Secretaría de DESARROLLO SUSTENTABLE NL

# Reporte del Estado de la Calidad del Aire en el Área Metropolitana de Monterrey

## Agosto 2010

SIMA
Sistema Integral de Monitoreo Ambiental

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN ..... 3

CAPÍTULO I ..... 4

1. Sistema de Monitoreo Atmosférico del Área Metropolitana de Monterrey ..... 4

CAPÍTULO II ..... 5

2. Descripción Meteorológica ..... 5

2.1 Temperatura ambiente en el Área Metropolitana de Monterrey ..... 5
2.2 Humedad relativa y precipitación pluvial en el Área Metropolitana de Monterrey ..... 7
2.3 Radiación solar en el Área Metropolitana de Monterrey ..... 10
2.4 Velocidad y dirección del viento del Área Metropolitana de Monterrey ..... 12

CAPÍTULO III ..... 13

3 Indicadores de calidad del aire ..... 13

3.1 Análisis de las concentraciones de los contaminantes criterio presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante agosto de 2010. ..... 13
Monóxido de carbono ..... 13
Bióxido de azufre ..... 15
Óxidos de nitrógeno ..... 16
Ozono ..... 17
Partículas menores a 10 micras ($PM_{10}$) ..... 19
Partículas menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$) ..... 20

3.2 Análisis de Días Sobre la Norma globales por zona presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante agosto de 2010 ..... 21

3.3 Análisis de los puntos IMECA máximos de los contaminantes criterio presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante el mes de agosto de 2010 ..... 22
Puntos IMECA máximos de los contaminantes criterio ..... 22

CAPÍTULO IV ..... 23

4. BIBLIOGRAFÍA ..... 23

## INTRODUCCIÓN

El reporte del Estado de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey actualiza los parámetros meteorológicos y contaminantes monitoreados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León, con el fin de evaluar las tendencias de los mismos, dirigiendo así acciones de prevención, control y mitigación de la contaminación atmosférica.

La aplicación de criterios técnicos garantiza la consistencia y confiabilidad de los parámetros de calidad del aire monitoreados por el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA), los cuales se actualizan periódicamente y son de fácil acceso al público.

Estos indicadores de calidad del aire proporcionan un panorama de la contaminación del aire del Área Metropolitana de Monterrey (AMM), tomando en cuenta el comportamiento temporal y espacial de los contaminantes, la influencia de variables meteorológicas y la presencia de fuentes de contaminación.

Los resultados que se obtienen del monitoreo de la calidad del aire son utilizados principalmente para estudios ambientales, tales como la determinación de algunas fuentes contaminantes y sus posibles impactos de las mismas hacia el entorno. Asimismo, la información generada por el SIMA es utilizada por investigadores que desarrollan modelos de dispersión de contaminantes y realizan estudios sobre el impacto de los contaminantes sobre la salud.

## CAPÍTULO I

### 1. Sistema de Monitoreo Atmosférico del Área Metropolitana de Monterrey

El Sistema Integral de Monitoreo Ambiental tiene por objetivo evaluar la calidad del aire con la finalidad de vigilar las concentraciones de contaminantes del aire a las que se encuentra expuesta la población del área metropolitana y, bajo condiciones adversas, advertirle sobre los episodios de altos índices de contaminación atmosférica. En la tabla 1 se presentan las estaciones fijas del SIMA, la ubicación y el municipio en donde se encuentran instaladas.

Tabla 1: Estaciones de monitoreo del SIMA

| Estación | Ubicación | Municipio |
|---|---|---|
| Sureste | Parque Zoológico La Pastora | Guadalupe |
| Noreste | Col. Unidad Laboral | San Nicolás de los Garza |
| Centro | Col. Obispado | Monterrey |
| Noroeste | Col. San Bernabé | Monterrey |
| Suroeste | Zona Centro | Santa Catarina |
| Noroeste 2 | Col. Sierra Real | García |
| Norte | Fracc. Santa Luz | General Escobedo |

Los contaminantes monitoreados, tanto en las estaciones fijas como en las móviles, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Parámetros que registra el SIMA

| Parámetros | Métodos de Medición |
|---|---|
| Monóxido de Carbono (CO) | Atenuación IR no dispersiva GFC |
| Ozono ($O_3$) | Espectrofotometría UV |
| Bióxido de Nitrógeno ($NO_2$) | Luminiscencia Química |
| Bióxido de Azufre ($SO_2$) | Fluorescencia pulsante UV |
| Partículas Menores a 10 Micras ($PM_{10}$) | Atenuación de rayos Beta y pesado continuo con microbalanza |
| Partículas Menores a 2.5 Micras ($PM_{2.5}$) | |

En la tabla 3 se muestran los parámetros meteorológicos medidos por el SIMA.

Tabla 3: Equipo utilizado para la medición de los parámetros meteorológicos

| Parámetros | Equipo de Medición |
|---|---|
| Velocidad del viento | Anemómetro convencional |
| Dirección del Viento | Veleta convencional |
| Temperatura Ambiente | Termistor de estado sólido |
| Humedad Relativa | Sensor de tipo capacitor |
| Radiación Solar Ultravioleta* | Piranómetro |
| Presión Atmosférica** | Sensor de Presión Barométrica |
| Precipitación Pluvial*** | Pluviómetro |

* Se determina sólo en las zonas Sureste, Centro, Noroeste 2 y Norte ** No se determina en las zonas Noreste y Noroeste
*** No se determina en las zonas Noreste.

## CAPÍTULO II

## 2. Descripción Meteorológica

En Nuevo León predominan los climas semisecos extremosos. La precipitación pluvial es, en general, bastante escasa, aunque cuenta con regiones que registran lluvias anuales mayores de 800 mm. La media general anual del Estado oscila entre 300 y 600 mm. La temperatura promedio anual se sitúa entre el rango de 14 ºC y 30 ºC.

En áreas menores de la región de la sierra, en la zona del centro y sur de la entidad y en gran parte de la cuenca del Río San Juan se registran los climas semicálidos, templados y semifríos. La variación de los parámetros climáticos que se registran en el Área Metropolitana de Monterrey permite explicar en parte el comportamiento de los contaminantes atmosféricos.

### 2.1 Temperatura ambiente en el Área Metropolitana de Monterrey

En general, la temperatura ambiente disminuye con la altura a lo largo de la troposfera, hasta alcanzar la región conocida como estratopausa, donde la temperatura permanece constante, y más arriba, en la estratosfera, la temperatura aumenta con la altura[1]. Un aspecto que influye en la variación de temperatura de una región es el tipo de superficie sobre la que incide la radiación solar.

En la figura 1 se muestra el comportamiento de la temperatura promedio diaria en el Área Metropolitana de Monterrey del mes de agosto de 2010, se puede apreciar fluctuaciones en la temperatura promedio diaria, y llegando a un punto máximo de 31°C. Asimismo, las temperaturas mínimas promedios alcanzadas fluctúan cerca de 27°C.

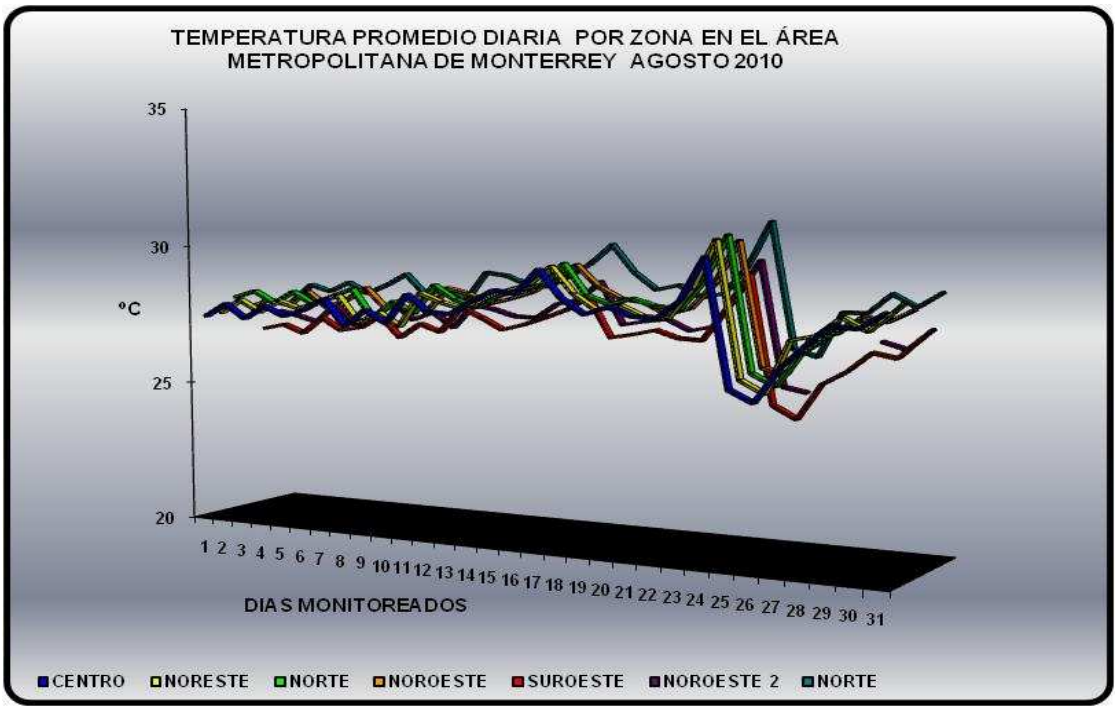


Figura 1: Temperatura Promedio Diaria por zona en el AMM

Por otro lado, en la figura 2 se muestra que la temperatura máxima por zona se alcanzó el día 24 de agosto, donde en la estación Centro presentó una temperatura de 36.64 °C, mientras que en Suroeste registró valores de 34.73 °C.

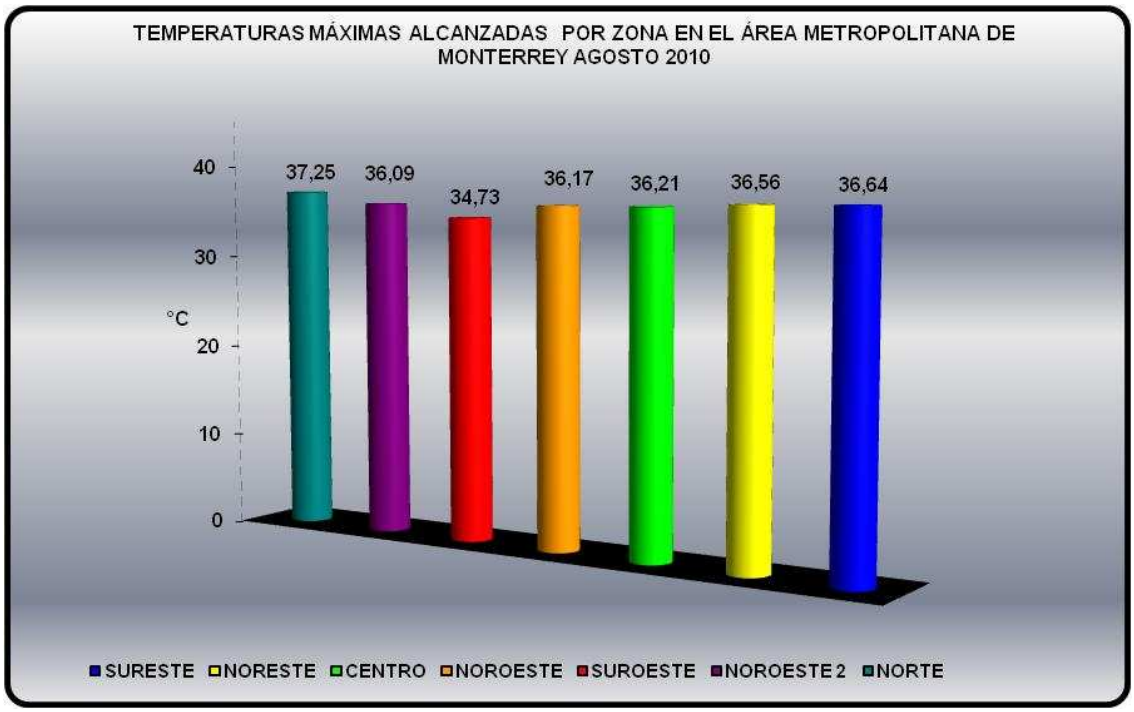


Figura 2: Temperatura Máxima por Zona en el AMM

En la figura 3 se muestran las temperaturas mínimas alcanzadas por zona, las cuales se alcanzaron el día 01 de agosto, donde en la estación Suroeste presentó una temperatura de 20.57 °C, mientras que en la Noreste registró valores de 22.57°C.

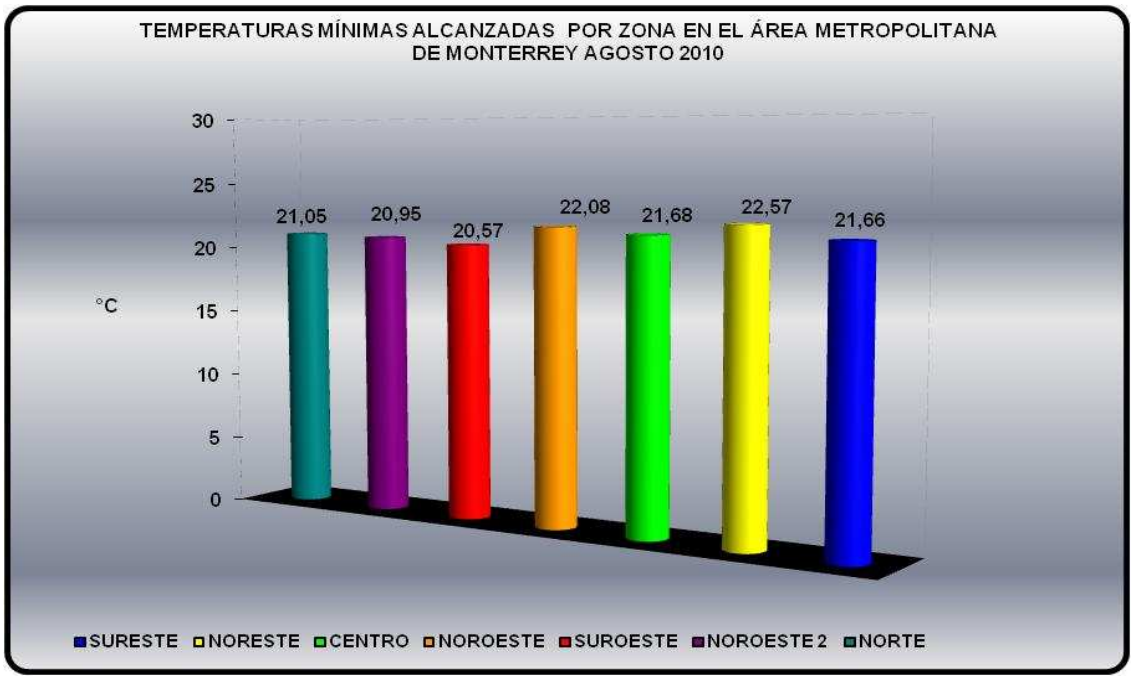


Figura 3: Temperatura Mínima por zona en el AMM

## 2.2 Humedad relativa y precipitación pluvial en el Área Metropolitana de Monterrey

La humedad relativa es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir, sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica, y se expresa en porcentaje[1].

El contenido de agua en la atmósfera depende de la temperatura. Cuanto más caliente está una masa de aire, mayor es la cantidad de vapor de agua que puede retener. En contrapartida, a temperaturas bajas puede almacenar menos vapor de agua. Cuando una masa de aire caliente se enfría, por la causa que fuere, se desprende del vapor en forma de precipitación.

En la figura 4 se muestra la humedad relativa por zona en el Área Metropolitana de Monterrey. El día que mostró un mayor porcentaje de humedad fue el 08 de agosto con un valor del 78% en la estación Sureste. Durante todo el mes se presentaron fluctuaciones en el comportamiento de la humedad relativa, el cual oscilaba entre el 78% y el 36%.

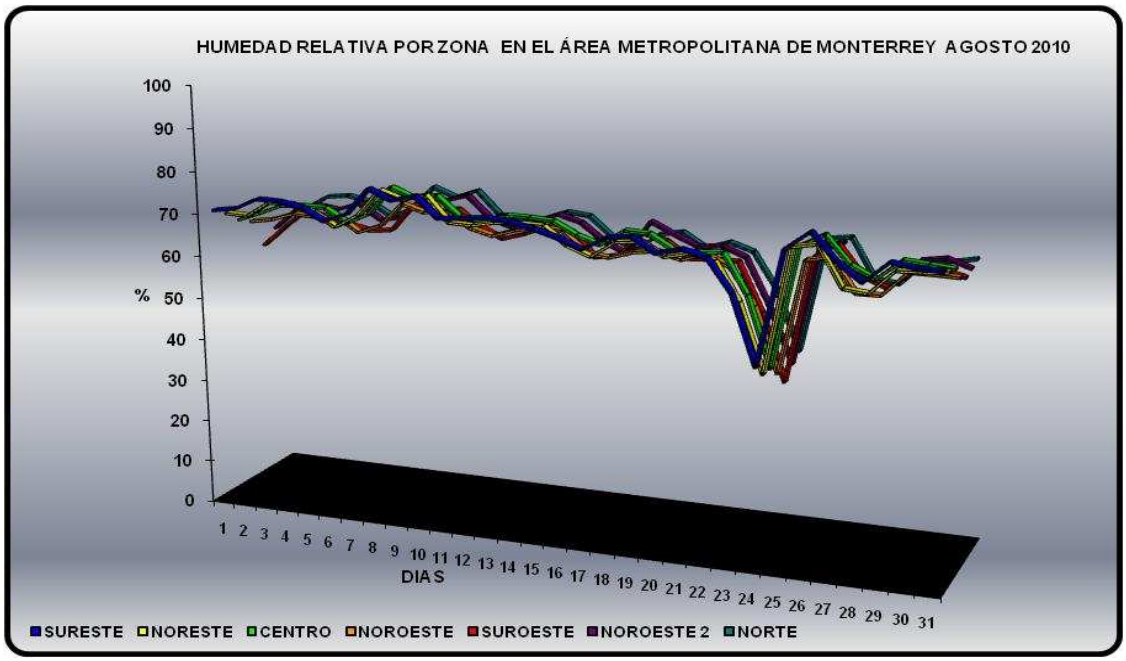


Figura 4: Humedad relativa por zona en el AMM

En la figura 5 se muestra la humedad relativa promedio por zona en el AMM, donde se puede observar que en la estación Sureste se reporta el valor más alto con 71%, mientras que en la estación Suroeste muestra un valor menor, siendo éste igual a 64%.

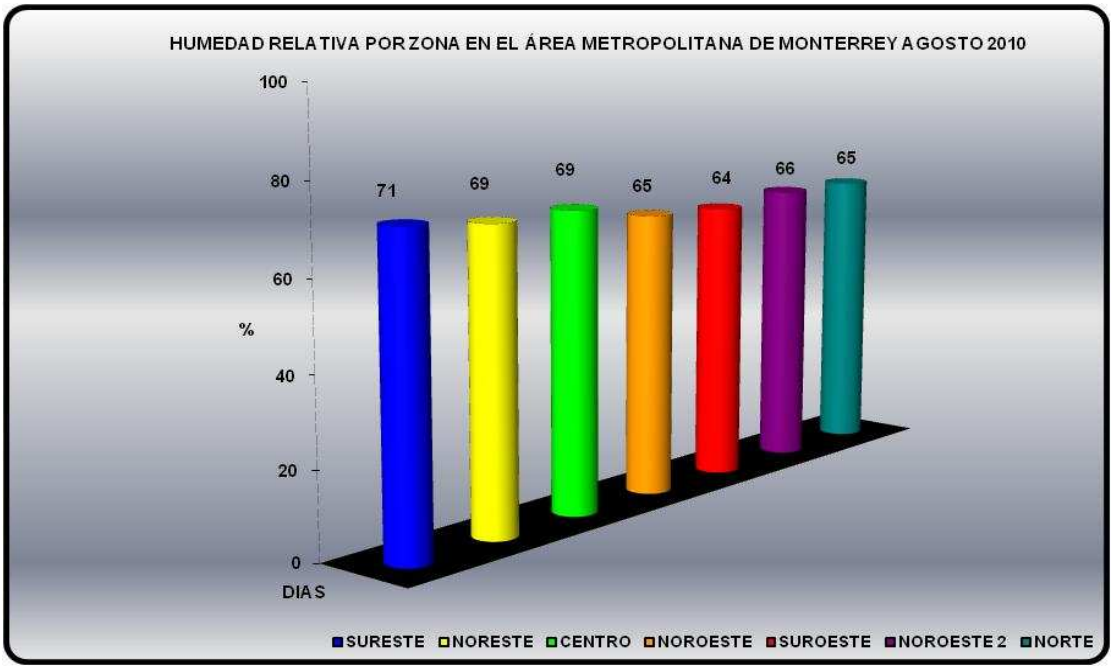


Figura 5: Humedad relativa promedio por zona en el AMM

La precipitación es considerada como cualquier forma de agua que cae a la superficie de la tierra, como parte importante del ciclo hidrológico e incluye a la lluvia, nieve, aguanieve y el granizo. La precipitación es producida por las nubes. Cuando éstas alcanzan el punto de saturación, las gotitas de agua (o cristales de hielo) crecen hasta caer a la tierra por efecto de la gravedad[1].

En la figura 6 se muestra la precipitación pluvial por zona en el Área Metropolitana de Monterrey. En general, el periodo de precipitación fue del 25 al 27 de agosto, asimismo el día 27 de agosto hubo una mayor cantidad de precipitación en la estación Suroeste, registrándose 16 mm.

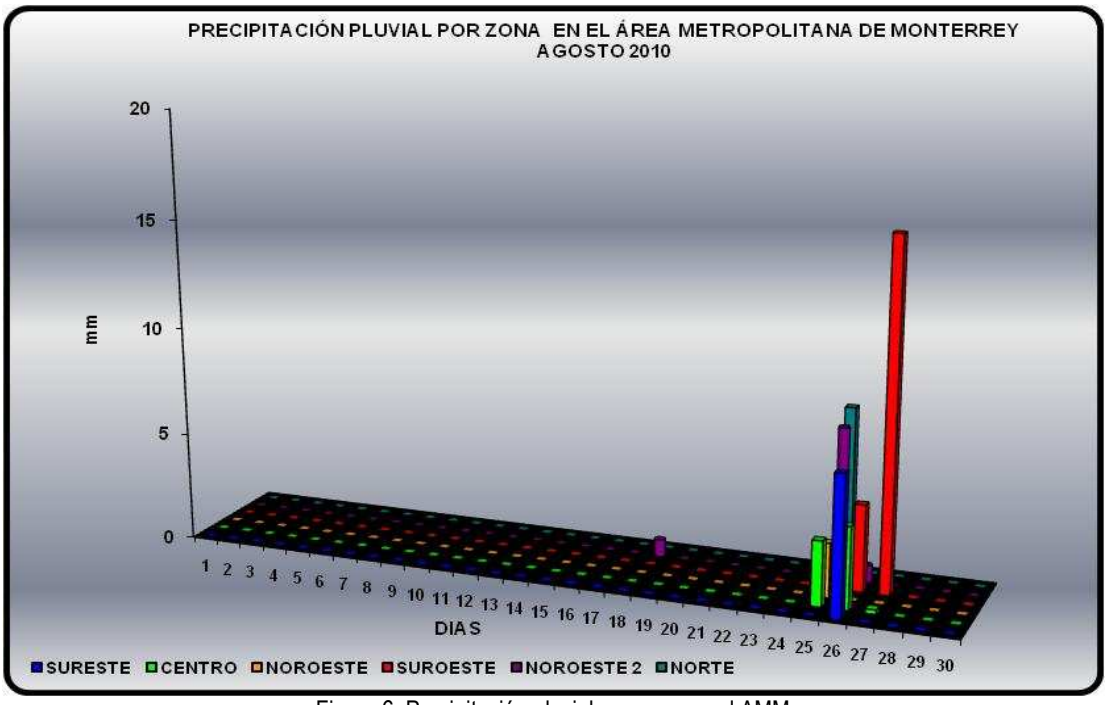

Figura 6: Precipitación pluvial por zona en el AMM

En la figura 7 se muestra la precipitación pluvial total por zona durante agosto de 2010, donde se observa una mayor cantidad de precipitación en la estación Suroeste con un valor de 20 mm.

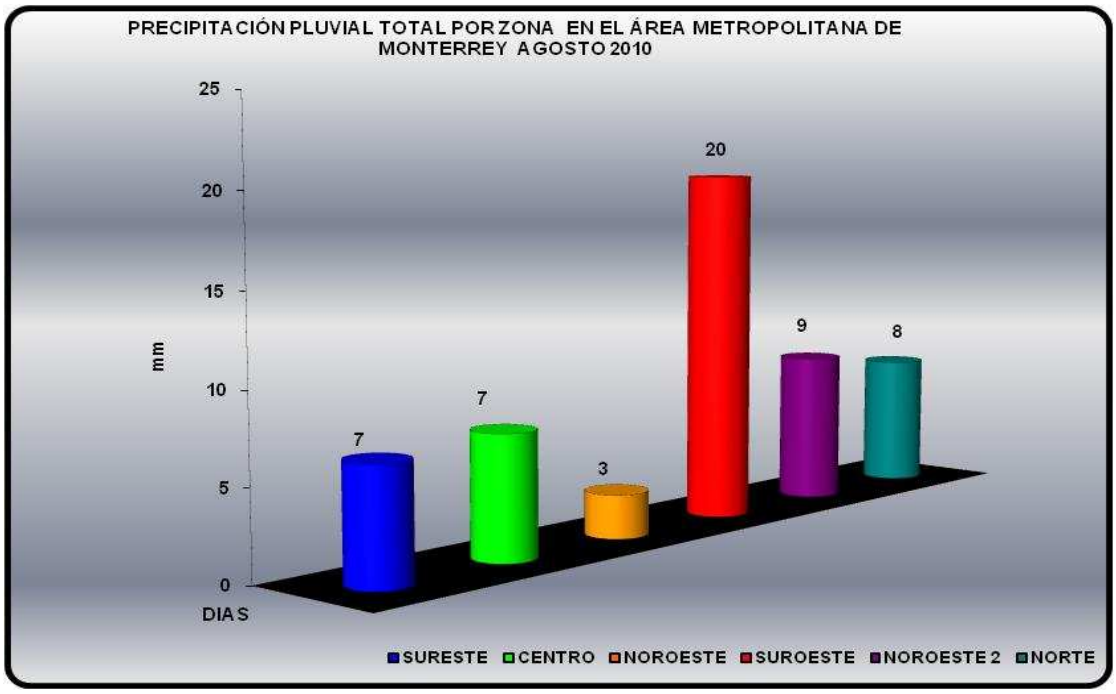


Figura 7: Precipitación pluvial total por zona en el AMM

## 2.3 Radiación solar en el Área Metropolitana de Monterrey

La superficie de la Tierra recibe energía proveniente del Sol en forma de radiación de onda corta. La Tierra refleja alrededor del 55% de dicha radiación incidente y absorbe el 45% restante, convirtiéndola en calor que, posteriormente, la Tierra irradia al espacio como energía de onda larga, conocida como radiación terrestre. El Hemisferio Norte es más cálido que el Hemisferio Sur en los meses de junio, julio y agosto porque los rayos solares caen menos oblicuos que durante los meses de diciembre, enero y febrero[1].

En la figura 8 se muestra el promedio de la radiación solar máxima alcanzada en el Área Metropolitana de Monterrey. En la gráfica se puede observar que los valores menores están presentes en la estación Norte; mientras que la estación Sureste muestra los valores más altos de radiación.

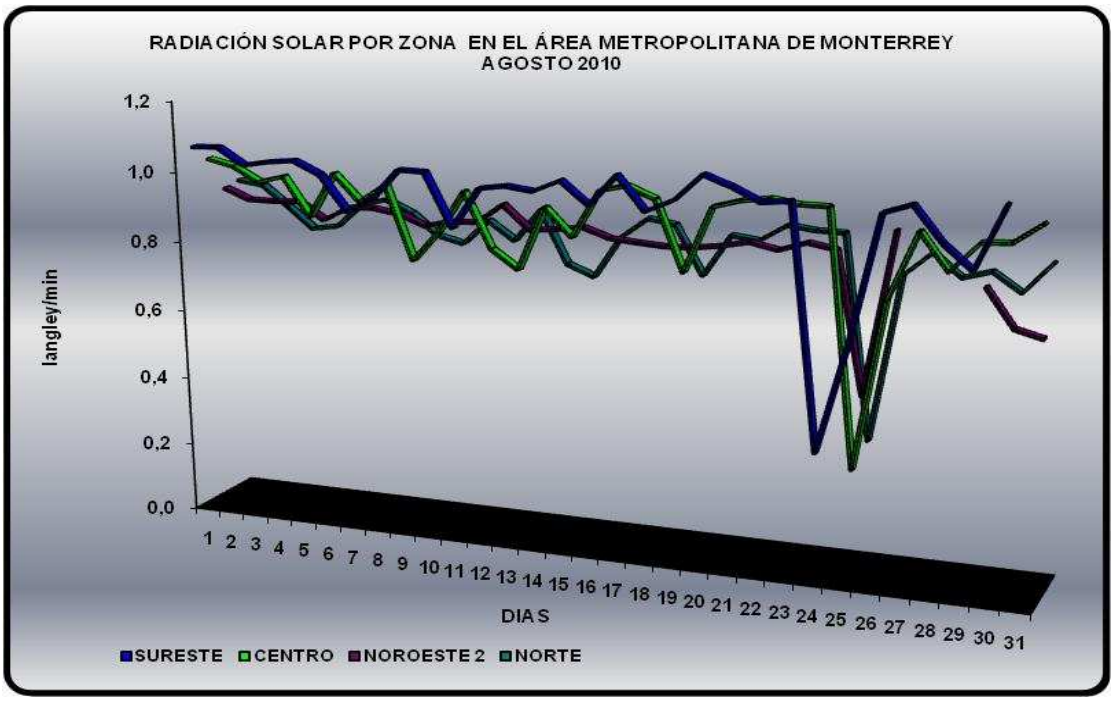


Figura 8: Radiación solar por zona en el AMM

En la figura 9 se muestran los valores máximos alcanzados de radiación solar, donde se puede observar que la estación Sureste presentan la mayor valor de radiación, el 21 de agosto, con 1.085 Langley/min, mientras que en la estación Norte mostró los valores menores con 0.936 Langley/min.

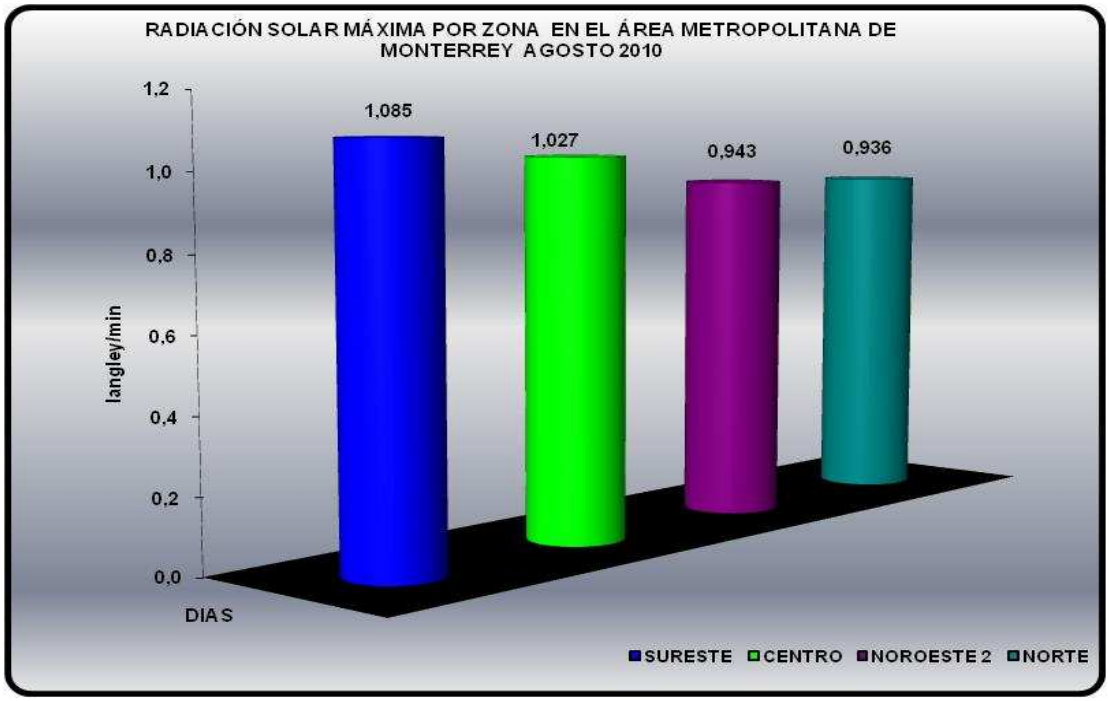


Figura 9: Radiación solar máxima por zona en el AMM

## 2.4 Velocidad y dirección del viento del Área Metropolitana de Monterrey

El viento es un factor importante en la variación de la temperatura. En áreas donde los vientos proceden predominantemente de zonas húmedas u oceánicas, la excursión de temperatura es generalmente pequeña; por otro lado, se observan cambios pronunciados cuando los vientos dominantes soplan desde regiones áridas, desérticas o continentales[1].

En la figura 10 se muestra el promedio diario de las velocidades del viento en el Área Metropolitana de Monterrey. Donde se reportaron las mayores velocidades de viento fue en la estación Noroeste, donde alcanzó un máximo de 16.27 km/h el día 21 de agosto. Asimismo, donde se registraron valores menores de velocidad fue en la estación Centro, teniendo un valor máximo de 7.39 km/h.

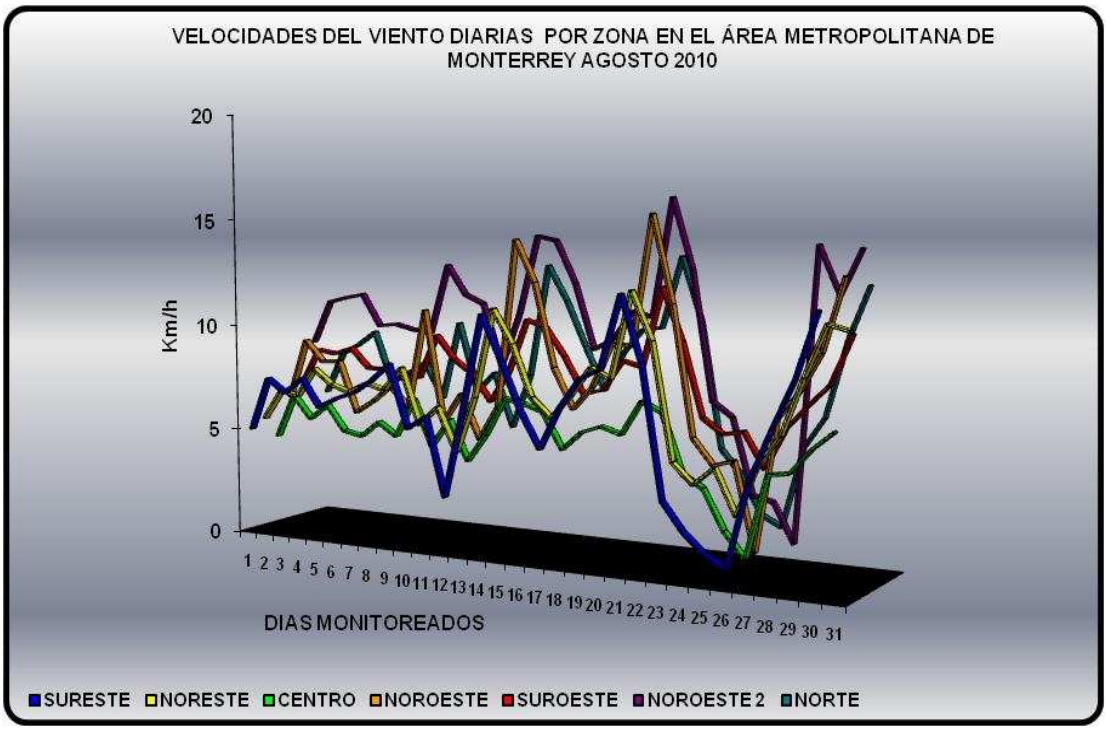


Figura 10: Velocidades del viento Diarias por Zona en el AMM

En relación a la dirección del viento por estación, se tiene que los vientos dominantes provenían de las siguientes direcciones, tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Dirección del viento por estación de monitoreo

| Zona (Estación) | Dirección del viento Promedio |
|---|---|
| Sureste | Este |
| Noreste | Este |
| Centro | Este |
| Noroeste | Este |
| Suroeste | Este |
| Noroeste 2 | Este |
| Norte | Este |

ND: No Disponible

## CAPÍTULO III

## 3 Indicadores de calidad del aire

La contaminación del aire está presente en las grandes ciudades, debido a la intensa actividad industrial y flujo vehicular que se refleja en el elevado consumo de energía. Además de los procesos industriales y vehículos automotores, existen condiciones naturales que también aportan parte de la contaminación.

Las estaciones de monitoreo del SIMA determinan parámetros contaminantes y meteorológicos minuto a minuto, para posteriormente realizar un promedio horario y establecer las concentraciones de cada uno de los contaminantes monitoreados; se realizan los reportes de la calidad del aire y, a su vez, se sabe si éstos se encuentran dentro del límite máximo permisible establecido en las Normas Oficiales Mexicanas. A continuación se presenta el comportamiento de las tendencias de los principales indicadores de la calidad del aire, de acuerdo a la información registrada por la red automática de monitoreo.

### 3.1 Análisis de las concentraciones de los contaminantes criterio presentes en el Área Metropolitana de Monterrey del mes de agosto de 2010

Monóxido de Carbono (CO)

En la figura 11 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de Monóxido de Carbono en el área metropolitana, el día 26 de agosto se encontró en la estación Noroeste 2 una concentración máxima de 2.103 ppm. Mientras, que la estación que presentó los valores menores de concentración fue a estación Sureste

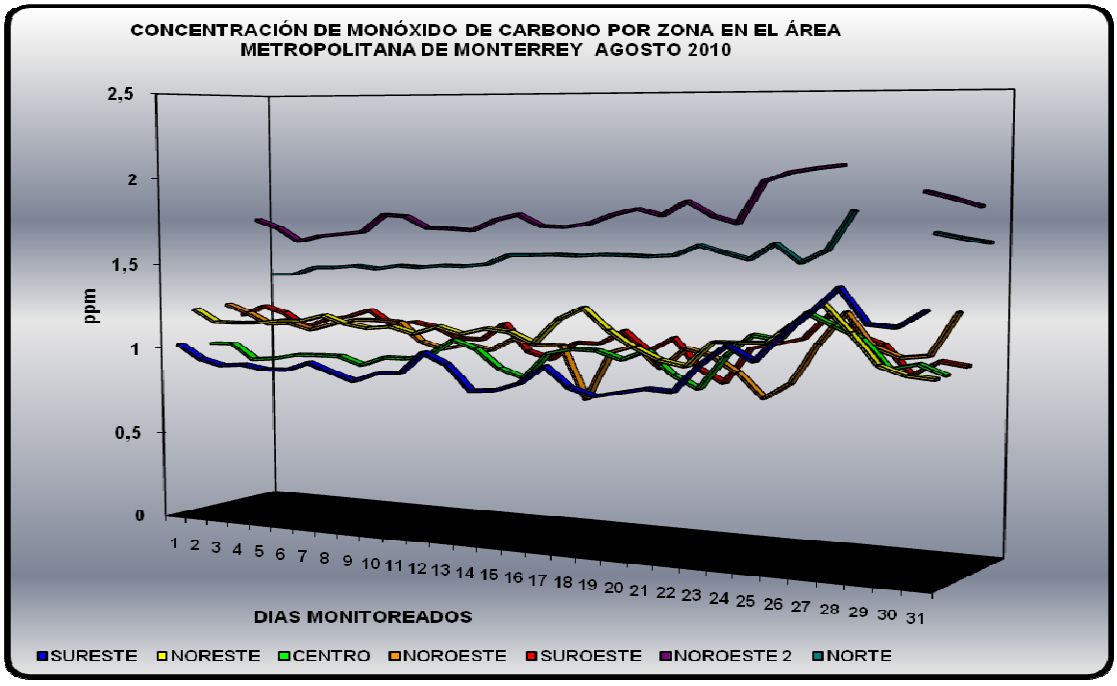


Figura 11: Concentración de Monóxido de Carbono por Zona en el AMM

En la figura 12 se muestran los valores promedios de concentración mensual de Monóxido de Carbono durante el mes agosto, donde se puede observar que el valor promedio más alto se presentó en la estación Noroeste 2 con 1.022 ppm, mientras que el valor menor se presentó en la estación Suroeste con 0.781 ppm de CO.

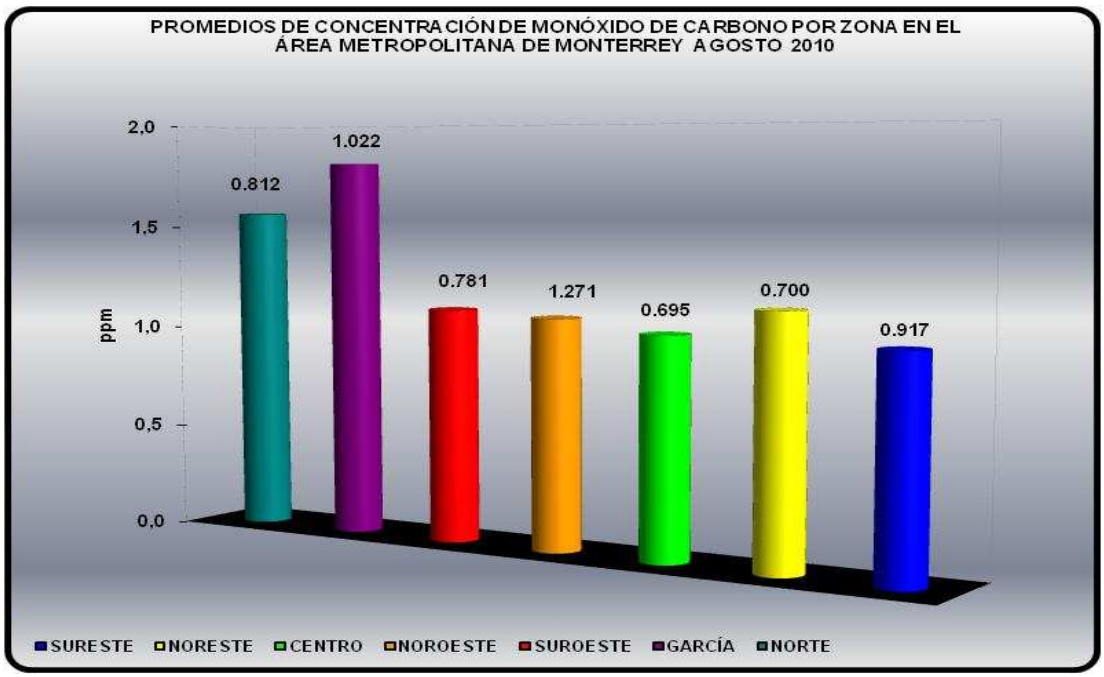


Figura 12: Promedios de concentración de Monóxido de Carbono por zona en el AMM

Bióxido de Azufre ($SO_2$)

En la figura 13 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias del Bióxido de Azufre ($SO_2$) por zona en el área metropolitana. El día donde se presentaron los picos máximos fue el 16 de agosto en la estación Noreste con 11.85 ppb, mientras que los valores menores de concentración fueron monitoreados en la estación Noroeste 2.

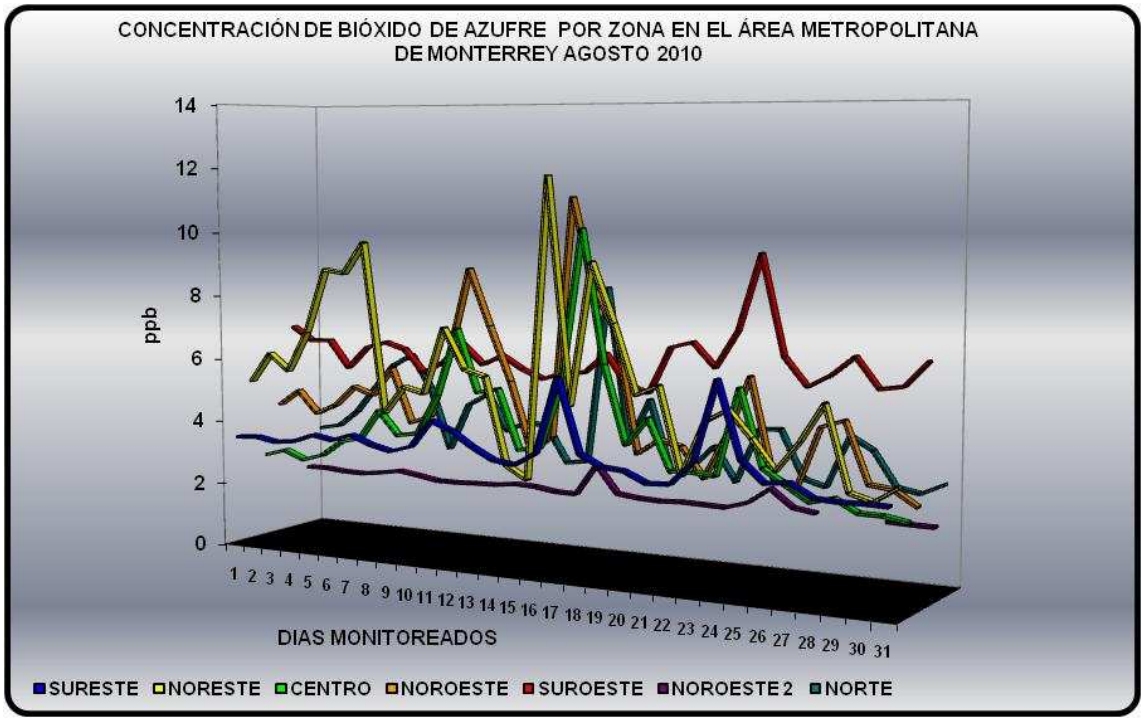


Figura 13: Concentración diaria de Bióxido de Azufre en el AMM

En la figura 14 se muestran los valores promedio mensuales por zona de Bióxido de Azufre en la zona metropolitana, donde se puede ver que la estación Suroeste presentó el valor mayor con 4.0 ppb, mientras donde se observó el valor menor fue en la estación Noroeste 2 con 1.8 ppb.

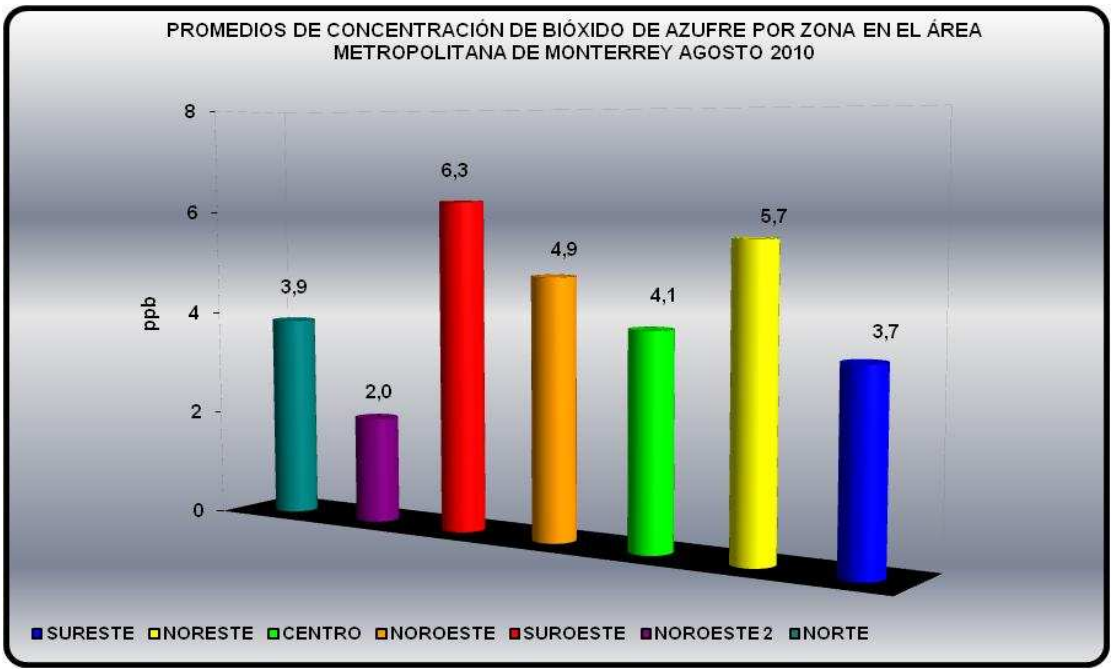


Figura 14: Promedio de concentración de Bióxido de Azufre por zona en el AMM

## Óxidos de Nitrógeno ($NO_2$)

En la figura 15 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias del Bióxido de Nitrógeno ($NO_2$) por zona en el área metropolitana, donde el pico más alto se encuentran en la estación Suroeste con un valor de 26.01 ppb el día 27 de agosto, asimismo la esta estación Noroeste 2 presenta los menores valores de concentración del contaminante en cuestión.

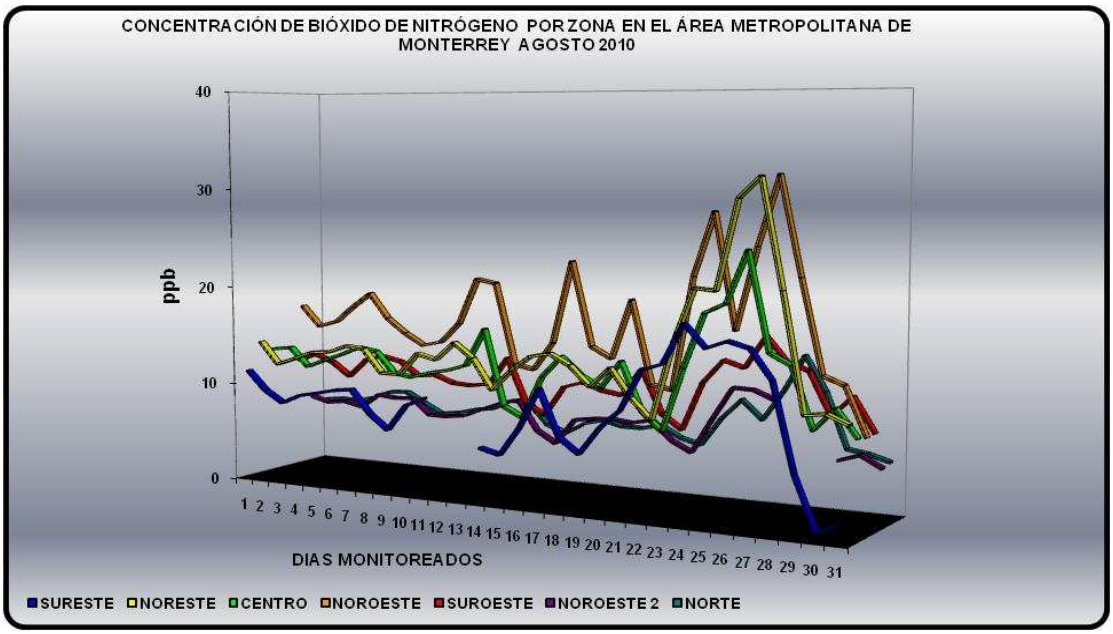


Figura 15: Concentración diaria de Bióxido de Nitrógeno por zona en el AMM

En la Figura 16 se presentan los promedios de concentración mensuales de Bióxido de Nitrógeno por zona, de acuerdo a las estaciones del SIMA, donde el valor promedio máximo fue de 12.9 ppb y se registró en la estación Suroeste, mientras que el valor promedio menor se encontró en la estación Noroeste 2 con 7.5 ppb.

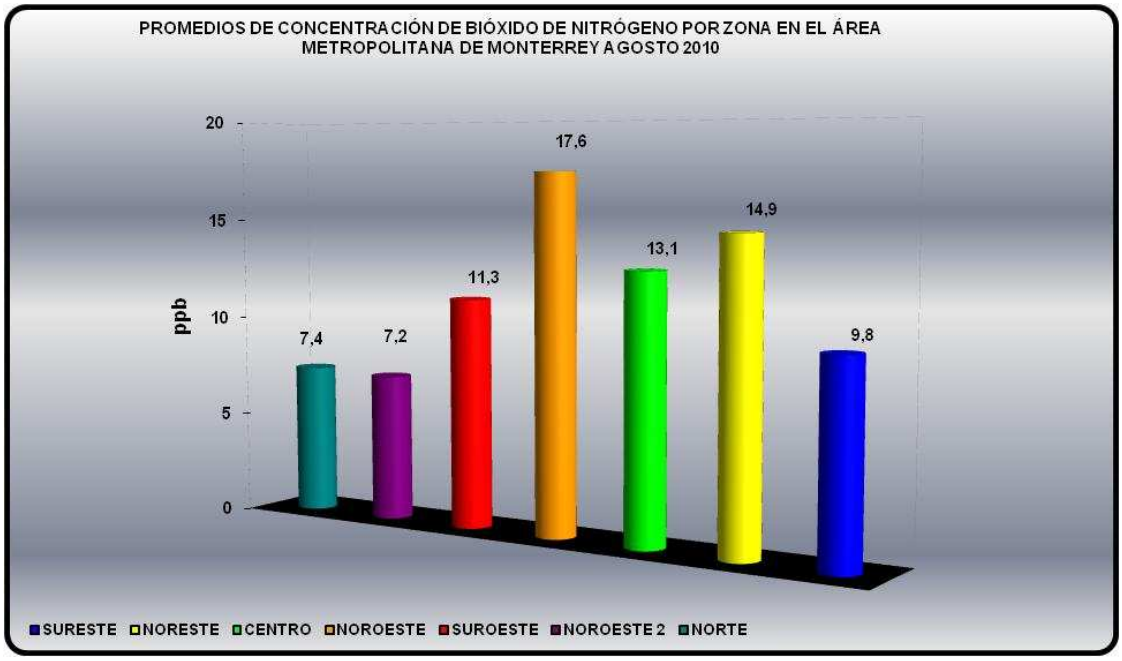


Figura 16: Promedio de concentración de Bióxido de Nitrógeno por zona en el AMM

Ozono ($O_3$)

En la figura 17 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias del Ozono ($O_3$) por zona en el área metropolitana. El pico más alto se encuentran en la estación Sureste con un valor de 58.54 ppb el día 28 de agosto, mientras que la estación que presenta los menores valores de concentración es la estación Noreste.

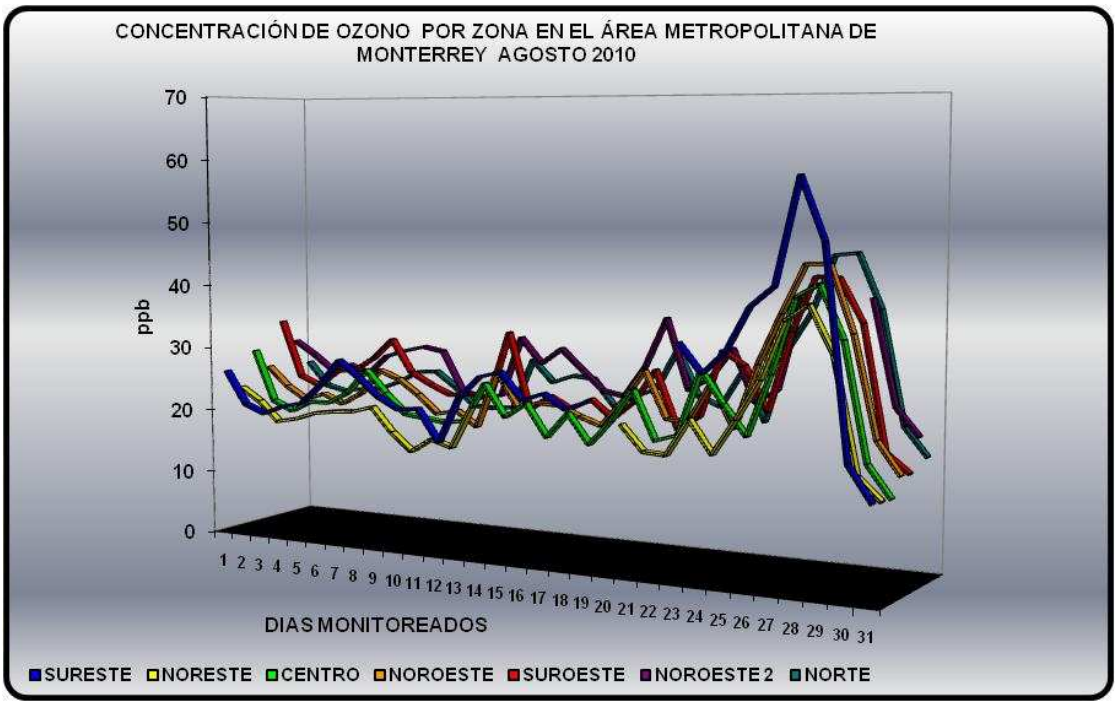


Figura 17: Promedio de concentración diaria de Ozono por zona en el AMM

En la figura 18 se presentan los promedios mensuales de concentración de Ozono por zona en el área metropolitana, donde el valor promedio máximo fue de 27.9 ppb y se presento en las estaciones Noroeste 2 y Sureste, mientras que el valor promedio mínimo se encontró en la estación Noreste con 21.9 ppb.

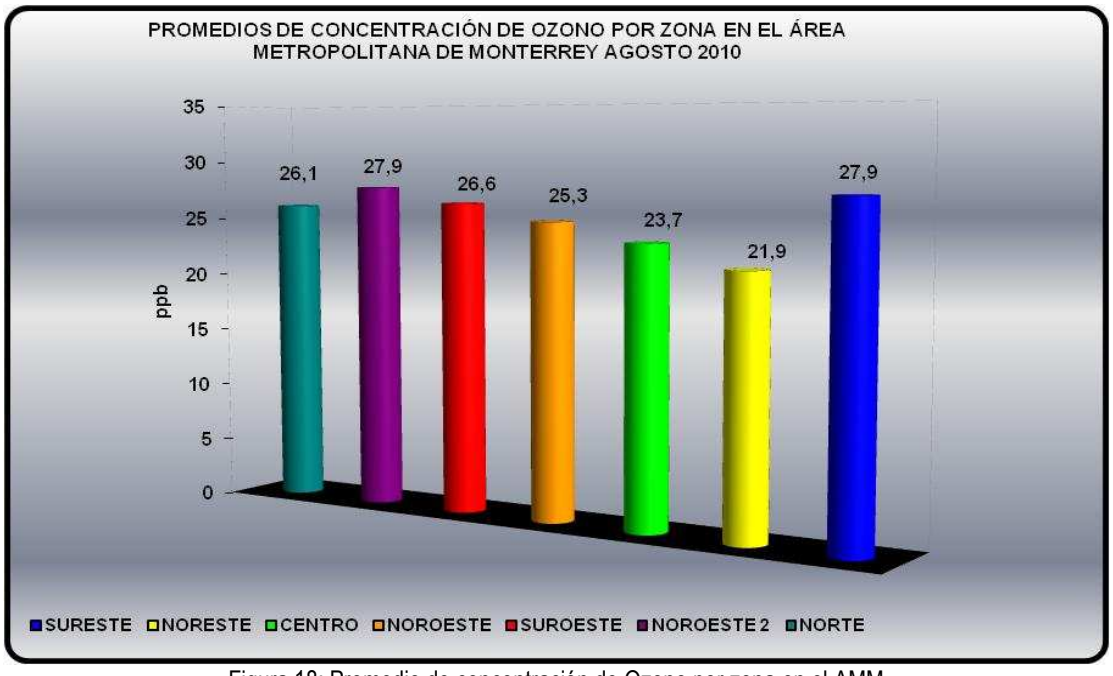


Figura 18: Promedio de concentración de Ozono por zona en el AMM

Partículas menores a 10 micras ($PM_{10}$)

En la figura 19 se muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de las partículas menores a 10 micras por zona. De acuerdo al monitoreo de las estaciones fijas del SIMA, durante el mes de agosto de 2010, los picos más elevados se encuentran en la estación Noroeste 2 con un valor de 162.42 µg/m$^3$, el día 31 de agosto, mientras que la estación que presenta los menores valores de concentración de este contaminante es la Norte.

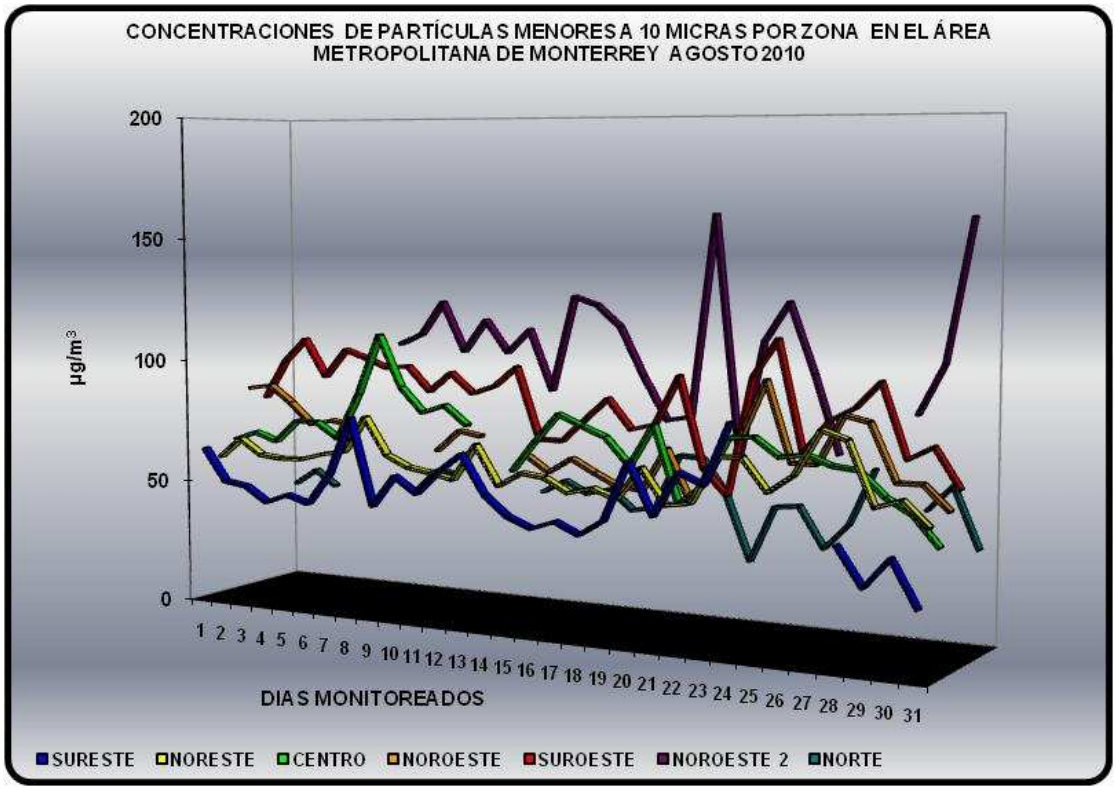

Figura 19: Promedio de concentración diaria de $PM_{10}$ por zona en el AMM

En la figura 20 se presentan los promedios mensuales de concentración de las $PM_{10}$ por zona en el área metropolitana, donde el valor promedio máximo fue de 108.8 µg/m$^3$ en la estación Noroeste 2, mientras que el valor promedio menor se encontró en la estación Norte con 47.6 µg/m$^3$.

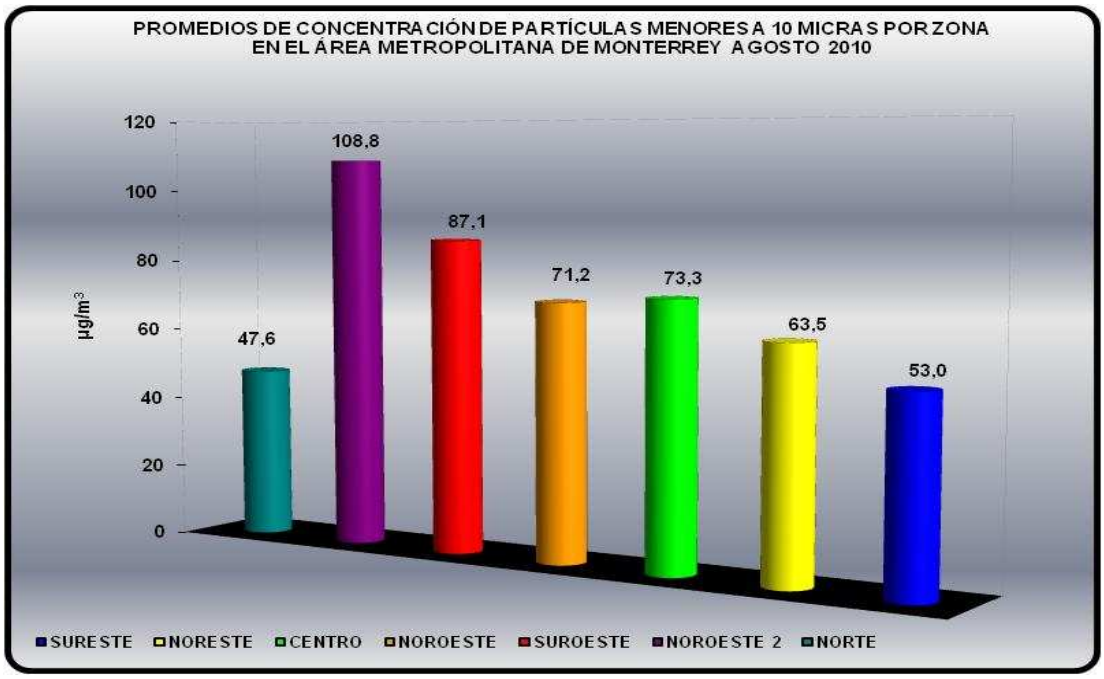


Figura 20: Promedio de concentración de partículas menores a 10 micras por zona en el AMM

Partículas menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$)

La figura 21 muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de las partículas menores a 2.5 micras por zona. El pico más alto se encuentra en la estación Noroeste con un valor de 59.0 µg/m$^3$, el día 08 de agosto; por otro lado, la estación que presenta los menores valores de concentración es la estación Sureste.

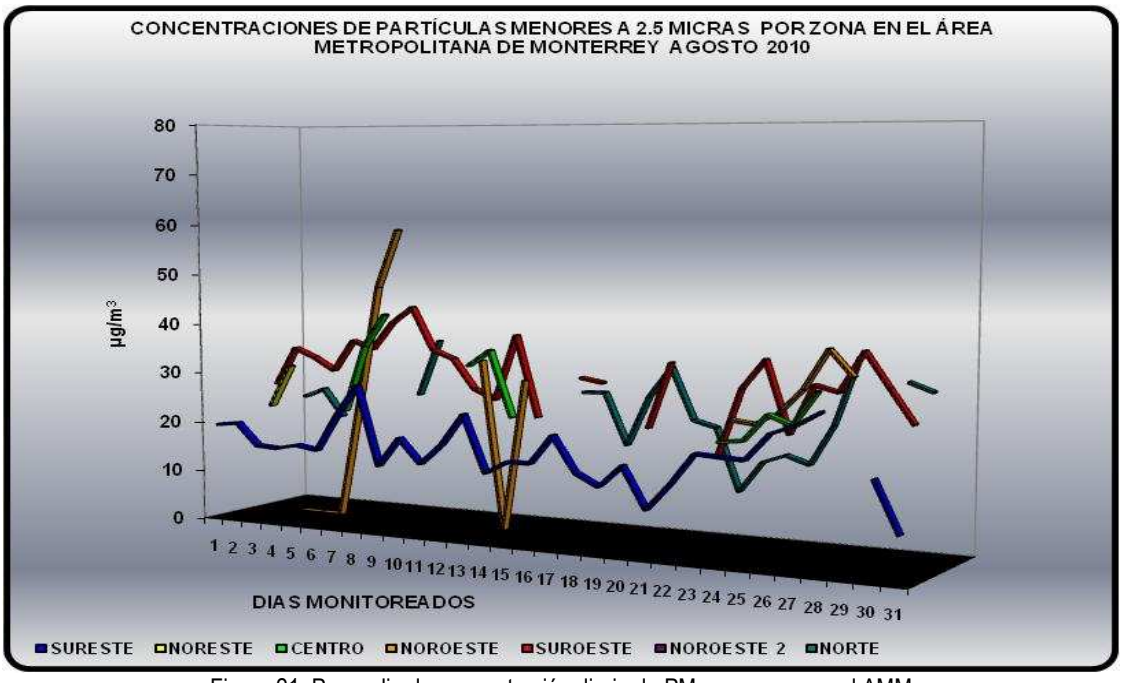


Figura 21: Promedio de concentración diaria de $PM_{2.5}$ por zona en el AMM

En la figura 22 se presentan los promedios mensuales de concentración de las $PM_{2.5}$ por zona, teniendo que el valor promedio máximo fue de 31.8 µg/m$^3$, en la estación Noreste, mientras que el valor promedio menor se encontró en la estación Sureste con 18.2 µg/m$^3$.

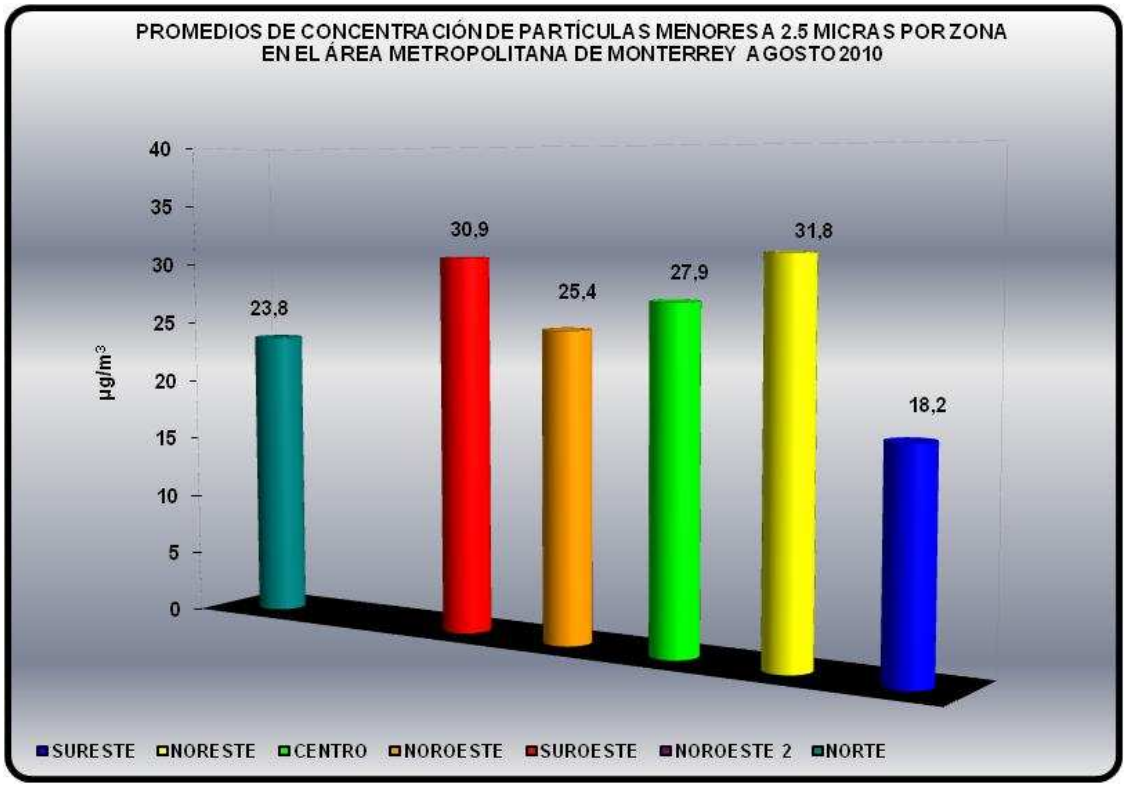


Figura 22: Promedio de concentración de partículas menores a 2.5 micras por zona en el AMM

### 3.2 Análisis de Días Sobre la Norma globales por zona presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante agosto 2010

En la figura 23 se muestran los días sobre la norma globales por zonas del Área Metropolitana de Monterrey durante agosto de 2010, donde los contaminantes que tuvieron más excedencias a la Norma Oficial Mexicana fueron las partículas menores a 10 micrómetros, presentándose 6 días sobre la norma en la estación Noroeste 2.

El resto de los contaminantes criterio, como lo son el monóxido de carbono, bióxido de nitrógeno, azufre y partículas menores a 2.5 micrómetros no presentaron ninguna excedencia a los límites máximos permisibles.

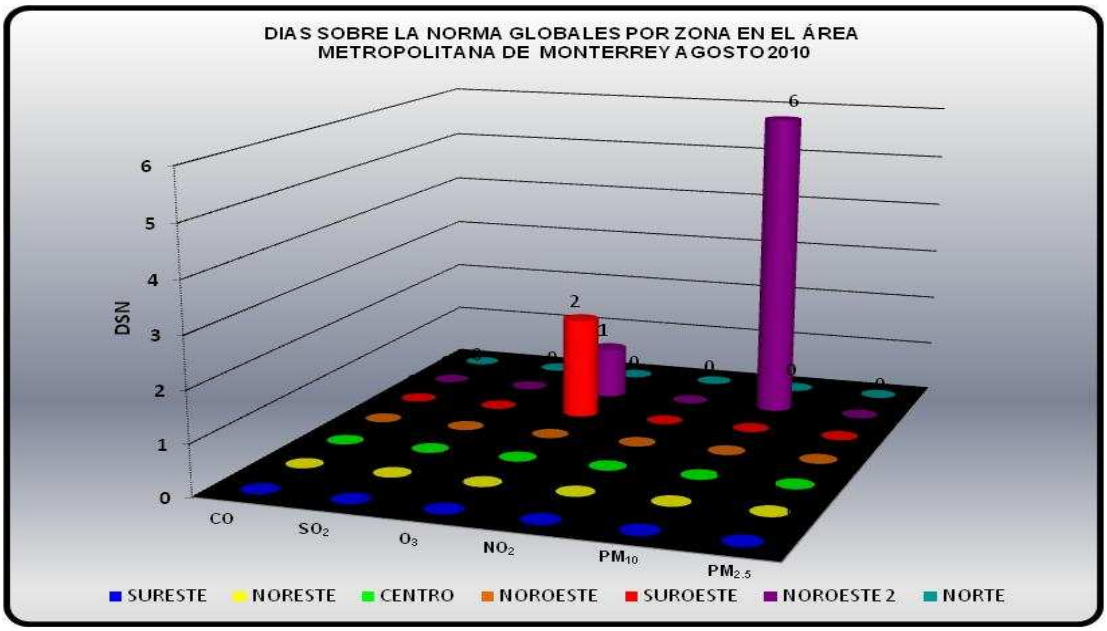


Figura 23: Días sobre la Norma globales por zona en el AMM

## 3.3 Análisis de los puntos IMECA máximos de los contaminantes criterio presentes en el Área Metropolitana de Monterrey durante el mes de agosto de 2010

Puntos IMECA máximos de los contaminantes criterio

A continuación se muestran en la figura 24 los puntos IMECA máximos que tiene cada contaminante monitoreado por el SIMA.

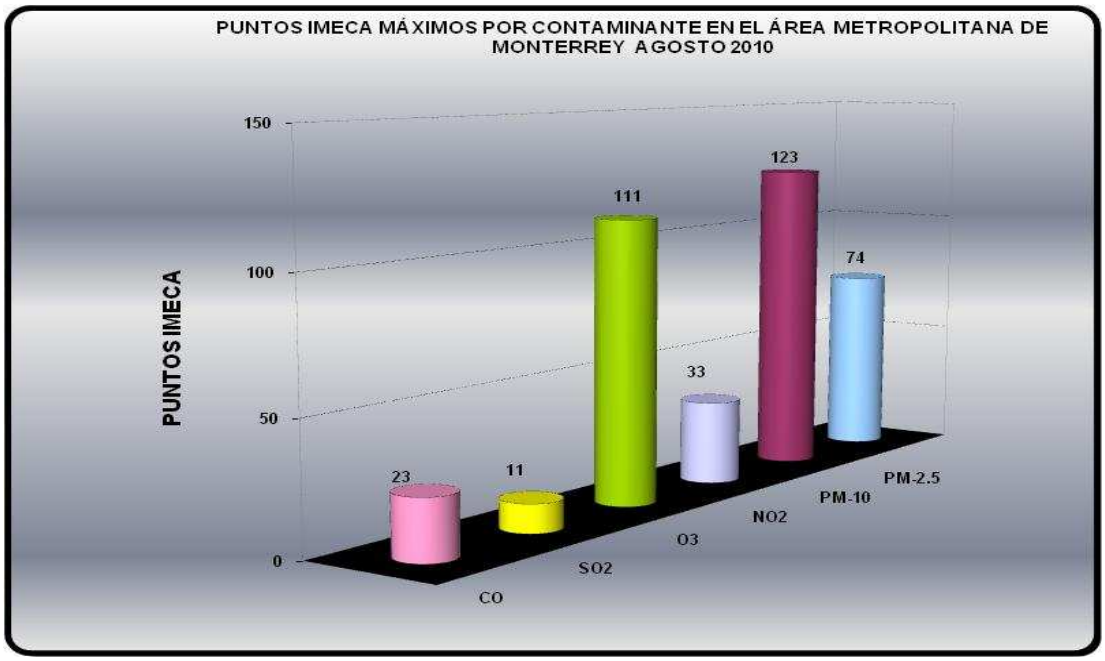


Figura 24: IMECA máximo por contaminante en el AMM

Como se puede observar el contaminante que menores puntos IMECA máximos tiene es el Bióxido de Azufre con 11 puntos, presentándose éstos en la estación Noreste mientras que el contaminante que presenta mayores concentraciones son las partículas menores a 10 micrómetros, mostrando el valor más alto de 123 puntos IMECA en la estación Noroeste 2, el día 31 de agosto de 2010.

Cabe señalar que valores mayores a los 165 puntos IMECA son considerados como precontingencia Ambiental[2]. Por lo tanto, en este mes no se declaró precontingencia en ninguna de las estaciones que se encuentran en el Área Metropolitana de Monterrey.

## CAPÍTULO IV

## 4. BIBLIOGRAFÍA


1. Informe Climatológico Ambiental del Valle de México 2005. Gobierno del Distrito Federal.
2. Programa de Respuesta a Contingencias Atmosféricas. Secretaría de Desarrollo Sustentable. Gobierno del Estado de Nuevo León, 2009.