



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



Dirección de Meteorología  
y Evaluación Ambiental  
Atmosférica

Subdirección de Evaluación  
del Ambiente Atmosférico

# Monitoreo de la atmósfera en el Observatorio de Vigilancia Atmosférica MARCAPOMACOCHA

OCTUBRE – DICIEMBRE 2022



 **Siempre**  
con el pueblo

## PRESENTACIÓN

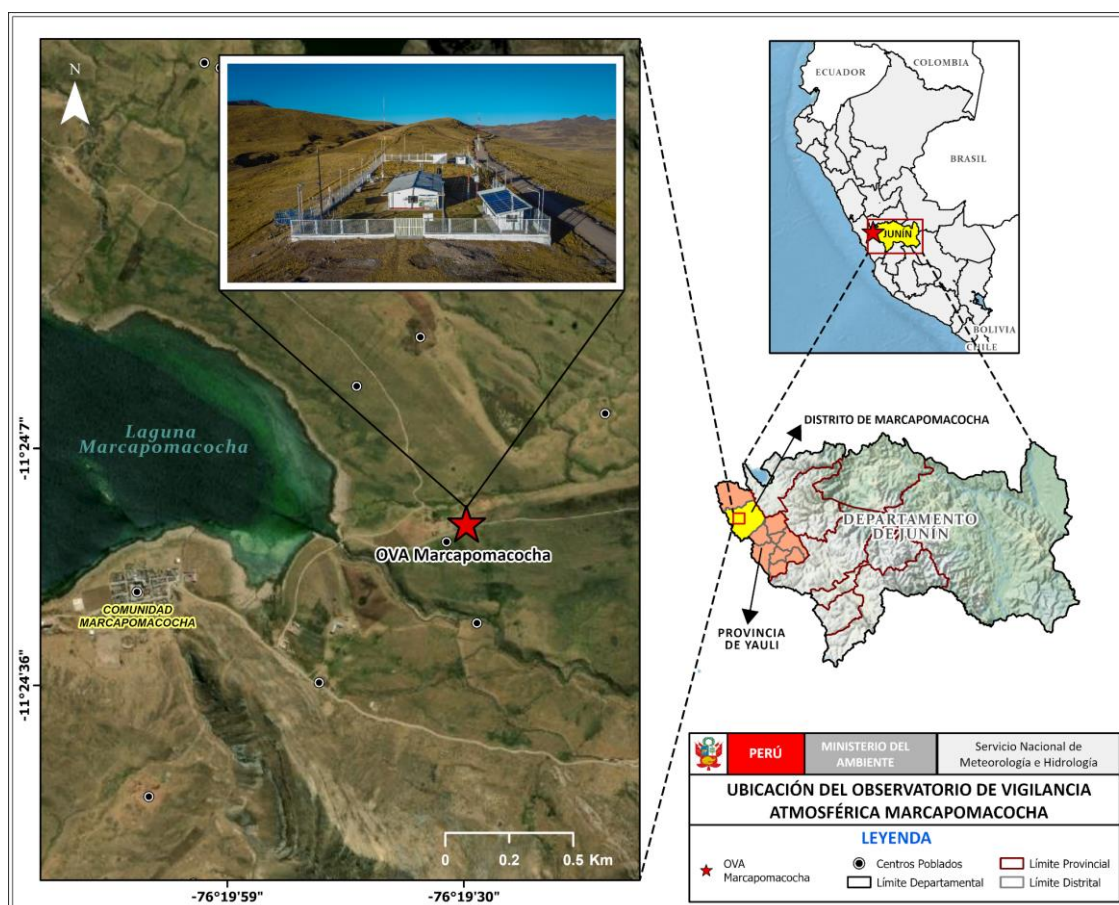
El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) a través de la Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico (SEA) de la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica (DMA) publica el boletín trimestral de Monitoreo de la Atmósfera en el Observatorio de Vigilancia Atmosférica Marcapomacocha (OVA Marcapomacocha) con la finalidad de informar a las autoridades, agricultores, profesionales y población en general sobre el comportamiento de las variables meteorológicas, así como de las propiedades físicas y la composición química de la atmósfera en la sierra central del Perú durante el cuarto trimestre del 2022.

## I. OBSERVATORIO DE VIGILANCIA ATMOSFÉRICA MARCAPOMACOCHA (OVA MARCAPOMACOCHA)

El SENAMHI cuenta con el OVA Marcapomacocha, el cual se encuentra ubicado en la sierra central del país, en el departamento de Junín, provincia de Yauli, distrito de Marcapomacocha, en las coordenadas  $-11^{\circ}24'00''$  y  $76^{\circ}20'0.04''$  y a una altitud de 4500 ms.n.m (ver figura 1).

En el OVA Marcapomacocha, se cuenta con una Estación Meteorológica Automática (EMA) que registra la precipitación, humedad relativa, radiación solar global, temperatura y vientos, así como también tiene una Estación Meteorológica Convencional (EMC) que registra la precipitación, humedad relativa, temperatura, vientos, horas de sol y evaporación. El OVA Marcapomacocha forma parte de la red de estaciones del programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), cuenta con cinco (05) de las seis (06) áreas focales que estudia este programa y es de tipo regional<sup>1</sup> según lo establecido por la OMM. En el presente boletín se analiza la información de cuatro (04) de estas áreas, las cuales son: Aerosoles, Deposition atmosférica, Ozono y Radiación ultravioleta.

Figura 1. Mapa de ubicación del OVA Marcapomacocha



<sup>1</sup> OMM (2018). GAW SIS Station Information System. Disponible online: <https://gawsis.meteoswiss.ch/GAW SIS/#/search/station/stationReportDetails/0-20008-0-MPO>

## II. MONITOREO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS EN EL OVA MARCAPOMACOCHA

### 2.1. Condiciones meteorológicas locales

En la figura 2, se muestra el comportamiento temporal de la precipitación (acumulada diaria), humedad relativa (promedio diario), radiación solar global (acumulada diaria) y temperatura mínima, promedio y máxima (promedios diarios) en el OVA Marcapomacocha.

La precipitación (figura 2a), en el mes de octubre registró valores entre 0.2 mm y 8.4 mm, para el mes de noviembre registró valores entre 0.2 mm y 4.8 mm y para el mes de diciembre se registró valores entre 0.2 mm y 23.4 mm (promedio mensual de 4.8 mm).

Respecto a la humedad relativa (figura 2b), el mes de octubre presentó valores entre 36.4% y 92.8% (promedio mensual de 68.5%), para el mes de noviembre los valores oscilaron entre 46.1% y 91.3% (promedio mensual de 68.5%) y, finalmente, en diciembre presentó valores entre 39.2% y 97.5% (promedio mensual de 80.3%).

Por otro lado, respecto a la radiación solar global (figura 2c) durante el mes de octubre, esta varió entre 2127 Wh/m<sup>2</sup> y 9582 Wh/m<sup>2</sup> (promedio mensual de 7182.2 Wh/m<sup>2</sup>), en noviembre varió entre 4057 Wh/m<sup>2</sup> y 9139 Wh/m<sup>2</sup> (promedio mensual de 6657.2 Wh/m<sup>2</sup>) y en diciembre los registros fluctuaron entre 2658 Wh/m<sup>2</sup> y 9148 Wh/m<sup>2</sup> (promedio mensual de 5236.8 Wh/m<sup>2</sup>).

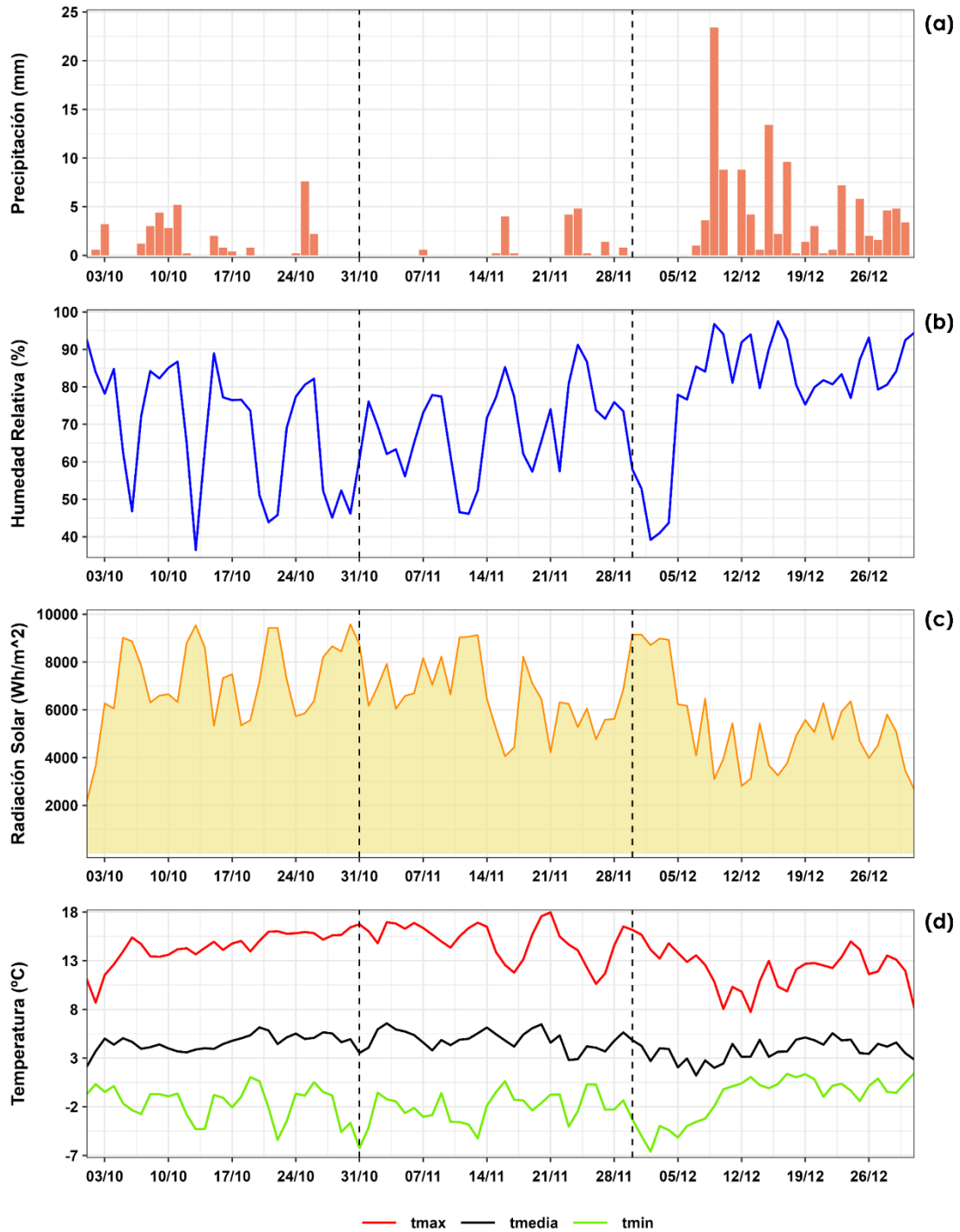
En cuanto al comportamiento de las temperaturas mínima, promedio y máximo (figura 2d), expresadas como promedios mensuales, durante el mes de octubre se obtuvieron valores de -1.7°C, 4.6°C y 14.5°C respectivamente, para el mes de noviembre fueron -1.9°C, 4.9°C y 15.1°C respectivamente, y finalmente para el mes de diciembre fueron -1.0°C, 3.7°C y 12.1°C respectivamente. Cabe mencionar, que en el OVA Marcapomacocha, las normales climatológicas<sup>2</sup> mensuales de temperaturas mínimas (máximas) para el mes de octubre son 5.6°C (11.2°C), para el mes de noviembre son 5.6°C (11.4°C) y para el mes de diciembre son 6.2°C (10.8°C); por lo tanto, las temperaturas mínimas registradas en el OVA Marcapomacocha estuvieron por debajo de sus respectivas normales climatológicas; mientras que las máximas, por encima de sus respectivas normales climatológicas.

En la figura 3, se presentan imágenes del satélite GOES 16 de la cobertura nubosa sobre el OVA Marcapomacocha, donde se observa que los días 08 de octubre, 08 de noviembre y 10 de diciembre (días con máximos valores de radiación solar horaria), presentaron cielo parcialmente nublado.

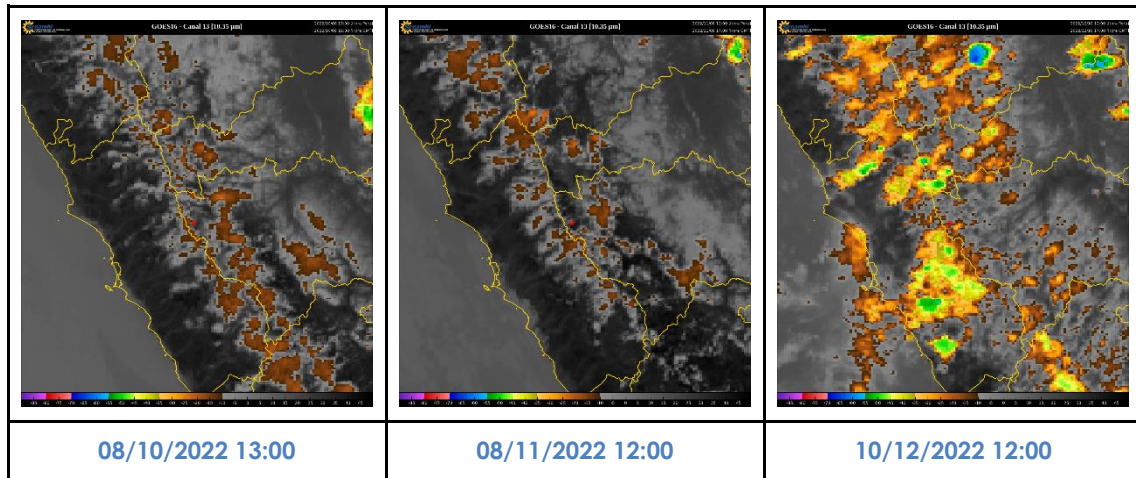
En general, podemos observar que, en el transcurso de los meses, hubo un incremento en las precipitaciones y la humedad relativa, así como también una ligera disminución de las temperaturas media y máxima, pero con un aumento en la temperatura mínima. Los valores altos de radiación solar contribuyeron al incremento de la temperatura (principalmente en los valores promedio y máximo del día) y a valores bajos de la humedad relativa. Respecto a los valores mínimos de radiación solar, estos podrían ser consecuencia de la nubosidad local que provoca menor incidencia de radiación solar en la superficie.

<sup>2</sup> SENAMHI (2018) Normales climatológicas 1981 - 2010 de la precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima del aire. Disponible online: <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/274>

Figura 2. Variación diaria de las variables meteorológicas en el OVA Marcapomacocha



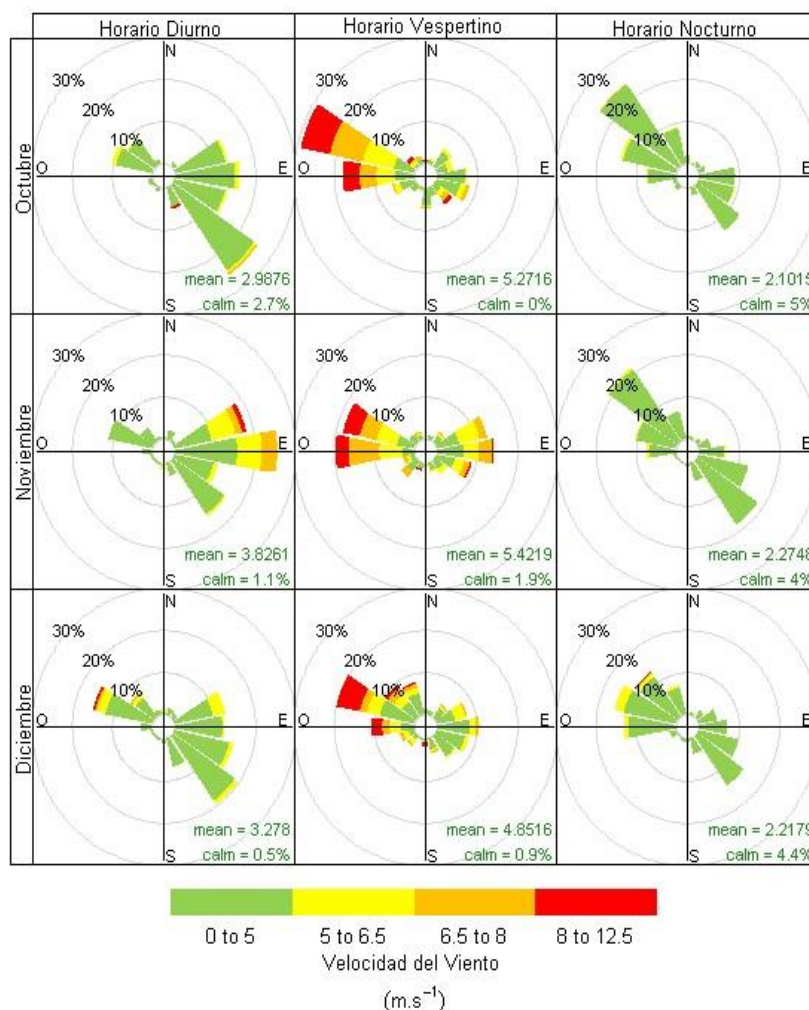
**Figura 3. Imágenes del satélite GOES16 de cobertura nubosa para días con máximos valores de radiación solar horaria: 08 de octubre, 08 de noviembre y 10 de diciembre de 2022 (el punto rojo representa el OVA Marcapomacocha).**



En la figura 4, se observan rosas de vientos para los periodos diurno (07:00 a 11:59 horas), vespertino (12:00 a 18:59 horas) y nocturno (19:00 a 06:59 horas) de los meses evaluados. Para el horario diurno la dirección del viento predominante en el mes octubre y diciembre fue del sudeste (SE), mientras que para el mes de noviembre fue en dirección este (E); por otra parte, para el horario vespertino en los meses de octubre y diciembre la dirección predominante fue del Oeste-noroeste (ONO), mientras que para noviembre fue del oeste (O); asimismo, para el horario nocturno la dirección predominante para los meses de octubre y noviembre fue del noroeste (NO) y para diciembre, fue del Oeste-noroeste (ONO).

Las mayores velocidades de viento se alcanzaron en el horario diurno para el mes de noviembre, así como en el horario vespertino para los tres meses evaluados, alcanzando valores de hasta 12.5 m/s. El horario nocturno presentó generalmente mayor presencia de calmas en comparación al horario diurno y vespertino.

Figura 4. Rosas de vientos en el OVA Marcapomacocha



### III. MONITOREO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ATMÓSFERA EN EL OVA MARCAPOMACOCHA

#### 3.1. Aerosoles

##### 3.1.1. Concentración en número de partículas

La mayoría de estudios sobre las concentraciones de los contaminantes atmosféricos analizan la información relacionada a la concentración en masa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sin embargo, hay evidencia que sugiere que las concentraciones en número de partículas (PNC por sus siglas en inglés) y la composición química son de mayor importancia que las concentraciones en masa para la determinación de ciertos efectos sobre la salud, así la concentración del número de partículas se expresa como el número total de estas por unidad de volumen de aire<sup>3</sup>. En el OVA Marcapomacocha es posible obtener registros de las concentraciones en número de partículas para ciertos rangos definidos.

<sup>3</sup> UK AIR Air Information Resource (2022). Particle Numbers and Concentrations Network. Revisado el 1 de octubre del 2022 desde: <https://bit.ly/3D80Ap4>

Para describir el comportamiento de la concentración en número de partículas<sup>4</sup> los rangos (R) están categorizados de acuerdo al diámetro aerodinámico (d)<sup>5</sup>: R1 ( $0.3 \mu\text{m} \leq d < 0.5 \mu\text{m}$ ), R2 ( $0.5 \mu\text{m} \leq d < 0.7 \mu\text{m}$ ), R3 ( $0.7 \mu\text{m} \leq d < 1.0 \mu\text{m}$ ), R4 ( $1.0 \mu\text{m} \leq d < 2.0 \mu\text{m}$ ), R5 ( $2.0 \mu\text{m} \leq d < 3.0 \mu\text{m}$ ), R6 ( $3.0 \mu\text{m} \leq d < 5.0 \mu\text{m}$ ), R7 ( $5.0 \mu\text{m} \leq d < 10.0 \mu\text{m}$ ) y R8 ( $10.0 \mu\text{m} \leq d < 20.0 \mu\text{m}$ )<sup>6</sup>. En el OVA Marcapomacocha, la concentración en número de partículas se expresa en unidades de partículas por litro (partículas/L) y para una mejor visualización de la figura 5, se aplicó el logaritmo de base 10 a las concentraciones iniciales.

Durante el periodo evaluado, las mayores concentraciones horarias en número de partículas registradas fueron las del rango R1. Es así que las concentraciones máximas registradas fueron de 79 432 partículas/L (octubre), 125 892 partículas/L (noviembre) y 100 000 partículas/L (diciembre), cuya equivalencia logarítmica corresponden a 4.9 partículas/L, 5.1 partículas/L y 5.0 partículas/L respectivamente.

La concentración en número de partículas con diámetros aerodinámicos en todos los rangos, presentaron una tendencia a incrementar en el transcurso de octubre a noviembre; mientras que, hacia el mes de diciembre presentan una tendencia a disminuir.

Generalmente las partículas gruesas (mayores a  $\text{PM}_{2.5}$ ) se pueden asociar al tráfico vehicular, mientras que las partículas finas, suelen tener una débil relación con el tráfico vehicular terrestre, estando más asociadas a fuentes regionales como la quema de madera para uso doméstico<sup>7</sup>. En el caso del OVA Marcapomacocha, al no tener proximidad con un parque automotor, las partículas gruesas se podrían asociar al levantamiento de polvo en la zona.

---

<sup>4</sup> La concentración en número de partículas, es el número de partículas por unidad de volumen. Tomado de: <https://bit.ly/3AezqeM>

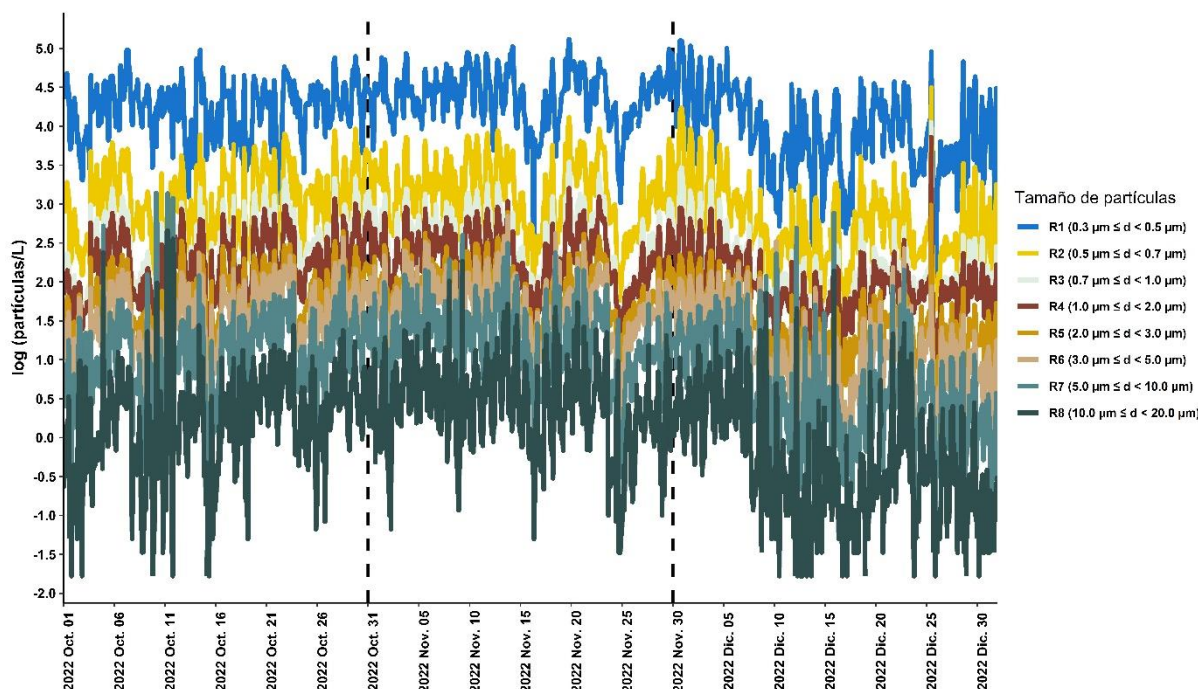
<sup>5</sup> El diámetro aerodinámico es un indicador del tamaño de la partícula (World Health Organization Europe, 2005).

<sup>6</sup> Cangiamila, S. (2019). Utilizzo e prestazioni di sensori low-cost per il monitoraggio di varie frazioni dimensionali di particolato atmosferico. Universidad de Bologna.

<sup>7</sup> Zhu, D., Kuhns, H. D., Gillies, J. A., Etyemezian, V., Gertler, A. W., & Brown, S. (2011). Inferring deposition velocities from changes in aerosol size distributions downwind of a roadway. *Atmospheric Environment*, 45(4), 957–966. doi:10.1016/j.atmosenv.2010.11.004



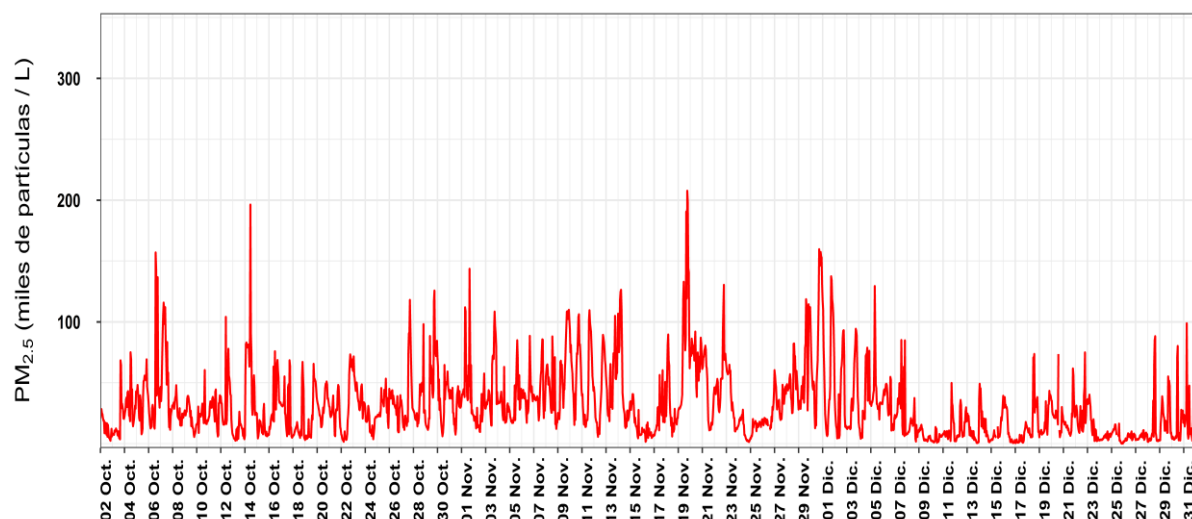
Figura 5. Distribución del tamaño de partículas de aerosoles en el OVA Marcapomacocha



En la figura 6, se muestra el comportamiento de la concentración promedio horaria en número de partículas (partículas/L) de diámetro menor a  $2.5 \mu\text{m}$ , donde se observa que los valores máximos alcanzados para los meses de octubre, noviembre y diciembre fueron de 196 mil partículas (registrado el 14 de octubre a las 11 horas), 207 mil partículas (19 de noviembre a las 18 horas) y 138 mil partículas (01 de diciembre a las 17 horas), respectivamente.

Como valores promedios mensuales, los meses de octubre, noviembre y diciembre alcanzaron 31 mil partículas/L, 44 mil partículas/L y 22 mil partículas/L respectivamente. Las concentraciones fueron disminuyendo a partir del mes de diciembre, lo cual podría estar relacionado al incremento de precipitaciones (de acuerdo a lo apreciado en la figura 2a).

**Figura 6. Concentración promedio horaria en número de partículas (PM<sub>2.5</sub>) en el OVA Marcapomacocha**



### 3.1.2. Concentración en masa de partículas

En la figura 7, se muestra el comportamiento de las concentraciones en masa<sup>8</sup> de partículas promedio diarias del material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>) y menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) hasta el 15 de diciembre.

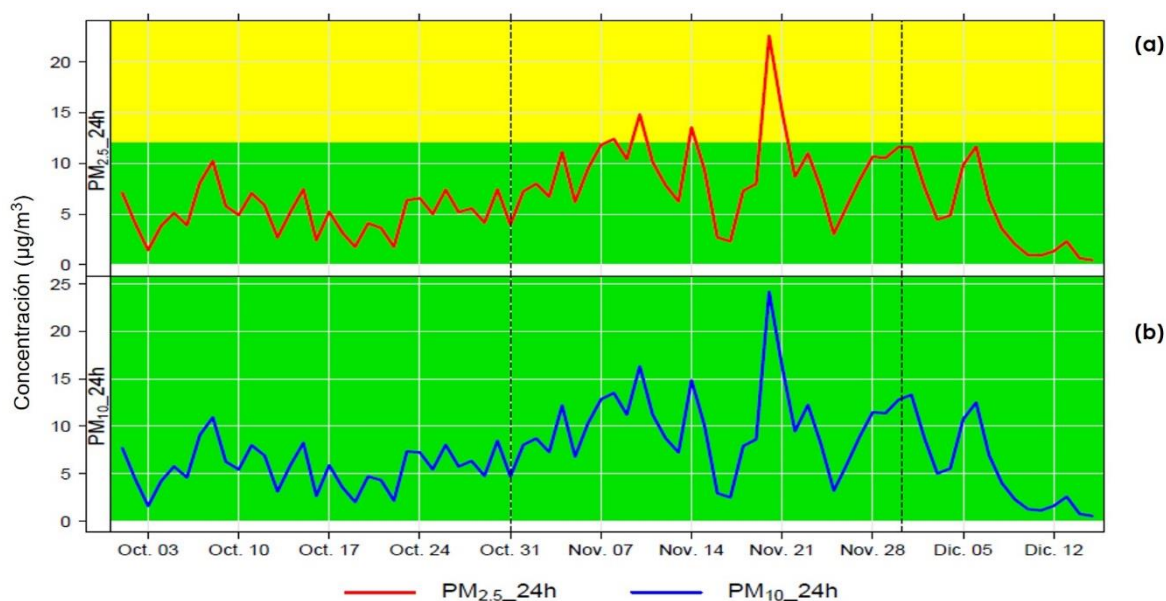
En la figura 7a se observa que las máximas concentraciones promedio diarias registradas de PM<sub>2.5</sub> para los meses de octubre, noviembre y diciembre fueron 13.5 µg/m<sup>3</sup>, 25.8 µg/m<sup>3</sup> y 13.9 µg/m<sup>3</sup> respectivamente. Durante el periodo de monitoreo, los valores promedios diarios de octubre y diciembre no superaron los 12 µg/m<sup>3</sup>, por lo que para este mes el estado de la calidad del aire en el OVA Marcapomacocha fue "buena" basado en los valores del índice de calidad del aire (ICA) establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA por sus siglas en inglés). Sin embargo, para el mes de noviembre, las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> excedieron los 12 µg/m<sup>3</sup> durante 5 días (08,10,14, 20 y 21 de noviembre), por lo cual se presentó un estado de calidad del aire "moderada".

Por otro lado, la figura 7b muestra que las concentraciones promedio diarias máximas alcanzadas de PM<sub>10</sub> para los meses de octubre, noviembre y diciembre fueron 14.5 µg/m<sup>3</sup>, 27.7 µg/m<sup>3</sup> y 15.4 µg/m<sup>3</sup> respectivamente. Debido a que las concentraciones diarias no excedieron los 54 µg/m<sup>3</sup>, el estado de calidad del aire para todo el trimestre fue "buena" en concordancia con el ICA del US-EPA.

En general, las bajas concentraciones de PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> son debido a las características del entorno del observatorio, así como a la ausencia de actividad antropogénica cercana, las concentraciones diarias de estos contaminantes están influenciadas principalmente por el comportamiento de las variables meteorológicas. Para el trimestre en evaluación, las concentraciones en masa más altas se registraron durante los días de ausencia de precipitaciones, valores bajos de humedad relativa, mayor radiación solar acumulada y valores más altos de temperatura máxima.

<sup>8</sup> La concentración en masa de partículas es la masa total de partículas por unidad de volumen de aire. Tomado de: <https://bit.ly/3AezqeM>

Figura 7. Variación diaria de PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> en el OVA Marcapomacocha



### 3.2. Deposición Atmosférica

En la figura 8, se muestran los registros de pH para la Deposición Atmosférica<sup>9</sup> durante los meses de octubre a diciembre en el OVA Marcapomacocha.

En la figura 8a se observan los valores de pH de la deposición atmosférica húmeda recolectados por el muestreador automático, donde los valores mínimo y máximo de pH fueron 6.2 y 9.4 respectivamente; mientras que, en la figura 8b se observan los valores de pH de la deposición atmosférica total (deposición húmeda y seca) recolectados por el muestreador manual, donde los valores mínimo y máximo de pH fueron 6.6 y 7.1 respectivamente.

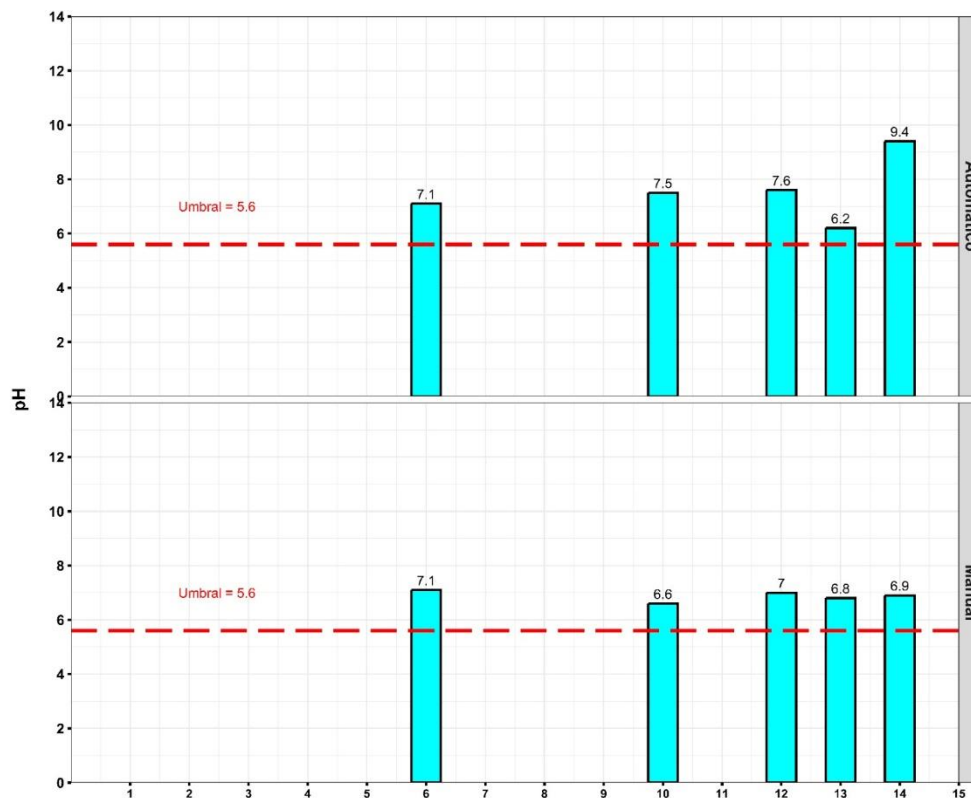
Asimismo, se puede observar que para ambos casos no registraron valores por debajo del umbral de lluvia ácida (<5.6)<sup>1011</sup>

<sup>9</sup> Proceso por el cual sustancias químicas, tales como partículas contaminantes, son transferidas de la atmósfera a la superficie de la Tierra. Puede ser seca o húmeda.

<sup>10</sup> Singh A. and Agrawal M. (2008). Acid rain and its ecological consequences. Journal of Environmental Biology, 29(1) 15-24. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18831326/>

<sup>11</sup> Galloway, J. N., Likens, G. E., & Edgerton, E. S. (1976). Acid Precipitation in the Northeastern United States: pH and Acidity. Science, 194(4266), 722-724. doi:10.1126/science.194.4266.722

Figura 8. Registros de pH de la deposición atmosférica de los muestreadores (a) manual y (b) automático en el OVA Marcapomacocha



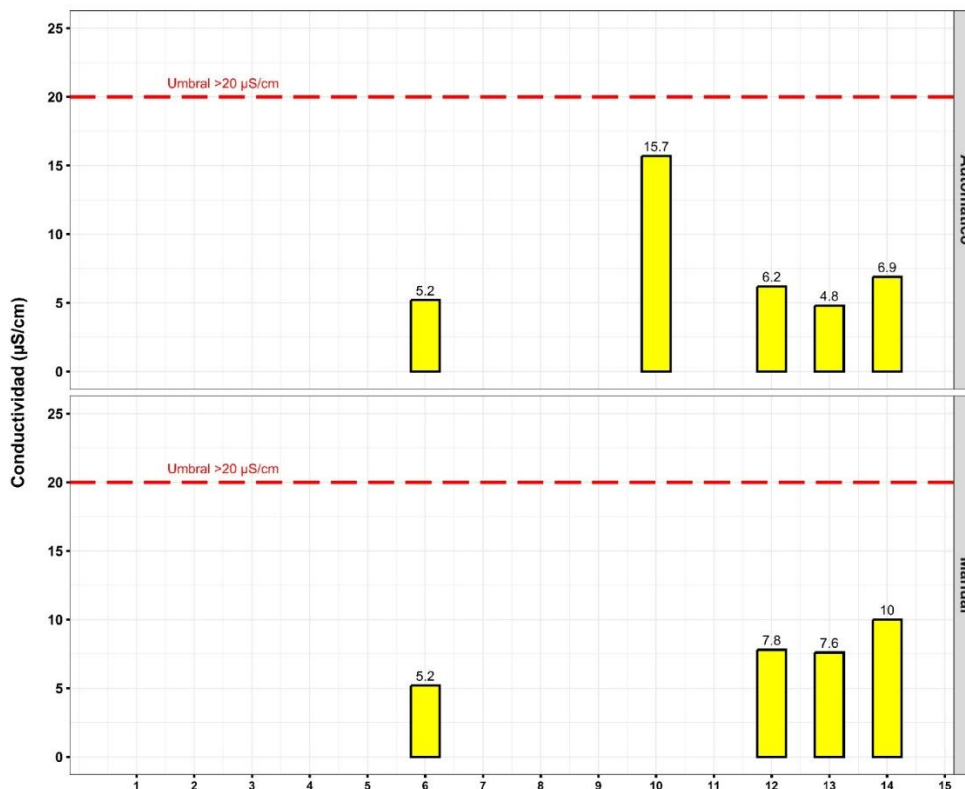
En la figura 9, se muestran los registros de Conductividad Eléctrica para la Deposición Atmosférica durante los meses de octubre a diciembre en el OVA Marcapomacocha.

En la figura 9a se observan los valores de Conductividad Eléctrica de la deposición atmosférica húmeda recolectados por el muestreador automático, donde los valores mínimo y máximo fueron 4.8 y 15.7 respectivamente; mientras que, en la figura 9b se observan los valores de Conductividad Eléctrica de la deposición atmosférica total (deposición húmeda y seca) recolectados por el muestreador manual, donde los valores mínimo y máximo de fueron 5.2 y 10 respectivamente.

Asimismo, se puede observar que para ambos casos no registraron valores por encima del umbral de lluvia ácida.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Vélez J., Valencia M., Londoño A., González C., Mariscal J. (2010) Contaminación del Aire y Lluvia. [https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Velez-19/publication/236794308\\_Contaminacion\\_del\\_Aire\\_y\\_Lluvia\\_Acida\\_Diagnostico\\_del\\_fenomeno\\_en\\_la\\_ciudad\\_de\\_Manizales/links/00b495317282bbc382000000/Contaminacion-del-Aire-y-Lluvia-Acida-Diagnostico-del-fenomeno-en-la-ciudad-de-Manizales.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Velez-19/publication/236794308_Contaminacion_del_Aire_y_Lluvia_Acida_Diagnostico_del_fenomeno_en_la_ciudad_de_Manizales/links/00b495317282bbc382000000/Contaminacion-del-Aire-y-Lluvia-Acida-Diagnostico-del-fenomeno-en-la-ciudad-de-Manizales.pdf)

Figura 9. Registros de Conductividad Eléctrica de la deposición atmosférica de los muestreadores (a) manual y (b) automático en el OVA Marcapomacocha



### 3.3. Columna Total de Ozono

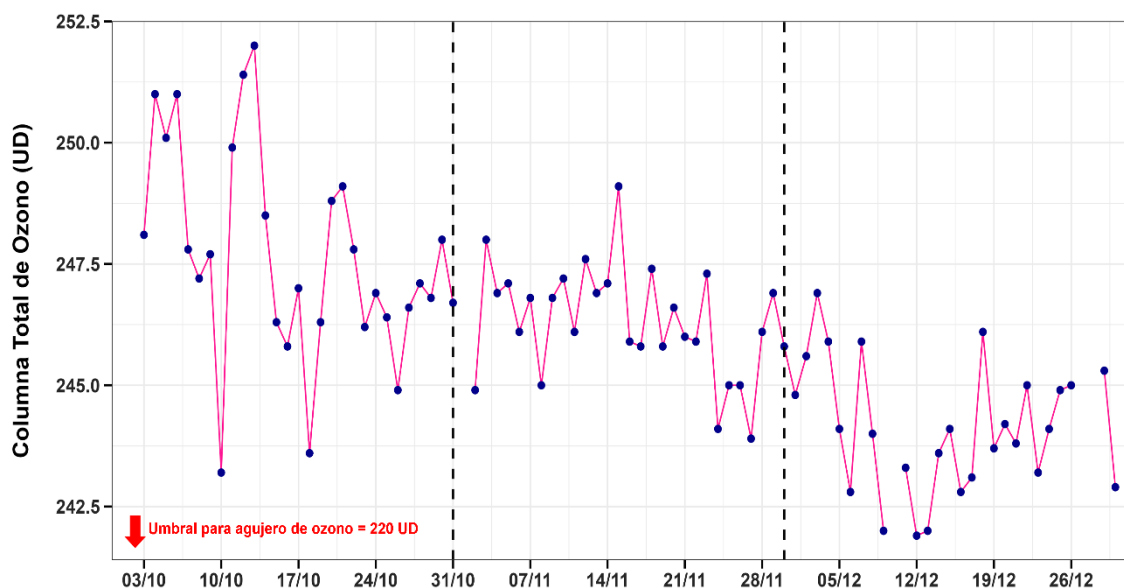
En la figura 10, se presentan las variaciones promedio diarias de la Columna Total de Ozono (CTO) en Unidades Dobson (UD). Para el mes de octubre los valores mínimo y máximo de CTO fueron 243.2 UD y 252.0 UD respectivamente; para el mes de noviembre, estos valores fueron de 243.9 UD y 249.1 UD respectivamente y finalmente para el mes de diciembre se obtuvieron valores de 241.9 UD y 246.9 UD respectivamente. Los valores de CTO no estuvieron por debajo de 220 UD<sup>13</sup>, por lo que no se observaron eventos de agujeros de ozono sobre el OVA Marcapomacocha. Cabe precisar que, los valores de la CTO en el observatorio son usualmente bajos en todas las estaciones del año en comparación con latitudes medias y altas<sup>14</sup>. Una descripción detallada del comportamiento de la CTO se encuentra en los boletines mensuales de vigilancia del ozono atmosférico realizados por el SENAMHI<sup>15</sup>.

<sup>13</sup> Echer, E.; Kirchoff V.W.J.H. (2006) A comparison of direct and global UV-B X Ozone anticorrelations. Disponible online: [bit.ly/3zdC4AQ](https://bit.ly/3zdC4AQ)

<sup>14</sup> SENAMHI (2022). Boletín mensual vigilancia del ozono atmosférico en la estación VAG Marcapomacocha. Disponible en línea: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=boletines>

<sup>15</sup> <https://www.senamhi.gob.pe/?p=boletines>

Figura 10. Variación diaria de CTO en el OVA Marcapomacocha



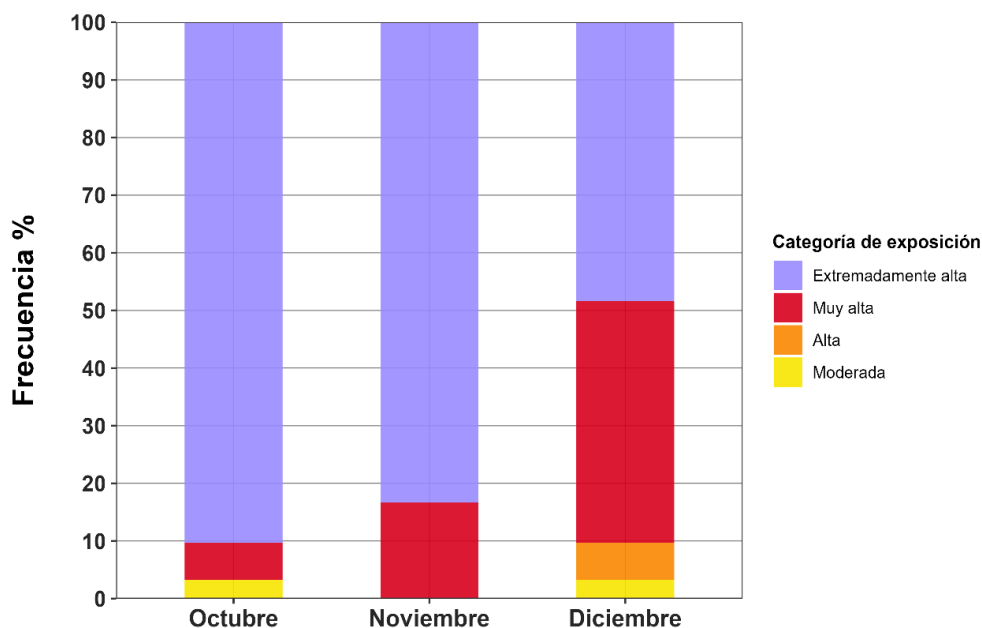
### 3.4. Índice Ultravioleta Solar (IUV)

En la figura 11 se presentan las frecuencias de los valores observados (IUV máximos diarios) de cada categoría de exposición de IUV según la Organización Mundial de la Salud (OMS) que se presentaron durante los meses de octubre, noviembre y diciembre. El IUV es una magnitud adimensional la cual se expresa como un valor entero superior a cero, cuanto más alto es el valor, mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas y oculares; asimismo, estas lesiones tardan menos tiempo en producirse.

En octubre, los valores del IUV se distribuyen en las categorías de exposición muy alta (6.5%) y extremadamente alta (90.3%). Mientras que, para el mes de noviembre, el 16.7% de las observaciones corresponden a la categoría de exposición muy alta y el 83.3% fue extremadamente alta. Por otro lado, para el mes de diciembre se presentó un 48.4% de extremadamente alta y el 41.9% fue muy alta. Cabe resaltar que, la exposición a valores de IUV de categorías por encima de "moderada" considera un riesgo para la salud de las personas<sup>16</sup>.

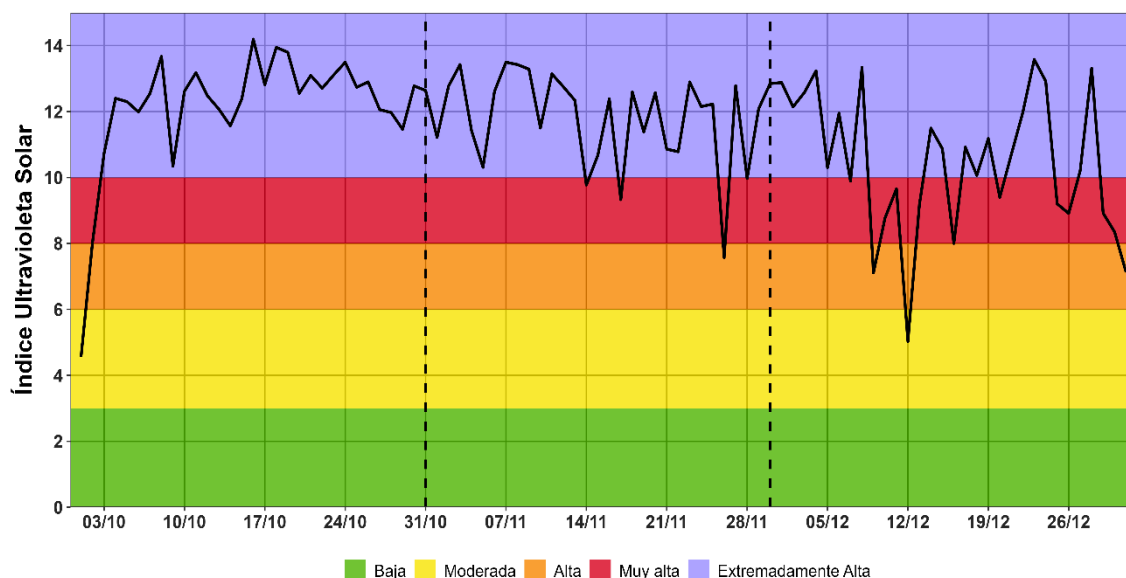
<sup>16</sup> Organización Mundial de la Salud. (2003). Índice UV Solar Mundial. Disponible online: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9241590076>

**Figura 11. Frecuencia de las categorías de exposición del IUV en el OVA Marcapomacocha**



En la figura 12, se muestra la variación de los valores máximos diarios de IUV. Para el mes de octubre estos valores abarcan entre 5 y 14; para el mes de noviembre, entre 7 y 14; y para el mes de diciembre entre 5 y 14, presentando una tendencia a disminuir. Los mínimos valores de IUV se relacionan posiblemente a días con cielo nublado.

**Figura 12. Variación de los valores máximos diarios de IUV en el OVA Marcapomacocha**



En general la disminución de las concentraciones de la CTO está asociado a una disminución en los valores del IUV, esta relación se observa principalmente en el mes de diciembre, lo cual se podría deber a los procesos químicos que se desarrollan durante la producción de ozono estratosférico en presencia de radiación ultravioleta. La mayor producción de ozono ocurre en la estratósfera de la región tropical, debido a la alta incidencia de radiación ultravioleta en esta zona.

## IV. CONCLUSIONES

- 4.1. Para el cuarto trimestre del 2022, la precipitación presentó sus valores más altos durante el mes de diciembre; en cuanto a la humedad relativa, esta también fue mayor durante ese mes, presentando valores mínimos que coincidieron con la ausencia de precipitación. La radiación solar fue mayor en el mes de octubre; mientras que en el mes de diciembre fue menor; las temperaturas mínimas presentaron valores por debajo de sus respectivas normales climáticas mensuales y las máximas, por encima de estas. En cuanto a la dirección de viento, para el horario diurno la predominancia fue del E (noviembre) y SE (octubre y diciembre), para el horario vespertino la dirección predominante fue de ONO (octubre y diciembre) y O (noviembre), en el horario nocturno fue del NO (octubre y noviembre) y ONO (diciembre); asimismo, durante este trimestre las velocidades de viento alcanzaron valores de hasta 12.5 m/s.
- 4.2. Las mayores concentraciones en número de partículas registradas en el OVA Marcapomacocha corresponden a las partículas menores a 1  $\mu\text{m}$ , esto debido a las características del entorno del observatorio.
- 4.3. Durante el transcurso de los meses de octubre a noviembre se presentó un incremento de la concentración en número de partículas ( $\text{PM}_{2.5}$ ) pero fueron disminuyendo a partir del mes de diciembre, lo cual podría estar relacionado al incremento de precipitaciones.
- 4.4. En relación al contaminante  $\text{PM}_{2.5}$  los valores registrados, alcanzaron un estado de calidad del aire de "buena" para los meses de octubre y diciembre y "moderada" para el mes de noviembre; mientras que, el  $\text{PM}_{10}$  mantuvo un estado de calidad del aire "buena" durante todo el trimestre. Los valores más altos de estos contaminantes son favorecidos por la ausencia de precipitaciones, valores bajos de humedad relativa, mayor radiación solar acumulada y valores altos de temperatura máxima.
- 4.5. Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, los valores de pH y Conductividad Eléctrica obtenidos tanto para deposición atmosférica total y húmeda no evidenciaron presencia de lluvia ácida.
- 4.6. La CTO presentó valores por encima de 220 UD, razón por la cual no se observaron eventos de agujero de ozono sobre el OVA Marcapomacocha; asimismo, la tendencia a disminuir de los valores de la CTO coincide con la disminución de los valores del IUV.
- 4.7. La categoría de exposición del IUV Muy Alto representan más del 40% del total de observaciones que se registraron durante los meses de noviembre y diciembre; mientras que, para el mes de octubre la categoría de exposición extremadamente alta presentó una frecuencia aproximada de 90.3%. Asimismo, los mayores valores del IUV se registraron en el mes de octubre.



## MISCELÁNEAS

El SENAMHI a través de la SEA de la DMA, visitó las instalaciones de la Institución Educativa N° 31150 Virgen de Fátima en Marcapomacocha - Junín, donde realizó una capacitación sobre Radiación Ultravioleta y Capa de Ozono a los docentes de dicho centro educativo; asimismo, entregó material de apoyo (guías, afiches, infografías, historietas, trípticos, etc.) elaborado en la institución con la finalidad de difundir información sobre temas de meteorología, radiación ultravioleta, entre otros, en el marco del convenio suscrito con la Comunidad de Marcapomacocha.



Asimismo, en dicha oportunidad, especialistas de la DMA visitaron el Observatorio de Vigilancia Atmosférica Marcapomacocha (OVA Marcapomacocha) e inspeccionaron el funcionamiento de los equipos.



## GLOSARIO

**Aerosol:** Es un conjunto de partículas microscópicas, sólidas o líquidas, que se encuentran en suspensión en un gas. En el contexto de la contaminación del aire, un aerosol se refiere a material particulado fino, de mayor tamaño que una molécula, pero lo suficientemente pequeña como para permanecer en suspensión en la atmósfera durante al menos unas horas.

**Columna Total de Ozono:** Es el ozono total que se encuentra en una columna de aire que se extiende desde la superficie terrestre hasta el límite superior de la estratosfera (alrededor de unos 50 km), se expresa en Unidades Dobson (UD), esta medida se interpreta como el espesor de una capa de O<sub>3</sub> puro alrededor de la superficie terrestre a condiciones normales (presión = 1 atm y la temperatura = 0 °C), es decir 100 DU equivale a 1 mm de espesor de la capa de O<sub>3</sub>.

**Deposición atmosférica:** Proceso por el cual sustancias químicas, tales como partículas contaminantes, son transferidas de la atmósfera a la superficie de la Tierra. Puede ser seca o húmeda. En el caso de deposición seca las partículas se depositan en la superficie terrestre en ausencia de precipitaciones. En el caso de deposición húmeda las partículas atmosféricas son incorporadas en pequeñas gotas y transferidas a la superficie terrestre en forma de lluvia, niebla o nieve.

**Humedad Relativa:** Es la relación entre la masa de vapor de agua contenido en la unidad de volumen del aire y la de vapor de agua, que sería necesario para saturar este volumen a la misma temperatura. Normalmente se expresa en porcentaje.

**Índice Ultravioleta Solar:** Es una medida de la intensidad de la radiación UV solar en la superficie terrestre. Los valores de IUV se expresan en el rango del cero en adelante, cuanto más alto sea el IUV, mayor será el potencial de lesiones para la piel y los ojos, y menos tiempo tardará en producirse esas lesiones.

**PM10:** Son partículas con un diámetro menor a 10 micras (µm) (conocido como PM10), generalmente ingresan por las vías respiratorias (garganta-nariz-pulmones). Una vez inhalado, estas partículas pueden afectar el corazón y los pulmones y causar efectos graves para la salud.

**PM2.5:** La materia particulada o PM (por sus siglas en inglés) 2.5, son partículas muy pequeñas en el aire que tiene un diámetro aerodinámico de hasta 2.5 micrómetros (aproximadamente 1 diez milésimas de pulgada). Esto es menos que el grosor de un cabello humano. La materia particulada, uno de los seis criterios de contaminantes del aire de la U.S. EPA, es una mezcla que puede incluir sustancias químicas orgánicas, polvo, hollín y metales.

**Precipitación:** Producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes y se deposita en el suelo.

**Radiación Solar:** Es la energía electromagnética emitida por el sol. La proporción de la radiación solar en las distintas regiones del espectro solar es aproximadamente: ultravioleta 7%, luz visible 43%, infrarrojo 49%, resto 1%.

**Temperatura:** Es la condición que determina la dirección de flujo neto de calor entre dos cuerpos, se dice que el cuerpo que pierde calor a favor del otro está a mayor temperatura.

**Viento:** Es el desplazamiento de las masas de aire en sentido horizontal y con una determinada dirección y velocidad.

.....  
Para más información sobre el presente boletín, contactar con:

Ing. Jhojan Pool Rojas Quincho

[iprojas@senamhi.gob.pe](mailto:iprojas@senamhi.gob.pe)

Subdirector de Evaluación del Ambiente Atmosférico

#### Elaboración

Ing. Sháneri Sheyla Sánchez Calderón ([ssanchez@senamhi.gob.pe](mailto:ssanchez@senamhi.gob.pe))

Ing. Dayana Lucero Acuña Valverde

Bach. Dayra Elizabeth Soria Durand

Bach. David Fernando Vargas La Rosa

Tec. Rosalinda Aguirre Almeyda

Tec. Julia Amelia Astudillo Capcha

.....

Suscríbete al **BOLETÍN TRIMESTRAL DE MONITOREO DE LA ATMÓSFERA EN EL OBSERVATORIO DE VIGILANCIA ATMOSFÉRICA MARCAPOMACOCHA** en el siguiente enlace:

[https://docs.google.com/forms/d/1ep1Gdkz\\_s1W7L-xUbRkjs4LovFal85AbGaR7sjskA/viewform?chromeless=1&edit\\_requested=true](https://docs.google.com/forms/d/1ep1Gdkz_s1W7L-xUbRkjs4LovFal85AbGaR7sjskA/viewform?chromeless=1&edit_requested=true)

.....

Próxima actualización: Enero del 2023

*Monitoreo de la atmósfera en el Observatorio de Vigilancia Atmosférica MARCAPOMACOCHA*



Central telefónica: [51 1] 614-1414  
Atención al cliente: [51 1] 470-2867

Servicio Nacional de Meteorología e  
Hidrología del Perú - SENAMHI  
Jr. Cahuide 785, Jesús María Lima 11  
- Perú

