

Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima, y Actual



Objetivo General

Medir la temperatura del aire (y, opcionalmente, la del suelo) en el intervalo de una hora desde el mediodía solar local, así como la temperatura máxima y mínima del aire de las 24 horas anteriores.

Visión General

El alumnado lee la temperatura actual, máxima y mínima en un termómetro y después pone a cero los índices de máxima y mínima para iniciar un nuevo período de mediciones de 24 horas.

Objetivos Didácticos

Aprender a medir las temperaturas mínima, máxima y actual utilizando un termómetro en forma de U; comprender las variaciones diarias y anuales de la temperatura y reconocer los factores que influyen en las temperaturas atmosféricas.

Conceptos Científicos

Ciencias de la Tierra y del Espacio

El tiempo se puede describir con mediciones cuantitativas.

El tiempo cambia de un día para otro y a lo largo de las estaciones.

El tiempo varía a escala local, regional y global.

Geografía

La variabilidad de la temperatura de una zona influye en las características del sistema físico geográfico de la Tierra.

Habilidades de Investigación Científica

Utilizar un termómetro para medir la temperatura.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Utilizar las matemáticas apropiadas para analizar los datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones a partir de los resultados.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos y explicaciones.

Tiempo

5 minutos

Nivel

Todos

Frecuencia

Diariamente en el intervalo de una hora del mediodía solar local.

Materiales y Herramientas

Caseta meteorológica.

Termómetro instalado de máximas/mínimas.

Termómetro de calibración.

Hoja de Datos de la Investigación de la Atmósfera

Preparación

Instalar la caseta meteorológica.

Calibrar e instalar el termómetro de máximas/mínimas.

Revisar cómo leer el termómetro de máximas/mínimas.

Requisitos Previos

Ninguno

Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima y Actual – Introducción

Temperatura y Tiempo Meteorológico

¿Se ha dado cuenta de que los pronósticos diarios del tiempo no siempre son correctos? Esto es en parte debido a que los científicos están todavía intentando saber más sobre cómo funciona la atmósfera. Las mediciones de la temperatura del aire, particularmente de cómo cambia la temperatura del aire tras una tormenta, son importantes para ayudar a los científicos a comprender mejor nuestra atmósfera. Este conocimiento permitirá a los meteorólogos pronosticar el tiempo para el día siguiente de manera precisa, o incluso para la semana siguiente.

Las mediciones de la temperatura del aire también son importantes para comprender la precipitación. Que la precipitación se produzca en forma de lluvia, aguanieve, nieve o granizo depende de la temperatura del aire. La temperatura del aire también influye sobre la cantidad de agua que se evapora y en la humedad relativa del aire. El agua evaporada de la tierra y de los cuerpos de agua que pasa a la atmósfera contribuye a alimentar las tormentas e influye en gran medida en el tiempo.

Temperatura y Clima

¿Es un año inusualmente cálido? ¿Se está calentando la Tierra según algunos científicos pronosticaron? ¿Está cambiando la temperatura media de su centro escolar por cambios locales en la cobertura terrestre? Para responder a estas y otras preguntas sobre las mediciones del clima de la Tierra se necesitan las temperaturas máximas y mínimas diarias del aire y del suelo, mes a mes, y año tras año.

Generalmente, las ciudades son más cálidas que las áreas que las rodean. Según van creciendo las ciudades, las temperaturas se pueden hacer más cálidas debido a la expansión de las áreas asfaltadas y edificios de hormigón. La comprensión de las variaciones locales de calentamiento y enfriamiento ayuda a los científicos a determinar si hay un cambio global en la temperatura media del aire superficial. Los

datos de las observaciones en muchos ambientes diferentes, tanto en el campo como en las ciudades, son necesarios para estudiar estos cambios en el clima de la Tierra.

Los científicos que estudian el clima de la Tierra están buscando patrones de cambios de temperatura en diferentes latitudes y longitudes. Es decir, ¿se están calentando y enfriando todos los lugares de la Tierra al mismo ritmo? Los modelos informáticos predicen que si el clima de la Tierra está variando debido al efecto de los gases invernadero sobre la temperatura del aire, se producirá un mayor calentamiento en las regiones polares que en los trópicos (aunque las regiones polares permanecerán más frías que los trópicos). Los modelos también predicen que las temperaturas medias nocturnas se incrementarán más que las temperaturas medias diarias, y que el incremento de las temperaturas será más evidente en invierno que en verano.

La evaluación de modelos de predicción del clima cambiante de la Tierra requiere una enorme cantidad de datos tomados en muchos lugares de la Tierra y a lo largo de grandes períodos de tiempo. Las mediciones de la temperatura máxima y mínima de la atmósfera por los centros GLOBE de todo el mundo pueden ayudarnos a todos nosotros a mejorar nuestra comprensión sobre el clima.

Temperatura y Composición Atmosférica

Muchas de las reacciones que se producen entre los gases traza de la atmósfera se ven influidas por la temperatura. En algunos casos, tales como algunas de las reacciones implicadas en la formación del ozono, la tasa de reacción depende de la temperatura. La presencia de vapor de agua, gotitas de agua y cristales de hielo también juega un papel importante en la química de la atmósfera.

Para comprender el tiempo, el clima y la composición de la atmósfera, son necesarias mediciones de la temperatura de la superficie y del aire. Las mediciones GLOBE de la temperatura del aire cerca del suelo son particularmente útiles, ya que estos datos son difíciles de obtener si no es mediante la lectura de termómetros cuidadosamente ubicados.

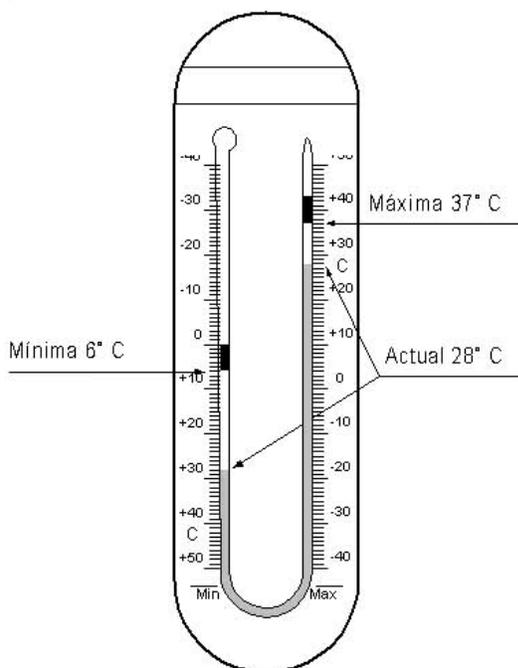
Apoyo al Profesorado

Termómetro de Máximas/Mínimas

Hay dos instrumentos disponibles para realizar mediciones diarias de la temperatura máxima y mínima. Uno es un termómetro con líquido en su interior, y el otro es un termómetro digital. Hay termómetros digitales que también tienen una sonda para el suelo que puede ser enterrada en el suelo de manera que también se puedan medir las temperaturas del suelo. El uso de estos instrumentos se describe en este protocolo. Hay otro tipo de termómetro de máx/mín, llamado termómetro digital multi-día máx/mín, que registra temperaturas durante seis días, que se describe en el *Protocolo de Temperaturas Digitales Multi-día Máx/Mín y Actual del Aire y del Suelo*.

El termómetro con líquido en su interior de máximas y mínimas es un tubo en forma de herradura con dos índices que muestran las temperaturas máxima y mínima que se han alcanzado desde que se pusieron en la estación. Ver Figura AT-MM-1. En el lado de la máxima, la temperatura aumenta en la escala desde la parte inferior a la superior (como en los típicos de casa). En el lado de la mínima, por el contrario, la escala muestra un descenso de temperatura desde la parte inferior a la superior.

Figura AT-MM-1: Termómetro de Máxima/Mínima



La mayor parte del líquido del termómetro está en el bulbo de la parte superior del lado de la mínima. Según aumenta la temperatura, la dilatación del líquido del bulbo empuja hacia abajo el mercurio en la parte de la mínima y hacia arriba en el lado de la máxima. El índice de la parte superior de la columna de mercurio en el lado de la máxima temperatura en el termómetro es empujado hacia arriba. Cuando la temperatura desciende, la columna de mercurio se mueve en dirección opuesta, pero el índice del lado de la máxima permanece en el mismo lugar, indicando la temperatura más alta alcanzada. Según desciende la temperatura, la columna de mercurio asciende en el lado de la mínima hasta alcanzar el índice. Después, si la temperatura continúa disminuyendo, empuja el índice hacia arriba. Cuando la temperatura de nuevo asciende, el índice del lado de la mínima permanece en el mismo lugar para indicar la mínima temperatura alcanzada.

El termómetro con líquido en su interior de máximas/mínimas es diferente del tipo de termómetro más familiar para la mayoría de alumnos/as. Por ello, es conveniente practicar la lectura en este tipo de termómetro antes de tomar datos en el campo. Esta práctica se puede realizar de varias maneras. Se puede colocar el termómetro de máximas/mínimas en la clase durante un tiempo y pedir al alumnado que lo lea cada vez que lleguen al salón. Otra posibilidad es copiar la imagen del termómetro de máximas/mínimas que se da en el *Apéndice*, dibujar la columna de mercurio y los dos índices (que debe tener una longitud equivalente a unos 8°C) y pedir al alumnado que lea las temperaturas actual, máxima y mínima que se indiquen en cada dibujo.

En esta misma línea, se puede pedir al alumnado que haga sus propios dibujos mostrando las temperaturas: actual, mínima y máxima dadas.

El termómetro digital toma y muestra las temperaturas en incrementos de 0,1°C. El sensor para leer la temperatura del aire se encuentra dentro de la caja protectora del instrumento. Este termómetro también está disponible con un segundo sensor opcional unido a un cable de 3 metros de largo. Este segundo sensor puede enterrarse en el suelo para medir la temperatura del suelo. Si se van a realizar ambas mediciones, de aire y de suelo, es importante indicar en la

pantalla correctamente las secciones que corresponden a cada sensor. Esto se puede hacer pegando dos trocitos de cinta marcados como 'AIRE' y "SUELO" en la cubierta de plástico del termómetro a la derecha de la pantalla.

Mantenimiento del Instrumento

La caseta meteorológica se debe mantener limpia, tanto por dentro como por fuera. Se debe quitar del interior de la caseta el polvo, la suciedad y las telas de araña con un paño limpio y seco. La parte exterior de la caseta se puede lavar ligeramente con agua para eliminar la suciedad, pero se debe tratar de evitar que entre demasiada agua en la caseta. Si la parte externa se ensucia mucho, debe volver a pintarse de blanco.

Calibración del Termómetro

Si se está utilizando el termómetro de máximas/mínimas con líquido en su interior, se debería comprobar la calibración cada tres o cuatro meses con el termómetro de calibración. Si no marcan lo mismo, entonces se debe recalibrar el termómetro. Aproximadamente una vez por semana se debe comprobar que ambos lados del termómetro de máximas/mínimas marcan lo mismo. Si no es así, se debe recalibrar el termómetro.

Si se está usando un termómetro digital, es importante calibrarlo utilizando un termómetro de calibración. Esta calibración se hace comparando las lecturas de los dos termómetros y calculando la compensación que corresponda por la diferencia entre las lecturas del termómetro digital y la temperatura real. Cuando el instrumento se monta por primera vez, tanto los sensores de aire como los de suelo se calibran según la *Guía de Campo de Calibración del Sensor del Termómetro Digital de Un-día de Máx/Mín*. Cada seis meses se hace una comprobación para ver si el sensor del suelo está funcionando correctamente comparando las temperaturas que muestra con un termómetro de sonda para suelo siguiendo la *Guía de Campo de Comprobación del Error del Sensor del Termómetro de Un-día de Máx/Mín del Suelo*. Si la diferencia entre las lecturas digitales del sensor del suelo y del termómetro de sonda del suelo es superior a 2°C se debe desenterrar el termómetro

digital y recalibrar tanto el sensor de suelo como el de aire. Si la diferencia es de 2°C o superior, la sonda se puede dejar enterrada y recalibrar únicamente el sensor del aire.

Consejos Útiles

Recuerde al alumnado que el mercurio empuja la parte inferior de los índices hasta que se alcanzan la temperatura máxima o mínima. Por ello, deben leer las temperaturas máxima y mínima en la parte inferior (el extremo más cercano a la columna de mercurio) de los índices. Recuerde a los alumnos/as que deben leer el punto más alto alcanzado por el mercurio desde que los índices se pusieron a cero.

Si el termómetro tiene escala Fahrenheit, indíquelo sobre ella para evitar que el alumnado la lea por error. Uno de los errores más comunes en los datos de temperatura de la base de datos GLOBE es el envío de lecturas de temperatura en grados Fahrenheit en lugar de Celsius. Antes de usar el termómetro de máximas/mínimas, asegúrese de que la columna de mercurio es continua. A veces la columna de mercurio puede estar separada en segmentos. Si esto ocurre, entonces sigue las instrucciones que se dan en la sección *Preguntas Frecuentes*.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Cuándo cambia más la temperatura de un día para otro?

¿Cuáles son las latitudes y altitudes de otros centros GLOBE con datos de temperatura atmosférica similares a los suyos?

¿Cómo reacciona la vegetación de su zona ante los cambios de temperatura?

¿Su ambiente local se ve influido más por la temperatura media o por las temperaturas extremas?

Calibración del Termómetro

Guía de Laboratorio

Actividad

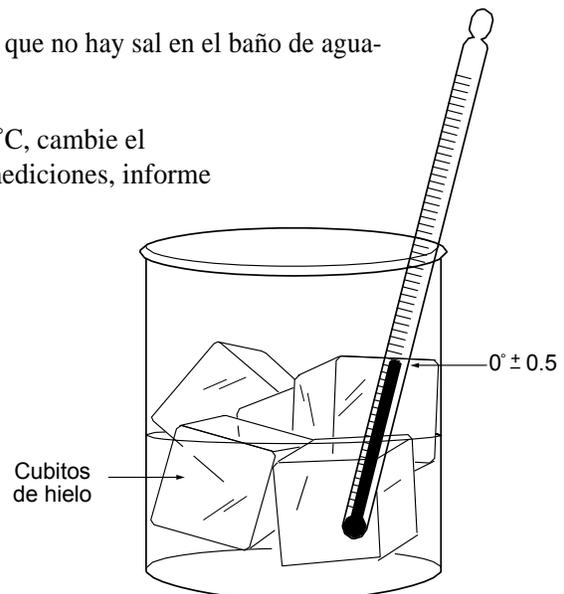
Comprobar la calibración del termómetro de calibración.

Qué se Necesita

- Termómetro de calibración
- Hielo picado
- Un recipiente limpio de, al menos, 250 ml
- Agua (lo ideal es que sea destilada, pero lo importante es que no sea salada)

En el Laboratorio

1. Preparar una mezcla de agua del grifo (caño) y hielo con más hielo que agua en el recipiente.
2. Ponga el termómetro de calibración en el baño de agua-hielo. El bulbo del termómetro tiene que estar dentro del agua.
3. Deje el termómetro en el baño de agua-hielo durante 10 a 15 minutos.
4. Mueva con cuidado el termómetro alrededor del baño de agua-hielo de manera que esté perfectamente enfriado.
5. Lea el termómetro. Si marca entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,5^{\circ}\text{C}$, el termómetro está bien.
6. Si el termómetro marca más de $+0,5^{\circ}\text{C}$, compruebe que hay más hielo que agua en el baño de agua-hielo.
7. Si el termómetro marca menos de $-0,5^{\circ}\text{C}$, compruebe que no hay sal en el baño de agua-hielo.
8. Si el termómetro aún no marca entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,5^{\circ}\text{C}$, cambie el termómetro. Si ha utilizado este termómetro para mediciones, informe sobre ello a GLOBE.



Calibración del Termómetro de Máxima/Mínima

Guía de Campo

Actividad

Comprobar la calibración del termómetro de máximas/mínimas.

Ajustar el termómetro de máximas/mínimas si es necesario.

Qué se Necesita

- Comprobación del termómetro de calibración siguiendo las instrucciones de la *Guía de Laboratorio de Calibración del Termómetro*
- *Hoja de Datos de la Investigación de la Atmósfera*

En el Campo

Día 1

Coloque el termómetro de calibración en la caseta meteorológica de manera que el bulbo del termómetro no esté tocando ninguna superficie.

Día 2

1. Después de leer las temperaturas actual, máxima y mínima en el termómetro de máximas/mínimas, lee la temperatura del termómetro de calibración redondeando a los 0,5°C más cercanos.
2. Compare esta lectura con la temperatura actual de ambos lados del termómetro de máximas/mínimas.
3. Si estas lecturas están entre +/- 0,5°C de la lectura del termómetro de calibración, anote en los metadatos que la calibración del termómetro de máximas/mínimas está bien y complete el *Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima y Actual*.
4. Si la lectura de la temperatura actual de ambos lados del termómetro de máximas/mínimas no está entre +/- 0,5°C de la lectura del termómetro de calibración, siga los siguientes pasos:
5. Anote las temperaturas actuales de ambos lados del termómetro de máximas/mínimas y la lectura de la temperatura del termómetro de calibración como comentarios en la *Hoja de Datos de Investigación de la Atmósfera* de hoy. (Informa sobre las tres temperaturas).
6. Deje el termómetro de calibración colocado en la caseta meteorológica.
7. Retire el termómetro de máximas/mínimas de la caseta meteorológica. No toque el bulbo de este termómetro. Mantenga el termómetro fuera de la luz solar directa.
8. Afloje el tornillo de manera que las escalas del termómetro se puedan mover.
9. Mueva las escalas de manera que la lectura de la temperatura actual concuerde con la lectura del termómetro de calibración.
10. Apriete el tornillo de manera que las escalas se queden en su lugar de nuevo.
11. Vuelva a colocar el termómetro de máximas/mínimas en la caseta meteorológica y ponga los índices de nuevo en la parte superior del mercurio en ambos lados.
12. Anote e informe sólo sobre la temperatura actual de hoy usando el valor del termómetro de calibración.
13. Anote en los metadatos de hoy que el termómetro requiere recalibración.

Protocolo de Temperatura

Máxima, Mínima y Actual

Guía de Campo

Actividad

Medir las temperaturas actual, máxima y mínima del aire.

Poner a cero los índices de máxima y mínima para comenzar la medición de las siguientes 24 horas.

Qué se Necesita

- Una caseta meteorológica colocada correctamente.
- *Hojas de Datos de la Investigación de la Atmósfera*
- Un termómetro de máximas/mínimas correctamente calibrado e instalado.
- Lápiz o bolígrafo

En el Campo

1. Anote la hora y la fecha en la *Hoja de Datos de la Investigación de la Atmósfera*.
2. Abra la caseta meteorológica teniendo cuidado de no tocar o respirar sobre el termómetro.
3. Colóquese de manera que sus ojos estén a nivel con el mercurio del termómetro.
4. Lea el nivel de mercurio del lado de la máxima redondeando al 0,5°C más cercano.
5. Anote esta lectura como temperatura actual.
6. Lea la parte inferior del indicador del lado de la máxima redondeando al 0,5° C más cercano.
7. Anote esta lectura como la temperatura máxima.
8. Lea la parte inferior del indicador del lado de la mínima redondeando al 0,5° C más cercano. Recuerde que la escala de temperatura está invertida.
9. Anote esta temperatura como la mínima.
10. Utilizar el imán para mover con cuidado los índices de máxima y mínima hasta que éstos justo toquen el mercurio.
11. Cerrar la caseta meteorológica.

Calibración del Sensor del Termómetro Digital de Máx/Mín Para un Día

Guía de Campo

Actividad

Calcular la compensación de corrección del sensor de aire y suelo, necesaria para ajustar los errores de precisión del instrumento.

Qué se Necesita

- Que el termómetro de calibración se haya comprobado siguiendo las instrucciones de la *Guía de Laboratorio de Calibración del Termómetro*
- *Hoja de Datos de Calibración del Termómetro de Máx/Mín.*

Nota: Si se van a realizar únicamente mediciones de la temperatura del aire, o se está recalibrando únicamente el sensor del aire, sáltese las secciones de esta guía de campo que corresponden al sensor del suelo.

En el Campo

1. Abra la puerta de la caseta meteorológica y coloque el termómetro de calibración, el termómetro digital y el sensor del suelo de manera que el aire corra a su alrededor y que no toquen las paredes de la caseta.
2. Cierre la puerta de la caseta meteorológica.
3. Espere al menos una hora y después abra la puerta de la caseta. Asegúrese de que su termómetro digital está mostrando la temperatura actual (ni el símbolo 'MÁX' ni 'MÍN' deben aparecer en la pantalla. Si están, pulsar el botón *MÁX/MÍN* hasta que desaparezcan).
4. Lea las temperaturas tomadas por el sensor de aire y de suelo del termómetro digital y anótelas en la *Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín.*
5. Cierre la puerta de la caseta meteorológica.
6. Repita los pasos 2 a 5 cuatro veces más, esperando al menos una hora entre cada una de las lecturas. Trate de espaciar en el día los cinco grupos de lecturas tanto como sea posible.
7. Envíe los datos de calibración al Sitio web de GLOBE.

Instalación del Termómetro

Digital Máx/Mín

Guía de Campo

Actividad

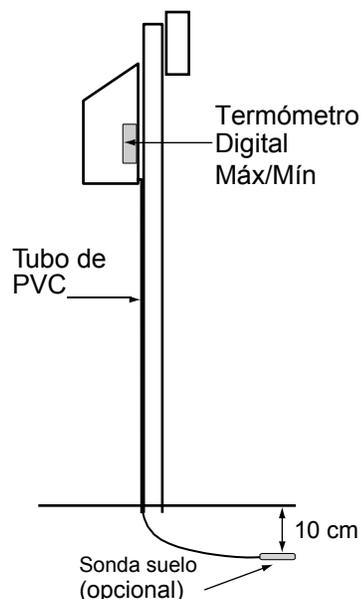
Instalar el termómetro digital en el sitio de estudio de Atmósfera.

Qué se Necesita

- Caseta meteorológica GLOBE (las especificaciones se dan en la *Lista de Instrumentos GLOBE* de la sección *Juego de Herramientas*)
- Broca de 12 mm (si se hacen mediciones de suelo)
- Cuerda o lazos de alambre
- Tubo de 120 cm x 2,5 cm de PVC (opcional)
- Taladro (si se hacen mediciones de suelo)

En el Campo

1. Colocar la caja protectora del termómetro digital en la pared trasera de la caseta meteorológica. Esta caja debe colocarse de manera que se pueda leer fácilmente la pantalla.
2. Si no se van a realizar mediciones del suelo, guarde el sensor del suelo (en el caso de que el termómetro tenga uno) y su cable con cuidado en una esquina de la caseta donde no moleste y salte los siguientes pasos. Si no, continúe con el paso 3.
3. Si es necesario, haga un agujero de 12 mm, en la parte inferior de la caseta, cerca de la parte trasera. Pasa la sonda del sensor de suelo a través del agujero, dejando tanto cable en el interior de la caseta como sea posible. Puede meter el sensor y el cable en un fino tubo de PVC para proteger el cable.
4. Elija un lugar para colocar la sonda de temperatura del suelo cercano a la parte orientada al sur (la soleada) del poste de la caseta meteorológica. Son preferibles los datos tomados en lugares sin sombra. Los comentarios sobre la definición del sitio deben incluir la cantidad de sombra que la superficie de suelo sobre la sonda experimentará durante un año.
5. Hacer un hoyo de una profundidad de unos 10cm en la ubicación elegida.
6. Empujar la sonda horizontalmente en el lateral del hoyo hasta una profundidad de 10 cm. Utilizar un clavo o un alfiler, de diámetro algo inferior a la sonda, para hacer una abertura para la sonda si es necesario.
7. Rellenar el hoyo con el suelo que se retiró.
8. Con cuidado, proteger todo el cable sobrante del sensor del suelo utilizando una cuerda o lazos de alambre. Guardar tanto cable sobrante como sea posible en la caseta.



Protocolo de Temperatura Digital

Máx/Mín Para un Día

Guía de Campo

Actividad

Medir la temperatura del aire actual, máxima y mínima del termómetro digital de un día.

Medir la temperatura del suelo actual, máxima y mínima del termómetro digital de un día (opcional).

Poner a cero el termómetro digital para comenzar las mediciones de las siguientes 24-horas.

Qué se Necesita

- Una caseta meteorológica correctamente ubicada.
- Una *Hoja de Datos* apropiada.
- Un termómetro digital de un-día de máx/mín correctamente calibrado e instalado
- Lápiz o bolígrafo.
- Un reloj preciso u otro dispositivo que indique la hora.

Nota: Asegúrese de que el termómetro digital esté en Celsius. Si no es así, pulse el botón °C/°F para cambiar de unidad a Celsius.

En el Campo

1. En el intervalo de una hora del mediodía solar local, abrir la caseta meteorológica con cuidado de no respirar sobre el termómetro.
2. Anotar la hora y la fecha en la *Hoja de Datos* tanto la hora local como la hora universal. Nota: en el sitio Web de GLOBE se introducirá la hora universal.
3. Asegúrese de que el termómetro está mostrando la temperatura actual (ni el símbolo 'MAX' ni 'MIN' deben aparecer en la pantalla. Si están, pulse el botón MÁX/MÍN hasta que desaparezcan).
4. Anotar la temperatura actual del aire en la *Hoja de Datos*. Si se están realizando lecturas del suelo, anotar también la temperatura del suelo.
5. Pulsar el botón MÁX/MÍN una vez.
6. Se mostrará la temperatura máxima y el símbolo 'MÁX' en la pantalla.
7. Anotar la temperatura máxima del aire en la *Hoja de Datos*. Si se están realizando lecturas del suelo, anotar también la temperatura máxima del suelo.
8. Pulsar el botón MÁX/MÍN una segunda vez.
9. Se mostrará la temperatura mínima y el símbolo 'MÍN' en la pantalla.
10. Anotar la temperatura mínima del aire en la hoja de datos. Si se están realizando lecturas del suelo, anotar también la temperatura mínima del suelo.
11. Pulsar y mantener pulsado el botón MÁX/MÍN durante un segundo. Esto pondrá a cero el termómetro.
12. Cerrar la caseta meteorológica.

Comprobación del Error del Sensor del Termómetro Digital de Máx /Mín del suelo Para un Día

Guía de Campo

Actividad

Comprobar la precisión del sensor del suelo para ver si necesita o no ser desenterrado y recalibrado.

Qué se Necesita

- Termómetro de sonda del suelo del *Protocolo de Temperatura del Suelo*.
- *Hoja de Datos de Calibración del Termómetro Digital Máx/Mín*

En el Campo

1. Calibrar un termómetro de sonda del suelo siguiendo la *Guía de Laboratorio de Calibración del Termómetro de Suelo del Protocolo de Temperatura del suelo*.
2. Abrir la puerta de la caseta meteorológica.
3. Elegir un lugar a unos 15 cm de donde se encuentra la sonda de temperatura del suelo.
4. Medir la temperatura del suelo a una profundidad de 10 cm en este lugar siguiendo el *Protocolo de Temperatura del Suelo*.
5. Anotar esta temperatura en la sección ‘Comprobación del error del sensor del suelo’ de la *Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín*.
6. Asegúrese de que el termómetro digital está mostrando la temperatura actual (ni el símbolo ‘MÁX’ ni ‘MÍN’ deben aparecer en la pantalla. Si están, pulsa el botón *MÁX/MÍN* hasta que desaparezcan).
7. Leer la temperatura enviada por el sensor del suelo en el termómetro digital y anótala en la *Hoja de Datos*.
8. Cerrar la puerta de la caseta meteorológica.
9. Repetir los pasos 2 a 8 cuatro veces más, esperando una hora entre las mediciones.
10. Calcular la media de las lecturas del termómetro del suelo.
11. Calcular la media de las lecturas del sensor digital del suelo.
12. Calcular el error del sensor del suelo restando la media de las cinco lecturas del sensor digital del suelo (del paso 10) de la media de las cinco lecturas del sensor del suelo (del paso 11).
13. Si el valor absoluto del error del sensor del suelo es superior o igual a 2°C, entonces desenterrar el sensor y recalibrar tanto el sensor de aire como el de suelo siguiendo la *Calibración del Sensor del Termómetro de Un-día de Máx/Mín*. Si no, dejar el sensor digital del suelo en el suelo y recalibrar únicamente el sensor de aire.

Preguntas Frecuentes

1. Si no se ha tomado la lectura de máxima/mínima de uno o más días (en el fin de semana, vacaciones, etc.), ¿se puede aún enviar la temperatura de hoy?

Se puede y se debe enviar la temperatura actual. No se debe enviar la temperatura máxima y mínima, ya que son las correspondientes a más de un día. Ponga a cero los índices y al día siguiente se podrá enviar la temperatura máxima, mínima y actual.

2. ¿Qué se debe hacer si el termómetro de máximas/mínimas no concuerda con el termómetro de calibración y no se puede ajustar las escalas para que concuerden?

Esto es raro, pero hay algunos termómetros de máximas/mínimas que no se pueden calibrar correctamente. En este caso, contacte con el proveedor o con el fabricante, explíquele que el termómetro no está calibrado y solicite un nuevo termómetro.

3. ¿Qué se debe hacer si hay burbujas de aire en el termómetro?

Para que el termómetro funcione correctamente no debería haber burbujas de aire en la columna de líquido del termómetro, y en el termómetro de máximas/mínimas no debería haber espacios en la columna de mercurio. Hay muchas técnicas para volver a conectar las columnas de líquido en los termómetros. Una técnica es dar golpecitos en la carcasa del soporte del termómetro contra la mano. No presionar sobre el tubo del termómetro, ya que se podría romper. Sacudir o golpear con cuidado la carcasa del termómetro es mucho más eficaz para eliminar los espacios en el mercurio que intentar calentar o enfriar el termómetro.

Otra técnica es sujetar una cuerda en la parte superior del termómetro. Colóquese en un lugar despejado y abierto y haga girar el termómetro en círculos, de manera que la fuerza centrífuga haga que el líquido se una. En el caso del termómetro de máximas/mínimas, que tiene mercurio en su interior, este procedimiento debe realizarlo el profesor y no los alumnos.



Si tras repetidos intentos no se logra reunificar la columna de líquido, compre un nuevo termómetro al fabricante o suministrador.

4. ¿Se pueden realizar las lecturas de temperatura máxima y mínima sin utilizar un termómetro de mercurio?

El funcionamiento del termómetro de herradura de máximas/mínimas sólo se puede lograr utilizando dos líquidos diferentes, uno de los cuales debe ser mercurio. Para realizar estas mediciones sin utilizar un termómetro con mercurio se debe usar un sensor electrónico de temperatura que almacene las temperaturas máxima y mínima o que guarde todas sus lecturas mediante un grabador de datos. Ver los *Protocolos Opcionales* que se dan en la versión online de la Guía del Profesor.

5. La lectura de temperatura máxima de nuestro termómetro hoy es inferior que la lectura de la temperatura actual de ayer. ¿Hay algún error?

Sí, hay un problema cuando la diferencia es superior a $0,5^{\circ}\text{C}$. Algunas veces el indicador de máxima se baja. De todas formas, envíe las lecturas de manera que GLOBE pueda registrar estos errores. Si esto ocurre a menudo (más de un día entre 20 ó el 5% del tiempo), compruebe que la caseta meteorológica esté montada firmemente, que está bien sujeta y que no hay fuentes de vibración moviendo la caseta. Si la caseta está montada de manera segura y no hay fuentes de vibración, contacte con el suministrador, reemplace el termómetro de máximas/mínimas e informe a GLOBE del problema.

Si la diferencia es justo de $0,5^{\circ}\text{C}$, no es un problema, pero asegúrese de que está leyendo el termómetro situando los ojos a nivel con el mercurio. Diferencias de $0,5^{\circ}\text{C}$ entre dos observadores son aceptables.

6. La lectura de temperatura mínima de nuestro termómetro hoy es mayor que la lectura de la temperatura actual de ayer. ¿Hay algún error?

Ver la respuesta a la pregunta 5.

Temperatura Máxima, Mínima y Actual del Aire – Interpretando los Datos

¿Son Razonables los Datos?

La temperatura del aire varía a lo largo de un período de 24 horas. En algunos lugares se pueden producir grandes cambios diarios en la temperatura, mientras que en otros esta variación puede ser bastante pequeña. La Figura AT-MM-2 muestra un gráfico de la temperatura del aire en el transcurso de un día con mediciones tomadas cada 15 minutos. En el gráfico se puede ver la temperatura actual (T_{actual}), máxima ($T_{\text{máx}}$) y mínima ($T_{\text{mín}}$) para ese día. Se utilizará el termómetro de herradura para anotar

las temperaturas máxima y mínima de manera que sólo se necesite leer el termómetro una vez cada día, en el intervalo de una hora del mediodía solar local.

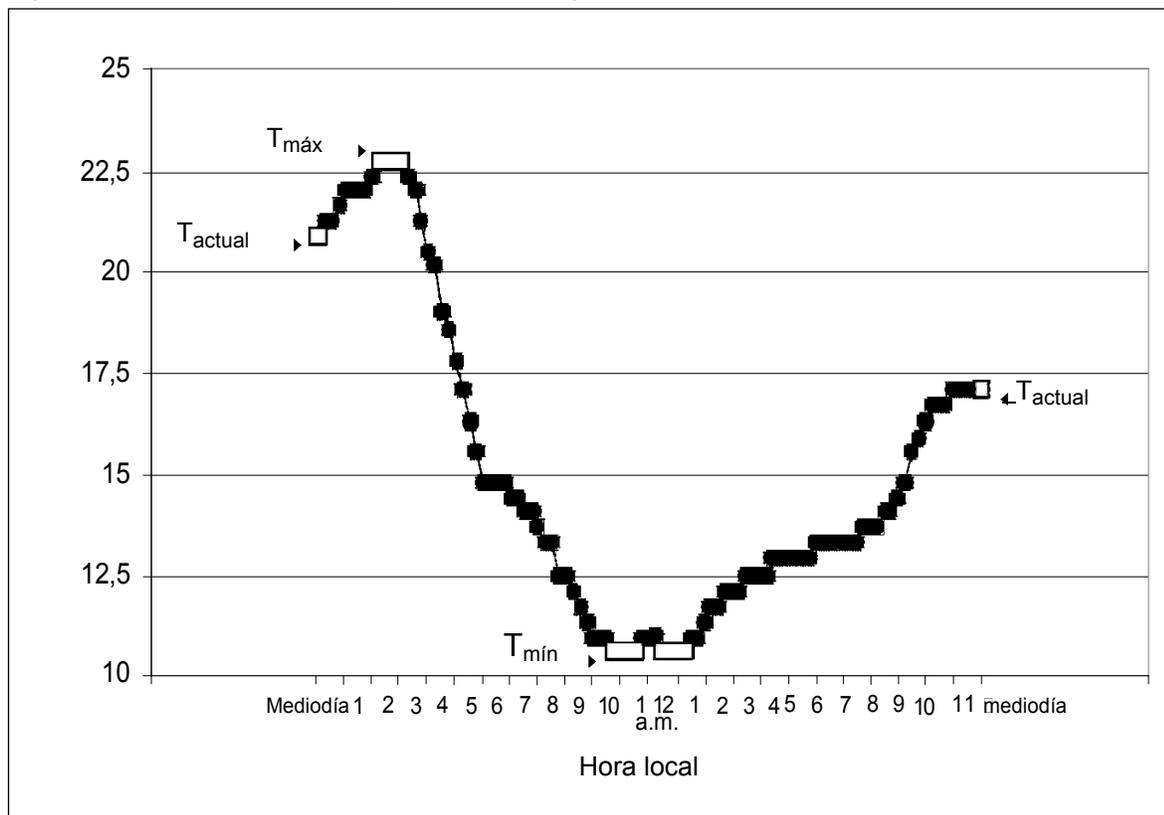
Por definición, la $T_{\text{máx}}$ debería ser la mayor temperatura para este período de tiempo, y la $T_{\text{mín}}$ debería ser la menor.

Por lo tanto,

$$T_{\text{máx}} \geq T_{\text{actual}} \quad \text{y} \quad T_{\text{mín}} \leq T_{\text{actual}}$$

para una T_{actual} tanto al comienzo como al final del período de 24 horas. Si estas desigualdades no se cumplen, entonces algo está mal en la $T_{\text{máx}}$ o $T_{\text{mín}}$ para ese día.

Figura AT-MM-2: Variación de la Temperatura a lo Largo de un Período de 24-horas



Observando un gráfico con estos datos, tal como el de la Figura AT-MM-3, se hace más fácil la comprobación visual.

Otra comprobación para saber si los datos de un único día son razonables es compararlos con los datos de centros GLOBE cercanos u otras fuentes de datos de temperatura. La Figura AT-MM-4 muestra los datos de un único día para 12 centros cercanos. La Tabla AT-MM-1 muestra los datos de temperatura del aire de los centros que se muestran en la figura. Todos los centros parecen tener datos concordantes.

¿Qué se Busca en Estos Datos?

En estudios sobre el clima, los científicos están interesados en la temperatura media a lo largo de varios períodos de tiempo y en valores extremos. La mayoría de los días la temperatura del aire varía con el ciclo de la luz solar, y esta variación es generalmente mayor que el cambio de un día a otro.

En muchos lugares la temperatura del aire varía significativamente según los sistemas meteorológicos se van desplazando a través de una región en una sucesión de frentes fríos y cálidos. La ocurrencia exacta de estos sistemas meteorológicos varía

de un año para otro, de manera que comparar temperaturas del mismo día en diferentes años no es un buen indicador de una variación en el clima. Para poder realmente comparar cambios de año en año, se debe hallar la media de varios sistemas meteorológicos. Un mes es suficientemente largo como para hallar la media de los efectos de las tormentas individuales, pero no tanto como para que se puedan calcular las variaciones medias estacionales.

La temperatura media de un día se puede hallar calculando la media entre la temperatura máxima y mínima de ese día. La investigación ha mostrado que esta estimación está generalmente en un rango de 0,1°C del valor medio real. Para el centro que se está considerando, el 15 de Abril de 1998:

$$T_{\text{máx}} = 10,0^{\circ} \text{ C}$$

$$T_{\text{mín}} = 2,0^{\circ} \text{ C}$$

$$T_{\text{media}} = \frac{T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}}{2} = \frac{10,0^{\circ} \text{ C} + 2,0^{\circ} \text{ C}}{2} = 6,0^{\circ} \text{ C}$$

| Tmax | Tmin | Tactual | Hora | Lat | Lon | Elev | Localización del Centro |
|------|------|---------|------|---------|---------|------|-----------------------------|
| 14,0 | 0,0 | 12,0 | 11 | 50,0477 | 14,4393 | 272 | Praga 4, CZ |
| 13,0 | -1,0 | 12,0 | 12 | 49,7667 | 16,9167 | 273 | Mohelnice, CZ |
| 12,0 | -1,0 | 8,0 | 10 | 50,1328 | 14,4035 | 322 | Praga 8, CZ |
| 12,0 | 3,0 | 12,0 | 11 | 50,0630 | 14,4340 | 272 | Praga 4, CZ |
| 11,2 | 0,9 | 11,0 | 9 | 50,4387 | 15,3523 | 868 | Jicin, CZ |
| 11,0 | -4,0 | 10,0 | 11 | 48,9737 | 14,5027 | 395 | Ceske Budejovice, CZ |
| 11,0 | 2,0 | 9,0 | 10 | 49,9078 | 16,4218 | 460 | Ceska Trebova, CZ |
| 10,5 | -1,2 | 10,2 | 11 | 49,9042 | 16,4432 | 350 | Ceska Trebova, CZ |
| 10,0 | 2,0 | 9,0 | 11 | 49,5420 | 15,3537 | 518 | Humpolec, CZ |
| 10,0 | 5,0 | 8,0 | 12 | 49,2080 | 16,6833 | 265 | BRNO, CZ |
| 10,0 | 0,0 | 8,0 | 11 | 49,5190 | 16,2600 | 570 | Bystrice Nad Perstejnem, CZ |
| 9,0 | -2,0 | 9,0 | 11 | 49,3167 | 16,3417 | 485 | Deblin, CZ |

Figura AT-MM-3: Datos de Temperatura del Aire para un Mes de un Centro GLOBE I

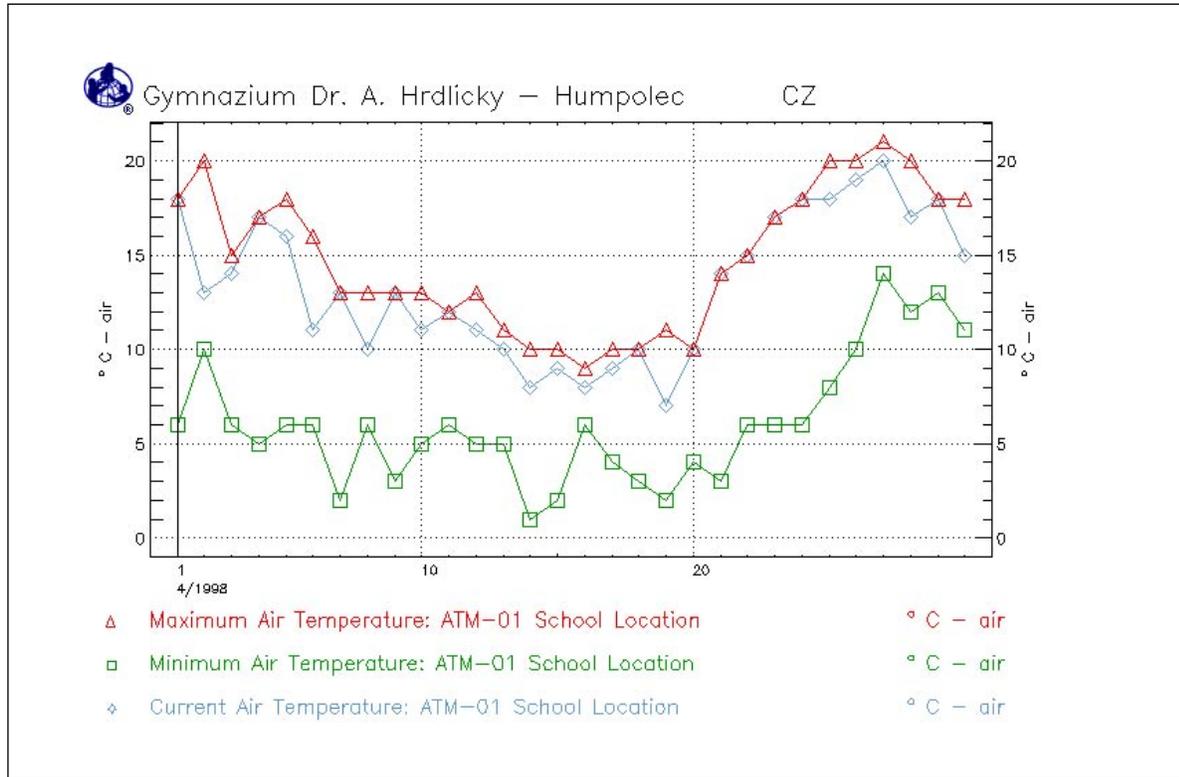
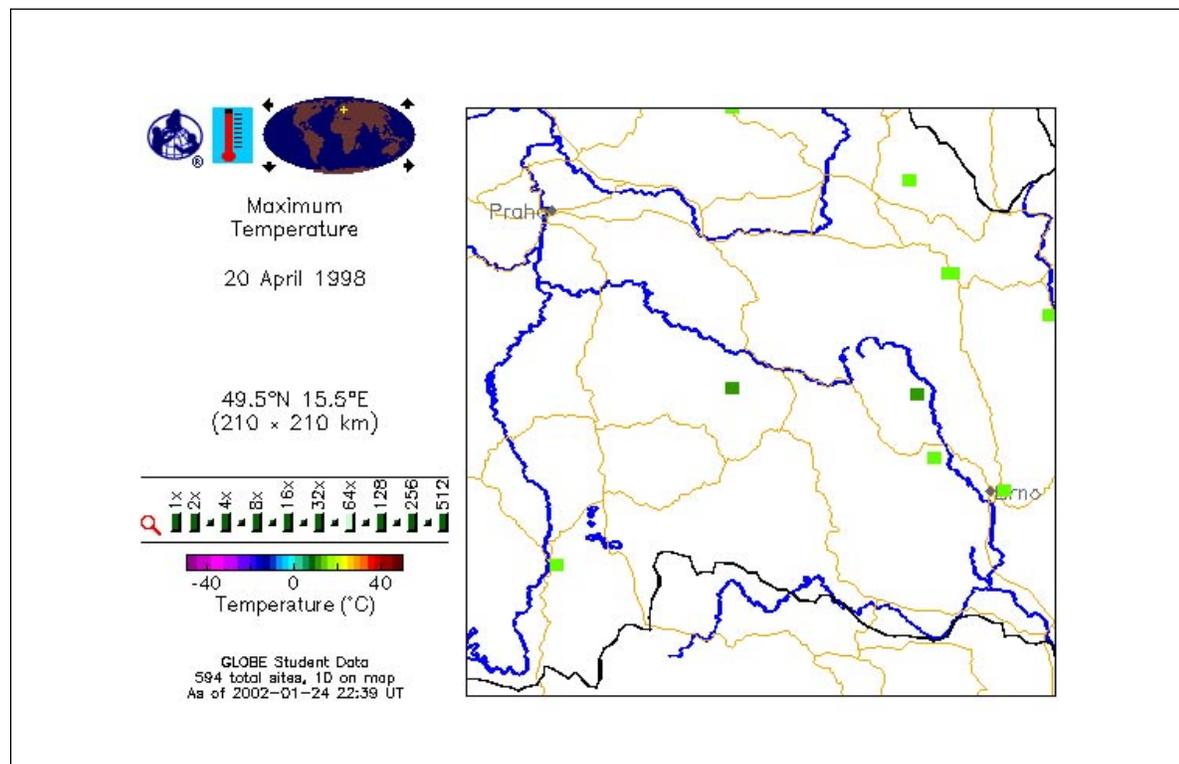


Figura AT-MM-4: Datos de un Centro GLOBE de la Temperatura Máxima de un Único Día



La temperatura media mensual también se puede calcular hallando la media de las temperaturas máxima y mínima de cada día del mes. A partir de los valores de la Tabla AT-MM-2, de Gymnazium Dr. A. Hrdlicky la media mensual de la temperatura del aire para abril 1998 es:

$$T_{\text{media}} \text{ (Abril 1998)} = 10,4^\circ \text{ C.}$$

La mayoría de los seres vivos son sensibles a las temperaturas extremas. Esto es particularmente cierto cuando las temperaturas descienden bajo el punto de congelación del agua (0,0°C). Observando la curva de temperatura mínima de la Figura AT-MM-3, es fácil ver que la temperatura para este mes completo nunca disminuyó bajo el punto de congelación. La menor temperatura medida fue 1° C. La temperatura máxima del mes fue 21° C.

Como estudiantes investigadores, se debería considerar comparar temperaturas, temperaturas medias, y temperaturas extremas entre diferentes centros o lugares. Se pueden comparar temperaturas medias mensuales de un año con otro y observar el patrón de las temperaturas medias mensuales a lo largo del año. También es interesante observar los primeros y los últimos días de la estación fría, cuando la temperatura mínima está por debajo del punto de congelación. Otras secciones de esta Guía describen correlaciones útiles entre la temperatura del aire y otros fenómenos.

Al comparar centros, recuerde que la atmósfera es más fría al aumentar la altitud. También que en la mayoría de las grandes ciudades hace más calor que en sus alrededores. A esto se le llama efecto de isla de calor urbano. Praga es una ciudad grande. A partir de los datos de la Tabla AT-MM-1 es evidente que los centros de Praga están a menores altitudes y ubicados en una ciudad, y en este día tienen las temperaturas máximas más elevadas.

Un Ejemplo de Investigación del Alumnado

Formulación de una Hipótesis

Una alumna de un centro escolar de Humpolec, CZ, observa las representaciones de la máxima temperatura durante varios días en abril de 1998. Se da cuenta de que los valores de los centros de Praga son más elevados que los de su centro para varios días. Pregunta si esto podría ser cierto para la media. Como punto de partida simple

Tabla AT-MM-2: Datos de Temperatura de Abril 1998

| Fecha (aaaammdd) | Temperaturas | | |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Actual | Máxima | Mínima |
| 19980430 | 15,0 | 18,0 | 11,0 |
| 19980429 | 18,0 | 18,0 | 13,0 |
| 19980428 | 17,0 | 20,0 | 12,0 |
| 19980427 | 20,0 | 21,0 | 14,0 |
| 19980426 | 19,0 | 20,0 | 10,0 |
| 19980425 | 18,0 | 20,0 | 8,0 |
| 19980424 | 18,0 | 18,0 | 6,0 |
| 19980423 | 17,0 | 17,0 | 6,0 |
| 19980422 | 15,0 | 15,0 | 6,0 |
| 19980421 | 14,0 | 14,0 | 3,0 |
| 19980420 | 10,0 | 10,0 | 4,0 |
| 19980419 | 7,0 | 11,0 | 2,0 |
| 19980418 | 10,0 | 10,0 | 3,0 |
| 19980417 | 9,0 | 10,0 | 4,0 |
| 19980416 | 8,0 | 9,0 | 6,0 |
| 19980415 | 9,0 | 10,0 | 2,0 |
| 19980414 | 8,0 | 10,0 | 1,0 |
| 19980413 | 10,0 | 11,0 | 5,0 |
| 19980412 | 11,0 | 13,0 | 5,0 |
| 19980411 | 12,0 | 12,0 | 6,0 |
| 19980410 | 11,0 | 13,0 | 5,0 |
| 19980409 | 13,0 | 13,0 | 3,0 |
| 19980408 | 10,0 | 13,0 | 6,0 |
| 19980407 | 13,0 | 13,0 | 2,0 |
| 19980406 | 11,0 | 16,0 | 6,0 |
| 19980405 | 16,0 | 18,0 | 6,0 |
| 19980404 | 17,0 | 17,0 | 5,0 |
| 19980403 | 14,0 | 15,0 | 6,0 |
| 19980402 | 13,0 | 20,0 | 10,0 |
| 19980401 | 18,0 | 18,0 | 6,0 |
| Total | | 443,0 | 182,0 |

De Gymnasium Dr. A. Hrdlicky

para su investigación, plantea la hipótesis: *Las temperaturas medias mensuales en Praga son más elevadas que en Humpolec.*

Toma de datos

Se han recogido datos de centros GLOBE en Praga de abril de 1998, por lo que decide comprobar su hipótesis tomando este mes como ejemplo. Comienza identificando los centros GLOBE de Praga que han enviado datos durante este período de tiempo. Encuentra cinco centros. Posteriormente hace un gráfico con las temperaturas máxima, mínima y actual de cada centro y observa los gráficos para asegurarse de que los datos son de buena calidad. Decide que

son suficientemente buenos para su proyecto, ya que combinará los datos de los cinco centros.

Análisis de los Datos

Como un primer paso en la obtención de los datos de estos centros, crea un conjunto de los datos de temperatura máxima para abril de 1998 de su centro y los centros de Praga. Después crea una tabla de datos con todos los valores para este gráfico. Guarda su información imprimiendo la tabla, cortando y pegándola en una hoja de datos o copiando a mano la información. Hace lo mismo con las temperaturas mínimas. A continuación calcula la media de las temperaturas máximas y mínimas enviadas por los centros de Praga para ese mes. Obtiene un valor de 12,6°C. Dado que este valor es mayor que el de su centro, de 10,4°C, su hipótesis se confirma.

Se pregunta si hallar la media de todas las temperaturas es correcto, ya que en algunos días todos los centros de Praga enviaron datos pero otros días sólo un centro lo hizo. Decide calcular la media mensual para cada centro individualmente, y hallar la media de estos cinco resultados. Los resultados para los cinco centros son 11,6°C, 12,1°C, 12,5°C, 13,0°C, y 14,4°C y la media de estos valores es 12,7°C, lo que concuerda con la media inicial que calculó para Praga de 12,6°C.

Entonces procede a redactar su hipótesis, su procedimiento y sus conclusiones, e incluye los cálculos que ha realizado y los gráficos que ha usado o hecho. Como nota final, habla sobre comprobaciones adicionales de su hipótesis que le gustaría investigar en el futuro, incluyendo hacer una comparación con el mes de abril de otro año o incluso haciendo una comparación entre todos los meses del año 1998.

Análisis Posterior de los Datos

Si el alumno/a que realiza este proyecto sabe hacer raíces cuadradas y algo de estadística, podría ir un poco más allá y comprobar los errores estadísticos de sus cálculos para las temperaturas medias mensuales. Todos los centros implicados en esta muestra enviaron datos de temperatura redondeados al grado más cercano, en lugar de al 0,5°C más próximo. ¿Cómo lo podría haber sabido? Bien, porque se da cuenta de que todos los valores enviados tienen 0 en los decimales.

Si las lecturas se tomaran redondeando al medio grado más próximo, habría algunos valores con 5 como decimal. Así, dada la precisión de los instrumentos GLOBE y las lecturas de los alumnos, el error en las mediciones individuales es de $\pm 1,0^\circ\text{C}$. El error de la media depende del número de mediciones independientes incluidas, por lo que para cada centro el error estadístico en la media es:

Si N = número de mediciones

$$\text{Error} = \pm 1^\circ \text{C} * \frac{\sqrt{N}}{N}$$

$$\text{Error} = \pm 1^\circ \text{C} * \frac{1}{\sqrt{N}}$$

Para los centros con datos de 22 o menos días (y, por tanto, $2 \times 22 = 44$ o menos mediciones), el error es aproximadamente $\pm 0,2^\circ\text{C}$, mientras que para centros con más mediciones el error es $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Dados estos errores estadísticos, se concluye que las diferencias entre las medias mensuales de los centros son mayores que los errores y, por ello, estadísticamente significativas. Esto es cierto incluso entre los centros de Praga. Esto refuerza la certeza de que la hipótesis ha sido confirmada por los datos porque la media mensual de la temperatura en Humpolec en abril de 1998 es inferior que la de cualquiera de los centros de Praga, así como menor que la media de todos los datos de Praga.

Análisis Avanzado de los Datos

Un alumno/a más avanzado no calcularía el error a partir de todas las mediciones de los cinco centros porque estos datos no son independientes entre sí. Para cualquier día de Praga, los datos de los cinco centros deberían estar correlacionados, porque están experimentando aproximadamente el mismo tiempo. Siendo consciente de esto, un alumno avanzado decide hacer dos comprobaciones más sobre su conclusión.

En primer lugar, decide calcular la temperatura media para cada día de abril en Praga. Para ello, suma la temperatura máxima y mínima de todos los centros que tienen datos para cada día y divide el resultado por el número de mediciones enviadas. Los valores obtenidos de esto se muestran en la columna de la derecha de la Tabla AT-MM-3. Este proceso le proporciona la temperatura media para los 28 días de abril, y a continuación con estos datos procedió a calcular la temperatura media mensual

Tabla AT-MM-3: Datos de Temperatura Máxima y Mínima para Cinco Centros de Praga en Abril de 1998

| Centro escolar: | Zakladni Skola, n.Inter. | | Masarykova stredni skola chemicka | | Zakladni Skola | | Zakladni Skola Horackova | | Gymnazium | | Daily |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | T _{máx} °C | T _{mín} °C | T _{máx} °C | T _{mín} °C | T _{máx} °C | T _{mín} °C | T _{máx} °C | T _{mín} °C | T _{máx} °C | T _{mín} °C | T _{media} °C |
| 4/1/1998 | 21 | 5 | 22 | 8 | 20 | 12 | — | — | — | — | 14,7 |
| 4/2/1998 | 17 | 12 | 20 | 11 | 19 | 9 | — | — | — | — | 14,7 |
| 4/3/1998 | 17 | 9 | 20 | 10 | 18 | 9 | — | — | — | — | 13,8 |
| 4/4/1998 | 19 | 11 | — | — | 18 | 7 | — | — | — | — | 13,8 |
| 4/5/1998 | 14 | 5 | — | — | 15 | 8 | — | — | — | — | 10,5 |
| 4/6/1998 | 14 | 4 | — | — | 18 | 8 | — | — | — | — | 11,0 |
| 4/7/1998 | 15 | 3 | 18 | 8 | 19 | 8 | — | — | 26 | 5 | 12,8 |
| 4/8/1998 | 14 | 4 | — | — | 17 | 9 | — | — | — | — | 11,0 |
| 4/9/1998 | 16 | -1 | — | — | 16 | 8 | — | — | — | — | 9,8 |
| 4/10/1998 | 14 | 2 | — | — | 10 | 8 | — | — | — | — | 8,5 |
| 4/11/1998 | 14 | 2 | — | — | 14 | 7 | — | — | — | — | 9,3 |
| 4/12/1998 | 14 | 2 | — | — | 15 | 1 | — | — | — | — | 8,0 |
| 4/13/1998 | — | — | — | — | 15 | 4 | — | — | — | — | 9,5 |
| 4/14/1998 | — | — | — | — | 15 | -8 | — | — | — | — | 3,5 |
| 4/15/1998 | — | — | — | — | 12 | -1 | 14 | 0 | 12 | 3 | 6,7 |
| 4/16/1998 | — | — | 15 | 4 | 13 | 5 | 14 | 3 | 14 | 5 | 9,1 |
| 4/17/1998 | — | — | 15 | 5 | 17 | 7 | 13 | 1 | 14 | 2 | 9,3 |
| 4/18/1998 | — | — | — | — | — | — | 15 | 4 | — | — | 9,5 |
| 4/19/1998 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4/20/1998 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 11,1 |
| 4/21/1998 | 17 | 8 | 21 | 5 | — | — | 16 | 4 | 16 | 2 | 10,4 |
| 4/22/1998 | 16 | 4 | 16 | 6 | — | — | 16 | 5 | 17 | 3 | 12,5 |
| 4/23/1998 | 17 | 4 | 21 | 9 | — | — | 20 | 5 | 21 | 3 | 14,5 |
| 4/24/1998 | 18 | 8 | 23 | 9 | — | — | — | — | 25 | 4 | 13,5 |
| 4/25/1998 | 20 | 7 | — | — | 19 | 8 | — | — | — | — | 17,3 |
| 4/26/1998 | 24 | 10 | — | — | 24 | 11 | — | — | — | — | 17,8 |
| 4/27/1998 | 24 | 10 | — | — | 25 | 12 | — | — | 26 | 10 | 18,1 |
| 4/28/1998 | 24 | 10 | 24 | 12 | 25 | 13 | 23 | 12 | 25 | 13 | 17,1 |
| 4/29/1998 | 25 | 9 | 22 | 15 | 20 | 13 | 22 | 12 | 21 | 12 | 16,2 |
| 4/30/1998 | 22 | 8 | 22 | 13 | 23 | 10 | 20 | 12 | 23 | 9 | — |
| Total | 396 | 136 | 259 | 115 | 407 | 168 | 173 | 58 | 240 | 71 | 333,7 |
| Número de días | 22 | 22 | 13 | 13 | 23 | 23 | 10 | 10 | 12 | 12 | 28 |
| Media Máx o Mín | 18,0 | 6,2 | 19,9 | 8,8 | 17,7 | 7,3 | 17,3 | 5,8 | 20,0 | 5,9 | — |
| T _{media} °C mensual | 12,1 | | 14,4 | | 12,5 | | 11,6 | | 13,0 | | 11,9 |
| Error estadístico (°C) | 0,2 | | 0,3 | | 0,2 | | 0,3 | | 0,3 | | 0,2 |

para Praga. El resultado es 11,9°C con un error estadístico de $\pm 0,1^\circ\text{C}$, este valor es significativamente menor que los otros resultados. Sin embargo, esta media mensual es aún significativamente superior que la de Humpolec, por lo que la hipótesis aún se confirma.

En segundo lugar, se da cuenta de que durante dos días, 19 y 20 de abril no hay datos de ningún centro de Praga. ¿Fueron estos días anormalmente fríos o cálidos, lo que podría haber influido sobre la media mensual? Por lo general, Humpolec está suficientemente cerca de Praga como para que experimenten períodos de tiempo frío o cálido similares según los sistemas meteorológicos se mueven a través de la República Checa. Observó los datos de su centro para estos dos días para comprobar si fueron días inusuales en relación con la media mensual para abril. Las temperaturas medias de estos dos días fueron 7,0°C y 6,5°C, respectivamente. Ambas fueron significativamente más frías que la media mensual. Los datos que faltan de estos dos días podrían haber influido en la media mensual de Praga, pero ¿en qué medida? Para calcular esto, se decide calcular la media mensual para Humpolec omitiendo estos dos días. La media mensual que se obtendría si no se tuvieran datos de estos dos días es 10,7°C, 0,3°C superior a la media calculada. Esto es significativo, pero no suficientemente grande como para cambiar la conclusión de que la temperatura media mensual de Praga es superior que la de Humpolec para el mes de abril de 1998.

Explicar y Compartir los Resultados

Saber que las temperaturas medias en Praga son superiores que en Humpolec no explica por qué sucede esto. Perseguir esta respuesta supone un reto mayor, pero podría ser más gratificante. Dos efectos comunes que podrían explicar las diferencias de temperatura sistemáticas observadas son los efectos de la isla de calor urbana y las diferencias de altitud. Un alumno/a podría formular la hipótesis de que las condiciones más cálidas de Praga en comparación con Humpolec se deben a la diferencia de altitud. Para comprobar esta hipótesis, se necesitaría recopilar datos de centros escolares de la República Checa a diferentes altitudes. Por ejemplo, Mohelnice y Jicin son pequeñas poblaciones. Estando Mohelnice aproximadamente a la misma altitud que Praga y Jicin a una altitud 350 metros superior que Humpolec. Ver la Tabla AT-MM-2. Si las temperaturas medias en Mohelnice son similares a las de Praga, y las variaciones de las temperaturas medias entre Mohelnice, Humpolec, y Jicin son proporcionales a la altitud, la hipótesis se vería corroborada. Las diferencias en latitud también influyen sobre la temperatura media. Con un incremento de 2° a 2,5° de latitud equivalente aproximadamente a un aumento de 150 metros en altitud, los efectos de la latitud deberían ser significativamente inferiores que los efectos de la altitud en estas ciudades. Responder cuestiones como esta es más fácil donde hay muchos centros GLOBE enviando datos de manera sistemática.

Temperatura Actual



Objetivo General

Medir la temperatura actual del aire cuando no se dispone de caseta meteorológica.

Visión General

La temperatura actual del aire se mide mediante un termómetro colocado al aire libre, pero a la sombra, durante al menos 3 minutos.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Ciencia de la Atmósfera

El tiempo se puede describir mediante mediciones cuantitativas.

El tiempo cambia a lo largo de diferentes escalas de tiempo y espacio.

El tiempo cambia a lo largo de las estaciones.

Ciencias Físicas

Las propiedades se pueden medir mediante herramientas.

Geografía

Las variaciones en la temperatura influyen sobre las características del sistema geográfico y físico de la Tierra.

Habilidades de Investigación Científica

Utilizar un termómetro para medir la temperatura.

Tiempo

5 minutos

Nivel

Todos

Frecuencia

La necesaria como apoyo a otras mediciones GLOBE.

Calibración cada tres meses

Materiales y Herramientas

Un termómetro con alcohol en su interior (termómetro de calibración o psicrómetro giratorio).

Un reloj

Cinta elástica o trozo de cuerda (si se utiliza termómetro de calibración)

Hojas de Datos

Preparación

Encontrar un lugar a la sombra para las mediciones de temperatura del aire.

Requisitos Previos

Ninguno

Apoyo al Profesorado

Este método se debe usar únicamente cuando no se disponga de una caseta meteorológica y la temperatura actual sea necesaria como apoyo a otra medición GLOBE. Recuerde elegir un lugar apropiado para las mediciones (es decir, si se realizan otras mediciones de atmósfera debería ser un sitio de estudio de Atmósfera, si se realizan mediciones de la temperatura del suelo, un sitio de estudio de la temperatura del suelo, etc.).

Calibración y Control de Calidad

La realización de esta medición lleva sólo unos pocos minutos. La principal preocupación es dejar suficiente tiempo para que el termómetro se equilibre con la temperatura del aire, quizá tres o

cinco minutos. Además, el lugar a la sombra que se elija no debe estar cerca de un edificio u otra gran estructura, como un árbol. Intente que haya una distancia de al menos 4 metros desde cualquier otro objeto, y realice la medición sobre una superficie natural, tal como vegetación, mejor que sobre lugares asfaltados o de cemento.

El termómetro de líquido orgánico se debe calibrar al menos cada tres meses, así como antes de usarlo por primera vez. Calibrelo según las instrucciones del *Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima y Actual*. Los termómetros del psicrómetro giratorio también deben calibrarse al menos una vez cada tres meses y antes de su primer uso siguiendo las instrucciones del *Protocolo de Humedad Relativa*.

Protocolo de Temperatura Actual del Aire

Guía de Campo

Actividad

Medir la temperatura actual del aire como apoyo a otras mediciones GLOBE.

Qué se Necesita

- Cuerda y cinta elástica y termómetro de calibración o psicrómetro giratorio
- Reloj
- Lápiz o bolígrafo
- *Hoja de datos*

En el campo

1. Atar un extremo de un trocito de cuerda de manera segura al extremo del termómetro de calibración y el otro extremo a la cinta elástica.
2. Sujetar la cinta elástica alrededor de tu muñeca de manera que no se rompa el termómetro si se cae accidentalmente al suelo.
O
Utilizar el bulbo seco del termómetro del psicrómetro giratorio.
3. Sujetar el termómetro a altura del pecho, en la sombra y lejos de su cuerpo durante tres minutos.
4. Tras los tres minutos, anotar la lectura de temperatura en el cuaderno de ciencias.
5. Sujetar el termómetro de la misma manera durante otro minuto.
6. Después de este minuto, anotar la temperatura de nuevo. Si la temperatura está alrededor de $0,5^{\circ}\text{C}$ de la lectura anterior, anotar la lectura en la *Hoja de Datos*.
7. Si las dos lecturas difieren más de $0,5^{\circ}\text{C}$, repetir los pasos 5 y 6.
8. Si las dos lecturas de temperatura consecutivas difieren más de $0,5^{\circ}\text{C}$ una de otra después de 7 minutos, anotar la última medición en la *Hoja de Datos* y enviar los datos de las otras cuatro mediciones en la sección de comentarios junto con una nota de que la lectura no era estable tras 7 minutos.

Protocolo de Temperatura Digital Multi-Día Máx/Mín/y Actual del Aire y del Suelo



Objetivo General

Realizar mediciones diarias de la temperatura máxima, mínima y actual del aire y del suelo en el mismo sitio.

Visión General

Se coloca una sonda de temperatura dentro de la caseta meteorológica, mientras que la otra se coloca a 10 cm de profundidad en el suelo. Se utiliza un termómetro digital para medir temperaturas actuales así como temperaturas máximas y mínimas diarias. Las temperaturas mínimas y máximas diarias las almacena el instrumento durante un período de seis días, y es necesario leerlas y registrarlas en este período de tiempo.

Objetivos Didácticos

Aprender la relación entre temperatura del aire y del suelo a lo largo del tiempo, y aprender a usar el termómetro digital.

Conceptos Científicos

Ciencias de la Tierra y del Espacio

El tiempo se puede describir mediante medidas cuantitativas.

El tiempo cambia de un día para otro y de una estación a otra.

El tiempo varía a escala local, regional y global.

Geografía

La variabilidad de la temperatura de un lugar influye en las características del sistema físico y geográfico de la Tierra.

Enriquecimiento

La temperatura del suelo varía con la temperatura del aire.

La temperatura del suelo varía menos que la temperatura del aire.

Habilidades de Investigación Científica

Utilizar un termómetro digital máx/mín.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Usar las matemáticas apropiadas para analizar los datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones a partir de la experiencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos y explicaciones.

Tiempo

10 minutos por grupo de mediciones.

Nivel

Todos los niveles

Frecuencia

Al menos una vez cada seis días

Materiales y Herramientas

Termómetro digital multi-día máx/mín.

Caseta meteorológica en un poste.

Herramientas para excavación

Termómetro de calibración

Termómetro de sonda del suelo.

Preparación

Montar la caseta meteorológica.

Calibrar e instalar el termómetro digital máx/mín.

Poner a cero el termómetro digital máx/mín.

Repasar el *Protocolo de Temperatura del Suelo*.

Requisitos Previos

Ninguno

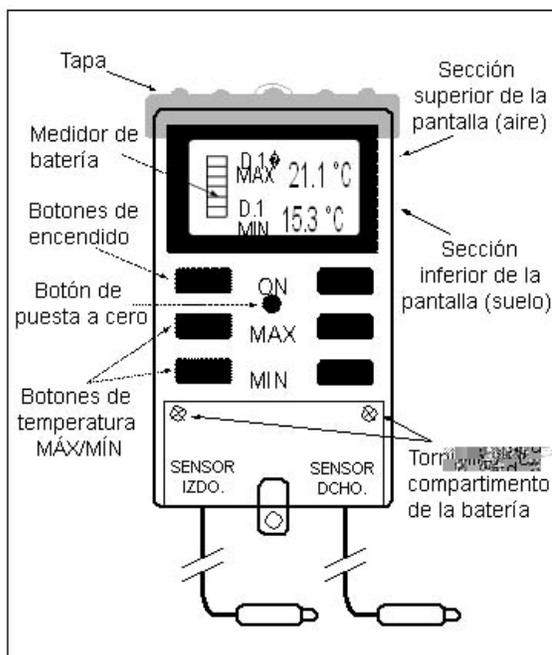
Termómetro Digital Multi-Día Máx/Mín

Introducción

El termómetro digital multi-día máx/mín es un aparato electrónico que se utiliza para medir la temperatura actual y registrar las temperaturas máximas y mínimas alcanzadas durante múltiples períodos de 24 horas. Tiene dos sondas de temperatura idénticas. Una se utiliza para medir la temperatura del aire y la otra para medir la temperatura del suelo.

El aparato registra y almacena las temperaturas máximas y mínimas alcanzadas durante seis períodos sucesivos de 24 horas. La hora de inicio y finalización de estos períodos corresponden a la hora del día a la que el instrumento se puso inicialmente a cero (la hora de puesta a cero). El aparato se pone a cero cuando se monta por primera vez y de nuevo cada vez que se cambia la pila. Para su uso en GLOBE, la hora de puesta a cero debe ser lo más cercana posible al mediodía solar local, haciendo que cada período de 24 horas abarque desde el mediodía solar local hasta el mediodía solar local del día siguiente. El termómetro muestra la temperatura

Figura AT-MU-1: Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín



máxima y mínima para el día actual, así como las de los cinco días anteriores siempre que se lea a una hora anterior a la hora a la que el termómetro fue inicialmente puesto a cero (*hora de puesta a cero*). Si el termómetro se lee después de la *hora de puesta a cero*, mostrará la temperatura máxima y mínima de los seis días anteriores.

El termómetro digital multi-día puede medir temperaturas de hasta -20°C cuando utiliza pilas alcalinas estándares tipo AA. Si se utilizan pilas de litio, puede medir temperaturas inferiores. También, a bajas temperaturas la pantalla digital puede estar demasiado tenue para poderse leer, aunque el aparato está aún registrando temperaturas.

Sondas de Temperatura

El termómetro digital multi-día máx/mín tiene dos sondas sensor. Generalmente, una sonda se utiliza para medir la temperatura del aire, mientras la otra se utiliza para medir la temperatura del suelo. Para ganar en seguridad, las sondas se deben colocar de la siguiente manera:

Sensor izquierdo – temperatura del aire,

Sensor derecho – a 10 cm de profundidad en el suelo.

Las áreas de la pantalla para los dos sensores aparecen indicadas en la parte derecha de la pantalla digital del aparato. La parte superior (que es para el sensor izquierdo) aparece indicada como 'LF', mientras que la parte inferior (que es para el sensor derecho) aparece como 'RT'.

Consejo: Para evitar confusiones, marque estas áreas de la pantalla como 'aire' y 'suelo' respectivamente. Esto se puede hacer escribiendo sobre un trocito de cinta pegado en la parte izquierda de la pantalla.

Mantenimiento del Aparato

La caseta meteorológica se debe mantener limpia por dentro y por fuera. Se debe quitar el polvo, la suciedad y las telas de araña del interior de la caseta con un paño limpio y seco. La parte exterior de la caseta se puede lavar con cuidado para quitar la suciedad, pero se debe tratar de que no entre agua en el interior de la caseta. Si la parte exterior se ensucia demasiado, se debe volver a pintar de blanco.

Cuando queda poca pila en el termómetro se encenderá un indicador de poca batería. Este símbolo está en la parte izquierda de la pantalla y tiene la forma de una pila tipo AA. Cuando se enciende este indicador se debe cambiar la pila. Para ello, siga la *Guía de Campo Cambio de Pila del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín*.

Apoyo al Profesorado

Las instrucciones que se dan en este protocolo son específicas para una marca de termómetro digital. Se pueden adaptar a otros equipos que tengan las mismas características. Si tiene dudas o necesita ayuda para adaptar estas instrucciones a otros instrumentos, contacte con el equipo de ayuda de GLOBE. Los elementos esenciales de este protocolo, que deben mantenerse independientemente del modelo del aparato, son la colocación de las sondas de temperatura y la precisión y exactitud de +/- 0,5°C de los sensores de temperatura.

En el *Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima y Actual de Un-día* se dan instrucciones para utilizar otros tipos de termómetros de máx/mín. Los termómetros que se utilizan en este protocolo no almacenan los datos, por lo que se deben leer y poner a cero cada día.

Si la caseta meteorológica está en un lugar en el que resulta difícil medir la temperatura del suelo, o si sólo interesa realizar mediciones de la temperatura del aire, es posible realizar sólo las mediciones de aire. Para ello, salta las partes de la guía de campo que pertenecen al sensor del suelo.

Logística de las Mediciones

1. Revisar los antecedentes de los capítulos de *Atmósfera y Suelo*.
2. Comprobar el termómetro de calibración siguiendo la *Guía de Laboratorio de Calibración del Termómetro*.
3. Calcular los errores de corrección del sensor siguiendo la *Guía de Campo de Calibración del Sensor del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín*.
4. Instalar el termómetro digital multi-día máx/mín siguiendo la *Guía de Campo de Instalación del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín*.
5. Establecer la hora de *puesta a cero* poniendo a cero el termómetro en el intervalo de una hora del mediodía solar local siguiendo la *Guía de Campo de Puesta a Cero del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín*.
6. Registrar la temperatura actual, máxima y mínima siguiendo la *Guía de Campo del*

Protocolo de Temperatura Digital Multi-día
al menos una vez cada seis días.

7. Anotar las temperaturas actuales siguiendo la *Guía de campo del Protocolo del Termómetro de Temperatura Digital Multi-día Actual* según se desee.
8. Cada seis meses, o cuando se cambie la pila, comprobar la precisión de la sonda del suelo siguiendo la *Guía de Campo de Comprobación del Error del Sensor del Termómetro Digital Multi-día de Máx/Mín.* Si la magnitud del error del sensor del suelo calculado es de dos grados Celsius o más, se debe desenterrar el sensor del suelo y recalibrar tanto el sensor de suelo como el de aire siguiendo la *Guía de Campo de Calibración del Sensor del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín.* Si la magnitud del error calculado es inferior a dos grados Celsius, dejar el sensor del suelo enterrado y recalibrar únicamente el sensor de aire.
9. Implice al alumnado en la observación de los datos.

Calibración

El termómetro digital se debe calibrar antes de usarlo por primera vez. Cada seis meses después de la instalación, y siempre que se cambien las pilas, el sensor del aire deberá ser recalibrado y las lecturas del sensor del suelo deberán ser comprobadas para ver si es necesario desenterrar el sensor del suelo para recalibrarlo. Estas calibraciones y comprobaciones se realizan comparando las temperaturas tomadas por las dos sondas con las lecturas de un termómetro de calibración y el termómetro de sonda de suelo. Ver el *Protocolo de Temperatura del Suelo.*

Consejos Útiles

El objetivo de las calibraciones es obtener la corrección del error del sensor del aire y del suelo que corresponde a las diferencias entre las temperaturas medidas y las temperaturas reales. Cuando se envían los datos de calibración a la base de datos GLOBE, la base de datos automáticamente calcula los valores y se los envía. Después de haber completado la calibración y comenzar a enviar los datos de temperatura a GLOBE, la base de datos calculará automáticamente los errores de corrección según se introducen las mediciones en la base de datos. De esta manera, todos los datos de la base de datos GLOBE quedan eficazmente calibrados. Sin embargo, se deben tener en cuenta los errores de corrección cuando se analizan datos que no han sido obtenidos de la base de datos GLOBE (incluyendo los datos que usted ha tomado). **NO APLIQUE LAS CORRECCIONES A LOS DATOS ENVIADOS A GLOBE.**

Hay un indicador de batería baja en la parte izquierda de la pantalla. Tiene la forma de una pila dividida en porciones (ver la figura del termómetro) Cuando se enciende este indicador, se debe cambiar la pila siguiendo la *Guía de Campo de Cambio de la Pila del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín.*

Preguntas para Investigaciones Posteriores

- ¿En que estación es mayor el rango de temperaturas? ¿Por qué?
- ¿Cómo se relacionan el rango de temperatura del suelo y el de temperatura del aire?
- ¿Cuáles son las latitudes y altitudes de otros centros GLOBE con temperaturas de atmósfera y suelo similares a las suyas ?
- ¿Qué temperaturas del suelo indican el paso a una nueva estación en su región, como se evidencia esto con las plantas anuales, las malas hierbas, la germinación o la aparición de brotes?
- ¿Su ambiente local se ve más influido por las temperaturas medias o por las temperaturas extremas?
- ¿Cómo influye la textura del suelo en la temperatura?

Calibración del Termómetro

Guía de Laboratorio

Actividad

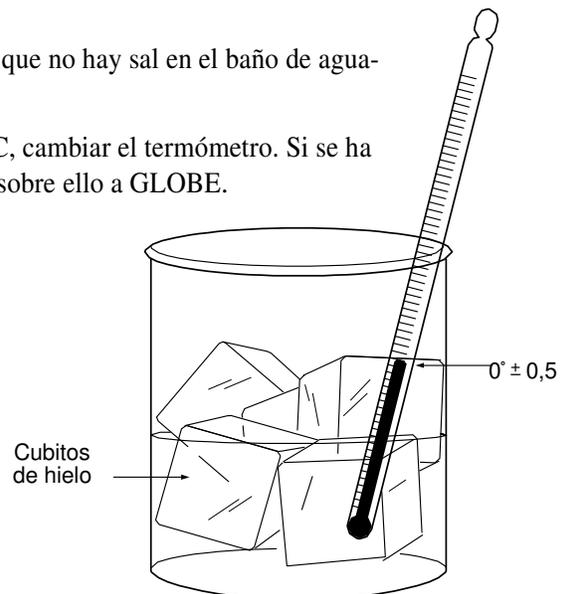
Comprobar la calibración del termómetro de calibración.

Qué se Necesita

- Termómetro de calibración
- Hielo picado
- Un recipiente limpio de al menos 250ml.
- Agua (lo ideal es que sea destilada, pero lo importante es que no sea salada).

En el Laboratorio

1. Preparar una mezcla de agua del grifo (caño) y hielo, con más hielo que agua en el recipiente.
2. Poner el termómetro de calibración en el baño de agua-hielo. El bulbo del termómetro tiene que estar dentro del agua.
3. Dejar el termómetro en el baño de agua-hielo durante 10 a 15 minutos.
4. Mover con cuidado el termómetro alrededor del baño de agua-hielo de forma que esté perfectamente enfriado.
5. Leer el termómetro. Si marca entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,5^{\circ}\text{C}$, el termómetro está bien.
6. Si el termómetro marca más de $+0,5^{\circ}\text{C}$, comprobar que hay más hielo que agua en el baño de agua-hielo.
7. Si el termómetro marca menos de $-0,5^{\circ}\text{C}$, comprobar que no hay sal en el baño de agua-hielo.
8. Si el termómetro aún no marca entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,5^{\circ}\text{C}$, cambiar el termómetro. Si se ha utilizado este termómetro para mediciones, informa sobre ello a GLOBE.



Calibración del Sensor del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín

Guía de Campo

Actividad

Calcular los errores de corrección del sensor de aire y de suelo, necesarios para ajustar los errores de precisión del aparato.

Qué se Necesita

- Termómetro de calibración que haya sido calibrado siguiendo la *Guía de Laboratorio de Calibración del Termómetro*
- *Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín*

Nota: Si se va a recalibrar únicamente el sensor del aire, salte los puntos de esta guía de campo que corresponden al sensor del suelo.

En el Campo

1. Abrir la puerta de la caseta meteorológica y colocar el termómetro de calibración y las dos sondas, de aire y de suelo, en la caseta meteorológica, de manera que el aire corra a su alrededor y que no contacte los laterales de la caseta meteorológica. Cerrar la puerta de la caseta meteorológica.
2. Esperar al menos una hora y después abrir la puerta de la caseta meteorológica. Encender el indicador de temperatura de aire del termómetro digital multi-día máx/mín pulsando el botón de encendido del sensor del aire (en la parte superior izquierda de la sección de botones).
3. Leer la temperatura del termómetro de calibración y anotarla redondeando al 0,5°C más cercano en la *Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín*.
4. Encender el indicador de temperatura del suelo del termómetro digital multi-día máx/mín pulsando el botón de encendido del sensor del suelo (en la parte superior derecha de la sección de botones).
5. Leer las temperaturas enviadas por el sensor del aire y el del suelo del termómetro digital y anotarlas en la *Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín*.
6. Cerrar la tapa del termómetro digital y la puerta de la caseta meteorológica.
7. Repetir los pasos 2 a 6 cuatro veces más, esperando al menos una hora entre cada conjunto de lecturas. Intentar espaciar los cinco grupos de lecturas tanto como sea posible a lo largo del día.
8. Enviar los datos de calibración a GLOBE.

Instalación del Termómetro Digital Multi-Día Máx/Mín

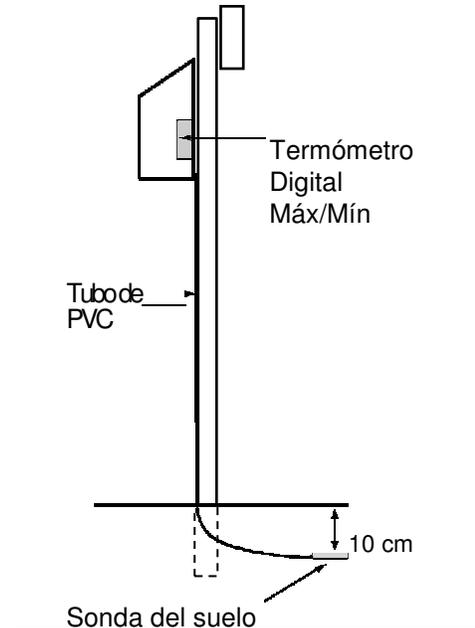
Guía de Campo

Actividad

Instalar el termómetro digital en el sitio de estudio de atmósfera.

Qué se Necesita

- Taladro con broca de 12 mm (si se hacen mediciones de suelo)
- Herramientas de excavación (si se hacen mediciones de suelo)
- Cuerdas o cables
- Caseta meteorológica GLOBE (los requisitos se dan en la *Lista de Instrumentos GLOBE* de la sección *Juego de Herramientas*)
- Tubo de PVC de 120cm x 2.5cm (opcional)



En el Campo

1. Monte la caja protectora del termómetro digital en la pared trasera de la caseta meteorológica. La caja protectora se debe colocar de manera que la pantalla digital se pueda leer con facilidad.
2. Coloque la sonda llamada *Sensor Izquierdo* de manera que ninguna parte de ella toque las paredes y que haya flujo de aire alrededor suyo. Esto se puede lograr fácilmente colgando el cable enrollado para este sensor desde lo alto de la estación meteorológica, con la sonda misma colgando hacia abajo.
3. Si no se van a realizar mediciones de suelo, guarde el sensor derecho y su cable convenientemente en una esquina de la estación meteorológica, donde no moleste, y sáltese los siguientes pasos.
4. Si es necesario, haga un taladro con una broca de 12mm en la parte inferior de la caseta meteorológica, cerca de la parte trasera. Introduzca la sonda del sensor derecho por el agujero dejando tanto cable como sea posible en el interior de la caseta. Se puede introducir el sensor y el cable en un tubo de PVC que servirá para proteger el cable.
5. Elija un lugar para colocar la sonda de temperatura del suelo cerca del poste en la parte de solana (parte soleada) de la caseta meteorológica. Son preferibles los datos del suelo recogidos en lugares sin sombras. Los comentarios de la definición del sitio deben incluir la cantidad de sombra que la superficie del suelo sobre la sonda experimentará a lo largo de un año.
6. Haga un hoyo de una profundidad de unos 10cm en la ubicación elegida.
7. Empuje la sonda horizontalmente en la parte lateral del hoyo hasta una profundidad de 10 cm. Utilice un clavo o un alfiler, de diámetro algo inferior a la sonda, para hacer una entrada para la sonda, si es necesario.
8. Rellene el hoyo con el suelo que se retiró.
9. Con cuidado proteja todo el cable sobrante del sensor del suelo utilizando una cuerda o lazos de alambre. Guarde tanto cable sobrante como sea posible en la caseta.

Puesta a Cero del Termómetro Digital Multi-Día de Max/Min

Guía de Campo

Actividad

Poner a cero el termómetro digital multi-día para establecer la *hora de puesta a cero*, que sirve como hora de comienzo y finalización de los intervalos de 24 horas en los que el instrumento registra las temperaturas máximas y mínimas.

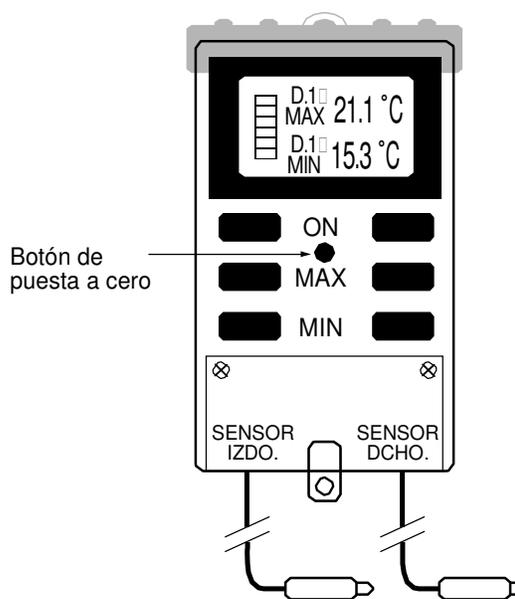
Nota: El termómetro deber ser puesto a cero únicamente cuando se configura por primera vez, cuando se cambian las pilas o si la *hora de puesta a cero* supera en más de una hora la hora de mediodía solar local.

Qué se Necesita

- Bolígrafo o uña.
- Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín.
- Un reloj preciso u otro dispositivo que marque la hora.

En el Campo

1. Determinar una *hora de puesta a cero* apropiada que corresponda a la hora media del mediodía solar local de su zona. Es importante que la *hora de puesta a cero* esté dentro del intervalo de una hora del mediodía solar local de cada día en el que se realizarán las mediciones. Si resulta que este no es el caso, se deberá elegir una nueva *hora de puesta a cero* para poner a cero el aparato.
2. Ir a la caseta meteorológica un poco antes de la hora de puesta a cero deseada, abrir la caseta meteorológica y la tapa del termómetro digital máx/mín.
3. Lo más cerca posible de la hora de puesta a cero deseada, utilizar una uña o la punta de un bolígrafo para presionar y dejar de presionar el botón de puesta a cero, ubicado donde se muestra arriba.
4. La pantalla digital de visualización se iluminará brevemente y después comenzará a leer la temperatura actual. El aparato se ha puesto a cero. Anotar la hora exacta en la sección *Hora de Puesta a Cero* de la Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín. Esta es tu *hora de puesta a cero*.
5. Enviar la *hora de puesta a cero* y la fecha a GLOBE, tanto en hora local como en UT.



Protocolo de Temperatura Digital

Multi-Día Máxima y Mínima

Guía de Campo

Actividad

Medir las temperaturas diarias máximas y mínimas del aire de los seis últimos días.

Medir las temperaturas diarias máximas y mínimas del suelo de los seis últimos días.

Qué se Necesita

- Una caseta meteorológica correctamente ubicada.
- Bolígrafo o lápiz
- Un termómetro digital multidía máx/mín
- Un reloj preciso u otro dispositivo que muestre la hora correctamente calibrado e instalado
- *Hoja de Datos del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín*

En el Campo

1. Las lecturas máximas y mínimas se deben tomar al menos cinco minutos después de la *hora de puesta a cero*.
2. Abrir la caseta meteorológica y la tapa del termómetro digital máx/mín con cuidado de no respirar sobre o tocar el sensor de temperatura del aire.
3. Anotar la hora y la fecha en la *Hoja de Datos* tanto local como UT.
Nota: los datos enviados a GLOBE deben ser hora UT.
4. Encender la pantalla de visualización de temperatura del aire del termómetro presionando el botón ON para el aire (botón superior izquierdo indicado como ON).
5. Pulsar el botón del sensor del aire MÁX (botón central izquierdo indicado como MÁX) *dos veces*.
Nota: La lectura que aparece después de apretar el botón MÁX una vez es la temperatura más alta alcanzada desde la última hora de *puesta a cero*, y no es una medición significativa, por lo que no debe ser anotada.
6. Se debe ver el símbolo MÁX en la pantalla de visualización digital a la izquierda de la lectura de la temperatura con el símbolo D.1 encima. Anotar esta temperatura en la *Hoja de Datos*.
7. Pulsar el botón MÁX del sensor del aire de nuevo. Se mostrará ahora el símbolo D.2, en lugar de D.1. Anotar la temperatura que aparece junto a él en la *Hoja de Datos*. Repetir este procedimiento para anotar los datos de los seis últimos días (D.1 – D.6) según se necesite.
8. Para anotar las temperaturas mínimas del aire se deben repetir los pasos 5-7 pulsando el botón MÍN del sensor del aire (botón indicado como MÍN) en lugar del botón MÁX.
9. Para las temperaturas del suelo, repetir los pasos de arriba utilizando los botones de suelo que están en la parte derecha y las lecturas de la parte inferior de la pantalla de visualización.
10. Después de haber realizado todas las mediciones, cerrar la tapa del instrumento. Se cerrará automáticamente después de un corto período de tiempo.

Protocolo de Temperatura Actual Digital Multi-día

Guía de Campo

Actividad

Medir la temperatura actual del aire.

Medir la temperatura actual del suelo.

Qué se Necesita

- Una caseta meteorológica correctamente ubicada
- Bolígrafo o lapicero
- Un termómetro digital multi-día correctamente calibrado e instalado
- *Hoja de Datos del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín, Hoja de Datos Integrada 1-Día u Hoja de Datos 7-días*
- Un reloj preciso u otro dispositivo que muestre la hora.

En el Campo

1. Abrir la caseta meteorológica y la tapa del termómetro digital máx/mín teniendo cuidado de no respirar o tocar el sensor de temperatura del aire.
2. Anotar la hora y la fecha en la *Hoja de Datos*.
3. Encender la pantalla de visualización de temperatura del aire presionando en botón ON del sensor del aire (botón superior izquierdo indicado como ON en la parte frontal de la cubierta instrumento).
4. La temperatura actual del aire se mostrará en la parte superior de la pantalla digital. Anotar esta temperatura en la *Hoja de Datos*.
5. Si se están realizando mediciones del suelo, repetir los pasos anteriores encendiendo la visualización de las mediciones del suelo mediante el botón ON (botón superior derecho indicado como ON) y leer el valor que se muestra en la parte inferior de la pantalla.
6. Después de haber realizado todas las mediciones, cerrar la tapa del instrumento. Se cerrará automáticamente después de un corto período de tiempo.

Comprobación del Error del Sensor del Termómetro de Suelo Digital Multi-Día Máx/Mín

Guía de Campo

Actividad

Comprobar la precisión del sensor del suelo para verificar si necesita ser desenterrado y recalibrado.

Qué se Necesita

- Termómetro de sonda del suelo del *Protocolo de Temperatura del Suelo*
- *Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín*

En el Campo

1. Calibrar un termómetro de sonda del suelo siguiendo la *Guía de Laboratorio para Calibrar el Termómetro del Suelo del Protocolo de Temperatura del Suelo*.
2. Abrir la puerta de la caseta meteorológica.
3. Seleccionar un lugar a unos 15cm de la localización de la sonda del termómetro de suelo.
4. Medir la temperatura del suelo a una profundidad de 10 cm en este punto siguiendo el *Protocolo de Temperatura del Suelo*.
5. Anotar esta temperatura en la sección de comprobación del error del sensor del suelo en la *Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín*.
6. Encender la visualización de la temperatura del suelo del termómetro digital multi-día máx/mín pulsando el botón ON del sensor del suelo (botón superior derecho).
7. Leer la temperatura registrada por el sensor del suelo del termómetro digital y anotarla en la *Hoja de Datos de Calibración y Puesta a Cero del Termómetro Digital Máx/Mín*.
8. Cerrar la tapa del termómetro digital y la puerta de la caseta meteorológica.
9. Repetir los pasos 2 a 8 cuatro veces más, esperando al menos una hora entre las mediciones.
10. Calcular la media de las lecturas del termómetro del suelo.
11. Calcular la media de las lecturas del sensor digital del suelo.
12. Calcular el error del sensor del suelo restando la media de las cinco lecturas del sensor digital del suelo (del paso 10) a la media de las cinco lecturas del sensor del suelo (del paso 11).
13. Si el valor absoluto del error del sensor del suelo es superior o igual a 2°C, se debe desenterrar el sensor y recalibrar tanto el sensor del aire como el del suelo siguiendo *Calibración del Sensor del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín*. Si no es así, dejar el sensor digital del suelo en el suelo y recalibrar únicamente el sensor del aire

Cambio de Pilas al Termómetro Digital Multi-Día Máx/Mín

Guía de Campo

Actividad

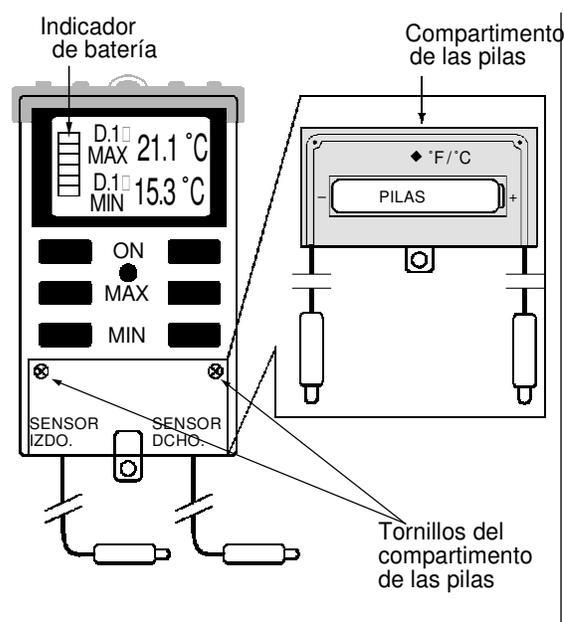
Cambiar la pila al termómetro digital multi-día máx/mín.

Qué se Necesita

- Una pila nueva modelo AA
- Un destornillador pequeño

En el Campo

1. La pila está en el compartimento de pilas en la sección inferior de la cubierta del instrumento.
2. Quitar los dos pequeños tornillos localizados en las esquinas superiores de la tapa del compartimento y quitar la tapa.
3. Cambiar la pila, con cuidado de colocar correctamente la polaridad (polo negativo de la pila contactando el muelle).
4. Colocar la tapa del compartimento y los dos tornillos. Después de haber cambiado la pila, hay que asegurarse de recalibrar el aparato.
5. Recalibrar los sensores de aire y suelo siguiendo la *Guía de Campo de Calibración del Sensor del Termómetro Digital Multi-día Máx/Mín*.
6. Poner a cero el aparato utilizando la *Guía de Campo de Puesta a Cero del Termómetro Digital multi-día máx/mín*.

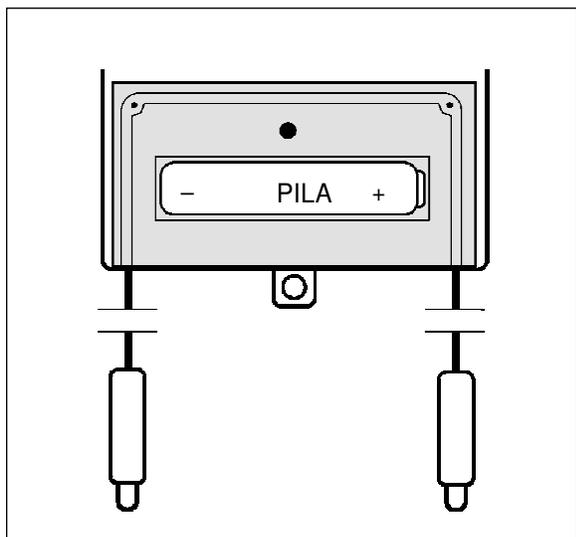


Preguntas Frecuentes

1. ¿Qué debo hacer si mi termómetro digital máx/mín muestra la temperatura en grados Fahrenheit en lugar de en grados Celsius?

Se pueden cambiar las unidades pulsando un pequeño botón situado en el compartimento de la pila. Abrir el compartimento de la pila, siguiendo las instrucciones que se dan en la *Guía de Campo de Cambio de Pila del Termómetro Digital Multi-día Máx/Min*. Hay un pequeño botón redondo indicado °F/°C (ver la figura de abajo). Encienda al menos uno de los sensores y pulse este botón. Se verá el cambio de unidades de medida de Fahrenheit a Celsius. Cierre el compartimento de la pila. ¡Hay que asegurarse de que la toma de mediciones GLOBE se realiza en modo Celsius!.

Figura AT-MU-2: Compartimento de la Pila del Termómetro Digital Multi-día Máx/Min con la Tapa Quitada.



2. ¿Qué ocurre si me doy cuenta de que según varía la hora del mediodía solar local a lo largo del año, esta variación no se encuentra en el intervalo de una hora de mi hora de puesta a cero?

Para que las lecturas de temperatura máxima y mínima sean válidas, es necesario que la *hora de puesta a cero* esté en el rango de una hora del mediodía solar local. Ponga a cero su instrumento utilizando la *Guía de Campo de Puesta a Cero del Termómetro Digital Multi-día Máx/Min* tan cerca como sea posible de la hora del mediodía solar local (rango de 15 minutos).

3. Si pierdo la lectura de las temperaturas máximas y mínimas, ¿puedo aún tomar las lecturas al día siguiente?



Las temperaturas máx/mín almacenadas en el aparato se actualizan cada 24 horas a la *hora de puesta a cero*. Por ello, estos valores de temperatura pueden ser recogidos a cualquier hora desde 5 minutos después de la *hora de puesta a cero* del día deseado hasta 5 minutos antes de la *hora de puesta a cero* del día siguiente. Si se espera hasta la hora de puesta a cero del séptimo día, se perderán los datos de un día. Sin embargo, si son leídos al día siguiente, se debe tener cuidado de asignar las temperaturas tomadas del aparato con los días a los que corresponden. Las temperaturas máximas y mínimas que se muestran con el símbolo D.1 en la pantalla de visualización del instrumento corresponden al día actual en el que las lecturas están siendo tomadas después de la *hora de puesta a cero* (según se recomienda) y al día anterior cuando las lecturas se están tomando antes de la hora de puesta a cero. Observar las siguientes tablas para mayor clarificación:

Lecturas tomadas DESPUÉS de la hora de puesta a cero (según se recomienda)

| Visualización digital | | | |
|-------------------------------------------------------|-----|------|-------------|
| Símbolo: | D.1 | D.2 | D.3 |
| Las lecturas corresponden a las 24 horas concluyentes | Hoy | Ayer | Hace 2 días |

Lecturas tomadas ANTES de la hora de puesta a cero

| Digital Display | | | |
|--------------------------------------------------------|------|-------------|-------------|
| Símbolo: | D.1 | D.2 | D.3 |
| Las lecturas corresponden a las 24 horas concluyentes: | Ayer | Hace 2 días | Hace 3 días |

4. ¿Puedo leer el termómetro por la mañana antes de la hora de puesta a cero?

Si se lee el termómetro por la mañana, al menos 5 minutos antes de la hora de puesta a cero, se pueden leer las temperaturas máx/mín de los seis días anteriores. Sin embargo, las temperaturas máx/mín del día actual no se pueden tomar.

5. Cuando pulso por primera vez el botón MÁX o MÍN el aparato muestra una lectura que no debo anotar, ¿qué es esta lectura?

La lectura que se muestra cuando se pulsa el botón MÍN o MÁX por primera vez es la temperatura mínima o máxima del período de 24 horas actual. Dado que este período no ha finalizado, la lectura puede no ser la temperatura máxima o mínima final del período de 24 horas. Aunque no es un dato de medición válido que enviar a GLOBE, puede usarse para sus propios objetivos de investigación.

6. ¿Cómo funciona el termómetro digital?

El termómetro funciona midiendo el cambio en la corriente que se produce en un circuito con voltaje constante en el cual la sonda del sensor es una resistencia. Según cambia la temperatura del sensor, su resistencia cambia. El cambio en la corriente en el circuito es inversamente proporcional al cambio en la resistencia del sensor, conforme a lo descrito por la ley de Ohm, que explica que la intensidad de la corriente es igual al voltaje o tensión dividido por la resistencia. Así, midiendo la corriente a través del circuito y conociendo el voltaje, se puede calcular la resistencia del sensor. Esto es lo que hace el aparato, que posteriormente registra la temperatura de la sonda correspondiente a ese nivel de resistencia.

Protocolo de Mediciones Automatizadas de Temperatura del Suelo y del Aire.



Objetivo General

La medición continuada de la temperatura del suelo y del aire en el Sitio de Estudio.

Visión General

El alumnado coloca cuatro termómetros, tres de ellos se sitúan en el suelo, a tres profundidades diferentes, y el otro se coloca dentro de la caseta meteorológica para que esté resguardado. Los estudiantes utilizan una hoja de datos para registrar las mediciones cada 15 minutos. Después traspasan los datos al ordenador para analizarlos y enviarlos a la base de datos de GLOBE.

Objetivos Didácticos

El alumnado podrá utilizar el equipo de monitorización automatizada para medir la temperatura del suelo y del aire. Asimismo, podrá manipular un amplio conjunto de datos variables.

Los alumnos podrán crear hojas de cálculo y gráficos de sucesiones temporales y utilizarlos para analizar los datos.

Conceptos de Ciencias

Ciencias de la Tierra y del Espacio

El tiempo puede definirse a través de medidas cuantitativas.

El tiempo cambia de un día para otro y de una estación a otra.

El tiempo varía a nivel local, regional y global.

La temperatura del suelo varía en función de la profundidad, la humedad del suelo y de la temperatura del aire.

La temperatura del suelo varía menos que la temperatura del aire.

Geografía

La variabilidad de la temperatura en una localización afecta a las características del sistema físico y geográfico de la Tierra.

Habilidades de Investigación Científica

Utilizar un registro de datos para medir temperatura.

Identificar preguntas y respuestas relacionadas con este protocolo.

Diseñar y dirigir una investigación científica.

Utilizar los cálculos matemáticos adecuados para analizar los datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones utilizando evidencias.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas

Comunicar procedimientos y explicaciones.

Tiempo

La organización lleva aproximadamente 4 horas pero puede alargarse durante varios días.

Transferencia de los datos – 10 minutos

Análisis y envío de los datos a GLOBE – Entre 30 minutos y 2 horas, dependiendo de la cantidad de datos y de las habilidades informáticas del alumnado.

Nivel

Medio y Secundario

Frecuencia

El montaje se realiza una sola vez.

Las pilas hay que cambiarlas cada año.

El transferencia de datos, análisis y el envío a GLOBE es mejor que sea semanal, de lo contrario al menos, una vez al mes.

Materiales y Herramientas

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 del almacenador de datos

Caja de plástico hermética (volumen ~0,5 l)

CaSO₄ u otro secante (100 ml)

4 Conectores de alivio de tensión.

Instalación adecuada de la caseta meteorológica en un poste.

Herramientas para excavar.

Preparación

Revisar el protocolo de temperatura Máxima, Mínima y Actual del Aire y el Protocolo de Temperatura de Suelos.

Requisitos Previos

Ninguno

Protocolo Opcional de Mediciones Automatizadas de Temperatura del Suelo y del Aire – Introducción.

Un sistema almacenador de datos es un dispositivo electrónico que recoge automáticamente datos a una velocidad predeterminada de muestreo. Estos sistemas permiten a los científicos y al alumnado recoger valiosas medidas ambientales en localizaciones lejanas. También recogen datos continuamente, permitiendo un conjunto de datos compatibles y su análisis. Con un almacenador de datos, los alumnos pueden tomar datos los fines de semana y en los recreos del centro escolar también. Los almacenadores de datos pueden recoger datos durante más de 84 días sin necesidad de lecturas diarias ni de calibraciones del termómetro.

El alumnado que utiliza el almacenador de datos aporta información importante al conjunto de datos mundial de temperaturas de suelo y de aire. La comprensión de los científicos acerca del clima ha sido determinada por el acceso a un gran número de datos sobre temperatura del aire, pero los datos de temperatura del suelo no son tan numerosos. El alumnado, al utilizar el almacenador de datos, aportará contribuciones significativas a este conjunto de datos y a la comprensión del estudio del suelo.

Apoyo al Profesorado

Gestión de los Materiales

Los procedimientos descritos en este protocolo son específicos para una marca concreta de almacenador de datos y sus sondas de temperatura y software. Puede adaptarse a otros equipos, mientras que corresponda con las especificaciones del almacenador de datos de GLOBE. Si el profesorado y el alumnado van a utilizar un equipo diferente, deben contactar con el Grupo de Ayuda de GLOBE para aprender cómo adaptar este protocolo a sus equipos. Los elementos esenciales de este protocolo, que deben seguir las mismas consideraciones que el equipo modelo, son la colocación de la sonda de temperatura y los sensores de temperatura que han de tener una precisión de $\pm 0,5$ °C.

Un almacenador externo de datos “Onset Computer HOBO® de 4 canales”, se utiliza para registrar la temperatura del aire y del suelo en el Sitio de Estudio de Atmósfera cada 15 minutos. El tipo de sensores Onset HA tienen un rango que va de -40 a 100 °C y una precisión de $0,5$ °C. Funciona bien para la mayoría de superficies. Este almacenador de datos tiene 4 canales. Para que haya compatibilidad, los almacenadores de datos, deben conectarse como sigue:

- Canal 1 - Temperatura del Aire
- Canal 2 -5 cm de profundidad;
- Canal 3 -10 cm de profundidad
- Canal 4 -50 cm de profundidad.

La condensación puede dañar los almacenadores de datos, por lo que necesita mantenerse en un contenedor hermético libre de humedad alta. Una caja de plástico con una tapa ajustada y precintada que contenga un secante como el CaSO_4 , que sirve para absorber la humedad y proteger el almacenador.

El alumnado deberá montar su propia caja hermética. Si eligen esta opción, deben adquirir un juego de conectores de alivio de tensión. (Ir al paso 2 de la *Guía de Laboratorio de Preparación del Almacenador de Datos*). El alumnado y profesorado, pueden pedir estos conectores a través del Grupo de Ayuda de GLOBE (centros de EEUU) o a través de sus coordinadores nacionales (centros fuera de EEUU).

Elección del Sitio de Estudio

La caja hermética del almacenador de datos debe mantenerse protegida de los rayos solares directos y de la lluvia. El mejor sitio para instalar el almacenador de datos de suelos es dentro de la caseta de GLOBE instalada en un poste. Los alumnos harán un agujero en el suelo, en la parte más soleada alrededor de la caseta, y situarán las sondas a profundidades de 5 cm, 10 cm y 50 cm en el suelo. Son preferibles los datos recogidos de suelos en lugares sin sombras. En la hoja de definición del Sitio de Estudio, los alumnos deben comentar la cantidad de sombra que recibe el suelo durante el año.

Preparación Previa

El alumnado debe leer las siguientes secciones en el Manual del usuario de la BoxCar Pro® v.3.5+: Instalación, Iniciación de los almacenadores HOBO® H8, Lectura de los datos, Examen de los datos y Exportando los datos.

El alumnado debe completar el montaje e instalación del software antes de comenzar a recoger datos, tal y como se detalla en la *Guía de Laboratorio de Preparación del Almacenador de Datos*.

El alumnado debe completar el Test de Margen de Error del Sensor antes de comenzar a recoger datos, tal y como se detalla en la *Guía de Laboratorio de Calibración y Análisis de Laboratorio*. Siguiendo la Guía, los alumnos realizan una calibración completa y la envían a GLOBE. La calibración y los test de laboratorio verifican que la unidad funciona correctamente y proporcionan a los alumnos la oportunidad de practicar utilizando el almacenador antes de instalarlo en el campo.

El alumnado debe instalar el almacenador de datos y los sensores de acuerdo a las instrucciones de la *Guía de Campo de Instalación del Sensor*.

El contenido científico de este protocolo es el mismo que el de los *Protocolos de Temperatura Máxima, Mínima y Actual del Aire* y que el *Protocolo de Temperatura de Suelo*. Hay que remitir a los estudiantes a estas secciones para obtener una mayor información sobre el tema.

Informes de Datos

El alumnado comienza la recogida de datos siguiendo la *Guía de Laboratorio o de Campo para Iniciar el Almacenador de Datos*.

El alumnado sitúa el almacenador de datos en la caseta meteorológica y lo conecta a la sonda de temperatura siguiendo la *Guía de Campo de Instalación del Almacenador de Datos*.

El alumnado descarga los datos almacenados en el almacenador de datos y los transfiere a la computadora mediante la *Guía de Laboratorio de Recopilación de Datos*.

Tras la recopilación de datos, el alumnado vuelve a reiniciar e instalar el almacenador de datos en la Caseta Meteorológica siguiendo la *Guía de Laboratorio o de Campo de Iniciación del Almacenador de Datos y la Guía de Campo de Instalación del Almacenador de Datos*.

El alumnado prepara sus datos para informar y enviar los datos a GLOBE siguiendo las instrucciones de la *Guía de Laboratorio de Manejo y Presentación de Datos*.

Los datos deben ser transferidos del almacenador de datos en el campo y enviados a la base de datos de GLOBE cada 1-2 semanas. El alumnado debe realizar una copia de seguridad y guardar los archivos con los datos nuevos del almacenador.

El almacenador de datos debe desenchufarse y llevarse dentro para descargar los datos, pero es posible llevar un dispositivo de almacenamiento de datos portátil al campo para evitar desconectar el almacenador.

Preguntas para Investigaciones Posteriores.

¿Cómo varía la temperatura del suelo y del aire a lo largo del día?

¿Cómo se relacionan la temperatura del suelo y la temperatura del aire?

¿Cómo están relacionadas las temperaturas del suelo a distinta profundidad?

¿Cómo afecta la humedad del suelo a los cambios en la temperatura del suelo y del aire?

¿Cómo afecta la textura del suelo a la temperatura del suelo?

Por influencia de la temporada de floración y otros cambios fenológicos en un área, ¿es más importante la media, o los extremos de temperatura,?

Preparación del Almacenador de Datos

Guía de Laboratorio

Actividad

Preparar y montar el almacenador de datos y los cables. Cargar el software del almacenador de datos.

Qué se Necesita

Almacenador de Datos /Ensamblaje de Sensores

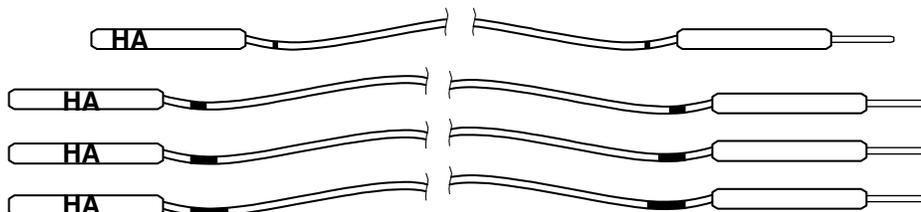
- Almacenador de 4 Canales Externo H08-006-04 HOBO H8
- Caja hermética como la caja cuadrada de sandwiches de Rubbermaid nº1 (~0,5 l volumen)
- Sensor de Temperatura de banda ancha TMC1- HA-e 0,3 m (1 pies) cable (1)
- CaSO_4 u otro agente secante (100 ml)
- Sensor de Temperatura de banda ancha TMC20 HA 6,1 m (20 pies) cable (3)
- 4 conectores de alivio de tensión para evitar daños en la conexión de los cables con el almacenador de datos.

Interfaz del ordenador

- BoxCar Pro® y software v.3,5+ o v.4,0
- Cable de Interfaz del PC u ordenador MAC

En el Laboratorio

1. Hay que utilizar un rotulador permanente para marcar ambas terminaciones de los cuatro cables sensores TMC6-HA. Hay que situar las marcas aproximadamente a 1 cm del refuerzo del enchufe. Hay que poner 1, 2, 3 o 4 líneas totalmente alrededor de cada cable. Hay que etiquetar el cable más corto con el número 1.

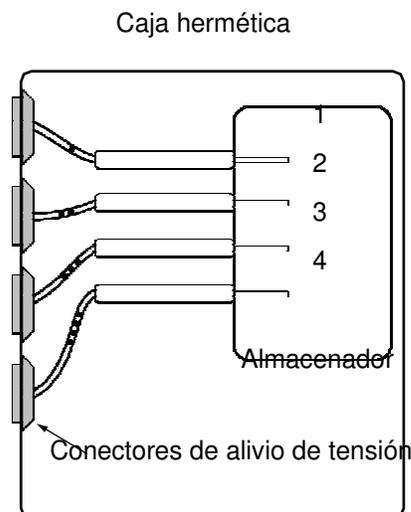


2. cables sellados y un almacenador de datos en una caja hermética.

Opción A) Utilizando conectores de alivio de tensión:

- Taladrar o perforar cuatro agujeros espaciados de igual forma en un lado de la caja. 12 mm (1/2”).
- Instalar los conectores de alivio de tensión utilizando un poco de silicona para sellar alrededor de la zona de inserción.
- Pasar los cables de los sensores a través de los conectores de alivio de tensión y conectarlos en las tomas apropiadas del almacenador de datos.

Nota: puede obtenerse un juego de conectores de alivio de tensión enviando un mail al Grupo de Ayuda de GLOBE (centros de EEUU) o al Coordinador Autonómico o Nacional del país (demás centros).



Opción B) Utilizando cordón de alambre y silicona para sellar:

- Taladrar o perforar cuatro agujeros espaciados de igual forma en un lado de la caja. 5 mm (1/4”).
 - Pasar los cables de los sensores a través de esas perforaciones y conectarlos en las tomas apropiadas del almacenador de datos.
- Anudar los cordones de alambre ajustándolos contra la pared interior.
- Anudar los cordones de alambre ajustándolos contra la pared exterior.
- Aplicar silicona para sellar alrededor del alambre y entre los nudos de alambre y agujeros en un lado de la pared.
- Dejar secar durante 24 horas.

3. Cargar el software del BoxCar Pro del ordenador. Si se utiliza un MAC, se debe descargar el software desde: www.onsetcomp.com/Support/2543_MacBCP.html

- Seguir las instrucciones de instalación del software de la página 1 del Manual del Usuario de BoxCar Pro®.
- Conectar el cable en serie a un puerto de PC (tipo 9-pin, D) COM o a un puerto de MAC (tipo 8-pin, O)
- Comprobar la fecha y hora en la computadora para asegurarse de que son correctas.
- Ir a c:\Bxcrpro3\Bxcrpro.exe (localización por defecto) o hacer doble clic en el ícono de BoxCar Pro®

Nota: Las nuevas versiones de ordenadores iMAC/G3 y G4 Apple con puertos USB requieren adaptadores adicionales de los cables.

Test de Calibración y Laboratorio.

Guía de Laboratorio

Actividad

Verificar que el almacenador de datos y los sensores funcionan adecuadamente.

Qué se Necesita

- Montaje del Almacenador de Datos y cables
- Termómetro de calibración
- Agua caliente (~50°C), una taza no aislada, hielo

En el Laboratorio

1. Anotar el margen de error del sensor. Este test verifica que los cuatro canales están grabando la misma temperatura del aire aproximadamente con la recopilación de datos, durante unos pocos minutos, con los cuatro sensores. El sesgo o diferencia entre cada sensor debe ser menor de 1°C.

a. Conectar el cable de cada sensor en la toma apropiada del almacenador de datos y situar las cuatro puntas de los sensores juntas y lejos de cualquier otra fuente de calor (como lugares soleados).

b. Conectar el almacenador a los cables en serie.

c. Confirmar que el reloj de La computadora muestra la hora local.

d. Hacer clic dos veces en el icono de Boxcar® para activar el software.

e. Seleccionar “Launch” (Ctrl L) bajo el botón de “Logger” en el menú principal.

f. Cambiar el documento “Description de TEST” a “Day1bias”. Cambiar el “Interval” a “6 segundos”.

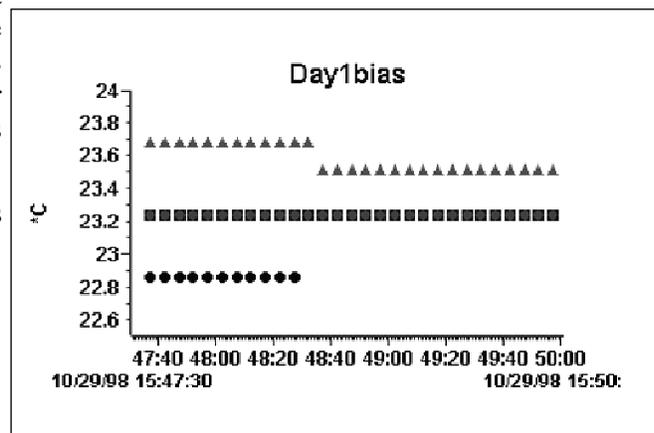
h. Seleccionar el botón de “Start”, el mensaje debe indicar que el programa se está cargando.

i. Esperar tres minutos. El almacenador estará en funcionamiento.

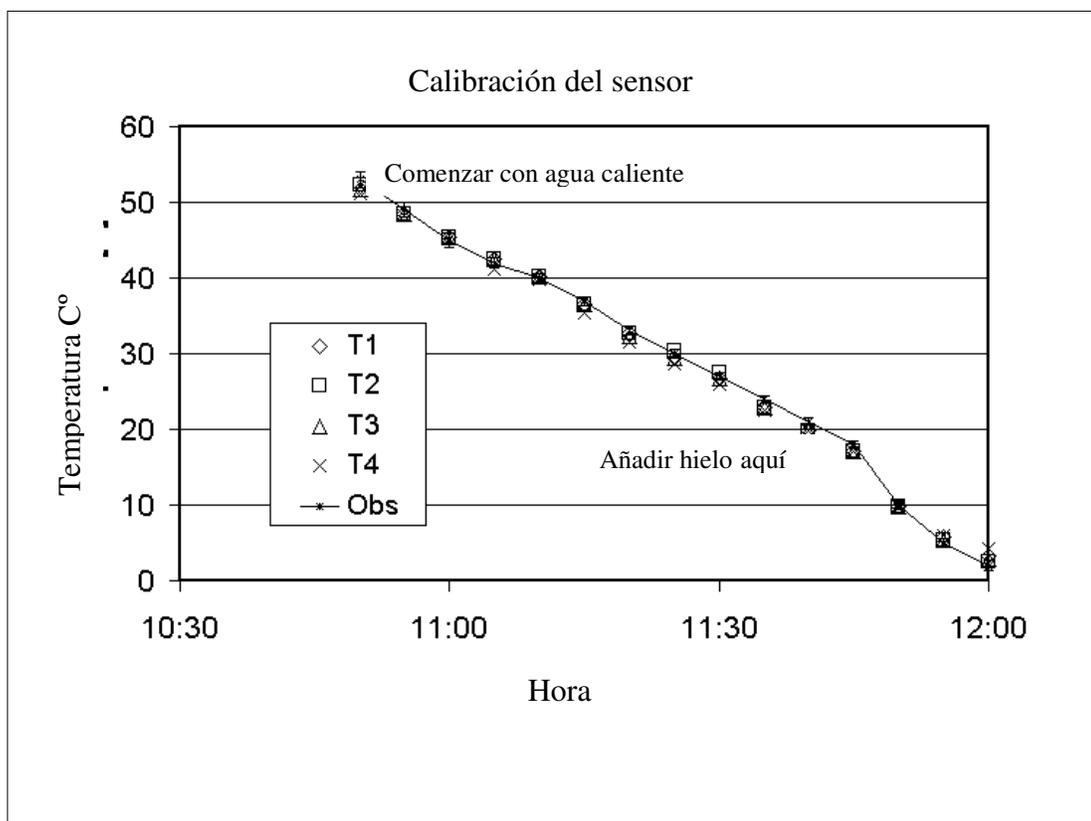
j. Seleccionar “Readout” (Ctrl R) debajo del botón de “Logger” en el menú principal.

k. La pantalla debe indicar que los datos se han descargado, entonces hay que apuntar el nombre del archivo. La opción por defecto debe ser Day1bias.dtf

l. Utilizar las opciones desplegadas de “View” para mirar cada canal de temperatura por separado.



- m. Anotar el valor medio de cada canal en el registro de GLOBE, debe haber una diferencia menor de 1 °C entre todos ellos.
 - n. Hay que asegurarse de que se entiende el eje de la escala de tiempo y que muestra la hora y fecha correctas y cómo guardar los datos en un archivo Excel.
2. Calibración de la gama completa
- a. Situar los cuatro sensores de temperatura en una taza medio llena y no aislada de agua caliente (~50° C).
 - b. Conectar el almacenador al cable en serie.
 - c. Confirmar que el reloj de la computadora muestra la hora local actual.
 - d. Seleccionar “Launch” debajo del botón de “Logger” en el menú principal.
 - e. Colocar el archivo “Descripción” en “CAyymmdd”, donde yymmdd es el año, mes y día actual.
 - f. Colocar el “Interval” en “5 min.” e iniciar el almacenador con un comienzo retardado en la siguiente marca de 5 min. (por ejemplo: ahora son las 10:17:00. Entonces se sitúa el retardo en las 10:20:00).
 - g. Grabar la temperatura del termómetro de calibración cada 5 minutos, conjuntamente con la hora de muestreo del almacenador.
 - h. Después de que los cambios de temperatura disminuyan hasta 1° C/5 min., se añaden cubitos de hielo y se continúa hasta que aproximadamente el agua llega a congelarse.



Instalación del Sensor

Guía de Campo

Actividad

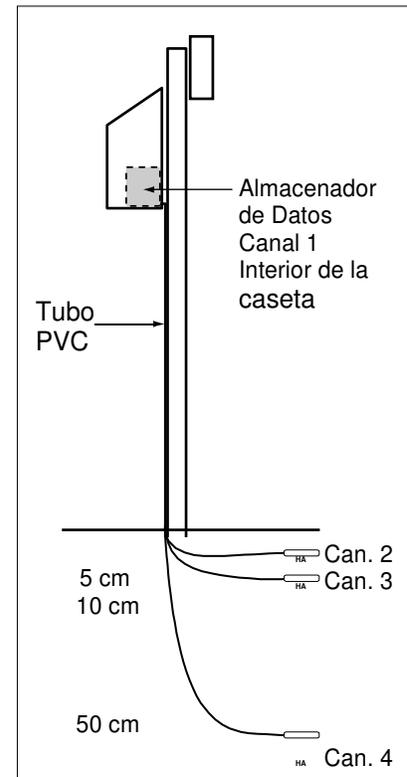
Instalar el almacenador de datos y sensores en el Sitio de Estudio de Atmósfera.

Qué se Necesita

- Metro
- Herramientas para cavar
- Tubo de PVC de 120 cm x 2,5 cm
- Montaje del almacenador de datos y cables
- Taladradora con una broca de pala para madera de 12 mm
- Alambre o soportes para asegurar el tubo PVC al poste.
- Cordel o cordón de alambre
- Producto secante

En el Campo

1. Planificar la instalación. Hay que asegurarse de que la distancia entre la caja y el sensor más profundo es menor de 5,5 metros y que es seguro cavar un agujero con una profundidad de 50 metros.
2. Perforar un agujero de 12 mm, si es necesario, a través del fondo de la caseta, cerca de la parte de atrás.
3. Situar el Almacenador de Datos dentro de la Caseta Meteorológica.
4. Utilizar el cordel o el alambre para asegurar el sensor de temperatura del aire (nº 1) dentro de la Caseta Meteorológica.
5. Pasar los tres cables más largos a través del agujero de 12 mm y tirar de ellos a través del tubo PVC (que protege los cables del exceso de rayos ultravioletas y de mordiscos de animales). Hay que tener en cuenta que hay que dejar los restos de alambre dentro de la Caseta.
6. Asegurar el tubo PVC al poste de la Caseta Meteorológica.
7. Cavar un agujero de 50 cm de profundidad en el lado soleado (hacia el Ecuador) del poste de la Caseta.
8. Empujar los sensores horizontalmente en los lados del agujero a 50 cm (nº 4), 10 cm (nº 3) y 5 cm (nº 2) de profundidad respectivamente. Utilizar un clavo o una clavija de un diámetro ligeramente menor para dirigir estos agujeros si el suelo está duro.
9. Verter el secante en una bolsa de tejido transpirable (por ejemplo, gasa de algodón o un calcetín de algodón) y situarlo dentro de la caja hermética para que el aire dentro de la caja se mantenga seco.
10. Precintar la caja hermética que contiene el Almacenador de Datos.



Activación del Almacenador de Datos

Guía de Laboratorio o de Campo

Actividad

Activar el almacenador de datos para recopilar medidas diarias de la temperatura del suelo y del aire.

Qué se Necesita

- Almacenador de Datos desconectado de los cuatro cables sensores
- PC-386 ó más avanzado, Windows 3.1 con 4 Mb RAM, o versiones posteriores con puerto COM (serie) disponible
- *Hoja de Datos del Almacenador de Datos*

En el Laboratorio o En el Campo

1. Asegurarse de que el reloj del ordenador lee correctamente la hora local.
2. Accionar el software del BoxCar®
3. Conectar el almacenador externo de 4 Canales HOBO® al cable en serie utilizando el enchufe de más abajo y el más grande.
4. Seleccionar “Launch” (Ctrl L) bajo el botón de “Logger” en la página principal del menú.
5. Se debe ver o seleccionar lo siguiente:
 - a. Intervalo (duración) = 15 minutos (84 Días),
 - b. Medidas: Los Canales 1-4 registran la temperatura (tanto °F como °C). Sin los sensores conectados, los valores serán diferentes pero deben ser relativamente constantes.
 - c. Nivel de la Batería: Lleno (reemplazar la batería cuando el nivel caiga por debajo del 30%)
6. Seleccionar “Opciones Avanzadas”.
7. Se debe ver o seleccionar lo siguiente:
 - a. “Wrap – around when full” (No marcar)
 - b. “Delayed Start” (Marcar). Poner a la hora esperada de comienzo. Utilizar este dato para que comiencen las horas de muestreo cada cuarto de hora, por ejemplo, XX:00:00, XX:15:00, XX:30:00, o XX:45:00. Seleccionar “am” o “pm”.
8. Seleccionar “Enable/Disable Channels”.
9. Para los canales 1-4, se debe ver que se selecciona lo siguiente:
 - a. -40 °F a +212 °F [TMC6-HA]. (Marcar)
 - b. Seleccionar “Aply”
10. Seleccionar “Start”.

Activación del Almacenador de Datos

Guía de Campo

Actividad

Instalar el activador del almacenador de datos en la Caseta Meteorológica.

Qué se Necesita

- Activador del almacenador de datos - *Hoja de Datos del Almacenador de Datos*
- Producto secante

En el Campo

1. Abrir la puerta de la caseta y destapar la caja vacía del almacenador de datos.
2. Asegurarse de que el almacenador y los enchufes están secos. Reemplazar el producto secante si es necesario.
3. Enchufar cuidadosamente cada cable en el canal apropiado del almacenador de datos. Asegurarse de que cada enchufe se introduce totalmente.
 - a. Enchufar cable n°1 en el enchufe n°1 (Sensor de temperatura del aire)
 - b. Enchufar cable n°2 en el enchufe n°2 (Sensor de 5 cm)
 - c. Enchufar cable n°3 en el enchufe n°3 (Sensor de 10 cm)
 - d. Enchufar cable n°4 en el enchufe n°4 (Sensor de 50 cm)
4. Cerrar cuidadosamente la caja hermética del almacenador de datos y situarla en un lugar apartado de la caseta meteorológica.
5. El almacenador de datos en ese momento estará recogiendo datos. Recomendamos descargar los datos semanalmente cuando el centro está en pleno curso y por lo menos una vez al mes durante las vacaciones.

Recopilación de Datos

Guía de Laboratorio

Actividad

Descargar los datos acumulados en el almacenador de datos en la computadora.

Qué se Necesita

- Almacenador de datos desconectado de los cuatro cables sensores
- Hoja de Datos del Almacenador de Datos
- Q PC-386 o más avanzado, Windows 3.1 con 4 Mb RAM, o posterior, con Puerto COM (serie) disponible.

En el Laboratorio

1. Asegurarse de que el reloj de la computadora lee correctamente la hora local.
2. Accionar el software del BoxCar®
3. Conectar el almacenador externo de 4 Canales HOBO® al cable en serie utilizando el enchufe de más abajo y el más grande.
4. Seleccionar “Readout” (Ctrl L) bajo el botón de “Logger” en la página principal del menú.
5. Se debe ver o seleccionar lo siguiente:
 - a. Una ventana desplegable que indica que el software está buscando los canales HOBO® del almacenador de datos.
 - b. Una ventana desplegable que indica que los datos se están descargando.
 - c. Aparecerá un aviso si el almacenador de datos y los relojes no están sincronizados.
 - d. Nivel de la batería: reemplazar la batería después de guardar los datos si su nivel está por debajo del 30%.
 - e. Una ventana de “Guardar como”
6. Se da un nuevo nombre al archivo de datos (archivo .dtf) y se guarda. Se recomienda utilizar como nombre del archivo el siguiente “SSYYMMDD”,
 - a. Donde SS es el nombre del centro o del Sitio de Estudio y YYMMDD son los valores del año, mes y día (por ejemplo, 010315) de la fecha en la que se han descargado los datos (READOUT) del almacenador de datos. Nota: el software del BoxCar® limita el número de caracteres del archivo a 8.
 - b. Hay que asegurarse de seleccionar o tomar nota del listado de producción de datos.
7. Hay que dejar un tiempo para realizar una sinopsis de los datos utilizando la capacidad gráfica del BoxCar.

Manipulación y Presentación de Datos

Guía de Laboratorio

Actividad

Convertir los datos al formato apropiado para enviarlos a GLOBE.

Qué se Necesita

- Computadora - 386 o más avanzada, Windows con 4 Mb de RAM y con Puerto COM (serie) disponible
- Excel u otra hoja de cálculo.
- BoxCar® software
- Hoja de Datos del Almacenador de Datos

En el Laboratorio

Se deben enviar los datos a GLOBE siempre que se descargue el almacenador, lo que debe ser aproximadamente entre una vez a la semana o una vez al mes.

1. Hacer doble clic en el icono de BoxCar® para iniciar el software.
2. Debajo del botón “Archivo” hay que seleccionar “Abrir” y abrir el archivo de BoxCar® (.dtf) que contiene los datos que se están preparando para enviar a GLOBE.
3. Debajo del botón de “Archivo” hay que seleccionar “Export” y después “Excel” o la hoja de cálculo seleccionada (o simplemente seleccionar el icono de “Excel” en el acceso directo de la barra de herramientas)
4. Aparecerá una caja de “Export Set-Up”
5. Seleccionar los cuatro canales que contienen las medidas Celsius tomando cada canal que marca “Temperature [°C]” en la caja de “Units” (hay que asegurarse de no seleccionar el primer valor que aparece por defecto que marca “Temperature [°F]”).
6. Seleccionar “Export”.
7. Mantener el nombre como “SSYYMMDD.txt”
8. Seleccionar “OK”.
9. Iniciar Excel u otra hoja de cálculo.
10. Debajo del botón de “Archivo” seleccionar “Abrir” y elegir el archivo que contenga vuestros datos (SSYYMMDD.txt).
11. Asegurarse de seleccionar “All Files”(*.*)” debajo del botón de “Files of Type”.
12. Seleccionar “Open”.
13. El “Text Import Wizard” debe cambiarse a “Delimited”, “Start Import at Row 1”, “File origin Windows (ANSI).
14. Seleccionar “Finish” directamente sin pasar por los pasos intermedios. Se debe ver una columna de los datos del tiempo y cuatro columnas con los datos de temperatura con unidades de [°C].
15. Realizar una gráfica con los datos siguiendo los pasos de *Observando los Datos*.
16. Si hay algunos datos que indudablemente son erróneos, se reemplazan esos valores con la “B”.

17. Si uno de los sensores no está conectado o no funciona, hay que poner una “X” en la celda apropiada de la hoja de cálculo.
18. Seleccionar entera la primera fila que contiene los títulos (seleccionando “1”) y quitarla, seleccionando “Delete” debajo del menú “Edit”.
19. Formatear toda la primera columna que contiene la hora y la fecha (seleccionando “A”) y elegir “Cells” debajo del menú de “Format”.
20. En el menú desplegable que aparece, hay que seleccionar “Custom” debajo de “Category” y debajo de “Type” introduce yyymmddhhmm. Seleccione “OK”. La entrada de la fecha y hora tendrá ahora el formato requerido por GLOBE.
21. Seleccionar las columnas A,B,C e insertar tres nuevas columnas seleccionando “Columns” debajo del menú “Insert”.
22. Desplazarse hacia abajo hasta la última fila de datos.
23. Escribir “DLOG” en la columna A.
24. Introducir el ID del centro GLOBE en la columna B.
25. Introducir el tipo del sitio de estudio GLOBE y numerar dónde está instalado el almacenador de datos (Sitio de estudio de atmósfera = ATM.dd o sitio de estudio de la humedad del suelo = SMS-dd, por ejemplo, ATM-01 o SMS-01) en la columna C.
26. Destacar las tres celdas que contienen “DLOG”, el ID del centro GLOBE y el tipo de sitio y número y seleccionar “Copy” debajo del menú “Edit”.
27. Destacar las primeras tres columnas de la segunda a la última fila y entonces utilizar las dos siguientes teclas para realzar todas las celdas de las columnas A-C que contienen datos: “End”, “Shift Up Arrow”.
28. Seleccionar “Paste” debajo del menú de “Edit” para que esos tres valores sean copiados en el área seleccionada de las columnas A-C.
29. Seleccionar la columna E e insertar una nueva columna seleccionando “Columns” debajo del menú “Insert”.
30. Formatear enteras las cinco columnas (pulsando “E”) y elegir “Cells” debajo del menú de “Format”.
31. En el formato de las celdas “Number” aparece un menú desplegable, hay que seleccionar “Text”. Mover el formato de celdas a “Alignment” y seleccionar “Right” dentro del menú “Horizontal”. Seleccione “OK”.
32. Desplazarse hacia abajo hasta el último registro de datos, si es necesario.
33. En la columna E, se introduce la corrección de UT entre el sitio de estudio y el meridiano principal (Corrección de UT = Hora UT – Hora Local). Será una constante a menos que haya algún cambio en la hora local (por ejemplo, el cambio de hora en verano) durante el período de observación. Introduzca este valor utilizando el formato ±hhmm (por ejemplo: +0400 para una corrección de 4 horas en la costa Este de EEUU o –1030 para una corrección de 10 horas y 30 minutos en el Centro de Australia). Nota, el signo de las correcciones es el opuesto al valor estándar. Desafortunadamente, los cambios en los horarios de verano varían según cada país. Por favor, consultar a las autoridades locales qué hora local se necesita para realizar los ajustes (o visitar www.worldtimezone.com/daylight.htm)
34. Destacar la celda que contiene la corrección y seleccionar “Copy” debajo del menú “Edit”.
35. Destacar la celda vacía en la columna E de la segunda a la última fila y utilizar las siguientes teclas para realzar todas las celdas de la columna E que contienen los datos: “End”, “Shift Up Arrow”.

36. Seleccionar “Paste” debajo del menú “Edit” para que este valor sea copiado en el área seleccionada de la columna E.
37. Guardar el documento seleccionando “Save As” debajo del menú “File”.
48. Cambiar el nombre del formato del documento de GLOBE a “DLYYMMDD.txt” (ignorar el aviso sobre el formato del documento que aparece en Excel) y guardar como un documento de texto separado por tabuladores.
39. Ahora se pueden enviar los datos a GLOBE por correo electrónico.
40. Abra el correo sin salir de Excel.
41. En el apartado “Para:” del mensaje, introduzca “DATA@GLOBE.GOV”.
42. En el “Asunto” introduzca “DATA”.
43. La primera línea del texto del mensaje debe ser “//AA”. Esto informa al servidor de GLOBE de que las líneas que están a continuación contienen datos.
44. Copiar y pegar las 9 columnas del documento de la hoja de datos que contienen los datos:
 - a. Volver a Excel o a la Hoja de datos y seleccionar la parte de las nueve columnas que contiene información.
 - b. Seleccione “Copy” debajo del menú “Edit”.
 - c. Volver al correo, situar el cursor en la línea bajo la entrada “//AA” en la parte del texto del mensaje, y seleccione “Paste” debajo del menú “Edit”. Toda la tabla aparecerá ahora en el cuerpo del correo electrónico.
45. Después de insertar la tabla con los datos, escribir en la última línea del mensaje “//ZZ”. Esto significará que no hay más datos en el mensaje. Ver, en la parte de abajo, un ejemplo de cómo debe ser el correo
46. Enviar el correo a GLOBE

Ejemplo de un correo electrónico que contiene datos de temperatura de aire y suelo recogidos con el Almacenador de Datos

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Para: DATA@GLOBE.GOV | | | | | | | | |
| De: GLOBE_School@Somewhere.edu | | | | | | | | |
| Asunto: DATA | | | | | | | | |
| //AA | | | | | | | | |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141600 | +0400 | B | B | B | B |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141615 | +0400 | 24,79 | 24,79 | 24,79 | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141630 | +0400 | 24,79 | 24,79 | 24,79 | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141645 | +0400 | 24,79 | 24,79 | 24,79 | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141700 | +0400 | 24,79 | 24,79 | 24,79 | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141715 | +0400 | 24,79 | 24,4 | 24,79 | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141730 | +0400 | 24,79 | 24,4 | 24,79 | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141745 | +0400 | 24,79 | 24,4 | 24,79 | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141800 | +0400 | 24,79 | 24,4 | 24,4 | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141815 | +0400 | 24,79 | 24,4 | X | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141830 | +0400 | 24,79 | 24,79 | X | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141845 | +0400 | 24,79 | 24,79 | X | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141900 | +0400 | 24,79 | 25,17 | X | 24,79 |
| DLOG | ZZUSTEST | ATM-01 | 200105141915 | +0400 | 24,79 | 25,17 | X | 24,79 |
| //ZZ | | | | | | | | |

Preguntas Frecuentes

1. Al tratar de descargar el almacenador, no hay datos. ¿Qué es lo que ocurre?

Esto puede ocurrir si no se completó la secuencia de inicio apropiadamente en el campo. Hay que asegurarse de no intentar iniciar un almacenador de datos que no haya sido descargado, porque los datos se perderán.

2. ¿Cómo darse cuenta de que uno de los sensores no funciona?

Los dos problemas más comunes son la rotura de un alambre o que exista un circuito abierto, normalmente debido a la mordedura de algún animal o porque la conexión entre el enchufe y la cavidad no es buena. Un circuito abierto producirá un valor poco realista, que variará ligeramente. Otra señal de aviso es una lectura que no cambia. Habrá que contactar con GLOBE si se necesita ayuda.

3. No cogimos nuestro almacenador del sitio de estudio en el campo durante dos días después de que fuera iniciado, ¿debemos borrar los datos tomados durante este período cuando sabemos que el almacenador no estaba enchufado a los sensores?

Nunca se deben borrar filas de datos, nos interesa saber cuándo intentasteis recoger datos. Sin embargo, si tenéis datos que sin duda, son incorrectos, debéis reemplazar esos valores por una "B". Si falta uno de los sensores o no saca ningún dato, hay que poner una "X" en las celdas de la hoja de datos.

4. Hemos dirigido los sensores a los canales incorrectos. ¿Qué debemos hacer?

Si no tiene problema para transportar las columnas de datos, puede hacerlo en un programa de hoja de cálculo. Si no, envíe los archivos .dtf y .txt a jwash@hwr.arizona.edu con una descripción del problema y lo corregiremos. En general, el rango de datos diario debe disminuir de la temperatura del aire a la temperatura del suelo a 50 cm.

5. ¿Cuándo suelen darse los datos erróneos?

Los datos erróneos suelen tener lugar al principio o al final de la grabación de datos debido al muestreo mientras que los sensores están desconectados.

6. Hemos presentado los datos de temperatura del aire desde el almacenador de datos para un día(s) específico pero los valores máximo y mínimo de temperatura del aire para ese día no aparecen en los archivos de datos del centro, ¿Por qué?



Si hay tres o más datos erróneos o se han perdido datos por un período de 24 horas, el servidor de GLOBE no calcula los valores máximo y mínimo de ese día.

Definiciones Clave

Atenuación: reducir en magnitud, atenuar

Conducción: Transmisión de calor (o electricidad) a través de una sustancia.

Almacenador de Datos: Microcomputadora capaz de grabar y almacenar tanto el tiempo como los datos de medidas en el campo. El único mantenimiento que necesita el sistema es descargar periódicamente los datos almacenados.

Producto secante: Sustancia como el sulfato de calcio que absorberá repetidamente el exceso de humedad después del secado del horno.

Diario: Variaciones regulares a lo largo del día.

Balance de Energía: Un balance equilibrado entre la entrada y salida de energía de los componentes (solar, calor perceptible, calor latente, calor del suelo) en un punto, como la superficie de la Tierra.

Fase de desplazamiento: El período en el que un fenómeno de oleaje (ondas del océano, ondas sonoras) determina la distancia entre dos crestas adyacentes (máxima). Una fase de desplazamiento tiene lugar cuando dos ondas tienen el mismo período pero la máxima ocurre en tiempos diferentes.

Sinusoidal: Como el seno de una onda, muchos fenómenos de radiación son mayores a mediodía y menores por la noche.