

MAYO 2017
Vol. 17 – N° 05

Boletín Mensual Vigilancia de la Calidad del Aire Lima Metropolitana




CONVENIO INTERINSTITUCIONAL CON LA MUNICIPALIDAD
DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO
**ESTACION DE MONITOREO DE LA
CALIDAD DEL AIRE**
CPTO.: LIMA LAT.: 12° 9' 59"
PROV.: LIMA LONG.: 76° 55' 12"
DIST.: VILLA MARIA DEL TRIUNFO ALT.: 292 msnm



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de
Meteorología e Hidrología
del Perú - SENAMHI

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO - MAYO 2017

I. CONDICIONES METEOROLÓGICAS SINÓPTICAS Y LOCALES

Se realiza la evaluación de las condiciones sinópticas (salidas de re análisis de NCEP y NOAA) y meteorológicas locales tanto de superficie como de altura a través de la red meteorológica de superficie y una de radiosondeo (07:00 hora local) respectivamente, que influyen en el comportamiento y distribución temporal y espacial de los contaminantes atmosféricos particulados y gaseosos medidos usando monitoreo automático en la cuenca atmosférica de Lima - Callao.

Las condiciones meteorológicas sinópticas durante el mes de mayo mostraron el comportamiento del anticiclón del pacífico suroriental con intensidades variando entre 1015 y 1030 hPa con una media sinóptica de 1022.5 hPa en los 31°S y 99°W, al norte de su posición normal y con anomalías variando entre -2 y 2 hPa en latitudes tropicales y entre -9 y +10 hPa en altas latitudes del S y SW. La temperatura superficial del mar (TSM) presentó condiciones normales y anomalías de +1 en latitudes tropicales y en altas latitudes del S y SW también se observó condiciones normales. Todas estas condiciones ocasionaron en conjunto que durante el mes, los vientos superficiales en la costa central de Perú, varíen entre débiles, moderados y con menor frecuencia fuertes; con un afloramiento marino activo y una inversión térmica registrada a la 07:00 a.m., con valores promedios de altura de su base a 664.0 m.s.n.m., espesor de 369.0 m y gradiente térmico de 1.0 °C/100m (**Cuadro N° 1 y Fig. N° 3**) estableciendo unas condiciones atmosféricas estables. La nubosidad estratiforme baja (base < 500 m.s.n.m.) (**Fig. N° 1**) continuo su gradual aumento, lo que a su vez causó que los días de insolación sean menores con respecto al mes de abril, asimismo la nubosidad media y alta, continuó su disminución alcanzando sus niveles mínimos en lo que va del año, como consecuencia de las esporádicos trasvases de masas de aire húmedo desde la Amazonía.

Las condiciones descritas contribuyeron a que la temperatura media del aire presente en la ciudad capital, un valor de 17 °C el día 22 de mayo (día más frío) y de 28.9 °C el día 11 de mayo (día más cálido). Asimismo, la humedad relativa media fue de 91 % el día 03 de mayo (día más húmedo) y de 64% el día 07 de mayo (día más seco). El comportamiento promedio mensual de estos parámetros se puede observar en la **Fig. N° 2**, donde se aprecia que la temperatura, con respecto al mes anterior, continuó su gradual decremento en el ciclo anual tanto en su valor máximo como en su mínimo, siendo sus valores superiores con respecto a la temperatura alcanzada en el mismo mes del año anterior. A su vez, la humedad relativa continuó su aumento. De esta manera, las condiciones atmosféricas estables, más húmedas y cierta disminución en la intensidad de los vientos, contribuyeron a que en promedio las concentraciones de contaminantes del aire por material particulado **PM₁₀ disminuya** y el **PM_{2.5} aumente**.

Fig. N° 01. Nubosidad media y visibilidad diarias Estación Aeropuerto Internacional Jorge Chávez - MAYO 2017

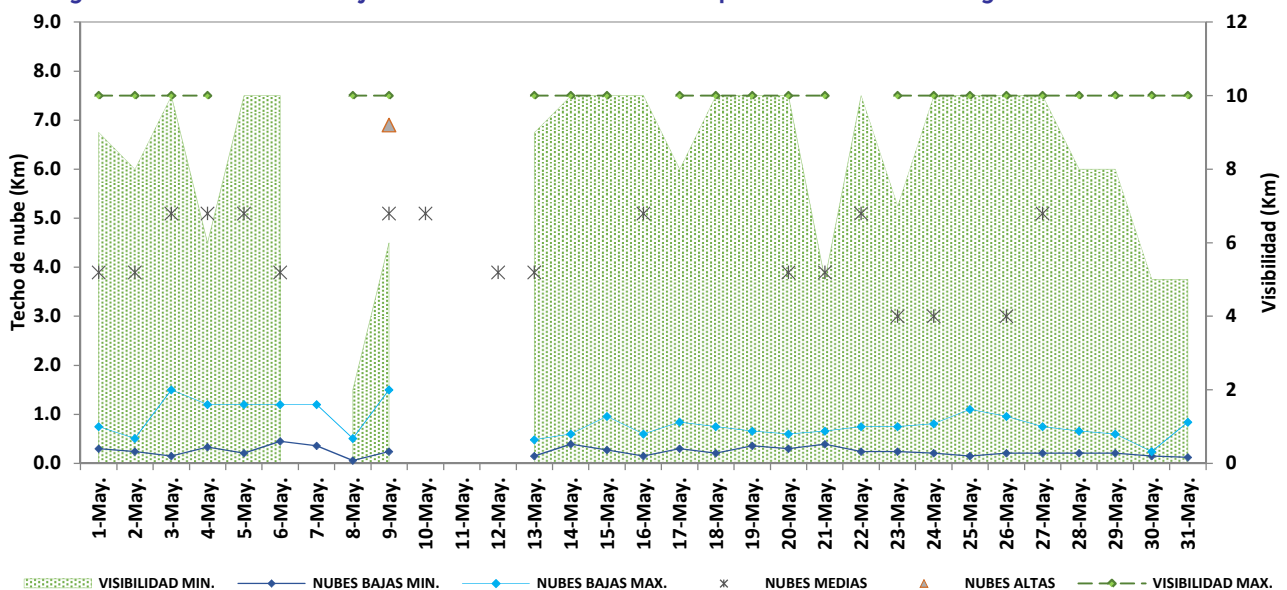
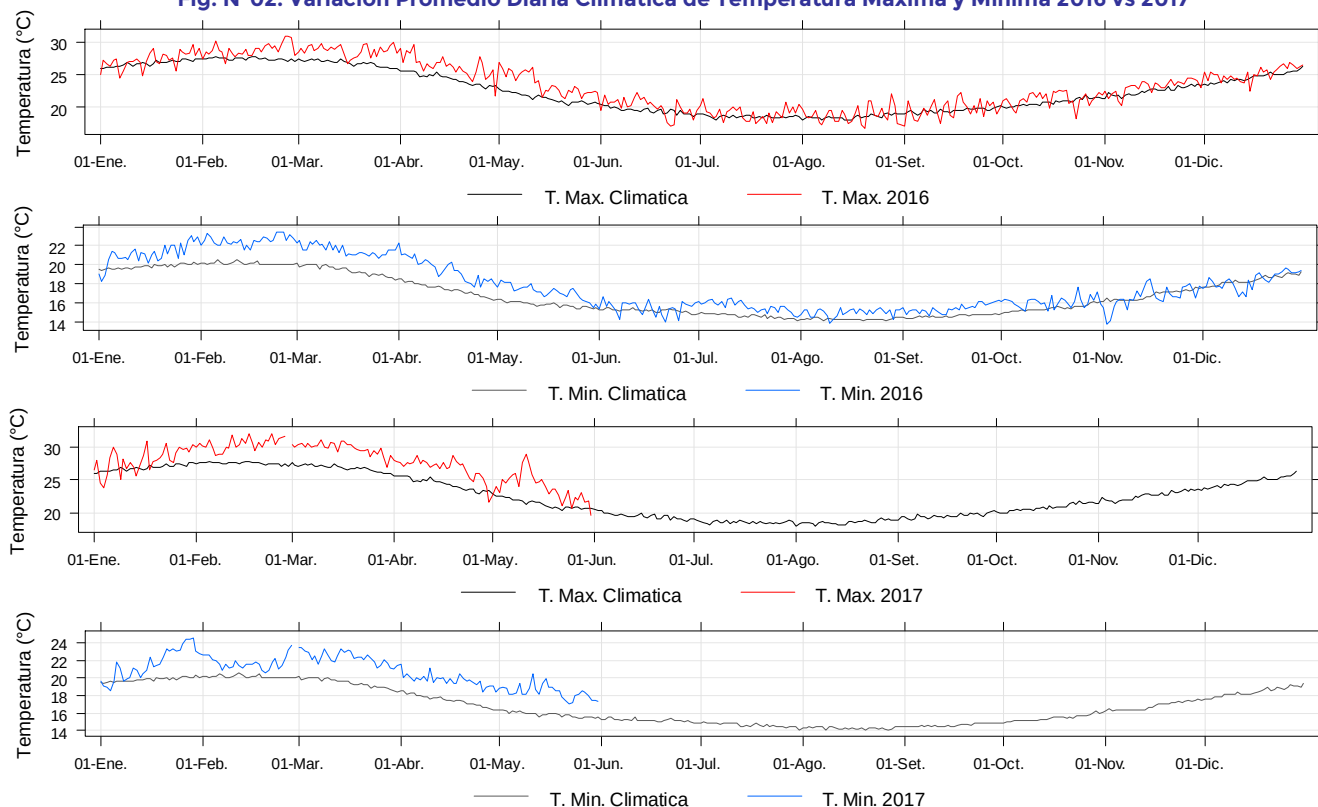


Fig. N°02. Variación Promedio Diaria Climática de Temperatura Máxima y Mínima 2016 vs 2017

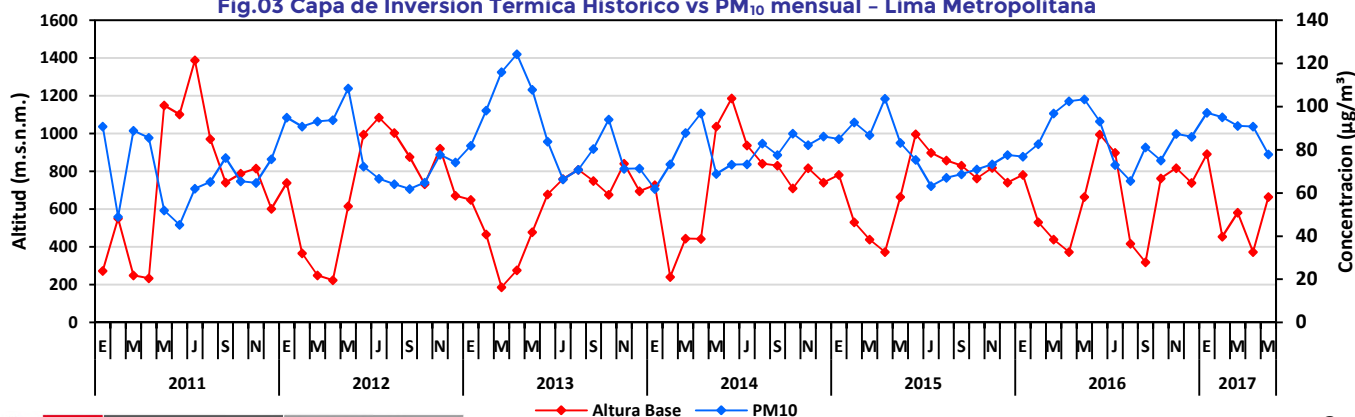


La Fig. N°02, muestra la comparación de las temperaturas medias máximas y mínimas climáticas de años normales periodo (1980-2014) en base a los registros de las estaciones Aeropuerto internacional Jorge Chávez (Callao), Campo de Marte (Jesús María) y Alexander Von Humboldt (La Molina), con los periodos 2016 y lo que va del año 2017. En la gráfica se evidencia anomalías climáticas predominantemente positivas de las temperaturas máximas y temperaturas mínimas con respecto a su media climática, habiéndose registrado el día 11 una temperatura máxima media de 28.9°C, con anomalía de 7.7°C; temperatura mínima media de 17.0°C el días 22 de mayo, con anomalías de 1.2 °C . Estas alteraciones están asociadas con el ligero fortalecimiento del anticiclón del pacífico sur oriental, de los vientos costeros del sur, del afloramiento costero y anomalías positivas de la temperatura superficial del mar frente a la costa occidental de Perú, donde muestra una tendencia a la normalización.

Cuadro N° 1: Características de la Capa de Inversión Térmica, aeropuerto internacional Jorge Chávez (07: 00 Hora Local), Costa Central de Perú – MAYO 2017

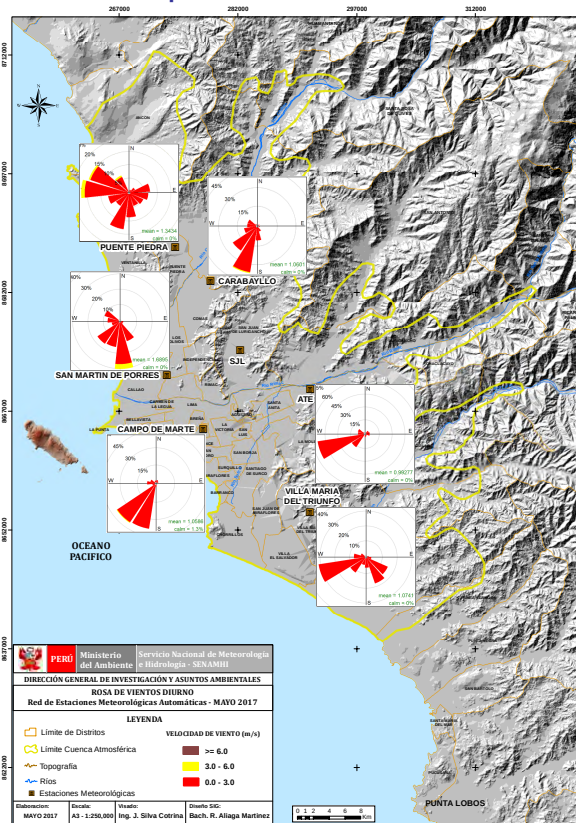
PARAMETRO	UNIDAD	MAXIMO		MINIMO		PROMEDIO
Espesor	m	871.0	Mayo	97.0	Mayo	369.0
Altura Base	m	1507.0	Mayo	100.0	Mayo	664.0
Altura Tope	m	1897.0	Mayo	302.0	Mayo	1032.0
T Base	°C	18.0	Mayo	10.0	Mayo	14.0
T Tope	°C	22.0	Mayo	14.0	Mayo	18.0
Gradiente	°C/100 m	5.0	Mayo	0.0	Mayo	1.0
H.R. Base	%	100.0	Mayo	43.0	Mayo	89.0
H.R. Tope	%	96.0	Mayo	20.0	Mayo	66.0

Fig.03 Capa de Inversión Térmica Histórico vs PM₁₀ mensual - Lima Metropolitana

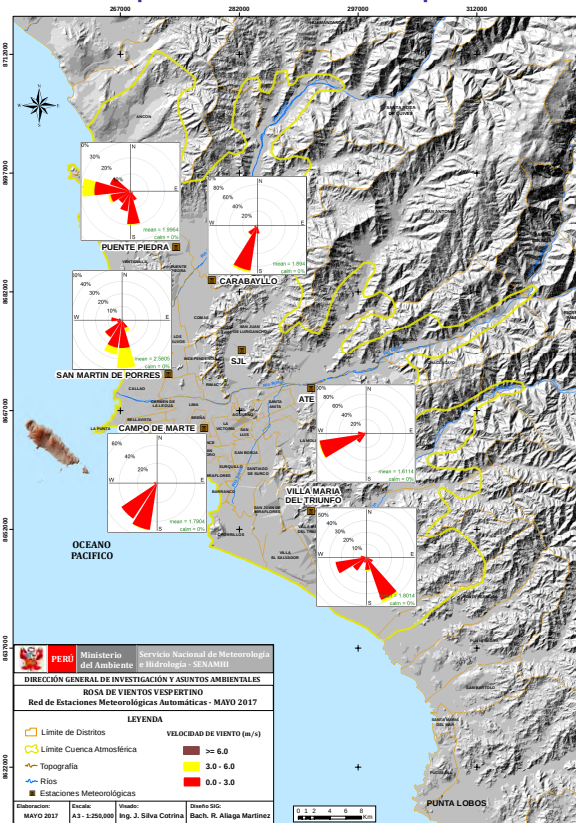


En la **Fig.03** se observa el comportamiento histórico de la altitud de la base de la capa de inversión que es directamente proporcional al nivel de dispersión atmosférica, es decir, a menor altura de la base de la capa, menor la dispersión de los contaminantes en la vertical, ocasionando un transporte y dispersión horizontal en dirección este y noreste. Se observa también que, la base de la capa de inversión, entre los meses de verano y otoño del Hemisferio sur (Febrero, Marzo y Abril) alcanza los mínimos valores de altitud: Esto influye que en las estaciones de Verano y Otoño, las concentraciones de los contaminantes particulados alcancen los niveles más altos dentro del ciclo anual, para luego gradualmente descender hacia la estación fría (Junio, Julio y agosto) a medida que la base de la inversión se incrementa en altitud.

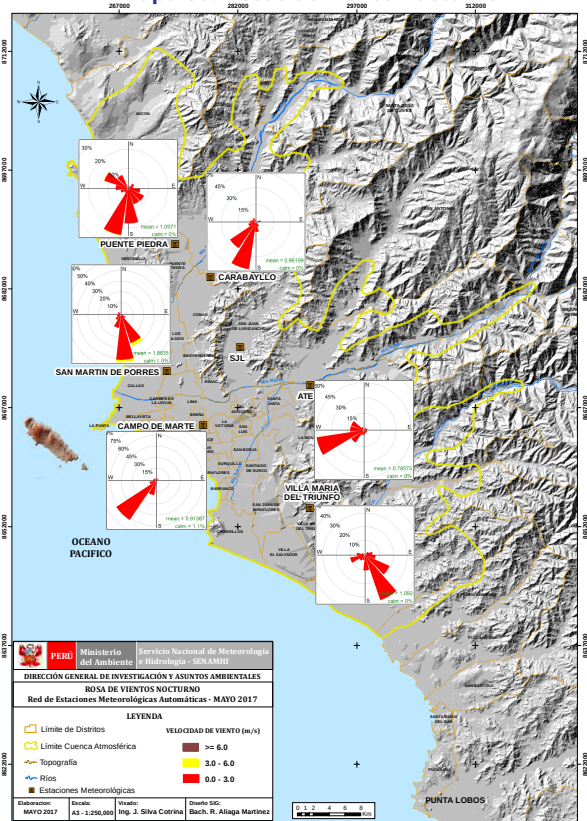
Mapa 01. Rosas de viento diurnas



Mapa 02. Rosas de viento vespertino



Mapa 03. Rosas de viento nocturno



En los Mapas 01, 02 y 03 se aprecia que, en promedio, predominó el transporte horizontal en dirección Norte, Noreste y este, río arriba por las microcuencas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, con flujos de vientos locales entre débiles a moderados en horas de la mañana; moderados a fuertes en horas de tarde; y vientos débiles durante la noche, debido a la persistente estabilidad atmosférica que limita la dispersión vertical

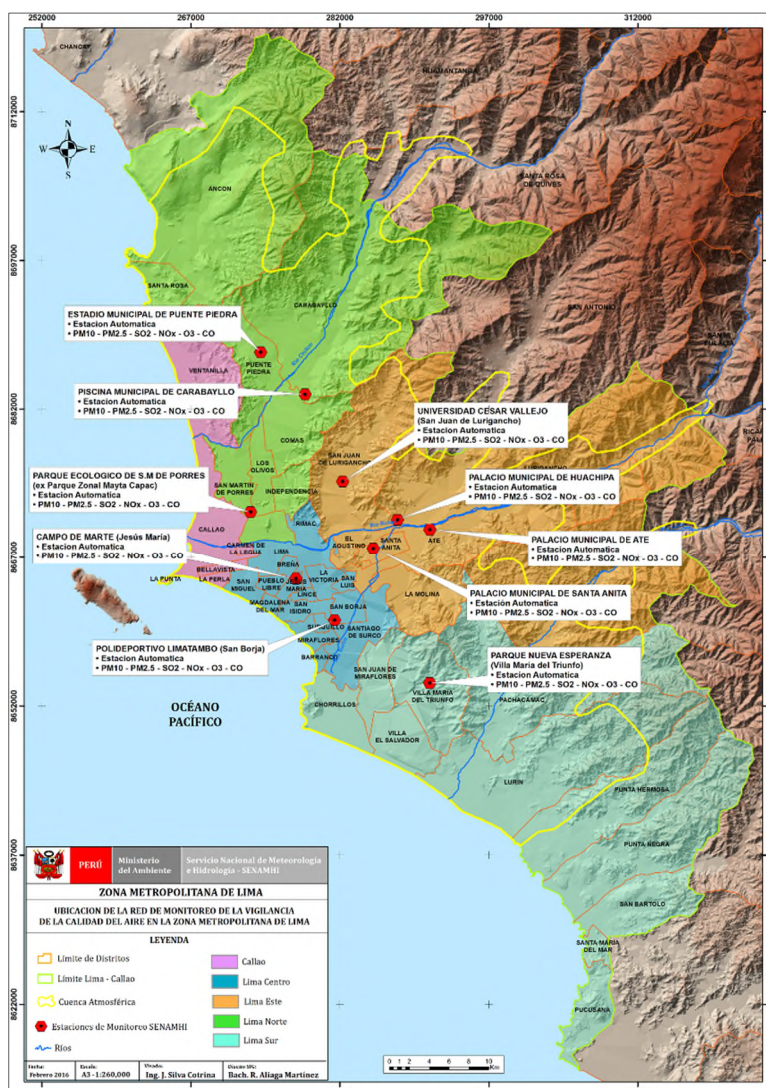
II. COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES PRIORITARIOS DEL AIRE EN LIMAMETROPOLITANA.

A continuación, se presenta los resultados del comportamiento, dentro del ciclo diario, de los contaminantes gaseosos y material Particulado de la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire en Lima Metropolitana.

El **Mapa 04**. Corresponde a la ubicación de la red de estaciones de Vigilancia de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Lima - Callao, implementada por el SENAMHI y que monitorea de manera continua los seis más importantes contaminantes del aire, como muestra cada una de las estaciones. Las estaciones están localizadas en la cuenca atmosférica Lima-Callao que ha sido dividida en zonas, como se detalla a continuación:

Cuadro N° 2, Ubicación de Estaciones

ZONA	UBICACION
Lima Norte	Lima Norte 1: San Martín de Porres
	Lima Norte 2: Carabayllo
	Lima Norte 3: Puente Piedra
Lima Centro	Lima Centro 1: San Borja
	Lima Centro 2: Campo de Marte (Jesús María)
Lima Este	Lima Este 1: Ate
	Lima Este 2: Santa Anita
	Lima Este 3: Huachipa
	Lima Este 4: Universidad César Vallejo, Lima este (San Juan de Lurigancho)
Lima Sur	Lima Sur 1: Villa María del Triunfo



Mapa 04. Ubicación de la Red de estaciones de Monitoreo de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana

Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de Aire

Es la medida que establece el grado o nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, en su condición de cuerpo receptor (Aire), que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente

Cuadro N° 3, ECAs de Aire

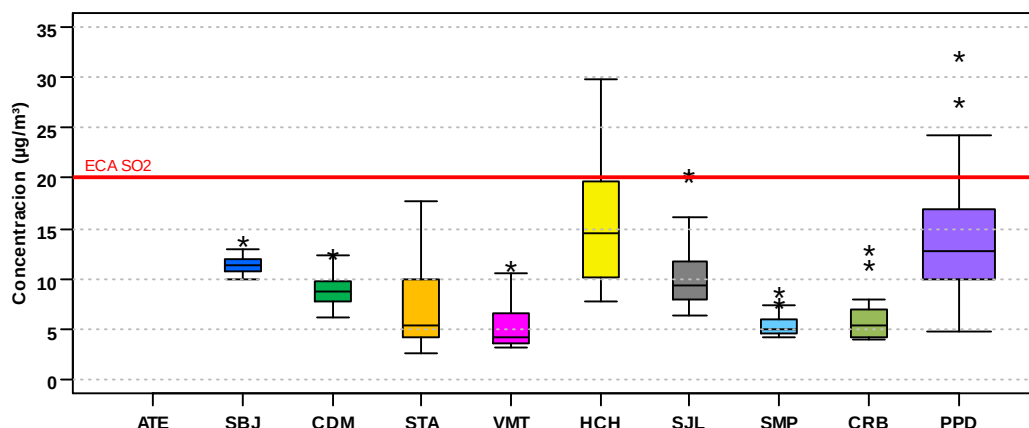
CONTAMINANTE	FRECUENCIA	ECA
Material Particulado menor de 10 micras - PM ₁₀	24 horas (día)	100 µg/m ³
Material Particulado menor de 2.5 micras - PM _{2.5}	24 horas (día)	50 µg/m ³
Dióxido de Azufre - SO ₂	24 horas (día)	250 µg/m ³
Dióxido de Nitrógeno - NO ₂	1 hora	200 µg/m ³
Ozono Superficial - O ₃	8 horas	120 µg/m ³
Monóxido de Carbono - CO	1 hora	30000 µg/m ³

Fuente: D.S. N° 074-2001-PCM, D.S N° 003-2008-MINAM

2.1. CONTAMINANTES GASEOSOS

2.1.1. DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂)

Fig. N° 04. Variación diaria de SO₂ – Estaciones Puente Piedra (PPD), Carabayllo (CRB), San Martín de Porres (SMP), Campo de Marte (CDM), San Borja (SBJ), Ate (ATE), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), y Villa María del Triunfo (V.M.T.) – MAYO 2017

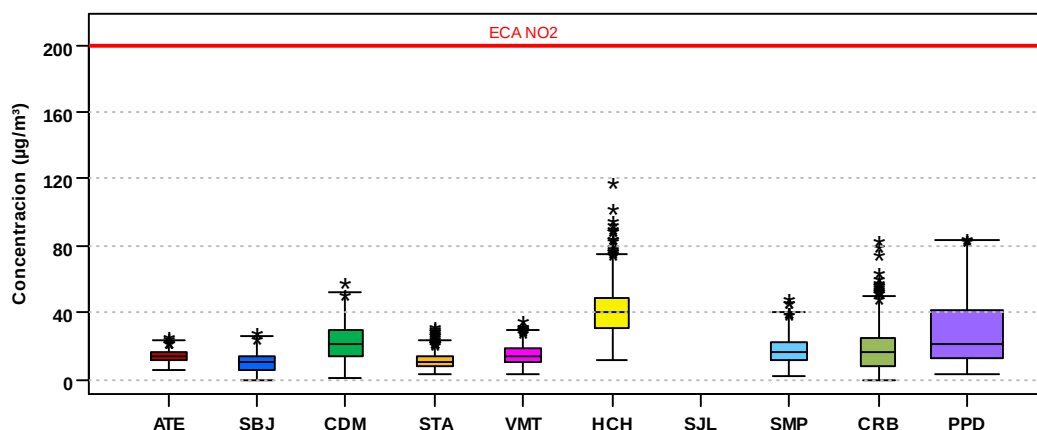


En la **fig.04** se observa la variación diaria de Dioxido de Azufre en el mes como se detalla a continuación:

- **Lima Este 3: Huachipa**, la máxima diaria se dio el jueves 11 con 29.9 µg/m³ equivalente al ECA en 150%, se superó el ECA en 6 días de los 31 monitoreados.
- **Lima Norte 3: Puente Piedra**, la máxima diaria se dio el martes 5 con 32.6 µg/m³ equivalente al ECA en 163%, se superó el estándar en 7 días de los 31 monitoreados.
- En el resto de estaciones las concentraciones de SO₂ fueron menores a su respectivo ECA.

2.1.2. DIOXIDO DE NITROGENO (NO₂)

Fig. N° 05. Variación horaria de NO₂ – Estaciones Puente Piedra (PPD), Carabayllo (CRB), San Martín de Porres (SMP), Campo de Marte (CDM), San Borja (SBJ), Ate (ATE), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), y Villa María del Triunfo (V.M.T.) – MAYO 2017

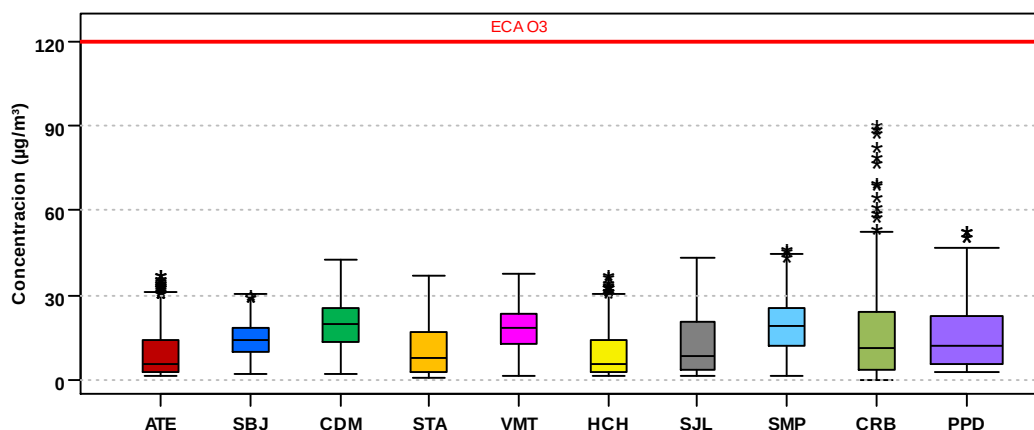


En la **fig.05** se aprecia la variación horaria de Dioxido de Nitrogeno en el mes, como se detalla a continuación:

- **Lima Este 3: Huachipa**, osciló principalmente de 31 a 49 µg/m³, pero con una máxima horaria de 120.2 µg/m³, que equivale al 60% del ECA y se dio el viernes 12 a las 9:00 horas, no se superó el estándar en los días monitoreados.
- **Lima Norte 3: Puente Piedra**, osciló principalmente de 13 a 42 µg/m³, pero con una máxima horaria de 86.5 µg/m³, que equivale al 43% del ECA y se dio el domingo 7 a las 8:00 horas, no se superó el estándar en los días monitoreados.
- En el resto de estaciones las concentraciones de NO₂ fueron menores y estuvieron muy por debajo del ECA de NO₂.

2.1.3. OZONO SUPERFICIAL (O₃)

Fig. N° 06. Variación media móvil 8 horas de O₃ - Estaciones Puente Piedra (PPD), Carabayllo (CRB), San Martín de Porres (SMP), Campo de Marte (CDM), San Borja (SBJ), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), y Villa María del Triunfo (V.M.T.) - MAYO 2017

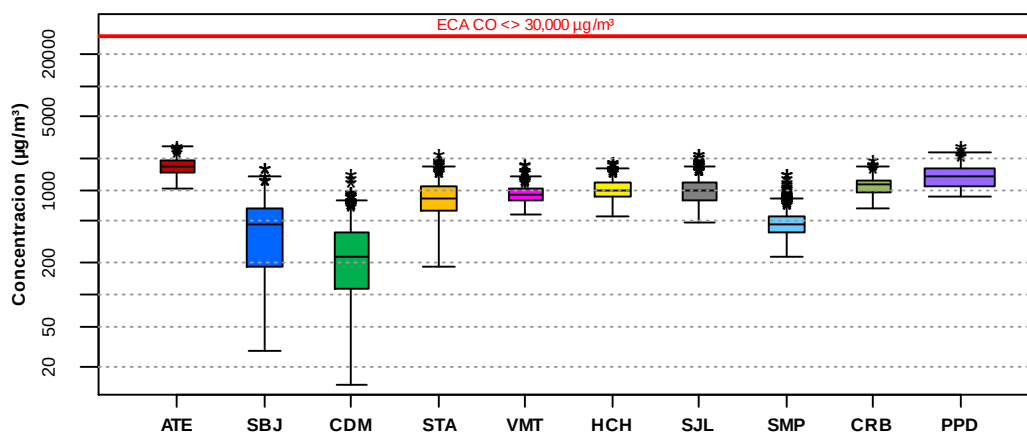


La fig.06 muestra la evolución móvil de 8 horas en el mes, como se detalla a continuación:

- **Lima Norte 2:** Carabayllo, osciló principalmente de 4 a 24 µg/m³, pero con una máxima de 92.5 µg/m³ equivalente al 77% del ECA y se dio el viernes 19 a las 12:00 horas; no se superó el ECA durante el mes.
- **Lima Norte 3:** Puente Piedra, las concentraciones oscilaron principalmente de 6 a 22 µg/m³, pero con una máxima de 54.8 µg/m³ que equivale al 46 % del ECA y se dio el martes 23 a las 17:00 horas; no se superó el estándar en el mes.
- En el resto de estaciones las concentraciones fueron menores y estuvieron muy por debajo del ECA de O₃.

2.1.4. MONOXIDO DE CARBONO (CO)

Fig. N° 07. Variación horaria de CO - Estaciones Puente Piedra (PPD), Carabayllo (CRB), San Martín de Porres (SMP), Campo de Marte (CDM), San Borja (SBJ), Ate (ATE), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJL), y Villa María del Triunfo (V.M.T.) - MAYO 2017



La fig.07 muestra el comportamiento horario de CO en el mes, que se detalla a continuación:

- **Lima Este 1: Ate,** osciló principalmente de 1498 a 1928 µg/m³, pero con una máxima horaria de 2995 µg/m³ equivalente al 10% de su ECA que fue el día martes 9 a las 8:00 horas; no se superó el estándar en los días monitoreados.
- **Lima Norte 3: Puente Piedra,** osciló principalmente de 1096 a 1593 µg/m³, pero con una máxima de 2992 µg/m³ que equivale al 10% de su estándar y se dio el viernes 12 a las 7:00 horas; no se superó el estándar en el mes monitoreado.
- En el resto de estaciones las concentraciones fueron menores y estuvieron muy por debajo del ECA de CO.

2.2. CONTAMINANTE MATERIAL PARTICULADO.

El comportamiento promedio horario de las concentraciones de material particulado menor a 10 micrómetros y 2.5 micrómetros (PM₁₀ y PM_{2.5}) a lo largo del día, siempre obedece a la influencia de la intensidad del tráfico vehicular, emisiones de procesos industriales, actividad comercial y resuspensión desde el suelo, que al interaccionar con las condiciones meteorológicas sinópticas y locales, determinan el comportamiento de las concentraciones de las partículas en la atmósfera; en el análisis se dará una mayor importancia especialmente en las horas diurnas (7h - 11h) y vespertinas (12h - 18h), debido a que son las principales horas de mayor actividad antropogénica y exposición de las personas a estos contaminantes.

2.2.1. PARTÍCULAS MENOR A 10 MICRÓMETROS (PM₁₀)

A. Comportamiento Horario.

Fig.08 Variación Media Horaria de PM₁₀ vs Velocidad del Viento Estación Pte. Piedra (PPD) - MAYO 2017

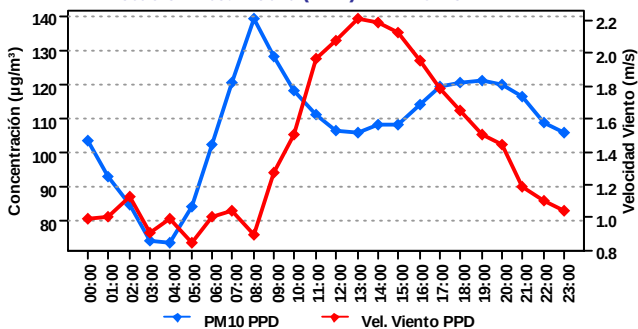
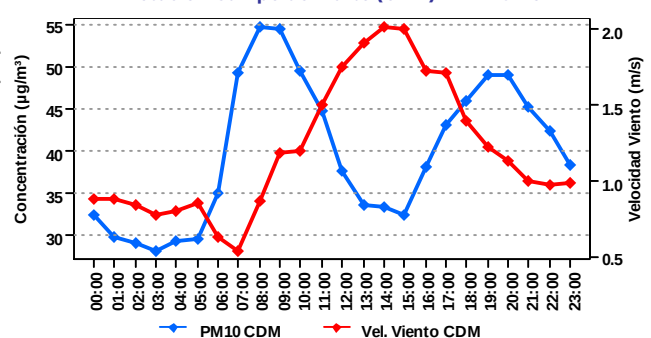


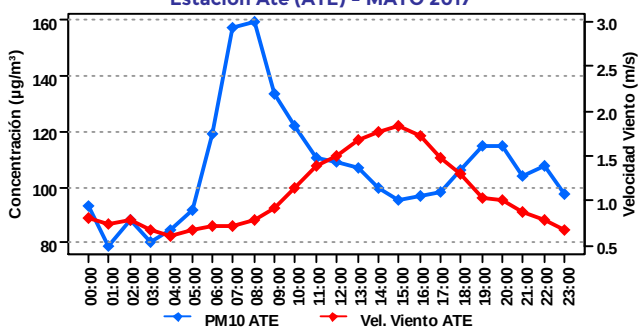
Fig.09 Variación Media Horaria de PM₁₀ vs Velocidad del Viento Estación Campo de Marte (CDM) - MAYO 2017



En la **fig.08**, estación **Lima Norte 3: Puente Piedra**, el aumento de las PM₁₀ se dio en horas de la madrugada desde las 4:00 horas, hasta una media horaria máxima de 139.4 µg/m³ a las 8:00 horas, luego descendió gradualmente a una concentración de 106.1 µg/m³ a las 13:00 horas, porque desde las 8:00 horas el viento incrementó su velocidad hasta las 13:00 horas, alcanzando el valor máximo de 2.2 m/s, dispersando y disminuyendo las concentraciones de PM₁₀.

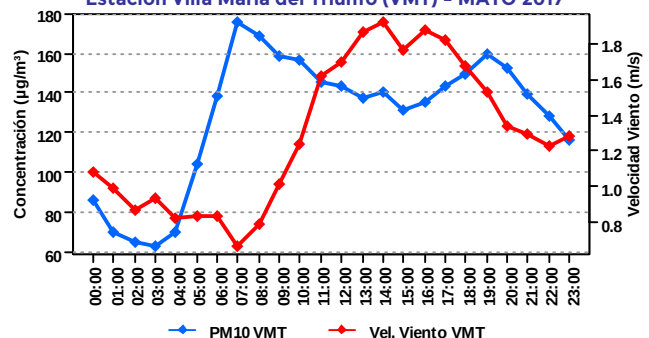
En la **fig.09**, estación **Lima Centro 2: Campo de Marte**, las concentraciones inician su incremento desde las 5:00 horas hasta llegar a una media horaria máxima de 54.7 µg/m³ a las 8:00 horas, luego desciende hasta 32.5 µg/m³ a las 15:00 horas, debido al incremento de la velocidad del viento que dispersó las partículas desde las 7:00 horas hasta las 14:00 horas, donde alcanzó la máxima de 2.0 m/s.

Fig.10 Variación Media Horaria de PM₁₀ vs Velocidad del Viento Estación Ate (ATE) - MAYO 2017



En la **fig.10**, estación **Lima Este 1: Ate**, el incremento se dio desde las 3:00 horas y ascendió a una media horaria máxima de 159.6 µg/m³ a las 8:00 horas; luego descendió hasta una concentración de 95.1 µg/m³ a las 15:00 horas, por la acción previa del viento que dispersó las partículas desde las 4:00 hasta las 15:00 horas, con una máxima velocidad de 1.8 m/s.

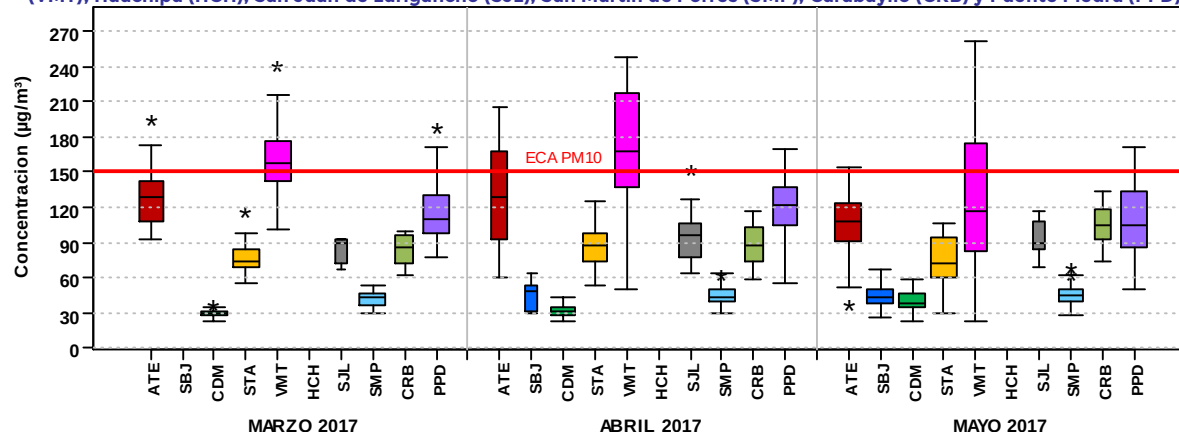
Fig.11 Variación Media Horaria de PM₁₀ vs Velocidad del Viento Estación Villa María del Triunfo (VMT) - MAYO 2017



En la **fig.11**, estación **Lima Sur 1: Villa María del Triunfo**, muestra el incremento gradual en las horas de la madrugada desde las 3:00 horas y asciende a una media horaria de 175.6 µg/m³ a las 7:00 horas para luego descender a 131.5 µg/m³ a las 15:00 horas, debido a que el viento dispersó el PM₁₀ desde las 7:00 hasta las 14:00 horas donde alcanzó una máxima velocidad de 1.9 m/s.

B. Comportamiento Diario (Trimestre)

Fig. 12 Variación Diaria Trimestral de PM₁₀ - Estación Ate, San Borja (SBJ), Campo de Marte (CDM), Santa Anita (STA), Villa María del Triunfo (VMT), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJM), San Martín de Porres (SMP), Carabaylo (CRB) y Puente Piedra (PPD)

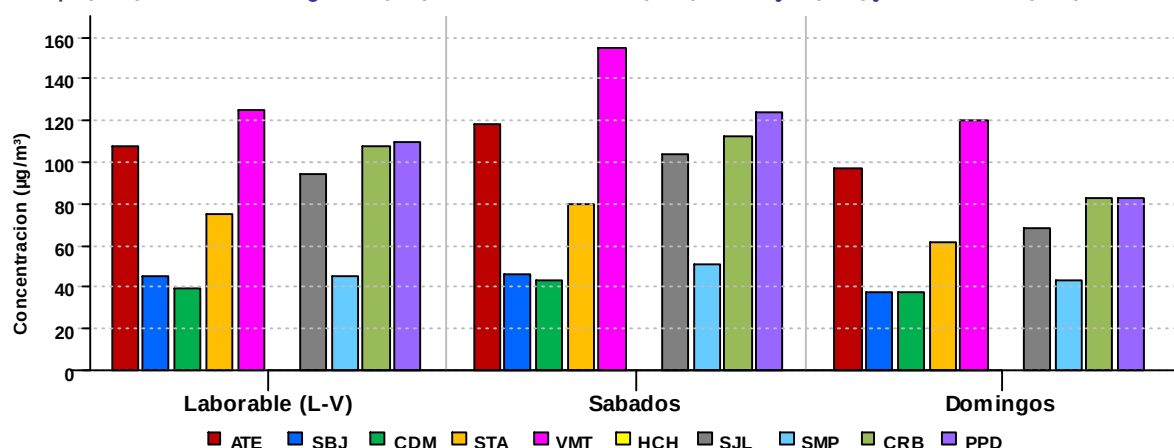


En la **fig.12** se observa la dispersión de las concentraciones diarias de PM₁₀ en los últimos 3 meses, mediante los diagramas de cajas; donde entre la base inferior de la caja (Q1) y la base superior (Q3) determinan el rango intercuartil, que es el rango más representativo de la variación, porque es donde se distribuye el 50% de las concentraciones, la variación en el último mes fue:

- **Lima Este 1: Ate**, el PM₁₀ descendió respecto al mes anterior, porque osciló principalmente de 91 a 124 µg/m³, pero con una máxima diaria de 153.6 µg/m³, que equivalente al 102% del ECA y se dio el viernes 12. Se superó el ECA en 1 día de los 13 monitoreados.
- **Lima Sur 1: Villa María del Triunfo**, las concentraciones descendieron respecto al mes anterior, porque osciló principalmente de 84 a 174 µg/m³, pero con una máxima diaria de 261.8 µg/m³ que equivale al 175% del ECA y se dio el martes 9. Se superó el estándar en 10 días de los 26 monitoreados.
- **Lima Norte 3: Puente Piedra**, el PM₁₀ descendió respecto al mes anterior, porque osciló principalmente de 85 a 133 µg/m³, pero con una máxima diaria de 170.5 µg/m³ que equivale al 114% del ECA y se dio el viernes 12. Se superó el estándar en 6 días de los 30 monitoreados.
- En el resto de estaciones las concentraciones se mantienen por debajo del ECA de PM₁₀.

C. Comportamiento Semanal.

Fig.13 Variación Semanal de PM₁₀ - Estación Ate, San Borja (SBJ), Campo de Marte (CDM), Santa Anita (STA), Villa María del Triunfo (V.M.T), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJM), San Martín de Porres (SMP), Carabaylo (CRB) y Puente Piedra (PPD) - MAYO 2017

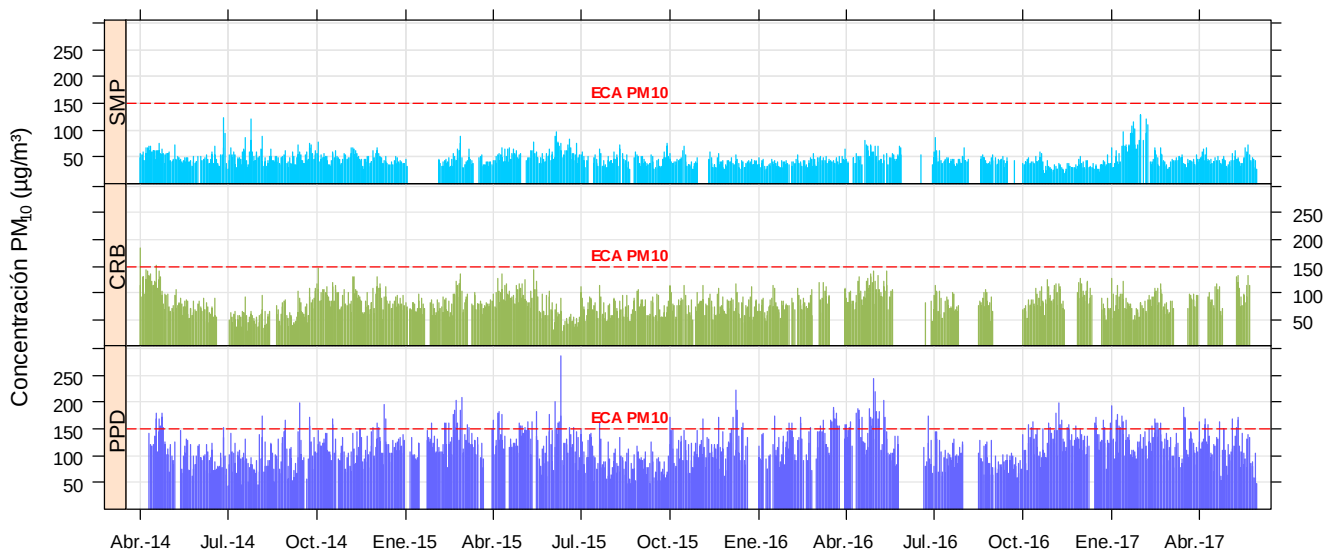


En la **fig.13** se observa la variación semanal de las concentraciones del PM₁₀, durante los diferentes días de la semana agrupados en: laborables (lunes - viernes), sábados y domingos. El comportamiento habitual esperado, es que en promedio las altas se presentan en los días laborales debido principalmente a la mayor actividad antropogénica (industrias, parque automotor, comercio, etc.) y proseguir con el descenso en los días sábados y las bajas concentraciones en los domingos (menor actividad antropogénica).

Todas las estaciones presentaron las altas concentraciones de PM₁₀ en los días sábados y las bajas en los días domingos.

D. Comportamiento Diario Histórico

**Fig.14 Variación diaria histórica de PM₁₀ - Lima Norte 1, 2 y 3
San Martín de Porres (SMP), Carabaylo (CRB) y Puente Piedra (PPD)**



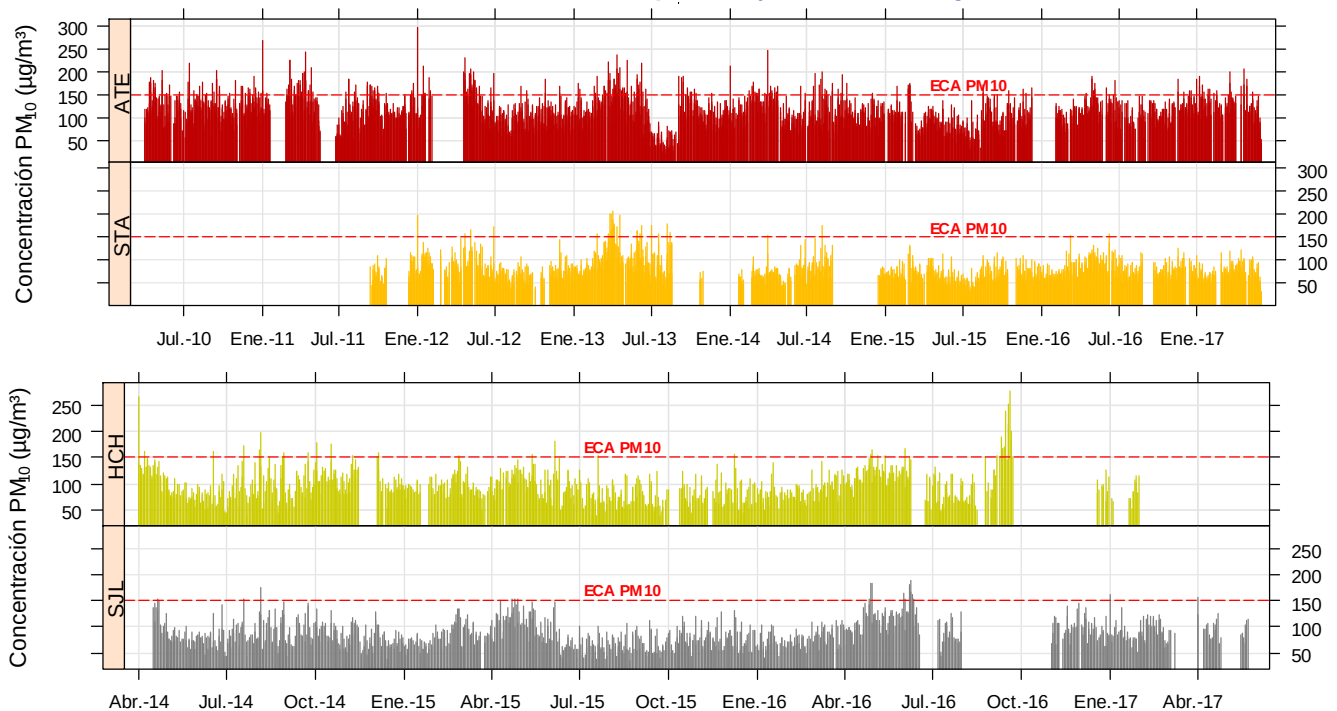
En la **fig.14** se detalla la variación histórica diaria de las concentraciones del PM₁₀ de Lima Norte:

Lima Norte 1: San Martín de Porres, en el 2014 se tuvo una máxima diaria de 123.7 µg/m³. En 2015 una máxima de 96.1 µg/m³. En 2016 con una máxima de 86.4 µg/m³. En el 2017 oscila principalmente de 39 a 57 µg/m³, pero con una máxima de 128.4 µg/m³. Desde su inicio hasta la fecha no se superó el ECA.

Lima Norte 2: Carabaylo, en el 2014 tuvo una máxima diaria de 184.4 µg/m³, se superó el ECA en 2 días de los 254 monitoreados. El 2015 una máxima de 144.0 µg/m³, sin superaciones al ECA. En 2016 una máxima de 141 µg/m³; sin superaciones al ECA. En 2017 oscila principalmente de 72 a 98 µg/m³, pero con una máxima de 133.4 µg/m³, sin superaciones al ECA.

Lima Norte 3: Puente Piedra, en 2014 el PM₁₀ superó el ECA en 20 días de un total de 230 monitoreados. En 2015 superó el ECA en 45 días de 325 monitoreados. En 2016 superó en 58 días el ECA de los 278 monitoreados. En el 2017 viene oscilando principalmente de 101 a 140 µg/m³, pero con una máxima de 193 µg/m³ y se está superando el ECA en 27 días de los 151 monitoreados.

**Fig.15 Variación diaria histórica de PM₁₀ - Lima Este 1, 2, 3 y 4
Ate (ATE), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH) y San Juan de Lurigancho (SJL)**



En la **fig.15** se detalla la variación diaria histórica de las concentraciones del PM₁₀ de Lima Este:

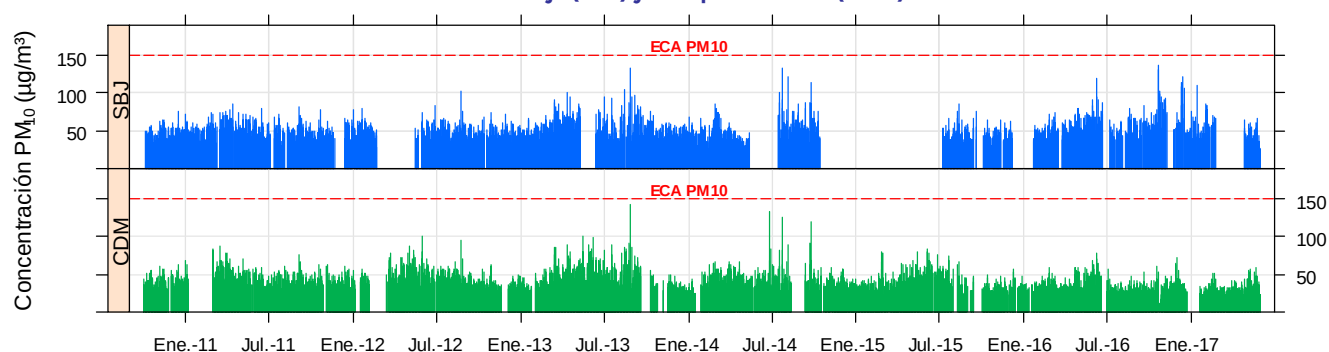
Lima Este 1: Ate, se observa que desde el inicio del funcionamiento de la estación en abril del 2010 se ha superado al ECA en 43 días de los 256 días monitoreados del 2010. En 2011 se superó al ECA en 48 días de los 275 días monitoreados. En 2012 la superación al ECA disminuyó a 38 de los 283 días monitoreados. En 2013 la superación al estándar aumentó a 56 días de los 345 días de monitoreo. En 2014 superó en 40 días de los 343 monitoreados. En 2015 superó el ECA en 12 días de los 308 monitoreados. El 2016 superó en 15 días de los 281 monitoreados. En el 2017 se supera el ECA en 18 días de los 124 monitoreados.

Lima Este 2: Santa Anita, se aprecia un pico notable en el año nuevo 2012 de $199.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que superó al ECA, caso contrario en el día del año nuevo 2013 solo registro $85.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ debido principalmente a las garuas que se dio ese día. El 2012 se superó al ECA en 4 días de los 295 días monitoreados. En el 2013 la superación al estándar fue de 21 días de los 225 días monitoreados. El 2014 superó al ECA en solo 2 días de los 204 días monitoreados. El 2015 con una máxima de $132.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y sin superar el estándar en los 327 días monitoreados. En el 2016, se superó el ECA en 2 días de los 298 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 63 a $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima diaria de $124.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$; sin superaciones al ECA de los 128 días monitoreados.

Lima Este 3: Huachipa, en 2014 se superó el ECA en 16 días de los 225 monitoreados. En 2015 se dio superaciones al ECA de 6 días de los 334 monitoreados. En 2016 se superó el ECA en 19 días de los 194 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 71 a $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima de $115.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; sin superaciones al ECA.

Lima Este 4: San Juan de Lurigancho, en 2014 se superó el ECA en 2 días de un total de 244 monitoreados. En 2015 superó el ECA en 4 días de 360 monitoreados. En 2016 superó en 10 días el ECA de los 229 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 78 a $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima de $161.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se viene superando el ECA en 2 días de los 92 monitoreados.

**Fig.16 Variación diaria histórica de PM_{10} - Lima Centro 1 y 2
San Borja (SBJ) y Campo de Marte (CDM)**

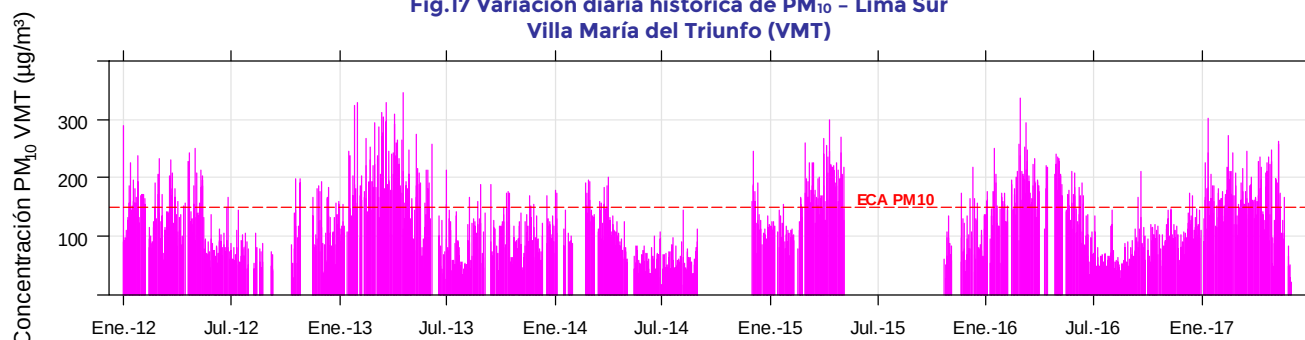


En la **fig.16** se detalla la variación diaria histórica del PM_{10} en Lima Centro:

Lima Centro 1: San Borja, se observa que desde el inicio hasta la actualidad no ha superado al ECA; se identifican como picos máximos diarios en noviembre 2016 y agosto 2013 con $137.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $132.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. En el 2017 oscila principalmente de 40 a $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima diaria de $110.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, desde noviembre 2010 hasta la fecha no se supera el ECA.

Lima Centro 2: Campo de Marte del distrito de Jesús María, se tiene como picos máximos diarios valores de $142.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $101.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en agosto 2013 y mayo 2012 respectivamente. En el 2017 oscila principalmente de 28 a $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima de $58.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, desde setiembre 2010 hasta la fecha no se supera el ECA.

**Fig.17 Variación diaria histórica de PM_{10} - Lima Sur
Villa María del Triunfo (VMT)**



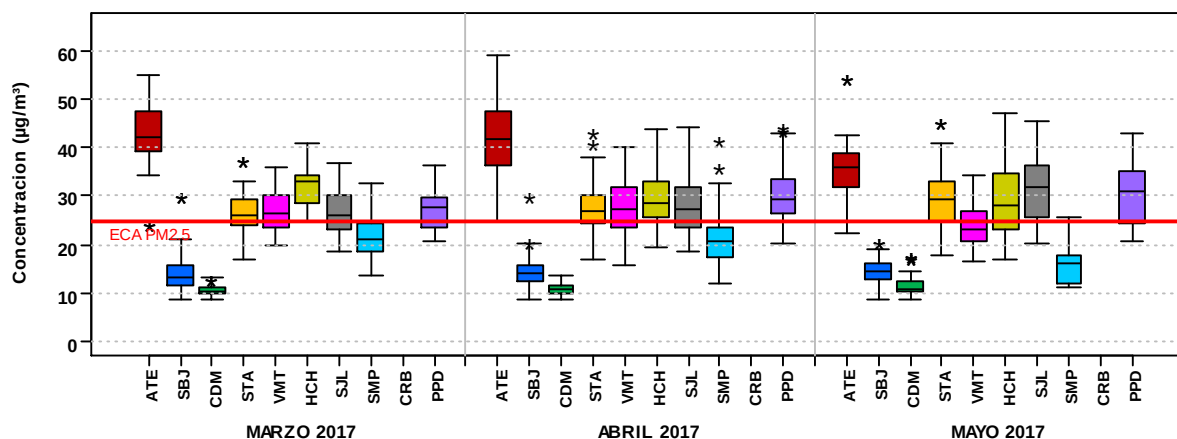
En la **fig.17** se detalla la variación diaria histórica del PM_{10} de Lima Sur:

Lima Sur 1: Villa María del Triunfo, se aprecia los picos máximos diarios históricos de 347.3 y $335.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los meses de abril 2013 y febrero 2016 respectivamente por la fuerte estabilidad atmosférica (Fig. N° 3). En el 2012 se superó al ECA en 66 días de los 277 días monitoreados. En 2013 la superación al ECA subió ampliamente en 110 días de los 320 monitoreados. En 2014 se superó en 23 días de los 213 monitoreados. En 2015 superó el ECA en 65 días de los 162 monitoreados. En 2016 superó el ECA en 87 días de los 317 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 130 a $187 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima de $302 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se viene superando el ECA en 90 días de los 144 monitoreados.

2.2.2. PARTÍCULAS MENOR A 2.5 MICRÓMETROS (PM_{2.5})

A. Comportamiento Diario (Trimestre).

Fig.18 Variación Diaria de PM_{2.5} - Estación Ate, San Borja (SBJ), Campo de Marte (CDM), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH), San Juan de Lurigancho (SJM), San Martín de Porres (SMP), Carabaylo (CRB) y Puente Piedra (PPD)

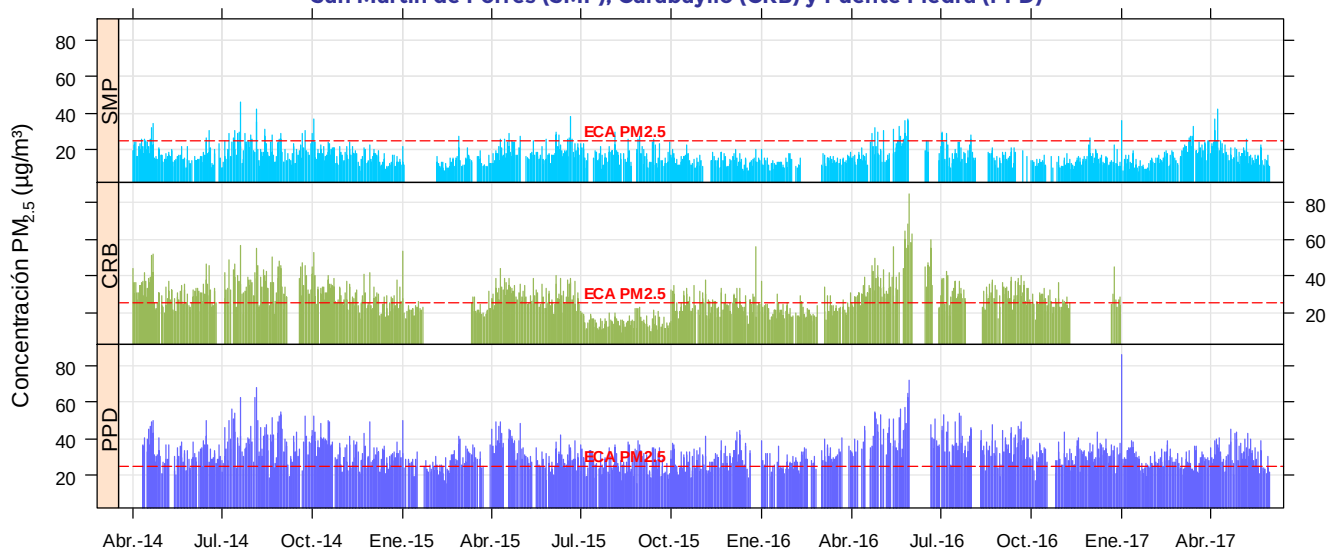


En relación a las concentraciones diarias del PM_{2.5} en la **fig.18** se observa:

- **Lima Este 1:** Ate, el PM_{2.5} descendió respecto al mes anterior, porque osciló principalmente de 32 a 39 µg/m³, pero con una máxima de 55.1 µg/m³ equivalente a 220% del ECA, que se dio el martes 23. **Se superó el ECA en 26 días de los 27 monitoreados.**
- **Lima Este 2:** Santa Anita, respecto al mes anterior, ascendió ligeramente porque osciló principalmente de 25 a 33 µg/m³, pero con una máxima de 46 µg/m³ que es equivalente a 184% del estándar y se dio el martes 23. **Se superó el estándar en 18 días de los 25 monitoreados.**
- **Lima Este 3:** Huachipa, respecto al mes anterior, ascendió porque osciló principalmente de 24 a 35 µg/m³, pero con una máxima de 47.1 µg/m³ equivalente a 188% del ECA y se dio el martes 23. **Se superó el estándar en 22 días de los 31 monitoreados.**
- **Lima Este 4:** San Juan de Lurigancho, respecto al mes anterior ascendió porque osciló principalmente de 27 a 36 µg/m³, pero con una máxima de 45.3 µg/m³, equivalente a 181% del ECA y se dio el martes 23. **Se superó el estándar en 19 días de los 23 monitoreados.**
- **Lima Norte 1:** San Martín de Porres, respecto al mes anterior descendió, porque osciló principalmente de 13 a 18 µg/m³, pero con una máxima de 25.5 µg/m³, equivalente a 102% del ECA que se dio el lunes 8. **Se superó el ECA en 1 día de todo el mes monitoreado.**
- **Lima Norte 3:** Puente Piedra, ascendió respecto al mes anterior, porque osciló principalmente de 25 a 35 µg/m³, pero con una máxima de 43 µg/m³ que es equivalente a 172% del estándar y se dio el martes 9; **se superó el ECA en 21 días de todo el mes monitoreados.**
- **Lima Sur 1:** Villa María del Triunfo, las concentraciones descendieron respecto al mes anterior, oscilando principalmente de 21 a 26 µg/m³, pero con una máxima de 34.2 µg/m³, que equivale a 137% del ECA que se dio el sábado 20. **Se superó el estándar en 7 días de 20 monitoreado.**

B. Comportamiento Diario Histórico

Fig.19 Variación diaria histórica de PM_{2.5} - Lima Norte 1, 2 y 3 San Martín de Porres (SMP), Carabaylo (CRB) y Puente Piedra (PPD)



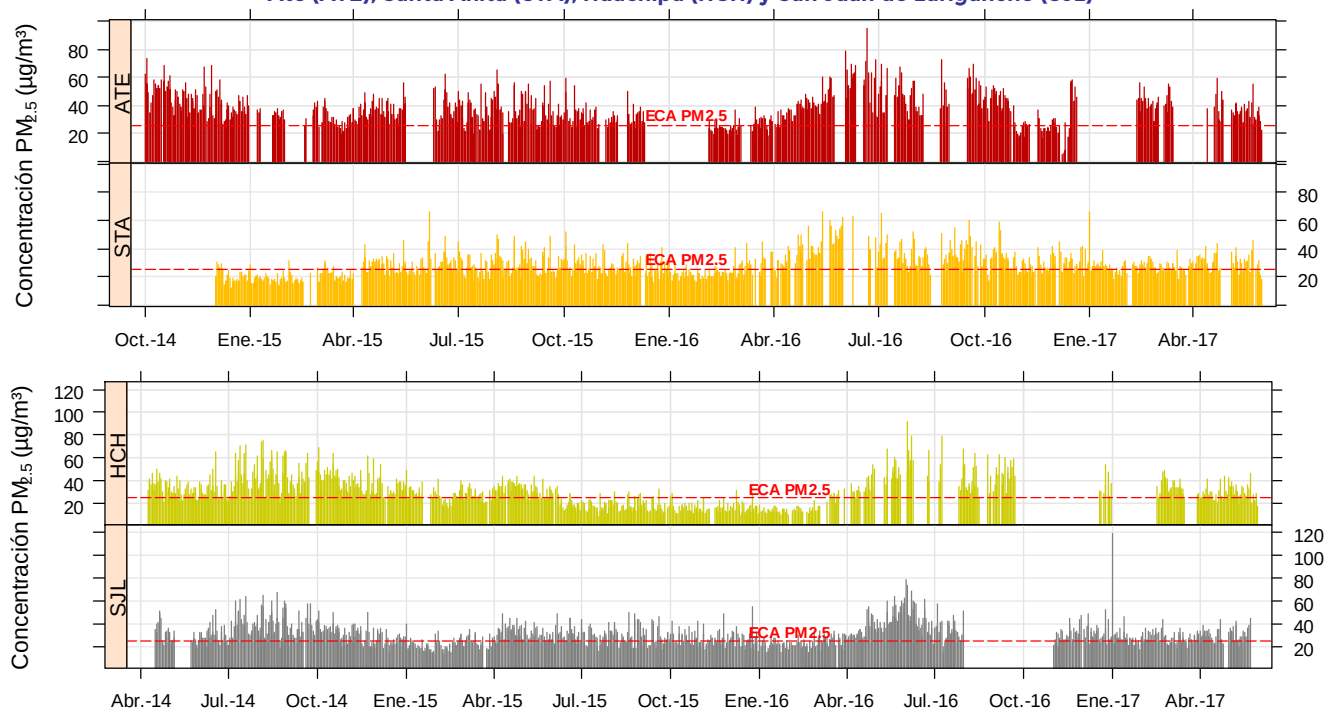
En la **fig.19** se detalla la variación diaria histórica del $PM_{2.5}$ de Lima Norte:

Lima Norte 1: San Martín de Porres, en 2014 se tuvo una máxima diaria de $45.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se superó el ECA en 29 días de los 269 monitoreados. En 2015 una máxima de $38.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se superó el ECA en 18 días de los 304 monitoreados. En 2016 una máxima de $36.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se superó el ECA en 20 días de los 295 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 13 a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima de $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se viene superando el ECA en 12 días de los 149 monitoreados.

Lima Norte 2: Carabayillo, en 2014 se tuvo una máxima de $56.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se superó el ECA en 197 días de los 251 monitoreados. En 2015 una máxima de $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se superó el ECA en 120 días de los 313 monitoreados. En 2016 una máxima de $63.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y supero el ECA en 167 días de los 191 monitoreados (57% días > ECA).

Lima Norte 3: Puente Piedra, en 2014 tuvo una máxima de $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y superó el ECA en 225 días de los 251 monitoreados. En 2015 una máxima de $49.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y supero el ECA en 235 días de los 328 monitoreados. En 2016 una máxima de $72.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se superó el ECA en 268 días de los 278 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 26 a $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima de $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se está superando el ECA en 118 días de los 151 monitoreados.

Fig.20 Variación diaria histórica de $PM_{2.5}$ - Lima Este 1, 2, 3 y 4
Ate (ATE), Santa Anita (STA), Huachipa (HCH) y San Juan de Lurigancho (SJL)



En la **fig.20** se detalla la variación diaria histórica del $PM_{2.5}$ de Lima Este:

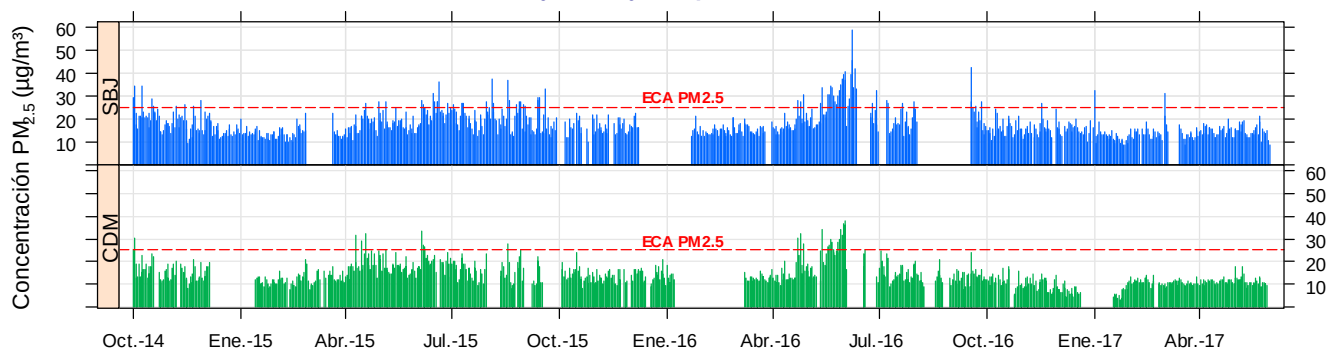
Lima Este 1: Ate, inicio el monitoreo del $PM_{2.5}$ en octubre 2014, claramente se viene superando el Estándar de Calidad (ECA); en el 2014 se superó en total 90 días, es decir el 100% de días se superó el ECA. En 2015 se tuvo una máxima de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y superó el ECA en 235 días de los 253 monitoreados. En 2016 una máxima de $94.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se superó el ECA en 199 días de los 242 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 35 a $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima de $58.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se viene superando el ECA en 63 de 65 días.

Lima Este 2: Santa Anita, monitorea el $PM_{2.5}$ desde diciembre 2014 y en ese año se superó el ECA en 4 días de los 31 monitoreados. En 2015 se tuvo una máxima de $66.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se superó el ECA en 176 días de los 341 monitoreados. En 2016 una máxima de $66.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y supero el ECA en 208 de los 252 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 24 a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima de $65.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se está superando el ECA en 97 días de los 135 monitoreados.

Lima Este 3: Huachipa, monitorea desde abril 2014, con una máxima de $75.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se superó el ECA en 230 días de los 258 monitoreados. En 2015 una máxima de $49.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y supero el ECA en 127 días de los 344 monitoreados. En 2016 una máxima de $91.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y superó el ECA en 111 días de los 129 monitoreados. En 2017 oscila principalmente de 26 a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima de $48.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se está superando el ECA en 69 días de 91 monitoreados

Lima Este 4: San Juan de Lurigancho, inicio el monitoreo de $PM_{2.5}$ en abril 2014, en ese año se tuvo una máxima de $67.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se superó el ECA en 187 días de los 240 monitoreados. En 2015 una máxima de $55.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y superó el ECA en 215 días de los 361 monitoreados. En el 2016 una máxima $79.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y superó el ECA en 193 días de los 251 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 25 a $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero con una máxima de $119.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se está superando el ECA en 100 días de los 138 monitoreados.

**Fig.21 Variación diaria histórica de PM_{2.5} - Lima Centro 1 y 2
San Borja (SBJ) y Campo de Marte (CDM)**

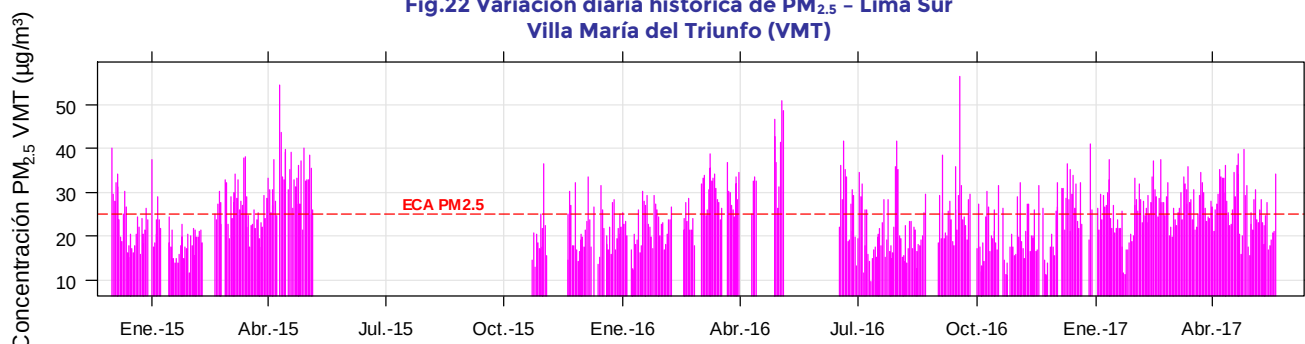


En la **fig.21** se detalla la variación diaria histórica del PM_{2.5} de Lima Centro:

Lima Centro 1: San Borja, inicio el monitoreo de PM_{2.5} en octubre 2014, donde supero el ECA en 9 días de los 92 monitoreados. En el 2015 una máxima de 37.5 µg/m³ y superó el ECA en 31 días de los 293 monitoreados. En el 2016 una máxima diaria de 58.5 µg/m³ y superó el ECA en 41 días de los 270 monitoreado. En el 2017 oscila principalmente de 12 a 15 µg/m³, pero con una máxima de 32.6 µg/m³ y se está superando el ECA en 2 día de los 139 monitoreados.

Lima Centro 2: Campo de Marte distrito de Jesús María, inicio el monitoreo el PM_{2.5} en octubre 2014, con superación al ECA en 10 días de los 59 monitoreados. En 2015 una máxima de 33.2 µg/m³ y superó el ECA en 10 días de los 286 monitoreado. En el 2016 una máxima de 37.9 µg/m³ y superó el ECA en 17 días de los 252 monitoreado. En el 2017 oscila principalmente de 10 a 12 µg/m³, pero con una máxima de 18.1 µg/m³ sin superaciones al ECA.

**Fig.22 Variación diaria histórica de PM_{2.5} - Lima Sur
Villa María del Triunfo (VMT)**



En la **fig.22** se observa la variación diaria histórica de PM_{2.5} de Lima Sur:

Lima Sur 1: Villa María del Triunfo empezó a monitorear el PM_{2.5} desde diciembre 2014, superando el ECA en 10 días de los 29 monitoreados. En 2015 con una máxima de 54.7 µg/m³ y superado el ECA en 67 días de los 158 monitoreados. En 2016 una máxima de 56.5 µg/m³ y superó el estándar en 108 de los 243 monitoreados. En el 2017 oscila principalmente de 22 a 30 µg/m³, pero con una máxima de 39.9 µg/m³ y superando el ECA en 78 días de los 138 monitoreados.

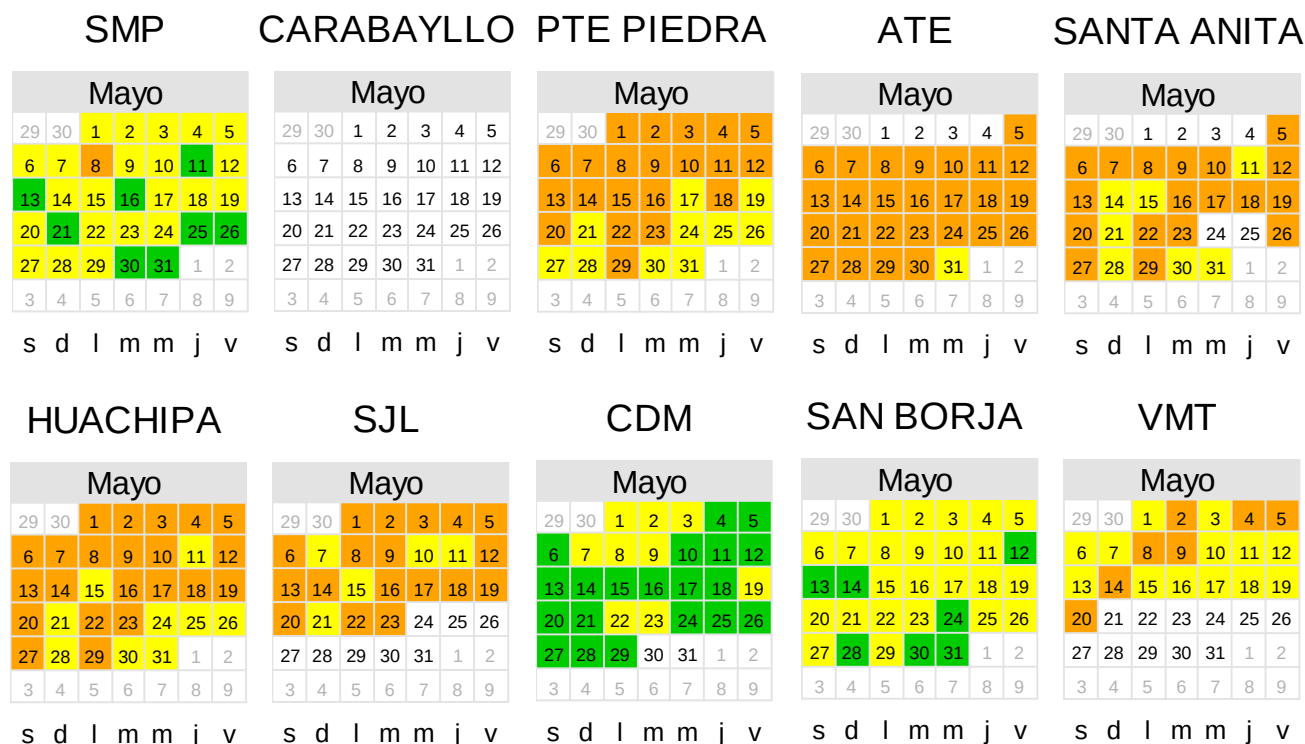
III. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE POR PM2.5 EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA

Cuadro N° 4: Estados de la Calidad del Aire y su Implicancia en las personas.

ESTADO	RANGO	EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES	MEDIDAS A TOMAR POR LAS PERSONAS
BUENA	0 - 75	La calidad del aire se considera satisfactoria, y la contaminación del aire no representa ningún riesgo.	Toda la población puede realizar sus actividades cotidianas al aire libre sin ninguna restricción.
MODERADA	>75 - 150	La gente de los grupos sensibles (niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias y cardíacas), pueden presentar síntomas tales como tos y cansancio. La población en general no se ve afectada.	Personas particularmente sensitivas a la contaminación del aire: Planeen actividades vigorosas al aire libre cuando mejore la calidad del aire.
MALA	>150 - 250	Toda la población puede padecer de síntomas tales como tos seca, ojos cansados, ardor en la nariz y garganta. Las personas de grupos vulnerables (niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias y cardíacas) los efectos podrían ser más graves para la salud.	Grupos sensitivos: Reduzcan o pospongan actividades vigorosas al aire libre cuando se detecte la presencia de: Contaminación por partículas: Personas con enfermedades cardíacas o pulmonares (incluyendo a los diabéticos), adultos de edad avanzada y niños.
UMBRAL DE CUIDADO	>250	Toda la población puede presentar agravamiento de los síntomas tales como tos seca, ojos cansados, ardor en nariz y garganta. Efectos aún más graves en la salud de los grupos sensibles (niños, ancianos y personas con problemas cardiovasculares).	Todos: Reduzcan o pospongan las actividades vigorosas al aire libre. Grupos sensitivos: Eviten las actividades vigorosas al aire libre.

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

Fig.23 Estados de la Calidad del Aire por PM2.5 - Estaciones SENAMHI 2017



En la Fig.23, se ilustra los días monitoreados en un almanaque mensual, identificando los Estados de la Calidad del Aire que se clasifican según el Cuadro N° 3 y que están directamente relacionados con las concentraciones de PM_{2.5}. Para el mes se observa que:

La estación de Lima Norte 3 (Puente Piedra), Lima Este (Ate, Santa Anita, Huachipa y San Juan de Lurigancho) y Lima Sur (Villa María del Triunfo), **persisten respecto al mes anterior con estados de calidad del aire MALA (superaciones ECA) por PM_{2.5}**, caso contrario en Lima Centro (Jesús María y San Borja) presentó solo días con calidad BUENA a MODERADA.

IV. PERSPECTIVAS PARA EL MES DE JUNIO 2017

De acuerdo a los pronósticos climáticos para el mes de junio 2017, se continuará con la fase de declinación de la temperatura superficial del mar (TSM) a lo largo del litoral peruano. Asimismo, los trasvases de masas húmedas desde el Atlántico continuarán hacia sus valores mínimos, por lo que las lluvias en las vertientes occidentales de los Andes se volverán más esporádicas en las zonas medias y bajas de las cuencas. El anticiclón del Pacífico suroriental, continuará su fortalecimiento, lo que mantendrá vientos débiles, moderados y fuertes principalmente del SW, S y SE, manteniendo a la vez, un afloramiento activo de la corriente fría de Humboldt cercano al litoral. La inversión térmica por subsidencia, media mensual, continuará su aumento en intensidad y altura de su base, mostrando condiciones estables.

La nubosidad estratiforme continuará con su gradual incremento como manifestación de las condiciones características de inicios de invierno en el hemisferio sur, lo que ocasionará que, los niveles de insolación sigan disminuyendo con respecto al mes anterior y que, debido a una disminución de la nubosidad media y alta por la consiguiente disminución de los trasvases de masas de aire húmedo desde la amazonia, no ocurrirán lluvias en los distritos del este de la ciudad capital, dando paso al incremento en la ocurrencia de garúas, en especial en los distritos costeros. La temperatura media del aire continuará su gradual disminución y la humedad relativa seguirá aumentando. Bajo tales condiciones, para las partículas contaminantes se espera que en promedio el PM_{10} disminuya significativamente y el $PM_{2.5}$ aumente notablemente, oscilando ambos dentro de su variabilidad normal.

V. CONCLUSIONES

- Las condiciones atmosféricas y oceánicas que determinaron el comportamiento climático durante el mes de mayo en la costa central de Perú, muestran el anticiclón del pacífico suroriental con un valor medio de su núcleo de 1022.5 hPa y máximo de 1030 hPa en los 31°S y 99°W, al norte de su posición normal y con anomalías variando entre -2 y 2 hPa en latitudes tropicales y entre -9 y +10 hPa en altas latitudes del S y SW. La TSM presentó condiciones normales y anomalías de +1 en latitudes tropicales y en altas latitudes del S y SW condiciones normales.
- Presencia de vientos superficiales predominantemente del SW, S y SE variando entre débiles, moderados y fuertes, mantuvieron un afloramiento activo de la corriente fría de Humboldt cerca a la costa y la presencia de una inversión térmica con altura promedio de su base a 664 m.s.n.m., espesor de 369 m y gradiente medio de 1.0 °C/100, manifestada en unas condiciones atmosféricas estables en la costa central de Perú.
- La nubosidad estratiforme baja (base < 500 m.s.n.m.) continuó su gradual aumento y los niveles de insolación han disminuido. La nubosidad media y alta como consecuencia de los escasos trasvases de masas de aire húmedo desde la Amazonía, continuó su disminución lo que provocó escasas precipitaciones en las vertientes occidentales de los Andes centrales de Perú.
- Respecto al Estado de la Calidad del aire relacionado con el contaminantes $PM_{2.5}$ se concluye que: La estación de **Lima Norte** (Puente Piedra), **Lima Este** (Ate, Santa Anita, Huachipa y San Juan de Lurigancho) y **Lima Sur** (Villa María del Triunfo), **respecto al mes anterior persisten con estados de calidad del aire MALA (superaciones ECA) por $PM_{2.5}$** , caso contrario en Lima Centro (Jesús María y San Borja) presentó solo días con calidad del aire BUENA a MODERADA.
- Con relación a las concentraciones de $PM_{2.5}$ se concluye que las siguientes estaciones superaron el respectivo ECA: **Lima Este 1: Ate, superó en 26 días, Lima Este 2: Santa Anita superó en 18 días, Lima Este 3: Huachipa superó en 22 días, Lima Este 4: San Juan de Lurigancho superó en 19 días, Lima Norte 1: San Martín de Porres, superó en 1 día, Lima Norte 3: Puente Piedra superó en 21 días y Lima Sur 1: Villa María del Triunfo superó en 7 días.**
- Respecto a los contaminantes gaseosos se concluye que el ECA de Dióxido de Azufre (SO_2) fue superado en la estación: **Lima Este 3: Huachipa en 6 días, Lima Norte 3: Puente Piedra en 7 días de los 31 monitoreados.** Los gases Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Ozono superficial (O_3) y Monóxido de Carbono (CO), en ninguna de las estaciones superaron a su respectivo ECA.

Para mas información sobre el presente boletín por favor contactar con:

Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico
sea@senamhi.gob.pe

Subdirector de Evaluación del Ambiente Atmosférico
Ing. Jose Silva Cotrina
jsilva@senamhi.gob.pe

Responsable de la edición
Jose Silva Cotrina

Elaboración, análisis y redacción:
Raphael Aliaga Martinez
Jhojan Rojas Quincho
Magdalena Norabuena Espinoza

Para estar informado permanentemente sobre la **EVOLUCION HORARIA DE LOS CONTAMINANTES PRIORITARIOS DEL AIRE** en Lima Metropolitana visita este link:
<http://www.peruclima.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 link:
<http://www.senamhi.gob.pe/?p=0450>

Proxima actualización: 08 de Julio del 2017
