

Protocolo de Ozono Superficial



Objetivo General

Medir las concentraciones de ozono superficial a nivel del suelo.

Visión General

Se utiliza una tira de papel que cambia de color en presencia de ozono. Se usa un medidor de ozono para calcular la cantidad de ozono en ppb a partir del cambio de color de la tira de papel.

Objetivos Didácticos

Aprender a medir concentraciones de ozono en la atmósfera a nivel del suelo y a observar cambios en las concentraciones a lo largo del tiempo.

Conceptos Científicos

Ciencias de la Tierra y del Espacio

El tiempo se puede describir a partir de 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.

La atmósfera está compuesta por diferentes gases y aerosoles.

Los materiales de las sociedades humanas influyen sobre los ciclos químicos de la Tierra.

Geografía

Las actividades humanas pueden modificar el ambiente.

Beneficios del Estudio de la Atmósfera

La concentración del ozono superficial varía a lo largo del tiempo.

La cobertura de nubes, la temperatura del aire, la dirección del viento y la humedad afectan la concentración de ozono. La calidad del aire se ve influida por la concentración de ozono presente.

Habilidades de Investigación Científica

Utilizar tiras de ozono o un medidor para medir *in situ* concentraciones de ozono.

Usar una veleta para conocer la dirección del viento.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Utilizar las matemáticas adecuadas para analizar los datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones usando la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Comunicar procedimientos y explicaciones.

Hora

Dos períodos de cinco minutos separados 1 hora

Nivel

Todos

Frecuencia

Diariamente

Son preferibles las mediciones realizadas en el intervalo de una hora del mediodía solar local.

Materiales y Herramientas

Hoja de Datos de Ozono

Sujetapapeles

Lápiz o bolígrafo

Tira de prueba química en bolsa de plástico sellada.

Analizador de la tira de prueba del ozono.

Estación de medición de ozono.

Dispositivo para medir la dirección del viento.

Carta de nubes GLOBE.

Caseta meteorológica con termómetro.

Psicrómetro giratorio o higrómetro digital

Reloj

Preparación

Montar o instalar la estación de seguimiento del ozono.

Montar o adquirir e instalar la veleta.

Requisitos Previos

Protocolos de Nubes

Protocolo de Humedad Relativa

Protocolo de Temperatura Máxima, Mínima y Actual o

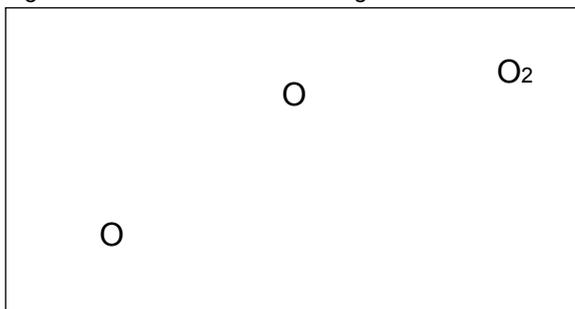
Protocolo de Temperatura Digital Multi-día Máx/Mín/Actual del Aire y del Suelo

Protocolo de Ozono – Introducción

El ozono es uno de los muchos gases del aire presentes en pequeñas cantidades. Estos son los llamados gases traza, que desempeñan un papel en la compleja química que determina la calidad del aire que respiramos. Las cantidades (concentraciones) de estos gases traza varían con la hora del día, de un día para otro, y de un lugar a otro. Estas variaciones se deben a variaciones en las cantidades de otros gases a partir de los cuales se forman los gases traza, y a otras condiciones tales como la temperatura del aire. El seguimiento de las concentraciones de gases traza es importante para comprender la calidad del aire y cómo está cambiando.

La molécula de oxígeno está formada por dos átomos de oxígeno (O_2) (ver Figura AT-OS-1) y representa el 21% de la atmósfera terrestre. El ozono, una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno (O_3) (ver Figura AT-OS-2) está presente en cantidades mucho menores. El ozono superficial se produce cuando se liberan ciertos compuestos químicos a la atmósfera y estos reaccionan entre sí en presencia de luz solar. El ozono es un gas traza importante porque es muy reactivo, lo que significa que se unirá y reaccionará fácilmente con todas las superficies, incluyendo el tejido vivo.

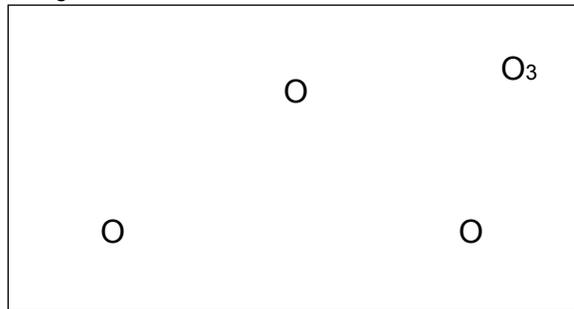
Figura AT-OS-1: Molécula de Oxígeno



Hay ozono tanto en la estratosfera como en la troposfera, el 90% del ozono se encuentra en la estratosfera, quedando una pequeña cantidad en la troposfera. Al ozono estratosférico se le llama a menudo 'ozono bueno' porque absorbe gran parte de los rayos ultravioleta solares, y protege a los seres vivos de la Tierra. Por el contrario, el ozono que se encuentra en la troposfera es 'ozono malo' y se considera un contaminante. Es el principal componente del smog. Algunas veces se utiliza el término "smog fotoquímico", que es el término correcto para la contaminación que se produce cerca de la mayoría de áreas urbanas. Este tipo de smog es producto de reacciones químicas en la atmósfera que se producen sólo en presencia de luz solar.

El ozono es, generalmente, uno de los gases traza más abundantes en la atmósfera y el alumnado GLOBE puede medirlo usando una simple tira de prueba química. Recoger datos de ozono superficial proporcionará un registro de la cantidad de ozono presente en diferentes regiones geográficas del mundo y en diferentes momentos. Estos datos ayudarán a los científicos a comprender cómo las condiciones del tiempo influyen en la cantidad de ozono en el aire. La base de datos GLOBE aportará información valiosa para comprender cómo puede estar cambiando la atmósfera terrestre.

Figura AT-OS-2: Molécula de Ozono



Apoyo al Profesorado

La Medición

La medición GLOBE de ozono superficial se realiza usando una tira químicamente sensible que cambia de color en presencia de ozono. Cuanto más ozono haya, mayor será el cambio. La tira química se cuelga del clip de la estación de monitoreo, preferiblemente en el intervalo de una hora desde el mediodía solar local, y se deja expuesta al aire durante una hora. Posteriormente se lee usando un medidor, que proporciona una lectura más precisa que el ojo, aumentando así el valor científico de estos datos.

El cambio de color será mayor si la tira se expone al ozono por un período superior de tiempo. Por ello, para asegurar que los datos GLOBE sean comparables en todo el mundo, el protocolo especifica que la tira debe estar expuesta sólo una hora, y que se debe informar sobre la hora y minuto de la lectura.

Colocación de la Tira Química

La tira química se expone al aire libre que se mueve libremente por la estación de monitoreo. Es importante mantener la tira en la bolsa de plástico cerrada hasta que se coloque en la estación, ya que una vez que la tira está expuesta comienza a reaccionar con el ozono presente. Cuando se coloque la tira, evitar tocar la parte química para evitar la contaminación; no obstante, no hay peligro si alguien tocara la tira.

Lectura de la Respuesta Química

La lectura de la tira químicamente sensible debe realizarse en el campo. El equipo que recoja la información anotará la respuesta en la *Hoja de Datos de Ozono*.

Cálculo del Nivel de Ozono Superficial

El escáner manual proporciona una lectura más precisa del color de la tira de prueba de ozono que la que podría alcanzar el ojo humano. El medidor está diseñado para proporcionar una lectura de la concentración de ozono en unidades de partes por billón. La correspondencia entre el color de la tira y la concentración de ozono media en el aire durante el tiempo que la tira ha estado expuesta supone que la exposición ha durado sólo una hora.

Coloque la tira química en la pequeña ranura que hay en la parte superior del medidor. Sujete el extremo de la tira química por donde están las palabras "Test Card". La parte química de la tira debe mirar hacia la pantalla o visualizador. Deslizar con cuidado la tira por la ranura de la parte superior del medidor hasta que la parte inferior de la tira toque la base del medidor y no entre más. Esto deja el círculo con los compuestos químicos en el centro del extremo del medidor. El medidor tardará unos segundos en leer el cambio de color de la tira e identificar la concentración de ozono en partes por billón.

Problemas de la Medición

La necesidad de exponer la tira de ozono durante una hora puede suponer un problema. Una manera de resolver esto sería exponer la tira de ozono a la vez que se realizan las mediciones de temperatura máxima, mínima y actual; precipitación; humedad relativa y nubes, que se hacen en el intervalo de una hora del mediodía solar local. Estas mediciones proporcionarán un conjunto de mediciones de nubes y temperatura actual necesarias para las mediciones de ozono. También se debería anotar la dirección del viento a esa hora.

Unos minutos antes de que haya pasado una hora, el alumnado tendrá que ir al sitio para medir la concentración de ozono mediante la tira. Al mismo tiempo, tendrán que abrir la caseta meteorológica y leer la temperatura actual, hacer los *Protocolos de Cobertura de Nubes y Tipo de Nubes*, y de nuevo observar la dirección del viento. Las condiciones del tiempo inusuales que puedan haber influido el resultado de la tira se deben enviar como comentarios o metadatos. No es necesario que la tira de ozono sea leída por los mismos alumnos/as que la colocaron. Esto le da algo de flexibilidad para superar las restricciones de la jornada escolar y los horarios del alumnado.

La clave para esta medición en dos tiempos es establecer un horario claro para que toda persona implicada pueda saber qué debe hacer y cuándo hacerlo. Diseñe un método para que el alumnado sepa cuándo se está acabando la hora y vuelva al sitio para leer y anotar los datos.

Las concentraciones de ozono a menudo varían a lo largo del día. Para lograr un conjunto sistemático de lecturas de ozono que puedan ser comparables

entre muchos centros escolares, el primer conjunto de datos deseado es de mediciones tomadas en el intervalo que comprende una hora desde el mediodía solar local. Esto requeriría el menor esfuerzo mencionado arriba. Si este horario no se ajusta al centro escolar o si se quiere realizar más de una medición de ozono al día, se puede hacer este protocolo a otra hora. Estos datos podrían no mostrarse en las visualizaciones GLOBE de valores de ozono de mediodía, pero se incluirán en las tablas de datos asociadas al centro y estarán disponibles para hacer gráficos. La clave es que la tira de ozono se exponga durante una hora y que las nubes, la temperatura actual y la dirección del viento se envíen tanto al comienzo como final de este período de tiempo.

Uso y Mantenimiento del Medidor

Un medidor manual de ozono se utiliza para medir el nivel de ozono presente en la atmósfera. Es importante leer el medidor manual en una zona a la sombra con el medidor colocado en una superficie llana estable. La luz solar y el movimiento pueden influir sobre la lectura.

Colocar el medidor dentro de la caseta meteorológica proporciona la superficie plana estable necesaria para realizar la medición de ozono. El aparato debe estar dentro de la caseta meteorológica durante 5 minutos para permitir que se ajuste a las condiciones exteriores. Durante estos 5 minutos se pueden anotar los datos de cobertura de nubes, de temperatura y de dirección del viento. Después de anotar estos datos, el alumnado regresará a la caseta meteorológica, encenderá el medidor y esperará 30 segundos para permitir que se estabilicen los procesos electrónicos. El medidor se apagará automáticamente. Enciéndalo inmediatamente para calibrar la tira de prueba no expuesta. Estos mismos pasos se deben repetir al regresar al sitio para tomar la lectura de la tira de ozono expuesta. El medidor se debe volver a llevar a la clase después de calibrar la tira no expuesta así como después de la lectura de la tira expuesta.

El medidor manual de ozono es un instrumento delicado, por lo que se debe tener cuidado para asegurar que las mediciones sean precisas.

1. Mantener el medidor a temperatura ambiente en su funda, para protegerlo de la suciedad y el

polvo cuando no se está usando.

2. Ir a RESET y poner a cero el medidor cada día en MODO 01
3. Cuando se enciende el medidor para calibrarlo con la tira no expuesta o para leer la tira expuesta, tenga cuidado de no tocar o golpear los dos botones del extremo del medidor. Si se tocan los botones sin una tira en el medidor, el medidor responderá intentando guardar una lectura sin tira, y no se tendrá una lectura precisa en ppb. El medidor se tendrá que volver a calibrar con una tira no expuesta para poner a cero la lectura del papel blanco.
4. La tira de prueba del medidor es sensible a los cambios de temperatura. Si la temperatura exterior no está en un rango de 5°C de la temperatura de la clase, el medidor debe permanecer dentro, y la tira expuesta debe llevarse al interior de la clase para su lectura. El tiempo que se emplea en llevar la tira de ozono de la estación de seguimiento a la clase no influirá de manera apreciable sobre las concentraciones de ozono.
5. Apague el medidor cuando no se esté usando.
6. Tenga cuidado de no dejar caer el medidor.
7. Proteja el medidor del agua.
8. Cambie las tres pilas AAA cuando el medidor indique que queda poca batería.

Mediciones de Apoyo

Dado que la química de los gases traza en la atmósfera depende de la cantidad de luz solar presente, se pide al alumnado que anote la cobertura y el tipo de nubes cuando se expone la tira y cuando se hace la lectura. Muchas reacciones químicas también dependen de la temperatura, por lo que se pide medir la temperatura actual cuando se expone la tira y se realiza la lectura. Finalmente, las cantidades de gases traza presentes pueden variar considerablemente dependiendo de lo que haya en contra del viento del sitio de medición. También se mide la dirección del viento al iniciar y finalizar el período de exposición.

Estos datos de apoyo pueden compararse a los datos recogidos por otros centros en diferentes lugares. Según el alumnado vaya aprendiendo

sobre el aire que respiran, se debe investigar sobre cómo las condiciones meteorológicas pueden influir sobre la cantidad de ozono en el aire que los rodea. La comparación de los datos con los de otros alumnos/as de otros lugares del mundo es un tema apropiado para la investigación.

Nota: Si no se dispone de mediciones del viento, sería importante tener datos meteorológicos superficiales del sitio más cercano (disponibles en la Web) para el análisis de los datos (así como para el análisis de otras mediciones del protocolo de atmósfera). Si se toman los datos de la Web, se debe indicar en los metadatos.

Preparación del Alumnado.

Se debe enseñar al alumnado cómo medir y anotar el nivel de ozono superficial. Será importante para la precisión de las mediciones que sean capaces de:

1. Trabajar en grupos de 2-4 personas para recoger, analizar y discutir los resultados.
2. Organizar todos los materiales necesarios para montar y tomar las mediciones de ozono superficial.
3. Seguir un horario para volver al sitio de control del ozono 5-10 minutos antes de la hora de lectura de la tira para realizar las mediciones de apoyo.
4. Identificar y anotar la hora de comienzo a la que se expone la tira química, y leer de manera precisa la tira pasada una hora.
5. Llevar la tira química sensible al lugar de control en una bolsa de plástico para controlar el tiempo de exposición.
6. Leer y seguir las instrucciones de la *Guía de Campo de Ozono* para colocar y leer la tira de ozono.
7. Leer la temperatura actual del termómetro de máximas/mínimas sin modificar la configuración de máximas y mínimas.
8. Identificar y anotar el tipo y cobertura de nubes utilizando los *Protocolos de Nubes*.
9. Anotar los datos de manera precisa y completa para enviarlos a GLOBE y para su posterior análisis y representación mediante gráficos.

10. Anotar las observaciones en sus cuadernos individuales de Ciencias GLOBE.

11. Responder en sus cuadernos de ciencias GLOBE a una pregunta que deje ver la naturaleza individual de su experiencia de aprendizaje, compartir sus respuestas con su equipo, discutir y decidir si añaden su respuesta como resultado de su discusión sin cambiar la respuesta original.

Consejos Útiles

Tenga un área designada en la que esté el sujetapapeles con la *Hoja de Datos* para facilitar a los diferentes grupos el trabajo la toma de datos. Guarde las *Hojas de Datos* en un archivador para que no se pierdan.

De vez en cuando compruebe el registro escrito en el Libro de Datos para asegurar que está completo y es correcto.

A veces una tira química se daña mientras está expuesta al ambiente. Si la tira química se moja, la respuesta no será correcta. Introduzca M para los datos de este día o período de tiempo. Esto indicará que la medición fue tomada, pero que se contaminó.

Si no hay respuesta en la tira química, introduzca 0 para indicar que no hay ozono superficial presente.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Está relacionada la cantidad de ozono que se observa con otros fenómenos atmosféricos?
¿Cuáles? ¿Cómo?

¿Cómo se pueden usar los datos recogidos durante un período de tiempo para pronosticar futuros cambios en la atmósfera?

¿Cuál es la variabilidad diaria del ozono en la atmósfera? ¿Estacionalmente? ¿Anualmente?

Exposición de la Tira de Ozono

Guía de Campo

Actividad

Comenzar la medición de la concentración de ozono superficial.

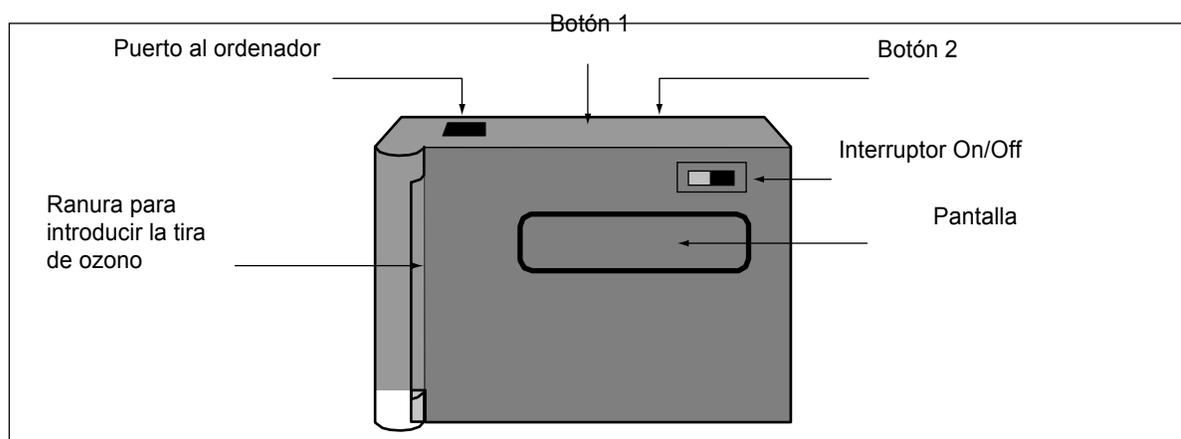
Anotar las condiciones de las nubes, la temperatura actual del aire, la dirección del viento y la humedad relativa.

Qué se Necesita

- Una tira de medición de ozono
- Una bolsa de plástico para llevar la tira de medición al sitio de estudio
- Medidor de ozono
- Portapapeles
- Hoja de Datos de Ozono
- Bolígrafo o lapicero
- Psicrómetro giratorio o higrómetro digital
- Guía de Campo de Medición de la Dirección del Viento
- Guía de Campo de Cobertura de Nubes
- Guía de Campo de Tipo de Nubes
- Guía de Campo del Psicrómetro Giratorio o Guía de Campo del Higrómetro Digital
- Carta de nubes GLOBE
- Veleta
- Llave de la caseta meteorológica
- Un reloj con minuterero.

Nota: Si se usa el higrómetro digital para medir la humedad relativa actual, se debe colocar en la caseta meteorológica al menos 30 minutos antes de calibrar y colocar la tira de ozono no expuesta y tomar los metadatos.

Medidor de ozono



En el Campo o en la Clase

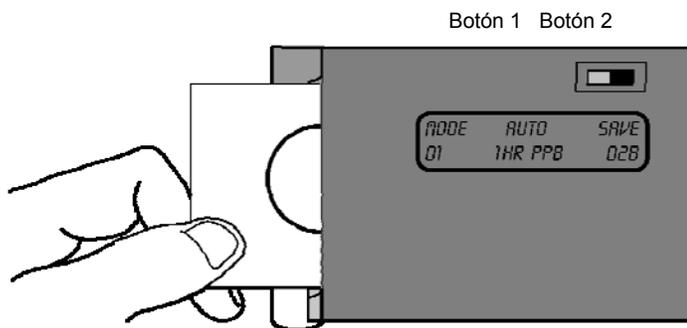
1. Completar la parte superior de la *Hoja de Datos de Ozono*.
2. Sacar una única tira de medición de ozono de la bolsa de plástico,
3. Anotar la fecha y la hora de inicio.

Calibración del Medidor

4. Colocar el medidor en una superficie firme evitando la luz directa del sol, preferiblemente dentro de la caseta meteorológica.
5. Al encender el medidor se debería ver lo siguiente en la pantalla de LCD. (Los medidores más antiguos pueden mostrar 170 como número bajo SAVE y deben ser recalibrados. Contacte con el Grupo de Ayuda GLOBE para obtener ayuda).



6. Colocar la tira de ozono no expuesta en el medidor con la parte química mirando hacia la pantalla.



7. Pulsar el botón 1 (botón izquierdo) hasta que aparezca SELECT> CALIB en la pantalla.
8. Pulsar el botón 2 (botón derecho) y verá 1 HR WHT = y números fluctuando. Eso está bien.
9. Pulsar ambos botones simultáneamente para guardar la lectura de la tira no expuesta.
10. Apagar el medidor y quitar la tira no expuesta. (NOTA: apagar el medidor antes de quitar la tira evitará el cambio accidental de las configuraciones del medidor).

En el Campo

11. Colocar la tira de ozono en el clip de la estación de control. No tocar la parte química de la tira en ningún momento. (No es peligroso, pero tocarlo puede evitar la obtención de una medición precisa). Anotar la hora.
12. Determinar la cobertura y el tipo de nubes siguiendo los *Protocolos Cobertura de Nubes y Tipo de Nubes*.
13. Medir y anotar la temperatura actual del termómetro de la caseta meteorológica (redondeando los 0,5°C).
14. Anotar la dirección del viento.
15. Medir y anotar la humedad relativa, usando bien el psicrómetro giratorio o el higrómetro digital.

Lectura de la Tira de ozono

Guía de Campo

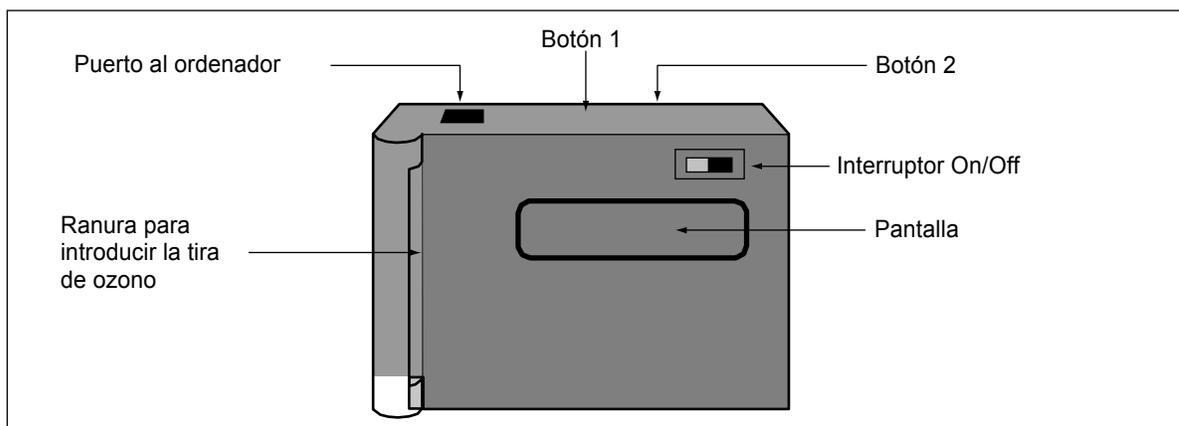
Actividad

Completar la medición de concentración de ozono superficial después de haber expuesto la tira de medición de ozono durante una hora.

Anotar las condiciones de las nubes, la temperatura actual del aire, la dirección del viento y la humedad relativa.

Qué se Necesita

- Medidor de ozono
- Portapapeles
- *Hoja de Datos de Ozono*
- Bolígrafo o lapicero
- Carta de nubes GLOBE
- Psicrómetro giratorio o higrómetro digital
- *Guía de Campo de Cobertura de Nubes*
- *Guía de Campo de Tipo de Nubes*
- *Guía de Campo de Medición de la Dirección del Viento*
- *Guía de Campo del Psicrómetro Giratorio o Guía de Campo del Higrómetro Digital*
- Veleta
- Llave de la caseta meteorológica
- Un reloj con minuterero.



En el Campo

1. Colocar el medidor en la caseta meteorológica y encenderlo. Dejarlo durante 30 segundos para que se ajuste a la situación actual. (No tocar ningún otro botón, excepto el interruptor on/off si se apaga el medidor). Se debería ver algo como lo siguiente:



A screenshot of the ozone meter's LCD display. The display is enclosed in a rounded rectangular border and shows three columns of text. The first column reads 'MODE' above '01'. The second column reads 'AUTO' above '1HR PPB'. The third column reads 'SAVE' above '133'.

2. Quitar la tira de medición del clip; tener cuidado de no tocar la parte química de la tira.

En el Campo o en la Clase

3. Introducir la tira en la ranura de la parte superior del medidor hasta que la parte inferior de la tira toque la base del medidor y no entre más. La parte química de la tira debe mirar hacia la pantalla.
4. La lectura debe dejar de oscilar después de 5-10 segundos. Si fluctúa entre dos números, elegir el menor de los dos, después de que la tira de prueba haya estado en el medidor durante 10-15 segundos.
5. Anotar la lectura de ppb en la *Hoja de Datos* y apagar el medidor. Si la lectura oscila entre dos números, elegir el menor de los dos después de dejar la tira de prueba en el medidor durante 5-10 segundos. Colocar la tira en una bolsa de plástico con precinto.
6. Anotar la hora a la que se lee la tira de ozono.
7. Determinar la cobertura y el tipo de nubes siguiendo la *Guía de Campo de Cobertura de Nubes y de Tipo de Nubes*.
8. Leer y anotar la temperatura actual del aire.
9. Determinar y anotar la dirección del viento.
10. Medir y anotar la humedad relativa usando bien un psicrómetro giratorio o un higrómetro digital.

Nota: El nuevo modelo de medidor se apaga automáticamente después de un minuto. Si esto ocurre, volver a encenderlo para completar la actividad. No es inusual que el medidor muestre más de un valor, dada la naturaleza electrónica del medidor y que el color de la tira expuesta es raramente completamente uniforme (aunque lo parezca a simple vista). Es habitual que la concentración que se muestra en la pantalla oscile entre varios valores y que finalmente comience a aumentar cuanto más tiempo esté la tira en el medidor. Dado que la precisión de la medición es de 10 ppb, valores que oscilen en un rango de 1-5 ppb son aceptables. El objetivo del *Protocolo de Ozono* es ser capaz de distinguir entre valores que se consideran bajos (0-20 ppb), normales (30-50ppb) y altos (>60 ppb).

Medición de la Dirección del Viento

Guía de Campo

Actividad

Determinar la dirección del viento usando una veleta.

Qué se Necesita

- Veleta
- Hoja de Datos de Ozono
- Sujetapapeles

En el Campo

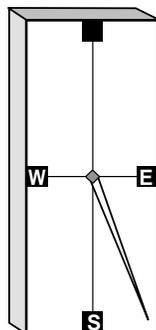
1. Colocar la veleta en una mesa o banco de manera que esté aproximadamente 1 metro sobre el suelo.
2. Utilizar la brújula para encontrar el norte magnético y alinear la N marcada en la base de la maqueta con el norte.
3. Mirar la vela para comprobar si sopla el viento.
4. Poner la mano derecha en la cadera y estirar el brazo izquierdo.
5. Girar el cuerpo de manera que el brazo estirado señale en la misma dirección que la vela. El codo derecho señalará ahora la dirección del viento.
6. Anotar esta dirección en la *Hoja de Datos*.

Por ejemplo, si la vela está señalando hacia el sur, el brazo estirado debe señalar hacia el sur. Para que la vela señale hacia el sur, ¿de dónde debe proceder el viento? Del norte.

El brazo estirado señala a dónde va el viento, y el codo del brazo doblado señala la dirección de la que procede el viento, el norte. Los vientos se identifican por la dirección de la que proceden.

El viento viene del noroeste

Viento



La vela indica hacia el sudeste.





Preguntas Frecuentes

1. ¿Qué ocurre si la tira de ozono no cambia de color después de una hora?

Si no hay cambio de color, introduzca 0 en la hoja de datos, ya que esto indica que hay muy poco o nada de ozono superficial presente.

2. ¿Qué ocurre si la tira de ozono se moja por la lluvia o la nieve y está estropeada, o la superficie no tiene un color completo?

Si la tira de medición del ozono está contaminada o estropeada, los datos no serán precisos. Envíe los datos como M al servidor de datos GLOBE. Anote como comentario las condiciones meteorológicas que pueden haber influido en los resultados. A pesar de ello, mida la temperatura actual, la cobertura y el tipo de nubes y envíelo.

3. No estamos en el centro escolar los fines de semana, ¿cómo podemos tomar datos?

La persistencia en la recogida de datos es importante, por lo que trabaje con el equipo GLOBE para fijar un voluntario que lleve a dos estudiantes al sitio de estudio de atmósfera los fines de semana y en vacaciones si es posible. Los datos únicamente de los días lectivos son también valiosos, aunque los fines de semana algunos centros tienen niveles de ozono diferentes.

4. ¿Se puede colocar el disco de plástico y la tira en la caseta meteorológica?

No. Deben estar en postes diferentes.

5. ¿Por qué es importante medir la temperatura después de anotar el nivel de ozono?

La tira continuará respondiendo a los gases del aire. Por ello, es importante realizar la medición de ozono y después la lectura de la temperatura.

6. ¿Por qué es importante anotar la dirección del viento, la cobertura, el tipo de nubes y la temperatura actual antes de calibrar con una tira no expuesta o de leer la tira expuesta?

El medidor necesita tiempo para ajustarse a las condiciones exteriores. Si se vuelve al sitio de control 5-8 minutos antes de tener que leer la tira expuesta, puede colocar el medidor en la caseta meteorológica y anotar la cobertura y el tipo de nubes, la dirección del viento y la lectura de la temperatura actual mientras se ajusta el medidor. Recuerde que la tira continuará reaccionando con los gases del aire y es importante tomar la respuesta de la tira una hora después de colocarla.

7. ¿Cuáles son algunos problemas comunes del uso del medidor y cómo puedo solucionarlos?

Problema 1: No se si mi medidor está correctamente calibrado

Para comprobar la calibración del medidor, primero encienda el medidor y póngalo a cero. Vaya a CALIB y coloque una tira no expuesta en el medidor. Pulse el botón derecho, botón #2, y deje que el medidor lea la tira no expuesta durante 1 minuto. Anote la lectura superior y la inferior. Un rango máximo (> 5 ppb) entre la lectura superior y la inferior, o lecturas de 180 o superiores indican un problema en el medidor. Contacte con el vendedor y devuélvale el medidor para que lo repare.

Problema 2: La lectura bajo "SAVE" es un rango de números bajos fluctuantes.

El medidor se calibró sin una tira no expuesta. Pulse el botón izquierdo, botón #1, hasta que aparezca CALIB en la pantalla de LCD. Coloque una tira no expuesta en el medidor, pulse el botón derecho, botón #2, y después presione los dos botones simultáneamente para poner a cero la calibración para una tira no expuesta. El medidor debe volver a SAVE 170.

Problema 3: La pantalla LCD muestra 8HR PPB o AQI cuando se enciende el medidor

Si se ha modificado la configuración, la lectura bajo SAVE también será diferente. Alguien ha cambiado las categorías SETTING del medidor. Pulse el botón izquierdo, botón número 1, hasta que aparezca SETTINGS en la pantalla LCD. Pulse el botón derecho, botón #2, y verá DRATION = 8HR. Pulse el botón derecho hasta que aparezca DRATION = 1HR. Pulse el botón izquierdo y aparecerá MEASURE = AQI. Pulse el botón derecho hasta que avance a MEASURE = PPB y pulse el botón izquierdo. Ahora pulse ambos botones simultáneamente para guardar los cambios y vuelva a la pantalla original. Debería aparecer:

MODE	AUTO	SAVE
01	1HR PPB	170

8. ¿Puedo determinar si habrá problemas con mis mediciones a partir de las lecturas del medidor? Si es así, ¿cómo puedo diagnosticar y corregir estos problemas?

Antes de realizar las mediciones diarias, es recomendable encender el medidor y pulsar el botón izquierdo hasta que aparezca “Reset” en la pantalla LCD, y pulsar ambos botones para poner a cero el medidor en MODE.

1. Sin embargo, incluso poner a cero el medidor antes de usarlo cada día puede no evitar que se produzcan problemas menores. Ocasionalmente, la respuesta del medidor indica que algo ha cambiado, y poner a cero el medidor no será suficiente para corregir el problema. Algunos de estos problemas y sus soluciones se identifican a continuación:

Nota: En el momento de colocar la tira y cuando se lea de nuevo la tira expuesta, se debe hacer lo siguiente:

- Colocar el medidor en el ambiente durante 4-5 minutos para que se aclimate a las condiciones ambientales.
- Encender el medidor durante un minuto para que se establezca y, cuando se apague, encenderlo de nuevo inmediatamente, dejar unos segundos que se establezca y después calibrar la tira no expuesta o leer la tira expuesta.

Problema 1: El intervalo de lecturas de una tira no expuesta puede indicar un problema con el medidor.

Solución: Encender el medidor. Ponerlo a cero. Las lecturas correctas de la pantalla LCD son: MODE 01 1 HR PPB y 135 (si muestra 168-170, el medidor necesita ser actualizado, contacte con el equipo de ayuda de GLOBE). Colocar la tira no expuesta en el medidor y pulsar el botón izquierdo hasta que aparezca “CALIB”. Pulsar el botón derecho y dejar al medidor que lea la tira no expuesta durante 1 minuto. Anotar las lecturas más bajas y las más altas. Por ejemplo, el rango de números puede oscilar, pero la fluctuación es de unos 5 ppb. Sin embargo, si la fluctuación tiene un rango mucho mayor que 5 números desde el inferior al superior, o si el rango de lecturas es superior a 180, contactar con el fabricante para determinar si el medidor necesita o no ser reparado.

Problema 2: Las lecturas bajo “SAVE” son números bajos, oscilantes, cuando el medidor se enciende.

Diagnosis: El medidor necesita ser calibrado con una tira no expuesta. Alguien hizo la calibración sin usar una tira.

Solución: Pulsar el botón izquierdo hasta que aparezca “Calib”. Colocar una tira no expuesta en el medidor y pulsar el botón derecho para activar la lectura de la tira no expuesta. Pulsar ambos botones para bloquear la calibración. Antes de quitar la tira no expuesta, la lectura bajo “SAVE” debería estar entre 000 ó 001. Si supera 001, calibrar de nuevo el medidor con una tira no expuesta.

Problema 3: La LCD muestra 8 h en lugar de 1 HR o AQI en lugar de PPB, al encender el medidor.

Diagnosis: Cada una de estas lecturas afectará también la lectura bajo SAVE. Alguien ha cambiado las categorías “DATA” del medidor.

Solución: Pulsar el botón izquierdo hasta que aparezca “DATA”.

Pulsar el botón derecho para leer la primera categoría bajo “DATA”.

Pulsar el botón izquierdo para recorrer la lista de categorías – hasta que la pantalla LCD muestre la categoría “GAS” - después pulsar el botón derecho para ver las subcategorías bajo “GAS” hasta que aparezca “ozone”.

Pulsar el botón izquierdo de nuevo para guardar la categoría “ozone” y avanzar hasta la siguiente categoría general de datos llamada MEASURE=.

Pulsar el botón derecho hasta que aparezca PPB y pulsar el botón izquierdo para guardarlo.

El medidor avanzará automáticamente a “DRATION” o al tiempo que la tira estará expuesta.

Pulsar el botón derecho hasta DRATION=1HR y pulsar ambos botones simultáneamente para guardar los “DATA” corregidos de la configuración instaladas.

Medición de Ozono Superficial – Observando los Datos

¿Son Razonables los Datos?

Las mediciones medias de ozono superficial pueden oscilar desde cerca de 0 ppb hasta más de 150 ppb (e incluso 200 ppb en condiciones extremadamente contaminadas). La investigación ha mostrado que diferentes áreas experimentan diferentes niveles de ozono superficial, los mismos que dependen de la época del año, la localización y el nivel de hidrocarburos y de óxidos de nitrógeno que hay en el aire, debido a que éstos son precursores necesarios para producir ozono cerca de la superficie de la Tierra.

El alumnado observará al realizar mediciones diarias a lo largo de varias semanas un rango de niveles de ozono. A menudo, hay una acumulación gradual a lo largo de varios días, y después las concentraciones caen a lo largo de un corto período de tiempo. Se debe tomar nota de la dirección del viento y la temperatura en este período de varias semanas junto con los frentes meteorológicos que se produzcan. ¿Ha cambiado el viento? ¿Hay días que están densamente nublados y los niveles de ozono son inusualmente bajos? En una escala de tiempo mayor, ¿Cómo varían las mediciones de ozono superficial con la estación y de un año para otro? La experiencia en variaciones de la concentración de ozono en su propio sitio de estudio es el mejor modo de juzgar si las mediciones individuales son razonables.

Aunque las concentraciones de ozono pueden ser bastante variables, hay algunas correlaciones que normalmente se pueden aplicar. La luz solar posibilita algunas de las reacciones químicas de la atmósfera que provocan la formación de ozono. Por ello, es razonable esperar mayores concentraciones de ozono superficial en verano que en invierno. En latitudes bajas, en las que la cantidad de luz solar es relativamente constante (y elevada) a lo largo del año, los valores de ozono superficial más elevados se producen más a menudo cuando existe la fuente estacional de precursores necesaria para generar ozono. Así, en muchas áreas tropicales, los niveles de ozono aumentarán probablemente si hay una época del año preferente en la que se producen quemadas de biomasa. Esta estacionalidad puede estar vinculada a estación seca, ya que es más fácil

quemar la vegetación una vez seca tras un período de varias semanas.

En escalas de tiempo menores se observan frecuentemente, a la vez, densa cobertura de nubes y bajas concentraciones de ozono superficial. No es probable que haya altas concentraciones si está lloviendo. Cuando hay poco viento o no hay viento, las concentraciones locales de los compuestos que dan lugar a la formación de ozono pueden acumularse. Bajo estas condiciones, el ozono que se forma localmente no se transporta ni se diluye con el aire que está más alto en la troposfera, donde las concentraciones de ozono son generalmente inferiores. Los procesos químicos que conducen a la producción de ozono se producen más rápido en condiciones más cálidas.

¿Qué se Busca en Estos Datos?

Datos Mensuales Tomados a Horas Fijas

Un método para recoger datos es medir el ozono cada día en un período de tiempo concreto, generalmente durante al menos un mes, y deseablemente superior. Un ejemplo de un registro de datos de 1 mes se presenta en la Tabla AT-OS-1.

Este es un conjunto de datos típicos que sería recogido por el alumnado a la misma hora cada día. La representación de las concentraciones de ozono frente a la temperatura no muestra ninguna correlación importante, por ejemplo, tanto el día más cálido (11/1) como el día más frío (11/23) tienen las dos lecturas de ozono más elevadas (55 y 46 ppb). Hay, sin embargo, una tendencia general a que las concentraciones sean menores cuando las temperaturas son más frías. Desde el día 10 hasta el 25, las temperaturas están por debajo de 20° C y la media de las concentraciones de ozono es 15 ppb. Cuando las temperaturas son >20° C y no está lloviendo, la concentración media es 38 ppb., más del doble de alta que cuando hace relativamente frío. El otro factor de gran importancia en este análisis es la dirección del viento. Cuando el viento procede del sur o del suroeste, la concentración media es de 41 ppb. Para este conjunto de datos en particular, la dirección del viento parece ser el factor que indica concentraciones más elevadas. Las razones para ello pueden ser simples o complejas. Por ejemplo, si hay un gran área metropolitana cercana y el aire

Tabla AT-OS-1 **Colegio Corazón de María – Ozono ppb y Metadatos**

Fecha	ppb	Temp. fin	Hora fin	Tipo de nubes	Cobertura	Dirección del viento (viene/va)	Notas
11/1/00	55	28	12:50	Cirroestratos, Cúmulonimbos	Roto	SW/SW	
11/7/00	19	26	12:30	Estratocúmulos	Cubierto	SW/SW	Lluvia intensa
11/8/00	12	26	12:25	Estratocúmulos	Cubierto	SE/SE	Lluvia ligera
11/9/00	35	24	12:25	Ninguno	Sin nubes	NW/NW	
11/10/00	13	14	12:15	Ninguno	Sin nubes	NW/NW	
11/11/00	15	16	12:25	Ninguno	Sin nubes	W/NW	
11/14/00	22	14	12:30	Cirros	Nubes dispersas	NW/NW	
11/15/00	16	14	12:30	Cirroestratos	Nubes dispersas	NW/NW	
11/17/00	13	5	12:30	Cirroestratos	Cubierto	NW/NW	31 mm de precipitación
11/20/00	14	14	12:40	Ninguno	Sin nubes	NW/NW	
11/21/00	13	9	12:25	Ninguno	Sin nubes	NW/NW	
11/22/00	16	12	12:45	Cirroestratos	Despejado	NW/NW	
11/23/00	46	6	12:15	Nimboestratos	Cubierto	S/S	
11/25/00	16	15	1:00	Nimboestratos	Cubierto	W/W	
11/27/00	31	21	12:30	Ninguno	Sin nubes	SW/SW	
11/28/00	30	20	12:40	Cirros	Cubierto	SW/SW	
11/29/00	40	21	12:30	Cúmulos	Despejado	W/W	

procede del sur, ¿Se está en la dirección del viento de una fuente importante de contaminación? Tal efecto se observa a menudo en la cuenca de Los Ángeles, donde se encuentran las concentraciones de ozono más elevadas en las áreas en la dirección del viento a las afueras del área metropolitana. Otra razón puede ser la ubicación del sitio de control si, por ejemplo, hay un campo abierto al sur y una región arbolada al norte. El ozono se destruye al entrar en contacto con las hojas de un árbol, de manera que una masa de aire procedente del norte, en este caso, podría disminuir la cantidad de ozono observada en el lugar de seguimiento. En este ejemplo concreto, los metadatos son sumamente importantes para la interpretación de los datos.

Ejemplo de una investigación por Parte de una alumna

Formulación de una Hipótesis

Una alumna del Colegio Corazón de María de Alabama ha decidido centrarse en las interconexiones entre las condiciones atmosféricas y el nivel de ozono superficial observado. Ella ha decidido comenzar su proceso de investigación observando las visualizaciones de las mediciones del nivel de ozono y la temperatura actual en su centro escolar del mes de abril. Su hipótesis inicial es *el nivel de ozono superficial producido está directamente relacionado con la temperatura actual.*

Recogida y Análisis de datos

La medición del ozono superficial es un protocolo nuevo, pero su centro tiene datos de varios meses que recogieron durante la implementación inicial del nuevo protocolo. Ella decide elegir un mes en el que empiezan a mostrarse niveles de ozono más altos para comenzar su análisis. Hay un sitio de control de la Calidad del Aire cerca de su centro, que ha entrado en funcionamiento en marzo, por lo que tiene acceso a los niveles de ozono medidos por un equipo profesional para asegurarse de que los datos que recoge son de buena calidad. Encuentra que los datos difieren en

un rango de +10 ppb de las lecturas profesionales. Claramente, sus datos son suficientemente buenos para su proyecto.

Ella comienza organizando la hoja de datos de sus mediciones de ozono, temperatura fin, tipo y cobertura de nubes, así como la dirección del viento para las fechas en que se recopiló la información. Ver Tabla AT-OS-3.

Creará un trazado de las mediciones de ozono y considera las mediciones de 39 ppb e inferiores, como los niveles más bajos de ozono, y las mediciones de 60 ppb y superiores como los niveles de ozono relativamente altos. Hace un

Colegio Corazón de María Mediciones del Nivel de Ozono y Metadatos

Tabla AT-OS-2

Tomadas a las 17:30 Hora UT

Fecha	ppb	Temp. Fin	Tipos de nubes	Cobertura de nubes	Dirección del viento (viene/va)
4/2/01	54	23	Cirros	Roto	SW/SW
4/3/01	53	24	Estratocúmulos	Roto	NW/NW
4/4/01	37	24	Estratocúmulos	Cubierto	NW/NW
4/5/01	43	26	Cirroestratos	Roto	NW/NW
4/6/01	53	26	Cirroestratos	Roto	N/N
4/7/01	47	24	Cirroestratos	Roto	NE/NE
4/9/01	35	26	Cúmulos	Roto	SW/SW
4/11/01	32	24	Altoestratos	Roto	SW/SW
4/12/01	31	27	Cirros	Nubes dispersas	SW/SW
4/13/01	33	30	Altocúmulos, Cúmulos	Roto	SW/SW
4/14/01	52	28	Cirroestratos, Cúmulos	Roto	W/W
4/16/01	54	29	Altoestratos, Cirrocúmulos	Despejado	NW/NW
4/17/01	49	19	Ninguno	Despejado	N/N
4/18/01	53	17	Ninguno	Despejado	N/N
4/20/01	64	23	Ninguno	Despejado	S/SW
4/23/01	41	27	Ninguno	Despejado	SW/SW
4/24/01	21	25	Cúmulonimbos, Estratocúmulos	Cubierto	SW/SW
4/25/01	57	20	Ninguno	Despejado	NW/NW
4/26/01	62	22	Ninguno	Despejado	N/N
4/27/01	63	25	Ninguno	Despejado	NW/NW
4/28/01	79	26	Ninguno	Despejado	W/SE
4/29/01	82	27	Cirros, Altoestratos, Cirrocúmulos	Roto	W/SE

Figura AT-OS-3

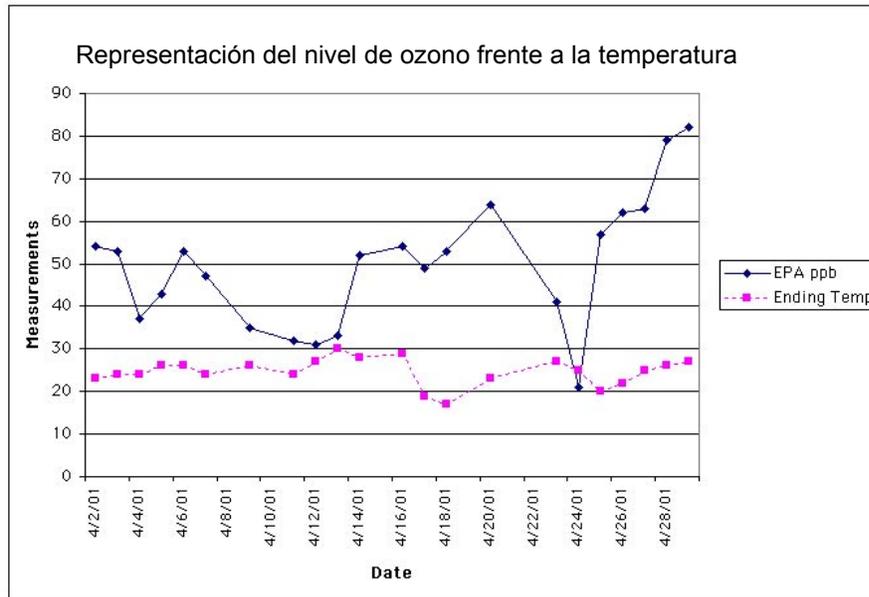


gráfico de las mediciones de ozono y la temperatura. Ver Figura AT-OS-3.

Al revisar sus datos se da cuenta de que hay un patrón para algunos días cuando sube la temperatura, el nivel de ozono aumenta, y cuando ésta baja, el nivel de ozono disminuye. Sin embargo, hay días en los que la temperatura era igual de elevada y el nivel de ozono descendía dramáticamente. Sabe que sus datos son razonables, ya que los comparó con datos profesionales, y se pregunta si reorganizando sus datos por temperatura podría identificar rápidamente los días con temperatura similar que tienen niveles de ozono diferentes. Esto podría permitirle identificar otros factores que influyen sobre el nivel de ozono producido. Ver Tabla AT-OS-4.

Se da cuenta de que en días despejados y con temperatura elevada, el nivel de ozono es mayor, a excepción de un día. Otra observación que hace es que la presencia de nubes influye sobre el nivel de ozono independientemente de la temperatura, y en días de temperatura aproximadamente similar, aquellos con cielo cubierto tienen niveles inferiores de ozono. El patrón general de temperaturas en aumento con cielo roto también indica un incremento en el nivel de ozono producido, excepto por un par de días de temperatura elevada y pocas nubes, pero el nivel de ozono era inferior que en días similares. La dirección del viento era diferente, lo que indica

que quizá la dirección del viento pueda influir en el nivel de ozono. La dirección del viento al principio y al final de los períodos de observación son generalmente las mismas durante este mes, excepto en un par de puntos tomados el 28 y el 29 de abril.

Análisis Posteriores

Se puede ir más allá y determinar el intervalo de niveles de ozono por días, identificando patrones de niveles de ozono. Se podría determinar si el número de días con ozono elevado aumenta o disminuye cada mes. Las categorías para calcular el intervalo podrían ser: niveles bajos de 39 ppb o menores, 40-49 ppb, 50-59 ppb, 60-69 ppb, 70-79 ppb y 80 ppb y mayores. La siguiente muestra de datos de ozono desde marzo a junio demuestra cómo se pueden utilizar intervalos para analizar patrones mensuales de ozono. Ver Tabla AT-OS-4.

De un vistazo, se puede observar el desarrollo de patrones desde marzo a junio, y también reconocer la repercusión de los datos inconsistentes en su capacidad para analizar cambios que se producen a lo largo del tiempo. Pueden relacionarlo con los problemas que los científicos tienen con los registros de datos incompletos. Observarán que hay sistemáticamente días con niveles bajos de ozono, pero se puede observar que los niveles de ozono aumentan cada mes. Al darse cuenta de que junio no es un conjunto completo de datos, se puede cuestionar de qué manera los datos que faltan influirán en las conclusiones que se hagan a partir de los datos de junio.

Tabla AT-OS-3 **Colegio Corazón de María –Mediciones de Ozono Abril 2001**

Temp.	Ozono ppb	Tipos de nubes	Cobertura de nubes	Dirección del viento
17	53	Ninguno	Despejado	N/N
19	49	Ninguno	Despejado	N/N
20	57	Ninguno	Despejado	NW/NW
22	62	Ninguno	Despejado	N/N
23	64	Ninguno	Despejado	S/SW
23	54	Cirros	Roto	SW/SW
24	53	Estratocúmulos	Roto	NW/NW
24	47	Cirroestratos	Roto	NE/NE
24	37	Estratocúmulos	Cubierto	NW/NW
24	32	Altoestratos	Roto	SW/SW
25	63	Ninguno	Despejado	NW/NW
25	21	Cúmulonimbos, Estratocúmulos	Cubierto	SW/SW
26	79	Ninguno	Despejado	W/SE
26	53	Cirroestratos	Roto	N/N
26	43	Cirroestratos	Roto	NW/NW
26	35	Cúmulos	Roto	SW/SW
27	82	Cirros, Altoestratos, Cirrocúmulos	Roto	W/SE
27	41	Ninguno	Despejado	SW/SW
27	31	Cirros	Nubes dispersas	SW/SW
28	52	Cirroestratos, Cúmulos	Roto	W/W
29	54	Altoestratos, Cirrocúmulos	Despejado	NW/NW
30	33	Altocúmulos, Cúmulos	Roto	SW/SW

Revisando los porcentajes de cada categoría de nivel de ozono, observará el incremento continuo en los niveles de ozono e identificará la variabilidad general de los niveles de éste para un determinado período de tiempo. Ver la Tabla AT-OS-5. El registro de datos de junio muestra un vacío en los datos, que dificulta la obtención de conclusiones precisas.

Investigaciones Posteriores

Otra cuestión surgida por la alumna es cómo podría identificar un patrón mensual para niveles de ozono. Se pregunta si al calcular la temperatura y el ozono medio, para los cuatro meses, las medias reflejarán un incremento continuo o descenso del nivel de ozono medido. ¿Puede una media de

ozono mensual calculada para cada mes del año proporcionar información sobre el patrón de niveles de ozono? ¿Cómo se relacionan los patrones de nivel de ozono con cambios estacionales a lo largo del año?

La identificación de patrones de ozono en su área facilitará la comprensión de las condiciones atmosféricas que influyen sobre los niveles de ozono. La exploración de la relación entre los patrones de dirección del viento y los niveles de ozono medidos proporciona un nuevo reto, pero puede ser muy interesante. Usando la base de datos GLOBE, la alumna puede elegir otro centro en una ciudad ubicada aproximadamente a la misma latitud pero en una región geográfica

**Colegio Corazón de María – Niveles de ozono
Observados (ppb) Marzo a Junio**

Tabla AT-OS-4

Agrupados por Categoría (nivel) de Concentración de Ozono

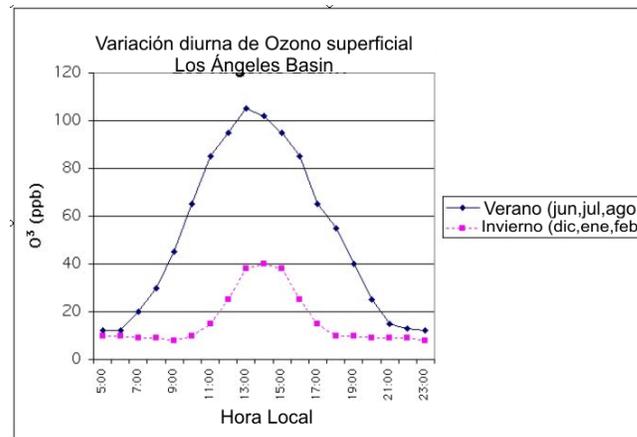
Marzo		Abril		Mayo		Junio	
17		21		35		28	
24		31		37		25	
33		32		45		26	
33		33		46		30	
34		35		49		31	
36		37		50		40	
36		41		54		55	
40		43		56		67	
41		47		56		70	
41		49		57		76	
42		52		57		78	
44		53		58		87	
44		53		58		87	
45		53		59		88	
47		54		60		95	
47		54		62			
48		57		63			
50		62		66			
56		63		66			
60		64		69			
74		79		71			
74		82		74			
				74			
				74			
				86			
Días	22	22		25		15	

Tabla AT-OS-5

Ratio de Niveles de Ozono para Cuatro Meses

Mes	Marzo		Abril		Mayo		Junio	
Número total de días con mediciones de ozono	22		22		25		15	
Categoría	Ratio	%	Ratio	%	Ratio	%	Ratio	%
< 40 ppb	7:22	32%	6:22	27%	2:25	8%	5:15	34%
40 – 49 ppb	10:22	45%	4:22	18%	3:25	12%	1:15	7%
50 – 59 ppb	2:22	9%	7:22	32%	9:25	36%	1:15	7%
60 – 69 ppb	1:22	5%	3:22	16%	6:25	24%	1:15	7%
70 – 79 ppb	2:22	9%	1:22	5%	4:25	16%	3:15	20%
> 80 ppb	0:22	0%	1:22	5%	1:25	4%	4:15	27%

Figura AT-OS-4



diferente para determinar que otras variables pueden influir sobre el nivel de ozono superficial producido. Postular y realizar preguntas adicionales es más fácil cuando los centros GLOBE envían datos sistemáticamente. Como se ha demostrado en este estudio, la falta de datos hace difícil hacer un seguimiento de cómo cambia la atmósfera a lo largo del tiempo.

Estudio de la Variación Diurna del Ozono Superficial y Validación de los Datos

El alumnado puede también querer investigar la variación diurna del ozono superficial. En la Figura AT-OS-4 se muestra un conjunto de mediciones de ozono diurno para la cuenca de Los Ángeles. Las dos curvas representan para el verano (línea discontinua) y el invierno (línea continua) la concentración en función de la hora local. A partir de la diferencia de amplitud entre las dos curvas, es fácil saber por qué serían más interesantes los datos recogidos por el alumnado en verano, a finales de la primavera o principios del otoño que a mediados del invierno, cuando se dan las menores concentraciones de ozono y se espera menor variabilidad.

Tabla AT-OS-6

La Tabla AT-OS-6 resume dos días de mediciones de ozono superficial a horas en las que los estudiantes estarían disponibles para realizarlas. Este conjunto de datos concreto fue obtenido de un sitio de control en funcionamiento de la EPA de manera que las mediciones del alumnado pueden compararse directamente con mediciones tomadas utilizando un medidor de ozono calibrado que cuesta mucho dinero. Esta es una comparación que ha permitido a GLOBE determinar cómo funciona el sistema de medición en el campo.

El objetivo del protocolo de ozono superficial es obtener concentraciones de ozono con una precisión de 10 ppb o mejor. A partir de los datos de la Tabla AT-OS-6, se puede ver que se ha alcanzado el objetivo de precisión en este test. En ambos días, el sistema Zikua mostró concentraciones superiores por la tarde aunque la diferencia diurna era mucho mayor en el segundo día. El medidor de la EPA confirmó el comportamiento diurno y también midió una diferencia mayor entre la tarde y la mañana del día 30.

Fecha	Hora de inicio	GLOBE	EPA
		Lectura (ppb)	Lectura (ppb)
8/29/00	10:00	22	25
	12:00	28	31
	13:00	33	35
	14:00	31	39
	15:00	34	44
8/30/00	10:00	18	10
	11:00	23	25
	12:00	29	31
	13:00	35	38
	14:00	43	53
	15:00	60	59