

Protocolo de Vapor de Agua

Guía de Preparación de la Clase

Esta sección incluye un comentario punto por punto sobre cómo recoger datos de vapor de agua, con información y explicaciones de cada paso. Los pasos para tomar datos se muestran en la *Guía de Campo de Toma de Datos del Protocolo de Vapor de Agua*, en la cual aparecen los mismos pasos, pero sin explicación.

Actividades

- Recoger un grupo de lecturas de máximo voltaje obtenidas dirigiendo el instrumento de vapor de agua hacia el sol.
- Anotar la hora exacta de las mediciones.
- Observar y anotar las condiciones meteorológicas, de nubes y del cielo.

Qué se Necesita

- Instrumento GLOBE/GIFTS de vapor de agua
- *Hoja de Datos de Vapor de Agua*
- Reloj, preferiblemente digital, o receptor GPS
- Higrómetro digital o psicrómetro giratorio.
- Lápiz o bolígrafo
- Carta de nubes GLOBE
- Barómetro (opcional)
- Termómetro
- *Guías de Campo de los Protocolos de Nubes, Temperatura del Aire, Humedad Relativa (opcional) y Protocolo Opcional de Presión Barométrica (opcional)*

Preparándose para Realizar las Mediciones

Descripción del Sitio (ver el Protocolo de Construcción de Instrumentos, Selección del Sitio y Configuración)

Para enviar mediciones de vapor de agua debe tener definido un sitio de atmósfera en el cual realizar las observaciones. Si su centro escolar no tiene establecido un *Sitio de Estudio de Atmósfera*, tendrá que definir uno siguiendo el *Protocolo de Construcción de Instrumentos, Selección del Sitio y Configuración*.

La descripción del sitio se debe hacer sólo una vez, a no ser, por supuesto, que cambie la ubicación del sitio o se añada un sitio adicional. La interpretación de las mediciones requiere conocer la longitud, latitud y altitud del sitio de observación.

La condición básica para realizar mediciones de vapor de agua es tener una visión del sol sin obstáculos y una visión del cielo que permita hacer estimaciones razonables de la cobertura y tipo de nubes. Estas mediciones se pueden hacer en un sitio urbano.

Metadata

La metadata son datos de los datos y complementan los datos reales. Son importantes porque ayudan a los científicos a interpretar las mediciones. Algunos metadatos (como la presión de estación barométrica) se pueden recoger en la clase justo antes o después de las mediciones.

Tipos de Metadata:

1. Presión barométrica (Protocolo Opcional de Presión Barométrica disponible)

Se necesitan valores precisos de presión barométrica. Las fuentes de presión barométrica son, en orden de preferencia:

1. Datos online o difundidos por estaciones meteorológicas oficiales.
2. Valores impresos de una fuente fiable.
3. Mediciones de un barómetro de clase.

Nota: si usa la opción #1 o la opción #2 no introduzca el valor en el campo “presión barométrica” de la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*, envíe este valor en la sección de *Comentarios* de la *Hoja de Datos*. Si usa la opción #3 debe introducir el valor en el campo “presión barométrica” de la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*.

En muchas partes del mundo, valores precisos de presión barométrica están disponibles online, y son, por ello, preferibles.

Muchos periódicos de EE.UU. publican diariamente el almanaque meteorológico que proporciona información meteorológica del día anterior, incluyendo la presión barométrica. Utiliza el valor más cercano a la hora de tu toma de datos. Por ejemplo, si la presión barométrica se da a mediodía, este será el valor para usar en la mayoría de las mediciones de vapor de agua. Dependiendo de si la presión está aumentando, es estable o está disminuyendo, es razonable interpolar entre los valores del mediodía y los de la primera hora de la mañana o la última de la tarde (6:00 a.m y 6:00 p.m. hora local son generalmente proporcionados junto con el de las 12:00 del mediodía).

En los EE.UU., la presión podría necesitar ser convertida de pulgadas de mercurio a milibares (hectopascales), que es la unidad internacional estándar y la de GLOBE:

$$\text{Presión (mbar o hectopascales)} = \text{presión (pulgadas de Hg)} * 33,864 \text{ (mbar/pulgada de Hg)}$$

Es suficiente con enviar la presión barométrica redondeada al milibar más próximo.

2. Temperatura del aire actual (protocolos disponibles)

Dado que los componentes electrónicos del instrumento de vapor de agua GLOBE, y especialmente sus detectores, son sensibles a la temperatura, el Equipo Científico le pide que envíe la temperatura del aire junto con las mediciones de vapor de agua. GLOBE le proporciona cuatro maneras para medir la temperatura actual del aire.

1. *Guía de Campo de Temperatura Digital Multi-día máx/mín y Actual*
2. Pasos 1-5 de la *Guía de Campo del Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima y Actual*
3. Pasos 1-4 de la *Guía de Campo del Protocolo de Temperatura de un Día Máxima y Mínima*
4. *Guía de Campo del Protocolo de Temperatura Actual del Aire*.

3. Temperatura en el interior de la carcasa del instrumento de vapor de agua

En términos de funcionamiento del aparato, lo que realmente interesa no es la temperatura exterior en sí misma, sino la temperatura en su interior. El instrumento de vapor de agua tiene un sensor de temperatura electrónico localizado junto a los detectores de luz solar. Se puede mostrar la lectura de voltaje de este detector seleccionando la posición “T” del interruptor rotatorio. La salida de este sensor es de 10 mV por grado C. Por tanto, la temperatura es 100 veces la lectura “T” de voltaje. Por ejemplo, si la lectura es 0,224 V, entonces, la temperatura en el interior es de 22,4 °C. Se debe anotar este valor una vez al comienzo de un conjunto de mediciones y de nuevo al final.

Para mediciones más precisas, es importante mantener el aire del interior de la carcasa aproximadamente a temperatura ambiente — alrededor de los 20°C. Hay algunos pasos simples que se pueden seguir para minimizar los problemas de sensibilidad a la temperatura. Mantenga el instrumento de vapor de agua en el interior y sáquelo sólo cuando esté listo para realizar las mediciones. En invierno, llévelo hasta el sitio de observación protegido bajo su abrigo o en una bolsa aislante. En verano, transpórtelo en un pequeño refrigerador de almuerzo. Puede construir una caja aislante para el instrumento a partir de láminas rígidas de espuma de poliestireno unidas con cinta de aluminio. Especialmente en verano, mantenga el aparato protegido de la luz solar directa siempre que no esté realizando una medición.

4. Hora

Es importante enviar de manera precisa la hora a la que se realizan las mediciones porque los cálculos de la posición del sol en el sitio dependen críticamente de la hora. El estándar GLOBE para enviar la hora es siempre UT, que se puede calcular a partir de la hora de un reloj local, la zona horaria y la época del año (necesario para zonas que implementan horas de ahorro de luz solar). Es esencial convertir la hora local a UT correctamente. Tenga especial cuidado si cambia a la hora de ahorro de luz solar, o viceversa. Por ejemplo, deberá añadir 5 horas para convertir la hora estándar del Este (EST) a UT, pero sólo 4 horas para convertir la hora de luz diurna del Este (EDT) a UT. Un error de una hora puede dar resultados que parezcan estar bien, pero que son erróneos. Si tiene un receptor GPS puede obtenerla directamente de él.

La hora se debe enviar con una precisión no menor que redondeando a los 30 segundos más cercanos. Un reloj digital o un reloj que muestre segundos es más fácil de usar que uno analógico, pero en cualquier caso se debe poner en hora con un estándar fiable. Incluso un reloj de muñeca analógico se puede leer redondeando a 15 segundos si tiene marcas de minuto en su esfera. Los requerimientos de precisión de hora para éste y para el *Protocolo de Aerosoles* relacionado son más estrictos que para el resto de protocolos GLOBE.

No es difícil configurar su reloj de manera suficientemente precisa para cumplir los estándares requeridos por este protocolo. Puede obtener la hora online o a partir de receptores manuales de GPS. En muchos lugares del mundo se pueden adquirir relojes que se ponen automáticamente en hora detectando una señal de radio de una institución que mantiene un reloj de referencia.

Puede ser tentador usar el reloj de la computadora como estándar. Sin embargo, no es una buena idea, ya que los relojes de las computadoras son generalmente imprecisos, y se deben poner en hora periódicamente conforme a un estándar fiable. Ten en cuenta que los sistemas operativos modernos de los ordenadores adelantarán y atrasarán automáticamente el reloj del ordenador entre la hora estándar y la hora de ahorro de luz solar.

Las mediciones de vapor de agua se pueden tomar a cualquier hora del día. De hecho, resulta un proyecto interesante estudiar la variación de vapor de agua durante el día. Sin embargo, el instrumento de vapor de agua proporcionará mediciones más fiables entre media mañana y media tarde. En latitudes templadas y mayores, con bajos ángulos máximos de elevación solar, debe realizar mediciones tan cerca del mediodía solar local como sea posible, especialmente en invierno.

Si está realizando mediciones coincidentes con el paso de los satélites, entonces las horas de dichos recorridos determinan cuando se deben realizar las mediciones. ¿Cuán cercanas deben ser las mediciones a la hora del paso de un satélite para ser útiles? Esta es una pregunta que debe discutirse con los científicos que trabajan con los instrumentos espaciales. En general, las horas deberían estar en el intervalo de unos minutos. Sin embargo, siempre es mejor recoger datos que no hacerlo, incluso si no puede sincronizar las mediciones con el paso del satélite.

5. Humedad relativa (Protocolo de Humedad Relativa disponible)

La humedad relativa se envía como número entero, en porcentaje. La humedad relativa y la temperatura se utilizan para calcular la temperatura del punto de rocío, que está empíricamente relacionada con el AP (Ver *Observando los Datos*). Hay dos opciones para enviar la humedad relativa, siendo preferible la primera:

1. Obtener la humedad relativa haciendo el *Protocolo de Humedad Relativa*. Enviar esta lectura en el campo “Humedad Relativa” de la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*.
2. Si no se tiene acceso a un higrómetro digital o psicrómetro giratorio que cumpla las especificaciones GLOBE, se puede obtener la lectura de humedad relativa a partir de una fuente online o de difusión masiva. En este caso no rellene el campo “Humedad Relativa” de la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*. Enviar este valor en la sección de *Comentarios* de la *Hoja de Datos*.

6. Observaciones de nubes (Protocolos de Nubes disponibles)

Las mediciones de vapor de agua se pueden interpretar correctamente sólo cuando el sol no está oculto por nubes. Esto no significa que el cielo deba estar completamente despejado, sino sólo que no debe haber nubes en los alrededores del sol. Esto puede no resultar siempre una determinación simple. Es fácil determinar si hay nubes bajas y medias cerca del sol, pero los cirros pueden suponer un reto. Generalmente son finos y puede parecer que no bloquean una cantidad significativa de luz solar. Sin embargo, los cirros pueden afectar las mediciones de AP, aún cuando éstos no sean visibles para el ojo humano. Recordar que el instrumento de vapor de agua detecta la luz en la franja infrarroja del espectro solar, por lo que el hecho de que las nubes de tipo cirro sean apenas visibles al ojo humano, no significa que no estén absorbiendo luz solar infrarroja.

Otra situación difícil se produce con tiempo típico de verano, especialmente cerca de las grandes áreas urbanas. En este ambiente, los cielos contaminados y las condiciones húmedas pueden dificultar la distinción de los límites de las nubes. Es importante describir estas condiciones siempre que envíe mediciones. Observar el cielo (¡lejos del sol!) con gafas de sol anaranjadas o rojas o con un filtro de plástico puede hacer más fácil ver los límites de las nubes.

Siempre que trate de determinar las condiciones de las nubes en los alrededores del sol, debe ocultar el sol con un libro, hoja de papel, edificio, árbol, o cualquier otro objeto. Una buena regla es que si puede percibir sombras tenues en el suelo, no debe intentar mirar directamente al sol. En caso de duda, o si cree que no puede determinar las condiciones del cielo cerca del Sol, entonces no realice la medición.

Recordatorio de seguridad: Nunca mire directamente al sol, incluso con gafas de sol de color o con filtros de plástico. Esto podría dañar seriamente sus ojos.

Los informes sobre condiciones de las nubes deben seguir los *Protocolos de Nubes*. Las categorías que aparecen en la *Hoja de Datos de Vapor de Agua* se describen en estos protocolos.

7. Condiciones del cielo

Las condiciones del cielo incluyen color del cielo y claridad. Estas observaciones son subjetivas, pero con la práctica aprenderá a ser consistente en sus interpretaciones. Por ejemplo, puede aprender fácilmente a reconocer un cielo despejado azul profundo que está asociado a aire limpio y humedad relativa baja. Con más humedad y más contaminación, el color del cielo cambia a un azul más claro. Puede aparecer blanco lechoso más que claro. En algunos lugares, especialmente en zonas próximas a lo urbano, el cielo tiene un tono marrón o amarillento debido a la contaminación del aire (principalmente partículas y NO_2).

Para determinar el color del cielo mira al cielo en una dirección *alejada* del sol. Es decir, tu sombra debe estar directamente enfrente de ti. El color del cielo generalmente es más claro cerca del horizonte. Por esta razón, debe ser constante realizando las observaciones del cielo con un ángulo de elevación de unos 45° sobre el horizonte. Si esta parte del cielo tiene nubes, usa la parte más cercana del cielo de la que pueda determinar el color.

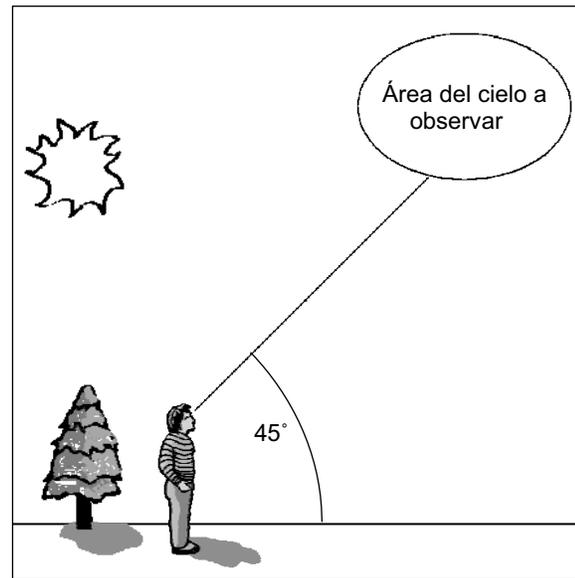
Se puede determinar la claridad del cielo usando un objeto distante – un edificio alto o una cadena montañosa, por ejemplo – como referencia. Cuando este objeto aparece nítidamente definido en sus colores naturales, entonces el cielo está despejado. Según el objeto se distinga peor, entonces probablemente haya más vapor de agua y aerosoles en la atmósfera. Sin embargo, se debe tener en cuenta que este método de determinación de la nebulosidad está más relacionado con la visibilidad horizontal, lo que no siempre puede ser un indicador preciso de la condición de la atmósfera sobre el sitio.

Cuando hay razones obvias para condiciones del cielo inusuales, los usuarios de los datos deben conocerlas. La contaminación urbana, el polvo y el humo son ejemplos de condiciones que deben ser enviadas en la parte de *Comentarios* de la *Hoja de Datos*.

8. Información del paso de los satélites

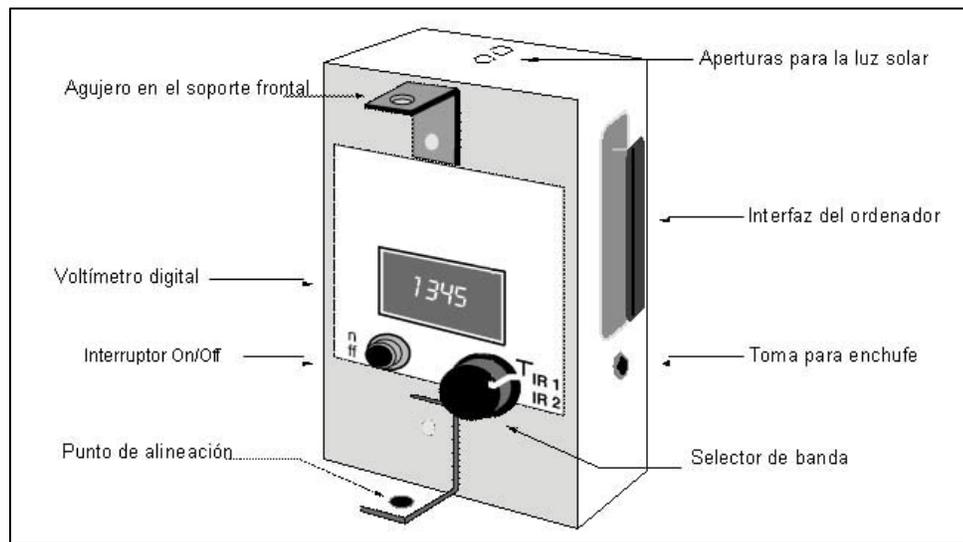
Como parte opcional del *Protocolo de Vapor de Agua*, se pueden recoger datos a las horas que coinciden con la hora a la que el satélite pasa por su sitio de observación. Esto puede ser importante para los satélites en órbitas a baja altitud, pero no para los que están en órbitas geoestacionarias a gran altitud, como el GIFTS. La información sobre el paso de los satélites, incluyendo la hora y el máximo ángulo de elevación del satélite sobre su sitio, se puede obtener online en: <http://earthobservatory.nasa.gov/MissionControl/overpass.html>. Es posible que encuentre información sobre satélites no listados por su nombre en este sitio Web. (Contacte con el Equipo Científico para más información). Dado que la medición del vapor de agua implica mirar el sol, solamente los recorridos que se realizan durante el día son de interés. Para cualquier día, se debe siempre seleccionar el paso diurno que corresponde al mayor valor del ángulo de elevación del satélite. Cuando este valor es de 90° , el satélite está pasando directamente sobre su sitio. Cuando se esté realizando una medición que se corresponde al paso de un satélite, por favor, anote el nombre del satélite, la hora del paso y el ángulo máximo de elevación en la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*.

Figura AT-VA-6: Área del cielo a observar



Recogida de datos

Figura AT-VA-7: Partes del instrumento GLOBE/GIFTS de vapor de agua



En el Aula

Debe estar familiarizado con las partes del instrumento GLOBE/GIFTS de vapor de agua, que se muestran en la Figura AT-VA-7. Asegúrese de que tiene todos los materiales necesarios y, si está trabajando en grupos, que cada miembro del grupo conozca su papel. Esto es especialmente importante si varios alumnos participan en estas mediciones de manera rotativa. La información sobre el uso de la interfaz de la computadora se puede obtener del Equipo Científico.

Se pueden hacer pruebas desde el interior, dirigiendo el instrumento hacia el sol a través de una ventana – incluso si está cerrada. (¡Las mediciones reales no se deben hacer a través de una ventana cerrada!). El aparato de vapor de agua debe estar a temperatura ambiente – unos 20-25°C – antes de recoger datos. Coloque el aparato en un recipiente aislado antes de llevarlo al exterior.

En el Campo

Es más fácil para dos personas recoger estos datos que para una persona trabajando sola. Si no está familiarizado con este protocolo divida las actividades y haga varias prácticas en el exterior antes de empezar a registrar los datos reales con el instrumento de vapor de agua. Recuerde que estas prácticas pueden suponer que el aparato se exponga durante un largo tiempo a tiempo cálido o frío. Antes de realizar las mediciones “reales”, debe asegurarse de que el aparato ha vuelto a la temperatura ambiente, como se describe en el punto 3 de la sección de Metadatos de *Preparación para Realizar Mediciones*.

Explicación de los Pasos de la Guía de Campo para la Recogida de Datos:

1. Encender el aparato.
2. Sujete el aparato enfrente de usted de manera que se pueda leer el voltímetro digital y se pueda mantener cómodamente el punto del sol brillando a través del soporte frontal en línea con el punto de alineación trasero.

Será útil sujetar el aparato con las rodillas, al respaldo de una silla, a una verja o a algún otro objeto fijo.

3. Poner el interruptor rotativo en T, leer el voltaje, multiplicar esta lectura por 100, y anotar el valor bajo “temperatura del interior de la carcasa” en la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*.

Esta lectura representa la temperatura del aire cerca de los detectores LED en el interior del instrumento. Para que los resultados sean más precisos, esta temperatura debería estar en el rango de 20-25°C.

4. Poner el interruptor rotativo en IR1.

El *Formulario de Introducción de Datos* pide primero las mediciones de IR1 y después IR2. Realizar siempre las mediciones en este orden.

5. Ajustar la dirección del aparato hasta que el punto de luz solar procedente del soporte frontal de alineación esté centrado con el punto de alineación coloreado del soporte trasero.

Durante los próximos 10-15 segundos, observar el voltaje mostrado en el medidor, y anotar el voltaje máximo en la columna “voltaje de la luz solar” de la *Hoja de Datos*. Los voltajes variarán entre unos pocos milivoltios incluso aunque se mantenga el aparato perfectamente firme. Esto se debe a las fluctuaciones reales de la atmósfera. No intentar hacer la media de estos voltajes fluctuantes. También, hay que asegurarse de anotar todos los dígitos que se muestran en el medidor: 1,732 mejor que 1,73, por ejemplo.

6. Anotar la hora a la que se realiza la medición lo más precisamente posible.

Incluir los segundos. Se requiere una precisión de 15-30 segundos. Esto es posible incluso con un reloj analógico que se haya puesto en hora con un estándar fiable.

7. Mientras se dirige aún el instrumento hacia el sol, cubra las aperturas para la luz solar con el dedo para evitar que la luz entre en la carcasa. Anote esta lectura en la columna “voltaje en la oscuridad” de la *Hoja de Datos*.

8. Seleccionar la banda IR2 y repetir los pasos 5-7.

9. Repetir los pasos 4-8 al menos dos veces y como máximo cuatro veces más.

Esto proporcionará entre tres y cinco pares de mediciones IR1/IR2. Recordar que es importante ser sistemático en el orden de recogida de los datos: IR1, IR2, IR1, IR2, IR1, IR2. El tiempo entre mediciones no es crítico, siempre que se anote la hora de manera precisa. Sin embargo, especialmente con tiempo cálido o frío, es importante minimizar el tiempo total de mediciones para mantener la temperatura del interior del aparato cercana a la temperatura ambiente. Recoger un grupo de cinco pares de mediciones no debe llevar más de 2 o 3 minutos (20-30 segundos por valor de voltaje). La *Hoja de Datos de Vapor de Agua* tiene espacio para un máximo de cinco pares de mediciones; realizar más de tres pares es útil, pero no necesario.

10. Cambiar el interruptor rotativo a T, leer el voltaje, multiplicar esta lectura por 100, y anotar el valor en la columna “temperatura del interior de la carcasa” de la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*.

11. Apagar el instrumento de vapor de agua.

12. Anotar cualquier nube que haya en los alrededores del sol en el apartado de *Comentarios* de la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*. Hay que asegurarse de anotar el tipo de nubes, usando la Carta de Nubes *GLOBE*.

13. Hacer los *Protocolos de Nubes* y anotar las observaciones en *Hoja de Datos de Vapor de Agua*.

14. Leer y anotar la temperatura actual del aire redondeando a 0,5°C siguiendo uno de los protocolos de temperatura del aire. Tener cuidado de no tocar o respirar sobre el termómetro.

Usar uno de los protocolos del punto 2 de la primera parte de esta *Guía de Preparación de la Clase*.

15. Realizar el *Protocolo de Humedad Relativa* y anotar los resultados en la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*.

Si no se dispone de un higrómetro digital aceptable o de un psicrómetro giratorio, entonces no completar los campos de “humedad relativa” de la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*. En su lugar, enviar un valor de humedad relativa procedente de una fuente fiable online en el apartado de *Comentarios* de la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*.

16. Completar la *Hoja de Datos de Vapor de Agua*.

Esto incluye enviar un valor de presión barométrica (preferiblemente de una fuente online en el apartado de *Comentarios*) como se describe arriba, y rellenar cualquier comentario adicional.