

Protocolo de Temperatura del Suelo



Objetivo General

Medir la temperatura del suelo cercana a la superficie

Visión General

El alumnado mide la temperatura del suelo a profundidades de 5 cm y 10 cm utilizando un termómetro de suelo.

Objetivos Didácticos

El alumnado aprenderá a calibrar el termómetro de suelo, realizar mediciones con exactitud y precisión; registrar y enviar los datos recogidos. Aprenderá también a relacionar las mediciones de temperatura del suelo con las propiedades físicas y químicas del suelo.

Conceptos de Ciencias

Ciencias de la Tierra y del Espacio

Los suelos tienen propiedades como el color, textura, estructura, consistencia, densidad, pH, fertilidad; son el sostén de muchos tipos de plantas.

La superficie de la Tierra va cambiando.

El agua circula por el suelo modificando las propiedades tanto del suelo como del agua.

Ciencias Físicas

Los objetos tienen propiedades observables.

La energía se conserva.

El calor fluye de los objetos calientes a los fríos.

Habilidades de Investigación Científica

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir una investigación.

Utilizar herramientas y técnicas apropiadas incluyendo las matemáticas para recoger, analizar, e interpretar datos.

Describir, explicar, predecir y desarrollar modelos usando la evidencia.

Comunicar procedimientos y explicaciones.

Tiempo

10-15 minutos

Nivel

Todos

Frecuencia

Las mediciones de temperatura del suelo se pueden tomar a diario o semanalmente. Las mediciones estacionales se toman cada tres meses en intervalos de 2-3 horas durante dos días consecutivos (medición del *ciclo diario*).

Materiales y Herramientas

Termómetro de suelo digital o de cuadrante

Clavo de 12 cm

Vaso de precipitados de 500 ml

Martillo

Separadores (para limitar la profundidad a la que se introduce el termómetro de suelo)

Termómetro de calibración para ajustar el termómetro de suelo de cuadrante

Reloj

Cuaderno de Ciencias GLOBE

Hoja de Datos de Temperatura del Suelo

Preparación

Construir separadores para introducir el termómetro de suelo a la profundidad apropiada.

Requisitos Previos

Ninguno

Protocolo de Temperatura del Suelo – Introducción

La Temperatura del Suelo es fácil de medir y los datos recogidos son muy útiles para los científicos y para el alumnado. La temperatura del suelo afecta al clima, al crecimiento de las plantas, al momento en que aparecen los brotes o se cae la hoja, a la velocidad de descomposición de los desechos orgánicos y a otros procesos químicos, físicos y biológicos que suceden en el suelo.

La temperatura del suelo está directamente asociada a la temperatura de la atmósfera porque el suelo es un aislante del flujo de calor entre la tierra sólida y la atmósfera. En un día soleado, por ejemplo, el suelo absorbe energía del sol y su temperatura aumenta. Por la noche, el suelo libera calor al aire, y esto afecta directamente a la temperatura del aire.

Las temperaturas del suelo pueden ser relativamente bajas en verano o relativamente altas en invierno. Las temperaturas del suelo pueden oscilar entre 50°C en verano, cerca de la superficie del suelo en el desierto (más elevada que la temperatura máxima del aire) y valores por debajo de las heladas en invierno.

La temperatura del suelo influye de manera significativa en la aparición de los brotes y el crecimiento de las plantas. Por ejemplo, si la temperatura del suelo aumenta, las reacciones químicas suceden más rápido y se acelera la germinación de las semillas. Los agricultores utilizan los datos de temperatura del suelo para predecir cuándo conviene cultivar.

La temperatura del suelo también determina los ciclos de vida de seres vivos pequeños que viven en el suelo. Un ejemplo son los insectos y otros organismos que salen de la tierra dependiendo de la temperatura del suelo.

La temperatura del suelo también determina si el agua en el suelo se encuentra en estado gaseoso, líquido o sólido. La cantidad y estado del agua influye en las características de cada horizonte de un perfil de suelo. Por ejemplo, en suelos fríos no hay tanta descomposición de materia orgánica porque los microorganismos actúan a velocidades más bajas, quedando un suelo más de color oscuro. El calor intenso en climas tropicales aumenta la erosión y la producción de óxidos de hierro dando

al suelo colores rojizos. En latitudes al norte y al sur, a altitudes elevadas, hay capas de suelo que están permanentemente congeladas y que reciben el nombre de permafrost.

Si se derrite el permafrost, la estructura del suelo y el grosor de los horizontes se alteran y las raíces de las plantas sufren daños. A latitudes y altitudes medias, el suelo cercano a la superficie se congela en el invierno. La humedad del suelo se evapora por la superficie. La cantidad de humedad evaporada depende de la presión de vapor de agua del suelo y ésta depende de la temperatura. La humedad que se ha evaporado, se ha añadido a la humedad del aire, influyendo en el clima.

Comprender el calentamiento y enfriamiento de los suelos ayuda a predecir la duración de los periodos de crecimiento de las plantas, el tipo de plantas y animales que pueden vivir en ese suelo, y el aporte de humedad a la atmósfera. La cantidad de humedad en el suelo influye en la velocidad a la que el suelo se enfría y se calienta. Suelos húmedos se calientan más lentamente que los suelos secos porque el agua en los poros entre las partículas absorbe más calor que el aire.

Los datos de temperatura del suelo se pueden utilizar para predecir cómo el calentamiento y el enfriamiento global afectan al ecosistema. Los científicos utilizan los datos de la temperatura del suelo en sus investigaciones de factores muy diversos, tales como el control de la peste o el cambio climático. Recogiendo datos de temperatura del suelo, el alumnado de GLOBE contribuye significativamente en la comprensión de nuestro ambiente.

Apoyo al Profesorado

Preparación

Antes de que los alumnos tomen los datos, una vez cada tres meses, deben calibrar el termómetro siguiendo la *Guía de Laboratorio de Calibración del Termómetro de Suelo*. De esta manera se aseguran que las mediciones sean precisas.

Para asegurarse de que las mediciones de temperatura del suelo se realicen a la profundidad correcta, el alumnado utilizará un separador cuando introduzca el termómetro en el suelo. Los separadores se pueden hacer fácilmente siguiendo los siguientes pasos. Ver Figura SU-TE-1.

Medición a 5 cm

1. Medir 7 cm desde la punta del termómetro y hacer una marca. (Tener en cuenta que el sensor de temperatura suele estar normalmente a 2 cm de la punta.)
2. Medir la distancia de la base del cuadrante del termómetro de suelo hasta la marca de 7 cm.
3. Hacer un separador cortando un trozo de madera o tubo de plástico de esta longitud. (Si se usa madera, hacer un agujero por el centro del bloque de madera).
4. Insertar el termómetro por el agujero del separador, 7 cm del termómetro tienen que sobresalir de la base del separador.
5. Etiquetar el separador con *Medición a 5 cm*.

Medición a 10 cm

1. Medir 12 cm desde la punta del termómetro y hacer una marca. (Tener en cuenta que el sensor de temperatura suele estar normalmente a 2 cm de la punta.)
2. Medir la distancia de la base del cuadrante del termómetro de suelo hasta la marca de 12 cm.
3. Hacer un separador cortando un trozo de madera o tubo de plástico de esta longitud. (Si se usa madera, hacer un agujero por el centro del bloque de madera).
4. Insertar el termómetro por el separador, 12 cm del termómetro tienen que sobresalir de la base del separador.
5. Etiquetar el separador con *Medición a 10 cm*.

El alumnado puede ir marcando sus termómetros alternándose, y así insertarlos en el suelo a las profundidades apropiadas. Se pueden marcar con un rotulador permanente. Para obtener la medición a 5 cm se debe marcar el termómetro a 7 cm de la punta, y a 12 cm para obtener la medición de 10 cm.

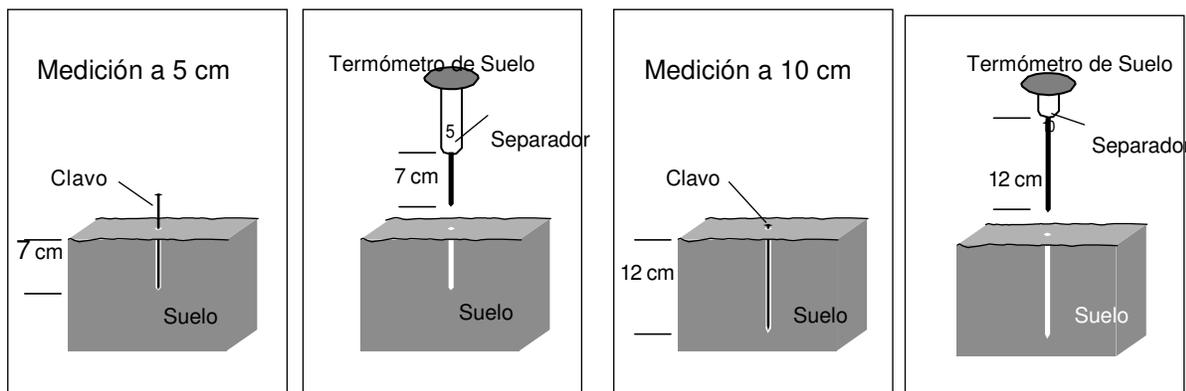
Selección del Sitio

Los datos de temperatura del suelo se recogen cerca del Sitio de Estudio de Atmósfera o del Sitio de Estudio de Humedad del Suelo.

Manejando las Herramientas

Las mediciones de temperatura del suelo no requieren un equipo caro. Se puede plantear la compra de tres termómetros de suelo. Tomando datos de manera triplicada, se reduce el tiempo necesario para recoger los datos.

Figura SU-TE-1: Haciendo Separadores para el Termómetro de Suelo



De esta manera es posible tomar datos diariamente – datos tomados más a menudo son más útiles para la investigación y en el aula.

Los termómetros de suelo se pueden romper si se fuerzan al introducirlos en el suelo. Es conveniente hacer primero agujeros con algo resistente, como un clavo, para que la tierra esté más blanda (ejemplo, tierra suelta). Marcar el clavo para el agujero piloto con un marcador permanente o una sierra para metales a la altura de 5 cm, 7cm, 10cm, y 12cm.

No se deben dejar los termómetros de suelo permanentemente en la tierra. Tampoco es buena idea dejarlos al aire libre si no se están utilizando, puesto que no están sellados herméticamente contra la humedad. (Ver el *Protocolo Opcional Automatizado de Temperatura del Suelo y del Aire* o el *Protocolo Digital Multi-Día de Temperatura Max/Min/Actual del Aire y del Suelo* para los aparatos que pueden dejarse tiempo en la tierra).

Organizando al Alumnado

Dos o tres alumnos/as toman datos de la temperatura del suelo.

Frecuencia de Medición

Los datos de temperatura del suelo se toman diariamente o semanalmente. Cada tres meses, en dos días consecutivos, el alumnado debe realizar las mediciones por lo menos 5 veces cada día en intervalos de aproximadamente dos o tres horas siguiendo el *Protocolo de Temperatura del Suelo– Guía de Campo de la Medición del Ciclo Diurno*. Un ciclo completo sería de 24 horas, la intención aquí es captar parte de este ciclo.

Procedimiento de Medición

Después de seleccionar un sitio apropiado, se realiza un agujero piloto a una profundidad de 5 cm y se inserta el termómetro de suelo, pasados 2-3 minutos se lee la temperatura que marca. A continuación el agujero piloto se hace más profundo hasta 10 cm y de nuevo se inserta el termómetro leyendo lo que marca una vez que se estabiliza. Se repite este proceso dos veces más dentro de un radio de 25 cm de la medición primera. El tiempo total necesario es aproximadamente 20 minutos. A profundidades de 5 cm y 10 cm se mide la temperatura del suelo tres veces.

Las mediciones tomadas a la misma profundidad dentro del radio de 25 cm deben ser similares. Si uno de estos datos es anómalo (muy diferente de los demás)

serán los científicos que utilicen los datos los que se cuestionen si son válidos o no. El alumnado debe anotar en los metadatos (comentarios) cualquier cosa que sospechen que es anómala.

Las mediciones de temperatura se pueden utilizar para comenzar con las mediciones cuantitativas de GLOBE en el suelo del centro escolar, antes de que se haya colocado la caseta meteorológica. El equipo se saca fuera para realizar las mediciones y después se lleva de nuevo al aula para evitar problemas de seguridad.

Actividades de Apoyo

Anime al alumnado a relacionar la temperatura del suelo con las características del suelo.

Deje que el alumnado compare las temperaturas del suelo con las del agua y el aire.

Deje que el alumnado examine las fluctuaciones estacionales de la temperatura del suelo.

Anime al alumnado a que dibuje una gráfica según espera que sean las temperaturas a diferentes profundidades. Después es interesante que la compare con los datos actuales de las gráficas de la página web del GLOBE.

Anime al alumnado a que discuta acerca de otras variables que pueden afectar a la temperatura del suelo.

Anime al alumnado a desarrollar el *Protocolo de Temperatura de la Superficie* correspondiente al *Área de Investigación de Atmósfera*. En este protocolo, se miden las temperaturas de la superficie. Estas mediciones pueden relacionarse con las temperaturas del suelo.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Al mediodía solar es más elevada la temperatura del suelo o del aire?

Antes de que germine una semilla, ¿a qué temperatura deberá estar el suelo?

¿A qué temperatura se congela el suelo de tu área?

¿Cómo están relacionadas las otras mediciones de GLOBE con la temperatura del suelo?

El momento de máxima temperatura del aire y el momento de máxima temperatura del suelo a 10 cm de profundidad, ¿son constantes a lo largo del año?

Calibrando el Termómetro de Suelo

Guía de Laboratorio

Actividad

Calibrar el termómetro de suelo.

Qué se Necesita

- | | |
|---|--|
| - Termómetro de Suelo | Agua |
| - Calibración del termómetro (está determinado para una precisión de $+0,5^{\circ}\text{C}$ utilizando el método del baño de hielo descrito en el protocolo de Investigación de la Atmósfera) | Llave inglesa para las tuercas del termómetro de suelo |
| - Vaso de precipitados de 500 ml | Cuaderno de Ciencias de GLOBE |

En el Laboratorio

1. Verter unos 250 ml de agua a temperatura ambiente en un vaso de precipitados.
2. Colocar tanto el termómetro de calibración como el de suelo en el agua.
3. Controlar que el agua cubra al menos 4 cm de los termómetros. Añadir agua si es necesario.
4. Esperar 2 minutos.
5. Leer la temperatura de ambos termómetros.
6. Si la diferencia de temperatura entre ambos termómetros es inferior a 2°C , entonces significa que el termómetro de suelo ya está calibrado.
7. Si la diferencia de temperatura es mayor que 2°C , esperar dos minutos más.
8. Si la diferencia de temperatura continúa siendo mayor de 2°C , ajustar el termómetro de suelo girando la tuerca de la base del cuadrante con la llave inglesa hasta que el termómetro de suelo marque lo mismo que el termómetro de calibración.

Protocolo de Temperatura del Suelo

Guía de Campo

Actividad

Medir la temperatura del suelo y del aire.

Qué se Necesita

- *Hoja de Datos de Temperatura del Suelo*
- Termómetro de Suelo
- Separadores para el termómetro
- Clavo de 12 cm o más, marcado a 5 cm, 7 cm, 10 cm y a 12 cm (si el suelo es firme o muy firme)
- Reloj
- Cuaderno de Ciencias de GLOBE
- Bolígrafo o lapicero
- Martillo (si el suelo es muy firme)

En el Campo

1. Rellenar la parte superior de la *Hoja de Datos de la Temperatura del Suelo*.
2. Ubicar el punto de muestreo (si el suelo es blando, obviar el paso 3).
3. Utilizar el clavo para hacer un agujero piloto de 5 cm de profundidad para el termómetro. Si el suelo es muy firme y es necesario utilizar un martillo, hacer un agujero de 7 cm de profundidad. Sacar el clavo con cuidado para alterar el suelo lo menos posible. Desenroscarlo al tirar de él sirve de ayuda. Si el suelo se resquebraja se intentará de nuevo a 25 cm de distancia.
4. Insertar el termómetro por el separador largo, de tal manera que sobresalgan 7 cm del termómetro. El cuadrante debe estar pegado a la parte superior del separador.
5. Introducir el termómetro en el suelo.
6. Esperar 2 minutos. Registrar la temperatura y el tiempo en el Cuaderno de Ciencias.
7. Esperar 1 minuto. Registrar la temperatura y el tiempo en el Cuaderno de Ciencias.
8. Si entre ambas lecturas hay una diferencia de máximo 1,0° C, registrar este valor y el tiempo en la *Hoja de Datos de Temperatura del Suelo* como Muestra 1, lectura a 5cm. Si la diferencia es mayor, continuar tomando la temperatura a intervalos de 1 minuto hasta que las dos lecturas consecutivas tengan una diferencia de 1,0° C como máximo.
9. Retirar el termómetro del agujero (si el suelo es blando, obviar el paso 10).

10. Utilizar el clavo para hacer más profundo el agujero (10 cm). Si es necesario utilizar un martillo, hacer el agujero de 12 cm de profundidad.
11. Reemplazar el separador largo por el corto de tal manera que sobresalgan 12 cm del termómetro. Introducir el termómetro en el agujero hasta que su punta esté a 12 cm por debajo de la superficie.
12. Esperar 2 minutos. Registrar la temperatura y el tiempo en el Cuaderno de Ciencias.
13. Esperar 1 minuto. Registrar la temperatura y el tiempo en el Cuaderno de Ciencias.
14. Si entre ambas lecturas hay una diferencia de máximo 1,0° C, registrar este valor y el tiempo en la *Hoja de Datos de Temperatura del Suelo* como Muestra 1, lectura a 10 cm. Si la diferencia es mayor, continuar tomando la temperatura en intervalos de 1 minuto hasta que las dos lecturas consecutivas tengan una diferencia de 1,0° C como máximo.
15. Repetir los pasos 2 al 14 para 2 agujeros más a 25 cm de distancia del primer agujero. Registrar estos datos en la *Hoja de Datos de Temperatura del Suelo* como Muestra 2, 5 y 10 cm y Muestra 3, 5 y 10 cm.
Nota: estas tres series de mediciones se deben hacer en un periodo de máximo 20 minutos.
16. Si es posible, tomar y registrar la temperatura del aire actual del termómetro de la caseta meteorológica, o bien siguiendo el *Protocolo de Temperatura Actual* en la *Investigación de Atmósfera*.
17. Limpiar todo el equipo.

Protocolo de Temperatura del Suelo – Medición del Ciclo Diario

Guía de Campo

Actividad

Medir la temperatura del suelo y del aire al menos cinco veces al día durante dos días.

Qué se Necesita

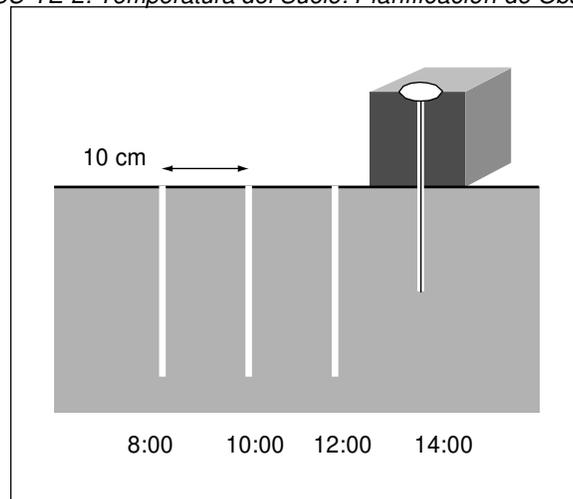
- Hoja de Datos de Temperatura del Suelo-
Ciclo Diurno
- Termómetro de Suelo
- Separadores para el termómetro
- Clavo de 12 cm o más, marcado a
5 cm, 7 cm, 10 cm y a 12 cm
(si el suelo no es blando)
- Reloj
- Cuaderno de Ciencias GLOBE
- Bolígrafo o lapicero
- Martillo (si el suelo es muy firme)
- Termómetro (para medir
temperatura actual)

En el Campo

1. Rellenar la parte superior de la *Hoja de Datos de la Temperatura del Suelo* y elegir el primer punto de muestreo. Continuar con el paso 3 si el suelo es firme, o ir al paso 4. (Recordar que se repetirán los pasos 2 al 15 al menos cuatro veces más.)
2. Ubicar el siguiente punto de muestreo a 10 cm de las mediciones anteriores. Ver Figura SU-TE-2 (si el suelo es blando, pasar al punto 4).
3. Utilizar el clavo para hacer un agujero piloto para el termómetro, de 5 cm de profundidad. Si el suelo es muy firme y hay que usar un martillo, se hará el agujero de 7 cm de profundidad. Introducir el clavo tratando de alterar el suelo lo menos posible. Girar el clavo al tirar de él sirve de ayuda. Si el suelo se resquebraja, se intentará de nuevo a 10 cm de distancia.
4. Insertar el termómetro por el separador largo, de tal manera que sobresalgan 7 cm del termómetro. El cuadrante debe estar pegado a la parte superior del cuadrante del termómetro.
5. Introducir el termómetro en el suelo.
6. Esperar 2 minutos. Registrar la temperatura y el tiempo en el Cuaderno de Ciencias.
7. Esperar 1 minuto. Registrar la temperatura y el tiempo en el Cuaderno de Ciencias.
8. Si entre ambas lecturas hay una diferencia de máximo 1,0° C, registrar este valor y el tiempo de la muestra actual en la *Hoja de Datos de Temperatura del Suelo*, lectura a 5 cm. Si la diferencia es mayor, continuar tomando la temperatura en intervalos de 1 minuto hasta que las dos lecturas consecutivas tengan una diferencia de 1,0° C como máximo.
9. Retirar el termómetro del agujero (si el suelo es blando, obviar el paso 10).

10. Utilizar el clavo para hacer más profundo el agujero (10 cm). Si es necesario utilizar un martillo, hacer el agujero de 12 cm de profundidad.
11. Reemplazar el separador largo por el corto de tal manera que sobresalgan 12 cm de termómetro. Introducir el termómetro en el agujero hasta que su punta esté a 12 cm por debajo de la superficie.
12. Esperar 2 minutos. Registrar la temperatura y el tiempo en el Cuaderno de Ciencias.
13. Esperar 1 minuto. Registrar la temperatura y el tiempo en el Cuaderno de Ciencias.
14. Si entre ambas lecturas hay una diferencia de máximo 1,0° C, registrar este valor y el tiempo para la muestra actual en la *Hoja de Datos de Temperatura del Suelo*, lectura a 10 cm. Si la diferencia es mayor, continuar tomando la temperatura en intervalos de 1 minuto hasta que las dos lecturas consecutivas tengan una diferencia de 1,0° C como máximo.
15. Leer y registrar la temperatura del aire actual del termómetro de la caseta meteorológica, o bien siguiendo el *Protocolo de Temperatura Actual* en la *Investigación de Atmósfera*. La *Hoja de Datos de Temperatura del Suelo* permite al alumnado registrar los datos de la temperatura diurna del suelo.
16. Repetir los pasos 2 al 15 cada 2 ó 3 horas para, al menos medir cinco veces. Ver Figura SU-TE-2. Los tiempos en la figura son sólo ejemplos propuestos. Elegir tiempos que se amolden a sus horarios.
17. Al día siguiente, repetir pasos 2 al 16. Para el segundo día se necesitará una nueva *Hoja de Datos de Temperatura del Suelo*.

Figura SU-TE-2: Temperatura del Suelo: Planificación de Observación Diaria



Protocolo de Temperatura del Suelo – Interpretando los datos

¿Son razonables los datos?

Realizar gráficas con los datos de la temperatura del suelo es una herramienta útil para determinar las variaciones y tendencias de la temperatura. Por ejemplo, gráficas de la temperatura del suelo a lo largo de un año, a 5 y 10 cm de profundidad, en tres localizaciones que cubran un amplio abanico de latitudes, pueden mostrar tendencias interesantes. Ver Valdres, Noruega (61,13° N, 8,59° E: Figura SU-TE-3), Cleveland, OH, EE.UU (61,13 N, -81,56° O: Figura SU-TE-4), y Kanchanaburi, Tailandia (14,49° N, 99,47° E: Figure SU-TE-5). Estas gráficas indican que las temperaturas del suelo a 5 y 10 cm de profundidad siguen patrones similares variando a lo largo del tiempo.

Los datos de temperatura del suelo muestran generalmente variaciones diarias y estacionales que son similares a la temperatura del aire. El siguiente bloque de graficas muestra la temperatura del suelo a 5 cm y la temperatura media del aire para los mismos centros escolares de las gráficas anteriores. Ver Figuras SU-TE-6, SU-TE-7 y SU-TE-8. Observar que el eje de la temperatura del aire está a la izquierda y el eje de la temperatura del suelo está a la derecha.

Las siguientes preguntas pueden hacerse para ayudar determinar si los datos de las gráficas son razonables:

- ¿A qué profundidad es generalmente mayor la temperatura del suelo? ¿Es esto cierto en cada una de las tres localizaciones? ¿Es esto cierto a lo largo del año?
- ¿Cuál es la relación entre la temperatura del suelo y la del aire? ¿Es la misma en cada una de las tres localizaciones? ¿Es la misma a lo largo de todo el año?
- En las gráficas que se muestran, ¿qué temperatura, del aire o del suelo, tiene un registro anual más grande?

El alumnado puede determinar si sus datos son, o no son razonables, comparándolos con datos de otros centros escolares y haciéndose las mismas preguntas.

Observando las gráficas de sus mediciones de aire y del suelo, el alumnado tendrá mayor comprensión de las tendencias de la temperatura del sitio de estudio. Elaborar gráficas con los datos de la temperatura del suelo es también muy útil para identificar puntos de la curva que no

tienen sentido. Estos puntos son datos *anómalos*. Pueden ser resultantes de algún fenómeno natural o de algún problema con el procedimiento de recogida de datos. Las gráficas permiten también observar la tendencia de la temperatura del suelo a lo largo del día o del año.

Para analizar curvas de temperatura del suelo, el alumnado debería preguntarse lo siguiente:

- ¿Cuál es la temperatura media?
- ¿Cuál es la amplitud de los datos (diferencia entre el valor máximo y el mínimo)?
- ¿Cómo varían los datos en los diferentes intervalos de tiempo (diarios, semanales y mensuales)?
- ¿Son los bloques de datos o los metadatos (comentarios) los que pueden explicar cuando se interrumpe la regularidad?
- ¿Representan los datos una media temporal o espacial (hay que tener en cuenta que algunos científicos utilizan un equipo o procesador de datos que automáticamente hacen la media de parámetros, como la temperatura, a lo largo del tiempo. Normalmente, los datos de GLOBE representan mediciones instantáneas de un parámetro específico.)?

A continuación se exponen algunas tendencias que siguen los datos de temperatura del suelo:

- Relación o similitud entre los datos de la temperatura del suelo a 5 y 10 cm.
- El patrón de la temperatura del suelo debería ser similar al patrón que sigue la temperatura del aire.

¿Qué buscan los científicos en los datos?

Los científicos relacionan los cambios en la temperatura del suelo con las características del suelo para determinar la diferencia en el calentamiento y enfriamiento de los suelos. Como el calor normalmente aumenta la velocidad de las reacciones físicas, químicas y biológicas, los científicos utilizan la temperatura del suelo para predecir la velocidad a la que ocurren procesos tales como la germinación de semillas.

Los científicos están interesados especialmente en datos a largo plazo de la temperatura del suelo. La comparación de la temperatura del suelo, del aire y del agua a lo largo de muchos años, les ayuda a comprender cambios climáticos a nivel global y muchos procesos relacionados con ello, como la formación del suelo y del permafrost. Los datos tomados a lo largo de mucho tiempo son necesarios para determinar la persistencia o tendencia de cualquier cambio que se observe.

Figura SU-TE-3

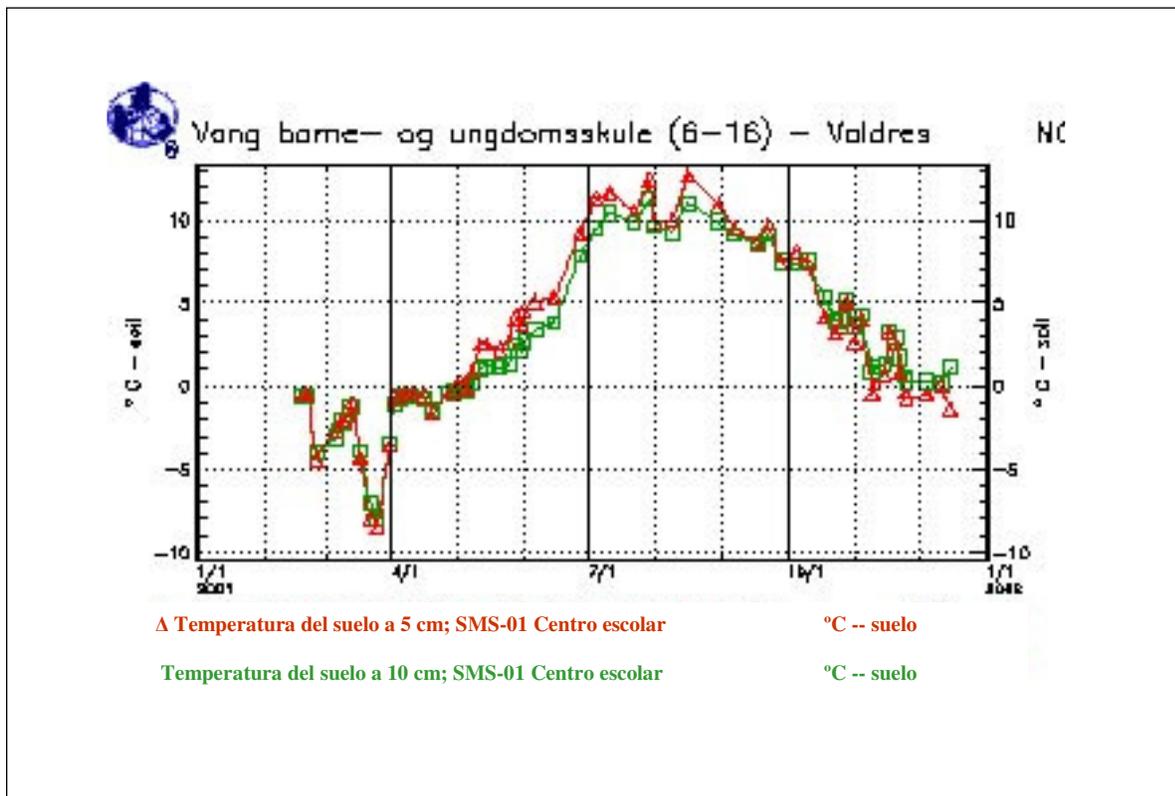


Figura SU-TE-4

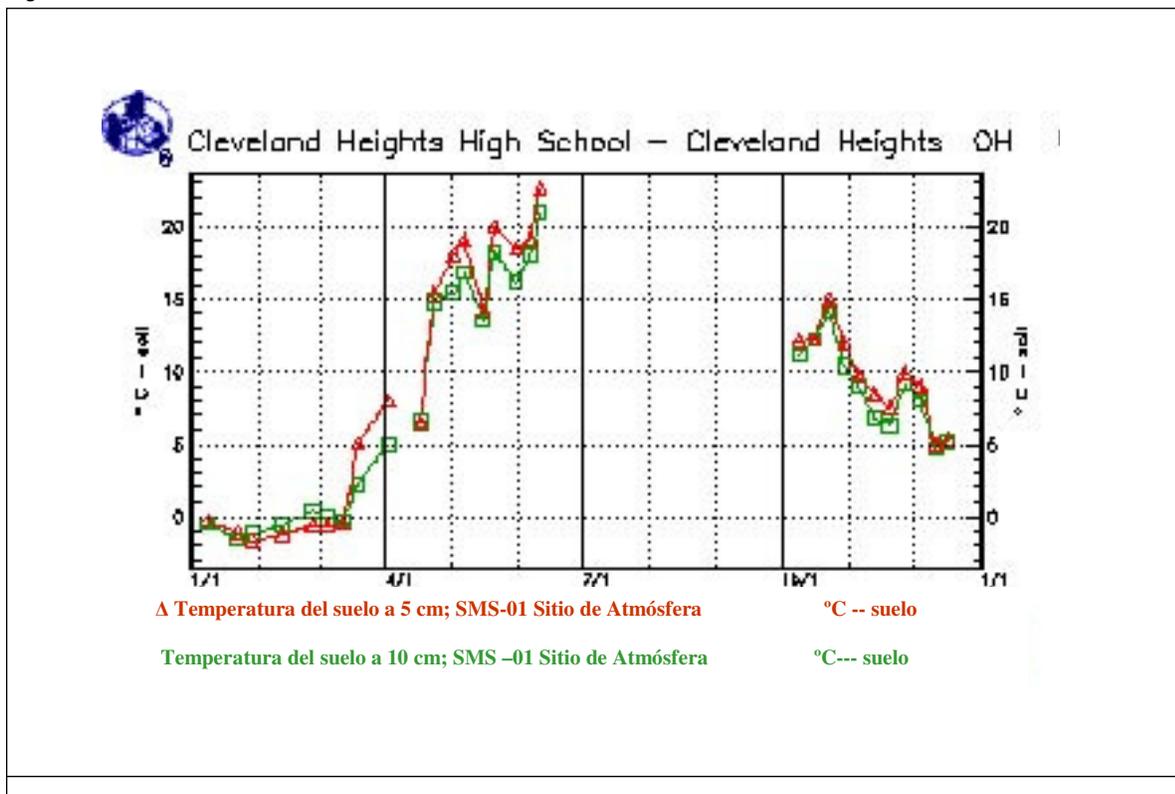


Figura SU-TE-5

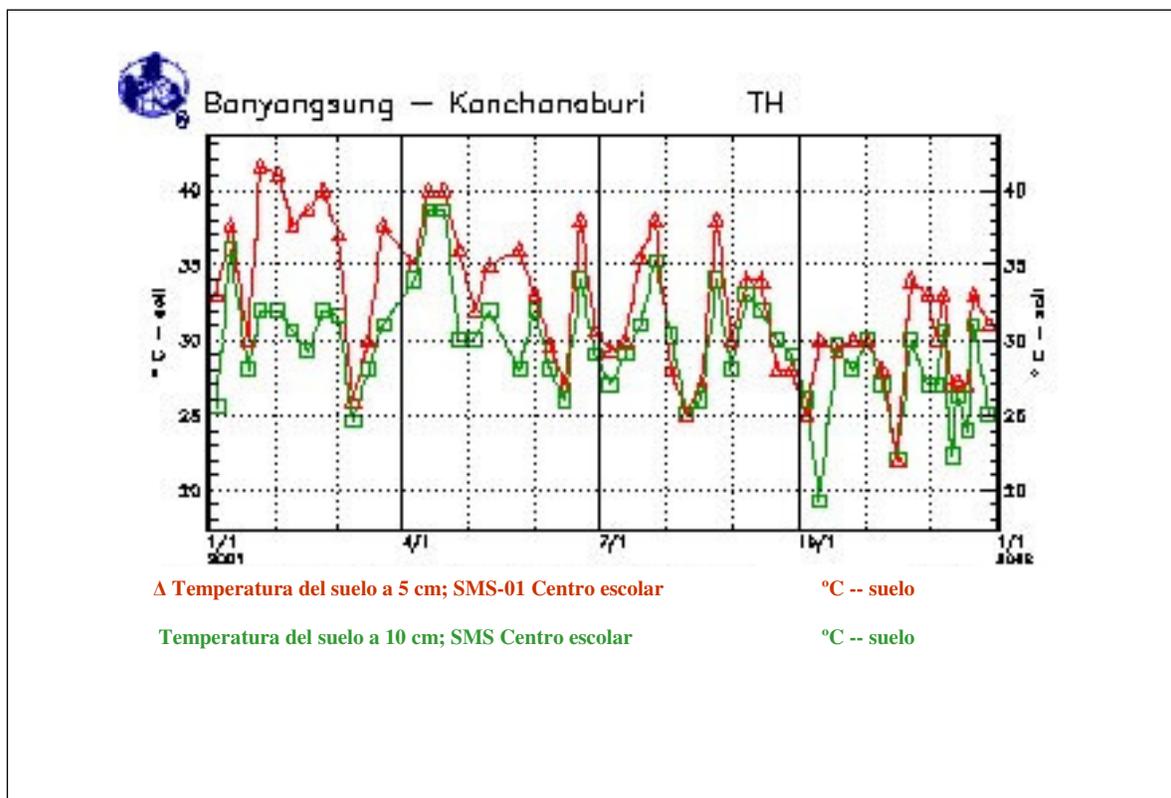


Figura SU-TE-6

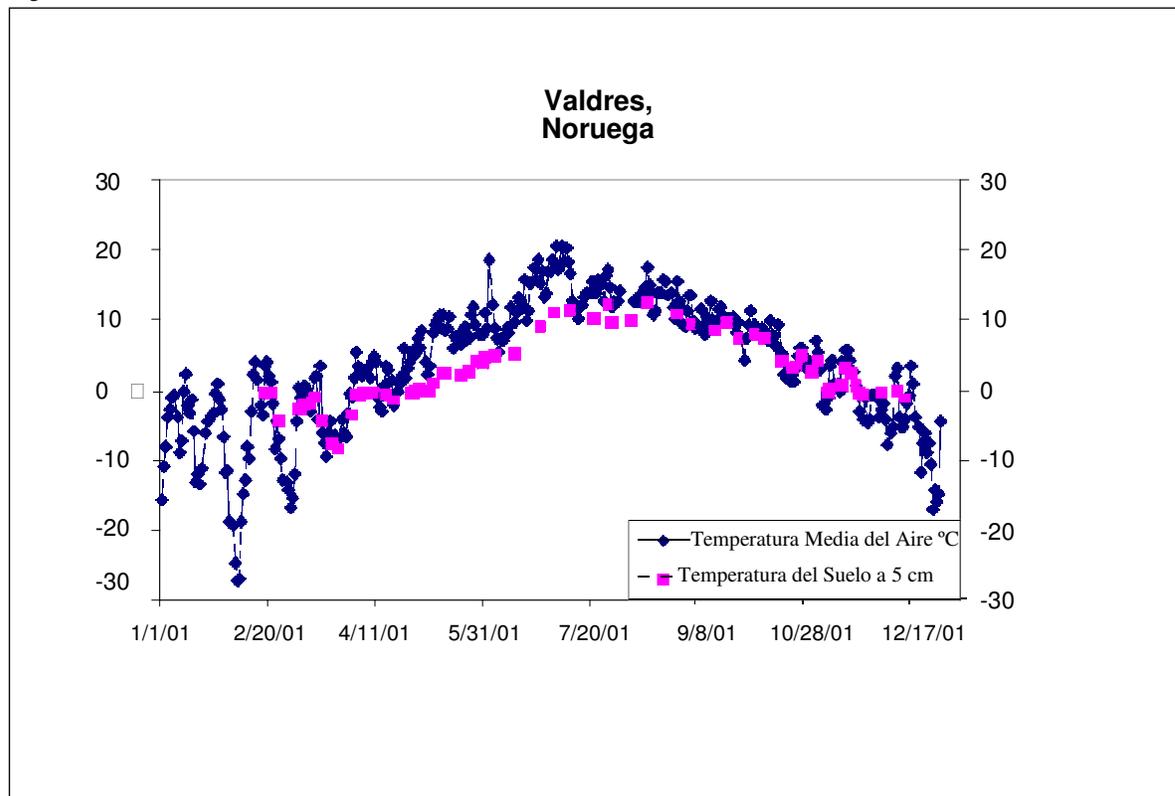


Figura SU-TE-7

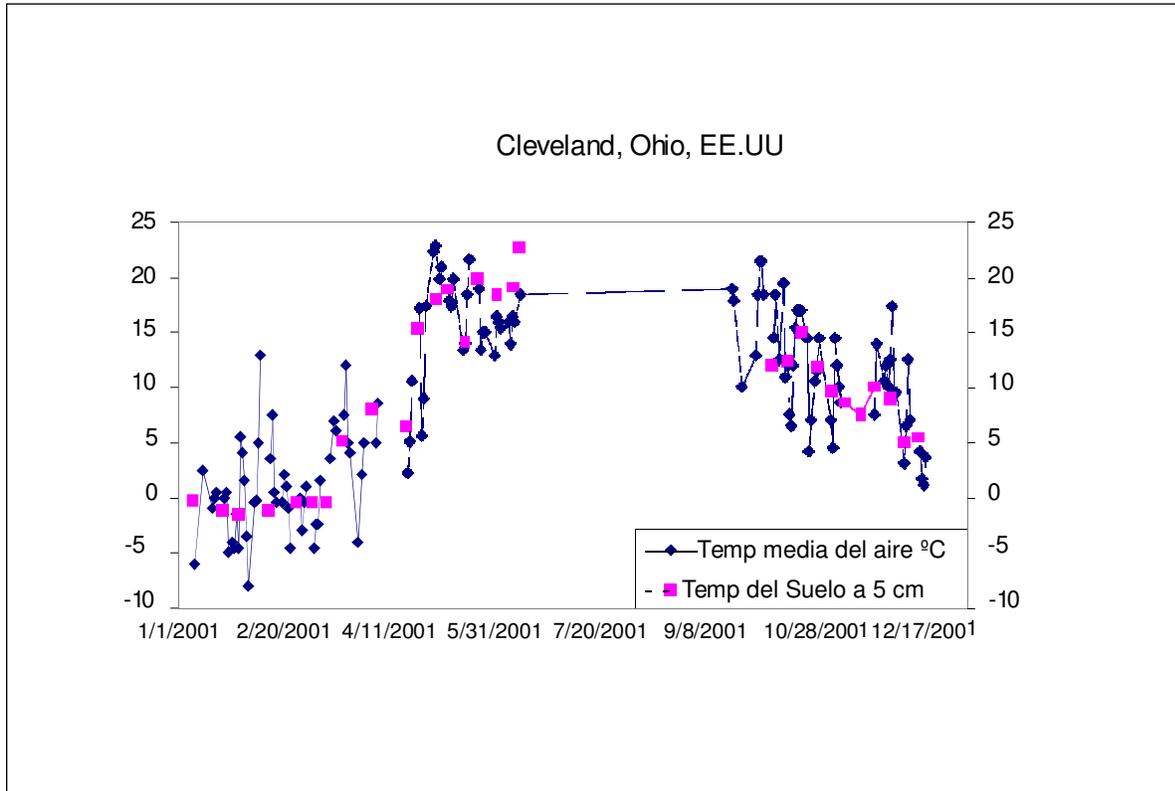
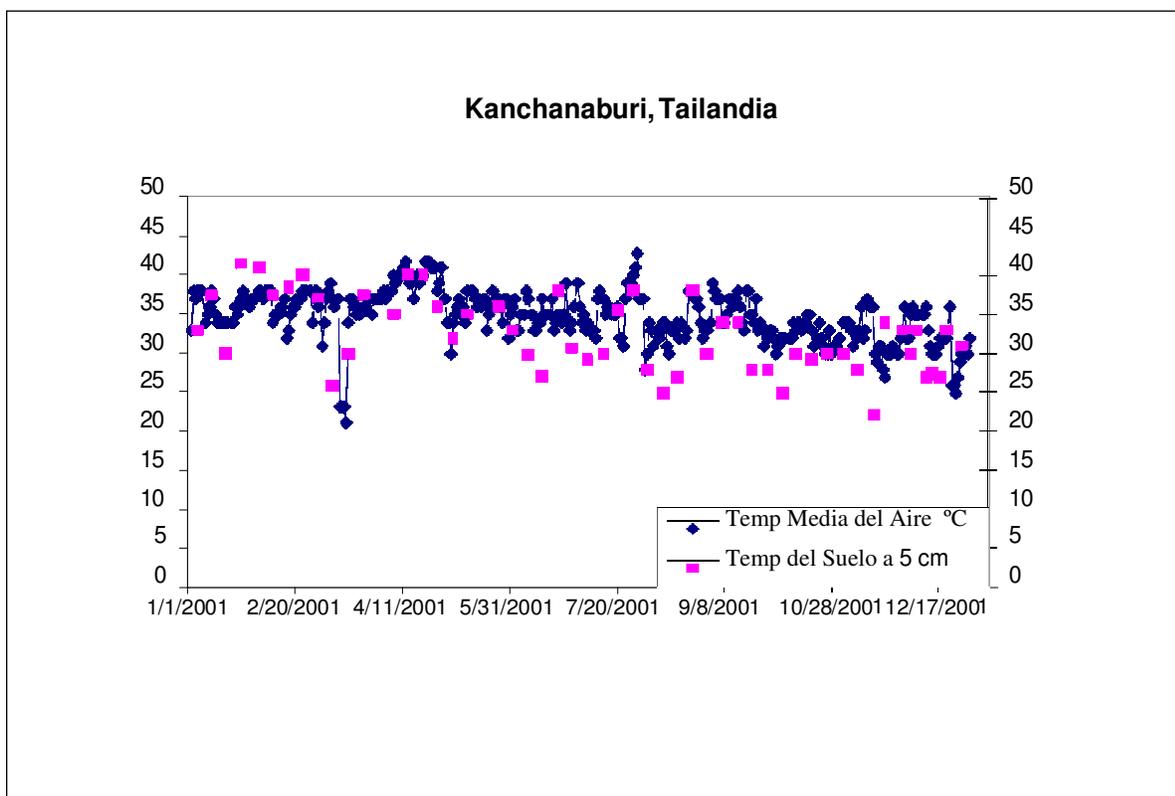


Figura SU-TE-8



Los científicos también utilizan las observaciones del suelo junto con modelos a diferentes escalas y con otro tipo de datos, tales como imágenes satelitales infrarrojas para validar o extrapolar sus conocimientos de un área a otra.

Ejemplo de un Proyecto de Investigación

Formulando una Hipótesis

Observando datos de la temperatura del suelo de unos cuantos centros escolares del Programa GLOBE, un grupo de alumnos observó que en algunos centros escolares, la temperatura del suelo a 5 cm de profundidad era más elevada que a 10 cm, sin embargo en otros centros escolares ocurría justo lo contrario. Los alumnos se preguntaron si estos datos habían resultado al azar, o bien estaba relacionado con el momento del año y con la temperatura del aire. Miraron las gráficas de datos de otros centros GLOBE y decidieron formular una hipótesis basada en sus conocimientos. Su hipótesis era la siguiente: *En verano, la temperatura del suelo a una profundidad de 5 cm será mayor (más calor) que la temperatura del suelo a 10 cm, y en invierno, será más baja (más fría) que la temperatura del suelo a una profundidad de 10 cm.*

Tomando Datos

Los alumnos/as estaban ubicados en una zona de clima de latitud media, así que decidieron comprobar su hipótesis con un centro escolar a una latitud similar a la suya. Eligieron el siguiente centro escolar: Norfolk Elementary School, Norfolk, AR (36,20° N, 92,27° O), se trataba de un centro de latitud media que había recogido datos de temperatura del suelo y de temperatura del aire durante dos años (Figura SU-TE-9). Los alumnos trazaron en la misma gráfica las curvas de la temperatura del suelo a 5 y 10 cm de profundidad, para poder comparar la diferencia entre ambas profundidades a lo largo de los dos años.

Analizando Datos

Observando la gráfica, el alumnado concluyó que los puntos de ambas curvas estaban muy próximos unos a otros como para determinar si

su hipótesis era cierta o no. Decidieron hacer un análisis más amplio de los datos. Comenzaron a restar la temperatura a 10 cm de la temperatura a 5 cm para calcular la diferencia de temperatura a lo largo del tiempo y así determinar si su hipótesis era correcta.

Conclusiones

De la Figura SU-TE-10, el alumnado pudo observar que los valores negativos, que representan el tiempo en el suelo a 10 cm está más caliente que el suelo a 5 cm, aparecían principalmente en los meses de otoño (septiembre, octubre y noviembre) e invierno (diciembre, enero, y febrero). Sin embargo, durante el invierno, había muchos valores positivos, es decir, que la temperatura a 5 cm era mayor que la temperatura a 10 cm. Motivo por el cual concluyeron manifestando que los datos negaban la hipótesis original de que la temperatura del suelo a 10 cm era más alta en invierno.

A pesar de que el alumnado observó que su hipótesis no era cierta todo el tiempo, la gráfica que realizaron confirmaba la idea de que a 10 cm de profundidad la temperatura del suelo sería más alta que la temperatura del suelo a 5 cm pero sólo en los meses más fríos. Para obtener una visión mejor, los alumnos trazaron una línea que mostraba la diferencia entre las temperaturas a 5 cm y a 10 cm y la temperatura media del aire. Ver Figura SU-TE-11. Hay que tener en cuenta que el eje para la diferencia de temperaturas del suelo está a la izquierda y el eje para la temperatura del aire está a la derecha. A partir de esta gráfica, se pudo concluir que en este lugar, la temperatura del aire debe ser baja ($< 5^{\circ} \text{C}$) si la temperatura del suelo a 10 cm es más alta que la temperatura del suelo a 5 cm. Esta conclusión tenía sentido para el alumnado. Entendieron que cuando la temperatura del aire es elevada, se calienta primero el suelo que está más cercano a la superficie, pero cuando el aire está frío, se enfría primero el suelo más cercano a la superficie, dejando más caliente el suelo más profundo y por tanto más aislado.

Investigación Posterior

Los alumnos que trabajaron en este proyecto se preguntaron si la relación que observaron sería la misma en otras partes del mundo. Realizaron el mismo análisis de la temperatura del suelo y del aire de otros dos centros escolares, uno en Noruega, (Figura SU-TE-12) un clima mucho más frío, y otro en Tailandia, (Figura SU-TE-13) un clima mucho más cálido.

Se observó con esas gráficas que la relación entre la temperatura del suelo y del aire que encontraron en los datos de Arkansas era similar a los de Noruega, pero no a los de Tailandia. Esto les llevó a concluir que el clima y/o el tipo de suelo de una región influye en esa relación. Especularon que otras muchas regiones cálidas y húmedas no tienen el mismo patrón. Los alumnos se motivaron recogiendo datos suficientes de su propio centro escolar para estudiar los cambios en las temperaturas del aire y del suelo a 5 y 10 cm a lo largo del año.

Figura SU-TE-9

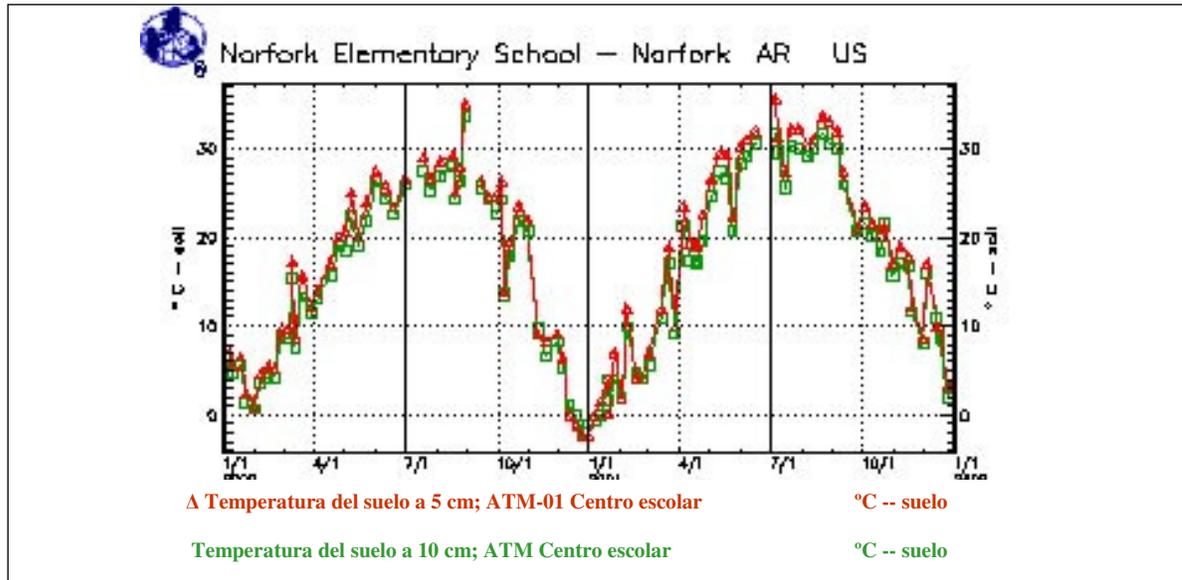


Figura SU-TE-10

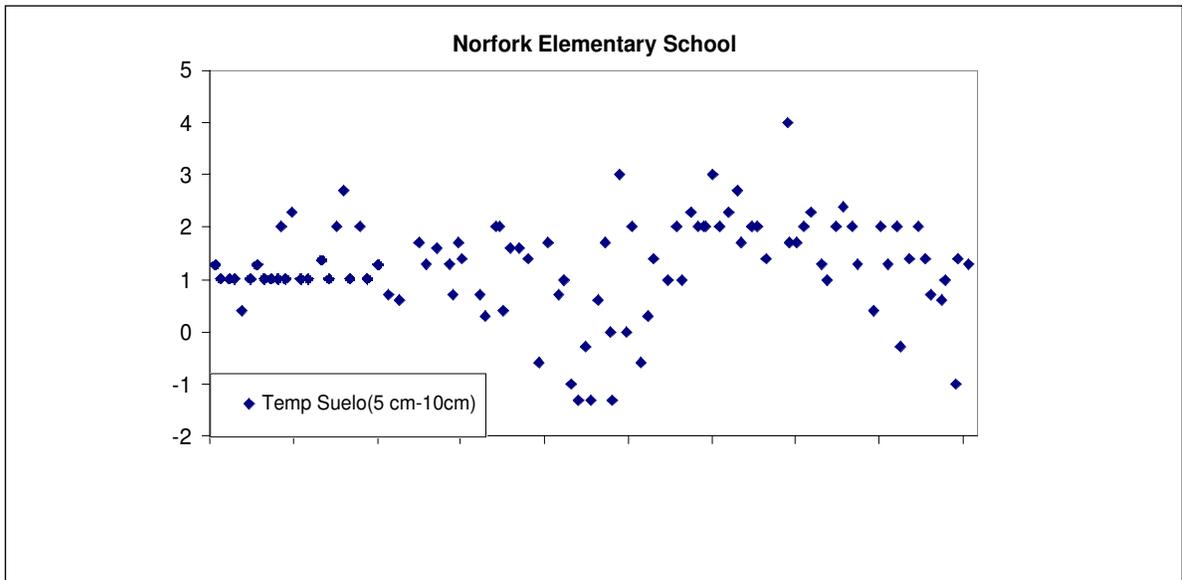


Figura SU-TE-11

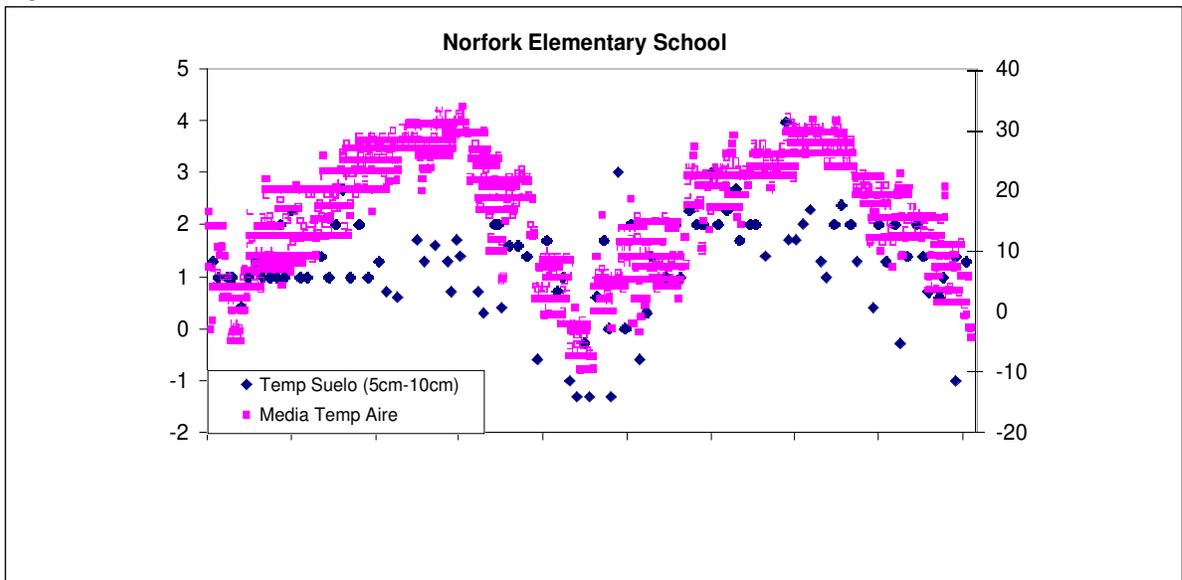


Figura SU-TE-12

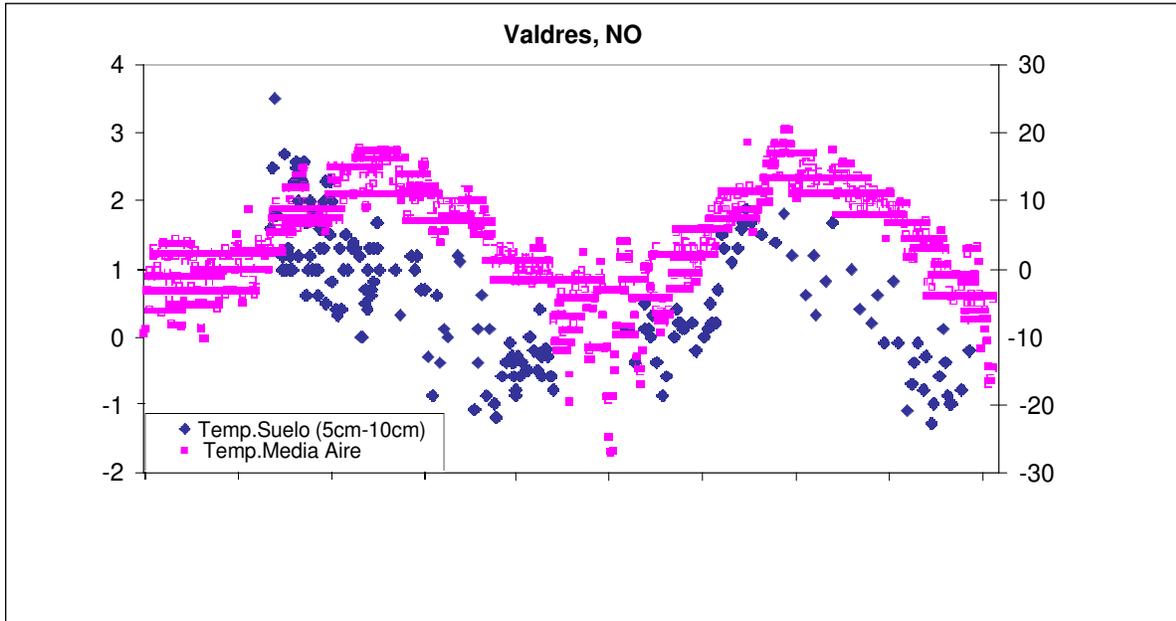


Figura SU-TE-13

