

BOLETÍN VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE

Área metropolitana de Lima y Callao

Octubre 2022



VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO (AMLC) – OCTUBRE 2022

PRESENTACIÓN

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) presenta el boletín mensual sobre la vigilancia de la calidad del aire en el Área Metropolitana de Lima y Callao (AMLC), en el cual los tomadores de decisión y público en general podrán encontrar información sobre los principales contaminantes atmosféricos al que se encuentran expuestos.

Para un mejor entendimiento de las variaciones espaciales y temporales de los contaminantes atmosféricos, se ha utilizado información meteorológica de superficie (datos de las estaciones meteorológicas automáticas del SENAMHI) e información de reanálisis¹ del Centro Nacional de Predicción Ambiental (NCEP por sus siglas en inglés), del Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR por sus siglas en inglés). Asimismo, se utilizaron datos de anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) del conjunto de datos Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (OISST) con respecto a su media climática (1981-2010). Con respecto a la información de contaminantes del aire, se usaron los datos de la Red de Monitoreo Automático de la Calidad del Aire (REMCA) de SENAMHI.

*Toda persona tiene derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.
Constitución Política del Perú. Artículo 2, inciso 22.*

1. Conjunto de datos de la atmósfera actualizados “permanentemente” y generados a partir de observaciones en superficie y resultados de modelos meteorológicos.

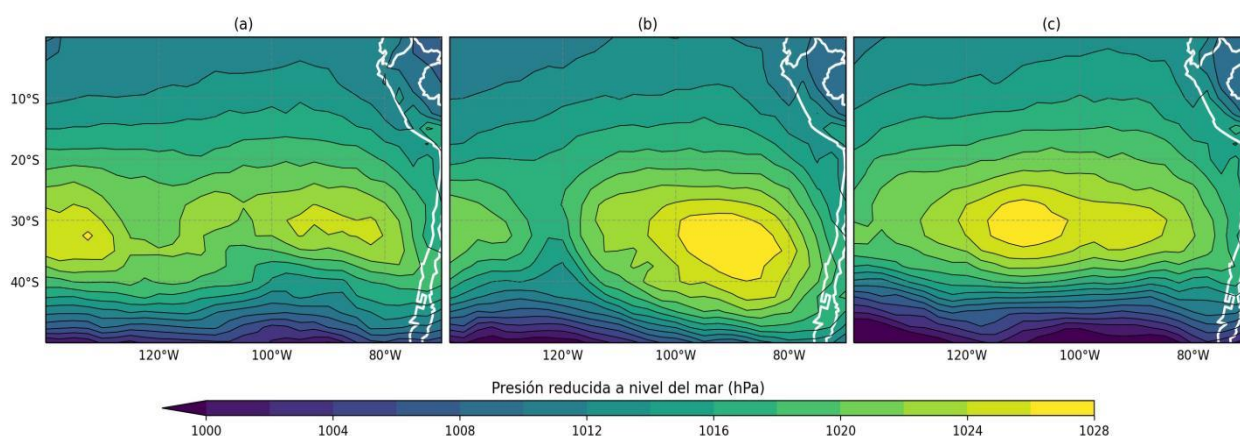
1. VIGILANCIA DE LAS CONDICIONES SINÓPTICAS Y METEOROLÓGICAS LOCALES EN EL AMLC

Para un mejor entendimiento de las condiciones sinópticas y meteorológicas locales en el AMLC, se realizó un análisis por decadiarias (cada diez días), obteniéndose tres periodos de análisis. Es así que, para el mes de octubre se conformó la decadiaria 1 (del 1 al 10), decadiaria 2 (del 11 al 20) y decadiaria 3 (del 21 al 31).

1.1. COMPORTAMIENTO DEL ANTICICLÓN DEL PACÍFICO SUR (APS)

En la decadiaria 1 (figura N°01a), se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración con núcleo elongado horizontalmente casi bi-nuclear, con un núcleo oriental en la posición 32°S y 90°W con una orientación ligera del sureste al noroeste. Asimismo, en la decadiaria 2 (figura N°01b), se forma una configuración zonal definida, con núcleo abarcando mayor área e intensificado. Finalmente, en la decadiaria 3 (figura N°01c), se observó un estiramiento del núcleo del APS hacia el oeste del océano.

Figura N° 01. Promedio decadiario de la presión atmosférica (hPa) a nivel del mar.



1.2. LÍNEAS DE CORRIENTE (FLUJOS DE VIENTOS) A DIFERENTES NIVELES DE PRESIÓN

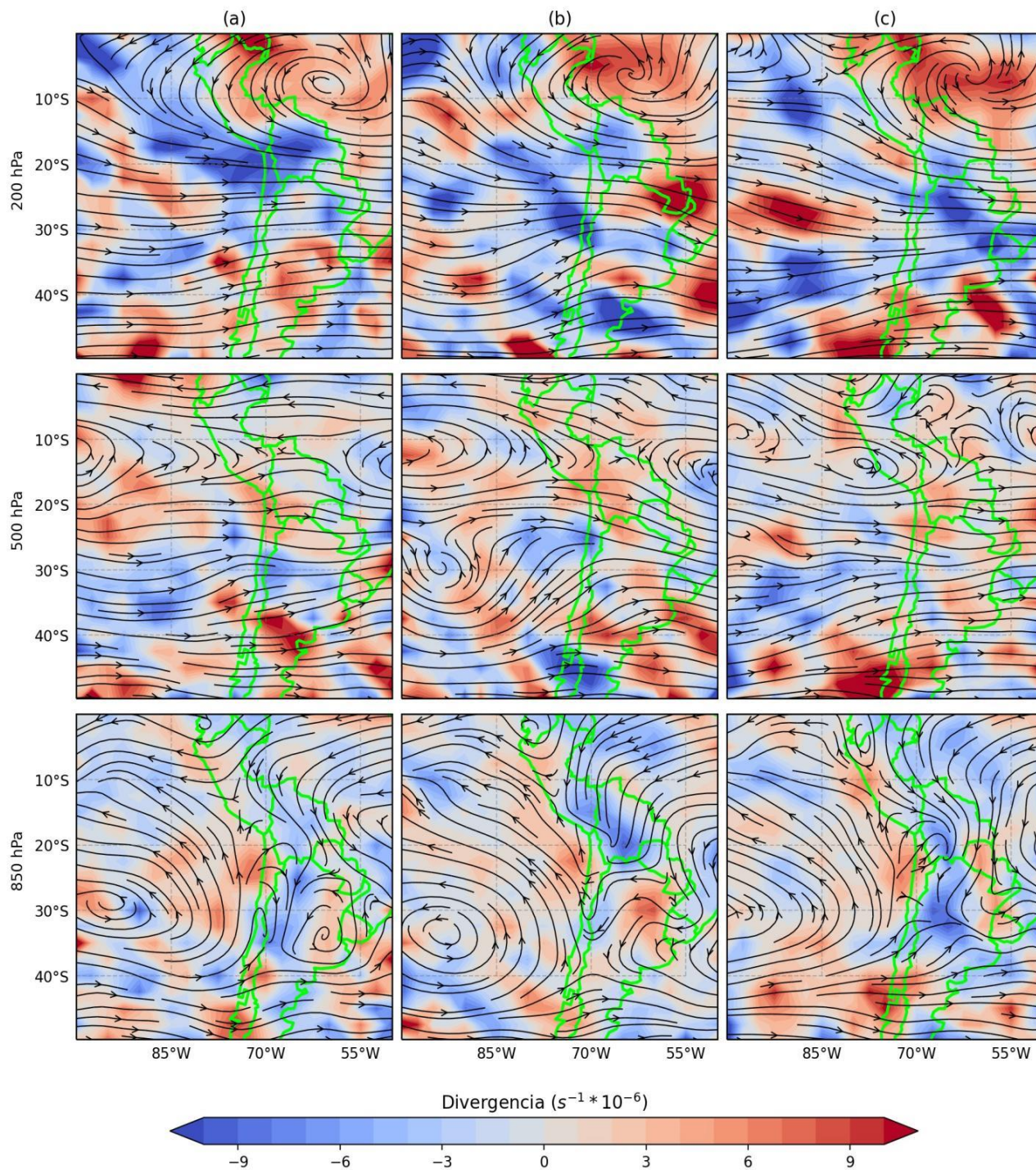
El comportamiento de las líneas de corriente (flujos de vientos) y la divergencia (cambios en los flujos de vientos por su dirección y/o velocidad) a diferentes niveles de presión (alturas sobre la superficie; niveles altos - 200 hectopascales (hPa), niveles medios - 500 hPa y niveles bajos - 850 hPa) sobre parte de Sudamérica son mostrados en la figura N°2.

Durante la decadiaria 1 (figura N°02a), se obtuvo convergencia cerca a la costa central y una Alta de Bolivia, con núcleo posicionado al noroeste de Brasil, modulada principalmente por la circulación del Jet Subtropical en el nivel de 200hPa. En 500hPa se observó ligera convergencia cerca a la costa central. En 850hPa se observó condiciones neutrales cerca a la costa central.

En la decadiaria 2 (figura N°02b), a 200hPa se observó ligera convergencia en la costa central. En 500hPa se observó el patrón típico, en donde hay dos circulaciones anticiclónicas al oeste (en mar) y al este (en continente) del Perú con convergencia en la costa central. En 850hPa se observó ligera divergencia por velocidad en la costa central.

Finalmente, en la decadiaria 3 (figura N°02c), en 200hPa se observó convergencia en la costa central. En 500hPa se observó que la circulación anticiclónica en el océano es el patrón dominante en la costa central, provocando condiciones de convergencia en la costa central, y en 850hPa se observó divergencia cerca a la costa central.

Figura N° 02. Decadiarias de las líneas de corriente y divergencia ($s^{-1} * 10^{-6}$) a diferentes niveles de presión.

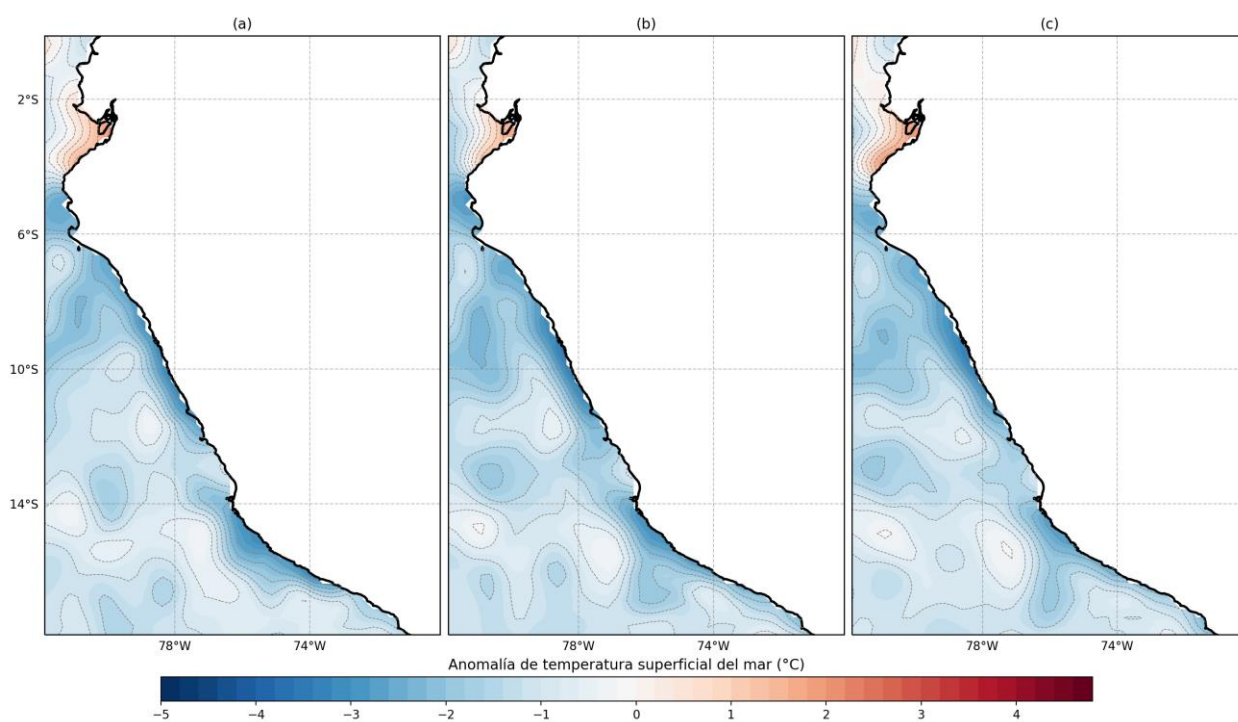


1.3. COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM)

Se utilizaron datos de anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) del conjunto de datos Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (OISST, por sus siglas en inglés) con respecto a su media climática (1981-2010).

Durante el mes de octubre, se observó que la temperatura superficial del mar (TSM) se encontró por debajo de su normal climática (anomalías negativas) en casi toda la línea costera del Perú. Durante la decadiaria 1 (figura N°3a) estas anomalías negativas de la TSM alcanzaron los $-2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la costa central. En la decadiaria 2 (figura N°3b) los valores de las anomalías negativas fueron de $-2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ cerca de la costa central del Perú; debido a la intensificación del APS incrementaron los vientos alisios, lo que favoreció la advección de aire frío y seco y el afloramiento costero (ascenso de aguas frías hacia la superficie), resultando en un aumento de las anomalías negativas de la TSM y el descenso de la temperatura del aire en la costa central. Finalmente, en la decadiaria 3 (figura N°3c), debido al alejamiento hacia el océano del APS y al debilitamiento de los vientos, se obtuvieron anomalías en promedio de $-2.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la costa central.

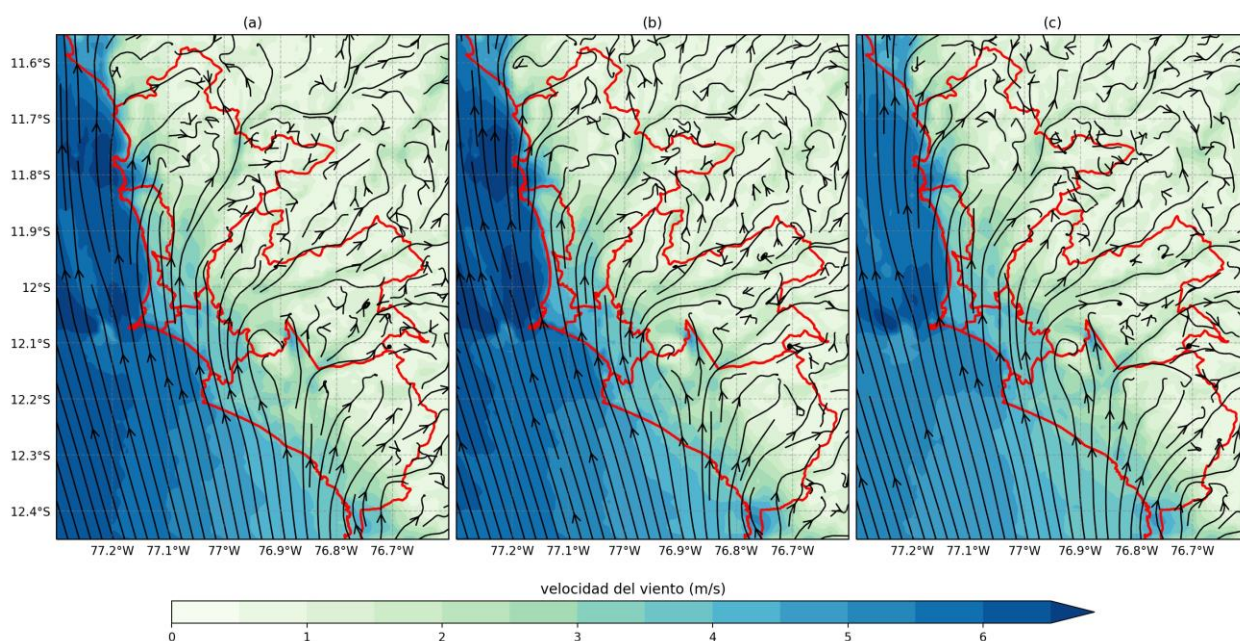
Figura N° 03. Temperatura superficial del mar (TSM) sobre el Perú



1.4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS LOCALES EN EL AMLC

Utilizando datos del modelo regional operacional WRF (Weather Research and Forecasting) de 1km proveído por la Subdirección de Modelamiento Numérico de la Atmósfera se evaluó la velocidad del viento a 10m en el Área Metropolitana de Lima y Callao (AMLC) en tres decadiarias del mes de octubre de 2022 mostradas en la figura N° 04. En la decadiaria 1 (figura N°4a) se observó viento del sur cerca a la costa del AMLC, con velocidades entre 4.5 a 5 m/s (continente). Mientras que en la decadiaria 2 (figura N°4b) se observó principalmente un incremento significativo de la velocidad de los vientos del sur, alcanzando valores de hasta 5.5 m/s y entrando al AMLC. Finalmente, en la decadiaria 3 (figura N°4c) se observó una disminución de la velocidad del viento en la zona continental del AMLC con respecto a la decadiaria anterior con velocidades entre 3.5 a 4 m/s.

Figura N° 04. Decadriaria de líneas de corriente de la velocidad del viento (m/s) a 10m en el AMLC.



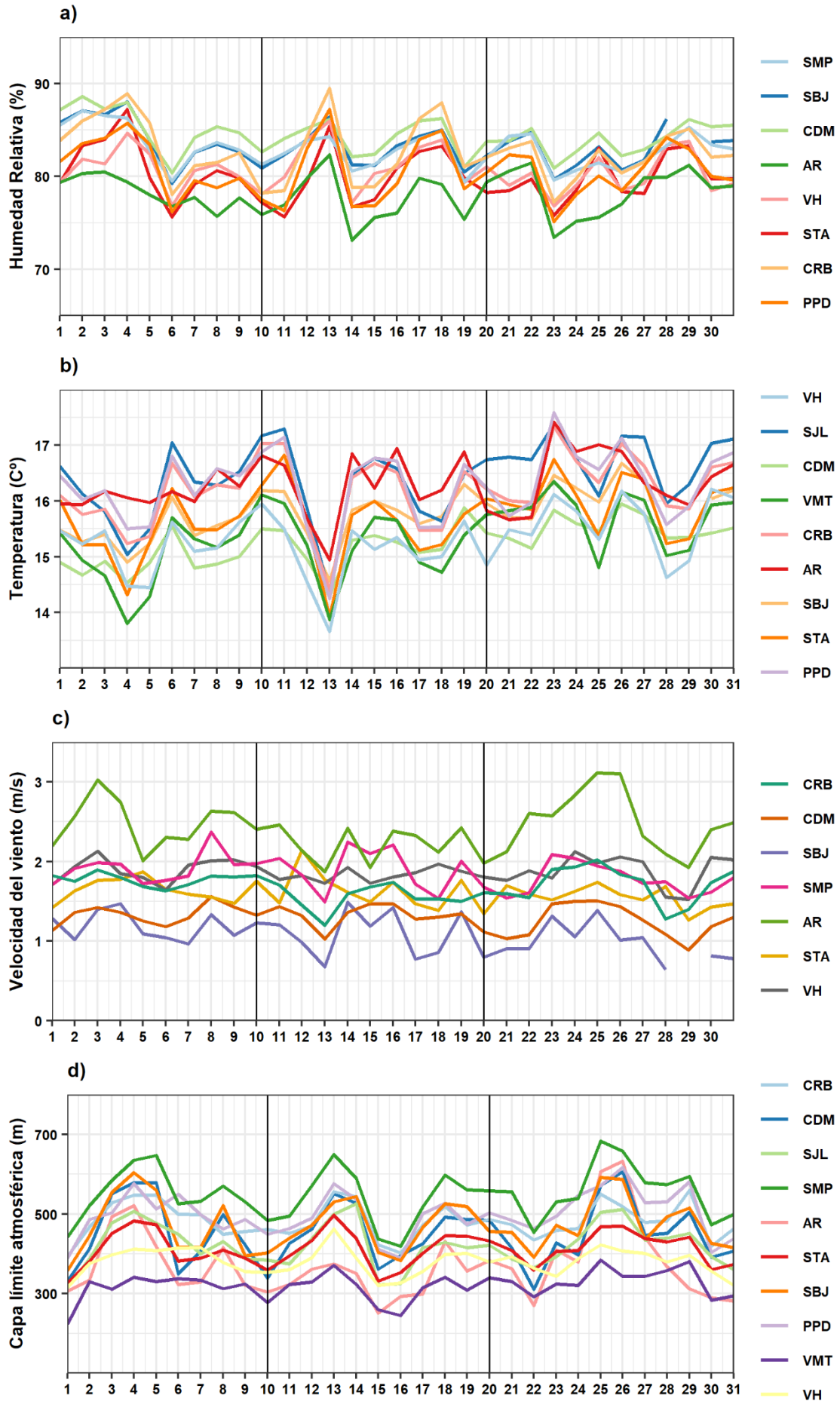
Con los datos de las estaciones meteorológicas automáticas (EMA) ubicadas en el AMLC, se realizó un análisis de la variabilidad diaria de la humedad relativa (a 2 metros de la superficie - mds), temperatura (a 2 mds) y la velocidad del viento (a 10 mds). Los datos provinieron de las estaciones: Antonio Raimondi (AR), San Martín de Porres (SMP), San Juan de Lurigancho (SJL), Alexander Von Humboldt (VH), Campo de Marte (CDM). Adicionalmente se representó la variabilidad diaria de la capa límite atmosférica (CLA)² para lo cual se usó datos del modelo operativo WRF 1km.

Con respecto a la humedad relativa (figura N°05a), durante la primera decadriaria se presentaron valores entre 75 a 89 %, durante la segunda decadriaria valores entre 74 y 90 %, y en la tercera decadriaria valores entre 74 a 86 %. Así mismo, la temperatura (figura N°05b) durante la primera decadriaria presentó valores entre 13.9 y 17 °C, en la segunda decadriaria presentó valores entre 13.2 y 17.5 °C, y en la tercera decadriaria presentó valores entre 14.6 y 17.6 °C. Por otro lado, la velocidad del viento es muy variable, lo cual se refleja en sus valores, en general todas las estaciones mostraron un rango de velocidades entre 0.7 y 3.1 m/s en las tres decadriarias. Asimismo, la CLA (figura N°05d) presentó un incremento en la primera decadriaria, mientras que en la segunda y tercera decadriaria sus valores fueron similares.

En promedio los valores de humedad tendieron a aumentar mientras que los valores de temperatura presentaron una tendencia a disminuir.

2. CLA: parte de la tropósfera influenciada directamente por la superficie terrestre, donde se concentra la mayor cantidad de sustancias contaminantes.

Figura N° 05. Variación diaria de las variables meteorológicas en el ALMC dividido en 3 decadiarias.



Con respecto al comportamiento horario de la base de la nube (m) más baja registrada en la EMA Aeropuerto Internacional Jorge Chávez ubicada en el Callao (figura N°06), se observó que las nubes bajas (base de la nube menor a 2000 m) tuvieron mayor presencia durante el mes de octubre. Mientras que la presencia de nubes medias (base de la nube mayor a 2000 m y menor a 6000 m) y la presencia de nubes altas (base de la nube mayor a 6000 m) fueron nula. Esto último no significa que no haya habido presencia de nubes altas durante el mes de octubre, sino más bien que el ceilómetro (instrumento que mide la base de la nube) mide la distancia entre la superficie y la altura de la nube más cercana al eje normal de la superficie, por lo que podría haber nubes medias y altas por encima de la capa de nubes bajas, pero el ceilómetro solo registra la base de la capa de nubes más baja.

La presencia de nubes bajas establecería varios días con cielo cubierto debido a la estabilidad atmosférica, lo cual es característico de la estación de invierno.

Figura N° 06. Altura de la base de nube (m) registrada en la estación Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (JCH).

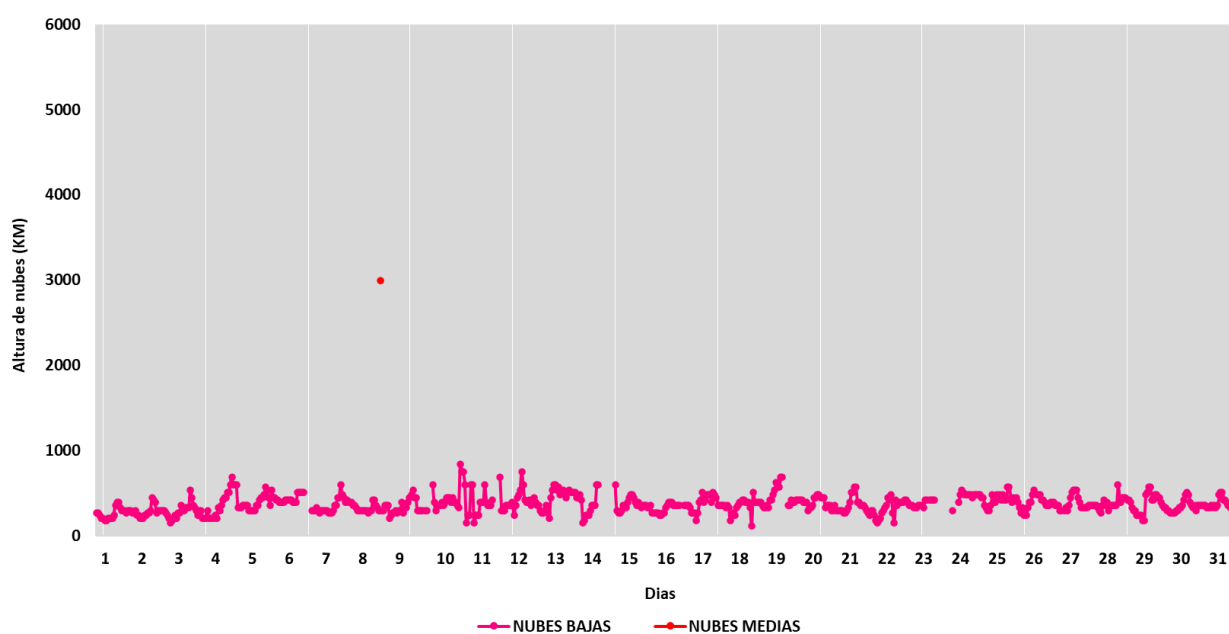
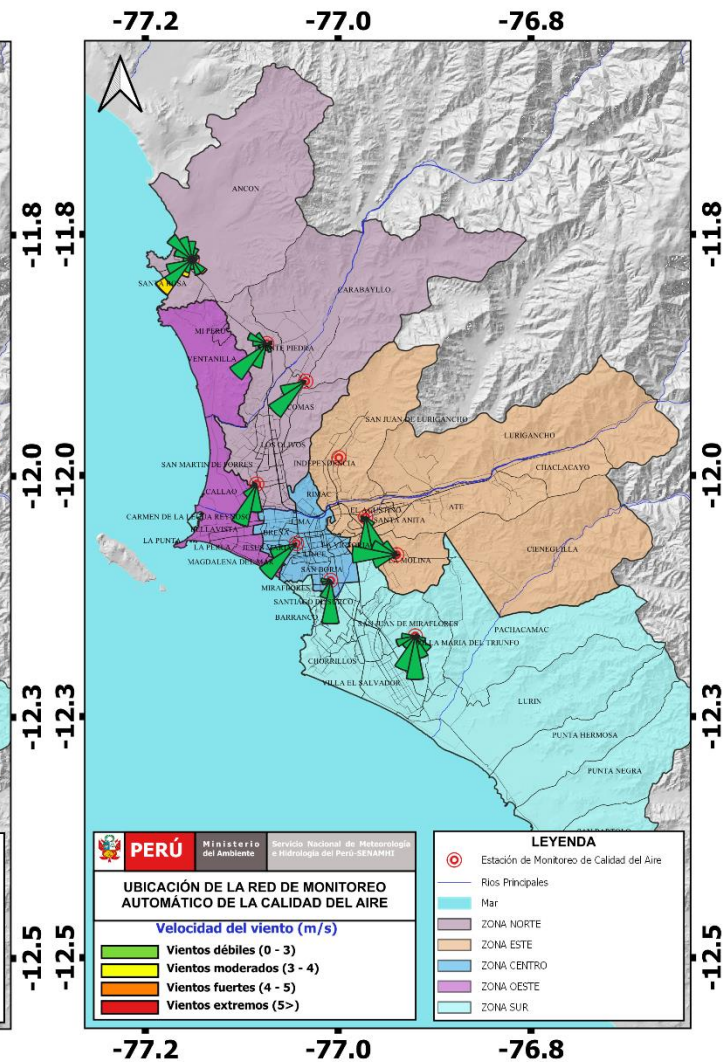
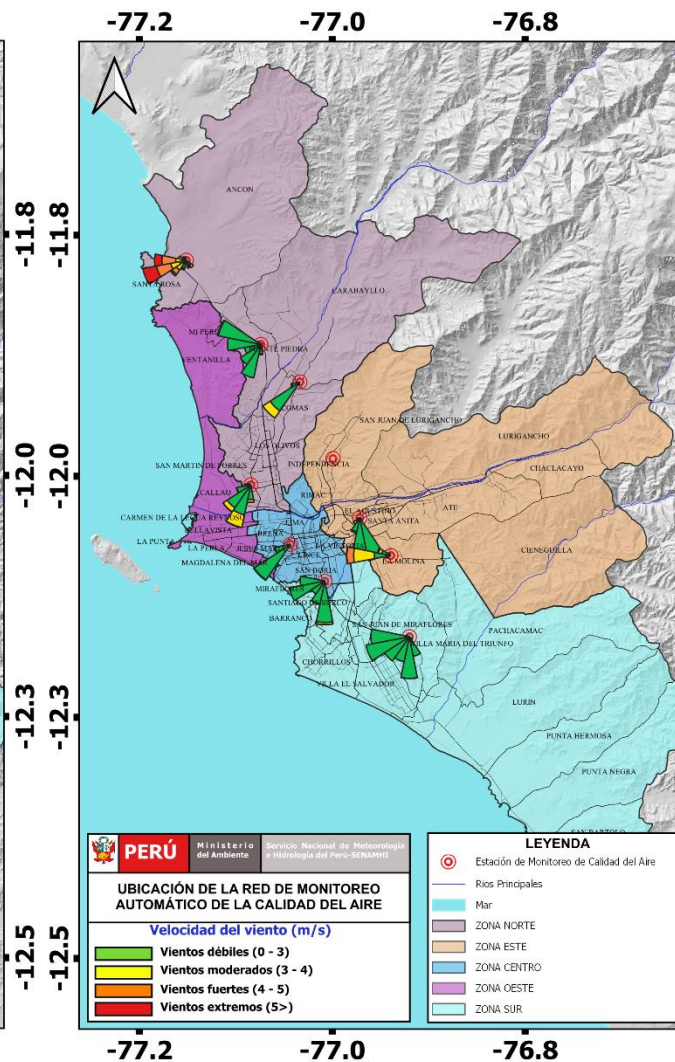
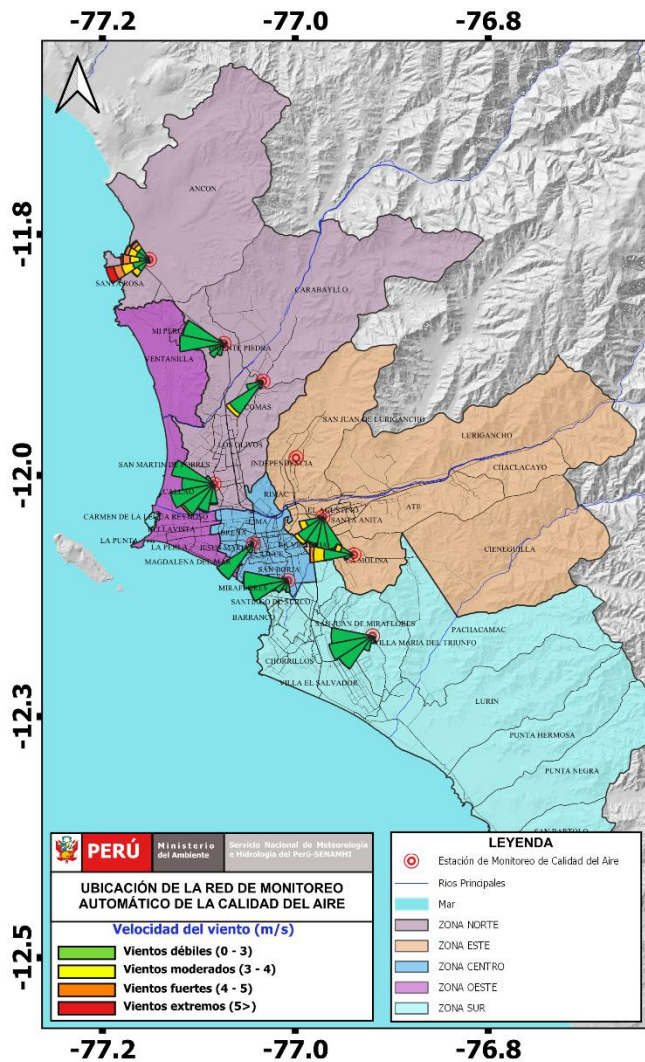


Figura N° 07. Rosas de viento para el horario diurno en el AMLC.

Figura N° 08. Rosas de viento para el horario vespertino en el AMLC.

Figura N°09. Rosas de viento para el horario nocturno en el AMLC.



Las figuras N° 07, 08 y 09, muestran el comportamiento de la dirección y velocidad del viento en cada una de las estaciones meteorológicas automáticas para los horarios diurnos (07:00 - 11:59 horas), vespertinos (12:00 - 18:59 horas) y nocturnos (19:00 - 06:59 horas).

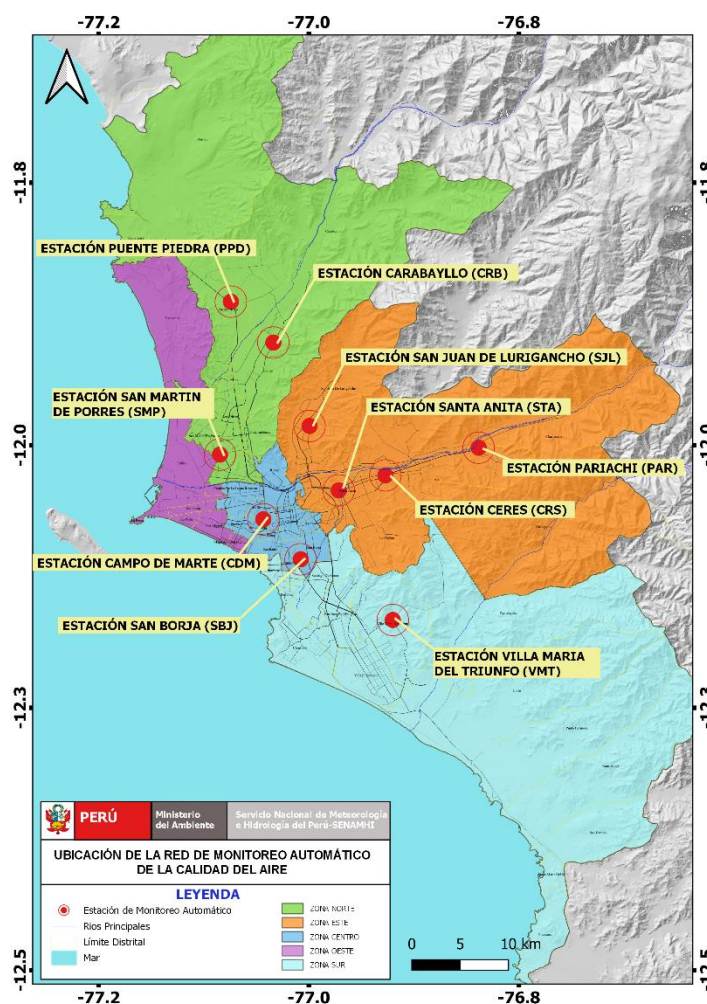
2. RED DE MONITOREO AUTOMÁTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL AMLC

El SENAMHI realiza la vigilancia a través de una Red de Monitoreo Automático de la Calidad del Aire (REMCA), la cual mide las concentraciones horarias de los contaminantes PM₁₀ (material particulado menor a 10 micras), PM_{2.5} (material particulado menor a 2.5 micras), NO₂ (dióxido de nitrógeno), O₃ (ozono troposférico) y CO (monóxido de carbono).

Cuadro N° 01. Zonas, nombres y ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire.

| ZONA | NOMBRE/UBICACIÓN |
|--------|---|
| Norte | Estación Puente Piedra (PPD) Complejo Municipal "El gallo de oro" del distrito de Puente Piedra |
| | Estación Carabayllo (CRB) Piscina Municipal del distrito de Carabayllo |
| | Estación San Martín de Porres (SMP) Parque Ecológico del distrito de San Martín de Porres |
| Este | Estación San Juan Lurigancho (S JL) Universidad César Vallejo en el distrito de San Juan de Lurigancho |
| | Estación Ceres (CRS) Plaza Cívica de Ceres distrito de Ate |
| | Estación Pariachi (PAR) Parque Barrantes Lingan - Pariachi 2a etapa distrito de Ate |
| | Estación Santa Anita (STA) Palacio Municipal del distrito de Santa Anita |
| Sur | Estación Villa María del Triunfo (VMT) Parque Virgen de Lourdes Zona Nueva Esperanza en el distrito de Villa María del Triunfo |
| Centro | Estación San Borja (SBJ) Polideportivo Limatambo del distrito de San Borja |
| | Estación Campo de Marte (CDM) Parque Campo de Marte en el distrito de Jesús María. |

Figura N° 10. Ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire en el AMLC.



Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

La Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente define al estándar de calidad ambiental (ECA) como **“la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua y suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente”**. Por lo tanto, para el caso de los contaminantes del aire, las concentraciones de cada uno de estos no deben superar su respectivo Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA-aire) a fin de evitar problemas en la salud de las personas y el ambiente. Asimismo, los valores de los ECA-aire son establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y estipulados en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

3. VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE A TRAVÉS DE ESTACIONES DE MONITOREO EN EL AMLC

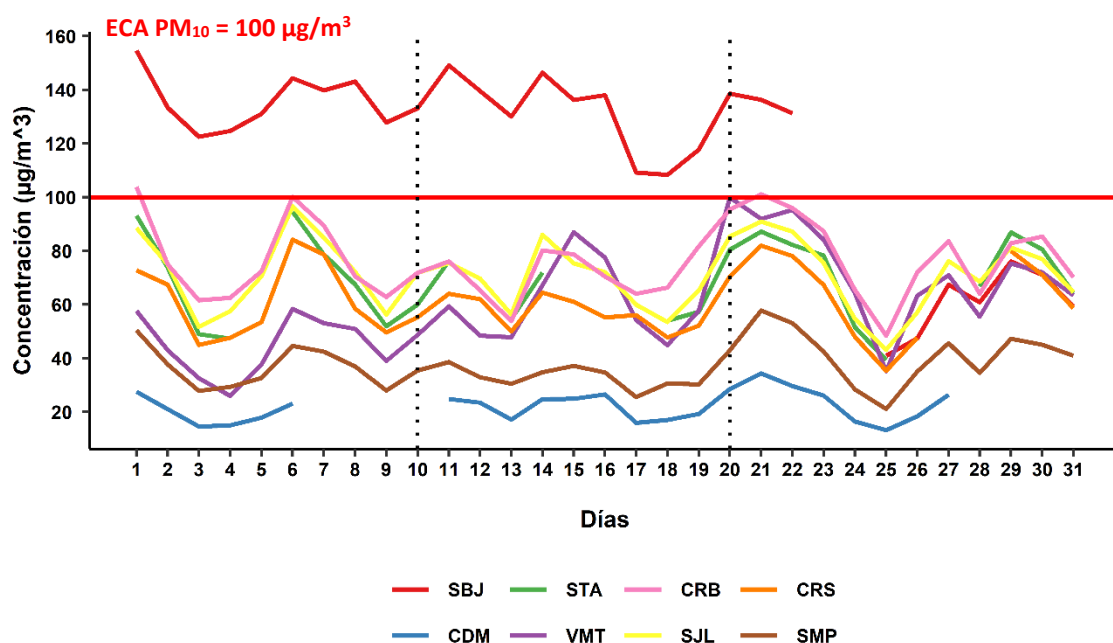
Con los datos de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire ubicadas en el AMLC, se realizó un análisis de la variabilidad diaria y/o horaria de las concentraciones del PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, O₃ y CO. Los datos provinieron de las estaciones: Carabaylo (CRB), Puente Piedra (PPD), San Martín de Porres (SMP), San Juan de Lurigancho (S JL), Santa Anita (STA), Ceres (CRS), Villa María del Triunfo (VMT), San Borja (SBJ) y Campo de Marte (CDM).

3.1. CONCENTRACIONES DIARIAS DEL PM₁₀

En la figura N° 11 se observa que las concentraciones diarias registradas en las estaciones superaron el ECA-aire para PM₁₀ (100 µg/m³ como promedio diario) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar lo siguiente:

- **Zona norte:** En la estación Carabaylo (CRB) la concentración máxima fue 103.90 µg/m³ (sábado 01) y la mínima fue de 48.42 µg/m³ (martes 25). En la estación San Martín de Porres (SMP) la concentración máxima fue 57.80 µg/m³ (viernes 21) y la mínima fue de 21.12 µg/m³ (martes 25).
- **Zona este:** En la estación San Juan de Lurigancho (S JL) la concentración máxima fue 96.67 µg/m³ (jueves 06) y la mínima fue de 43.21 µg/m³ (martes 25). En la estación Santa Anita (STA) la concentración máxima fue de 94.58 µg/m³ (jueves 06) y la mínima fue de 39.28 µg/m³ (martes 25). Asimismo, en la estación Ceres (CRS) la concentración máxima fue de 84.18 µg/m³ (jueves 06) y la mínima fue de 35.35 µg/m³ (martes 25).
- **Zona sur:** En la estación Villa María del Triunfo (VMT) la concentración máxima fue de 99.88 µg/m³ (jueves 20) y la mínima fue de 25.99 µg/m³ (martes 04).
- **Zona centro:** En la estación San Borja (SBJ) la concentración máxima fue de 154.61 µg/m³ (sábado 01) y la mínima fue de 40.95 µg/m³ (martes 25). Asimismo, en la estación Campo de Marte (CDM) la concentración máxima fue de 34.37 µg/m³ (viernes 21) y la mínima fue de 13.22 µg/m³ (martes 25).

Figura N° 11. Variación diaria del PM₁₀ (µg/m³) en el AMLC.



Asimismo, en la decadiaria 1 se observó las concentraciones más altas de PM_{10} , lo que podría estar relacionado a factores meteorológicos como el incremento de la temperatura (últimos días) y a la disminución de la altura de la capa límite atmosférica en los últimos días (mencionado en la sección 1.4). En la decadiaria 2, se observó una disminución de las concentraciones de PM_{10} , lo que podría estar asociada a una disminución de las temperaturas (primeros días) y a un ligero incremento de la altura de la capa límite atmosférica (mencionado en la sección 1.4). En la decadiaria 3, se observó en promedio un ligero incremento de las concentraciones de PM_{10} , lo que podría estar relacionado a un incremento de las temperaturas y a una ligera disminución de la altura de la capa límite atmosférica en los primeros días (mencionado en la sección 1.4).

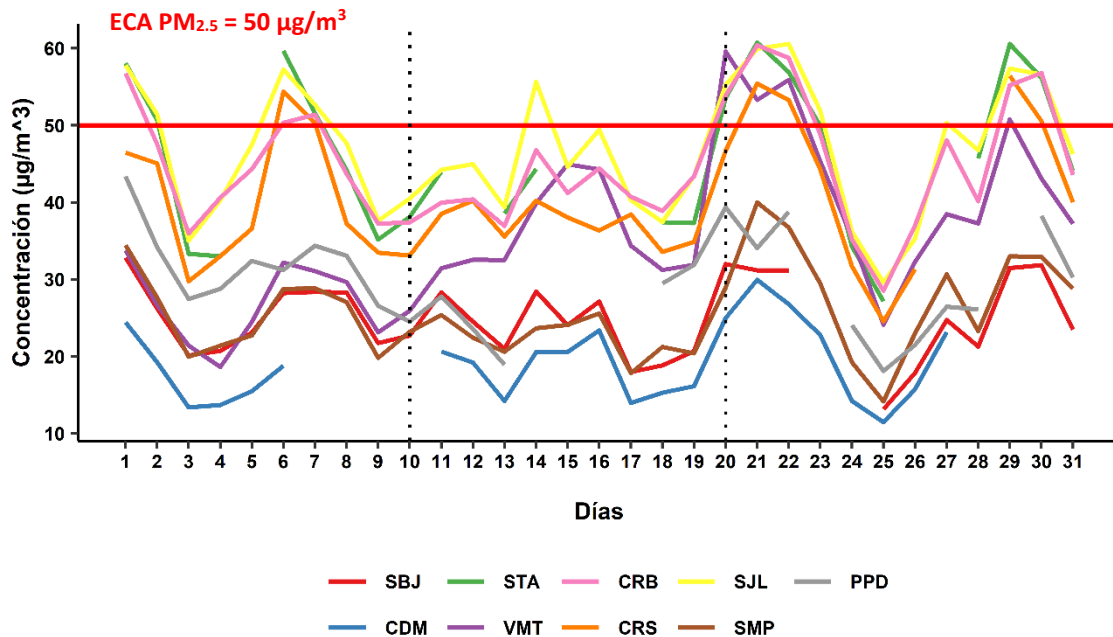
Las concentraciones más bajas fueron alcanzadas los días 04 (martes), 08 (sábado), 13 (jueves), 18 (martes), 25 (martes) y 28 (viernes), los cuales podría atribuirse a un incremento de la altura de la capa límite atmosférica (mencionado en la sección 1.4).

3.2. CONCENTRACIONES DIARIAS DEL $PM_{2.5}$

En la figura N° 12 se observa que las concentraciones diarias registradas en las estaciones superaron el ECA-aire para $PM_{2.5}$ ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio diario) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar lo siguiente:

- **Zona norte:** En la estación Puente Piedra (PPD) la concentración máxima fue $43.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sábado 01) y la mínima fue de $18.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (martes 25). En la estación Carabayllo (CRB) la concentración máxima fue $60.41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (viernes 21) y la mínima fue de $28.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (martes 25). En la estación San Martín de Porres (SPM) la concentración máxima fue $39.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (viernes 21) y la mínima fue $14.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (martes 25).
- **Zona este:** En la estación San Juan de Lurigancho (S JL) la concentración máxima fue $60.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sábado 22) y la mínima fue $29.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (martes 25). En la estación Santa Anita (STA) la concentración máxima fue $60.74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (viernes 21) y la mínima fue $27.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (martes 25). Mientras que en la estación Ceres (CRS) la concentración máxima fue $56.41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sábado 29) y la mínima fue $24.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (martes 25).
- **Zona sur:** En la estación Villa María del Triunfo (VMT) la concentración máxima fue $59.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jueves 20) y la mínima fue $18.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (martes 04).
- **Zona centro:** En la estación San Borja (SBJ) la concentración máxima fue $32.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sábado 01) y la mínima fue de $13.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (martes 25). Asimismo, en la estación Campo de Marte (CDM) la concentración máxima fue $29.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (viernes 21) y la mínima fue $11.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (martes 25).

Figura N° 12. Variación diaria del PM_{2.5} (µg/m³) en el AMLC.



Asimismo, en la decadiaria 1 se observó en promedio concentraciones altas de PM_{2.5}, lo que podría estar relacionado a factores meteorológicos como la presencia de humedad relativa altas los primeros días y disminución de la altura de la capa límite atmosférica los ultimo días (mencionado en la sección 1.4). En la decadiaria 2, se observó en promedio una disminución de las concentraciones de PM_{2.5}, lo que podría estar asociada a un ligero incremento de la altura de la capa límite atmosférica (mencionado en la sección 1.4). En la decadiaria 3, se observó en promedio las concentraciones más altas de PM_{2.5}, lo que podría estar relacionado al incremento de la humedad relativa principalmente los últimos días y disminución de la altura de la capa límite atmosférica los primeros y últimos días (mencionado en la sección 1.4).

Las concentraciones más bajas fueron alcanzadas los días 04 (martes), 09 (domingo), 13 (jueves), 18 (martes), 25 (martes), 28 (viernes) y 30 (domingo), los cuales podría atribuirse a un incremento de la altura de la capa límite atmosférica (mencionado en la sección 1.4).

3.3. CONCENTRACIONES HORARIAS DEL NO₂

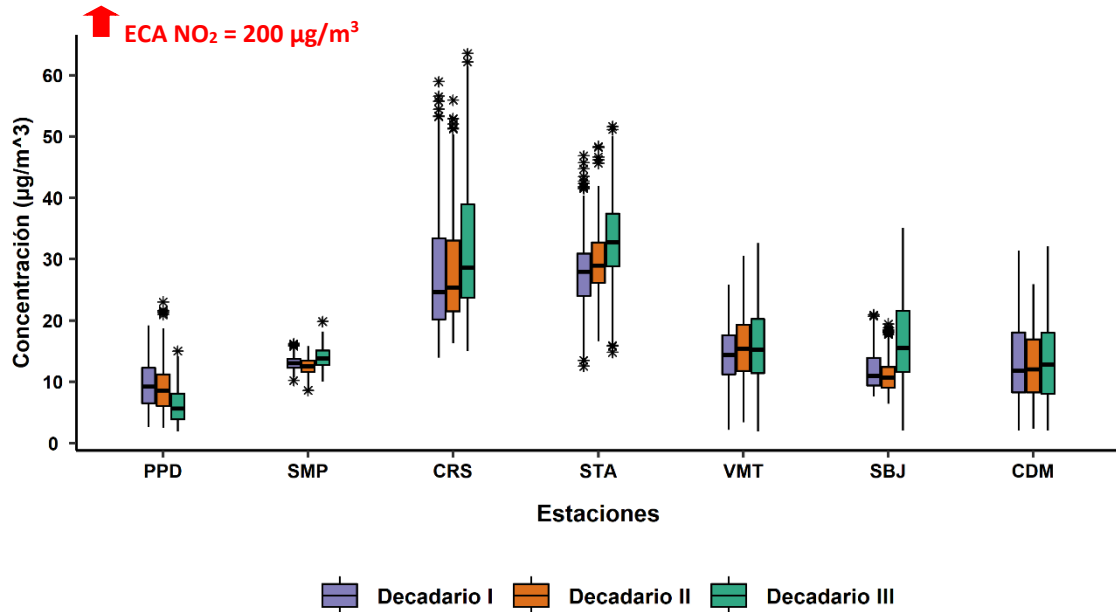
En la figura N° 13 se observa que las concentraciones horarias registradas en las estaciones no superaron el ECA-aire para NO₂ (200 µg/m³ como promedio de una (01) hora) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar lo siguiente:

- **Zona norte:** En la estación Puente Piedra (PPD) la concentración máxima fue 23.00 µg/m³ (14 de octubre a las 11:00 horas) y la mínima fue de 1.90 µg/m³ (30 de octubre a las 5:00 horas). En la estación San Martin de Porres (SPM) la concentración máxima fue 19.80 µg/m³ (21 de octubre a las 10:00 horas) y la mínima fue de 8.60 µg/m³ (16 de octubre a las 04:00 horas).
- **Zona este:** En la estación Ceres (CRS) la concentración máxima fue 63.50 µg/m³ (21 de octubre a las 10:00 horas) y la mínima fue de 13.90 µg/m³ (03 de octubre a las 04:00 horas). En la estación Santa Anita (STA) la concentración máxima fue 51.60 µg/m³ (26 de octubre a las 12:00 horas) y la mínima fue de 12.50 µg/m³ (03 de octubre a las 03:00 horas).
- **Zona sur:** En la estación Villa María del Triunfo (VMT) la concentración máxima fue

32.60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (21 de octubre a las 09:00 horas) y la mínima fue de 1.90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (25 de octubre a las 02:00 horas).

- **Zona centro:** En la estación San Borja (SBJ) la concentración máxima fue 35.10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (29 de octubre a las 09:00 horas) y la mínima fue de 2.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (25 de octubre a las 05:00 horas). En la estación Campo de Marte (CDM) la concentración máxima fue 32.10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (21 de octubre a las 08:00 horas) y la mínima fue de 2.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (05 de octubre a las 05:00 horas).

Figura N° 13. Variación horaria del NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el AMLC.



Durante el mes de octubre, las mayores concentraciones del NO_2 se registraron en los horarios de mayor actividad vehicular (horas pico), las cuales están comprendidas en las primeras horas del día (7:00 horas hasta las 12:00 horas). Asimismo, las mayores concentraciones registradas en las estaciones monitoreadas fueron en la decadiaria 3.

El incremento de las concentraciones del NO_2 registradas durante la decadiaria 3 en las estaciones monitoreadas, podrían estar asociadas principalmente al incremento de la actividad vehicular (89% de las emisiones de NO_x provienen de vehículos a diésel³) y a una ligera disminución de la altura de la capa límite planetaria (mencionado en la sección 1.4).

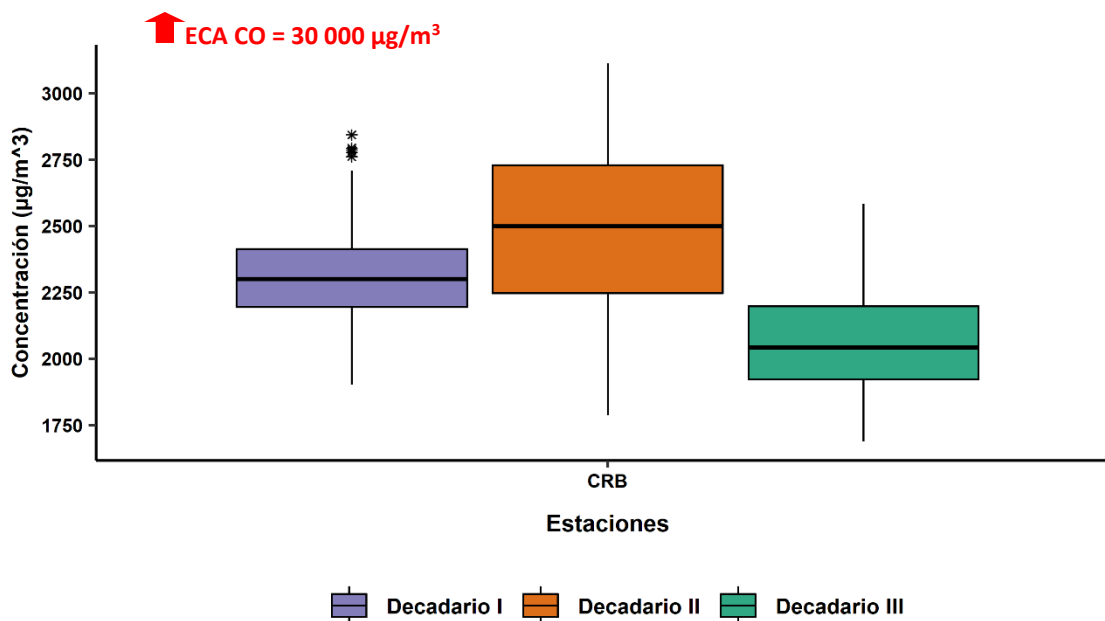
3.4. CONCENTRACIONES HORARIAS DEL CO

En la figura N° 14 se observa que las concentraciones horarias registradas en las estaciones no superaron el ECA-aire para el CO (30 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante los días monitoreados. Asimismo, se pudo apreciar lo siguiente:

- **Zona norte:** En la estación Carabayllo (CRB) la concentración máxima fue 3111.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (14 de octubre a las 09:00 horas) y la mínima fue 1688.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (25 de octubre a las 05:00 horas).

3. Documento: Informe N° 00283-2019-MINAM/VMGA/DGCA/DCAE – “Diagnóstico de la Gestión de la Calidad del Aire de Lima y Callao”.

Figura N° 14. Variación horaria del CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el AMLC.



Durante el mes de octubre, solo se registraron datos la estación de Carabaylo (CRB), donde las mayores concentraciones del CO se registraron en la primera hora pico del AMLC (06:00 horas hasta las 12:00 horas). Asimismo, las concentraciones horarias registrada en la decadiaria 2 son mayores en comparación a la decadiarias 1 y 3.

El incremento de las concentraciones del CO registradas durante la decadiaria 2, estarían asociadas principalmente al incremento de la actividad vehicular (87% de las emisiones de CO provienen de los vehículos a gasolina/gasohol⁴) y a una ligera disminución de la altura de la capa límite planetaria (mencionado en la sección 1.4).

4. Documento: Informe N° 00283-2019-MINAM/VMGA/DGCA/DCAE – “Diagnóstico de la Gestión de la Calidad del Aire de Lima y Callao”.

4. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL AMLC

El índice de calidad del aire (ICA), está basado en valores establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US-EPA por sus siglas en inglés). Los ICAs son valores que permiten informar el estado de la calidad del aire, permitiendo a la población conocer sobre qué tan limpio o saludable está el aire y que efectos podría causar en la salud (Cuadro N°2).

Cuadro N° 02: Estados de la Calidad del Aire y su Implicancia en las personas.

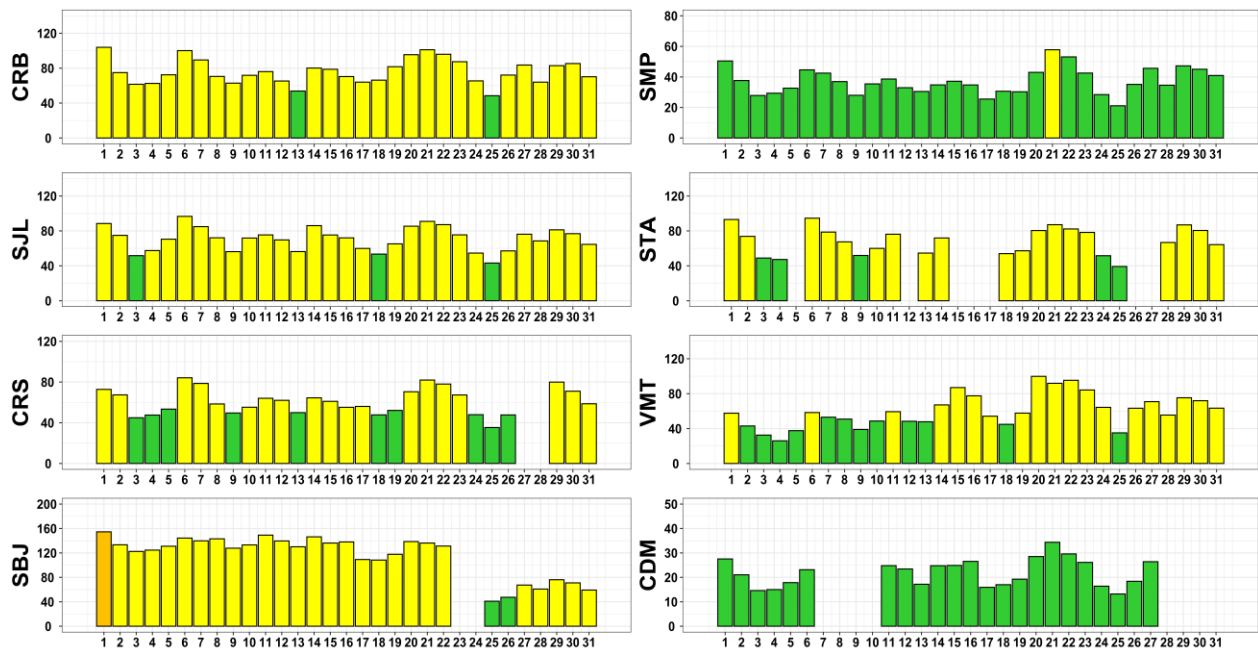
| ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE | ESTADO | PM ₁₀ (µg/m ³) 24-horas | PM _{2.5} (µg/m ³) 24-horas | ¿QUIÉN SE DEBE PREOCUPAR? | MEDIDAS A TOMAR POR LA POBLACIÓN |
|----------------------------|---------------------------------|--|---|--|--|
| 0 – 50 | BUENA | 0 - 54 | 0.0 –12.0 | Ninguno, No existe riesgo | La calidad del aire es aceptable se puede realizar actividades al aire libre |
| 51 – 100 | MODERADA | 55 - 154 | 12.1 - 35.4 | Personas que podrían ser excepcionalmente sensibles a la contaminación por partículas. | Personas excepcionalmente sensibles: Contemplar reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso al aire libre. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar. Esto indica que se debe reducir el esfuerzo. Para el resto de las personas: ¡Es un buen día para realizar actividades al aire libre! |
| 101 – 150 | INSALUBRE PARA GRUPOS SENSIBLES | 155 - 254 | 35.5 - 55.4 | Los grupos sensibles comprenden a personas con cardiopatías o enfermedades pulmonares, adultos mayores, niños y adolescentes. | Grupos sensibles: Reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Está bien realizar actividades al aire libre, pero descansen a menudo y realice actividades menos intensas. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar. Las personas asmáticas deben seguir sus planes de acción y tener a mano medicamentos de acción rápida. Si padece de una cardiopatía: Síntomas como palpitaciones, dificultad para respirar o fatiga inusual pueden indicar un problema grave. Si sufre cualquiera de estos síntomas, comuníquese con su proveedor médico. |
| 151 – 200 | INSALUBRE | 255 - 354 | 55.5 -150.4 | Todos | Grupos sensibles: Evitar actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Tener en cuenta la posibilidad de realizar las actividades al interior de sus casas. Para el resto de las personas: Reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Descansar a menudo durante las actividades al aire libre. |
| 201 - 300 | MUY INSALUBRE | 355 - 424 | 150.5 – 250.4 | Todos | Grupos sensibles: Evitar todas las actividades físicas al aire libre. Trasladar las actividades al interior o reprogramarlas para cuando la calidad del aire sea mejor. Para el resto de las personas: Evitar las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Contemplar trasladar las actividades al interior o reprogramarlas a un horario en el que la calidad del aire sea mejor. |

Fuente: https://www3.epa.gov/airnow/aqi_brochure_02_14.pdf

1.5. ESTADOS DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL PM₁₀

La figura N° 15 muestra las concentraciones promedio de 24 horas para el PM₁₀ asociados a su respectivo estado de la calidad del aire, donde se observó que la estación Carabayllo (CRB) presentó 2 días con estado de calidad del aire "Bueno", 29 días con estado de calidad del aire "Moderado". La estación San Martín de Porres (SMP) presentó 30 días con estado de calidad del aire "Bueno" y 1 día con estado de calidad del aire "Moderado". La estación San Juan de Lurigancho (SJM) presentó 3 días con estado de calidad del aire "Bueno" y 28 días con estado de calidad del aire "Moderado". La estación Santa Anita (STA) presentó 5 días con estado de calidad del aire "Bueno" y 19 días con estado de calidad del aire "Moderado". La estación Ceres (CRS) presentó 9 días con estado de calidad del aire "Bueno" y 19 días con estado de calidad del aire "Moderado". La estación Villa María del Triunfo (VMT) presentó 12 días con estado de calidad del aire "Bueno", 19 días con estado de calidad del aire "Moderado". La estación San Borja (SBJ) presentó 2 días con estado de calidad del aire "Bueno", 26 días con estado de calidad del aire "Moderado" y 1 día con estado de calidad del aire "Insalubre para grupos sensibles". Asimismo, respecto a la estación Campo de Marte (CDM), presentó durante todo el mes de octubre estados de calidad del aire "Bueno".

Figura N° 15. Estados de la Calidad del Aire para PM₁₀

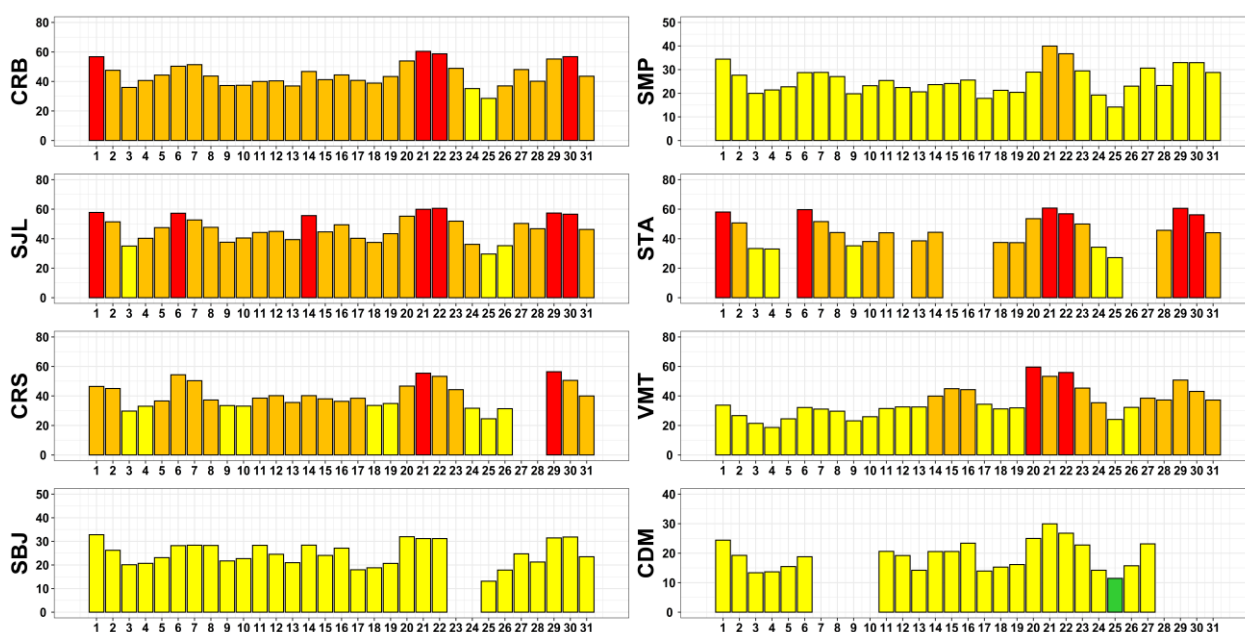


| Concentración PM ₁₀ (µg/m³) | | Estado | Índice de Calidad del Aire - EPA | |
|--|-----|---------------------------------|----------------------------------|-----|
| 0 | 54 | Buena | 0 | 50 |
| 55 | 154 | Moderada | 51 | 100 |
| 155 | 254 | Insalubre para grupos sensibles | 101 | 150 |
| 255 | 354 | Insalubre | 151 | 200 |

4.1. ESTADOS DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL PM_{2.5}

La figura N° 16 muestra las concentraciones promedio de 24 horas para el PM_{2.5} asociados a su respectivo estado de la calidad del aire, donde se observó que la estación Carabayllo (CRB) presentó 2 días con estado de calidad del aire “Moderado”, 25 días con estado de calidad del aire “Insalubre para grupos sensibles” y 4 días con estado de calidad del aire “Insalubre”. La estación San Martín de Porres (SMP) presentó 29 días con estado de calidad del aire “Moderado”, 2 días con estado de calidad del aire “Insalubre para grupos sensibles”. La estación San Juan de Lurigancho (SJL) presentó 3 días con estado de calidad del aire “Moderado”, 21 días con estado de calidad del aire “Insalubre para grupos sensibles” y 7 días con estado de calidad del aire “Insalubre”. La estación Santa Anita (STA) presentó 5 días con estado de calidad del aire “Moderado”, 13 días con estado de calidad del aire “Insalubre para grupos sensibles” y 6 días con estado de calidad del aire “Insalubre”. La estación Ceres (CRS) presentó 9 días con estado de calidad del aire “Moderado”, 18 días con estado de calidad del aire “Insalubre para grupos sensibles” y 2 días con estado de calidad del aire “Insalubre”. La estación Villa María del Triunfo (VMT) presentó 18 días con estado de calidad del aire “Moderado”, 11 días con estado de calidad del aire “Insalubre para grupos sensibles” y 2 días con estado de calidad del aire “Insalubre”. La estación San Borja (SBJ) presentó todos los días con estado de calidad del aire “Moderado”. Asimismo, respecto a la estación Campo de Marte (CDM), presentó 1 día con estado de calidad del aire “Bueno” y 22 días con estado de calidad del aire “Moderado”.

Figura N° 16. Estados de la Calidad del Aire para PM_{2.5}



| Concentración PM _{2.5} (µg/m ³) | | Estado | Índice de Calidad del Aire - EPA | |
|--|-------|---------------------------------|----------------------------------|-----|
| 0 | 12 | Buena | 0 | 50 |
| 12.1 | 35.4 | Moderada | 51 | 100 |
| 35.5 | 55.4 | Insalubre para grupos sensibles | 101 | 150 |
| 55.5 | 150.4 | Insalubre | 151 | 200 |

5. CONCLUSIONES

- Las condiciones meteorológicas influyeron en el comportamiento diario y horario de los contaminantes del aire en el AMLC durante el mes de octubre. La disminución de la humedad relativa e incremento de la temperatura en la decadiaria 1, favoreció al incremento del PM_{10} . Mientras que, en la decadiaria 3, el incremento de la humedad relativa generó condiciones para un incremento del $PM_{2.5}$.
- Las concentraciones diarias del PM_{10} mostraron en promedio un incremento en la decadiaria 1, donde las estaciones CRB y SBJ superaron su respectivos ECA-aire. Asimismo, las concentraciones diarias del $PM_{2.5}$ fueron mayores en la decadiaria 3, donde las estaciones CRB, CRS, SJL, STA y VMT superaron sus respectivos ECA-aire durante los días monitoreados.
- Los contaminantes gaseosos NO_2 y CO no superaron sus respectivos ECA-aire. Asimismo, las mayores concentraciones de NO_2 se registraron en las decadiaria 3.
- Con respecto a los estados de la calidad del aire se pudo apreciar que el contaminante PM_{10} presentó mayores estados de calidad del aire de "Moderado" en la estación de CRB, SJL, STA, CRS, VMT y SBJ, mientras que las estaciones SMP y CDM presentaron mayores días estados de calidad del aire de "Bueno". Además, la estación SBJ presentó un día estado de calidad del aire de "Insalubre para grupos sensibles". Asimismo, el contaminante $PM_{2.5}$ presentó mayores estados de calidad del aire de "Moderado" en las estaciones SMP, VMT, SBJ y CDM, mientras que las estaciones CRB, SJL, STA y CRS presentaron mayores estados de calidad del aire de "Insalubre para grupos sensibles". Asimismo, las estaciones de CRB, SJL, STA, CRS y VMT presentaron algunos días estados de calidad del aire de "Insalubre".

6. PERSPECTIVAS DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL MES DE NOVIEMBRE 2022

De acuerdo al pronóstico climático⁵ para el mes de noviembre, se espera que en el AMLC tanto las temperaturas máximas como mínimas estén por debajo de lo normal. Estas condiciones favorecerían principalmente al incremento gradual de las concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ para el mes de noviembre.

5. Documento: Boletín climático nacional – noviembre 2022 SENAMHI

Para más información sobre el presente informe, contactar con:

Ing. Jhojan Pool Rojas Quincho
jprojas@senamhi.gob.pe
Subdirector de Evaluación del Ambiente Atmosférico

Elaboración

Ing. Roy Antonio Garay Saravia (rgaray@senamhi.gob.pe)
Ing. José Hitoshi Inoue Velarde
Ing. José Esteban Obregón Yataco

Apoyo

Tec. Rosalinda Aguirre Almeyda

Para estar informado permanentemente sobre la **EVOLUCIÓN HORARIA DE LOS CONTAMINANTES PRIORITARIOS DEL AIRE** en Lima Metropolitana visita este enlace:
<http://www.senamhi.gob.pe/?p=calidad-de-aire>

Encuentra los últimos **6 BOLETINES MENSUALES DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE** de Lima Metropolitana en el siguiente enlace:
<http://www.senamhi.gob.pe/?p=boletines>

Suscríbete al **BOLETÍN MENSUAL DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE** de Lima Metropolitana en el siguiente enlace:
<https://forms.gle/a4hpxqSc8KLj47sQ6>

Próxima actualización: 15 de diciembre del 2022

