

Diciembre 2024
vol. 12

**BOLETIN MENSUAL
VIGILANCIA DE LA
RADIACIÓN UV-B
EN CIUDADES DEL
PAIS**



Introducción

Nuestros ojos perciben sólo una parte de la radiación electromagnética emitida por el sol, la que está en el llamado espectro visible, entre las longitudes de onda entre 400 y 700 nm. Sin embargo, el sol emite energía dentro de una gran gama de longitudes de onda. Parte de esta radiación es la radiación ultravioleta o UV.

La radiación ultravioleta es una radiación electromagnética de longitud de onda más corta que la radiación visible, pero más larga que los rayos X. Aproximadamente el 5% de la energía del Sol se emite en forma de radiación ultravioleta. Ésta puede resultar nociva para los seres vivos, por lo que el control de estos niveles de radiación solar es muy importante de cara al desarrollo de actividades al aire libre.

En lo que se refiere a los seres humanos, la radiación ultravioleta es el causante del bronceado, pero en altas dosis pueden provocar también la aparición de patologías oculares y daños en la piel como envejecimiento prematuro, arrugas, quemaduras y cánceres de piel. De hecho, el bronceado, la producción de melanina, no es sino la reacción de defensa natural de nuestra piel contra los efectos nocivos de los UV.

Cada año se reportan en el Perú más de mil casos de daños a la piel en él se encuentra el cáncer o melanoma. Asimismo, se reportan miles de casos de daños a los ojos cuando no hay una adecuada protección a los mismos.

En relación a lo explicado, dado los altos niveles en la intensidad de la radiación UV, en esta temporada, en la región tropical, especialmente en nuestro país, el SENAMHI viene realizando la Vigilancia de la radiación ultravioleta en diferentes ciudades, con la finalidad de informar a la población sobre el comportamiento espacial y temporal de esta variable y puedan tomar las precauciones pertinentes, a fin de evitar impactos negativos en la salud.

Metodología de cálculo de índice de Radiación Ultravioleta

El índice de la radiación ultravioleta (IUV) es una medida de la intensidad de la radiación UV solar en la superficie terrestre. El SENAMHI viene realizando la medición de la radiación UV tipo B a través de la Dosis Eritématica Mínima por hora (MED/h), esta unidad de medición es utilizada por razones médicas ya que su valor representa la efectividad biológica de su acción para causar una quemadura en la piel humana. El IUV es adimensional y se define mediante la siguiente fórmula, propuesto por la Organización Meteorológica Mundial (2002):

$$IUV = MED/HR * 0.0583(W/m^2) * 40(m^2 /W)$$

Donde MED/HR es medida por el instrumento UV-Biometer. El valor 0.0583 se utiliza para convertir el MED/HR a irradiancia espectral solar, expresada en W/m².

TOMA EN CUENTA

CLASIFICACIÓN DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

UV-A, 320 - 400 nm. Menos nociva. Llega en mayor cantidad a la tierra. Casi todos los UV-A pasan por la capa de ozono, atraviesan la capa cornea, epidermis y llegan hasta la dermis

UV-B, 280 - 320 nm. Puede ser muy nociva. La capa de ozono absorbe la mayor parte del UV-B. Su deterioro aumenta la amenaza. Atraviesan la piel hasta la epidermis y también capa cornea

UV-C, 100 - 280 nm. Muy nociva debido a su gran energía. El oxígeno y el ozono de la estratosfera lo absorben. No llega a la superficie.

ESCALA DEL ÍNDICE IUV

VALOR DEL ÍNDICE UV

NIVEL DE RIESGO

UV ÍNDICE 1 2		BAJA
UV ÍNDICE 3 4 5		MODERADA
UV ÍNDICE 6 7		ALTA
UV ÍNDICE 8 9 10		MUY ALTA
UV ÍNDICE 11 a más		EXTREMADAMENTE ALTA

I. RESULTADOS

1.1. CONDICIONES GENERALES

Del monitoreo realizado durante el mes de diciembre 2024 en las diferentes ciudades de nuestro país, se observó que los Índices UV promedios mensuales, mostraron, en general, un comportamiento variable, dado de que en algunas regiones los niveles de radiación ultravioleta disminuyeron, en otras se mantuvieron similares al mes anterior y en otras se incrementaron. Por ejemplo, en la costa norte fueron mayores, en la costa central variable, mientras que, en la costa sur, entre similares a superiores. Pero aun así fueron considerados como niveles de riesgo para la salud entre Alta a Extremadamente Alta (promedios mensuales). Cabe resaltar que gran parte de nuestro litoral ha presentado condiciones de buen tiempo, el cual registró días con cielo nublado durante parte del mes, debido a la influencia aún, de condiciones entre cálidas y frías de la temperatura de agua de mar, así como del inicio de la estación de verano desde el 21 de diciembre. Durante la primera semana del mes, se registraron anomalías positivas de la TSM en la costa norte y sur mientras que a partir de la segunda semana imperaron condiciones normales a anomalías negativas, especialmente en la costa central y sur.

Por otro lado, el comportamiento térmico del aire, especialmente la temperatura máxima, ha registrado generalmente un comportamiento cercano a sus normales climática con una tendencia a presentar anomalías positivas, claro está que en la sierra norte y sierra sur registraron anomalías positivas debido a la formación de mayor cobertura nubosa. En la región andina norte se registraron mayormente superávits de precipitación, así como en la sierra central (lado occidental) debido a la presencia de vientos provenientes del este en niveles altos de la atmósfera, los cuales contribuyeron a un alto porcentaje de humedad. En la región de la selva el comportamiento pluviométrico fue similar al de la sierra.

Todos estos procesos mencionados incidieron en el comportamiento espacial y temporal de la radiación UV durante el mes de diciembre.

Se debe tener presente que la estación astronómica de verano en el hemisferio sur empezó el 21 de diciembre cuyas condiciones climáticas se caracterizan porque las temperaturas a lo largo de la costa peruana se incrementan en forma paulatina debido al ingreso ocasional de vientos del norte en superficie. Las precipitaciones continúan en aumento progresivo en la región andina debido al fortalecimiento y posicionamiento del sistema meteorológico denominado Alta de Bolivia el cual es un sistema de alta presión en altura que permite el ingreso de masas de aire húmedas desde la cuenca amazónica hacia nuestro país. Asimismo, el desplazamiento del sistema denominado Zona de Convergencia Intertropical hacia el sur del

continente sudamericano incentiva la actividad convectiva ocasionando lluvias. A nivel nacional se evidencian incrementos de la temperatura del aire.

Durante el mes de diciembre 2024, se observaron las siguientes condiciones en toda la costa, se ha continuado registrando condiciones de temperatura mínima cercanos a sus valores normales, con excepción de algunas zonas de la región norte (Piura y Tumbes) y sur (Moquegua y Tacna), los cuales presentaron anomalías positivas entre 1.0°C a 3.0°C, debido a condiciones netamente regionales así como anomalías negativas entre -1.0°C y -2.0°C. A partir del 14 de diciembre hasta el 28 del mismo mes se registraron anomalías positivas de la temperatura de agua de mar en el departamento de Tumbes, mientras que desde el 08 de diciembre hasta fin de mes se registraron condiciones entre normales a ligeramente frías desde el departamento de Piura hasta el departamento de Tacna, ejerciendo cierta influencia en las condiciones meteorológicas de dichas regiones. Una ligera disminución de la intensidad del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) durante el mes, ha permitido que los vientos del sur tengan menor intensidad y continuidad. Durante el mes de diciembre la sensación térmica ha continuado incrementándose paulatinamente en varios departamentos de la costa como Tumbes, Piura, Lima debido al APS así como también a la influencia de la temperatura superficial del mar (TSM), especialmente durante los ocho primeros días del mes.

En lo que respecta a los departamentos de la costa sur, Ica y Moquegua, la temperatura mínima ha registrado condiciones relativamente cálidas, debido a anomalías positivas de la temperatura de agua de mar.

En la sierra norte, especialmente en los departamentos de Cajamarca y sierra de Lambayeque y La Libertad, el régimen térmico registró una tendencia al ascenso, aunque también se registraron condiciones mayormente normales, así como también condiciones frías (pero en forma bastante esporádica con anomalías entre -1.0°C a -4.0°C y 1.0°C a 4.0°C respectivamente. Debido a ingresos moderados de humedad en la región y a factores locales, los niveles de radiación UV se incrementaron, aunados a condiciones intermedias entre la estación de primavera y verano. En la sierra central las condiciones térmicas por lo general, estuvieron cercanas a sus valores climáticos. Claro está que en algunas zonas se registraron anomalías positivas como negativas. Debido a condiciones propias de la zona, se han registrado algunos episodios como "olas de calor". Asimismo, durante el mes, se registró una tendencia de incremento de las precipitaciones, tanto en el centro como en el sur, permitiendo la presencia de mayor cobertura nubosa y por lo tanto el incremento de los aerosoles con mayor profundidad óptica (0.3 - 0.6 a 550 nm). Las anomalías positivas registraron valores entre +1.0°C a +3.0°C (sierra de Lima). En el caso de las anomalías negativas de temperatura mínima (-1.0°C a -2.0°C), estas se

registraron al sur del departamento de Huancavelica y norte del departamento de Ayacucho, debido a condiciones netamente locales (días con cielo despejado y baja concentración de aerosoles). Por otro lado, la ocurrencia de precipitaciones ayudó al incremento del régimen térmico diario.

En la sierra sur las condiciones fueron mayormente, al igual que el mes pasado cálidas, dado de que se registraron anomalías positivas de temperatura mínima entre $+1.0^{\circ}\text{C}$ a $+3.0^{\circ}\text{C}$ en departamentos como Cusco, Apurímac, Arequipa, Moquegua, Puno y Tacna. Las mayores anomalías se registraron en el departamento de Puno, Moquegua y Tacna. Asimismo, las anomalías negativas se registraron en algunas zonas de Puno, Cusco y Ayacucho. Estos valores de anomalías positivas como negativas han estado influenciados por condiciones regionales y locales permitiendo cierta variabilidad en su comportamiento espacial. Los procesos convectivos en la sierra sur determinan el comportamiento de dicha variable térmica. A pesar de la ocurrencia de estos procesos atmosféricos, los niveles de radiación ultravioleta continuaron en ascenso. En la región occidental se registraron mayormente condiciones normales, los cuales también incidieron en los niveles de radiación ultravioleta.

En la región de la selva las condiciones de temperatura mínima fueron mayormente cálidas con anomalías positivas entre $+1.0^{\circ}\text{C}$ a $+2.0^{\circ}\text{C}$, con excepción del lado oriental del departamento de San Martín el cual ha continuado registrando anomalías negativas las cuales oscilaron entre -2.0°C a -3.0°C , como producto de mejores condiciones de tiempo y moderada precipitación.

Con respecto a las temperaturas máximas, se registraron condiciones entre normales y cálidas en gran parte del país.

A lo largo de la costa peruana las condiciones térmicas estuvieron cercanas a sus valores normales, con algunas excepciones. En el caso de la costa norte, se ha continuado registrando anomalías positivas especialmente, en el departamento de Tumbes con valores que oscilaron entre 1.0°C a 4.0°C , mientras que, en los demás departamentos, condiciones normales. En la costa central el comportamiento térmico fue entre normal a ligeramente cálido, con anomalías positivas entre 1.0°C a 2.0°C , especialmente en el Callao y Lima. En la costa sur las condiciones térmicas fueron parecidas a la costa central, con anomalías positivas entre 1.0°C a 3.0°C , pero localizadas. Mayormente se registraron condiciones cercanas a sus valores climáticos. Cabe mencionar que el régimen de temperaturas en toda la costa ha sido influenciado por las condiciones oceanográficas, vale decir por la temperatura de agua de mar. Durante la primera semana, se registraron mayormente anomalías positivas en gran parte de la costa, mientras que, a partir de la segunda semana hacia adelante, condiciones normales con

tendencia a anomalías negativas de TSM, especialmente en la costa central y sur. En la costa norte (La Libertad, Lambayeque y Piura), se registraron anomalías negativas, pero no fueron tan intensos como en el sur. En el departamento de Tumbes, más bien, las anomalías positivas de temperatura de agua de mar fueron más intensas con valores entre 1.0°C a 2.5°C afectando el comportamiento de la temperatura máxima en la región. En la costa norte las condiciones de tiempo fueron entre nublado a despejado, mientras que en la costa sur mayormente despejado. En la costa central las condiciones fueron variables, entre nublado a despejado.

En la región andina las condiciones térmicas fueron las siguientes: en la sierra norte las condiciones térmicas, fueron variables, entre condiciones normales a anomalías positivas, especialmente en los departamentos de Cajamarca, sierra de Piura, Lambayeque y La Libertad cuyos valores oscilaron entre 1.0°C a 3.0°C, mientras que en la sierra sur se registró mayormente anomalías positivas debido a la mayor cantidad de días con escasa formación de procesos convectivos, claro está que también se registraron condiciones normales, pero más para la parte norte y occidental de la misma. En la sierra central más bien, predominaron mayormente condiciones térmicas normales con algunas regiones con anomalías positivas como por ejemplo en Pasco, sur de Huancavelica y sierra de Ica. Cabe resaltar que también se registraron anomalías negativas, pero fueron bastante localizados como por ejemplo en la sierra de Lima, Junín y Ancash.

En la región de la selva, el régimen térmico registró condiciones cercanas a sus valores climáticos con algunas excepciones como San Martín, donde se registraron anomalías positivas con valores entre 1.0°C y 4.0°C.

Estas condiciones térmicas aunadas a la cantidad de vapor de agua durante el mes, influyeron en dicho comportamiento. Ante esta situación, los niveles de radiación ultravioleta lograron registrar valores superiores al mes anterior.

En lo que respecta a las precipitaciones, el comportamiento fue el siguiente: en parte de la costa norte (Piura y Tumbes), se registraron anomalías negativas o mejor dicho déficits de precipitación de hasta 100%. En cambio, en los departamentos de Lambayeque, La Libertad, se registraron anomalías positivas con valores entre 15% a 200%, debido a condiciones de trasvase. En la costa central las condiciones pluviométricas fueron entre normal a ligeramente superior, debido al fenómeno indicado anteriormente. En la costa sur las condiciones fueron cercanas a sus valores normales, con excepción de un punto que registró un déficit de 100%, ubicado en el departamento de Arequipa.

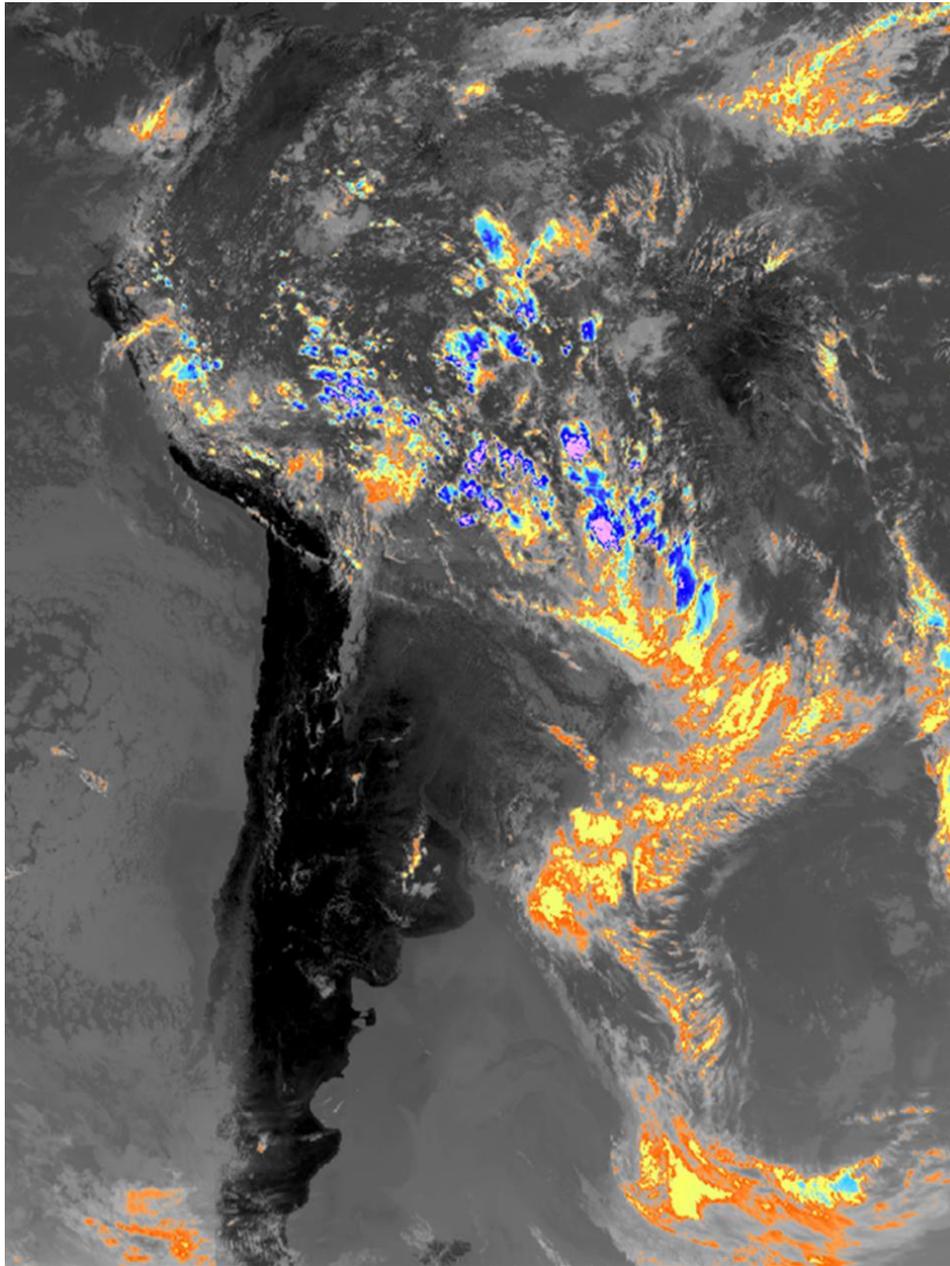
En la sierra norte, las condiciones fueron húmedas, con superávits que oscilaron entre 100% hasta 400% especialmente en los departamentos de

Cajamarca, Piura, Lambayeque y La libertad. En la sierra central las anomalías también fueron positivas, se registraron superávits de hasta 300%, especialmente en los departamentos de Ancash, Huánuco, Junín, sierra de Lima e Ica. En los departamentos de Huancavelica y Ayacucho los superávits fueron del orden entre 15% al 100%. En la sierra sur, más bien fue todo lo contrario, donde se registraron déficits de precipitación de hasta 100%, especialmente en los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna, Cusco y Puno. En otros departamentos como Apurímac y una parte de Arequipa, se registraron superávits entre 15% a 200%. Cabe mencionar que las precipitaciones registradas en el centro y norte del país se debieron a la incursión de masas de aire húmedas provenientes del este, en niveles medios de la atmósfera por efecto de una mayor activación del sistema denominado Alta de Bolivia.

En la región de la selva, las condiciones fueron moderadamente húmedas, especialmente en la selva norte, donde se registraron superávits de hasta 300%, mientras que, en la selva central y sur, los superávits estuvieron entre 15% y 200%. En el departamento de San Martín se registraron condiciones variables (anomalías positivas, negativas y condiciones normales).

Un ejemplo típico de las condiciones meteorológicas predominantes, especialmente en la cuarta semana del mes de diciembre lo demuestra la imagen satelital del GOES 16 Canal 13 del día 23 a las 12:00 horas locales, tal como se aprecia en la Figura 1, donde se observaron condiciones húmedas en la región central y norte del país. Los procesos convectivos se registraron mayormente en estas dos regiones. Dichas condiciones afectaron la intensidad de la radiación ultravioleta en las regiones mencionadas.

Figura 1. Imagen que muestra condiciones de mal tiempo en la región norte y central del país.



1.2. RADIACIÓN EN ONDA LARGA

El elemento considerado en la distribución espacial y temporal de la radiación ultravioleta es la radiación en onda larga (ROL) que durante el mes de diciembre (Figura 2), según la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), ha registrado condiciones húmedas en la región costera de nuestro país, especialmente en los departamentos de Lambayeque, La Libertad y Lima. Si bien es cierto que en superficie se han registrado precipitaciones en la sierra central y norte, sin embargo, el modelo de la NOAA no lo refleja tanto así, posiblemente por la baja resolución del

modelo. Las condiciones húmedas de la costa oscilaron entre -5 W/m^2 a -15 W/m^2 .

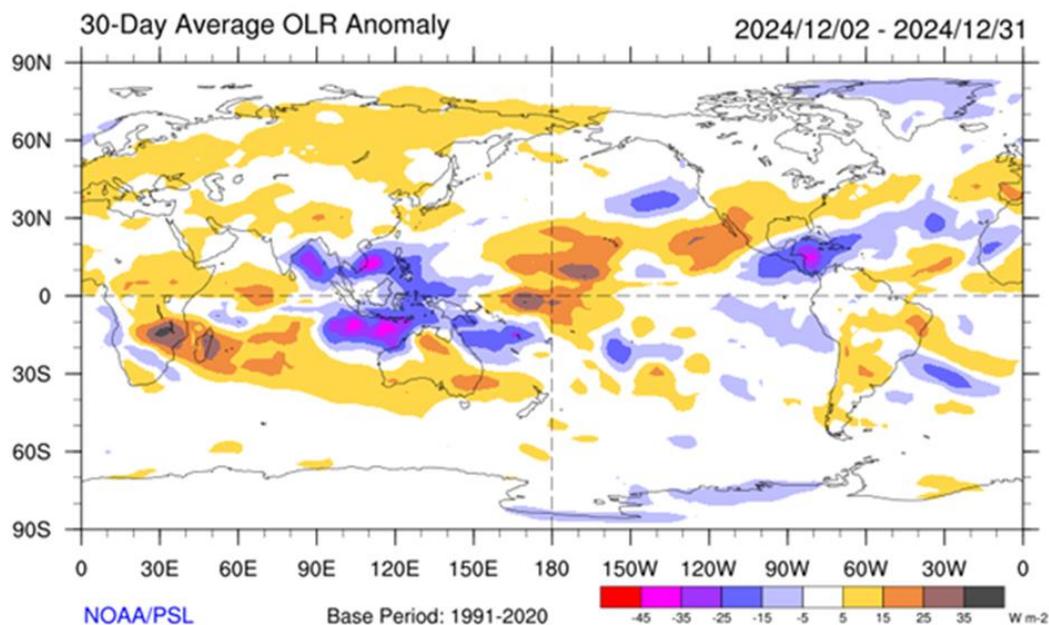
Estas condiciones húmedas se replican con mayor intensidad en Centroamérica, especialmente en Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala, Belice, Jamaica, Cuba, Haití y parte extrema sur de México con valores que oscilaron entre -5 W/m^2 a -45 W/m^2 . Así también se observa esta condición húmeda en la costa de Río de Janeiro con valores de hasta -25 W/m^2 . En la región sur de Sudamérica, se registraron condiciones secas con valores que oscilaron entre 5 W/m^2 a 25 W/m^2 afectando a países como Bolivia, Argentina, Chile, Uruguay, sur de Brasil. Por otro lado, en parte de la región central de Sudamérica, se registraron condiciones secas cuyos valores fueron similares a la región sur. En la región norte las condiciones registradas se acercaron a sus valores normales.

En el hemisferio norte, específicamente en México y América del Norte se observaron condiciones secas, con valores de ROL que oscilaron entre 5 W/m^2 a 25 W/m^2 . En el Pacífico norte y sur, predominaron condiciones de ROL positivas con valores de hasta 35 W/m^2 , mientras que el Atlántico Norte y sur las condiciones de ROL fueron variables, anomalías positivas como negativas.

Tanto en el continente Antártico como Ártico las condiciones fueron húmedas con valores de ROL que oscilaron entre -5 W/m^2 a -15 W/m^2 . En Australia las condiciones fueron bastante secas con valores de ROL que oscilaron entre 5 W/m^2 a 25 W/m^2 .

Según esta información, se han observado condiciones que permitieron que los niveles de radiación ultravioleta promedios mensuales hayan continuado registrando, por lo general, un comportamiento al ascenso debido a moderada sequedad de la atmósfera, especialmente sobre nuestro país. Cabe mencionar que nos encontramos en el mes donde se establece el periodo de lluvias en todo el hemisferio sur, motivo por el cual se han registrado precipitaciones en algunas regiones, incluso por encima de sus valores climáticos.

Figura 2: Radiación en Onda Larga (ROL)
Fuente: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)



1.3. CONCENTRACIÓN DE OZONO ATMOSFÉRICO

El comportamiento de la concentración de ozono también influyó en la variabilidad espacial y temporal de la radiación ultravioleta en el país. Se debe tener presente que el ozono atmosférico permite el amortiguamiento del ingreso de la radiación ultravioleta a la superficie terrestre motivo por el cual su estudio es importante para determinar los lugares con posibles incrementos o disminuciones en su intensidad. Claro está que la variabilidad de la radiación ultravioleta también está supeditada a otras variables como las atmosféricas y astronómicas. Para obtener valores de ozono se tienen que realizar mediciones desde tierra o también desde satélites. Los equipos denominados Espectrofotómetros Dobson son considerados los primeros equipos de medición del ozono y se encuentran distribuidos a nivel mundial. Asimismo, los satélites como el Aura y Suomi proveen información de ozono, para lo cual cuentan con sensores especializados.

Durante el mes de diciembre el comportamiento del ozono atmosférico sobre nuestro país ha oscilado mayormente entre 247.5 UD y 250.0 UD (menor al mes anterior), especialmente en la ciudad de Lima (costa), mientras que, en la región andina central, tales concentraciones oscilaron entre 245.0 UD y 247.5 UD (valores inferiores al mes pasado). En la sierra sur osciló entre 237.5 UD y 240.0 UD (menores al mes de noviembre). Esta disminución en la ciudad de Lima con respecto al mes pasado, se debió mayormente al mayor incremento de la actividad fotoquímica, así como a una mayor circulación de vientos provenientes del norte, el cual guarda

relación con el comportamiento climático, así como también al ligero incremento de la concentración de vapor de agua en la baja estratósfera (100 hPa y 70 hPa). Durante gran parte del mes, las concentraciones de ozono sobre nuestro país, disminuyeron, respondiendo al comportamiento climático del mes.

Uno de los factores que permite la distribución de ozono atmosférico sobre el planeta, es la llamada circulación Brewer-Dobson, que permite trasladar la cantidad de ozono formado en la región tropical hacia latitudes medias y altas del planeta. Esta circulación es conducida por ondas atmosféricas, las cuales, dependiendo de su intensidad, permiten su distribución espacial.

Por otro lado, se continua con la influencia de la erupción del volcán Hunga Tonga Hunga Ha'apai en enero del 2022 (el cual va teniendo mayor notoriedad) en el Océano Pacífico Sur el cual trasladó gran cantidad de vapor de agua hacia la estratósfera por lo que ayudaría en la disminución de las concentraciones de ozono atmosférico en parte de la región tropical, muy aparte del impacto que tiene en las regiones ubicadas en latitudes medias y altas del hemisferio sur.

A lo largo de toda la Cordillera de los Andes de América del Sur, las concentraciones de ozono atmosférico por lo general continúan siendo menores, especialmente para Perú, en la región central y sur del país como producto de la circulación atmosférica, así como de procesos fotoquímicos. De acuerdo a la figura 3, las regiones de color naranja a amarillas representan zonas con mayor concentración de ozono y las de color azuladas, el proceso contrario. Como se mencionó en el párrafo anterior, la circulación Brewer- Dobson, así como la Oscilación Cuasi Bienal (QBO), juegan un papel muy importante en la distribución espacial y temporal de las concentraciones de ozono en el globo.

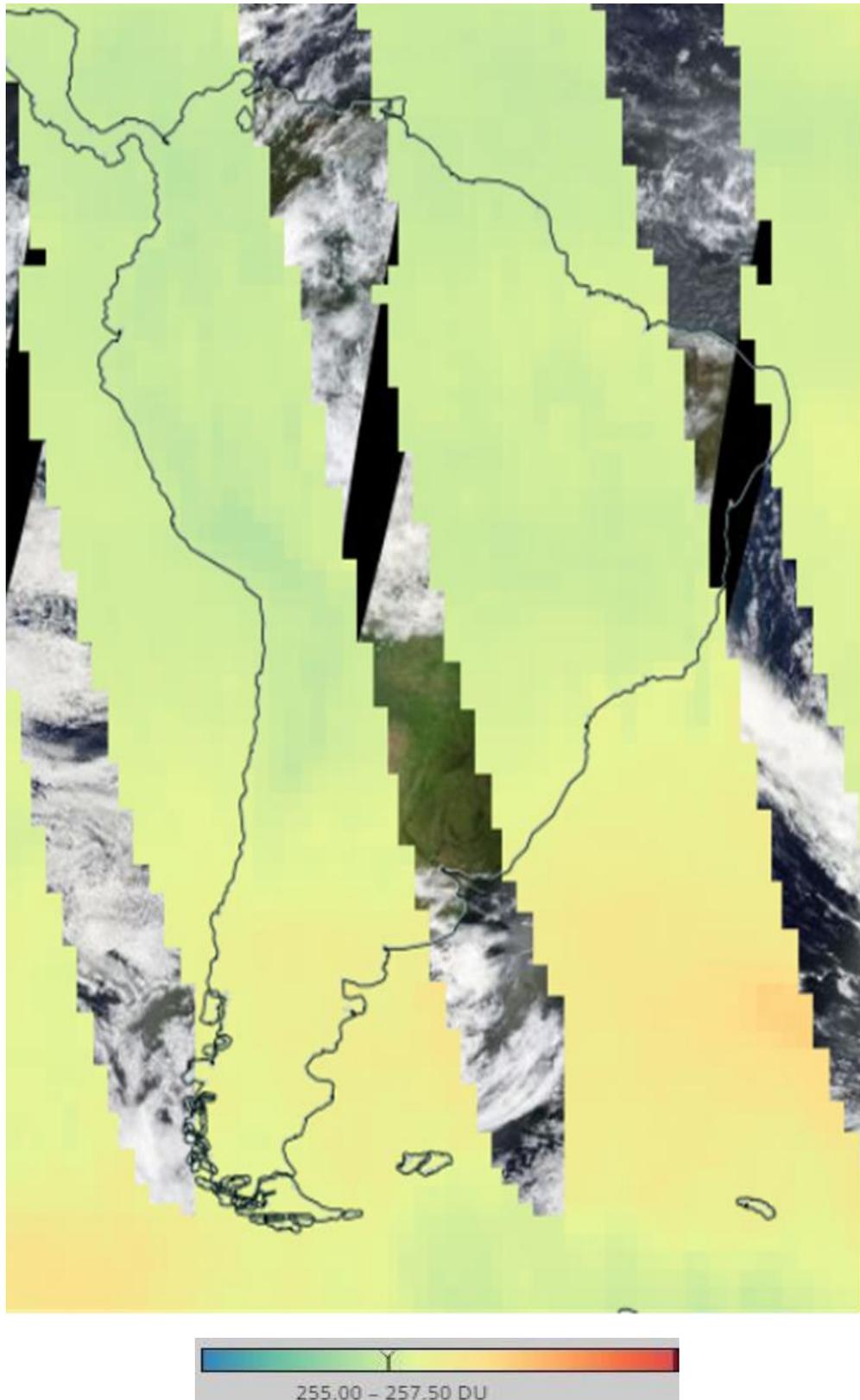
Climáticamente, las concentraciones de ozono en esta época del año, continúan disminuyendo hasta enero del siguiente año, por los motivos expuestos en el párrafo anterior, Este proceso ocurre en toda la región tropical.

En la sierra central y sur, las concentraciones de ozono si bien es cierto han disminuido, esto ha traído como consecuencia un incremento en los niveles de radiación ultravioleta.

En la figura 3 se muestra un día típico del mes de diciembre mostrando concentraciones de ozono atmosférico sobre Sudamérica (día 23 de diciembre). Imagen obtenida del Aura (OMI). Concentraciones bajas en la región andina sur y parte de la central, mientras que latitudes medias, algo superiores (regiones de color amarillo claro), mientras que en latitudes altas las concentraciones se van incrementando debido a la desaparición del

vórtice polar.

Figura 3. Concentración de Ozono Atmosférico Sudamérica (OMI)
Fuente: Satélite AURA



1.4. ÍNDICE ULTRAVIOLETA (IUV)

IUV PROVENIENTE DEL CAMS

En la figura 4, se muestra la distribución de la radiación ultravioleta característico del mes de diciembre en América del Sur, expresados en IUV proporcionados por CAMS para el día 18 de diciembre a las 13:00 horas locales. Para el caso de nuestro país se observaron niveles entre Alto a Extremadamente Alto (IUV de 8 a 17 en promedio), especialmente en la región sur del país, debido aún a la presencia de buenas condiciones de tiempo (cielo nublado a despejado) durante parte del mes, claro está que también se han registrado días cubiertos debido a la ocurrencia de lluvias como producto de la invasión de masas de aire húmedas provenientes del este en la tropósfera media y alta, así como de moderadas a bajas concentraciones de ozono, los cuales permitieron un ligero incremento en el registro de los niveles de radiación ultravioleta.

En la costa norte las condiciones de lluvia fueron en exceso, permitiendo, aun así, registrar un IUV entre 7 y 12 considerados como Alto a Extremadamente Alto. Durante el mes disminuyeron las concentraciones de ozono. La costa central ha seguido registrando condiciones con cobertura nubosa baja, mayormente cubierto, pero con menor persistencia en el tiempo, registrando valores de IUV que oscilaron entre 9 y 13 considerados entre Alto a Extremadamente Alto. En la costa sur, los niveles de radiación ultravioleta oscilaron entre 10 y 15.

En lo concerniente a la región andina, la radiación ultravioleta tuvo también un comportamiento mayormente al ascenso, debido principalmente a factores astronómicos (inicio de la estación de verano) y también a fenómenos meteorológicos que permitieron la presencia de nubes de gran desarrollo vertical (especialmente en la sierra norte) con la ocurrencia de procesos convectivos intensos, así como a flujos de viento provenientes del este en niveles medios y altos de la atmósfera. La disminución de las concentraciones de ozono también permitió este proceso de ascenso.

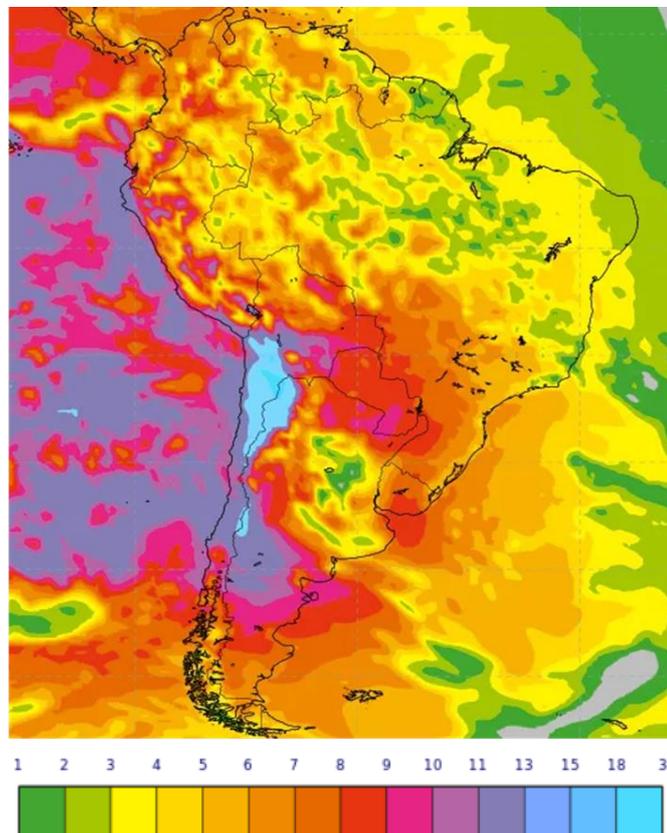
En la sierra central también se registraron precipitaciones, especialmente en los departamentos de Ancash, Pasco, Huánuco, Junín, Lima, Ica, Huancavelica y Ayacucho, también por encima de sus valores climáticos. La concentración de aerosoles tuvo un ligero incremento con valores entre 0.60 a 1.40 de profundidad óptica, debido a la ocurrencia de precipitaciones como producto de condiciones intermedias entre la estación de primavera y verano, especialmente a partir de la segunda quincena del mes, permitiendo, a pesar de ello, un incremento en la intensidad de la radiación ultravioleta. Los niveles de radiación ultravioleta en la región andina central del país estuvieron oscilando entre 9 y 16 de IUV como valores promedios

del mes. En cambio, en la sierra sur, debido a la presencia de mejores condiciones de tiempo, a pesar de haber registrado algunos procesos de precipitación, las concentraciones de aerosoles oscilaron entre 0.50 a 0.80. Los valores de IUUV oscilaron entre 10 y 17 considerados como Muy Alto y Extremadamente Alto.

En gran parte de la selva, especialmente en el norte, se presentaron condiciones húmedas, con superávits de hasta 300% debido al aporte de humedad provenientes del este como consecuencia de la activación de la Alta de Bolivia. Se registraron algunos procesos convectivos, recién a partir de la segunda quincena del mes. En algunas regiones puntuales, como en el departamento de San Martín, se registraron condiciones variables (déficits, superávits y condiciones normales). Todos estos procesos afectaron el comportamiento espacial y temporal de la radiación ultravioleta registrando valores que oscilaron entre 8 y 12 considerados como niveles de riesgo para la salud de las personas como Muy Alto a Extremadamente Alto.

Se debe mencionar que, dada la variabilidad de las condiciones meteorológicas en casi todo el país, debido al inicio de la estación de verano a partir del 21 de diciembre, los niveles de radiación UV han estado afectados a dicho comportamiento, así como al astronómico y a la variabilidad del ozono atmosférico, es por ello que se incrementaron.

Figura 4. Mapa de IUUV en América del Sur (18 diciembre 2024 Hora: 13:00 Local)
Fuente: Servicio de Monitoreo de la Atmósfera de Copernicus (CAMS)



1.5. COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE CONDICIONES ATMOSFÉRICAS EN LIMA METROPOLITANA

IUV PROVENIENTE DE MEDICIONES EN SUPERFICIE

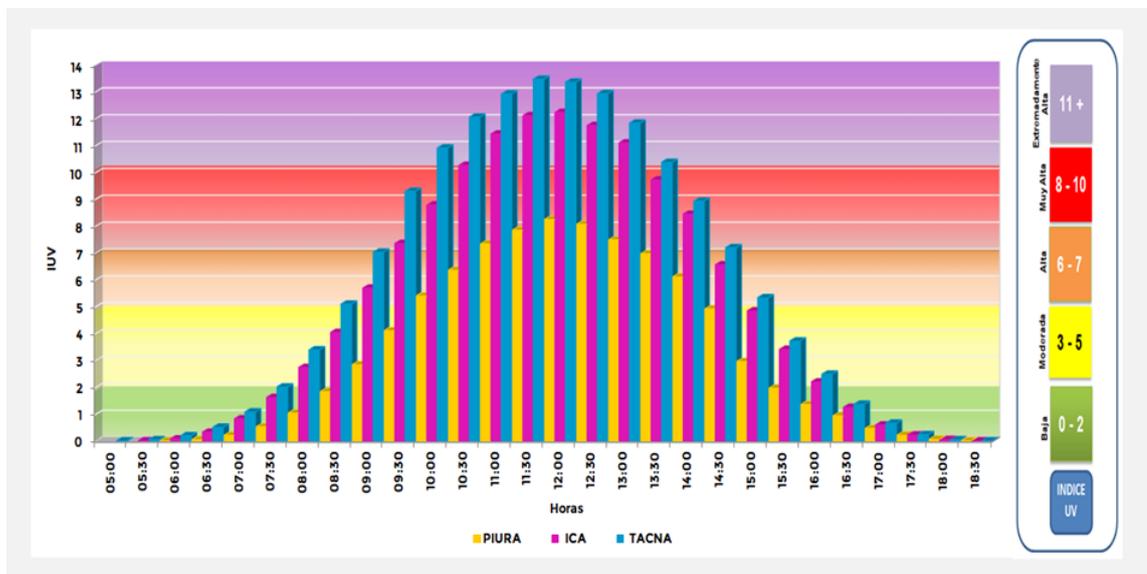
Costa

En la ciudad de Ica el IUV promedio mensual fue de 12 considerado como un nivel de riesgo para la salud de Extremadamente Alto, mientras que los valores máximos oscilaron entre 8 y 14 considerados como Muy Alto y Extremadamente Alto. Figura 5.

En la ciudad de Tacna el IUV promedio mensual fue de 13 considerado como Extremadamente Alto, mientras que los valores máximos de IUV oscilaron entre 11 y 15.

En la región norte de nuestro país como la ciudad de Piura, el IUV promedio del mes, fue de 8 considerado como Muy Alto. Los valores máximos de IUV oscilaron entre 6 y 10 (mucho mayor al mes pasado).

Figura 5. Índice promedio de radiación ultravioleta en el mes de diciembre de 2024 para las ciudades de Piura, Ica y Tacna



En la costa norte, las condiciones meteorológicas continuaron con presencia de cobertura nubosa mayormente media y baja, tipo estratos y alto estratos, en algunos momentos se tuvo el registro de nubosidad alta tipo cirrus hacia el mediodía, especialmente en los departamentos de Lambayeque y La Libertad, mientras que en los departamentos de Piura y Tumbes se registraron condiciones de cielo entre nublado a despejado. Cabe recalcar que durante gran parte del mes predominaron anomalías negativas de la temperatura de agua de mar (TSM), condicionando el régimen térmico en gran parte del litoral norte, con excepción del

departamento de Tumbes donde se han registrado anomalías positivas de la TSM con valores entre 1.0°C a 2.5°C, atribuibles posiblemente a la circulación oceánica. En los departamentos donde se registraron coberturas nubosas bajas y medias ocurrieron precipitaciones por encima de sus valores climáticos afectando la intensidad de la radiación ultravioleta. La ubicación de la Alta de Bolivia sobre el continente, permitió el traslado de masas de aire del este con alto porcentaje de humedad hacia nuestro país.

En los departamentos de Piura y Tumbes no se han registrado precipitaciones debido a masas de aire provenientes del oeste en niveles altos de la tropósfera, los cuales han inhibido la ocurrencia de procesos convectivos generadores de lluvia. Considerando estos factores, así como una disminución en la concentración de ozono atmosférico, la radiación ultravioleta registró valores superiores al mes pasado.

Diciembre es el mes donde continúan registrándose condiciones cálidas, debido al inicio de la estación de verano por lo que la intensidad del régimen térmico ha continuado incrementándose a lo largo del mes. Los sistemas atmosféricos que determinan las condiciones meteorológicas en nuestro país se han ubicado en las posiciones que le corresponden en el hemisferio sur, como por ejemplo la presencia de la Zona de Convergencia Intertropical, la Alta de Bolivia y el Anticiclón del Pacífico Sur.

Por otro lado, fueron característicos la presencia de neblinas en el litoral con la ocurrencia esporádica de precipitaciones tipo lloviznas. La no ocurrencia de advecciones frías permite la mejora de las condiciones de tiempo.

En la costa central, la cobertura nubosa predominante fue la alta tipo cirrus y en menor proporción la baja tipo estratos registrado hacia el mediodía durante el mes de diciembre. Se registraron además tres días con cielo despejado permitiendo un incremento de la radiación ultravioleta. La textura de la nubosidad pasó de moderada a delgada debido a los flujos de vientos relativamente cálidos los que permitieron disminuir el porcentaje de humedad en todo el litoral peruano. Estos procesos permitieron un incremento de la temperatura del aire, en muchos casos por encima de sus valores climáticos. Los días con cielo cubierto con nubosidad baja, permitieron en gran medida la ocurrencia de algunas precipitaciones ligeras debido a procesos de trasvase. Durante dos días del mes de diciembre se registraron precipitaciones tipo lloviznas y garúas en la ciudad de Lima llegando a registrar una humedad relativa cercana al 100%. Hasta la segunda década del mes se registró nubosidad baja, pero en forma intermitente. En la tercera década fue predominante la nubosidad alta. Cabe mencionar que la ciudad de Lima, estuvo cubierta todavía con neblinas, especialmente cercanos al litoral.

Prácticamente, durante todo el mes se registró cielo nublado, permitiendo

un incremento en los niveles de radiación ultravioleta con respecto al mes de noviembre. Las condiciones de temperatura de agua de mar frente a la costa central han presentado por general condiciones variables, entre cálidos durante la primera semana y normales a fríos a partir de la segunda semana hacia adelante, incidiendo en el comportamiento térmico de la temperatura del aire en continente.

En la costa sur las condiciones meteorológicas registradas fueron de cielo nublado y en algunos momentos con cielo cubierto. Los días despejados fueron esporádicos debido a que se tuvo mayor influencia de vientos del este que sobrepasaron la cordillera de los andes permitiendo el ingreso de cobertura nubosa sobre la región costera. Cabe remarcar que las condiciones oceanográficas sobre esta parte de la costa han influenciado en el régimen térmico permitiendo que la temperatura máxima se incremente ligeramente. Asimismo, durante el mes, se registraron días con moderada concentración de aerosoles lo cual interactuó con otros procesos meteorológicos afectando los procesos radiativos de la región. En ese sentido, los niveles de radiación ultravioleta se incrementaron ligeramente y en otros lugares como Tacna permanecieron similares al mes anterior, siendo considerados como riesgo Extremadamente Altos.

Sierra

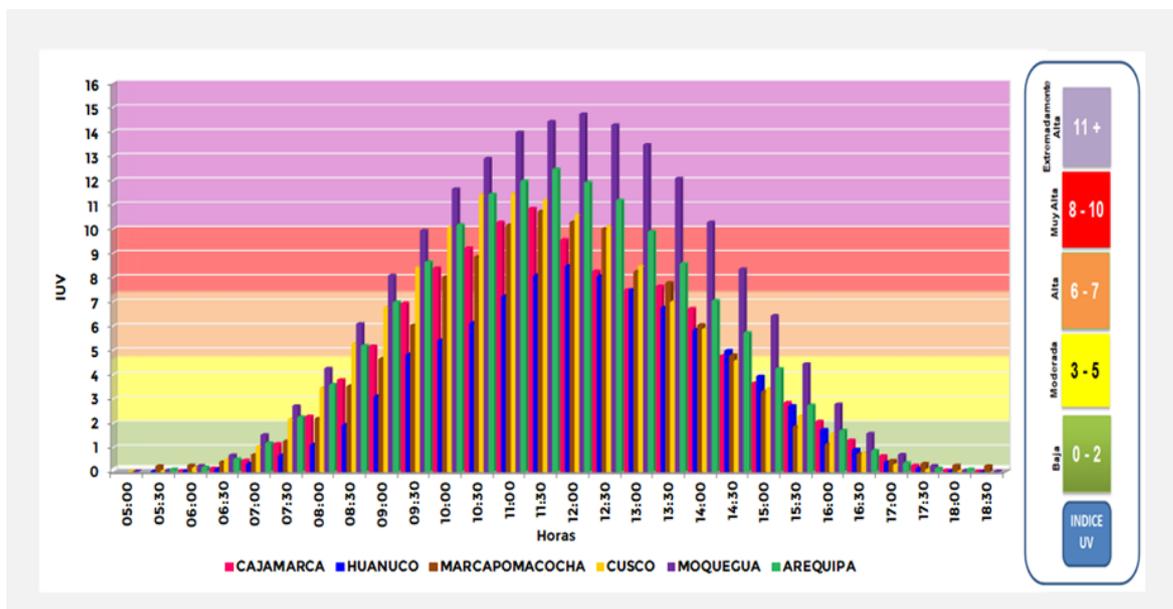
En las ciudades de la sierra el comportamiento temporal y espacial fue el siguiente en el distrito de Marcapomacocha, Provincia de Yauli, departamento de Junín, se registró un IUV promedio mensual de 11 (superior al mes pasado) considerado como Extremadamente Alto, mientras que los valores diarios oscilaron entre 8 y 17 (Muy Alto a Extremadamente Alto). En este mes el IUV máximo fue superior a noviembre, debido a factores astronómicos como el inicio de la estación de verano, así como a la ocurrencia de procesos convectivos, los cuales se registraron en horas de la tarde y noche. Hacia el mediodía las condiciones meteorológicas mejoraron parcialmente permitiendo que los niveles de radiación ultravioleta se incrementen. Las nubes presentes fueron de gran desarrollo vertical amortiguando el paso de la radiación, pero aun así se registraron valores extremos. Cabe señalar que los sistemas generadores de procesos convectivos se han desplazado hacia el hemisferio sur por lo que su incidencia en las condiciones de tiempo en nuestro país es alta. Durante el mes, se registraron precipitaciones tanto en la sierra central y norte en forma casi continua, debido a la presencia de masas de aire húmedas provenientes de la Amazonía, inducidas por el reforzamiento cada vez de la Alta de Bolivia. La cobertura nubosa durante el mes de diciembre en la región andina fue de tipo cúmulos estrato cúmulos y en otros casos cumulo nimbos, mayormente, con menor cantidad de días despejados y con un aumento de la profundidad óptica permitiendo que los niveles de radiación ultravioleta se hayan incrementado en gran parte de la región andina norte

y sur (aunque en algunas regiones disminuyeron, debido a la gran cobertura nubosa), aunados a una disminución en las concentraciones de ozono atmosférico. La tendencia, de aquí para adelante, es a presentar menor frecuencia de días despejados, debido al mayor desarrollo de procesos convectivos debido a masas de aire húmedas provenientes del este, influenciadas por la Alta de Bolivia.

En la ciudad de Arequipa el IUV promedio mensual fue de 12 considerado como Extremadamente Alto (similar al mes pasado), mientras que el valor máximo fue de 14. Los IUV oscilaron entre 10 y 14 durante el mes (similares al mes de noviembre). El comportamiento radiativo fue mayor al mes de noviembre, pero por condiciones de mal tiempo, los IUV fueron similares al mes pasado.

En la ciudad de Huánuco el IUV promedio fue de 8 (inferior a noviembre) considerado como Muy Alto, mientras que los valores diarios oscilaron entre 10 y 16. En la ciudad de Cajamarca el IUV promedio fue 11 (inferior al mes pasado) considerado como Extremadamente Alto, mientras que los valores diarios oscilaron entre 7 y 17.

Figura 6. Índice promedio de radiación ultravioleta en el mes de diciembre de 2024 para algunas regiones de la sierra.



Selva

El comportamiento de la radiación ultravioleta en estas regiones continúa supeditado a la influencia de los sistemas atmosféricos característicos en esta parte del continente como la invasión de masas de aire del este en la alta tropósfera, como producto de la dinámica del sistema denominado Alta de Bolivia, permitiendo en este mes de diciembre, el incremento en la ocurrencia de precipitaciones en gran parte de la selva peruana. Suma también a estos procesos atmosféricos la profundización del Sistema de

Convergencia Intertropical generadores de lluvia no solo en la región de la selva sino también en la región andina.

El registro de vientos provenientes del este, en esta temporada, es otro factor que permite la mayor frecuencia de precipitaciones sobre esta región. Específicamente, lo que ha ocurrido en el mes de diciembre es el traslado de humedad en la tropósfera media y alta, generando la ocurrencia de lluvias principalmente en la selva norte y central del país, registrando superávits de hasta 400%.

En la selva sur las condiciones pluviométricas estuvieron por encima de sus valores climáticos, pero con menor frecuencia en el desarrollo de los procesos convectivos, registrando superávits de precipitación, afectando los niveles de radiación ultravioleta. En el caso específico del departamento de San Martín, se registraron condiciones variables en cuanto a lluvias; por ejemplo se registraron déficits, superávits y condiciones normales durante el mes de diciembre (los tres casos pero en diferentes lugares).

La tendencia es que las precipitaciones se incrementen ya, con el mayor flujo de vientos del este portadores de humedad. Se espera que la Alta de Bolivia empiece a tener efectos sobre el tiempo atmosférico. A pesar de ello los niveles de radiación ultravioleta han continuado incrementándose a lo largo del mes, especialmente los valores máximos llegando a niveles de riesgo para la salud de las personas considerados como Extremadamente Alto o sea por encima de 10.

Cabe mencionar, que las mayores precipitaciones se registran en estas regiones dadas las condiciones meteorológicas propias de la temporada, así como la presencia de gran cantidad de vapor de agua producto de la evapotranspiración de los bosques.

Por otro lado, el poder de reflectancia es bajo dada la gran cobertura vegetal existente lo cual permite absorber gran parte de la radiación en onda corta.

En ese sentido se debe mencionar que la variable meteorológica que influye grandemente en los niveles de radiación ultravioleta es la cobertura nubosa, el cual ha empezado a incrementarse en forma paulatina, en la sierra norte y central, así como en la selva del país debido a lo anteriormente explicado, permitiendo que los niveles de radiación ultravioleta se incrementen y en otras a mantenerse algo parecidas al mes pasado.

La dinámica de la atmósfera en niveles altos y medios producidos por la interacción océano-atmósfera siempre ha tenido impacto en nuestro país. Se han registrado condiciones variables en cuanto a anomalías de la temperatura de agua de mar, en la zona norte del país, especialmente en el

departamento de Tumbes donde durante gran parte del mes se han registrado anomalías positivas (invasión de aguas cálidas), mientras que en los departamentos de Piura, Lambayeque y La libertad condiciones frías (anomalías de TSM negativas), mientras que en el resto del litoral condiciones frías a partir de la segunda semana de diciembre, los cuales condicionaron el régimen térmico de dichos lugares permitiendo registrar, por lo general, anomalías positivas de temperatura del aire. En algunas regiones se han registrado condiciones normales, así como la ocurrencia de algunas precipitaciones tipo lloviznas, afectando los niveles de radiación ultravioleta.

1.6. COMPORTAMIENTO ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA RADIACIÓN UV EN DISTRITOS DE LIMA

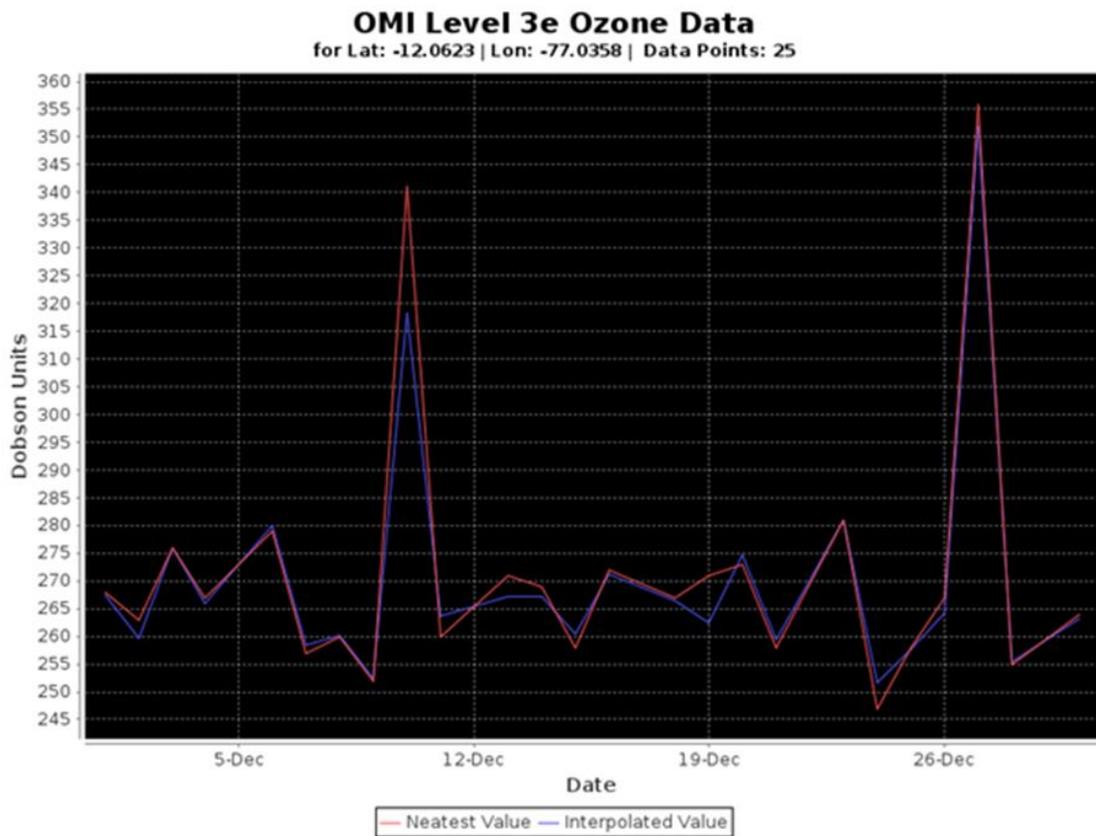
Ozono Atmosférico

En la figura 7 se puede apreciar el comportamiento temporal del ozono atmosférico sobre Lima Centro (OMI) durante el mes de diciembre. Las concentraciones oscilaron mayormente entre 252.5 UD a 280.0 UD (mayormente), con un promedio mensual de 263.1 UD, lo cual guarda cierta relación con el mapa de ozono obtenido a través de la plataforma OMI donde las concentraciones de Lima estuvieron oscilando entre 247.5 UD a 250.0 UD. Lo que se debe remarcar es que, en ambas plataformas, la concentración de ozono disminuyó. Durante el mes de diciembre normalmente se registran concentraciones de ozono menores al mes de noviembre, ahora la tendencia ha seguido guardando cierta relación debido a una mayor humedad en la estratósfera baja, así como a la presencia de vientos del este, lo cual ya empieza a ser usual en esta temporada del año incluso con mayor persistencia. Por otro lado, las reacciones fotoquímicas se han ido incrementando debido al inicio de la estación de verano, lo cual permite la intensificación paulatina de la radiación ultravioleta en el hemisferio austral.

Cabe mencionar que existen factores que intervienen en el comportamiento de la radiación ultravioleta, uno de ellos es el ozono atmosférico, debido a su gran poder absorbente especialmente en longitudes de onda menores a 330 nm (nanómetros).

Para que en un lugar exista mayor o menor concentración de ozono interviene también la circulación atmosférica tanto a nivel de alta tropósfera como de baja estratósfera. En algunas ocasiones se pueden registrar intrusiones de ozono a la tropósfera por estos procesos lo cual permitiría su incremento afectando los niveles de radiación ultravioleta.

Figura 7. Ozono atmosférico sobre Lima Centro. Diciembre 2024
Fuente: Satélite AURA



Nubosidad

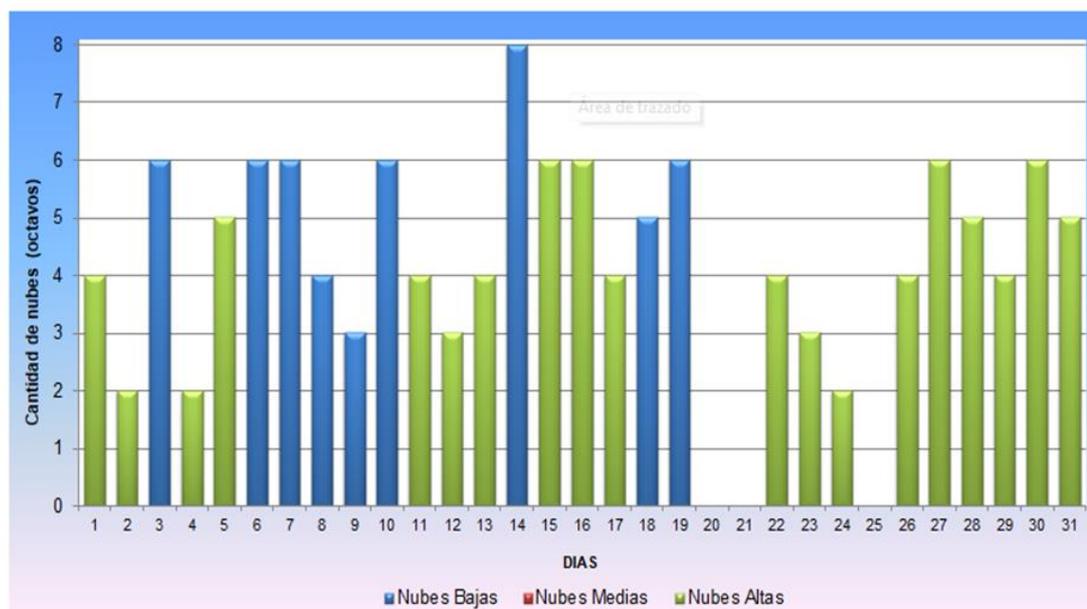
Conocer la variabilidad de la radiación ultravioleta en el tiempo es importante y para ello se necesita saber el comportamiento de la cobertura nubosa para determinar con exactitud su valor. Es por ello que en la figura 8 se muestra lo mencionado para el mes de diciembre en Lima Centro, donde aún se ha registrado cobertura nubosa baja, hacia el mediodía (debido a condiciones propias del cambio de estación a verano). Durante seis días (06) del mes se registraron cielo despejado con brillo solar, mientras que durante gran parte del mes se registraron nubes entre bajas y altas tipo estratos y cirrostratos. Durante un día del mes se registró cielo cubierto, mientras que entre los días 15 y 16 de diciembre ocurrieron precipitaciones tipo lloviznas y garúas. La nubosidad, predominante de la estación meteorológica Campo de Marte, fue del tipo cirrostratos de textura delgada. Asimismo, se registraron veinticuatro (24) días con cielo nublado y un (01) día con cielo cubierto. Durante el mes de diciembre se registraron nueve (09) días con nubosidad baja tipo estratos, mientras que diecinueve (19) días con nubosidad alta tipo cirrostratos. Estas condiciones de tiempo asociados a la aparición cada vez más intensa de procesos de subsidencia del aire, favorecieron al registro de valores superiores y en otros, similares al mes de noviembre, de la radiación ultravioleta, tanto a

nivel promedio mensual como máximo.

Cabe mencionar, que en un mismo día se pueden registrar los tres tipos de nubosidades, dependiendo obviamente de las condiciones meteorológicas del lugar. En este mes, no se registraron días con estos 3 tipos de nubosidad al mismo tiempo.

La radiación ultravioleta está bastante relacionada con la cantidad, tipo y textura de la nubosidad. En cielo despejado la radiación ultravioleta se incrementa, mientras que, en cielo cubierto con nubosidad baja, disminuye (amortigua el paso de la radiación UV). En el presente mes, dada las condiciones meteorológicas y ambientales presentadas en todos los distritos, los promedios mensuales de IUV mayormente registraron valores superiores (Lima norte y oeste) a nivel promedio mensual, mientras que en Lima sur, fueron menores al mes pasado. En Lima este, fueron similares.

Figura 8. Nubosidad sobre Lima Centro



RADIACIÓN UV EN DISTRITOS DE LIMA

A continuación, se analizará el comportamiento de la radiación UV en algunos distritos de la ciudad de Lima: Figura 9.

Lima Norte: El promedio del IUV del mes fue de 8 (superior al mes anterior) considerado como Muy Alto (barras de color amarillo) y se dio a las 12:30 horas debido a condiciones de humedad relativamente moderadas (entre 49% a 66%). Los IUV máximos oscilaron entre 5 y 12 considerados como niveles de riesgo para la salud entre Moderado y Extremadamente Alto.

En las primeras horas del día la humedad relativa osciló entre 80% a 99%,

considerados muy altos. La concentración de humedad con respecto al mes pasado ha registrado nuevamente, un ligero descenso lo cual está relacionado por el inicio de la estación de verano a partir de la tercera del mes, claro está con esporádicos días con precipitaciones tipo lloviznas, debido a los fenómenos de trasvase (masas de aire bastante húmedas provenientes de la región andina. Se registraron días mayormente nublados a despejados. La cantidad de días con brillo solar tuvo un ligero incremento. La tendencia es que los valores del IUV continúen incrementándose en el mes de enero.

Durante el 100% de días del mes los niveles de radiación ultravioleta estuvieron por encima de 6 considerados como niveles de riesgo Alto a Extremadamente Alto.

Lima Este: El promedio del IUV del mes fue 7 (similar al mes de noviembre) considerado como Alto (barras de color morado) y se dio a las 12:00 horas debido a condiciones de humedad relativamente moderadas (entre 50% a 75%). Los IUV máximos oscilaron entre 4 y 9 considerados entre Moderado y Muy Alto.

En las primeras horas del día la humedad relativa osciló entre 85% y 99% considerados todavía como muy altos. La tendencia es más bien a disminuir, dado a condiciones propias del cambio de estación astronómica.

Durante el 90% de días del mes, los niveles de radiación UV estuvieron por encima de 5 considerados como niveles de riesgo Alto a Muy Alto.

Lima Oeste: El promedio del IUV del mes fue de 6 (superior al mes pasado) considerado como Alto (barras de color marrón) y se dio a las 12:30 horas debido a condiciones de humedad relativamente moderadas (entre 56% a 75%). Los IUV máximos oscilaron entre 4 y 7 considerados entre Moderado y Alto.

En las primeras horas del día la humedad relativa osciló entre 87% y 100% considerados altos. La tendencia es más bien a disminuir dado el incremento de la temperatura del aire

Durante el 87% de días del mes, los niveles de radiación UV estuvieron por encima de 5 considerados como niveles de riesgo Alto a Muy Alto, mientras que el otro 13% estuvieron por debajo, considerados como niveles de riesgo Moderado.

Se debe tener en cuenta que diciembre es un mes donde las temperaturas continúan incrementándose en forma paulatina debido al inicio de la estación de verano. Aun así se han registrado dos días con precipitaciones tipo lloviznas y garúas como producto de la alta humedad durante ese

periodo (trasvase), con presencia de nubosidad baja tipo estratos con una textura gruesa. Estos procesos cada vez serán menores a causa de la influencia del Anticiclón del Pacífico Sur y de los flujos de viento provenientes del norte.

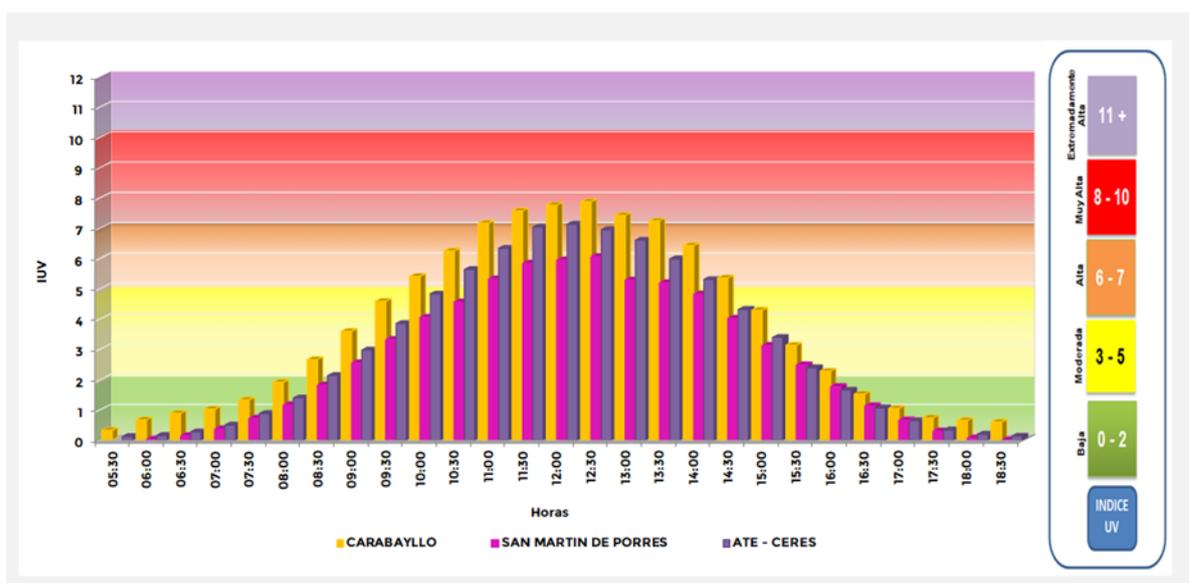
La temperatura de agua de mar frente a nuestras costas ha presentado condiciones variables, pero con una tendencia a registrar valores entre normales a fríos, especialmente frente a Lima, permitiendo interactuar con las condiciones meteorológicas del lugar.

Todos los factores mencionados en párrafos anteriores, incidieron en las condiciones meteorológicas del país permitiendo, por lo general, un incremento en las intensidades de la radiación ultravioleta, con excepción de algunas regiones andinas donde los valores de radiación se mantuvieron similares al mes pasado, debido a factores locales y en otras menores.

Los microclimas de algunos distritos intervienen en las condiciones de tiempo con respecto a otras, por ello es importante una vigilancia de las condiciones meteorológicas de dichos lugares.

En el mes siguiente la humedad relativa continuará disminuyendo, así como la profundidad óptica de los aerosoles debido al incremento de la temperatura del aire como producto del establecimiento de la estación de verano. Los procesos de formación de neblinas y nieblas continuarán registrándose, pero a medida que pase el día se disipará, debido al mayor calentamiento de la atmósfera (proceso intenso de subsidencia).

Figura 9. Índice promedio de radiación ultravioleta en el mes de diciembre de 2024 para distritos de la ciudad de Lima



1.7. TENDENCIA DE LOS ÍNDICES IUV PARA EL MES DE ENERO 2025

A Nivel Nacional

Se debe tener presente que climáticamente el mes de enero es un periodo donde se establecen mayormente condiciones meteorológicas características propias de la estación astronómica de verano como son el establecimiento de la Alta de Bolivia, la zona de convergencia del Atlántico sur y la Zona de Convergencia Intertropical. Asimismo, se observa un incremento de las temperaturas a nivel nacional, así como el establecimiento de una continuidad en el régimen de lluvias especialmente en la región andina de nuestro país. Por otro lado, el Anticiclón del Pacífico Sur muestra un incremento en presión producto de la subsidencia del aire en esa región permitiendo condiciones de buen tiempo en toda la costa con días bastante soleados.

Es importante saber que la Alta de Bolivia, sistema de presión en altura permite el ingreso de masas de aire húmedas desde la cuenca amazónica hacia nuestro país. Asimismo, el desplazamiento del sistema denominado Zona de Convergencia Intertropical hacia el sur del continente sudamericano incentiva la actividad convectiva ocasionando lluvias.

En ese sentido, las proyecciones que determinan esas características aunadas aún a los efectos de la interacción océano-atmósfera, son las siguientes:

Para el caso de la costa central, los índices IUV promedios mensuales continuarán registrando condiciones con tendencia al incremento dado el establecimiento de la estación de verano, así como al registro de mejores condiciones de tiempo. Las perspectivas meteorológicas permiten considerar todavía, condiciones de cielo cubierto en horas de la mañana y noche debido a masas de aire provenientes de la región amazónica, mientras que hacia mediodía continuarán siendo variables, pero con una tendencia a registrar mayores días con buen tiempo y brillo solar. La presencia de neblinas aún se seguirá registrando durante el mes de enero, debido a la influencia del Anticiclón del Pacífico Sur (acercamiento al continente). Aún persistirá nubosidad baja tipo estratos en las primeras horas de la mañana y tarde generando la ocurrencia de precipitaciones esporádicas tipo lloviznas o garúas en algunos días del mes, pero hacia mediodía nubosidad media y en ocasiones la formación de cirrus. La cantidad de aerosoles, así como la profundidad óptica de la atmósfera empezará a disminuir en forma paulatina permitiendo una mejor transparencia atmosférica y en algunos momentos se registrarán todavía concentraciones altas, debido a procesos de trasvase, así como a condiciones variables de la interacción océano-atmósfera. Por otro lado, los procesos de subsidencia se irán incrementando en forma paulatina con el

transcurrir de los días y meses permitiendo la intensificación de los vientos, así como el traslado de la cobertura nubosa. De acuerdo a estos considerandos, la concentración de vapor de agua en la atmósfera en este mes continuará disminuyendo. Las concentraciones de ozono atmosférico continuarán con una tendencia al descenso, el cual tendrá su incidencia en los niveles de radiación ultravioleta que permitirá una mayor actividad de los procesos fotoquímicos a nivel de atmósfera baja y media, ayudado por la disminución paulatina de la cobertura nubosa baja, así como por condiciones propias de la estación de verano.

La temperatura del aire, debido a las consideraciones mencionadas anteriormente, continuarán su tendencia al ascenso con el transcurrir de los días, llegando a registrar valores mayormente, cercanos a sus valores climáticos. Cabe mencionar que también habrá regiones, en donde las temperaturas se encontrarán por encima de sus valores normales, permitiendo que se presenten días con muy buenas condiciones de tiempo, el cual tendrá su impacto en el incremento de la radiación ultravioleta tanto a nivel espacial como temporal.

En el mes de enero los IUV en la costa central registrarán valores entre 8 y 14 como promedios mensuales. Los valores máximos de IUV oscilarán entre 9 y 15 considerados como niveles de riesgo para la salud de las personas entre Muy Alto a Extremadamente Alto. Cabe mencionar que estos valores se registrarán mayormente en horas cercanas al mediodía local, o sea entre las 11 am y 1:30 pm. Se registrarán, por lo general, condiciones térmicas relativamente superiores al mes pasado debido al establecimiento de la estación de verano.

La costa sur continuará presentando mejores condiciones de tiempo, tal como se mencionó en párrafos anteriores, debido al acercamiento e incremento en intensidad del Anticiclón del Pacífico Sur el cual permitirá registrar mayormente días entre nublado a soleado. Se registrará un incremento en cuanto al régimen térmico, pero siempre cercano a sus valores normales. Algunas zonas registrarán temperaturas por encima de sus normales, pero serán puntuales. Las condiciones de tiempo hacia el mediodía serán buenas, con nubosidad mayormente media y alta. Asimismo, se espera un incremento de los niveles de radiación ultravioleta debido a los considerandos explicados líneas arriba. Frente a la línea costera se registrarán pequeños núcleos (en el mar) con anomalías mayormente negativas los cuales tendrán un impacto en el régimen térmico de la región. En los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna, la frecuencia de días con brillo solar continuará registrando un aumento, con intensidades de radiación ultravioleta que poco a poco irán incrementando hasta llegar a niveles de riesgo Extremadamente Alto. Las condiciones en la costa sur serán entre normales a ligeramente cálidos. Esporádicamente se registrarán procesos de trasvase originando cobertura nubosa baja con ocurrencia de

precipitaciones tipo lloviznas

En el caso de la costa norte, el comportamiento será el siguiente: durante el mes se registrarán condiciones cálidas con cielo nublado y despejado debido al incremento de la temperatura, propio de la estación de verano. Durante la primera semana se registrarán condiciones frías en cuanto a temperatura de mar, para que a partir de la segunda semana se incrementen afectando las condiciones térmicas en el departamento de Tumbes. Se registrarán condiciones entre mayormente cálidas debido a la influencia de masas de agua de mar con temperaturas por encima de sus valores normales. Serán prevaletentes los vientos provenientes del norte los que, adicionalmente, traerán como consecuencia el incremento de las temperaturas. El establecimiento de la estación de verano permitirá que los sistemas sinópticos se posicionen en sus lugares característicos con ciertas variaciones a lo largo del tiempo, los cuales incidirán en el tiempo atmosférico de cada región. Dichos sistemas permitirán configurar los procesos atmosféricos para el mayor establecimiento del periodo de lluvias en esta parte del continente. Ante esta situación y debido a la disminución de la concentración del ozono atmosférico, sobre nuestras latitudes en este mes, los niveles de radiación ultravioleta continuarán presentando una tendencia al incremento, con niveles de riesgo para la salud entre Muy Alto a Extremadamente Alto.

Debido a lo mencionado, los valores promedios mensuales del índice UV en toda la costa sur y norte, estarán oscilando entre 9 y 14 respectivamente, ligeramente superiores al mes pasado, considerados como niveles de riesgo entre Muy Alto a Extremadamente Alto. La intensidad de la radiación solar continuará registrando una tendencia al aumento alcanzando sus mayores picos hacia el mediodía, debido a factores mencionados anteriormente. Como enero es considerado como uno de los meses más calurosos del año, donde se registra siempre una mejora en las condiciones de tiempo, en toda la costa peruana, se concluye que la intensidad de la radiación ultravioleta se incrementará no solo en la costa sino también en todo el país, con excepción de algunas regiones donde todavía se mantendrán parecidas al mes de diciembre.

En el caso de ciudades de la sierra los índices UV, presentarán una tendencia similar a los de la costa o sea se continuará con un comportamiento al ascenso, mucho más en la sierra norte y sur, debido a condiciones de tiempo variable. Con el transcurrir de los días se registrarán días con cielo nublado y algunos días con cielo cubierto, con ocurrencias de precipitaciones, propios de la estación, como producto de la invasión de vientos provenientes del este, cargados de humedad por influencia de la Alta de Bolivia. La región central continuará registrando días con cielo mayormente nublado a cubierto con ocurrencia de precipitaciones, pero no tan continuas. La cantidad de días con cielo despejado será cada vez menor

debido a lo mencionado anteriormente, pero igualmente, permitirá un incremento de procesos radiativos a nivel de tropósfera. Dado el establecimiento de la estación de verano, serán característicos, la presencia de vientos del este en niveles altos de la tropósfera (200 hPa) el cual permitirá el desarrollo de procesos de precipitación especialmente en la región norte y sur del país (comportamiento climático), pero eso no quita de que en algún momento ocurran vientos del oeste que puedan inhibir la ocurrencia de lluvias. Los niveles de radiación ultravioleta continuarán registrando un incremento debido básicamente a la estacionalidad, así como a procesos atmosféricos regionales y locales.

En la sierra norte, las condiciones atmosféricas permitirán registrar condiciones cálidas, a pesar de la continua variabilidad de procesos de enfriamiento y calentamiento del agua de mar. Se presentarán días con cielo mayormente nublado a cubierto debido a la presencia de cobertura nubosa propio de la temporada. Debido a los flujos de viento del este en la alta tropósfera, se registrarán un mayor contenido de humedad proveniente de la Amazonía. Estos procesos tendrán influencia en la variabilidad del tiempo atmosférico en la región. El régimen térmico continuará registrando anomalías positivas en los departamentos de Cajamarca, sierra de Lambayeque, La Libertad y Piura debido a la presencia de condiciones de tiempo nublado y cubierto. Los procesos de precipitación serán incluso mayores a sus valores históricos en gran parte de la sierra norte debido a los procesos de convergencia originados por masas de aire provenientes de la región Amazónica. Cabe mencionar que en el mes de enero las concentraciones de ozono llegan a su primer mínimo del año en nuestro país, a esto se suma el incremento de la actividad fotoquímica de la atmósfera por cuestiones netamente astronómicas (mayor intensidad de la radiación solar), así como a procesos de circulación atmosférica en la alta tropósfera y baja estratósfera.

En ese sentido, dada las condiciones mencionadas líneas arriba la tendencia de los niveles de radiación ultravioleta continuará incrementándose. Se registrarán quizás algunos días en donde probablemente los valores se mantengan parecidos al mes anterior, pero eso será debido a factores de cobertura nubosa o quizás también a factores locales. Se debe tener en cuenta que el mes de enero es una etapa en donde se llega a establecer el verano, en el cual los sistemas atmosféricos propios de la temporada, empiezan a generar los diferentes procesos convectivos. Por otro lado, las concentraciones de aerosoles empezarán a registrar un incremento en cuanto a la profundidad óptica debido al ingreso de masas de aire con mayor contenido de humedad. Probablemente se incremente también en la costa norte debido a la intensidad de los flujos del este los cuales permitirán el traspaso de los aerosoles (posibles trasvases).

Para el caso específico de la sierra central, las condiciones atmosféricas

serán menos dinámicas, con la ocurrencia de precipitaciones, pero no tan continuas, debido a la invasión de masas de aire con humedad provenientes del este, así como a condiciones locales o regionales, durante parte del mes, debido a la influencia de la Alta de Bolivia, el cual permitirá la formación de procesos convectivos. Los días despejados serán esporádicos debido a estos procesos. Los niveles de radiación ultravioleta continuarán incrementándose dado el establecimiento de la estación de verano con niveles de riesgo para la salud entre Muy Alto a Extremadamente Alto. Cabe mencionar que en este mes las concentraciones de ozono continúan disminuyendo por efecto de la mayor actividad fotoquímica. La formación de núcleos convectivos irá en aumento para dar paso a precipitaciones por encima de sus patrones climáticos, en algunas zonas de la sierra central. También se registrarán zonas en donde las precipitaciones serán deficitarias.

En la sierra sur, las condiciones meteorológicas permitirán que el régimen de lluvias se incremente debido a procesos convergentes en la tropósfera alta, debido a los flujos zonales negativos, los cuales estarán incluso por encima de sus valores normales. Las temperaturas también sufrirán un incremento debido a factores mayormente astronómicos. Se registrarán anomalías positivas de la temperatura máxima, así como el registro de una alta concentración de aerosoles como producto de la invasión continua de masas de aire con contenido de humedad. La cantidad de días despejados será menor por efecto del mayor establecimiento del periodo de lluvias. Cabe recalcar que en esta región se sentirá más la disminución de las concentraciones de ozono, permitiendo que se registren niveles de radiación ultravioleta considerados como Extremadamente Alto.

De acuerdo a estas tendencias, en toda la región andina, los índices UV oscilarán entre 12 y 16 como promedios mensuales, considerados como un nivel de riesgo Extremadamente Alto para la salud de las personas. Los valores máximos de IUUV serán de 18 aproximadamente.

En la región de la selva las condiciones meteorológicas y ambientales continuarán obedeciendo a sistemas sinópticos como la Alta de Bolivia y otros sistemas de circulación atmosférica. Serán característicos días muy soleados con precipitaciones incluso por encima de sus valores climáticos, en gran parte de la selva norte. En la selva sur las condiciones serán parecidas a su normal con una tendencia a registrar anomalías positivas. Se registrarán masas de aire provenientes del este por efecto de la intensificación de la Alta de Bolivia aportando humedad a toda la región norte y sur, permitiendo la ocurrencia de precipitaciones debido al establecimiento de la estación de verano sobre nuestro país. Por otro lado, el sistema denominado Zona de Convergencia Intertropical tendrá mayor actividad permitiendo la ocurrencia de precipitaciones en parte de América del Sur. Ante este panorama, los niveles de radiación ultravioleta en toda la

selva, estarán oscilando entre 8 y 12 considerados como niveles de riesgo para la salud de las personas Muy Alto a Extremadamente Alto.

A nivel de Lima Metropolitana central

Para el caso de los distritos de la ciudad de Lima se registrarán IUV entre 7 y 11 como valores promedios del mes, considerados como niveles de riesgo entre Alto y Extremadamente Alto para la salud de las personas. Los valores máximos de radiación ultravioleta se registrarán en los distritos del norte, este, con valores de IUV entre 9 y 13, mientras que niveles un poco menores en los distritos del sur y oeste con IUV entre 8 y 11, debido a la influencia todavía de las condiciones oceanográficas (entre normal y frío), aunados a la influencia de la presencia de neblinas, especialmente en nuestro litoral, así como a mejores condiciones de tiempo a partir de la segunda quincena del mes. A ello se suma la influencia de las concentraciones de ozono sobre Lima, los cuales continuarán siendo menores al mes pasado. Se debe mencionar que la ciudad de Lima tiene una variedad de microclimas lo que hace que las distintas localidades presenten condiciones meteorológicas, mayormente, diferentes, permitiendo que la radiación ultravioleta también varíe.

II. CONCLUSIONES

1. De la vigilancia realizada en el mes de diciembre, se concluye que la intensidad de la radiación ultravioleta en la región andina por lo general, se ha incrementado. Solo los departamentos de Cusco y Arequipa mantuvieron valores similares al mes pasado, mientras que en Cajamarca y Huánuco disminuyeron, debido principalmente a cobertura nubosa de gran desarrollo vertical. Se le suma a ello, en el caso donde disminuyeron los IUV, la alta profundidad óptica de la atmósfera en el norte y centro.
2. Las concentraciones de ozono sobre nuestro país incidieron en los niveles de radiación ultravioleta tanto en la costa como en la sierra y selva. Sobre la costa central el ozono osciló entre 227.5 UD y 250.0 UD registrando valores de IUV entre Alto a Extremadamente Alto, mientras que en la región andina sur las concentraciones de ozono oscilaron entre 237.5 UD y 240.0 UD con valores de IUV considerado como Muy Alto a Extremadamente Alto. Finalmente, en la selva el ozono osciló entre 250.0 UD y 252.5 UD con valores de IUV entre Muy Alto y Extremadamente Alto.
3. En la sierra norte y sur se registraron precipitaciones incluso por encima de sus valores climáticos, debido a los flujos de masas de aire, provenientes del este cargados de humedad, en niveles altos de la tropósfera, como consecuencia de la mayor actividad del sistema sinóptico denominado Alta de Bolivia. La profundidad óptica empezó a incrementarse paulatinamente debido a la mayor cantidad de vapor de agua en la atmósfera permitiendo que la radiación ultravioleta oscile entre Muy Alto a Extremadamente Alto.
4. En la costa central, los índices UV, por lo general, han continuado registrando una tendencia hacia el ascenso a pesar de haber registrado días con cielo nublado y a veces cubierto, especialmente en el departamento de Lima, mientras que en Ica fueron menores al mes pasado, debido a condiciones de cielo nublado con cobertura nubosa tipo alto cúmulos. Esta disminución tuvo como causal a la menor subsidencia en niveles medios y altos de la tropósfera, permitiendo cierta humedad de la atmósfera en esta región.
5. En la costa norte se han seguido registrando días con condiciones de cielo mayormente nublado a despejado con nubosidad media (altocúmulos) y alta (cirrus y cirrostratos), permitiendo un incremento en los niveles de radiación ultravioleta, especialmente en el departamento de Tumbes y Piura. Las condiciones térmicas se acercaron a sus valores normales.
6. La costa sur por lo general ha continuado presentando condiciones de

buen tiempo hacia el mediodía, a pesar de la presencia de condiciones frías en lo concerniente a la temperatura de agua de mar, a partir de la segunda semana del mes, los cuales se han presentado durante gran parte del mes incidiendo también en los niveles de radiación UV (incremento).

7. En los distritos de la ciudad de Lima, la radiación ultravioleta tuvo un comportamiento generalmente al ascenso como producto de condiciones de tiempo que, en transcurso del mes, mejoraron a pesar de registrar todavía cobertura nubosa baja y con algunos días con precipitación tipo lloviznas. Cabe resaltar que Lima como ciudad, tiene una serie de microclimas los cuales determinan su comportamiento temporal y espacial. A esto se suma la influencia de las condiciones océano-atmosféricas el cual ha presentado mayormente condiciones variables (entre cálidas y frías) con presencia aún de neblinas cercanos al litoral, los cuales han incidido en el tiempo atmosférico de la ciudad. El pronóstico de la radiación ultravioleta para el mes de enero, es a incrementarse.

III. RECOMENDACIONES

Por lo anteriormente mostrado, se recomienda a la población (especialmente de las regiones altoandinas) considerar las siguientes medidas para reducir la probabilidad de sufrir quemaduras, daños oculares y enfermedades ocasionadas por exposición permanente:

1. Es importante el uso de protectores solares en las horas de máxima insolación; Se debe de cubrir todo el cuerpo incluso las orejas, dorso de las manos y empeine.
2. Es recomendable el uso de sombreros, gorros y lentes de sol cuyos cristales absorban la radiación UV.
3. Minimizar la exposición al sol en hora de máxima radiación (de 09:00 a 16:00 hora local).
4. Se debe proteger a los niños evitando su exposición excesiva al sol.
5. Los bebés menores de seis meses NO deben usar protectores solares... por el simple motivo que NO DEBEN exponerse al sol.
6. No confiar en que la sombra es garantía de protección. La arena, el agua, la nieve y el cemento reflejan la radiación UV.
7. Los protectores se degradan con el tiempo y pierden eficacia, por eso no se deben utilizar aquellos que sean de temporadas anteriores.

8. Los filtros deben tener protección contra la radiación ultravioleta A y B, la primera produce el enrojecimiento de la piel, la segunda el bronceado que está asociado con el envejecimiento y el cáncer.
9. Se deben utilizar anteojos oscuros ya que los ojos también sufren ante la exposición prolongada al sol.
10. Los fotoprotectores no reemplazan a los hábitos sanos frente al sol, son un complemento.
11. Es recomendable que los policías de tránsito, profesores de educación física, ambulantes, turistas y público en general, tomen ciertas precauciones en cuanto a la exposición directa a los rayos solares por mucho tiempo.
12. Si la sombra es corta, el riesgo es alto.
13. No dejar de protegerse por el hecho de haberse bronceado.

IV. BENEFICIOS

1. La radiación UV-A disminuye la presión de la sangre, así como estimula la circulación de la misma.
2. Mejoran la arteriosclerosis y los electrocardiogramas.
3. Constituyen un tratamiento eficaz contra la psoriasis.
4. Ayudan a perder peso.
5. Es importante para la vida y es fuente de vitamina D, gracias a la cual se mejora la aportación de calcio a los huesos.
6. El sol debe tomarse de forma habitual para facilitar la formación de una correcta masa ósea.

V. PELIGROS

1. Insolación, que es una deshidratación con fiebre causada por la radiación infrarroja.
2. Quemadura solar, producida por la radiación UV.
3. Envejecimiento de la piel, producido por casi todos los tipos de radiación.
4. Lucitis o dermatitis de la piel producidas por el sol (Urticaria).
5. Cáncer de piel.

Dirección de Meteorología y evaluación Ambiental Atmosférica:
Ing. Julio Ernesto Urbiola Del Carpio
jurbiola@senamhi.gob.pe

Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico:
Ing. Elvis Medina Dionicio
eamedina@senamhi.gob.pe

Análisis y Redacción:
Ing. Orlando Ccora Tuya
occora@senamhi.gob.pe
Tco. Rosalinda Aguirre Almeyda

Suscríbete para recibir la edición digital al enlace:
<https://forms.gle/i9ihhWPu7TyTbSyGA>

Próxima actualización: 15 de febrero de 2025

Central telefónica: [51 1] 614-1414
Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico:
[51 1] 470-2867 anexo 444

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

