SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

BOLETÍN MENSUAL

AÑO 12 Nº01, FEBRERO 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 MARTINEZ
ROSALINDA AGUIRRE ALMEYDA

APOYO:
MARIO GAVIDIA CALDERÓN

Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales
Lima - Perú

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO FEBRERO 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 enero mostraron que las intensidades del Anticiclón del Pacífico suroriental variaron entre 1015 y 1030 hPa; media sinóptica de 1020 hPa en los 36° S y 109° W; anomalías entre 0 y 3 hPa en latitudes tropicales a -12,5 y +12 hPa en altas latitudes del SW y S; las anomalías de TSM variando entre -1 a 0,5° C en latitudes tropicales y entre – 0,5 y +1,5° 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 739 m.s.n.m., espesor de 220 m y gradiente medio de 1,1° C/100 m (**cuadro N° 1**); fuerte disminución de la nubosidad estratiforme baja (base < 500 m.s.n.m.) **(Fig. Nº 1)** sobre casi todos los distritos de la capital, en especial en los distritos del este; presencia cada vez mayor de nubosidad media y alta como consecuencia de los trasvases desde la amazonía, incremento de la insolación. Las condiciones descritas contribuyeron a que la temperatura media del aire continúe en ascenso y la humedad relativa media en descenso hacia la parte central del verano del hemisferio sur, presentando en la ciudad capital, durante este mes, los valores de 20,6° C el día 10 de enero (día más frío) y de 24,2° C el día 05 de enero (día más cálido); así también, la humedad relativa fue de 87 % el día 10 de enero (día más húmedo) y de 72% el día 05 de enero (día más seco). Relacionado a lo anterior, la contaminación del aire por partículas de Polvo Atmosférico Sedimentable y PM_{10}, muestran un moderado incremento dentro de sus condiciones normales.

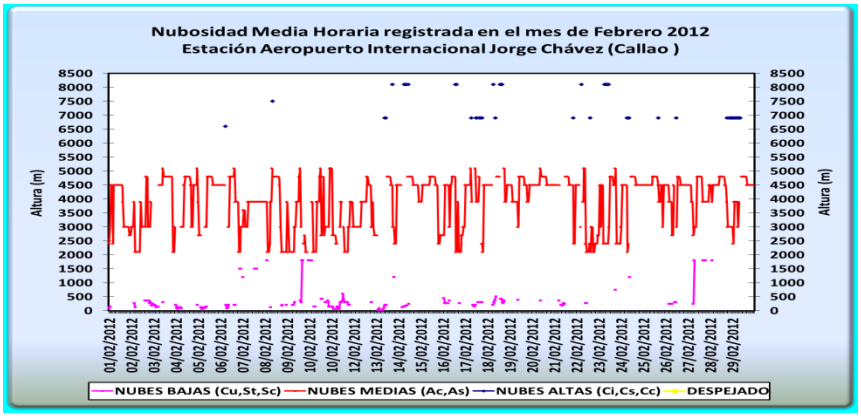
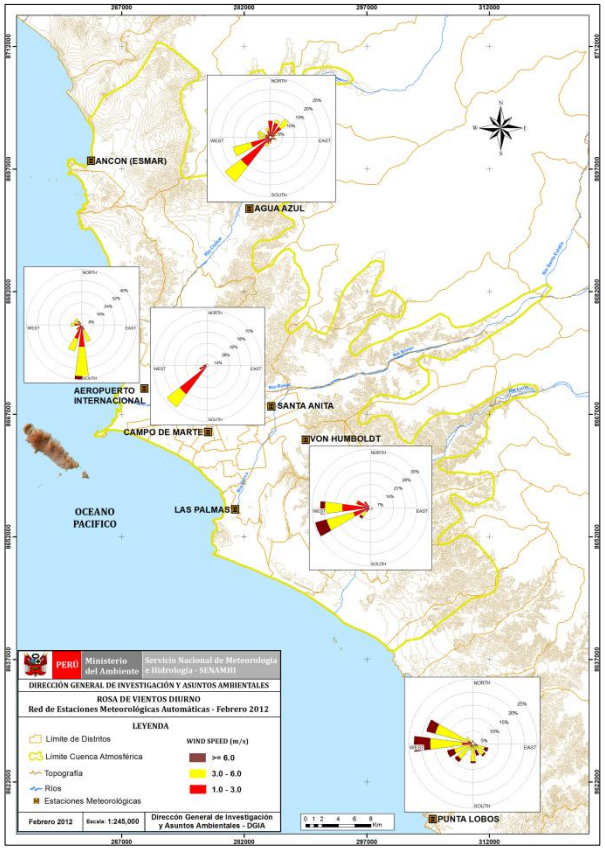


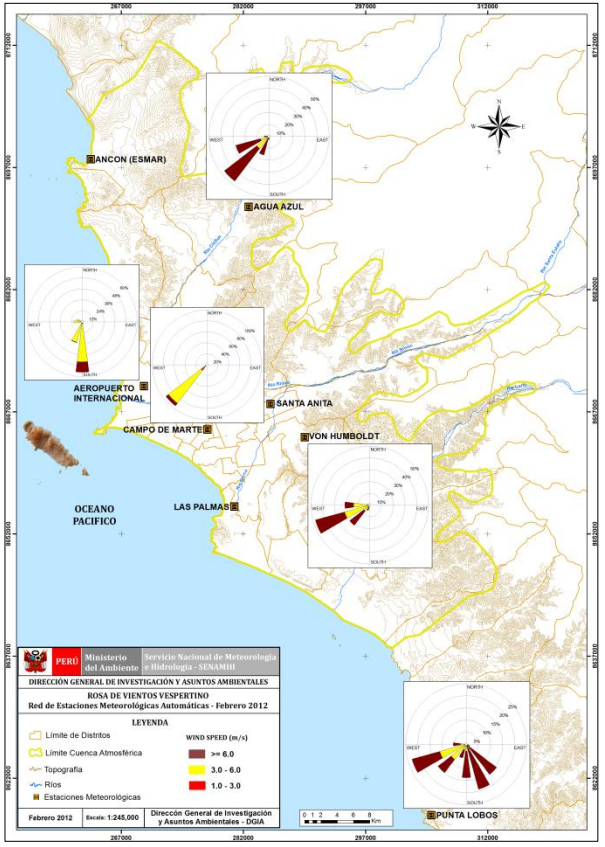
Fig. Nº 01. Nubosidad medio horaria. Estación A.I. Jorge Chávez – Febrero 2012

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

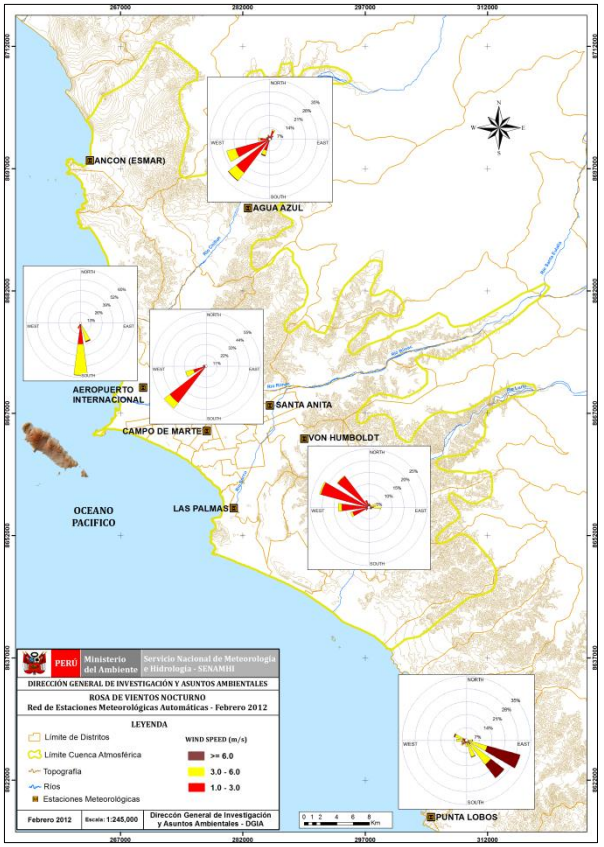
PARAMETRO	UNIDAD	MAXIMO		MINIMO		PROMEDIO
Espesor	metro	635,0	Febrero	106	Febrero	**245**
Altura Base	metro	2324	Febrero	13	Febrero	**367**
Altura Tope	metro	2648	Febrero	171	Febrero	612
T Base	ºC	22,4	Febrero	-0,1	Febrero	18,5
T Tope	ºC	25,4	Febrero	6,2	Febrero	21,2
Gradiente	ºC/100 m	4,7	Febrero	0,1	Febrero	**1,2**
H.R. Base	%	100,0	Febrero	80	Febrero	94
H.R. Tope	%	92,0	Febrero	35	Febrero	68



Mapa 1.Rosas de viento diurnas



Mapa 2.Rosas de viento vespertinas

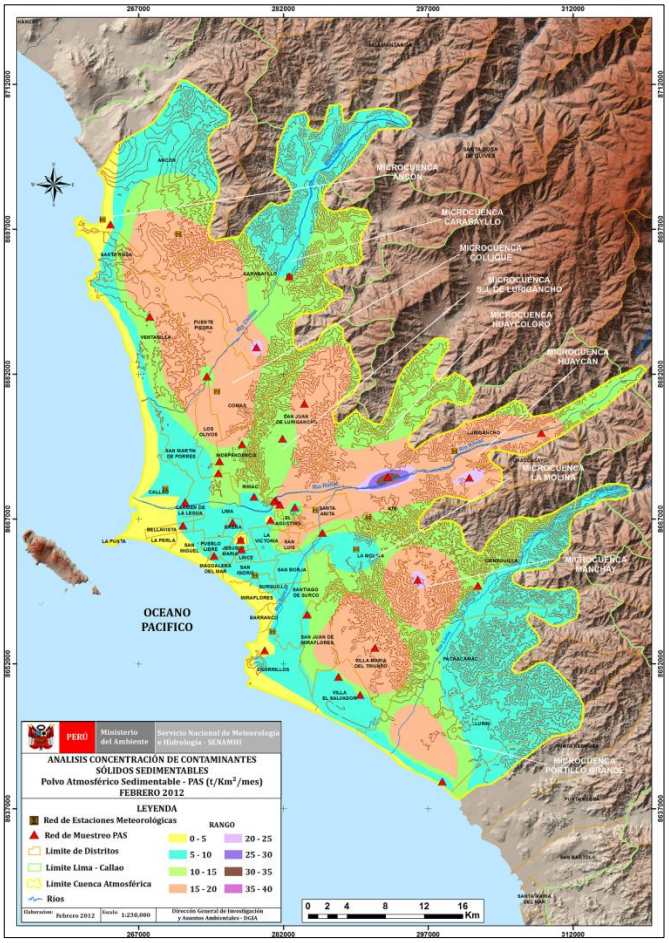


Mapa 3.Rosas de viento nocturnas

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 W, SW, S y SE en horas vespertinas; mientras que durante la noche nuevamente los vientos son débiles y moderados del W, SW, S y SE.

Durante el mes de Febrero, las concentraciones promedio de Polvo Atmosférico Sedimentable - PAS (Φ < 100 micrometros) fueron mayores a las del mes anterior, por a la presencia de días con mayor insolación, menor altitud de la inversión térmica, decreciente nubosidad y disminución de garúas y mayor insolación que propiciaron la mayor acción de los procesos de suspensión y resuspensión de las partículas. La zona crítica de más alta concentración fue Lima Centro-Este (El Agustino), (33.9 t/km²/mes), menor que el mes anterior y superó a la guía OMS (5 t/km²/mes) en 6.8 veces; y la media, mayor a la del mes anterior, superó en 2.7 veces a dicha guía.

Mapa 4. Distribución espacial PAS - Enero 2012



Mapa 5. Distribución espacial PAS - Febrero 2012

Cuadro 2: Concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) Enero2012/Febrero 2012 (t/km².mes)

Conc t/km².mes	N ° est.	% de estaciones Sobrepasa nivel ref.	Núcleos principales (puntuales y promedios)				X t/km²/mes	Guía OMS	Máx t/km²/mes	Mín t/km²/mes
			Lima Norte	Lima Centro-este	Lima Sur-este	Lima Sur				
Enero 2012	30	83.9%	26.4 (Independencia)	22.4 (El Agustino, Cercado)	20.1 (Pachacamac)	17.7 (V.M.T.)	13.48	5	50.5 (Lurigancho)	3.52 (Jesús María)
Febrero 2012	30	83.3%	26.5 (Independencia)	26.2 (El Agustino, Cercado)	21.8 (Pachacamac)	19.2 (V.M.T.)	13.68	5	33.9 (El Agustino)	3.5 (Bellavista)

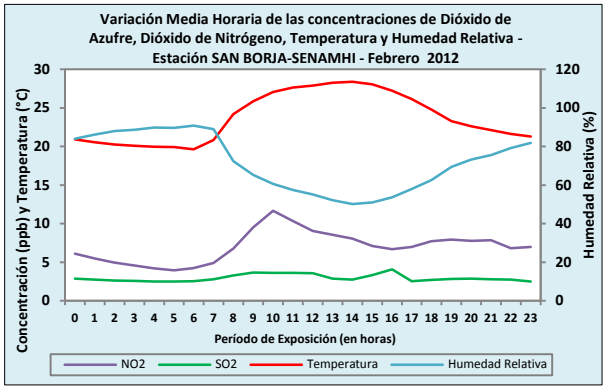


Fig.02

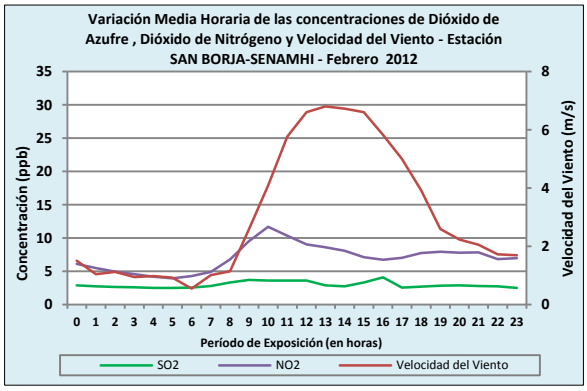


Fig.03

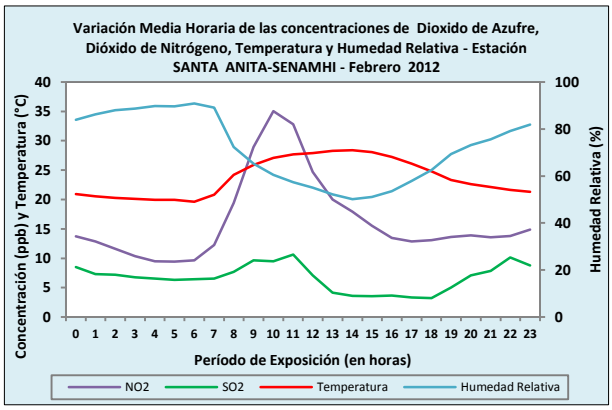


Fig.04

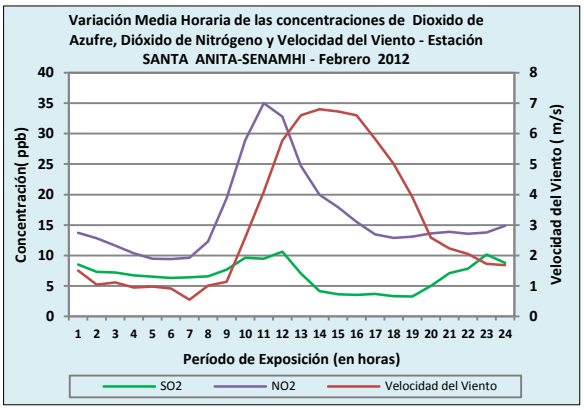


Fig.05

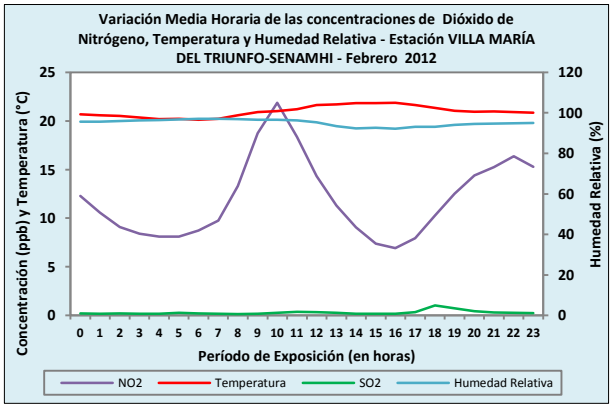


Fig. 06

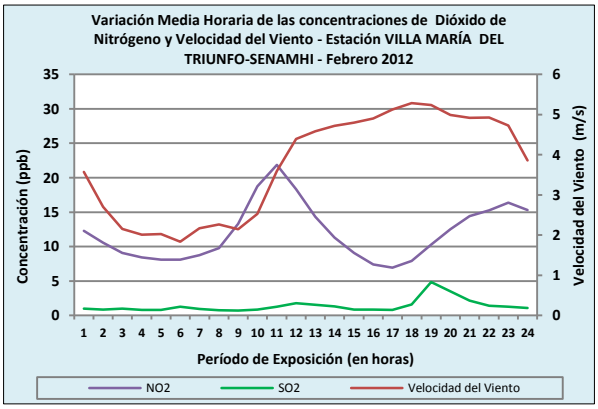


Fig. 07

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 Limatambo-San Borja, las mínimas concentraciones de los contaminantes gaseosos (NO_2 y SO_2) dentro del ciclo vespertino se registraron de la siguiente manera: 2.9 ppb para el SO_2 a las 14:00 h y 8.6 ppb para el NO_2 a las 15:00 h, cuando la temperatura del aire había alcanzado su máximo valor (27.4 °C) a las 14:00 h, la Humedad Relativa su mínimo (52 %) también a las 14:00 horas **(fig.04)** y la velocidad del viento **(fig. 05)** su máximo (6.8 m/s) a las 13:00 horas.

En la estación de Santa Anita, las mínimas concentraciones de los contaminantes gaseosos NO_2 y SO_2 dentro del ciclo vespertino (10.6 y 2.3 ppb) se registró a las 16:00 y 17:00 horas, respectivamente, cuando la temperatura del aire alcanzó su máximo valor (27.9 °C a las 15:00 horas), la Humedad Relativa su mínimo (49 %) a las 15:00 horas **(fig.08)** y la velocidad del viento **(fig. 09)**, su máximo (2.8 m/s), a las 14:00 horas.

En la estación de Villa María del Triunfo, la mínima concentración del contaminante gaseoso NO_2 dentro del ciclo vespertino: 8.21 ppb se registró 15:00 horas, a la misma hora que la temperatura del aire había alcanzado su máximo valor (22.8 ºC), la Humedad Relativa su mínimo (92 %) a las 13:00 horas **(fig.10)** y la velocidad del viento **(fig. 11),** su máximo (5.3 m/s), a las 13:00 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.

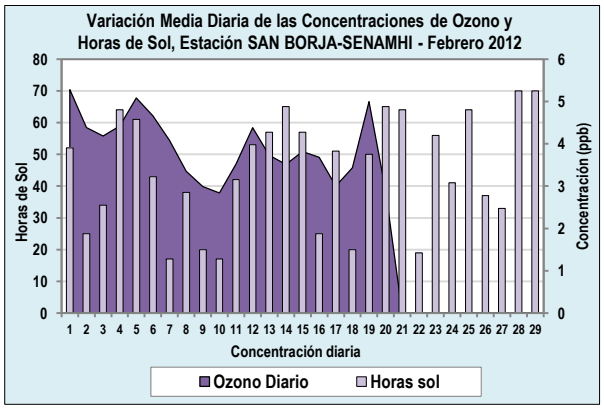


Fig. 08

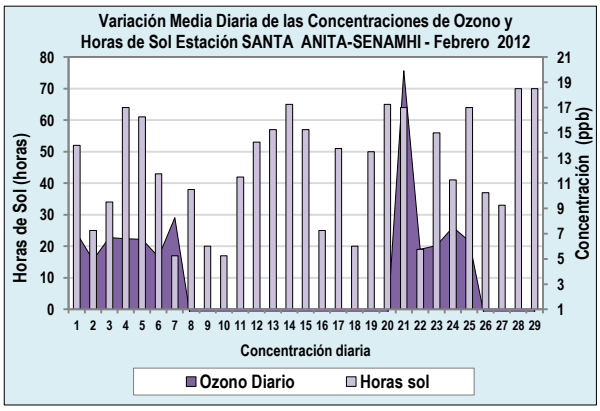


Fig. 09

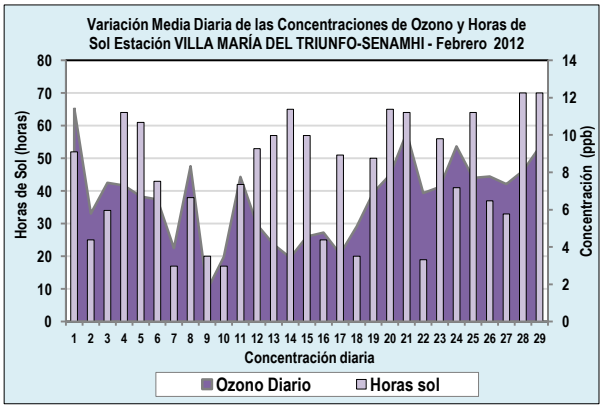


Fig. 10

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 **(fig. 12, 13, 14 y 15 y 16).**

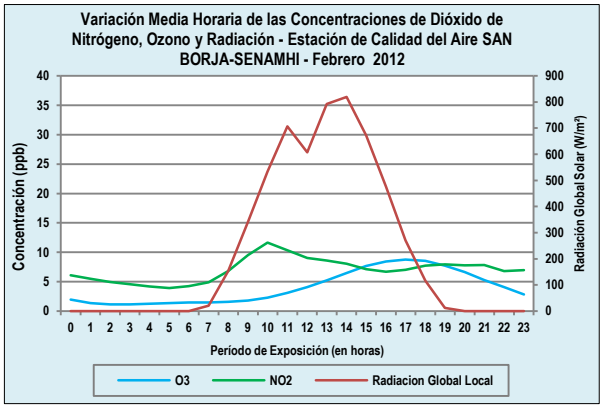


Fig. 11

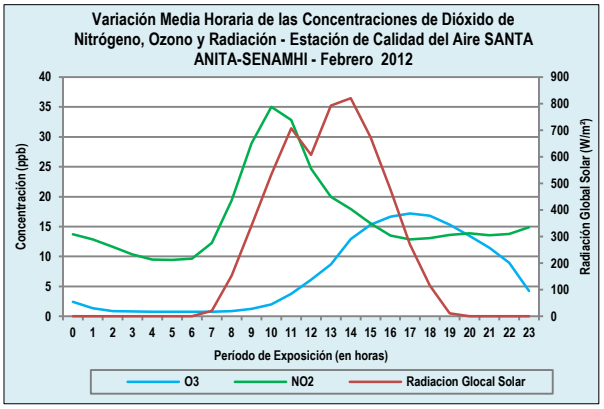


Fig.12

El dióxido de Nitrógeno muestra un comportamiento opuesto al de la radiación solar en horas de mayor incidencia solar, debido a que junto con los hidrocarburos, es precursor para la formación del Ozono, el mismo que incrementa sus concentraciones con la mayor presencia de radiación solar.**(fig.11 y 12).**

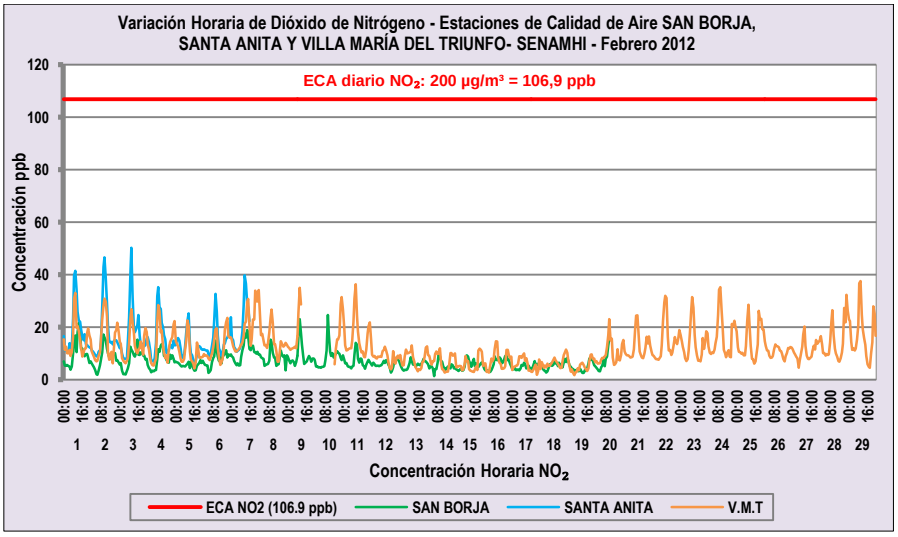


Fig.13

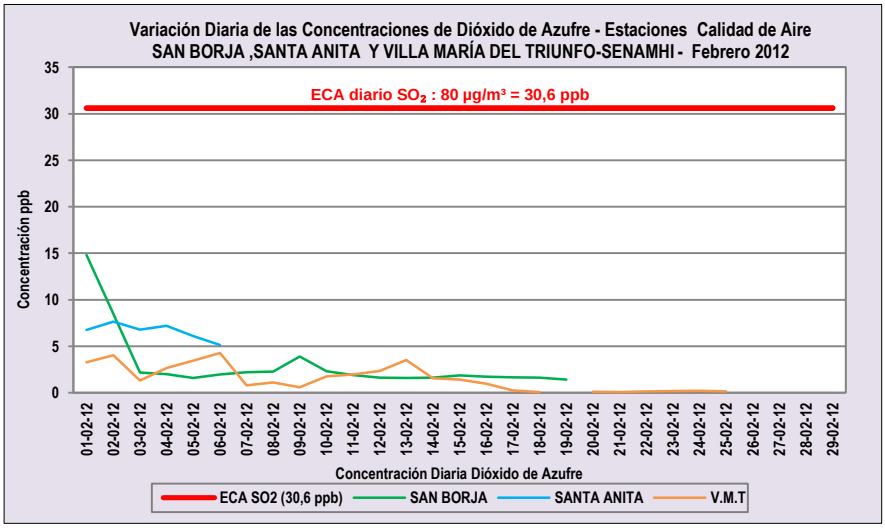


Fig. 14

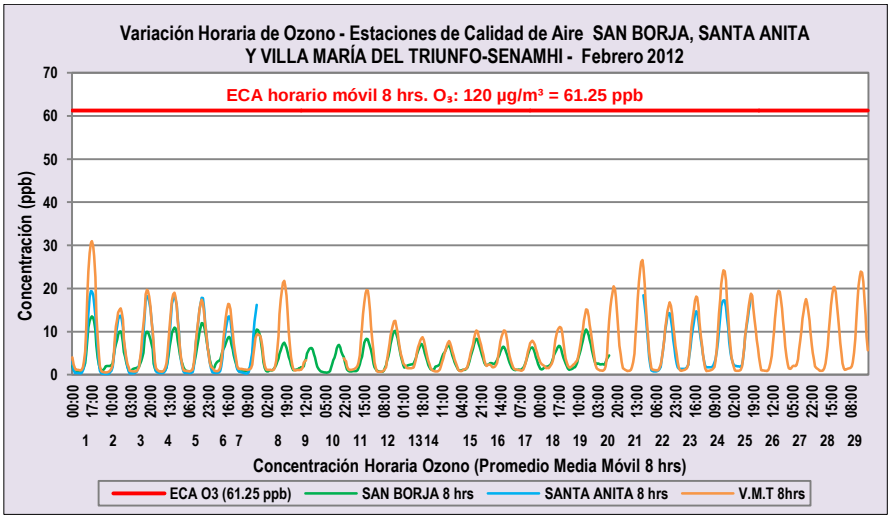


Fig. 15

Con relación al comportamiento de las concentraciones de los contaminantes gaseosos promedio diarias de SO_2, horarias de NO_2 y promedio móvil de 8 horas de O_3 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. Nº 003-2008-MINAM) en las estaciones de monitoreo.

El día Viernes 03 a las 10:00 h. se registró la máxima concentración de NO_2 en Lima Este 2 (Municipalidad de Santa Anita) cuyo valor fue de 50.2 ppb representando el 46.9% del ECA (200 µg/m^3=106,9 ppb); en Lima Sur 1 (Limatambo-San Borja) el máximo valor obtenido fue de 24.6 ppb del viernes 10 a las 10:00 horas que correspondió al 23.0 % del ECA respectivo. En Villa María del Triunfo, el máximo valor registrado fue de 37.5 ppb el día miércoles 29 a las 10:00 h representando el 35.1 % del ECA horario del NO_2. **(fig.13).**

En referencia al dióxido de azufre (SO_2) la máxima concentración presentada en Lima Este 2 (Municipalidad de Santa Anita) fue de 7.7 ppb registrado el jueves 02, representando al 25.0 % del ECA diario del SO_2 (80 µg/m^3 = 30.6 ppb); en la estación de Limatambo-San Borja (Lima Sur) el máximo valor obtenido fue 14.8 ppb del miércoles 01 que correspondió al 48.4 % del ECA señalado; en la estación de Villa María del Triunfo, el máximo valor obtenido fue 4.3 ppb del lunes 06 que correspondió al 14.0 % del ECA señalado. **(fig.14).**

La máxima concentración de O_3 (promedio móvil de 8 horas) en Santa Anita fue de 19.4 ppb el día miércoles 01 a las 16:00 h representando el 31.6 % del ECA correspondiente (120 µg/m^3 = 61,25 ppb); en Limatambo-San Borja el máximo valor obtenido fue de 13.6 ppb el primer día del mes a las 17:00 h, que correspondió al 22.1 % del ECA. El valor más alto en Villa María del Triunfo fue de 31.0 ppb, registrado el miércoles 01 a las 17:00 h correspondiente al 50.6% del estándar.**(fig.15).**

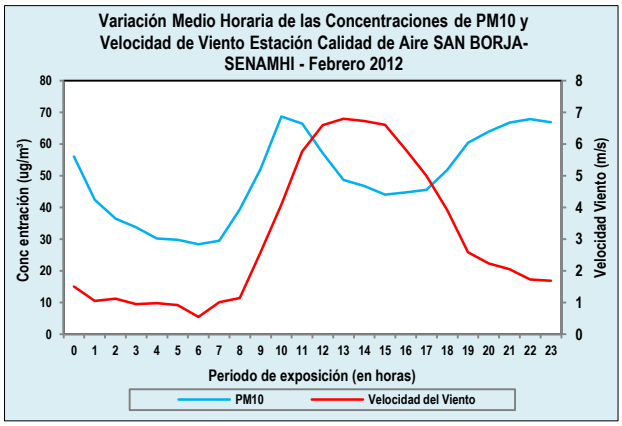


Fig.16

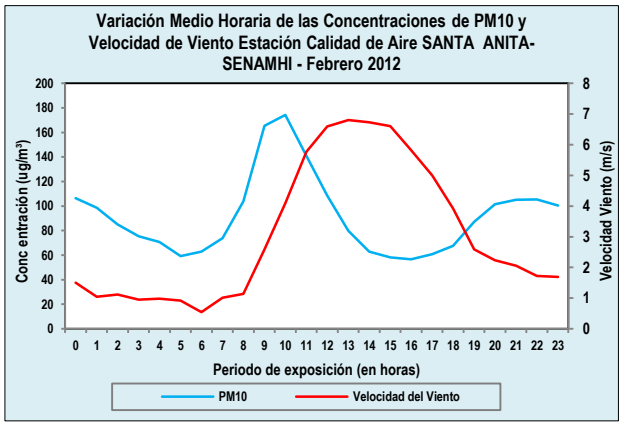


Fig.17

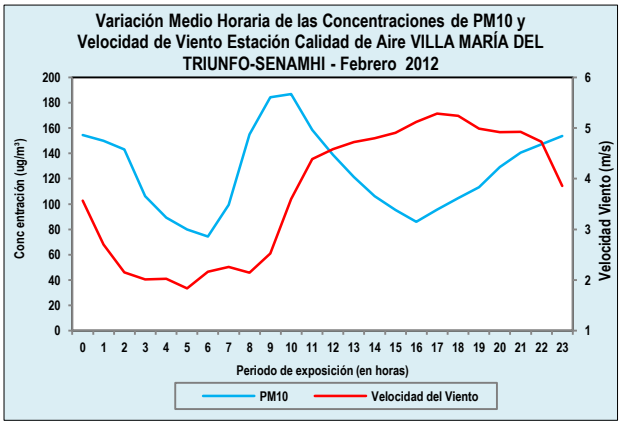


Fig.18

La comparativa de la variación media horaria de la concentración del PM_{10} y la velocidad del viento en las tres estaciones mostradas, se puede observar claramente la relación inversamente proporcional de estos dos parametros ambientales **(fig.16-18).**

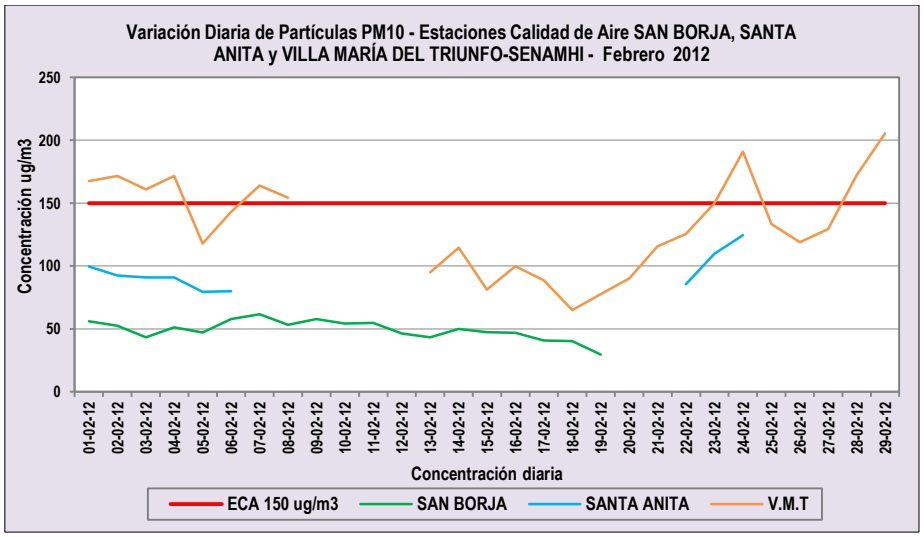


Fig. 19

Con referencia a las concentraciones de material particulado menor a 10 micrómetros en la estaciones de Lima Sur I (Limatambo-San Borja), el día Martes 07 se registró la máxima concentración con 61.7 µg/m^3 equivalente al 41.1% del ECA. En Lima Este 2 (Santa Anita) el día que se registró el valor más alto en el mes fue el Viernes 24 con 56.9 µg/m^3 representando el 83.0% del ECA. En Villa María del Triunfo (Lima Sur 2) superó el estándar en 09 de 25 días monitoreados registrándose el máximo valor diario el día Miércoles 29 con 205.6 µg/m^3 superando al estándar en 37.1% (**fig.19**).

PERSPECTIVAS PARA EL MES DE MARZO

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 febrero 2012, como consecuencia de que la TSM en latitudes tropicales está mostrando anomalías negativas y el comportamiento variable del anticiclón del Pacífico suroriental generando vientos entre débiles, moderados y fuertes que a su vez mantienen un afloramiento activo, cercano al litoral, de la corriente fría de Humboldt; inversión térmica por subsidencia debilitada; fuerte disminución de la nubosidad estratiforme baja y garúas sobre casi todos los distritos de la capital, en especial en los distritos del este, presencia cada vez mayor de nubosidad media y alta como consecuencia de los trasvases desde la amazonía; la temperatura media del aire continuará en ascenso hacia la parte central del verano 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 crecientes oscilando dentro de su variabilidad normal.

PERSPECTIVAS: INTERVALO

Cuadro 3: Perspectiva de concentraciones de polvo atmosférico sedimentable (PAS)

Febrero 2012 (t/km^2.mes)

ZONA	INTERVALO DE CONFIANZA
LIMA CENTRO ESTE	24 - 29.3
LIMA ESTE	23.3 - 29.1
LIMA SUR	16.1 - 20.7
LIMA NORTE	12.6 - 16.7
LIMA SURESTE	10.8 - 15.8

CONCLUSIONES:

- Las condiciones atmosféricas y oceánicas que determinaron el comportamiento climático durante el mes de enero en la costa central de Perú, muestra el Anticiclón del Pacífico suroriental con valores medios de su núcleo de 1020 hPa en los 36º S y 109º W, anomalías entre 0 y 3 hPa en latitudes tropicales a -12,5 y +12 hPa en altas latitudes del SW y S, la TSM oscilando entre -1 a 0,5° C en latitudes tropicales y entre -0,5 a +1.5° 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 intensa Inversión Térmica con altura media de su base de 739 m.s.n.m., espesor de 220 m y gradiente medio de 1,1° C/100 m. con una fuerte disminución de la nubosidad estratiforme.

- Las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) fueron en promedio de 13.5 t/km^2/mes, menor a la del mes anterior; además superó en 2.7 veces a dicha guía. La zona crítica de más alta concentración fue Lima Este (Lurigancho), (55.0 t/km^2/mes), mayor que el mes anterior y superó a la guía OMS (5 t/km^2/mes) en 10 veces.

- Los contaminantes monitoreados (NO_2, SO_2 y Ozono Troposférico), no superaron los estándares correspondientes en las tres estaciones de monitoreo de San Borja, Santa Anita y Villa María del Triunfo.

- En cuanto a la contaminación por partículas (PM10), en la estación de Lima Este I (Municipalidad de Ate) se superó este mes al ECA de este contaminante (150 µg/m^3 por 24 h.) en 07 días de los 31 del mes, el primer día del presente año se registró el máximo valor 294.8 µg/m^3 excediendo 96.5 % del ECA. En Lima Sur I (Limatambo-San Borja), el día Viernes 20 se registró la máxima concentración con 79.3 µg/m^3 equivalente al 52.8% del ECA. En Lima Centro (Campo de Marte) el día que se registró el valor más alto en el mes fue el Sábado 21 con 56.9 µg/m^3 representando el 38.0% del ECA. En Santa Anita (Lima Este 2) se registró los máximos valores en el día festivo de Año Nuevo (199.0 µg/m^3) superando al estándar en 32.7%. En Villa María del Triunfo (Lima Sur 2) superó el estándar en 15 dias de los 31 del mes registrándose el máximo valor diario el primero de Enero con 289.8 µg/m^3, respectivamente, superando al estándar 93.2% para éste caso.

- 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.

- ∞ -