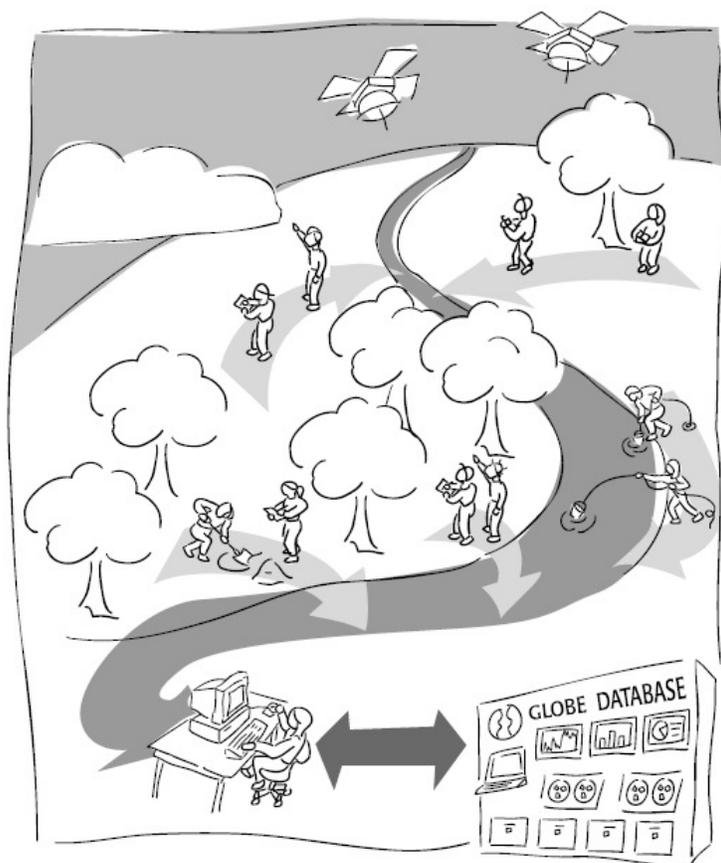


# Juego de Herramientas



**Para la Guía del Maestro GLOBE**







# Tabla de Contenidos



¿Cómo Publicitar GLOBE en su Comunidad?.....Juego de Herramientas 4

Introducción al Sensoramiento Remoto.....Juego de Herramientas 8



Mediciones GLOBE y sus Instrumentos.....Juego de Herramientas 19

Instrumentos Científicos para las Mediciones...Juego de Herramientas 23

Especificaciones de los Instrumentos GLOBE....Juego de Herramientas 29



## Cómo Difundir GLOBE en su Comunidad

El Programa GLOBE es una sociedad entre el Gobierno Federal de los Estados Unidos, la Corporación Universitaria para la Investigación Atmosférica, otros países, Gobiernos Estatales y Locales de los Estados Unidos, centros educativos y el sector privado. Llevar a cabo actividades de difusión puede ayudar a promover el interés local y el apoyo para las actividades GLOBE. Esta sección incluye ideas que pueden ser transmitidas, consejos para escribir notas de prensa, y algunas sugerencias para trabajar con los medios de comunicación. Asimismo, hay algunos ejemplos de notas de prensa y artículos de difusión que pueden ser utilizados. Estos materiales, que pueden ser vistos como punto de partida, deben ser adaptados para su escuela y comunidad con la finalidad de lograr los mejores resultados. Es importante también que anime a sus estudiantes para que desarrollen sus propias actividades de difusión.

### ***Ideas para Difundir el Programa GLOBE***

- Desarrollar una Actividad Abierta de GLOBE e invitar a ésta a los ciudadanos locales (por ejemplo padres de familia, directores de escuelas, líderes de la ciudad, representantes del Gobierno y clubes ambientales) y a los medios de comunicación para que sean testigos de cómo los estudiantes participan en la toma de mediciones científicas y hacen observaciones ambientales. Permita a los estudiantes demostrar cómo reportan sus datos a través del Internet, discuten en línea y grafican visualizaciones de los datos. Deje que ellos expliquen cómo su trabajo contribuye a ganar una mejor comprensión de lo que sucede en el ambiente de la Tierra. Vea *Trabajando con los Medios de Comunicación* en esta sección.
- Programar una asamblea en el Centro Educativo o una reunión con los padres y profesores para reconocer al profesor y a los estudiantes GLOBE. Los estudiantes pueden hacer presentaciones de sus datos y de sus investigaciones, así como hablar acerca de lo que han aprendido a través del Programa.
- Ayudar a los estudiantes a organizar un Grupo de Difusión que tenga la oportunidad de dar a conocer lo que están aprendiendo acerca de la ciencia, el ambiente y la tecnología a los negocios locales y organizaciones civiles.

- Invitar a profesionales en el campo ambiental, las ciencias, la geografía y la tecnología para que se reúnan con los estudiantes GLOBE. Esto ayudará al alumnado a ver el valor que tiene su trabajo más allá del salón de clases, a la vez que servirá para que los profesionales invitados aprendan más acerca de GLOBE.
- Tener un grupo de estudiantes GLOBE que envíen artículos y fotografías de sus actividades al periódico local. Este último puede querer destacar las observaciones de los estudiantes GLOBE, regularmente, en sus páginas educativas o en aquellas dirigidas a los niños. Las estaciones locales de televisión pueden también estar interesadas en incluir datos GLOBE en sus reportes nocturnos del tiempo o en sus espacios científicos y educativos.
- Mostrar el video de GLOBE a pequeños grupos para brindarles una apreciación general acerca del Programa, o en todo caso, permitirles a sus estudiantes hacer sus propios videos o diapositivas para mostrar el valor de GLOBE a las demás personas.

### ***Trabajando con los Medios de Comunicación:***

Si tienen algún contacto con los medios de comunicación o si deciden buscar que cubran sus actividades con el Programa GLOBE, las siguientes sugerencias podrían ser de gran ayuda. El Gobierno de su localidad o la Oficina de Relaciones Públicas de sus Centros Educativos podrían también ofrecer orientaciones al respecto.

### ***Desarrollo del Mensaje***

Toma algo de tiempo decidir exactamente qué es lo que se quiere que los medios de comunicación transmitan acerca de sus actividades con el Programa GLOBE. ¿Se está buscando la cobertura de un evento en particular?, o ¿se espera destacar de manera general las actividades en la escuela?

Vea Escribiendo una Nota de Prensa GLOBE y asegúrese de actualizar la información del Programa en [www.globe.gov](http://www.globe.gov), de esta manera puede brindar respuestas exactas a preguntas como: ¿Cuántas escuelas y países están involucrados? Asimismo, si tiene incertidumbre acerca de algún aspecto del

Programa, puede enviar un correo electrónico a info@lobe.gov para obtener respuestas.

### Invitaciones

Se puede elegir invitar sólo a un medio de comunicación para visitar su escuela en algún momento en particular, o se puede llevar a cabo un evento para invitar a todos los medios locales de comunicación. Invitar sólo a un medio de comunicación es más fácil de manejar y es mucho más probable que los reporteros y editores se vean más atraídos por una “exclusiva”. Invitar a muchos medios de comunicación requiere de mayor preparación y trabajo, pero puede asegurar una amplia cobertura de sus actividades con el Programa GLOBE. Reunir a algunas personalidades con los estudiantes puede incrementar el interés de los medios, siendo aún los estudiantes “la historia” principal. Decidir invitar sólo a un medio de comunicación o a varios, dependerá de cuánto interés tengan éstos en el Programa GLOBE cuando ustedes se acerquen a ellos.

### Estableciendo Contactos Claves con los Medios de Comunicación:

Si usted, su director o algún padre de familia GLOBE conoce a alguien de los medios de comunicación, contáctenlo individualmente, primero. Si ustedes no tienen ningún contacto llamen a la central del medio y pregunten el nombre de los reporteros que cubren temas relacionados al ambiente, ciencia, educación o tecnología. Pase algunos minutos en el teléfono explicando de qué se trata GLOBE y mencione que enviará material adicional: un folleto, una nota de prensa, o el resumen de algún evento especial que esté planeando realizar.

Cautive el interés del medio de tal modo que éste acepte una invitación para visitar a sus estudiantes. Si ellos no muestran interés o están apurados, trate de ponerse en contacto con ellos nuevamente después, o mejor aún pregunte si hay alguien más en la oficina que podrían sugerirle como contacto.

### Programando el Tiempo de sus Contactos

Los reporteros necesitan al menos una semana de anticipación para poder asistir a un evento especial, preferiblemente dos semanas. Después de enviar su nota de prensa haga una llamada telefónica para confirmar su recepción. No tenga miedo de llamar un día antes del evento para confirmar la asistencia del medio.

### Planificando su Evento

Una buena hora para comenzar a realizar cualquier evento es después de las 10:00 am. Asegúrese de que el lugar esté lleno o muy concurrido antes de abrir el espacio para las cámaras y micrófonos. Verifique con anticipación si los medios de comunicación necesitan acceso a corriente eléctrica o si tienen algún otro requerimiento especial. Cuando un reportero llegue al evento asegúrese de que haya alguien encargado de recibirlo y presentarlo al director, profesor GLOBE, estudiantes y a cualquier otra persona importante que se encuentre en el público. Prepare un paquete de información para la prensa que se pueda entregar a cada reportero. Asegúrese de incluir en este paquete una copia de la nota de prensa, folletos con información general acerca de GLOBE, una copia de la agenda del evento y cualquier otro material que ayude a describir las actividades que realiza con GLOBE.

### Seguimiento

Después de la visita de los medios a su escuela GLOBE, llámelos para asegurarse de que ellos tienen toda la información necesaria, si es que hay inexactitudes significantes en la historia, trate de corregir los errores muy diplomáticamente.

Figura TK-1: Ejemplo de una Historia GLOBE Publicada en el Periódico.

**Students collect data for GLOBE program**

By MARY BARKER  
Chronicle staff writer

An elementary science program in Grand Haven schools not only teaches students valuable research methods, it also has them providing science data being used around the world by scientists studying the environment.

Griffin Elementary sixth-grade science teacher Roberta Cramer was the first to put her students to work measuring longitude, latitude and elevation with a Global Positioning System device, which uses relays from satellites in orbit above the earth.

The Global Learning and Observations to Benefit the Environment program, or GLOBE, is a hands-on project where students work under the guidance of GLOBE-trained teachers to make environmental observations and measurements and report them to a central processing facility.

Cramer's students record minimum, maximum and average daily temperatures 11 a.m. each day. The students also take note of the cloud cover and precipitation at that time. Water temperatures and acidity also are analyzed. The information is then sent through the Internet information highway to educators and scientists all over the world who are studying the environment.

Global images generated from the data are sent back to students for study.

Cramer said scientists for years have been retrieving information about the environment from satellite photographs. The data being collected by students around the world is being used as a way to verify the accuracy of the satellite images.

"The bottom line is students are learning science research, which is basically simple. It's a matter of accuracy and collecting data over a long period of time," Cramer said.

"This is a hands-on activity with far-reaching implications for scientists all over the world," Cramer said. "It isn't often that kids are doing science that will be used by other scientists. That is what makes this program unique."

Before they could get down to the business of collecting information and sending it around the globe, students at Griffin Elementary spent a lot of time choosing a research site to locate the weather station built and donated by Rick Puller, a Griffin Elementary parent.

Science methodology was introduced while choosing the site with a grid system approach to rating potential locations based on a variety of criteria.

"They were asked to document their method of choosing a site and to reflect in writing on how and why they chose the site," Cramer said.

In the fall, while waiting for the measuring equipment to arrive, students learned about cloud cover and maintained a science journal. Accuracy in recording observations was stressed, Cramer said.

The special Global Positioning System device will travel to Roy's Mound, Ferry, Central, Robinson and Peach Plains elementary as well as the Junior High School and Community Education, where students will collect similar information and send it off to scientists.

Students at various elementary levels will participate. For example, second-graders can measure air temperatures and fifth-graders can sample local plants and animal life; first-graders will record cloud cover and sixth-graders will analyze water quality.

From there the device will be sent to another district until next year when Grand Haven students will repeat their effort at being part of the global picture.

GLOBE is managed by a team of agencies headed by the National Oceanic and Atmospheric Administration. Other agencies are the National Aeronautics and Space Administration, the National Science Foundation, the Environmental Protection Agency and the Departments of Education and State.

The leadership also includes the Office of Environmental Policy and the Office of Science and Technology Policy in the President's Executive Office.

Usado con el permiso de The Chronicle, Grand Haven, MI.

Figura TK-2: Ejemplo de una Historia GLOBE Publicada en el Periódico.

## Project spurs student growth

By Edward Patenaude  
Telegram & Gazette Staff

**DUDLEY** — A hands-on program that joins students, educators, and scientists in studying the global environment is a big hit with ninth-graders at Shepherd Hill Regional High School.

"I call it real science," says lead teacher Anthony H. Surozenski. "We've made a three-year commitment."

The science department at the district high school is providing day-by-day weather and related information for scientists affiliated with Global Learning and Observations to Benefit the Environment in Boulder, Co.

While students in Surozenski's ninth-grade science class are doing most of the work, checking information at a weather station, a soil moisture reading site, and a hydrology location, the program is open to the community. "We could use some help on weekends and during vacations," Surozenski says.

The weather and soil stations are on the Shepherd Hill campus, and water readings are made near a culvert connecting Mosquito and Wallace ponds on Dudley-Oxford Road, about a mile from the school.

**"WE'RE NOT ALONE"**

"It does not take very long to learn what has to be done nor does it take long to do the actual recording of data," said Surozenski, calling for assistance because readings must be taken between 11 a.m. and noon every day of the year.

"We've been working with this program since April," Surozenski said. "We're not alone. There are 1,600 (schools) in the United States and other countries gathering information so scientists can get a better understanding of the environment."

Students in last year's freshman science class walked the hilltop campus, identifying areas that might be used for ongoing weather and moisture readings and biometrics, the statistical study of biological data.

Information is forwarded via the Internet to Boulder, where it can be accessed by research scientists. Shepherd Hill readings are fixed to a 15-kilometer square that covers a region from Webster Lake westerly to the Quinebaug River, and includes most of the ponds, and a lot of woodlands and open areas in Dudley. The information is matched to reports from other schools and locations in the program. It is anticipated that data will improve understanding of the earth.

Students have established a land cover site near a corner of the Dudley-Oxford Road school. They recently checked tree leaf growth above a given section to determine the amount of sunlight that reaches the ground. The tests will record plant growth through the four seasons.

The Shepherd Hill program has been mostly outside to date, but it will become an in-class activity as the weather turns cold, Surozenski said. While important and part of the process, field readings will be limited. "We'll be into the computer end of it when we can't get outside."

The program has been well accepted by the school's science classes, Surozenski says. There's a sense of accomplishment, the knowledge by students that activities will improve understanding of the planet. There's generally interesting information to share, according to Surozenski. For example, more than 3 inches of rain fell Oct. 21, and tests of water quality in the town ponds has generally been within acceptable

Although a ninth grade study, the volunteer aspect of the study is open to anyone in the community. There were a few gaps in the summer 1996 readings, but scout groups and others came to the fore, Surozenski said.

Debra Warns and her two sons, Christopher, a fifth-grader, and Jonathan, a fourth-grader, assumed responsibility for readings through the second week in July. Her husband, Kurt, is the leader of a Cub Scout pack just getting reorganized and Surozenski sought help, Debra Warns said. "He ended up with us," she said. "We enjoyed going up there."

**"HANDS-ON APPROACH"**

Surozenski and about 20 students were in a wooded section behind the school yesterday afternoon. The ninth-graders, mostly from the Charlton side of the two-town district, said the Globe science project offers a hands-on approach to science.

"It is a lot of fun because the information can be used in so many great ways," Tony Almeida said.

Enthusiasm for the project has brought Almeida to school on weekends, Surozenski said. Almeida and his parents, Sandra and Joseph A. Jr., are among the volunteers who visit the Dudley-Oxford Road campus when the school is closed.

Science is interesting but the outdoor sessions add a dimension to the school day, Jessica Beesley said. Zoe Ferris offered a similar note. Besides this, good grades are likely, she predicted.

"It's hands-on experience, not like sitting in a classroom," Andrea Hardier said while drawing measurements on a form.



Edward Fox, 14, measures the height of a tree outside Shepherd Hill with a clinometer.

Usado con el permiso de Telegram & Gazette, Worcester, MA.

### Escribiendo una Nota de Prensa GLOBE

Para tener una buena nota de prensa es importante responder cinco preguntas básicas: Quién, Qué, Cuándo, Dónde y Por qué. Si es posible una sexta, Cómo. Es importante cubrir estos aspectos en las dos primeras oraciones. Use palabras y frases cortas en párrafos breves. Usualmente dos oraciones hacen un buen párrafo en una nota de prensa. Cada nota de prensa puede abarcar una o dos páginas mecanografiadas en un medio de comunicación escrito.

#### Recuerde

- Brinde siempre la fecha exacta, la hora y el lugar del evento, incluyendo la dirección del lugar en el que la prensa puede estacionar su auto y cualquier información específica acerca de la entrada.

- Brinde al menos dos o tres oraciones que describan de manera general el Programa GLOBE, incluyendo información acerca del número de escuelas y países involucrados (mire la página web de GLOBE [www.globe.gov](http://www.globe.gov) para actualizar esta información)
- Verifique que cada aspecto de su nota de prensa sea exacto. Nunca suponga fechas, horas, lugares u ortografía de los nombres.
- Escriba el nombre de la persona de contacto de la escuela y el número telefónico, en la esquina superior de la nota de prensa e imprímala en papel membretado de la escuela.

Figura TK-3: Ejemplo de una Nota de Prensa.

<b>NOTA DE PRENSA</b>
Persona de Contacto Número Telefónico Correo Electrónico Centro Educativo
<b>ESTUDIANTES DE LA LOCALIDAD AYUDAN A LOS INVESTIGADORES DEL MUNDO A COLECTAR DATOS CIENTÍFICOS</b>
Estudiantes de <b>(Nombre de la Escuela)</b> se han unido a una red internacional de jóvenes que hacen evaluaciones científicas del Sistema Tierra y que comparten sus observaciones con otros estudiantes y científicos alrededor del mundo, usando el desarrollado estado del arte de los sistemas tecnológicos.
<b>(Nombre de la Escuela)</b> es parte del Programa GLOBE, una sociedad internacional de ciencias del ambiente y la educación. A través de este Programa los estudiantes están contribuyendo a mejorar la comprensión del planeta, haciendo observaciones científicas en miles de lugares alrededor del mundo y compartiendo su información a través de Internet.
<b>(Nombre del Profesor)</b> participó en un taller con científicos y educadores GLOBE para capacitarse en los procedimientos para hacer las mediciones adecuadas y para aprender a utilizar el sistema tecnológico que usa GLOBE.
<b>(Inserte un comentario del Profesor GLOBE)</b>
Los estudiantes seleccionarán un sitio de estudio cerca de la Centro Educativo en el que tomarán mediciones regulares de varias características atmosféricas, hidrológicas, biológicas y geológicas del ambiente. Entonces enviarán sus resultados, a través del Internet, al procesador de datos GLOBE. La información que ellos colecten será combinada con la que reportan otras escuelas GLOBE alrededor del mundo y con otras fuentes científicas, tales como imágenes satelitales, para crear imágenes dinámicas de la Tierra, en línea. Los datos de los estudiantes GLOBE están disponibles para el público en general en la siguiente página Web. <a href="http://www.globe.gov">www.globe.gov</a> .
El Programa GLOBE es apoyado y coordinado conjuntamente por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA) y la Fundación Nacional de Ciencia de los Estados Unidos, contando también con el apoyo del Departamento de Estado de los Estados Unidos. GLOBE es operado en nombre de la NASA por la Corporación Universitaria para la Investigación Atmosférica <b>(Inserte: Localmente, las actividades GLOBE son apoyadas por ...)</b>
Para mayor información contacte a <b>(Inserte el Nombre del Profesor GLOBE y el número telefónico de contacto).</b>

# Introducción al Sensoramiento Remoto

## **Introducción**

Todos nosotros percibimos el ambiente con nuestros sentidos. Algunos de éstos requieren estar en contacto con lo que están percibiendo - tocamos y saboreamos, mientras que otros nos permiten percibir objetos a distancia - vemos y oímos. En este segundo caso, estamos percibiendo objetos o fenómenos que están lejos de nuestros ojos u oídos, en otras palabras, estamos haciendo sensoramiento remoto o teledetección. Usando un microscopio, un telescopio, una cámara, una filmadora, un micrófono, un amplificador y la televisión, expandimos nuestras capacidades de sensoramiento remoto. Estas tecnologías nos permiten ver más lejos y percibir detalles más finos que sólo usando nuestros sentidos.

Nuestras capacidades de sensoramiento remoto vienen en un completo paquete móvil, con una fuente de energía y facilidades para procesar y almacenar datos (nosotros). Volteamos la cabeza para mirar en diferentes direcciones, nos movemos para lograr tener una mejor visión o para oír más claramente. Siempre tomamos decisiones basándonos en lo que percibimos y recordamos las imágenes y los sonidos captados. Para ver mejor el ambiente que nos rodea, podemos subir una ladera, trepar un árbol o a cualquier lugar alto, esto nos permitirá tener una imagen más amplia de nuestro entorno. Hasta la aparición de los globos de aire caliente en el último siglo, estas fueron las únicas formas para que los humanos captáramos la Tierra de la forma en la que lo hacen las aves. Con la invención de las cámaras, a mediados de 1800, las personas comenzaron a hacer fotografías aéreas desde los globos aerostáticos. Una de las primeras fotografías aéreas fue la de Boston, Massachusetts, Estados Unidos en 1860 a 1200 pies sobre la ciudad. ¡Una fotografía particularmente intrigante fue tomada en 1906 durante el terremoto e incendio de San Francisco, usando para ello un arreglo de 17 cometas amarrados a un bote anclado en la Bahía de San Francisco!

Antes de 1960, los sistemas de sensoramiento remoto más usados estuvieron basados en una cámara, aunque ya se habían desarrollado la

película infrarroja y el radar que fueron usados durante la Segunda Guerra Mundial. El sensoramiento remoto espacial empezó en 1960 con el lanzamiento del Primer Satélite de Televisión de Observación Infrarroja (TIROS I). La serie de satélites TIROS se enfocó inicialmente en brindar imágenes de las nubes, y fueron los predecesores de los actuales satélites atmosféricos de órbita polar de la Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica (NOAA). El primer satélite de sensoramiento remoto enfocado en la superficie de la tierra fue el Satélite de Tecnología de Recursos de la Tierra (ERTS I), lanzado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) en julio de 1972. Más adelante este satélite fue llamado Landsat 1 y llegó a ser el primero de la serie de satélites Landsat diseñados para retratar y mapear las características de la superficie de la Tierra. Hoy hay docenas de satélites ambientales que han sido lanzados y son operados por varios países y organizaciones multinacionales.

Inicialmente, los costos asociados con esas tecnologías restringieron su uso a algunos gobiernos y a organizaciones privadas. Recientemente, la tecnología desarrollada con las computadoras y la proliferación de satélites de muchos países han abierto esta frontera a las personas en cualquier lugar. Ahora, universidades, colegios, empresas, grupos ambientales y aún personas individuales hacen uso de la tecnología satelital de sensoramiento remoto.

Varias imágenes derivadas de la tecnología de sensoramiento remoto aparecen a lo largo de esta guía. Algunas lucen como fotografías- de hecho algunas son fotografías. La Canica Azul (Blue Marble), quizás la más famosa imagen de la Tierra desde el espacio, es una fotografía tomada por los astronautas del Apolo 17 en su viaje a la luna, en diciembre de 1972. Vea la figura TK4. Otras imágenes pueden lucir como pinturas abstractas. Hoy la mayoría de imágenes de sensoramiento remoto no son fotografías; sino imágenes digitales captadas por detectores y que son convertidas a números, transmitidas, almacenadas y mostradas en las computadoras. Los instrumentos de sensoramiento remoto de Landsat producen este tipo de imagen digital. Cuando es posible, cada escuela GLOBE recibe una imagen de su sitio de estudio GLOBE, tomada desde un satélite Landsat por un instrumento llamado Mapeador Temático (TM, por sus iniciales en inglés).

*Figura TK-4: La Canica Azul – Fotografía tomada por el Apolo 17, diciembre de 1972*

---



Fuente: NASA



**¿Qué Propiedades del Sitio de Estudio GLOBE Evalúa el Mapeador Temático?**

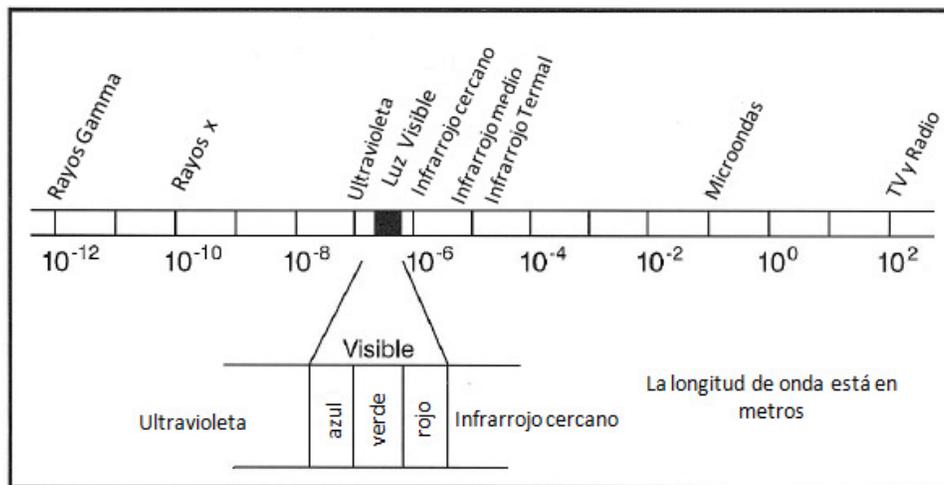
Los sensores del Mapeador Temático (TM) registran la luz visible e infrarroja (IR) del sol que se refleja desde la Tierra hacia el espacio. El Mapeador Temático también incluye sensores que detectan la radiación IR o la luz que es emitida por la Tierra, pero estas capacidades del TM no se usan en GLOBE.

La luz visible es la radiación electromagnética u ondas de luz que pueden ser detectadas por nuestros ojos. Se ha dicho que el ojo humano nos brinda cerca del 90% de la información que recibimos acerca de nuestro ambiente. La luz visible, sin embargo, es sólo una pequeña parte de la radiación electromagnética. Vea la Figura TK-5. Esta radiación forma un espectro continuo en el cual las ondas son caracterizadas por su longitud. Las longitudes de onda se miden comúnmente en una o

dos unidades, el micrón (micrómetro,  $\mu\text{m}$ ), donde  $1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$  (0.000001 m), o el nanómetro (nm) donde  $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$  (0.000000001 m). Las longitudes de onda más cortas están asociadas con los rayos gamma, cuyas longitudes son aproximadamente de  $10^{-6} \mu\text{m}$ , mientras que las ondas que se encuentran al final de la escala, las de radio y TV, tienen una longitud de  $10^8 \mu\text{m}$  (=100 meters). La luz visible se encuentra aproximadamente al medio de este espectro, siendo la luz violeta la que tiene la menor longitud de onda y la luz roja la más larga. Medida en nanómetros, la longitud de onda de la luz visible tiene un rango de 400 nm para la luz violeta a 700 nm para la luz roja.

A cualquier lado de la banda de luz visible hay otras longitudes de onda, cuyos valores son importantes en el sensoramiento remoto. Longitudes de onda más largas que la luz visible son las tres bandas del infrarrojo cercano, el infrarrojo medio y el termal.

Figura TK-5: Longitudes de Onda de la Radiación Electromagnética



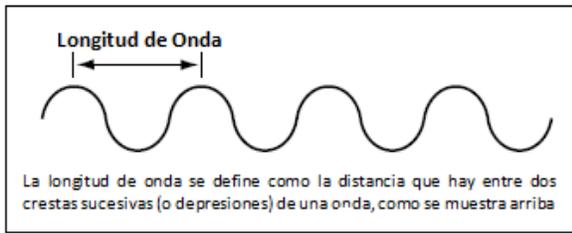
Fuente: GLOBE

**Longitudes de onda de la Luz Visible:**

- Luz visible azul:  $4.5 \times 10^{-7}$  metros
- Luz visible verde:  $5.5 \times 10^{-7}$  metros
- Luz visible roja:  $6.5 \times 10^{-7}$  metros

Las longitudes de onda etiquetadas en el diagrama del espectro electromagnético están en el centro de un rango (o banda) de longitudes de onda de un determinado tipo. Los tipos de ondas no están separados claramente. Piense en un arco iris con sus bandas de luz roja, naranja, amarilla, verde, azul y violeta. Los colores de las ondas de luz visible se combinan con otros. Para nuestro propósito usaremos las longitudes de onda etiquetadas (centro del rango) en el diagrama.

Figura TK-6: Longitud de Onda

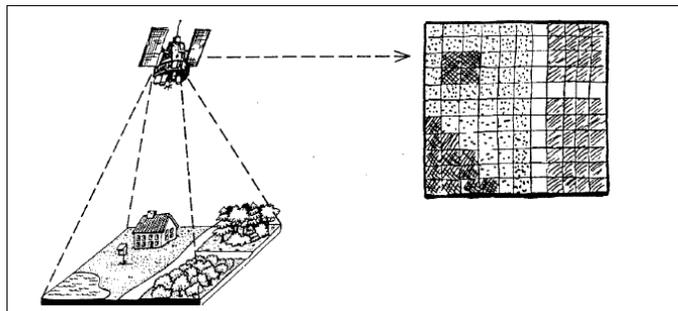


Cuando piense en la longitud de onda de la radiación, puede pensar en las olas del mar. Las longitudes de onda son medidas desde la cresta de una onda a la cresta de la siguiente. Piense en las olas que ha visto sobre los lagos o el mar. ¿Cuán distantes estaban las crestas de estas?

La imagen del Sitio de Estudio GLOBE se brinda en tres bandas visibles del TM (azul, verde, y rojo), una banda de Infrarrojo cercano y una de sus dos bandas de Infrarrojo medio. Estos datos visibles e infrarrojos son usados para evaluar la extensión y salud de las cosechas, los bosques y otras formas de cobertura vegetal.

En cada banda el TM mide la intensidad de luz que alcanza su detector desde un lugar específico de la Tierra, y registra esta intensidad como un número comprendido entre el rango de 0 a 255. El sistema cuantitativo binario o de base 2, requiere de 8 dígitos contar hasta 255 y cada dígito binario se refiere a un bit, el TM brinda datos de 8 bits. Los detectores ópticos del TM fueron construidos para captar imágenes a 705 Km de altura, en la órbita del Landsat. El lugar específico que refleja la luz en un detector individual es de 30 m por 30 m sobre la superficie de la Tierra. Por esta razón el TM se

Figura TK-7: Paisaje Cuadrulado



Esta imagen representa cómo un satélite ve la cobertura de la Tierra, como un grupo de unidades de igual tamaño colocadas sobre un lugar determinado. Cada unidad es llamada pixel. Fuente Jan Smolik 1996 TEREZA Asociación para la Educación Ambiental, República Checa.

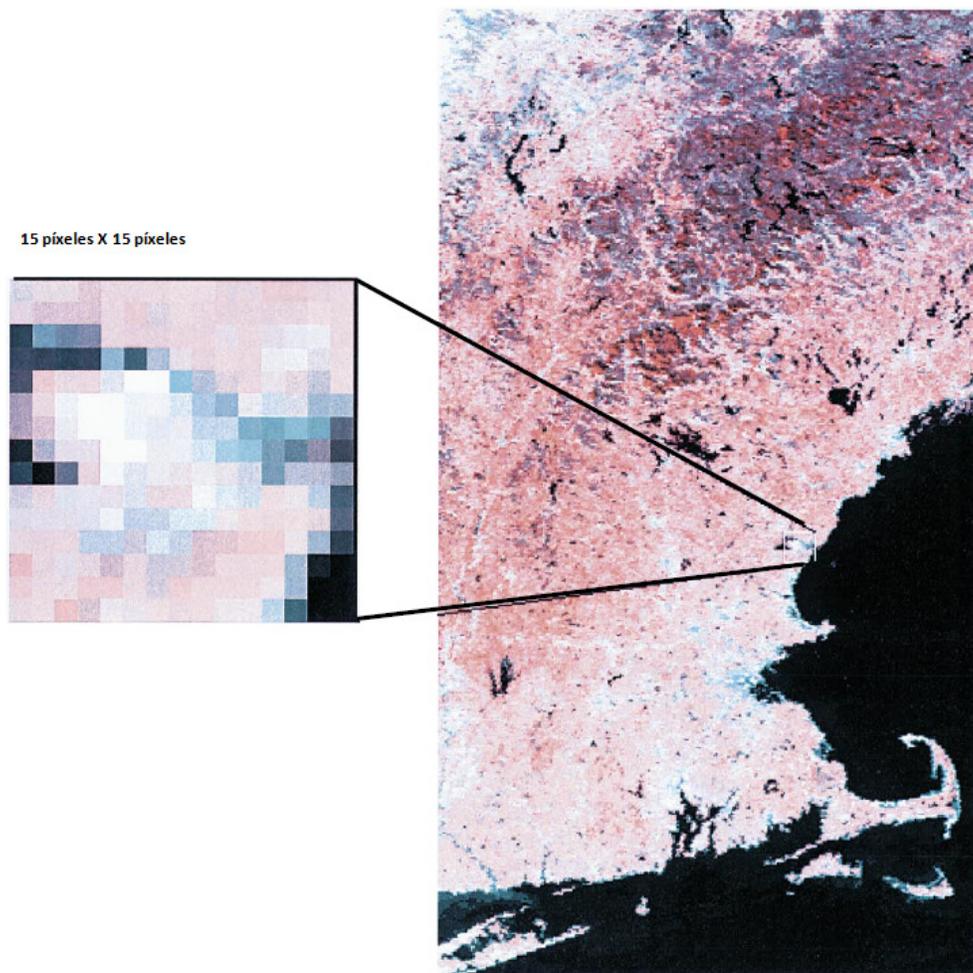
describe como poseedor de una resolución espacial de 30 m. Los objetos de la superficie que son más pequeños de 30 m son promediados con su entorno y no pueden ser vistos directamente en una imagen de TM.

## Imágenes Satelitales

La imagen de un área extensa de la superficie de la Tierra puede producirse reuniendo las intensidades medidas de muchas áreas adyacentes de 30 m por 30 m. Si usted mira imágenes en una computadora, una pantalla de televisión, o las figuras de un periódico, o de una revista de historietas a través de una lupa, podrá ver pequeños puntos individuales de color. Nuestros ojos normalmente ven esta serie de puntos como una imagen continua. Cada uno de estos puntos es un elemento de la figura o pixel. Para producir una imagen digital usando datos del TM, una computadora usa cada valor de intensidad para determinar el brillo de un pixel en su pantalla. Cada pixel en una imagen de la pantalla de una computadora corresponde a un lugar en particular sobre la Tierra. Este concepto puede ser observado cuando uno hace zoom o amplía una imagen digital para verla con más detalles.. Vea la Figura TK-8

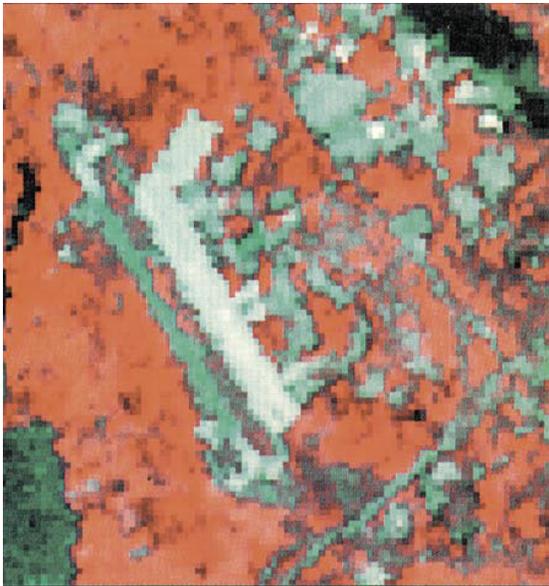
Las Figuras TK- 9 a la TK-12 muestran varias imágenes satelitales de aproximadamente la misma área, el Pease International Tradeport en Portsmouth, New Hampshire, USA, a diferente resolución espacial para demostrar el efecto del tamaño del pixel en la calidad de la imagen.

Figura TK-8: Imagen AVHRR



Fuente: NASA

Una imagen en falso color infrarrojo de Nueva Inglaterra, captada por el sensor del Radiómetro Avanzado de Alta Resolución (AVHRR), que se encuentra en el satélite de órbita polar de la NOAA. Cada pixel en esta escena es aproximadamente de 1.1 km de lado. La sección agrandada muestra un área de 15 píxeles por 15 píxeles, que representa el tamaño de un sitio de estudio GLOBE en el que se incluye la misma sección de Portsmouth, NH de la figura TK-9 a la TK-12. Los píxeles más luminosos en esta sección agrandada representan la pista de aterrizaje y el área para estacionar los vehículos de servicio.



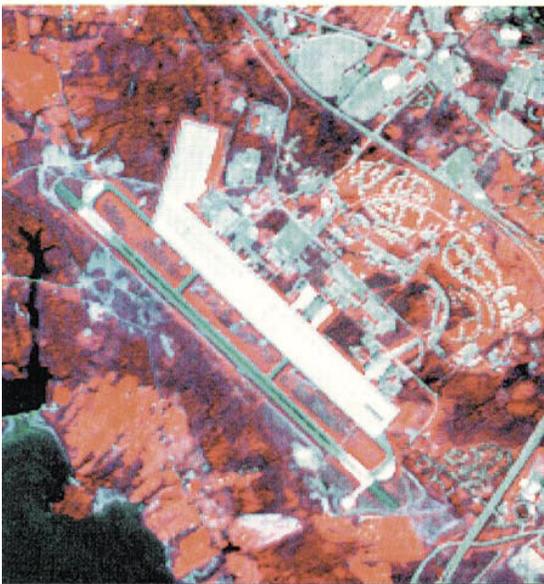
**Landsat Multispectral Scanner – 80m pixel**



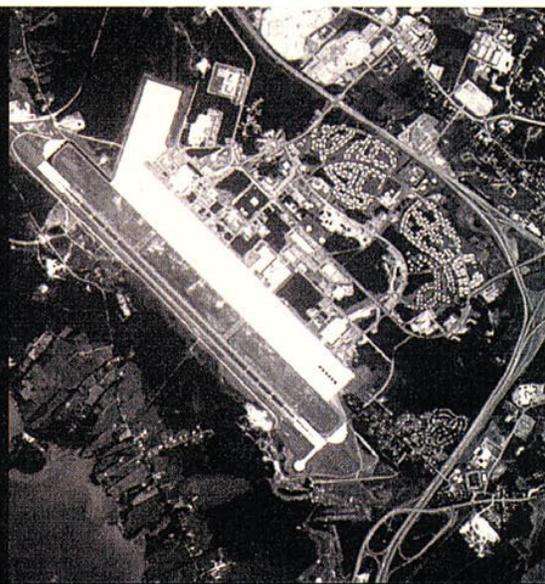
**Landsat Thematic Mapper – 30m pixel**

Figura TK-9 Esta imagen Landsat del Mapeador Temático muestra la misma área de la Figura TK-8 con 80 m de resolución con el Escáner Multiespectral, que se encuentra en los primeros cinco satélites Landsat. En esta imagen se ve el área de parqueo, pero pocos otros detalles del suelo son visibles.

Figura TK-10 Imagen del Mapeador Temático Landsat de la misma área de la figura TK-8 y TK-9 con una resolución de 30 m. en la que se pueden ver los principales caminos. Esta imagen tiene suficiente resolución para ver cosas tan pequeñas como una casa. Este tipo de imágenes son las favoritas para muchos tipos de estudios ambientales debido a que tienen alta resolución espacial y espectral.



**SPOT Multispectral Scanner – 20m pixel**



**SPOT Panchromatic Band – 10m pixel**

Figura TK-11  
Pease, N.H. a 20 m de resolución del Escáner Multiespectral del satélite francés SPOT. En esta imagen, se pueden ver caminos secundarios y algunas otras estructuras.

Figura TK-12  
Pease, N.H. a 10 m de resolución del sensor Pancromático del satélite francés SPOT.

Fuente : Usado con el permiso del Earth Day Forest Watch Program, Universidad de New Hampshire, Dr. Barry Rock y Mr. Gary Lauten



*Figura TK- 13. Porción de agua y tierra de Camberra, Australia, visto sólo en la banda de infrarrojo cercano. Note que el agua aparece negra. Fuente: Centro de Datos EROS*

Cuando el tamaño de un píxel disminuye, la cantidad de información necesaria para construir una imagen del mismo tamaño se incrementa. Limitaciones en la capacidad de almacenamiento de las computadoras puede hacer que no sea práctico usar imágenes de alta resolución cuando se estudian áreas muy grandes. Por lo tanto, es importante tener en cuenta el tipo de satélite o sensor remoto que se va a usar cuando se plantea una investigación. Para GLOBE el tamaño de píxel de 30 m por 30 m del Lansat es el más apropiado. Con este tamaño de píxel, el área de 15 km por 15 km de un Sitio de Estudio GLOBE puede ser cubierta con una imagen de 512 píxeles por 512 píxeles. Almacenar cada banda del TM de esta imagen requiere 256 Kbytes de memoria, de este modo cinco bandas encajan perfectamente en un disco flexible.

Nuestros ojos pueden ver tanto a color como en blanco y negro. Si sólo se usa una banda del TM para construir una imagen, ésta puede ser completamente representada usando 256 matices diferentes de gris, que nuestros ojos perciben como diferentes intensidades de brillo. Vea las figuras TK-12y TK-13. El rango completo de colores que nosotros vemos puede producirse combinando la luz de tres colores diferentes; por ejemplo rojo, verde y azul en una pantalla de computadora o amarillo, rojo y azul cuando se mezclan pinturas. Vea la Figura TK-14. En la pantalla de la computadora o en una imagen impresa, cada píxel se produce por una combinación de rojo, verde y azul. Esto nos permite ver imágenes de tres bandas diferentes del TM simultáneamente. Si dejamos que la intensidad de la banda roja del TM determine la cantidad de rojo en el píxel correspondiente, la banda verde

determinará la cantidad de verde y la banda azul la cantidad de azul; la imagen resultante sería lo que nuestros ojos verían al observar la superficie de la Tierra y recibe el nombre de imagen visible o imagen en color verdadero. Alternativamente, la porción de rojo de cada píxel puede ser determinada por la intensidad de la luz infrarroja cercana detectada por el TM, el verde determinado por la intensidad de la luz roja y el azul determinado por la intensidad de la luz verde para producir una imagen en falso color infrarrojo, que corresponde a la imagen que se logra con una cámara de sensor infrarrojo. La Figura TK- 15 muestra una imagen de la tierra y agua en un área de Praga en República Checa. Otras combinaciones de bandas también son posibles, en cada caso estamos limitados por la capacidad de nuestros ojos para ver al menos tres bandas del TM en una sola imagen.

### **Patrones Espectrales**

Consideremos lo que significan los diferentes colores. Cuando la luz blanca (que contiene todos los colores) cae sobre un objeto, algunos de los colores son absorbidos y otros son reflejados. Por ejemplo, un objeto que parece rojo está reflejando la luz roja mientras absorbe todos los otros colores. Vea la Figura TK-16. Si toda la luz incidente se refleja, el objeto aparece blanco, mientras que si toda la luz es absorbida, el objeto aparece negro.

La clave para interpretar los datos multispectrales es comprender las propiedades de reflejar la luz de diferentes superficies u objetos vistos por un sensor. La tendencia de un objeto para reflejar o absorber la radiación solar a diferentes longitudes de onda da lugar a su patrón espectral. Vea la Figura TK-14. Así como una persona puede ser identificada por su fotografía, los patrones espectrales y espaciales pueden ser combinados para identificar un objeto percibido remotamente, o alguna característica de la superficie. Podemos predecir los patrones espectrales de los objetos dentro del rango de la luz visible, ya que ésta es la región espectral que vemos. Por ejemplo, podríamos predecir que el océano tiene una alta reflexión en el espectro de la banda azul y esta es la razón por la que aparece azul en una imagen visible, ya que la mayoría de la luz que entra en el océano es absorbida, mientras que sólo la luz azul es reflejada. Esperaríamos que la vegetación tenga una alta reflexión del verde porque las hojas son verdes.

El TM no se limita sólo a detectar el rango visible. Los científicos han aprendido a interpretar los patrones de reflexión de la luz que están fuera de la región espectral visible, y en muchos casos, es esta información invisible la que cuenta para poder interpretar imágenes multiespectrales. La radiación del infrarrojo cercano es casi completamente absorbida por el agua, mientras que la tierra, y particularmente la vegetación, tienen alta reflexión en la región del Infrarrojo cercano. Así, las bandas del Infrarrojo cercano son útiles para diferenciar la tierra del agua. Adicionalmente, las bandas del infrarrojo cercano sirven para localizar e identificar diferentes especies de vegetación y para determinar si las plantas se encuentran saludables o enfermas. Las bandas del infrarrojo medio son sensibles al contenido de humedad y por lo tanto son útiles en estudios de vegetación.

### **Órbitas Satelitales e Instrumentos. Tiempo y Frecuencia de Observación**

Otro aspecto importante del sensoramiento remoto satelital es la frecuencia de cobertura, esto se refiere a con cuánta frecuencia pasan los satélites sobre un lugar de la superficie de la Tierra, lo cual es determinado por la órbita de los satélites y la amplitud del área de la superficie terrestre. A mayor

altitud de la órbita, mayor es el tiempo que requiere un satélite para orbitar la Tierra. Como regla general, cuanto más pequeño el tamaño de un pixel en un instrumento de sensoramiento remoto, más estrecho es su campo de observación. La órbita del Landsat y la imagen más amplia del TM fueron escogidas para brindar una cobertura de cada lugar de la superficie de la Tierra al menos una vez cada 16 días (excepto de pequeñas regiones alrededor de los polos que nunca fueron registrados)

La órbita también se eligió de tal manera de que Landsat siempre pase a la misma hora local cada día. En el Ecuador esta hora es cerca de las 9:45 am. Tales órbitas son llamadas sol - sincronas. Los ángulos solares, sombras y otros efectos visibles en las imágenes del TM permanecen similares o varían lentamente de manera predecible.

A medida de que la Tierra avanza hacia las estaciones, la reflexión de la superficie de la tierra cambia, principalmente debido a cambios en la vegetación y la distribución de nieve y hielo en el mar. Los cambios en la vegetación ocurren lentamente como resultado de cambios estacionales en plantas deciduas y la cantidad de humedad disponible para las plantas de acuerdo a patrones de precipitación estacional.

Figura TK-14: Reflexión de Algunos Objetos

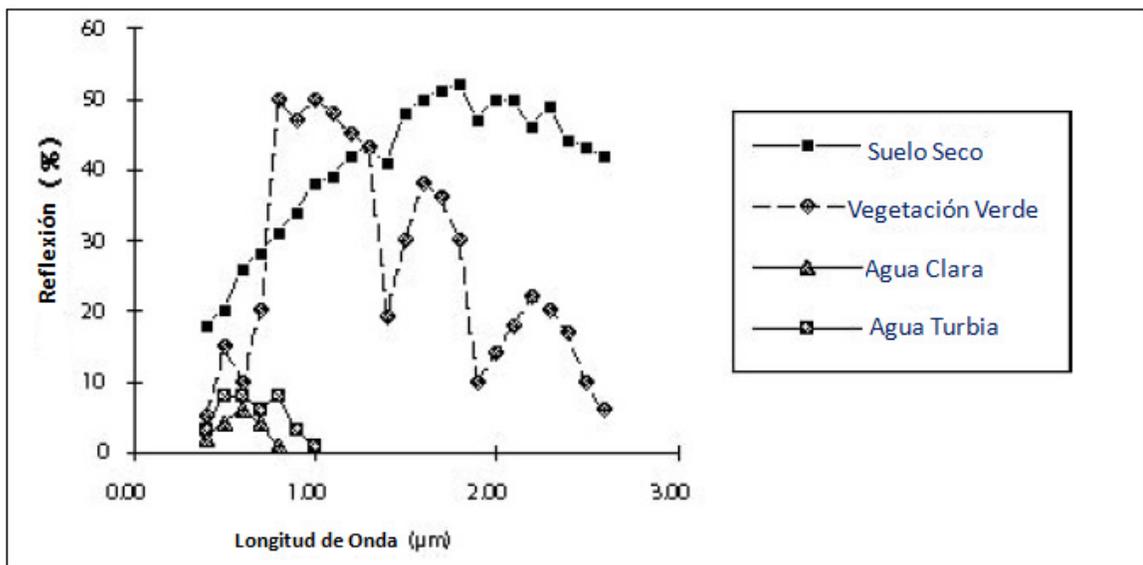


Figura TK – 15: Imagen en Falso Color de Praga.

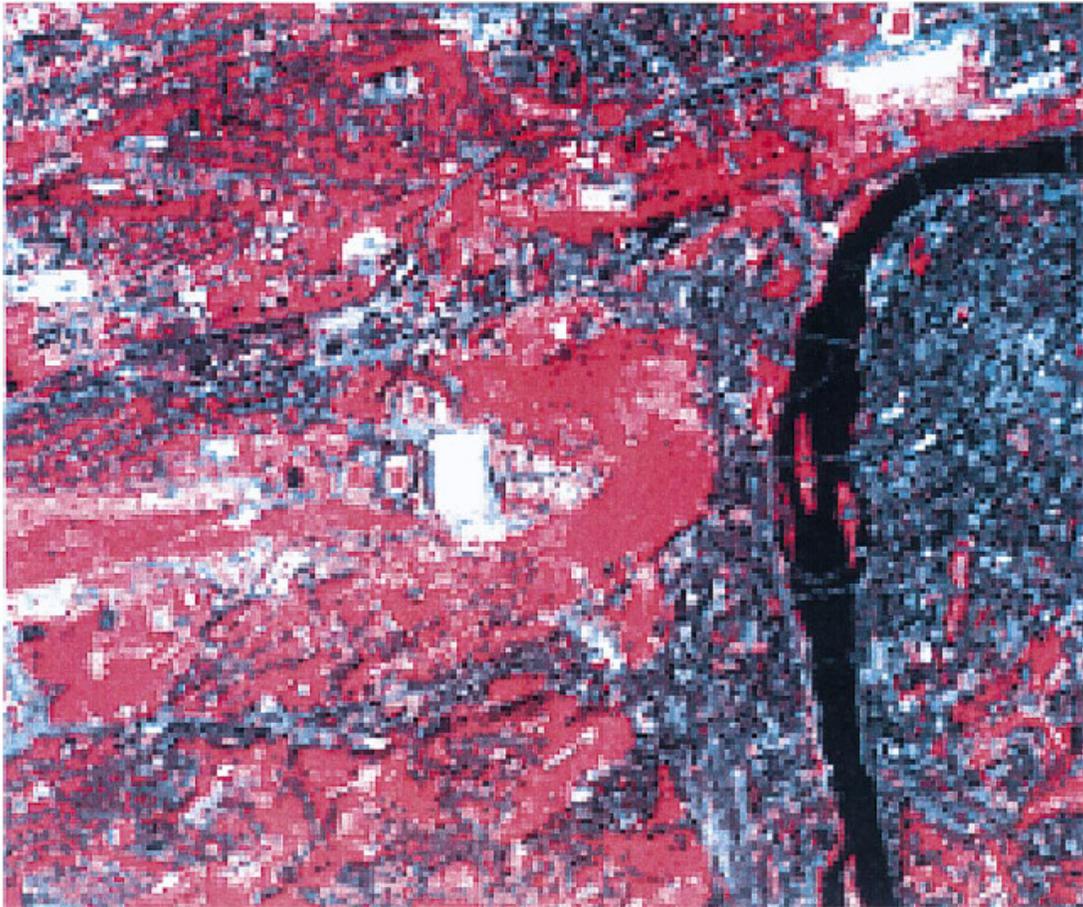
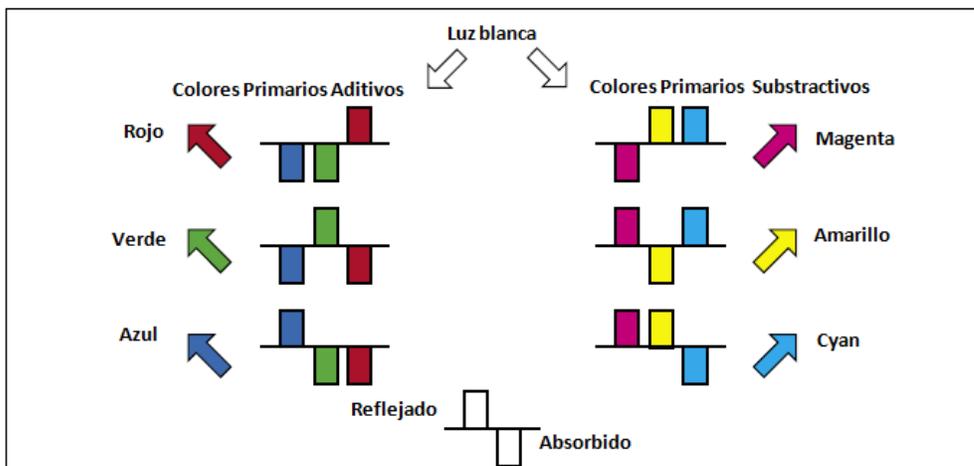


Figura TK-16: Visualización de los Colores Primarios Aditivos y Substractivos



Colores Aditivos Primarios y Secundarios se producen cuando los objetos absorben y reflejan diferentes combinaciones de los colores que se encuentran en la luz blanca. Fuente: GLOBE



# Mediciones GLOBE y sus Instrumentos.

Las mediciones ambientales de GLOBE se hacen en cinco áreas de estudio: Atmósfera / Clima, Hidrología, Cobertura Terrestre/ Biología, Suelos, y Fenología. Las páginas siguientes resumen las actuales especificaciones para los instrumentos. Las mediciones e instrumentos de GLOBE son diferenciados por el nivel de destreza de los estudiantes.

Mediciones	Instrumento	Nivel de Destreza
<b>Atmósfera/Clima</b>		
Cobertura/Tipo de Nubes y Estelas de Vapor	Cuadro de nubes	Todos
Aerosoles	Fotómetro solar y voltímetro digital	Medio , Secundario
Vapor de Agua	Instrumentos para medir vapor de agua GLOBE/GIFTS	Medio Secundario
Presión Barométrica *	Barómetro o altímetro aneroide, o barómetro digital	Todos
Humedad Relativa	Higrómetro digital	Todos
	Termómetro (de calibración, de máxima o mínima) Psicrómetro giratorio, caseta meteorológica y termómetro de calibración	Todos
Precipitación, Líquida	Pluviómetro	Todos
Precipitación, Sólida	Receptor de nieve, pluviómetro, poste de profundidad de nieve	Todos
pH de la Precipitación	Papel indicador de pH	Primario
	pH metro, 3 buffers o tampones de pH (7, 4 y 10)	Medio, Secundario
Protocolo de Temperatura Máxima/Mínima Digital del Aire y del Suelo Multi - Día	Termómetro de temperatura máxima/mínima digital multi - día, termómetro de calibración, geotermómetro (termómetro para el suelo), caseta meteorológica	Todos
Temperatura del Aire, Máxima/ Mínima y Actual	Termómetro de máximas y mínimas. Termómetro de calibración. Caseta meteorológica.	Todos

\*Vea la versión completa de la Guía del Profesor, disponible en versión electrónica, en el Sitio Web GLOBE y en CD ROM

<b>Mediciones</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Nivel de Destreza</b>
Temperatura Superficial	Termómetro infrarrojo (IRT)	Medio, Secundario
Ozono Superficial	Escáner de la Tira de prueba de ozono, tiras de prueba química de ozono, estación para medir ozono, bolsas con cierre o con sellador hermético, anemómetro	Todos
Protocolos de Estación Automática del Tiempo*	Estación Meteorológica con registro de datos vinculados a una computadora adecuada, termómetro de calibración y pluviómetro.	Medio, Secundario
<b>Hidrología</b>		
Transparencia - Únicamente sitios de aguas profundas.	Disco Secchi, 5 m de sogá	Todos
Transparencia. Agua Superficial	Tubo de turbiedad	Todos
Temperatura del Agua	Termómetro orgánico lleno de líquido	Todos
Oxígeno Disuelto	Equipo de Oxígeno Disuelto	Medio, Secundario
pH del Agua	Papel indicador de pH	Primaria
	pH metro, 3 buffers o tampones de pH (7, 4 y 10)	Medio, Secundario
Conductividad Eléctrica. - Únicamente sitios de agua dulce	Probador de sólidos totales disueltos (conductividad), solución de calibración	Todos
Salinidad - Sitios de Agua Salobre y Salada	Hidrómetro, cilindro de plástico transparente graduado de 500 ml, termómetro orgánico lleno de líquido.	Todos
Método de Titulación de la Salinidad. Sitios de Agua Salobre y Salada	Equipo de Salinidad	Opcional
		Medio, Secundario
Alcalinidad	Equipo de Medición de Alcalinidad del Agua	Medio, Secundario
Nitratos	Equipo de Medición de Nitratos	Medio, Secundario
Macroinvertebrados de Agua Dulce (continuación)*	Guantes de látex, tarros de plástico transparentes, frascos pequeños de plástico, frascos lavadores o pulverizadores, jeringuillas de 20 ml (el extremo debe ser de aproximadamente 5 mm de diámetro),	Medio, Secundario

\*Vea la versión completa de la Guía del Profesor, disponible en versión electrónica, en el Sitio Web GLOBE y en CD ROM

<b>Mediciones</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Nivel de Destreza</b>
Macroinvertebrados de Agua Dulce (continuación)*	gotero, pinzas pequeñas y grandes de plástico o de metal, lupas, cubos blancos de 5 l, bandejas de muestras, cedazos: uno de 0,5 mm (o más pequeño), y otro entre 2-5 mm., claves de identificación de macroinvertebrados aplicable a la zona, botes para los ejemplares con una solución de conservación (70% etanol) y tapas bien ajustadas (opcional), cuadrante de 1x1 m. (opcional)	Medio , Secundario
<b>Suelo</b>		
Caracterización del Suelo en el Campo - Pendiente, Profundidad del Horizonte, Estructura, Color, Consistencia, Textura y Carbonatos	Clinómetro, cámara, vara de medida, cuadro de colores, tarros de muestras, otros recipientes, pala o barrena	Todos
Densidad Absoluta	Latas de metal para muestras u otros contenedores, horno de secado, cilindro graduado, tamiz.	Todos
Densidad de Partículas del Suelo	Matraces Erlenmeyer de 100 ml con tapón, horno de secado termómetro y balanza	Todos
Distribución de Partículas del suelo por tamaño	Probetas graduadas de 500 ml, Reactivo dispersante de suelo (Hexametáfosfato), contenedores de 200 ml o de mayor volumen, termómetro, probeta graduada de 100 ml, vara de medida .	Todos
pH del Suelo	Papel de pH, pH metro y tampones de pH, vaso de precipitación de 100 ml balanza	Todos
Fertilidad del Suelo	Equipo de medición de NPK del suelo	Todos
Humedad del Suelo	Balanza, vara de medida, horno de secado (suelos), contenedores para muestras, Otros recipientes de suelo, barrena (muestreo en profundidad), cinta métrica de 50 m (transecto)	Todos
Sensores de Humedad del Suelo *	Sensores de humedad del suelo, tubos de PVC	Opcional Secundaria

\*Vea la versión completa de la Guía del Profesor, disponible en versión electrónica, en el Sitio Web GLOBE y en CD ROM

<b>Mediciones</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Nivel de Destreza</b>
Infiltración	Infiltrómetro de anillos duales	Opcional Todos
Temperatura del Suelo	Termómetro de Suelo (geotermómetro)	Todos
Protocolo de Mediciones Automatizadas de Temperatura del Suelo y del Aire*	Sistema almacenador de datos de 4 Canales y software, 1 sensor de temperatura del aire, 3 sensores de temperatura de suelos, cable interfaz de la computadora para almacenador de datos, caja de plástico hermética, secante, caseta meteorológica.	Opcional Medio, Secundario
Protocolo de Temperatura Digital Multi - Día Del Suelo*	Termómetro digital Multi-Día de max/min, termómetro de calibración y geotermómetro	Todos
Protocolo de Estación Automática de Humedad y Temperatura del Suelo	Estación de temperatura y humedad del suelo vinculada a una estación del Tiempo con procesador de datos conectados a una computadora, termómetro de calibración.	Medio ,Secundario
<b>Tierra como Sistema</b>		
Foliación	Guía de identificación de plantas locales, brújula, cámara, regla milimetrada	Todos
Senectud Foliar	Guía de identificación de plantas locales, brújula, cámara, regla milimetrada, Guía GLOBE a colores de plantas	Todos
Apertura de Brotes	Guía de identificación de plantas locales,	Todos
<b>Cobertura Terrestre /Biología</b>		
Mapeo de la Cobertura Terrestre	Imágenes de sensoramiento remoto, Software MultiSpec (opcional)	Todos
Identificación de Especies	Claves dicotómicas	Todos
Biometría Circunferencia de los Arboles Altura de los Arboles Cobertura de Dosel Cobertura del Suelo	Clinómetro y densímetro (ambos pueden ser hechos por los estudiantes), cinta métrica de 50 m	Todos
Biometría Biomasa de la Hierba	Horno de secado (plantas)	Todos
<b>GPS</b>		
Latitud y Longitud de los Sitios de Estudio	Receptor del Sistema de Posicionamiento Global	Todos

\*Vea la versión completa de la Guía del Profesor, disponible en versión electrónica, en el Sitio Web GLOBE y en CD ROM

# Instrumentos Científicos para las Mediciones GLOBE

Para realizar las mediciones GLOBE apropiadamente se necesitan algunos instrumentos, reactivos y equipos. Muchos de éstos se pueden comprar a los proveedores, mientras que otros pueden ser hechos por los estudiantes o miembros de la comunidad del Colegio. Los protocolos de mediciones GLOBE se diferencian en tres tipos, dependiendo del nivel de compromiso y expectativas que se tenga en la implementación de GLOBE en las escuelas. Estos tipos son: Básico, Avanzado y Opcional. Las siguientes tablas mencionan los instrumentos necesarios para cada tipo de medición. Las mediciones GLOBE son también diferenciadas por su nivel de destreza. En la columna “Equipo”, de la tabla que sigue a continuación, las letras P, M, y S indican el nivel apropiado en el que se debe usar un determinado instrumento; de este modo (P) indica el nivel primario, (M) el nivel medio y (S) nivel secundario. Cada equipo incluye el juego mínimo de instrumentos que cada colegio necesitará adquirir para poder realizar los protocolos GLOBE **Básicos**, apropiados a su nivel de educación. La letra (A) indica que un instrumento está incluido en un equipo para todos los protocolos avanzados. (E) indica que la compra de un instrumento es extra u opcional y que no está incluido en ningún equipo, ya sea porque la mayoría de los colegios ya deberían tener uno, porque los colegios de un área pueden razonablemente compartir un instrumento, o porque el instrumento únicamente es necesario sólo si se eligen ciertas opciones de los protocolos GLOBE. La letra (C) indica que el instrumento puede ser hecho en el colegio o con asistencia local.

## Mediciones Básicas

Instrumento	Equipo (P, M, S, E, A, C)	Medición	Nivel de Destreza
Cuadro de Nubes	E1	Tipo y Cobertura de Nubes	Todos
Higrómetro Digital	P,M,S2	Humedad Relativa	Todos
Psicrómetro Giratorio	P,M,S2	Humedad Relativa	Todos
Termómetro de Máxima y Mínima (Digital o en forma de U)	P,M,S	Temperatura Máxima, Mínima y Actual del Aire	Todos
Termómetro de Calibración (termómetro orgánico lleno de líquido)	P,M,S	Temperatura del Aire, Humedad Relativa, Temperatura del Agua, Salinidad, Tamaño de las Partículas del Suelo	Todos
Caseta Meteorológica	P,M,S,C	Temperatura del Aire, Humedad Relativa, Temperatura Automática del Suelo y del Aire	Todos
Pluviómetro	P,M,S	Precipitación Líquida o Sólida	Todos
Receptor de Nieve	M	Precipitación Sólida	Todos
Poste de Profundidad en la Nieve	E, C	Precipitación Sólida	Todos
Papel Indicador de pH	P	pH de la Precipitación, del Agua y del Suelo	Primario

- 1 Se otorga una copia en cada capacitación para los profesores
- 2 Sólo uno de estos instrumentos debe ser incluido en cualquier equipo GLOBE

Mediciones Básicas (continuación)

Instrumento	Equipo (P, M, S, E, A, C)	Medición	Nivel de Destreza
pH metro	M,S	pH de la Precipitación, del Agua y del Suelo	Medio, Secundario
Tampones de pH 4, pH 7 y pH 10	M,S,C	pH de la Precipitación, del Agua y del Suelo	Medio, Secundario
Probador de Sólidos Totales Disueltos (Conductividad)	P,M,S3	Conductividad Eléctrica – Sólo para Agua Dulce	Todos
Solución de Calibración	P,M,S,C3	Conductividad Eléctrica – Sólo para Agua Dulce	Todos
Hidrómetro	P,M,S4	Salinidad – Sólo para Sitios Salobres y de Agua Salada	Todos
Cilindro Graduado Plástico de 500 ml	P,M,S4	Salinidad – Sólo para Sitios Salobres y de Agua Salada	Todos
Disco Secchi, Soga	E,C	Transparencia - Sólo para Sitios de Agua Profunda	Todos
Tubos de Turbiedad	C	Transparencia – Para Sitios de Agua Superficial	Todos
Equipo de Seguridad-Protectores de Ojos y Guantes Plásticos	A	Hidrología: Oxígeno Disuelto, Alcalinidad, Salinidad por Titulación, Nitratos	Medio, Secundario
Imágenes Captadas por Sensores Remotos	Vea el pie de página 5	Mapeo de Cobertura Terrestre, Cambio de Detección de la Cobertura Terrestre	Todos
Claves Dicotómicas	E6	Identificación de Especies, Foliación y Senescencia de Hojas	Todos
Cinta Métrica de 50 m.	P,M,S	Disposición del Sitio, Circunferencia y Altura de los Árboles	Todos
Brújula	E	Definición de los Sitios de Estudio de Cobertura Terrestre, Atmósfera y Suelo, Foliación y Senescencia de Hojas	Todos
Clinómetro	E,C	Altura de los Árboles, Pendiente	Todos
Densímetro	C	Cobertura de Dosel	Todos
Horno para Secar Plantas	E	Biomasa de la Hierba	Todos

3 Includido en el equipo sólo para sitios de agua dulce.

4 Includido en el equipo sólo para sitios salobres y de agua salada.

5 Las imágenes satelitales son provistas por GLOBE.

6 Elegir claves dicotómicas apropiadas para la vegetación local; generalmente una clave dicotómica apropiada se brindará a cada profesor en las capacitaciones.

Mediciones Básicas (continuación)

Instrumento	Equipo (P, M, S, E, A, C)	Medición	Nivel de Destreza
Barrena Alemana <sup>7</sup>	E	Suelo: Perfil, Densidad Absoluta y Humedad	Todos
Barrena de Arena <sup>7</sup>	E	Suelo: Perfil, Densidad Absoluta y Humedad	Todos
Barrena de Turba <sup>7</sup>	E	Suelo: Perfil, Densidad Absoluta y Humedad	Todos
Barrena de Balde <sup>7</sup>	E	Suelo: Perfil, Densidad Absoluta y Humedad	Todos
Pala	E	Suelo: Perfil, Densidad Absoluta y Humedad	Todos
Cámara	E	Perfil del Suelo, Disposición del Sitio de Cobertura Terrestre, Foliación y Senescencia de Hojas	Todos
Vara de medida	E	Profundidad y Humedad del Suelo	Todos
Cartilla de Colores	P,M,S	Color del Suelo	Todos
Vinagre Blanco Destilado	E	Suelo: Liberación de Carbonatos	Todos
Botella Aspersora de Ácido	P,M,S	Suelo: Liberación de Carbonatos	Todos
Cernidor #10 (red de 2mm)	P,M,S	Densidad Absoluta del Suelo	Todos
Horno de secado de la Tierra	E	Suelo: Humedad y Densidad Absoluta	Todos
Balanza	E	Suelo: Humedad Gravimétrica y Densidad Absoluta	Todos
Latas o Tarros para el Suelo - 15	E,C	Humedad Gravimétrica del Suelo, Densidad Absoluta del Suelo: Método de Excavación o de Superficie.	Todos
Otros Contenedores de Suelo	E	Suelo: Humedad Gravimétrica y Densidad Absoluta	Todos
Probeta Graduada de 100 ml	P,M,S	Suelo: pH y Densidad Absoluta	Todos
Badilejo de Jardín	E	Humedad Gravimétrica del Suelo	Todos
Infiltrómetro de Doble Anillo	E,C	Infiltración del Suelo	Todos
Termómetro de Suelo o Geotermómetro	P,M,S	Temperatura del Suelo	Todos
Guía a Colores de Plantas	P,M,S	Senescencia de las Hojas	Todos
Receptor del Sistema de Posicionamiento Global	E <sup>8</sup>	Latitud, Longitud y Altitud	Todos

<sup>7</sup> Seleccione una barren apropiada para el tipo de suelo local.

<sup>8</sup> Si no tiene acceso a un receptor de GPS por favor contacte a su Coordinador GLOBE o en los Estados Unidos al Grupo de Ayuda GLOBE.

*Mediciones Básicas (continuación)*

<b>Instrumento</b>	<b>Equipo (P, M, S, E, A, C)</b>	<b>Medición</b>	<b>Nivel de Destreza</b>
Equipo de Oxígeno Disuelto	A	Oxígeno Disuelto	Medio, Secundario
Equipo de Alcalinidad del Agua	A	Alcalinidad	Medio, Secundario
Equipo para Nitratos del Agua	A	Hidrología: Nitratos	Medio, Secundario

## Mediciones Avanzadas.

Instrumento	Equipo (P, M, S, E, A, C)	Medición	Nivel de Destreza
Fotómetro Solar	E	Aerosoles	Medio, Secundario
Instrumento de Vapor de Agua GLOBE/GIFTS	E	Vapor de Agua	Medio, Secundario
Voltímetro Digital	E	Aerosoles	Medio, Secundario
Barómetro Aneroide	A	Presión Barométrica	Todos
Altímetro	A	Presión Barométrica	Todos
Termómetro Infrarrojo	A	Temperatura Superficial	Medio, Secundario
Escáner de la Tira para Evaluar Ozono	A	Ozono Superficial	Todos
Tiras para Pruebas Químicas de Ozono	A	Ozono Superficial	Todos
Estación para Medir Ozono	C	Ozono Superficial	Todos
Bolsas Herméticas con Cierre o Sellador	E	Ozono Superficial	Todos
Anemómetro	E, C	Ozono Superficial	Todos
Hidrómetro	A9	Suelo: Tamaño de Partículas	Todos
Cilindro de Plástico Transparente Graduado de 500 ml	A9	Suelo: Tamaño de Partículas	Todos
Solución Dispersante	A	Suelo: Tamaño de Partículas	Todos
Matraz Erlenmeyer de 100 ml	A	Suelo: Densidad de Partículas	Todos
Fuente de Calor	A	Suelo: Densidad de Partículas	Todos
Equipo para Medir NPK Del Suelo	A	Fertilidad del Suelo	Medio, Secundario
Software MultiSpec	Ver pie de página 10	Agrupación no Supervisada	Medio, Secundario

<sup>9</sup>Necesario sólo si el equipo no ha sido comprado para las mediciones de salinidad (Mediciones Básicas - Sólo para sitios salobres o de agua dulce)

<sup>10</sup> Descargable desde la Página Web de la Universidad de Purdue: <http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/Index.html>

## Mediciones Opcionales

Instrumento	Equipo (P, M, S, E, A, C)	Medición	Nivel de Destreza
Equipo de Salinidad		Salinidad- Método de Titulación	Opcional Medio, Secundario
Sensores de Humedad del Suelo (Se requieren 4)		Sensor de Humedad del Suelo	Opcional Secundario
Medidor de Humedad del Suelo		Sensor de Humedad del Suelo	Opcional Secundario
Tubo PVC		Sensor de Humedad del Suelo	Opcional Secundario
Procesador de Datos de 4 Canales		Temperatura Automática del Suelo y del Aire	Opcional Medio, Secundario
Un Sensor de Temperatura del Aire y Tres Sensores de Temperatura del Suelo		Temperatura Automática del Suelo y del Aire	Opcional Medio, Secundario
Caja Hermética para el Agua		Temperatura Automática del Suelo y del Aire	Opcional Medio, Secundario
Secante		Temperatura Automática del Suelo y del Aire	Opcional Medio, Secundario
Estación Automática del Tiempo		Estación Automática del Tiempo	Opcional Medio, Secundario
Red de Retroceso y Red D		Macroinvertebrados de Agua Dulce	Opcional Medio, Secundario
Cuadrado		Macroinvertebrados de Agua Dulce	Opcional Medio, Secundario
Tamiz o Cedazo		Macroinvertebrados de Agua Dulce	Opcional Medio, Secundario

# Especificaciones de los Instrumentos GLOBE

Las especificaciones de los todos los Instrumentos GLOBE descritos a continuación, son las mínimas necesarias para coleccionar datos científicamente válidos. Los Centros Educativos GLOBE pueden usar instrumentos que se ajustan a estas especificaciones o que las exceden. Por ejemplo, las especificaciones GLOBE para el papel de pH exigen un rango de 2 a 9 unidades. Un papel de pH que tenga un rango entre 1 y 14, excede estas especificaciones y puede ser usado por las escuelas GLOBE.

## Atmósfera/Clima

### **Tipo y Cobertura de Nubes - Todos los Niveles de Destreza**

*Especificaciones del Instrumento: Cuadro de Nubes*

El cuadro de nubes GLOBE deberá presentar por lo menos un ejemplo visual de cada uno de los 10 tipos básicos de nubes: Cirros, cirroestratos, cirrocúmulos, altoestratos, altocúmulos, cúmulos, nimboestratos, estratos, cumulonimbus, estratocúmulos. La cobertura del cielo será estimada visualmente. El Programa GLOBE proporcionará un cuadro de nubes a cada profesor capacitado de los Estados Unidos y a cada Coordinador de País del Programa GLOBE.

### **Aerosoles – Nivel Medio y Secundaria**

*Especificaciones del Instrumento: Fotómetro Solar*

El fotómetro solar GLOBE tiene dos canales óptico/electrónicos, uno con una longitud de onda efectiva de 505 nm para evaluar el espesor óptico de los aerosoles y la otra con una longitud de onda efectiva de espesor óptico de aerosoles de 625nm, donde "la longitud de onda efectiva de espesor óptico de aerosoles" está definida en Brooks, David R., and Forrest M. Mims III: Development of an inexpensive handheld LED-based Sun photometer for the GLOBE program (Desarrollo de un Fotómetro Solar, Económicamente Accesible y de Fácil Manejo, Basado en Detectores LED para el Programa GLOBE) . J. Geophys. Res. 106(D5), 4733-4740, 2001. (Los algoritmos presentados en este artículo son una parte integral de la especificación del instrumento) Los detectores LED para cada canal deben obtenerse directamente del Equipo Científico de Aerosoles de GLOBE.

Los detectores y la fuente de poder electrónica son guardados en una caja de plástico o de metal de aproximadamente 15 cm de largo por 5 cm de alto y 8 cm de ancho. Los detectores deben ser colocados en un plano, tal como los chips del LED (embebidos en una solución estándar epoxídica T-A-3/4) a 12.5 cm de un extremo de la caja, la misma que debe tener una apertura para el sol de 5.5 mm (7/32") de diámetro y que funciona como un lente en aplicaciones usuales del LED, el mismo que debe estar siempre liso y pulido. Debe haber una línea clara desde este agujero a cada detector. No se requiere iluminación interna

La luz del sol se alinea sobre los detectores a través de dos conductores colocados en la parte externa de la caja. La luz del sol pasa a través del agujero, en la parte delantera, e ilumina la parte posterior sobre los dos conductores (uno por cada canal). Cuando la luz del sol apunta hacia el centro sobre el conductor, esta también debe centrarse sobre el LED para el canal correspondiente. (Alinear el sol sobre los detectores es aceptable)

La electrónica consiste en 2 amplificadores operacionales de transimpedancia de baja potencia (o sus equivalente funcionales) para convertir el LED actual a un voltaje de 1 a 2 V cuando el sol ilumina por completo. El sonido, la temperatura y otras características de funcionamiento de los amplificadores operacionales deben ser similares a la Tecnología Lineal de los amplificadores operacionales LTC1050 o LTC1051 (Los amplificadores operacionales genéricos Tipo 741 o su equivalente dual no son adecuados para este instrumento) capacitores de desacople o de bypass deben ser incluidos en la retroalimentación de la resistencia para prevenir la autooscilación.

La salida del fotómetro solar debe ser monitoreada colocando un voltímetro digital externo, la medición que se haga de éste debe tener al menos tres dígitos a la derecha del punto decimal para salidas en el rango de 1 y 2 V

### ***Especificaciones del Instrumento: Voltímetro Digital***

Un voltímetro digital (o multímetro) con un voltaje de corriente directa (VCD), puede ser: (i) auto- movible dentro del rango de 0 a 20 VDC o (ii) seleccionable manualmente para un rango de 0 – 2 VDC y 0- 20 VCD. Para entradas de menos de 10 VCD (que es hasta 9.999 V) el medidor debe mostrar tres dígitos a la derecha del punto decimal.

### ***Vapor de Agua – Nivel Medio, Secundario***

#### ***Especificaciones del Instrumento: Instrumento de Vapor de Agua GLOBE/GIFTS***

El instrumento de vapor de agua GLOBE/GIFTS está basado en el mismo principio y similar diseño del fotómetro solar GLOBE, cuya especificaciones se describen en detalle en la sección de aerosoles. Ambos instrumentos usan diodos que emiten luz (LEDs) para medir la potencia de la luz solar en longitudes de onda seleccionadas. Mientras que el fotómetro solar GLOBE detecta la luz visible en la porción verde y roja del espectro, el instrumento de vapor de agua detecta el infrarrojo en lugar de la luz visible. El concepto de este instrumento fue desarrollado y descrito en la literatura científica por un miembro del equipo científico del protocolo de vapor de agua de GLOBE [Mims, Forrest M. III, Sun photometer with light-emitting diodes as spectrally selective detectors, Applied Optics, 31, 6965-6967, 1992].

La calibración de los LEDs para este instrumento requiere acceso a un equipo y datos altamente especializados que no pueden ser duplicados por los estudiantes en el laboratorio o en el campo. Estos instrumentos pueden obtenerse a través del Equipo de Vapor de Agua GLOBE.

### ***Presión Barométrica – Todos los Niveles de Destreza***

#### ***Especificaciones del Instrumento: Barómetro Aneroide***

El barómetro anerode debe tener una escala de presión con un rango de 940 y 1060 milibares. La escala debe poder leerse en milibares y tener una exactitud de 3.5 milibares sobre todo su rango. Un juego de agujas debe ser colocado en la cara del barómetro, el mismo que debe ser posible de calibrar. Este instrumento será de gran utilidad para estaciones cuyas elevaciones son inferiores a 500 metros sobre el nivel del mar. Las escuelas que se encuentran a elevaciones mayores necesitarán un altímetro.

#### ***Especificaciones del Instrumento: Altímetro***

Un altímetro es un tipo especial de barómetro anerode diseñado para brindar los datos de altitud (usando valores de temperatura y presión estándar) así como lecturas verdaderas de presión atmosférica. La escala debe estar en milibares e ir desde 650 milibares hasta 1050 milibares. La exactitud debe ser de 3.5 milibares en todo el rango del instrumento. Este instrumento es útil para medir la presión atmosférica a altitudes por encima de 500 m. Es muy importante que este instrumento tenga la capacidad de ser calibrado.

#### ***Especificaciones del Instrumento: Sensor Digital de Presión Barométrica***

Los valores de presión barométrica pueden ser colectados con un sensor digital de presión barométrica. Este sensor debe tener un rango de presión de 940 a 1060 mbares con resolución de un mbar y una exactitud de 3.5 mbares sobre todo su rango. La presión barométrica reportada desde el sensor es la presión de la estación.

### ***Humedad Relativa – Todos los Niveles de Destreza***

#### ***Especificaciones del Instrumento: Higrómetro Digital***

Un higrómetro digital o sensor debe brindar una lectura digital de humedad relativa lo más próximo al 1%, sobre el rango de 20 – 95%, la exactitud debe ser al menos de 5%. El higrómetro debe incluir un apoyo para permitir que la unidad se pueda colocar en la esquina derecha de la base de la caseta meteorológica, mientras las mediciones están siendo tomadas, La calibración es hecha por el fabricante y debe ser garantizada por al menos dos años, con la subsecuente recalibración disponible. Las baterías deben ser incluidas y la unidad no debe estar fuera de la caseta.

#### *Especificaciones del Instrumento: Psicrómetro Giratorio*

Las temperaturas del bulbo húmedo y del bulbo seco se deben medir con un psicrómetro giratorio, el cual consiste en dos termómetros llenos de líquido. Los termómetros debe leerse sólo en grados Celsius, con escalas marcadas en incrementos de 1.0 °C, y que sean capaces de soportar estimaciones de temperatura cercanas a 0.5 °C sobre un rango de - 1°C a 35 °C. El psicrómetro debe estar protegido por un empaque resistente o en todo caso los bulbos deben estar colocados en un soporte rígido y tener una estructura adecuada que permita darle vueltas. Los termómetros deben ser calibrados por el fabricante con una exactitud de 1 °C, y una humedad relativa de 5%. Ambas escalas deben ser ajustadas por calibración. Cada escala debe ser claramente marcada para indicar Centígrados. Las instrucciones para su funcionamiento se brindan en el Capítulo de Atmósfera.

#### *Especificaciones del Instrumento: Termómetro de Calibración*

El termómetro de calibración descrito en "Temperatura del Aire" es el que debe ser usado para esta medición

#### *Especificaciones del Instrumento: Termómetro de Máxima/Mínima*

El termómetro de Máxima y Mínima descrito en Temperatura del Aire debe ser usado para hacer esta medición.

#### *Especificaciones del Instrumento: Caseta Meteorológica*

La Caseta Meteorológica descrita en Temperatura del Aire debe ser usada para esta medición

### **Ozono Superficial – Para Todos los Niveles de Destreza**

#### *Especificaciones del Instrumento: Tiras Químicas para Ozono*

Las tiras químicas para ozono contienen una solución de Estaño (II) dihidrato del cloruro y 1,5-difenilcarbazido disuelto en reactivo acetona. Cuando es expuesto al aire, el reactivo del ozono reacciona con la mezcla y ocasiona una reacción colorimétrica que produce la formación de un color rosa. La concentraciones de ozono al nivel del suelo pueden ser medidas cuantificando el cambio de color en una tira química, usando un lector óptico de ozono.

#### *Especificaciones del Instrumento: Escáner de Tira de Prueba para Ozono*

El lector óptico de la tira de prueba de ozono opera como un espectofotómetro simple que consiste en un diodo emisor de luz (LED) que emite luz a 540nm, y un fotodiodo que captura la luz reflejada fuera de la tira de prueba química expuesta y la convierte en un voltaje eléctrico. El lector debe ser calibrado de manera que el voltaje medido pueda ser visualizado como una concentración de ozono en partes por billón (ppb) de ozono en el aire. El nivel cero de ozono debe ser visualizado colocando una tira de prueba de ozono que no se haya expuesto en el lector y guardando el voltaje producido. Cualquier absorción a 540 nm sobre este valor será medido como una concentración específica de ozono.

#### *Especificaciones del Instrumento: Estación Medidora de Ozono*

Las orientaciones para construir una estación para medir ozono se brindan en Construcción de Instrumentos, Selección del Sitio y la Sección de Instalación del Capítulo de Atmósfera.

#### *Especificaciones del Instrumento: Anemómetro*

Se puede usar cualquier dispositivo capaz de mostrar la dirección del viento, como el anemómetro. Se proporcionan instrucciones para construir un instrumento de dirección del viento en Construcción de Instrumentos, Selección del Sitio, y la Sección de Instalación del Capítulo de Atmósfera.

## **Precipitación, Líquida – Todos los Niveles de Destreza**

### ***Especificaciones del Instrumento: Pluviómetro***

La precipitación se medirá con un pluviómetro de plástico transparente que tenga un colector de al menos 102 mm de diámetro. El pluviómetro debe medir por lo menos 280 mm de altura con una escala de 0.2 mm o menor. Debe tener la capacidad de medir la lluvia hasta 280 mm sin rebalsarse. La forma de la parte exterior del colector también debe ser cilíndrica, lo que se rebalse del cilindro interno debe caer a la parte externa del pluviómetro. El cilindro exterior debe poder usarse en posición invertida para recoger una muestra de nieve que permita medir el contenido de agua en la nieve. El pluviómetro debe tener lo necesario para ser instalado sobre un poste. Las instrucciones para su instalación se proporcionan en la Guía del Profesor GLOBE.

### ***Especificaciones del Instrumento: Cubo Inclinado Electrónico***

Un cubo inclinado electrónico que mide la lluvia puede usarse junto con una estación automática del tiempo. El cubo inclinado debe tener una resolución de por lo menos 0.25 mm.

## **Precipitación, Sólida - Todos los Niveles de Destreza**

### ***Especificaciones del Instrumento: Receptor de Nieve***

La profundidad de la nieve será medida con una tabla pintada de color blanco, la cual es aproximadamente de 40 cm X 40 cm por al menos 1 cm de espesor

### ***Especificaciones del Instrumento: Pluviómetro***

El pluviómetro descrito en Precipitación Líquida será usado para hacer esta medición

### ***Especificaciones del Instrumento: Poste de Profundidad en la Nieve***

Para profundidades de nieve menores de 1 metro, se recomienda usar una vara de medida. Cuando la nieve es más profunda de un metro, se usa un poste de profundidad. Este se puede hacer con un palo de 2 m, colocando dos varas de medida a lo largo de éste.

## **pH de la Precipitación – Todos los Niveles de Destreza**

El mismo instrumento descrito en Hidrología: pH del agua se usa para hacer esta medición

## **Temperatura del Aire – Todos los Niveles de Destreza**

### ***Especificaciones del Instrumento: Termómetro Digital de Máxima y Mínima***

Pueden usarse termómetros digitales de máx./min. Éstos deben de tener una exactitud de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  o una precisión de por lo menos  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y un desplazamiento del error independiente de la temperatura. Estos termómetros pueden ser termómetros digitales de máx./min de un solo-día que se verifican y reinician cada día o los termómetros digitales de máx./mín. Multi-día que registran los valores de temperatura para varios días.

Los termómetros digitales de máx. /min Multi-día deben poder grabar las temperaturas máx./mín. encima de 24-períodos que pueden ponerse empezar y acabar dentro de una hora de mediodía solar local.

### ***Especificaciones del Instrumento: Termómetro Líquido de Máxima y Mínima***

La temperatura del aire se puede medir con un termómetro de máxima y mínima en forma de U. El termómetro de máximas y mínimas deberá leerse únicamente en grados Celsius, con las escalas máximas y mínimas marcadas en incrementos de 1.0 °C, y las escalas deberán ser capaces de apoyar mediciones estimadas lo más cercano posible a 0,5°C . El termómetro deberá estar en una caja protectora fuerte, y deberá tener los elementos necesarios para su instalación. Debe estar calibrado de fábrica con una precisión de +1,0°C. Ambas escalas deberán poder calibrarse. Y deberán estar marcadas claramente para indicar que se miden en grados Celsius, asimismo deberán tener indicadores tales como “+” y “-” para indicar la dirección del incremento y disminución de la temperatura. Cada escala deberá estar claramente marcada para poder identificar cuál escala es la máxima y cuál es la mínima. Las instrucciones de instalación y ubicación del instrumento se proporcionan en la Guía del Profesor del Programa GLOBE.

### ***Especificaciones del Instrumento: Sensor de Temperatura Digital***

También pueden usarse los sensores de temperatura digitales para supervisar la temperatura. Éstos deben tener una exactitud de  $\pm 0.5^{\circ}$  Celsius o una precisión de por lo menos  $\pm 0.5^{\circ}$  Celsius y un desplazamiento del error independiente de la temperatura

### ***Especificaciones del Instrumento: Termómetro de Calibración***

El termómetro de máximas/mínimas será calibrado con un segundo termómetro orgánico lleno de líquido con un rango de temperatura de  $- 5^{\circ}\text{C}$  a  $+ 50^{\circ}\text{C}$ . El termómetro deberá ser calibrado en la fábrica y probado con estándares compatibles con el N.I.S.T (El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Estados Unidos), con una precisión de  $+ 0,5^{\circ}\text{C}$ , y con una escala dividida en  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Deberá ser proporcionado con una envoltura de metal con orificios en el extremo de la ampolleta, para permitir la circulación de aire y un hueco en la parte superior por el cual se colgará el termómetro en la Caseta Meteorológica para la calibración del termómetro de máximas y mínimas.

### ***Especificaciones del Instrumento: Caseta Meteorológica***

Se requiere una caseta meteorológica para alojar el termómetro de máximas y mínimas, así como el termómetro de calibración para asegurar la medición de una temperatura ambiental científicamente válida. La caseta deberá ser construida con material de valor aislante termal, que iguale o exceda la calidad de la madera del pino blanco (aproximadamente 2 cm de grosor). Deberá ser pintada de blanco con pintura resistente al ambiente. La caseta debe estar ventilada y ser lo suficientemente grande para permitir la circulación de aire alrededor del termómetro. Las dimensiones interiores serán de por lo menos de 45 cm de alto por 24 cm de ancho y 12 cm de profundidad. La caseta debe tener en la parte frontal una puerta sujeta con bisagras, en el lado frontal y en los costados ranuras de ventilación. En la parte inferior y superior de los lados debe haber agujeros para incrementar la ventilación, si es que las ranuras no se extienden hasta la parte superior de los lados y la puerta debe tener una cerradura. La caseta se debe instalar en poste.

La parte superior de la caseta debe tener una inclinación hacia abajo en la parte frontal, todas sus partes deben estar aseguradas unas con otras utilizando tornillos o clavos y cola. Las uniones deben estar selladas con un componente resistente a la intemperie. Los detalles de la construcción de la caseta meteorológica se brindan en Construcción de Instrumentos, Selección del Sitio y la Sección de Instalación del Capítulo de Atmósfera.

### ***Temperatura Superficial – Nivel de Destreza Medio, Secundario***

#### ***Especificaciones del Instrumento: Termómetro Infrarrojo (IRT)***

El termómetro infrarrojo debe ser un instrumento fácil de manejar. Este debe tener una exactitud de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  sobre un rango de  $- 32^{\circ}\text{C}$  a  $72^{\circ}\text{C}$

### ***Estación de Tiempo Automatizada – Nivel de Destreza Opcional Medio, Secundario***

#### ***Especificaciones del instrumento: Estación Automática del Tiempo***

Una estación automática del tiempo debe estar conectada a un procesador de datos y a una computadora, y ser capaz de registrar datos a intervalos de 15-minutos. La entrada de los datos se simplifica si el software para la estación del tiempo tienen la opción para "Exportar los Datos GLOBE". Los sensores vinculados a la estación de tiempo deben tener las siguientes especificaciones:

**Temperatura:** Tener una exactitud de  $\pm 0.5^{\circ}$  Celsius o una precisión de por lo menos  $\pm 0.5^{\circ}$  Celsius y un desplazamiento del error independiente de la temperatura.

**Presión barométrica:** Debe tener un rango de presión de entre 940 y 1060 mbars con una resolución de un mbar y una exactitud de 3.5 mbars sobre su rango entero.

**Humedad Relativa:** Debe tener una lectura digital de humedad relativa lo más cercano al 1%, sobre un rango de humedad de 20-95%, la exactitud debe ser por lo menos 5%.

**Precipitación:** Debe tener una resolución de al menos 0.25 mm.

**Anemómetro:** Debe tener una precisión de  $\pm 5\%$  y un rango de al menos 0-34 m/s.

Usted puede informar datos tomados usando cualquier sensor que tenga estas especificaciones. Para realizar un protocolo de estación del tiempo y la entrada de datos de correo electrónico, estos sensores deben conectarse a una estación con capacidad de anotar los datos a intervalos del 15-minuto.

Si uno o más de los sensores de su estación del tiempo no presenta las especificaciones anteriores, usted todavía puede reportar los datos colectados con los sensores que tienen los requerimientos.

## Hidrología

### **Temperatura del Agua: - Todos los Niveles de Destreza**

#### *Especificaciones del Instrumento: Termómetro Orgánico Lleno de Líquido*

El termómetro de calibración o sensor de temperatura digital descrito en Temperatura de Aire será usado para esta medición.

### **Transparencia - Todos los Niveles de Destreza**

#### *Especificaciones del Instrumento: Disco Secchi (únicamente para sitios de agua profunda)*

Se requiere una soga de 5 m de largo y un disco de un diámetro de 20 cm. El disco debe estar pintado de tal manera de que alternadamente los cuadrantes de cada lado sean blancos y negros. El disco debe ser hecho de manera que no se desfigure o dañe por las inmersiones repetitivas en el agua, incluyendo agua de mar. Deberá ser balanceado de modo que pueda permanecer horizontal mientras es bajado con la soga dentro del agua.

#### *Especificaciones del Instrumento: Tubo de Turbiedad (para agua superficial)*

Se requiere un tubo plástico, de aproximadamente 1,2 m de largo, con un diámetro de 4,5 cm, con una tapa blanca que encaja firmemente en el extremo del tubo. La tapa del extremo deberá presentar un patrón que consiste de cuadrantes que se alternan entre blanco y el negro en el lado visible cuando se mira a través del tubo.

### **pH del Agua. Todos los Niveles de Destreza**

**Nota:** Los requerimientos de los instrumentos varían de acuerdo a los niveles de destreza. Por favor seleccione el instrumento apropiado para sus estudiantes.

#### **Nivel de Destreza - Primario**

##### *Especificaciones del Instrumento: Papel de pH*

El pH del agua en reposo en este nivel de destreza será medido con un papel indicador de pH, el cual puede ser comprado en tiras o rollos. El papel de pH debe tener una precisión de  $\pm 1.0$ , con un rango de pH de 2 a 9 unidades. Para muestras de agua con baja conductividad el papel de pH debe ser exacto en niveles bajos de conductividad.

#### **Nivel de Destreza – Medio, Secundario**

##### *Especificaciones del Instrumento: pH metro*

El pH del agua en reposo a este nivel de destreza será medido con un pH metro. El instrumento GLOBE deberá tener una precisión de 0.1 unidades de pH, con un rango de pH de 1 a 14. El rango de la temperatura de operación debe ser de 0°C a 50°C. El instrumento debe compensar automáticamente la lectura cuando se coloca en soluciones de diferente temperatura. El pH metro debe ser calibrado usando al menos dos soluciones tampón de pH conocido: pH 4, 7, o 10.

#### **Nivel de Destreza - Medio, Secundario**

##### *Especificaciones del Instrumento: Tampones (buffers)*

Las soluciones tampón de pH se requieren para la calibración el pH metro. Las soluciones tampón debe tener un valor de pH 4; 7 y 10.

### **Oxígeno Disuelto. Niveles de Destreza Medio, Secundaria**

#### **Especificaciones del Instrumento: Equipo para la Medición de Oxígeno Disuelto**

El equipo para la prueba del oxígeno disuelto se puede comprar. Los profesores o fabricantes que van a usarlo o prepararlo, deberán asegurarse que cumplir los siguientes requerimientos:

- Que permita la medición del oxígeno disuelto con una precisión de por lo menos +/- 1 mg/l.
- Que contenga todos los químicos y contenedores especiales para realizar esta medición basándose en el método de titulación Winkler. Este método se describe en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Métodos Standard para la Examinación del Agua y Agua Servidas) 19th. edition, 1995, una publicación de la Asociación Americana de Salud Pública, Washington, DC.
- Que contenga instrucciones claras para usar el equipo y realizar las mediciones basados en el procedimiento del método Winkler de titulación.

### **Alcalinidad. Niveles de Destreza Medio, Secundaria**

#### **Especificaciones del Instrumento: Equipo para Medir la Alcalinidad del Agua**

El equipo para medir la alcalinidad del agua se puede comprar. Los profesores o fabricantes que deseen usarlo o prepararlo deberán asegurarse de cumplir con los siguientes requerimientos:

- Que permita la medición de la alcalinidad total con una precisión de por lo menos 6.8 mg/l, como CaCO<sub>3</sub> (rango bajo, inferior a 136 mg/l) y 17 mg/l como CaCO<sub>3</sub> (rango alto, sobre 136 mg/l).
- Que contenga todos los químicos y recipientes necesarios para realizar la titulación de alcalinidad, incluyendo: 1) indicador rojo de metil-verde bromocresol y cuchara para añadir la cantidad requerida a la muestra, 2) Ácido sulfúrico para la titulación y el método para colocar el ácido en la muestra y alcanzar la precisión requerida, 3) medición de los contenedores y botellas de titulación. Este método se describe en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Métodos Estándares para la Examinación de Agua y Agua de Desperdicio) 19th edición, 1995, es una publicación de la Asociación Americana de Salud Pública, Washington, DC.
- Que contenga instrucciones claras para el uso del equipo que permita hacer esta medición, basada en la titulación ácida añadida a un punto en el extremo rojo del metil-verde bromocresol.
- Guantes y lentes plásticos de seguridad.

#### **Especificaciones de los Instrumentos: Equipo de Seguridad**

Guantes de plástico y lentes de seguridad, se deben usar para hacer esta medición

### **Conductividad Eléctrica (Para Sitios de Agua Fresca). Todos los Niveles de Destreza**

#### **Especificaciones del Instrumento: Probador Tipo Electrodo para Sólidos Totales Disueltos (Medidor de Conductividad)**

Este dispositivo debe medir la conductividad eléctrica de las soluciones líquidas utilizando dos electrodos metálicos separados por una distancia fija. El dispositivo debe ser diseñado para sostenerse en la mano, y debe ser alimentado por una batería, sin tener la necesidad de tener la conexión con un cable eléctrico. El dispositivo debe emplear un método para compensar automáticamente el valor relativo de la conductividad a los cambios de temperatura de la solución. El rango de la medición debe ser de por lo menos 0-1990 microSiemens/cm, con una resolución de 10 microSiemens/cm, y una exactitud de +/- el 2% de la escala completa, y una temperatura de operación de 0 °C a 50°C. El dispositivo deberá ser capaz de calibrarse utilizando una solución estándar.

#### **Especificaciones del Instrumento: Calibración Estándar**

Una solución estandarizada de KCl y agua ó NaCl y agua, que tiene una conductividad de entre 500 +/- 0.25% y 1500 +/- 0.25% microSiemens a 25 °C.

## **Salinidad (Para Sitios con Agua Salobre o Salada). Para todos los Niveles de Destreza**

### **Especificaciones del Instrumento: Método del Hidrómetro**

El mismo instrumento descrito en evaluación de Tamaño de Partículas del Suelo se usará para hacer estas mediciones. Se requiere para usar con el Hidrómetro un cilindro plástico claro de 500 ml y un termómetro orgánico lleno de líquido. Se puede usar el cilindro plástico de 500ml para medir el Tamaño de Partículas del Suelo y el termómetro de calibración para la Temperatura del Aire.

### **Especificaciones del Instrumento: Método de Titulación para Salinidad. Niveles de Destreza, Opcional, Medio, y Secundaria.**

Se puede comprar un equipo de prueba de salinidad. Los profesores o fabricantes que deseen usar o preparar otra versión deben asegurarse de reunir los siguientes requerimientos:

- Proporción: De 0 - 20 partes por mil (ppm)\*
- El incremento más pequeño: 0.4 ppm
- Método/química: Titulación clorhídrica
- Número aproximado de pruebas: 50
- Que contenga instrucciones claras para el uso de este equipo con el fin de realizar las mediciones, basadas en el método de titulación clorhídrica

\*El titulador debe ser rellenable para ser usado en aguas de salinidad más alta

## **Nitrato. Niveles de Destreza Medio, Secundario**

### **Especificaciones del Instrumento: Equipo de Nitrato del Agua**

Se puede comprar un equipo de nitratos. Los profesores o fabricantes que deseen usar o preparar este equipo deberán reunir los siguientes requerimientos:

- Rango: De 0 - a 10ppm NO<sub>3</sub>-N (agua típica) o un rango con una concentración más alta de lo que se observa típicamente en su cuerpo de agua (agua contaminada)
- Incremento más pequeño: 0.05 ppm NO<sub>3</sub>-N para el rango de 0-1ppm NO<sub>3</sub>-N; 0.5 ppm NO<sub>3</sub>-N para el rango de 1 - 5 ppm NO<sub>3</sub>-N ; 1ppm NO<sub>3</sub>-N para el rango 5 - 10 ppm NO<sub>3</sub>-N; 2 ppm NO<sub>3</sub>-N para concentraciones mayores que 10 ppm NO<sub>3</sub>-N.
- Método/química: Reducción de cadmio
- Número aproximado de pruebas: 50
- Que contenga instrucciones claras para el uso de este equipo en la realización de las mediciones.

## **Macroinvertebrados de Agua Dulce – Niveles de Destreza Opcional, Medio, Secundario**

### **Especificaciones del Instrumento: Red de Arrastre**

Debe tener dimensiones de 1 m X 0.9 m, y hecha de 0.5 mm de malla tejida.

### **Especificaciones del Instrumento: Red D**

Debe tener forma de "D"- con 40 cm de longitud en la base y hecha de 0.5 mm de malla tejida.

### **Especificaciones del Instrumento: Cuadrado**

Debe ser un cuadrado con dimensiones internas de 1 m X 1 m. Puede ser hecho de materiales disponibles localmente

### *Especificaciones de los Instrumentos: Cernidores o Tamices*

Hay dos tamices requeridos:

1. Un tamiz con malla tejida de 0.5 mm o más pequeña
2. Un tamiz con malla tejida de 2-5 mm.

## **Caracterización del Suelo**

### ***Pendiente del Suelo. Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Clinómetro*

El clinómetro descrito en las especificaciones de Cobertura Terrestre será usado para esta medición.

### ***Perfil del Suelo - Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Cámara*

Una cámara con rollo para fotografías a color o cámara digital.

*Especificaciones del Instrumento: Vara de Medida*

Una regla durable graduada en cm y mm

*Especificaciones del Instrumento: Barrena de Suelo (opcional)*

Vea los tipos de barrenas de suelo listadas bajo el subtítulo de Humedad del Suelo

### ***Estructura del Suelo - Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Ninguno*

### ***Color - Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Cartilla de Colores*

Se puede comprar una tabla de colores del suelo diseñada especialmente para el Programa GLOBE. Este contiene por lo menos 200 colores y utiliza el Sistema Munsell de Clasificación de Colores. Este cuadro reversible es resistente al clima y tiene muestras grandes de color montadas en el extremo para facilitar su lectura. La gama de colores incluye todos los tonos encontrados en el Juego Completo Internacional de Colores del Suelo, sin embargo, proporciona un juego seleccionado de valores para ayudar a los estudiantes en la identificación de colores. Los fabricantes que deseen preparar otra versión deben contactarse con el Programa GLOBE, con el fin de obtener una lista de colores completa.

### ***Consistencia del Suelo - Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Ninguna*

### ***Textura del Suelo - Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Ninguno*

### ***Carbonatos Libres - Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Vinagre*

Vinagre blanco destilado. Se puede usar vinagre casero.

*Especificaciones del Instrumento: Botella Aspersora de Ácidos*

Se requiere una botella con capacidad de almacenar con seguridad por lo menos 200 ml de ácido.

**Preparación de la Muestra para la Prueba de Densidad Absoluta, Tamaño de Partículas, pH del Suelo y Protocolos de Fertilidad - Todos los Niveles de Destreza.**

*Especificaciones del Instrumento: Cernidor*

Cernidor # 10 con malla de 2mm sujeta a un armazón.

**Densidad Absoluta del Suelo - Todos los Niveles de Destreza**

*Especificaciones del Instrumento: Cilindro Graduado - 100ml*

Un cilindro de vidrio graduado con una capacidad de 100ml, marcado en divisiones de un mililitro o menores, con graduaciones que cubren por lo menos el rango de 10 ml a 100 ml.

*Especificaciones del Instrumento: Balanza y Barrena*

Las misma balanza y barrena utilizadas para la Humedad Gravimétrica del Suelo serán usadas para la medición de la Densidad Absoluta.

*Especificaciones del Instrumento: Tarros de Muestras de Suelo y otros Recipientes para Suelo*

Los tarros y recipientes deben cumplir con las mismas especificaciones para la medición de la Humedad Gravimétrica del Suelo.

**Tamaño de Partículas del Suelo - Todos los Niveles de Destreza**

*Especificaciones del Instrumento: Hidrómetro*

El hidrómetro a ser usado deberá reunir los siguientes requerimientos:

- Calibrado a la temperatura específica para el agua y la muestra (ejemplo 15.6C / 15.6C)
- Rango: (Gravedad específica/no unidades) 1.0000 - 1.0700
- Incremento más pequeño (no unidades): 0.0005

*Especificaciones del Instrumento: Termómetro*

El Termómetro de Calibración descrito en Temperatura del Aire será usado para esta medición.

*Especificaciones del Instrumento: Cilindro Graduado de Plástico Transparente de 500 ml*

Un cilindro graduado de plástico claro de 500 ml, marcado por lo menos al nivel de 500 ml. El cilindro debe ser de plástico claro, no de plástico escarchado ni de vidrio.

*Especificaciones del Instrumento: Solución Dispersante*

Polvo de Sodio Exametafosfato en Solución al 10% o un detergente que no produzca espuma.

**Densidad de las Partículas del Suelo – Todos los Niveles de Destreza**

*Especificaciones del Instrumento: Matraz Erlenmeyer de 100 mL*

Un matraz Erlenmeyer resistente al calor con tapa, con capacidad para almacenar una solución de 100ml

*Especificaciones del Instrumento: Fuente de Calor.*

Una fuente de calor capaz de calentar una solución de agua y suelo de 100 ml hasta que hierva y que pueda mantener la ebullición por al menos 10 minutos.

**pH del Suelo. Todos los Niveles de Destreza**

*Especificaciones del Instrumento: Aparatos para la Medición de pH*

El mismo instrumento descrito en Hidrología; pH del Agua será usado para esta medición.

*Especificaciones del Instrumento: Cilindro Graduado -100 ml*

El mismo instrumento descrito en la Densidad Absoluta será usado para esta medición

**Fertilidad del Suelo. Niveles de Destreza, Medio, Secundario**

### *Especificaciones del Instrumento: Equipo del Suelo para Medir NPK (Macronutrientes)*

El equipo debe:

- Contener dosis unitarias de reactivos y contenedores requeridos para extraer los nutrientes del suelo de 50 muestras y para realizar 50 pruebas de cada una: nitrógeno, fósforo y potasio del suelo.
- Emplear métodos basados en el método de extracción Spurway, el método de reducción / ácido cromotrópico de zinc para el nitrógeno, el método de reducción del ácido ascórbico para el fósforo y el método de tetrafenilboro de sodio (turbidimétrico) para el potasio.
- Tener instrucciones claras, incluyendo diagramas, para la utilización del equipo.
- Tener un cuadro de colores resistentes al agua para la interpretación de los resultados de las pruebas colorimétrica y un cuadro de turbiedad para la prueba turbidimétrica.

## **Humedad del Suelo**

### ***Humedad Gravimétrica del Suelo. Todos los Niveles de Destreza***

#### *Especificaciones del Instrumento: Balanza*

Esta balanza debe tener la capacidad de pesar 300 gramos con una exactitud de +/- 0,1 gramos. Puede ser mecánica o electrónica. Se asume que la balanza puede ser encontrada localmente, por ejemplo en el laboratorio de ciencias del colegio.

#### *Especificaciones del Instrumento: Hornos de Secado (suelos)*

Un horno de secado capaz de mantener una temperatura desde 95C a 105C, por lo menos durante 10 horas o a una temperatura de 75C a 95C por 24 horas. El horno deberá ser ventilado y tener una dimensión interior de por lo menos 25 cm x 30 cm x 25 cm. Se asume que el horno puede ser encontrado localmente, por ejemplo en el laboratorio de ciencia del colegio.

#### *Especificaciones del Instrumento: Horno de Secado de Microondas*

Cualquier horno de microondas compatible con el uso del colegio.

#### *Especificaciones del Instrumento: Tarros de Muestra de Suelo*

Son necesarios 15 tarros redondos para muestras. Un recipiente metálico con un diámetro de 7 cm, una altura de 5 cm con una tapa removible, sería apropiado, al igual que tarros pequeños redondos de comida lavados. Deberá de tratar de hacerseles un pequeño hueco en su parte inferior.

#### *Especificaciones del Instrumento: Otros Recipientes para Suelo*

Se requieren 15 recipientes lo suficientemente grandes para que sean transferidas a estos, las muestras de suelo sacadas con la barrena, sin perder parte de la muestra. Frascos de vidrio, contenedores plásticos con tapa u otros recipientes que puedan ser cubiertos y que puedan retener las muestras del suelo mientras son secadas en el horno de secado seleccionado.

#### *Especificaciones del Instrumento: Barrena Alemana para Suelos Combinados*

Una barrena Alemana (o Edelman) para suelos combinados, con una cabeza de una dimensión mínima de 7 cm de ancho por 18 cm de largo. La unidad (incluyendo cabeza y eje) debe tener un largo de por lo menos 120 cm para poder cavar un hueco de por lo menos un metro de profundidad. Debe ser de una sola pieza soldada

#### *Especificaciones del Instrumento: Barrena para Suelos Arenosos*

La Barrena diseñada para suelos arenosos con una cabeza que tenga las dimensiones mínimas de 7 cm de ancho y 18 cm de largo. La unidad (cabeza y mango incluido) debe tener al menos 120 cm de largo a fin de ser adecuada para cavar un hoyo a un metro de profundidad. Debe de ser una sola pieza soldada.

#### *Especificaciones del Instrumento: Barrena de Balde*

La Barrena de Balde (o Riverside) está diseñada para suelos duros y quebradizas, con una cabeza que tiene una dimensión mínima de 7 cm de ancho y 18 cm de largo. La unidad (incluyendo cabeza y eje) deberá ser de por lo menos 120 cm de largo para que sea capaz de cavar un hueco de por lo menos un metro de profundidad. Deberá ser de una sola pieza soldada.

### *Especificaciones del Instrumento: Barrena de Turba*

La Barrena de turba, diseñada para suelos pantanosos, con una cabeza de una dimensión mínima de 7 cm de ancho y 18 cm de largo. La unidad (incluyendo cabeza y eje) deberá ser de por lo menos de 120 cm de largo para que sea capaz de cavar un hueco de por lo menos un metro de profundidad. Deberá ser de una sola pieza soldada.

### **Sensor de Humedad del Suelo - Nivel de Destreza Opcional, Secundario**

#### *Especificaciones del Instrumento: Sensor de Humedad del Suelo*

Este debe ser un sensor de tipo bloque cerámico que usa el método de resistencia eléctrica para medir el potencial mátrico del agua del suelo. Uno de los mejores sensores cerámicos es llamado bloque Watermark y es uno de los que se recomienda para esta medición.

#### *Especificaciones del Instrumento: Medidor de Humedad del Suelo*

Hay dos tipos de medidores que se podrían usar. Uno es hecho por Delmhorst y lee de 0 a 100 (seco o húmedo) el otro es hecho por Watermark y lee de 0 a 200. Ambos son aceptables por el sistema de datos GLOBE. Por favor contacte al equipo científico de humedad del suelo de GLOBE si tiene una clase diferente de sensor o medidor.

#### *Especificaciones del Instrumento: Tubería de PVC*

La tubería PVC ayuda a colocar los sensores de humedad del suelo en el suelo. Este debe ser de 90 cm de longitud y aproximadamente de 2 cm de diámetro. Tubos adicionales de PVC se requieren para marcar la localización de los sensores. Estos deben ser de 23 cm de largo con un diámetro aproximado de 5 cm. Se requieren cuatro piezas de este material.

### **Infiltración – Opcional, Todos los Niveles de Destreza**

#### *Especificaciones del Instrumento: Infiltrómetro de Doble Anillo*

Dos cilindros metálicos concéntricos. El interior debe tener un diámetro de 10 cm a 25 cm. y el exterior debe tener un diámetro de por lo menos 10 cm más que el del cilindro interior. Ambos cilindros deben ser de una altura de 10 a 15 cm y estar abiertos en ambos extremos. Se pueden encontrar tarros de acero que pueden hacer el trabajo de este aparato.

## **Temperatura del Suelo**

### **Temperatura del Suelo. Todos los Niveles de Destreza**

#### *Especificaciones del Instrumento: Termómetro de Suelo*

Se requiere una sonda de acero inoxidable de 11 cm a 20 cm de largo y un dial o termómetro digital de construcción reforzada, de un rango por lo menos de -10 a 50 °C (se requiere escala Celsius) y una exactitud del 1% en la escala completa (sobre un rango no mayor a 200 °C) o mejor. El sensor debe estar en el tercio inferior de la sonda y debe dar una lectura estable después de menos de 60 segundos de estar en un baño isotérmico. Si se requieren baterías, éstas deben ser incluidas. El sensor debe ser ajustable, estableciéndose el procedimiento de calibración y la precisión que podría alcanzarse. Los termómetros de dial deben ser sellados para evitar la condensación y deben estar cubiertos con vidrio a prueba de golpes o de plástico. Para los termómetros digitales y de dial se prefiere que tengan una escala de graduación de un 1 °C y de 0,1 °C. Los termómetros con vástago de cristal NO son aceptables.

#### *Especificaciones del Instrumento: Termómetro Digital de Máxima y Mínima*

Vea Termómetro Digital de Máxima y Mínima listado debajo de Temperatura del Aire.

### **Monitoreo Automático del Suelo y del Aire – Nivel de Destreza Opcional, Medio y Secundario**

#### *Especificaciones del Instrumento: Registrador de Datos de 4 Canales*

Un registrador de datos autosuficiente, programable capaz de coleccionar y guardar los datos de cuatro sensores de temperatura (uno de aire, posiblemente interior, y tres del suelo - canales externos). El registrador de datos debe ser capaz de tomar datos colectivos en intervalos de 15 y 60 minutos (probando la frecuencia) y guardar al menos 3750 medidas (registrando hora y fecha) por canal (8kb capacidad se prefiere) en la memoria no volatil. La exactitud de tiempo debe ser  $\pm 1$  minuto por semana. La temperatura debe grabarse con por lo menos 7 bits de resolución. El registrador debe impulsarse por una batería del litio con una garantía de uso continua de un año. Debe tener rangos operacionales de -20 a +70 ° C a un 0 - 95% de Humedad Relativa, en un ambiente no condensado.

#### *Especificaciones del Instrumento: Registrador de Datos Interfaz y Software*

Los cables de interfaz de computadora y el software apropiado para lanzar el registrador y recuperar los datos deben estar disponibles. La interfaz de la computadora debe ser MS WINDOWS compatible. La compatibilidad de MAC puede ser requerida pero no es esencial. El software debe permitir exportar los datos como un archivo de texto ASCII y debe proporcionar algún despliegue gráfico básico de los datos.

#### *Especificaciones del instrumento: Sensores de Temperatura del Aire y del Suelo*

La temperatura del aire puede sentirse internamente si el tiempo de respuesta es menor de 15 minutos, por otra parte, un corto (0.3 metro) cable (y 4to canal externo) debe estar disponible. Los sensores de temperatura del suelo deben diseñarse para trabajar durante años enterrados profundamente a 1 metro en suelo insaturados. Sus cables deben tener entre 3 y 6 metros de longitud. Todos los sensores y cables deben ser resistentes al tiempo y al sol. Todos los sensores deben tener una exactitud de  $\pm 0.5$  °C (a 20 °C) y un rango de -30 a +100 °C.

#### *Especificaciones del Instrumento: Caja Hermética*

Instrucciones para construir una caja hermética se brindan en el Protocolo para Monitorear Automáticamente la Temperatura del Suelo y del Aire.

#### *Especificaciones del Instrumento: Secante*

100 mL de CaSO<sub>4</sub> u otro agente deshidratante

#### *Especificaciones del Instrumento: Caseta Meteorológica*

La caseta meteorológica descrita en Temperatura del aire será usada para hacer esta medición.

### **Estaciones Automáticas para Humedad y Temperatura del Suelo – Nivel de Destreza Opcional, Medio y Secundario**

#### *Especificaciones del instrumento: Estación Automática de Humedad y Temperatura del Suelo*

Una estación de humedad y temperatura del suelo debe conectarse a una estación automática del tiempo con un registrador de datos unido a una computadora, y que sea capaz de anotar datos a intervalos de 15-minutos. La entrada de los datos se simplifica si el software para la estación automática tiene la opción para "Exportar los Datos GLOBE". Idealmente habrá cuatro sensores de humedad de suelo, tres sensores de temperatura para la tierra, y un sensor de temperatura optativo para el aire. Sin embargo, usted puede usar menos sensores. Los sensores usados en la estación para medir humedad y temperatura del suelo deben de tener los siguientes requerimientos.

**Temperatura:** Los sensores deben estar diseñados para trabajar durante años enterrados profundamente a 1 metro en suelos insaturados. Sus cables deben tener entre 3 y 6 metros de longitud. Todos los sensores y cables deben ser resistentes al tiempo. Todos los sensores deben tener una exactitud de  $\pm 0.5$  °C (a 20 °C) y un rango de -30 a +100 °C.

**Humedad del Suelo:** Sensores de bloque cerámico que usan un método de resistencia eléctrica para medir el potencial mátrico del agua en el suelo. Uno de los mejores sensores de bloque es el bloque de Watermark, el mismo que es recomendado para hacer esta medición.

## **Cobertura Terrestre y Biología**

### ***Cobertura Terrestre - Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Imágenes Landsat del Mapeador Temático (MT)*

*Software MultiSpec*

El Programa GLOBE proporcionará una imagen del Mapeador Temático a todos los colegios de los Estados Unidos. El Programa MultiSpec es asequible bajándolo del Internet.

### ***Identificación de Especies - Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Claves Dicotómicas*

Las claves dicotómicas para identificación de los árboles no se pueden conseguir de un distribuidor central; se necesita que se adquieran localmente.

## **Biometría**

### ***Disposición del Sitio de Biología - Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Cinta Métrica*

Cinta métrica de 50 m, graduada en un solo lado, con marcas cada dos milímetros o a unidades menores.

### ***Circunferencia del árbol - Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Cinta Métrica*

La cinta métrica descrita en Disposición del Sitio de Biología será usada para esta medición.

### ***Altura del árbol- Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Cinta Métrica*

La cinta métrica descrita en Disposición del Sitio de Biología será usada para esta medición.

*Especificaciones del Instrumento: Clinómetro*

El clinómetro puede ser fabricado por los estudiantes siguiendo las instrucciones que se encuentran en la Guía del Maestro GLOBE, o podría consistir de un dial móvil dentro de una caja metálica con un lente visor. Para la versión del dial móvil, la escala debe estar graduada de 0° a 90° en unidades de 1°.

### ***Cobertura del Dosel. Todos los Niveles de Destreza***

*Especificación del Instrumento: Densiómetro*

El Densiómetro puede ser hecho por los estudiantes de acuerdo a las instrucciones contenidas en la Guía del Maestro GLOBE.

### ***Cobertura del Suelo. Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Ninguna*

### ***Biomasa de la Hierba. Todos los Niveles de Destreza***

*Especificaciones del Instrumento: Balanza*

La balanza debe tener la capacidad de pesar 300 gramos con una precisión de +/- de 0,1 gramos. Puede ser mecánica o electrónica. Se asume que la balanza puede encontrarse localmente, por ejemplo en el laboratorio de ciencias de un colegio

*Especificaciones del Instrumento: Horno para Secar Plantas*

Este horno debe ser capaz de tener muestra a 50 – 70 °C por hasta dos días y debe ser ventilado para permitir que la humedad salga. Las dimensiones internas del horno deben ser al menos 25 cm x 30 cm y 25 cm. Se asume que un

horno está disponible localmente, por ejemplo en una laboratorio de ciencias de colegio secundario. El horno debe ser diseñado para secar muestras biológicas de comida y no debe ser un horno convencional para cocinar, lo cual podría presenta un peligro de fuego en su aplicación

## Tierra como Sistema

### **Foliación – Todos los Niveles de Destreza**

#### *Especificaciones del Instrumento: Claves Dicotómicas*

Las claves dicotómicas para la identificación de árboles no se pueden adquirir con un proveedor central, éstas requieren ser adquiridas localmente.

#### *Especificaciones de los Instrumentos: Cámara*

Una cámara con rollo para fotografías a color o cámara digital. que se asumen se encuentra disponible localmente.

### **Senescencia de las Hojas – Todos los Niveles de Destreza**

#### *Especificaciones del Instrumento: Guía de Plantas a Color*

Una guía hecha de papel resistente al tiempo que contiene imágenes a color de referencia basadas en el sistema Munsell de Notación de Color. Los siguientes colores deben ser mostrados 5G 8/4, 5G 7/4, 5G 6/2, 5G 4/2, 5GY 3/2, 5GY 4/8, 2.5Y 8/6, 2.5Y 8/12, 5YR 7/12, 5GY 7/12, 5GY 6/10, 5GY 5/10, 2.5Y 6/6, 5Y 8/4, 7.5YR 8/4, 7.5YR 6/4, 7.5YR 5/4, 7.5YR 3/4, 5R 3/4, 2.5R 4/2, 2.5R 4/4, 2.5R 4/6, 2.5R 4/8, 2.5R 4/12. Cada imagen debe ser colocada cerca del punto de corte para permitir comparaciones de color entre las hojas de las plantas y las imágenes de referencia.

#### *Especificaciones del instrumento: La Guía de Identificación de Plantas Locales*

Estas guía no se pueden adquirir con un proveedor central, éstas requieren ser adquiridas localmente.

#### *Especificaciones del instrumento: Cámara*

Una cámara con rollo para fotografías a color o cámara digital. que se asumen se encuentra disponible localmente.

### **Apertura de Brotes – Todos los Niveles de Destreza**

#### *Especificaciones del Instrumento: Guía de Identificación de Plantas Locales*

Estas guía no se pueden adquirir con un proveedor central, éstas requieren ser adquiridas localmente

## GPS

### **Latitud, Longitud y Elevación de los Sitios de Estudio de GLOBE - Todos los Niveles de Destreza**

#### *Especificaciones del Instrumento: Receptor del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)*

El instrumento deber ser capaz de:

- Preferiblemente capaz de expresar la latitud y longitud en grados decimales, lo más cercano a 0.0001 grados (Alternativamente se puede expresar en grados completos, minutos y minutos decimales lo más cercano a 0,01, pero esto requiere de conversiones antes de reportar los datos a GLOBE )
- Presentar la hora en la pantalla en unidades UT (Tiempo Universal), Minutos y Segundos.
- Usar los datos del mapa WGS-84, y
- Presentar la elevación en metros.