

1-1-2003

## Reactivación y manejo de la información de la red para el monitoreo de la calidad del aire en el Valle de Sogamoso

Sandra Milena Rodríguez Peña  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Mauricio Andrés Rojas Torres  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria)

---

### Citación recomendada

Rodríguez Peña, S. M., & Rojas Torres, M. A. (2003). Reactivación y manejo de la información de la red para el monitoreo de la calidad del aire en el Valle de Sogamoso. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/1493](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1493)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

REACTIVACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN DE LA RED PARA EL  
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE SOGAMOSO

SANDRA MILENA RODRÍGUEZ PEÑA  
MAURICIO ANDRÉS ROJAS TORRES

DIRIGIDO POR  
INGENIERO GABRIEL HERRERA

UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
BOGOTA ABRIL DE 2003

***Nota de aceptación***

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

---

Ciudad y fecha.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestros sinceros agradecimientos a:

Gabriel Herrera Torres, Ingeniero Sanitario, Magister en ambiental, Director de la investigación, por todo el tiempo dedicado y por sus orientaciones y aportes al trabajo realizado.

Juan Cetina, Ingeniero Sanitario y Ambiental, funcionario de la subdirección de Gestión Ambiental de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá y asesor de la investigación, por su interés, y su valiosa colaboración.

Jhon Real, funcionario de la red de monitoreo de calidad de aire de Bogotá, por su gran disposición y sus indicaciones sobre el manejo de la información.

Jorge Castellanos, Médico Veterinario, Director de la Sección de Saneamiento Ambiental del Hospital Regional de Sogamoso, por su atención y colaboración en el estudio de la evaluación de partículas que realiza la Secretaría de Salud de Boyacá.

William Guitierrez, Ingeniero de Minas, Jefe de la Unidad de Medio Ambiente de la Alcaldía de Sogamoso, por su motivación y constante colaboración.

Alejandro Martínez, Ingeniero Ambiental y Sanitario, compañero y amigo, por su interés y su participación en el desarrollo del proyecto.

A Dios, que me permite culminar esta etapa y emprender otra, con grandes esperanzas.  
A mi Mamá, por sus incansables esfuerzos, su dedicación y su siempre respaldo.  
A mi papá, por estar presente y alentar cada paso y tropiezo del camino.  
A Viviana, por ser lo más grande que me dieron mis papas, una compañera de vida  
A los demás miembros de mi familia, por su constante preocupación y ayuda.  
A Mario Alejandro, que tantas veces es mi ángel de la guarda y otras tantas mi inspiración.

Sandra

Ante todo le doy gracias a Dios, por ser quien me guía en todo momento.  
A mis padres porque gracias a su sacrificio, apoyo y entrega me dieron la fortaleza para luchar y salir adelante.  
A mis hermanos a quienes con todo el cariño, les dedico mi esfuerzo.  
A mis amigos de la Universidad en especial a Sandra, Diego, Carolina, Lina y Alejandro, porque quienes siento gran aprecio y admiración.

Mauricio Andrés

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1 MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
1.1 <i>CONTAMINACIÓN DEL AIRE</i>	3
1.1.1 Clasificación básica de contaminantes.	3
1.1.2 Contaminantes de referencia	4
1.1.3 Unidades de concentración	4
1.2 <i>LEGISLACIÓN VIGENTE PARA EL RECURSO AIRE</i>	6
1.3 <i>CLIMATOLOGÍA Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA</i>	8
1.3.1 La circulación atmosférica	8
1.3.2 Las masas de aire	9
1.3.3 El fenómeno montaña valle	10
1.3.4 Circulación vertical de la atmósfera	11
1.3.5 Estabilidad atmosférica	11
1.3.6 Inversiones térmicas	13
1.4 <i>REDES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE</i>	14
1.4.1 Diseño de una red para el monitoreo de la calidad del aire	14
1.4.2 Aseguramiento y control de la calidad	20
1.4.3 Organización y recursos	21
1.5 <i>EVALUACIÓN DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE</i>	23
<b>2 EL VALLE DE SOGAMOSO</b>	<b>25</b>
2.1 <i>CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL VALLE DE SOGAMOSO</i>	25
2.1.1 Localización	25
2.1.2 Topografía	26

2.2	<i>CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DEL VALLE DE SOGAMOSO</i>	27
2.2.1	Aspectos generales del clima en Colombia	27
2.2.2	Estaciones climatológicas en el Valle de Sogamoso	27
2.2.3	Precipitación	28
2.2.4	Nubosidad	30
2.2.5	Brillo Solar	30
2.2.6	Humedad relativa	31
2.2.7	Temperatura	33
2.2.8	Recorrido, velocidad y dirección de vientos	34
2.2.9	Estabilidad atmosférica	36
2.3	<i>CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DEL VALLE DE SOGAMOSO</i>	37
2.3.1	Población	37
2.3.2	Economía	38
2.4	<i>PROBLEMÁTICA DE LA CALIDAD DEL AIRE</i>	40
2.5	<i>EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN</i>	44
2.5.1	Sobre la salud	44
2.5.2	Sobre la visibilidad	45
2.5.3	Sobre el valor del suelo	46
<b>3</b>	<b>RED PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE SOGAMOSO</b>	<b>47</b>
3.1	<i>SISTEMA DEMOSTRATIVO DE MANEJO DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL VALLE DE SOGAMOSO</i>	48
3.2	<i>ASPECTOS GENERALES RMCA-VALLE DE SOGAMOSO</i>	51
3.2.1	Instalación de la red	51
3.2.2	Instalaciones	56
3.2.3	Equipos de la RMCA- Valle de Sogamoso	59
3.3	<i>PRINCIPIO DE OPERACIÓN RMCA-VALLE DE SOGAMOSO</i>	65
3.3.1	Operación de RMCA- Valle de Sogamoso (abr 2001-sept 2002)	65

3.4	<i>ANÁLISIS DE LA RMCA- VALLE DE SOGAMOSO</i>	66
3.5	<i>MONITOREO DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN DE LA RED MANEJADA POR LA SECRETARIA DE SALUD</i>	68
3.5.1	Sitios de monitoreo	68
3.5.2	Programa de monitoreo	70
<b>4</b>	<b>MANEJO DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE</b>	<b>72</b>
4.1	<i>METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LA RMCA- VALLE DE SOGAMOSO</i>	72
4.1.1	Organización de la información	3
4.1.2	Interpretación de la información	3
4.1.3	Análisis de la información	5
4.2	<i>INFORMACIÓN EXISTENTE</i>	5
4.3	<i>COMPORTAMIENTO DE CONTAMINANTES</i>	7
4.3.1	Monóxido de carbono, CO	7
4.3.2	Ozono, O <sub>3</sub>	10
4.3.3	Dióxido de azufre, SO <sub>2</sub>	15
4.3.4	Dióxido de nitrógeno, NO <sub>2</sub>	18
4.3.5	Material particulado menor a 10µ PM-10	20
4.4	<i>COMPORTAMIENTO DE VARIABLES METEOROLÓGICAS</i>	22
4.4.1	Velocidad y dirección del viento	22
4.4.2	Humedad Relativa	24
4.4.3	Temperatura	25
4.5	<i>CONCENTRACIONES MÁXIMAS</i>	27
4.5.1	Concentraciones que sobrepasan la norma	28
4.5.2	Análisis de probabilidad de excedencia de la norma	29
4.6	<i>ANÁLISIS DE PST, DE LA SECRETARIA DE SALUD</i>	31
4.7	<i>CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE SOGAMOSO</i>	32



<b>5</b>	<b>REACTIVACIÓN RMCA- VALLE DE SOGAMOSO</b>	<b>36</b>
5.1	<i>ESTADO ACTUAL RMCA- VALLE DE SOGAMOSO</i>	36
5.2	<i>PROPUESTA DE REACTIVACIÓN RMCA – VALLE DE SOGAMOSO</i>	37
5.2.1	Estructura organizacional	37
5.2.2	Compromisos factor humano	37
5.2.3	Protocolos para el aseguramiento y control de la calidad	39
5.2.4	Manejo de la información	39
5.2.5	Auditorias.	40
5.3	<i>ACTIVIDADES DE REACTIVACIÓN</i>	41
5.3.1	Índice de Calidad del Aire, ICASO	42
5.4	<i>PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN</i>	43
5.5	<i>CRONOGRAMA</i>	45
5.6	<i>COSTOS</i>	45
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>50</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>122</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Clasificación básica de contaminantes .....	4
Tabla 1.2. Contaminantes de Referencia .....	5
Tabla 1.3. Factores de conversión, concentración de contaminantes.....	5
Tabla 1.4. Legislación colombiana sobre calidad del aire. ....	7
Tabla 1.5. Normas para niveles críticos de contaminantes.....	7
Tabla 1.6. Clases de estabilidad atmosférica .....	11
Tabla 1.7. Gradientes verticales de temperatura.....	12
Tabla 1.8. Categorías de Estabilidad Pasquill-Gifford.....	13
Tabla 1.9. Escala espacial .....	16
Tabla 1.10. Estrategia de monitoreo en función de la magnitud del objetivo .....	17
Tabla 1.11. Parámetros ambientales .....	17
Tabla 1.12. Criterios para ubicación de muestreadores. ....	18
Tabla 1.13. Técnicas de monitoreo atmosférico .....	19
Tabla 1.14. Tiempos recomendados de muestreo .....	20
Tabla 1.15. Componentes del aseguramiento de la calidad .....	22
Tabla 1.16. Componentes del aseguramiento de la calidad .....	22
Tabla 1.17. Estadística descriptiva .....	24
Tabla 1.18. Series cronológicas. ....	24
Tabla 2.1. Valores Totales Mensuales de Precipitación (mm.) .....	29
Tabla 2.2. Valores medios mensuales de Nubosidad (octas).....	30
Tabla 2.3. Valores totales mensuales de brillo solar (horas) .....	31
Tabla 2.4. Valores medios mensuales de humedad relativa (%). ....	32
Tabla 2.5. Valores medios mensuales de temperatura (°C) .....	33
Tabla 2.6. Valores totales mensuales de recorrido del viento (Km.) .....	34
Tabla 2.7. Distribución de frecuencias dirección y velocidad del viento.....	35
Tabla 2.8. Porcentajes de estabilidad estación Belencito .....	36
Tabla 2.9. Clases de industrias corredor Valle de Sogamoso.....	38
Tabla 2.10. Características de la industria del ladrillo .....	39
Tabla 2.11. Normas locales de calidad del aire para partículas en suspensión.....	41
Tabla 2.12. Comportamiento mensual promedio de partículas en suspensión.....	41

Tabla 2.13. Síntesis inventario de emisores y emisiones 2001 .....	43
Tabla 2.14. Resultados aplicación de modelo ISCLT.....	43
Tabla 2.15. Morbilidad menores de 1 año Hospital San José 1999. ....	44
Tabla 2.16. Morbilidad egresos de 60 años o más. Hospital San José 1999. ....	44
Tabla 2.17. Principales causas de morbilidad en Boyacá, 2002. ....	45
Tabla 3.1. Aportes de las entidades al proyecto RMCA-Valle de Sogamoso .....	49
Tabla 3.2. Criterios de ubicación de estaciones.....	49
Tabla 3.3. Cronograma de instalación RMCA .....	52
Tabla 3.4. Dimensiones de las estaciones .....	53
Tabla 3.5. Distancia de las estaciones a obstáculos cercanos. ....	56
Tabla 3.6. Parámetros evaluados RMCA- Valle de Sogamoso .....	61
Tabla 3.7. Principio de operación Equipos RMCA- Valle de Sogamoso .....	61
Tabla 3.8. Distribución de equipos RMCA – Valle de Sogamoso .....	62
Tabla 3.9. Estaciones climatológicas RMCA- Valle de Sogamoso .....	64
Tabla 3.10. Entidades y personas involucradas en el monitoreo de PST .....	68
Tabla 1.1. Banderas .....	5
Tabla 1.2. Información existente RMCA-Valle de Sogamoso .....	6
Tabla 1.3. Comportamiento general CO .....	8
Tabla 1.4. Comportamiento general O <sub>3</sub> .....	11
Tabla 1.5. Estadística SO <sub>2</sub> .....	15
Tabla 1.6. Estadística NO <sub>2</sub> .....	18
Tabla 1.7. Estadística PM-10 .....	21
Tabla 1.8. Meses de monitoreo de Dirección y velocidad del viento RMCA.....	22
Tabla 1.9. Valores medios de humedad relativa.....	24
Tabla 1.10. Valores mensuales de temperatura .....	26
Tabla 1.11. Concentraciones que sobrepasan la norma .....	29
Tabla 1.12. Probabilidad de excedencia de la Res 391/01 DAMA. ....	30
Tabla 1.13. Concentraciones máximas y mínimas PST .....	31
Tabla 1.14. Resumen Estadístico PST .....	32
Tabla 1.1. Organización RMCA- Valle de Sogamoso .....	38
Tabla 1.2. Protocolos de aseguramiento y control de calidad.....	39
Tabla 1.3. Auditoria interna RMCA- Valle de Sogamoso .....	40
Tabla 1.4. Zonificación, ICASO .....	42
Tabla 1.5. Períodos de evaluación, ICASO.....	43

Tabla 1.6. Criterios de salubridad, ICASO.....	43
Tabla 1.7. Cronograma reactivación y ampliación RMCA- Valle de Sogamoso .....	45
Tabla 1.8. División de costos RMCA- Valle de Sogamoso.....	45
Tabla 1.9. Presupuesto general RMCA- Valle de Sogamoso .....	46

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1. Flujo del aire superficial alrededor de sistemas.....	9
Ilustración 1.2. Turbulencia térmica en el valle.....	10
Ilustración 1.3. Variación diurna del viento por calentamiento solar.....	10
Ilustración 1.4. Pasos del diseño de una red de monitoreo.....	15
Ilustración 1.5. Desarrollo de un plan de aseguramiento de la calidad.....	21
Ilustración 2.1. Valle de Sogamoso.....	25
Ilustración 2.2. Topografía del Valle de Sogamoso.....	26
Ilustración 2.3. Comportamiento Mensual de la Precipitación.....	29
Ilustración 2.4. Comportamiento mensual de la nubosidad.....	30
Ilustración 2.5. Comportamiento mensual de brillo solar.....	31
Ilustración 2.6. Comportamiento mensual de humedad relativa.....	32
Ilustración 2.7. Comportamiento mensual de la temperatura.....	33
Ilustración 2.8. Comportamiento mensual del recorrido del viento.....	35
Ilustración 2.9. Rosa de vientos estación Belencito.....	36
Ilustración 2.10. Rosa de estabildades atmosféricas estación Belencito.....	37
Ilustración 3.1. Metodología capítulo 3.....	47
Ilustración 3.2. Información base RMCA.....	49
Ilustración 3.3. Diseño de RMCA.....	50
Ilustración 3.4. Organización de RMCA.....	51
Ilustración 3.5. RMCA - Valle de Sogamoso.....	52
Ilustración 3.6. Estaciones RMCA.....	55
Ilustración 3.7. Alrededores de las estaciones.....	57
Ilustración 3.8. Fuentes cercanas de contaminación a las estaciones.....	58
Ilustración 3.9. Rack RMCA- Valle de Sogamoso.....	59
Ilustración 3.10. Mainfold RMCA- Valle de Sogamoso.....	60
Ilustración 3.11. Sistema de succión RMCA- Valle de Sogamoso.....	60
Ilustración 3.12. Tomamuestras RMCA- Valle de Sogamoso.....	61
Ilustración 3.13 Equipos Estaciones RMCA- Valle de Sogamoso.....	63
Ilustración 3.14. Medidores de alto volumen RMCA- Valle de Sogamoso.....	63
Ilustración 3.15. Instrumentos climatológicos RMCA- Valle de Sogamoso.....	64

Ilustración 3.16. Ubicación equipos PST .....	69
Ilustración 3.17. Monitoreo de PST en Nobsa .....	70
Ilustración 3.18. Monitoreo de PST Empresa Ecocarbón .....	71
Ilustración 4.1. Metodología capítulo 4 .....	72
Ilustración 4.2. Concentraciones máximas CO. ....	9
Ilustración 4.3. Concentraciones máximas de CO.....	9
Ilustración 4.4. Ejemplo comportamiento horario diario CO. ....	9
Ilustración 4.5. Concentraciones máximas O <sub>3</sub> .....	12
Ilustración 4.6. Comparación equipos O <sub>3</sub> estación Aeropuerto .....	13
Ilustración 4.7. Ejemplo comportamiento horario diario O <sub>3</sub> .....	13
Ilustración 4.8. Concentraciones máximas SO <sub>2</sub> .....	16
Ilustración 4.9. Ejemplo comportamiento horario diario SO <sub>2</sub> . ....	17
Ilustración 4.10. Concentraciones máximas NO <sub>2</sub> .....	19
Ilustración 4.11. Ejemplo comportamiento horario diario NO <sub>2</sub> .....	20
Ilustración 4.12. Ejemplo comportamiento PM-10 .....	21
Ilustración 4.13. Rosas de vientos estaciones RMCA- Valle de Sogamoso .....	23
Ilustración 4.14. Promedios mensuales de humedad relativa .....	25
Ilustración 4.15. Comportamiento de la temperatura estación Recreo. ....	26
Ilustración 4.16. Ejemplo excedencia de la norma de O <sub>3</sub> . ....	29
Ilustración 4.17. Concentraciones máximas de contaminantes.....	33
Ilustración 4.18. Distribución de la contaminación Valle de Sogamoso .....	34
Ilustración 5.1. Metodología Capítulo3. ....	36
Ilustración 5.2. Aseguramiento y control de la calidad .....	37
Ilustración 5.3. Organigrama RMCA- Valle de Sogamoso .....	38

## **GLOSARIO**

**AUDITORIA:** Proceso de revisión o evaluación periódica y sistemática de las actividades que se llevan a cabo dentro del programa de monitoreo de la calidad del aire.

**BASE DE DATOS:** Conjunto de datos obtenidos a partir de la operación continua de la RMCA, organizados para su almacenamiento en un formato específico, diseñado para facilitar su mantenimiento y actualización.

**CALERA:** unidad de procesamiento de la piedra caliza para la generación de cal.

**CHIRCAL:** lugar de procesamiento artesanal de la arcilla para la producción de ladrillo.

**DATALOGGER:** equipo de adquisición y almacenamiento de datos.

**DEPURACIÓN DE DATOS:** proceso de validación de los valores reportados por los equipos de medición.

**FALLAMIENTO:** fractura o dislocación de la corteza terrestre, que produce un desplazamiento de dos bloques continuos.

**FUERZA DE CORIOLIS:** fuerza de inercia que actúa, junto a las fuerzas de arrastre y centrífuga, sobre un cuerpo respecto a un sistema de referencia que está en rotación.

**HI-VOL:** denominación en inglés del muestreador de alto volumen, analizador semiautomático para la medición de material particulado.

HORIBA: empresa fabricante y proveedora de equipos automáticos para la medición de la concentración de contaminantes gaseosos en el aire ambiente.

MEDIA MOVIL: herramienta matemática que permite ver la línea de tendencia de un conjunto de datos, se obtiene calculando una serie de promedios aritméticos en una serie cronológica.

MONITOR LABS: empresa fabricante y proveedora de equipos automáticos para la medición de la concentración de contaminantes gaseosos en el aire ambiente.

PICO DE CONTAMINACION: concentraciones más altas de contaminación atmosférica registradas en un periodo de tiempo.

PLEGAMIENTO: proceso de curvatura en las rocas o en los estratos que las contienen.

PROTOSCOLOS: serie de actividades que se deben ejecutar y/o cumplir en cada una de las fases del programa de monitoreo de la calidad del aire.

PUBLIK: tablero electrónico utilizado para publicar el índice diario de calidad de aire.

TELEMETRIA: transmisión a grandes distancias de ciertas magnitudes de diferentes magnitudes físicas (caudales, concentraciones, voltajes etc.) medidas en un lugar determinado. El centro de gestión puede distar cientos de kilómetros del lugar desde donde se envían las señales.



## ACRÓNIMOS

AC	Aseguramiento de la calidad
CC	Control de calidad
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
Corpoboyaca	Corporación Autónoma Regional de Boyacá.
DAMA	Departamento Administrativo del Medio Ambiente
DOS	Sistema operativo
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
IDEAM	Instituto de Meteorología y estudios ambientales
ISCLT	Industrial sources complex long term.
OMS	Organización Mundial para la Salud.
PDD	Porcentaje de datos disponibles
PM-10	Partículas de tamaño menor a 10 micras de diámetro.
ppm	Partes por millón
ppb	Partes por billón
PST	Partículas Sólidas totales.
RMCA	Red para el monitoreo de la calidad de aire
VOCS	Compuestos Orgánicos volátiles
WL	World Laboratory
ZCIT	Zona de confluencia intertropical.

## RESUMEN

El valle de Sogamoso, que abarca los municipios de Sogamoso, Tibasosa y Nobsa, siempre se ha conocido como una región altamente contaminada, la riqueza mineral de su suelo ha contribuido desde tiempo atrás al desarrollo de pequeñas y grandes industrias que transforman estos minerales mediante procesos que generan contaminación a la atmósfera y a esto se le suman condiciones climatológicas propias de una geografía de montaña valle, que en ciertas condiciones dificultan la dispersión de estos contaminantes.

El paisaje continuamente cubierto de humo y las molestias en el bienestar de la población y la salud de los grupos más vulnerables, hicieron que a la par del desarrollo industrial también se fuera evolucionado en el tema de la vigilancia de la calidad del aire. Desde hace más de 20 años la Secretaria de Salud de Boyacá viene operando un conjunto de muestreadores de alto volumen para la determinación de PST y la Corporación Autónoma de Boyacá, Corpoboyaca, que hace aproximadamente diez años realizará mediciones de PM-10, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> en el corredor industrial, hace dos años implemento, con el apoyo de entidades nacionales e internacionales, una red para la evaluación integral de la calidad del aire en el Valle de Sogamoso. El programa tuvo grandes aciertos en el diseño de la red pero no tuvo en cuenta aspectos vitales para la continuidad del programa que le impidieron continuar, una vez las personas encargadas de su instalación y puesta en marcha terminaron su labor.

La información que se recopiló durante la operación de la red fue procesada y analizada. A partir de allí se genera una base de datos que se pondrá a disposición de la comunidad en una página web y los resultados que se obtienen sugieren altos niveles de concentración de contaminantes en el área donde se ubica la estación Recreo, corroborados por la excedencia de las normas de CO, O<sub>3</sub> y PM-10; y niveles significativos en la estación Belencito pero que no sobrepasan la norma.

Finalmente se estructura en una propuesta, la organización que debe implementarse y las acciones que deben concretarse para reactivar el sistema de monitoreo y asegurar que su operación continúe hasta el término del programa y se de cumplimiento a los objetivos con que fue creada, dentro de un término temporal y presupuestal conocido.

PALABRAS CLAVES: Calidad del aire, monitoreo, contaminantes, estación, información- propuesta



## INTRODUCCIÓN

El Valle de Sogamoso es uno de los entornos urbanos más contaminados del país, la existencia de industria a todo nivel, que basa sus actividades en procesos de combustión y la intervención de otros factores geográficos, han provocado un continuo deterioro de la calidad del aire. Y aunque, desde hace aproximadamente 20 años, autoridades sanitarias han llevado a cabo la evaluación de los niveles de contaminantes atmosféricos en esta región, solamente la operación de equipos semiautomáticos para el monitoreo de material particulado ha sido constante y aún tiene vigencia.

Hace dos años, en un gran intento de la autoridad ambiental competente por ejercer un mayor control sobre la contaminación del valle y prevenir los efectos que esta tiene sobre la población, se dio inicio al proyecto de vigilancia integral de la calidad del aire del Valle de Sogamoso. Este proyecto fue puesto en marcha y se alcanzó a extraer gran cantidad de información sobre el comportamiento de parámetros ambientales y meteorológicos, sin embargo al no poseer un verdadero soporte organizacional, a mitad del 2002 los equipos dejaron de operar y cesó el reporte de información.

A partir de estas condiciones se desarrolla el presente estudio, cuyo principal objetivo es la elaboración del programa para el monitoreo de la calidad del aire en el valle de Sogamoso, con la reactivación de la red existente y el manejo de la información histórica.

En los primeros tres capítulos de este documento se hace un corto repaso de los conceptos que se consideran relevantes para el desarrollo del estudio, se describe el entorno espacial, social y los antecedentes que sugieren un problema de contaminación en los municipios que comprenden el Valle de Sogamoso, se realiza la descripción detallada



del proyecto en el que se enmarcó la red para el monitoreo de la calidad del aire del Valle de Sogamoso RMCA-Valle de Sogamoso y se señalan las condiciones generales de su puesta en marcha, para finalmente, discutir los aspectos positivos y negativos relacionados con este sistema.

El capítulo cuatro se dedica a la organización, interpretación y análisis de la información obtenida a partir de la operación de RMCA-Valle de Sogamoso en el período comprendido entre abril de 2001 y septiembre de 2002. La primera parte de este proceso queda consignada en una base de datos que se incluye en el documento mediante un CD y los resultados obtenidos a partir del tratamiento de los datos y las consideraciones preliminares que se pueden dar frente al monitoreo de la calidad del aire en el Valle de Sogamoso se presentan en este capítulo.

Finalmente, para realizar la propuesta de reactivación de la RMCA- Valle de Sogamoso, se define la estructura organizacional de la red de monitoreo y se desarrollan los principales componentes de un sistema de aseguramiento, control y evaluación de la calidad, haciendo énfasis en los aspectos humanos, técnicos y de gestión. Este proyecto es la base para que las inversiones económicas y la gestión realizada por la autoridad ambiental se refleje en un programa de vigilancia de la calidad del aire, que cumpla con los estándares internacionales y los objetivos de su creación.



# 1 MARCO TEÓRICO

## 1.1 CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Tal como lo plantea el Código Nacional de Recursos Naturales “se entiende por contaminación la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía, originadas por actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna y degradar la calidad del ambiente”.

El deterioro de la calidad del aire por acción antropogénica es el resultado de los impactos acumulativos de tres sectores, las grandes fuentes estacionarias o industrias, las pequeñas fuentes estacionarias dentro de las que se cuentan establecimientos comerciales y residenciales, y las fuentes móviles. Los contaminantes llegan a la atmósfera, son transportados, se diluyen y se modifican química o físicamente y llegan hasta un receptor humano, animal, vegetal o material, o son extraídos de ella por procesos naturales.

### 1.1.1 Clasificación básica de contaminantes.

Muchas son las clasificaciones que se han hecho de los contaminantes, según sus fuentes, su origen, sus efectos o su composición; desde el punto de vista de su origen, los contaminantes se dividen en dos grupos: los primarios, que son emitidos directamente a la atmósfera desde los focos contaminantes y los secundarios, que se originan en la misma atmósfera por reacción entre dos o más contaminantes primarios o con los



constituyentes normales del aire. En la tabla 1.1 se presenta una clasificación de los contaminantes atmosféricos según su composición.

**Tabla 1.1. Clasificación básica de contaminantes**

- Derivados del carbono	CO <sub>2</sub> – CO - Hidrocarburos Aldehídos – Etileno
- Derivados de azufre	SH <sub>2</sub> - SO <sub>2</sub> y derivados
- Derivados de nitrógeno	NO - NO <sub>2</sub> - N <sub>2</sub> O - NO <sub>3</sub> - PAN PPN – PBN - NH <sub>3</sub>
- Halógenos y derivados	F - Cl – Br – I y derivados
-Metales pesados y afines	Pb – Cd – Ni – Be – Hg - Cr Zn – Arsénico – Cianuro- Talco Amianto - Fibra de vidrio
-Sustancias orgánicas volátiles	Disolventes – Productos químicos intermedios

Fuente: Adaptado de Seoanez,2002.

### 1.1.2 Contaminantes de referencia

Los contaminantes de referencia que han sido definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), los Estados Unidos y la Unión Europea, dada la trascendencia que pueden tener sobre el medio ambiente y la salud de los individuos, se relacionan en la tabla 1.2.

### 1.1.3 Unidades de concentración

Existen principalmente dos formas de expresar las concentraciones de los contaminantes del aire: partes por millón (ppm) y miligramos por metro cúbico (mg/m<sup>3</sup>), y de estas se derivan las partes por 1000 millones (ppb) y los microgramos por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>). Los factores de conversión entre las unidades de medida de la concentración de contaminantes de referencia se relacionan en la tabla 1.3.



**Tabla 1.2. Contaminantes de Referencia**

Contaminante	Características
Monóxido de carbono CO	Contaminante gaseoso, incoloro, inodoro, más ligero que el aire, se origina a partir de combustión incompleta de combustibles fósiles o materiales orgánicos en industria, calentamiento doméstico o centrales térmicas y operación de vehículos a motor. Sus efectos a la salud humana van desde sensación de cansancio y dolor de cabeza hasta intoxicación y daños al sistema cardiovascular, puede causar la muerte al sustituir el oxígeno en la sangre y formar carboxihemoglobina.
Óxidos de nitrógeno NOx	Los más importantes en la atmósfera urbana son el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), contribuyen al smog, a la lluvia ácida y reaccionan con los VOCs para la formación de oxidantes fotoquímicos. El NO <sub>2</sub> tiene impactos más significativos en la salud y los ecosistemas; se genera a partir de la oxidación de las emisiones de NO, la combustión de vehículos automotores, producción de energía, plantas de calefacción y otros procesos industriales; tiene un poder irritante muy agudo, en los humanos produce irritación en los ojos y nariz, edema pulmonar, bronquitis y pulmonía y en las en las hojas de las plantas puede ocasionar necrosis.
Óxidos de azufre SO <sub>2</sub>	Contaminante gaseoso, incoloro, no inflamable; se produce por la oxidación del azufre de los combustibles, en calderas, hornos, fundición de metales y refineries. Como es soluble se absorbe por el tracto respiratorio superior acarreado desde congestión en las vías respiratorias e inflamación de las mucosas hasta insuficiencia respiratoria y bronquitis crónica. Produce smog, bruma y lluvia ácida que causan pérdida de clorofila y daño al material de las hojas en las plantas.
Ozono O <sub>3</sub>	Es un contaminante secundario, formado en la troposfera a partir de las reacciones atmosféricas entre los NOx y los VOCs en presencia de luz solar. Reacciona fácilmente con materiales biológicos, puede causar irritación de ojos, nariz y garganta, disminuir la capacidad respiratoria, ocasionar edemas pulmonares, hemorragias y daños al sistema cardiovascular; también daña la vegetación, ataca las pinturas, plásticos y gomas. Participa en la formación de lluvia ácida y actúa como un gas de efecto invernadero
Material Particulado PM	Las partículas de interés para la contaminación del aire se encuentran en su mayor parte, en el rango de tamaño de 0.01 a 10µ, estas pueden penetrar en los pulmones y generar graves irritaciones y obstrucciones, muchos estudios indican alta correlación entre material particulado y enfermedades respiratorias como bronquitis, asma, enfisemas, pulmonía y enfermedades cardiacas. Los efectos del material particulado también incluyen la reducción de la visibilidad, su deposición sobre edificios y daños a los materiales por sus propiedades corrosivas y erosivas.

Fuente: Los Autores, 2003

**Tabla 1.3. Factores de conversión, concentración de contaminantes**

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>
1 ppm	2.860µg/m <sup>3</sup>	1.880µg/m <sup>3</sup>	1.145µg/m <sup>3</sup>	2.000µg/m <sup>3</sup>
1 ppm	1000ppb			

Fuente: Seoanez, 2002.



## 1.2 **LEGISLACIÓN VIGENTE PARA EL RECURSO AIRE**

Para lograr un ambiente propicio para el desarrollo de la vida se debe tener un control sobre las fuentes contaminantes, lo que hace necesaria la implementación de una reglamentación obligatoria pero flexible y evolutiva. La mayor parte de las actividades de control de la contaminación del aire tienen lugar como respuesta a las leyes y reglamentaciones. (Nevers, 1998, 35). Actualmente se manejan en el ámbito mundial dos clases de reglas para contrarrestar la contaminación del aire: las normas de la calidad del aire y las normas por emisiones.

En Colombia, se señalan deberes y derechos ambientales a partir del decreto 2811 de 1974 ó Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, bajo este cimiento, el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental han ido desarrollando una serie de políticas ambientales dirigidas a la preservación y el uso sostenible del medio ambiente.

Aunque el decreto 2811 plantea normas generales para la protección del recurso aire y la ley 09 de 1979 dicta algunas normas sanitarias sobre emisiones atmosféricas, el decreto 02 de 1982 y el decreto 948 de 1995 estipulan una reglamentación más sólida, dirigida a mejorar y preservar la calidad del aire, adecuándose a la realidad tecnológica del país, las expectativas de desarrollo y los compromisos ambientales de carácter internacional. En la tabla 1.4 se presentan las principales normas de carácter nacional en materia de aire, ya que existe además, una serie de resoluciones y decretos que modifican esta legislación.

En el desarrollo del proyecto se tiene también presente la resolución 391 de 2001 expedida por el DAMA, que contiene las normas técnicas y estándares ambientales para la prevención y control de la contaminación atmosférica en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá. En la tabla 1.5 se hace un recuento de las normas de calidad del aire para agentes contaminantes convencionales, en diferentes años, que establece esta resolución.





**Tabla 1.4. Legislación colombiana sobre calidad del aire.**

Norma	Temática tratada
Decreto 02 de 1982	Normas de calidad de aire y métodos de medición. Normas generales de emisión para fuentes fijas.
Decreto 948 de 1995	Normas de calidad del aire y niveles de contaminación. Emisiones contaminantes y de ruido. Funciones de las autoridades ambientales. Medidas para la atención de episodios de contaminación. Vigilancia y control del cumplimiento de las normas. Participación ciudadana.
Resolución 898 de 1995	Criterios ambientales de calidad de combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.
Resolución 005 de 1996	Niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles a gasolina o diesel. Equipos y procedimientos de medición.
Resolución 0058 de 2002	Normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos.

Fuente: Los Autores, 2003

**Tabla 1.5. Normas para niveles críticos de contaminantes.**

**Res.391/01 DAMA**

	Periodo	Descripción	Norma				
			Unidad	2001	2003	2006	2010
CO	8 horas	Concentración promedio horaria en 8 horas	mg/m <sup>3</sup>	13	12	11	10
	1 hora	Concentración promedio horaria	mg/m <sup>3</sup>	45	40	35	30
SO <sub>2</sub>	Anual	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días.	µg/m <sup>3</sup>	90	80	70	60
	24 horas	Concentración promedio horaria en 24 horas	µg/m <sup>3</sup>	375	350	325	300
	3 horas	Concentración promedio horaria en 3 horas	µg/m <sup>3</sup>	1450	1400	1350	1300
NO <sub>2</sub>	Anual	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días.	µg/m <sup>3</sup>	100			
	24 horas	Concentración promedio horaria en 24 horas	µg/m <sup>3</sup>	230	220	210	200
	1 hora	Concentración promedio horaria	µg/m <sup>3</sup>	320			
O <sub>3</sub>	8 horas	Concentración promedio en 8 horas	µg/m <sup>3</sup>	130	120	110	100
	1 hora	Concentración promedio horaria	µg/m <sup>3</sup>	165	160	155	150
PST	Anual	Promedio geométrico de las concentraciones medias diarias en 365 días.	µg/m <sup>3</sup>	95	90	85	80
	24 horas	Concentración promedio horaria en 24 horas	µg/m <sup>3</sup>	340	300	280	260
PM-10	Anual	Promedio geométrico de las concentraciones medias diarias en 365 días	µg/m <sup>3</sup>	65	60	55	50
	24 horas	Concentración promedio horaria en 24 horas	µg/m <sup>3</sup>	170	160	155	150

Fuente: Adaptado Res.391/01



### 1.3 CLIMATOLOGÍA Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Conocer la circulación atmosférica de una región es muy importante en el estudio del grado de contaminación del recurso aire, la forma en que se produce y los factores que influyen en la circulación horizontal y vertical, definen la dispersión de los contaminantes.

#### 1.3.1 La circulación atmosférica

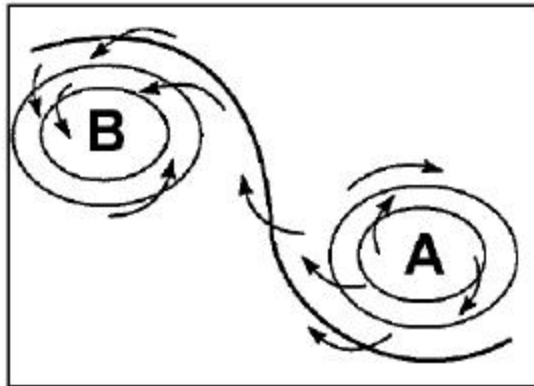
La superficie terrestre recibe diferentes magnitudes de radiación solar y según las propiedades de las diferentes áreas la velocidad de calentamiento y enfriamiento es distinta y el aire se mueve a fin de equilibrar los desbalances de presión causados por este calentamiento diferencial. El viento es el elemento básico en la circulación general de la atmósfera, todos sus movimientos contribuyen al transporte del calor y de otras condiciones de la atmósfera, lo que ayuda a evitar que las concentraciones de los contaminantes liberados al aire alcancen niveles peligrosos.

Por lo general, el viento no es una corriente constante, esta conformado por ráfagas con dirección ligeramente variable, separadas por intervalos. La denominación de los vientos depende de la dirección de donde provienen y la velocidad con que se mueven. Tal como se ve en la ilustración 1.1. los vientos superficiales se desplazan en dirección contraria a las agujas del reloj alrededor de sistemas de presión baja y en la dirección de las agujas del reloj alrededor de sistemas de presión alta en el hemisferio norte, lo contrario sucede en el hemisferio sur.

Existen tres fuerzas que determinan la dirección y la velocidad del viento dentro de la capa de fricción de la tierra; la fuerza de Coriolis, que aparentemente es causada por la rotación de la tierra y bajo la acción del movimiento del aire provoca su desviación a la derecha en el hemisferio norte y a la izquierda en el hemisferio sur; la fuerza del gradiente de presión, que es la tasa y la dirección del cambio de presión que equilibra la fuerza que tiende a



mover el aire desde áreas de presión alta a áreas de presión baja; y la fricción, que empieza a actuar cerca de la superficie terrestre hasta altitudes de 1.000m, y hace que, a medida que el viento se acerca a la superficie terrestre disminuye su velocidad y cambia su dirección.



**Ilustración 1.1. Flujo del aire superficial alrededor de sistemas de presión alta y baja en el hemisferio norte**

El efecto de la fricción en el viento influye significativamente en el transporte de los contaminantes del aire, cuando la emisión de una chimenea asciende a través de la capa atmosférica, donde la fricción cambia la dirección del viento con la altura, la emisión se dispersará horizontalmente en direcciones distintas.

### 1.3.2 Las masas de aire

Las masas de aire son volúmenes de aire relativamente homogéneos con respecto a la temperatura y a la humedad, adquieren las características de la región sobre la que se forman y los procesos de radiación, convección, condensación y evaporación la condicionan a medida que se desplaza y los contaminantes liberados en ella se desplazan y dispersan en su interior. La temperatura de una masa de aire depende de la región donde se origina y la humedad será la cantidad neta de agua presente en la masa de aire al final de cualquier período para una determinada región, es decir la suma total de la cantidad almacenada en un período previo, la ganancia por evaporación, la ganancia o pérdida por transporte horizontal y la pérdida por precipitación.



### 1.3.3 El fenómeno montaña valle

Los rasgos topográficos influyen en el calentamiento de la tierra y del aire que la rodea y afectan el flujo del aire relativamente cercano a la superficie terrestre. En terrenos con montañas y valles, la turbulencia causada por el viento y el calor depende del tamaño, forma y orientación de los terrenos.

En el día, montañas y valles se calientan de manera desigual debido al movimiento del sol, por la mañana se calienta e ilumina un lado de la montaña o valle mientras el otro lado está oscuro y frío, luego el aire se eleva sobre el lado iluminado y desciende sobre el oscuro de modo que al mediodía está sobre ambos lados y en la tarde, la situación es similar a la de la mañana, ilustración 1.2. Durante la noche, cerros y montañas producen flujos de vientos descendientes y como el aire frío llega al suelo del valle, el aire en altura se vuelve más cálido, ilustración 1.3.

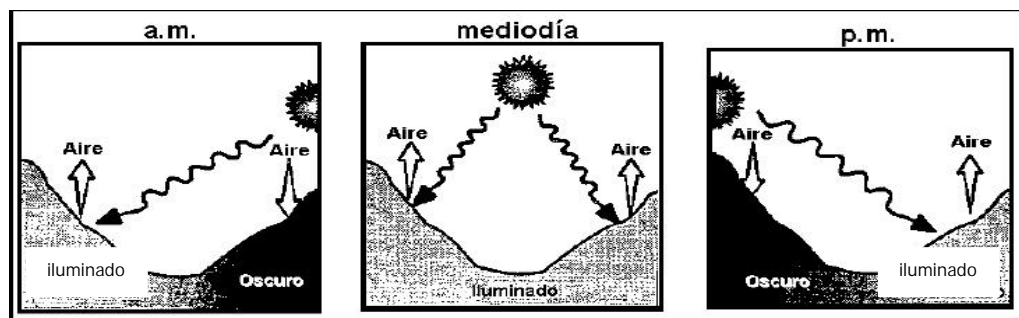


Ilustración 1.2. Turbulencia térmica en el valle

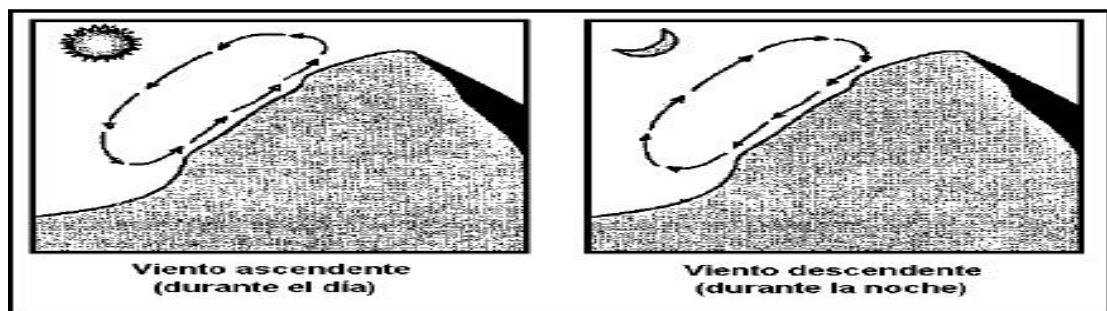


Ilustración 1.3. Variación diurna del viento por calentamiento solar.



Además, los vientos de un valle están limitados por su forma, soplan predominantemente hacia la parte superior o hacia la parte baja, lo que puede conducir a concentraciones altas de contaminantes del aire en el suelo.

#### 1.3.4 **Circulación vertical de la atmósfera**

Una porción de aire se eleva o desciende dependiendo de la relación entre su temperatura y la del aire circundante, cuando es más cálida que el aire circundante, se eleva y expande, disminuye su presión y la temperatura; mientras que cuando es más fría, desciende y se calienta. El gradiente vertical de temperatura es la relación en la que la temperatura del aire cambia con la altura, es negativo cuando hay disminución de temperatura con la altura y es positivo cuando hay aumento de temperatura. En la tabla 1.7 se resumen los tres gradientes verticales de temperatura que se presentan en la atmósfera.

#### 1.3.5 **Estabilidad atmosférica**

El grado de estabilidad de la atmósfera se determina a partir de la diferencia de temperatura entre una porción de aire y la del aire circundante. En la tabla 1.6 se presenta una clasificación de estabildades.

**Tabla 1.6. Clases de estabilidad atmosférica**

<b>Inestabilidad</b>	<b>Estabilidad</b>	<b>Neutralidad</b>
El grado de inestabilidad depende de las diferencias entre el GVA y el GVAS. A medida que el aire se eleva, el aire más frío se mueve por debajo, la superficie terrestre puede hacer que se caliente y empiece a elevarse nuevamente. La circulación vertical en ambas direcciones aumenta y se produce una mezcla vertical considerable.	Cuando el GVA es menor que el GVAS el aire es estable y resiste la circulación vertical, esta condición se produce durante la noche cuando el viento es escaso o nulo.	Cuando el GVA es igual al GVAS la atmósfera se encuentra en estabilidad neutral. Estas condiciones no estimulan ni inhiben el movimiento vertical del aire.

Fuente: Adaptado CEPIS. Conceptos básicos sobre la meteorología de la contaminación del aire.



**Tabla 1.7. Gradientes verticales de temperatura**

<p>Gradiente vertical adiabático seco GVAS</p>	<p>En un proceso adiabático no hay transferencia de calor ni de masa a través de una porción de aire. Considerando que un aire es seco por que el agua que contiene permanece en estado gaseoso, una porción de aire seco que se eleva o se hunde en la atmósfera se enfría o calienta con GVAS de <math>9.8^{\circ}\text{C}/1000\text{m}</math>.</p> <p>El GVAS es fijo, independiente de la temperatura del aire ambiente.</p>	
<p>Gradiente vertical adiabático húmedo GVAH</p>	<p>Cuando una porción de aire seco que contiene vapor de agua se eleva, se enfría en el GVAS hasta que alcanza el punto de rocío, la presión de vapor de agua iguala la del vapor de saturación del aire y una parte del vapor se empieza a condensar liberando calor en la porción de aire.</p> <p>El gradiente de enfriamiento disminuye generando un GVAH, que no es constante, depende de la temperatura y la presión, pero en la mitad de la troposfera se estima entre <math>6</math> y <math>7^{\circ}\text{C}/100\text{m}</math>.</p>	
<p>Gradiente vertical ambiental GVA</p>	<p>Muestra el verdadero perfil de la temperatura del aire ambiente en donde hay una disminución en la temperatura con la altura.</p> <p>Es muy importante para la circulación vertical, ya que la temperatura del aire circundante determina el grado en el que una porción de aire se eleva o desciende.</p>	

Fuente: Adaptado CEPIS. Conceptos básicos sobre la meteorología de la contaminación del aire.

La aparición de las diferentes clases de estabilidad depende de las condiciones meteorológicas. Pasquill y Gifford relacionaron la clase de estabilidad con la velocidad del viento, según se presenta en la tabla 1.8. De esta forma se puede estimar la dispersión catalogando los niveles de estabilidad en seis clases basadas en cinco categorías de velocidad del viento superficial, tres tipos de insolación diurna y dos tipos de nubosidad nocturna. Las estabilidades A, B y C representan las horas diurnas con condiciones



inestables; la estabilidad D, los días o noches con cielo cubierto con condiciones neutrales; las estabildades E y F, las condiciones nocturnas estables, y se basan en la cantidad de cobertura de nubes. Por consiguiente, la clasificación A representa condiciones de gran inestabilidad y la clasificación F, de gran estabilidad.

### 1.3.6 Inversiones térmicas

Una inversión se produce cuando la temperatura del aire aumenta con la altura. Las plumas emitidas a las capas de aire que experimentan una inversión no se dispersan mucho al ser transportadas por el viento, las plumas emitidas por encima o por debajo de una capa invertida no penetran en ella sino que quedan atrapadas.

**Tabla 1.8. Categorías de Estabilidad Pasquill-Gifford**

Viento superficial velocidad (a 10m) (m/s)	Insolación			Noche	
	Fuerte	moderada	ligera	Cobertura de nubes bajas =4/8*	Cobertura de nubes =3/8
<2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

\* Ligeramente cubierto

Fuente: Adaptado de Kiely, 1999.

El tipo de inversión que se presenta más frecuentemente en Colombia es el de radiación, se produce con el enfriamiento acelerado de la superficie terrestre, la tierra se enfría y la capa de aire cercana a la superficie también lo hace, si es a una temperatura menor que la del aire de la capa superior se vuelve muy estable y la capa de aire cálido impide el movimiento vertical. Se producen desde horas de la tarde hasta horas de la mañana, con cielo despejado y vientos calmados. Los efectos son de corta duración porque los contaminantes que quedan atrapados son dispersados por la mezcla vertical que se produce cuando la inversión se interrumpe después del amanecer.



## 1.4 REDES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE

En un país como Colombia, en donde no se desarrollan muchos proyectos de tipo preventivo y existe más bien, una clara tendencia a solucionar problemas sobre la marcha; una ciudad que presenta crecimiento industrial, alto flujo automotor, y altas concentraciones poblacionales requiere accionar medidas de vigilancia y control sobre los problemas de contaminación atmosférica. Al medir la calidad del aire, se podrán determinar las causas, evaluar los efectos y diseñar un plan acorde con los problemas encontrados y los ecosistemas locales.

Se define como monitoreo atmosférico a todas las metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire en un lugar establecido y durante un tiempo determinado. (Martínez. Romieu, 2000,7). El conjunto de estaciones de muestreo que se establecen para medir los parámetros ambientales de un área determinada se conoce como **red de monitoreo**.

### 1.4.1 Diseño de una red para el monitoreo de la calidad del aire

Antes de definir cada uno de los componentes del programa de vigilancia de la calidad del recurso aire en una zona determinada es necesario recopilar la mayor cantidad de información que exista sobre las particularidades de dicha zona y sus alrededores. A continuación se describen tres de los aspectos más importantes a tener en cuenta como información base.

- **Fuentes y emisiones**

El inventario de las fuentes de emisión en la zona establecida contempla un reconocimiento del área y la recolección de información de las actividades industriales, tales como ubicación, producción, horas de operación, consumo de combustibles y otros





que permitan identificar los problemas de contaminación y hacer una estimación aproximada de los contaminantes potenciales del aire.

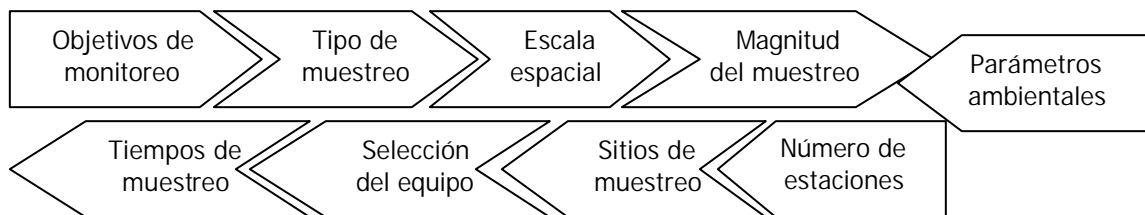
#### ▪ **Información sanitaria y demográfica**

El conocimiento de la población, su distribución dentro de la zona, las tendencias de crecimiento, así como la población afectada por enfermedades relacionadas con la calidad de aire proveen una herramienta importante en la determinación del programa de muestreo.

#### ▪ **Información meteorológica**

Dentro del diseño se necesita determinar las condiciones climáticas de la región, ya que las variables meteorológicas determinan el destino de los contaminantes a medida que pasan por las etapas de transporte, dispersión, transformación y remoción.

Luego de revisar esta información y plasmar las ideas sobre como se quiere estructurar el programa de monitoreo se desarrolla un gran número de pasos en los que se define cada una de sus características, estos aspectos se resumen en la ilustración 1.4 y se describen a continuación.



**Ilustración 1.4. Pasos del diseño de una red de monitoreo.**

#### ▪ **Objetivos del monitoreo**

Son la finalidad por la cual se lleva a cabo una medición y colección de datos de concentraciones de contaminantes, se deben jerarquizar para así establecer los requerimientos del monitoreo y cumplirlos en orden de importancia.



Los objetivos típicos del monitoreo son:

Establecer una base científica sólida para el desarrollo de políticas.

Determinar el cumplimiento de los criterios establecidos por la ley.

Evaluar la exposición de la población y del ecosistema.

Identificar las fuentes de contaminación y los riesgos de contaminación.

Evaluar las tendencias a largo plazo.

#### ▪ **Tipo de muestreo**

Según sean los objetivos del monitoreo se pueden definir tres clases de estudios.

Muestreo de un área: información de la calidad del aire de una región determinada.

Muestreo de la contaminación causada por fuentes emisoras: determinan la contaminación causada por una o varias fuentes, fijas o móviles. Muestreos específicos: determinan el impacto de los contaminantes atmosféricos en la salud de una persona o contribuyen en la definición de estaciones permanentes o de calibración.

#### ▪ **Escala espacial**

Es la dimensión física del área que va a ser estudiada, en la tabla 1.9 se presentan las escalas espaciales que han sido definidas por la EPA .

**Tabla 1.9. Escala espacial**

<b>Escala</b>	<b>Área</b>
Microescala	Cubre un área hasta de 100m
media	Desde 100m hasta 0.5Km
local	Área con uso de suelo uniforme de 0.5Km a 4 Km.
Urbana	Ciudad entre 4 a 50Km
Regional	Área rural de geografía homogénea, desde decenas hasta cientos de Km.
Nacional	Concentraciones características de una región, referente a un todo.

Fuente: Adaptado de Martinez y Romieu, 2000.

#### ▪ **Magnitud**

Se relaciona directamente con la dimensión del programa. La tabla 1.10 presenta las características de cada magnitud.



▪ **Definición de parámetros ambientales**

En esta fase se definen los parámetros que se deben medir para cumplir con los objetivos propuestos se considera de gran importancia medir tres clases de variables, resumidas en la tabla 1.11.

**Tabla 1.10. Estrategia de monitoreo en función de la magnitud del objetivo**

		Objetivos	Escala	Tamaño	Equipo
MAGNITUD	I	Estudios de caso Orientación	Micro Local Semanas- meses	Campañas de muestreo con 1 a 10 unidades en estaciones móviles	Muestreadores pasivos y activos Sensores remotos Bioindicadores
	II	Redes de monitoreo Normas	Regional Nacional Más de 1 año	Más de 10 unidades Estaciones fijas.	Muestreadores pasivos y activos Monitores automáticos

Fuente: Adaptado de Martínez y Romieu, 2000.

**Tabla 1.11. Parámetros ambientales**

Contaminantes atmosféricos	Primarios Secundarios Indicadores: SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, O <sub>3</sub> , HC y PM
Parámetros meteorológicos	Velocidad y dirección del viento Temperatura y diferencia vertical Humedad relativa Precipitación Radiación solar
Parámetros topográficos	Altitud Tipo de suelo Relieve

Fuente: Adaptado de Martínez y Romieu, 2000.

▪ **Número de estaciones**

Los aspectos tratados en la información básica, los recursos económicos, humanos y tecnológicos disponibles y otra serie de requerimientos que garanticen el buen funcionamiento de las estaciones determinan la cantidad de puntos de muestreo.



### ▪ Sitios de muestreo

Con base en la información básica recopilada, se distribuyen las estaciones de monitoreo, primero se ubican las zonas representativas y luego el sitio específico dentro de la zona, en ambos casos con métodos como: elaboración de cuadrículas, aplicación de modelos estadísticos y aplicación de modelos de simulación. Además en la selección de los sitios específicos se deben tener en cuenta factores como disponibilidad del terreno, acceso a los sitios de muestreo, disponibilidad de corriente eléctrica, seguridad del sitio y protección contra vandalismo. También existen algunos criterios para ubicación de muestreadores según el tipo de contaminante, que se presentan en la tabla 1.12.

**Tabla 1.12. Criterios para ubicación de muestreadores.**

	<b>Altura (m)</b>	<b>Criterios de espaciamiento</b>
MP	2 -15	>20m de los árboles. La distancia del muestreador a un obstáculo protuberante debe ser el doble de la altura del obstáculo. No restringir el flujo de aire en 3 de las 4 direcciones cardinales del viento. No debe existir chimeneas o incineradores.
SO <sub>2</sub>	3-15	>20m de los árboles. La distancia del muestreador a un obstáculo protuberante debe ser el doble de la altura del obstáculo. No debe existir una fuente directa del contaminante.
CO	3±1/2	>10m de una intersección. Entre 2 y 10m de una vía.
NO <sub>2</sub>	3-15	>20m de los árboles. La distancia del muestreador a un obstáculo protuberante debe ser el doble de la altura del obstáculo. No restringir el flujo de aire en 3 de las 4 direcciones cardinales del viento. La separación de las vías según el tránsito automotor.

Fuente: Adaptado de Gómez, 1980

### ▪ Selección del equipo

En la selección de los equipos se involucran los objetivos del programa, la calidad de datos que se requieren, la capacidad económica y la disponibilidad de personal capacitado. En el mercado se encuentran disponibles una gran variedad de equipos para medir concentraciones de contaminantes bajo diferentes grados de tecnología y principios de análisis, en la tabla 1.13 se muestran algunas características de las principales técnicas de monitoreo.



**Tabla 1.13. Técnicas de monitoreo atmosférico**

Método		Ventajas	Desventajas
Muestreadores pasivos	Dispositivos que colectan un contaminante específico por medio de su adsorción y absorción en un sustrato químico seleccionado. Después de su exposición por un apropiado período de muestreo la muestra se regresa al laboratorio, se realiza la desorción del contaminante y el análisis cuantitativo.	-Económicos -Simples -Útiles para estudios de línea base y sondeos.	-No han sido probados para todos los contaminantes -Solo brindan promedios mensuales y semanales.
Muestreadores activos	Equipos que requieren energía eléctrica para bombear aire muestra a través de un medio de colección físico o químico. El volumen adicional de aire muestreado incrementa la sensibilidad, por lo que pueden obtenerse mediciones diarias promedio.	-Económicos -De fácil manejo -Operación y rendimiento confiable.	-Brindan promedios diarios -Requieren mano de obra intensiva y análisis de laboratorio.
Analizadores automáticos	Instrumentos basados en propiedades físicas o químicas del gas que va a ser detectado, el aire muestreado entra en una cámara de reacción donde, por propiedad óptica del gas que pueda medirse directamente o por reacción química que produzca luz fluorescente o quimiluminiscencia, se mide esta luz por medio de un detector que produce una señal eléctrica proporcional a la concentración del contaminante.	-Alto rendimiento comprobado. -Datos horarios. -Información en línea	-Complejos -Costosos -Requiere técnicos calificados.
Sensores remotos	Controles remotos que proporcionan mediciones integradas de multicomponentes a lo largo de una trayectoria específica en la atmósfera, sus métodos incluyen el uso de correlaciones espectrométricas, el reflejo de la luz solar en las partículas de los aerosoles, absorción infrarroja y emisión espectroscópica, láser de color y de inducción infrarroja fluorescente y la aplicación de técnicas astronómicas.	-Brindan datos a lo largo de una ruta -Útiles para medición vertical en la atmósfera -Mediciones de componentes múltiples	-Muy complejos y costosos -Difíciles de mantener, operar, calibrar y validar. -No siempre comparables con otros analizadores.
Bioindicadores	El monitoreo biológico abarca una gran cantidad de enfoques de muestreos y análisis con grados diferentes de complejidad y desarrollo. Se usan plantas que pueden captar, acumular o metabolizar los contaminantes o se vean afectadas por estos.	-útiles en lugares específicos, proporcionan información regional. -Establecen efectos.	-no hay normalización de técnicas. Hay muchas variables que no se pueden controlar

Fuente: PNUMA/OMS. Manuales de Metodología GEMS/ Aire, 2002.



### ▪ **Tiempos de muestreo**

Primero se definirá la duración del programa de monitoreo y si este es discontinuo se determinará la frecuencia y el tiempo de toma de muestra. En la tabla 1.14 se estipulan los períodos de muestreo en que se han definido, hasta el momento, las normas para cada contaminante.

Duración del programa: período de tiempo en que se llevan a cabo las mediciones necesarias para cumplir los objetivos planteados

Frecuencia: en muestreos discontinuos es el número de muestras que se tomarán en un intervalo de tiempo, en un punto de muestreo.

Tiempo de toma muestras: período de tiempo en que se lleva a cabo la determinación de concentraciones de los contaminantes.

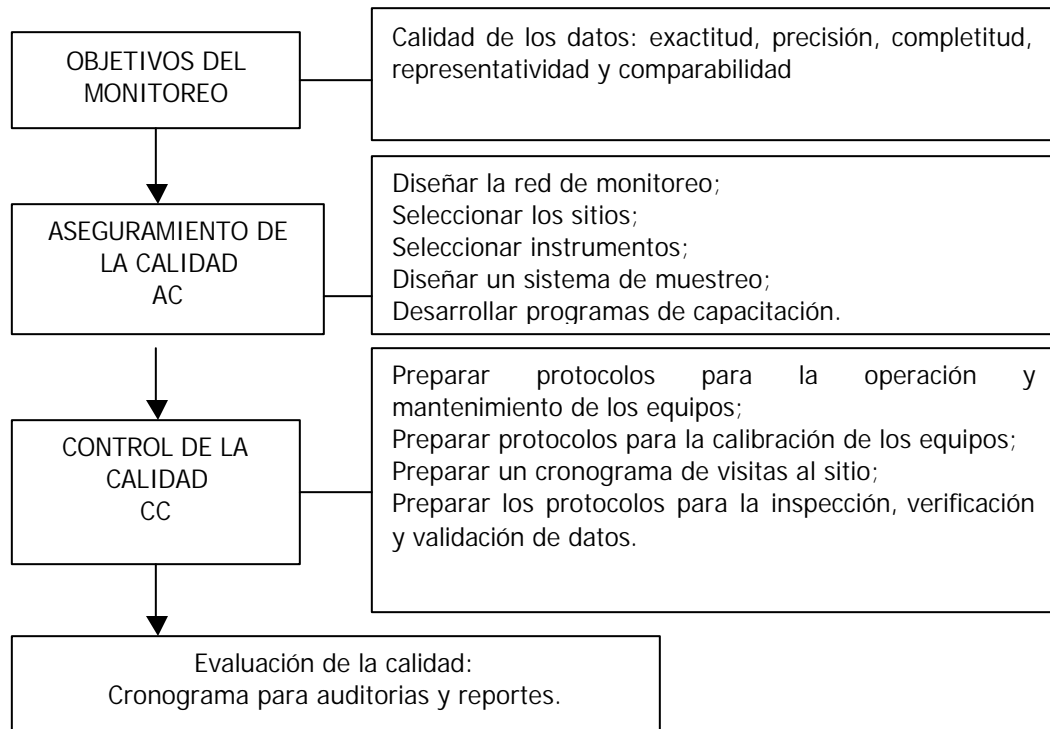
**Tabla 1.14. Tiempos recomendados de muestreo**

<b>Contaminante</b>	<b>Tiempo muestreo</b>
PST	24 horas
PM-10	24 horas
NOx	1 y 24 horas
SO <sub>2</sub>	3 y 24 horas
CO	1 y 8 horas
O <sub>3</sub>	1 y 8 horas

Fuente: Res 391 DAMA, 2001

#### 1.4.2 **Aseguramiento y control de la calidad**

El Aseguramiento de la calidad AC, y el control de la calidad CC, constituyen una parte esencial de todos los sistemas de medición. Básicamente, el AC se refiere a la gestión general de todo el proceso que permite obtener datos de una calidad definida, mientras que el CC comprende las actividades realizadas para obtener cierta exactitud y precisión en la medición. El desarrollo de ambos se contemplan en la ilustración 1.5.



**Ilustración 1.5. Desarrollo de un plan de aseguramiento de la calidad**

### **Operación de los programas de AC y CC**

Los programas se subdividen en varios componentes funcionales que se fundamentaran sobre los objetivos de monitoreo de cada red en particular. En las tablas 1.15 y 1.16 se desarrolla cada componente de los sistemas de aseguramiento y control.

#### **1.4.3 Organización y recursos**

Un aspecto fundamental de la red es la definición de los organismos responsables de esta, el personal que se requiere en cada fase de su implantación y desarrollo, el origen y la destinación de los recursos financieros que apoyaran el funcionamiento de la red. Las decisiones que se tomen a este respecto guiaran el desempeño de la red.



**Tabla 1.15. Componentes del aseguramiento de la calidad**

Diseño y manejo de redes	Los objetivos determinan el diseño, la distribución temporal y espacial de la red pero se deben adoptar principios de organización y administración que aseguren el éxito del programa.
Selección de sitios y equipos	La distribución se plantea en función de los aspectos tratados en el subcapítulo de redes de monitoreo.
Infraestructura del sitio	Requisitos en los sistemas de muestreo: El sistema debe ser confiable y fácil de mantener. Las concentraciones de los contaminantes no se deben alterar al pasar por el sistema. La interacción entre la corriente de aire y los materiales de muestreo debe ser mínima. La tasa de flujo total debe ser mayor a la requerida. La caída de presión dentro del sistema debe ser mínima

Fuente: PNUMA/OMS. Manuales de Metodología GEMS/ Aire, 2002.

**Tabla 1.16. Componentes del aseguramiento de la calidad**

Operaciones de rutina	de Visitas documentadas y frecuentes al sitio que sirvan para: Examinar los datos obtenidos desde la última visita. Asegurar el correcto funcionamiento de los equipos. Realizar controles de calibración y diagnóstico. Anticipar problemas futuros. Instalar y reemplazar equipos. Verificar las condiciones externas del sitio.
Mantenimiento y calibración de los equipos	y El buen tratamiento de los instrumentos garantiza la operación satisfactoria de la red, deben seguirse las recomendaciones del fabricante cuando se trata de: Cronograma para reemplazo de partes. Controles de diagnóstico. Frecuencia y tipo de calibración del equipo. Debe considerarse los recursos financieros que cubran los gastos operativos y los gastos de personal.
Revisión y validación de datos	y Se debe buscar la integridad de los datos por medio de: Historia y características del instrumento Factores de calibración y variaciones Datos negativo o fuera de rango Características del sitio de muestreo Efectos de la meteorología Niveles de otros contaminantes

Fuente: PNUMA/OMS. Manuales de Metodología GEMS/ Aire, 2002.





## 1.5 EVALUACIÓN DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE

Como consecuencia de la operación de una red de monitoreo de la calidad del aire se obtiene una serie de mediciones para un tiempo determinado, sin embargo antes de iniciar la generación de datos deben establecerse los métodos y procedimientos que servirán para su presentación, análisis e interpretación, pero también debe tenerse presente que el manejo de los datos cambia y mejora con el transcurso del tiempo. El análisis de los datos depende de los objetivos del monitoreo, de los períodos y frecuencias de medición y de los parámetros medidos

### ▪ **Presentación de datos originales**

Se recomienda que los datos suministrados se registren en formatos en los que se identifique el sitio, la técnica de medición y figure la concentración del contaminante en función del tiempo; los gráficos y trazados cronológicos permiten evidenciar los datos ausentes o puntos significativos.

### ▪ **Resúmenes estadísticos**

El estudio la contaminación del aire a través de muchos años señala que la mayor parte de conjuntos de datos se ajustan a una distribución logarítmica normal. Para lograr una clara visión del conjunto de datos y limitar el número de valores numéricos se emplea la estadística descriptiva, de la cual se hace un recuento en la tabla 1.17.

### ▪ **Series cronológicas**

Son conjuntos de observaciones tomadas en tiempos especificados que permiten detectar anomalías en el conjunto de datos, comparar fluctuaciones de contaminantes en un mismo sitio. Estas series puede dividirse como lo señala la tabla 1.18.



**Tabla 1.17. Estadística descriptiva**

Clase	Medida	Significado
Medidas de tendencia central	Media aritmética	Es la suma de los valores de todas las observaciones divididas por el número de observaciones. Refleja y engloba todos los datos pero es altamente influenciado por los valores extremos.
	Mediana	Es el valor que divide a cualquier distribución en dos partes iguales. Si se ordenan los valores creciente o decrecientemente la mediana deja a su izquierda y a su derecha al mismo número de valores a cada lado, 50%
	Moda	Es el valor que ocurre con mayor frecuencia o que más veces se repite en el conjunto de datos.
Medidas de dispersión	Rango	Es la diferencia entre el valor más alto y más bajo de la observaciones.
	Desviación estándar	Hace referencia a la distancia o separación entre la media y los valores de la variable, se calcula como la raíz cuadrada del promedio de las desviaciones de los valores con respecto a la media potenciadas al cuadrado.

Fuente: Adaptado de CEPIS. Análisis e interpretación de datos de vigilancia del aire. 1982.

**Tabla 1.18. Series cronológicas.**

Ciclos	Diurno Semanal Estacional	Se observa el comportamiento de los contaminantes con relación a la influencia de factores meteorológicos o actividades humanas.
Tendencias	Trimestral Anual Quinquenal	Se evalúa un parámetro de interés estadístico en un marco temporal determinado, generalmente de forma gráfica.

Fuente: Adaptado de CEPIS. Análisis e interpretación de datos de vigilancia del aire. 1982.

#### ▪ Resúmenes geográficos

Los perfiles espaciales permiten observar la distribución de la contaminación del aire sobre un área, si se tienen datos disponibles en varios sitios, la mejor forma de obtener una perspectiva visual es mediante la elaboración de un mapa de isopletas (una isopleta es una línea que une puntos de igual concentración).

#### ▪ Índice de calidad del aire

Los índices de calidad son clasificaciones que sintetizan de manera integral el comportamiento de una gran cantidad de datos con el propósito de simplificar la información para que sea más útil a las instancias decisorias y al público en general.



## 2 EL VALLE DE SOGAMOSO

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL VALLE DE SOGAMOSO

#### 2.1.1 Localización

El valle de Sogamoso comprende principalmente tres municipios: Sogamoso, Nobsa y Tibasosa, ilustración 2.1. Estos municipios se ubican en el centro del departamento de Boyacá, aproximadamente a 60Km de Tunja, a una altitud fluctuante entre 2400 y 3000 m.s.n.m. La mayor parte del territorio es ondulado y hace parte de la cordillera oriental pero el área urbana se localiza sobre los terrenos planos que constituyen el valle. El área municipal para Sogamoso es de 208.5 Km<sup>2</sup>, mientras que Tibasosa cuenta con 95Km<sup>2</sup> y Nobsa tiene un área de 53 Km<sup>2</sup>.



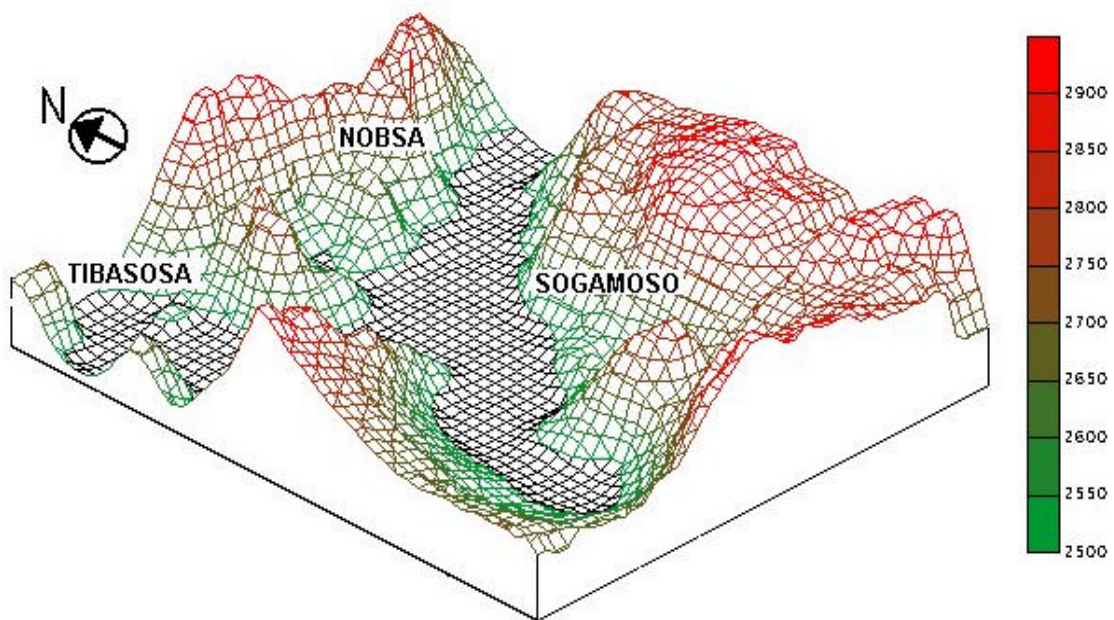
Ilustración 2.1. Valle de Sogamoso



El anexo A presenta el mapa base del Valle de Sogamoso, donde se señalan algunas de las características que se describen en este y otros capítulos.

### 2.1.2 Topografía

La zona presenta un paisaje que tiene su origen en dos grandes eventos, la acumulación de sedimentos provenientes del río Chicamocha que formó la actual planicie y el levantamiento de la cordillera que trajo como resultado una serie de plegamientos y fallamientos. Una intensa actividad del período cuaternario en las montañas más elevadas causó la gran acumulación de minerales que hoy son explotados. En la ilustración 2.2 se observa la topografía del valle.



**Ilustración 2.2. Topografía del Valle de Sogamoso**



## 2.2 **CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DEL VALLE DE SOGAMOSO**

### 2.2.1 **Aspectos generales del clima en Colombia**

Existen tres aspectos que definen la circulación del viento en Colombia y son el motivo por el que la dirección y velocidad varían de un instante a otro y de un sitio a otro: la admisión de vientos Alisios que soplan del noreste en el hemisferio norte y del sureste en el hemisferio sur, la fuerza de coriolis, que al ser muy pequeña hace que los vientos sean influenciados por las condiciones locales y por el rozamiento proporcionado por el sistema de cordilleras que se extienden a lo largo del país y la presencia de los dos océanos.

Además, las corrientes de aire cálido y húmedo provenientes de latitudes subtropicales de los dos hemisferios que confluyen en la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) y generan a su paso gran nubosidad y lluvia son las que determinan las temporadas lluviosas de Colombia. Sobre las regiones planas se observan circulaciones bastante definidas en el transcurso del año, directamente influenciadas por los vientos Alisios, mientras que en los valles interandinos y en las zonas montañosas, a pesar de percibirse una ligera influencia de los Alisios, las condiciones fisiográficas determinan en gran parte la dirección y velocidad del viento.

### 2.2.2 **Estaciones climatológicas en el Valle de Soğamoso**

El análisis de las condiciones atmosféricas del valle se fundamenta en la información suministrada por dos estaciones climatológicas del IDEAM que se encuentran en la zona y se complementa con los datos registrados en las estaciones que conforman la red de monitoreo de la calidad del aire.



Las estaciones climatológicas del IDEAM están ubicadas en el aeropuerto Alberto Lleras Camargo, municipio de Sogamoso, con una elevación de 2500 m.s.n.m., latitud 0541N y longitud 7258W, y en Belencito, municipio de Nobsa, en la latitud 0.547 norte, longitud 7253 oeste y a una altura de 2530 m.s.n.m. Pertenecen a la corriente Chicamocha y desde su instalación no tienen ninguna suspensión.

Para la descripción climatológica del Valle de Sogamoso se tienen en cuenta los valores mensuales de precipitación, nubosidad, humedad relativa, temperatura media, brillo solar, recorrido, velocidad y dirección del viento, en una serie temporal que abarca 20 años, desde 1982 hasta 2001.

Es necesario tener en cuenta para esta serie temporal la ocurrencia del Niño y su fase opuesta, el Anti-Niño, eventos de naturaleza oceánica y atmosférica que ocurren sobre el pacífico de manera cíclica, con un período irregular produciendo alteraciones en la cantidad y distribución de las lluvias. Esta modificación climática afecta por tanto el comportamiento de máximos y mínimos presentados en las siguientes tablas.

### 2.2.3 Precipitación

El régimen de precipitación en el área de Sogamoso esta directamente influenciado por la ZCIT, y sufre intensificaciones o atenuaciones en su efecto por el factor orográfico. La precipitación presenta un comportamiento bimodal, con dos épocas bien definidas de lluvias, abril y octubre; ver tabla 2.1. Durante todo el año presenta un rango entre 20mm y 100mm.



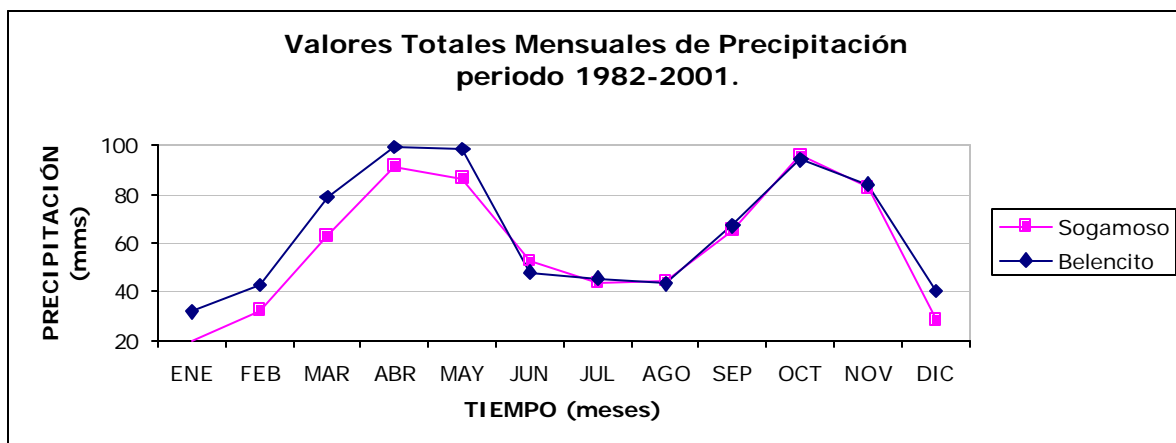
**Tabla 2.1. Valores Totales Mensuales de Precipitación (mm.)**  
**Periodo 1982-2001.**

Estación	Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
SOGAMOSO	MINIMOS	0,0	4,5	8,7	15,3	38,5	25,4	20,4	8,3	22,1	16,7	36,6	0,0
	MEDIOS	19,8	32,3	62,8	91,6	86,6	52,3	43,8	44,3	65,2	96,2	82,6	28,3
	MAXIMOS	82,5	76,1	146,7	194,0	155,2	112,4	89,2	119,1	134,7	223,5	169,9	71,5
BELENCITO	MINIMOS	2,4	11,3	17,5	5,7	44,4	25,9	15,5	5,1	12,0	30,7	26,4	0,2
	MEDIOS	31,6	42,6	78,7	99,1	98,5	47,9	45,5	43,2	67,1	94,3	84,2	40,3
	MAXIMOS	115,5	132,0	176,4	179,4	198,3	93,9	75,2	96,5	152,9	228,9	172,9	111,5

Fuente: IDEAM, 2002.

En enero se registra la menor precipitación del año con un valor medio de 19.8mm para Sogamoso y 31.6mm para Belencito, durante febrero y marzo la precipitación va en aumento hasta llegar a los meses de abril y mayo con una precipitación media por encima de los 90mm, en las dos estaciones, presentando así el primer pico del año. Para junio se observa un gran descenso del nivel de lluvias y una homogenización del parámetro en las dos estaciones.

Durante este y los siguientes dos meses, la precipitación total media se encuentra entre los 43 y 48mm; finalmente hacia el mes de septiembre comienza un nuevo aumento de lluvias que alcanza el máximo valor en octubre, cercano a los 95mm para las dos estaciones y que se ve reducido en el mes de noviembre, para concluir el año con un valor de 28.3mm para Sogamoso y 40.3mm para Belencito.



**Ilustración 2.3. Comportamiento Mensual de la Precipitación.**



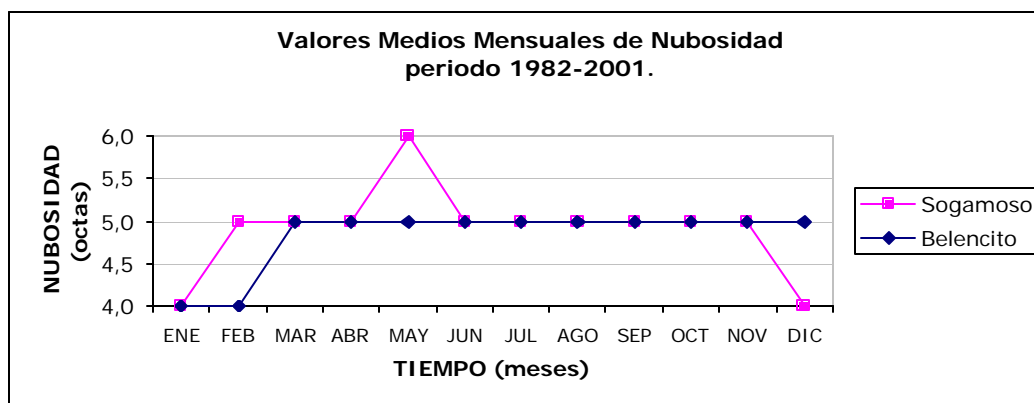
## 2.2.4 Nubosidad

**Tabla 2.2. Valores medios mensuales de Nubosidad (octas).**  
**Periodo 1982-2001.**

Estación	Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
SOGAMOSO	MINIMOS	2	3	3	4	5	3	4	4	3	3	4	3
	MEDIOS	4	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	4
	MAXIMOS	6	7	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6
BELENCITO	MINIMOS	2	2	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	MEDIOS	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	MAXIMOS	5	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	5

Fuente: IDEAM,2002

La nubosidad presenta un largo período constante durante el año, desde febrero hasta noviembre en las dos estaciones se registra un valor de 5/8. En la estación de Sogamoso se registra un pico positivo de 6/8 para el mes de mayo y otro negativo de 4/8 que va desde enero hasta diciembre. En Belencito solo ocurre una disminución de la nubosidad normal durante los meses de enero a febrero, con un valor de 4/8.



**Ilustración 2.4. Comportamiento mensual de la nubosidad.**

## 2.2.5 Brillo Solar

Esta relacionado con el número de horas de brillo solar que incide sobre la zona y presenta una influencia significativa sobre la evaporación, la precipitación y la humedad relativa.



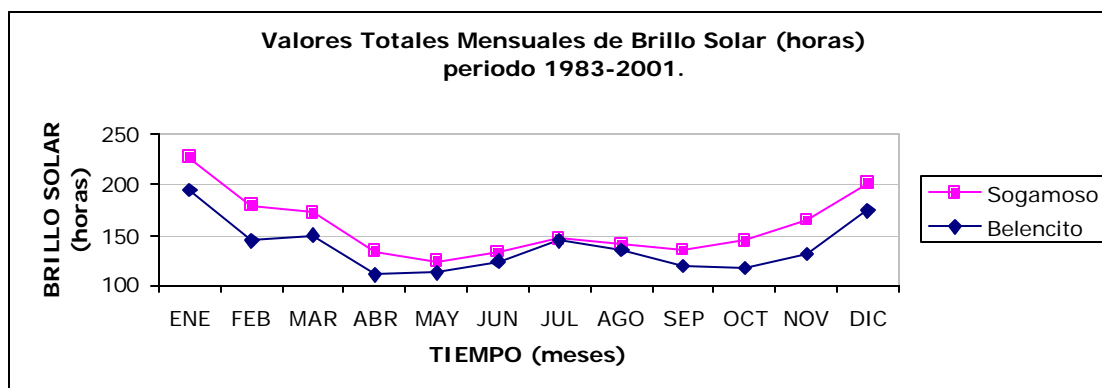


**Tabla 2.3. Valores totales mensuales de brillo solar (horas)  
periodo 1983-2001.**

Estación	Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
SOGAMOSO	MINIMOS	150,4	116,9	119,0	106,5	103,5	103,0	82,6	100,5	101,6	102,5	111,6	144,1
	MEDIOS	227,7	180,1	172,0	133,8	123,8	132,8	145,8	140,9	134,7	144,2	164,4	201,7
	MAXIMOS	268,4	229,6	209,4	169,6	163,6	169,7	174,6	171,8	171,3	204,8	206,0	251,8
BELENCITO	MINIMOS	149,5	109,0	112,4	71,2	67,2	93,8	118,3	95,9	75,6	83,1	94,3	141,4
	MEDIOS	194,8	144,1	149,5	110,0	112,1	123,9	144,1	135,4	119,3	116,3	130,9	174,3
	MAXIMOS	253,5	193,8	199,3	143,9	163,5	156,7	160,9	174,7	164,2	155,0	181,2	204,8

Fuente: IDEAM, 2002

El valor medio mensual de brillo solar esta entre 110 y 227 horas para las dos estaciones. Se observa durante el año unos valores máximos ubicados al inicio y final del mismo y unos datos mínimos repartidos entre los meses de abril a junio y de septiembre a octubre. En Sogamoso se registra un valor total medio de brillo solar levemente más alto que en Belencito durante la mayor parte del año, sólo entre junio y agosto se observa una similitud importante entre sus valores.



**Ilustración 2.5. Comportamiento mensual de brillo solar.**

### 2.2.6 Humedad relativa

La región andina se caracteriza por ser la receptora de las aguas de advección o llegada de la humedad desde el mar caribe, el océano pacífico y la selva del amazonas.

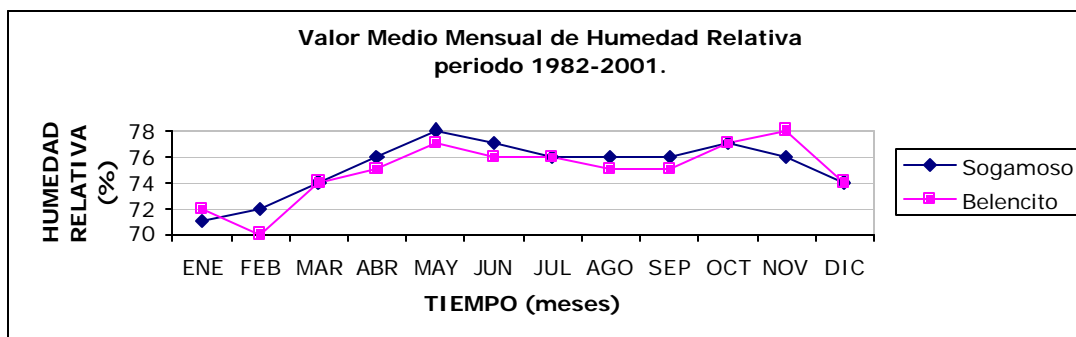


**Tabla 2.4. Valores medios mensuales de humedad relativa (%).**  
**Periodo 1982-2001.**

Estación	Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
SOGAMOSO	MINIMOS	67	68	65	71	73	72	72	69	69	70	70	66
	MEDIOS	71	72	74	76	78	77	76	76	76	77	76	74
	MAXIMOS	75	80	81	83	84	82	82	83	82	84	82	79
BELENCITO	MINIMOS	61	60	62	65	68	67	69	68	68	70	68	68
	MEDIOS	72	70	74	75	77	76	76	75	75	77	78	74
	MAXIMOS	86	84	81	84	82	84	86	86	87	86	89	86

Fuente: IDEAM, 2002

La humedad media relativa se mantiene en general durante todo el año entre 70% y 78% tanto para Sogamoso como para Belencito, el comportamiento de la humedad mantiene una misma tendencia para las dos estaciones, salvo algunas variaciones en determinados meses. El mes con mayor humedad relativa promedio para Sogamoso es mayo y para Belencito es noviembre, en ambos casos con un valor de 78%. Aquel que presenta un menor valor promedio es enero para Sogamoso y febrero para Belencito.



**Ilustración 2.6. Comportamiento mensual de humedad relativa.**

Durante los primeros meses del año la humedad relativa aumenta paulatinamente desde un valor aproximado de 71% en enero hasta un valor entre 77 y 78% para el mes de mayo en las dos estaciones. Se mantiene entre valores de 75 y 77% hasta octubre cuando se registra un leve aumento que prosigue en Belencito hasta alcanzar el valor máximo en noviembre, pero que disminuye para la estación de Sogamoso y que finalmente encuentra un nuevo punto de encuentro diciembre, cuando el valor medio esta en 74%.



## 2.2.7 Temperatura

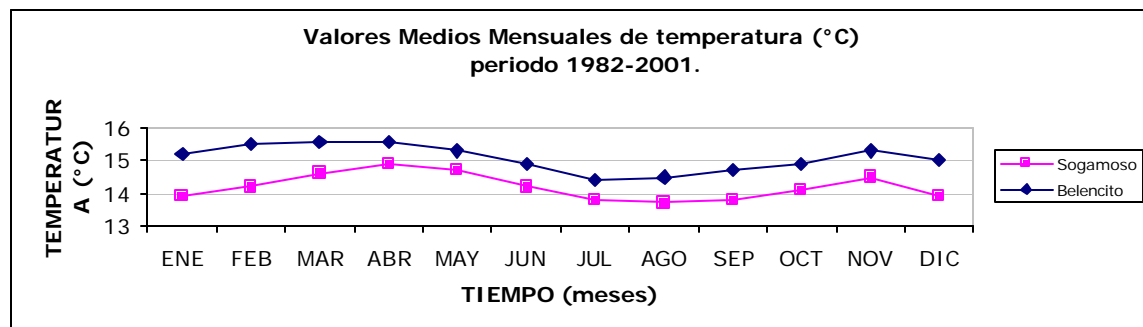
En la región andina la variación de la temperatura esta definida por la altura y en una segunda franja de elevación, de 2400 hasta 3200m, se encuentra por lo general que los máximos valores de temperatura se ubican en los meses de marzo, abril y octubre, y los mínimos en julio, agosto y septiembre; comportamiento que se evidencia claramente en las dos estaciones.

**Tabla 2.5. Valores medios mensuales de temperatura (°C)  
periodo 1982-2001.**

Estación	Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
SOGAMOSO	MINIMOS	12,8	13,3	13,7	14,1	13,9	13,4	13,0	12,8	13,0	13,4	13,9	13,0
	MEDIOS	13,9	14,2	14,6	14,9	14,7	14,2	13,8	13,7	13,8	14,1	14,5	13,9
	MAXIMOS	14,7	15,9	16,0	16,6	15,6	14,9	14,6	14,3	14,5	14,9	15,9	14,7
BELENCITO	MINIMOS	14,4	14,3	14,3	14,7	14,1	13,9	13,7	13,7	13,5	14,1	14,5	14,1
	MEDIOS	15,2	15,5	15,6	15,6	15,3	14,9	14,4	14,5	14,7	14,9	15,3	15,0
	MAXIMOS	16,4	16,9	17,1	16,6	16,1	15,7	15,6	15,5	15,7	16,2	16,3	16,0

Fuente: IDEAM,2002

La temperatura media del aire presenta una misma tendencia tanto para Belencito como para Sogamoso, sin embargo Belencito presenta siempre valores más altos que los reportados en Sogamoso.



**Ilustración 2.7. Comportamiento mensual de la temperatura.**

En general, se presenta muy poca variación anual, los valores fluctúan entre 13.7°C y 14.9°C. para Sogamoso y entre 14.4°C y 15.6°C para Belencito. Los meses que registran más alta temperatura media están entre marzo y mayo para el primer semestre y en



noviembre para el segundo semestre, con temperatura por encima de 14.5°C para Sogamoso y de 15.3°C para Belencito; aquellos que presentan la temperatura media más baja son agosto y julio respectivamente en cada estación.

### 2.2.8 Recorrido, velocidad y dirección de vientos

El comportamiento del régimen de vientos esta fuertemente influenciado por el fenómeno de valle montaña, durante la mañana hay un proceso de convección en el que el aire cálido del valle es remplazado por el aire frío de las proximidades, luego mediante un proceso de subsidencia el aire frío que se encuentra encima comienza a descender al fondo por su parte central. En la tarde ocurre un enfriamiento más rápido en las laderas con respecto al fondo del valle, debido a que el aire que desciende por las laderas del valle es más denso que el contenido dentro de él, este desciende hasta el fondo del valle, lo cual posibilita la formación del fenómeno de inversión térmica.

**Tabla 2.6. Valores totales mensuales de recorrido del viento (Km.)  
periodo 1983-2001**

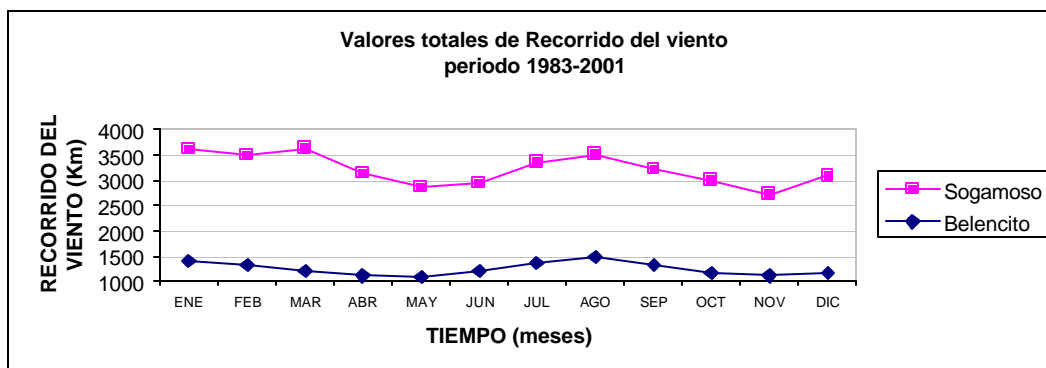
Estación	Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
SOGAMOSO	MINIMOS	2954	3033	2915	2700	2433	2364	2500	2594	2330	2313	2231	2764
	MEDIOS	3608	3512	3637	3156	2878	2953	3357	3518	3230	2995	2722	3091
	MAXIMOS	4425	4425	4291	3663	3558	3585	4150	4156	3714	3617	3274	3423
BELENCITO	MINIMOS	886	801	624	425	326	437	355	895	328	203	197	85
	MEDIOS	1391	1334	1215	1119	1086	1220	1363	1497	1326	1176	1120	1174
	MAXIMOS	1822	2047	1753	1854	2016	2334	2076	1992	2100	1642	2396	1650

Fuente: IDEAM,2002.

El recorrido del viento indica la cantidad de espacio, medida en Km. recorrida por el viento con respecto al punto de medición. Este parámetro es fundamental para determinar la dispersión de los contaminantes. En la estación de Belencito se observan unos valores más bajos, un comportamiento más constante y un rango de variación más corto que en Sogamoso. Durante el año, el recorrido del viento esta entre 1.086Km y 1.497Km; siendo abril y mayo los meses con valores mínimos y enero y agosto los de mayor valor.



En Sogamoso los valores se sitúan entre 2.878Km y 3.608Km, con una tendencia bimodal que presenta dos épocas mínimas en mayo y noviembre y dos épocas de aumento hacia marzo y agosto. En esta estación se define una zona de mayor ventilación pues no presenta mayor incidencia de los factores orográficos.



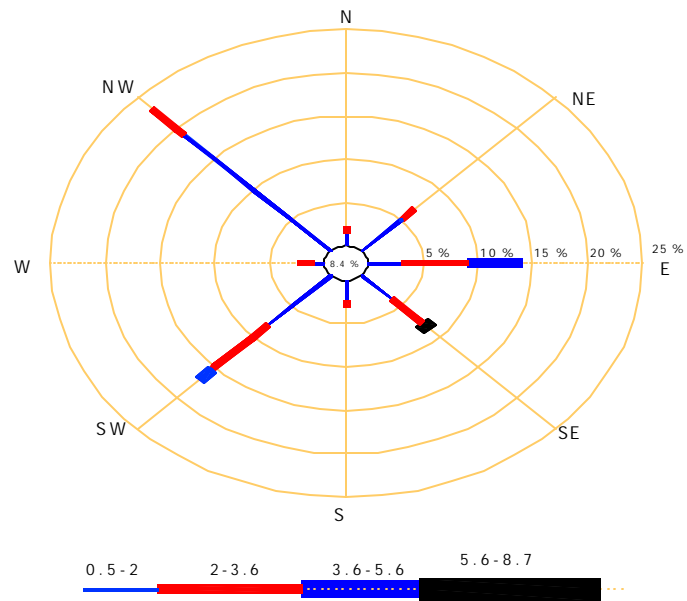
**Ilustración 2.8. Comportamiento mensual del recorrido del viento**

De las dos estaciones del IDEAM, solo la estación de Belencito realiza la medición de velocidad y dirección del viento. Un estudio de calidad del aire realizado por la empresa Acca Ltda. para Cementos Boyacá realiza el análisis de la dirección de vientos por medio de la distribución de frecuencias que se presenta en la tabla 2.7 y la rosa de vientos de la ilustración 2.9, elaboradas a partir de la información de la estación meteorológica de Belencito para el periodo correspondiente entre octubre de 2000 y septiembre de 2001.

**Tabla 2.7. Distribución de frecuencias dirección y velocidad del viento.**

Dirección del viento	Velocidad del viento (m/s)				TOTAL (%)
	0.5-2.06	2.06-3.6	3.6-5.66	5.66-8.75	
N	1.6	0.6	0.0	0.0	2.3
NE	5.1	1.7	0.0	0.0	6.9
E	3.1	6.0	5.1	0.0	14.4
SE	3.9	3.9	0.3	1.3	19.6
S	2.4	0.7	0.0	0.0	3.3
SW	8.1	7.3	1.6	0.0	17.1
W	1.0	1.4	0.8	0.0	3.5
NW	19.7	4.1	0.1	0.0	24
TOTAL	45.4	26.2	18.4	1.3	

Fuente: ACCA Ltda., 2002.



**Ilustración 2.9. Rosa de vientos estación Belencito**

De acuerdo con el estudio las velocidades predominantes están entre 0.51 y 2.06m/s casi la mitad del tiempo, sin embargo se presentan velocidades entre 2.06 y 3.6m/s equivalentes al 26.2% , mientras que en un 18.4% están entre 3.6 y 5.66m/s, en un 8% del tiempo hay calma y la velocidad promedio del viento es de 2.19m/s. La dirección prevalente es la noroeste, seguida del suroeste y el este.

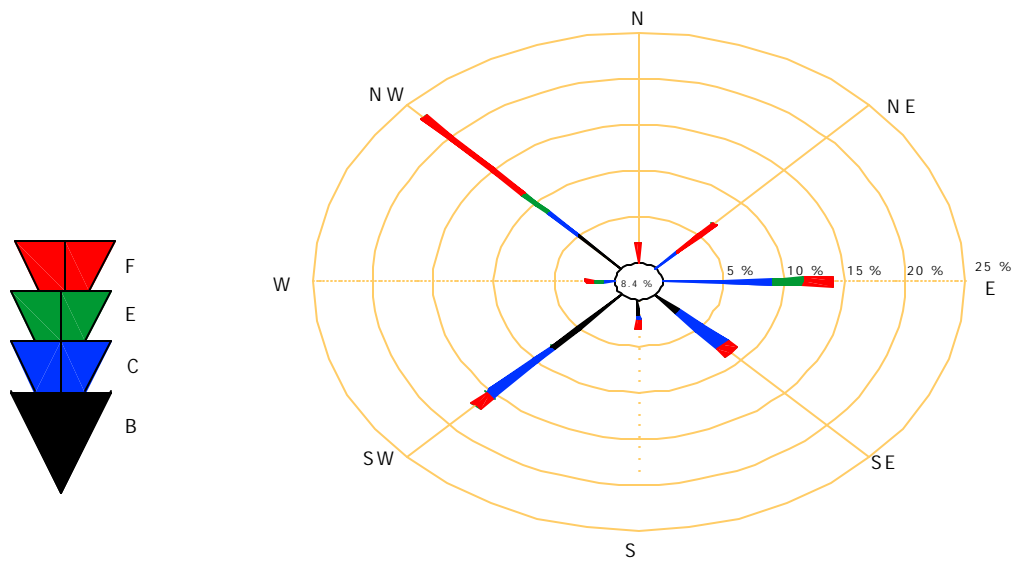
### 2.2.9 Estabilidad atmosférica

El mismo estudio evalúa el porcentaje de ocurrencia de las diferentes clases de estabilidad que se presentan en el área de Belencito, los valores se ilustran en la tabla 2.8.

**Tabla 2.8. Porcentajes de estabilidad estación Belencito**

Clase de estabilidad		Porcentaje
A	Extremadamente inestable	0.0
B	Inestable	14.8
C	Ligeramente inestable	37.7
D	Neutro	0.3
E	Ligeramente estable	4.5
F	Estable	34.0

Fuente: ACCA Ltda., 2002.



**Ilustración 2.10. Rosa de estabilidades atmosféricas estación Belencito**

Basados en esta información y tal como se observa en la ilustración 2.10 las estabilidades que prevalecen durante el día corresponden al tipo C con el 37.7% del tiempo, también se presentan estabilidades de tipo B con un 14.8%, mientras que en la noche se genera una estabilidad de tipo F correspondiente al 34% del tiempo, donde las fuerzas ascensionales se oponen al movimiento vertical de un volumen de aire.

## 2.3 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DEL VALLE DE SOGAMOSO

### 2.3.1 Población

La población del corredor industrial de Boyacá es de 461.280 habitantes (para el año 2002), lo cual representa el 34% del total departamental. El 71.14% de la población se concentra en el sector urbano y 28.8% en el sector rural. Sogamoso, con una población de 156.000 habitantes, Nobsa con 4.996 habitantes y Tibasosa, con 3.961 habitantes, en



las cabeceras municipales; han sostenido una creciente migración rural-urbana durante los últimos treinta años.

### 2.3.2 Economía

El valle de Sogamoso hace parte del corredor industrial de Boyacá, es una de las regiones de mayor importancia en el desarrollo industrial del país, es el epicentro de grandes proyectos de inversión que mantienen una estructura comercial y de servicios de apoyo y presenta un desarrollo de la pequeña y mediana industria, que si bien no ha dejado de presentar dificultades, logra concatenarse con la gran industria.

La industrialización acelerada de los últimos 20 años dio lugar a una urbanización que rebaso los esquemas urbanos y llego a las áreas rurales para integrar un conjunto de ciudad y campo que ha permitido que un importante sector de la población aproveche las dos realidades, y ha contribuido al desarrollo de una buena infraestructura vial, óptima prestación de servicios públicos domiciliarios y buena cobertura en salud y educación. La mayor parte de la población urbana labora dentro de tres grupos de industrias que son descritas en la tabla 2.9, cerca del 12% se desempeña en el comercio y la prestación de servicios y un menor porcentaje tiene cultivos de subsistencia y pastos para rebaños.

**Tabla 2.9. Clases de industrias corredor Valle de Sogamoso.**

Industria liviana	Se caracteriza por la extracción y transformación artesanal de minerales en áreas suburbanas.	Chircales : arcilla Caleras: cal Fosfatos – Asfaltos Plantas de carbón
Industria mediana	Se caracteriza por el empleo de tecnología intermedia para producción de materiales en bruto, abastecimiento de viveres, entre otras.	Manufactureras Alimenticias Metalúrgicas Ladrilleras
Industria pesada	Sus complejos procesos ocasionan problemas al ambiente y peligros para la seguridad colectiva, por eso requieren instalaciones aisladas y altas medidas de seguridad.	Fabricación de hierro Fabricación de acero Procesos cementeros

Fuente: los autores, 2002





Las principales industrias alfareras están localizadas al norte y noreste de la ciudad de Sogamoso, las industrias caleras se localizan en los municipios de Nobsa y Tibasosa. Las condiciones en que se desarrolla la pequeña industria, especialmente la relacionada con la producción de ladrillo generan gran cantidad de inconvenientes en el ámbito ambiental, económico y social, pero tiene un trasfondo cultural tan arraigado que impide dar prontas soluciones o efectuar cambios radicales. En la tabla 2.10 se listan las principales características de esta industria.

**Tabla 2.10. Características de la industria del ladrillo**

Materia prima	Arcilla de depósitos coluviales de las formaciones Guaduas y Soacha superior.	
Combustible	Carbón o coque	
Productos	Ladrillo, cerámica roja y materiales de mampostería estructural.	
Tipo de empresa	Microempresa, bajo formas económicas de posesión o arrendamiento de los predios.	
Tecnología	Hornos de llama dormida Hornos de llama invertida	Combustión incompleta. Altas pérdidas de calor. Altos consumos de combustible. Debilidad en su estructura física.
Localización	Áreas a cielo abierto en los sectores de piedemonte, forman numerosos frentes de explotación de poca extensión y en forma antitecnica.	
Fases del proceso	Explotación de la arcilla - Preparación de arcilla Moldeamiento de bloque - Cocido del ladrillo	
Impactos ambientales	Suelo	Remoción de capa orgánica y cobertura vegetal Grandes zonas deforestadas y deterioro del paisaje Arrastre de sedimentos y formación de taludes verticales Horizontes superficiales en proceso de erosión No hay procesos de recuperación geomorfológica
	Aire	Grandes volúmenes de humo. Grandes emisiones de monóxido de carbono. Emisión de óxidos de azufre. Aumento en niveles de partículas.
Problemas sociales	Alto riesgo para la población Niveles de ingresos muy bajos Enfermedades respiratorias Economía de subsistencia Riegos ergonómicos por sobre esfuerzos	
Actualmente existen alrededor de 615 hornos de llama dormida, de los cuales viven directamente 120 familias. Cada horno produce 50.000 ladrillos al año, con un consumo total de 33.600 toneladas de carbón, una eficiencia de combustión del 29.5%, en donde el 70% del carbono consumido se transforma a CO.		

Fuente: los Autores, 2003



El sector de la gran industria enfrenta también una situación crítica, la industria siderúrgica presenta baja competitividad y altos costos laborales que afectan los niveles de empleo y remuneración. El problema central es el posible cierre de Acerías Paz de Río, que en caso de efectuarse tendría enormes consecuencias económicas y sociales para los municipios aledaños.

## 2.4 PROBLEMÁTICA DE LA CALIDAD DEL AIRE

Reseñas históricas dan a conocer las primeras señales de contaminación atmosférica desde 1850, cuando el carbón sustituye el empleo de la leña y el humo causa grandes molestias a la población. Luego hacia 1950, con la instalación de complejos industriales metalúrgicos y cementeros, el surgimiento de pequeñas industrias metalúrgicas y la creciente explotación de carbón, caliza y arcilla, que no obedecen a ninguna política de planeación, los problemas ambientales y en especial, los referidos al deterioro de la calidad del aire se hacen evidentes.

Antes de la expedición del decreto 02 de 1982, autoridades nacionales de salud, con el apoyo de instituciones internacionales, realizaron algunos monitoreos esporádicos de la calidad del aire dentro del corredor industrial de Boyacá. Luego, con la definición de los niveles máximos permisibles de contaminantes atmosféricos, la oficina de Saneamiento en Sogamoso, bajo la supervisión de la Seccional de Salud de Boyacá inicia la operación de tres medidores de alto volumen (Hi-vol) para la medición de partículas suspendidas totales PST y de muestreadores de tres gases para medición de  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$ .

Estos equipos son instalados en el puesto de salud de Nobsa, puesto de policía de Nazareth y Hospital San José en Sogamoso, al noroccidente, norte y sur del valle; sin embargo, no quedaron registros de las evaluaciones de gases contaminantes y solo se reportaron los promedios mensuales de PST. En la tabla 2.11 se presentan los pasos que



llevaron a la determinación de la norma local de PST y en la tabla 2.12 se muestran las concentraciones para este contaminante reportadas entre 1983 y 1990.

**Tabla 2.11. Normas locales de calidad del aire para partículas en suspensión.**

Decreto 02/1982 Norma de calidad del aire para PST en condiciones de referencia	Promedio geométrico de los resultados de todas las muestras diarias recolectadas en forma continua por 24 horas, en un intervalo de 12 meses no debe exceder <b>100mg/m<sup>3</sup></b>
Ecuación para determinar la norma local	$\text{Norma local} = \text{norma en C. de R.} * \frac{p.b.local}{760} * \frac{298^{\circ}K}{273+t^{\circ}C}$ <p>C. de R. = condiciones de referencia p.b. local = Presión barométrica local, en milímetros de mercurio. t°C = Temperatura promedio ambiente local, en grados centígrados.</p>
Condiciones del Valle de Sogamoso	Presión barométrica local = 567 mm de Hg Temperatura promedio ambiente local = 14°C
Norma local de calidad de aire para PST.	$\text{Norma.anual} = 100 \frac{mg}{m^3} * \left( \frac{567mmHg}{760} \right) * \left( \frac{298^{\circ}K}{273+14^{\circ}C} \right)$ Norma anual PST = <b>77.46mg/m<sup>3</sup></b>
	$\text{Norma.diaria} = 400 \frac{mg}{m^3} * \left( \frac{567mmHg}{760} \right) * \left( \frac{298^{\circ}K}{273+14^{\circ}C} \right)$ Norma diaria PST = <b>309.85mg/m<sup>3</sup></b>

Fuente: adaptado del decreto 02 de 1982

**Tabla 2.12. Comportamiento mensual promedio de partículas en suspensión**

**Periodo 1983-1990**

Concentración de PST (ug/m <sup>3</sup> )			
Mes	Nobsa	Nazareth	Hospital
Enero	130.8	143.6	96.3
Febrero	181.7	165.2	191.3
Marzo	148.3	135	102.5
Abril	157.5	133.3	100.9
Mayo	133.1	101.4	79.3
Junio	131.4	157.6	91.6
Julio	125.4	172.9	80.2
Agosto	110.66	136.1	78.1
Septiembre	94	139	85.1
Octubre	84.4	115.9	79
Noviembre	79.5	135.2	112.0
Diciembre	88.3	75	72.9

Fuente: Secretaria de Salud Boyacá, 1998



En el período de 1991 a 1994, los analizadores de partículas fueron dispuestos en estaciones móviles que realizaron muestreos en los municipios de Tibasosa, Duitama, Paipa, Nobsa, y Sogamoso, encontrando en los tres últimos, una excedencia de la norma local para PST del 37%, con una concentración de  $104\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

A la par de estas mediciones, en 1990 Juan Cetina y Adriana Cortazar, en Uniboyaca, realizaron el primer inventario de fuentes de emisión y de emisores en el Valle de Sogamoso y establecieron mediante la aplicación de un modelo de dispersión, las partículas estimadas de cada tipo de fuente de contaminación en el deterioro de la calidad del aire regional, y a partir de allí, entidades nacionales e internacionales, universidades y autoridades ambientales han desarrollado hasta la fecha diversos proyectos encaminados a la identificación de las fuentes, aporte de contaminantes, definición de áreas de influencia, procesos de reconversión tecnológica y control de la contaminación. Con estas bases se han organizado y creado nueve empresas asociativas que agrupan 52 alfareros y ya se tienen algunas propuestas claves en tecnologías de producción más limpia, relacionadas con la eficiencia de los hornos de quemado de ladrillo, con ahorro energético y reducción de emisiones atmosféricas.

En 1997 la Corporación Autónoma de Boyacá, Corpoboyaca, inicia la operación de una nueva red compuesta por tres medidores de alto volumen para PM-10 en el corredor industrial del alto Chicamocha, conformado por los municipios de Sogamoso, Nobsa, Tibasosa, Firavitoba, Duitama, Paipa, Tunja y Samacá. En el período de octubre de 1997 a marzo de 1998 se reportan concentraciones anuales que sobrepasan los  $80\mu\text{g}/\text{m}^3$  en los municipios de Nobsa y Tibasosa; luego por razones que no están claramente definidas la red no continúa su operación.

En 1998 Corpoboyaca realiza un diagnóstico de la contaminación atmosférica por fuentes móviles, en las ciudades de Tunja, Paipa, Duitama y Sogamoso donde se establecieron las zonas de mayor concentración de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno causadas por vehículos a gasolina de más de tres ruedas; este estudio determinó el cumplimiento de las normas para fuentes móviles fijadas por la Resolución 005 de 1996, concluye una buena



organización vial, que logra poca congestión vehicular, pero advierte un alto porcentaje de vehículos antiguos que genera altas concentraciones de hidrocarburos, en lo concerniente al municipio de Sogamoso.

Dentro de las acciones que Corpoboyaca ha ejecutado en los últimos años para el control de la contaminación atmosférica esta la implementación de la red para el monitoreo de la calidad del aire, RMCA-Valle de Sogamoso, de la cual se hace un análisis descriptivo y analítico más profundo en el siguiente capítulo; la elaboración de inventarios de emisiones, de los cuales la tabla 2.13 se relacionan las empresas con mayor niveles de emisión en el 2001; y la aplicación del modelo ISCLT (Industrial Sources Complex Long Term) de la EPA, para calcular los promedios de concentraciones de material particulado generados en el Valle y del que, en la tabla 2.14 se resumen algunos de los resultados obtenidos.

**Tabla 2.13. Síntesis inventario de emisores y emisiones 2001**

Clase de Industria	Principales empresas	Puntos de emisión	Emisión total de partículas (Kg/hora)
Industria artesanal	Caleras (en Nobsa y Tibasosa)	189	0.65-1.92
	Chircales (en 13 barrios y veredas de Sogamoso)	540	0.65-1.42
	Indumil	2	0.01
Industria Pesada	Acerías paz del río	26	4.02
	Cementos Boyaca	7	0.64
	Cementos Paz del río	8	1.32
	Hornasa	2	0.62

Fuente: Corpoboyaca, 2001

**Tabla 2.14. Resultados aplicación de modelo ISCLT.**

Fuentes de mayor concentración	Sectores más afectados en Sogamoso, Nobsa y Tibasosa	Concentración promedio de PST
Hornos ladrilleros	Los Alisos, Luna Park, Alpes, Vereda Pantanitos, El Diamante, Juan José Rondon, El Recreo, Chicamocha	100ug/m <sup>3</sup>
Hornos de cal	Los Libertadores, Los Sauces, José Antonio Galán, Las Acacias, Prado Norte, La Esmeralda, Jorge Eliécer Gaitan, Santa Isabel, Vereda Manga y Siatome	110ug/m <sup>3</sup>

Fuente: Mariño y Soler, 2001.



Actualmente Corpoboyaca, y la Secretaria de Salud y Medio Ambiente de Sogamoso han logrado que la mediana y gran industria estén en el proceso de implementar medidas correctivas, de mitigación y control para minimizar los efectos que sus procesos generan al ambiente. Así mismo trabajan en proyectos de cambios de combustible y reconversión de las unidades productivas de ladrillo y caleras; sin embargo la calidad del aire en el Valle de Sogamoso es deficiente y su principal causa, la actividad industrial, tiende a ampliar su producción según los requerimientos del mercado.

## 2.5 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN

### 2.5.1 Sobre la salud

La contaminación atmosférica ejerce una gran influencia sobre la salud de las personas. Los reportes de los casos que llegan a urgencias en el Hospital Regional de Sogamoso y que se sintetizan en las tablas 2.15 y 2.16, indican que las infecciones respiratorias son la primera causa de morbilidad en niños menores de 1 año y personas mayores de 60 años.

**Tabla 2.15. Morbilidad menores de 1 año Hospital San José 1999.**

Causa	No casos	%
Rinofaringitis Aguda	22	13.1
Faringoamigdalitis	12	7.14
Bronquitis y Bronquiolitis	10	5.95
Otras causas	134	73.81
TOTAL	178	100

Fuente: Hospital San José de Sogamoso,2000

**Tabla 2.16. Morbilidad egresos de 60 años o más. Hospital San José 1999.**

Causa	No casos	%
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	78	8.4
Insuficiencia Cardiaca	72	7.6
Neumonía Neumococica	60	6.4
Bronconeumonía	34	3.6
Otras Causas	344	74
TOTAL	588	100

Fuente: Hospital San José de Sogamoso,2000



Igualmente, en la tabla 2.17 se presenta una síntesis del informe general de la Secretaría de Salud de Boyacá sobre las principales causas de mortalidad en este departamento durante el 2002. Se destaca un alto porcentaje de trastornos respiratorios e infecciones respiratorias agudas en niños menores de cuatro años y enfermedades crónicas de las vías respiratorias en personas mayores de 65 años.

**Tabla 2.17. Principales causas de morbilidad en Boyacá, 2002.**

Edad	Enfermedad	Porcentaje
Menores de 1 año	Trastornos respiratorios específicos del periodo perinatal	33,5
	Malformaciones congénitas y deformidades	14
	Otras afecciones originadas en el periodo perinatal	8,2
	Infecciones respiratorias agudas	7,3
De 1 a 4 años	Infecciones respiratorias agudas	12,4
	Ahogamiento y sumersión accidentales	8,9
	Enfermedades infecciosas intestinales	8,5
	Otros accidentes, inclusive secuelas	7,3
De 5 a 14 años	Accidentes de transporte terrestre.	17,75
	Agresiones (homicidios), inclusive secuelas	11,75
	Ahogamiento y sumersión accidentales	7,1
De 15 a 44	Agresiones (homicidios), inclusive secuelas	56,5
	Accidentes de transporte terrestre.	10,6
De 45 a 64 años	Enfermedades isquémicas del corazón	15,9
	Agresiones (homicidios).	14,1
De 65 años y más	Enfermedades isquémicas del corazón	19,7
	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	10,2

Fuente, Secretaría de Salud Boyacá, 2002.

### 2.5.2 Sobre la visibilidad

La mayor parte de los efectos visibles de la contaminación del aire son causados por la interacción de la luz con las partículas suspendidas. En la vía que de Duitama conduce a Sogamoso muy cerca de Nobsa, en una noche con bruma no se ve a más de un metro de distancia, no se distinguen señales o personas y la luz de los automóviles es dispersada o absorbida por una gran variedad de partículas, antes de que lleguen a los ojos.



### 2.5.3 **Sobre el valor del suelo**

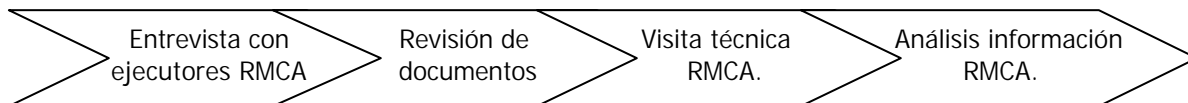
El plan de ordenamiento territorial de Sogamoso dió a conocer el problema de desvalorización del suelo urbanizable que se localiza al norte de la ciudad, principalmente en los barrios San Cristóbal, El Recreo, Los Alisos y la Pradera causado por los problemas de contaminación ambiental que se presentan dada la gran cercanía de esta zona urbana a la Vereda Pantanitos en donde operan gran número de hornos durante todo el día.





### 3 RED PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE SOGAMOSO

La primera parte de este proyecto contempla la revisión integral del programa para el monitoreo de la calidad de aire en el Valle de Sogamoso, que fue instalado por la Corporación Autónoma de Boyacá, y el análisis de cada uno de sus componentes. Esta revisión se realizó por medio de la información que se obtuvo directamente de quienes se involucraron en el proyecto, la encontrada en documentos y la extraída a partir de la observación de los autores. En la ilustración 3.1 se sintetiza la metodología empleada para la elaboración de este capítulo.



**Ilustración 3.1. Metodología capítulo 3.**

Los formatos que fueron utilizados en las entrevistas y en la visita técnica a las estaciones que componen la red de monitoreo se encuentran en el anexo B.



### **3.1 SISTEMA DEMOSTRATIVO DE MANEJO DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA EL VALLE DE SOGAMOSO**

Los efectos producidos por la contaminación atmosférica y la ausencia de un sistema de vigilancia sobre los contaminantes del aire hicieron necesaria la implementación de una red para el monitoreo de la calidad de aire en el Valle de Soğamoso. Entre 1999 y 2000 entidades nacionales e internacionales, como el World Laboratory, La Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, La Corporación Autónoma de Boyacá, La Universidad de los Andes, y la Alcaldía de Soğamoso inician un ambicioso proyecto para la medición de la calidad del aire. En la tabla 3.1 se presenta el aporte que realizó cada entidad para la puesta en marcha de la red para el monitoreo de la calidad del aire en el Valle de Soğamoso, RMCA-Valle de Soğamoso.

El diseño total de la red, estuvo a cargo de estudiantes y profesionales de la Universidad de los Andes, y se puede dividir en tres fases, en la primera fase se realiza la compilación de información base, en la ilustración 3.2 se señalan los documentos y las actividades que hacen parte de esta compilación.

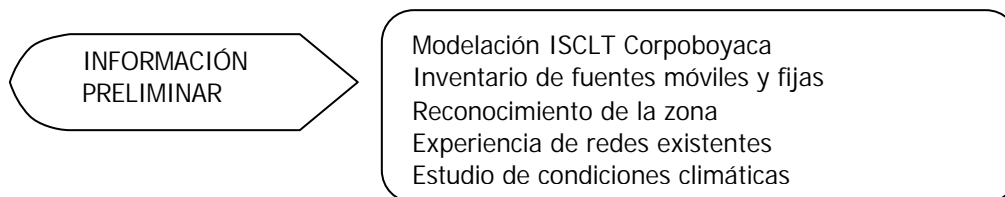
En la segunda fase, se establece la estructura general de la red, la cual se puede ver en la ilustración 3.3 y se mantendrá de la misma forma como fue planteada hasta el término del proyecto o su replanteamiento. En la tabla 3.2 se señalan algunos de los criterios que se tomaron en cuenta para la ubicación de las estaciones y de los analizadores en cada estación.



**Tabla 3.1. Aportes de las entidades al proyecto RMCA -Valle de Sogamoso**

Universidad de los Andes	Montaje del proyecto de red de monitoreo para la calidad del aire en el valle de Sogamoso. Designación de residentes para la instalación y operación de la red
Corpoboyaca	Suministro de información básica para el diseño Nacionalización y transporte de equipos Disponibilidad de vehículo permanente. Destinación de rubro presupuestal para la adquisición de repuestos. Gestiones de apoyo para la construcción de las cuatro estaciones. Construcción de cercas perimetrales.
ICSC-World laboratory (WL). Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL)	Labor política para que la Asociación de redes de monitoreo de la calidad del aire en Suiza, Cercl` Air hicieran la donación de equipos para la medición de la contaminación atmosférica. Asesoría directa para instalación de equipos.
Alcaldía de Sogamoso	Asignación de una persona por medio tiempo hasta diciembre de 2003 quien se encargaría de inspeccionar continuamente la operación de la red. Asignación de un sitio seguro para el almacenamiento de los equipos. Pago del servicio de energía eléctrica para las estaciones de Recreo y Aeropuerto. Adecuación de infraestructuras.

Fuente: Proyecto I-III / LAND14, 2000.

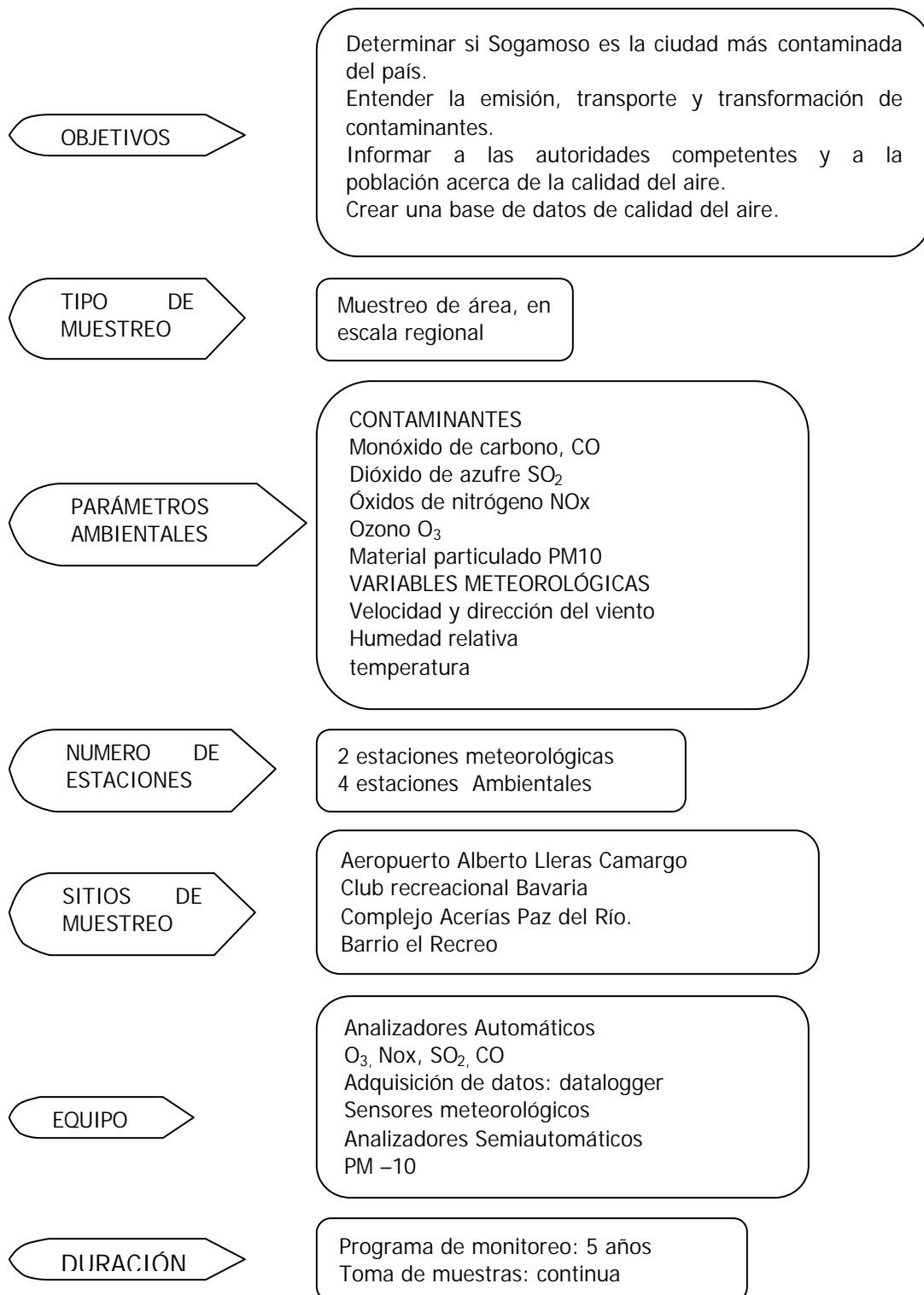


**Ilustración 3.2. Información base RMCA.**

**Tabla 3.2. Criterios de ubicación de estaciones.**

Criterios	Recreo	Bavaria	Belencito	Aeropuerto
Localización	Zona urbana residencial, con influencia directa de pequeña industria.	Zona Semirural Frontera de la región. Influencia de carretera principal.	Zona industrial Evaluación del impacto directo de la gran industria.	Zona rural, concentraciones de fondo Evaluación de frontera de la región
Equipos	Estación central Medición de todos los contaminantes	Importante : Medición de O <sub>3</sub> y NOx	Importante : medición de contaminantes primarios (PM10, CO, SO <sub>2</sub> )	Importante: medición de O <sub>3</sub>

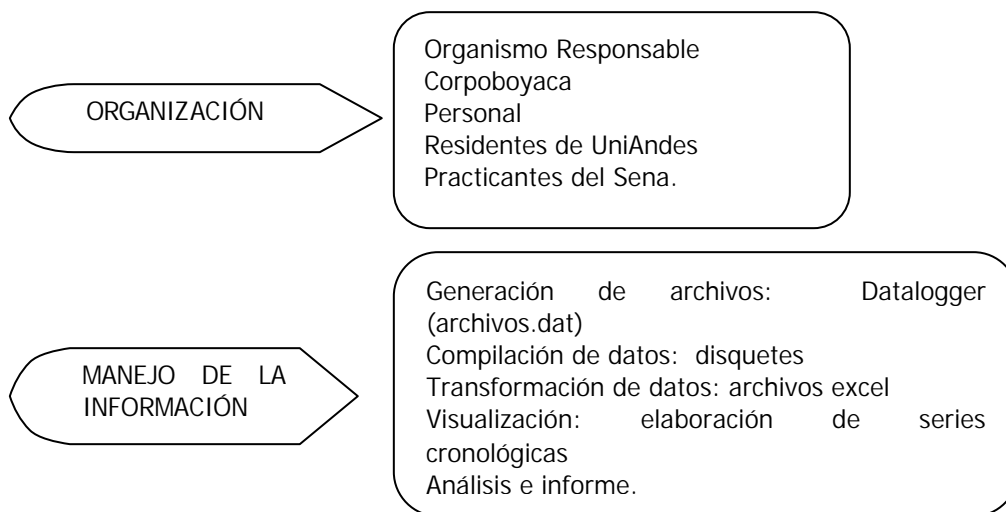
Fuente: Proyecto I-III / LAND14, 2000.



**Ilustración 3.3. Diseño de RMCA.**



Finalmente, en una tercera fase se plantea la organización operacional, las actividades que se deben desarrollar una vez se han instalado los equipos y estos empiezan a generar información, estos aspectos se contemplan en la ilustración 3.4.



**Ilustración 3.4. Organización de RMCA.**

## 3.2 ASPECTOS GENERALES RMCA-VALLE DE SOGAMOSO

La RMCA-Valle de Sogamoso instalada por Corpoboyaca consta de cuatro estaciones ubicadas en diferentes puntos dentro del territorio que abarca el Valle, ilustración 3.5; la descripción de cada una de las estaciones y de los principales aspectos del programa se realiza en las siguientes páginas.

### 3.2.1 Instalación de la red

La instalación de la red se hace de acuerdo al cronograma que aparece en la tabla 3.3. Una vez se realizaron los tramites correspondientes, se inicio la construcción o adecuación de las estructuras físicas de las estaciones que así lo requerían. La estación ubicada en el Aeropuerto Alberto Lleras Camargo, de la ciudad de Sogamoso funciona en una oficina del



segundo piso del edificio central del mismo. Las estaciones ubicadas en el club recreacional de Bavaria y en la zona rural del barrio Belencito, están construidas en ladrillo y cimentadas sobre una placa de concreto, la estación ubicada en el barrio el Recreo, en Sogamoso es una caseta metálica separada 40cm del suelo por una estructura de hierro.

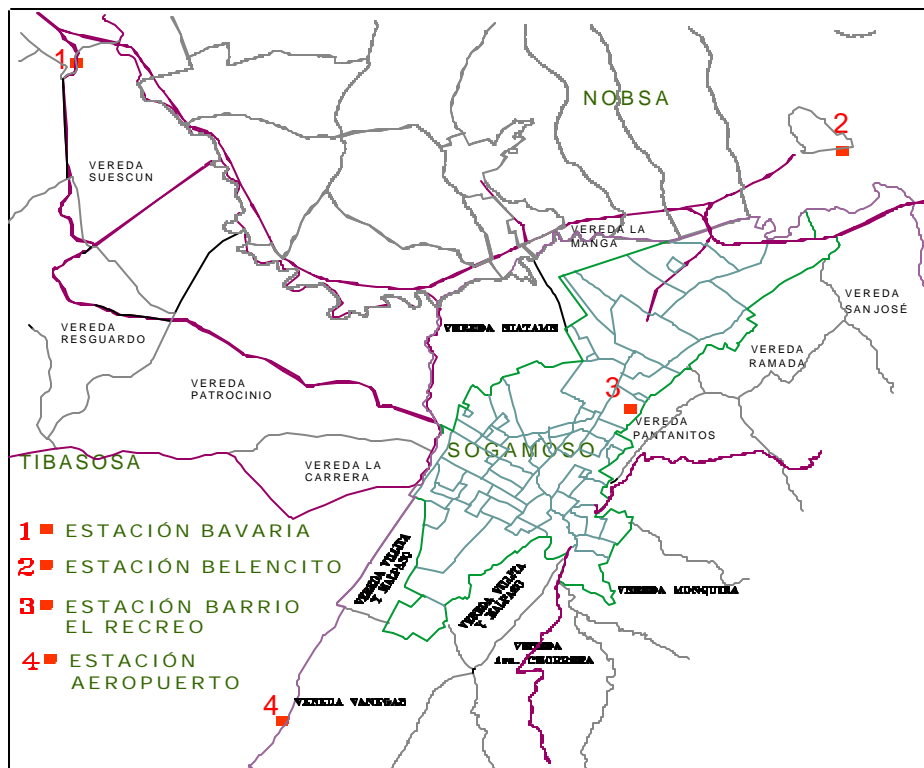


Ilustración 3.5. RMCA - Valle de Sogamoso

Tabla 3.3. Cronograma de instalación RMCA

Fecha (2001)	Actividad
Febrero	Permisos de instalación a entidades involucradas
Marzo	Construcción y/o adecuación de estaciones
Abril	Instalación de medidores de alto volumen Instalación de estación Recreo
Junio	Instalación de estación Aeropuerto
Agosto	Instalación estación Belencito
Diciembre	Instalación de estación Bavaria

Fuente: Proyecto I-III / LAND14, 2000.



Las estaciones ubicadas en el barrio el Recreo, club recreacional Bavaria y barrio Belencito, tienen dos cubículos completamente separados, en el cubículo principal se encuentran los equipos de medición y en el otro, instrumentos de aseo y de calibración. En la tabla 3.4. se señalan las dimensiones de cada estación y cada caseta se puede ver en la ilustración 3.6.

**Tabla 3.4. Dimensiones de las estaciones**

Estación	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)
Aeropuerto	2.20	2.40	2.10
Bavaria	2.05	3.0	2.40
Belencito	2.56	1.80	2.15
Recreo	3.0	3.2	2.10

Fuente: Los autores, 2003.

### **Ubicación y acceso**

La estación que se encuentra en el Aeropuerto de Sogamoso está ubicada al suroeste del municipio, en zona rural de la vereda Vanegas, en límites con el municipio de Firavitoba, en las proximidades el terreno es completamente plano y se observan grandes zonas dedicadas al pastoreo y algunos cultivos; se cuenta con buen sistema de transporte para llegar a la estación.

La estación ubicada en las instalaciones del club Bavaria se encuentra sobre la vía que de Sogamoso conduce a Duitama, 2 Km. antes de esta ciudad, en el sitio conocido como la recta de San Rafael. El ingreso, por la entrada principal al club esta sobre la carretera; el lugar se encuentra sobre una planicie dedicada a labores de ganadería y agricultura. La estación de Belencito esta en zona rural del municipio de Nobsa, próxima al sector residencial del barrio Belencito al noreste de Acerías Paz del Río, se ubica en un terreno ondulado en la falda de la montaña. En los alrededores el terreno es árido, desprovisto de grama pero con presencia de arbustos y cactus. Hay facilidades de acceso y transporte para llegar hasta la estación, desde la vía se observa perfectamente la estación meteorológica del IDEAM, y justo arriba se encuentra la estación de monitoreo.



Estación Aeropuerto



Estación Belencito





Estación Bavaria



Estación Recreo

Ilustración 3.6. Estaciones RMCA.



Finalmente la estación Recreo se localiza en zona urbana de Sogamoso, dentro del sector residencial en el barrio que tiene su mismo nombre al noreste de la ciudad, justo debajo del sector de Pantanitos, zona suburbana del municipio. Esta dentro del parque recreacional del norte en el extremo noreste, en un terreno completamente plano; limita al norte con la calle 28, las instalaciones del DAS y un conjunto residencial de casas de dos plantas, al sur con las canchas de baloncesto del parque, un conjunto residencial y las instalaciones de la empresa de Energía de Boyacá, al este con el Colegio Reyes Patria y al oeste con la carrera 11, la cual se convierte en la vía que de Sogamoso conduce a Nobsa y Belencito. El ingreso a la estación se hace por cualquiera de las dos entradas del parque ubicadas sobre la carrera 11. En la ilustración 3.7 se pueden apreciar los alrededores de cada una de las estaciones de la RMCA- Valle de Sogamoso y en la tabla 3.5. se señalan las distancias que hay entre las estaciones y los obstáculos o vías más cercanas.

**Tabla 3.5. Distancia de las estaciones a obstáculos cercanos.**

Estación	Obstáculo	Distancia (m)
Aeropuerto	Bodega (altura =4m)	21
	Entrada vehicular	50
Bavaria	Recta de San Rafael	100
	Casa de vigilantes	50
Belencito	Barrio Belencito	300
	Arbustos (altura 2-3m)	6
Recreo	Colegio	26
	Calle 28	15
	Carrera 11	130

Fuente: Los Autores, 2003.

### 3.2.2 Instalaciones

Todas las estaciones cuentan únicamente con el servicio de energía eléctrica, cuyo valor es pagado por Acerías Paz del Río y Cervecería Bavaria en las estaciones Belencito y Bavaria, en las otras dos estaciones el valor debe ser cubierto por la administración de la red; en general tienen buena iluminación y ventilación. La estación Aeropuerto cuenta con gran seguridad, tanto la entrada al aeropuerto como al edificio permanecen cerradas y la oficina tiene guarda de seguridad. Al techo, en donde se encuentran el toma muestra y



los sensores meteorológicos se accede por una escalera situada en un techo cubierto al que se llega por una ventana del edificio.



**Ilustración 3.7. Alrededores de las estaciones.**

En Bavaria y Belencito el ingreso de personas es restringido y las estaciones cuentan con la vigilancia propia del club y de la industria, en cada caso; se tiene acceso directo a las estaciones por una puerta con guarda de seguridad. A los equipos que están ubicados encima de la caseta en Bavaria se tiene fácil acceso por una escalera sujeta a la caseta, en Belencito esta escalera permanece dentro de la estación. El parque, donde se localiza la estación el Recreo esta encerrado con malla metálica pero las dos entradas permanecen



abiertas al público de día y de noche. A su vez, la estación tiene una malla metálica con una altura de 1.2m que la rodea a una distancia de 1.9m. pero que solo cubre tres de sus cuatro frentes; sin embargo la seguridad es favorable, a la estación se tiene acceso por una puerta con una guarda de seguridad y hay permanente vigilancia, tanto en el parque como en algunas de las edificaciones cercanas a él.

#### ▪ **Oficina de Gestión**

Además de las cuatro estaciones, en la Biblioteca Central de Sogamoso fue instalada una oficina, que servía, además, como bodega; allí se almacenaron inicialmente todos los equipos y demás elementos que llegaron de Suiza. Ésta oficina es el centro de gestión donde se realizan los informes, manejo de la información, además sirve como centro de operaciones de mantenimiento de los equipos de la RMCA.

#### ▪ **Fuentes de contaminación cercanas**

En la estación ubicada en el Aeropuerto no existe fuentes próximas de contaminación notables, pero en las otras estaciones si hay presencia cercana de estas, ilustración 3.8.



**Ilustración 3.8. Fuentes cercanas de contaminación a las estaciones.**

A unos 10 Km. al noreste de la estación Bavaria están las caleras del municipio de Nobsa, muy cerca de la estación Belencito, a unos 700m de distancia, se encuentra el complejo



Acerías Paz del Río y la estación el Recreo esta ubicada justo debajo de la vereda de Pantanitos, zona montañosa donde se ubican la mayor parte de chircales de Sogamoso, y al estar en sector urbano se encuentran tres vías cercanas, la carrera 11 de alto flujo vehicular y la carrera 9 y calle 28, que son vías de tránsito liviano.

### 3.2.3 Equipos de la RMCA- Valle de Sogamoso

Dentro de cada estación los equipos están dispuestos en un estante metálico dividido en secciones, conocido como rack, esta estructura tiene 1.9m de altura, 0.8m de ancho y 0.6m de largo y esta dividida por láminas en las que encajan perfectamente los diferentes equipos, ilustración 3.9. En la parte superior de la pared que queda detrás del rack, se encuentra una pieza cilíndrica de vidrio, denominada manifold, que recibe el aire exterior y un extractor que facilita esta entrada de aire, ilustraciones 3.10 y 3.11. En otro frente del rack, a un metro del piso se ubica un ventilador de aproximadamente 12" de diámetro, cuya función es regular la temperatura interna dentro de la estación.



**Ilustración 3.9. Rack RMCA - Valle de Sogamoso**





**Ilustración 3.10. Mainfold RMCA - Valle de Sogamoso**



**Ilustración 3.11. Sistema de succión RMCA - Valle de Sogamoso**

El toma muestras es generalmente un tubo en pvc ubicado sobre una de las esquinas de la caseta y sobresale 1m por encima de esta, protegido por un embudo o vaso plástico que dirige su boca ancha hacia la entrada del aire muestra para protegerlo de la lluvia o de cualquier taponamiento, ilustración 3.12. La mayor parte de los equipos que conforman la red son totalmente automáticos y reportan la concentración de contaminantes en tiempo real, requieren para su funcionamiento unas condiciones eléctricas, de espacio y entorno que se dispusieron en las estaciones.



**Ilustración 3.12. Tomamuestras RMCA - Valle de Sogamoso**

Las estaciones cuentan con equipos de las marcas Horiba, Monitor Labs, Dasibi, Wedding y Grasseby para la medición de los parámetros que se listan en la tabla 3.6, con los principios de operación especificados en la tabla 3.7.

**Tabla 3.6. Parámetros evaluados RMCA - Valle de Sogamoso**

Estación	Contaminantes					Variables Meteorológicas			
	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	WS	WD	HR	TEMP
Belencito	X	X	X						
Recreo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aeropuerto	X	X	X			X	X		
Bavaria	X	X		X			X	X	X

Fuente: Los Autores, 2003.

**Tabla 3.7. Principio de operación Equipos RMCA - Valle de Sogamoso**

Equipo	Principio de operación
PM-10 Wedding	Gravimetría
SO <sub>2</sub> Horiba	Fluorescencia UV
SO <sub>2</sub> Thermo Electron	Fluorescencia UV
NO/NO <sub>x</sub> TECAN	Quimioluminiscencia
NO/NO <sub>x</sub> Monitor Labs	
NO/NO <sub>x</sub> Horiba	
CO Wedding	Infrarrojo no dispersivo
CO Monitor Labs	
O <sub>3</sub> Wedding	Absorción UV
O <sub>3</sub> DASIBI	
O <sub>3</sub> Monitor Labs	

Fuente: Los Autores, 2003.



En la estación ubicada el Recreo se cuenta además, con un analizador automático de partículas inferiores a  $10\mu$  BAM 1020 Particulate monitor. En la tabla 3.8 se relacionan los equipos que fueron instalados en cada una de las estaciones que conforman la RMCA-Valle de Sogamoso

**Tabla 3.8. Distribución de equipos RMCA – Valle de Sogamoso**

Estación	Contaminante	Analizador
Aeropuerto	SO <sub>2</sub>	Monitor labs inc Ecotox A165 fluorescent SO <sub>2</sub> analyzer model 8810
	O <sub>3</sub>	Monitor labs inc. Ozono analyzer model 8810
	CO	APMA 300E Ambient CO monitor. Horiba
	Pm-10	Pm 10 Wedding
Bavaria	O <sub>3</sub>	Ambient O <sub>3</sub> monitor. DASIBI
	CO	APMA 300E Ambient CO Monitor. Horiba
	SO <sub>2</sub>	Monitor Labs inc. analyzer Model 8850
	Pm-10	Pm 10 Wedding
Belencito	O <sub>3</sub>	Ozone analyzer model 8810. Monitor labs
	SO <sub>2</sub>	Ambient SO <sub>2</sub> monitor. Horiba.
	CO	Monitor Model 1020 Carbon Monoxide Analyzer. Wedding
	NOx	Nitrogen oxides analyzer model 8840. Monitor labs
	Pm-10	Pm 10. Wedding
Recreo	Pm-10	BAM 1020 Particulate monitor. Neta once instruments.
	Pm-2.5	PM High Volume Sampler Air Quality Instrumentation
	O <sub>3</sub>	APOA 300E Ambient O <sub>3</sub> monitor.Horiba
	CO	Monitor Model 1020 Carbon Monoxide Analyzer.
	NOx	APNA 300E Ambient NOx Monitor. Horiba
	SO <sub>2</sub>	Ambient SO <sub>2</sub> monitor. Horiba
	Pm-10	Pm 10 Grasseby

Fuente: Los Autores, 2003.

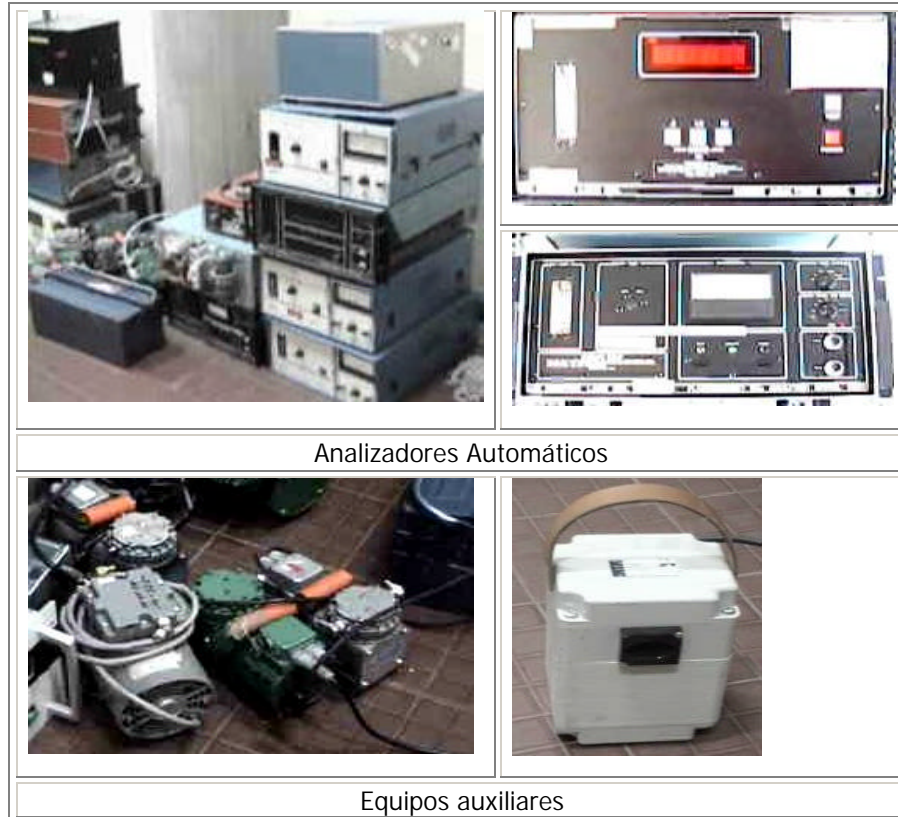
Para la operación de los analizadores citados se hace necesaria la adquisición de equipos auxiliares, constituidos por bombas centrífugas, transformadores de corriente, reguladores de voltaje, multitomas y otros. En la ilustración 3.13 se pueden ver algunos de los analizadores y equipos auxiliares.

Los equipos semiautomáticos de alto volumen Grasseby, para medición de PM10, que son propiedad de Corpoboyaca, ilustración 3.14, también hacen parte del proyecto, y se instalaron muy cerca de las estaciones automáticas, en las estaciones ubicadas en Bavaria, Belencito y Recreo los Hi vol fueron sujetos al techo de las casetas, mientras que en la





estación que se encuentra en el Aeropuerto fue necesario colocar este equipo sobre una superficie metálica a varios metros del edificio.



**Ilustración 3.13 Equipos Estaciones RMCA - Valle de Sogamoso**



**Ilustración 3.14. Medidores de alto volumen RMCA - Valle de Sogamoso**

La RMCA-Valle de Sogamoso también involucra medición de variables climatológicas en tres de las estaciones, en la tabla 3.9 se indican los sensores meteorológicos que fueron instalados en cada estación y en la ilustración 3.15 se pueden apreciar algunos de estos.

**Tabla 3.9. Estaciones climatológicas RMCA - Valle de Sogamoso**

Estación	Parámetro	Instrumento	Ubicación
Aeropuerto	Dirección del viento	Veleta	8 m sobre el suelo
	Velocidad del viento	Anemómetro	
Bavaria	Dirección del viento	Veleta	8 m sobre el suelo
	Velocidad del viento	Anemómetro	
	Temperatura	Higrómetro	3 m sobre el suelo
	Humedad relativa		
Recreo	Dirección del viento	Veleta	10 m sobre el suelo
	Velocidad del viento	Anemómetro	
	Temperatura	Higrómetro	3 m sobre el suelo
	Humedad relativa		
	Radiación solar	Actinógrafo	3m sobre el suelo
	Precipitación	Pluviómetro	2.5m sobre el suelo

Fuente: Los Autores, 2003.



**Ilustración 3.15. Instrumentos climatológicos RMCA - Valle de Sogamoso**



### 3.3 PRINCIPIO DE OPERACIÓN RMCA-VALLE DE SOGAMOSO

El aire ambiente es succionado por un extractor al interior de la estación y recibido a través del toma muestra, en el exterior; llega al manifold y de allí se distribuye para cada uno de los analizadores; cada equipo, por medio de una bomba interna o externa toma el aire que requiere para hacer la medición y expulsa el caudal en exceso. Las conexiones entre el manifold y la entrada de aire de los analizadores y de estos con las bombas se hace por medio de mangueras de teflón. Los detalles del recorrido de la muestra de aire al interior de los analizadores y la forma en que estos evalúan la concentración de los contaminantes se encuentran en las fichas técnicas de cada equipo, en el anexo I.

Una vez los equipos determinan la concentración de contaminantes en la muestra de aire, muestran en una pantalla las concentraciones y estas quedan registradas y almacenadas en un sistema de adquisición de datos o datalogger, con la frecuencia que establezca el programa. Para lograr este registro, la señal de los equipos debe pasar por un convertidor que transforme voltaje en concentración, sin embargo hay algunos equipos que directamente transmiten la concentración al datalogger, como es el caso de los analizadores de monóxido de carbono (CO) marca Wedding. La estación meteorológica ubicada en la estación el Recreo transmite la señal de forma análoga y se convierte en digital cuando pasa por el programa Sutron, la señal de los otros sensores meteorológicos necesita una excitación eléctrica en el regulador que transforme de voltaje mayor a 12 voltios a uno más pequeño para que la entrada sea compatible con la del datalogger.

#### 3.3.1 Operación de RMCA- Valle de Sogamoso (abr 2001-sept 2002)

Una vez se dio inicio a la generación de datos, dos estudiantes residentes de la Universidad de los Andes, quienes habían recibido capacitación en Suiza sobre los equipos, debían realizar labores de inspección y mantenimiento de la red. En cada estación se tenía un libro de registro, en el que se hacían las anotaciones pertinentes a cada día de trabajo y el reporte de los inconvenientes que presentaba cada estación. Por este libro se



presume que los estudiantes visitaban cada estación sin ninguna periodicidad, entre una y dos veces por mes. Dentro de este registro aparecen algunas actividades de calibración y varios de los equipos fueron llevados hasta Bogotá entre febrero y marzo de 2002 para una campaña de medición y para su calibración. Los problemas reportados con mayor frecuencia son los relacionados con datos inestables o alarma en los equipos, pérdida de información en los datalogger y daños frecuentes en las bombas de succión.

La información se almacenaba diariamente en los datalogger, en archivos .dat. Se recolectaba manualmente y se almacenaba en disquetes, posteriormente se hacía necesaria una transformación de estos archivos a hojas de cálculo, su organización, interpretación y análisis; pero durante el tiempo en que duro en operación la red tan solo la información correspondiente al mes de enero de 2002 se trasladó a archivos de Excel y se realizaron gráficas de series de tiempo como análisis de la misma. No se reporto ningún tipo de validación de los datos ni análisis completo de los mismos. Por tal motivo no se conocieron por parte de las autoridades ambientales y muchos menos por parte de la población los resultados del monitoreo, como uno de los objetivos primordiales del diseño y operación de la red para el monitoreo de la calidad del aire.

### 3.4 ANÁLISIS DE LA RMCA- VALLE DE SOGAMOSO

Como parte final del reconocimiento de la RMCA-Valle de Sogamoso se realizan algunos análisis sobre aspectos como el diseño, instalación y operación de la red; este análisis permite identificar los componentes que requieren mayor atención dentro de la propuesta de reactivación de la red.

- **Información preliminar**

No se conocen completamente los documentos y estudios que dieron origen al diseño de la red, sin embargo por la información consultada, se puede establecer que no se profundizo en el análisis de aspectos como la climatología y topografía de la zona de estudio.



#### ▪ **Diseño de la red**

En los objetivos, la red no está contemplada como base en el desarrollo de políticas de la región y se considera poco funcional el saber si se está en la zona más contaminada del país, si esto no dirige acciones concretas. Los parámetros seleccionados están de acuerdo con las exigencias mundiales, pero en lo que se refiere a una red regional se debe contemplar la ampliación del número de puntos de muestreo. La ubicación de las estaciones meteorológicas es muy buena, teniendo en cuenta que se suplen las deficiencias espaciales de la red del IDEAM. Finalmente la duración del proyecto sugiere un tiempo suficiente para el logro de los objetivos, y justifica la renovación de la red.

#### ▪ **Instalación.**

Las instalaciones cuentan con las condiciones de infraestructura, seguridad, acceso y normas para el muestreo, aunque se debió hacer de una vez la conexión telefónica. La oficina de gestión es central y permite la realización del trabajo administrativo y de gestión

#### ▪ **Operación**

Se observan grandes fallas en la organización de recursos humanos y económicos, no se estableció un coordinador o administrador de la red y los funcionarios de Corpoboyaca, al trabajar en Tunja tuvieron poco control sobre los estudiantes de Uniandes y sobre las estaciones, además no se asignó un rubro continuo para la operación de la red por parte del organismo responsable ni otra entidad.

Las personas encargadas por Uniandes para la operación de la red no tenían suficiente capacitación ni en el área ambiental ni en el área electrónica, al ser estudiantes de ingeniería civil. Aunque existían libros de control de operación, estos se diligenciaron de forma muy desordenada, lo que no permite conocer las condiciones reales de operación de los analizadores durante el tiempo en que operaron, pero sí se sabe que no se operaron los medidores de alto volumen. No se plantea un programa de aseguramiento y control de la calidad, las labores de mantenimiento y calibración no se ajustan a procedimientos establecidos, no cumplen unas condiciones básicas de ejecución y



retroalimentación. Finalmente el manejo de la información llega a una fase mínima en la que solamente se extrae la información de los dataloggers.

### 3.5 MONITOREO DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN DE LA RED MANEJADA POR LA SECRETARIA DE SALUD

Desde 1983 la Secretaria de Salud de Boyacá y la Sección de Saneamiento Ambiental del Hospital Regional de Sogamoso dirigen la operación de tres equipos semiautomáticos para la medición de partículas en suspensión PST en el Valle de Sogamoso. Estas entidades y las personas que intervienen se enmarcan, con sus funciones, en la tabla 3.10.

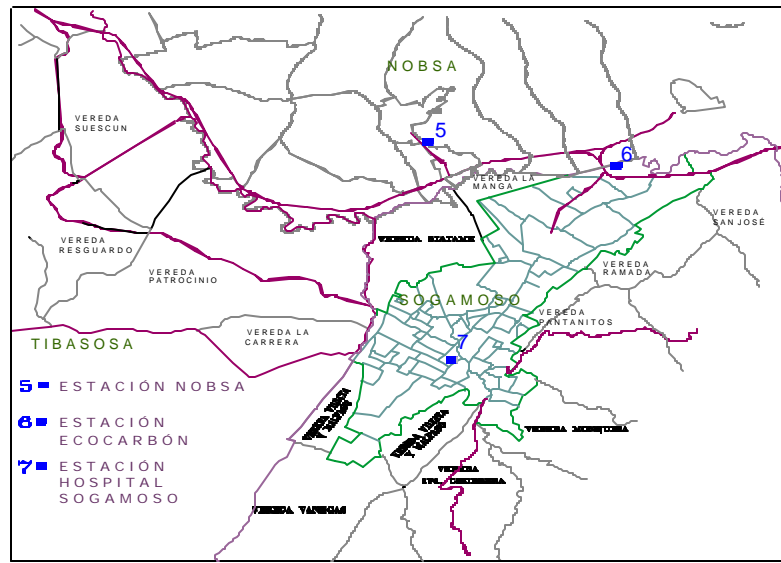
**Tabla 3.10. Entidades y personas involucradas en el monitoreo de PST**

Entidad persona	Función
Hospital de Sogamoso	Designa al Director de la sección de saneamiento ambiental, quien es el coordinador de esta red. Cubre el costo del operario Brinda las instalaciones de laboratorio y asegura su mantenimiento.
Secretaria de salud	Garantiza el presupuesto para la operación y el mantenimiento de los equipos. Publica la información obtenida.
Coordinador	Procesa y analiza la información Dirige la operación de los equipos. Establece la programación de calibración y mantenimiento.
Operario	Operación, calibración y mantenimiento de equipos. Garantiza un total de 10 muestras por mes. Análisis de muestras en laboratorio. Realiza un reporte con los datos del mes.

Fuente: Los Autores, 2003.

#### 3.5.1 Sitios de monitoreo

Como ya se mencionó, existen tres equipos Hi-vol ubicados dentro del territorio que comprende el Valle, estando dos equipos en el perímetro urbano de la ciudad de Sogamoso y otro en el municipio de Nobsa, ilustración 3.16.



**Ilustración 3.16. Ubicación equipos PST**

#### ▪ **Nobsa**

El analizador ubicado en Nobsa esta dentro del centro de salud de este municipio. El edificio esta a 10m de la vía de ingreso al municipio, a unos 300m de la empresa Cementos Boyacá, limita al norte con zona urbana, densamente poblada y sin ninguna actividad industrial notable; al sur con Sogamoso, al este con Nazareth y Belencito y al oeste con Duitama, zona de caleras que se convierte en la fuente de contaminación atmosférica más trascendente en la zona. El analizador está en la azotea del centro de salud a 2.30m del piso. En la ilustración 3.17 se observa el equipo y los alrededores de este punto de monitoreo.

#### ▪ **Ecocarbon**

En las instalaciones administrativas de la empresa Ecocarbón, próxima al sector del parque industrial, donde se ubican empresas como Hornasa, Proalambres y Fundí herrajes se ubica otro analizador. El edificio se encuentra a 50m de la vía que conduce al municipio de Nobsa y a 17m del edificio central de Ecocarbón, limita al noroeste con el municipio de Nobsa, al este con la empresa Acerías Paz de Río y al sur con el municipio de Sogamoso. En la ilustración 3.18 se observa el analizador, sobre la azotea principal a 6.30m sobre el nivel del piso y la fuente más cercana de contaminación, que es el parque industrial, a unos 300m de distancia.





**Ilustración 3.17. Monitoreo de PST en Nobsa**

- **Hospital regional Sogamoso**

Este punto de monitoreo se encuentra en la zona centro de la ciudad de Sogamoso, en el hospital regional. El analizador está ubicado sobre la azotea, por la entrada a la sección de consulta externa a 2.5m desde el nivel del piso, sin embargo la azotea es contigua al parqueadero y a un metro del equipo esta la pared del edificio.

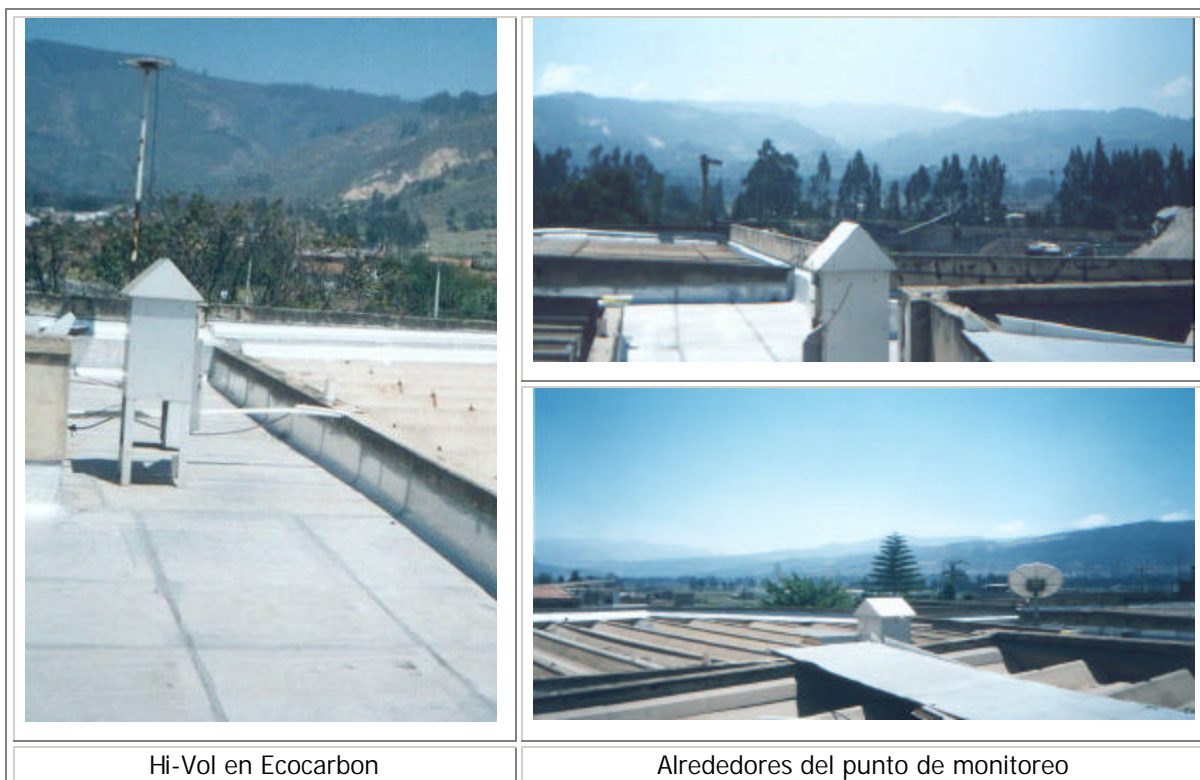
### 3.5.2 Programa de monitoreo

Los medidores de alto volumen son de la firma Grasseby, aparentemente están en buen estado de funcionamiento pero en notable desaseo. El operario pesa los filtros limpios, día por medio y los marca estipulando el número del filtro y la estación. Garantiza un mínimo de diez muestras para cada punto de monitoreo, pero no sigue un orden lógico para realizar el muestreo. Luego de realizar el muestreo durante aproximadamente 24





horas en cada punto, lleva los filtros 24 horas al desecador, en el laboratorio y vuelve a pesar. Realiza la calibración cada tres meses, pero no sigue ningún procedimiento estándar y no existe un historial de cada equipo.



**Ilustración 3.18. Monitoreo de PST Empresa Ecocarbón**

En las instalaciones del Hospital Regional se encuentra el laboratorio donde se realiza el análisis de las muestras, los instrumentos que intervienen en el proceso son principalmente la balanza electrónica y el desecador, y estos son manipulados directamente por el operario, sin el control de un profesional. Los formatos de campo sobre la toma de cada muestra y los resultados de laboratorio son reportados al Director de la Sección de Saneamiento, quien realiza el análisis de la información, dentro de este análisis se contempla la determinación de la concentración expresada como promedio geométrico de un mes y resumida mes a mes para cada una de las estaciones, el análisis gráfico de la concentración anual de PST y su comparación con la norma local.



## 4 MANEJO DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

A partir de la operación de los analizadores automáticos que hacen parte de RMCA-Valle de Sogamoso, entre abril de 2001 y febrero de 2002 se obtiene una gran cantidad de información que será descrita y analizada en este capítulo. Es importante anotar que dicha información fue suministrada por los operadores y extraída de los mismos equipos y que al no haber continuidad en el registro de datos, hay inexistencia de información en horas, días e incluso meses; sin embargo, se presume una buena calidad de los datos que fueron recopilados y que son el fundamento de los análisis realizados. Teniendo en cuenta que en términos de información ambiental los registros recopilados en menos de un año continuo no permiten identificar tendencias, los resultados que se presentan no son concluyentes ni pueden guiar aún, la toma de decisiones por parte de las autoridades. Son una aproximación a la situación atmosférica del valle y dan la pauta para alcanzar los objetivos del monitoreo, mejorar las condiciones de registro y el manejo de la información.

### 4.1 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LA RMCA- VALLE DE SOGAMOSO

El análisis de la información suministrada por la red se desarrolla en tres partes, tal como se muestra en la ilustración 4.1.

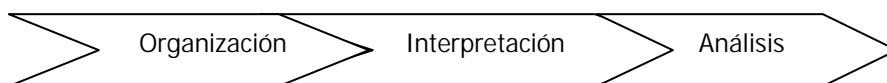


Ilustración 4.1. Metodología capítulo 4.



#### 4.1.1 Organización de la información

Las concentraciones de los contaminantes medidos en los equipos automáticos son almacenadas en un datalogger dispuesto en cada estación que maneja un programa en ambiente D.O.S. y genera archivos diarios con una configuración determinada. Los archivos se almacenan temporalmente en disquetes para luego ser transferidos a un computador central, en donde se transforman para ser trabajados mes por mes en libros de calculo Excel y conociendo la configuración en el datalogger, se determinan los contaminantes medidos reconocer y organizar la información existente en cada estación.

#### 4.1.2 Interpretación de la información

La interpretación de los datos contempla varios aspectos, cada uno de los cuales se estructura dentro de una base de datos, que se presenta en una pagina web, anexo C, diseñada para que el lector encuentre de forma sencilla, práctica y amistosa la información correspondiente a cada estación de la red.

- **Depuración de los datos**

Antes de iniciar con el análisis de los datos se realiza una depuración previa de los mismos, tanto en las tablas como en las gráficas se observa que los datos con los que se cuenta no fueron medidos de forma continua a lo largo del tiempo debido a fallas en el fluido eléctrico o fallas en los equipos de medición; estas situaciones generan datos que se descartan por ser poco confiables.

- **Resumen y comportamiento horario**

Una vez se tienen los archivos de cada mes, en donde cada hoja presenta la información de un día, se elaboran tablas que agrupan los datos diarios por parámetro medido, con esto se calcula el promedio y se hace la gráfica del comportamiento general de los parámetros hora a hora para cada mes.



- **Análisis estadístico y porcentaje de datos disponibles**

Se aplicó para cada día de medición la herramienta de análisis de datos con resumen de estadística descriptiva que ofrece el programa Excel, de allí se extractaron los valores máximos y mínimos y las medidas de tendencia central, media, mediana y moda y la desviación estándar, como medida de dispersión. Además se determinó el porcentaje de datos disponibles PDD, que es la relación entre el número de datos existentes y el máximo número de registros que se pueden obtener y permite establecer que tan representativo es un conjunto de datos en el día o mes monitoreado.

- **Comparación con la norma**

Como los intervalos de medición permiten tener varios datos en una misma hora y se presentan diferentes intervalos, la información se unifica en un promedio horario; este promedio permite realizar una comparación directa con la norma o facilitar la generación de medias móviles para la comparación, y deja ver el comportamiento general de las variables meteorológicas durante el mes. La norma con la que se comparan los datos es la establecida por el DAMA de Bogotá en la resolución 391 del 2001, al considerarse una de las más actuales y restrictivas en el país; no es posible tener en cuenta la norma nacional correspondiente al decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud, ya que esta no contempla técnicas de medición automáticas y exige una continuidad de 12 meses de muestreo para su comparación; y la Corporación Autónoma de Boyacá no ha establecido normas de calidad del aire para su jurisdicción.

Teniendo en cuenta la cantidad de datos que conforman un promedio horario o una media móvil y aquellos que realmente permiten extraer un dato confiable, se establecen una serie de banderas, que se disponen al lado de cada posible dato. Estas banderas, cuyo significado se amplía en la tabla 4.1 dan al lector una idea del motivo por el cual un dato es o no tenido en cuenta para la comparación con la norma y por tanto para representar la conducta de un contaminante.



**Tabla 4.1. Banderas**

<b>Bandera</b>	<b>Significado</b>
A	Datos aceptados, completos
D	Datos descartados
I	Datos insuficientes
N	No hay reporte de datos

Fuente: Los Autores, 2003.

#### 4.1.3 **Análisis de la información**

Una vez hay tablas y gráficas que simplifican y clarifican la información, se realiza una primera revisión de todos los meses monitoreados en cada estación, para encontrar relaciones entre el comportamiento de las variables. Se analiza cada contaminante en todas las estaciones, con base en las medidas estadísticas, el PDD, el comportamiento diario y la verificación de la resolución 391 de 2001 del DAMA. En el anexo D se presenta cada una de las gráficas que corresponden al comportamiento promedio horario y las que presentan los valores máximos diarios en cada estación, estas gráficas permiten evidenciar los días en los cuales no hubo datos y permiten identificar fácilmente puntos significativos. Con esto se describen similitudes, se destacan diferencias y se hacen consideraciones del comportamiento de los contaminantes junto con los parámetros meteorológicos.

#### 4.2 **INFORMACIÓN EXISTENTE**

La información que fue suministrada por la RMCA y con la cual se elaboró la base de datos que se presenta en un CD anexo, dada la gran cantidad de información y el tamaño de los archivos; corresponde al período de operación 2001-2002 y se lista en la tabla 4.2, donde se señala un mes con información.



**Tabla 4.2. Información existente RMCA -Valle de Sogamoso**

Estación	Año	Mes	Contaminantes					Variables meteorológicas			
			O <sub>3</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	PM10	WS	WD	HR	TEMP
AEROPUERTO	2002	Enero	X					X	X		
		Febrero	X	X		X		X			
		Mayo	X	X							
		Junio	X	X		X		X	X		
BAVARIA	2002	Enero	X			X					
		Febrero	X	X	X	X		X	X	X	
		Marzo		X				X	X	X	
		Abril		X				X	X	X	
		Mayo	X	X				X	X	X	
		Junio	X	X				X	X	X	
BELENCITO	2001	Julio	X	X	X						
		Agosto	X	X	X						
		Septiembre	X	X	X						
		Octubre	X	X	X						
		Noviembre	X	X	X						
		Diciembre	X	X	X						
	2002	Enero	X	X	X						
		Febrero	X	X	X	X					
		Mayo	X	X	X	X					
		Junio	X	X	X	X					
RECREO	2001	Abril	X	X	X	X		X	X	X	X
		Junio	X	X	X	X		X	X	X	X
		Julio	X	X	X	X		X	X	X	X
		Agosto	X	X	X	X		X	X	X	X
		Septiembre	X	X	X	X		X	X	X	X
		Noviembre	X	X	X	X		X	X	X	X
		Diciembre	X	X	X	X		X	X	X	X
	2002	Enero	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Febrero		X	X	X					
		Marzo	X	X		X					
		Abril	X	X		X	X				
		Mayo	X	X	X	X	X				
		Junio	X	X	X	X	X				
		Julio	X	X	X	X	X				
Agosto	X	X	X	X	X						
Septiembre	X	X	X	X	X						

Fuente: Los Autores, 2003.



### 4.3 COMPORTAMIENTO DE CONTAMINANTES

Como ya se ha mencionado la RMCA – Valle de Sogamoso esta conformada por cuatro estaciones en las que se realiza el monitoreo de parámetros de calidad ambiental y variables climatológicas. El análisis del comportamiento del monóxido de carbono, el ozono, los dióxidos de azufre y nitrógeno y el material particulado inferior a 10 $\mu$ , que fueron evaluados durante el segundo semestre de 2001 y primer semestre de 2002 se plantean en esta parte del documento.

#### 4.3.1 Monóxido de carbono, CO

El monóxido de carbono se evalúa en las cuatro estaciones, con un período mínimo de tres meses en la estación Aeropuerto, y uno máximo de 17 meses en la estación Recreo; se alcanza un PDD superior al 75% en los meses evaluados en la estación Bavaria, en algunos meses de la estación Belencito y sobre los primeros y últimos meses de la estación Recreo. La tabla 4.3 presenta el comportamiento general y la estadística de este contaminante.

Las medidas de tendencia central difieren considerablemente en cada estación; en el Aeropuerto la media esta entre 60 y 113 ppb, la mediana entre 9 y 17 ppb y la moda de 4 a 11 ppb. En la estación Bavaria el valor medio esta entre 70 y 113 ppb y la mediana y la moda están apenas por debajo de la media. En Belencito los dos primeros meses presentan valores medios entre 100 y 200 ppb, la mediana va de 9 a 25 ppb y la moda se repite en 1 y 3 ppb. En el barrio Recreo, la media es diferente cada mes pero la mayor parte del tiempo no supera los 400 ppb. La desviación estándar indica poca separación entre el conjunto de datos en las estaciones Aeropuerto y Bavaria mientras que en Belencito y Recreo la separación es mucho más amplia.



**Tabla 4.3. Comportamiento general CO**

Estación	Año	Mes	Mínimo- máximo	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	días	PDD mes
			(ppb)						
AE	2002	Feb	6.7-362.4	60.3	49.8	38	41.3	10	14.7
		May	0-918.2	112.9	104.5	55	99.2	17	29.2
		Jun	0-2169.6	86.2	59.2	31	96	24	41
BA	2002	Feb	6-1159	250.8	213	207	152	24	77.9
		Mar	66-6556	190.4	167.9	157.8	120	31	99
		Abr	59-547	111	107.9	107	24.4	30	94.7
		May	21-401	70.5	70	71	14.2	31	99.7
		Jun	0-1232	331.7	311.5	286	63.9	23	71.2
BE	2001	Jul	0-5721	224.7	120.9	19	300.4	16	52.2
		Ago	0-6804	133.2	37.3	6	315	13	39.8
		Sep	0-2338	79	19.5	5	151.6	10	27.9
		Oct	0-2009	56.3	25.3	3	92.4	15	18.2
		Nov	0-2490	68.7	9	1	134.8	9	22.8
		Dic	0-2299	56.1	12	1	120.7	29	90.2
	2002	Ene	0-4535	80.1	17.7	3	157.4	30	94.5
		Feb	0-2395	57.9	18.9	4	118.6	12	26.4
		May	0-781	56.5	12.8	1	87.8	13	38.4
		Jun	0.1-756	38.2	20.7	8	52.7	26	82.7
		Abr	0-4294	419.6	239.1	90	460.1	12	28.6
RE	2001	Jun	2-4217	254.2	163	16	318.8	29	93.8
		Jul	1-9799	250	144.6	56	297.1	24	74.8
		Ago	1-72414	630.8	216.4	19	974.6	31	98.4
		Sep	2-17521	1498	488.8	45	2264	22	67.4
		Oct	0-96661	203.2	108.8	45	606.7	19	43.1
		Nov	3-1967	118	90.2	38	103.3	12	35.9
		Dic	0-3988	364.2	221.8	195	326.4	26	78
		2002	Ene	6-3659	145.6	69	56	185	15
	Feb		0-2395	60.5	19.1	4	123	12	25.5
	Mar		0-3801	337.4	96.1	24	542.2	13	39
	Abr		6-2562	222.3	86.5	22	311.8	11	28.1
	May		4-5833	245.9	163.3	8	346.7	6	17
	Jun		4-1883	91	40.1	12	132	23	70.7
	Jul		6-86721	16782	15839	60	5449	29	91.3
	Ago	6-64521	5749.8	5178.2	1573	1816	31	99.7	
Sep	6-56654	403.5	116.8	70	821	25	79.2		

Fuente: Los Autores, 2003.

La concentración mínima es siempre cero en Belencito, esta entre 0 y 6 ppb en Aeropuerto y Recreo, pero en Bavaria alcanza valores hasta de 66 ppb. Así mismo, la concentración máxima, presentada en la ilustración 4.2, alcanza 2169 ppb en la estación Aeropuerto, esta muy cercana a 6500 ppb en las estaciones Bavaria y Belencito y llega hasta 96661





ppb en el barrio Recreo. Se destaca que la norma local de CO establece que la concentración promedio horaria no debe superar los 40.000 ppb, mientras que para el promedio en intervalos de 8 horas, la concentración debe estar por debajo de 12.000 ppb.

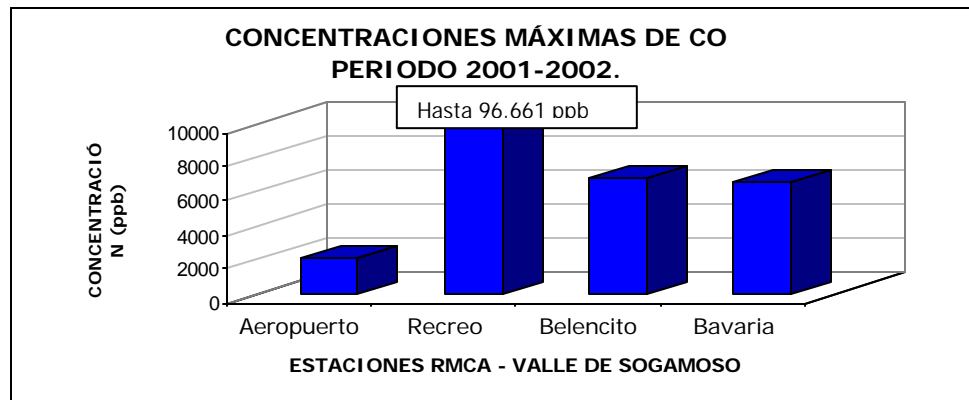


Ilustración 4.3. Concentraciones máximas de CO

El comportamiento diario analizado es muy irregular, no se logra encontrar ninguna similitud entre los meses ni establecer tendencias durante un día promedio. La ilustración 4.3 es un ejemplo del comportamiento de CO en julio de 2001 en la estación Belencito.

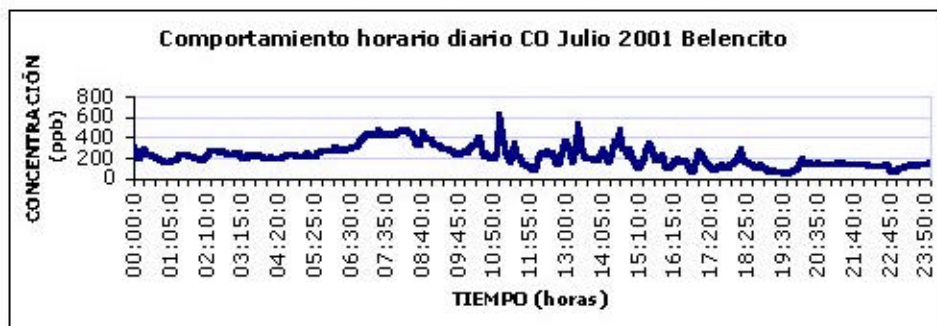


Ilustración 4.4. Ejemplo comportamiento horario diario CO.

En la estación ubicada en el Aeropuerto, hay una disminución gradual del rango de concentración durante el período de medición, en febrero la concentración permanece inferior a 300 ppb y solo presenta un pico de 515 ppb, en marzo los valores permanecen por debajo de 200 ppb y el punto máximo, que ocurre es de 427 ppb. Para abril y mayo



la concentración máxima no supera 150 ppb durante todo el día, y finalmente en junio los valores se elevan manteniendo un valor de 300 ppb, con un punto máximo de 400 ppb.

En la estación de Belencito a pesar de las grandes diferencias en el comportamiento diario, se pueden establecer los siguientes aspectos: en las primeras horas la concentración es baja, para algunos meses esta bajo 200 ppb, en otros bajo 100 ppb y en los últimos meses no supera los 30 ppb. Entre 7 y 9 a.m. se presenta generalmente, una elevación de la concentración y desde media mañana hasta entrada la tarde ocurren una serie de altibajos en los que se destacan algunos picos. Al final de la tarde, la concentración se estabiliza y se mantiene en niveles bajos, sin embargo en algunos meses se reportan picos sobre las 8 o 9 p.m.

En la estación del barrio el Recreo, en la que se tiene la serie de datos más extensa y las mediciones permiten comparar en dos años los mismos meses la irregularidad se hace más evidente, al tratar de establecer relaciones se encuentra que en los primeros dos meses del año la mayor parte del día la concentración está por debajo de 300 ppb y permanece inferior a 500 ppb, pero en julio y agosto de 2002 las concentraciones aumentan considerablemente y están por encima de 2000 ppb durante gran parte del día. Los días inician con bajas concentraciones y entre 7 y 8 a.m. se produce una elevación, luego hay constantes altibajos y en la noche, entre 7 y 9 p.m. se producen picos que en algunos meses alcanzan los máximos valores diarios.

#### 4.3.2 **Ozono, O<sub>3</sub>**

Este contaminante fue evaluado en las cuatro estaciones de monitoreo, con períodos de cuatro meses en las estaciones Aeropuerto y Bavaria, diez meses en el barrio Belencito y 16 meses en el Recreo. Tiene un porcentaje de datos disponibles que solo supera el 75% durante un mes en Bavaria, dos meses en Belencito y ocho meses en Recreo y no llega al 50% durante 10 meses.



La tabla 4.4. resume el análisis estadístico, en donde se encuentra que los valores mínimos siempre están muy cerca al cero y los valores máximos van hasta 198 ppb en Recreo, 221 ppb en Bavaria, 501 en Belencito y 422 en Recreo; ilustración 4.4.

**Tabla 4.4. Comportamiento general O<sub>3</sub>**

Estación	Año	Mes	Mínimo- máximo	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	días	PDD mes
			(ppb)						
AE (1)	2002	Ene	2-43	16	14.9	7	10.3	21	62.4
		Feb	2.8-198	18.3	17.2	11.2	13.7	10	15.4
		May	1-77	10.5	8.9	4.1	7.5	17	29.2
		Jun	0-312	11.2	8.9	5.9	9.2	26	72.5
AE (2)	2002	Ene	3-43	20	21	21	7	21	62.4
		Feb	10-55	24.8	24.3	21	8.8	10	15.4
		May	0.4-87	29.2	29.1	27.2	6	17	50.8
		Jun	0.6-85	27.8	27	25.1	5.8	26	72.6
BA	2002	Ene	6-38	14.3	13.2	8.9	6.4	26	72.5
		Feb	0-221	11.6	12.2	6.1	8.5	15	30.9
		May	0-179	7.1	5.4	0.8	7.1	21	74.2
		Jun	0-63	6.6	6.3	0.4	5.6	23	80.5
BE	2001	Jul	0-80	11	10.7	7	7.3	23	71.2
		Ago	0-54	12	12.5	13	5.7	18	59.6
		Sep	0-65	16.6	16	11	9.6	15	46.6
		Oct	0-426	14	12	8.2	10.2	10	27.9
		Nov	0-321	13.5	12.7	5.9	12.1	18	56.7
		Dic	0-501	7.8	6.8	4.8	6.3	9	22.8
	2002	Ene	0-250	4.3	3.2	1.1	4.4	23	73.2
		Feb	0-500	9.4	6.9	6.5	10.9	29	91.8
		May	0.4-66.8	11.8	11.9	10.2	5.7	14	38.5
		Jun	0.6-299	11.2	11.6	9.3	5.1	13	38.6
RE	2001	Abr	0-47	5.7	5	3	2.9	26	83.1
		Jun	6-206	9	8.6	8	1	15	36
		Jul	8-116	9.7	9.5	9	1.2	29	93.8
		Ago	0-113	11	4.4	1	10	18	50.2
		Sep	0-118	2.3	1.2	0	6.9	31	98.4
		Oct	0-198	1.3	0.2	0	6.2	29	61.6
		Nov	0-152	2.6	0.3	0	11	30	94.5
		Dic	0-422	5	2.3	1	11	19	28.3
	2002	Ene	0-98	49	52.3	49	14	26	52.6
		Mar	1-500	21	20	16	13	16	35.2
		Abr	1-241	17	14.7	11	13	31	99.3
		May	0-161	8.8	6.3	2	11	29	97.8
		Jun	1-23	7.3	7.1	6	3.4	6	16.7
		Jul	0-196	10	10.1	8	6.4	23	68.6
Ago	0-91	19	18.4	16	10	18	84		
Sep	6-85	27	25.9	23	11	31	97.7		

Fuente: Los Autores, 2003.

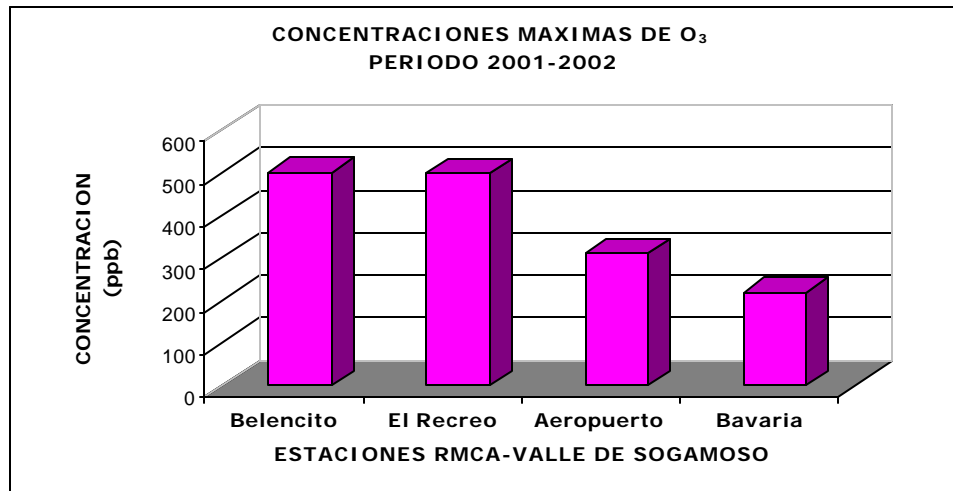


Ilustración 4.5. Concentraciones máximas O<sub>3</sub>

Los criterios o normas locales para las condiciones del valle establecen que la norma horaria para ozono no debe sobrepasar los 62 ppb.

En la estación Bavaria se diferencian dos periodos, en los dos primeros meses la media y mediana están alrededor de 12 ppb y la moda muy próxima a 7 ppb; en los siguientes meses la media esta alrededor de 7 ppb, la mediana muy cerca a 6ppb y la moda no sobrepasa 1 ppb. La estación Belencito tiene su media entre 4 y 10 ppb y una mediana y moda que van de 3 a 7 ppb para los meses de diciembre a febrero; en el resto de meses la media esta entre 11 y 16 ppb y mediana y moda van de 7 a 13 ppb. En el barrio Recreo se presentan también dos periodos, durante los primeros nueve meses y entre mayo y julio de 2002 la media esta por debajo de 11 ppb, en el resto de meses se ubica entre 17 y 49 ppb, la mediana se mantiene generalmente apenas por debajo de la media y salvo dos meses sugiere que al menos un 50% de los valores llegan hasta 20 ppb y se destaca una gran frecuencia para 0 y 1 ppb.

En la estación del Aeropuerto hay dos equipos que realizan la medición de ozono, de las marcas Monitor labs y Horiba, se desconocen las razones por las que se instalaron los dos equipos y los datos que suministran presentan un comportamiento similar, sin saber cual



estableció los niveles reales; con el Monitor labs el promedio esta entre 10 y 18 ppb, la mediana va de 9 a 17 ppb y la moda de 4 a 11 ppb; con el Horiba el promedio y la mediana están entre 20 y 29 ppb y la moda va de 21 a 27 ppb; igualmente los valores máximos son más altos en el Monitor labs, tal como se evidencia en la ilustración 4.5.

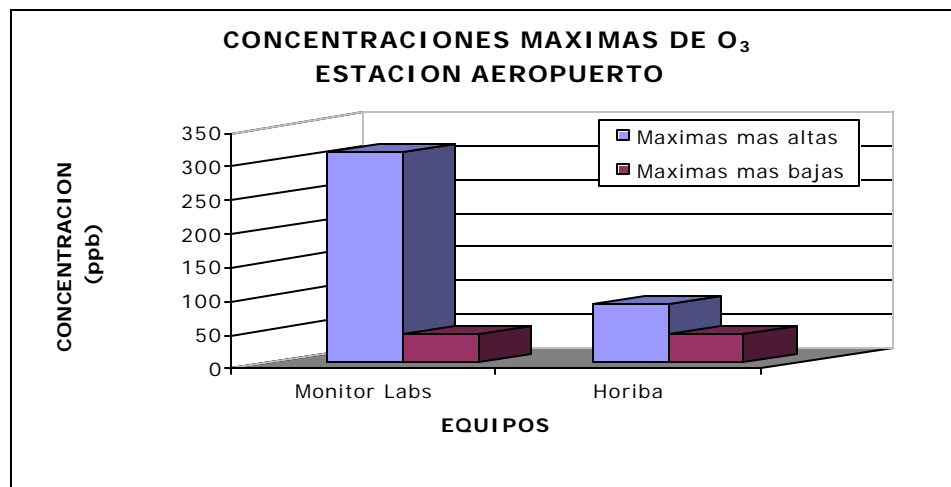


Ilustración 4.6. Comparación equipos O<sub>3</sub> estación Aeropuerto

La desviación estándar indica en general, poca dispersión entre el conjunto de datos, en la mayor parte de meses este valor esta por debajo de 10 ppb y el caso más alto se presenta en enero de 2002 en la estación Recreo con 14 ppb. El comportamiento diario del contaminante es cíclico, presenta un aumento gradual de la concentración entre 7 a.m. y 10p.m. y alcanza los valores máximos sobre el medio día, tal como se presenta en el ejemplo de la ilustración 4.4, para junio de 2002 en la estación Bavaria.

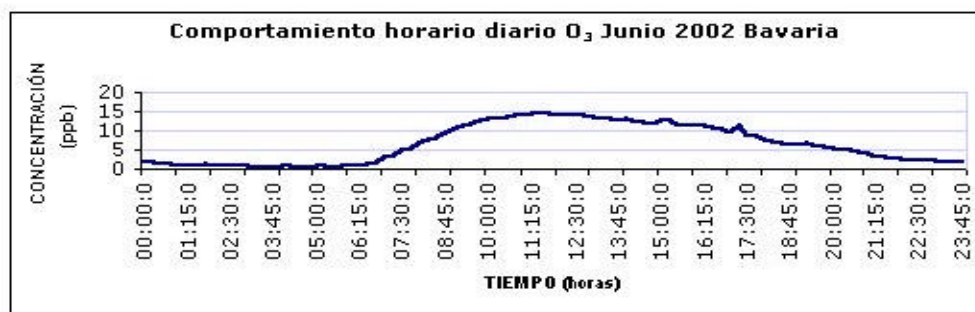


Ilustración 4.7. Ejemplo comportamiento horario diario O<sub>3</sub>.



En la estación Aeropuerto las primeras horas del día presentan un comportamiento constante con valores entre 5 y 10 ppb (monitor labs) y entre 15 y 25 ppb (Horiba). Entre 6 a.m. y 12 p.m. las concentraciones oscilan entre 35 y 53 ppb durante todo el período de monitoreo. En la estación Bavaria, las primeras horas de febrero, mayo y junio tienen valores alrededor de 2 ppb, mientras que en enero los valores oscilan alrededor de 10ppb, en los primeros tres meses la cima de la elevación se produce sobre 20 ppb y en junio no se distinguen estos picos y la cima alcanza solo 15 ppb.

En la estación de Belencito los primeros seis meses la concentración inicia el día en 10 ppb, sobre las primeras horas se mantiene alrededor de 5 ppb y a las 8 a.m. se produce un aumento que lleva el valor hasta 18 ppb; en julio las siguientes horas mantienen este valor constante, pero a medida que pasan los meses este período de constancia se vuelve más corto y el punto máximo del medio día tiene valores más grandes; entre 3 y 8 p.m. el valor decrece lentamente y llega a 10 ppb. En los últimos cuatro meses de muestreo se observa un descenso general de la concentración, en las primeras horas los valores no superan 5 ppb y el incremento acostumbrado oscila entre 10 y 15 ppb.

En la estación Recreo el comportamiento del ozono es un poco más irregular. Enero comienza el día con altas concentraciones, entre 60 y 70 ppb, luego llega a 40 ppb y permanece allí hasta las 6 p.m., cuando vuelve a subir para finalizar el día con 60ppb; en marzo, abril y mayo las primeras horas tienen una concentración mínima y el ascenso normal tiene su cúspide al medio día con 40 ppb. En junio y julio, los valores no sobrepasan 20 ppb, las concentraciones permanecen muy cercanas a 10 ppb y se observa un ligero pico que llega a 15 ppb. En agosto y septiembre se observa un comportamiento distinto entre años, para el primer año, entre 10 p.m. y 9 a.m. hay una continua oscilación entre 0 y 20 ppb y sobre el medio día y la tarde la concentración permanece por debajo de 5 ppb, en el segundo año se produce una elevación entre 7 a.m. y 5 p.m. que alcanza entre 30 y 40 ppb, al medio día. La concentración en octubre es muy baja y solo alcanza un máximo de 10 ppb sobre el medio día; finalmente tanto en noviembre como en diciembre la concentración es oscilante durante la mayor parte del día, con picos que van de 10 a 30 ppb, en horas de la mañana.



#### 4.3.3 Dióxido de azufre, SO<sub>2</sub>

Este contaminante también es evaluado en las cuatro estaciones, aunque durante periodos de tiempo más cortos que el monóxido de carbono y el ozono; el comportamiento general y el resumen estadístico se presentan en la tabla 4.5. En las estaciones Aeropuerto y Bavaria la medición es muy inconsistente y solo se realiza durante dos meses, en los cuales el porcentaje de datos no supera el 30%. En Belencito se cubren cuatro meses, pero solo un mes sobrepasa el 40% de datos disponibles y en el barrio el Recreo se alcanzan 16 meses de evaluación que superan el 90% de datos disponibles.

Tabla 4.5. Estadística SO<sub>2</sub>

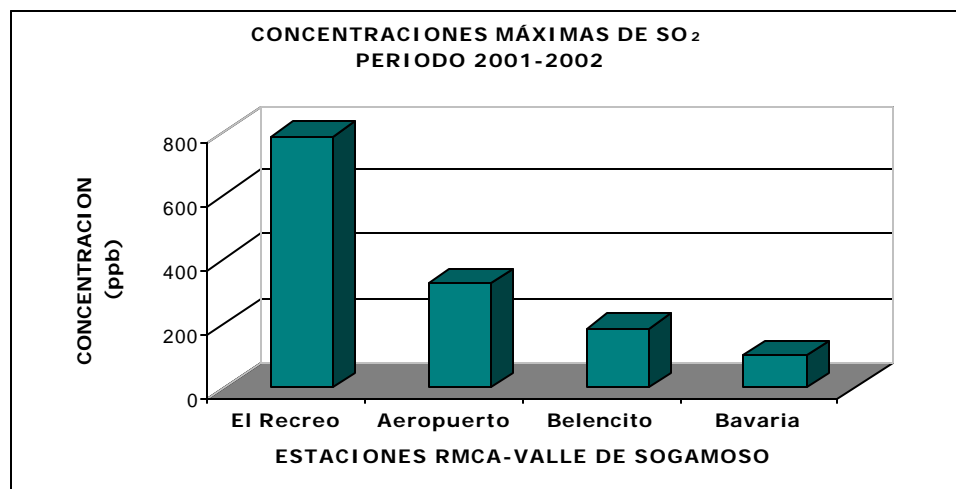
Estación	Año	Mes	Mínimo- máximo	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Total	PDD mes
AE	02	Feb	0.2-79.1	13.2	12.7	9	6.3	10	15.4
		Jun	0-325.7	5.0	2.8	2	10.1	19	22.7
BA	02	Ene	0-15	3.4	3.3	3	0.3	13	28.5
		Feb	0-101	12.9	9.9	6	11.2	21	17
BE	2002	Ene	6.6-62.4	3.9	2.9	2	3.8	15	32.7
		Feb	0-37.7	1.9	1.1	1	2.1	8	5.4
		May	7-70.5	15.5	13.1	12	6.9	13	38.6
		Jun	0-187	11.9	10.6	9	7.5	26	83.1
RE	2001	Abr	0-19	2.7	1.8	1	3	12	31.4
		Jun	0-38	4	2.6	2	2.5	29	93.7
		Jul	0-83	3	2.4	2	2.3	31	93.8
		Ago	0-15	1.3	1.2	1	1.0	31	98.7
		Sep	0-8	1.4	1.3	1	0.9	29	96.6
		Oct	0-10	2.2	2.1	2	1.1	30	94.5
		Nov	0-63	3.5	2.8	2	2.4	19	57.4
		Dic	0-60	2.5	2.4	2	1.6	29	89.8
	2002	Ene	0-786	10.3	7.8	9	8.2	19	44.9
		Mar	1-256	20	13	7	20	31	99.2
		Abr	3-151	17	12	8	14	30	99.4
		May	0-99	19	15	11	14	6	16.6
		Jun	4-194	16.2	11.9	8	11.5	23	68.5
		Jul	1-218	10	7.9	7	5.2	30	95.5
		Ago	4-60	11	8.6	6	5.5	31	99.7
		Sep	3-67	12	9.6	6	6.8	25	76.6

Fuente: Los Autores, 2003.



Según la norma local los niveles de contaminación por  $\text{SO}_2$  no debe ser superior a los 407 ppb para concentraciones promedio durante 3 horas y no debe sobrepasar los 109 ppb para concentraciones promedio diarias. En Aeropuerto, Bavaria y Belencito la media y mediana están entre 3 y 13 ppb y la moda se ubica entre 1 y 12 ppb. En Recreo en el 2001 el promedio va de 1 a 4ppb, la mediana tiene un rango entre 1 y 3 ppb y la moda esta alrededor de 2 ppb, en el 2002 la media va de 10 a 20 ppb, la mediana tiene valores entre 7.8 y 15 ppb y la moda esta entre 6 y 8 ppb.

Los valores mínimos están por debajo de 10ppb muy cercanos al cero, y los valores máximos, mostrados en la ilustración 4.7, contemplan un amplio rango de concentraciones, en las que se destacan 325 ppb en Aeropuerto, 101 ppb en Bavaria, 187 ppb en Belencito y 786 ppb en Recreo. La desviación estándar permanece por debajo de 10 ppb en las estaciones Aeropuerto, Bavaria, Belencito y en el primer año de mediciones en Recreo; en el segundo año el valor llega hasta 20 ppb.



**Ilustración 4.8. Concentraciones máximas  $\text{SO}_2$**

El comportamiento diario en la estación Aeropuerto tiene fluctuaciones notorias para febrero, con diversos picos en las primeras horas del día y un ascenso paulatino entre 8 a.m. y 3 p.m.; en junio las concentraciones son más bajas y permanecen entre 0 y 10 ppb. En la estación Bavaria, en enero la mayor parte de valores son 3 ppb y solo durante





algunas horas de la tarde la concentración aumenta y llega a 5 ppb, en febrero la mayor parte del día tiene valores entre 0 y 5 ppb pero hay momentos de fluctuación con valores pico de 30 ppb y 12 ppb.

En los dos primeros meses de la estación Belencito los valores no llegan a 15 ppb, siendo mínima la concentración en las primeras y últimas horas del día, el período de mayor concentración se presenta entre 11 a.m. y 6 p.m. para enero y entre 12m y 3 p.m. para febrero, con valores alrededor de 10 ppb; en mayo y junio se observa un aumento general sobre los valores, permaneciendo entre 10 y 20 ppb y con picos de 25 y 33ppb respectivamente. En la estación Recreo el  $\text{SO}_2$  muestra una leve tendencia a través de los meses evaluados, diferenciándose entre estos, por los rangos de concentración. El día inicia con una concentración entre 2 y 5 ppb, hacia las 6 a.m. experimenta una elevación que alcanza su punto máximo sobre las 8 a.m. y le sigue un descenso gradual que llega y se mantiene cerca al cero hasta las 6 p.m., cuando la concentración vuelve a ascender y se mantiene hasta final del día; ilustración 4.8.



**Ilustración 4.9. Ejemplo comportamiento horario diario  $\text{SO}_2$ .**

En enero la concentración inicia el día en 45 ppb, hay una elevación normal en la mañana y en las últimas horas la concentración llega y se mantiene en cero; marzo y abril, se diferencian por el intervalo de medición, en marzo, va de 2 a 41 ppb, en abril de 2001 va de 0 a 8 ppb y en el 2002 va de 6 a 32 ppb; en mayo las primeras horas del día tienen una concentración de 20 ppb y en horas de la noche hay un pico de 46 ppb. Junio y julio tienen un comportamiento similar entre años, en el 2001 las primeras horas oscilan entre



2 y 6 ppb y hay una elevación de 8 ppb, en el segundo año las primeras horas están entre 10 y 20 ppb y hay un pico de 30 ppb en horas de la noche. En agosto la elevación de la mañana llega a 8ppb y sobre el medio día hay una serie de picos irregulares que alcanzan 6ppb. Para diciembre la concentración mantiene valores muy bajos.

#### 4.3.4 Dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>

En la estación Aeropuerto no se hace medición de este contaminante y en Bavaria solo fue monitoreado durante diez días en enero de 2002 con un gran número de cortes, por lo cual no se hace análisis en esta estación. En las estaciones Belencito y Recreo se monitoreo en 9 y 15 meses respectivamente, con un PDD que alcanza un 50% en cuatro meses en Belencito y 75% en la mitad de los meses evaluados en Recreo, tabla 4.6.

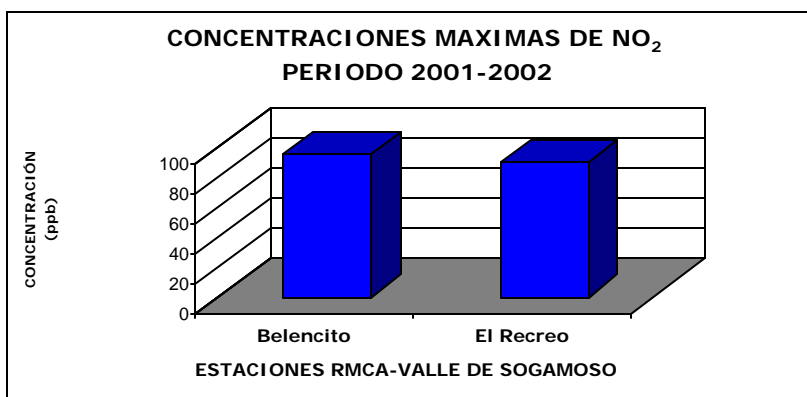
Tabla 4.6. Estadística NO<sub>2</sub>

Estación	Año	Mes	Mínimo- máximo	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	días	PDD mes
BE	2001	Jul	0-66	8.7	6	2	8.2	12	38.7
		Ago	0-43	7.9	5.9	2	7	15	46.6
		Sep	0-54	10.9	9	5	7.9	11	34.4
		Oct	0-73	11.6	10.7	7	7.7	17	54.8
		Nov	0-95	1.8	1.4	1	2.7	9	27.9
		Dic	0-92	3.7	3.1	2.5	2.1	31	99.1
	2002	Ene	0-5	0.4	0	0	0.7	8	16
		May	0-20.8	2.5	1.9	1	2.1	13	38.6
		Jun	0-22.8	2.1	1.7	1	1.9	26	83.1
RE	2001	Abr	0-31	9.6	8.6	8	4.7	14	42
		Jun	0-51	5.8	5.5	5	3.2	27	82.2
		Jul	0-54	13.4	13.3	16	6.1	9	22
		Ago	0-45	25.5	25.5	25	3.9	31	98.7
		Sep	1-64	35.4	35.4	36	4.3	29	61.6
		Oct	1-66	36.5	36.4	36	4.3	30	94
		Nov	0-55	31.3	30.9	30	5.1	20	31.9
		Dic	0-54	23.3	23.2	23	3.9	28	63.3
	2002	Ene	0-35	9	8	7	5.3	19	29.4
		Feb	0-60	8.9	6.9	6	6.5	14	38.5
		May	0-50	11.2	9.2	6	8.2	6	16
		Jun	0-45	6.4	5.1	4	4.9	23	69.9
		Jul	0-60	11.7	9.9	7	6.8	30	98.8
		Ago	4-60	12.2	10.5	7	7.0	31	99.7
		Sep	4.5-90	10.7	9.4	7	6.0	25	79.2

Fuente: Los Autores, 2003.



La norma local para  $\text{NO}_2$  establece que las concentraciones promedio diarias no deben estar en niveles por encima de 38 ppb. Los valores mínimos son generalmente cero y los valores máximos, presentados en la ilustración 4.9, llegan hasta 95 ppb en Belencito y 90 ppb en Recreo, aunque la mayor parte de estos valores están entre 45 y 65 ppb.



**Ilustración 4.10. Concentraciones máximas  $\text{NO}_2$**

Los valores de tendencia central presentan dos rangos en cada estación, en los cuatro primeros meses de Belencito y para los períodos de abril a julio de 2001 y de enero a septiembre de 2002 en Recreo la concentración promedio esta entre 6 y 12 ppb, la mediana va de 5 a 10 ppb y la moda esta entre 2 y 7 ppb, en los últimos meses de monitoreo en Belencito la media y mediana toma valores entre 0 y 3 ppb y la moda es generalmente 1 ppb; en el período que cubre de agosto a diciembre en la estación Recreo las tres medidas toman valores entre 23 y 36 ppb. La desviación estándar sugiere poca dispersión del conjunto de datos al tener valores por debajo de 8ppb en las dos estaciones.

En Belencito durante los primeros cuatro meses la concentración tiene un comportamiento diario similar en el que el valor comienza en 10 ppb y se eleva sobre las 8 a.m., sufre un descenso que termina hacia el medio día con un valor estable de 5ppb y sobre las 8 p.m. la concentración vuelve a incrementarse; ilustración 4.10. En noviembre, diciembre, mayo y junio la concentración tiene, durante la mayor parte del día, valores inferiores a 3 ppb y en enero los valores están por debajo de 1.5 ppb.



En la estación Recreo durante enero y febrero las primeras y últimas horas del día mantienen una concentración por debajo de 10ppb y sobre parte de la mañana y hasta terminar la tarde se produce una elevación que llega hasta 20 ppb, en abril la concentración inicia el día con valores que oscilan entre 10 y 15 ppb, desciende y se mantiene en 5 ppb hasta las 4 p.m. y vuelve ascender para llegar a 15 ppb terminando el día. Para mayo, junio y julio el día inicia con concentraciones cercanas a 10 ppb, sobre las 6 a.m. hay un aumento repentino y luego los valores descienden y se mantiene bajo 5 ppb, pero en la tarde vuelve a incrementarse de forma más gradual la concentración. Agosto y septiembre tienen un rango de 20 a 40 ppb, la concentración entre 5 p.m. y 7 a.m. se mantiene casi en línea recta. Durante noviembre y diciembre la concentración permanece todo el día muy cercana a 40 ppb y solo se distingue una caída drástica sobre las 5 p.m.



Ilustración 4.11. Ejemplo comportamiento horario diario NO<sub>2</sub>

#### 4.3.5 Material particulado menor a 10 $\mu$ PM-10

El material particulado inferior a 10 $\mu$  se evalúa únicamente en la estación ubicada en barrio Recreo durante ocho meses, de los cuales sólo tres superan un 75% de los datos disponibles y dos alcanzan un 50%, tabla 4.11. En los primeros tres meses las concentraciones se mantienen en un rango de 0 a 100 $\mu$ g/m<sup>3</sup>, tienen una mediana cercana a 22 $\mu$ g/m<sup>3</sup>, una media alrededor de 20 $\mu$ g/m<sup>3</sup>, una moda única de 2 $\mu$ g/m<sup>3</sup> y una desviación entre 16 y 18  $\mu$ g/m<sup>3</sup>; en los meses posteriores el intervalo de medición comienza a partir



de  $5\mu\text{g}/\text{m}^3$  y se llega a un máximo de  $600\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la media esta entre  $58$  y  $91\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la mediana va de  $45$  a  $59\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la moda se sitúa alrededor de  $60\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la desviación se presenta entre  $39$  y  $96\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabla 4.7. Estadística PM-10

Año	Mes	Mínimos - máximos	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Total	PDD mes
2001	Nov	0-98	21.2	19.8	2	16.1	18	54.1
	Dic	0-86	21.2	19.6	2	15.9	26	81.1
2002	Ene	0-87	23.2	21	2	18.2	12	38.5
	Abr	10.7-600	91.2	59.3	163	96.1	17	42.5
	May	10.4-291	77.1	59.3	35	54.5	6	16.8
	Jun	5.4-36.5	58.4	45.7	65	39.7	20	62.9
	Jul	12.5-498	78.2	57.6	64	63.3	30	97.4
	Ago	13-436	65.3	51.9	60	46.5	27	86.4

Fuente: Los Autores, 2003.

En los primeros tres meses los valores presentan durante todo el día continuos altibajos, sin embargo se observa un comportamiento similar en el que durante las primeras horas los valores están por debajo de  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se presenta una elevación que alcanza el punto máximo sobre el medio día y en la tarde comienza el descenso que lleva los valores sobre  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  y los mantiene allí hasta terminar el día, ilustración 4.11.

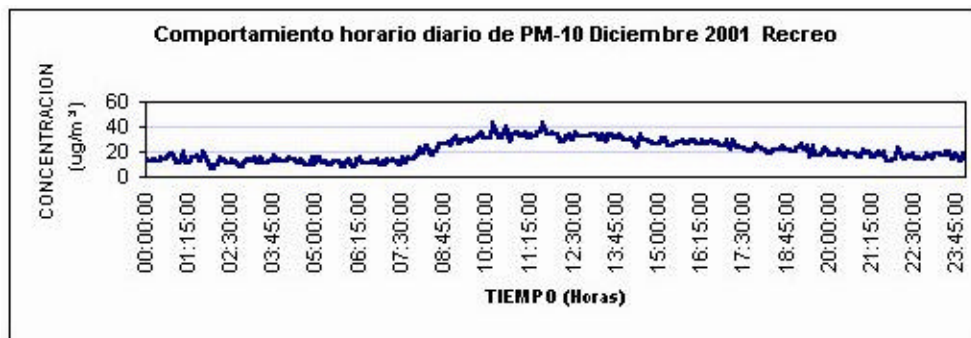


Ilustración 4.12. Ejemplo comportamiento PM-10



#### 4.4 COMPORTAMIENTO DE VARIABLES METEOROLÓGICAS

Como se anoto en el capítulo pasado la información climatológica se registra sólo en tres estaciones de la RMCA-Valle de Sogamoso y difiere en cuanto a parámetros medidos y tiempo de medición. Esta información es aún, mucho más limitada que la de contaminantes, debido a que los instrumentos para la medición de variables meteorológicas fueron los últimos en ser instalados y los problemas de medición o registro de la información tomaban mayor tiempo. Sin embargo la información meteorológica tuvo un mayor porcentaje de datos disponibles (PDD) que los parámetros de calidad de aire, superando en la mayoría de los casos el 90%.

##### 4.4.1 Velocidad y dirección del viento

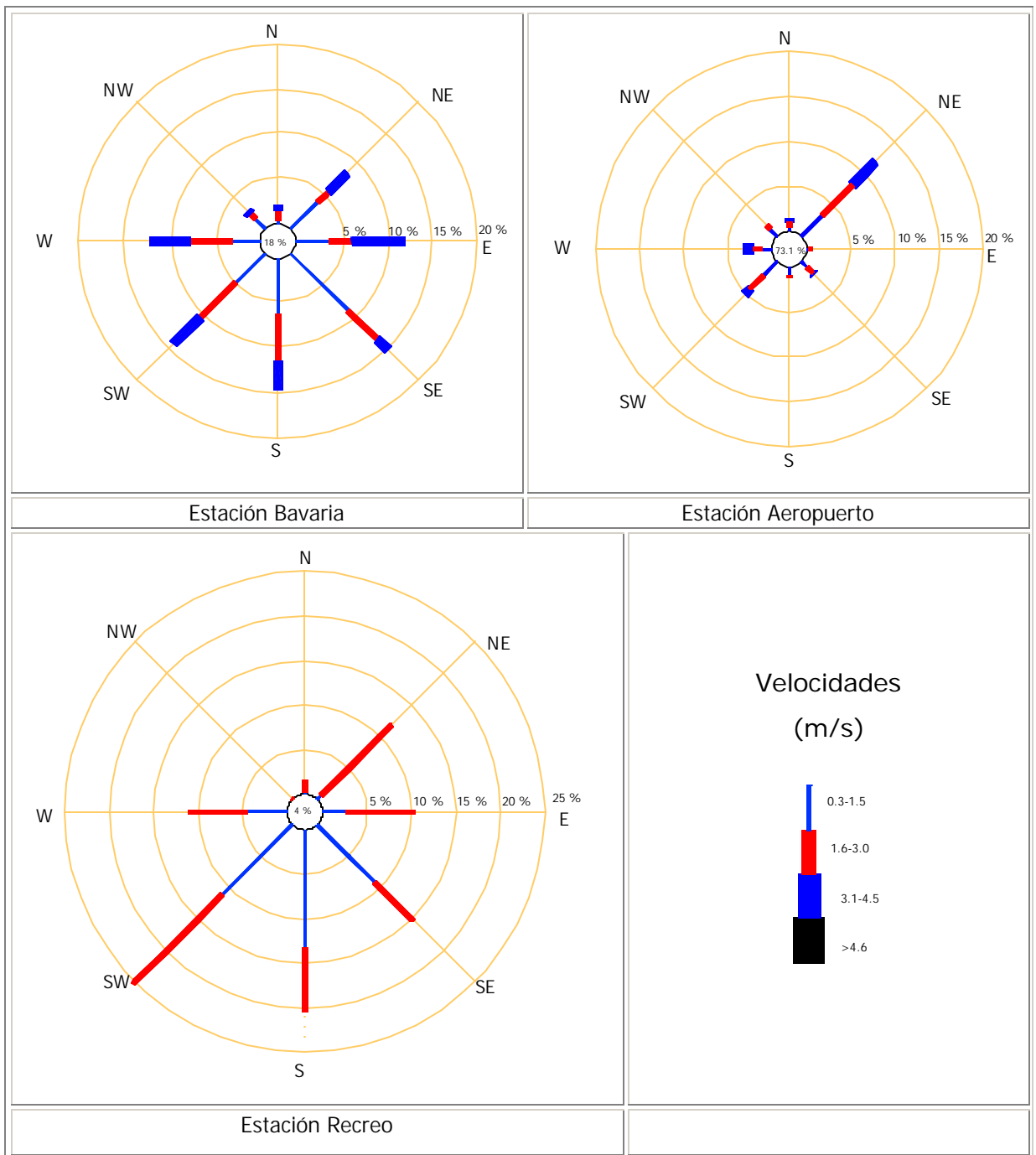
La RMCA-Valle de Sogamoso tiene en tres estaciones sensores automáticos de dirección y velocidad del viento. En la tabla 4.8 se muestran las estaciones y los meses en que operaron los sensores en cada una de ellas.

**Tabla 4.8. Meses de monitoreo de Dirección y velocidad del viento RMCA.**

fecha estación	2001						2002					
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Aeropuerto							X					X
Bavaria								X	X	X	X	X
Recreo	X	X	X	X	X	X	X					

Fuente: Los autores, 2003

Las rosas de vientos de la ilustración 4.12 fueron elaboradas con la información horaria evaluada en las estaciones Aeropuerto, Bavaria y Recreo, en el anexo E se presentan las rosas de vientos correspondientes a cada uno de los meses en cada estación.



**Ilustración 4.13. Rosas de vientos estaciones RMCA - Valle de Sogamoso**

La estación ubicada en el Aeropuerto presenta grandes porcentajes de calma, entre 59 y 77% y la mayor parte de vientos tienen una velocidad menor a 1.5m/s. En enero se registran algunas velocidades mayores a 5m/s y la



dirección predominante es la suroeste, en junio las velocidades no sobrepasan 4.5m/s y la mayor parte del tiempo provienen del noreste. La velocidad del viento en la estación Bavaria no sobrepasa 4.5m/s, exceptuando mayo, el porcentaje de calma para los diferentes meses esta entre 14 y 22%; en febrero y abril predominan las direcciones suroeste y sur, en marzo el sur y oeste, en mayo el viento viene del este y noreste y en junio viene del sureste y oeste. En la estación Recreo los porcentajes de calma son generalmente bajos en todos los meses, siendo el máximo 12% y los vientos no superan los 4.5m/s estando la mitad del tiempo por debajo de 1.5m/s; durante todos los meses evaluados los vientos vienen del suroeste y sur principalmente, aunque en julio, agosto y enero también se destaca la dirección noreste, así como en el resto de meses lo hace el sureste.

#### 4.4.2 Humedad Relativa

Este parámetro es medido en las estaciones de Bavaria y Recreo, en la primera estación se mide durante cinco meses continuos del 2002, desde febrero hasta junio; en Recreo el monitoreo se efectúa durante ocho meses no continuos que inician en abril de 2001 y finalizan en enero de 2002. En ambas estaciones se obtiene una cantidad de datos que superan el 90% del total disponible.

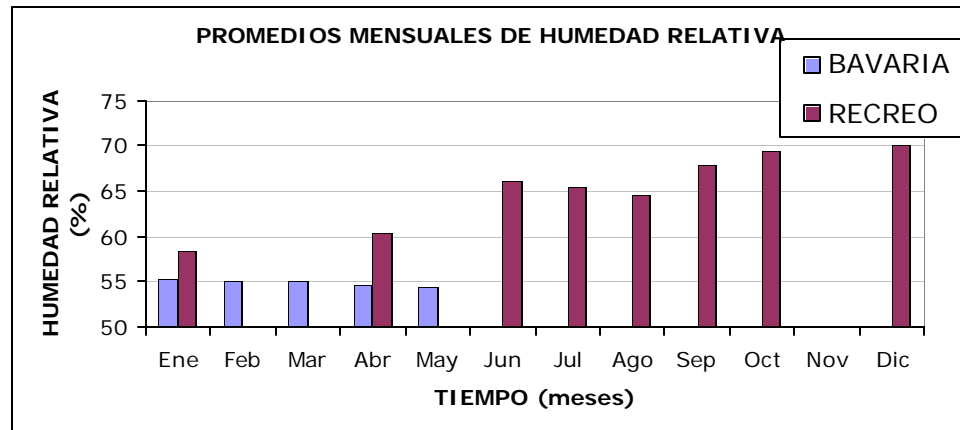
Los promedios mensuales de las dos estaciones, que se presentan en la tabla 4.13, y en la ilustración 4.13 registran valores más bajos que los reportados en los últimos 20 años en las estaciones del IDEAM.

**Tabla 4.9. Valores medios de humedad relativa.**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
BAVARIA		55.2	55.1	55.1	54.7	54.4						
RECREO	58.4			60.4		66.1	65.5	64.6	67.9	69.3		70.1

Fuente: Los Autores, 2003.





**Ilustración 4.14. Promedios mensuales de humedad relativa  
RMCA - Valle de Sogamoso**

En Bavaria el promedio de humedad se sitúa muy cerca de 55% y el porcentaje de humedad desciende lentamente con el transcurso de los meses; en Recreo los valores van desde 58%, en enero hasta 70% en diciembre,

Al analizar el comportamiento diario de la humedad, en la mayor parte de los meses el día inicia con un valor de 80% que aumenta gradualmente hasta alcanzar su punto máximo entre 4 y 5 a.m. con 88%, se mantiene en esta cifra hasta las 7 a.m. cuando se presenta un descenso que culmina sobre el medio día con una humedad cercana al 40% y en las primeras horas de la tarde ocurre un nuevo ascenso que finalizara con el día en una humedad de 80%.

#### 4.4.3 Temperatura

La única estación de la red de calidad del aire que mide temperatura es Recreo, la medición se inicia en abril de 2001 y finaliza en enero de 2002, con un total de ocho meses monitoreados, de los cuales abril y enero no alcanzan un 50% del total de datos disponibles pero los otros meses superan el 90%.

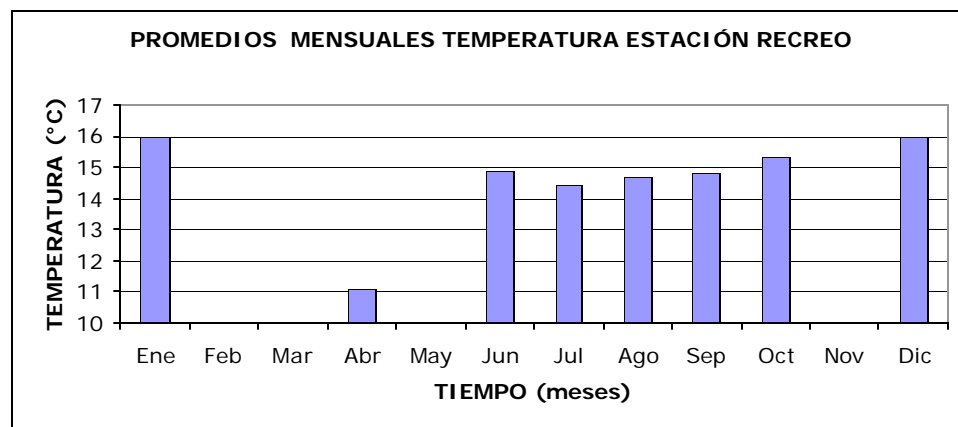


Los valores promedios para cada mes, que se presentan en la tabla 4.10 y en la ilustración 4.14 dejan ver que la temperatura media más baja se produce en abril, con 11°C y la más alta se registra en diciembre y enero, con 16°C; así mismo, el mínimo valor registrado es de 1.2°C en abril y el máximo valor se produce en enero, con 29°C.

**Tabla 4.10. Valores mensuales de temperatura**

Estación	Ene	Abr	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Dic
RECREO 2001	16	11.1	14.9	14.4	14.7	14.8	15.3	16

Fuente: Los autores, 2002.



**Ilustración 4.15. Comportamiento de la temperatura estación Recreo.**

Al comparar los valores registrados en la estación Recreo con los registrados en las estaciones del IDEAM se encuentra gran similitud entre ésta y la estación Belencito, salvo los valores de abril y enero, que pueden considerarse insuficientes y no representativos, los meses que cubren el segundo semestre del año presentan cifras muy cercanas. La temperatura, en el ciclo diurno se mantiene en un intervalo de 10 a 20°C durante todo el día y presenta una única elevación que inicia cerca de las 7 a.m., llega a la cima sobre el medio día y finaliza hacia las 6 p.m.



#### 4.5 CONCENTRACIONES MÁXIMAS

Se evalúan los promedios horarios más altos de cada mes para cada contaminante en las diferentes estaciones, tal como se muestra en el anexo F y aunque no se pueden relacionar las variables meteorológicas con las concentraciones de contaminantes en todas las estaciones, ni todos los meses, se plantean algunas observaciones.

La concentración horaria más alta, de monóxido de carbono se registran en septiembre para la estación Recreo con 87560 ppb; en agosto para la estación Belencito, en marzo para la estación Bavaria, y durante junio para la estación Aeropuerto, con 710 ppb. Los meses de menor concentración son febrero, tanto en la estación Recreo como en Aeropuerto, con 289 y 692 ppb respectivamente; mayo para la estación Bavaria y junio, con 619 ppb para la estación Belencito. Las mayores concentraciones de CO se presentan entre las 5 p.m. y las 12 p.m., aunque tienen mayor frecuencia las ocurridas entre 7 y 10 p.m. y durante la mañana se observa otra franja de altas concentraciones entre 7 y 8 a.m.

Para las estaciones de Bavaria y Recreo las mayores concentraciones de CO se presentan cuando se registra una velocidad del viento superior a 1.5 m/s, en Bavaria se observa en algunos casos, comparando con las gráficas de promedio horario de humedad, que en el momento que se registra una mayor concentración, la humedad es más alta y sobresale del comportamiento normal de la gráfica, este comportamiento sugiere que en momentos en que se acumula el vapor de agua en el aire, junto a él hay acumulación del gas contaminante.

Las más altas concentraciones de ozono se producen durante los meses de febrero, en las estaciones Aeropuerto y Bavaria, con 198 ppb; marzo, en la estación Recreo y diciembre en la estación Belencito, con 61 ppb. Las menores concentraciones se reportan durante enero con 38 ppb en Aeropuerto, en junio para las estaciones Belencito y Bavaria y en agosto para la estación Recreo, con 11 ppb. Las mayores concentraciones de ozono se presentan entre media mañana y media tarde, con preferencia sobre el medio día, en



donde la temperatura esta generalmente por encima de 15°C, no se encuentra ninguna relación importante entre la concentración de ozono y la velocidad del viento, pero vuelve a ocurrir una elevación de la humedad relativa en puntos de mayor concentración.

En cuanto al dióxido de nitrógeno, que solo es comparable entre la estación Recreo y la de Belencito, las mayores concentraciones se presentan en agosto, con 155 ppb y en diciembre, con 60ppb respectivamente. Las horas del día en que se registran las mayores concentraciones son entre 7 y 9 a.m. y entre 11 y 12 p.m.; las mayores concentraciones se registran en la estación Recreo con 558ppb durante enero y en la estación Belencito, con 22 ppb durante mayo, no hay ninguna franja del día en el que se presenten altas concentraciones y solo sobresale una alta frecuencia de ocurrencia de altas concentraciones a las 7 a.m. Finalmente, el material particulado menor a 10 $\mu$ , monitoreado en la estación Recreo presenta la mayor concentración durante agosto, con 600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; y los valores más bajos en noviembre. La mayor ocurrencia de concentraciones altas se registra sobre el medio día, entre las 12 a.m. y 1 p.m.

Es difícil establecer alguna relación entre los meses, dada la poca información que se tiene, sin embargo se encuentra curioso que agosto es el mes donde se presenta mayor concentración de CO en Belencito y mayor concentración de NO<sub>2</sub> y PM-10 en Recreo, pero menor concentración de O<sub>3</sub> en la misma estación. Junio es el mes de menor concentración de CO en Belencito y de O<sub>3</sub> en Bavaria, diciembre presenta altas concentraciones de O<sub>3</sub> y NO<sub>2</sub> en Belencito y marzo presenta altas concentraciones de CO en Bavaria y de O<sub>3</sub> en Recreo.

#### 4.5.1 Concentraciones que sobrepasan la norma

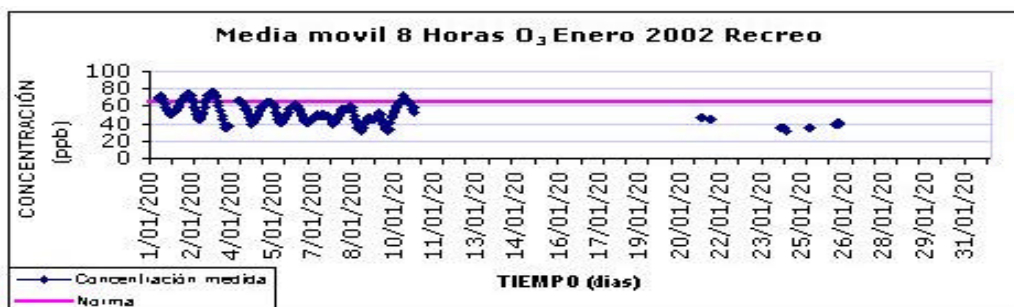
La excedencia de los niveles máximos fijados en la resolución 391 de 2001 del DAMA se resume en la tabla 4.11. y se amplía en el anexo G, con gráficas como la que se muestra en la ilustración 4.15.



**Tabla 4.11. Concentraciones que sobrepasan la norma**

Estación	Año	Fecha	puntos	Concentración	Hora	Período	Norma
MONOXIDO DE CARBONO (ppb)							
Recreo	01	Ago-31	1	42316,3	6 p.m.	horario	39000
	01	Ago-31	3	24140,2	10 p.m.	8 horas	11000
	01	Sep-01	4	87560	9 p.m.	horario	39000
	01	Sep-1/2	9	43429,3	2 a.m.	8 horas	11000
	01	Ago 1-5	55	54554,5	11 a.m.	horario	39000
	01	Ago 1-5	104	45711,9	6 p.m.	8 horas	11000
	02	Sep 23	2	48185.3	7 p.m.	horario	39000
	02	Sep 23	3	22883.3	10 p.m.	8 horas	11000
OZONO (ppb)							
Aeropuerto	02	Jun-26	1	88,77	9 a.m.	horario	83
Recreo	02	Ene-02	2	89	10 a.m	horario	83
	02	Ene-03	1	87	12p.m	horario	83
	02	Ene-01	6	71,7	9 a.m.	8 horas	65
	02	Ene-02	12	74,4	10 a.m.	8 horas	65
	02	Ene-03	12	76,1	8 a.m.	8 horas	65
	02	Ene-04	6	66,4	7 a.m.	8 horas	65
	02	Ene-10	10	71,8	9 a.m.	8 horas	65
	02	Mar-16	1	151,2	1 p.m.	horario	83
	02	Abr-15	2	131,5	12 a.m.	horario	83
	02	Abr-18	1	101	6 a.m.	horario	83
MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
Recreo	02	Jun 11/12	24	219,2		24 horas	170

Fuente; Los Autores, 2003.



**Ilustración 4.16. Ejemplo excedencia de la norma de  $\text{O}_3$ .**

#### 4.5.2 Análisis de probabilidad de excedencia de la norma

El calculo de probabilidades se realiza para tener una idea más clara sobre los índices de contaminantes que superan los limites permisibles, se determina por medio de la



frecuencia relativa, que es la relación entre las concentraciones que superan la norma con la cantidad de datos válidos durante el período de muestreo para cada contaminante, y esta expresado en porcentaje, tal como se muestra en la tabla 4.12.

**Tabla 4.12. Probabilidad de excedencia de la Res 391/01 DAMA.**

Contaminante	Estación	Mes	Periodo de muestreo	Datos válidos	Datos que superan la norma	Probabilidad	%
Monóxido de Carbono	de Recreo	Ago-01	Horario	731	1	$4.10 \cdot 10^{-3}$	0.41
		Ago-01	8 Horas.	731	3	$4.10 \cdot 10^{-3}$	0.41
		Sep-01	Horario	497	4	$8.04 \cdot 10^{-3}$	0.80
		Sep-01	8 Horas	492	4	$8.13 \cdot 10^{-3}$	0.81
		Ago-02	Horaria	742	55	0.07	7.41
		Ago-02	8 Horas	744	104	0.13	13.9
		Sep-02	Horaria	567	2	$3.52 \cdot 10^{-3}$	0.35
		Sep-02	8 Horas	570	3	$5.26 \cdot 10^{-3}$	0.52
Ozono	Aeropuerto	Jun-02	Horario	513	1	$1.94 \cdot 10^{-3}$	0.19
		Ene-02	Horario	270	3	0.011	1.11
		Ene-02	8 Horas	241	46	0.19	19.08
	Recreo	Mar-02	Horario	738	1	$1.35 \cdot 10^{-3}$	0.13
		Abr-02	Horario	663	3	$4.52 \cdot 10^{-3}$	0.45
PM-10		Jun-02	24 Horas	452	24	0.053	5.30

Fuente: Los Autores, 2003.

El monóxido de carbono es el contaminante que excedió la norma con mayor frecuencia en la estación Recreo en agosto y septiembre en los dos años, para los periodos de muestreo horario y de 8 horas; agosto de 2002, que posee la base de datos validos más completa presenta la probabilidad más alta con 13.9% para el periodo de 8 horas y 7.41% para el promedio horario; en los otros meses el porcentaje no alcanza el 1%.

En las estaciones de Aeropuerto y Recreo se registraron concentraciones de ozono que superaron la norma, en Aeropuerto, donde la norma es superada en un solo punto, la probabilidad es de tan solo 0.2%; mientras que en Recreo, donde la excedencia se presenta en tres meses se destaca en enero una probabilidad de excedencia que llega a 19% para el periodo de 8 horas. Finalmente también se presenta excedencia de la norma



de PM-10 en la estación Recreo durante el mes de junio, donde se alcanza un 5% de probabilidad de exceso en las concentraciones registradas para este mes.

#### 4.6 ANÁLISIS DE PST, DE LA SECRETARIA DE SALUD

Como se menciona en el capítulo anterior, la Sección de Saneamiento Ambiental del Hospital Regional de Sogamoso con el apoyo de la Secretaria de Salud de Boyacá dirigen la operación de tres equipos semiautomáticos para la medición de partículas totales en suspensión. Como complemento del análisis de la información generada por la RMCA-Valle de Sogamoso se hace un breve recuento de los resultados de PST durante el 2001 y 2002. En la tabla 4.13 se presentan las concentraciones máximas y mínimas mensuales que fueron registradas en los tres sitios de medición.

**Tabla 4.13. Concentraciones máximas y mínimas PST**

Año	Estación	Concentración Máxima PST ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mes	Concentración Mínima PST ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mes
2001	Ecocarbón	161	Mayo	76	Octubre
	Nobsa	159	Agosto	69	Octubre
	Hospital	75	Junio	43	Enero
2002	Ecocarbón	161.0	Octubre	77.1	Mayo
	Nobsa	89.6	Marzo	38.3	Julio

Fuente: Sección Saneamiento Ambiental Hospital Sogamoso, 2002.

Las concentraciones de PST para el 2001 superaron los niveles máximos permisibles durante todos los meses del año en la estación Ecocarbón, en la estación de Nobsa solamente en octubre no se supero la norma, y en la estación Hospital todas las concentraciones estuvieron por debajo de esta. El 2002 mantuvo el mismo comportamiento del año anterior, para la estación Ecocarbón las concentraciones durante todos los meses del año superaron la norma. En la estación Nobsa sólo hay excedencia de la norma en julio con una concentración de  $89.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en la estación Hospital no se realizaron muestreos por problemas presupuestales que impidió la compra de insumos.



Con la información suministrada por la Sección Saneamiento se realizó un resumen estadístico anual para las tres estaciones, tabla 4.14. Las concentraciones promedio más altas en el 2001 fueron las de la estación Nobsa y los más bajos se registraron en la estación Hospital, en el 2002 las concentraciones promedio más altas son las de la estación Ecocarbón, sin embargo, en los dos años los niveles máximos se registran en la estación Ecocarbón. La desviación indica poca dispersión entre el conjunto de datos y en el caso más crítico el 68% de los datos están entre 66 y 192 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en la estación Nobsa.

**Tabla 4.14. Resumen Estadístico PST**

Año	Estación	Mínimo - Máximo	Media	Mediana	Desviación
2001	Nobsa	21.3-285.9	114.2	107.4	48.4
	Hospital	15.6-102.9	61.9	60	20.2
	Ecocarbón	48.7-297.9	116.4	116	22.5
2002	Nobsa	13.4-117.2	63.8	65	21.8
	Ecocarbón	45.7-268.9	116.8	117	42.7

Fuente: Los Autores, 2003.

A partir de las observaciones hechas en los dos años, se señala que en la estación Ecocarbón los niveles se mantienen durante los dos años, mientras que en la estación Nobsa los niveles disminuyen notoriamente en casi un 50%.

#### 4.7 CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE SOGAMOSO

Con base en la información analizada se destacan algunos aspectos que permiten dar una idea general sobre el comportamiento de los contaminantes de referencia en el Valle de Sogamoso.

Las concentraciones más altas de contaminantes se registran en la estación Recreo, estación que se ubica en el centro del valle, en un sector altamente poblado, y es en esta estación donde se excede la norma de CO, O<sub>3</sub> y PM-10 en varios de los meses





monitoreados. Belencito es la segunda estación que presenta los valores más altos de concentración, como era de esperarse dada su cercanía a fuentes de contaminación, sin embargo en esta estación nunca se supera la norma de inmisión. En las estaciones Bavaria y Aeropuerto, ubicadas en los límites del valle las concentraciones son, en general, bajas y solo se destaca una excedencia de la norma horaria de ozono en un punto durante el mes de junio, en la estación Aeropuerto. No obstante, se registran niveles por encima de las normas establecidas por la resolución 391/01 DAMA los porcentajes de probabilidad de excedencia en todo el conjunto de datos es mínima. La ilustración 4.16 muestra las máximas concentraciones de los contaminantes evaluados en las cuatro estaciones, se exceptúa el monóxido de carbono por presentar valores mucho más altos que los otros contaminantes.

Pueden considerarse unas concentraciones promedio, para todas las estaciones, en rangos de 70 a 110ppb para CO, de 10 a 20ppb para O<sub>3</sub>, de 5 a 12ppb para SO<sub>2</sub>, de 5 a 20ppb para NO<sub>2</sub> y de 61 a 117µg/m<sup>3</sup> de PST, teniendo en cuenta la evaluación de la Secretaria de Salud. Los promedios evaluados durante el tiempo total de monitoreo en cada una de las estaciones, incluidos los equipos de PST, se muestran en la ilustración 4.17.

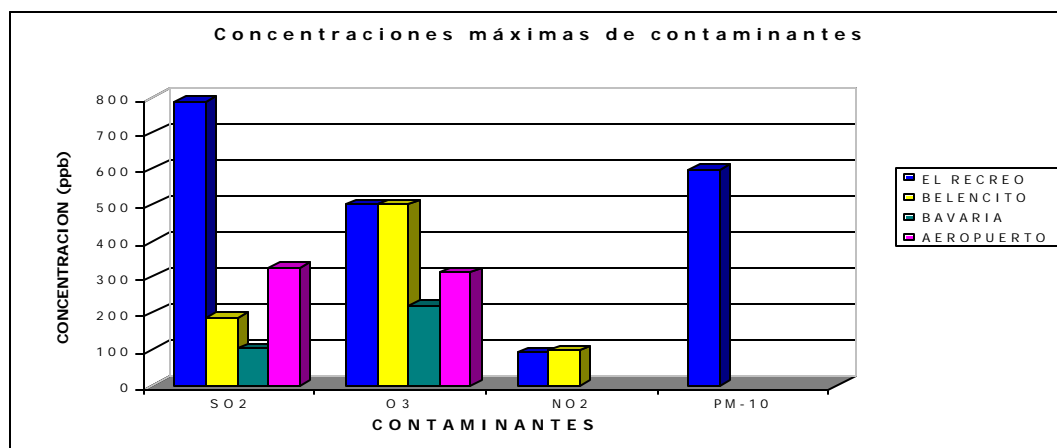


Ilustración 4.17. Concentraciones máximas de contaminantes

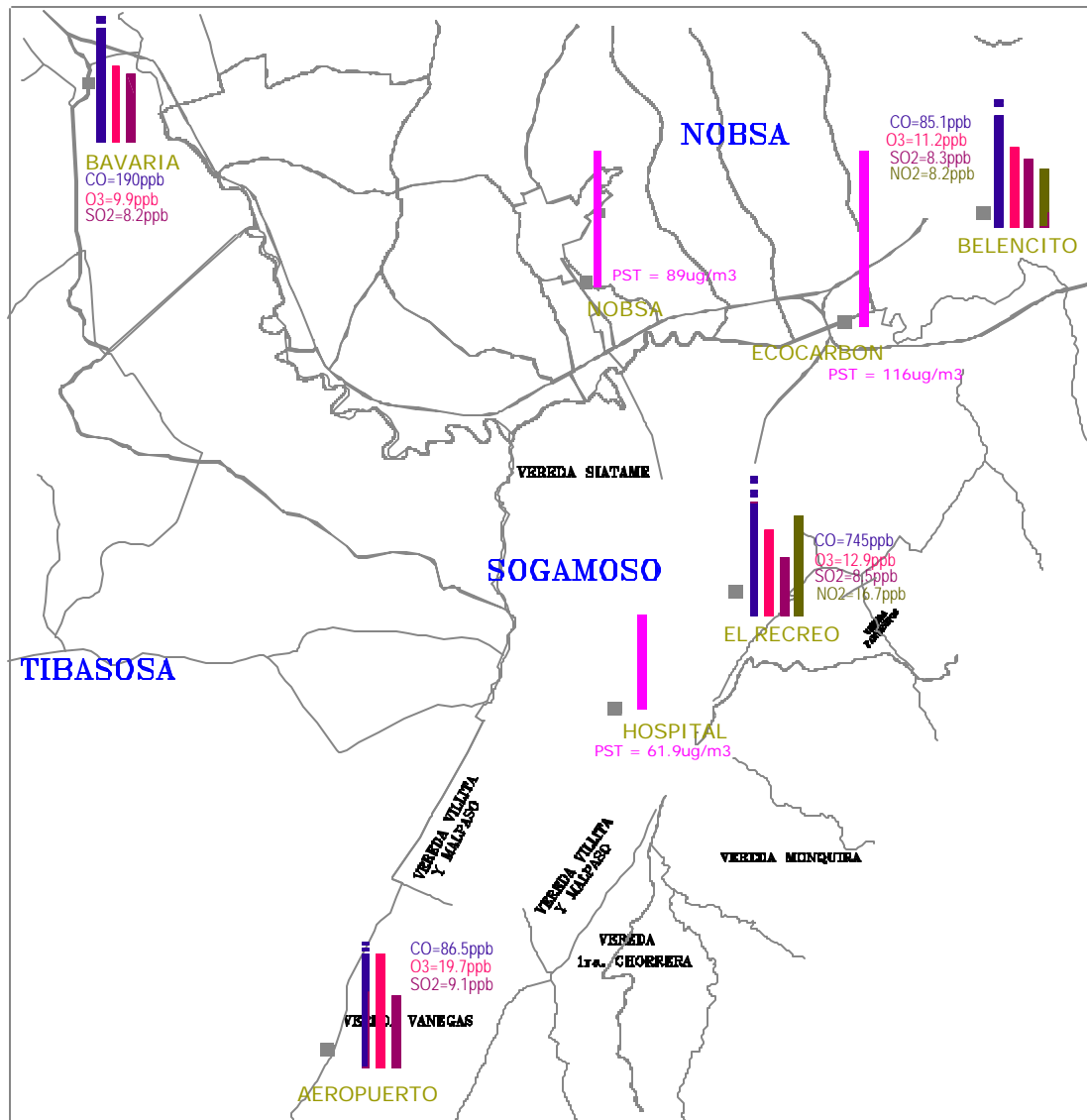


Ilustración 4.18. Distribución de la contaminación Valle de Sogamoso

Con respecto al comportamiento diario de la contaminación, los procesos que relacionan la topografía valle montaña y las condiciones atmosféricas tienen mayor incidencia en horas de la tarde y hasta entrada la mañana. En horas de la tarde el viento baja de las montañas desplazando el aire caliente, este aire sube pero no logra desplazarse demasiado al quedar atrapado por un viento más frío superior, con lo cual se genera una inversión térmica y la masa de aire caliente adquiere unas condiciones de estabilidad. En



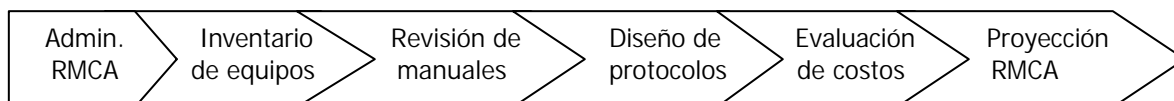
esta etapa los contaminantes que han sido emitidos y transportados durante el día quedan atrapados dentro de esta porción de aire, por lo cual se registran altas concentraciones de contaminantes como monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno entre 7 y 8 p.m. A medida que transcurre la noche el aire caliente se va enfriando y con la aparición del sol la capa de aire que estaba más próxima a la superficie, se calienta y asciende, desplazando el aire superior, antes caliente, hacia abajo. En esta segunda etapa, entre 7 y 9 a.m., ocurre una segunda franja de altas concentraciones de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. En el transcurso de la mañana la inversión se rompe y el viento logra desplazar los contaminantes que no se diluyen.

Por el contrario, la aparición de ozono esta muy sujeta a la presencia de radiación solar y los valores máximos siempre se presentan hacia el medio día y los meses en que se presenta una excedencia de la norma de ozono corresponden a los meses de verano.



## 5 REACTIVACIÓN RMCA- VALLE DE SOGAMOSO

A partir del estudio y análisis de los aspectos que contemplo el diseño, la instalación y la operación de la RMCA- Valle de Sogamoso desde abril 2001 hasta septiembre 2002; así como de la organización, interpretación y análisis de la información obtenida en este período se elabora una propuesta de reactivación cuyo último fin es iniciar nuevamente la operación de la red y lograr su consolidación, lo que indica continuidad, eficiencia y proyección. Esta propuesta se elabora siguiendo el procedimiento de la ilustración 5.1.



**Ilustración 5.1. Metodología Capítulo3.**

### 5.1 ESTADO ACTUAL RMCA- VALLE DE SOGAMOSO

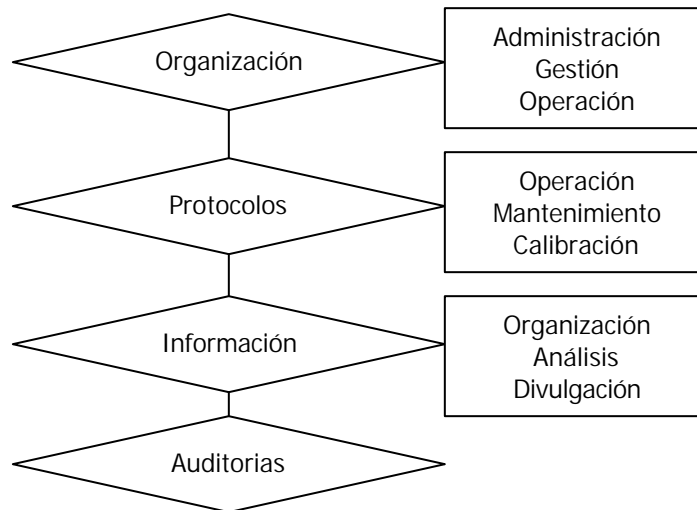
Las estaciones y la oficina fueron entregadas por parte de los estudiantes de la Universidad de los Andes a Corpoboyaca en julio de 2002, desde ese momento la única estación que continuo operando fue la ubicada en el barrio el Recreo, la cual quedo a cargo de un funcionario de Corpoboyaca, quien hacia una inspección básica cada semana, llegando a generar datos hasta septiembre de 2002, cuando también fue cerrada, cada equipo fue apagado y desconectado de las fuentes de energía.

El conocimiento que adquirieron los operarios de la red en el lugar de origen de los equipos no fue plasmado en protocolos, en la oficina solo fueron encontrados los manuales de operación originales de los diferentes equipos y el libro de anotaciones de cada estación. No se realizo ningún listado de los insumos o repuestos necesarios para el mantenimiento de la red y se desconocen los costos que pueda tener la adquisición de estos.



## 5.2 PROPUESTA DE REACTIVACIÓN RMCA – VALLE DE SOGAMOSO

A partir de las condiciones de la red de monitoreo actual, se estructura una propuesta que asegure la reactivación y operación continua y eficiente del programa de monitoreo y la calidad de la información que se requiere para el cumplimiento de los objetivos. La propuesta se fundamenta en cuatro aspectos, que se especifica en la ilustración 5.2.



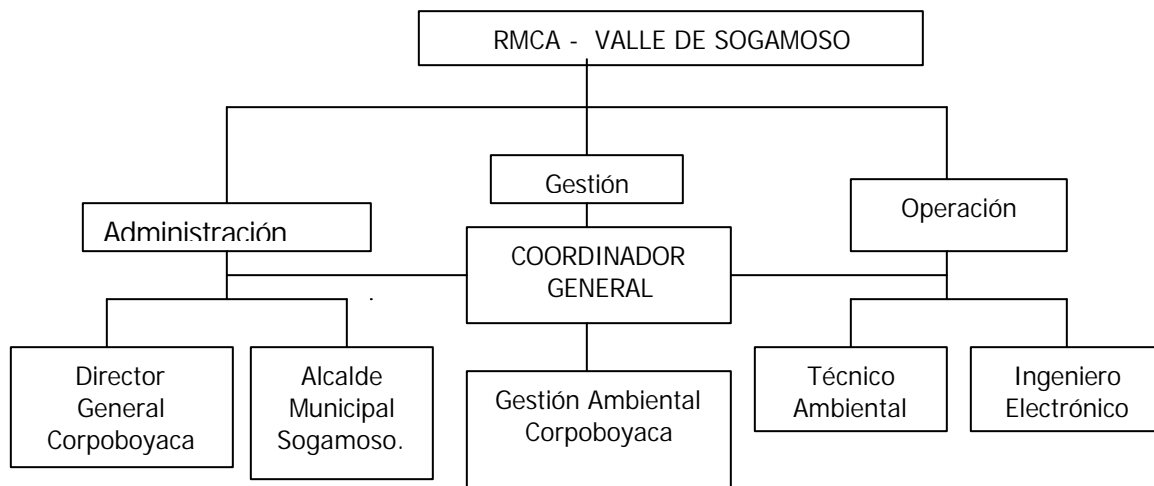
**Ilustración 5.2. Aseguramiento y control de la calidad**

### 5.2.1 Estructura organizacional

Para dar cumplimiento total a los objetivos de la RMCA- Valle de Sogamoso se plantea el esquema operativo de la ilustración 5.3.

### 5.2.2 Compromisos factor humano

Cada una de las entidades y las personas involucradas en el programa de monitoreo debe conocer y cumplir cada una de las funciones que se especifican en la tabla 5.1 y otras que se pueden definir entre estas mismas personas.



**Ilustración 5.3. Organigrama RMCA - Valle de Sogamoso**

**Tabla 5.1. Organización RMCA - Valle de Sogamoso**

Persona	Funciones
Director General de Corpoboyaca	Gestiona y garantiza los recursos financieros para el desarrollo de la red. Tramita la obtención de nuevos equipos e insumos. Es enlace de comunicación con entidades gubernamentales, académicas o ambientales que puedan verse relacionados con el programa. Designa al coordinador general de RMCA- Valle de Sogamoso.
Alcalde Municipal de Sogamoso	Coordina las acciones que garanticen el pago del servicio de energía eléctrica de las estaciones Aeropuerto y Recreo. Certifica el préstamo del centro de Gestión de la RMCA Gestiona recursos económicos para el mantenimiento de las estaciones ubicadas en el Aeropuerto y en el barrio el Recreo.
Coordinador General, Gestión Ambiental sección aire-industria Corpoboyaca.	Debe ser un ingeniero ambiental Vela por el cumplimiento de los objetivos de la red. Plantea metas de cumplimiento de labores. Dirige las actividades de operación, mantenimiento y calibración. Revisa los reportes presentados por el personal operativo. Realiza diariamente el manejo de la información. Aplica y publica diariamente el índice de calidad. Actualiza mensualmente la base de datos de la RMCA. Presenta reportes mensuales de la RMCA al Director de Corpoboyaca. Realiza la auditoria interna del sistema operativo.
Técnico Ambiental.	Realiza las actividades de inspección, mantenimiento y calibración de la RMCA siguiendo los protocolos fijados. Diligencia los formatos designados para cada actividad. Extrae diariamente la información del sistema. Presenta al Coordinador reportes semanales de la operación de la RMCA.
Ingeniero Electrónico.	Realiza el mantenimiento electrónico de los analizadores automáticos y sensores meteorológicos de la RMCA. Hace una programación mensual de insumos y materiales.

Fuente: Los Autores, 2003.



### 5.2.3 Protocolos para el aseguramiento y control de la calidad

El control de calidad se ejerce por medio de protocolos en los que se establecen los procedimientos que van a reducir los posibles errores en la medición de los parámetros ambientales y meteorológicos en cada una de las estaciones de la RMCA- Valle de Sogamoso. En la tabla 5.2 se establecen las operaciones para las que se definen protocolos. Para cada procedimiento existen formatos que hacen más organizado el reporte y posterior verificación de las acciones y las condiciones de la red, estos formatos se encuentran, junto con los manuales completos en el anexo H.

**Tabla 5.2. Protocolos de aseguramiento y control de calidad.**

<b>Acción</b>	<b>Descripción</b>
Mantenimiento Preventivo	Contempla las actividades básicas que se deben llevar a cabo en una inspección diaria, en donde se incluye la extracción de la información generada.
Mantenimiento Correctivo	Procedimiento a seguir cuando se generan inconvenientes en la operación de los equipos sensores meteorológicos y aparatos eléctricos (estabilizadores, enchufes, toma corriente).
Mantenimiento General	Garantiza la limpieza y orden de las instalaciones y contempla la revisión electrónica de cada analizador de gas y sensor meteorológico por parte de una persona calificada para esto.
Mantenimiento especial	Dirige los cambios de insumos o partes de tipo eléctrico o electrónico cuando los equipos así lo requieran.
Calibración de los equipos	Basados en estándares de calibración de otras redes de monitoreo, se plantea cada una de las operaciones que deben realizarse.
Operación del datalogger	El buen manejo de este equipo garantizará que la evaluación hecha por los equipos sea la que realmente se interprete y analice.
Operación de Hi-Vol	La operación de los medidores de alto volumen será realizada también por el operario, siguiendo la programación y los procedimientos establecidos para tal fin.

Fuente: Los autores, 2003.

### 5.2.4 Manejo de la información

Partiendo del análisis realizado con la información existente se elabora un manual que guía paso a paso la extracción, organización e interpretación de la información, para con esto garantizar la continuidad e interrelación de ésta. La base de datos resultado del manejo de la información existente se colocará dentro de la página web de Corpoboyaca



para que sea consultada por cualquier persona a través de Internet. Además se ubicara un publik en la Alcaldía de Sogamoso en donde se presentara diariamente el índice de calidad.

### 5.2.5 Auditorias.

Las auditorias aseguran que la RMCA- Valle de Sogamoso cumpla los estándares nacionales e internacionales de manejo de sistemas de monitoreo atmosférico, se realice en las condiciones que plantea su diseño y se aplique efectivamente cada protocolo. Una auditoria puede ayudar a definir que tipo de problemas e inconvenientes se está presentado y que soluciones a corto, mediano y largo plazo se pueden desarrollar. Se plantean dos tipos de auditorias; una interna y una externa, la interna es realizada por el coordinador general de la RMCA una vez al mes y sus componentes se visualizan en la tabla 5.3; la auditoria externa debe ser realizada por una persona o entidad ajena a Corpoboyaca. Los formatos para la realización de estas auditorias se presentan en el anexo J.

**Tabla 5.3. Auditoria interna RMCA - Valle de Sogamoso**

<b>Tipo de Auditoria</b>	<b>Características</b>
Operación	Revisión de los formatos de visita y mantenimiento de cada estación. Cuestionamiento de los procedimientos. Comparación de los datos medidos por los equipos con la operación de los mismos.
Mantenimiento y calibración de los equipos.	Inspección a cada estación para verificar el orden, limpieza y organización en cada una de ellas. Revisión de la lista de insumos solicitados por el operador para establecer si fueron solicitados todos los insumos. Realización de una prueba de calibración para establecer si realmente se ha hecho calibración de los equipos.
Manejo de la Información	Verificación de la depuración de datos Revisión de insuficiencia, el descarte y la inexistencia de datos. Revisión de resúmenes, gráficas y el reporte del índice de calidad ambiental. Verificación de informes semanales.

Fuente: Los Autores, 2003.





### 5.3 ACTIVIDADES DE REACTIVACIÓN

#### ▪ **Mantenimiento general**

La reanudación de la red debe iniciar con la realización de una jornada de limpieza general de las estaciones y una limpieza particular de cada equipo con sus accesorios; luego se hará una revisión de las conexiones eléctricas y se asegurará el funcionamiento de los equipos.

#### ▪ **Calibración de equipos**

Tanto los analizadores de contaminantes como los sensores meteorológicos deben ser sometidos a una calibración, para esto la RMCA debe adquirir un equipo de calibración multigas que permita hacer la calibración del zero y del span en los analizadores automáticos y la calibración de los sensores meteorológicos debe hacerse según lo indiquen los fabricantes del mismo.

#### ▪ **Reconocimiento operativo**

Antes de iniciar la generación de datos, la persona que desempeñe el cargo de operador debe hacer un reconocimiento de todo el proceso, estudiar muy bien las fichas técnicas de cada equipo, conocer la operación de la red y la importancia de sus funciones dentro del programa de monitoreo.

#### ▪ **Servicios de divulgación**

La colocación de la página web en la red, con toda la base de datos creada y su correspondiente actualización y la instalación del publik frente a la Alcaldía de Sogamoso, son los servicios que facilitarían la divulgación.

#### ▪ **Mantenimiento especial**

Esta actividad se desarrolla en dos partes, se establecen los insumos y partes que deben ser cambiadas en los diferentes equipos y luego de realizar la adquisición de estos elementos se realizará una jornada de implementación.



### 5.3.1 Índice de Calidad del Aire, ICASO

Con el fin de determinar un índice diario de contaminación atmosférica en el Valle de Sogamoso con base en la evaluación de los contaminantes de referencia, se definen las características de las zonas aledañas a cada una de las estaciones de la RMCA- Valle de Sogamoso, tabla 5.4. Un ejemplo de la aplicación del Icaso puede verse en el anexo K.

#### Calculo del ICASO

- Someter la información a las fases de organización e interpretación.
- Establecer las concentraciones promedio a evaluar (Cev) de los contaminantes monitoreados por la RMCA- Valle de Sogamoso, en los periodos de evaluación que se anotan en la tabla 5.5.
- Determinar el ICASO como la relación entre la concentración del contaminante a evaluar Cev y el nivel máximo permisible establecido por la norma para cada uno de los contaminantes.  $ICASO = (Cev / Norma) * 10$
- Definir el ICASO por contaminante y por zona, el ICASO de cada sector será el máximo de los máximos para cada uno de los contaminantes.
- Clasificación del ICASO de acuerdo a los criterios de salubridad, tabla 5.6.

**Tabla 5.4. Zonificación, ICASO**

Zona	Características
Residencial	Zona aledaña a la estación Recreo, comprende los barrios; El recreo, Los Alisos, Centro, El Laguito y Asodea. Es una zona densamente poblada con trafico vehicular liviano.
Rural	Zona cercana a la estación Aeropuerto, veredas Vanegas y Vallado, zona caracterizada por la actividad ganadera.
Vehicular	Estación Bavaria, muy cercana a la vía entre Sogamoso y Duitama, con alto nivel de flujo vehicular liviano, de pasajeros y carga, área con uso del suelo agropecuario.
Industrial	Área aledaña a la estación Belencito, cercana al complejo Acerías Paz del Río y a los barrios Nazareth y Belencito.

Fuente: Los Autores, 2003.



**Tabla 5.5. Períodos de evaluación, ICASO**

Contaminante	Periodo Evaluación	Norma	Cev
PM-10	24 horas	170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético
SO <sub>2</sub>	24 horas	141 ppb	Promedio aritmético
NO <sub>2</sub>	1 hora	168 ppb	Máximo para 24 horas.
CO	8 horas	11 ppm	Máximo promedio en uno de los tres periodos de 8 horas.
O <sub>3</sub>	1 hora	83 ppb	Máximo valor horario en 24 horas.

Fuente: Los Autores, 2003.

**Tabla 5.6. Criterios de salubridad, ICASO.**

ICASO	Descripción	Calificación epidemiológica	
0 –1.25	Muy favorable	Ningún efecto	
1.26 – 2.5	Favorable.	Situación favorable para todo tipo de actividades.	
2.51 – 7.5	Regular	Aparición de ligeras molestias para la población en general.	
7.5 - 10	Malo	Agravamiento significativo de la salud en personas con enfermedades respiratorias. Afecta población sana.	
> 10	Peligroso	Agravamiento significativo de la salud en personas con enfermedades cardiacas o respiratorias. Alto riesgo para la salud de las personas	

Fuente: DAMAIRE, 2000.

#### 5.4 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN

- **Instalación de equipos faltantes**

Luego de la respectiva revisión técnica y calibración de los equipos que se encuentran almacenados en la oficina de gestión de la RMCA se pueden instalar aquellos que garanticen la medición de todos los contaminantes de referencia en todas las estaciones.

- **Fusión RMCA- Valle de Sogamoso—y RMCA Secretaría de salud.**

Debido a que en las dos redes se operan medidores de alto volumen, las dos entidades se distribuyen las responsabilidades de operación de todos los equipos. En este caso Corpoboyaca hace el análisis de resultados y la divulgación de los mismos y destina los recursos necesarios para la operación y mantenimiento de los equipos; mientras que la Secretaria de Salud designa y paga a la persona encargada de la operación, dispone del



laboratorio y asegura su mantenimiento. Sin embargo antes de iniciar una operación conjunta, que contemplaría siete estaciones de monitoreo, se debe verificar el cumplimiento de criterios de ubicación de las estaciones de la Secretaría y las condiciones generales de los equipos. Así mismo la información que hasta el momento había sido manejada por la Secretaría pasaría a manos de Corpoboyaca.

#### ▪ **Convenio con IDEAM**

Este convenio busca establecer una información abierta entre Corpoboyaca y el IDEAM, referente a los parámetros meteorológicos evaluados en las estaciones de la RMCA- Valle de Sogamoso (Aeropuerto, Bavaria y Recreo) y las evaluadas por el IDEAM, (Aeropuerto, Belencito). Para llegar a este acuerdo se propone una completa inspección de las estaciones meteorológicas de la RMCA por parte del IDEAM y la información que brindaría cada entidad sería la correspondiente a los promedio diarios, en un período mensual.

#### ▪ **Telemetría**

RMCA- Valle de Sogamoso iniciará un proyecto guiado por estudiantes de ingeniería electrónica de la UPTC para establecer la red de interconexión inalámbrica para telemetría y gestión de la información, cuyo objetivo general es el diseño del sistema de telecomunicaciones que intercomunique las estaciones de monitoreo con un centro de gestión que reciba la información registrada en los dataloggers. Este proyecto permite acceder más rápida y oportunamente a la información, optimizar el proceso de extracción y conocer en cualquier momento el valor de un parámetro en cualquier estación.

#### ▪ **Estación Sauces**

De acuerdo con los resultados de la aplicación del modelo ISCLT, las veredas Siatame y La Manga, se ven gravemente afectadas por la emisión que se origina en las caleras de Nobsa; los contaminantes son arrastrados por el viento y llegan hasta esta zona, densamente poblada; por tal razón y considerando que se tienen aún equipos sin utilizar, se considera viable la instalación de una estación en el barrio los Sauces. Los contaminantes evaluados serán los mismos que se evalúan en las otras estaciones, es decir, PM-10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y CO.



## 5.5 CRONOGRAMA

Para el desarrollo de las actividades de reactivación y proyección se plantea el cronograma de la tabla 5.7, en el que se establece un período de un año contado a partir de abril de 2003.

**Tabla 5.7. Cronograma reactivación y ampliación RMCA - Valle de Sogamoso**

Actividad	Período (2003-2004) Mes											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Mantenimiento general	■											
Instalación de equipos faltantes		■										
Calibración de equipos		■										
Reconocimiento operativo.			■									
Fusión redes PST – PM-10				■								
Activación pagina web.				■								
Convenio con IDEAM					■							
Mantenimiento Especial.						■						
Red de telemetría.							■	■	■	■	■	
Instalación estación Sauces										■	■	■

Fuente: Los Autores, 2003.

## 5.6 COSTOS

Este análisis determina los recursos económicos necesarios para la operación de RMCA-Valle de Sogamoso, con base en los aspectos señalados en la tabla 5.8. El presupuesto general se presenta en la tabla 5.9.

**Tabla 5.8. División de costos RMCA - Valle de Sogamoso**

Aspecto	Descripción
Adquisición de equipos, e instalación	Incluye los equipos que se necesitan para un buen funcionamiento de la RMCA.
Funcionamiento de la red	Costos de operación y mantenimiento (Repuestos, productos químicos, telefonía, energía).
Material Fungible	Incluye los gastos de papelería y sus accesorios, productos de limpieza, entre otros.
Costos administrativos	Incluye el pago de salarios a profesionales, técnicos, y personal de mantenimiento cuando sea necesario.

Fuente: Los Autores, 2003.



**Tabla 5.9. Presupuesto general RMCA - Valle de Sogamoso**

Equipo	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total/año
<b>Inversión</b>				
Colocación de pág web				\$ 500.000
Calibrador multigas.		1	\$ 80.000.000	\$ 80.000.000
Subtotal				\$ 80.500.000
<b>Operación</b>				
Filtro equipo BAM-1020	1 rollo cada 2 meses	6	\$ 750.000	\$ 4.500.000
Filtros Hi-vol	150/ equipo * año	600	\$ 20.000	\$ 12.000.000
Escobillas	400 horas	32	\$ 40.000	\$ 1.280.000
Motores	1200 Horas	12	\$ 350.000	\$ 4.200.000
Gas de calibración	Pipeta	2	\$ 15.000.000	\$ 30.000.000
Silica gel	kilo	10	\$ 214.000	\$ 2.140.000
Carbón activado	Kilo	6	\$ 6.000	\$ 36.000
Energía eléctrica	En 2 estaciones por mes	12	\$200.000	\$ 2.400.000
Combustible vehículo	por día	300	\$ 15.000	\$ 4.500.000
operación del publik	mensual	12	\$550.000	\$ 6.600.000
Correo electrónico	1 hora / semana	53	\$ 2.000	\$ 106.000
Servicio celular	por mes	12	\$ 40.000	\$ 480.000
Subtotal				\$ 68.242.000
<b>Material fungible</b>				
Papel	1 resma /2meses	6	\$ 10.000	\$ 120.000
Tinta	1 cartucho /2 meses	2	\$ 80.000	\$ 220.000
Disquetes	1 caja / mes	12	\$ 8.000	\$ 156.000
CD	1 CD / mes	12	\$ 3.000	\$ 96.000
Cuadernos de control	1/Estación * 2meses	12	\$ 5.000	\$ 120.000
Zunchos	1 paquete/ 2meses	6	\$ 2.000	\$ 72.000
Aceite de lubricación	Frasco / trimestre	4	\$ 3.000	\$ 72.000
Piezas eléctricas	Por semestre	2	\$ 50.000	\$ 160.000
Cinta aislante	1* trimestre	4	\$ 1.500	\$ 66.000
Cinta	1* trimestre	4	\$ 2.500	\$ 70.000
Elementos de aseo	3 meses	4	\$ 10.000	\$ 100.000
Subtotal				\$ 1.252.000
<b>Personal</b>				
Ingeniero electrónico	1 revisión/ semestre	2	\$ 500.000	\$ 1.000.000
Operador	por mes	12	\$ 1.500.000	\$ 18.000.000
Coordinador	2 horas/ semana	54	\$ 20.000	\$ 1.080.000
Subtotal				\$ 20.080.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 170.074.000</b>

Fuente: Los autores, 2003.



## 6 CONCLUSIONES

El valle de Sogamoso es una región especialmente dotada de recursos minerales en su suelo y presenta unas características geográficas y climáticas que se conjugan para combinar muy bien los entornos de campo y ciudad, vinculados con una gran actividad industrial; sin embargo estas características que hacen del valle una región en expansión han hecho también que su población se enfrente a un continuo deterioro de la calidad del aire que respiran, con sus inevitables consecuencias.

Como base de la vigilancia de la calidad del aire en el valle y mediante la intervención de entidades oficiales, privadas y académicas, hace dos años se implementa un programa de monitoreo, con cuatro estaciones dotadas de los equipos necesarios para evaluar contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas. Las estaciones son instaladas y operadas por algún tiempo, pero cuando se pierde la atención de las entidades comprometidas, se descubre que no fue realmente estructurada una organización, operación y seguimiento, dejando el sistema fuera de servicio.

Aunque los estudios y actividades que dieron origen a la red de monitoreo solo se conocen de forma parcial, el diseño esta en esencia bien proyectado y los aspectos relacionados con objetivos, parámetros y equipos de monitoreo, puntos y sitios de muestreo sugieren un programa acorde con la realidad y las necesidades de la zona. No obstante, el sistema es complejo y requiere la destinación de recursos humanos y económicos, la preparación de todo el personal involucrado y la disposición de una serie de normas que dirijan cada uno de los procedimientos a seguir.



La operación de la RMCA-Valle de Sogamoso durante un tiempo aproximado de un año generó gran cantidad de información. El tratamiento de estos datos, sujetos a una presunta validez, permitió establecer algunos aspectos de la calidad del aire, el comportamiento diario y mensual de los contaminantes, las tendencias centrales de la concentración o la excedencia de normas de inmisión. De la misma forma, permitió deducir algunas fallas en el funcionamiento de los analizadores y sensores meteorológicos y en las actividades de operación de la red.

Mientras que el monóxido de carbono y el ozono son monitoreados en las cuatro estaciones en períodos casi continuos, el dióxido de azufre tiene períodos de medición muy cortos y gran cantidad de datos inconsistentes en las cuatro estaciones, el dióxido de nitrógeno fue medido en las estaciones ubicadas en los barrios Belencito y Recreo y la evaluación de PM-10 solo se genera en Recreo. Así mismo, la estación Recreo tiene la estación meteorológica más completa, aunque no toda en operación, le sigue la estación ubicada en el club Bavaria que cuenta con algunos instrumentos de medición de variables del clima y la estación que se encuentra en el Aeropuerto, que mide dirección y velocidad del viento.

Los mayores niveles de concentración de monóxido de carbono, ozono y material particulado se registran en la estación Recreo, incluso en varias ocasiones se exceden las normas de inmisión, sugiriendo una directa afectación sobre los sectores más densamente poblados del centro del valle.

En general las concentraciones de óxidos de nitrógeno y de azufre son bajas y los casos más críticos no llegan a un 50% de las normas de calidad de aire establecidas. Las mayores concentraciones de  $\text{SO}_2$  se presentan en la estación Recreo y las de  $\text{NO}_2$  en la estación Belencito. Aunque en la determinación de criterios para la disposición de equipos se considera la estación Bavaria como de gran influencia vehicular, por lo que es importante la medición de óxidos de nitrógeno, el analizador que se instala en esta estación parece tener problemas de operación y solo se encuentra el reporte de unos cuantos días.





Los valores máximos de concentración de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre suceden dentro de condiciones de estabilidad atmosférica estable e inversión térmica, los cuales se presentan en horas de la noche y parte de la mañana. Así mismo las altas concentraciones de ozono y material particulado inferior a 10u sobre el medio día corresponden a la alta radiación solar y baja velocidad del viento en esta franja del día, que favorecen las reacciones fotoquímicas para producción de ozono y facilitan la sedimentación de partículas.

Los equipos para medición de partículas en suspensión que actualmente operan bajo la administración de la Secretaria de Salud de Boyacá presentan graves deficiencias en todo el proceso de monitoreo y de gestión, lo que llena de incertidumbre la información obtenida a partir de esta "red".



## 7 RECOMENDACIONES

El cumplimiento de la estructura organizativa, operativa y de control que es planteada en este proyecto, es la única forma de asegurar no solo la operación de la RMCA-Valle de Sogamoso, sino el logro total de sus objetivos. La reactivación de la RMCA-Valle de Sogamoso debe contar con el compromiso real y duradero de entidades y personas, quienes no solo se deben responsabilizar de sus funciones en la red mientras sean parte de ella, sino que también deben garantizar la continuidad del programa a través del reporte de sus conocimientos y experiencias.

Es de vital importancia la pronta destinación de los recursos económicos que permitan la adquisición del equipo de calibración y otros insumos, sin los cuales no se garantiza la calidad de los datos generados en la red. De igual forma Corpoboyaca debe asignar o tramitar con otra entidad, un presupuesto anual que garantice la operación de la RMCA-Valle de Sogamoso.

La operación y coordinación de la RMCA-Valle de Sogamoso deberá recaer sobre personas muy bien capacitadas, responsables y concientes de que un fallo en su labor conduce a una información errónea que puede llegar a incidir en la toma de decisiones a gran escala. Solo a través de la práctica constante de los procedimientos que se plantean, operarios y coordinadores descubrirán sus falencias o excesos; así mediante el acuerdo administrativo y operativo deberán ampliarse y mejorarse los protocolos y manuales para la realización de las diversas actividades inmersas en la red.

Dentro del marco de mejoramiento de la calidad del aire, Corpoboyaca, debe establecer cuales son los lineamientos y las políticas a mediano y largo plazo que se tienen que aplicar en los procesos industriales de la región con el fin de reducir los niveles de



contaminación atmosférica. Y como máxima autoridad ambiental de la región, debe plantear y expedir las normas de calidad de aire aplicadas a las condiciones topográficas, y ambientales del Valle de Sogamoso, esto con el fin de que se cuente con estándares normativos propios aplicados para esta región.

El tratamiento integral y continuo de la información que suministra la red será la base de discusión para la reevaluación o reafirmación de las condiciones de la calidad del aire en el valle de Sogamoso y las relaciones espaciales y temporales que fueron encontradas en este proyecto. Es fundamental desarrollar modelos de Calidad del Aire que simulen la dispersión de los contaminantes, que se ajusten a las condiciones de la zona, y que sean alimentados por los datos obtenidos por la red de monitoreo.

La realización de los convenios con el IDEAM y la Secretaría de salud, la unificación de los parámetros evaluados en todas las estaciones, la implementación de la red de telemetría y la instalación de una nueva estación en el barrio los Sauces posibilitaran un mejor desempeño del sistema y alcance puntual de cada uno de sus objetivos.

En la medida en que se relacionen e integren al proyecto entidades académicas de la región, como el SENA, la Fundación Universitaria de Boyacá Uniboyaca o la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC; y empresas que contribuyan o no a la emisión de contaminantes están interesadas en mejorar las condiciones de su entorno, habrá mayor apropiación de la RMCA-Valle de Sogamoso y más acciones concretas en su beneficio.

La interrelación directa con las firmas o los distribuidores de los equipos permitirá dar soluciones correctas a los problemas que pueda presentar los sistemas, adquirir los repuestos o insumos que requiere cada equipo y conocer las nuevas tecnologías que permitirán ir realizando la renovación de los equipos de acuerdo con los requerimientos de la red



## BIBLIOGRAFÍA

ALCALDIA DE SOGAMOSO. Plan de Ordenamiento Territorial municipal. Sogamoso:1998.

ASESORIA CONTROL CONTAMINACIÓN DEL AIRE (ACCA LTDA). Estudio de Calidad de aire sector Nobsa. Bogotá: 2002.

CALDERON, Holman, GRANADOS, Angel y PORRAS, Edilberto. Diagnostico de la Contaminación atmosférica por fuentes móviles en las ciudades de Tunja, Paipa, Duitama y Sogamoso. Trabajo de grado (Ingeniería Sanitaria y Ambiental). Fundación Universitaria de Boyacá. Facultad de ciencia e ingeniería. Tunja: 1998.

CALVO SEOANEZ, Mariano. Tratado de contaminación atmosférica. Colección ingeniería del medio ambiente. Madrid-Barcelona: Ediciones mundi prensa. 2002.

CAMARGO NEIRA, Jesús M. Boyacá y sus municipios. Tunja: 1998.

CASTELLANOS, Jorge. Resultados monitoreo de partículas totales en suspensión jurisdicción Nobsa-Sogamoso. Hospital regional de Sogamoso: 1999.

CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Programa Regional de Evaluación de los Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire en América Latina y El Caribe. Lima Perú: 2001.

\_\_\_\_\_ Análisis de datos de PM-2.5 registrados con equipo TEOM en las estaciones Azcapotzalco (AZC) y Santa Ursula (SUR) de la red automática de monitoreo atmosférico (Rama). México: 2000.

\_\_\_\_\_ Serie de manuales de metodología. Volumen 1. Aseguramiento de la calidad en el monitoreo de la calidad del aire urbano. México: 2002.

\_\_\_\_\_ Programa Regional de evaluación de los sistemas de monitoreo de calidad de aire en América Latina y el Caribe. Lima Perú: 2001.

\_\_\_\_\_ Análisis e interpretación de datos de vigilancia de calidad del aire. Lima Perú: 1982.

COLCIENCIAS, UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. Estudio de la formación de contaminantes mediante la modelación matemática. Medellín:2002.

CONVENIO EMPRESA COLOMBIANA DE PETRÓLEOS, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA Y PEDAGÓGICA DE COLOMBIA. Estudio de estudio de análisis costo/ beneficio del cambio tecnológico de chircales y caleras para el mejoramiento de la calidad del aire en el valle de Sogamoso. Sogamoso: 1998.



CORPORACIÓN AUTONOMA DE BOYACÁ, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Boletín informativo Red de Vigilancia de la calidad del aire. Tunja: 1998.

CORTEZ, Yesid Fernando. Diagnóstico Nacional de programas de monitoreo de calidad de aire y propuesta metodológica para el diseño y manejo de las redes de monitoreo de calidad del aire. Trabajo de grado (Ingeniero Ambiental y Sanitario). Universidad De La Salle. Bogotá: 2001.

DE NEVERS, Noel. Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. México: Mc Graw Hill. 1997

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE D.A.M.A. Redes de monitoreo ambiental. Red de calidad de aire. [www.dama.gov.co](http://www.dama.gov.co).

\_\_\_\_\_ Procedimientos de mantenimiento red de monitoreo de calidad del aire (Damaire). Apcytel Ltda. Bogotá :2000

\_\_\_\_\_ Normas técnicas y estándares ambientales para la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá D.C Resolución 391. Bogotá: 2001.

\_\_\_\_\_ Propuesta de estructuración del índice de calidad del aire para Bogotá Consorcio Apcytel-DAMA. Bogotá: Julio 2000.

DESIAN, Survey, KENNETH, Moll y MILLER, Terry. Air Monitoring. Ann Arbor Science Editorial.

ECOLE POLITECHNIQUE DE LAUSANA SUIZA EPFL. Proyecto I-III / Land 14. Lausanna Suiza:2000.

GARZÓN, Nubia y MONCAYO, Cristina. Diseño de la red de monitoreo de calidad de aire para la ciudad de Pasto. Trabajo de grado (Ingeniería Ambiental y Sanitaria). Universidad De La Salle. Bogotá: 2002.

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ, SECRETARIA DE PLANEACIÓN. Perfiles provinciales de Boyacá. Tunja: 1997.

GOVINDEN PORTUS, Lincoyan. Curso práctico de Estadística. Bogotá: 1994.

INSTITUTO DE METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Valores mensuales de parámetros meteorológicos estaciones Belencito y Aeropuerto Alberto Lleras Camargo Sogamoso periodo 1982-2001. Bogotá: 2002.

JARAMILLO, Fernando. Bases para la investigación de la contaminación atmosférica en el valle de Sogamoso. Lausana Suiza: UNIANDES 2000.

MARIÑO, Nancy y SOLER Angela. Identificación y evaluación de la calidad del aire por fuentes fijas en la competencia de Corpoboyacá. Trabajo de grado (Ingeniería Sanitaria y Ambiental). Fundación Universitaria de Boyacá. Tunja: 2000.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, INSTITUTO COLOMBIANO DE FOMENTO PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR ICFES. Evaluación y manejo de la contaminación urbana. Bucaramanga: 1997.

MINISTERIO DE SALUD. Decreto sobre emisiones atmosféricas Decreto 02. Bogotá:1982.



MORENO GARZÓN, Adonay. Análisis de la información, serie aprender a investigar. Modulo 4. Adonay Moreno Garzón. ICFES Bogotá: 1995.

MORENO PESCA, Marina. Anteproyecto Gestión Ambiental de Calidad de aire de Sogamoso. Trabajo de postgrado (Gestión Ambiental). Universidad Javeriana. Bogotá: 2003.

NAVARRETE, Manuel. Valoración de la calidad del aire en el valle de Sogamoso: Bogotá: UNIANDES 2002.

RED DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE ABURRA REDAIRE. Boletín informativo Número 7. Medellín: Octubre 2001.

ROBERTS & ASSOCIATES. Manual de control de la calidad del aire. Volumen 2. México: 2001.

SEMANARIO BOYACÁ 7 DÍAS. Album Boyacá y sus municipios. Tunja: 2001.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES CENTRO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA AMBIENTAL CIIA. Modelo de calidad de aire para Bogotá. Bogotá: 2001.

**ANEXOS**

**Anexo A. Mapa Base Valle de Sogamoso**



**Anexo B. Formato para diagnóstico estaciones RMCA - Valle de Sogamoso.**

**Entrevista con coordinador e información histórica de la red.**

**FORMATO PARA DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE ESTACIONES**

Fecha : \_\_\_\_\_

Nombre de la estación: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Barrio: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

Características Generales del sitio (fotografías):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Existen fuentes cercanas de contaminación Si\_\_No\_\_ Cuáles? \_\_\_\_\_

Altura desde el nivel del terreno \_\_\_\_\_

Instalaciones

Seguridad \_\_\_\_\_ Acceso \_\_\_\_\_

Servicios Luz Si\_\_ No\_\_ Teléfono Si\_\_ No\_\_

Equipos

1. \_\_\_\_\_ Referencia \_\_\_\_\_

Automático\_\_ Manual\_\_ **Opera** Si\_\_ No\_\_ Fecha de llegada \_\_\_\_\_

Contaminante Medido \_\_\_\_\_

Condiciones Generales \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_ Referencia \_\_\_\_\_

Automático\_\_ Manual\_\_ **Opera** Si\_\_ No\_\_ Fecha de llegada \_\_\_\_\_

Contaminante Medido \_\_\_\_\_

Condiciones Generales \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_ Referencia \_\_\_\_\_

Automático\_\_ Manual\_\_ **Opera** Si\_\_ No\_\_ Fecha de llegada \_\_\_\_\_

Contaminante Medido \_\_\_\_\_

Condiciones Generales \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_ Referencia \_\_\_\_\_

Automático\_\_ Manual\_\_ **Opera** Si\_\_ No\_\_ Fecha de llegada \_\_\_\_\_ Contaminante

medido \_\_\_\_\_

Condiciones Generales \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Desde cuando no opera el (los) equipo(s)

---

Los instrumentos se encuentran ordenados      Si\_\_ No\_\_  
Están en buen estado de limpieza              Si\_\_ No\_\_  
Están en buen estado técnico                  Si\_\_ No\_\_  
Tienen historial de operación                  Si\_\_ No\_\_

Cuentan con instrumentos de medición meteorológica      Si\_\_ No\_\_  
Cuáles? \_\_\_\_\_

#### ENTREVISTA CON COORDINADOR DE LA RED INFORMACIÓN HISTORICA DE LA RED

1. ¿Quién estaba encargado de las estaciones?

Insumos

2. ¿Que insumos necesitaban?

3. ¿En qué equipos?

¿Quién los suministraba?

¿Quién los cambiaba?

¿Cómo se transportaban?

Calibración

¿Qué tipo de calibración se utilizaba?

¿Con qué frecuencia?

¿Existía registro de la calibración?

Mantenimiento

¿Qué tipo de mantenimiento se hacía en los equipos?

¿Con qué frecuencia?

¿Quién la hacía?

¿Existía registro de mantenimiento?

MONITOREO.

¿Quién realizaba el monitoreo?

¿Qué contaminantes se monitoreaban?

¿Con qué frecuencia?

¿Existía un formato de campo del monitoreo?

¿En qué laboratorio se hacían los análisis?

¿Cada cuanto se enviaban las muestras al laboratorio?

¿Cómo se almacenaban las muestras?

¿Cómo se presentaban los resultados de las muestras?

¿Cómo se reportaban los datos?

¿Cada cuanto se reportaban datos?

¿Existía una base de datos?

¿Se pensó en adjuntar la información de la red de saneamiento ambiental con la de la Corporación?

#### LOGÍSTICA DEL MONITOREO

¿Cuántas personas realizaban el muestreo?

¿Cuál era el recorrido para el monitoreo?

¿Qué capacitación tenían?

¿Quién les dio la capacitación?

¿Cómo se transportaban?

¿Hasta donde llegaban sus funciones?

Operación

Calibración

Mantenimiento.

Transporte al laboratorio.

Análisis de Datos.

¿Existían personas que supervisarán el monitoreo?

¿Cómo vigilaba la Corporación las labores del personal?

¿Con qué frecuencia?

¿Alguna vez se han divulgado los resultados de la red de calidad del aire a la comunidad?

#### PARÁMETROS DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES.

¿Por qué fueron escogidos esos sitios?

¿Cómo se escogieron?

¿Cuáles fueron los objetivos del monitoreo de la calidad del aire?

¿Por qué ese número de estaciones?

## Anexo C. Ilustración de la página web creada como base de datos

### ESTACIÓN EL RECREO



La estación el Recreo se encuentra ubicada dentro del parque recreacional del norte, en zona urbana al noreste de Sogamoso, justo debajo del sector de Pantanitos (zona montañosa donde se desarrolla la mayor parte de chircales, hornos artesanales para la producción de ladrillo). Esta estación es la más completa de la red, su operación se inició en abril de 2001 y ha sido continua hasta el presente.

### Equipos para medición de contaminantes en la Estación Recreo

No	EQUIPO	REFERENCIA	CONTAMINANTE
1	BAM 1020 Particulate monitor. Neta once instrumentos.	CB-101-PM10 B1133	PM10
2	PM High Volume Sampler Air Quality Instrumentation	CB-104-PM10	PM10
3	APOA 300E Ambient O <sub>3</sub> monitor.	NE-10-O <sub>3</sub> HORIBA	O <sub>3</sub>
4	Monitor Model 1020 Carbon Monoxide Analyzer.	CB-150-CO Wedding	CO
5	APNA 300E Ambient NO <sub>x</sub> Monitor	JU-30-NO <sub>x</sub> HORIBA	NO <sub>x</sub>
6	Ambient SO <sub>2</sub> monitor	FR-04-SO <sub>2</sub> HORIBA	SO <sub>2</sub>

### INFORMACIÓN DIARIA DEPURADA

#### 2001

Abril - Junio - Julio - Agosto - Septiembre - Octubre - Noviembre - Diciembre

#### 2002

Enero - Febrero - Marzo - Abril - Mayo - Junio - Julio - Agosto - Septiembre

## ANÁLISIS DEL MONITOREO ESTACIÓN RECREO

### COMPORTAMIENTO DE CONTAMINANTES



#### *Resumen y Promedio horario*

**2001**

Abril - Junio - Julio - Agosto - Septiembre - Octubre - Noviembre - Diciembre

**2002**

Enero - Febrero - Marzo - Abril - Mayo - Junio - Julio - Agosto - Septiembre

#### *Análisis Estadístico*

**2001**

Abril - Junio - Julio - Agosto - Septiembre - Octubre - Noviembre - Diciembre

**2002**

Enero - Febrero - Marzo - Abril - Mayo - Junio - Julio - Agosto - Septiembre

#### *Comparación con la norma*

**2001**

Abril - Junio - Julio - Agosto - Septiembre - Octubre - Noviembre - Diciembre

**2002**

Enero - Febrero - Marzo - Abril - Mayo - Junio - Julio - Agosto - Septiembre

### COMPORTAMIENTO DE VARIABLES METEOROLÓGICAS



**2001**

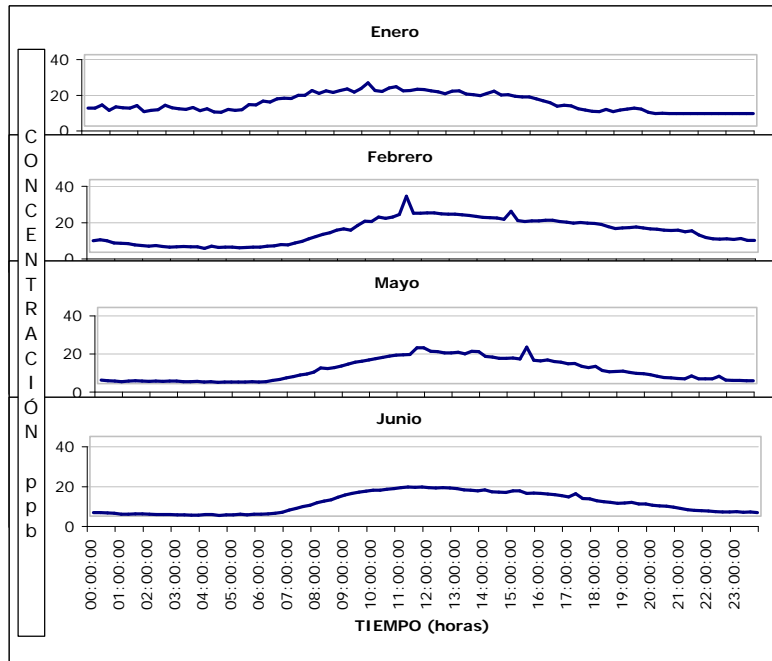
Abril - Junio - Julio - Agosto - Septiembre - Octubre - Noviembre - Diciembre

**2002**

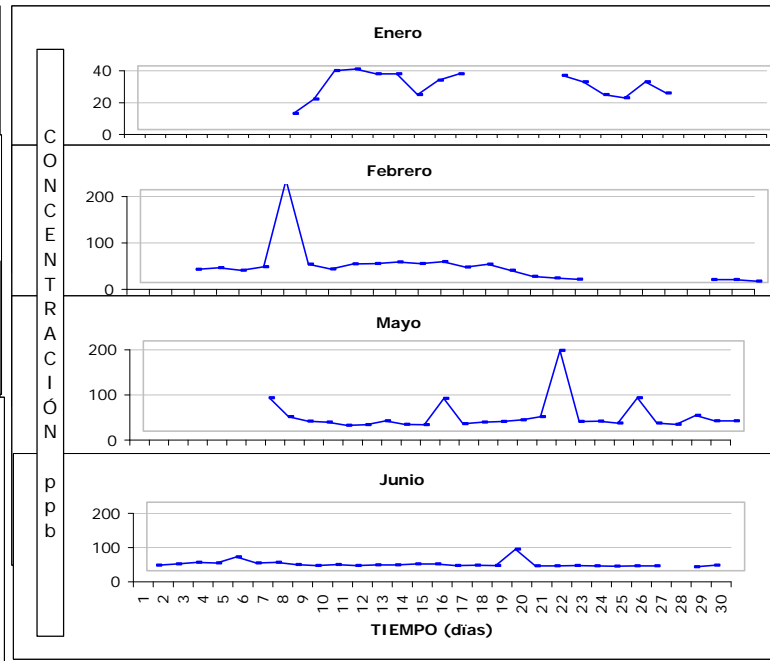
Enero

**Anexo D. Gráficas de comportamiento horario de contaminantes en los meses  
monitoreados en cada estación RMCA – Valle de Sogamoso**

COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO O<sub>3</sub> ESTACIÓN BAVARIA  
2002



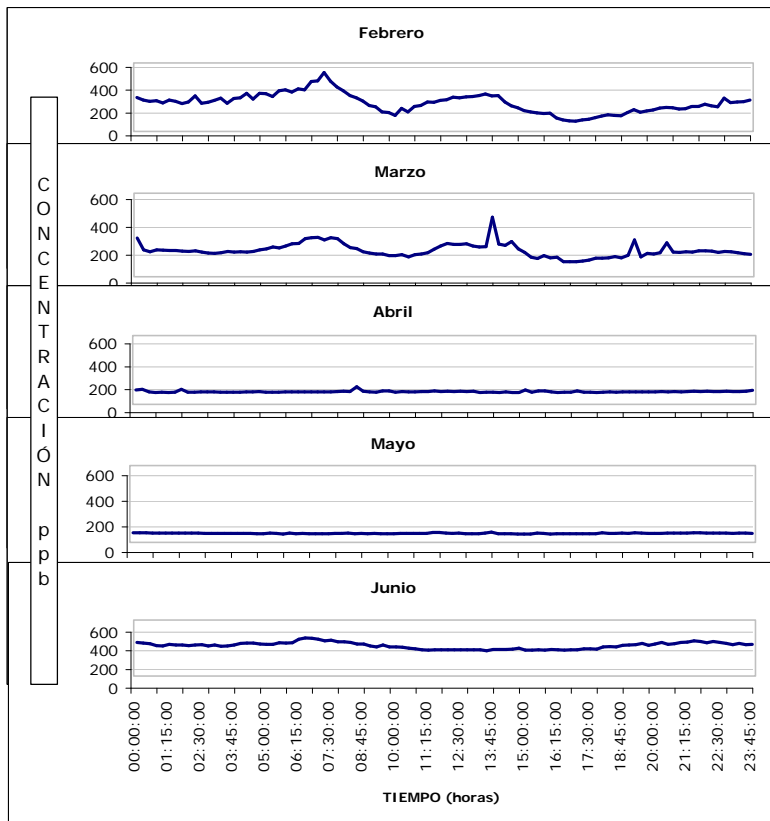
MÁXIMOS MENSUALES O<sub>3</sub> ESTACIÓN BAVARIA  
2002



COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO CO ESTACIÓN BAVARIA

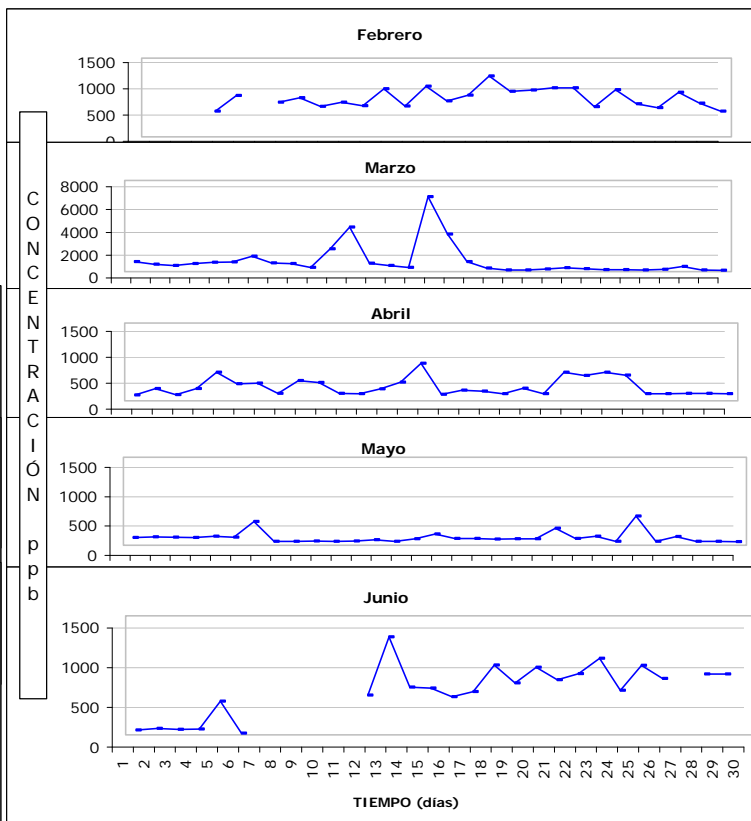
MAXIMOS MENSUALES CO ESTACIÓN BAVARIA

2000



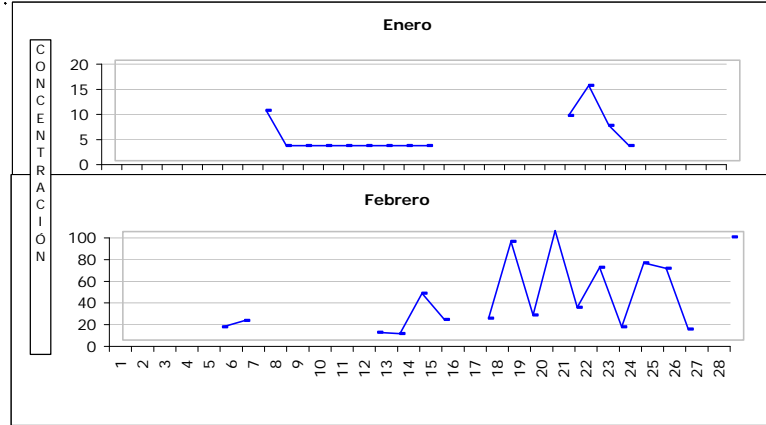
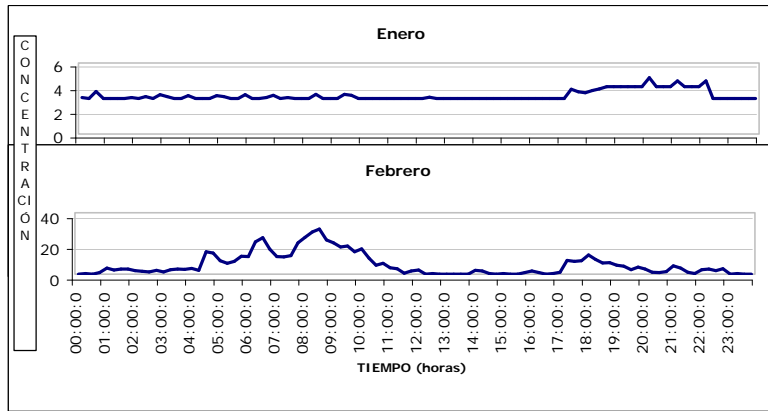
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO SO<sub>2</sub> ESTACIÓN BAVARIA  
2002

2000

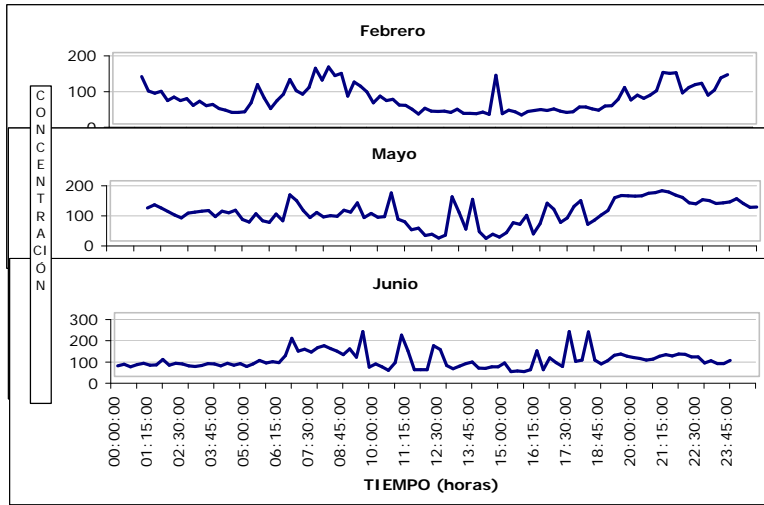


MÁXIMOS MENSUALES SO<sub>2</sub> ESTACIÓN BAVARIA  
2002

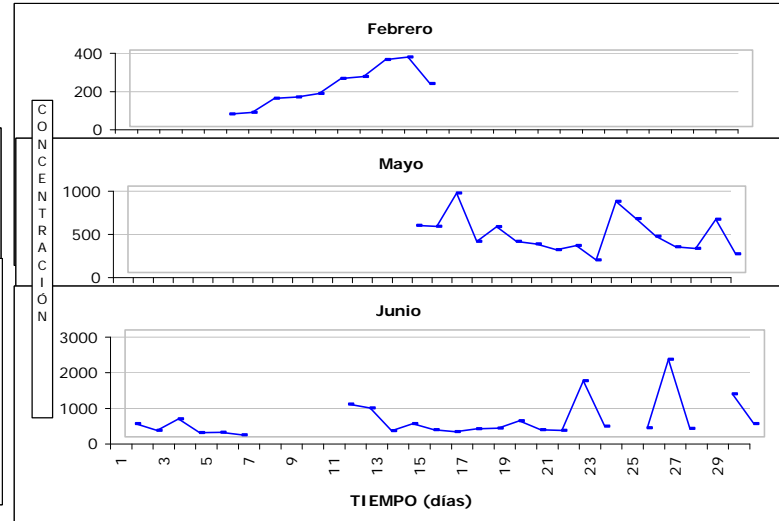




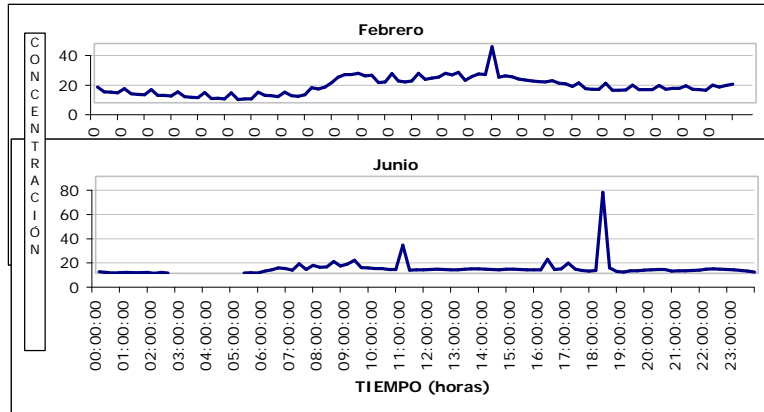
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO CO ESTACIÓN AEROPUERTO 2002



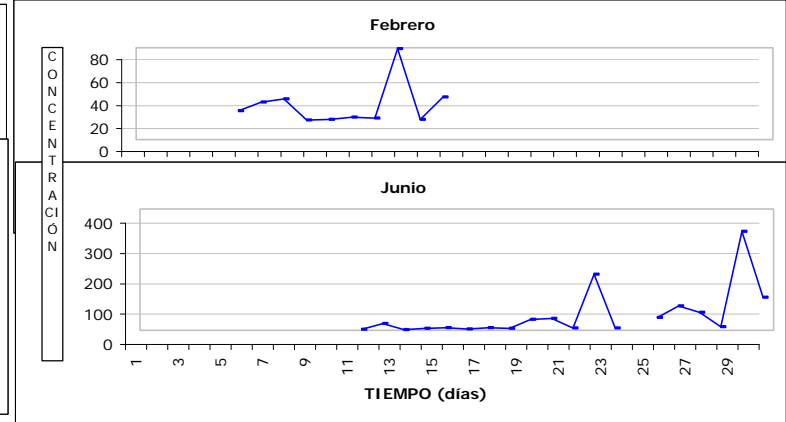
MÁXIMOS MENSUALES CO ESTACIÓN AEROPUERTO 2002



COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO SO<sub>2</sub> ESTACIÓN AEROPUERTO 2002



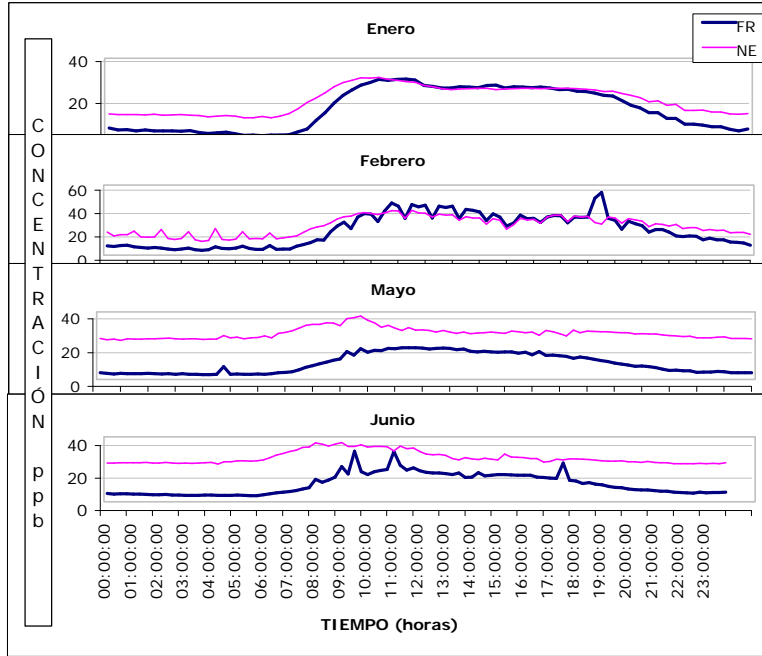
MÁXIMOS MENSUALES SO<sub>2</sub> ESTACIÓN AEROPUERTO 2002



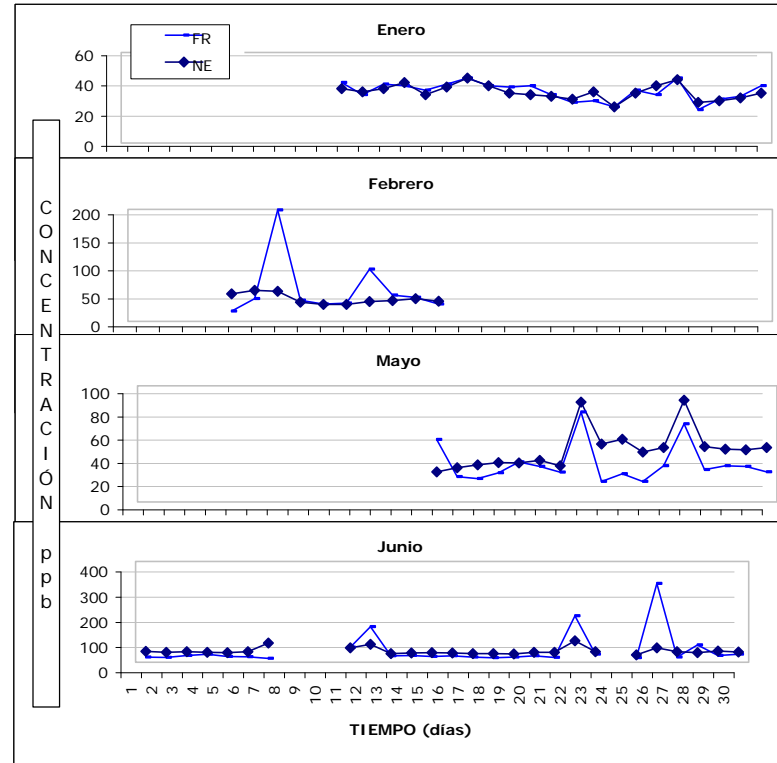
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO O<sub>3</sub> ESTACIÓN AEROPUERTO

MÁXIMOS MENSUALES O<sub>3</sub> ESTACIÓN AEROPUERTO

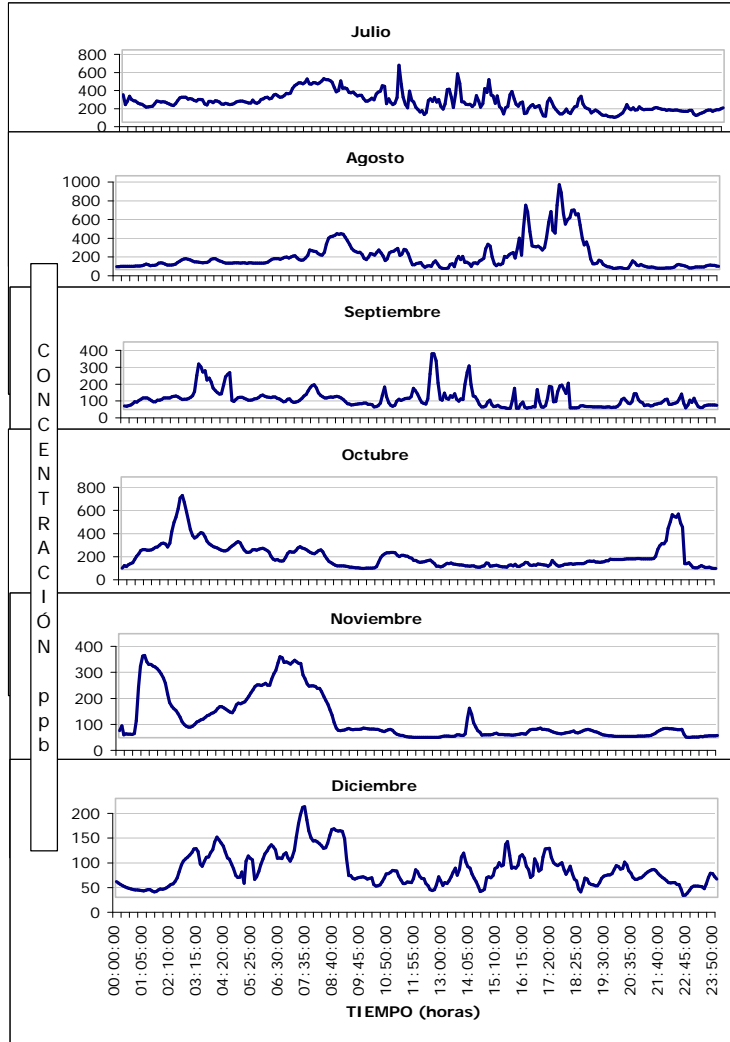
2002



2002

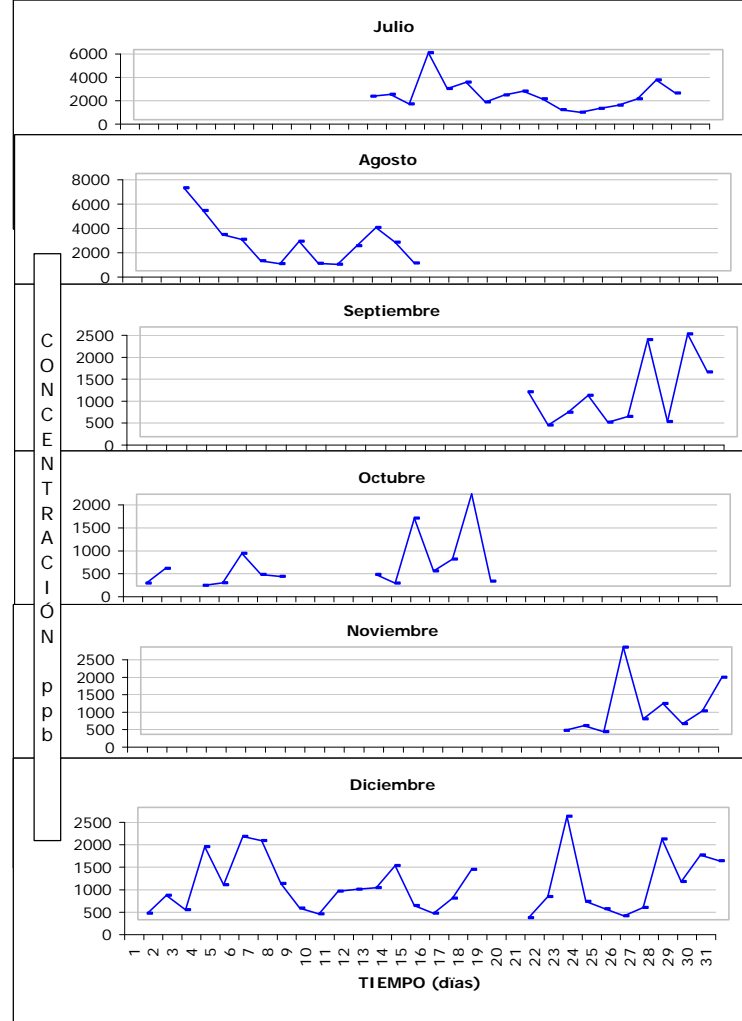


COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO CO ESTACIÓN BELENCITO  
2001



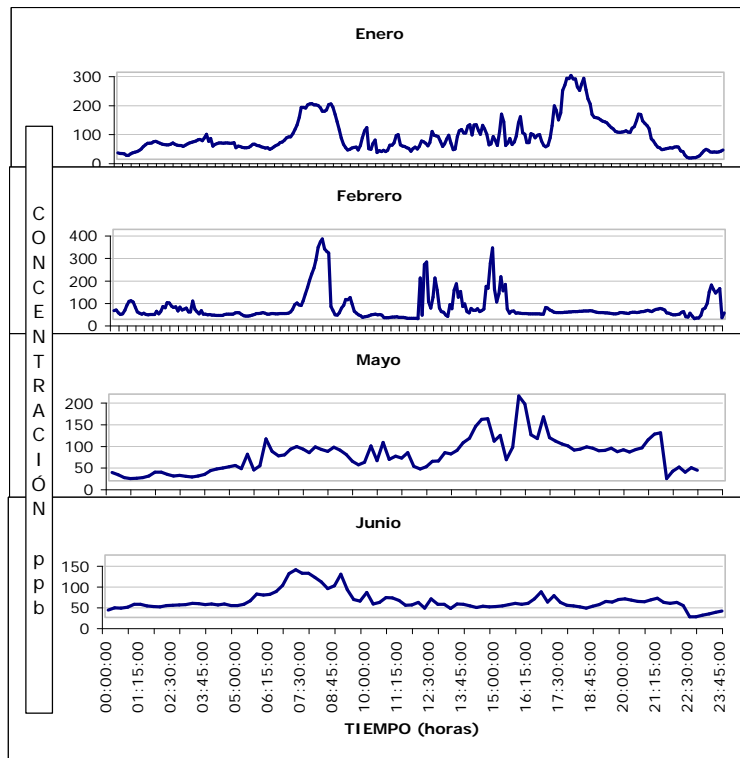
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO CO ESTACIÓN BELENCITO

MÁXIMOS MENSUALES CO ESTACIÓN BELENCITO  
2001



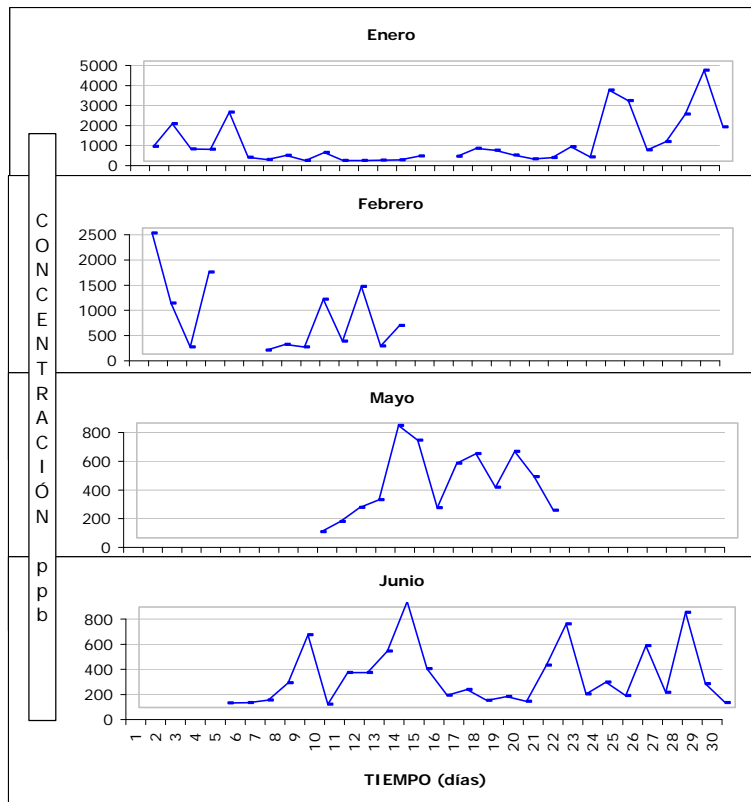
MÁXIMOS MENSUALES CO ESTACIÓN BELENCITO

2002



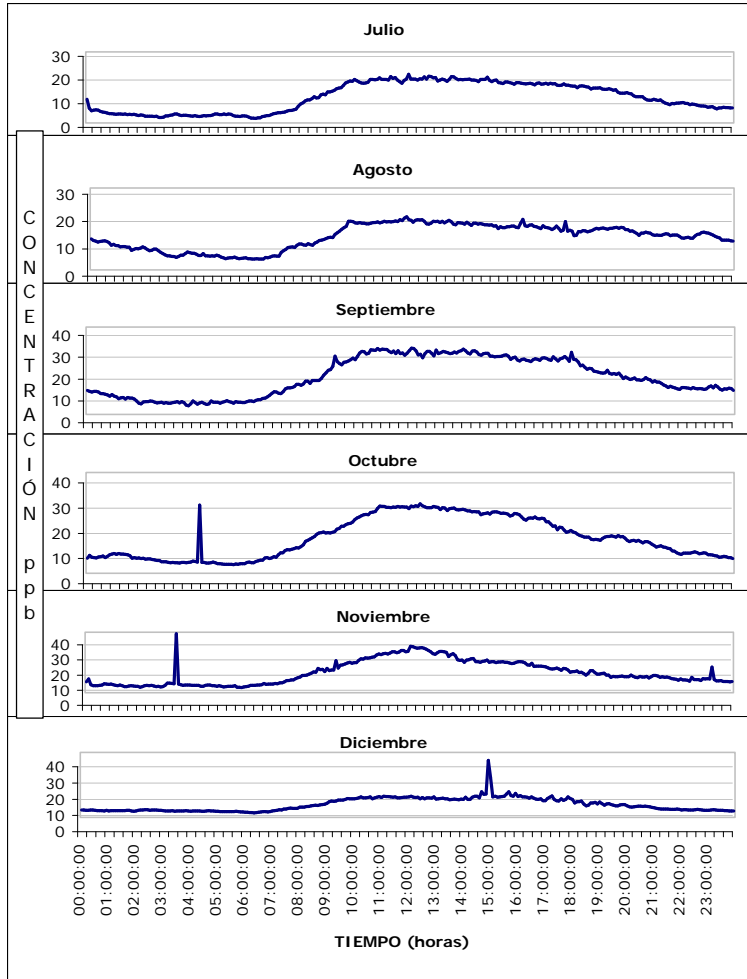
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO O<sub>3</sub> ESTACIÓN BELENCITO

2002



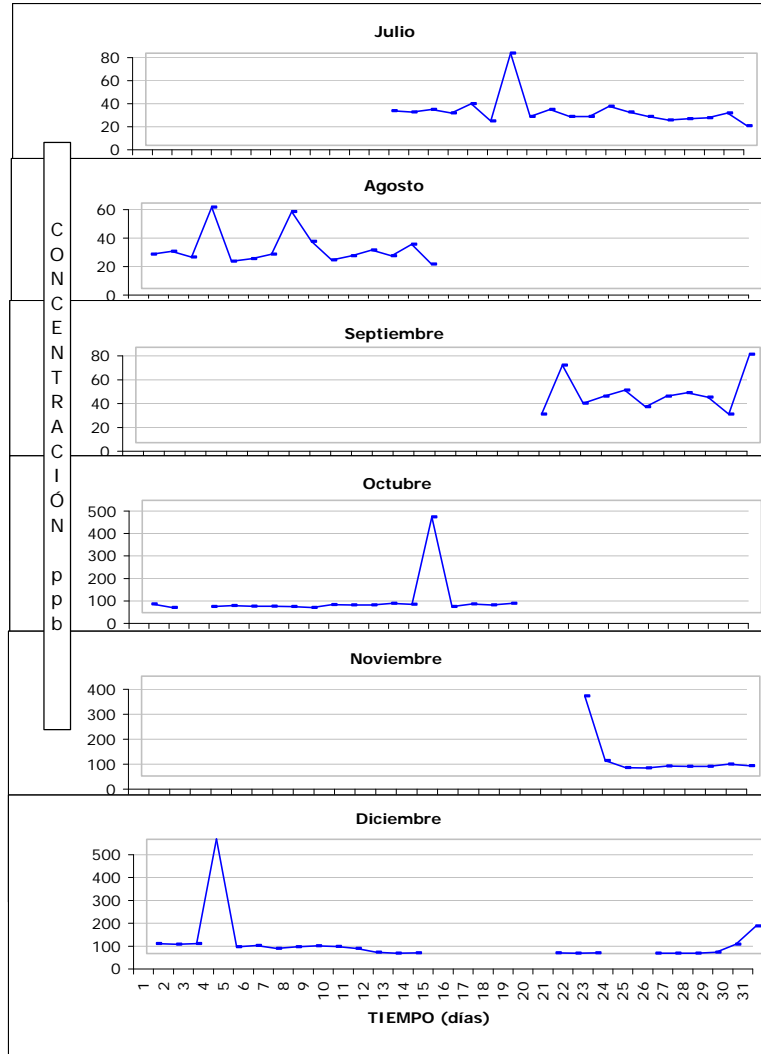
MÁXIMOS MENSUALES O<sub>3</sub> ESTACIÓN BELENCITO

2001



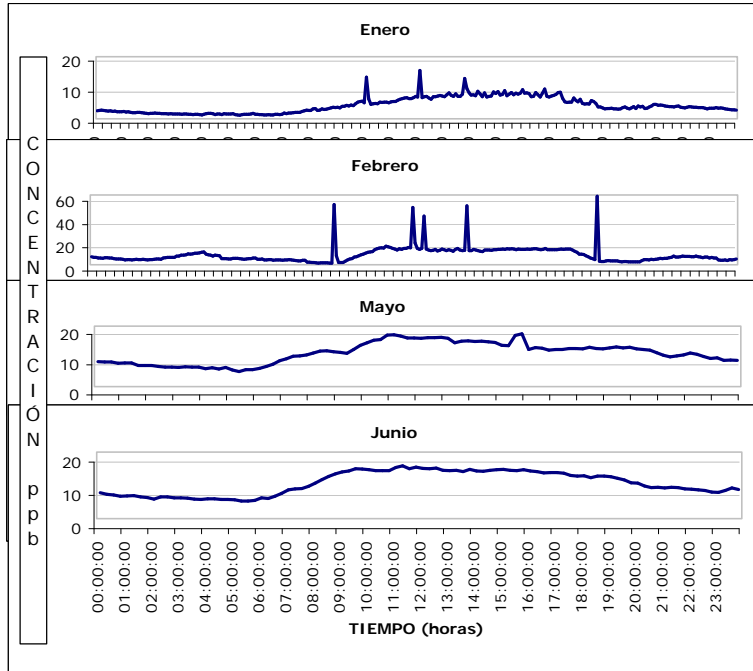
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO O<sub>3</sub> ESTACIÓN BELENCITO

2001

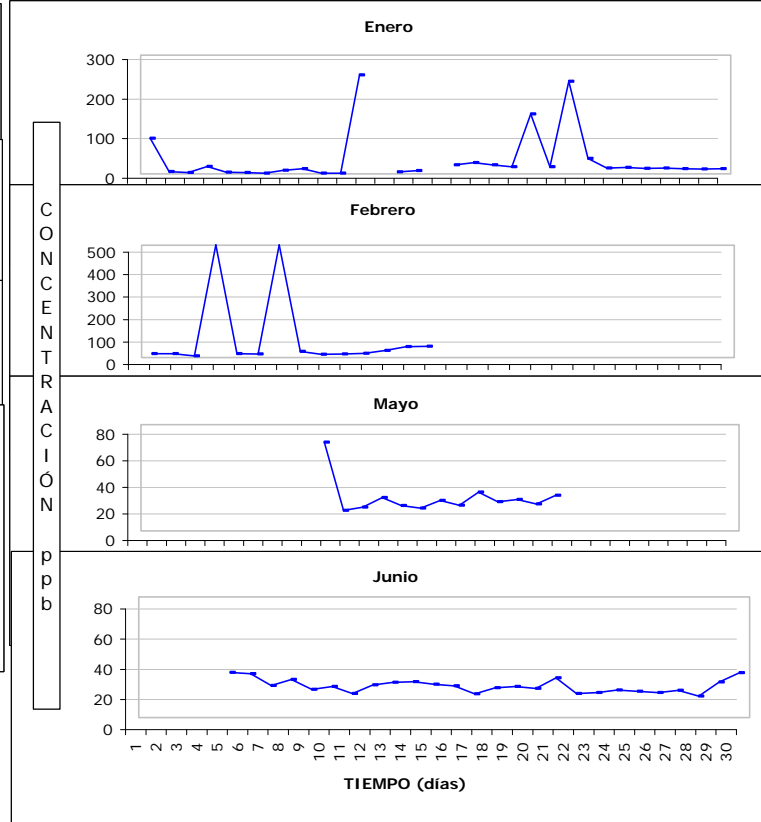


MÁXIMOS MENSUALES O<sub>3</sub> ESTACIÓN BELENCITO

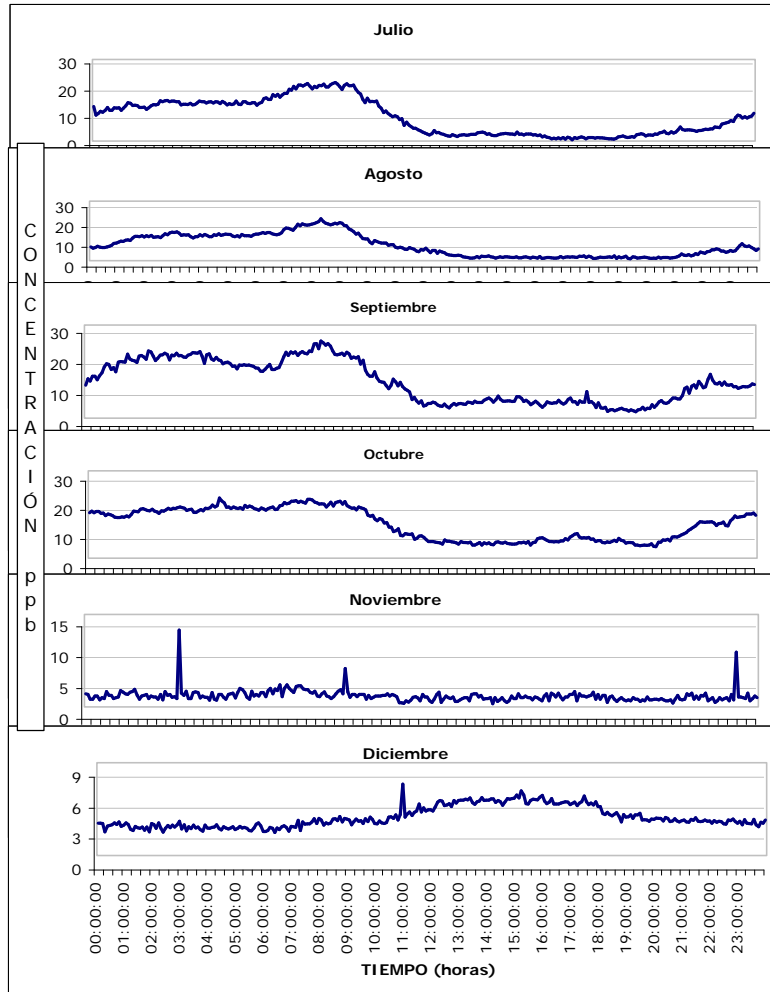
2002



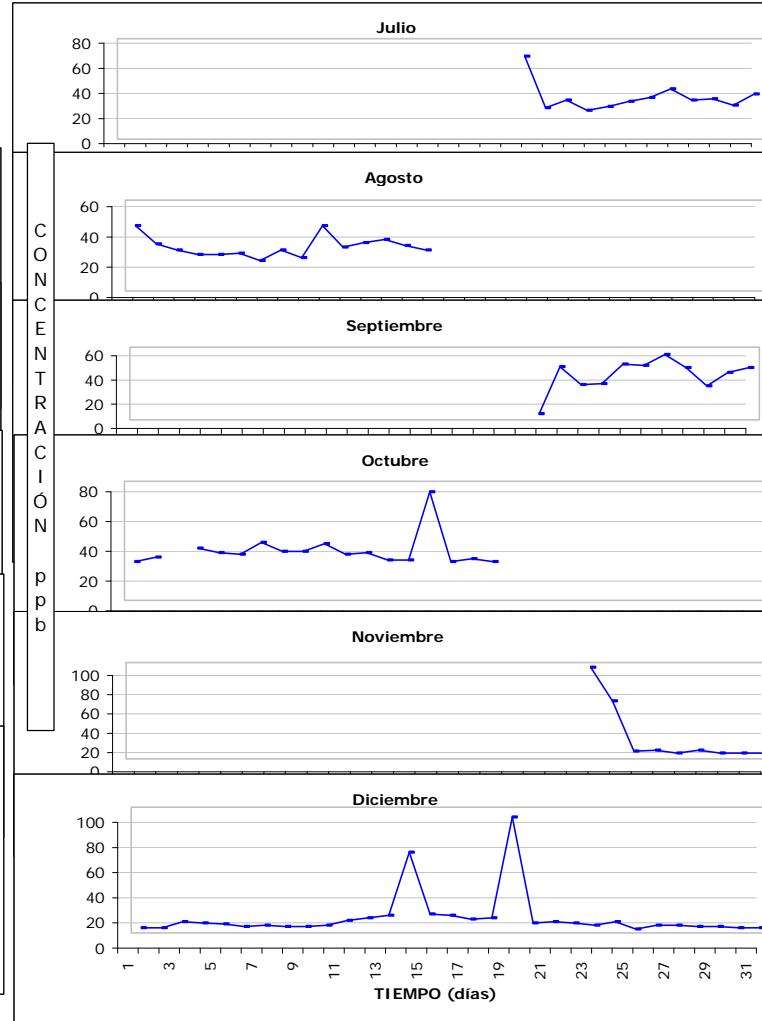
2002



COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO NO<sub>2</sub> ESTACIÓN BELENCITO  
2001

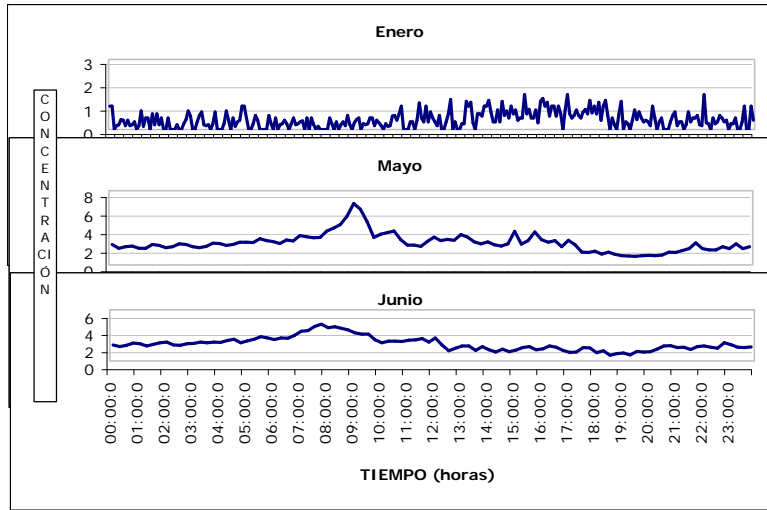


MÁXIMOS MENSUALES NO<sub>2</sub> ESTACIÓN BELENCITO  
2001

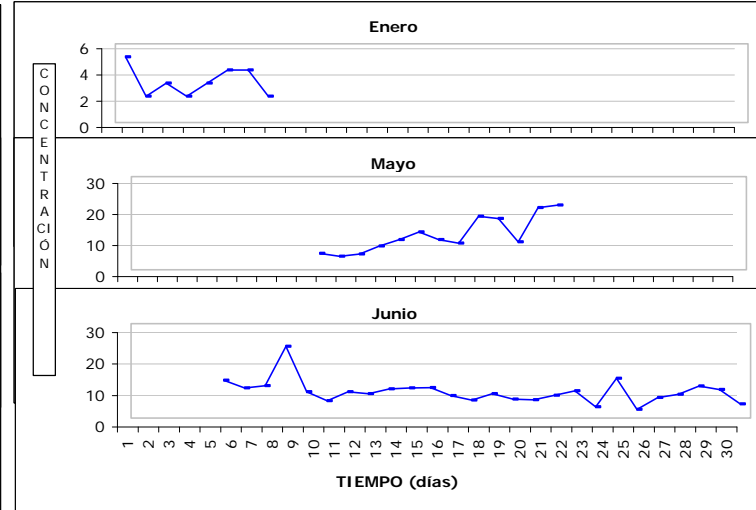




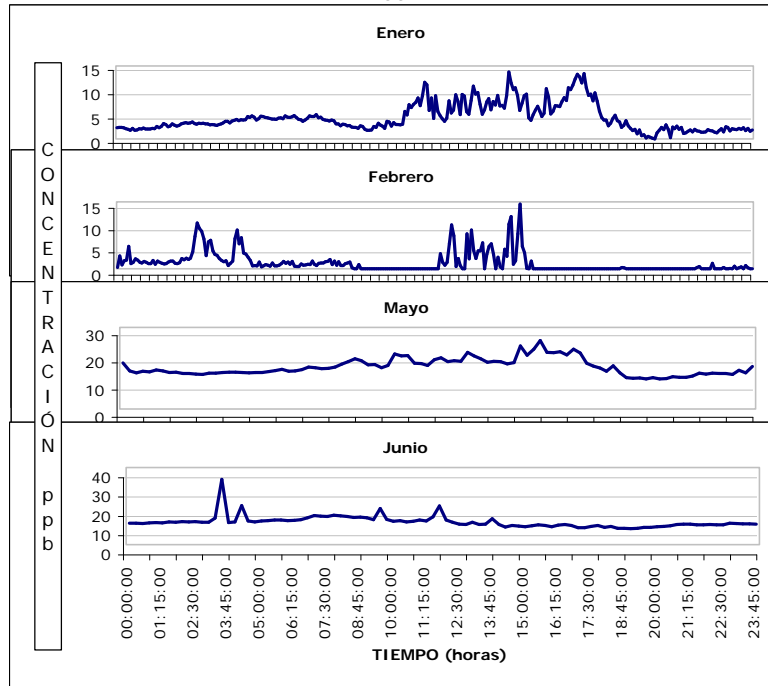
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO NO<sub>2</sub> ESTACIÓN BELENCITO  
2002



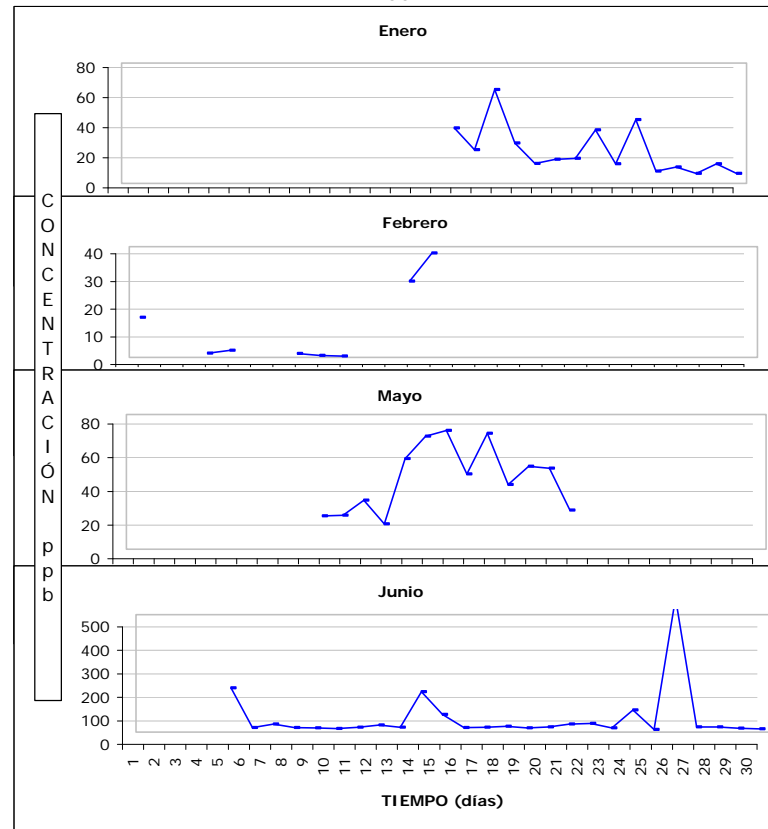
MÁXIMOS MENSUALES NO<sub>2</sub> ESTACIÓN BELENCITO  
2002



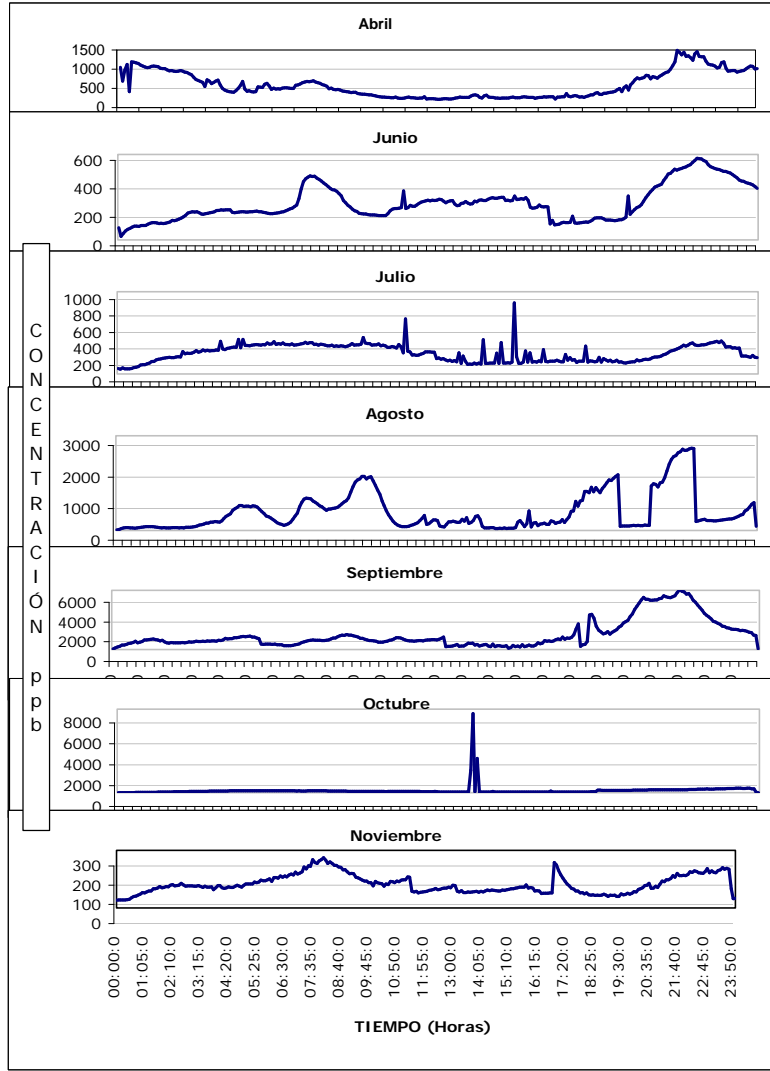
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO SO<sub>2</sub> ESTACIÓN BELENCITO  
2002



MÁXIMOS MENSUALES SO<sub>2</sub> ESTACIÓN BELENCITO  
2002

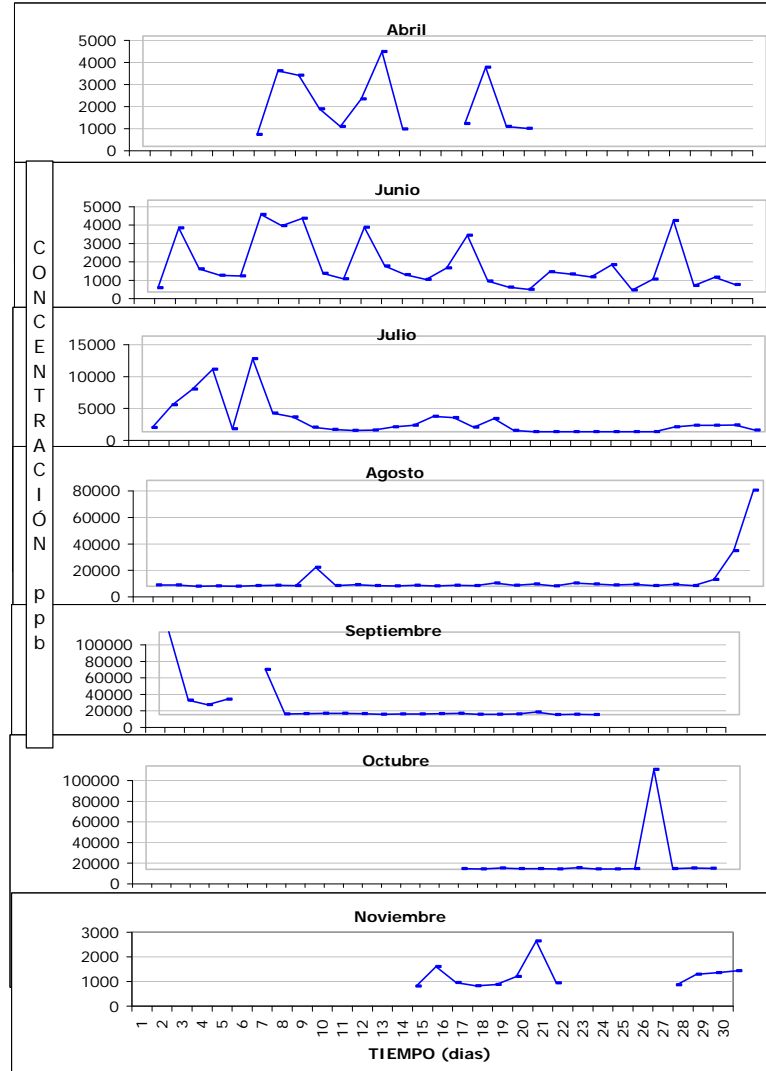


COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO CO ESTACIÓN RECREO  
2001



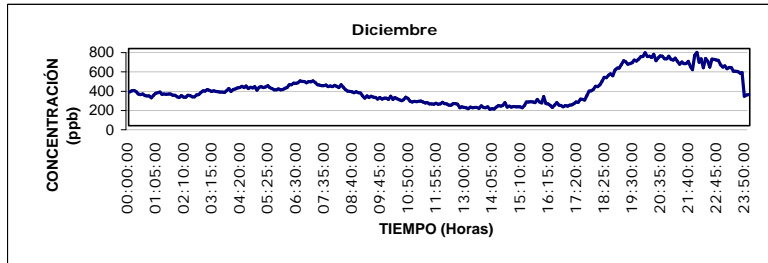
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO CO ESTACIÓN RECREO

MÁXIMOS MENSUALES CO ESTACIÓN RECREO  
2001

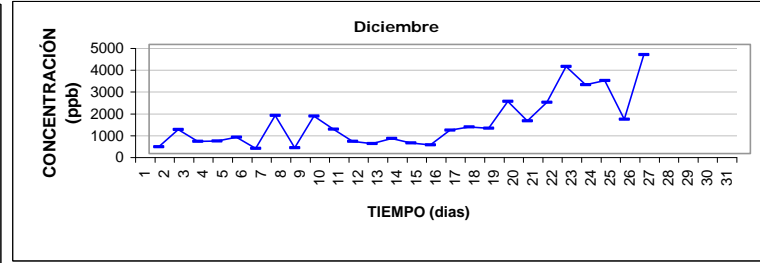


MÁXIMOS MENSUALES CO ESTACIÓN RECREO

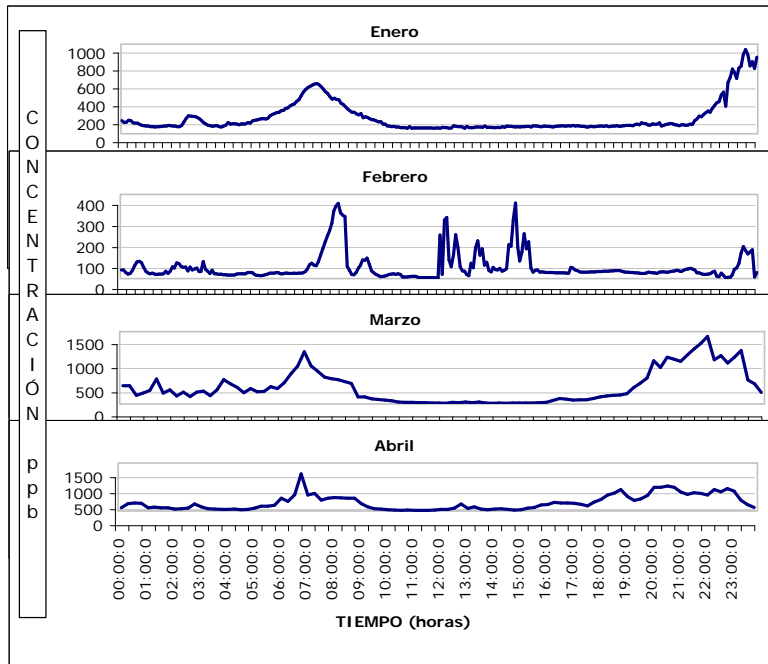
2001



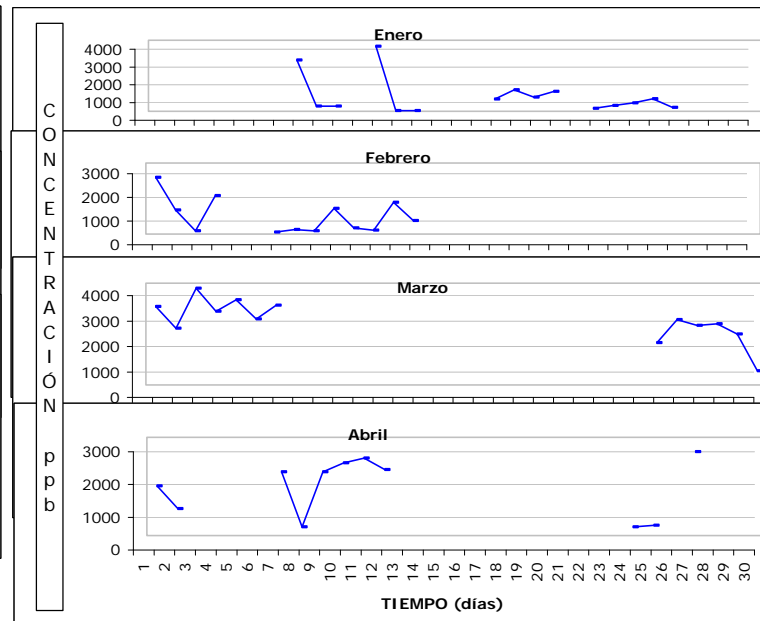
2001



COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO CO ESTACIÓN RECREO  
2002

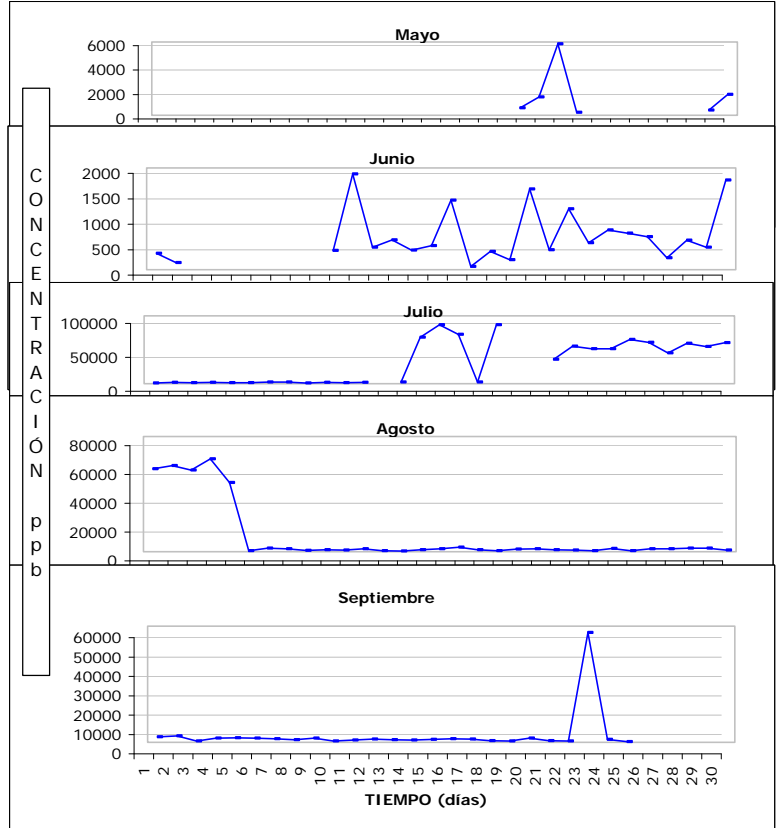
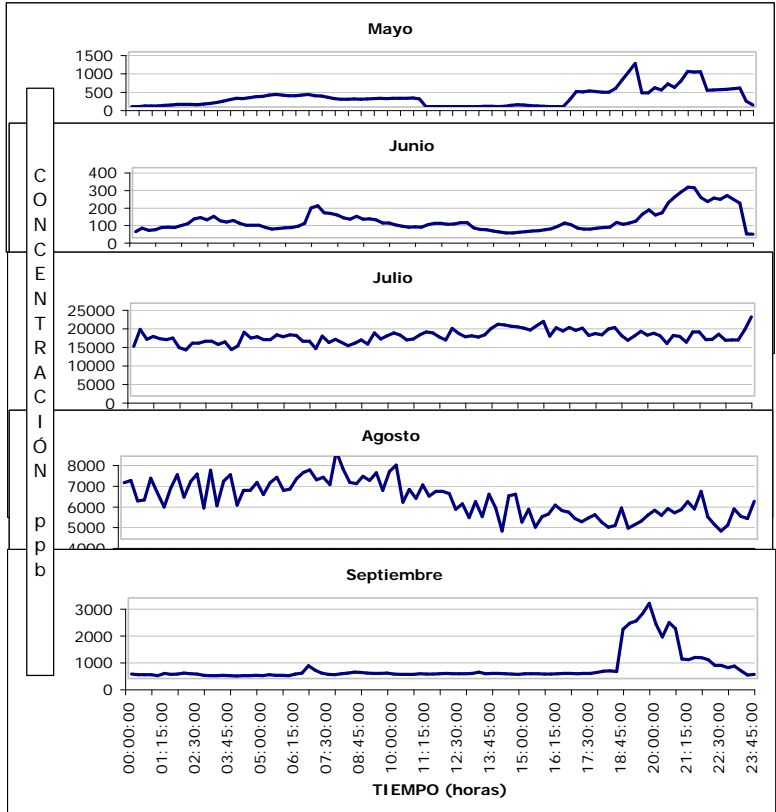


MÁXIMOS MENSUALES CO ESTACIÓN RECREO  
2002

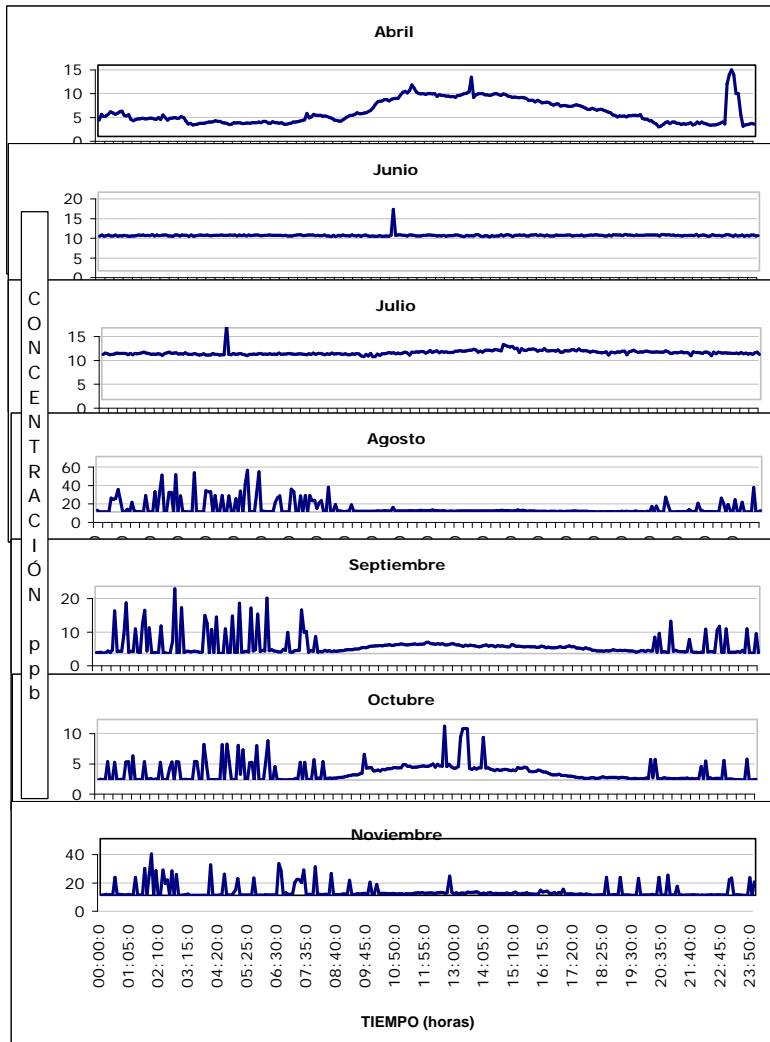


COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO CO ESTACIÓN RECREO  
2002

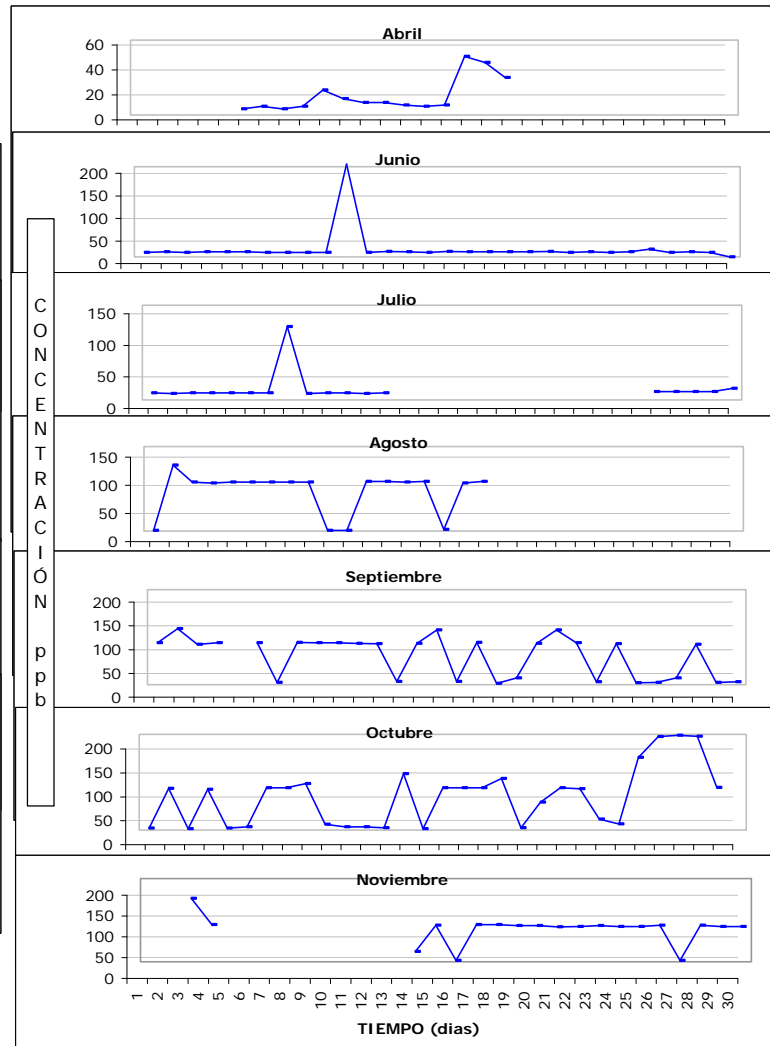
MÁXIMOS MENSUALES CO ESTACIÓN RECREO  
2002



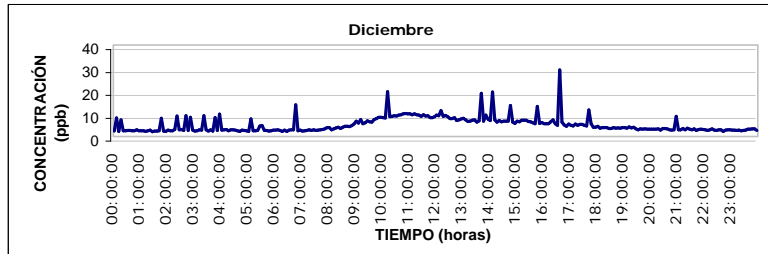
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO O<sub>3</sub> ESTACIÓN RECREO  
2001



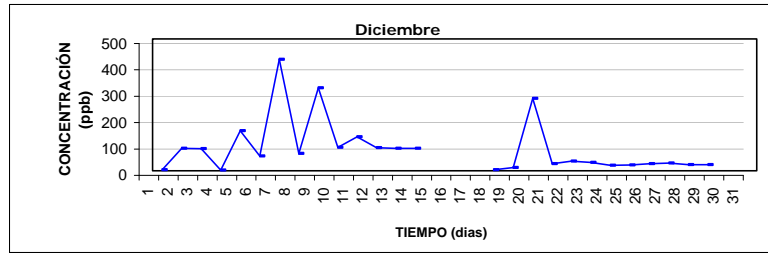
MÁXIMOS MENSUALES O<sub>3</sub> ESTACIÓN RECREO  
2001



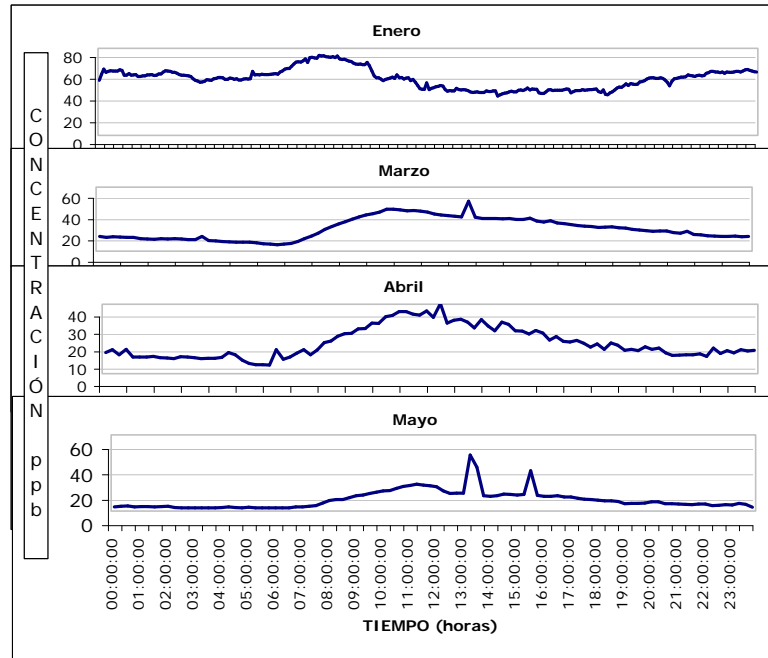
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO O<sub>3</sub> ESTACIÓN RECREO  
2001



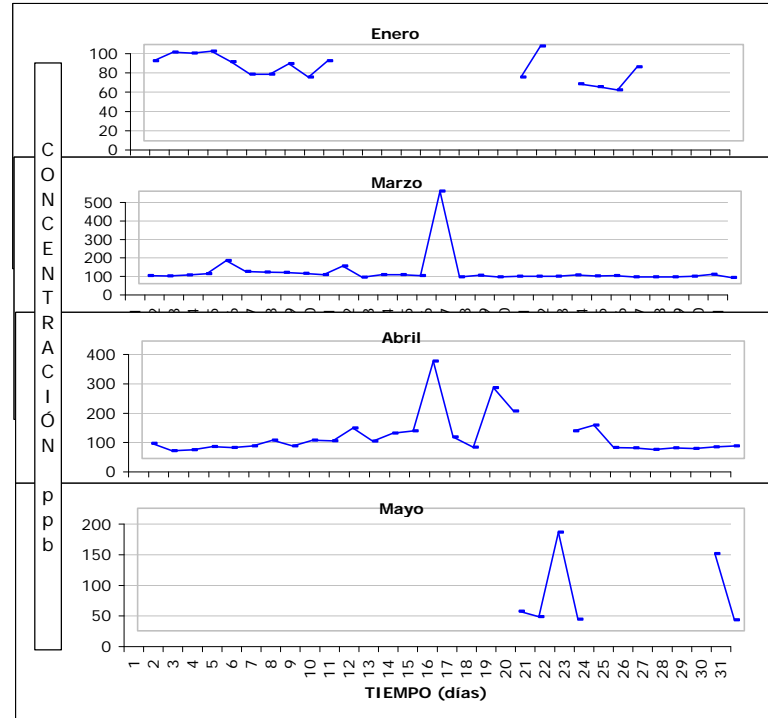
MÁXIMOS MENSUALES O<sub>3</sub> ESTACIÓN RECREO  
2001



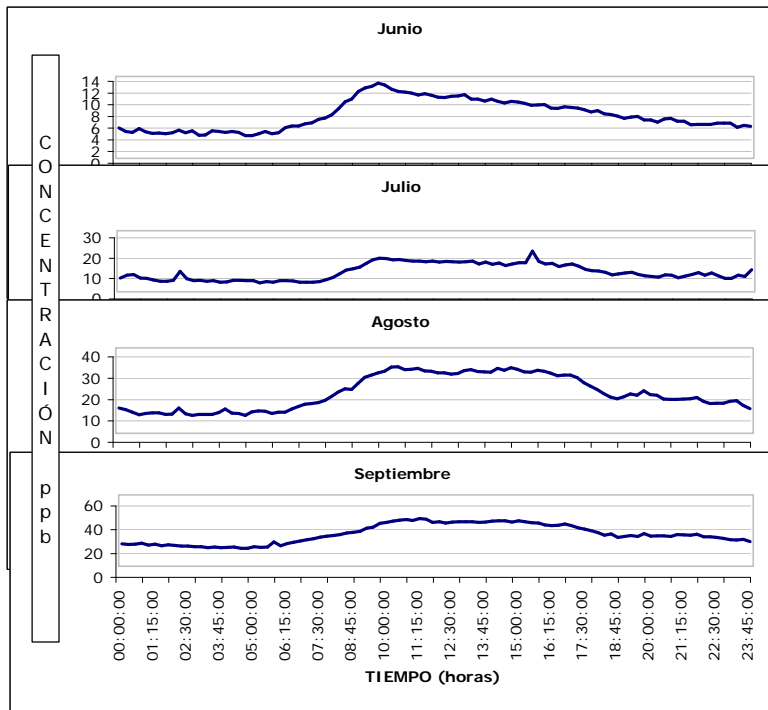
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO O<sub>3</sub> ESTACIÓN RECREO  
2002



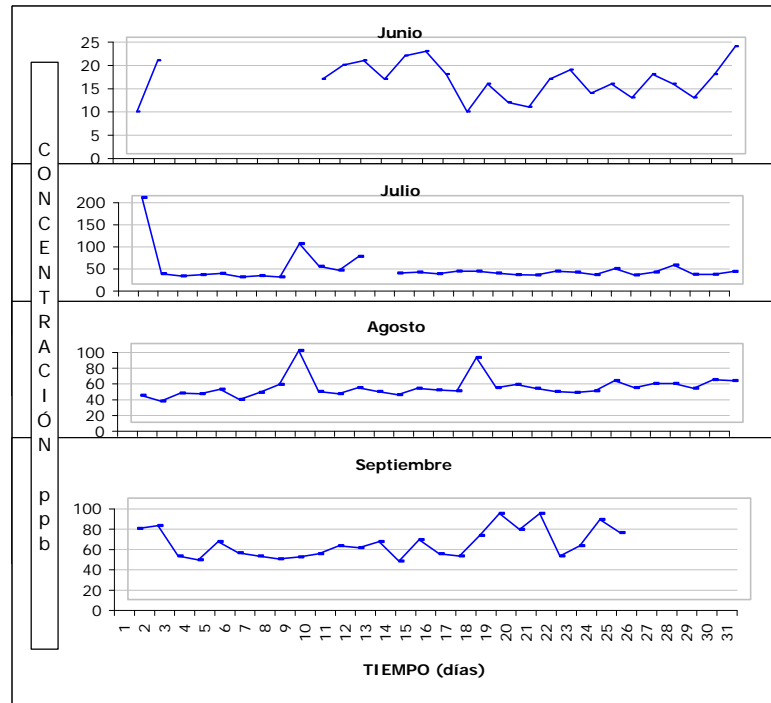
MÁXIMOS MENSUALES O<sub>3</sub> ESTACIÓN RECREO  
2002



COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO O<sub>3</sub> ESTACIÓN RECREO  
2002

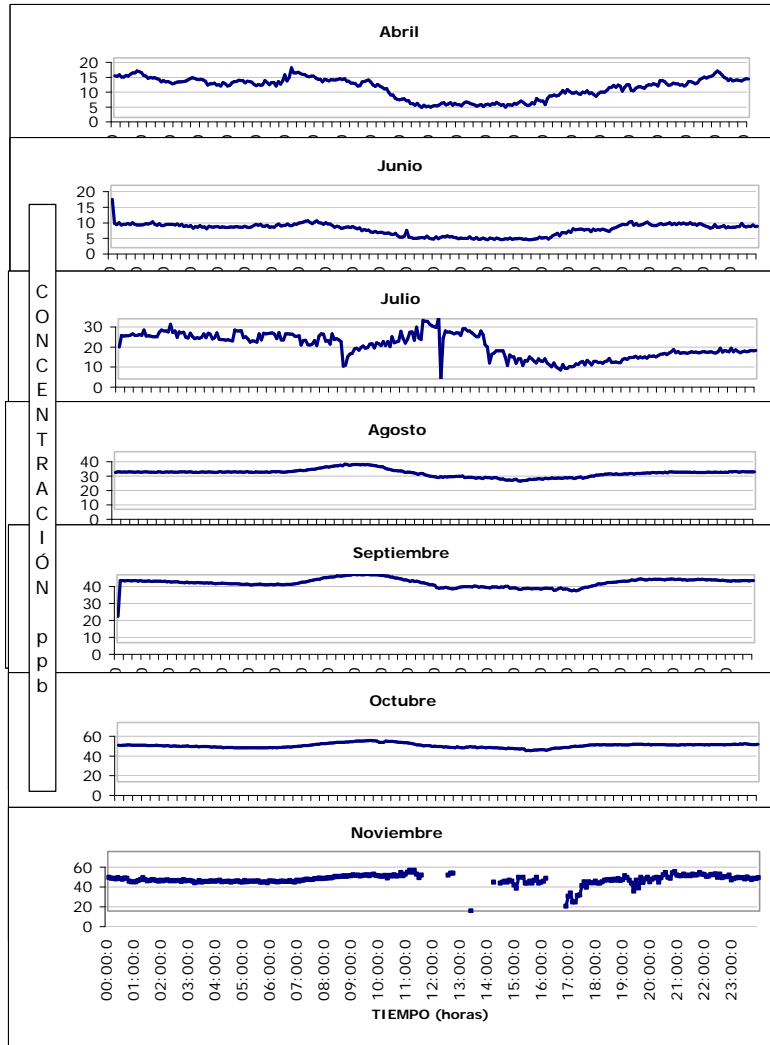


MÁXIMOS MENSUALES O<sub>3</sub> ESTACIÓN RECREO  
2002

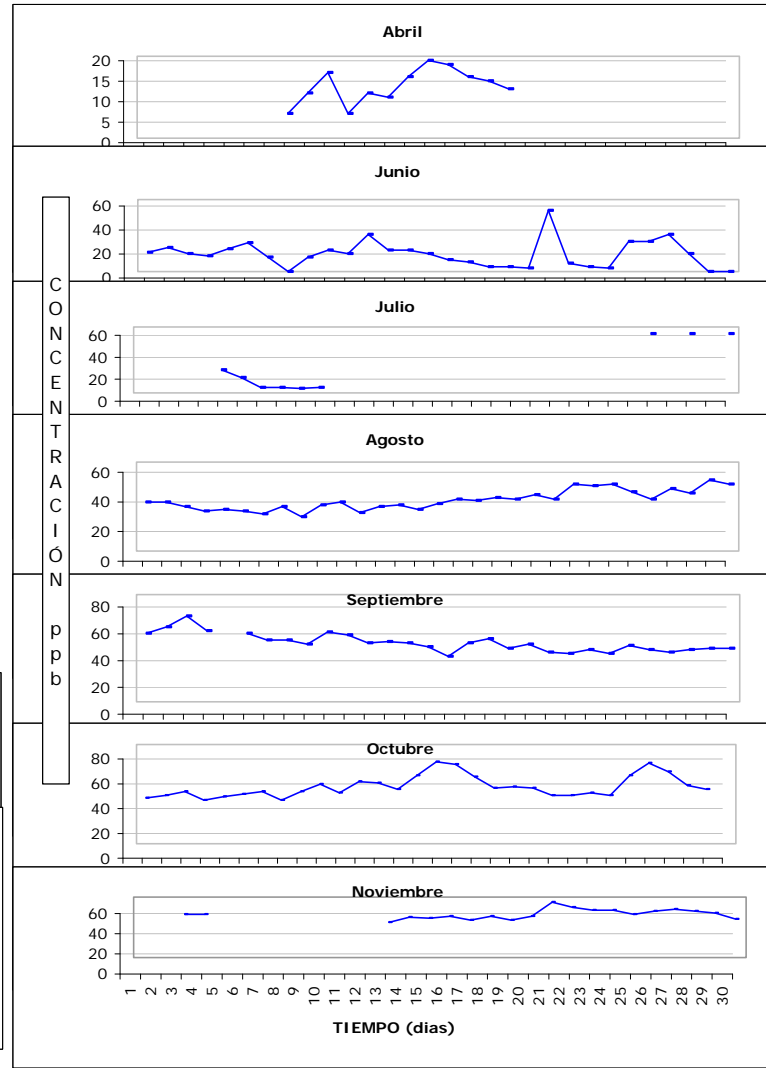




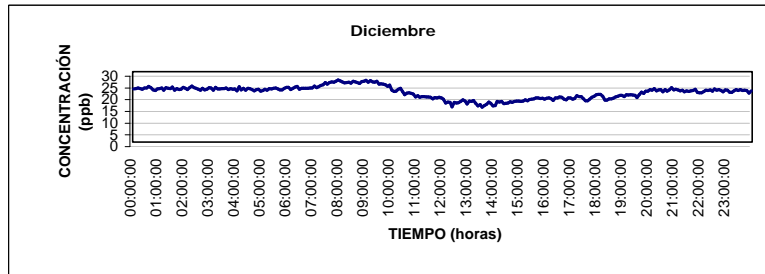
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO NO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO  
2001



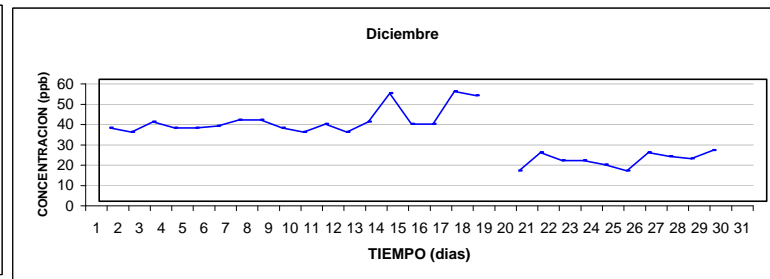
MÁXIMOS MENSUALES NO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO  
2001



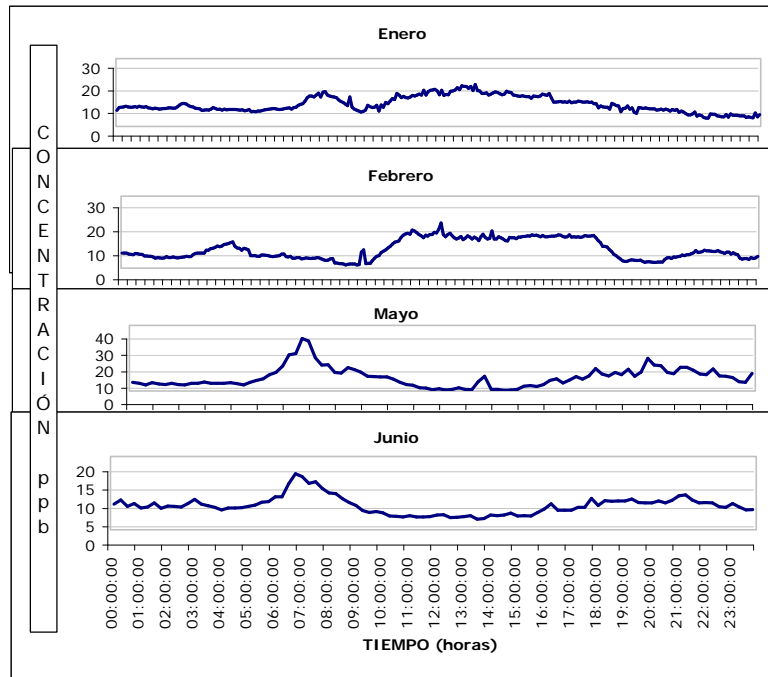
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO NO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO  
2001



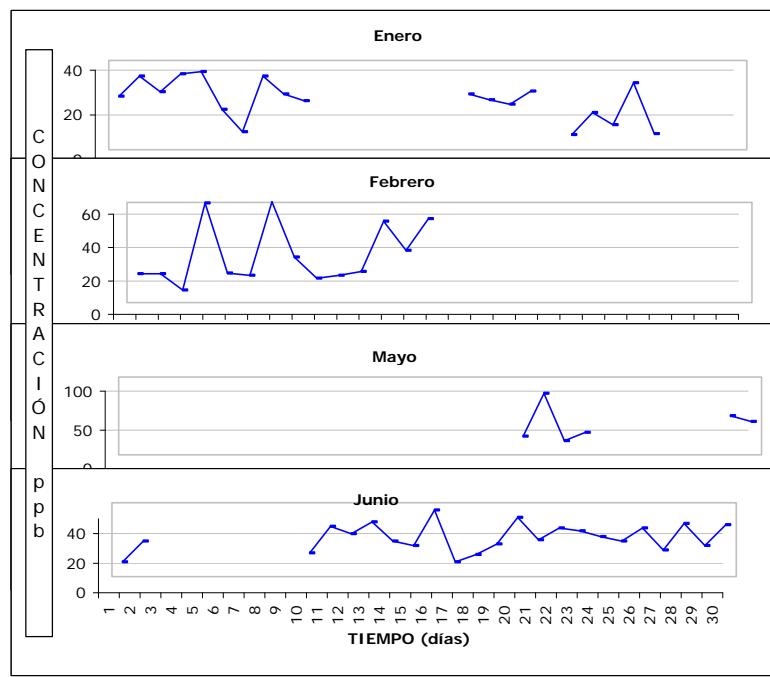
MÁXIMOS MENSUALES NO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO  
2001



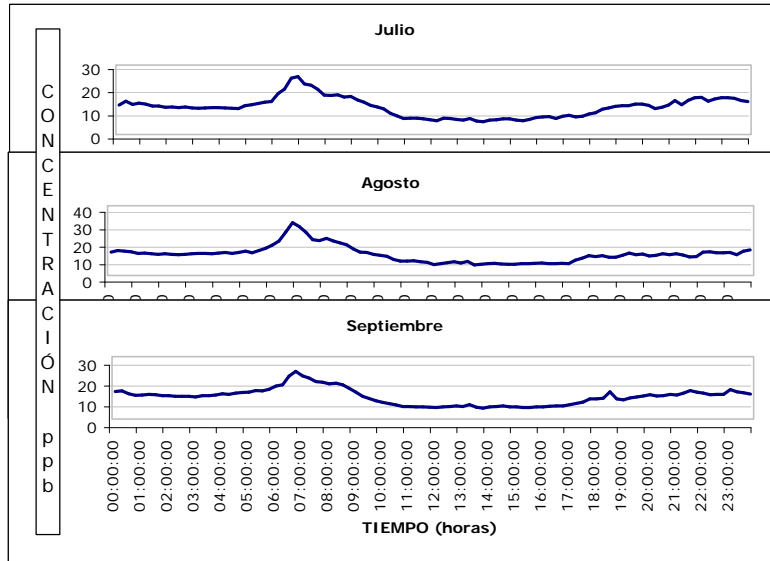
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO NO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO  
2002



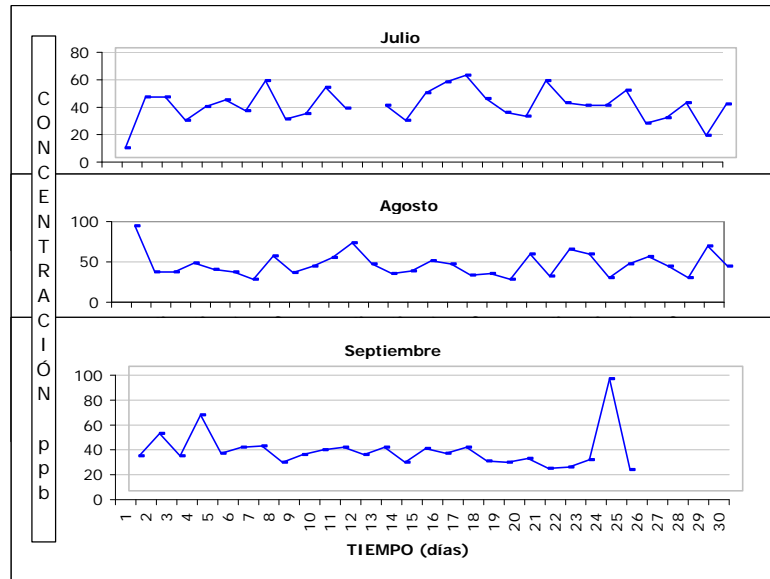
MÁXIMOS MENSUALES NO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO  
2002



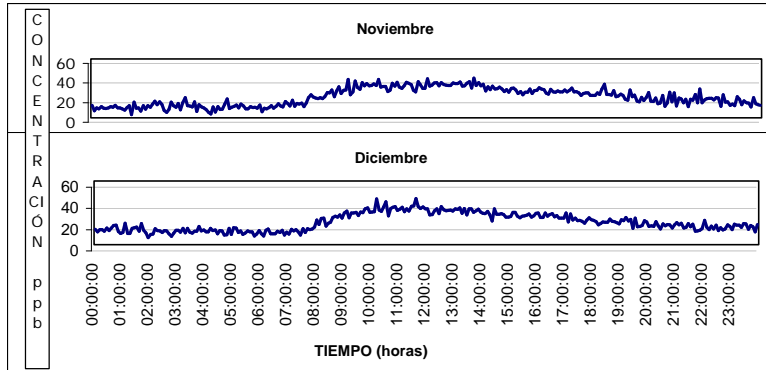
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO NO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO  
2002



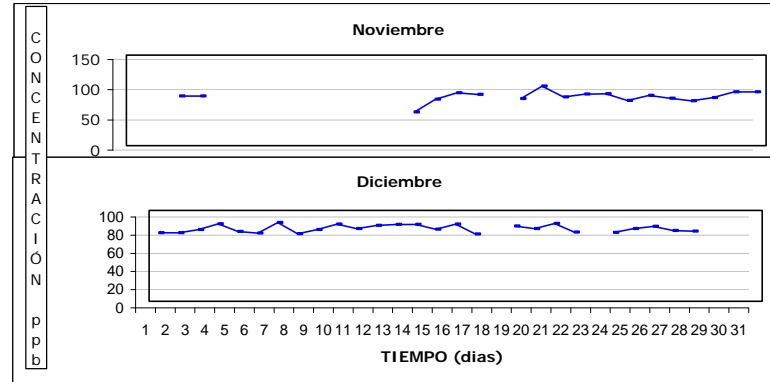
MÁXIMOS MENSUALES NO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO  
2002



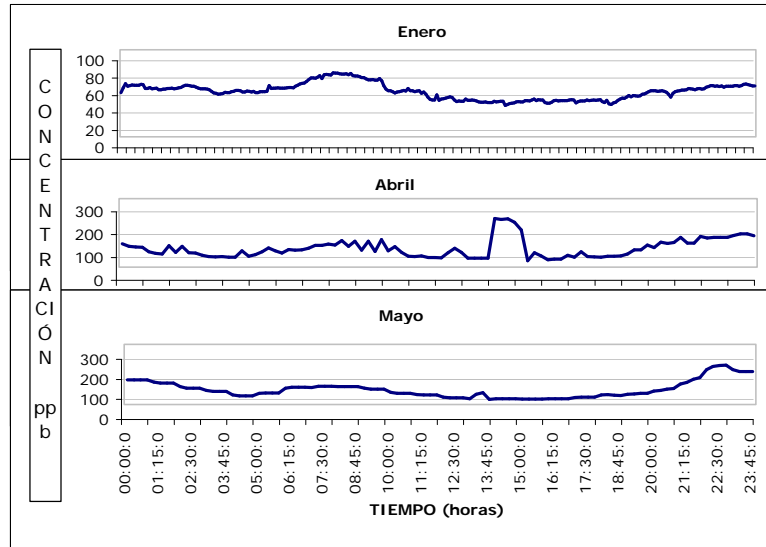
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO PM-10 ESTACIÓN RECRO  
2001



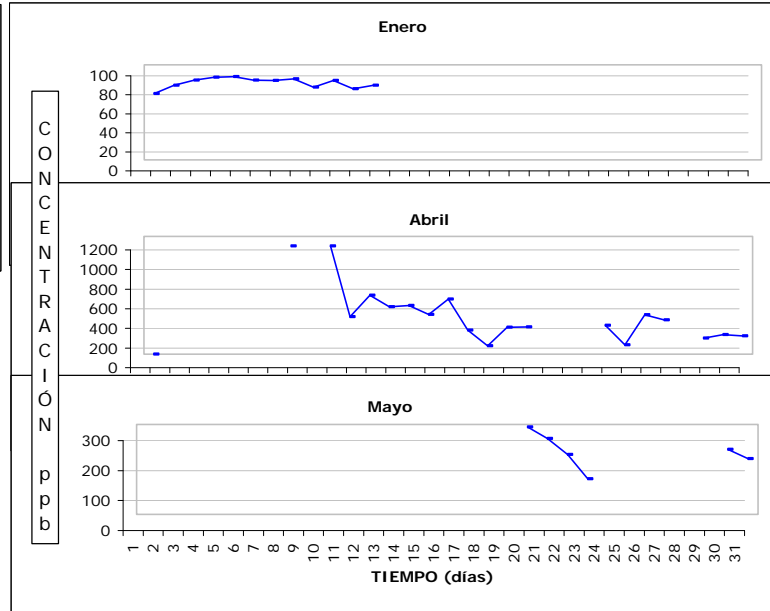
COMPORTAMIENTO MENSUAL PM-10 ESTACIÓN RECRO  
2001



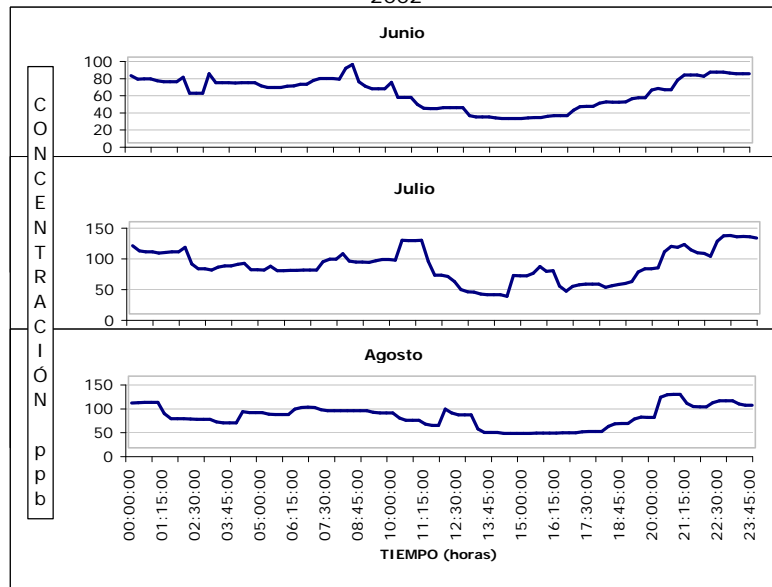
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO PM-10 ESTACIÓN RECRO  
2002



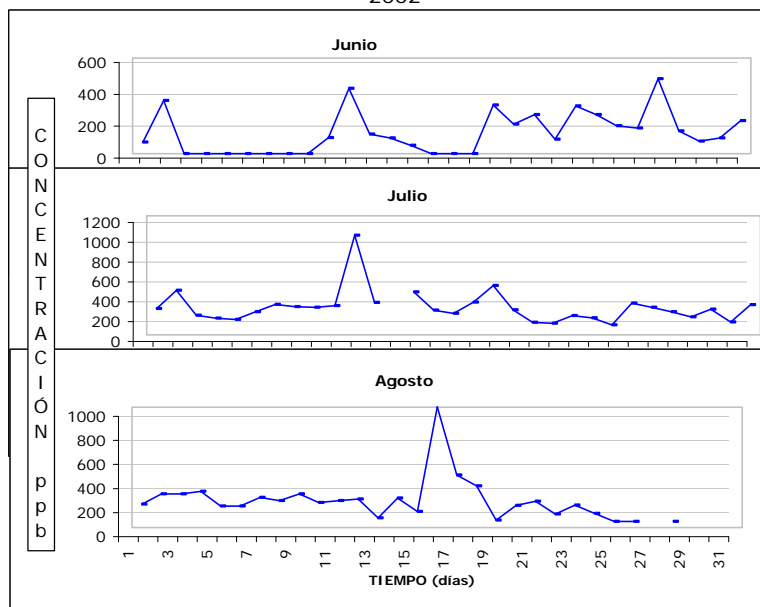
COMPORTAMIENTO MENSUAL PM-10 ESTACIÓN RECRO  
2002



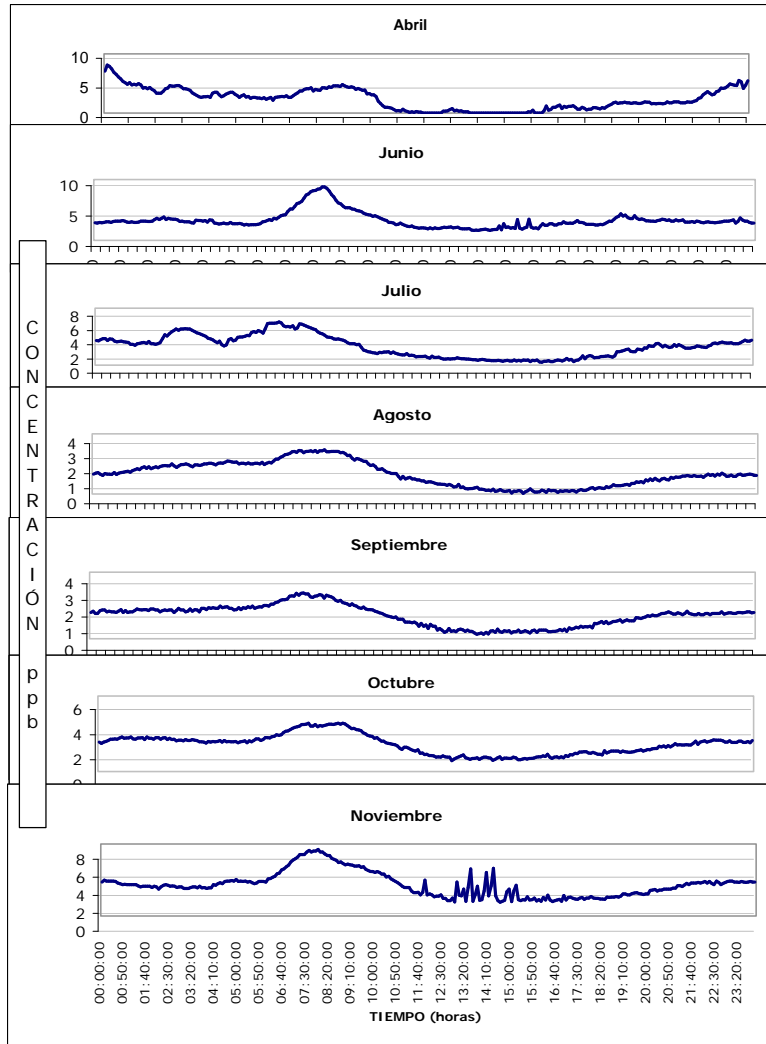
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO PM-10 ESTACIÓN RECREO  
2002



COMPORTAMIENTO MENSUAL PM-10 ESTACIÓN RECREO  
2002

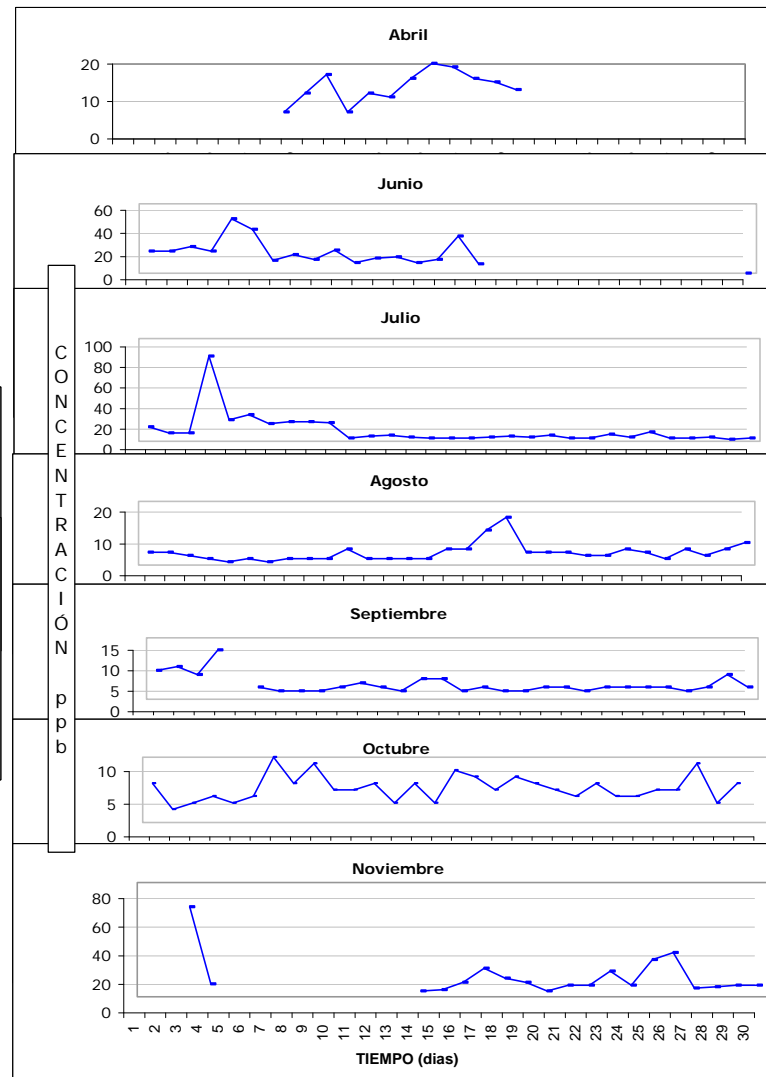


COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO SO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECRCO  
2001



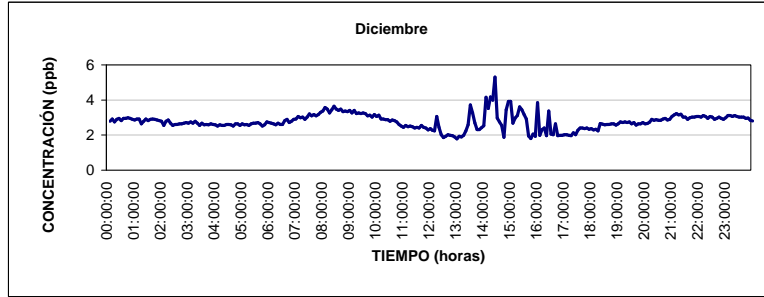
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO SO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECRCO

MÁXIMOS MENSUALES SO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECRCO  
2001



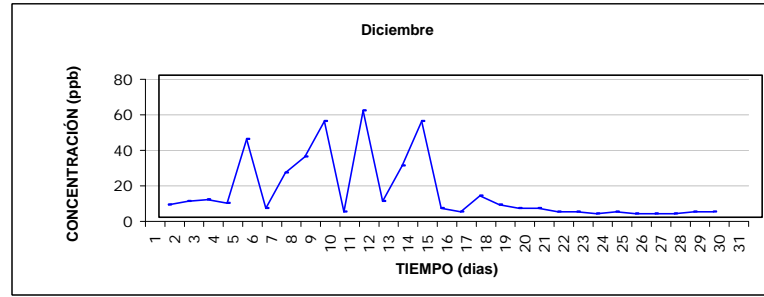
MÁXIMOS MENSUALES SO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECRCO

2001



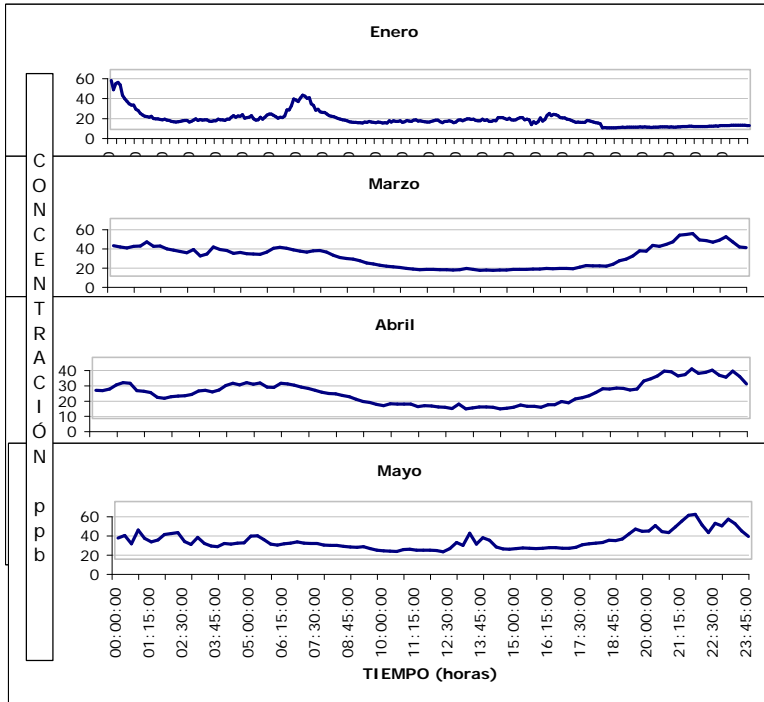
COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO SO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO

2001



MÁXIMOS MENSUALES SO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO

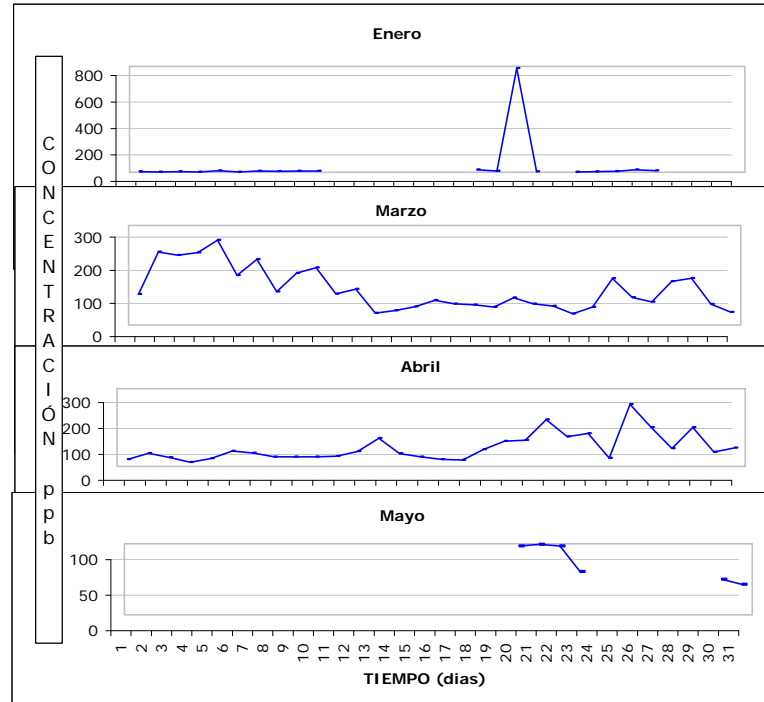
2002



COMPORTAMIENTO HORARIO DIARIO SO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO

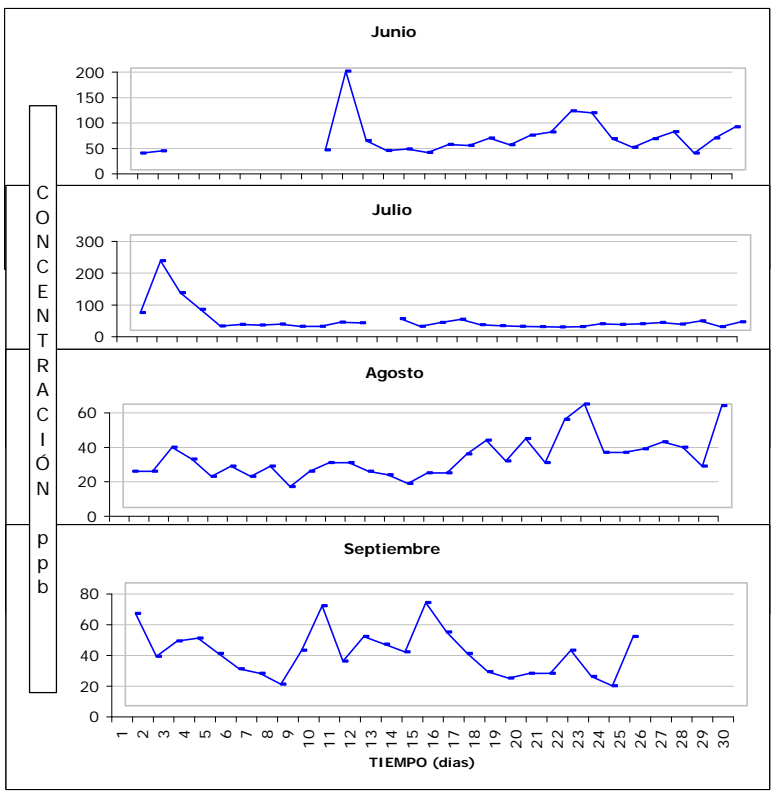
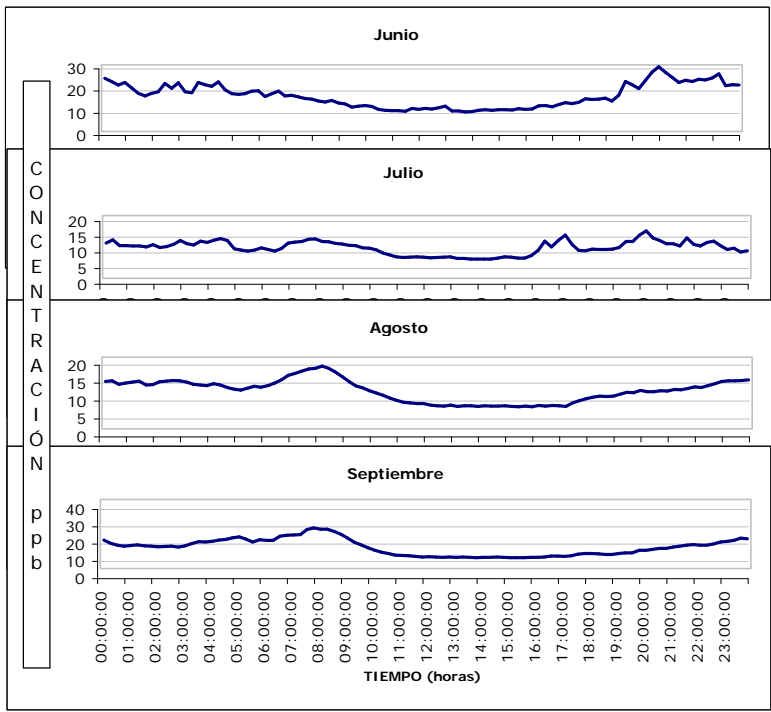
2002

2002



MÁXIMOS MENSUALES SO<sub>2</sub> ESTACIÓN RECREO

2002

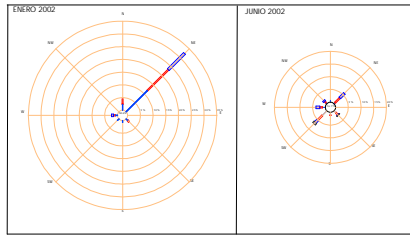




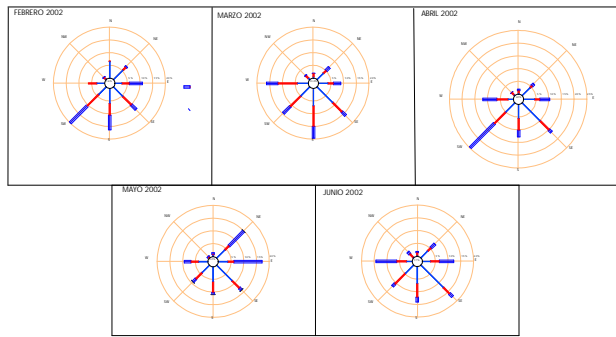
## **Anexo E. Rosas de vientos estaciones meteorológicas RMCA -Valle de Sogamoso**

Con base en la información de velocidad y dirección del viento obtenidas en tres de las cuatro estaciones de RMCA-Sogamoso, se elaboraron las distribuciones de velocidades y se elaboraron las rosas de vientos que se presentan en este anexo.

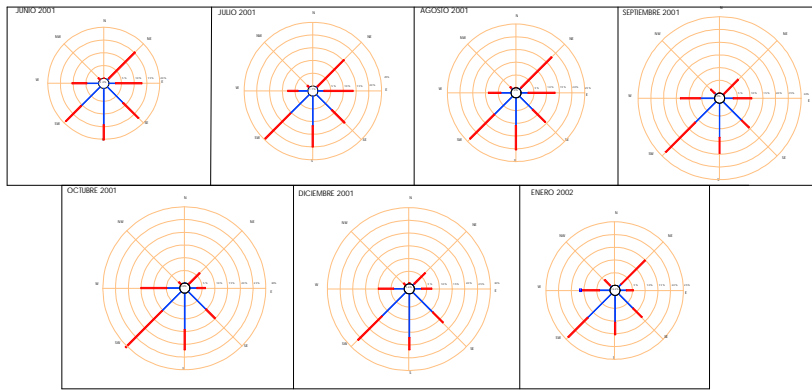
ESTACIÓN AEROPUERTO



ESTACIÓN BAVARIA



ESTACIÓN EL RECREO



UNIVERSIDAD DE LA SALLE

ROSA DE VIENTOS ESTACIONES RMCA- VALLE DE SOGAMOSO

REACTIVACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN DE LA RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL VALLE DE SOGAMOSO

CONVENCIONES



ABRIL DE 2003

Tabla Distribución de frecuencias velocidad y dirección del viento

Estación	Fecha	Velocidad (m/s)	Dirección								calmas	
	2001		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE		
AEROPUERTO	Enero	0,3-1,5	1,0	2,5	1,2	0,5	0,7	0,5	0,2	1,0	76,7	
		1,5-3,0	0,2	2,7	1,0	0,7	0,0	2,7	0,5	1,0		
		3,1-4,5	0,0	1,2	1,5	0,5	0,0	2,5	0,0	0,2		
		>4,5	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2		
	Junio	0,3-1,5	0,8	0,8	0,8	0,0	2,3	11,7	0,0	0,8	58,6	
		1,5-3,0	0,0	0,0	0,8	0,0	2,3	11,7	0,0	0,8		
3,1-4,5		0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0			
BAVARIA	Febrero	0,3-1,5	5,8	4,2	3,1	0,3	6,5	5,3	2,7	5,2	16,0	
		1,5-3,0	4,7	6,3	3,4	0,8	0,3	1,5	2,9	4,7		
		3,1-4,5	5,8	9,4	2,4	0,3	0,0	0,6	5,2	2,6		
	Marzo	0,3-1,5	6,8	5,0	4,2	0,7	0,5	3,5	3,7	8,7	13,4	
		1,5-3,0	8,1	5,8	7,7	1,4	1,4	1,5	2,2	5,1		
		3,0-4,5	4,7	3,8	4,6	0,4	0,1	1,8	2,8	2,0		
	Abril	0,3-1,5	5,4	5,1	2,1	0,4	0,3	4,4	4,3	9,9	22,0	
		1,5-3,0	4,7	6,3	4,4	1,3	1,0	1,0	2,0	5,0		
		3,1-4,5	2,6	4,8	5,5	0,1	0,7	1,1	4,0	1,3		
	Mayo	0,3-1,5	5,8	4,1	3,7	0,0	0,5	4,5	3,8	8,5	22,0	
		1,5-3,0	4,2	3,4	3,0	0,5	0,4	2,3	2,4	4,1		
		3,1-4,5	0,8	1,6	2,6	0,4	0,7	8,1	11,0	1,1		
		>4,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1		
	Junio	0,3-1,5	6,6	4,6	2,2	0,2	0,3	3,8	3,1	12,4	17,0	
		1,5-3,0	5,4	5,8	3,9	1,9	1,1	1,7	3,5	3,5		
		3,1-4,5	1,9	1,3	8,2	1,1	0,6	2,2	5,8	1,6		
	RECREO	Junio	0,3-1,5	14,3	10,5	4,6	0,1	0,0	0,7	2,7	8,8	3,4
			1,5-3,0	5,9	8,6	5,9	0,9	0,1	14,6	10,3	8,5	
Julio		0,3-1,5	11,7	10,4	3,9	0,3	0,0	0,5	2,4	8,5	1,7	
		1,5-3,0	8,3	14,1	4,0	0,7	0,0	14,8	11,4	7,1		
Agosto		0,3-1,5	10,8	10,1	3,9	0,4	0,0	0,7	2,7	7,3	0,4	
		1,5-3,0	9,6	13,6	5,0	0,8	0,1	17,1	10,6	7,0		
Septiembre		0,3-1,5	13,4	11,5	5,6	0,7	0,0	0,4	3,3	10,3	2,9	
		1,5-3,0	6,2	16,4	7,8	2,2	0,1	7,9	7,3	4,0		
Octubre		0,3-1,5	14,3	10,6	5,0	0,0	0,1	0,4	2,7	9,8	3,0	
		1,5-3,0	7,9	20,3	10,3	1,3	0,0	5,9	3,4	5,0		
Diciembre		0,3-1,5	17,2	13,2	4,2	0,2	0,2	0,8	2,8	11,0	9,6	
		1,5-3,0	4,8	13,3	6,0	0,9	0,2	0,6	4,0	5,7		
Enero (2002)	0,3-1,5	10,5	13,2	4,2	0,7	0,0	1,4	2,4	8,0	12,2		
	1,5-3,0	4,9	10,8	7,0	3,1	0,0	13,2	2,8	4,9			
	3,1-4,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

### Anexo F. Promedios máximos horarios

En las siguientes tablas se determina las concentraciones promedio horarias más altas para cada contaminante en cada estación. Para interpretarlas tenga en cuenta las siguientes abreviaturas

Abreviatura	Significado	Unidad
[ ]	Concentración	ppb (gases) µg/m <sup>3</sup> (PM-)
WS	Velocidad del viento	m/s
WD	Dirección del viento	°
HR	Humedad relativa	%
T°	Temperatura ambiente	°C

#### Estación Aeropuerto

	Fecha	Hora	[ ]	WS	WD	
CO	2002	Feb-12	8 a.m.	289,3	0,3	
		May-25	8 p.m.	649		
		Jun-26	9 a.m.	710,9		28,2
		Jun-22	11 a.m.	620	0,1	21,6
O <sub>3</sub>	2002	Ene-17	11 a.m.	41	0,3	224
		Ene-11	1 p.m.	38,3	0,3	
		Feb-07	6 p.m.	198,7	1	
		Feb-13	10 p.m.	123,9	0,1	
		May-27	9 a.m.	76,1		
		Jun-26	9 a.m.	88,8		
		Jun-22	11 a.m.	69	0,1	21,6

Estación Belencito

ESTACIÓN BELENCITO				ESTACIÓN BELENCITO						
	FECHA	HORA	[ ]		FECHA	HORA	[ ]			
CO	2001	Jul-16	2 p.m.	2048,9	O <sub>3</sub>	2002	Ene-01	3 p.m.	40	
		Ago-03	5 p.m.	3064,1			Ene-01	5 p.m.	39	
		Ago-03	6 p.m.	2675,5			Feb-07	9 a.m.	51	
		Sep-28	12 a.m.	847			Feb-14	4 a.m.	47	
		Sep-29	5 p.m.	881,7			May-18	7 p.m.	29	
		Oct-15	10 p.m.	870,7			Jun-06	12 a.m.	28	
		Oct-18	2 a.m.	1285,5			Jun-30	10 a.m.	30	
		Nov-25	1 a.m.	1959			2001	Jul-21	8 a.m.	26
		Dic-04	8 a.m.	1141,8				Ago-10	8 a.m.	39
	Dic-06	7 a.m.	1181,7	Ago-13	8 a.m.	28				
	Dic-23	4 a.m.	1147,8	Sep-27	2 a.m.	39				
	2002	Ene-25	7 p.m.	2777,5	Sep-27	3 a.m.		36		
		Ene-26	5 p.m.	2270,2	Sep-30	8 a.m.		35		
		Feb-01	2 p.m.	692	Oct-04	9 a.m.		29		
		Feb-12	8 a.m.	608,7	Oct-07	8 a.m.		29		
		May-15	4 p.m.	627,4	Nov-22	3 a.m.		9		
		Jun-28	7 a.m.	703,3	Nov-23	11 p.m.	9			
		Jun-28	8 a.m.	619	Dic-14	1 p.m.	60			
O <sub>3</sub>		2001	Jul-17	11 a.m.	29,2	Dic-14	2 p.m.	58		
			Ago-09	10 a.m.	31,2	Dic-14	3 p.m.	55		
	Ago-09		12 a.m.	29	2002	Ene-06	4 p.m.	2		
	Sep-24		11 a.m.	40,6		May-19	8 a.m.	12		
	Sep-24		5 p.m.	39,3		May-21	9 a.m.	16		
	Oct-15		4 a.m.	50,8	Jun-08	12 a.m.	12			
	Oct-19		12 a.m.	39,5	2002	Ene-20	10 a.m.	9		
	Nov-22		3 a.m.	42		Feb-13	4 a.m.	13		
	Nov-29		12 a.m.	41,3		Feb-14	3 a.m.	18		
	Dic-04		2 p.m.	61,8		May-16	3 p.m.	22		
Dic-04	3 p.m.	44,3	Jun-06	6 a.m.		19				
				Jun-06		7 a.m.	11			
				Jun-26		6 p.m.	19			



ESTACIÓN RECREO									
		FECHA	HORA	[ ]	WS	WD	HRT°		
SO <sub>2</sub>	2001	Abr-16	12 p.m.	13,6	0,7	151	74 8		
		Abr-17	12 p.m.	12,7	1,3	199	75 9		
		Jun-05	8 a.m.	28,5	2,3	238	76 13		
		Jun-06	3 a.m.	27,3	1,7	249	83 13		
		Jul-04	6 a.m.	71,5	1,6	243	70 8		
		Jul-04	7 a.m.	53,2	2,4	234	64 10		
		Ago-19	7 a.m.	14,3	1,2	262	73 13		
		Sep-04	9 a.m.	11	2,1	91	57 9		
		Oct-07	7 a.m.	8,8	1,7	288	81 13		
		Nov-03	1 p.m.	24,3					
		Dic-09	2 p.m.	31,7		116	35 23		
		Dic-11	3 p.m.	44	2,4	255	31		
		SO <sub>2</sub>	2002	Ene-20	7 a.m.	336,2			
				Ene-20	12 p.m.	558,3			
Feb-04	12 a.m.			39,8					
Abr-20	6 p.m.			45,4					
Abr-26	8 p.m.			44,4					
May-20	9 p.m.			70					
May-20	11 p.m.			70					
May-21	8 p.m.			69					
Jun-11	8 p.m.			110					
Jun-23	4 a.m.			91,8					
Jul-07	4 p.m.			131					
Jul-07	5 p.m.			112,8					
Ago-24	7 a.m.			53,3					
Ago-31	8 a.m.			52,8					
Sep-15	4 a.m.	60,3							
Sep-15	11 p.m.	58,8							
PM-10	2001	Nov-22	1 p.m.	50,2					
		Nov-25	12 a.m.	49,1					
		Dic-05	1 p.m.	50,2	1,7	138	33 23		
		Dic-06	1 p.m.	50,3	1,8	90	43 22		
	2002	Ene-10	12 a.m.	52,2	1,6	128	21 23		
		Ene-04	11 a.m.	54,1	1,4	156	37 19		
		Abr-10	1 p.m.	148,3					
		Abr-27	6 a.m.	121,3					
		May-21	10 p.m.	116					
		Jun-11	9 p.m.	382,9					
		Jun-22	3 a.m.	280,8					
		Jul-11	10 a.m.	766					
		Jul-11	3 p.m.	468					
		Ago-16	1 p.m.	325					
Ago-16	12 a.m.	600							

Estación Bavaria

	FECHA	HORA	[ ]	WS	WD	HR	
CO	2002	Feb-12	7 a.m.	778	0,8	242	31,5
		Feb-12	1 p.m.	744	3	143	66,6
		Feb-14	7 a.m.	773	0,1	108	46
		Mar-12	7 p.m.	1084	3	174	52,5
		Mar-16	1 p.m.	1874	3,4	139	58
		Mar-17	12 p.m.	1271	1,2	108	62,1
		Mar-07	7 a.m.	745	1	110	47,5
		Abr-15	12 p.m.	399	0,6	113	*64,7
		May-07	11 a.m.	208	2,9	109	*66,4
		Jun-13	7 p.m.	884	0,7	211	51,9
		Jun-13	8 p.m.	1079	0	90	50,1
		Jun-13	9 p.m.	1009	0,4	191	49,3
		Jun-13	10 p.m.	823	0,2	176	48,6
		Jun-23	4 a.m.	818	0,2	187	*61,7
		O <sub>3</sub>	2002	Ene-11	10 a.m.	37	
Feb-07	11 a.m.			74	3,9	253	*63,8
Feb-07	3 p.m.			49	3,9	294	*59,5
May-22	3 p.m.			54	3,4	199	*66,4
Jun-19	5 p.m.			26	3,5	266	*57

Distribución de frecuencias  
Hora de ocurrencia de máximas concentraciones

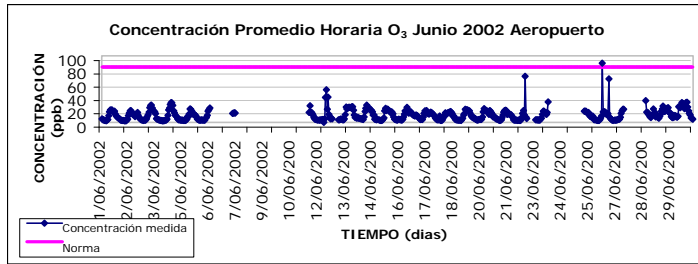
CO	frecuencia	O <sub>3</sub>	frecuencia	NO <sub>2</sub>	frecuencia	SO <sub>2</sub>	frecuencia	PM-10	frecuencia
7 a.m.	5	4 a.m.	4	12 p.m.	3	12 p.m.	3	12 a.m.	3
8 a.m.	6	9 a.m.	4	7 a.m.	3	4 a.m.	3	1 p.m.	5
2 p.m.	4	10 a.m.	5	8 a.m.	6	7 a.m.	6		
5 p.m.	5	11 a.m.	7	9 a.m.	4	8 p.m.	3		
7 p.m.	7	12 a.m.	6	11 p.m.	3				
9 p.m.	6	1 p.m.	5						
10 p.m.	6	2 p.m.	4						
11 p.m.	4	3 p.m.	5						



**Anexo G. Gráficas de las concentraciones que exceden la norma**

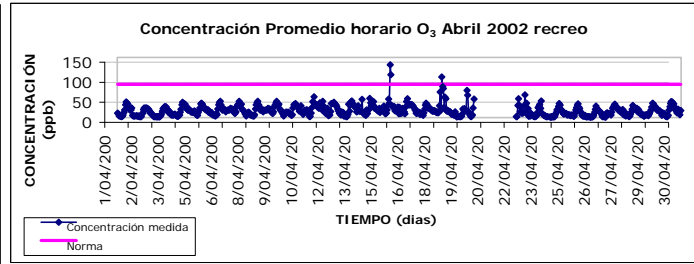
MESES QUE SOBREPASAN LA NORMA 391 DE 2001 DAMA

ESTACIÓN AEROPUERTO

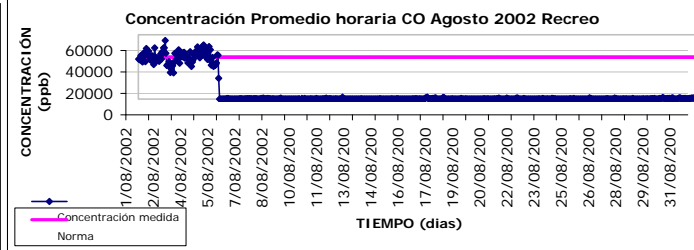
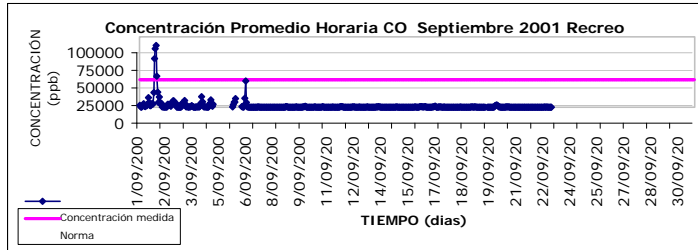
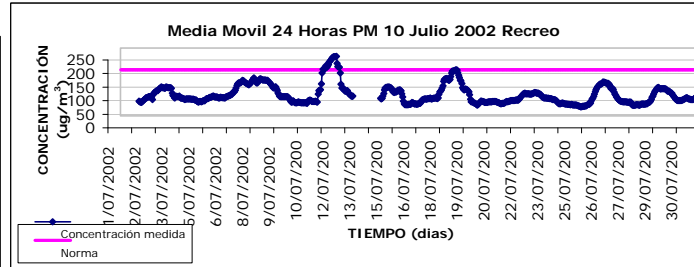
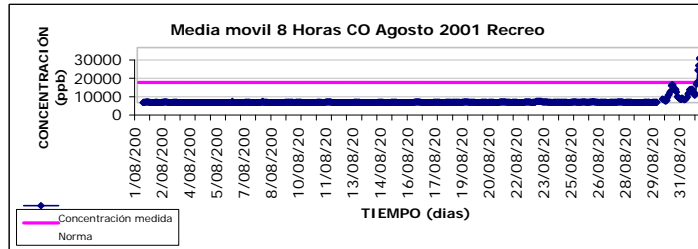
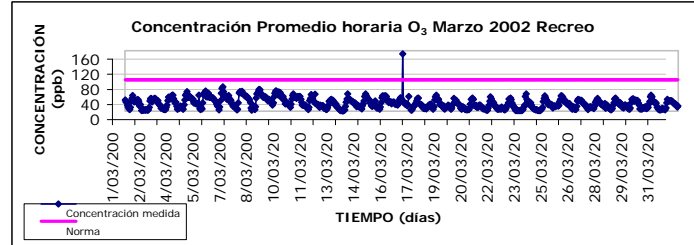
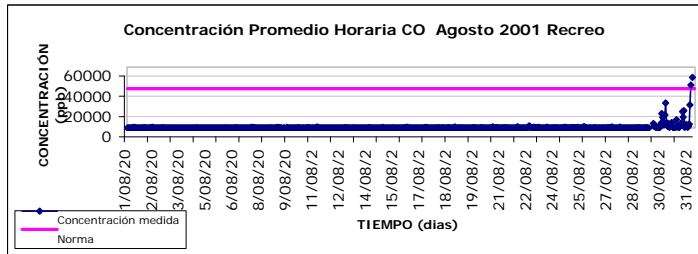


MESES QUE SOBREPASAN LA NORMA 391 DE 2001 DAMA

ESTACIÓN RECREO



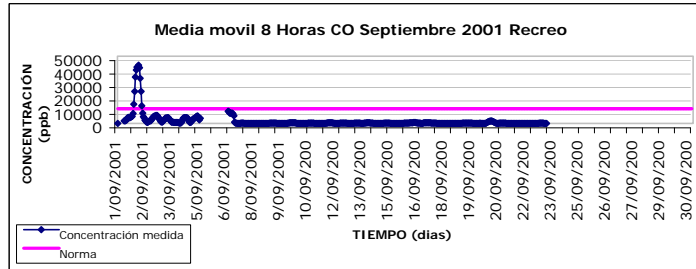
ESTACIÓN RECREO



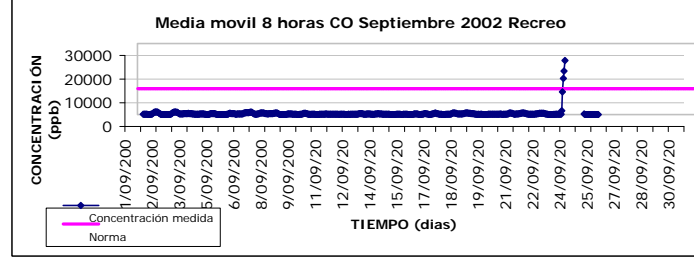
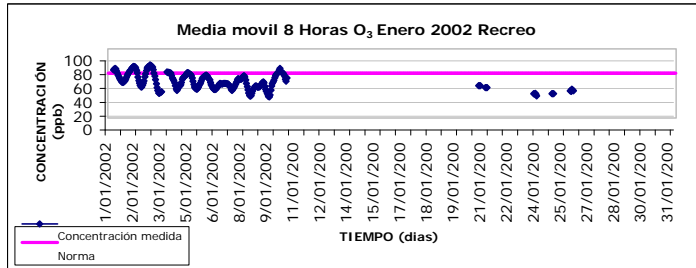
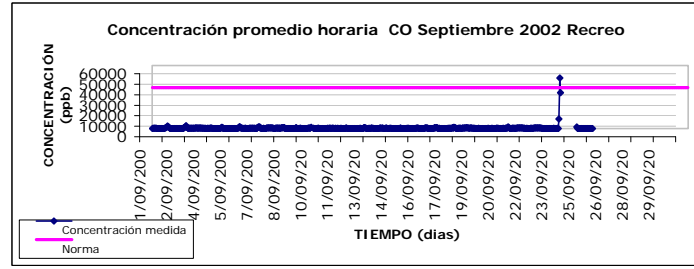
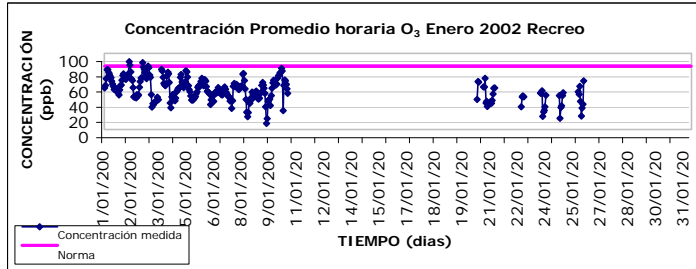
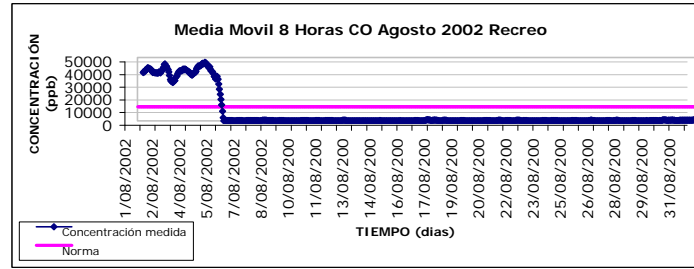
MESES QUE SOBREPASAN LA NORMA 391 DE 2001 DAMA

MESES QUE SOBREPASAN LA NORMA 391 DE 2001 DAMA

ESTACIÓN RECREO



ESTACIÓN RECREO



**Anexo H. Protocolos de operación, mantenimiento, calibración y manejo de la información**



## RESUMEN DE ACTIVIDADES PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS ESTACIONES DE LA RED DE CALIDAD DE AIRE DEL VALLE DE SOGAMOSO

FORMATO AC-RMCA 02

codigo	Actividades
MP	<p><b>Mantenimiento Preventivo incluye:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificación Entrada de Corriente (Voltaje)</li> <li>2. Comparación de los datos que son registrados por el datalogger con los reportados en el panel central de los equipos y de los sensores meteorológicos.</li> <li>3. Inspección de las conexiones de flujo y de ingreso a los equipos.</li> </ol>
MC	<p><b>Mantenimiento Correctivo</b> (Solución a problemas e imprevistos)</p>
MG	<p><b>Mantenimiento General incluye:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpieza del manifold.</li> <li>2. Limpieza de la estación.</li> <li>3. Limpieza interna y externa de las bombas de succión de los analizadores cuando son bombas externas.</li> <li>4. Limpieza interna y externa de los sensores meteorológicos y de calidad de aire.</li> <li>5. Comparación de las lecturas de los sensores meteorológicos con equipos similares y revisados por personal técnico.</li> </ol>
ME	<p><b>Mantenimiento Especial (Propuesto para ser realizada cada 3 meses) incluye:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpieza del sistema de ventilación tanto interno y externo de todos sus accesorios.</li> <li>2. Cambio de repuestos de sensores meteorológicos.</li> <li>3. Limpieza interna de los analizadores de gases y revisión de conexiones y tarjetas eléctricas y electrónicas.</li> <li>4. Limpieza interna y externa de los sensores meteorológicos y de calidad de aire.</li> <li>5. Comparación de las lecturas de los sensores meteorológicos con equipos similares y revisados por personal técnico.</li> </ol>
CE	<p><b>Calibración Equipos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizadores de ozono (O3)</li> <li>2. Analizadores de Monóxido de Carbono (CO)</li> <li>3. Analizadores de dióxido de azufre (SO2)</li> <li>4. Analizadores de óxidos de Nitrógeno (NO/Nox)</li> <li>5. Analizadores de material particulado PM-10</li> </ol>
MI	<p><b>Manejo de la información.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Transferencia de los datos del datalogger a diskette.</li> <li>2. Arreglo de datos minutales transmitidos por el datalogger al programa excel</li> <li>3. Manejo de la información promedio horaria-diaria en el programa excel.</li> <li>4. Analisis grafico de la información diaria de contaminación</li> <li>5. Reporte diario de contaminación Atmosferica.</li> </ol>

**DIAGNOSTICO DE ENERGÍA ELECTRICA DE LA RMCA-SOGAMOSO**

FORMATO RE-RMCA-01

ESTACIÓN	ACCESORIOS ELECTRICOS	DÍAS																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
AEROPUERTO	Entrada de energía electrica (voltaje)																															
	Multitoma 110 v.																															
	Multitoma 220 v																															
	Estabilizador Multitronic de 5000w																															
RECREO	Entrada de energía electrica (voltaje)																															
	Multitoma 110 v.																															
	Multitoma 220 v																															
	Estabilizador volti tronic (2000 watos)																															
BELENCITO	UPS																															
	Entrada de energía electrica (voltaje)																															
	Multitoma 110 v.																															
	Multitoma 220 v																															
BAVARIA	Estabilizador volti tronic (5000 watos)																															
	Estabilizador pequeño multitronic de 2000w																															
	Entrada de energía electrica (voltaje)																															
	Multitoma 110 v.																															
BAVARIA	Multitoma 220 v																															
	Estabilizador Multitronic de 5000w																															

Elaboro:

Reviso:

Fecha:

**NOTA:** Todos los valores están dados en términos de voltaje.

**Observaciones**

**CONTROL E INSPECCIÓN AL OPERARIO DE LA RMCA-SOGAMOSO**  
 FORMATO CE-RMCA-01

ESTACIÓN	CONTROL HORARIO DE ACTIVIDADES	DIAS																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
AEROPUERTO	Hora ingreso estación																															
	Suspensión datos en el datalogger.																															
	Adquisición de datos en el datalogger.																															
	Hora salida estación																															
RECREO	Hora ingreso estación																															
	Suspensión datos en el datalogger.																															
	Adquisición de datos en el datalogger.																															
	Hora salida estación																															
BELENCITO	Hora ingreso estación																															
	Suspensión datos en el datalogger.																															
	Adquisición de datos en el datalogger.																															
	Hora salida estación																															
BAVARIA	Hora ingreso estación																															
	Suspensión datos en el datalogger.																															
	Adquisición de datos en el datalogger.																															
	Hora salida estación																															

Elaboro:  
 Reviso:  
 Fecha:

**NOTA:** Todos los valores están dados en términos de voltaje.

**Obsevaciones**





**DIAGNOSTICO DE LOS ANALIZADORES DE GASES ESTACIÓN BELENCITO.**

FORMATO DA-RMCA-02

EQUIPO	PARAMETRO A REVISAR	DIAS																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANALIZADOR DE MONOXIDO DE CARBONO CO (WEDDING).	Flujo de la muestra																															
	Lectura panel central equipo (ppm)																															
	Lectura en el datalogger (ppb)																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
ANALIZADOR DE OXIDOS DE AZUFRE SO2 (HORIBA).	Rango de medición																															
	Nivel de flujo de la muestra																															
	Nivel de purga																															
	Lectura panel central equipo (ppm)																															
	Lectura en el datalogger (ppb)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
ANALIZADOR DE OZONO O3 (MONITOR LABS)	Rango de medición																															
	Nivel de flujo de la muestra																															
	Lectura panel central equipo (ppm)																															
	Lectura en el datalogger (ppb)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
ANALIZADOR DE OXIDOS DE NITROGENO NO/NOX (MONITOR LABS)	Rango de medición																															
	Nivel de flujo de ozono																															
	Nivel de flujo de NO																															
	Nivel de flujo de Nox																															
	Nivel de presión																															
	Lectura panel central equipo (ppm)																															
	Lectura en el datalogger (ppb)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																																

Elaboro:

Reviso:

Fecha:

**DIAGNOSTICO DE LOS ANALIZADORES DE GASES ESTACIÓN EL RECREO.**

FORMATO DA-RMCA-01

EQUIPO	PARAMETRO A REVISAR	DÍAS																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
ANALIZADOR DE MONOXIDO DE CARBONO CO (WEDDING).	flujo de la muestra																																
	Lectura panel central equipo (ppm)																																
	Lectura en el datalogger (ppb)																																
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																																
ANALIZADOR DE OXIDOS DE AZUFRE SO2 (HORI BA).	Rango de medición																																
	Nivel de flujo de la muestra																																
	Nivel de purga																																
	Lectura panel central equipo (ppm)																																
	Lectura en el datalogger (ppb)																																
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																																
ANALIZADOR DE OZONO O3 (HORI BA).	Rango de medición																																
	Nivel de flujo de la muestra																																
	Lectura panel central equipo (ppm)																																
	Lectura en el datalogger (ppb)																																
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																																
ANALIZADOR DE OXIDOS DE NITROGENO NO/NOX (HORI BA).	Rango de medición																																
	Nivel de flujo de la muestra																																
	Lectura panel central equipo (ppm)																																
	Lectura en el datalogger (ppb)																																
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																																
ANALIZADOR DE PARTÍCULAS PM10 (RAM-1020)	Nivel de flujo de la muestra																																
	Lectura panel central equipo (ppm)																																
	Lectura en el datalogger (ppb)																																
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																																
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																																

Elaboro:

Reviso:

Fecha:

**DIAGNOSTICO DE LOS ANALIZADORES DE GASES ESTACIÓN AEROPUERTO.**

FORMATO DA-RMCA-03

EQUIPO	PARAMETRO A REVISAR	DIAS																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANALIZADOR DE MONOXIDO DE CARBONO CO (HORI BA).	Rango de medición																															
	Nivel de flujo de la muestra																															
	Lectura panel central equipo (ppm)																															
	Lectura en el datalogger (ppt)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
ANALIZADOR DE OXIDOS DE AZUFRE SO2 (MONITOR LABS).	Rango de medición																															
	Nivel de flujo de la muestra																															
	Lectura panel central equipo (ppm)																															
	Lectura en el datalogger (ppt)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
ANALIZADOR DE OZONO O3 (MONITOR LABS).	Rango de medición																															
	Nivel de flujo de la muestra																															
	Lectura panel central equipo (ppm)																															
	Lectura en el datalogger (ppt)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															

Elaboro:  
Revisó:  
Fecha:

**DIAGNOSTICO DE LOS ANALIZADORES DE GASES ESTACIÓN BAVARIA.**

FORMATO DA-RMCA-04

EQUIPO	PARAMETRO A REVISAR	DIAS																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANALIZADOR DE MONOXIDO DE CARBONO CO (HORIBA).	Rango de medición																															
	Nivel de flujo de la muestra																															
	Lectura panel central equipo (ppm)																															
	Lectura en el datalogger (ppb)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
ANALIZADOR DE OXIDOS DE AZUFRE SO2 (MONITOR LABS)	Rango de medición																															
	Nivel de flujo de la muestra																															
	Lectura panel central equipo (ppm)																															
	Lectura en el datalogger (ppb)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
ANALIZADOR DE OZONO O3 (DASI BI).	Rango de medición																															
	Nivel de flujo de la muestra																															
	Lectura panel central equipo (ppm)																															
	Lectura en el datalogger (ppb)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															

Elaboro:

Reviso:

Fecha:

**DIAGNOSTICO DE LOS SENSORES METEOROLOGICOS ESTACIÓN BAVARIA.**

FORMATO DSM-RMCA-01

SENSORES	PARAMETRO A REVISAR	DIAS																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DIRECCIÓN DEL VIENTO	Lectura en el datalogger (°)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
VELOCIDAD DEL VIENTO	Lectura en el datalogger (m/s)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
HIGROMETRO	Lectura en el datalogger (%)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
TEMPERATURA	Lectura en el datalogger (°C)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															

Elaboro:

Reviso:

Fecha:

**DIAGNOSTICO DE LOS SENSORES METEOROLOGICOS ESTACIÓN AEROPUERTO.**

FORMATO DSM-RMCA-02

SENSORES	PARAMETRO A REVISAR	DIAS																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DIRECCIÓN DEL VIENTO	Lectura en el datalogger (°)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
VELOCIDAD DEL VIENTO	Lectura en el datalogger (m/s)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															

Elaboro:

Reviso:

Fecha:

**DIAGNOSTICO DE LOS SENSORES METEOROLOGICOS ESTACIÓN RECREO.**

FORMATO DSM-RMCA-03

SENSORES	PARAMETRO A REVISAR	DIAS																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DIRECCIÓN DEL VIENTO	Lectura en el datalogger (°)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
VELOCIDAD DEL VIENTO	Lectura en el datalogger (m/s)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
HIGROMETRO	Lectura en el datalogger (%)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															
TEMPERATURA	Lectura en el datalogger (°C)																															
	Lectura de entrada de señal al transformador del datalogger																															
	Fecha de transferencia de datos a disco de 3 1/2.																															

Elaboro:

Reviso:

Fecha:

**FORMATO DE CALIBRACIÓN ANALIZADORES DE GASES DE LA RED DE CALIDAD DE AIRE DEL VALLE DE SOGAMOSO.**

Formato CA-RMCA-01

ESTACIÓN	EQUIPOS	CALIBRACIÓN ANALIZADORES									
		calibración del zero				calibración del span.					
		Hora de inicio	concentración previa a la calibración	Tiempo de estabilización del zero	Concentración después de la estabilización del zero	Ajuste del zero	caudal de gas	caudal de aire cero	Concentración de gas en la botella	radio de dilución	ajuste span
AEROPUERTO	CO (HORIBA)										
	SO2 (Monitor Labs)										
	O3 (Monitor Labs)										
RECREO	CO (Wedding)										
	SO2 (Horiba)										
	O3 (Horiba)										
	No/Nox (Horiba)										

Elaboro:

Reviso:



**FORMATO DE CALIBRACIÓN ANALIZADORES DE GASES DE LA RED DE CALIDAD DE AIRE DEL VALLE DE SOGAMOSO.**

Formato CSM-RMCA-01

ESTACIÓN	SENSORES	VERIFICACIÓN CON BRUJULA					HIGROMETRO DE CALIBRACIÓN	HIGROMETRO EN OPERACIÓN
		0°	45°	90°	180°	270°		
AEROPUERTO	DIRECCIÓN DEL VIENTO							
	VELOCIDAD DEL VIENTO							
RECREO	DIRECCIÓN DEL VIENTO							
	VELOCIDAD DEL VIENTO							
	TEMPERATURA							
	HIGROMETRO							
BAVARIA	DIRECCIÓN DEL VIENTO							
	VELOCIDAD DEL VIENTO							
	TEMPERATURA							
	HIGROMETRO							

## MANUAL DE OPERACIÓN HI-VOL PST Y PM-10

### OBJETIVO

Establecer las actividades básicas que el operario debe realizar para garantizar el buen funcionamiento de los medidores de alto volumen que sirven para la determinación de partículas suspendidas totales y material particulado inferior a 10  $\mu$ .

### PRINCIPIO Y DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE REFERENCIA

El método de referencia, permite medir la concentración de partículas suspendidas en el aire ambiente, por medio de un muestreador adecuadamente localizado, que succiona a través de un filtro una cantidad determinada de aire ambiente hacia el interior de una caseta, durante un período de muestreo de 24 horas. Para conocer el volumen de aire aspirado, se requiere de un controlador de tiempo, el cual permite fijar el período de muestreo y garantizar su funcionamiento automático. La velocidad de flujo del aire ambiente (1.13 – 1.7 m<sup>3</sup>/min; 40 – 60 pies<sup>3</sup>/min), dependiendo de la velocidad del viento y su dirección. Los filtros usados deben tener una eficiencia de recolección mínima del 99 % para partículas de 0.3  $\mu$ m.

En este método, el filtro se pesa en el laboratorio bajo condiciones de humedad y temperatura controladas, antes y después de su uso, para determinar su ganancia neta de peso (masa). El volumen total de aire muestreado corregido a las condiciones de referencia, se determina a partir del flujo de aire ambiente medido y del tiempo de muestreo. La concentración de partículas suspendidas en el aire ambiente se calcula dividiendo la masa de las partículas recolectadas entre el volumen de aire muestreado y se expresa en microgramos por metro cúbico ( $\mu$ g/m<sup>3</sup>), corregidos a las condiciones de referencia.

### PARTES DEL MUESTREADOR:

Colector para muestras de aire  
Placa frontal  
Bastidor  
Perno  
Anillo de retención  
Arandelas  
Placa de montaje de la fijación  
Motor  
Escobillas  
Anillos  
Condensador y abrazadera  
Tambor  
Placa de fondo  
Válvula  
Cordón de tres alambres  
Chapa posterior

Caseta de aluminio  
- Soporte del filtro  
- Colector de las muestras  
- Medidor del tiempo de funcionamiento  
- Regulador de flujo (facultativo)  
- Registrador de flujo  
- Termómetro  
- Barómetro



<b>MANTENIMIENTO GENERAL</b>	
PERSONA ENCARGADA	FRECUENCIA
operario	Cada 2 meses.
ACTIVIDADES ESPECÍFICAS	
<p><b>1. Inspección visual:</b> Revisión visual del estado del equipo y sus partes, lo cual indica si están operando normalmente o si existe alguna alteración en su funcionamiento, se debe hacer inspección a:</p> <p>Caseta  Medidor de tiempo  Programador  Soporte de filtro  Colector de muestras  Regulador de flujo  Registrador de flujo</p> <p><b>2. Limpieza:</b> Hacer una limpieza previa del muestreador y sus partes internas y externas.</p> <p>3. Control:  Verificación del funcionamiento adecuado del equipo y sus partes:  En la Coraza verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cubra y proteja adecuadamente el filtro y al muestreador de la lluvia y otros elementos del clima.</li> </ul> <p>En el muestreador verificar que:  Fije y selle el filtro dentro de la coraza del muestreador.  Evite fugas que puedan producir errores en la medición del aire filtrado.  Mantenga las siguientes velocidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad mínima de flujo del filtro colmatado es de 1.1 m<sup>3</sup>/min.</li> <li>- Velocidad máxima de flujo del filtro limpio es de 1.7 m<sup>3</sup>/min.</li> </ul> <p>Observe los datos arrojados por el equipo:</p> <p>Caudal de flujo.  Caída de presión.  Voltaje.</p> <p>4. Cambio y mantenimiento:  Lubricación de motor  Cambio de escobillas  Cambio de motor  Cambio de manómetros  Limpieza de manómetros  Cambio de orificios críticos</p>	

## CALIBRACIÓN DEL EQUIPO

Procedimiento de calibración del indicador de flujo del muestreador de alto volumen en campo

Conectar:

El patrón de transferencia a la entrada del muestreador.

El manómetro del patrón de transferencia a la tapa de presión del orificio, asegurándose de que no haya fugas entre la unidad de orificio y el muestreador.

Poner a funcionar el muestreador por lo menos durante 5min para establecer equilibrio térmico antes de la calibración.

Medir y registrar la temperatura ambiental ( $T_2$ ) y la presión barométrica ( $P_2$ ) durante la calibración.

Ajustar la resistencia variable o en su caso insertar la placa de resistencia correspondiente, ver la figura1, para lograr la velocidad de flujo deseada.

Dejar al muestreador funcionar por lo menos durante 2min para restablecer las condiciones de temperatura de funcionamiento. Ver y registrar la caída de presión a través del orificio ( $\Delta H$ ) y la velocidad de flujo del muestreador.

Calcular:

$$\sqrt{\Delta H \left( \frac{P_2}{P_{ptn}} \right) \left( \frac{T_{ptn}}{T_2} \right)}$$

y determinar la velocidad de flujo a condiciones patrón ( $Q_{ptn}$ ) ya sea gráficamente a partir de una curva de calibración o calculando  $Q_{ptn}$  a partir de la pendiente y la intersección de la curva de calibración sobrepuesta al patrón de transferencia:

$$Q_{ptn} = \frac{1}{m} \sqrt{\Delta H \left( \frac{P_2}{P_{ptn}} \right) \left( \frac{T_{ptn}}{T_2} \right)} - b$$

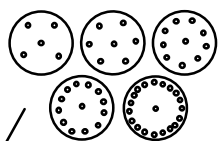
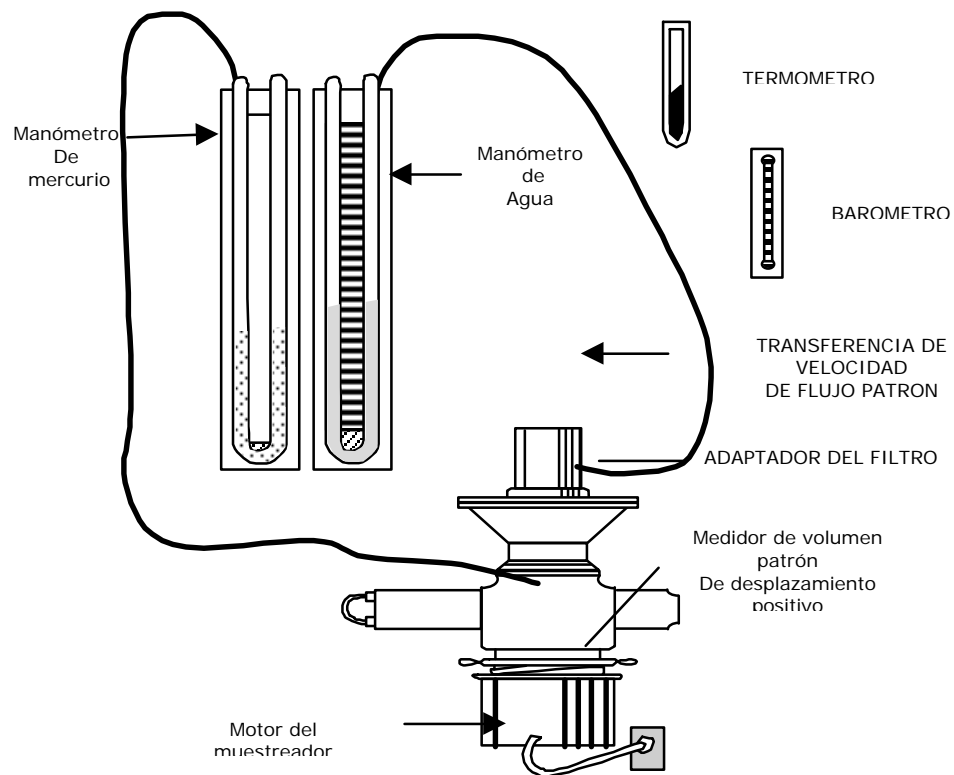
Registrar el valor de  $Q_{ptn}$

Repetir los tres pasos anteriores para varias velocidades de flujo diferentes, distribuidas dentro de un rango de 1.1 a 1.7  $m^3_{ptn}/min$ .

Trazar la curva de calibración del muestreador, o calcular la pendiente (m), la intersección (b) y el coeficiente de correlación (r) de la curva de calibración por medio del método de regresión lineal por mínimos cuadrados.

Restablecer el mecanismo de control y fijarlo a un flujo cercano al mínimo para permitir un mejor control, en un muestreador equipado con un controlador de flujo. La velocidad de flujo de la muestra debe ser verificada en esta etapa con un filtro nuevo.

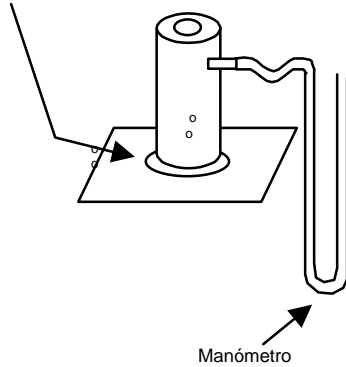
Añadir dos o más filtros para examinar si el controlador mantiene un flujo constante; esto es de particular importancia a elevadas altitudes en donde puede reducirse el rango de eficiencia del controlador de flujo.



**Patrón de transferencia de flujo de tipo orificio**

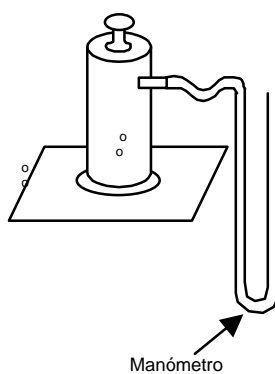
PLACAS DE RESISTENCIAS

Insertar entre el orificio y la placa para cambiar el flujo



2a. Unidad de orificio con placas de resistencia fijas

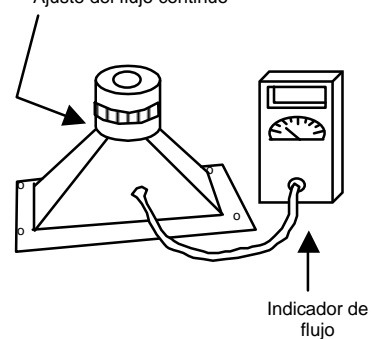
Ajuste del flujo continuo



2b. Unidad de orificio preferible con resistencia ajustable externamente

**Patrón de transferencia de flujo de tipo sin orificio**

Ajuste del flujo continuo



2c. Flujometro electrónico con resistencia ajustable externa

## TOMA DE MUESTRAS

### 1. Acondicionamiento ambiental del filtro.

#### a. Revisión visual del filtro:

Descartar los filtros con imperfecciones visibles; los que presenten suciedades o partículas extrañas deben limpiarse con un pincel pequeño.

#### b. Colocación de la numeración consecutiva

Numerar cada filtro en dos orillas opuestas de la cara que no va a ser expuesta, si no está numerado previamente por el fabricante, utilizando un marcador o sello húmedo sin doblar o plegar el filtro. Durante este proceso se requiere que la persona encargada de esta labor use guantes de látex o material similar, para que las grasas o partículas extrañas no queden impregnadas en el filtro.

Identificar y consignar el filtro en el formato.

Disponer de una serie para numerar los filtros antes de que se coloquen en la cámara de acondicionamiento ambiental.

#### c. Prepesada del filtro.

El filtro al ser fabricado en fibra de vidrio no es higroscópico (no absorbe humedad del ambiente) por lo tanto no se requiere que en este proceso de pesada inicial sea introducido en un horno con control de temperatura. Se requiere el uso de guantes para este manejo por parte de los asistentes del laboratorio.

Colocar el filtro en un desecador con sal sílica como agente secante o retenedor de humedad. Si la sílica no tiene indicador, debe ser secada periódicamente (cada semana) en un horno a 103 °C.

Pasadas 24 horas se pesa el filtro, registrar el valor obtenida en el formato con una aproximación a la décima de miligramo (0.1mg).

Colocar otra vez dentro del desecador y pasada una hora volver a pesar, consignándola en el formato.

Calcular la diferencia entre los dos pesos que no debe superar el 1.5 por mil de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{P1 - P2}{P1} * 1000$$

Donde:

E = Error relativo de una serie de valores obtenidos por una misma persona (repetitividad), no debe ser mayor de 1.5.

P1 = El mayor valor obtenido entre las dos pesadas sucesivas.

P2 = El menor valor obtenido entre las dos pesadas sucesivas.

NOTA: si el valor de E es >1.5 se coloca el filtro nuevamente en el desecador y pasada una hora se pesa por tercera vez y se realiza otra vez el cálculo entre las dos últimas pesadas. El peso que se toma para el cálculo de la concentración es el menor que se obtenga en las prepesadas que se realicen.

Balanza analítica. La sensibilidad de la balanza analítica debe ser de 0.01mg. La cámara de pesado debe estar diseñada para que pueda ser introducido un filtro sin doblar.

#### d. Instalación del filtro en el equipo de muestreo.

Después de tener los pesos iniciales de los filtros, estos serán almacenados en sus respectivas cajas donde vienen embalados.

Colocar el filtro en los portafiltros asignados a cada muestreador. Durante el proceso utilizar guantes de látex.

No doblar o maltratar el filtro antes de coleccionar la muestra.

Levantar la cubierta e instalar el filtro preparado y numerado en el muestreador siguiendo las especificaciones del fabricante. Cuando las condiciones climáticas sean adversas, deben tomarse precauciones adicionales al cambiar los filtros para evitar dañar los limpios y la pérdida de muestra del filtro cargado. Los envases de filtros pueden minimizar estos problemas.

Cerrar la tapa y poner a funcionar el muestreador por lo menos durante 5min, a fin de lograr la temperatura de operación.

## **2. Procedimiento de muestreo del método de referencia.**

1.Registrar la lectura del indicador de flujo y en caso necesario, la presión barométrica (P) y la temperatura ambiente (T). Detener el muestreador y determinar la velocidad de flujo del muestreador; si está fuera del rango aceptable (1.1 a 1.7 m<sup>3</sup>/min) utilizar otro filtro o ajustar la velocidad de flujo del muestreador. Ajustes sustanciales pueden afectar la calibración.

2.Registrar la información que identifique el muestreador (número de filtro, sitio, fecha del muestreo y hora de inicio).

3.Poner el dispositivo de control de tiempo para activar y detener el muestreador, de modo que funcione 24 horas.

4.Poner a funcionar el muestreador por lo menos durante 5min, para establecer nuevamente la temperatura de operación, tan pronto como sea posible después del período de muestreo y sin retirar la muestra.

5.Registrar la lectura del indicador de flujo y en caso necesario, la presión barométrica (P) y la temperatura ambiental (T).

Detener el muestreador y quitar cuidadosamente el filtro.

Tocar únicamente los bordes del filtro.

6.Retiro de filtros:

-Si el filtro presenta partículas extrañas tales como patas de insecto, residuos vegetales u otros, estos se deben retirar con ayuda de pinzas.

-Doblar el filtro a lo largo, de modo que solamente se toquen entre sí las superficies con partículas coleccionadas y colocarlo dentro de un sobre de papel manila.

-Guardarlo dentro del sobre donde se identificará el filtro como número de la muestra.(ver formato Reporte de datos del muestreo de material particulado)

7.Anotar la hora de retiro del filtro y el tiempo transcurrido en la hoja de registro del filtro. El período de muestreo debe ser de 1,440 ± 60min para que la muestra sea válida

8.Anotar en la hoja de registro de la muestra todos los factores de interés, como las condiciones meteorológicas, actividades de construcción, entre otras, que pudieran afectar la medición. En caso de que la muestra sea defectuosa desecharla.

9.Post pesada del filtro (peso de recibo):

-Introducir el filtro en un horno de laboratorio con control de temperatura a 103 +/- 2 °C (este procedimiento se aplica debido a que el material que recolecta el filtro puede ser higroscópico y se requiere eliminar esta humedad la cual es considerada como una interferencia.

-Pasada una hora se retira el filtro del horno e inmediatamente se coloca dentro del desecador durante 24horas, para que durante su enfriamiento no absorba humedad del ambiente y alcance el equilibrio a condiciones ambientales.

-Inmediatamente después del acondicionamiento, pese el filtro llevando la fracción al miligramo más cercano y registrar el peso neto del filtro junto con el número del filtro.

-Teniendo el valor de esta pesada se realiza el mismo cálculo de la prepesada del filtro, hasta obtener un E < 1.5 por mil. El peso que se reporta para el cálculo de la concentración es el menor que se obtenga.

### REPORTE

- 1 La medición se hace en períodos de 24 horas con una frecuencia de una cada seis días o de una cada tres días, mediante el uso de procesos manuales.
- 2 Para reportar los valores al público, se calculan las concentraciones en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  del periodo de muestreo.

### PROGRAMACIÓN SEMANAL DEL MUESTREO

Para desarrollar un óptimo desempeño de la medición de material particulado se plantea un plan de actividades semanal que debe cumplir el operario con el fin de garantizar un mínimo número de muestras con sus respectivos resultados. El plan consiste en facilitar al operario la ruta que debe seguir para operar el sistema, por lo tanto se plantea que las estaciones sean divididas en 3 grupos de la siguiente manera:

Clasificación Estaciones

Grupo No.	Estaciones
1	Aeropuerto, Hospital, Recreo.
2	Ecocarbón, Nobsa.
3	Bavaria, Nobsa.

Se planteo esta clasificación porque según cada grupo las estaciones se ubican sobre la misma zona o se encuentran muy cercanas entre sí. En la programación se incluyen los días en que el operario coloca y retira los filtros, según lo establecido por las normas para muestreos de 24 horas, además de esto se establecen los días donde el operario debe preparar los filtros, realizar el análisis de las muestras y presentar los resultados. Con base en lo anterior se plantea la siguiente programación:

Programación semanal muestreos material particulado.

Hora	Días de la semana					
	Lun.	Mar.	Mier.	Jue.	Vie.	Sab.
8:00-9:00	1	1	1	1	1	
9:00:-10:00	1	1	1	1	1	
10:00-11:00	1	1	1	1	1	
11:00-12:00	2	2		2	2	2
12:00-1:00	2	2		2	2	2
2:00-3:00					3	3
3:00-4:00		3	3	3	3	3
4:00-5:00		3	3	3		

Convenciones

	Coloca nuevo filtro
	Coloca nuevo filtro y retira el filtro del día anterior
	Retira el filtro del día anterior.
	Análisis de resultados de las muestras
	Reporte de resultados
	Preparación de filtros
	Prepesada de filtros para semana siguiente.



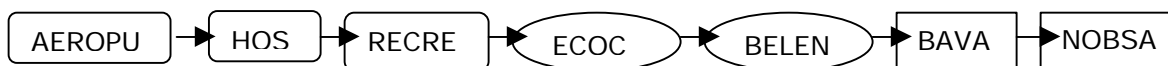
## Definición de Rutas

Las rutas se definieron con el fin de establecer el orden que debe llevar el operario para realizar el muestreo en las 7 estaciones, la ruta definida es la siguiente:

Lunes:



Martes:



Miércoles:



Jueves:



Viernes:



Sábado:



## FORMATOS PARA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se hará uso de tres formatos para la presentación de los datos requeridos durante el muestreo de material particulado; un formato de campo para ser diligenciado cada vez que se coloca o se retira un filtro, el formato de resultados de laboratorio y un resumen de los resultados obtenidos durante el mes para cada estación.





REPORTE DE DATOS DEL MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM-10

ESTACION \_\_\_\_\_  
 MES DE \_\_\_\_\_

PARAMETRO	Muestras											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FECHA												
FILTRO SIN USO												
ESTADO FILTRO												
PREVIAMENTE DESECADO												
PESO FILTRO SIN USAR												
ESTADO PORTAFILTROS												
HORA INICIAL												
HORA FINAL												
TIEMPO DEL MUESTREO												
FILTRO USADO No												
FLUJO INICIAL												
FLUJO FINAL												
VOLUMEN DE AIRE												
CAUDAL PROMEDIO												
VELOCIDAD												
TEMPERATURA												
PRESION												
CONDICIONES METEOROLOGICAS												
PESO FILTRO USADO												

OBSERVACIONES

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## MANUAL DE MANTENIMIENTO DE RMCA - VALLE DE SOGAMOSO

### OBJETIVOS

Establecer las actividades básicas que el operario debe realizar, con el fin de garantizar el buen funcionamiento de los equipos instalados en la RMCA-Valle de Sogamoso

Garantizar a través del mantenimiento periódico de los equipos una información más completa y detallada de cada uno de los parámetros tanto de calidad de aire como meteorológicos.

### CLASES DE MANTENIMIENTO

**Mantenimiento Preventivo:** Es el que el operario realiza diariamente para verificar las condiciones de operación de cada uno de los analizadores y equipos de la red.

**Mantenimiento Correctivo:** El que se hace cuando se detectan problemas de tipo operacional de alguno de los equipos.

**Mantenimiento General:** Efectuado por lo menos una vez al mes, y donde se realiza la limpieza general tanto de cada una de las estaciones como de los analizadores y sensores meteorológicos.

**Mantenimiento Especial:** Se debe efectuar una verificación minuciosa de los equipos, las conexiones electrónicas, eléctricas y mecánicas de todos los instrumentos de la red de monitoreo.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### OBJETIVOS

- Garantizar las condiciones de funcionamiento de los analizadores en cada una de las estaciones.
- Plantear el programa trimensual de cambio de insumos y limpieza de los analizadores y equipos de la red de monitoreo.
- Prevenir posibles daños en los equipos y errores en la información que estos suministran.

### ACTIVIDADES GENERALES

- Verificar las condiciones eléctricas de cada uno de los equipos.
- Realizar la calibración de los analizadores.
- Verificar la correcta operación de las bombas de succión.
- Verificar la correcta adquisición de los datos en el datalogger.

### PERSONA ENCARGADA      FRECUENCIA

operario                                      Día de por medio cada estación, 6 días por semana; es decir 3 veces por semana visita cada estación.

### ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

#### 1. Evaluación General estaciones

Realice una inspección visual de las conexiones eléctricas de los equipos.

Verifique con el multímetro digital los voltajes de entrada a la estación y de ingreso a cada equipo y bomba de succión, (recuerde que hay equipos que operan a 110 y otros que operan a 220 voltios), los equipos donados por Corpoboyaca y cuya referencia es CB trabajan a 110 V, dentro de estos están los equipos de CO modelo 1020 y de O<sub>3</sub> modelo 1010 WEDDING. Si el voltaje supera el 10% de 110 o 220 voltios verifique la entrada y salida de voltaje en el estabilizador, si hay daño en el estabilizador verifique que equipos están conectados a éste y apáguelos. Informe al coordinador para que este consulte con un técnico especializado. Anote en el formato VE-01 y en el RE-01.

Revise las conexiones de ingreso de señal al datalogger, para esto es importante verificar el rango de voltaje que aparece en la parte trasera del equipo. Generalmente la entrada esta entre 0-1 V, pero es criterio técnico del operador que rango desea escoger, este afecta el multiplicador que se debe escoger para transformar la señal de voltaje a concentración, esto se explicara con más detalle en las funciones del Datalogger.

Verifique las conexiones de entrada de flujo de aire a cada equipo, y su respectiva bomba en caso que se utilicen externas, igualmente inspeccione cada una de las entradas al manifold.

Compruebe que en cada uno de los equipos exista el flujo necesario para realizar el muestreo, para esto se debe verificar que las bombas se encuentran en funcionamiento, cada equipo dispone de un rotámetro que permite ver el flujo instantáneo. Anote en el Formato DA.

Observe que ningún equipo presente alguna señal o tipo de falla, generalmente los equipos disponen de un dispositivo de alarma.

Verifique que el datalogger este adquiriendo correctamente los datos que los equipos proporcionan. Ver en la pantalla principal el mensaje Status Running.

Ingrese en el menú Manual en la opción READ INPUTS para ver cuales son las salidas análogas de cada uno de los analizadores. Se debe observar que la concentración transmitida sea coherente con la que se encuentra en el datalogger una vez pasa por el transformador de señal. Es posible que se presenten ligeros valores negativos ocasionados por la variación del límite de detección de los equipos o por eventuales offsets en la calibración. Si no son muy grandes no deben ser considerados como errores.

## 2. Revisión de los analizadores

<p><b>CO wedding model 1020</b>            Revise:            El mensaje sample measure.            El mensaje main menú.            Hora y fecha.</p>	<p><b>CO Horiba</b>            Verifique:            Nivel de flujo en el by pass.            El nivel mode en la opción meas, del panel central. La entrada de la señal al datalogger debe coincidir con la del analizador.</p>
<p><b>SO<sub>2</sub> Horiba APSA-300E</b>            Verifique:            Nivel de flujo en los rotámetros sample y purge.</p>	<p><b>SO<sub>2</sub> Monitor Labs</b>            Verifique:            Nivel de flujo en el panel flow.            Bombillos de Auto y power encendidos.</p>

<p>No presencia de niveles de alarma en el panel central. El ingreso de señal al datalogger tal como ocurre con el analizador de CO.</p>	<p>En el panel mode la opción monitor. La entrada de señal se debe comprobar al ingresar en el convertidor de señal del datalogger puesto que este equipo no presenta los niveles de manera digital en el panel central, si no lo hace de forma análoga.</p>
<p><b>O<sub>3</sub> Horiba</b> Verifique: Nivel de flujo en el by pass. En el panel central: el nivel mode en la opción meas. La entrada de la señal en el datalogger debe coincidir con la del analizador.</p>	<p><b>O<sub>3</sub> Dasibi</b> Verifique: Nivel de flujo en los dos by pass. En el panel central: que se encuentre en el nivel auto. La entrada de la señal en el datalogger debe coincidir con la del analizador.</p>
<p><b>O<sub>3</sub> Monitor labs</b> Verifique: Nivel de flujo en el panel flow. El bombillo donde se especifica el rango de muestreo en ppm, encendido. La entrada de la señal en el datalogger debe coincidir con la del analizador.</p>	<p><b>NO/NOx Horiba</b> Verifique: Nivel de flujo en el panel flow. El bombillo de Alarm converter apagado. Mantener prendido el OGU para que la medición sea correcta. Si esta apagado deje calentar el equipo media hora antes de prender el OGU. Si desea apagar el analizador es necesario apagar media hora antes el OGU. La entrada de la señal en el datalogger debe coincidir con la del analizador.</p>
<p><b>PM-10 (BAM 1020)</b> Verifique: Comprobar en la pantalla el mensaje Status: Sampling. La entrada de señal debe ser la misma tanto en el panel central del analizador como en el datalogger.</p>	<p><b>NO/NOx Monitor Labs</b> Verifique: Nivel de flujo en el panel flow tanto para el generador de O<sub>3</sub>, NO, NOx. El bombillo de O<sub>3</sub>, molycom encendidos. En el panel Meter debe indicar NO/NOX. El rango depende de las condiciones de operación verificar según el manual de operación.</p>

### **3. Reemplazo de insumos y repuestos**

#### **CAMBIO DE FILTROS DE TEFLON DE LOS ANALIZADORES:**

Se debe realizar trimestral para cada analizador de gas. Cada filtro se encuentra dentro de un cubículo en el panel posterior del rack, ubicado entre el sistema de manifolds y la manguera de entrada de cada equipo (Sample In). Tiene como función esencial evitar el paso de partículas pesadas provenientes del aire externo que puedan contaminar la cámara óptica (de reacción), de cada analizador de gas. Retirar el filtro desenroscando los tornillos que aseguran el recipiente y reemplazarlo por el filtro nuevo.

#### **CAMBIO DE MINERALES EN LOS DE GENERACIÓN DE AIRE CERO:**

El carbón mineral "Carbón Activado", el químico purafill y la silica gel deben cambiarse dependiendo de las condiciones de estos insumos: deben reemplazarse cuando el carbón cambie de color a un tono grizoso, el químico a un tono café y la silica gel se vuelva rosada o blanca, este cambio permite contar con la generación de aire puro óptimo para realizar la verificación del nivel cero en los analizadores de gas.

#### **CAMBIO DE CINTA DE PARTÍCULAS**

Cada 2 meses (1450 muestras)

Del menú principal presione TAPE y después TENSION

Quite las protecciones plásticas soltando las tuercas manuales.

Levante con cuidado el rodillo de caucho que sirve para tensionar la cinta.

Coloque el nuevo rollo en la rueda derecha. El extremo de la cinta debe quedar hacia arriba y para desenrollar en contra de las manecillas del reloj.

Pasar con mucho cuidado la cinta por todo el mecanismo. La cinta debe enrollarse en sentido contrario a las manecillas del reloj en el rodillo desocupado.

Fije el extremo de la punta del rodillo desocupado utilizando un trozo de cinta adhesiva cualquiera.

Tensione suavemente de manera manual con cuidado de no romper la cinta.

Reinstale las protecciones plásticas. Fíjelas bien para evitar que los rollos de cinta se deslicen sobre los rodillos.

Baje la pieza que contiene el rodillo de caucho que levanto anteriormente.

Tensione la cinta presionando en el menú principal TAPE y luego TENSIÓN. Una vez presionada la cinta presione EXIT.

#### **CAMBIO DE LA SILICA GEL EN LA BOMBA DE SUCCIÓN NO/NOX**

Se realiza por inspección cuando el color de la silica gel ha cambiado a un tono rosado o en el peor de los casos blanca.

#### **SENSORES METEOROLÓGICOS**

Debe realizarse un seguimiento de cada uno de los sensores cuando se realice la inspección de rutina verificando que la entrada de señal en el convertidor del datalogger sea coherente con la que muestra el menú Manual en la opción READ INPUTS del dataloaer.



Dirección del Viento: Revisar si la lectura corresponde a la dirección real comparando su valor con la dirección por medio de una brújula. La brújula debe ubicarse lejana de estructuras metálicas que puedan desviar la dirección real del norte magnético.

Velocidad del viento: Se debe emplear como método de verificación otro anemómetro que se encuentre en óptimas condiciones y que haya sido calibrado y revisado por un técnico especializado.

Temperatura: Se debe hacer en condiciones similares a la revisión de la velocidad del viento, es decir utilizando un sensor disponible en la red de monitoreo, y en las mismas condiciones que las utilizadas para la revisión de la velocidad del viento.

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### OBJETIVOS

Garantizar la operación continua de los analizadores de gas y de los sensores meteorológicos al presentarse una situación no prevista en su operación  
 Dar solución oportuna a los problemas que presente la estación.

### PERSONA ENCARGADA

operario

### FRECUENCIA

Se realiza cuando se presente algún problema o daño en alguno de los equipos, o al detectar algún parámetro operando fuera de su nivel normal.

### PRINCIPALES PROBLEMAS

#### ANALIZADORES DE GAS

Desajuste del nivel Cero: Cuando se presenta un valor de concentración diferente de 0 al aplicar aire puro, realice un ajuste del nivel cero de acuerdo con las indicaciones del fabricante el manual correspondiente.

Lectura constante o con comportamiento variable: realice la verificación de la lectura aplicando varias concentraciones de gas dentro del rango de trabajo del equipo y efectúe la calibración al analizador.

#### ANALIZADOR CO WEDDING MODEL 1020

Cuando se presenta una lectura en el panel central del equipo con el mensaje zero flow indicando que no hay entrada de aire al equipo, afloje la conexión de salida exhaust a la bomba de succión, dejando que el equipo se estabilice por lo menos durante diez minutos, si el problema persiste consulte las indicaciones del fabricante en el manual. Si el equipo presenta el mensaje background fill y después el mensaje sample fill se debe esperar mientras el equipo retorna a su nivel normal con el mensaje Sample measure, si esto no ocurre remítase al manual del analizador.

#### ANALIZADOR DE PARTICULAS

Cuando se presenta una lectura constante durante varias horas en el valor de concentración de partículas en el reporte diario se cuenta con dos posibles fallas: la cinta ha finalizado antes del tiempo previsto debido a cortes de energía o la cinta se ha roto. Ante cualquiera de estos problemas se debe seguir con lo establecido para el cambio de partículas en la sección de mantenimiento preventivo. Cuando se presenta algún tipo de falla relacionada con el flujo de entrada al analizador verificar las conexiones de ingreso al sistema del PM-10 automático, se recomienda consultar el manual correspondiente al analizador.

## DATALOGGER

Adquisición de datos –9999: Ocurre cuando la entrada de señal al convertidor del datalogger no corresponde a la que se muestra en la pantalla, para este caso se debe verificar por medio del multímetro, la entrada en voltios de la señal del analizador si se presentan valores negativos verifique las conexiones de señal tanto de la salida del equipo como de la entrada de señal al datalogger. Si este no es el caso el analizador cambie de canal en el convertidor de señal del datalogger y realice una nueva configuración.

En la transformación de la señal del sensor, con ayuda del multímetro revise el voltaje del trabajo del sensor y conéctelo a otro canal en el convertidor haciéndole un seguimiento durante varias horas con el fin de verificar si los valores siguen siendo de 90, generalmente este problema es de configuración en el datalogger y con el cambio de canal para el sensor el problema es reparado.

## MANTENIMIENTO GENERAL

### OBJETIVO

Efectuar la limpieza de la estación, de cada analizador y sensor meteorológico.

### PERSONA ENCARGADA

### FRECUENCIA

operario

Una vez al mes

### PROCEDIMIENTO

- Desmonte el manifold para hacerle limpieza interna.
- Quite la bomba de succión que toma el aire del toma muestra, para limpiarla y lubricarla.
- Realice el aseo general de la estación.
- Limpie el exterior de los sensores meteorológicos.
- Compare la lectura de los sensores meteorológicos empleando equipos de comparación o sensores ubicados en el centro de gestión
- Dirección del viento: verificación de lectura con brújula.
- Velocidad del viento: verificación con anemómetro.
- Humedad relativa: coloque un trapo húmedo sobre el higrómetro verificando que el nivel de humedad se incremente.
- Temperatura: Verificación con otro sensor similar ubicado en el centro de gestión, para esto se debe garantizar que el sensor de comparación este funcionando correctamente.
- Contraste la lectura en los analizadores mediante la verificación con gas.

## MANTENIMIENTO ESPECIAL

### OBJETIVOS

Garantizar el funcionamiento de los analizadores de gases y sensores meteorológicos en cada una de las estaciones de acuerdo con las especificaciones indicadas en los manuales de operación realizando la limpieza y mantenimiento de cada uno de los componentes de los equipos.

### PERSONA ENCARGADA

### FRECUENCIA

operario

Cada tres meses.

## ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

### CASETA

- Realice el aseo general de la estación que incluye la limpieza de polvo y de partículas dentro y fuera de la estructura física.
- Verifique las conexiones eléctricas de ingreso a la estación, especialmente en la caja de distribución.
- Limpie el sistema de ventilación que provee el aire necesario con el fin de regular la temperatura interna de la estación.

### ESTRUCTURAS EXTERNAS Y EL RACK

- Limpie interna y externamente las mangueras, limpie las conexiones y dispositivos del sistema de succión de los analizadores.
- Limpie el rack en toda su estructura.

### SENSORES METEOROLÓGICOS

#### Dirección del Viento

- Realice aseo general utilizando una brocha delgada.
- Verifique la lectura realizando comparación con la brújula.

#### Velocidad de Viento

- Lubrique el eje de rotación con aceite limpiador.
- Contraste la lectura con un anemómetro que haya sido revisado técnicamente por personal capacitado.

#### Higrómetro.

- Limpie el sensor empleando una brocha delgada.
- Verifique la lectura colocando un trapo húmedo sobre el sensor y establezca la variación de los niveles de humedad, que son reportados en el datalogger.

### ANALIZADORES DE GASES

#### Analizador Automático PM-10.

Limpie la estructura física del toma muestras: Separe con cuidado las respectivas secciones quite los tornillos sujetadores de cada sección, realice la limpieza con agua jabonosa y luego alcohol isopropilico para evitar residuos de agua en el toma-muestra.

- Limpie externa e internamente la bomba de succión, haciendo revisión y ajuste de las conexiones neumáticas, eléctricas y las mangueras.

#### Analizador de NO/NOX

Limpie interna y externamente el equipo. Revise y repare las conexiones eléctricas internas.

Ajuste racores, conexiones del sistema y limpie las mangueras.

Revise los rodamientos de la bomba de succión, el eje de rotación, la entrada y salida de aire.

Verifique el nivel cero aplicando aire puro, realice una calibración de verificación.

Ajuste de las tarjetas electrónica y de circuitos integrados de las mismas

#### Analizador de CO.

Limpie interna y externamente el equipo. Revise y repare las conexiones eléctricas. Ajuste racores, conexiones del sistema y limpieza de mangueras.

Mantenimiento de la bomba de succión, haciendo la revisión de los rodamientos,

#### Analizador de Ozono O<sub>3</sub>

Limpie interna y externamente el equipo. Revise y repare las conexiones eléctricas internas.

Ajuste racores , conexiones del sistema y las mangueras.

Revise los rodamientos de las bombas de

<p>el eje de rotación, la entrada y salida de aire.  Verificación del nivel cero aplicando aire puro, realice calibración de verificación.  Ajuste de las tarjetas electrónicas y de circuitos integrados de las mismas se propone que lo realice personal técnico especializado.  Verificación de la señal según las especificaciones técnicas del manual.</p>	<p>succión, el eje de rotación y la entrada y salida de aire.  Verifique del nivel cero aplicando aire puro, realice una calibración de verificación.  Ajuste las tarjetas electrónicas y de circuitos integrados.</p>
<p>Datalogger</p> <p>Limpieza externa.  Para evitar la acumulación de mucha información en el datalogger se recomienda oprimir reset para borrar datos.  Configurar el sistema con el fin de generar gráficas y otros cambios en la pantalla principal si el operario lo desea.</p>	<p>Estabilizadores y convertidores de voltaje.</p> <p>Se recomienda realizar la limpieza interna y verificar las entradas de suministro de corriente en voltaje.  Verificación de las tarjetas y circuitos electrónicos con las mismas indicaciones que las planteadas para el mantenimiento de los analizadores.</p>

INFORME DE VISITA A ESTACIONES

FORMATO VE-01

Estación Visitada:

Fecha:

1. ESTADO GENERAL DE LA ESTACIÓN:

2. PROBLEMAS ENCONTRADOS:

3. PROCEDIMIENTO REALIZADO:

a. Analizadores

b. Sensores Meteorológicos.

c. Suministro de corriente

d. Equipos y conexiones de flujo de aire.

4. PROCEDIMIENTO REALIZADO:

5. INCONVENIENTES SIN RESOLVER DESPUÉS DE LA VISITA:

6. OBSERVACIONES ADICIONALES:

## INSTRUCCIONES PARA MANEJAR EL DATALOGGER MARCA ECOTECH MODEL 9400

El software usado por el datalogger es el AQMS, este manual pretende establecer las pautas de manejo de este sistema de adquisición de datos.



Cuando se está en la pantalla principal, lo primero que se debe hacer es detener la adquisición de datos. En esta pantalla aparece en grande las letras AQMS en la parte de arriba hacia la izquierda. Aparecen también unas gráficas de barras para cada parámetro monitoreado (medición actual) y unas gráficas que representan la evolución de dichos parámetros en función del tiempo.

### 1. Procedimiento

- Presione F1. Aparecerá el menú principal del AQMS que tiene las siguientes opciones: FILE-CONFIGURE- OUTPUT-VIEW-MANUAL-MAINTENANCE. Para seleccionar cualquiera de estas opciones, presione la primera letra de la palabra deseada.
- Presione M. Aparecerá el submenú correspondiente a la opción MANUAL. En este sub-menú es posible desplazarse utilizando las flechas arriba abajo.
- Seleccione la opción SUSPEND LOGGING y presione la tecla enter. Para salir de cada uno de los sub-menús presione la tecla escape.

### 1.2 Descripción de cada una de las opciones del menú principal

a) **FILE** esta opción presenta el siguiente sub-menu:

BACKUP-DELETE DATA-DOS-REPORT GENERATION-EXIT

La opción **BACKUP** permite transferir la información de la memoria del datalogger hacia el drive A: (disco de 3 1/2 ). Solo permite transferir un archivo a la vez.

- Seleccione la opción BACKUP y presione la tecla ENTER.
- Seleccione el archivo. DAT que desea transferir y presione la tecla ENTER.

La opción **DELETE DATA** permite borrar de la memoria del datalogger los archivos. DAT no deseados. Solo permite borrar un archivo a la vez.

- Seleccione la opción DELETE DATA y presione la tecla ENTER.
- Seleccione el archivo. DAT que desea eliminar y presione la tecla ENTER.
- Confirme con YES que desea eliminar el archivo seleccionado.

La opción **DOS** permite salir del programa de manejo AQMS e ir al modo DOS. No es aconsejable utilizar esta vía para salir del programa de control del AQMS puesto que presenta dificultades en el momento de iniciar de nuevo el programa AQMS.

La opción **REPORT GENERATION** no se encuentra habilitada en este programa de manejo. No se debe utilizar.

La opción **EXIT** permite salir del programa de manejo del AQMS y entrar en el modo DOS.

Seleccione la opción EXIT y presione la tecla ENTER.

**b) CONFIGURE** Esta opción presenta el siguiente sub-menú:

LOAD CONFIGURATION-EDIT CONFIGURATION-SAVE CONFIGURATION

La opción **LOAD CONFIGURATION** permite seleccionar la configuración deseada para cada estación. Un datalogger podría ser utilizado en diferentes estaciones según el estudio que se quiera realizar. La configuración de cada una de ellas depende de los equipos que estén en marcha.

- Seleccione la opción LOAD CONFIGURATION y presione la tecla ENTER.
- Seleccione la configuración con la cual desea trabajar y presione la tecla ENTER.

La opción **EDIT CONFIGURATION** presenta un sub-menú del cual solo se deben utilizar las siguientes opciones:

SYSTEM PARAMETERS-CHANNEL, PARAMETERS-CHANNEL, ALLOCATION-GRAPH  
PARAMETERS, GAUGE PARAMETERS

- Seleccione la opción **EDIT CONFIGURATION** y presione la tecla ENTER
- Seleccione cualquiera de las opciones de este sub-menú y presione la tecla ENTER.

La opción **SYSTEM PARAMETERS** permite configurar los principales parámetros de cada estación. El código de la estación. El nombre de la compañía, la persona de contacto, el número de canales utilizados, el prefijo con el cual se generan los archivos de datos, el sitio en el cual se quiere almacenar los datos recolectados dentro del datalogger (Se recomienda hacerlo en C: /DATA/), el idioma que desea utilizar para el manejo del programa AQMS. (Solo se debe usar la opción ENGLISH, de lo contrario se generan fallas en el sistema). Las otras opciones no están en uso pues hacen referencia a un sistema automático de calibración.

La opción **CHANNEL PARAMETERS** presenta una lista de todos los equipos que se encuentran conectados al datalogger. Esta información se presenta por columnas, para desplazarse de una columna a otra se debe presionar la tecla TAB. (Utilice este comando para desplazarse entre las columnas de cada uno de los sub-menús.)

Se deben configurar de manera consecuente con respecto al número del canal por el cual se ingresa la señal análoga o digital al datalogger, en este punto se le debe asignar un nombre a cada uno de los canales que corresponde al parámetro monitoreado, se hace en la columna **LABEL**. De igual manera se debe escribir las unidades de cada uno de los parámetros monitoreados, a través de la columna **UNITS**, estas unidades deben ser consecuentes con el rango seleccionado, la salida de voltaje seleccionada y el multiplicador. (Ver el Ejemplo de Configuración de Canales).

El tipo de canal (**COLUMN TYPE**) hace referencia a si es lineal, exponencial o presenta otro tipo de características como puede ser el caso de sensores meteorológicos. En la

mayoría de los casos se utilizan equipos que tienen un comportamiento lineal en este caso el código interno del programa AQMS es de este tipo y está representado por la letra L. (Se recomienda ver el manual datalogger ECOTECH para otro tipo de canales). El multiplicador (*COLUMN MULT*) se utiliza para transformar la señal de entrada que proviene de cada uno de los equipos. De esta manera la información arrojada por cada equipo no será almacenada en términos de voltaje sino ya transformada a las unidades que son de interés como pueden ser ppb, ppm, m/s,%, etc. (Ver ejemplo de configuración de canales) Existe también la posibilidad de ponerle Offset a la señal una vez multiplicada. Esto consiste en incrementar o disminuir un valor constante en todos los datos. Se utiliza en casos en que los equipos hayan demostrado una desviación constante por encima o por debajo de la línea base que es el cero.

En esta opción se debe además definir el número de cifras después de la coma que se requiera para registrar la información recolectada. (columna DEC pts) También se puede definir límites superiores e inferiores para alarmas relacionadas con los parámetros monitoreados. Si los parámetros monitoreados alcanzan valores superiores a los definidos por las alarmas se activarán en la pantalla principal del AQMS y las gráficas de barras cambiarán de color.

La opción **CHANNEL ALLOCATION** permite definir en que canal será conectado cada uno de los equipos de monitoreo utilizados. Es decir cual será la entrada de cada una de las señales al datalogger, allí aparecen las siguientes columnas:

- ◆ *Channel number* debe iniciar en 1 y aumenta hasta completar el número de canales que se estén utilizando en cada estación.
- ◆ El LABEL hace referencia al nombre que se le asigna a cada uno de los canales. Corresponde al parámetro que se conecta en cada una de las entradas al datalogger.
- ◆ El INP. TYPE se refiere a las características de entrada de cada canal. Es decir si se trata de una entrada análoga (voltaje), digital o de otro tipo. El carácter que se debe utilizar en esta casilla es un código del sistema. Si se trata de una entrada análoga se debe definir con la letra P, si se trata de una entrada digital se debe definir con el número 9. (ver manual datalogger ECOTECH para otro tipo de entradas).
- ◆ La columna PHYSICAL INPUT NUMBER se refiere a la entrada física en la cual estará conectada cada una de las señales. Las señales análogas inician en cero y aumentan hasta en número de canales de este tipo utilizados. Las señales digitales inician en 30 y aumentan de igual manera. Estas señales van directamente del equipo de medición al datalogger. En cambio las señales análogas deben pasar por la caja de transformación (color marrón) para después ingresar al datalogger.
- ◆ La columna BAUD RATE hace referencia a la tasa de velocidad de comunicación de los equipos. Para señales análogas se utiliza 9600 y para señales digitales se utiliza 2400.
- ◆ La columna RS232 PORT NUMBER, se refiere al puerto por el cual se ingresan las señales al datalogger. Todas las señales análogas ingresarán por el mismo puerto provenientes de la caja de transformación de señal análoga/digital del datalogger. Las señales digitales requieren cada una de un puerto diferente. Estos puertos están numerados en la parte trasera de los dataloggers.

La opción **GRAPH PARAMETERS** permite configurar los gráficos en función del tiempo que aparecen en la pantalla principal. Aparece el número del canal y se debe



ser consecuente con el nombre del parámetro, las unidades de medida, la escala máxima, la escala de tiempo y sus respectivas unidades. En la columna *GRAPH* se puede decidir cuales parámetros se quiere que sean representados en la pantalla principal. Se debe escribir YES o NO.

La Opción **GAUGE PARAMETERS** permite configurar las gráficas de barras que aparecen en la pantalla principal. Estas gráficas representan la lectura instantánea de cada parámetro. Se debe ser consecuente con el número del canal, su nombre, y su escala máxima.

La columna *GAUGE* permite seleccionar cuales aparecerán en la pantalla principal. Se debe escribir YES o NO.

La opción **SAVE CONFIGURATION** permite salvar cada configuración una vez se haya actualizado. Si no se emplea no quedaran guardados los cambios realizados. Se recomienda utilizar esta opción cada vez que haga un cambio en cualquiera de los sub-menús.

- ✓ Seleccione la opción *SAVE CONFIGURATION* y presione la tecla ENTER. Le preguntará nombre del archivo de la configuración que desea guardar. Es decir de cual estación se hace referencia, escríbala y presione ENTER. Por defecto él selecciona la última configuración consultada en la opción *LOAD CONFIGURATION*.
- ✓ Presione *ENTER* sobre el nombre de la configuración que desea guardar una vez lo haya escrito. Le preguntará si desea escribir sobre la configuración anterior guardada con el mismo nombre. Confirme con YES y presione ENTER.

**c) OUTPUT** Esta menú presenta los siguientes sub-menú:

SET REPORT OUTPUT-SET CHANNEL OUTPUT-SET REPORT PERIOD

El submenú **SET REPORT OUTPUT** permite seleccionar el tipo de información que se quiere guardar en los archivos correspondientes a los datos o eventualmente imprimir o enviar por módem. Estas dos últimas posibilidades no se encuentran en uso actualmente. De igual manera no están en uso y no se encuentran activadas las dos ultimas filas de está ventana (cal y Exc), estas corresponden a un sistema de calibración automático.

El comando RPT1 genera una línea con todos los parámetros monitoreados cada lapso de tiempo el cual debe ser definido con la opción *SET REPORT PERIODS*. (Por ejemplo cada 15 minutos). Este comando debe ser activado escribiendo en la línea uno de la ventana la palabra YES si se desea guardar los datos.

El comando RPT2 permite adicionalmente guardar otra línea de datos correspondiente a los parámetros monitoreados. (Por ejemplo cada hora o cada 24 horas). No se recomienda activar este comando por lo tanto se debe escribir en la línea dos (2) de la ventana la palabra NO. Haga su selección y presione la tecla ENTER. La opción **SET CHANNEL OUTPUT** permite decidir cuales canales serán incluidos en el archivo de datos. Es decir cuales parámetros se quieren guardar y que tipo de reporte se desea. Estos reportes pueden ser de tipo RPT1 ó RPT2. Se activan o desactivan escribiendo en la misma línea de cada parámetro la palabra YES o NO respectivamente. Escriba en la ventana cada uno de los tiempos deseados y presione la tecla ENTER.

**d) VIEW** Esta opción presenta el siguiente sub-menu:

*VIEW DATA FILE*

Esta opción permite ver los archivos de datos que ya se han generado durante la operación.

- ❖ Presione ENTER sobre la opción VIEW DATA FILE. Aparecerá la ventana DISPLAY DATA FILE. En el cuadro superior de la ventana le preguntará el nombre del archivo que desea ver. Este nombre recuerde que está compuesto por las dos primeras letras de los nombres de las estaciones seguido de la fecha en el formato (aammdd). El comando --.dat completa una serie de datos.
- ❖ Escriba la secuencia que desea ver en el cuadro superior de la ventana. Para desplazarse de un cuadro a otro presione la tecla TAB. En el cuadro *FILES* seleccione con las flechas arriba/abajo el archivo que desea ver.
- ❖ Haga su selección y presione ENTER. Para salir del archivo seleccionado presione ESC.

**e).MANUAL** Esta opción presenta el siguiente sub-menú:

START CALIBRATION,-OPERATE SOLEIDS,-READ INPUTS,-SET CALIBRATION GAS FLOW,-SET TIMEOUT PERIOD,-COMMUNICATE WITH RS232,-COMMUNICATE WITH MODEM,-RESUME LOGGING.

Las opción **READ INPUTS** permite el acceso a un voltímetro que tiene incorporado el datalogger. Este permite leer en tiempo real las diferentes entradas en voltios de los equipos que se encuentren conectados en los puertos del datalogger.

- ❖ Seleccione la opción *READ INPUTS* y presione ENTER. Se abrirá una ventana en la cual aparece una lista con el número de canal, el nombre de cada parámetro, el valor en voltios de la señal y el valor después de la transformación del multiplicador. Este último valor es el que será almacenado en los archivos dat. Para salir presione ESC.

La Opción **RESUME LOGGING** permite iniciar de nuevo la adquisición de datos. Si no se activa esta opción no se generará ningún archivo con datos y se perderá la lectura de los diferentes equipos.

- ❖ Seleccione la opción RESUME LOGGING y presione ENTER. Se iniciará automáticamente la adquisición de datos y la generación de archivos. Un archivo para cada día.
- ❖ Presione Varias veces la tecla ESC para volver a la pantalla principal. Podrá ver las gráficas de los parámetros monitoreados. Si en efecto se inicio la adquisición de datos, aparecerá arriba a la izquierda el mensaje STATUS = RUNNING. De lo contrario aparecerá el mensaje STATUS = LOGGING SUSPENDED.

**f) MAINTENANCE** Esta opción no se encuentra en uso actualmente. Ver manual ECOTECH para mayor información.

## MANEJO DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA POR RMCA - VALLE DE SOGAMOSO

### OBJETIVO

Garantizar la validación completa y detallada de los datos obtenidos en las cuatro estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire del valle de Sogamoso.

### PROCEDIMIENTO

#### 1 Transferencia de los Datos del datalogger al disco de 3 ½

El datalogger organiza los datos adquiridos en archivos de 24 horas. Es decir cada día genera un archivo diferente. El nombre de estos archivos se compone por las dos primeras letras de cada estación seguido por la fecha con el formato año-mes-día. Así por ejemplo el archivo correspondiente al día 10 de febrero de 2003 en la estación el Recreo tendrá el formato RE030210.dat en las demás estaciones el formato es similar solamente cambia los dos primeros prefijos así:

ESTACIÓN	PREFIJO
Bavaria	BA
Aeropuerto	AE
Belencito	BE

Para transferir los archivos al drive a se deber seguir lo siguiente:

- a. Estando en el programa aqms presionar F1, allí se encontrará el software que controla al datalogger.
- b. Elegir el menú File y escoger la opción D.O.S.
- c. Una vez se ingrese en el modo D.O.S. se debe salir del programa AQMS, escribiendo el comando cd.. y presionando enter.
- d. Escribir cd data y enter.
- e. Aparecerá C:DATA/ luego se debe escribir lo siguiente con el fin de copiar el archivo: copy RE0302\*.\* a: y enter. De este modo serán copiados en el disco de 3 ½ los archivos de la estación el Recreo correspondientes al mes de febrero, este procedimiento es igual para cada una de las estaciones solamente cambia el prefijo dependiendo de cual sea la estación. El comando \*.\* reemplaza todas las posibilidades de archivos cuyo nombre tengan el prefijo escrito en la parte anterior. Por Ejemplo si se desean copiar los archivos entre el 1 y 9 de Febrero del año 2003 se debe escribir RE03020\*.\*
- f. Copiados los archivos se debe ejecutar de nuevo el programa de control del datalogger, escribiendo nuevamente cd.. y presionando enter.
- g. Luego se escribe cd AQMS y presionar enter. Y escribir exit. Así se abrirá el programa AQMS automáticamente, mostrando la pantalla principal.
- h. Se debe asegurar que en la pantalla principal este presente el mensaje status running de lo contrario el datalogger no hará adquisición de datos por lo tanto se debe verificar ingresando nuevamente al software y escoger el menú Manual allí aparecerá suspend logging se elige está opción y se presiona enter el datalogger automáticamente realiza la adquisición de datos.

## **2. Datos Minutales.**

Los datos arrojados por cada una de las estaciones y almacenados en el datalogger se guardan en archivos que operan bajo ambiente D.O.S., donde posteriormente se transforman en archivos tipo excel, de la siguiente manera:

1. Abra el programa Excel.
2. En el menú archivo elija la opción abrir. Se abrirá la ventana desde donde se desea abrir el archivo que para este caso será el disco de 3 ½. Haciendo click.
3. Aparecerá la ventana de asistente para importar texto, donde se debe realizar 3 pasos en cada uno de estos se debe elegir la opción siguiente, y el resultado final será la conversión del texto de D.O.S. en archivos de tipo Excel.
4. Borrar las columnas que no sean necesarias como por ejemplo las columnas donde aparece RPT 1, la fecha y cada una de las letras que simbolizan el tipo de parámetro monitoreado.
5. Antes de realizar la conversión a archivo Excel, el operario verifica según el libro de reporte de cada estación que datos debe eliminar, teniendo en cuenta en que momento realizó las siguientes actividades:
  - a. Suspensión de los datos por motivos de mantenimiento y revisión rutinaria.
  - b. Por efectos de cortes de energía, para esto el datalogger almacena los datos con el valor -9999.
  - c. Por calibración y en general por algún tipo de mantenimiento.
  - d. Por datos muy negativos que en la mayoría de los casos es por acción de la descalibración del equipo.
6. Una vez realizado el paso 4 y 5 el operario define la carpeta donde desea guardar el archivo, se recomienda que sea una carpeta por estación con el nombre de datos minutales, donde aparecerá un libro tipo Excel para cada mes. En este archivo Excel se encontrará la información de datos minutales de cada uno de los días es decir cada hoja es un día de un mes determinado.

Esta operación se debe realizar diariamente, generando el reporte del día anterior, de cada una de las 4 estaciones. En el caso de los fines de semana se debe tomar como reporte el sábado a las 00:00 horas hasta el día Domingo a las 12:00 p.m.

## **3. Resumen y medias móviles.**

Teniendo los datos minutales, con todas las correcciones y la depuración de los datos se debe realizar el siguiente proceso:

1. Abrir el programa Excel.
2. Insertar las hojas necesarias dependiendo del número de contaminantes. Deben existir 2 hojas por parámetro, donde en la primera aparecerá el resumen del mes de los datos minutales de cada día.
3. En la segunda hoja aparecerá el promedio horario y la media móvil según lo establezca la legislación para cada contaminante, donde existirá una primera columna con la fecha y la hora, la segunda columna será el promedio horario, en la tercera se encontrará el comportamiento de los datos por banderas donde cada letra significará el tratamiento de los datos, una cuarta donde aparecerá el valor máximo permisible horario, en la quinta se encontrarán los valores de la media móvil, otra columna similar a la tercera, y una última donde se registrarán los niveles máximos permisibles la media móvil.

4. La información anterior se guardará en una carpeta con el nombre de resumen y medias móviles allí se existirán 2 subcarpetas una para los contaminante y otra para los parámetros meteorológicos.

5. Para la información meteorológica se seguirán los pasos 1,2, y parte del 3 la diferencia radica en que no existirá la columna donde aparece el nivel de las normas, lo demás es igual.

Al establecer los promedios horarios y las medias móviles para cada uno de los contaminantes debe tenerse en cuenta que datos son malos o están incompletos teniendo en cuenta que se toman como validos aquellos que tengan 70% de datos buenos es decir, para:

- **Promedio Horario**

- Cuando la frecuencia de muestreo es cada 5 minutos se generarían 12 datos/hora, si el número de datos es mayor o igual a 7 se debe considerar bueno. De lo contrario se debe colocar la bandera correspondiente a la situación que se generó.
- Para 6 datos / hora cuando la frecuencia de muestreo es de 10 minutos el dato es aceptado cuando hay 4 o más datos.
- Cuando son 4 datos/hora el dato es favorable cuando el número de datos sea mayor que 3.

- **Medias Móviles**

- Cuando la media móvil es de 24 horas es decir 24 horas/día, el número de datos buenos es 16 o mayor.
- Para la media móvil de 8 horas el dato es bueno cuando los datos promedio horario sean mayores o iguales a 5.
- Para la media móvil de 3 horas, los datos son buenos cuando son dos y tres datos.

#### **4. Resultados Gráficos de la Información**

Una vez se tienen el resumen de los datos y las medias móviles se deben realizar el análisis gráfico de cada estación de la siguiente manera:

1. Abrir el programa Excel.
2. Insertar una hoja por cada contaminante.
3. Elegir la opción gráfica en el menú insertar.
4. Elegir la opción gráfica "líneas" y elegir el tipo de gráfico que se desea hacer click en siguiente.
5. Elegir el rango de datos que se desea graficar si es promedio horario o media móvil.
6. Se ajusta la gráfica sea el tamaño deseado, el tipo de letra y los colores.

Así se tendrá la información gráfica por contaminante para cada estación. Seguido este procedimiento, quedan los datos listos para el análisis interpretación y elaboración de informes semanales, mensuales etc.

**Anexo I. Fichas técnicas equipos automáticos RMCA - Valle de Sogamoso**

# ANALIZADOR DE NO/NOx. Tipo Horiba APNA-300E

## 1. PARTES

### Tablero delantero

- Medidor de flujo
- Cobertura frontal
- Tablero digital
- Control de cero (NOx)
- Control de medida (NOx).
- Alarma
- Control de cero (NO)
- Control de medida (NO).
- Selección del modo
- Selección del rango
- Encendido NOx/NO
- Encendido OGU.
- Encendido Equipo.
- Tornillos (2)
- Montaje en Estante (2).

### Tablero trasero

- Fusible
- Conector para control de señal
- Panel de información de salida del equipo.
- Filtro de la muestra.
- Entrada de la muestra.
- Conector al cable de encendido.
- Terminal para polo a tierra.
- Fuente de encendido para unidad de muestreo.
- Salida de la muestra.
- Entrada de aire.
- Salida gas de calibración.

### Interior

- Sistema de ventilación.
- Secador.
- Deozonizador.
- Filtro.
- Medidor de vacío.
- Regulador de presión.
- Bomba de muestreo.
- Ozonizador.
- Convertidor de NO<sub>2</sub> a NO.
- Tarjeta Central phm-300C.
- Control de temperatura.
- Preamplificador.
- Unidad de enfriamiento para el fotomultiplicador.
- Procesador de señales electrónicas.
- Ventilación irradiante para unidad de enfriamiento.
- Partes superiores: Caja capilares. Partes inferiores: Celda de reacción.
- Válvula solenoide 2.
- Válvula solenoide 3.
- Parte frontal: Fuente de poder para alto voltaje. Parte trasera: Alto voltaje.
- Válvula solenoide.

## 2. ESPECIFICACIONES

Rango:	0 a 0.2/0.5/1.0/2.0 ppm,
Sonido:	0.002 ppm
L.D.L.:	Mínimo limite perceptible 0.004ppm
Desviación del cero:	+/- 0.004ppm
Desviación de medida (24h):	+/- 2% F.S.
Ciclo de Muestreo:	1 minuto.
Tiempo de respuesta (T <sub>95</sub> ):	tiempo de levantamiento y caída: 120 Seg.
Precisión:	20% URL: 0.004ppm 80% URL: 0.004ppm
Despliegue de datos:	tablero digital de medida de lectura directa de la concentración en unidades de ppm.
Salidas:	a) señal de no-insolación provee: 0 a 10mV, 0 a 100mV, 0 a 1V, y 0 a 10 V, para cualquier concentración de NO, NOx y NO <sub>2</sub> . b) señal insolación (opcional) provee: 0 a 16mA, o 0 a 1 V o 4 a 20mA como se especifique para cualquier concentración de NO, NOx y NO <sub>2</sub> .
Interfaces de control:	a) Los términos de seleccionador de rango externos (opción) b) Rango de identificación (opción) c) Los términos de seleccionador de modo externo (opción)
Temperatura ambiente:	5 a 35°C
Corriente:	100/115/220/240 V AC, 50 o 60 Hz, aprox. 300VA (como se especifique)
Dimensiones:	Alto: 221mm, Ancho: 483mm, Largo: 845mm
Peso:	40Kg aprox.

## 3. PRINCIPIO DE OPERACIÓN

### Determinación de NO

El equipo Horiba APNA 300E analizador de NO/NOx es un tipo de analizador que utiliza un fotomultiplicador adyacente al cambio de reacción o de sentido de la reacción de quimiluminiscencia.

El método de quimiluminiscencia de detección de óxido nítrico (NO) está basado en la reacción de NO con ozono (O<sub>3</sub>) produciendo dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y oxígeno (O<sub>2</sub>). Las moléculas de NO<sub>2</sub> producidas en esta reacción tienen un estado de excitación (NO<sub>2</sub>\*). Este proceso está acompañado por la emisión de fotones y de moléculas no excitadas de (NO<sub>2</sub>). La reacción es:  $NO + O_3 = NO_2 + O_2$   
 $NO_2^* = NO_2 + hv$

Cuando los hv son producidos con frecuencia y son constantes generan la emisión de fotones. Cuando hay mezcla de NO y O<sub>3</sub> en el cambio de reacción, esta reacción de quimiluminiscencia produce emisiones de luz que son directamente proporcionales a la concentración de NO. Esta emisión es medida por el tubo fotomultiplicador y en asociación con los circuitos electrónicos.



## Determinación de NOx

La determinación de NOx es parecida a la del NO, excepto que el principio de entrada en la reacción cambia, la muestra es transformada cuando se presenta la conversión del dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub> en la muestra de gas disociando en la forma de NO está reacción es:  $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$

- La respuesta del analizador es proporcional al total de NO en la conversión de la muestra. El total de óxidos de nitrógeno NO es la suma del NO originalmente presente en la muestra más el NO resultado de la disociación de NO<sub>2</sub>.
- La combinación de NO y NO<sub>2</sub> es lo que se conoce como NOx.
- La función del sistema de flujo del analizador se abastece regularmente por el flujo de gas de la muestra y el cambio de reacción del O<sub>3</sub>.
- La salida del análisis es directamente proporcional al caudal de NOx en la muestra esto es imperativo. Cuando se está provisto de suficiente ozono y que reacciona con todo el NO en la muestra (Incluyendo el NO<sub>2</sub> convertido a NO) y donde el caudal está controlado.
- La cantidad de ozono que se mezcla en la muestra en el cambio de reacción está controlado por una caída de presión a través de los capilares a un caudal constante alrededor de los 260 ml/min.
- El caudal de muestra y el ozono producido asegura que la cantidad en exceso de ozono esté presente en todas las concentraciones analizadas de NO.

El Caudal de muestreo está muy bien controlado por dos sistemas de presión o capilares termostatos. La válvula de presión constante en el by-pass de flujo controla la presión de entrada al analizador alrededor de 0.4 Kg/cm<sup>2</sup>. Esta presión se aplica al control de presión en la válvula de entrada (PCV), la cual controla la presión de entrada a los capilares. Esta presión producida se ajusta a 0.20 Kg/cm<sup>2</sup>. Este ajuste de presión se mantiene en 0.5 % del nominal para lograr un control de flujo óptimo.

## 4. INSTALACIÓN

### LOCALIZACIÓN

El equipo puede ser localizado en un área limpia, libre de partículas excesivas, vibraciones mecánicas, campos eléctricos y electromagnéticos, gases corrosivos o con una humedad mayor al 90% R.H.

Un lugar donde no ocurran cambios súbitos de temperatura mayores de +/- 5°C y donde la temperatura no exceda el rango de 5 a 35°C.

Evite un lugar donde el equipo pueda estar expuesto directamente a la luz del sol o a la radiación de calentadores.

### MONTAJE

El equipo esta diseñado para montarlo en un estante o panel, en un lugar libre de equipos o en una mesa lisa. Requiere 22cm de espacio y se encaja con tornillos.

El montaje metálico en ambos lados del equipo (para estante o panel) se puede quitar si se instala en una mesa.

El uso de anaqueles de apoyo debajo de la base metálica del equipo se recomienda en estantes o en panel.

Permita un buen espacio atrás y delante del equipo para tener un buen acceso.

## 5. CONEXIONES

### Tuberías

\*El equipo tiene toda la instalación interna completa excepto cuando no está instalado la unidad de muestreo y el monitor propio.

\*Se recomienda el uso de tubos fluoro-carbonados para todas las tuberías externas de conexión excepto para la salida del equipo.

\*Utilice adecuadamente los conectores y los montajes del conector en el equipo para toda conexión con tubería externa.

\*Los cables del montaje son NPT 1/8. Todas las líneas deben estar libres de fugas, para inspeccionar el goteo no use solución jabonosa, lo cual puede causar contaminación de hidrocarburos.

#### Comentario:

En la unidad de muestreo se encuentra localizada la silica gel, cuya actividad empieza una semana después la operación continua del analizador sobre aire ambiente saturado con vapor de agua alrededor de 35°C.

La silica gel se reemplaza cuando presenta un tono rosado, o se puede rege-

### Salidas

\*Conecte la salida en el tablero trasero del equipo a un tubo trenzado que sale a la atmósfera en la estación de monitoreo en un lugar en donde sea posible tener el punto de muestreo en la estación.

\*Si una derivación está doblada es usada para disminuir la muestra requerida. Conecte un tubo trenzado de salida en el tablero trasero del equipo en el mismo lugar externo como la muestra en la derivación.

\*El analizador contiene las bombas que necesita. NO se requiere presurización externa para tomar las muestras de aire ambiente.

\*Ajuste el cilindro regulador a 0.5Kg/cm<sup>2</sup> de gas.

\*El caudal de muestreo de alta concentración es de aproximadamente 0.1 Lpm como máximo cuando el monitor esta en modo de medida

\*El APNA-300E está provisto de roscas NPT 1/8 para todos las entradas.

Precaución: Las líneas de la abertura descritas deben ser del tamaño suficiente, libres de

### Línea de entrada de la muestra

Conecte el filtro de muestra en el equipo dentro del tablero trasero del equipo para la toma de muchas muestras en la estación de monitoreo.

Nota En alguna aplicación una partícula extra en el ensamblaje del filtro puede quedar entre el filtro muestra del equipo y en la toma de muestras en la estación de monitoreo.

### Calibración del gas

El medidor de gas de NO de niveles de monitoreo de calidad de aire son inestables durante largos periodos de tiempo, debido a esto se recomienda un generador de gas (Un sistema de calibración de gas de dilución). Esto hace que sea más estable la medida de gas de altas concentraciones que será usado para la calibración, usando 6mm /4mm día del tubo, la medida de entrada se localiza en la parte trasera del tablero. Entonces se debe conectar el gas de medida apropiado (altas concentraciones) al gas de generación estándar. La entrega de presión del gas de medida en el analizador esta regulado por el gas de generación estándar.

Nota: no se requiere tener ninguna conexión de cilindro de gas en cero cuando el gas de generación estándar esta en uso.

<p>nerar calentándola. Cuando la silica gel está desgastada puede afectar la generación de ozono.</p>	<p>curvaturas o rizos para prevenir cualquier presión en la parte de atrás del equipo.</p>	<p>Si el gas de generación estándar no está en uso, conecte el cilindro de gas de medida y el cilindro de gas cero al instrumento a través de la válvula de flujo.</p> <p><u>Precaución:</u> Debe estar seguro que toda la conexión de tubería esta sin fugas.</p>
---	--	--

## 6. CONDUCCIÓN ELÉCTRICA

<b>Encendido</b>	<b>Interfase de control remoto</b>	<b>Señales</b>
<p>*Antes de encender el monitor verifique en la parte frontal del tablero que el switch de encendido este en posición de OFF.</p> <p>*El monitor debe ser conectado a una línea de poder limpia teniendo una fuente externa capaz de proporcionar la electricidad como se indica en el encendido.</p> <p><u>Precaución:</u> evite instalar el equipo cerca de un instrumento con excesiva distorsión de ondas de poder, incluye soldadores eléctricos, alta frecuencia, inducción de hornos y motores.</p> <p>También evite compartir la línea de poder con otro equipo. No conecte el equipo a una línea de poder no especificada en voltaje o frecuencia, o con una unidad posiblemente dañada.</p>	<p>Como una opción el instrumento posee interfaces para un control remoto, un dispositivo como un datalogger o un computador central de monitoreo.</p> <p>Si esta opción se desea usar, el equipo esta equipado con una conexión multi-pin en la etiqueta CONTROL, la cual esta localizada en el tablero de la parte trasera del equipo. Use la contraparte de la conexión del multi-pin para ser conectada a las conducciones eléctricas.</p>	<p>*El equipo esta provisto con un seleccionador de no insolación (polo a tierra) para la salida de voltaje, para tres líneas individuales.</p> <p>Para NO; línea 1 A-1) 0-10mV, B-1)0-100mV, C-1) 0-1V y D-1)0-10V. Para Nox Línea 2 A-2) 0-10mV, B-2)0-100mV, C-2) 0-1V y D-2)0-10V. Para NO<sub>2</sub> Línea 3 A-3) 0-10mV, B-3)0-100mV, C-3) 0-1V y D-3)0-10V.</p> <p>Proporcionalmente la concentración de los componentes es medida en el rango seleccionado para cada línea.</p> <p>*Un servicio externo registra el equilibrio potenciometrico quizás conectado a un rango entre A)-D). La salida de impedancia es 1,000 ohms/volt.</p>

## 7. CALIBRACIÓN DE GASES

### Gas cero

El gas cero no es necesario si el gas estándar de generación está en uso. Un sistema de aire de purificación está contenido al gas estándar para suplir la necesidad de aire cero.

### Gas de medida

Provisto por un cilindro de gas de medida.

### Gas de generación estándar

Use el gas de generación estándar (NO) con un cilindro de gas de medida.

### Precauciones

El gas de prueba debe satisfacer los siguientes requerimientos a la entrada de la muestra del equipo:

### Impurezas en el gas de prueba

Gases corrosivos como SO<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub> o HCl no deben estar presentes y deben ser removidos de la primera muestra al entrar al equipo. La presencia de estas sustancias en la muestra afectará la medición y puede acortar vida de los materiales que tienen contacto con la muestra.

### Temperatura del gas muestra

La muestra de gas debe mantenerse en un temperatura entre los 0° y 40°C a la entrada del equipo, el punto de rocío debe mantenerse por lo menos 5°C debajo de la t° ambiente para prevenir la condensación del sistema de muestreo.

### Presión

A la entrada del equipo no debe haber una presión de más de +/-0.01Kg/cm<sup>2</sup>. Una excesiva presión causa errores en la lectura o daños en el mecanismo del equipo.

## 8. OPERACIÓN

### Instrucciones de operación

- Complete el procedimiento de instalación
- Caliente el analizador
- Complete el procedimiento de calibración
- Seleccione modo MEAS en el monitor para empezar el análisis de la muestra.
- Repita la rutina de calibración en intervalos de tiempo regular.
- No toque ningún control y/o condensador dentro del equipo.

Calentamiento  
Después de haber hecho una correcta instalación, el

### de CALIBRACIÓN

#### Cero y medida de calibración en modo NO

Proporcione un cilindro de gas de medida, con una concentración conocida (gas estándar de generación o un modelo equivalente).

Nota: No es necesario la botella de aire cero debido a que el gas de generación estándar posee un sistema de purificación de aire que suple el aire cero.

- Conecte los reguladores en el cilindro del gas de medida.
- Conecte el gas de medida a la conexión CAL-IN en la parte posterior del analizador APNA 300E.
- Coloque el equipo en el modo selector CAL.
- Seleccione el RANGO (usualmente el rango más sensitivo).
- Vuelva el interruptor MODE a cero- o a flujo de gas cero.
- Verifique que el flujo en el cilindro de gas estándar sea de 0.5 LPM o más.
- Cuando la pantalla de ppm se estabilice, ajuste el

<p>calentamiento del equipo se hace así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verifique para ver el seleccionador del modo MEAS (medida). El seleccionador del RANGO puede estar en cualquier posición</li> <li>▪ Encienda con POWER. El despliegue del ppm pestañeará.</li> <li>▪ Mire a través de la ventana de la MUESTRA y revise que el medidor de flujo lea de 1 a 2 litros por minuto.</li> <li>▪ Deje aproximadamente 60 minutos para que caliente el equipo.</li> <li>▪ Presione el OGU para arrancar la unidad de generación de O<sub>3</sub>. Espere alrededor de 5 minutos.</li> <li>▪ El equipo esta listo para ser calibrado.</li> </ul>	<p>control de cero del NO hasta que la lectura se cierre en lo posible en 0.000 (los dos últimos dígitos pueden fluctuar).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En ZERO la calibración esta completa.</li> <li>▪ Seleccione RANGE que corresponda con la concentración del gas de medida (por ejemplo si la concentración del gas de medida es 1.8 ppm, vuelva la selección del RANGE a 2 ppm)</li> <li>▪ Vuelva el interruptor MODE a medida y a flujo de gas de medida dentro del equipo.</li> <li>▪ Verifique que el flujo sea de 0.5 LPM o más.</li> <li>▪ Cuando se estabilice la pantalla de ppm, ajuste el control de medida de NO para que el despliegue del ppm indique el valor de gas de medida.</li> <li>▪ La calibración del gas de medida de NO es completa.</li> <li>▪ Para reconfirmar la calibración repita los pasos 6 a 14.</li> </ul> <p><b>Cero y calibración de medida en modo NOx</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coloque el interruptor NOx/NO a la posición NOx.</li> <li>2. repita los pasos 4-15 pero los controles deben ser activados en un tiempo superior no como los controles del NO.</li> </ol>
--	---

## 9. DATOS

<p><b>Lectura de datos</b></p> <p>Después de que el equipo esta calibrado, seleccione el modo MEAS en el monitor para empezar el análisis de la muestra.</p> <p>La lectura de los datos no necesita ajustes del lugar decimal (por ejemplo 0.56 significa 0.56 ppm).</p> <p><b>Grabación de datos</b></p> <p>Si la lectura necesita ser grabada, conecte el potenciómetro registrador a la terminal de salida localizada en el tablero posterior. Adhiera el</p>	<p><b>Transmisión de datos y control remoto (Opcional)</b></p> <p><b>Señal opcional de salida</b></p> <p>Una salida adicional de 0-16mA, 0-1V o 4-20mA puede ser proporcionada por datos de NOx, NO y NO<sub>2</sub> en el modo de insolación y no insolación, si esta especificado. Esta salida es convenientemente usada en una aplicación que requiera transmisión de datos a estaciones remotas o computadores de procesamiento de datos. Las terminales de conexión están localizadas a la derecha y la salida terminal se encuentra en el tablero posterior del equipo.</p> <p><b>Control remoto (opcional)</b></p> <p>El control remoto del APMA300E esta disponible, si se especifica. Un conector multipin esta provisto en el tablero posterior del equipo con un juego de conectores. Para la identificación del conector busque en la tabla y en el diagrama.</p>
--	---

conductor negativo al terminal COM (común a todos) y el terminal positivo al terminal de salida apropiado (10mV, 100mV, 1V o 10V) correspondiente al rango de salida de la grabación. En la salida, la impedancia es 1000 ohms por voltio.

\* El juego de conectores serán alambrados de acuerdo con la identificación descrita.

\* Conecte el instrumento a un dispositivo de control remoto (Ejem. CPU) insertando el conector alambrado al tablero posterior.

\*Gire los interruptores MODE y RANGE para salir, las funciones del equipo son controladas por dispositivos de control remoto.

Nota: 1. El modo de control remoto (EXT) obtiene los datos de Nox, NO y NO2 a través de terminales que se encuentran en el panel posterior del equipo estas se encuentran en el modo de control manual.

2. El interruptor de encendido no se controla por los dispositivos de control remoto.

# APMA 300E MONITOR DE CO AMBIENTE HORIBA

## 1. PARTES

### Tablero delantero

- Medidor de flujo
- Cobertura del monitor
- Despliegue digital
- Control de cero
- Control de medida
- Selección del modo
- Selección del rango
- Encendido
- Tornillos (2)
- Marco

### Tablero trasero

- Fusible
- Conector para control de señal
- Referencia para el filtro de gas
- Referencia para el gas de entrada
- Muestra de filtro
- Muestra de entrada
- Conector al cable de encendido
- Terminal para polo a tierra
- Terminal de salida
- Descarga de salida
- Toma de corriente de gas de desviación
- Toma de corriente de gas de medida interior.

### Interior

- Procesador de señal electrónica
- Detector
- Capilar
- Regulador de presión
- Válvula solenoide
- Control de temperatura tc-100
- Regulador de la fuente de poder irsu-1 ir
- Bomba de referencia
- Bomba para la muestra
- Catalizador

## 2. ESPECIFICACIONES

Rango: 0 a 10/20/50/100 ppm, o 0 a 20/50/100/200ppm como se especifique

Sonido: 0.1ppm

L.D.L.: Mínimo limite perceptible 0.2ppm

Tendencia a cero: +/- 0.2ppm

Tendencia de medida (24h): +/- 2% F.S.

Tiempo de retraso: 10 segundos

Tiempo de respuesta ( $T_{95}$ ): tiempo de levantamiento y caída: 30s  
(para empezar rangos con 10ppm,  $T_{95}$  dentro de 60s)

Precisión: 20% URL: 0.2ppm

80% URL: 0.2ppm

Despliegue de datos: tablero digital de medida de lectura directa de la concentración en unidades de ppm.

Salidas: a) señal de no insolación provee:

0 a 10mV, 0 a 100mV, 0 a 1V, y 0 a 10 V.

b) señal insolación (opcional) provee:

0 a 16mA, o 0 a 1 V o 4 a 20mA como se especifique.

Interfaces de control: a) Los términos de seleccionador de rango externos (opción)

b) Rango de identificación (opción)

c) Los términos de seleccionador de modo externo (opción)

Temperatura ambiente: 5 a 35°C

Corriente: 100/115/220/240 V AC, 50 o 60 Hz, aprox. 300VA (como se especifique)

Dimensiones: Alto: 221mm, Ancho: 483mm, Largo: 580mm

Peso: 38Kg aprox.

### 3. PRINCIPIO DE OPERACIÓN

El APMA 300E monitor de CO desarrolla la técnica de modulación de flujo transversal (CFM, cross flow modulation), la cual mejora notablemente la tendencia y la sensibilidad del equipo. El analizador CFM tiene un diseño básico del analizador NDIR con nuevos rasgos importantes.

El nuevo elemento esencial en el diseño es una válvula rotatoria, la cual direcciona alternadamente el gas prueba y una referencia del gas desde dos celdas del analizador. Por este método la distinción óptica entre la muestra y la referencia es eliminada y cada línea óptica funciona alternadamente como una referencia y un línea de muestra.

En el analizador convencional NDIR la sensibilidad es una función de la longitud de la celda de muestra. El detector puede ser solo ligeramente modificado y el único factor que algunas veces cambia incrementa la sensibilidad en la frecuencia de modulación. Si esto es reducido (o bien el tiempo es incrementado) la sensibilidad se incrementa pero la velocidad de respuesta se altera y el ruido óptico se aumenta un poco. En el diseño del analizador de flujo transversal la sensibilidad se aumenta porque inherentemente la cantidad de energía IR se absorbe y se traslada dentro de la señal de salida. En el esquema de modulación de flujo cruzado la rata de flujo del gas y la configuración de la celda pueden ser seleccionadas, lo cual proporciona una modulación muy lisa.

Para minimizar la interferencia del sistema del detector dual se emplea un detector de compensación localizado detrás del detector principal en este equipo. Los dos detectores están cargados de manera que la respuesta al gas de interferencia en el segundo detector es muy alta comparada con la del gas medido. La señal de este detector es amplificada y substraída de la señal del detector principal en el analizador electrónico. El APMA 300E utiliza aire ambiente, el cual es filtrado a través de catalizadores localizados dentro del equipo como el gas de referencia suministrado, eliminando así el gas cero exterior.

### 4. INSTALACIÓN

#### LOCALIZACIÓN

El equipo puede ser localizado en un área limpia, libre de excesivo polvo, vibraciones mecánicas, caja eléctrica o campos electromagnéticos, gases corrosivos o con una humedad mayor al 90% R.H.

Un lugar donde no ocurran cambios súbitos de temperatura mayores de +/- 5°C y donde la temperatura no exceda el rango de 5 a 35°C. Evite un lugar donde el equipo pueda estar expuesto directamente a la luz del sol o a la radiación de calentadores

#### MONTAJE

- El equipo esta diseñado para montarlo en un estante o panel, un lugar libre de equipos o en una mesa lisa. Requiere 22cm de espacio y se encaja con tornillos En una mesa se hace con pies de caucho.
- El montaje metálico en ambos lados del equipo (para estante o panel) se puede quitar si se instala en una mesa.
- El uso de anaqueles de apoyo debajo de la base metálica del equipo se recomienda en estantes o en panel.
- Permita un buen espacio atrás y delante del equipo para tener servicio de acceso.



## 5. CONEXIONES

Tuberías	Salidas	Muestra y líneas entrada de referencia
<p>*El equipo tiene toda la instalación interna completa. Se recomienda el uso de tubos fluorocarbonados para todas las tuberías externas de conexión excepto para la salida del equipo y las líneas de tomacorriente de derivación.</p> <p>*Utilice adecuadamente los conectores y los montajes del conector en el equipo para toda conexión con tubería externa excepto para la descarga y las líneas de derivación que tienen terminales.</p> <p>*Los cables del montaje son NPT 1/8. Todas las líneas deben estar libres de fugas, para inspeccionar el goteo no use solución jabonosa.</p>	<p>*Conecte la salida en el tablero trasero del equipo a un tubo trenzado que sale a la atmósfera en la estación de monitoreo en un lugar en donde sea posible tener el punto de muestreo en la estación.</p> <p>*Si una derivación esta doblada es usada para disminuir la muestra requerida. Conecte un tubo trenzado de salida en el tablero trasero del equipo en el mismo lugar externo como la muestra en la derivación.</p> <p>*El monitor contiene las bombas que necesita. No se requiere presurización externa para tomar las muestras de aire ambiente.</p> <p>*Ajuste el cilindro regulador a 0.5Kg/cm<sup>2</sup> de gas.</p> <p>*El cilindro esta en capacidad de entregar el gas a una rata de flujo de aprox 4lpm cuando el monitor esta en modo de medida</p> <p>*El APMA-300E proporciona NPT 1/8 roscas para todos las entradas.</p> <p><u>Precaución:</u> Las líneas de la abertura descritas deben ser del tamaño suficiente, libres de curvaturas o rizos para prevenir cualquier presión en la parte de atrás del equipo.</p>	<p>Por medio de un montaje de T externa conecte el filtro de muestra dentro del filtro de referencia dentro del tablero trasero del equipo para la toma de muchas muestra en la estación de monitoreo. Use 6mm/4mm día para el filtro muestra o un largo tubo en el punto de la T para tomar todas las muestras.</p> <p>Nota: En alguna aplicación una partícula extra en el ensamblaje del filtro puede quedar entre el filtro muestra del equipo y en la toma de muestras en la estación de monitoreo.</p> <p>El filtro de referencia de entrada puede guardarse abierto para alojar aire que se considera que es el mismo es el aire en el punto de muestra respecto a su composición química.</p> <p><b>Calibración del gas</b></p> <p>Conecte el cilindro de gas medido, usando 6mm/4mm día del tubo, la medida de entrada se localiza en la parte trasera del tablero. Se debe usar un cilindro regulador (presión que reduce la válvula) para ajustar la entrega a presión del gas de medida en 0.5Kg/cm<sup>2</sup>= 7psi.</p> <p><u>Nota:</u> no se requiere tener ninguna conexión de cilindro de gas en cero.</p> <p><u>Precaución:</u> estar seguro que toda la conexión de tubería esta sin goteras.</p>

## 6. CONDUCCIÓN ELÉCTRICA

Encendido	Signos	Interfase de control remoto
<p>*Antes de encender el monitor verifique en la parte frontal del</p>	<p>*El equipo esta provisto con un seleccionador de</p>	<p>Como una opción el instrumento</p>

<p>tablero que el switch de encendido este en posición de OFF.</p> <p>*El monitor debe ser conectado a una línea de poder limpia teniendo una fuente externa capaz de proporcionar la electricidad como se indica en el encendido.</p> <p><u>Precaución:</u> evite instalar el equipo cerca de un instrumento con excesiva distorsión de ondas de poder, incluye soldadores eléctricos, alta frecuencia, inducción de hornos y motores. También evite compartir la línea de poder con otro equipo. No conecte el equipo a una línea de poder no especificada en voltaje o frecuencia, o con una unidad posiblemente dañada.</p>	<p>no insolación (polo a tierra) para la salida de voltaje, estas son</p> <p>A) 0-10mV, B)0-100mV, C) 0-1V y D)0-10V, proporcionalmente la concentración de los componentes medidos en el rango seleccionado.</p> <p>*Un servicio externo registra el equilibrio potenciométrico quizás conectado a un rango entre A)-D). La salida de impedancia es 1,000 ohms/volt.</p>	<p>posee interfaces para un control remoto, un dispositivo como un data logger o un computador de monitoreo central Si esta opción se desea usar, el equipo esta equipado con una conexión multi-pin en la etiqueta CONTROL, la cual esta localizada en el tablero trasero del equipo.</p>
---	---	--

## 7. CALIBRACIÓN DE GASES

<p><b>Gas cero</b></p> <p>El gas cero es producido por una unidad de aire purificado dentro del equipo, esto elimina el requisito de tener una botella de gas cero en la operación continua del APMA 300E</p> <p><b>Gas de medida</b></p> <p>Usa el CO del aire ( una base de N<sub>2</sub> es también aceptada) en un cilindro del gas de medida. Seleccione la concentración de CO para encajar en el rango normal usado por el monitoreo del CO en el ambiente en su aplicación.</p> <p>Por ejemplo seleccione un gas medida de 17-18ppm en aire si el rango seleccionado es 20ppm.</p>	<p><b>Precauciones</b></p> <p>El gas de prueba debe satisfacer los siguientes requerimientos a la entrada de la muestra del equipo:</p> <p><b>Impurezas en el gas de prueba</b></p> <p>Gases corrosivos como SO<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub> o HCl no deben estar presentes y deben ser removidos de la primera muestra al entrar al equipo. La presencia de estas sustancias en la muestra afectará la medición y puede acortar vida de los materiales que tienen contacto con la muestra.</p> <p><b>Temperatura del gas muestra</b></p> <p>La muestra de gas debe mantenerse en un temperatura entre los 0° y 40°C a la entrada del equipo, el punto de rocío debe mantenerse por lo menos 5°C debajo de la t° ambiente para prevenir la condensación del sistema de muestreo.</p> <p><b>Presión</b></p> <p>A la entrada del equipo no debe haber una presión de más de +/-0.01Kg/cm<sup>2</sup>. Una excesiva presión causa errores en la lectura o daños en el mecanismo del equipo.</p>
--	--

## 8. OPERACIÓN

### Instrucciones de operación

- Complete el procedimiento de instalación.
- Caliente el analizador.
- Complete el procedimiento de calibración.
- Seleccione modo MEAS en el monitor para empezar el análisis de la muestra.
- Repita la rutina de calibración en intervalos de tiempo regular.
- No toque ningún control y/o condensador dentro del equipo.

### Calentamiento

Después de haber hecho una correcta instalación, el calentamiento del equipo se hace así:

- Verifique para ver el seleccionador del modo MEAS (medida). El seleccionador del RANGO puede estar en cualquier posición
- Encienda con POWER. El despliegue del ppm pestañeará.
- Mire a través de la ventana de la MUESTRA y revise que el medidor de flujo lea de 1 a 2 litros por minuto.
- Deje aproximadamente 60 minutos para que caliente el equipo.

### CALIBRACIÓN

1. Proporcione un cilindro de gas de medida.
2. Conecte los reguladores en el cilindro del gas de medida.
3. Conecte el gas de medida al conector SPAN-IN por la parte posterior del APMA 300E.
4. Seleccione el RANGO (usualmente el rango más sensitivo)
5. Vuelva el interruptor MODE a cero
6. Verifique que el flujo en el BYPASS este entre 1 y 2 lpm.
7. Cuando la pantalla de ppm se estabilice, ajuste el control de cero hasta que la lectura se cierre en lo posible en 0.000 (los dos últimos dígitos pueden fluctuar).
8. En ZERO la calibración esta completa.
9. Seleccione RANGE que corresponda con la concentración del gas de medida (por ejemplo si la concentración del gas de medida es 18ppm, vuelva la selección del RANGE a 20ppm)
10. Vuelva el interruptor MODE a medida y a flujo de gas de medida dentro del equipo.
11. Verifique que el flujo en el BYPASS este entre 1 y 2 lpm.
12. Cuando se estabilice la pantalla de ppm, ajuste el control de medida para que el despliegue del ppm indique el valor d el cilindro del gas.
13. La calibración del gas de medida esta completa.
14. Para reconfirmar la calibración repita los pasos 2 a 14.

## 9. DATOS

### Lectura de datos

Después de que el equipo esta calibrado, seleccione el modo MEAS en el monitor para empezar el análisis de la muestra.

La lectura de los datos no necesita ajustes del lugar

### Transmisión de datos y control remoto (Opcional)

#### Señal opcional de salida

Una salida adicional de 0-16mA, 0-1V o 4-20mA puede ser proporcionada por datos de CO en el modo de insolación y no insolación, si esta especificado. Esta salida es convenientemente usada en una aplicación que requiera transmisión de datos a estaciones remotas o

decimal (por ejemplo 10.05 significa 10.05ppm)

### **Grabación de datos**

Si la lectura necesita ser grabada, conecte el potenciómetro registrador a la terminal de salida localizada en el tablero posterior. Ate el conductor negativo al terminal COM (común a todos) y el terminal positivo al terminal de salida apropiado (10mV, 100mV, 1V o 10V) correspondiente al rango de salida de la grabación. En la salida, la impedancia es 1000 ohms por voltio.

computadores de procesamiento de datos. Las terminales de conexión están localizadas a la derecha y la salida terminal se encuentra en el tablero posterior del equipo.

### **Control remoto (opcional)**

El control remoto del APMA300E esta disponible, si se especifica. Un conector multiplín esta provisto en el tablero posterior del equipo con un juego de conectores. Para la identificación del conector busque en la tabla y en el diagrama. El juego de conectores serán alambrados de acuerdo con la identificación descrita.

\* Conecte el instrumento a un dispositivo de control remoto (Ejem. CPU) insertando el conector alambrado al tablero posterior.

\*Gire los interruptores MODE y RANGE para salir, las funciones del equipo son controladas por dispositivos de control remoto.

Nota: el interruptor de encendido no se controla por los dispositivos de control remoto.

## ANALIZADOR DE O<sub>3</sub>. Tipo Horiba APOA-300E

### 1. PARTES

Tablero delantero	Tablero trasero	Interior
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Medidor de flujo.</li> <li>▪ Cobertura frontal.</li> <li>▪ Tablero digital.</li> <li>▪ Control de cero.</li> <li>▪ Control de medida.</li> <li>▪ Selección del modo.</li> <li>▪ Rango de selección.</li> <li>▪ Encendido.</li> <li>▪ Lámpara de alarma.</li> <li>▪ Tornillos (2)</li> <li>▪ Montaje en Estante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fusible.</li> <li>▪ Conector para control de señal.</li> <li>▪ Filtro de la muestra.</li> <li>▪ Entrada de la muestra.</li> <li>▪ Conector de encendido.</li> <li>▪ Terminal para polo a tierra.</li> <li>▪ Terminal de salida.</li> <li>▪ Entrada gas de calibración.</li> <li>▪ Salida de gas de exceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Procesador de señales electrónicas.</li> <li>▪ Unidad de control de temperatura.</li> <li>▪ Preamplificador.</li> <li>▪ Celda de absorción.</li> <li>▪ Unidad visual.</li> <li>▪ Sistema de ventilación analizador.</li> <li>▪ Válvula solenoide conductora.</li> <li>▪ Suministro de encendido para lámpara de halógeno.</li> <li>▪ Unidad de descomposición de ozono.</li> </ul>

### 2. ESPECIFICACIONES

Rango:	0 a 0.2/1.5/1.0/2.0 ppm
Sonido:	0.005 ppm
L.D.L.:	Mínimo limite perceptible 0.01ppm
Desviación del cero:	+/- 0.01 ppm
Desviación de medida (24h):	+/- 2% F.S.
Tiempo de retraso:	40 segundos.
Tiempo de respuesta (T <sub>95</sub> ):	tiempo de levantamiento y caída: 60 Seg.
Precisión:	20% URL: 0.01ppm 80% URL: 0.01 ppm
Despliegue de datos:	tablero digital de medida de lectura directa de la concentración en unidades de ppm.
Salidas:	a) señal de no-insolación provee: 0 a 10mV, 0 a 100mV, 0 a 1V, y 0 a 10 V. b) señal insolación (opcional) provee: 0 a 16mA, o 0 a 1 V o 4 a 20mA como se especifique.
Interfaces de control:	a) Los términos de seleccionador de rango externos b) Rango de identificación (opción) c) Los términos de seleccionador de modo externo (opción)
Temperatura ambiente:	5 a 35°C
Corriente:	100/115/220/240 V AC, 50 o 60 Hz, aprox. 250VA (como se especifique)
Dimensiones:	Alto: 221mm, Ancho: 483mm, Largo: 580mm
Peso:	30Kg aprox.

### 3. PRINCIPIO DE OPERACIÓN

El equipo Horiba APOA 300E analizador de O<sub>3</sub> opera bajo el principio de radiación ultravioleta. La técnica de radiación ultravioleta del muestreo está basada en una característica de absorción del ozono en longitudes de ondas de luz ultravioleta. En el modo de análisis, la filtración de la muestra de gas se divide en 2 pasos. Un paso se hace a través del catalizador que descompone el ozono con lo cual se remueve el ozono en la muestra de aire; este es el gas de referencia de la celda. El otro pasa directamente a la celda de muestreo. El gas de la muestra y el gas de referencia se miden separadamente al mismo tiempo.

La muestra es detectada con luz ultravioleta alrededor de los 257 nm desde bajas presiones de la lámpara de mercurio, pasa directamente a través de un filtro óptico a la celda de muestreo donde el ozono es absorbido por la radiación ultravioleta. Esta absorbancia es medida por un tubo fotomultiplicador y asociada electrónicamente con señales eléctricas. Este proceso es aplicado de manera similar al gas de referencia. La diferencia en la salida de la muestra es el detector y la referencia del detector es la absorción del ozono por absorción ultravioleta. El proceso para determinar la concentración de ozono en unidades de ppm está asociado al proceso de operación de circuitos y señales electrónicas y la memoria de almacenamiento.

### 4. INSTALACIÓN

#### LOCALIZACIÓN

El equipo puede ser localizado en un área limpia, libre de partículas excesivas, vibraciones mecánicas, campos eléctricos y electromagnéticos, gases corrosivos o con una humedad mayor al 90% R.H.

Un lugar donde no ocurran cambios súbitos de temperatura mayores de +/- 5°C y donde la temperatura no exceda el rango de 5 a 35°C.

Evite un lugar donde el equipo pueda estar expuesto directamente a la luz del sol o a radiación de calentadores

#### MONTAJE

- El equipo está diseñado para montarlo en un estante o panel, en un lugar libre de equipos o en una mesa lisa. Requiere 22cm de espacio y se encaja con tornillos.
- El montaje metálico en ambos lados del equipo se puede quitar si se instala en una mesa.
- El uso de anaqueles de apoyo debajo de la base metálica del equipo se recomienda en estantes o en panel.
- Permita un buen espacio atrás y delante del equipo para tener un buen acceso.

### 5. CONEXIONES

#### Tuberías

\*El equipo tiene toda la instalación interna completa.

Se recomienda el uso de tubos fluorocarbonados para todas las tuberías externas de conexión excepto para la salida del equipo.

#### Salidas

\*Conecte la salida en el tablero trasero del equipo a un tubo trenzado que sale a la atmósfera en la estación de monitoreo en un lugar en donde sea posible tener el punto de muestreo en la estación.

\*El analizador contiene las

#### Línea de entrada de la muestra

Conecte el filtro de muestra en el equipo dentro del tablero trasero del equipo para la toma de muchas muestras en la estación de monitoreo.

Nota En alguna aplicación una partícula extra en el ensamblaje del filtro puede

<p>*Utilice adecuadamente los conectores y los montajes del conector en el equipo para toda conexión con tubería externa excepto para la línea de salida que tiene mangueras al final.</p> <p>-Los cables del montaje son NPT 1/8. Todas las líneas deben estar libres de fugas, para inspeccionar el goteo no use solución jabonosa.</p>	<p>bombas que necesita. No se requiere presurización externa para tomar las muestras de aire ambiente.</p> <p>* El cilindro de aire purificado debe liberar un ozono libre, que suministre un caudal de muestreo del gas de medida de 2.5 Lpm como máximo cuando el monitor esta en modo CAL.</p> <p>*La unidad de aire purificado suministra un ozono libre, aire seco al analizador y no requiere un cilindro que genere aire cero.</p>	<p>quedar entre el filtro muestra del equipo y en la toma de muestras en la estación de monitoreo.</p> <p><b>Calibración del gas</b></p> <p>Conecte el cilindro de aire cero, usando tubos de 6mm/4mm El tubo para la entrada CAL está localizado en la parte trasera del tablero. Un cilindro regulador puede ser usado como complemento.</p>
---	---	--

## 6. CONDUCCIÓN ELÉCTRICA

<b>Encendido</b>	<b>Señales</b>	<b>Interfase de control remoto</b>
<p>*Antes de encender el monitor verifique en la parte frontal del tablero que el interruptor de encendido este en posición de OFF.</p> <p>*El monitor debe ser conectado a una línea de poder limpia teniendo una fuente externa capaz de proporcionar la electricidad como se indica en el encendido.</p> <p><u>Precaución:</u> evite instalar el equipo cerca de un instrumento con excesiva distorsión de ondas de poder. También evite compartir la línea de poder con otro equipo. No conecte el equipo a una línea de poder no especificada en voltaje o frecuencia, o con una unidad posiblemente dañada.</p>	<p>*El equipo esta provisto con un seleccionador de no-insulación (polo a tierra) para la salida de voltaje,</p> <p>A) 0-10mV, B) 0-100mV, C) 0-1V y D) 0-10V.</p> <p>Proporcionalmente la concentración de los componentes es medida en el rango seleccionado.</p> <p>*Un servicio externo registra el equilibrio potenciométrico quizás conectado a un rango entre A) -D).</p> <p>La salida de impedancia es 1,000 ohms/volt.</p>	<p>Como una opción el instrumento posee interfaces para un control remoto, un dispositivo como un datalogger o un computador central de monitoreo.</p> <p>Si esta opción se desea usar, el equipo esta equipado con una conexión multipin en la etiqueta CONTROL, la cual esta localizada en el tablero de la parte trasera del equipo. Use la contraparte de la conexión del multipin para ser conectada a las conducciones eléctricas.</p>

## 7. CALIBRACIÓN DE GASES

Use gas aire con un alto grado de pureza libre de hidrocarburos y mezclas  
Gas estándar de tipo SGPU-514 para suplir la generación de aire cero

### Precauciones

El gas de prueba debe satisfacer los siguientes requerimientos a la entrada de la muestra del equipo:

### Impurezas en el gas de prueba

Gases corrosivos como  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{F}_2$  o  $\text{HCl}$  no deben estar presentes y deben ser removidos de la primera muestra al entrar al equipo. La presencia de estas sustancias en la muestra afectará la medición y puede acortar vida de los materiales que tienen contacto con la muestra.

### Temperatura del gas muestra

La muestra de gas debe mantenerse en un temperatura entre los  $0^\circ$  y  $40^\circ\text{C}$  a la entrada del equipo, el punto de rocío debe mantenerse por lo menos  $5^\circ\text{C}$  debajo de la  $t^\circ$  ambiente para prevenir la condensación del sistema de muestreo.

### Presión

A la entrada del equipo no debe haber una presión de más de  $\pm 0.01\text{Kg/cm}^2$ . Una excesiva presión causa errores en la lectura o daños en el mecanismo del equipo.

## 8. OPERACIÓN

### Instrucciones de operación

- Complete el procedimiento de instalación
- Caliente el analizador
- Complete el procedimiento de calibración
- Seleccione modo MEAS en el monitor para empezar el análisis de la muestra.
- Repita la rutina de calibración en intervalos de tiempo regular.

Nota: El equipo ha sido ajustado en el momento de la compra en la fabrica. No toque ningún control y/o condensador dentro del equipo.

### Calentamiento

- Después de haber hecho una correcta instalación, el calentamiento del equipo se hace así:

### CALIBRACIÓN

#### Calibración del cero

1. Proporcione un cilindro de gas de aire; conecte un regulador si el cilindro de aire cero es usado.
2. Conecte el aire cero a la conexión CAL-IN en el panel trasero del analizador. La línea de gas posee el paso del flujo por medio de un rotámetro y un válvula de cierre.
3. Seleccione el RANGO (usualmente el rango más sensitivo)
4. Se debe estar seguro que los controles de cero y medida son colocados como lo especifica el manual.
5. Abra la válvula de cierre de la línea de aire cero y mueva el botón modo a la opción CAL.
6. Verifique que el flujo de la muestra sea aproximadamente 2 LPM y el paso de flujo sea mayor a 0.5 LPM.
7. Cuando la pantalla de ppm se estabilice, ajuste el control de cero hasta que la



<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verifique para ver el selector del modo MEAS (medida). El selector del RANGO puede estar en cualquier posición</li> <li>▪ Encienda con POWER. El despliegue del ppm pestañeará, y el bombillo de alarma se encenderá.</li> <li>▪ Mire a través de la ventana de la MUESTRA y revise que el medidor de flujo lea alrededor de 2 litros por minuto.</li> <li>▪ Deje aproximadamente 60 minutos para que caliente el equipo.</li> </ul>	<p>lectura se cierre en lo posible en 0.000 los dos últimos dígitos pueden fluctuar.</p> <p>8. En ZERO la calibración esta completa.</p> <p><u>Nota:</u> No mueva el control de medida, debe estar como lo especifica el manual del equipo.</p> <p><b>Calibración del gas de medida</b></p> <p>Este analizador realiza un control automático del sistema, estabilizando la lectura del gas de medida, manteniéndolo por un largo periodo en operación normal. La calibración del gas de medida es recomendable para el analizador de ozono, si realmente se considera necesaria.</p>
---	--

## 9. DATOS

<p><b>Lectura de datos</b></p> <p>Después de que el equipo esta calibrado, seleccione el modo MEAS en el monitor para empezar el análisis de la muestra. La lectura de los datos no necesita ajustes del lugar decimal (por ejemplo 0.56 significa 0.56 ppm).</p> <p><b>Grabación de datos</b></p> <p>Si la lectura necesita ser grabada, conecte el potenciómetro registrador a la terminal de salida localizada en el tablero posterior. Adhiera el conductor negativo al terminal COM (común a todos) y el terminal positivo al terminal de salida apropiado (10mV, 100mV, 1V o 10V) correspondiente al rango de salida de la grabación. En la salida, la impedancia es 1000 ohms por voltio.</p>	<p><b>Transmisión de datos y control remoto (Opcional)</b></p> <p><b>Señal opcional de salida</b></p> <p>Una salida adicional de 0-16mA, 0-1V o 4-20mA puede ser proporcionada por datos de O3 en el modo de insolación y no-insolación, si esta especificado. Esta salida es convenientemente usada en una aplicación que requiera transmisión de datos a estaciones remotas o computadores de procesamiento de datos. Las terminales de conexión están localizadas a la derecha y la salida terminal se encuentra en el tablero posterior del equipo.</p> <p><b>Control remoto (opcional)</b></p> <p>*El control remoto del APOA 300E esta disponible, si se especifica. Un conector multipin esta provisto en el tablero posterior del equipo con un juego de conectores. Para la identificación del conector busque en la tabla y en el diagrama.</p> <p>* El juego de conectores serán alambrados de acuerdo con la identificación descrita.</p> <p>* Conecte el instrumento a un dispositivo de control remoto (Ejem. CPU) insertando el conector alambrado al tablero posterior.</p> <p>*Gire los interruptores MODE y RANGE para salir, las funciones del equipo son controladas por dispositivos de control remoto.</p> <p><u>Nota:</u> El interruptor de encendido no se controla por los dispositivos de control remoto.</p>
--	---

# ANALIZADOR DE SO<sub>2</sub>. Tipo Horiba APSA-310E

## 1. PARTES

### Tablero delantero

- Medidor de flujo
- Cobertura frontal
- Tablero digital
- Control de cero.
- Control de medida.
- Alarma
- Selección del modo
- Encendido
- Tornillos (2)
- Montaje en Estante (2).
- Lámpara de Alarma.

### Tablero trasero

- Fusible
- Conector para control de señal
- Filtro de la muestra.
- Entrada de la muestra.
- Conector de encendido.
- Terminal para polo a tierra.
- Terminal de salida.
- Entrada gas de calibración.
- Salida de gas de exceso.
- Unidad de limpieza Hidrocarburos.

### Interior

- Procesador de señales electrónicas.
- Parte baja: Detector de luz de excitación. (luz detectora tubo fotomultiplicador)
- Parte superior: pre-amplificador.
- Control de ajuste de alto voltaje para tubo fotomultiplicador.
- Unidad de flujo de gas.
- Bomba de muestreo.
- Sistema de ventilación.
- Unidad de encendido lámpara xenón.
- Caja de lámpara xenón.
- Celda de muestra.
- Encendido de la lámpara xenón.
- Parte Baja: Detector fluorescente (luz detectora tubo fotomultiplicador)
- Parte superior: Preamplificador.
- Válvula solenoide para muestreo referencia gas de selección.
- Filtro.
- Unidad de control de temperatura (400°C).
- Unidad de limpieza de hidrocarburos.
- Unidad de secado.
- Unidad de alarma de temperatura 350°C

## 2. ESPECIFICACIONES

Rango: 0 a 0.5/1.0/2.0/5.0 ppm, (0 a 0.25/0.5/1.0/2.5 ppm)

Sonido: 0.005 ppm

L.D.L.: Mínimo límite perceptible 0.01ppm

Desviación del cero: +/- 0.01 ppm

Desviación de medida (24h): +/- 2% F.S.

Tiempo de retraso: 10 segundos.

Tiempo de respuesta (T<sub>95</sub>): tiempo de levantamiento y caída: 180 Seg.

Precisión: 20% URL: 0.01ppm

80% URL: 0.01 ppm

Despliegue de datos: tablero digital de medida de lectura directa de la concentración en unidades de ppm.

Salidas: a) señal de no-insolación provee:

0 a 10mV, 0 a 100mV, 0 a 1V, y 0 a 10 V todas las escalas.

b) señal insolación (opcional) provee:

0 a 16mA, o 0 a 1 V o 4 a 20mA como se especifique.

Interfaces de control: a) Los términos de seleccionador de rango externos

b) Rango de identificación (opción)

c) Los términos de seleccionador de modo externo (opción)

Temperatura ambiente: 5 a 35°C

Corriente: 100/115/220/240 V AC, 50 o 60 Hz, aprox. 250VA (como se especifique)

### 3. PRINCIPIO DE OPERACIÓN

El equipo Horiba APSA 310E analizador de SO<sub>2</sub> opera bajo el principio de radiación ultravioleta. Cuando los rayos ultravioletas (215 nm) radian en la muestra que contiene los SO<sub>2</sub> estos emiten diferentes radiaciones ultravioletas entre los 420 nm, 240 –420 nm) específicamente a SO<sub>2</sub>. Lo que ocurre primero es la excitación de la luz y luego es transmitida como fluorescencia.

En este proceso la cantidad de fluorescencia es función de la cantidad de SO<sub>2</sub> en la muestra y la intensidad de la luz excitada. El fototubo está ubicado en línea geométrica con la luz de excitación detectada, mientras forman ángulo recto con la luz de fluorescencia detectada. El cambio de fluorescencia causada por el cambio de luz excitada es compensada procesando las salidas de estos dos detectores electrónicos. Para prolongar la vida de operación, la lámpara XE emite cierta frecuencia, desde dos detectores en salidas en formas de pulsos. Estas salidas son procesadas electrónicamente y producen señales de salidas proporcionales a la concentración de SO<sub>2</sub>.

El flujo de la muestra es mantenido constante a través de un venturi. Este flujo de aire pasa continuamente a través de la caja de la lámpara XE entonces genera gas amonio a causa de la irradiación de los rayos ultravioletas esto es el flujo de salida. E l primero se refiere a la excitación la luz de analizador que utiliza un fotomultiplicador adyacente al cambio de reacción o de sentido de la reacción de quimiluminiscencia.

### 4. INSTALACIÓN

#### LOCALIZACIÓN

El equipo puede ser localizado en un área limpia, libre de partículas excesivas, vibraciones mecánicas, campos eléctricos y electromagnéticos, gases corrosivos o con una humedad mayor al 90% R.H.

Un lugar donde no ocurran cambios súbitos de temperatura mayores de +/- 5°C y donde la temperatura no exceda el rango de 5 a 35°C.

Evite un lugar donde el equipo pueda estar expuesto directamente a la luz del sol o a la radiación de calentadores

#### MONTAJE

- El equipo está diseñado para montarlo en un estante o panel, en un lugar libre de equipos o en una mesa lisa. Requiere 22cm de espacio y se encaja con tornillos.
- El montaje metálico en ambos lados del equipo (para estante o panel) se puede quitar si se instala en una mesa.
- El uso de anaqueles de apoyo debajo de la base metálica del equipo se recomienda en estantes o en panel.
- Permita un buen espacio atrás y delante del equipo para tener un buen acceso.

## 5. CONEXIONES

### Tuberías

\*El equipo tiene toda la instalación interna completa. Se recomienda el uso de tubos fluoro-carbonados para todas las tuberías externas de conexión excepto para la salida del equipo.

\*Utilice adecuadamente los conectores y los montajes del conector en el equipo para toda conexión con tubería externa excepto para la línea de salida que tiene mangueras al final.

\*Los cables del montaje son NPT 1/8. Todas las líneas deben estar libres de fugas, para inspeccionar el goteo no use solución jabonosa.

### Salidas

\*Conecte la salida en el tablero trasero del equipo a un tubo trenzado que sale a la atmósfera en la estación de monitoreo en un lugar en donde sea posible tener el punto de muestreo en la estación.

\*Si una derivación esta doblada es usada para disminuir la muestra requerida. Conecte un tubo trenzado de salida en el tablero trasero del equipo en el mismo lugar externo como la muestra en la derivación.

\*El analizador contiene las bombas que necesita. No se requiere presurización externa para tomar las muestras de aire ambiente.

\*Ajuste el cilindro regulador a 0.5Kg/cm<sup>2</sup> de gas.

\*El caudal de muestreo del gas de medida es de 0.1 Lpm como máximo cuando el monitor esta en modo de medida

\*El APNA-300E Está provisto de conexiones NPT 1/8 roscas.

Precaución: Las líneas de la abertura descritas deben ser del tamaño suficiente, libres de curvaturas o rizos para prevenir cualquier presión en la parte de atrás del equipo.

### Línea de entrada de la muestra

Conecte el filtro de muestra en el equipo dentro del tablero trasero del equipo para la toma de muchas muestras en la estación de monitoreo.

Nota En alguna aplicación una partícula extra en el ensamblaje del filtro puede quedar entre el filtro muestra del equipo y en la toma de muestras en la estación de monitoreo.

### Calibración del gas

El medidor de gas de SO<sub>2</sub> de niveles de monitoreo de calidad de aire son inestables durante largos periodos de tiempo, sin embargo se recomienda un generador de gas (Un sistema de calibración de gas de dilución). Esto hace que sea más estable la medida de gas de altas concentraciones que será usado para la calibración, usando 6mm/4mm día del tubo, la medida de entrada se localiza en la parte trasera del tablero. Entonces se debe conectar el gas de medida apropiado (altas concentraciones) al gas de generación estándar. La entrega de presión del gas de medida en el analizador esta regulado por el gas de generación estándar.

Nota: no se requiere tener ninguna conexión de cilindro de gas en cero cuando el gas de generación estándar esta en uso.

Si el gas de generación estándar no está en uso, conecte el cilindro de gas de medida y el cilindro de gas cero al instrumento a través de la válvula de flujo.

Precaución: Debe estar seguro que toda la conexión de tubería este sin fugas.

## 6. CONDUCCIÓN ELÉCTRICA

Encendido	Señales	Interfase de control remoto
<p>*Antes de encender el monitor verifique en la parte frontal del tablero que el switch de encendido este en posición de OFF.</p> <p>*El monitor debe ser conectado a una línea de poder limpia teniendo una fuente externa capaz de proporcionar la electricidad como se indica en el encendido.</p> <p><u>Precaución:</u> evite instalar el equipo cerca de un instrumento con excesiva distorsión de ondas de poder, incluye soldadores eléctricos, alta frecuencia, inducción de hornos y motores. También evite compartir la línea de poder con otro equipo. No conecte el equipo a una línea de poder no especificada en voltaje o frecuencia, o con una unidad posiblemente dañada.</p>	<p>*El equipo esta provisto con un seleccionador de no insolación (polo a tierra) para la salida de voltaje, A) 0-10mV, B)0-100mV, C) 0-1V y D)0-10V. Proporcionalmente la concentración de los componentes es medida en el rango seleccionado.</p> <p>*Un servicio externo registra el equilibrio potenciometrico quizás conectado a un rango entre A)-D). La salida de impedancia es 1,000 ohms/volt.</p> <p>*El equipo proporciona una salida adicional en una de las siguientes formas para el sistema de adquisición de datos: No insolación 0-1V,0-16mA, 4-20mA Insolación 0-1V, 0-16mA, 4-20mA</p>	<p>Como una opción el instrumento posee interfaces para un control remoto, un dispositivo como un datalogger o un computador central de monitoreo. Si esta opción se desea usar, el equipo esta equipado con una conexión multipin en la etiqueta CONTROL, la cual esta localizada en el tablero de la parte trasera del equipo. Use la contraparte de la conexión del multipin para ser conectada a las conducciones eléctricas.</p>

## 7. CALIBRACIÓN DE GASES

<p><b>Gas cero</b> El gas cero no es necesario si el gas estándar de generación está en uso. Un sistema de aire de purificación está contenido al gas estándar para suplir la necesidad de aire cero.</p> <p><b>Gas de medida</b> Provisto por un cilindro de gas de medida.</p> <p><b>Gas de generación estándar</b> Use el gas de generación estándar (SO<sub>2</sub>) con un cilindro de gas de medida.</p>	<p>Precauciones El gas de prueba debe satisfacer los siguientes requerimientos a la entrada de la muestra del equipo</p> <p><b>Impurezas en el gas de prueba</b> Gases corrosivos como SO<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub> o HCl no deben estar presentes y deben ser removidos de la primera muestra al entrar al equipo. La presencia de estas substancias en la muestra afectará la medición y puede acortar vida de los materiales que tienen contacto con la muestra.</p> <p><b>Temperatura del gas muestra</b> La muestra de gas debe mantenerse en un temperatura entre los 0° y 40°C a la entrada del equipo, el punto de rocío debe mantenerse por lo menos 5°C debajo de la t° ambiente para prevenir la condensación del sistema de muestreo.</p> <p><b>Presión</b> A la entrada del equipo no debe haber una presión de más de +/-0.01Kg/cm<sup>2</sup>. Una excesiva presión causa errores en la lectura o daños en el mecanismo del equipo.</p>
--	---

## 8. OPERACIÓN

Instrucciones de operación	de	CALIBRACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Complete el procedimiento de instalación</li> <li>▪ Caliente el analizador</li> <li>▪ Complete el procedimiento de calibración</li> <li>▪ Seleccione modo MEAS en el monitor para empezar el análisis de la muestra.</li> <li>▪ Repita la rutina de calibración en intervalos de tiempo regular.</li> <li>▪ No toque ningún control y/o condensador dentro del equipo.</li> </ul>	<p>el de</p> <p>el de</p>	<p>Proporcione un cilindro de gas de medida, con una concentración conocida (gas estándar de generación o un modelo equivalente).</p> <p><u>Nota:</u> No es necesario la botella de aire cero debido a que el gas de generación estándar posee un sistema de purificación de aire que suplente el aire cero.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conecte los reguladores en el cilindro del gas de medida.</li> <li>2. Conecte el gas de medida a la conexión CAL-IN en la parte posterior del analizador APSA 310E.</li> <li>3. Coloque el equipo en el modo selector CAL.</li> <li>4. Seleccione el RANGO (usualmente el rango más sensitivo)</li> <li>5. Vuelva el interruptor MODE a cero- o a flujo de gas cero.</li> <li>6. Verifique que el flujo en el cilindro de gas estándar sea de 0.5 LPM o más.</li> <li>7. Cuando la pantalla de ppm se estabilice, ajuste el control de cero hasta que la lectura se cierre en lo posible en 0.000</li> <li>8. En ZERO la calibración esta completa.</li> <li>9. Seleccione la opción SPAN para hacer la dilución de gas en el equipo.</li> <li>10. Seleccione la opción OVERFLOW y verifique que este en 0.5 LPM.</li> <li>11. Seleccione el Rango que corresponda con la concentración de gas de medida (por ejemplo si la concentración del gas de medida es 1.8 ppm, vuelva la selección del RANGE a 2 ppm).</li> </ol>
<p>Calentamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Después de haber hecho una correcta instalación, el calentamiento del equipo se hace así:</li> <li>▪ Verifique para ver el seleccionador del modo MEAS (medida). El seleccionador del RANGO puede estar en cualquier posición</li> <li>▪ Encienda con POWER. El despliegue del ppm pestañeará, y el bombillo de alarma se encenderá. Esto se mantiene aproximadamente por 20 minutos.</li> <li>▪ Mire a través de la ventana de la MUESTRA y revise que el medidor de flujo lea alrededor de 1 litro por minuto.</li> <li>▪ Deje aproximadamente 60 minutos para que caliente el equipo.</li> </ul>	<p>el de</p>	<p>Nota: La dilución de gas de medida esta determinada así:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>12. Salida de gas de medida = Concentración de gas de medida * rata de dilución descrita en el panel central donde</li> <li>13. Salida de gas de medida = Concentración de gas de medida que sale del cilindro.</li> <li>14. Concentración de gas de medida = valor de concentración del gas de medida descrito en el cilindro.</li> <li>15. Cuando se estabilice la pantalla de ppm, ajuste el control de medida para que el despliegue del ppm indique la concentración del gas de medida.</li> <li>16. La calibración del gas de medida es completa. Coloque los controles de cero y gas de medida arrastrando la perilla de la forma correcta.</li> </ol>

	<p>17. Para reconfirmar la calibración repita los pasos 5 a 14.</p> <p>18. Cierre la válvula de muestra en el cilindro del gas de medida y regrese al dispositivo cero.</p> <p>19. Retorne a la opción MEAS.</p>
<b>9. DATOS</b>	
<p><b>Lectura de datos</b></p> <p>Después de que el equipo esta calibrado, seleccione el modo MEAS en el monitor para empezar el análisis de la muestra.</p> <p>La lectura de los datos no necesita ajustes del lugar decimal (por ejemplo 0.56 significa 0.56 ppm).</p> <p><b>Grabación de datos</b></p> <p>Si la lectura necesita ser grabada, conecte el potenciómetro registrador a la terminal de salida localizada en el tablero posterior.</p> <p>Adhiera el conductor negativo al terminal COM (común a todos) y el terminal positivo al terminal de salida apropiado (10mV, 100mV, 1V o 10V) correspondiente al rango de salida de la grabación.</p> <p>En la salida, la impedancia es 1000 ohms por voltio.</p>	<p><b>Transmisión de datos y control remoto (Opcional)</b></p> <p><b>Señal opcional de salida</b></p> <p>Una salida adicional de 0-16mA, 0-1V o 4-20mA puede ser proporcionada por datos de SO<sub>2</sub> en el modo de insolación y no insolación, si esta especificado. Esta salida es convenientemente usada en una aplicación que requiera transmisión de datos a estaciones remotas o computadores de procesamiento de datos. Las terminales de conexión están localizadas a la derecha y la salida terminal se encuentra en el tablero posterior del equipo.</p> <p><b>Control remoto (opcional)</b></p> <p>El control remoto del APSA 310E esta disponible, si se especifica. Un conector multipin esta provisto en el tablero posterior del equipo con un juego de conectores. Para la identificación del conector busque en la tabla y en el diagrama.</p> <p>* El juego de conectores serán alambrados de acuerdo con la identificación descrita.</p> <p>* Conecte el instrumento a un dispositivo de control remoto (Ejem. CPU) insertando el conector alambrado al tablero posterior.</p> <p>*Gire los interruptores MODE y RANGE para salir, las funciones del equipo son controladas por dispositivos de control remoto.</p> <p><u>Nota:</u> El interruptor de encendido no se controla por los dispositivos de control remoto.</p>

**Anexo J Formato para auditoria interna a la RMCA – Valle de Sogamoso**

AUDITORIA INTERNA RMCA- VALLE DE SOGAMOSO

Fecha:

Realizada por:

ASPECTOS A EVALUAR.

Auditoria a la operación.

Los formatos de visita, mantenimiento, y calibración fueron diligenciados:

---

Que interrogantes fueron realizados al operario sobre la operación de la RMCA.

---

Cuales fueron las respuestas a estos interrogantes.

---

---

Los datos reportados muestran el rango y tiempo de operación normal de los equipos.

---

---

Auditoria al mantenimiento y calibración

Cual es el estado de limpieza y organización de las estaciones.

Estación Aeropuerto.

Estación Recreo.

Estación Belencito.

Estación Bavaria.

Los insumos solicitados por el operador son acordes a la operación de los equipos.

---

---

A que equipo fue realizada la prueba de calibración

---

Cual es el valor reportado por el Cero\_\_\_\_\_

Cual es el valor reportado por el Span.\_\_\_\_\_



Auditoria a la operación.

Cual es porcentaje de datos:

- Aceptados.
- Insuficientes.
- Descartados.
- No hay Datos.

Fueron elaborados los resúmenes, las gráficas y el índice de calidad.

---

---

Fueron presentados los informes semanales durante el mes, y que tipo de informes se presentó:

---

---

OBSERVACIONES

---

---

---

---

Firma,

Coordinador RMCA.

Operario RMCA.

## Anexo K Ejemplo de aplicación Índice de Calidad del Aire Valle de Sogamoso ICASO

Índice de calidad del aire para el valle de Sogamoso, ICASO para el día 11 de febrero de 2001 desde las cero horas hasta las 24 horas.

### 1. Promedios horarios

FECHA (11 de febrero de 2002)	CONTAMINANTES										
	CO				O3			NO2		SO2	
	AE	BA	BE	RE	AE	BA	BE	BA	RE	AE	BE
12:00:00 p.m.		85,3	3,0	37,3	6,8	11,8	2,9	0,0	2,9	6,4	
1:00:00 a.m.		132,5	7,4	54,6	6,6	4,8	3,1	0,3	3,1	5,5	0,7
2:00:00 a.m.	39,1	122,8	20,8	34,3	4,8	2,3	3,5	2,3	3,5	4,6	0,9
3:00:00 a.m.	32,6	150,5	13,2	35,8	5,8	5,3	4,3	0,3	4,3	3,8	1,3
4:00:00 a.m.	23,8	117,5	4,5	55,6	4,9	7,5	2,9	0,0	2,9	3,2	1,1
5:00:00 a.m.	22,0	123,0	1,4	3,7	4,0	6,5	1,9		1,9	2,9	1,3
6:00:00 a.m.	22,8	293,8	8,3	2,2	3,5	2,5	1,6	5,8	1,6	2,0	1,6
7:00:00 a.m.	261,1	329,8	1,8	142,1	8,2	6,5	2,3	4,0	2,3	3,7	1,8
8:00:00 a.m.	112,1	163,8	58,7	477,2	21,9	15,8	0,8	0,7	0,8	8,4	1,5
9:00:00 a.m.	71,6	89,5	16,5	88,5	35,0	19,3	4,7	1,5	4,7	13,9	
10:00:00 a.m.	48,3	110,0	29,0	14,0	42,3	28,3	12,6		12,6	8,1	
11:00:00 a.m.	71,0	214,8	4,3	5,3	43,5	32,3	15,4		15,4	16,7	
12:00:00 a.m.	56,2	269,0	1,3	2,0	42,1	36,3	14,8		14,8	17,7	3,3
1:00:00 p.m.	30,5	443,0	1,0	3,4	40,2	40,0	12,2		12,2	16,3	4,7
2:00:00 p.m.	25,2	524,0	1,3	1,1	32,1	36,5	8,6		8,6	17,6	4,2
3:00:00 p.m.	30,7	95,8	12,7	1,5	17,2	26,8	5,7		5,7	17,0	4,9
4:00:00 p.m.	28,9	111,0	14,0	8,3	33,2	24,3	9,1		9,1	12,6	
5:00:00 p.m.	20,9	90,0	3,3	13,5	32,6	18,0	9,2		9,2	14,2	
6:00:00 p.m.	33,0	156,0	7,8	18,6	32,2	13,3	6,0	0,5	6,0	9,6	
7:00:00 p.m.	32,9	110,0	10,3	14,6	29,8	14,3	2,5		2,5	9,2	
8:00:00 p.m.	53,7	166,5	7,6	10,4	25,6	10,5	5,0	1,0	5,0	9,5	
9:00:00 p.m.	67,5	173,8	56,3	11,7	16,9	11,0	4,4	0,3	4,4	9,3	
10:00:00 p.m.	40,6	317,3	6,7	8,0	13,7	0,8	6,4	3,5	6,4	8,5	
11:00:00 p.m.	57,9	244,0	0,6	0,8	9,6	0,3	4,3	3,3	4,3	7,5	0,3

### 2. ICASO = (Cev / Norma) \* 10

### 3. Icaso por contaminante

	Contaminante	Máximo	Norma	Icaso							
<b>2. Concentraciones promedio a evaluar (Cev)</b>											
Promedio 8 horas (1)	66,9	169,4	7,5	45,7							
Promedio 8 horas (2)	55,7	238,7	15,6	74,1							
Promedio 8 horas (3)	41,9	171,1	0,4	0,4							
Máximo promedio en 8 h.	66,9	239	15,6	74,1							
Máximo promedio en 24 h.					43,5	40,0	15,4	5,8	15,4		
Promedio aritmético										9,5	2
	CO	239	11000	0,2							
	O <sub>3</sub>	43,5	83	5,2							
	NO <sub>2</sub>	15	168	0,9							
	SO <sub>2</sub>	9,5	141	0,7							

### 4. Icaso por Zona

Estación	Zona	Contaminante				ICASO				
		CO	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Máximo
AE	Residencial	66,9	43,5	9,5		0,1	5,2	0,7		5,2
BA	Vehicular	239	40		5,8	0,2	4,8		0,3	4,8
BE	Industrial	15,6	15,4	2		0,0	1,9	0,1		1,9
RE	Rural	74,1			15	0,1			0,9	0,9

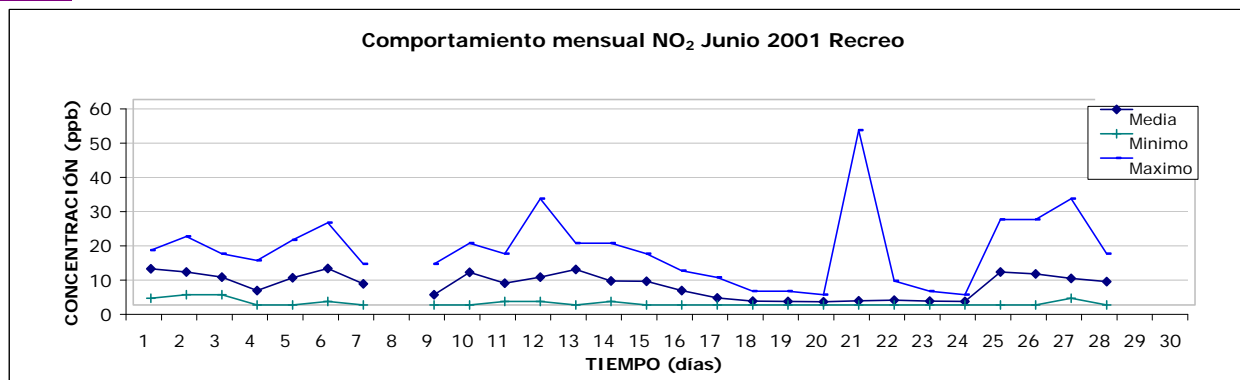
### 5. Icaso para el Valle de Sogamoso 11 de febrero de 2002

Icaso	Descripción	Calificación epidemiológica	
5.2	Regular	Aparición de ligeras molestias para la población en general.	

ESTACIÓN EL RECREO 1 DE JUNIO DE 2001						
HORA DE MEDICIÓN	CONTAMINANTES					
	CO (ppm)	SO2 (ppm)	NOx (ppm)	NO (ppm)	NO2 (ppm)	O3 (ppm)
00:00:00	0.042	0.006	0.018	0.006	0.012	0.009
00:05:00	0.012	0.005	0.018	0.004	0.014	0.01
00:10:00	0.087	0.006	0.017	0.005	0.012	0.009
00:15:00	0.137	0.006	0.016	0.005	0.011	0.009
00:20:00	0.173	0.006	0.016	0.005	0.011	0.008
00:25:00	0.194	0.006	0.017	0.005	0.012	0.009
00:30:00	0.206	0.007	0.016	0.004	0.012	0.009
00:35:00	0.219	0.007	0.017	0.004	0.013	0.009
00:40:00	0.077	0.007	0.019	0.006	0.013	0.008
00:45:00	0.006	0.009	0.02	0.006	0.014	0.009
00:50:00	0.022	0.011	0.021	0.006	0.015	0.008
00:55:00	0.031	0.011	0.02	0.006	0.014	0.009
01:00:00	0.031	0.013	0.02	0.007	0.013	0.008
01:05:00	0.027	0.013	0.021	0.007	0.014	0.008
01:10:00	0.021	0.012	0.022	0.007	0.015	0.009
01:15:00	0.016	0.012	0.021	0.007	0.014	0.009
01:20:00	0.011	0.013	0.021	0.007	0.014	0.009
01:25:00	0.009	0.013	0.021	0.007	0.014	0.008
01:30:00	0.008	0.013	0.021	0.006	0.015	0.01
01:35:00	0.009	0.013	0.02	0.007	0.013	0.008
01:40:00	0.01	0.014	0.02	0.007	0.013	0.008
01:45:00	0.016	0.014	0.02	0.007	0.013	0.008
01:50:00	0.026	0.014	0.02	0.006	0.014	0.008
01:55:00	0.024	0.013	0.02	0.006	0.014	0.009
02:00:00	0.02	0.013	0.02	0.006	0.014	0.008
02:05:00	0.016	0.016	0.02	0.006	0.014	0.008
02:10:00	0.014	0.019	0.02	0.005	0.015	0.009
02:15:00	0.014	0.019	0.02	0.006	0.014	0.008
02:20:00	0.017	0.017	0.02	0.007	0.013	0.008
02:25:00	0.027	0.018	0.02	0.007	0.013	0.008
02:30:00	0.038	0.018	0.023	0.009	0.014	0.008
02:35:00	0.059	0.017	0.023	0.01	0.013	0.008
02:40:00	0.084	0.014	0.024	0.01	0.014	0.008
02:45:00	0.108	0.012	0.022	0.01	0.012	0.008
02:50:00	0.129	0.012	0.02	0.008	0.012	0.009
02:55:00	0.141	0.012	0.02	0.007	0.012	0.008
03:00:00	0.159	0.011	0.019	0.006	0.013	0.008
03:05:00	0.169	0.011	0.018	0.005	0.013	0.009
03:10:00	0.174	0.01	0.018	0.005	0.013	0.009
03:15:00	0.172	0.011	0.018	0.005	0.013	0.009
03:20:00	0.168	0.011	0.018	0.006	0.012	0.009
03:25:00	0.157	0.01	0.018	0.006	0.012	0.008
03:30:00	0.15	0.008	0.019	0.005	0.014	0.01
03:35:00	0.145	0.008	0.018	0.006	0.012	0.009
03:40:00	0.137	0.008	0.018	0.006	0.012	0.008
03:45:00	0.124	0.009	0.019	0.007	0.012	0.008
03:50:00	0.097	0.009	0.019	0.006	0.013	0.008
03:55:00	0.074	0.01	0.019	0.006	0.013	0.008
04:00:00	0.055	0.01	0.019	0.006	0.013	0.009
04:05:00	0.042	0.009	0.019	0.006	0.013	0.009
04:10:00	0.034	0.009	0.019	0.006	0.013	0.009
04:15:00	0.029	0.009	0.019	0.006	0.013	0.008
04:20:00	0.025	0.009	0.019	0.006	0.013	0.009
04:25:00	0.023	0.009	0.02	0.006	0.014	0.01
04:30:00	0.021	0.008	0.019	0.006	0.013	0.008
04:35:00	0.019	0.009	0.02	0.006	0.014	0.009
04:40:00	0.017	0.008	0.023	0.013	0.01	0.008
04:45:00	0.015	0.007	0.025	0.015	0.01	0.007
04:50:00	0.013	0.006	0.025	0.014	0.011	0.009
04:55:00	0.011	0.007	0.023	0.012	0.011	0.009
05:00:00	0.01	0.006	0.024	0.013	0.011	0.007
05:05:00	0.009	0.006	0.024	0.013	0.011	0.008
05:10:00	0.008	0.006	0.021	0.009	0.012	0.008
05:15:00	0.008	0.007	0.019	0.008	0.011	0.009
05:20:00	0.008	0.007	0.019	0.008	0.011	0.009
05:50:00	0.017	0.009	0.018	0.006	0.012	0.008
05:55:00	0.032	0.01	0.019	0.008	0.011	0.008
06:00:00	0.04	0.009	0.021	0.013	0.008	0.008
06:05:00	0.046	0.009	0.028	0.016	0.012	0.009
06:10:00	0.048	0.009	0.02	0.01	0.01	0.008
06:15:00	0.051	0.009	0.019	0.009	0.01	0.008
06:20:00	0.062	0.008	0.024	0.016	0.008	0.008
06:25:00	0.065	0.008	0.022	0.012	0.01	0.009
06:30:00	0.067	0.008	0.023	0.014	0.009	0.008
06:35:00	0.071	0.007	0.021	0.013	0.008	0.008
06:40:00	0.072	0.008	0.023	0.015	0.008	0.009
06:45:00	0.071	0.009	0.02	0.012	0.008	0.008
06:50:00	0.07	0.009	0.022	0.012	0.01	0.007
06:55:00	0.083	0.01	0.022	0.012	0.01	0.009
07:00:00	0.099	0.011	0.022	0.012	0.01	0.008
07:05:00	0.117	0.011	0.022	0.012	0.01	0.009
07:10:00	0.136	0.01	0.036	0.021	0.015	0.01
07:15:00	0.137	0.01	0.033	0.018	0.015	0.008
07:20:00	0.131	0.01	0.03	0.017	0.013	0.008
07:25:00	0.126	0.01	0.03	0.016	0.014	0.008

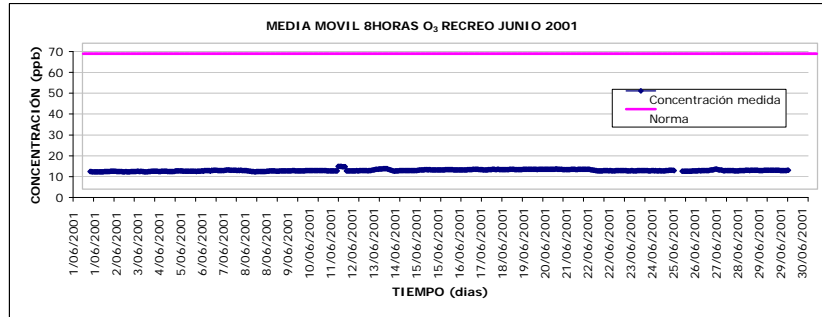
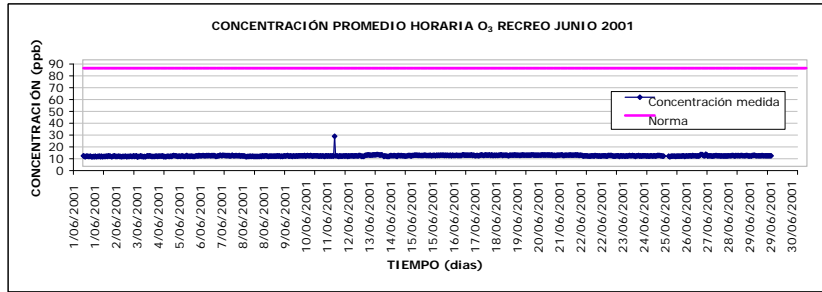
ESTACIÓN EL RECREO 1 DE JUNIO DE 2001											
HORA DE MEDICIÓN	CONTAMINANTES						VARIABLES METEOROLÓGICAS				
	CO (ppb)	SO2 (ppb)	NOx (ppb)	NO (ppb)	NO2 (ppb)	O3 (ppb)	T° (°C)	RH (%)	WD (°)	WS (m/s)	
00:00:00	6	18	6	12	9	0	13	87	101	0.2	
00:05:00	5	18	4	14	10	0	13	87	90	0	
00:10:00	6	17	5	12	9	0	13	87	90	0	
00:15:00	6	16	5	11	9	0	13	87	83	0.4	
00:20:00	6	16	5	11	8	0	13	87	90	0	
00:25:00	6	17	5	12	9	0	13	87	90	0	
00:30:00	7	16	4	12	9	0	13	86	90	0	
00:35:00	7	17	4	13	9	0	13	87	90	0	
00:40:00	7	19	6	13	8	0	13	87	90	0	
00:45:00	9	20	6	14	9	0	13	87	248	0.8	
00:50:00	11	21	6	15	8	0	12	86	250	2	
00:55:00	11	20	6	14	9	0	12	87	240	2.4	
01:00:00	13	20	7	13	8	0	12	87	229	1.2	
01:05:00	13	21	7	14	8	0	12	86	248	0.4	
01:10:00	12	22	7	15	9	0	12	87	237	0.3	
01:15:00	12	21	7	14	9	0	12	87	226	1.3	
01:20:00	13	21	7	14	9	0	12	87	225	0.2	
01:25:00	13	21	7	14	8	0	12	88	90	0	
01:30:00	13	21	6	15	10	0	12	88	91	0.8	
01:35:00	13	20	7	13	8	0	12	88	207	0.2	
01:40:00	14	20	7	13	8	0	12	88	90	0	
01:45:00	14	20	7	13	8	0	12	87	183	0.8	
01:50:00	14	20	6	14	8	0	12	88	285	0.3	
01:55:00	13	20	6	14	9	0	12	89	90	0	
02:00:00	13	20	6	14	8	0	12	89	90	0	
02:05:00	16	20	6	14	8	0	12	88	265	0.4	
02:10:00	19	20	5	15	9	0	12	88	259	1.3	
02:15:00	19	20	6	14	8	0	12	89	236	1.5	
02:20:00	17	20	7	13	8	0	12	89	217	1.8	
02:25:00	18	20	7	13	8	0	12	89	212	1.7	
02:30:00	18	23	9	14	8	0	12	89	189	1.3	
02:35:00	17	23	10	13	8	0	12	89	198	0	
02:40:00	14	24	10	14	8	0	12	89	168	2.6	
02:45:00	12	22	10	12	8	0	12	88	178	2.7	
02:50:00	12	20	8	12	9	0	12	88	191	2.6	
02:55:00	12	19	7	12	8	0	12	88	198	2.5	
03:00:00	11	19	6	13	8	0	12	88	198	0.9	
03:05:00	11	18	5	13	9	0	12	88	90	0	
03:10:00	10	18	5	13	9	0	12	88	90	0	
03:15:00	11	18	5	13	9	0	12	89	15	0	
03:20:00	11	18	6	12	9	0	12	88	90	0	
03:25:00	10	18	6	12	8	0	12	89	323	2	
03:30:00	8	19	5	14	10	0	11	91	326	0.3	
03:35:00	8	18	6	12	9	0	11	92	90	0	
03:40:00	8	18	6	12	8	0	11	93	90	0	
03:45:00	9	19	7	12	8	0	11	93	98	2.1	
03:50:00	9	19	6	13	8	0	11	92	146	1.7	
03:55:00	10	19	6	13	8	0	11	92	159	1.4	
04:00:00	10	19	6	13	9	0	11	92	172	0.8	
04:05:00	9	19	6	13	9	0	12	91	169	1.8	
04:10:00	9	19	6	13	9	0	12	91	197	1.3	
04:15:00	9	19	6	13	8	0	12	91	193	1.2	
04:20:00	9	19	6	13	9	0	12	91	170	0.4	
04:25:00	9	20	6	14	10	0	12	91	90	0	
04:30:00	8	19	6	13	8	0	12	90	90	0	
04:35:00	9	20	6	14	9	0	12	90	316	0.2	
04:40:00	8	23	13	10	8	0	12	91	318	1.7	
04:45:00	7	25	15	10	7	0	11	92	324	0.4	
04:50:00	6	25	14	11	9	0	11	92	90	0	
04:55:00	7	23	12	11	9	0	11	93	90	0	
05:00:00	6	24	13	11	7	0	11	93	90	0	
05:05:00	6	24	13	11	8	0	11	93	90	0	
05:10:00	6	21	9	12	8	0	11	93	90	0	
05:15:00	7	19	8	11	9	0	11	92	259	0.7	
05:20:00	7	19	8	11	9	0	11	92	264	1.7	
05:50:00	9	18									

PARAMETROS ESTADISTICOS NO <sub>2</sub> (ppb) RECREO JUNIO 2001																														
PARAMETROS	Días del mes																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Media	10,6	9,6	8,1	4,2	7,9	10,7	6,2		3,0	9,5	6,4	8,1	10,4	7,0	6,9	4,2	2,1	1,1	1,0	0,9	1,2	1,4	1,1	1,0	9,6	9,1	7,8	6,8		
Mediana	11,0	8,0	8,0	3,0	8,0	12,0	7,0		0,0	10,0	5,0	8,0	11,0	7,0	8,0	4,0	2,0		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0	8,0	7,0	0,0		
Moda	12,0	7,0	6,0	0,0	13,0	12,0	10,0		0,0	12,0	3,0	8,0	13,0	3,0	9,0	6,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	5,0	5,0	6,0	0,0		
Desviación estándar	3,0	4,4	2,5	3,6	4,8	4,9	4,0		4,2	4,2	3,8	3,8	4,0	3,9	3,0	1,9	1,6	0,9	1,1	0,8	3,2	1,4	1,0	0,9	5,4	4,7	3,2	5,4		
Varianza de la muestra	8,7	19,8	6,4	12,7	22,6	24,2	16,2		17,5	18,0	14,3	14,5	16,1	15,1	9,2	3,6	2,4	0,9	1,1	0,7	10,0	2,1	1,0	0,8	28,7	21,7	10,0	29,5		
Rango	14,0	17,0	12,0	13,0	19,0	23,0	12,0		12,0	18,0	14,0	30,0	18,0	17,0	15,0	10,0	8,0	4,0	4,0	3,0	51,0	7,0	4,0	3,0	25,0	25,0	29,0	15,0		
Mínimo	2,0	3,0	3,0	0,0	0,0	1,0	0,0		0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0		
Máximo	16,0	20,0	15,0	13,0	19,0	24,0	12,0		12,0	18,0	15,0	31,0	18,0	18,0	15,0	10,0	8,0	4,0	4,0	3,0	51,0	7,0	4,0	3,0	25,0	25,0	31,0	15,0		
PDD PORCENTAJE DE DATOS DISPONIBLES																														
Cuenta	288	288	288	267	288	288	142		288	288	288	284	275	288	287	287	282	255	265	248	274	211	209	234	232	257	282	269		
PDD diario	100	100	100	93	100	100	49		100	100	100	99	95	100	100	100	98	89	92	86	95	73	73	81	81	89	98	93		
Máximo No registros	8640																													
No de registros	7152																													
PPD mensual	82,8																													



COMPARACIÓN CON LA RESOLUCIÓN 391/01 DAMA

FECHA	RESUMEN HORARIO		MEDIA MOVIL		
	O <sub>3</sub> ppb	Norma	O <sub>3</sub> ppb	Norma	
1/06/2001 12:00:00 p.m.	8,8	A	83	65	
1/06/2001 1:00:00 a.m.	8,5	A	83	65	
1/06/2001 2:00:00 a.m.	8,2	A	83	65	
1/06/2001 3:00:00 a.m.	8,6	A	83	65	
1/06/2001 4:00:00 a.m.	8,7	A	83	65	
1/06/2001 5:00:00 a.m.	8,3	A	83	65	
1/06/2001 6:00:00 a.m.	8,3	A	83	65	
1/06/2001 7:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,5	65
1/06/2001 8:00:00 a.m.	8,0	A	83	8,4	65
1/06/2001 9:00:00 a.m.	8,0	A	83	8,3	65
1/06/2001 10:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,3	65
1/06/2001 11:00:00 a.m.	8,2	A	83	8,3	65
1/06/2001 12:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,3	65
1/06/2001 1:00:00 p.m.	8,2	A	83	8,3	65
1/06/2001 2:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,3	65
1/06/2001 3:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,2	65
1/06/2001 4:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,3	65
1/06/2001 5:00:00 p.m.	8,1	A	83	8,3	65
1/06/2001 6:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,4	65
1/06/2001 7:00:00 p.m.	8,2	A	83	8,4	65
1/06/2001 8:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,3	65
1/06/2001 9:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,4	65
1/06/2001 10:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,4	65
1/06/2001 11:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,4	65
2/06/2001 12:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,4	65
2/06/2001 1:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,5	65
2/06/2001 2:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,5	65
2/06/2001 3:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,6	65
2/06/2001 4:00:00 a.m.	8,2	A	83	8,5	65
2/06/2001 5:00:00 a.m.	8,5	A	83	8,5	65
2/06/2001 6:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,6	65
2/06/2001 7:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,6	65
2/06/2001 8:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,6	65
2/06/2001 9:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,5	65
2/06/2001 10:00:00 a.m.	8,4	A	83	8,5	65
2/06/2001 11:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,5	65
2/06/2001 12:00:00 a.m.	8,4	A	83	8,5	65
2/06/2001 1:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,5	65
2/06/2001 2:00:00 p.m.	8,1	A	83	8,4	65
2/06/2001 3:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,3	65
2/06/2001 4:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,3	65
2/06/2001 5:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,3	65
2/06/2001 6:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,4	65
2/06/2001 7:00:00 p.m.	8,2	A	83	8,3	65
2/06/2001 8:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,3	65
2/06/2001 9:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,3	65
2/06/2001 10:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,3	65
2/06/2001 11:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,4	65
3/06/2001 12:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,4	65
3/06/2001 1:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,4	65
3/06/2001 2:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,4	65
3/06/2001 3:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,5	65
3/06/2001 4:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,5	65
3/06/2001 5:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,6	65
3/06/2001 6:00:00 a.m.	7,9	A	83	8,5	65
3/06/2001 7:00:00 a.m.	8,5	A	83	8,5	65
3/06/2001 8:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,5	65
3/06/2001 9:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,5	65
3/06/2001 10:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,5	65



BANDERA	SIGNIFICADO	RESUMEN HORARIO		MEDIA MOVIL	
		CUENTA	%	CUENTA	%
A	DATOS ACEPTADOS Y COMPLETOS	679	94	673	94
D	DATOS DESCARTADOS EN DEPURACIÓN	0	0	0	0
I	DATOS INSUFICIENTES PARA ESTABLECER PROMEDIO	6	1	18	3
N	NO HUBO REPORTE DE DATOS PARA ESA FECHA	35	5	28	4
TOTAL		720	100	719	100

3/06/2001 11:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,4	A	65
3/06/2001 12:00:00 a.m.	8,0	A	83	8,4	A	65
3/06/2001 1:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,3	A	65
3/06/2001 2:00:00 p.m.	8,2	A	83	8,3	A	65
3/06/2001 3:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,3	A	65
3/06/2001 4:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,4	A	65
3/06/2001 5:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,4	A	65
3/06/2001 6:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,5	A	65
3/06/2001 7:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,6	A	65
3/06/2001 8:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,6	A	65
3/06/2001 9:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,6	A	65
3/06/2001 10:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,6	A	65
3/06/2001 11:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,6	A	65
4/06/2001 12:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,6	A	65
4/06/2001 1:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,6	A	65
4/06/2001 2:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 3:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 4:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 5:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 6:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,6	A	65
4/06/2001 7:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,6	A	65
4/06/2001 8:00:00 a.m.	8,1	A	83	8,6	A	65
4/06/2001 9:00:00 a.m.	8,5	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 10:00:00 a.m.	8,2	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 11:00:00 a.m.	8,4	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 12:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 1:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 2:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,4	A	65
4/06/2001 3:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,4	A	65
4/06/2001 4:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 5:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,5	A	65
4/06/2001 6:00:00 p.m.	9,2	A	83	8,6	A	65
4/06/2001 7:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,7	A	65
4/06/2001 8:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
4/06/2001 9:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,8	A	65
4/06/2001 10:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,8	A	65
4/06/2001 11:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,7	A	65
5/06/2001 12:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
5/06/2001 1:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,7	A	65
5/06/2001 2:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,7	A	65
5/06/2001 3:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 4:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 5:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 6:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 7:00:00 a.m.	9,3	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 8:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 9:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
5/06/2001 10:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 11:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 12:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 1:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 2:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 3:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,5	A	65
5/06/2001 4:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,5	A	65
5/06/2001 5:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 6:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 7:00:00 p.m.	9,1	A	83	8,7	A	65
5/06/2001 8:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,7	A	65
5/06/2001 9:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
5/06/2001 10:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,6	A	65
5/06/2001 11:00:00 p.m.	9,2	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 12:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
6/06/2001 1:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,9	A	65

6/06/2001 2:00:00 a.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 3:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 4:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
6/06/2001 5:00:00 a.m.	9,3	A	83	8,7	A	65
6/06/2001 6:00:00 a.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 7:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 8:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 9:00:00 a.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 10:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 11:00:00 a.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 12:00:00 a.m.	8,4	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 1:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,9	A	65
6/06/2001 2:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
6/06/2001 3:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
6/06/2001 4:00:00 p.m.	9,6	A	83	8,9	A	65
6/06/2001 5:00:00 p.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
6/06/2001 6:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
6/06/2001 7:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,0	A	65
6/06/2001 8:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,1	A	65
6/06/2001 9:00:00 p.m.	9,2	A	83	9,2	A	65
6/06/2001 10:00:00 p.m.	8,9	A	83	9,2	A	65
6/06/2001 11:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,2	A	65
7/06/2001 12:00:00 p.m.	8,8	A	83	9,1	A	65
7/06/2001 1:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,1	A	65
7/06/2001 2:00:00 a.m.	8,8	A	83	9,1	A	65
7/06/2001 3:00:00 a.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
7/06/2001 4:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,0	A	65
7/06/2001 5:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
7/06/2001 6:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
7/06/2001 7:00:00 a.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
7/06/2001 8:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
7/06/2001 9:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
7/06/2001 10:00:00 a.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
7/06/2001 11:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,0	A	65
7/06/2001 12:00:00 a.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
7/06/2001 1:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
7/06/2001 2:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
7/06/2001 3:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,9	A	65
7/06/2001 4:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
7/06/2001 5:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,8	A	65
7/06/2001 6:00:00 p.m.	8,1	A	83	8,7	A	65
7/06/2001 7:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,6	A	65
7/06/2001 8:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,5	A	65
7/06/2001 9:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,5	A	65
7/06/2001 10:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,4	A	65
7/06/2001 11:00:00 p.m.	8,3	A	83	8,4	A	65
8/06/2001 12:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,3	A	65
8/06/2001 1:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,3	A	65
8/06/2001 2:00:00 a.m.	8,4	A	83	8,4	A	65
8/06/2001 3:00:00 a.m.	8,4	A	83	8,4	A	65
8/06/2001 4:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,4	A	65
8/06/2001 5:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,4	A	65
8/06/2001 6:00:00 a.m.	8,5	A	83	8,4	A	65
8/06/2001 7:00:00 a.m.	8,3	A	83	8,4	A	65
8/06/2001 8:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,4	A	65
8/06/2001 9:00:00 a.m.	8,4	A	83	8,4	A	65
8/06/2001 10:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,5	A	65
8/06/2001 11:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,5	A	65
8/06/2001 12:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,5	A	65
8/06/2001 1:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,6	A	65
8/06/2001 2:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,7	A	65
8/06/2001 3:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,7	A	65
8/06/2001 4:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,7	A	65



8/06/2001 5:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,7	A	65
8/06/2001 6:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,7	A	65
8/06/2001 7:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,7	A	65
8/06/2001 8:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,7	A	65
8/06/2001 9:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
8/06/2001 10:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,6	A	65
8/06/2001 11:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,6	A	65
9/06/2001 12:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 1:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 2:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 3:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
9/06/2001 4:00:00 a.m.	8,5	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 5:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 6:00:00 a.m.	8,5	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 7:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 8:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 9:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 10:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
9/06/2001 11:00:00 a.m.	9,2	A	83	8,8	A	65
9/06/2001 12:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
9/06/2001 1:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
9/06/2001 2:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
9/06/2001 3:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,9	A	65
9/06/2001 4:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,8	A	65
9/06/2001 5:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
9/06/2001 6:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
9/06/2001 7:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 8:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 9:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 10:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
9/06/2001 11:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
10/06/2001 12:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
10/06/1002 1:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
10/06/2001 2:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
10/06/2001 3:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 4:00:00 a.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 5:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 6:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 7:00:00 a.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 8:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 9:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 10:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
10/06/2001 11:00:00 a.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
10/06/2001 12:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 1:00:00 p.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
10/06/2001 2:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 3:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 4:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 5:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 6:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 7:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
10/06/2001 8:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
10/06/2001 9:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
10/06/2001 10:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
10/06/2001 11:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 12:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 1:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 2:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 3:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 4:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 5:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 6:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 7:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,8	A	65

11/06/2001 8:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 9:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 10:00:00 a.m.	25,3	A	83	###	A	65
11/06/2001 11:00:00 a.m.	9,0	A	83	###	A	65
11/06/2001 12:00:00 a.m.	8,8	A	83	###	A	65
11/06/2001 1:00:00 p.m.	8,7	A	83	###	A	65
11/06/2001 2:00:00 p.m.	8,3	A	83	###	A	65
11/06/2001 3:00:00 p.m.	8,8	A	83	###	A	65
11/06/2001 4:00:00 p.m.	8,7	A	83	###	A	65
11/06/2001 5:00:00 p.m.	8,8	A	83	###	A	65
11/06/2001 6:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
11/06/2001 7:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
11/06/2001 8:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,7	A	65
11/06/2001 9:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,7	A	65
11/06/2001 10:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
11/06/2001 11:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,8	A	65
12/06/2001 12:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
12/06/2001 1:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
12/06/2001 2:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
12/06/2001 3:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
12/06/2001 4:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
12/06/2001 5:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
12/06/2001 6:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
12/06/2001 7:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
12/06/2001 8:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
12/06/2001 9:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,9	A	65
12/06/2001 10:00:00 a.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
12/06/2001 11:00:00 a.m.	9,3	A	83	8,9	A	65
12/06/2001 12:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
12/06/2001 1:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,9	A	65
12/06/2001 2:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
12/06/2001 3:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,8	A	65
12/06/2001 4:00:00 p.m.	9,2	A	83	8,8	A	65
12/06/2001 5:00:00 p.m.	9,3	A	83	8,9	A	65
12/06/2001 6:00:00 p.m.	9,6	A	83	9,0	A	65
12/06/2001 7:00:00 p.m.	9,8	A	83	9,0	A	65
12/06/2001 8:00:00 p.m.	9,7	A	83	9,1	A	65
12/06/2001 9:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,3	A	65
12/06/2001 10:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,3	A	65
12/06/2001 11:00:00 p.m.	9,6	A	83	9,5	A	65
13/06/2001 12:00:00 p.m.	9,7	A	83	9,5	A	65
13/06/2001 1:00:00 a.m.	9,7	A	83	9,6	A	65
13/06/2001 2:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,6	A	65
13/06/2001 3:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,6	A	65
13/06/2001 4:00:00 a.m.	9,9	A	83	9,6	A	65
13/06/2001 5:00:00 a.m.	10,0	A	83	9,7	A	65
13/06/2001 6:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,8	A	65
13/06/2001 7:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,8	A	65
13/06/2001 8:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,8	A	65
13/06/2001 9:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,8	A	65
13/06/2001 10:00:00 a.m.		A	83	9,8	A	65
13/06/2001 11:00:00 a.m.	8,3	A	83	9,6	A	65
13/06/2001 12:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,4	A	65
13/06/2001 1:00:00 p.m.	8,7	A	83	9,3	A	65
13/06/2001 2:00:00 p.m.	8,5	A	83	9,1	A	65
13/06/2001 3:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,9	A	65
13/06/2001 4:00:00 p.m.	8,4	A	83	8,7	A	65
13/06/2001 5:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,6	A	65
13/06/2001 6:00:00 p.m.	9,1	A	83	8,7	A	65
13/06/2001 7:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
13/06/2001 8:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,7	A	65
13/06/2001 9:00:00 p.m.	9,1	A	83	8,8	A	65
13/06/2001 10:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65

13/06/2001	11:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	12:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	1:00:00 a.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	2:00:00 a.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	3:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	4:00:00 a.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	5:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	6:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	7:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	8:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	9:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	10:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	11:00:00 a.m.	9,2	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	12:00:00 a.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	1:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,0	A	65
14/06/2001	2:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
14/06/2001	3:00:00 p.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
14/06/2001	4:00:00 p.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
14/06/2001	5:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,1	A	65
14/06/2001	6:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,1	A	65
14/06/2001	7:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,2	A	65
14/06/2001	8:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,2	A	65
14/06/2001	9:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,2	A	65
14/06/2001	10:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,3	A	65
14/06/2001	11:00:00 p.m.	9,2	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	12:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	1:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	2:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	3:00:00 a.m.	9,6	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	4:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	5:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	6:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,2	A	65
15/06/2001	7:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,2	A	65
15/06/2001	8:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,2	A	65
15/06/2001	9:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,2	A	65
15/06/2001	10:00:00 a.m.	8,9	A	83	9,2	A	65
15/06/2001	11:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,1	A	65
15/06/2001	12:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,1	A	65
15/06/2001	1:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,2	A	65
15/06/2001	2:00:00 p.m.	9,0	A	83	9,2	A	65
15/06/2001	3:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,2	A	65
15/06/2001	4:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,2	A	65
15/06/2001	5:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,2	A	65
15/06/2001	6:00:00 p.m.	9,2	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	7:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	8:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	9:00:00 p.m.	9,6	A	83	9,3	A	65
15/06/2001	10:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
15/06/2001	11:00:00 p.m.	9,1	A	83	9,3	A	65
16/06/2001	12:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,3	A	65
16/06/2001	1:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,3	A	65
16/06/2001	2:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,3	A	65
16/06/2001	3:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,3	A	65
16/06/2001	4:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,3	A	65
16/06/2001	5:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,3	A	65
16/06/2001	6:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,2	A	65
16/06/2001	7:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,3	A	65
16/06/2001	8:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,2	A	65
16/06/2001	9:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,2	A	65
16/06/2001	10:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,2	A	65
16/06/2001	11:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,3	A	65
16/06/2001	12:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,3	A	65
16/06/2001	1:00:00 p.m.	9,2	A	83	9,2	A	65

16/06/2001 2:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,3	A	65
16/06/2001 3:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,2	A	65
16/06/2001 4:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,2	A	65
16/06/2001 5:00:00 p.m.	9,7	A	83	9,3	A	65
16/06/2001 6:00:00 p.m.	9,7	A	83	9,4	A	65
16/06/2001 7:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
16/06/2001 8:00:00 p.m.	9,6	A	83	9,4	A	65
16/06/2001 9:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
16/06/2001 10:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,4	A	65
16/06/2001 11:00:00 p.m.	9,6	A	83	9,5	A	65
17/06/2001 12:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,5	A	65
17/06/2001 1:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
17/06/2001 2:00:00 a.m.	9,7	A	83	9,5	A	65
17/06/2001 3:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,4	A	65
17/06/2001 4:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
17/06/2001 5:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
17/06/2001 6:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,4	A	65
17/06/2001 7:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,3	A	65
17/06/2001 8:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,3	A	65
17/06/2001 9:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,2	A	65
17/06/2001 10:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,2	A	65
17/06/2001 11:00:00 a.m.	9,6	A	83	9,2	A	65
17/06/2001 12:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,3	A	65
17/06/2001 1:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,3	A	65
17/06/2001 2:00:00 p.m.	9,1	A	83	9,3	A	65
17/06/2001 3:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,3	A	65
17/06/2001 4:00:00 p.m.	9,7	A	83	9,4	A	65
17/06/2001 5:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
17/06/2001 6:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
17/06/2001 7:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
17/06/2001 8:00:00 p.m.	9,7	A	83	9,4	A	65
17/06/2001 9:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
17/06/2001 10:00:00 p.m.	9,8	A	83	9,5	A	65
17/06/2001 11:00:00 p.m.	9,2	A	83	9,5	A	65
18/06/2001 12:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 1:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 2:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 3:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 4:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,3	A	65
18/06/2001 5:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,3	A	65
18/06/2001 6:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,3	A	65
18/06/2001 7:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 8:00:00 a.m.	9,7	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 9:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 10:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 11:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
18/06/2001 12:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
18/06/2001 1:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
18/06/2001 2:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
18/06/2001 3:00:00 p.m.	9,0	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 4:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 5:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 6:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 7:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 8:00:00 p.m.	9,6	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 9:00:00 p.m.	9,7	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 10:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,4	A	65
18/06/2001 11:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 12:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 1:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 2:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 3:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 4:00:00 a.m.	9,6	A	83	9,5	A	65

19/06/2001 5:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 6:00:00 a.m.	9,6	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 7:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 8:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 9:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 10:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 11:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 12:00:00 a.m.	9,6	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 1:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
19/06/2001 2:00:00 p.m.	9,7	A	83	9,4	A	65
19/06/2001 3:00:00 p.m.	9,8	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 4:00:00 p.m.	9,6	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 5:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 6:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 7:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 8:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 9:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 10:00:00 p.m.	9,6	A	83	9,5	A	65
19/06/2001 11:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,5	A	65
20/06/2001 12:00:00 p.m.	9,7	A	83	9,5	A	65
20/06/2001 1:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,5	A	65
20/06/2001 2:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,5	A	65
20/06/2001 3:00:00 a.m.	9,7	A	83	9,6	A	65
20/06/2001 4:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,6	A	65
20/06/2001 5:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,6	A	65
20/06/2001 6:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,6	A	65
20/06/2001 7:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,6	A	65
20/06/2001 8:00:00 a.m.	9,6	A	83	9,6	A	65
20/06/2001 9:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
20/06/2001 10:00:00 a.m.	9,7	A	83	9,6	A	65
20/06/2001 11:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,5	A	65
20/06/2001 12:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
20/06/2001 1:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
20/06/2001 2:00:00 p.m.	9,2	A	83	9,4	A	65
20/06/2001 3:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
20/06/2001 4:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
20/06/2001 5:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
20/06/2001 6:00:00 p.m.	9,6	A	83	9,3	A	65
20/06/2001 7:00:00 p.m.	9,7	A	83	9,4	A	65
20/06/2001 8:00:00 p.m.	9,8	A	83	9,4	A	65
20/06/2001 9:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
20/06/2001 10:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,4	A	65
20/06/2001 11:00:00 p.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
21/06/2001 12:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 1:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 2:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 3:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,4	A	65
21/06/2001 4:00:00 a.m.	9,8	A	83	9,4	A	65
21/06/2001 5:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 6:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 7:00:00 a.m.	9,6	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 8:00:00 a.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 9:00:00 a.m.	9,7	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 10:00:00 a.m.	9,4	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 11:00:00 a.m.	9,7	A	83	9,6	A	65
21/06/2001 12:00:00 a.m.	9,6	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 1:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 2:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 3:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 4:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,5	A	65
21/06/2001 5:00:00 p.m.	8,7	A	83	9,3	A	65
21/06/2001 6:00:00 p.m.	8,8	A	83	9,3	A	65
21/06/2001 7:00:00 p.m.	8,8	A	83	9,2	A	65

21/06/2001 8:00:00 p.m.	9,0	A	83	9,1	A	65
21/06/2001 9:00:00 p.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
21/06/2001 10:00:00 p.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
21/06/2001 11:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,9	A	65
22/06/2001 12:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 1:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 2:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 3:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 4:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 5:00:00 a.m.	9,2	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 6:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 7:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
22/06/2001 8:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
22/06/2001 9:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
22/06/2001 10:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 11:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 12:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
22/06/2001 1:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 2:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 3:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 4:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 5:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
22/06/2001 6:00:00 p.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
22/06/2001 7:00:00 p.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
22/06/2001 8:00:00 p.m.	9,2	A	83	8,9	A	65
22/06/2001 9:00:00 p.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
22/06/2001 10:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
22/06/2001 11:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 12:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 1:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 2:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 3:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 4:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 5:00:00 a.m.	8,5	A	83	8,8	A	65
23/06/2001 6:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
23/06/2001 7:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
23/06/2001 8:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
23/06/2001 9:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
23/06/2001 10:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
23/06/2001 11:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
23/06/2001 12:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
23/06/2001 1:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
23/06/2001 2:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
23/06/2001 3:00:00 p.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 4:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 5:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 6:00:00 p.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 7:00:00 p.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
23/06/2001 8:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 9:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 10:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
23/06/2001 11:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
24/06/2001 12:00:00 p.m.	9,2	A	83	8,9	A	65
24/06/2001 1:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,8	A	65
24/06/2001 2:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
24/06/2001 3:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
24/06/2001 4:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
24/06/2001 5:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
24/06/2001 6:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
24/06/2001 7:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
24/06/2001 8:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
24/06/2001 9:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
24/06/2001 10:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,8	A	65

24/06/2001	11:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
24/06/2001	12:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
24/06/2001	1:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
24/06/2001	2:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,8	A	65
24/06/2001	3:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
24/06/2001	4:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
24/06/2001	5:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
24/06/2001	6:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
24/06/2001	7:00:00 p.m.	9,3	A	83	8,9	A	65
24/06/2001	8:00:00 p.m.	9,3	A	83	8,9	A	65
24/06/2001	9:00:00 p.m.	9,2	A	83	9,0	A	65
24/06/2001	10:00:00 p.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
24/06/2001	11:00:00 p.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
25/06/2001	12:00:00 p.m.	8,7	A	83	9,0	A	65
25/06/2001	1:00:00 a.m.	8,7	A	83	9,0	A	65
25/06/2001	2:00:00 a.m.		I	83	9,0	A	65
25/06/2001	3:00:00 a.m.		I	83	8,9	A	65
25/06/2001	4:00:00 a.m.		I	83		I	65
25/06/2001	5:00:00 a.m.		I	83		I	65
25/06/2001	6:00:00 a.m.	8,6	I	83		I	65
25/06/2001	7:00:00 a.m.	8,2	A	83		I	65
25/06/2001	8:00:00 a.m.	8,5	A	83		I	65
25/06/2001	9:00:00 a.m.	8,8	A	83		I	65
25/06/2001	10:00:00 a.m.	8,6	A	83		I	65
25/06/2001	11:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,5	A	65
25/06/2001	12:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,6	A	65
25/06/2001	1:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,6	A	65
25/06/2001	2:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,6	A	65
25/06/2001	3:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,6	A	65
25/06/2001	4:00:00 p.m.	8,6	A	83	8,6	A	65
25/06/2001	5:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,6	A	65
25/06/2001	6:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,6	A	65
25/06/2001	7:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,6	A	65
25/06/2001	8:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,6	A	65
25/06/2001	9:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,7	A	65
25/06/2001	10:00:00 p.m.	8,5	A	83	8,7	A	65
25/06/2001	11:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,7	A	65
26/06/2001	12:00:00 p.m.	8,9	A	83	8,7	A	65
26/06/2001	1:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
26/06/2001	2:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
26/06/2001	3:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
26/06/2001	4:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
26/06/2001	5:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
26/06/2001	6:00:00 a.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
26/06/2001	7:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
26/06/2001	8:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
26/06/2001	9:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
26/06/2001	10:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
26/06/2001	11:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
26/06/2001	12:00:00 a.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
26/06/2001	1:00:00 p.m.	9,3	A	83	8,9	A	65
26/06/2001	2:00:00 p.m.	10,1	A	83	9,0	A	65
26/06/2001	3:00:00 p.m.	10,0	A	83	9,2	A	65
26/06/2001	4:00:00 p.m.	9,5	A	83	9,3	A	65
26/06/2001	5:00:00 p.m.	8,9	A	83	9,3	A	65
26/06/2001	6:00:00 p.m.	9,0	A	83	9,3	A	65
26/06/2001	7:00:00 p.m.	10,3	A	83	9,5	A	65
26/06/2001	8:00:00 p.m.	9,8	A	83	9,6	A	65
26/06/2001	9:00:00 p.m.	8,6	A	83	9,5	A	65
26/06/2001	10:00:00 p.m.	8,9	A	83	9,4	A	65
26/06/2001	11:00:00 p.m.	8,8	A	83	9,2	A	65
27/06/2001	12:00:00 p.m.	8,9	A	83	9,2	A	65
27/06/2001	1:00:00 a.m.	8,8	A	83	9,1	A	65

27/06/2001 2:00:00 a.m.	8,7	A	83	9,1	A	65
27/06/2001 3:00:00 a.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 4:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,8	A	65
27/06/2001 5:00:00 a.m.	9,2	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 6:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 7:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 8:00:00 a.m.	8,9	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 9:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 10:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 11:00:00 a.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 12:00:00 a.m.	8,6	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 1:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
27/06/2001 2:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
27/06/2001 3:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
27/06/2001 4:00:00 p.m.	8,7	A	83	8,8	A	65
27/06/2001 5:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
27/06/2001 6:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,8	A	65
27/06/2001 7:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,8	A	65
27/06/2001 8:00:00 p.m.	9,0	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 9:00:00 p.m.	9,3	A	83	8,9	A	65
27/06/2001 10:00:00 p.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
27/06/2001 11:00:00 p.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 12:00:00 p.m.	8,7	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 1:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 2:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 3:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 4:00:00 a.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 5:00:00 a.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 6:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 7:00:00 a.m.	9,2	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 8:00:00 a.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 9:00:00 a.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 10:00:00 a.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 11:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 12:00:00 a.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 1:00:00 p.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 2:00:00 p.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 3:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
28/06/2001 4:00:00 p.m.	8,8	A	83	8,9	A	65
28/06/2001 5:00:00 p.m.	9,1	A	83	8,9	A	65
28/06/2001 6:00:00 p.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 7:00:00 p.m.	9,3	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 8:00:00 p.m.	9,1	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 9:00:00 p.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 10:00:00 p.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
28/06/2001 11:00:00 p.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 12:00:00 p.m.	8,9	A	83	9,1	A	65
29/06/2001 1:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,1	A	65
29/06/2001 2:00:00 a.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 3:00:00 a.m.	9,3	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 4:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 5:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 6:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 7:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 8:00:00 a.m.	8,8	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 9:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 10:00:00 a.m.	8,9	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 11:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 12:00:00 a.m.	9,0	A	83	9,0	A	65
29/06/2001 1:00:00 p.m.		N	83	9,0	A	65
29/06/2001 2:00:00 p.m.		N	83	9,0	A	65
29/06/2001 3:00:00 p.m.		N	83	9,0	I	65
29/06/2001 4:00:00 p.m.		N	83	9,0	I	65



29/06/2001 5:00:00 p.m.	N	83	9.0	I	65
29/06/2001 6:00:00 p.m.	N	83	9.0	I	65
29/06/2001 7:00:00 p.m.	N	83	9.0	I	65
29/06/2001 8:00:00 p.m.	N	83		N	65
29/06/2001 9:00:00 p.m.	N	83		N	65
29/06/2001 10:00:00 p.m.	N	83		N	65
29/06/2001 11:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 12:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 1:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 2:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 3:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 4:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 5:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 6:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 7:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 8:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 9:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 10:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 11:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 12:00:00 a.m.	N	83		N	65
30/06/2001 1:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 2:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 3:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 4:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 5:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 6:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 7:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 8:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 9:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 10:00:00 p.m.	N	83		N	65
30/06/2001 11:00:00 p.m.	N	83		N	65



07:55:00	12	5	5	6	26	28	7	14	12	15	6	7	7	7	6	5	7	7	4	2	7	4	11	2	2	7	5	3	07:55:00	8.1
08:00:00	12	5	5	5	25	27	6	15	12	14	7	6	8	7	6	6	8	6	4	2	8	4	11	3	3	5	6	3	08:00:00	8.2
08:05:00	13	5	4	6	27	26	7	16	12	13	9	6	7	8	7	6	7	5	4	2	8	5	10	3	3	6	7	3	08:05:00	8.4
08:10:00	13	5	4	5	32	27	7	16	10	14	8	7	7	8	7	6	7	5	4	2	8	5	9	3	3	6	6	3	08:10:00	8.4
08:15:00	12	5	4	6	45	27	8	14	9	14	8	7	7	8	7	6	7	5	3	2	7	5	10	3	3	5	7	3	08:15:00	8.8
08:20:00	11	5	4	6	47	24	7	14	8	15	7	7	7	8	8	6	7	5	3	2	7	5	10	4	4	5	7	4	08:20:00	8.8
08:25:00	11	5	4	5	43	22	7	13	7	17	7	7	7	9	9	6	7	5	3	2	7	5	11	4	4	5	6	4	08:25:00	8.6
08:30:00	11	6	4	5	30	20	7	13	7	20	6	7	7	9	9	5	6	5	3	2	7	5	10	4	4	6	6	4	08:30:00	8.1
08:35:00	10	5	4	5	29	11	6	13	6	19	7	7	7	9	8	5	6	5	3	2	8	5	9	4	4	4	5	5	08:35:00	7.5
08:40:00	10	5	4	5	25	9	6	10	6	19	6	7	6	9	9	6	6	4	3	2	9	5	9	3	3	5	5	5	08:40:00	7.1
08:45:00	10	5	4	5	21	9	6	6	5	18	7	7	6	8	8	5	6	4	3	2	8	5	8	3	3	4	5	6	08:45:00	6.6
08:50:00	9	5	4	5	17	9	6	5	18	7	7	6	6	8	4	6	4	3	2	8	4	7	3	3	4	4	6	08:50:00	6.2	
08:55:00	8	5	4	5	14	10	7	5	17	6	7	7	5	8	4	5	4	3	3	7	4	8	3	3	4	4	6	08:55:00	6.0	
09:00:00	9	5	4	5	12	9	8	5	14	5	7	6	4	7	4	5	6	3	2	7	4	7	2	2	3	5	6	09:00:00	5.6	
09:05:00	8	4	4	6	13	9	8	4	4	13	5	7	5	4	8	4	4	6	3	2	6	3	6	2	2	5	4	5	09:05:00	5.4
09:10:00	9	5	4	6	13	8	9	5	13	5	8	4	3	7	4	4	6	3	2	5	3	6	2	2	3	5	5	09:10:00	5.4	
09:15:00	10	5	4	6	13	6	8	5	4	12	5	10	4	3	7	3	4	6	3	3	5	3	6	2	2	3	6	5	09:15:00	5.3
09:20:00	10	5	4	6	11	4	6	5	4	11	4	13	4	3	7	3	4	7	3	3	5	3	6	2	2	2	6	5	09:20:00	5.2
09:25:00	10	5	4	6	12	3	7	5	4	9	3	12	4	3	7	3	5	7	3	3	5	4	5	2	2	2	6	5	09:25:00	5.1
09:30:00	9	6	4	5	12	3	7	4	4	10	3	11	3	2	7	3	4	7	3	3	5	5	4	2	2	2	5	5	09:30:00	4.9
09:35:00	9	6	4	5	12	3	8	4	3	11	2	11	3	2	6	3	5	6	3	3	5	4	3	2	2	2	5	6	09:35:00	4.8
09:40:00	9	6	4	5	12	3	8	4	3	9	3	10	3	2	5	3	4	6	3	4	5	4	3	2	2	2	5	6	09:40:00	4.7
09:45:00	8	6	4	5	13	2	7	3	3	8	3	10	3	2	5	3	5	6	3	4	4	3	3	1	1	2	5	6	09:45:00	4.4
09:50:00	8	6	4	5	13	2	7	3	3	5	3	9	3	2	5	3	6	5	3	4	4	2	3	2	2	2	4	6	09:50:00	4.3
09:55:00	8	5	4	6	13	2	5	3	3	5	3	9	2	2	5	3	6	5	3	5	4	2	3	1	1	2	5	6	09:55:00	4.2
10:00:00	7	5	4	5	13	2	4	3	3	5	3	8	3	2	5	3	6	5	3	5	4	2	3	1	1	3	4	7	10:00:00	4.1
10:05:00	7	5	4	5	13	2	2	3	3	3	4	8	3	2	4	2	6	5	3	6	4	2	3	1	1	2	4	7	10:05:00	4.0
10:10:00	6	5	4	5	12	1	1	4	3	3	4	9	2	2	4	3	7	3	3	7	3	2	4	2	2	2	3	8	10:10:00	4.0
10:15:00	6	4	4	5	11	1	2	4	3	3	4	9	2	3	3	2	6	2	3	8	3	2	4	2	2	2	3	8	10:15:00	3.9
10:20:00	5	4	4	5	11	1	2	4	3	3	4	8	3	3	3	3	2	2	9	3	2	5	1	1	2	3	7	10:20:00	3.7	
10:25:00	5	4	4	5	10	1	2	4	3	2	4	8	2	3	2	1	2	2	8	3	2	5	1	1	5	3	7	10:25:00	3.5	
10:30:00	5	5	4	5	10	1	2	4	3	2	4	4	2	3	2	1	2	2	7	3	2	5	1	1	4	3	7	10:30:00	3.4	
10:35:00	5	5	4	5	10	1	2	4	4	2	4	4	2	2	2	1	1	2	7	3	2	5	1	1	2	4	6	10:35:00	3.3	
10:40:00	5	4	4	5	9	1	4	4	3	2	2	3	2	2	1	1	1	2	7	2	2	6	0	2	3	6	10:40:00	3.0		
10:45:00	5	4	4	5	8	0	4	3	2	3	3	3	3	2	2	1	2	2	3	3	2	5	1	1	1	3	6	10:45:00	2.9	
10:50:00	4	4	4	5	8	0	2	3	2	3	3	3	2	1	2	1	1	3	4	2	2	5	1	1	2	4	6	10:50:00	2.8	
10:55:00	5	4	4	5	8	1	2	3	3	3	3	2	1	1	2	1	1	2	3	2	2	3	0	1	4	5	10:55:00	2.6		
11:00:00	5	4	4	5	8	1	2	3	3	2	3	2	2	1	2	1	1	2	3	2	1	2	0	2	6	5	11:00:00	2.6		
11:05:00	4	4	5	8	1	2	3	4	2	3	2	2	2	2	1	1	1	3	3	2	1	2	0	2	#	5	11:05:00	2.8		
11:10:00	5	4	4	8	0	1	3	4	2	3	2	2	2	2	1	1	1	3	3	3	2	1	0	2	6	5	11:10:00	2.6		
11:15:00	4	4	4	5	8	0	1	3	3	3	3	2	3	2	2	1	2	1	2	3	2	2	1	0	1	5	3	11:15:00	2.4	
11:20:00	4	4	5	7	0	2	3	3	2	3	2	3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	1	0	1	4	2	11:20:00	2.3		
11:25:00	4	4	4	5	7	0	1	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2	3	2	2	2	0	1	3	3	11:25:00	2.3		
11:30:00	4	4	4	4	7	0	1	3	3	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	0	2	5	2	11:30:00	2.3	
11:35:00	4	4	4	4	5	0	2	3	3	2	3	2	3	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	0	1	3	2	11:35:00	2.2	
11:40:00	4	4	4	4	5	0	1	3	3	3	3	2	3	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	0	1	2	2	11:40:00	2.1	
11:45:00	4	4	3	4	0	1	3	3	6	3	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	0	1	2	2	11:45:00	2.0	
11:50:00	5	4	4	3	4	1	2	3	3	5	3	2	2	2	1	0	1	1	2	2	2	2	1	0	1	1	2	11:50:00	2.1	
11:55:00	5	4	4	3	3	0	2	3	3	5	2	2	2	2	2	0	1	1	2	2	2	2	1	0	1	2	2	11:55:00	2.0	
12:00:00	6	4	4	3	3	0	1	3	3	4	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	0	0	2	1	12:00:00	2.0	
12:05:00	5	4	4	4	2	0	2	3	3	3	2	2	3	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	0	1	1	1	12:05:00	1.9
12:10:00	6	4	5	5	3	0	2	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	2	12:10:00	2.0
12:15:00	5	4	6	4	3	0	1	3	2	3	2	2	2	3	2	1	1	2	1	2	2	1	0	0	1	1	1	1	12:15:00	1.9
12:20:00	6	4	6	4	3	1	1	3	3	2	3	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	12:20:00	2.1
12:25:00	6	4	6	3	2	0	2	3	3	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	12:25:00	2.0
12:30:00	6	4	7	3	2	0	2	3	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	12:30:00	1.9
12:35:00	6	4	8	4	3	0	1	3	2	2	3	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0	1	2	12:35:00	2.0	
12:40:00	7	3	8	4	3	0	1	4	2	2	3	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	12:40:00	2.1
12:45:00	7	4	8	3	2	0	1	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	12:45:00	2.1
12:50:00	9	4	8	3	2	0	1	4	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	0	1	5	1	12:50:00	2.2	
12:55:00	9	5	8	3	2	0	1	4	3	2	2	2																		

16:10:00	11	3	7	2	1	6	4	2	2	2	2	3	1	2	0	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	16:10:00	2.3		
16:15:00	10	3	6	1	1	13	4	2	2	2	1	2	2	1	1	0	2	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	14	1	16:15:00	2.8
16:20:00	9	3	6	2	1	15	5	3	3	2	1	4	3	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	2	1		16:20:00	2.5	
16:25:00	9	5	7	1	1	13	5	2	3	2	2	5	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	16:25:00	2.5
16:30:00	8	4	7	2	1	16	5	3	3	2	2	7	3	1	1	1	2	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0		16:30:00	2.7
16:35:00	7	5	9	2	1	14	5	3	2	2	2	8	2	1	1	0	2	0	1	0	0	2	0	1	1	1	0			16:35:00	2.7	
16:40:00	6	4	9	1	1	11	5	3	3	1	2	5	2	1	2	2	2	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1		16:40:00	2.5	
16:45:00	7	4	9	1	2	3	5	3	3	2	2	5	2	2	3	6	2	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1		16:45:00	2.5	
16:50:00	8	4	9	1	2	2	6	3	3	1	2	5	2	1	12	4	2	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1		16:50:00	2.7	
16:55:00	9	5	10	1	1	2	5	3	4	1	2	5	2	2	12	1	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0		16:55:00	2.7	
17:00:00	9	5	11	2	1	1	5	3	4	1	1	6	2	3	9	1	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	13	0		17:00:00	3.1	
17:05:00	9	4	12	2	2	1	6	3	4	2	2	6	2	2	9	3	2	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0			17:05:00	2.8	
17:10:00	10	4	12	2	1	1	6	3	4	2	2	4	4	2	6	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1		17:10:00	2.8	
17:15:00	10	5	13	2	2	1	5	4	4	2	2	4	6	2	3	1	2	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1		17:15:00	2.8	
17:20:00	9	5	14	2	2	1	5	3	4	2	2	3	5	2	2	2	1	2	1	0	0	1	4	1	1	1	0			17:20:00	2.8	
17:25:00	9	5	16	2	2	1	5	3	4	2	2	3	4	2	2	4	2	1	1	0	0	1	6	1	1	1	0			17:25:00	3.0	
17:30:00	8	6	16	2	3	2	5	4	4	2	3	2	5	2	3	4	1	1	1	0	0	1	7	1	1	1	1			17:30:00	3.3	
17:35:00	7	5	14	3	2	1	5	4	4	2	2	2	5	2	5	3	1	1	1	0	0	2	7	0	0	1	0			17:35:00	3.0	
17:40:00	7	5	13	3	2	1	5	3	4	2	2	2	5	2	4	3	1	1	1	1	1	1	2	6	0	0	1	1		17:40:00	3.0	
17:45:00	6	5	13	2	2	2	5	3	4	2	3	2	5	3	3	3	1	1	1	1	1	2	1	4	0	0	1	0		17:45:00	2.9	
17:50:00	5	5	11	2	3	2	6	3	4	2	2	2	5	2	3	3	1	1	1	0	2	1	1	0	0	1	1			17:50:00	2.6	
17:55:00	6	5	11	2	3	1	5	4	4	2	2	2	4	2	3	2	1	2	1	0	2	1	1	0	0	1	1			17:55:00	2.6	
18:00:00	6	5	10	2	4	2	5	3	4	2	2	2	4	2	3	2	1	2	0	0	1	2	1	0	0	1	1			18:00:00	2.6	
18:05:00	6	6	10	2	2	1	5	3	4	2	2	2	4	3	3	2	1	1	1	0	2	2	2	0	0	1	1			18:05:00	2.6	
18:10:00	6	5	10	2	2	1	5	4	4	2	2	2	4	2	3	2	1	1	1	0	2	1	2	0	0	0	1			18:10:00	2.5	
18:15:00	6	6	10	3	2	2	5	3	3	2	3	2	3	2	2	1	1	1	0	2	1	1	2	0	0	0	1			18:15:00	2.5	
18:20:00	5	6	12	3	2	2	5	4	4	2	2	1	3	2	2	2	2	1	1	0	2	2	2	0	0	0	1			18:20:00	2.6	
18:25:00	6	5	12	3	2	3	5	4	3	2	2	2	2	3	2	2	1	1	1	0	2	1	2	0	0	0	1			18:25:00	2.6	
18:30:00	6	5	13	2	2	4	6	4	3	2	2	1	3	1	2	2	1	2	1	0	2	2	2	0	0	1	2			18:30:00	2.8	
18:35:00	6	6	14	2	7	5	6	4	4	2	2	1	3	2	2	1	1	1	0	2	2	2	2	0	0	0	1			18:35:00	3.0	
18:40:00	7	6	15	2	9	7	5	4	4	2	2	1	3	1	2	2	1	1	1	0	2	2	2	0	0	1	2			18:40:00	3.2	
18:45:00	7	8	15	2	9	6	4	4	2	2	1	3	2	2	2	1	1	1	0	2	2	2	0	0	0	1				18:45:00	3.1	
18:50:00	7	13	14	2	10	6	5	5	3	2	2	1	3	2	2	2	1	2	1	0	2	2	2	0	0	1	2			18:50:00	3.5	
18:55:00	8	17	14	2	10	8	5	5	1	2	1	3	2	2	1	1	2	1	0	2	2	2	1	1	1	2				18:55:00	3.8	
19:00:00	8	19	14	3	11	7	6	5	5	2	2	1	3	3	2	2	1	1	2	0	2	2	1	0	0	1	2			19:00:00	3.9	
19:05:00	8	18	13	3	11	8	6	5	5	2	2	1	3	3	2	2	1	2	1	1	2	2	1	0	0	15	1			19:05:00	4.4	
19:10:00	8	18	13	3	12	9	6	5	4	2	2	1	3	2	2	2	2	1	1	2	2	1	0	0	2	2			19:10:00	4.0		
19:15:00	7	18	13	3	15	9	6	5	5	2	2	1	4	2	2	1	2	1	1	2	2	1	0	0	1				19:15:00	4.1		
19:20:00	7	18	11	3	6	9	6	5	5	2	2	1	4	2	2	2	1	1	1	2	2	1	0	0	1				19:20:00	3.7		
19:25:00	6	18	10	3	4	8	6	4	6	2	2	1	3	2	2	2	1	1	1	3	2	1	0	0	1				19:25:00	3.6		
19:30:00	6	16	11	3	4	9	7	4	5	2	2	1	3	2	2	2	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1				19:30:00	3.6	
19:35:00	6	14	18	4	13	7	4	5	2	2	1	3	3	1	2	1	1	1	1	4	2	1	0	0	1				19:35:00	4.0		
19:40:00	6	12	16	6	4	11	6	4	4	2	2	1	3	2	1	2	1	1	1	1	4	2	1	0	0	1				19:40:00	3.6	
19:45:00	6	12	12	5	5	10	6	4	4	2	2	1	3	2	1	2	2	1	0	4	1	1	0	0	1				19:45:00	3.4		
19:50:00	6	12	10	6	5	9	6	4	5	2	2	1	3	2	1	1	1	1	1	5	2	1	1	1	1	1			19:50:00	3.5		
19:55:00	6	10	11	4	4	9	7	4	5	2	2	1	3	2	2	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1	1			19:55:00	3.4		
20:00:00	6	9	10	4	4	9	6	4	4	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	4	2	1	1	1	1	1			20:00:00	3.2		
20:05:00	6	9	7	4	6	10	6	4	4	2	2	1	3	3	1	2	1	1	1	1	4	2	0	1	1	1			20:05:00	3.2		
20:10:00	6	9	9	4	5	8	6	4	4	2	2	1	2	3	1	2	2	1	1	1	3	2	0	1	1	1			20:10:00	3.1		
20:15:00	6	9	10	4	4	8	6	4	3	2	2	1	2	3	1	2	2	1	1	1	3	2	0	1	1	2			20:15:00	3.1		
20:20:00	6	8	11	4	4	11	6	4	3	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	0	3	1	0	1	1	2			20:20:00	3.1		
20:25:00	6	7	8	4	6	13	6	4	3	2	2	1	3	2	1	2	1	1	2	1	3	1	0	1	1				20:25:00	3.3		
20:30:00	6	7	7	4	9	16	6	4	4	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	0	0	0					20:30:00	3.3		
20:35:00	6	7	8	5	10	12	6	4	5	3	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	3	2	0	1	1				20:35:00	3.5		
20:40:00	6	7	7	6	11	13	6	5	5	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	3	1	0	1	1	0				20:40:00	3.4		
20:45:00	6	6	7	7	11	10	6	4	5	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	0	1	1	0			20:45:00	3.3		
20:50:00	8	6	7	7	10	11	6	4	5	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	0	1	1	1				20:50:00	3.4		
20:55:00	8	6	7	6	9	10	6	4	5	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1			20:55:00	3.1		
21:00:00	9	7	6	5	9	10	6	4	5	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	0	1	1	1			21:00:00	3.1		
21:05:00	12	9	6																													

Comportamiento horario diario SO<sub>2</sub> Julio 2001 Recreo

