	Maleza sufruticosa	nivel 4	Ej., Cistus saludable.
212	Hoja puntiaguda siempre verde y micrófila	nivel 4	Las especies dominantes (mas del 50% del dosel) tienen ya sea hojas puntiagudas u hojas pequeñas.
2121	Hoja puntiaguda siempre verde	nivel 4	Están compuestas de arbustos trepadores o fijos de hojas puntiagudas. Ej., Pinus mughus, "Krummholz".
2122	Micrófila siempre verde	nivel 4	Las especies siempre verdes tienen hojas pequeñas. Ej., plantas del desierto u hojas con una sola vena sin rama.
22	Principalmente deciduos	nivel 2	La mayoría de los arbustos (más del 50% del dosel) arrojan su Dosel simultáneamente en conexión con la estación desfavorable (seca o fría).

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
221	Deciduo seco mezclado con plantas leñosas perennes	nivel 3	La mayoría de los árboles (más del 50% del dosel) mudan su Dosel simultáneamente en conexión con la estación desfavorable (seca o fría).
222	Deciduo seco sin siempre verdes	nivel 3	Los arbustos deciduos secos son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel).
223	Deciduo frío	nivel 3	La estación desfavorable se caracteriza mayormente por un invierno congelado. Los arbustos deciduos son dominantes (más del 50 % del dosel).
2231	Deciduo temperado	nivel 4	Compuesto de maleza densa sin, o con muy poco, sotobosque herbáceo.
2232	Subalpino o subpolar	nivel 4	Compuesto por arbustos altos o fijos con una gran capacidad de regeneración vegetativa y usualmente cubierto por nieve durante por lo menos medio año.
23	Arbustos extremadamente xeromórficos (semidesértico)	nivel 2	Puestos de arbustos muy abiertos con varias adaptaciones para las condiciones áridas, tales como: extremadamente adelgazadas, Dosel endurecido, hojas muy reducidas, ramas verdes sin hojas; o tallos succulentos, algunos de ellos con espinas.
231	Principalmente siempre verde	nivel 3	El dosel nunca está sin Dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.
2311	Subdesértico siempre verde	nivel 4	Se compone de arbustos mayormente esclerófilos de hojas anchas. Ej., la maleza mulga en Australia, plantas de tallo verde sin hojas. Ej., Retama su retam o succulentos.
2312	Semi-deciduo	nivel 4	Puede consistir ya sea de arbustos deciuos facultativos, o de una combinación de arbustos siempre verdes y deciduos (Ej., los arbustos siempre verdes son dominantes, los arbustos deciduos cubren más del 25%).
232	Zona arbustiva subdesértica decídua	nivel 3	Ver clase 02, bosque principalmente deciduo.
2321	Sin succulentos	nivel 4	Los succulentos cubren menos del 25% del suelo.
2322	Con succulentos	nivel 4	Los succulentos cubren más del 25% del suelo.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
3	Zona de arbustos enanos	nivel 1	Los arbustos raramente sobrepasan los 50 cm de altura (algunas veces se los llama formaciones de matorrales o como matorral). El dosel de los arbustos cubre más del 40% del suelo. Las clases de arbustos enanos se distinguen por la densidad de la superficie. Maleza de arbustos enanos: las ramas están entrecruzadas; zona de arbustos enanos: arbustos enanos individuales se encuentran aislados o en grupos; zona de arbustos enanos con superficie densamente Cobertura con musgos o líquenes; los arbustos enanos crecen en pequeños grupos o individualmente.
31	Principalmente siempre verdes	nivel 2	El dosel nunca está sin Dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.
311	Maleza siempre verde de arbustos enanos	nivel 3	Compuesta de una superficie de arbustos enanos densos y cerrados que denominan el paisaje.
3111	Maleza cespitosa	nivel 4	Las ramas de los arbustos se paran firmemente y por lo general tienen líquenes. En el suelo muchas veces se encuentran musgos con forma de cojines, líquenes y otras plantas herbáceas. Ej., Matorral.
3112	Maleza trepadora o rastrera	nivel 4	Las ramas de los arbustos se arrastran a lo largo del suelo. Ej., Matorral Loiseleuria.
312	Arbustos enanos siempre verdes	nivel 3	La superficie de los arbustos enanos es abierta o más suelta. El dosel de los arbustos no está entrecruzado. La Cobertura herbácea cubre menos del 25% del suelo.
3121	Cojinete siempre verde	nivel 4	Los arbustos están aislados en grupos formando cojines densos y muchas veces son espinosos. Ej., Astragalus -y Acantholimon "porcupino"-, matorral de las montañas del Mediterráneo Oriental.
313	Siempre verde mixto y formación herbácea	nivel 3	Las capas de los arbustos no se encuentran entrecruzadas. Los arbustos siempre verdes se encuentran mezclados con Cobertura herbácea (más del 25% del suelo).
3131	Siempre verde real y mixto herbáceo	nivel 4	Ej., Matorral Nardus Calluna .
3132	Siempre verde parcial y mixto herbáceo	nivel 4	Muchos individuales mudan partes de sus sistemas de brote durante la estación seca. Ej., Phrygana en Grecia.
32	Principalmente deciduos	nivel 2	La mayoría de los árboles (más del 50% del dosel) mudan su Dosel simultáneamente en conexión con la estación desfavorable (seca o fría).
321	Deciduo seco facultativo	nivel 3	Los arbustos enanos mudan su Dosel solamente en años extremadamente secos.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
322	Deciduo seco obligado	nivel 3	Arbustos enanos densamente cerrados que han perdido todas, o gran parte, de sus hojas en la estación seca.
3221	Deciduo seco cespitoso	nivel 4	Las ramas de los arbustos se paran firmemente y por lo general tienen líquenes. En el suelo muchas veces se encuentran musgos con forma de cojines, líquenes y otras plantas herbáceas. Ej., Calluna.
3222	Trepador o rastroso deciduo seco	nivel 4	Las ramas de los arbustos se arrastran a lo largo del suelo. Ej., Matorral Loiseleuria.
3223	Deciduo seco en forma de cojín	nivel 4	Los arbustos están aislados en grupos formando cojines densos y muchas veces son espinosos. Ej., Astragalus -y Acantholimon "porcupino" - salud de las montañas del Mediterráneo Oriental.
3224	Mixto deciduo seco	nivel 4	Arbustos enanos deciduos y siempre verdes, plantas herbáceas cespitosas, yerbas perennes suculentas y otras formas de vida entremezcladas en varios patrones.
323	Deciduo frío	nivel 3	Los arbustos enanos densamente cerrados mudan su Dosel al principio de una estación fría. Son más ricas en musgos y helechos que la clase de arbustos enanos deciduos secos obligados (322).
3231	Cespitoso deciduo frío	nivel 4	Los arbustos enanos deciduos y siempre verdes, plantas herbáceas cespitosas, hierbas perennes suculentas y otras formas de vida intermedias.
3232	Trepador o rastroso deciduo frío	nivel 4	Las ramas de los arbustos se arrastran a lo largo del suelo.
3233	Deciduo frío en forma de cojín	nivel 4	Los arbustos están aislados en grupos formando cojines densos y muchas veces son espinosos.
3234	Mixto deciduo frío	nivel 4	Arbustos enanos deciduos y siempre verdes, plantas herbáceas cespitosas, yerbas perennes suculentas y otras formas de vida entremezcladas en varios patrones.
33	Zona de arbustos enanos extremadamente xeromórficos	nivel 2	Compuesto de formaciones abiertas de arbustos enanos, suculentos y plantas herbáceas adaptadas a sobrevivir o para evitar una estación larga de sequía. Mayormente subdesértica. Ver la clase 23.
331	Principalmente siempre verdes	nivel 3	El dosel nunca está sin Dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
3311	Subdesértico siempre verdes	nivel 4	Se compone de arbustos mayormente esclerófilos de hojas anchas, plantas de tallo verde sin hojas o suculentos.
3312	Semi-decídúo	nivel 4	Puede consistir ya sea de arbustos decídúos facultativos, o de una combinación de arbustos siempre verdes y decídúos (Ej., los arbustos siempre verdes son dominantes, los arbustos decídúos cubren más del 25%).
332	Subdesértico decídúo	nivel 3	La mayoría de los árboles (más del 50% del dosel) mudan su Dosel simultáneamente en conexión con la estación desfavorable (seca o fría).
3321	Sin suculentos	nivel 4	Los suculentos cubren menos del 25% del suelo.
3322	Con suculentos	nivel 4	Los suculentos cubren menos del 25% del suelo.
34	Tundra	nivel 2	Crece lentamente, tiene formaciones bajas, consiste principalmente de arbustos enanos, graminoídes, musgos, hepáticas y líquenes; se encuentran más allá de la línea de árboles subpolares. Muchas veces muestran patrones de plantas causados por movimientos congelantes del suelo. Excepto en regiones boreales, las formaciones de arbustos enanos sobre la línea de árboles de la montaña no deberían ser llamados tundra porque ellas son como un dominio rico en arbustos enanos y pastos, y crecen más altas debido a la gran radiación existente en las latitudes más bajas.
341	Tundra, principalmente briófitas	nivel 3	Dominadas por enredaderas o por pequeños cojines de musgos (más del 50% de la Cobertura vegetativa). Los grupos de arbustos enanos son como una regla esparcida irregularmente y no son muy densos. El aspecto general es más o menos verde oscuro, verde oliva o cafésino.
3411	Tundra cespitosa de arbusto enano/musgo	nivel 4	Hay presencia de arbustos enanos en mata o agrupados.
3412	Tundra trepador o arbusto enano/musgo en forma de cojín	nivel 4	Hay presencia de arbustos enanos arrastrándose o enredándose.
342	Tundra, principalmente líquen	nivel 3	Hay dominio de líquenes enredados (más del 50% de la Cobertura vegetativa), dando la formación de un pronunciado aspecto más o menos gris. Están presentes arbustos enanos, mayormente siempre verdes o de forma de cojín.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
4	Cobertura herbácea	nivel 1	Dominada por pastos herbáceos y plantas parecidas a pastos tales como juncia (Carex), junco (Juncus), amento (Typha) y plantas con hojas anchas tales como los tréboles, flores del sol (Helianthus), helechos y malezas de leche (Asclepias.) La Cobertura del suelo total debe ser más grande que el 60% de la Cobertura herbácea.
41	Cobertura graminoidea alta	nivel 2	La comunidad de plantas consiste en pastos dominantes sobre 2 metros de alto cuando es tiempo del florecimiento o maduración (más del 50% de la Cobertura herbácea). Pueden presentarse malezas pero comprenden menos del 50% de la Cobertura herbácea.
411	Con árboles cubriendo 10-40%	nivel 3	Puede ser con o sin arbustos. De alguna manera esto es como un área boscosa muy abierta con una superficie de tierra más o menos continua (sobre el 60%) de gramínoideas altas.
4111	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4112	Arboles: semi siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4113	Arboles: decíduos de hoja ancha	nivel 4	Similar a la clase 4112 pero inundable estacionalmente. Ej., noreste de Bolivia..
412	Tierras altas de pastos con árboles cubriendo menos del 10%	nivel 3	Áreas de pastos con árboles que cubren menos del 10% del suelo, con o sin arbustos.
4120	Arboles: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4121	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4122	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4123	Arboles: decíduo hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4124	Tropical o subtropical con árboles y arbustos en matas espesas sobre nidos de termitas	nivel 4	También llamado termita savana.
413	Tierras altas de pastos con arbustos	nivel 3	La copa del arbusto debe cubrir más del 25% del suelo.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
4131	Arbustos: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de arbustos.
4132	Arbustos: semisiempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verdes de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4133	Arbustos: decíduos de hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verdes de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha. El área se inunda estacionalmente.
4134	Tropical o subtropical con árboles y arbustos en matas espesas sobre nidos de termitas	nivel 4	También llamado termita savana.
414	Areas altas de hierba con plantas de mata espesa	nivel 3	Las copas de las plantas de mata espesa (usualmente palmas) deben cubrir más del 25% de las tierras.
4141	Areas de hierba tropicales con palmas	nivel 4	Ej., las sabanas de palmas de <i>Arocomia totai</i> y <i>Attalea princeps</i> al norte de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
415	Areas altas de hierba sin sinusia leñosa	nivel 3	Areas de Hierba sin árboles ni arbustos.
4151	Area de hierba tropical	nivel 4	Muchas veces es estacionalmente inundada. Ej., Campos de Varzea del Valle Amazónico bajo, regiones de latitud baja de Africa, pantanos de papiros de la parte alta del Valle del Nilo.
42	Graminoidea de altura mediana	nivel 2	Las hierbas dominantes son de 50 cm a 2 m de alto cuando florecen o maduran (mas del 50% de la Cobertura herbácea). Puede haber presencia de maleza, pero comprenden menos del 50% de la Cobertura herbácea.
4210	Arboles: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4211	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies perennes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4212	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4213	Arboles: decíduo hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	Nivel de Clase
422	Tierras medias de pastos con árboles cubriendo menos del 10%	nivel 3	Áreas de pastos con árboles que cubren menos del 10% del suelo, con o sin arbustos.
4220	Arboles: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4221	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4222	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4223	Arboles: decíduo hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4224	Tropical o subtropical con árboles y arbustos en matas espesas sobre nidos de termitas	nivel 4	También llamado termita savana.
423	Tierras medias altas de pastos con arbustos	nivel 3	El dosel de los arbustos pueden cubrir menos del 25% del suelo.
4230	Arbustos: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4231	Arbustos: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4232	Arbustos: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4233	Arboles: decíduo hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4234	Tropical o subtropical con árboles y arbustos en matas espesas sobre nidos de termitas	nivel 4	También llamado termita savana.
4235	Simusia leñosa de arbustos deciduos espinosos	nivel 4	Ej., la sabana de arbustos espinosos tropicales de la región de Sahel en Africa con Acacia tortilis, A. senegal y otras especies.
424	Simusia abierta de plantas de mata espesa	nivel 3	El dosel de las plantas de mata espesa (usualmente palmas) deben cubrir más del 25% de las tierras.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
4241	Subtropical con alamedas abiertas de palmas	nivel 4	Ej., Corrientes, Argentina. Algunas áreas son inundadas estacionalmente. Ej., las arboledas de palma Mauritia en los llanos colombianos y venezolanos.
425	Áreas medianamente altas de hierba sin sinusia leñosa	nivel 3	Áreas de hierba de altura mediana sin árboles ni arbustos.
4251	Principalmente hierbas de césped	nivel 4	Hierba rastrera perenne muy ramosa que fija la arena o los suelos con su sistema de raíces. Ej., las hierbas de San Agustín ( <i>Stenotaphrum secundatum</i> ), las llanuras de hierbas altas en Kansas oriental o los suelos arenosos o dunas. Ej., la comunidades de <i>Andropogon hallii</i> en la Colina Arenosa de Nebraska. En ciertos lugares las áreas de hierba son húmedas o inundadas la mayor parte del año. Ej., el pantano de Typha. Si ese es el caso, clasifique como tierras húmedas. Ver la clase 6.
4252	Principalmente hierbas espesas	nivel 4	Hierbas que crecen principalmente en matas espesas, formando una superficie de textura irregular. Ej., el área de hierbas duras tussock ( <i>Festuca novae-zelandiae</i> ) en Nueva Zelanda.
43	Gramínea corta	nivel 2	Las hierbas dominantes son de 50 cm cuando florecen o maduran (más del 50% de la Cobertura herbácea). Puede haber presencia de herbáceas, pero comprenden menos del 50% de la Cobertura herbácea.
431	Con árboles que cubren del 10 al 40%	nivel 3	Puede o no tener arbustos. Existen algunos similares a selvas abiertas con un Cobertura de tierra más o menos continua (más del 60%) de gramínoideas pequeñas.
4310	Arboles: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4311	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies perennes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4312	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4313	Arboles: decíduo hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
432	Tierra de pasto corto con árboles que cubren menos del 10%	nivel 3	Pastos con árboles que cubren menos del 10% del suelo, con o sin arbustos.
4320	Arboles: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
4321	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4322	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4323	Arboles: decíduo hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4324	Tropical o subtropical con árboles y arbustos en matas espesas sobre nidos de termitas	nivel 4	También llamado termita savana.
433	Pequeños pastos con arbustos	nivel 3	El dosel de los arbustos pueden cubrir más del 25% del suelo.
4330	Arbustos: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4331	Arbustos: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4332	Arbustos: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4333	Arboles: decíduo hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4334	Tropical o subtropical con árboles y arbustos en matas espesas sobre nidos de termitas	nivel 4	También llamado termita savana.
4335	Simusia leñosa de arbustos espinosos decíduos.	nivel 4	Las hierbas dominantes son de 50 cm cuando florecen o maduran (más del 50% de la Cobertura herbácea). El dosel de los arbustos espinosos decíduos deben cubrir más del 25% del suelo.
434	Tierra de pasto corto con plantas de mata espesa	nivel 3	Las copas de las plantas de mata espesa (usualmente palmas) deben cubrir más del 25% de las tierras.
4341	Simusia abierta con plantas de mata espesa, subtropical con alamedas abiertas de palmas	nivel 4	Las hierbas dominantes son de 50 cm cuando florecen o maduran (más del 50% de la Cobertura herbácea). El dosel de las palmas deben cubrir más del 25% del suelo.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
435	Principalmente mazos de céspedes con sinusia leñosa	nivel 3	Las hierbas que crecen en las matas espesas con plantas leñosas entrecruzadas.
4351	Alpino tropical con plantas de mata espesa	nivel 4	Esta área de hierba muchas veces contiene Espeletia, Lobelia, Senecio y arbustos enanos micrófilos y plantas en cojín, muchas veces en hojas lanosas. Sobre la línea de madera en altitudes bajas: Tipos de páramo y Cobertura relativa sin nieve en las regiones alpinas de Kenia, Colombia, Venezuela, etc.
4352	Alpino tropical, muy abierto, sin plantas de mata espesa	nivel 4	En estas áreas de hierbas es frecuente la nevada nocturna (pero la nieve ha desaparecido para las nueve de la mañana), el Super Paramo (Ej., páramo de arriba) de J. Cuatrecasas.
4353	Hierba espesa tropical o subtropical alpino, con puestos abiertos de siempre verdes	nivel 4	Esta área de hierbas también puede tener arbustos deciduos y arbustos enanos. Ej., Puna sur de Oruro, Bolivia.
4354	Hierba espesa con arbustos enanos	nivel 4	Las plantas en cojín también pueden crecer en estas áreas de hierba. Ej., Puna sur de Oruro, Bolivia.
436	Area de hierba corta, sin sinusia leñosa	nivel 3	Areas de hierba corta sin árboles ni arbustos.
4361	Comunidades de hierba corta	nivel 4	Estas comunidades pueden fluctuar en su composición estructural o florística debido a la gran precipitación fluctuante de clima semiárido. Ej., hierba corta (Bouteloua gracilis y Buchloe dactyloides) pradera del este de Colorado.
4362	Comunidades de hierba espesa	nivel 4	Ej., comunidades de tussock azul (Poa cloensoi) de Nueva Zelanda y Puna seca alpina con Festuca orthophylla del norte de Chile y el sur de Bolivia.
437	Comunidades mesofíticas pequeñas a medianamente altas	nivel 3	Prados
4371	Comunidades de mazos de césped	nivel 4	El área de hierba muchas veces es rica en herbáceas y ocurren en altitudes bajas con un clima fresco y húmedo en Norte América y Eurasia. Muchas plantas pueden permanecer verdes por lo menos en parte durante el invierno, inclusive bajo la nieve en las latitudes altas.
4372	Praderas alpinas, subalpinas	nivel 4	Estas áreas de hierba usualmente están húmedas la mayor parte del verano debido al derretimiento de las nieves. Ej., Península Olímpica, Washington y las Montañas Rocosas en Colorado.
44	Cobertura herbácea	nivel 2	La comunidad de plantas está dominada por plantas herbáceas de hojas anchas (todas las plantas excepto las hierbas) como el trébol, girasoles (Helianthus), helechos Vencetósigos (Asclepias) La maleza cubre más del 50% del área herbácea. Las hierbas pueden estar presentes pero cubren menos del 50%.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
441	Comunidades de herbáceas Altas	nivel 3	Las formas de crecimiento de herbáceas dominantes son de más de un metro de alto cuando están totalmente desarrolladas.
4411	Malezas de helechos	nivel 4	Los helechos crecen algunas veces en puestos cercanos, especialmente en climas húmedos. Ej., <i>Pteridium aquilinum</i> .
4412	Herbáceas principalmente anuales	nivel 4	Las herbáceas anuales que germinan a principios y mueren al final de cada estación de crecimiento son las formas dominantes (más del 50% de alcance).
442	Comunidades de herbáceas pequeña	nivel 3	Estas comunidades están dominadas por herbáceas de menos de un metro de alto cuando están desarrolladas completamente.
4421	Herbáceas y helechos florecidos principalmente perennes	nivel 4	Algunas partes de la planta permanecen vivas durante todo el año. Ej., prados de <i>Celmisa</i> en Nueva Zelanda y los prados herbáceos de Aleutian en Alaska.
4422	Herbáceas principalmente anuales	nivel 4	Los helechos crecen algunas veces en puestos cercanos, especialmente en climas húmedos. Ej., <i>Pteridium aquilinum</i> . Hay muchos tipos de herbáceas bajos anuales. Comunidades de herbáceas efímeras en regiones tropicales y subtropicales: Las herbáceas crecen con un poca precipitación de otoño a primavera, mezcla de Cobertura y suelo. Ej., en la costa del Perú y norte de Chile. La estación seca es igual a un desierto. Comunidades de herbáceas efímeras o episódicas de regiones áridas: El "desierto floreciente" consiste de hierbas de rápido crecimiento, algunas veces concentradas en depresiones donde el agua se acumula con formaciones de arbustos de regiones áridas. Ej., Desierto de Sonora.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
5	Tierras áridas	nivel 1	Tierra con menos del 40% de superficie vegetativa. La tierra estéril tiene una habilidad limitada para sustentar la vida y usualmente son suelos delgados, arenoso o rocas
51	Planicies salinas secas	nivel 2	Existen en los fondos de pisos planos del interior de hoyas desérticas. Hay presencia de una gran concentración de sal debido a la extensiva evaporación del agua.
52	Zonas arenosas	nivel 2	Acumulaciones de arena y cascajo. Eji., playas o dunas.
53	Roca desnuda	nivel 2	Se encuentran expuestas camas de rocas, pavimento desértico, taludes resbaladizos, material volcánico, glaciares rocosos y otras acumulaciones de rocas sin cobertura de Cobertura.
54	Nieves perpetuas	nivel 2	Acumulación de nieve y hielo que no se derritió totalmente durante el verano previo, existen donde la temperatura diaria promedio es de 32 grados fahrenheit (0 grados centígrados) en los meses de verano más calientes.
55	Glaciares	nivel 2	Nieve compactada y convertida en escarcha y al final en hielo bajo el peso y presión de acumulaciones anuales sucesivas. El agua desleída y posteriormente vuelta a congelar contribuye para que crezca la densidad de la masa de hielo glacial. Todos los glaciares exhiben evidencia de movimientos presentes o pasados (grietas, morrenas, etc.).
56	Otras superficies áridas	nivel 2	Polvo, cascajo, otras rocas sueltas, etc.
6	Tierras húmedas	nivel 1	Los pantanos, ciénegas, marismas y otros tipos de tierras húmedas que son saturadas periódica o constantemente durante la estación de crecimiento. Esta saturación periódica o constante produce suelos con características químicas especiales y Cobertura específicamente adaptada para condiciones húmedas. El área debe tener un área de Cobertura mayor al 40% para ser clasificada como una tierra húmeda.
61	Rivereño	nivel 2	Tierras húmedas adyacentes a un canal de agua dulce (Tierras húmedas de Riparia).
62	Palustre	nivel 2	Tierras húmedas dominadas por árboles, arbustos, emergentes persistentes (plantas), musgos, líquenes, etc. Las tierras húmedas rodean agua que tiene menos de una hectárea de tamaño, no tiene canales o corrientes activas, tiene menos de dos metros de profundidad y tiene salinidad baja. Esta agua debe ser incluida como parte de las tierras húmedas.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
63	Estuario	nivel 2	Tierras húmedas existentes, adyacentes a un canal de corriente. Un estuario es un pasaje de agua dulce donde la marea encuentra a la corriente de un río. Los hábitats de marea de aguas profundas y las tierras húmedas de marea adyacente están usualmente casi-cerrados por la tierra pero a veces se abren parcialmente obstruidas o con acceso esporádico al agua del mar (por lo menos son ocasionalmente diluidas por la corriente de agua dulce que viene del suelo).
64	Lacustre	nivel 2	Tierras húmedas rodeando aguas abiertas (Ej., lagos y estanques) que tienen un tamaño de más de una hectárea y una profundidad de más de dos metros.
7	Aguas abiertas	nivel 1	Lagos, estanques, ríos y océanos. La superficie del suelo está sumergida continuamente en agua, con más de dos metros de profundidad y al menos un tamaño de una hectárea, o continuamente sumergida en un canal activo de flujo. El agua debe cubrir más del 60% del área; si los lagos y las plantas emergentes cubren más de un 40% del área, ver las categorías de tierras húmedas en la clase 6.
71	Agua dulce	nivel 2	Lagos, estanques y ríos con baja salinidad.
72	Marina	nivel 2	El océano abierto sobre la plataforma continental o un canal de corriente permanentemente activo.
8	Tierra cultivada	nivel 1	La tierra está Cobertura por más del 60% de especies cultivadas no nativas (Ej., cosechas de agricultura, pastos pequeños cultivados, céspedes) y usualmente se pueden distinguir por sus patrones regulares y geométricos creados en los céspedes y en los campos.
81	Agricultura	nivel 2	La tierra se utiliza para la agricultura, huertos, horticultura, alimento de animales y otras actividades agrícolas.
811	Cosecha o pastos en hileras	nivel 3	Ejemplos que incluyen: maíz, trigo, pastizales para ganado, campos de barbecho, pantanos cultivados con especies de tallo alto y campos de arroz.
812	Huertos u horticultura	nivel 3	Ejemplos que incluyen: huertos de manzanas, viñedos, semilleros.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
813	Pastoreo confinado de ganado	nivel 3	Estas áreas se encuentran en grandes haciendas y se utilizan para la alimentación de ganado de carne, vacas (con lotes confinados de alimento), cerdos y aves de corral.
814	Otros de agricultura	nivel 3	Ejemplos que incluyen: corrales e infraestructuras para el crecimiento y entrenamiento en haciendas de caballos.
82	No agrícola	nivel 2	La tierra se utiliza para parques, campos de juego, cementerios y canchas de golf.
821	Parques y campos atléticos	nivel 3	Ejemplos que incluyen: canchas de beisbol, campos de fútbol, tierras de juego y parques.
822	Campos de golf	nivel 3	
823	Cementerios	nivel 3	
824	Otras no agrícolas	nivel 3	Cualquier otra área no cultivada agrícolamente que no calza en las clases 821, 822 y 823.
9	Urbana	nivel 1	Áreas desarrolladas para usos residencial, comercial, industrial o transportación. Deben tener más del 40% de la superficie terrestre urbana.
91	Residencial	nivel 2	Al menos el 50% de la superficie terrestre urbana consiste en propiedades residenciales (Ej., departamentos, habitaciones privadas, etc.)
92	Comercial/industrial	nivel 2	Al menos el 50% de la superficie terrestre urbana consiste en propiedades comerciales o industriales (Ej., negocios, fábricas, almacenes, etc.)
93	Transporte	nivel 2	Al menos el 50% de la superficie terrestre urbana consiste en rutas de transportación (Ej., caminos, carreteras, rieles de tren, pistas de aterrizaje de aeropuertos)
94	Otros	nivel 2	Al menos el 50% de la superficie terrestre urbana consiste en áreas desarrolladas que no entran dentro de las áreas residenciales, comerciales o de transportación.
Varias Definiciones	Boreal		También llamada zona fría temperada, tiene un clima con veranos húmedos frescos e inviernos fríos que duran más de seis meses.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase
	Briofita	Plantas sin floraciones (musgos y hepáticas) que se caracterizan por sus raíces rizoides más que verdaderas.
	Cespitoso	Arreglados o combinados en una enredadera gruesa o en grupos, tienen un tallo bajo que forma una hierba o césped denso que crece en grupos.
	Dosel	La capa más alta de la Cobertura detectada por los sensores satelitales.
	% de cobertura vs. % de composición de especies	<p>La clasificación de nivel uno está determinada por el dosel global o por la cobertura del suelo de toda el área que está siendo clasificada. La clasificación de nivel dos está determinada por el porcentaje de composición de especies solamente del tipo de cobertura dominante del nivel uno. Los niveles tres y cuatro son combinaciones más específicas de comunidades de especies y plantas diferentes.</p> <p>Ejemplo: Un área está compuesta de 80% de Cobertura herbácea (de eso 45% es maleza y 55% es hierba mayor a 2 metros de altura) y 20% son árboles siempre verdes de hoja ancha. Los códigos de clasificación son los siguientes:</p> <p>Nivel 1 MUC: 4-Cobertura herbácea. Es claramente el tipo de dominante de cobertura, ya que cubre más del 60% del área.</p> <p>Nivel 2 MUC: 41. Las especies dominantes son hierbas mayores a 2 metros de altura (ellas comprenden más del 50% de cobertura dominante de la Cobertura tipo herbácea).</p> <p>Nivel 3 MUC: 411. Los árboles cubren el 20% del área.</p> <p>Nivel 4 MUC:4111. Los árboles son especies siempre verdes de hoja ancha.</p>
	Cobertura ajardinada	<p>Los patios ajardinados y arbolados, los campos de juegos, los cementerios, campos de golf y otras áreas de Cobertura cultivadas deben ser clasificadas como tierras cultivadas (clase 8) si las especies no nativas cultivadas son más del 60% de la superficie. Si los edificios, caminos u estructuras no naturales (puentes, etc.) cubren más del 40% del suelo, el área debe ser clasificada como urbana. Si los barrios residenciales en zonas boscosas tienen una superficie de árboles mayor del 40% cubriendo la tierra, el área será considerada como bosques tupidos o zona de bosques (ver las clases 0 y 1). Si es difícil decidir sobre un tipo de superficie, trate de determinar qué es lo que sería visto por un satélite. Compare áreas similares con la imagen satelital recibida por usted sobre el lugar de su escuela.</p>
	Deciduo frío	Plantas que botan sus hojas durante la estación fría.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
	Deciduo		Cobertura que arroja sus hojas al final del período de crecimiento o en condiciones desfavorables.
	Puntas goteantes		Puntas delgadas extendidas de hojas tropicales que permiten al agua rodar de la superficie de la hoja.
	Deciduo seco		Son las plantas que mudan sus hojas durante la estación seca.
	Facultativo		Organismos que son capaces de vivir y prosperar en más de un conjunto de condiciones.
	Nieve granular		Nieve compactada casi al punto de hielo, material glacial.
	Maleza		Planta herbácea de hoja ancha parecida a clavo de olor, girasol, helecho y al algodoncillo.
	Graminoide		Hierbas y plantas similares a las hierbas.
	Herbáceo		Son las plantas vasculares que están enraizadas en la tierra con Dospel que muere anualmente. El meristema (punta del tallo crecido) se encuentra justo sobre o bajo la tierra.
	Bosque de tierras bajas Bosque submontano Bosque montano Bosque subalpino		Puede ser necesario consultar recursos locales para determinar la clasificación específica dentro del nivel 4 para superficie de bosque. La Cobertura variará dependiendo tanto de la latitud como de la longitud.
	Mesofítico		Que crecen en o están adaptadas a un medio ambiente moderadamente húmedo.
	Micrófilos		Tienen hojas pequeñas (Ej., plantas desérticas); hay hojas con una sola vena sin ramificaciones.
	Obligado		Organismos que están restringidos a una condición de vida particular (esa condición es esencial para su sobrevivencia).
	Piso superior		La capa de Cobertura de más arriba detectada por los sensores satelitales.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
	Polar		Precipitación baja distribuida durante el año. Hay un verano con noches cortas y húmedas y un invierno muy largo, frío y oscuro.
	Esclerófilo		Cobertura con Doseil grueso y endurecido que es resistente a la pérdida de agua (esclerófilo).
	Subpolar		De transición entre la zona fría temperada y la zona polar.
	Subtropical		Desde el filo de la zona tropical hasta los polos, en la región de masas de aire descendentes, las cuales se ponen más calientes conforme van descendiendo y se tornan muy secas. La lluvia es muy baja y las temperaturas del día son muy altas debido a la intensa radiación solar. Sin embargo, en los meses de invierno la temperatura puede bajar hasta cero en las noches, como resultado de una gran pérdida neta de energía calorífica en la radiación saliente. Esta es la zona desértica caliente.
	Sinusia		Una capa o estrato de una comunidad. Una unidad estructural de una comunidad ecológica mayor caracterizada por la relativa uniformidad de las formas vivientes o de la altura y usualmente constituyen un estrato particular de esa comunidad.
	Temperada		Las zonas temperadas muestran un mayor cambio en la temperatura estacional y puede ser rota de la siguiente manera: Temperado caliente: no hay invierno o es muy escaso, extremadamente húmedo especialmente en verano. Temperado típico: (Ej., Europa central y la costa noreste de Estados Unidos) frío, inviernos cortos o inviernos sin nieve con veranos muy frescos (cerca al océano) Temperado árido: muchos contrastes de temperatura entre el verano y el invierno y poca precipitación. Temperado frío y boreal: veranos frescos y húmedos e inviernos fríos llegando hasta más de seis meses.
	Tropical		Se asienta a 40 grados al norte y sur de la línea ecuatorial. Es notable una cierta variación estacional en la temperatura diaria más baja. Las lluvias alcanzan su máximo en el verano y en una estación seca en los meses frescos. La duración de la estación fresca crece conforme se hace más grande la distancia de la línea ecuatorial, y al mismo tiempo las lluvias anuales decrecen.
	Piso inferior		Capa de Cobertura que crece bajo el piso superior que consiste en árboles y arbustos más pequeños.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
	Húmedo		Cobertura o medioambientes capaces de resistir o prosperar con la presencia de mucha lluvia.
	Xeromórfico		Condiciones climáticas favorables para el desarrollo de Cobertura que está adaptada a medioambientes pobres en humedad disponible, que prospera en estos o que los tolera.
	Xerófito		Plantas que están adaptadas a condiciones secas y que prosperan en éstas.

**Referencias:**

A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. J.R. Anderson, E.E. Hardy, J.T. Roach, and R.E. Witmer. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., 1976.

Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. L.M. Cowardin, V. Carter, F.C. Golet, and E.T. LaRoe. U.S. Fish and Wildl. Serv. FWS/OBS-79/31, 1979.

International Classification and Mapping of Vegetation. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Switzerland: Unesco, 1973.

NOAA Coastal Change Analysis Program (C-CAP): Guidance for Regional Implementation. J.E. Dobson et al. NOAA Technical Report NMFS 123, 1995.

# Glosario



## atmósfera

El componente gaseoso del sistema Tierra.  
La masa de aire que circunda la Tierra.

## AVHRR

Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución. Un instrumento que es portado por los satélites NOAA que realizan órbitas polares; observa la superficie terrestre visible a través de regiones térmicas en infrarrojo, con un tamaño de pixel de 1,1 km.

## biogeoquímica

Se refiere a las interacciones químicas que se dan entre los componentes vivos ("bio") y los componentes físicos ("geo") del sistema Tierra, tal y como sucede con los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno, etc.

## biomasa

El peso en seco de la Cobertura que existe sobre una unidad de superficie de tierra, que a menudo se reporta en términos de gramos (peso seco) por metro cuadrado.

## bioma

Un tipo mayor de comunidad ecológica (como pastizales o desiertos).

## biometría

El proceso de realizar mediciones biológicas

## biosfera

El componente vivo del sistema Tierra, junto con los componentes gaseosos (atmósfera), líquidos (hidrósfera) y sólidos (geoesfera).

## Cobertura de Dosel

La cantidad de Dosel que existe sobre una porción de suelo constituye la Cobertura de Dosel. Esto determinará la cantidad de luz del sol que alcance a cubrir dicha porción de tierra.

## clasificación

La agrupación de rubros según sus características en juegos bien definidos y discernibles siguiendo criterios específicos para cada caso.

## clinómetro

Una clinómetro constituye un instrumento que mide el ángulo de un cambio en la altura o elevación.

## criterios

Reglas de decisión que se emplean para determinar a qué subgrupo corresponde un rubro durante un proceso de clasificación.

## densiómetro

Un dispositivo que determina el porcentaje de Cobertura de Dosel dentro de un medio circundado por bosques.

## dicotómica

Constituye una bifurcación de decisiones (decodificación) que se caracteriza por contar con subdivisiones sucesivas hasta alcanzar divisiones aproximadamente iguales y contradictorias que en última instancia nos lleva a un solo resultado correcto.

## matriz de diferencia/error

Un método gráfico que compara dos juegos de datos que se utilizan para fines de validación.

## evapotranspiración

El retorno del agua a la atmósfera mediante la evaporación (a causa de la energía solar) y transpiración (actividad vegetal).

## genus (género),

plural Genera = Géneros

Constituye una categoría inclusiva cuyas especies tienen más características en común entre sí que con especies de otros géneros. Por lo tanto, los géneros son grupos de especies estrechamente relacionadas entre sí.

## geósfera

El componente sólido del sistema Tierra; por ejemplo rocas, suelos, etc.

## gradiente

La magnitud de cambio que se produce en una cantidad medida con respecto al espacio o tiempo.

## Cobertura del Suelo

La cantidad de Cobertura que existe sobre la superficie que cubre un área dada. (Para el programa GLOBE, el "nivel superficial" se define como "por debajo de las rodillas del observador". La Cobertura superficial se expresa en términos de porcentaje. Por ejemplo 30% de la Cobertura superficial cubre promedios que, vistos desde arriba, se aprecia como un 30% de superficie oscurecida por la Cobertura a nivel de piso.

**hidrósfera**

Es el componente líquido del sistema Tierra; por ejemplo, océanos, lagos, ríos, etc.

**multitemporal**

Visto desde más de un punto en el tiempo.

**NOAA**

La Administración Oceánica y Atmosférica Nacional.

**órganos de perennidad (o perpetuación)**

Partes de las plantas que viven de una estación hasta otra (tubérculos, rizomas).

**perturbaciones**

Una molestia en el funcionamiento normal de un sistema.

**fenología**

El estudio de cambios sucedidos con el tiempo dentro de un ambiente dado.

**fotointerpretación**

La producción de un mapa de Cobertura Terrestre o identificación de características específicas mediante la inspección visual de una fotografía aérea o imagen por satélite.

**potencial fotosintético**

La máxima cantidad de biomasa que puede generarse en un área.

**fisiológica**

Característica propia de un organismo o del funcionamiento normal o saludable de un organismo.

**productividad primaria**

La tasa en que el material orgánico se produce por fotosíntesis en una ubicación dada. A menudo se representa a manera de gramos (peso en seco) de Carbono por m<sup>2</sup> por año.

**senescencia**

La fase de crecimiento vegetal correspondiente al lapso entre plena madurez y la muerte, que se caracteriza por una pérdida de peso seco.

**especie**

Constituye un grupo de plantas o animales individuales que son fundamentalmente similares.

**MT**

Thematic Mapper (Mapeador Temático). Dispositivo que está a bordo de los satélites Landsat 4 y 5. Este instrumento está diseñado para estudiar características superficiales en 7 franjas que cubren las regiones visibles a través de rayos infrarrojos térmicos con un pixel de resolución de 30 m en 6 bandas y 120 m en la franja térmica infrarroja.

**datos de validación**

Datos necesarios para evaluar la precisión de un mapa de Cobertura Terrestre producido por medios manuales o electrónicos.

