

EVALUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA-CALLAO/MAYO 2006

INDICE GENERAL

	RESUMEN	3
1.	CUENCA ATMOSFERICA DE Z.M. DE LIMA-CALLAO	3
2.	METODOLOGÍA	5
3.	RESULTADOS DEL MONITOREO AMBIENTAL	8
	3.1 Distribución espacial de la deposición seca (contaminantes sólidos sedimentables) durante el mes de mayo del 2006 en la Zona Metropolitana de Lima- Callao.	8
	3.2 Evaluación del comportamiento de los contaminantes gaseosos Óxidos de nitrógeno (NOX) durante el mes de mayo 2006	10
	3.3 Condiciones meteorológicas durante el mes de mayo 2006	12
4.	CONCLUSIONES	18

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1-	Red de estaciones meteorológicas y de contaminantes sólidos sedimentables en la zona metropolitana de Lima-Callao	7
Fig. 2 -.	Totales mensuales de polvo atmosférico (contaminantes sólidos sedimentables) registrados durante los meses de abril 2006 y mayo 2006 en Lima-Callao	9
Fig. 3 -.	Distribución espacial de la concentración de sólidos sedimentables en Lima-Callao durante el mes de mayo del 2006	10
Fig. 4a -.	Concentraciones horarias de NO y NO ₂ registradas en la estación de calidad del Aire – SENAMHI- mayo 2006.	11
Fig. 4b -.	Concentraciones máximas medias horarias de NO ₂ registradas en la estación de calidad del Aire – SENAMHI- mayo 2006.	11
Fig. 5a -.	Variación horaria de la temperatura y humedad en el Callao y Comas en el mes de mayo del 2006 en Lima-Callao.	15
Fig. 5b-.	Variación diaria de la temperatura y humedad relativa en Jesús María y Chorrillos durante el mes de mayo del 2006 en Lima-Callao	16



Fig. 6 -. Rosas de viento e histogramas de frecuencia diurnas	18
Fig. 7-. Rosas de viento e histogramas de frecuencia nocturna	19

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Concentraciones de los contaminantes sólidos sedimentables. Meses de abril y mayo 2006	8
---	---

EVALUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LIMA-CALLAO/MAYO-2006

Resumen

El presente boletín muestra los resultados de la evaluación del polvo atmosférico o sólidos sedimentables en la zona metropolitana de Lima-Callao y de los óxidos de nitrógeno en el distrito de Jesús María, en relación a las condiciones meteorológicas imperantes durante el mes de mayo. Las concentraciones de polvo atmosférico fueron en promedio elevadas en sus principales núcleos, con registros que sobrepasaron en 4 veces el valor referencial permisible; así mismo, los óxidos de nitrógeno mantuvieron concentraciones también altas, aunque por debajo del estándar de calidad de aire de NO₂, con el 33,9% de los registros por encima de 15 ppb, que ya representan una importante influencia sobre la salud, especialmente sobre las vías respiratorias. Las condiciones meteorológicas, con predominancia de cielo nublado con brillo solar durante algunos días al atardecer, mantienen los importantes procesos de turbulencia del aire y una capa de inversión térmica que va incrementando su intensidad.

1. Cuenca atmosférica Lima-Callao

La cuenca atmosférica es una región geográfica, delimitada por los obstáculos topográficos de origen natural (líneas costeras, formaciones montañosas, etc.), divisiones políticas y uso de la tierra, de tal manera que dentro de ésta se modifica la circulación general de la atmósfera sobre la superficie (capa límite de la atmósfera), dando lugar a la formación de un campo de vientos locales, diferentes del flujo de la atmósfera libre.

Este campo de vientos es el responsable de los procesos de transporte y dispersión de los contaminantes del aire dentro de la cuenca.

Dentro de la implementación del Plan nacional "A limpiar el aire", el SENAMHI, en cumplimiento a lo establecido en el D.S. 074-2001-PCM sobre el Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire, lideró y concluyó los trabajos de delimitación de la cuenca atmosférica para cada una de las 13 zonas de atención prioritaria a nivel nacional reconocidas por dicho decreto dentro del marco de elaboración del diagnóstico de línea base, el cual contempla el monitoreo de la calidad del aire, inventario de emisiones y estudios epidemiológicos.

La delimitación de la cuenca atmosférica de la zona metropolitana (z.m.) de Lima-Callao se ha realizado en base al comportamiento de los flujos de viento locales y a las configuraciones topográficas, teniendo como límites la curva de nivel de 800 msnm y en la cuenca del Rímac la de 1000 msnm considerando el criterio de crecimiento poblacional hasta esa altitud.

En la z.m. de Lima-Callao se ha identificado tres cuencas hidrográficas con sus respectivas microcuencas atmosféricas (ver **figura 1**) que son las siguientes:

1.1 Cuenca del río Chillón

La cuenca del río Chillón abarca los distritos de Ancón, Santa Rosa, Ventanilla, Puente Piedra, Carabaylo, Comas, zona norte-centro de San Martín de Porres, Los Olivos, Independencia y norte del distrito del Callao. Dentro de la cuenca, se configuran las siguientes microcuencas atmosféricas:

Microcuenca de Ancón: distrito de Ancón

Microcuenca de Carabaylo: distrito de Carabaylo

Microcuenca de Collique: distrito de Comas

1.2 Cuenca del río Rímac

La Cuenca del río Rímac se extiende a los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho, zona centro-sur del Callao, Carmen de la Legua Reynoso, Bellavista, La Punta, Cercado de Lima, Rímac, San Juan de Lurigancho, Ate Vitarte, El Agustino, Santa Anita, Breña, Pueblo Libre, Jesús María, La Victoria, San Luis, Lince, La Perla, San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, San Borja, La Molina, Miraflores, Surquillo, Santiago de Surco, Barranco, Chorrillos, San Juan de Miraflores y zona noroeste del distrito de Villa María del Triunfo. Las microcuencas atmosféricas que han sido determinadas son:

Microcuenca de San Juan de Lurigancho: distrito de San Juan de Lurigancho.

Microcuenca de Huaycoloro: distrito de Lurigancho

Microcuenca de Huaycán: distrito de Ate Vitarte

Microcuenca de La Molina: distrito de La Molina

1.3 Cuenca del río Lurín

La cuenca del río Lurín abarca los distritos de Cieneguilla, Pachacamac, V. María del Triunfo, Villa El Salvador, Lurín, noroeste de Punta Hermosa, considerando las microcuencas de:

Microcuenca de Manchay: distrito de Pacahacamac

Microcuenca de Portillo Grande: distrito de Lurín

Microcuenca por identificar : distrito de Pachacamac

El clima de la cuenca atmosférica de Lima- Callao, como consecuencia de la interacción de tres factores climáticos semipermanentes: a) el Anticiclón del océano Pacífico suroriental, b) la cordillera de los Andes y c) la corriente de Humboldt (fría), es de permanente aridez debido de lo siguiente:

-Establecimiento de un fenómeno de inversión térmica durante todo el año en los niveles bajos de la tropósfera de la costa peruana, por lo general con menor altitud, espesor e intensidad durante los meses de verano (la base a 255 msnm. y el tope a 596 msnm. y muy débil intensidad), evoluciona hasta alcanzar su mayor altitud, espesor e intensidad al final del invierno (con base a 675 msnm. y tope a 1490 msnm. e intensidad de 5°C).

-Temperatura anual multianual, durante el verano, en las zonas cercanas a la costa, oscila entre 20,2 a 25,8°C y entre 19,8 a 28,2°C en los distritos del este. En el invierno varía entre los 15,5 a 18,3°C en las zonas cercanas a la costa y entre 13,1 a 18,6°C en los distritos del este.

-Precipitación media mensual multianual que varía desde 10 mm/año cerca de la línea costera a 40 mm/año en los distritos del este.

-La velocidad del viento superficial varía entre 3 y 5 m/s con 4 a 8% de calmas, de direcciones S, SSW y SSE en la zona costera; en la parte central el viento varía entre 2 y 4 m/s, de direcciones SSW y WSW, con calmas entre 21 a 42%; y en el lado oriental el viento varía entre 3 y 5 m/s, de direcciones W, SSW y WSW con calmas en porcentaje de 20 y 40%.

-En la estación de verano los días tienen más de 50% de horas de sol; y en el periodo promedio desde inicios de otoño hasta finales de primavera, menos de 20%, debido a la nubosidad estratiforme que se debilita solamente durante la estación de verano.

2. Metodología

2.1 Monitoreo del polvo atmosférico ó contaminantes sólidos sedimentables (CSS)

La información empleada para el análisis corresponde a la obtenida de la red de muestreo de polvo atmosférico compuesta por 40 estaciones ubicadas en el ámbito de la cuenca atmosférica de la zona metropolitana de Lima-Callao (**figura 1**). El método de muestreo pasivo desarrollado es el que se describe a continuación:

- **Fase preliminar de gabinete:** consiste en la preparación en laboratorio de las placas receptoras que serán empleadas en campo.
- **Fase de campo:** consiste en el reemplazo de las placas receptoras impregnadas de contaminantes por las que recién han sido pesadas, y su posterior evaluación en laboratorio. Observaciones tales como actividades de construcción cercana a la estación, manipulación por terceros, entre otras, son anotadas en una bitácora para la validación posterior de la calidad de la información.
- **Fase de laboratorio:** por el método gravimétrico se determinan las concentraciones correspondientes a cada una de las estaciones de observación.
- **Fase de gabinete:** involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información, salida de reportes preliminares, cuadros, mapas, gráficos y la elaboración del boletín mensual.

2.2 Monitoreo de contaminantes gaseosos

La evaluación mensual de los gases contaminantes del aire (CO, SO₂, O₃ y NO_x) en la Estación de Calidad de Aire ubicada en la Sede Central (**figura 1**) se realiza de acuerdo a la siguiente metodología:

- **Fase de campo:** operación continua de analizadores automáticos de ozono troposférico modelo API 400A, monóxido de carbono API 300, dióxido de azufre API 100A, óxidos de nitrógeno API200E. Descarga de la información in situ (downloading) mediante cable RS-232, Ethernet (NO_x) y software API COM para analizadores. Se realiza el cambio de filtros cada 15 días en promedio y la inspección de fugas y limpieza en la línea de ingreso de muestra. Calibración según método aprobado por EPA
- **Fase de gabinete:** involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información tomando como referencia el D.S. N°074 –PCM-2001 “Reglamento de Estándares nacionales de calidad ambiental del aire”.

2.3 Información Meteorológica

Evaluación de las condiciones meteorológicas de la zona metropolitana de Lima-Callao. Para el presente informe se ha utilizado la información proveniente de: estación automática Collique (Comas), estación automática y radiosondaje del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (Callao), estación climatológica Campo de Marte (Jesús María) y estación climatológica Pantanos de Villa (Chorrillos), las mismas que son presentadas en la **figura 1**. La metodología de trabajo es la siguiente:

- **Fase de recopilación:** involucra el proceso de obtención y concentración de la información meteorológica de las estaciones señaladas.
- **Fase de control de calidad y consistencia:** involucra la revisión de los datos, eliminación de inconsistencias y completación de la data a través de herramientas estadísticas.
- **Fase de procesamiento, análisis e interpretación:** involucra el procesamiento numérico, gráfico, análisis e interpretación de los resultados.

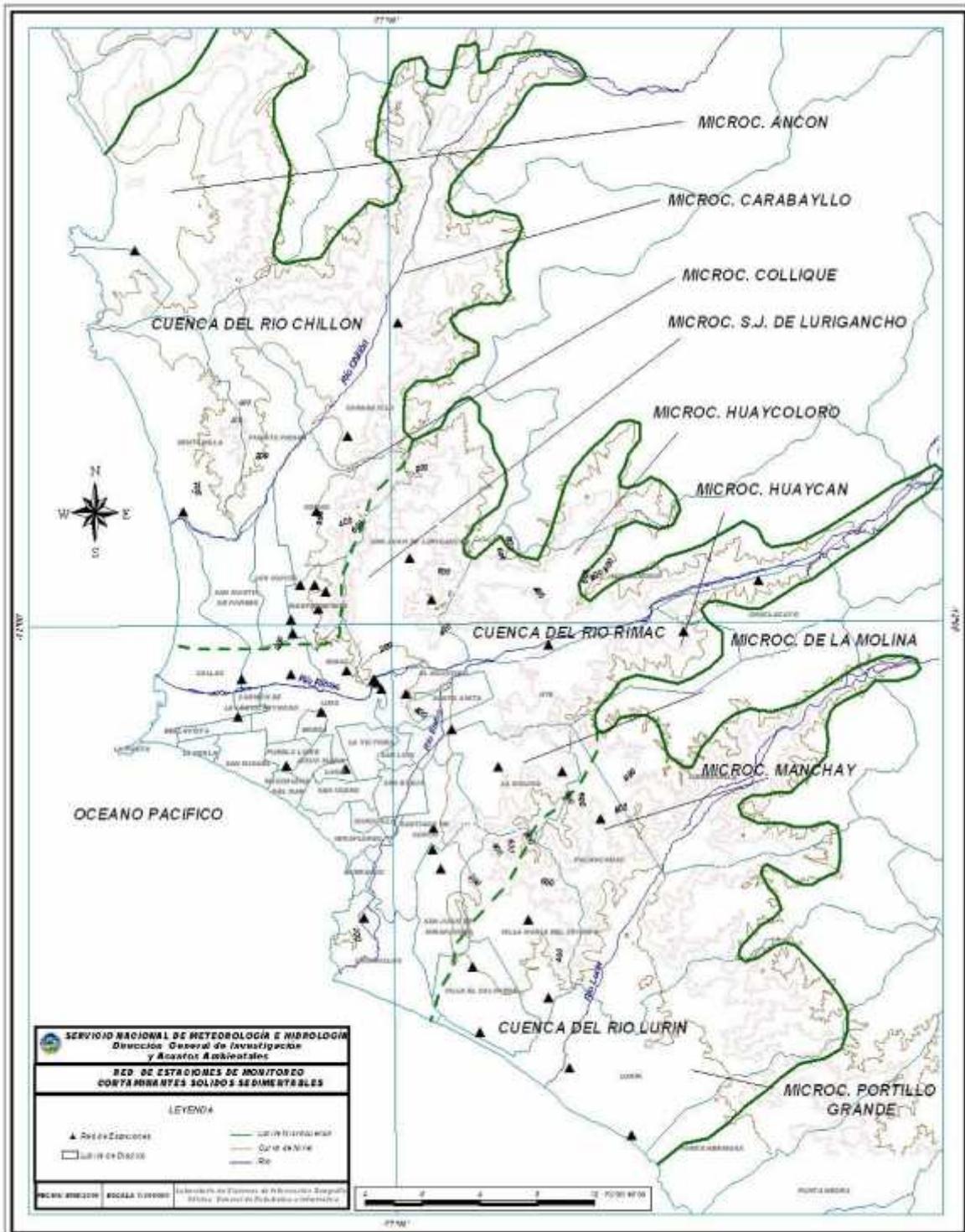


Fig. 1 - Red de estaciones meteorológicas y de contaminantes sólidos sedimentables en la zona metropolitana de Lima-Callao

3. Resultados del monitoreo ambiental

3.1 Distribución espacial del polvo atmosférico o contaminantes sólidos sedimentables (CSS) durante el mes de mayo

En la **figura 1** se presenta la red de muestreo de polvo atmosférico o contaminantes sólidos sedimentables (CSS). Para el mes de mayo 2006, se ha recopilado información de 41 estaciones de muestreo instaladas en la mayor parte del ámbito de la cuenca atmosférica de Lima-Callao, de las cuales el 85 % excedieron el valor referencial permisible recomendado por la OMS equivalente a 5 t/km².mes. Las concentraciones máximas del mes se presentaron en los distritos de Ate Vitarte, Pachacamac, Independencia, y Villa María del Triunfo, conos este, sur-este, norte, y sur respectivamente, y que han sobrepasado 4 veces en su conjunto el valor referencial permisible.

De acuerdo a lo observado en el **cuadro N° 1**, los niveles de contaminación fueron en promedio altos en sus principales núcleos. La concentración media de CSS para la z.m. de Lima-Callao fue de 14,7 t/km².mes.

Cuadro N°1. Concentraciones de polvo atmosférico o contaminantes sólidos sedimentables: marzo y mayo (t/km².mes)

Concent t/km ² .mes	N° estac	% de estaciones Sobrepasan nivel ref.	Núcleos principales (puntuales y promedios)			
			Cono Norte	Cono Centro-este	Cono Sur-este	Cono Sur
<i>abril</i>	41	83	27,4 (Independencia)	28,4 (El Agustino; SJL; Lurigancho; A. Vitarte)	28,5 (Pachacamac)	32,4 (V.M.T.; Lurín)
<i>mayo</i>	41	85	25,7 (Independencia)	26,7 (El Agustino; SJL; Lurigancho; A. Vitarte)	26,9 (Pachacamac)	21,6 (V.M.T.; Lurín)

Así mismo, el máximo valor registrado fue de t/km².mes en los distritos de Ate Vitarte, y el mínimo de 3,9 t/km².mes en el Callao. En la **figura 2** se muestran las concentraciones registradas en mayo 2006.

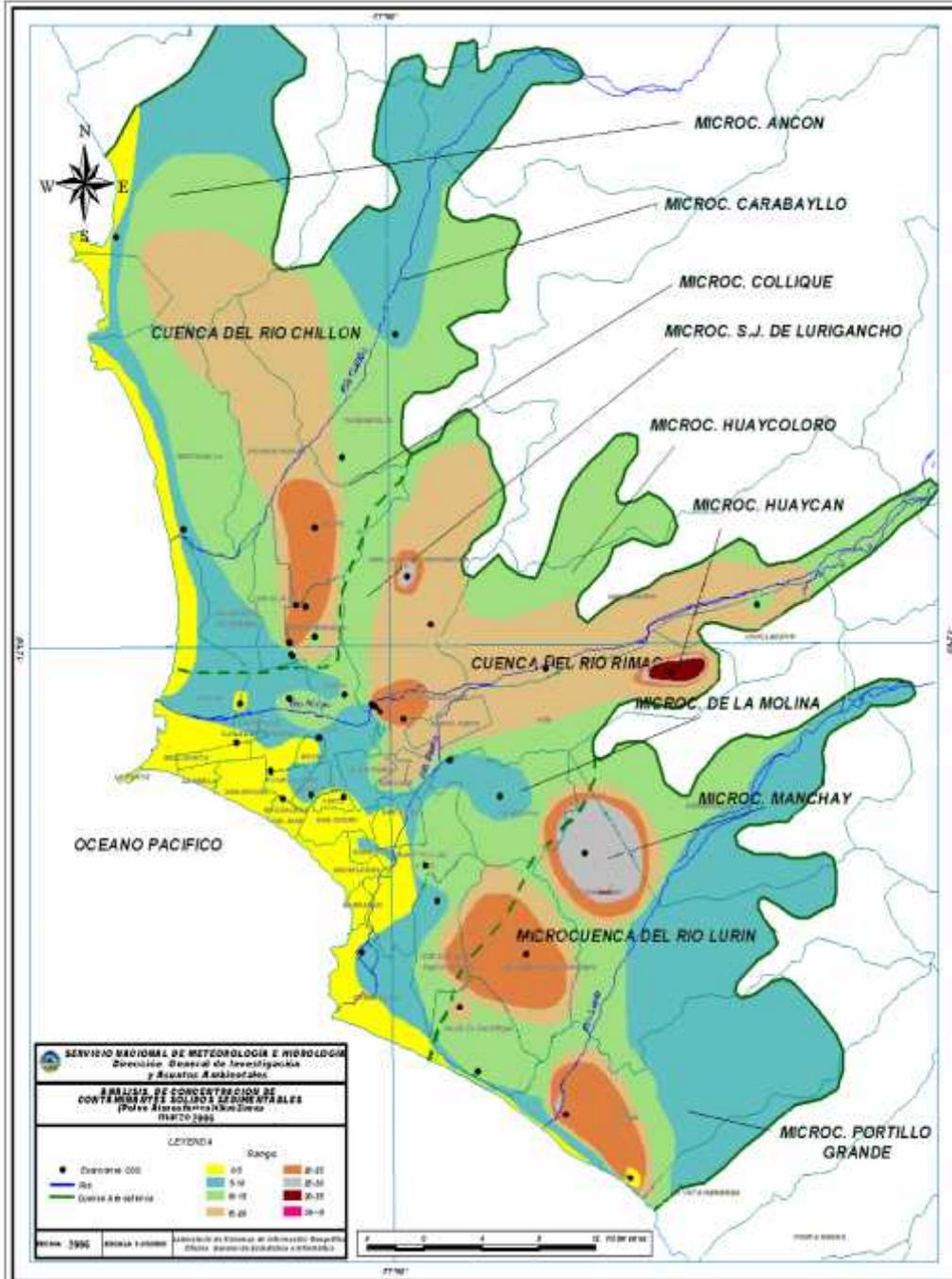


Fig.3 - Distribución espacial de la concentración de polvo atmosférico en el ámbito de la cuenca atmosférica de la z.m. de Lima-Callao durante el mes de mayo del 2006

3.2 Evaluación del comportamiento de los contaminantes gaseosos óxidos de nitrógeno (NOx) durante el mes de mayo del 2006

La información registrada por el analizador modelo API 200E en la estación de calidad de aire de la sede central del SENAMHI según la **figura 4a**, muestra un registro máximo horario de NO de 137 ppb y de NO₂ de 49,9 ppb, ocurridos el día 24 de mayo a las 21:00 horas y el día

11 a las 09:00 horas; y mínimos horarios de 0,0 y 2,9 ppb ocurridos el día 8 a las 5:00 horas.

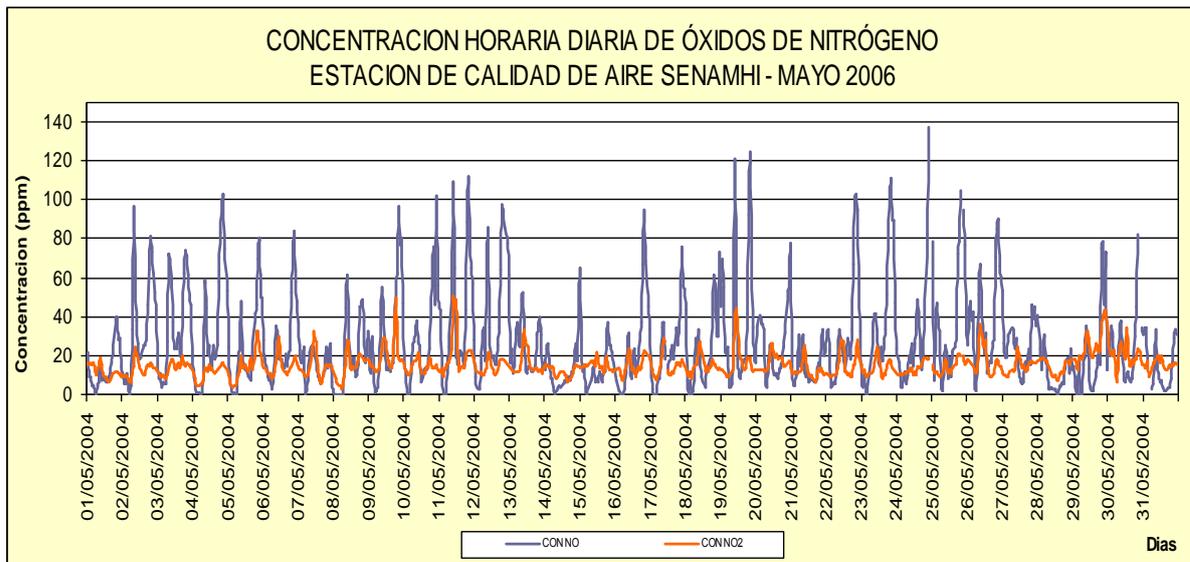


Fig.4a – Concentraciones horarias de NO y NO₂ registradas en la Estación de calidad del aire SENAMHI – mayo 2006

Vale recalcar que no sobrepasar un valor estándar, no garantiza que la calidad del aire de los alrededores sea buena; es necesario realizar muchas observaciones y buscar siempre representar lo mejor posible la influencia de las fuentes de los contaminantes sobre la calidad del aire y el impacto sobre la salud de los receptores. Debido a que el mejor indicador de la significancia de las concentraciones de un contaminante en la atmósfera son los efectos sobre la salud; de esta manera, se puede tomar como referencia que sobrepasar los 15 ppb de dióxido de nitrógeno implica un 20% de riesgo adicional de enfermedad respiratoria (niños) y disminución de defensas ante infecciones pulmonares ⁽¹⁾. De acuerdo a los registros horarios del mes de mayo, el 33,8 % de los datos (198 horas) sobrepasaron los 15 ppb mencionados.

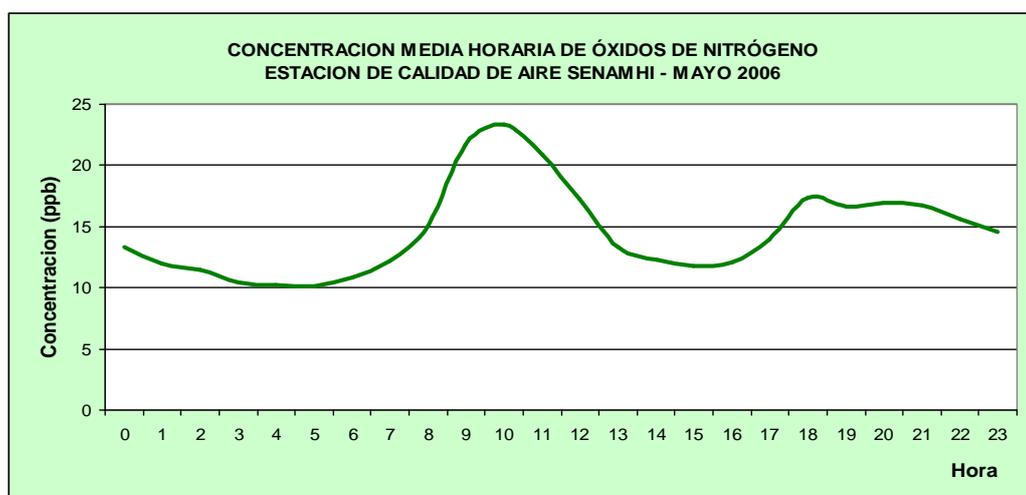


Fig.4b -. Concentración máxima media horaria de dióxido de nitrógeno Estación de calidad de aire SENAMHI - mayo 2006

(1) Jave, O. 2005. Ponencia sobre "Salud respiratoria y ambiente". Dirección de Salud de Lima Ciudad. Lima, Perú.

La variación horaria de las concentraciones máximas medias horarias de NO₂ presentadas en la **figura 4b**, refiere un patrón definido caracterizado por dos picos horarios máximos de 23,4 ppb (9:00 horas) y 17,4 ppb (18:00 horas), comportamiento inverso al del contaminante gaseoso ozono troposférico se presenta alrededor del medio día; ello debido a que los óxidos de nitrógeno son precursores en la formación del ozono de niveles bajos conjuntamente con los hidrocarburos y la radiación solar.

3.3 Condiciones meteorológicas durante el mes de mayo del 2006

Para el mes de mayo, el análisis de las condiciones meteorológicas horarias y diarias para la zona metropolitana Lima-Callao se ha basado en la información de 4 estaciones meteorológicas, convencionales y automáticas, señaladas en el rubro correspondiente. A continuación se desarrollan los análisis respectivos de la información meteorológica.

3.3.1. Análisis de temperatura y humedad relativa

- Del análisis de la variación temporal diaria de la temperatura (°C) y humedad relativa (%) extremas se observa lo siguiente: la temperatura máxima fluctuó entre los valores de 17,6 °C a 26,3 °C (Comas) y la mínima osciló entre 12,5 °C (Chorrillos) a 18,5 °C (Jesús María); la temperatura media del mes, considerando las estaciones analizadas, fue de 18,1 °C. En cuanto a las humedades relativas, la máxima fluctuó entre 83 % a 100 % (Callao); mientras que la mínima osciló entre 52 % (Comas) a 96 % (Chorrillos). Ver **figuras (5a y 5b)**; la humedad relativa media fue de 85,5 %. Mayo se ha caracterizado por presentar días mayormente nublados con escasas horas de brillo solar hacia el atardecer.
- Con respecto al análisis horario de la información, los valores mínimos de la temperatura del aire se registraron de manera predominante entre las 4:00 y 5:00 am mientras que las máximas se presentaron alrededor de las 14:00 y 15:00 horas. Con respecto a las humedades relativas, la máxima se registró en forma muy variable pero predominantemente en los rangos de 4:00 a 5:00 am; similar comportamiento se presentó en las mínimas con registros entre las 12:00 y 17:00 pm.
- El análisis medio de las variables temperatura y humedad relativa de las estaciones analizadas, como son CO. Collique, Met. Sinópt. A.I. Jorge Chávez, CP. Campo de Marte, y CO. Pantanos de Villa, señala los días 2 y 3 como los más cálidos con una máxima media de 20,5 °C y el día 29 como el más frío con un valor de 16,3 °C. Con respecto a la humedad relativa, el día más seco fue el 20 con la mínima media de 84,8 %, y el más húmedo el 9 (aunque no se alcanzó la saturación) con 91,1 %.

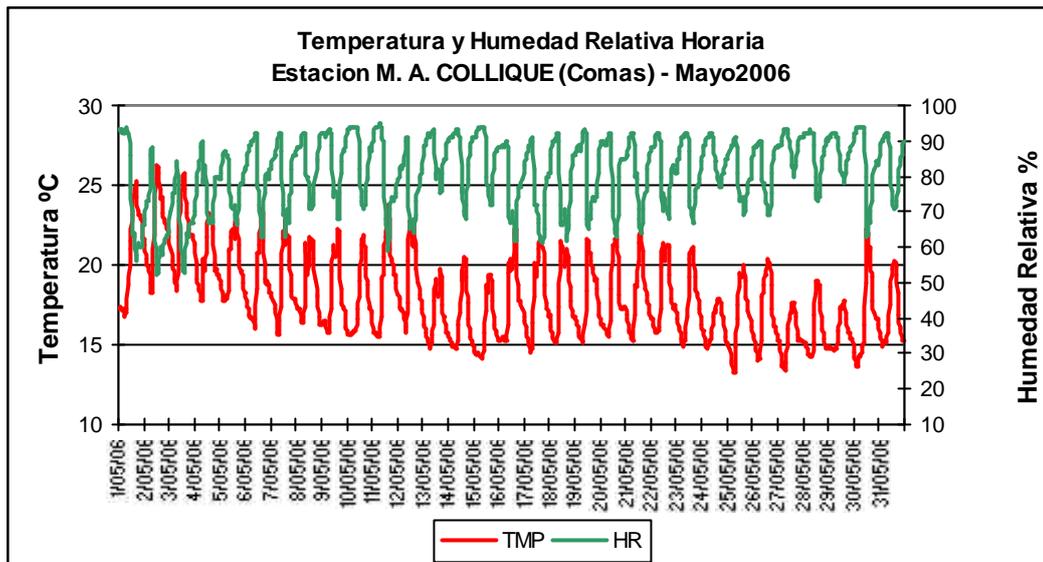
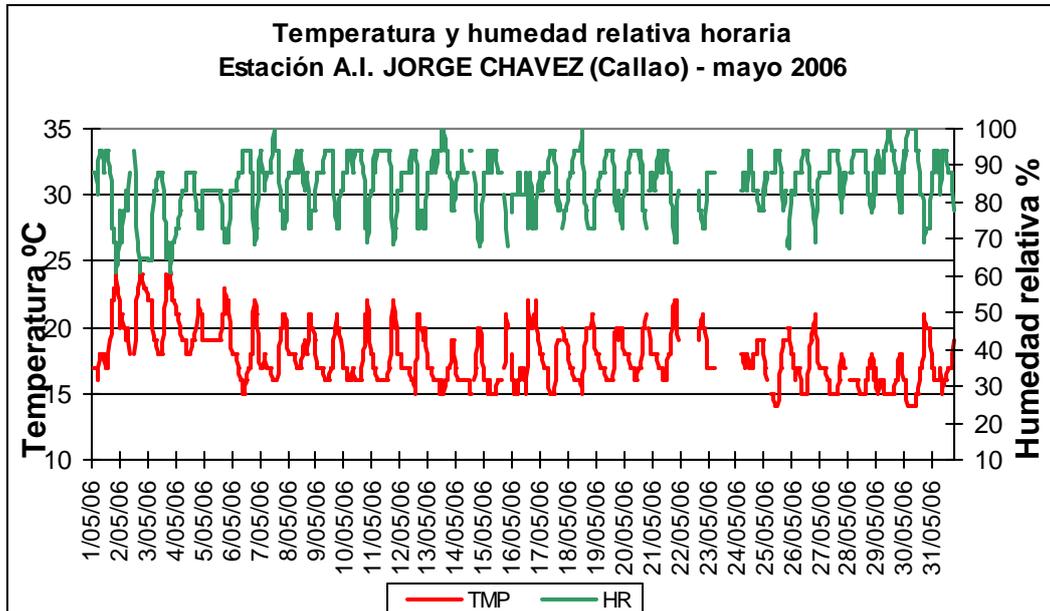


Fig.5a.- Variación horaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de mayo del 2006 en el Callao y Comas

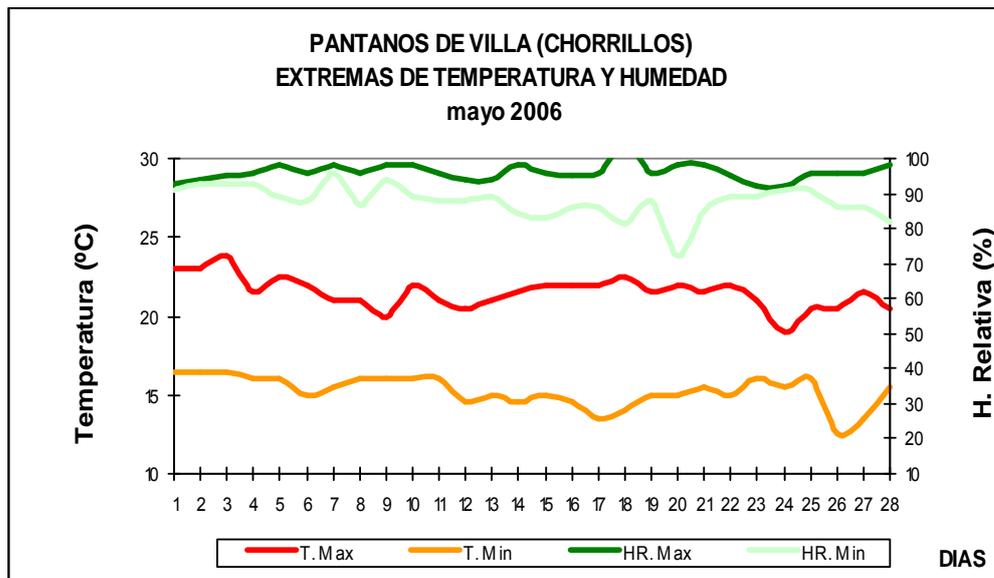
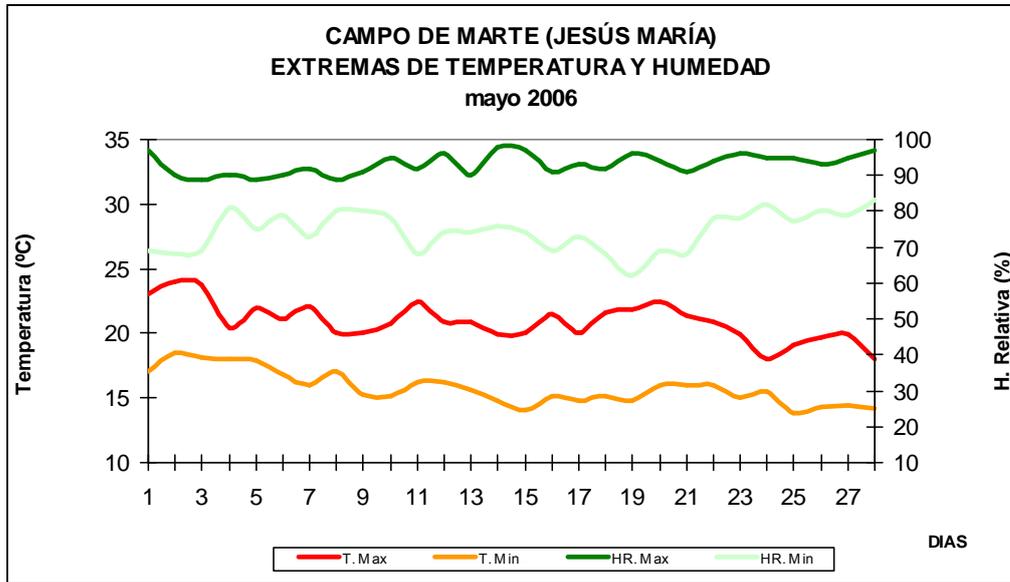


Fig 5b.- Variación diaria de la temperatura y humedad relativa durante el mes de mayo del 2006 en Jesús María y Chorrillos

3.3.2 Análisis del viento superficial en la zona metropolitana de Lima-Callao

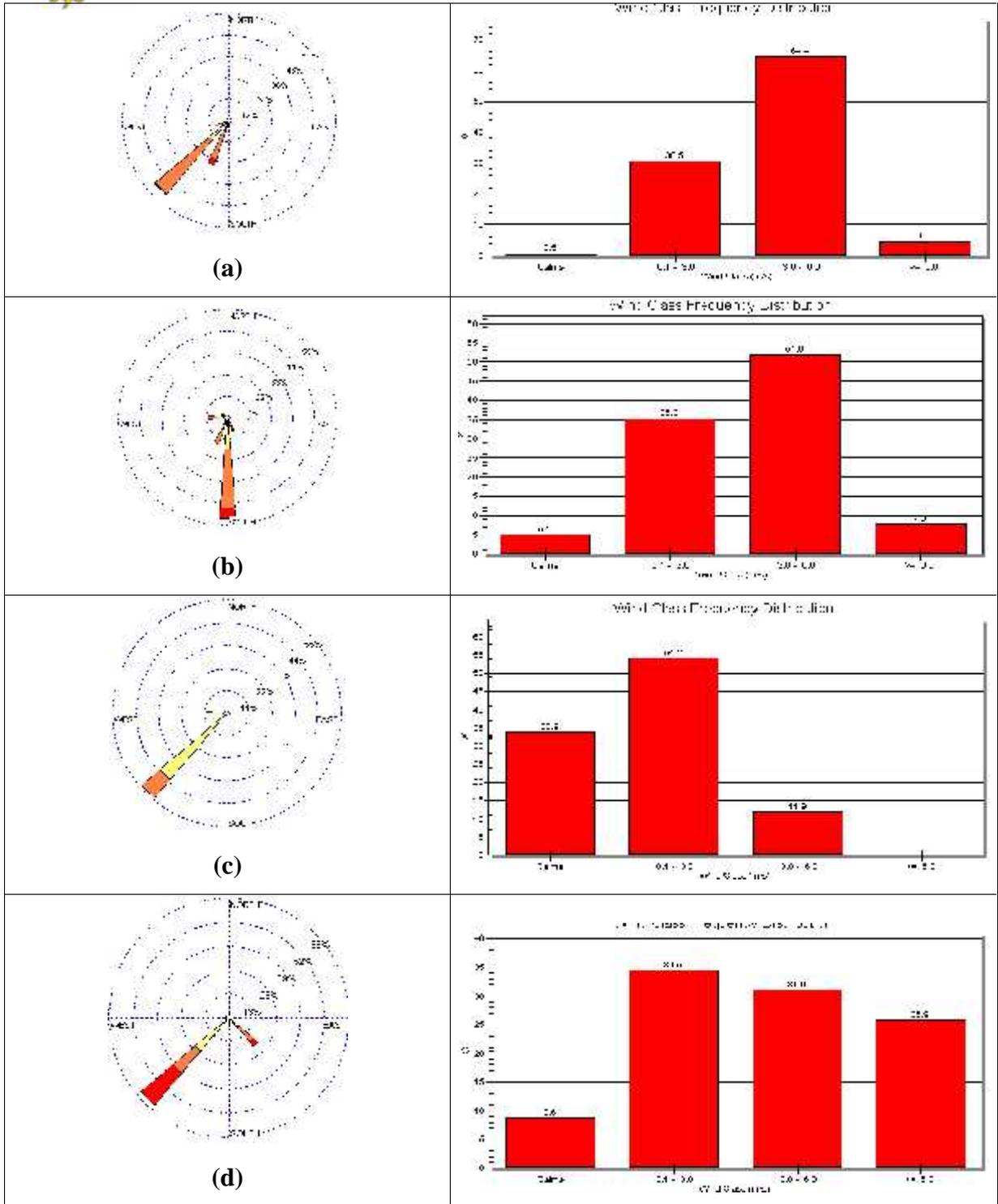
La información horaria de viento superficial (velocidad, dirección y frecuencia) correspondiente al mes de mayo es presentada en las **figuras 6 y 7** para el período diurno (07:00 – 18:00) y nocturno (19:00 – 06:00), respectivamente.

- Durante el período diurno (7:00 a 18:00 horas), predominaron vientos de intensidad media débil en Jesús María provenientes del SW y W (41 y 12%). Intensidades moderadas se reportaron en los distritos de Comas, Callao y Chorrillos provenientes del SW y SSW (65 y 42%); S y SSW (51 y 20%). SW y SE(55 y 43%)

La distribución de frecuencias de intensidades del viento superficial son presentadas también en la **figura 6**. Así, predominaron intensidades débiles en Jesús María, con un alto porcentaje de ocurrencia de calmas e intensidades moderadas en promedio en las demás estaciones.

- Durante el período nocturno (19:00 a 6:00 horas) se reportaron vientos de intensidad media débil en los distritos de Comas, Callao y Jesús María con direcciones provenientes del SW y SSW (44 y 23%); S (57%); y del SW (85 %). Se reportaron intensidades moderadas en Chorrillos del SW y SE (64 y 36 %).

La distribución de frecuencias de intensidades del viento superficial son presentadas también en la **figura 7**. Predominaron intensidades débiles en Jesús María y moderadas en promedio en las demás estaciones.

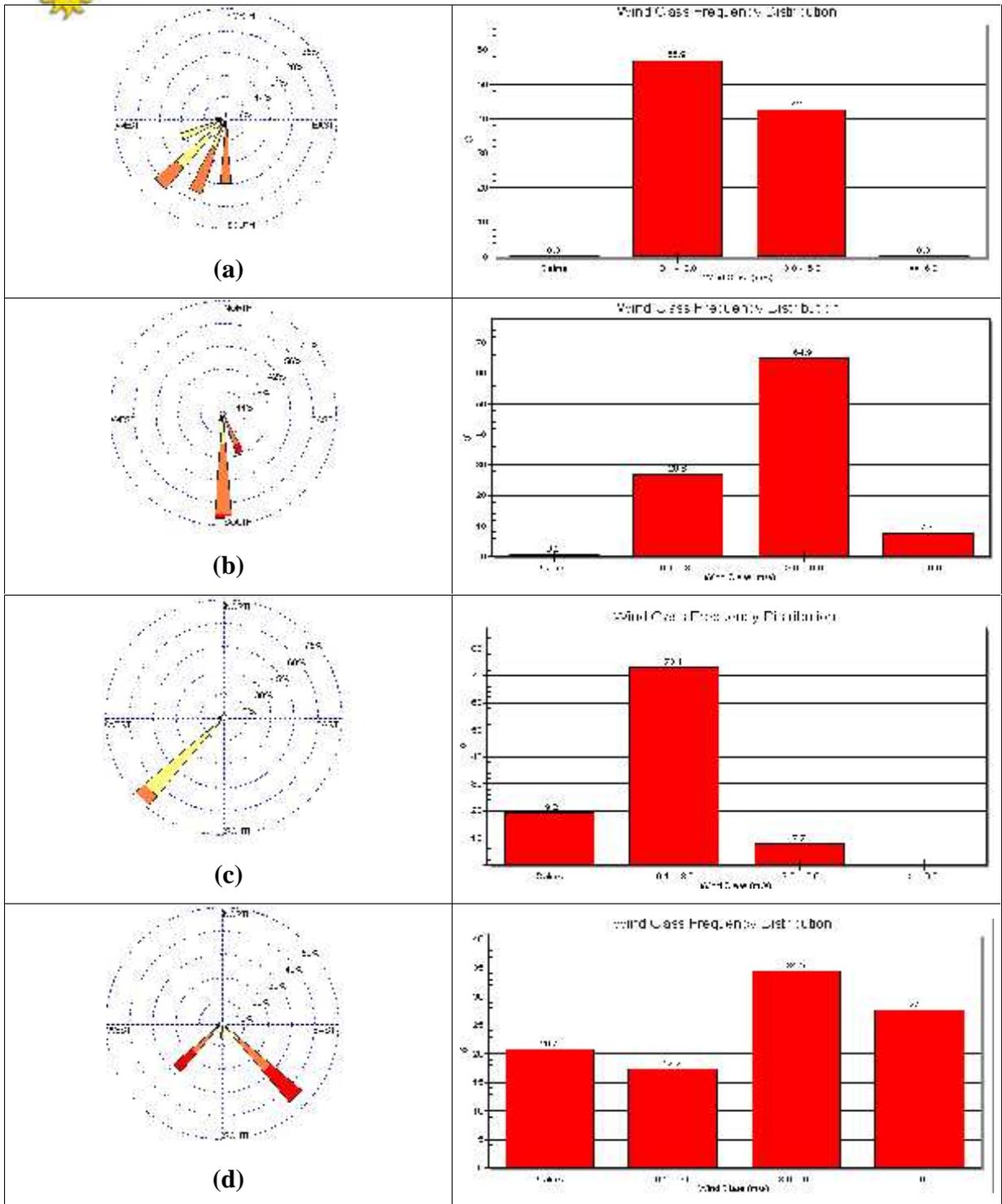


WIND SPEED (m/s)

- >= 6.0
- 3.0 - 6.0
- 0.1 - 3.0

Calms: 0.30 %

Fig.6 – Rosas de viento (m/s) e histogramas de frecuencia diurnas de las estaciones de (a)Comas,(b) Callao, (c) Jesús María, y d) Chorrillos - Mayo 2006



WIND SPEED (m/s)

- Red: >= 8.0
- Orange: 5.0 - 8.0
- Yellow: 3.0 - 5.0

Date: 3/30/06

Fig.7 – Rosas de viento (m/s) e histogramas de frecuencia nocturnas de las estaciones de (a)Comas,(b) Callao, (c) Jesús María, y d) Chorrillos - Mayo 2006

4. Conclusiones

- ✓ Para el presente mes, las concentraciones del polvo atmosférico fueron altas , aunque en promedio inferiores a los principales núcleos del mes anterior. La configuración resultante da lugar a 4 centros de alta contaminación: el primer núcleo se presentó en el cono norte de la ciudad con 25,7 t/km².mes; el segundo en el cono centro-este con un valor de 26,7 t/km².mes; el tercero en la zona sur-este con 26,9 t/km².mes; el cuarto en la zona sur-oeste con 21,6 t/km².mes.
- ✓ El 85 % de las estaciones sobrepasaron el nivel referencial establecido por la Organización Mundial de la Salud. La media mensual para las estaciones evaluadas fue de 14,7 t/km².mes, y el valor máximo registrado fue de 35 t/km².mes en Ate y el mínimo de 3,7 en el Callao.
- ✓ En cuanto a los contaminantes gaseosos, el valor máximo horario del dióxido de nitrógeno (NO₂) equivalió al 47,8 % del ECA correspondiente establecido por el D.S. 074-PCM-2001. Asimismo, se observaron dos picos horarios máximos de 137 y 19,9 ppb en las horas de mayor circulación vehicular (21:00 y 09:00 horas, respectivamente).
- ✓ El 33,8% % de las concentraciones de dióxido de nitrógeno estuvieron por encima de los 15 ppb. Se estima por tanto una alta probabilidad de ocurrencia de impactos negativos en la salud asociados a afecciones respiratorias.
- ✓ En cuanto al comportamiento de la temperatura y humedad, las medias de las estaciones observadas para el presente mes fueron de 18,1 °C y 85,5 %. Así mismo, los días más cálidos fueron el 2 y 3 con 20,5 °C; y el 29 el más frío con 16,3 °C. Con respecto a la humedad relativa, el 20 fue el día más seco (84,8 %) y no se alcanzó la saturación (91,1 %).
- ✓ Con respecto al análisis del viento superficial, durante el día se reportaron vientos de intensidad media débil en Jesús María y moderadas en las demás estaciones referidas con direcciones predominantemente del S y SW. Durante la noche, de forma contraria al día, se reportaron vientos de intensidad media débil en todas las estaciones, con excepción de Chorrillos.