

BOLETÍN MENSUAL

AÑO 12 N°03, MARZO 2012

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



ELABORACIÓN: JOSÉ SILVA COTRINA
ALDO ZEVALLOS AMASIFUÉN
JOSÉ CARLOS CANALES
RAPHAEL ALIAGA MARTÍNEZ
MARIO GAVIDIA CALDERÓN
ROSALINDA AGUIRRE ALMEYDA

APOYO: DAVID BLAS LACTAYO

Dirección General de Investigación y
Asuntos Ambientales
Lima - Perú

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO MARZO 2012

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

Las condiciones sinópticas durante el mes de marzo mostraron las intensidades del Anticiclón del Pacífico suroriental variando entre 1017,5 y 1035 hPa; media sinóptica de 1020 hPa en los 35° S y 100° W; anomalías entre -3 y 0 hPa en latitudes tropicales a -15 y +7,5 hPa en altas latitudes del SW y S; las anomalías de TSM variando entre -0,5 a 1,5° C en latitudes tropicales y entre -0,75 y 2,5° C en altas latitudes del SW y S, que en conjunto ocasionaron que durante el mes, los vientos a lo largo de la costa peruana varíen entre débiles, moderados y fuertes; afloramiento marino activo; inversión térmica con altura promedio de su base a 225 m.s.n.m., espesor de 220 m y gradiente medio de 1,3° C/100 m (**cuadro N° 1**); presencia de nubosidad estratiforme baja (base < 500 m.s.n.m.) (**Fig. N° 1**) en especial en los distritos costeros y alta insolación en el resto de la capital; presencia de nubosidad media y alta como consecuencia de los trasvases desde la amazonía. Las condiciones descritas contribuyeron a que la temperatura media del aire inicie su gradual declinación y la humedad relativa media su gradual ascenso con el inicio del periodo otoñal del hemisferio sur, presentando en la ciudad capital, durante este mes, los valores de 21.7° C el día 25 de marzo (día más frío) y de 23.8° C el día 10 (día más cálido); así también, la humedad relativa fue de 87 % el día 13 de marzo (día más húmedo) y de 75% el día 01 (día más seco). Relacionado a lo anterior, la contaminación del aire por partículas de Polvo Atmosférico Sedimentable y PM₁₀, del mismo modo inicie su gradual descenso oscilando alrededor de sus condiciones normales.

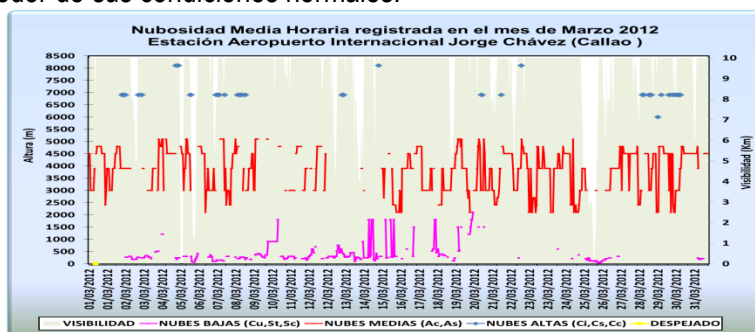
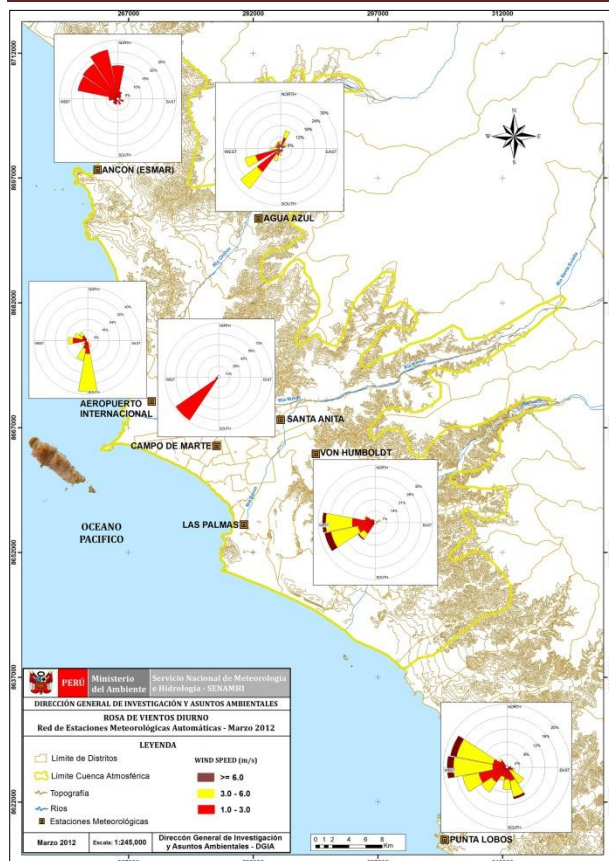


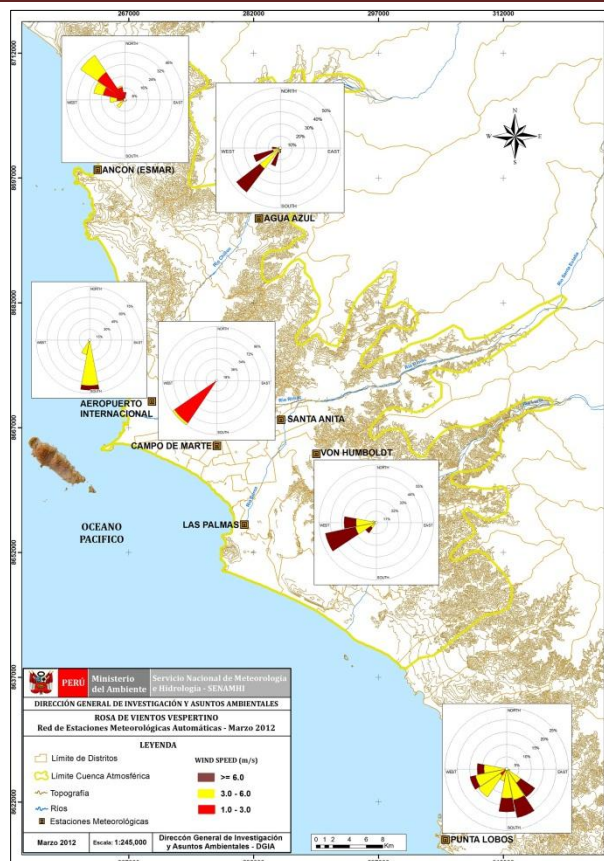
Fig. N° 01. Nubosidad medio horaria. Estación A.I. Jorge Chávez – Marzo 2012

Cuadro N° 1: Características de la Capa de Inversión Térmica en la Costa Central de Perú, Marzo – 2012

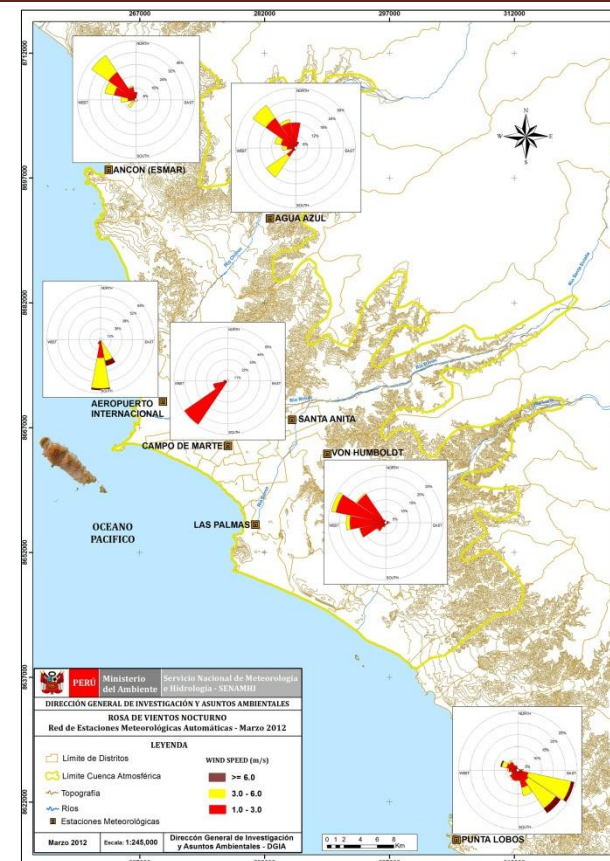
PARAMETRO	UNIDAD	MAXIMO		MINIMO		PROMEDIO
Espesor	metro	485.0	19 Marzo	75	21 Marzo	220.6
Altura Base	metro	652	06 Marzo	13	21 Marzo	225.3
Altura Tope	metro	847	06 Marzo	88	21 Marzo	445.9
T Base	°C	21.2	21 Marzo	16.4	06 Marzo	19.4
T Tope	°C	23.0	21 Marzo	20.6	06 Marzo	21.7
Gradiente	°C/100 m	2.4	21 Marzo	0.2	17 Marzo	1.3
H.R. Base	%	98.0	07 y 19 Marzo	68	06 Marzo	90.4
H.R. Tope	%	83.0	05 Marzo	40	04 Marzo	70.3



Mapa 1. Rosas de viento diurnas



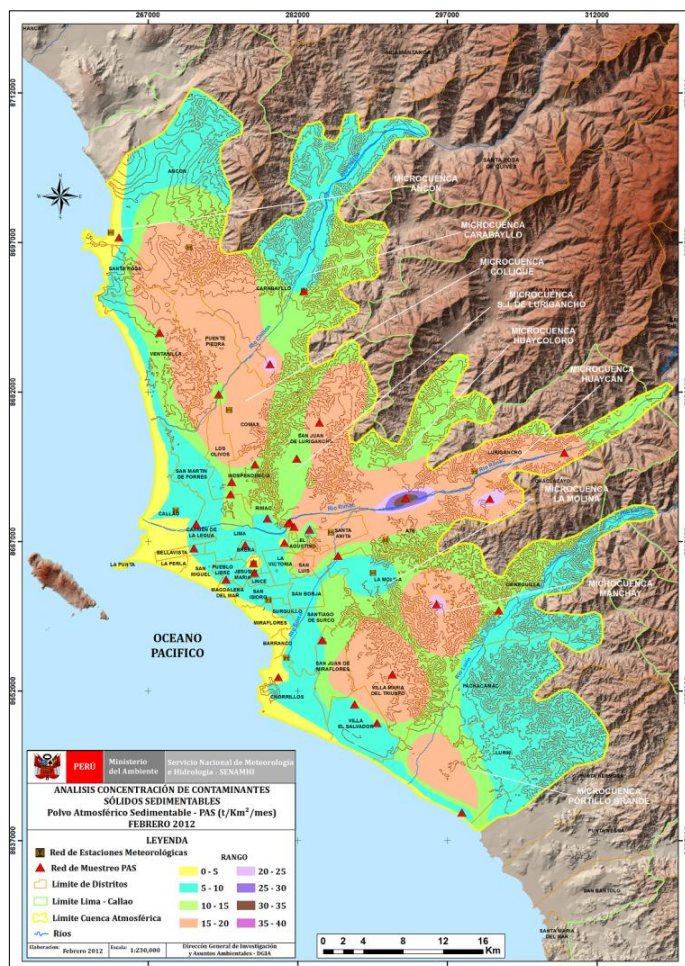
Mapa 2. Rosas de viento vespertinas



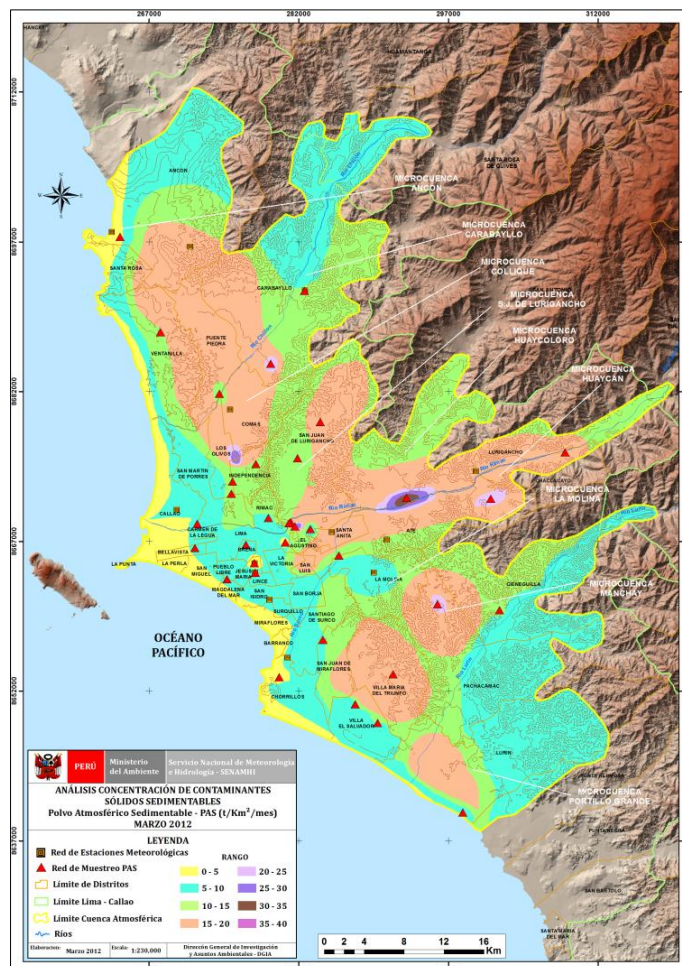
Mapa 3. Rosas de viento nocturnas

En cuanto a la dispersión de los contaminantes del aire presentada en los Mapas 1, 2 y 3, se aprecia que, en promedio, debido a la presencia de la inversión térmica que limita la dispersión vertical, predomina el transporte horizontal río arriba por las microcuencas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, predominando flujos de vientos débiles a moderados del W, SW, S y SE en horas de la mañana (la ciudad es una isla de calor); vientos moderados a fuertes del NW, W, SW, S y SE en horas vespertinas; mientras que durante la noche nuevamente los vientos son débiles y moderados del SW, W, SW, S y SE.

Durante el mes de Marzo, las concentraciones promedio de Polvo Atmosférico Sedimentable - PAS ($\Phi < 100$ micrometros) fueron menores a las del mes anterior, debido a la decreciente disponibilidad de energía por el cambio de estación al otoño, se inicia también la intensificación de la inversión térmica y la cubierta de la nubosidad estratiforme baja, lo que propicia la desaceleración de los procesos de suspensión y resuspensión de las partículas. La zona crítica de más alta concentración fue Lima Centro-Este (El Agustino), (37.6 t/km²/mes), mayor que el mes anterior y superó a la guía OMS (5 t/km²/mes) en 7.5 veces; y la media, menor a la del mes anterior, superó en 2.7 veces a dicha guía.



Mapa 4. Distribución espacial PAS - Febrero 2012



Mapa 5. Distribución espacial PAS - Marzo 2012

**Concentraciones de polvo atmosférico sedimentable (PAS)
Febrero 2012/ Marzo 2012 (t/km².mes)**

Conc t/km ² .mes	N ° est.	% de estaciones Sobrepasa nivel ref.	Núcleos principales (puntuales y promedios)				X t/km ² /mes	Guía OMS	Máx t/km ² /mes	Mín t/km ² /mes
			Lima Norte	Lima Centro-este	Lima Sur-este	Lima Sur				
Febrero 2012	30	83.3%	26.5 (Independencia)	26.2 (El Agustino, Cercado)	21.8 (Pachacamac)	19.2 (V.M.T.)	13.68	5	33.7 (El Agustino)	3.5 (Bellavista)
Marzo 2012	24	83.3%	24.1 (Independencia)	27.8 (El Agustino, Cercado)	25.4 (Pachacamac)	20.4 (V.M.T)	13.48	5	37.6 (El Agustino)	1.5 (Bellavista)

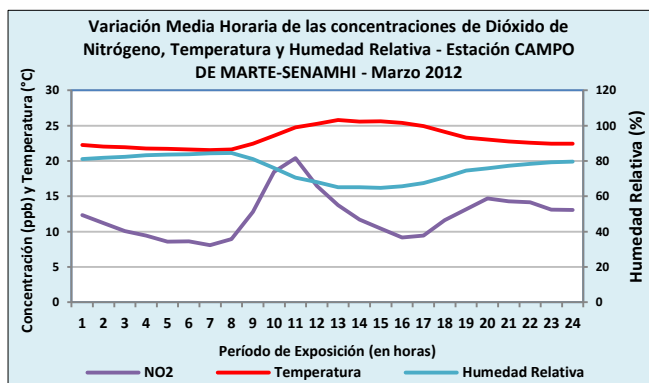


Fig.02

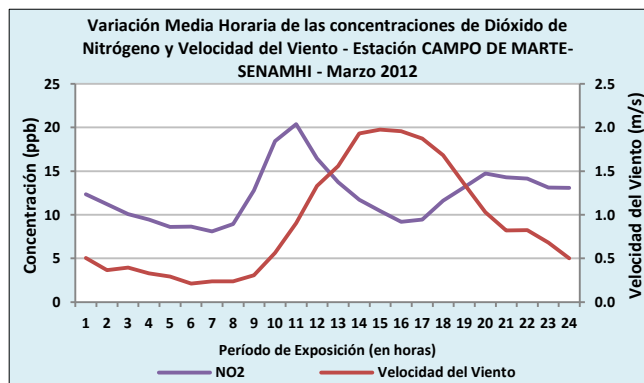


Fig.03

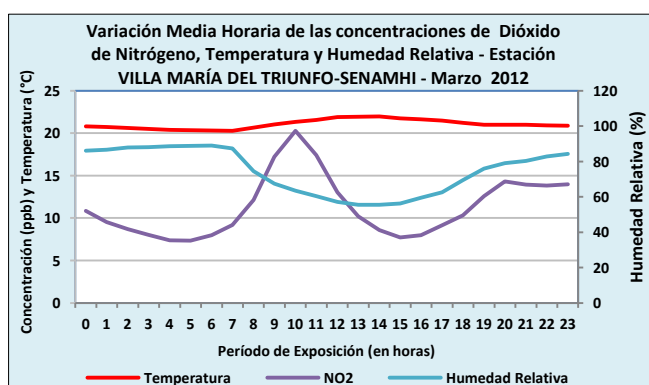


Fig.04

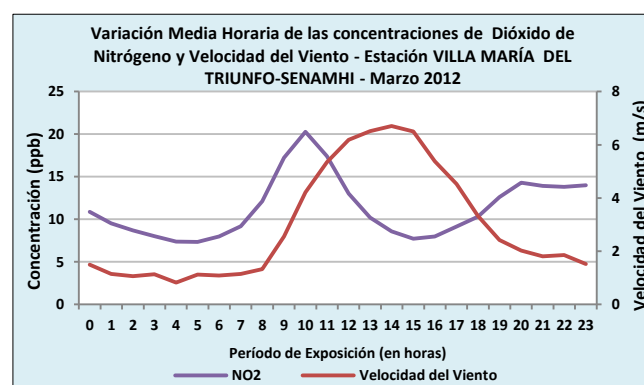


Fig.05

A Continuación se presenta los resultados del comportamiento de los contaminantes gaseosos y particulados de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire.

En la estación de Campo de Marte, las mínimas concentraciones de los contaminantes gaseosos de NO₂ dentro del ciclo vespertino se registraron de la siguiente manera: 9.2 ppb para el NO₂ a las 15:00 h, cuando la temperatura del aire había alcanzado su máximo valor (25.8 °C) a las 12:00 h, la Humedad Relativa su mínimo (65 %) también a las 12:00 horas (**fig.02**) y la velocidad del viento (**fig. 03**) su máximo (2.0 m/s) a las 14:00 horas.

En la estación de Villa María del Triunfo, la mínima concentración del contaminante gaseoso NO₂ dentro del ciclo vespertino: 7.7 ppb se registró 15:00 horas, una hora después que la temperatura del aire había alcanzado su máximo valor (22.0 °C), la Humedad Relativa su mínimo (55 %) a las 14:00 horas (**fig.04**) y la velocidad del viento (**fig. 05**), su máximo (6.7 m/s), a las 14:00 horas.

Se aprecia la relación inversamente proporcional que tiene la concentración de los contaminantes gaseosos con la temperatura del aire y la velocidad del viento que generan procesos turbulentos que facilitan la dispersión.

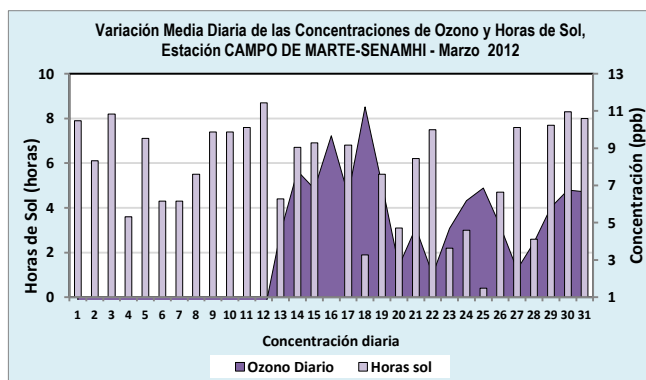


Fig. 06

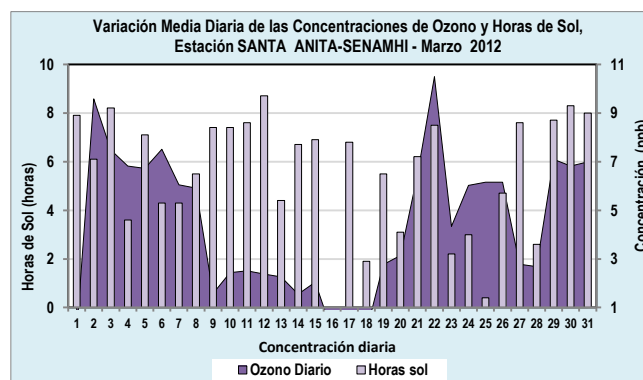


Fig. 07

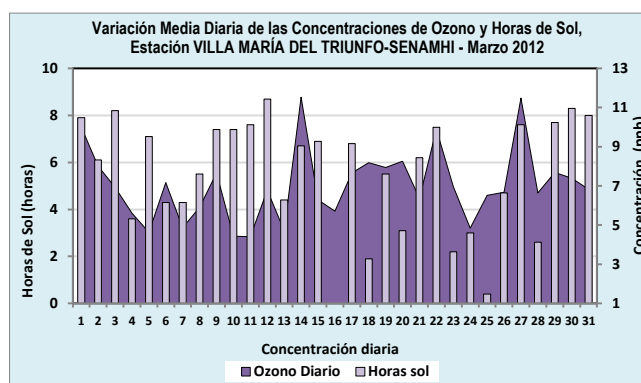


Fig. 08

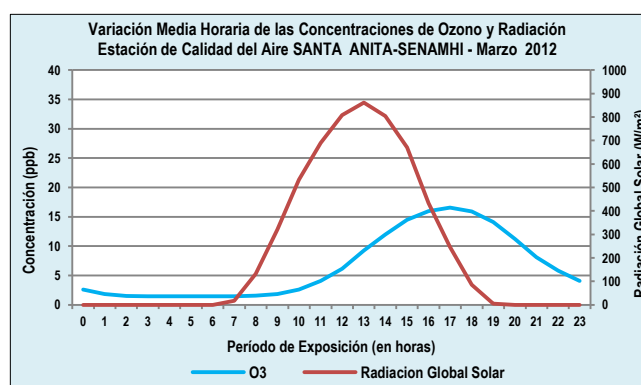


Fig. 09

Las horas de sol tiene relación directa con la concentración de Ozono Troposférico proveniente de la reacción fotoquímica de los hidrocarburos que cada vez incrementan su presencia en la atmósfera de una ciudad con un parque automotor en pleno crecimiento que demanda de un mayor número de estaciones de servicio y por lo tanto con mayores emisiones fugitivas que hacen prever que el Ozono es un contaminante del futuro cercano en la Zona Metropolitana de Lima-Callao, si no se toman las medidas de control correspondientes (figs. 06-09).

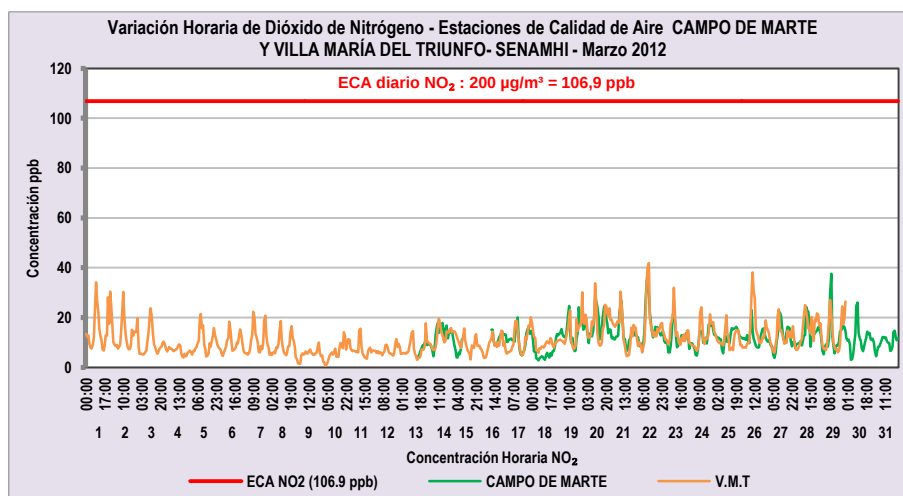


Fig. 10

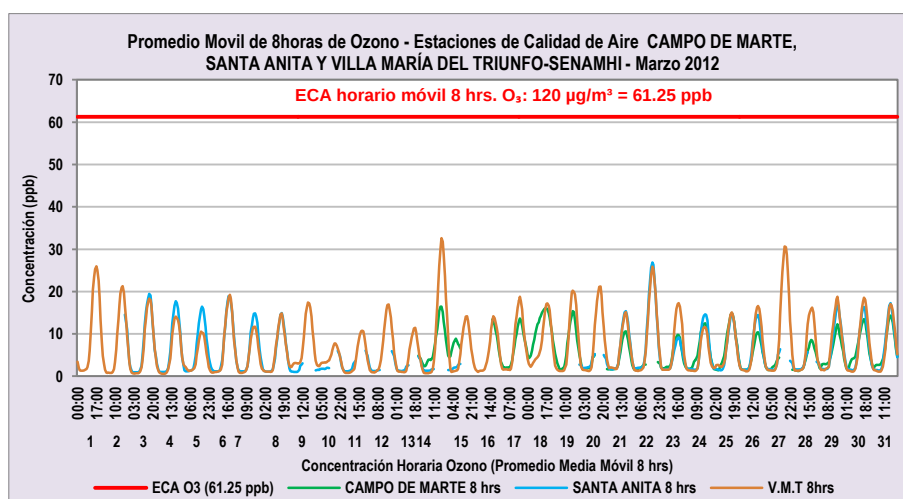


Fig. 11

Con relación al comportamiento de las concentraciones de los contaminantes gaseosos promedio horarias de NO₂ y promedio móvil de 8 horas de O₃ Troposférico observadas durante este mes, no superaron dichos contaminantes a los Estándares de Calidad de Aire (D.S. N°074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008-MINAM) en las estaciones de monitoreo.

En Lima Centro (Campo de Marte) el máximo valor obtenido fue de 37.6 ppb del jueves 29 a las 10:00 horas que correspondió al 35.2 % del ECA respectivo. En Villa María del Triunfo, el máximo valor registrado fue de 41.8 ppb el día jueves 22 a las 11:00 horas representando el 39.1 % del ECA horario del NO₂. (fig.10).

La máxima concentración de O₃ (promedio móvil de 8 horas) en Santa Anita fue de 26.9 ppb el día jueves 22 a las 17:00 h representando el 43.9 % del ECA correspondiente (120 µg/m³ = 61,25 ppb); en Campo de Marte el máximo valor obtenido fue de 16.5 ppb el miércoles 14 a las 17:00 horas, que correspondió al 26.9 % del ECA. El valor más alto en Villa María del Triunfo fue de 32.6 ppb, registrado también el miércoles 14 a las 18:00 h correspondiente al 53.2% del estándar.(fig.11).

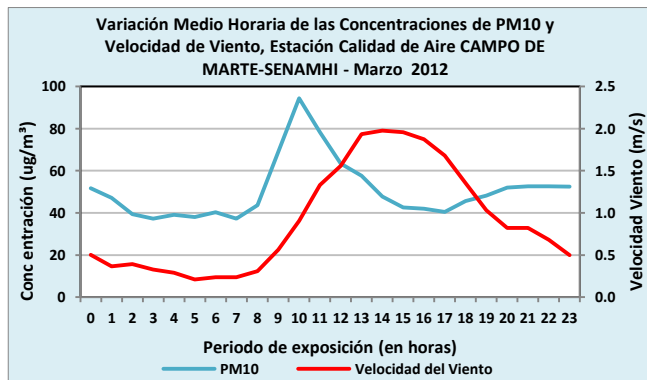


Fig.12

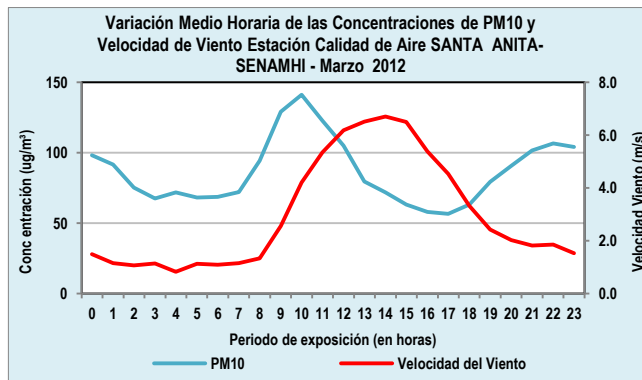


Fig.13

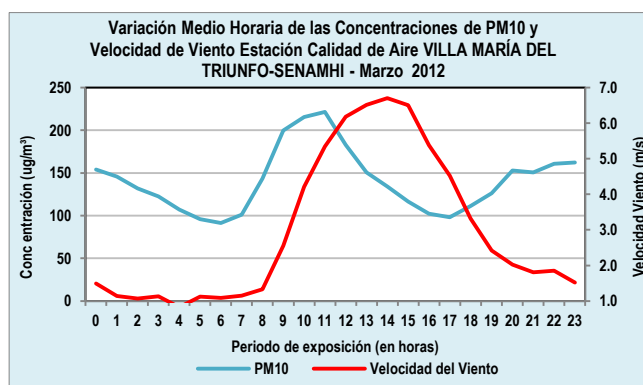


Fig.14

La comparativa de la variación media horaria de la concentración del PM₁₀ y la velocidad del viento en las tres estaciones mostradas, permite observar claramente la relación inversamente proporcional de estos dos parametros ambientales (fig.12-14).

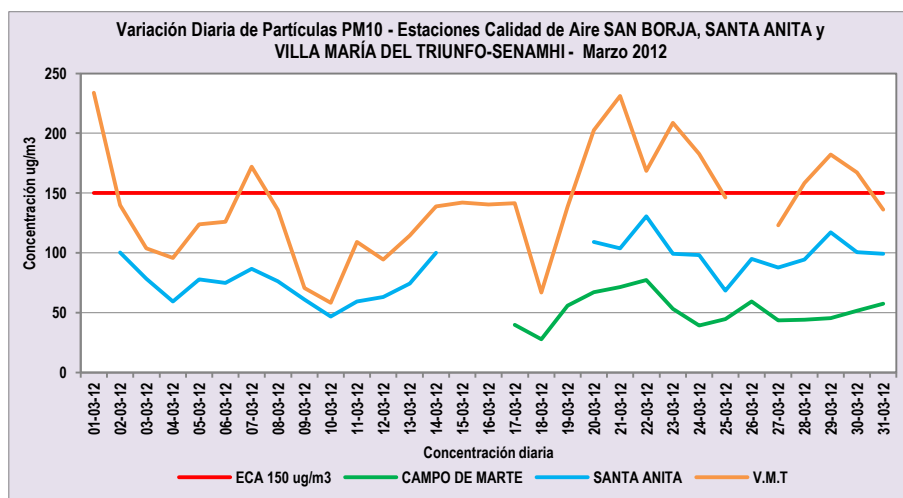


Fig. 15

Con referencia a las concentraciones de material particulado menor a 10 micrómetros en la estaciones de Lima Centro (Campo de Marte), el día Jueves 22 se registró la máxima concentración con 77.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ equivalente al 51.5% del ECA. En Lima Este 2 (Santa Anita) el día que se registró el valor más alto en el mes fue también el 22 con 130.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ representando el 87.0% del ECA. En Villa María del Triunfo (Lima Sur 2) superó el estándar en 10 de 30 días monitoreados registrándose el máximo valor diario el día Jueves 01 con 233.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ superando al estándar en 55.8% (**fig.19**).

PERSPECTIVAS PARA EL MES DE ABRIL

De acuerdo a los pronósticos climáticos para la costa central de Perú, donde se ubica la Zona Metropolitana de Lima-Callao, para el mes de Abril 2012, pese a que la TSM en latitudes altas y tropicales está mostrando anomalías positivas; sin embargo, el comportamiento variable del anticiclón del Pacífico suroriental está generando vientos entre débiles, moderados y fuertes que a su vez mantienen un afloramiento activo, cercano al litoral, de la corriente fría de Humboldt; la inversión térmica por subsidencia que inicia su intensificación; la cubierta de la nubosidad estratiforme baja y garúas sobre casi todos los distritos de la capital, en especial en los distritos costeros que también inician su intensificación y presencia, respectivamente; disminución de la nubosidad media y alta como consecuencia de la disminución de trasvases de masas de aire húmedo desde la amazonía; la temperatura media del aire que ha iniciado su descenso continuará descendiendo conforme avanza la estación de otoño del hemisferio Sur. Bajo tales condiciones, para el caso del Polvo Atmosférico Sedimentable (ver **Cuadro 3**), las partículas contaminantes PM_{10} y el gas ozono troposférico, así como la radiación solar y UV, mostrarán tendencias decrecientes oscilando dentro de su variabilidad normal.

PERSPECTIVAS: INTERVALO

Cuadro 3: Perspectiva de concentraciones de polvo atmosférico sedimentable (PAS)
Abril 2012 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{mes}$)

ZONA	INTERVALOS DE CONFIANZA
LIMA CENTRO ESTE	22.4 - 27.0
LIMA ESTE	22.8 - 35.7
LIMA SUR	13.2 - 19.3
LIMA NORTE	12.9 - 17.7
LIMA SURESTE	10.2 - 15.2

CONCLUSIONES:

- Las condiciones atmosféricas y oceánicas que determinaron el comportamiento climático durante el mes de marzo en la costa central de Perú, muestra el Anticiclón del Pacífico suroriental con valores medios de su núcleo de 1020 hPa en los 35° S y 100° W, anomalías entre -3 y 0 hPa en latitudes tropicales a -15 y +7,5 hPa en altas latitudes del SW y S, la TSM oscilando entre -0,5 a 1,5° C en latitudes tropicales y entre -0,75 a +2.5° C en altas latitudes del SW y S.
- La presencia de vientos superficiales variando entre débiles, moderados y fuertes mantuvieron un afloramiento activo cercano al litoral de las aguas del mar que propició la presencia de una Inversión Térmica que inicia su intensificación con altura media de su base de 225 m.s.n.m.,

espesor de 220 m y gradiente medio de 1,3° C/100 m. con una cubierta de la nubosidad estratiforme que también inicia su intensificación.

- Las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) fueron en promedio de 13.5 t/km²/mes, menor a la del mes anterior; además superó en 2.7 veces a la guía de la OMS. La zona crítica de más alta concentración fue Lima Centro-Este (El Agustino), (37.6 t/km²/mes), mayor que el mes anterior y superó a dicha guía (5 t/km²/mes) en 7.5 veces.
- Los contaminantes gaseosos monitoreados (NO₂, y Ozono Troposférico), no superaron los estándares correspondientes en las tres estaciones de monitoreo de Campo de Marte, Santa Anita y Villa María del Triunfo.
- Con referencia a las concentraciones de material particulado menor a 10 micrómetros en la estaciones de Lima Centro (Campo de Marte), el día Jueves 22 se registró la máxima concentración con 77.2 µg/m³ equivalente al 51.5% del ECA. En Lima Este 2 (Santa Anita) el día que se registró el valor más alto en el mes fue también el 22 con 130.6 µg/m³ representando el 87.0% del ECA. En Villa María del Triunfo (Lima Sur 2) superó el estándar en 10 de 30 días monitoreados registrándose el máximo valor diario el día Jueves 01 con 233.7 µg/m³ superando al estándar en 55.8%.
- Las concentraciones de los contaminantes atmosféricos muestran una relación inversamente proporcional a la temperatura del aire y velocidad del viento, debido a los procesos turbulentos del aire que generan dispersión; mientras que las concentraciones del ozono Troposférico muestran una relación directamente proporcional a las horas de sol y radiación solar debido a los mayores procesos fotoquímicos que ocurren en la atmósfera.

- ∞ -