GENERALIDADES

1. NÚMERO DE SERIE DEL INFORME

2. GIA1I-32

3. EMPRESA SOLICITANTE

NOMBRE:	CORNARE
TELÉFONO:	546 16 16
CELULAR	
CIUDAD:	SANTUARIO
E-MAIL:	agomez@cornare.gov.co

4. INTERVENTOR

AURA ELENA GOMEZ

5. REFERENCIA

Monitoreo de Calidad del aire

6. FECHA DE SOLICITUD

Septiembre 3 2012

7. FECHA DE REALIZACIÓN

Septiembre 9 2014

8. IDENTIFICACIÓN

8.1 GRUPO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES (GIA)

El Grupo de Investigaciones Ambientales – GIA – de la Universidad Pontificia Bolivariana es una de las 35 unidades de trabajo con las que cuenta el Centro Integrado para el Desarrollo de la Investigación (CIDI). Tiene su origen en el año 1974 con la creación del Laboratorio de Medición

Ambiental y el surgimiento de los posgrados en ciencias del ambiente en la década de los 80´. En la década de los 90´ se consolida como Grupo de Investigaciones Ambientales teniendo objetivo principal la contribución al desarrollo regional, protegiendo el medio ambiente. Durante este recorrido, el GIA ha fortalecido su desempeño con una intensa labor de investigación, formación académica, asesoría y servicios planteando y aportando alternativas en el diagnóstico y solución de problemas ambientales, lo que le ha valido un reconocido prestigio en el ámbito nacional.

Actualmente, el GIA cuenta con un grupo interdisciplinario de investigadores, formados al más alto nivel académico y con amplia experiencia, lo cual le permite asegurar la calidad de los estudios que realiza y la pertinencia de las soluciones propuestas para el mejoramiento de la calidad de vida desde la dimensión medioambiental. Adicionalmente, cuenta con equipos de medición certificados y laboratorios propios, destinados única y exclusivamente al trabajo de análisis ambiental. Por esto el Grupo de Investigaciones Ambientales tiene un reconocimiento fuerte al interior de la universidad y fuera de ella en los ámbitos académico, social-comunitario e industrial.

El GIA es reconocido además por Colciencias y por el sistema de calificación de grupos de la Universidad, como un grupo consolidado que encamina sus acciones a la excelencia. Este reconocimiento se materializa mediante el apoyo económico a los proyectos que ejecuta y a las investigaciones que se desarrollan. Su gestión y proyección se dirige a la implementación de acciones que posibiliten una contribución efectiva al desarrollo sostenible de la región; evidenciado en el trabajo con el sector público y privado, con las autoridades ambientales, con organismos no gubernamentales y con la comunidad en general.

8.2 PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

La Dirección de Investigación e Innovación - CIDI a la cual está adscrito el Grupo de Investigaciones Ambientales está certificado en la norma ISO 9000 versión 2000 ante el ICONTEC y a su vez avalado por la IQNET. El alcance de esta certificación es la Gestión de Proyectos de Investigación, consultoría y capacitación ligada a estas actividades en las áreas de ciencias sociales, médicas e ingenierías.

El Laboratorio Ambiental del Grupo de Investigaciones Ambientales mediante la Resolución 2325 de 25 de septiembre de 2012 se le renovó en el acreditación bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, versión 2005, que incluye la estación automática de calidad del aire.

1. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el monitoreo de la calidad del aire y variables meteorológicas en el Valle de San Nicolás perteneciente a la Jurisdicción de CORNARE.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar los puntos de Medición de la calidad del aire
- Realizar monitoreo mensual
- Evaluar las concentraciones de los contaminantes O3, PM10, CO, SO2 y NO2
- Analizar las variables meteorológicas: viento, temperatura, lluvia y radiación solar
- Comparar los valores obtenidos con la Norma Colombiana (Resolución 601/2006).

ALCANCE

El estudio pretendió realizar el diagnóstico de la calidad del aire en una estación en el valle de San Nicolás durante un mes.

2. METODOLOGÍA

2.1 LUGAR DE MONITOREO EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Se realizó la visita para determinar las condiciones óptimas de la instalación de la estación automática en la cual se constató: seguridad, electricidad, permisos, barreras topográficas de infraestructura o vegetales, el sitio seleccionado fue las instalaciones de la empresa outlet IMUSA en la carretera Medellín- Bogotá. Las fotos en la figura 1 muestran el lugar de instalación y sus alrededores, donde se constata que la fuente de mayor emisión de contaminación es la vía de alto flujo vehicular pesado.

Figura 1 Ilustraciones del sitio de monitoreo

Ubicación Estación Vista en planta del lugar seleccionado Vista lateral delm estación

En las fotos se observa que la estación automática se ubicó en la parte posterior del edificio de IMUSA aprovechando con ello la electricidad y la seguridad que esta empresa permitió para el monitoreo.

2.2 EQUIPOS DE MONITOREO

La estación automática está dotada con los equipos automáticos que se describen en la Tabla 1 y que miden cada hora la concentración de contaminante; estos datos son registrados en un datalogger que luego permite la consulta del periodo de tiempo analizado. Adicionalmente en la tabla se consigna los valores límites permisibles de acuerdo a la resolución 610 de 2010.

Tabla 1 Equipos, Métodos y Límites Permisibles

Especie	Marca	Método	Límite de concentración según resolución 610 de 2010 (µg/m³)			
PM10	Alto Volumen marca Rupretch	Gravimétrico	Anual	50	-	-
			Diaria	100		
SO_2	Monitor Labs ML 9850B	Espectometro U.V	Anual	80	31	ppb
			Diaria	250	96	ppb
			3 horas	750	287	ppb
NO_2	Monitor Labs ML 9841B	Quimiluminiscencia	Anual	100	56	ppb
			Diaria	150	84	ppb
			1 hora	200	111	ppb
O_3	Monitor Labs ML 9810B	Quimiluminiscencia	8 horas	80	41	ppb
			1 horas	120	61	ppb
CO	Monitor Labs ML 9830B	Infrarrojo no dispersivo	8 horas	10000	8.7	ppm
			1 horas	40000	35	ppm

Adicionalmente la estación está equipada con una unidad de monitoreo de meteorología que registra los valores de temperatura, presión, humedad relativa, radiación solar y viento en la zona de estudio de manera horaria.

3. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CALIDAD DEL AIRE

3.1 VALIDACION DE DATOS

El monitoreo se llevó a cabo desde el 28 de mayo hasta el 31 de julio de 2014, el tiempo de monitoreo se dejó por un tiempo mayor al aceptado en la propuesta debido a que el equipo de PM10 falló y se reemplazó por otro en la temporada de medición.

La cantidad de datos total recolectada fue de 1336 horas para los contaminantes y las variables monitoreadas, la efectividad de la medición es del NOx (95%), CO (96%) SO_2 (75%), O_3 (96%) y de 100% para las variables meteorológicas. Por lo tanto se pueden realizar análisis horarios y diarios de acuerdo a la resolución 610 de 2010.

En el manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire del IDEAM recomiendan el métodos de validación de datos denominado “test de límites”, que consiste en definir el límite mínimo de validación como el valor mínimo positivo presentado por el contaminante durante toda el periodo de monitoreo y el límite máximo de validación como la mediana más tres veces la amplitud intercuartílica que se obtiene de la resta del percentil 75 menos el percentil 50 aplicado al total de datos recolectados. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 2 de validación de datos en los cuales se observa que todos los registros cumplen con las condiciones del test de límites.

Tabla 2 Validación de Datos

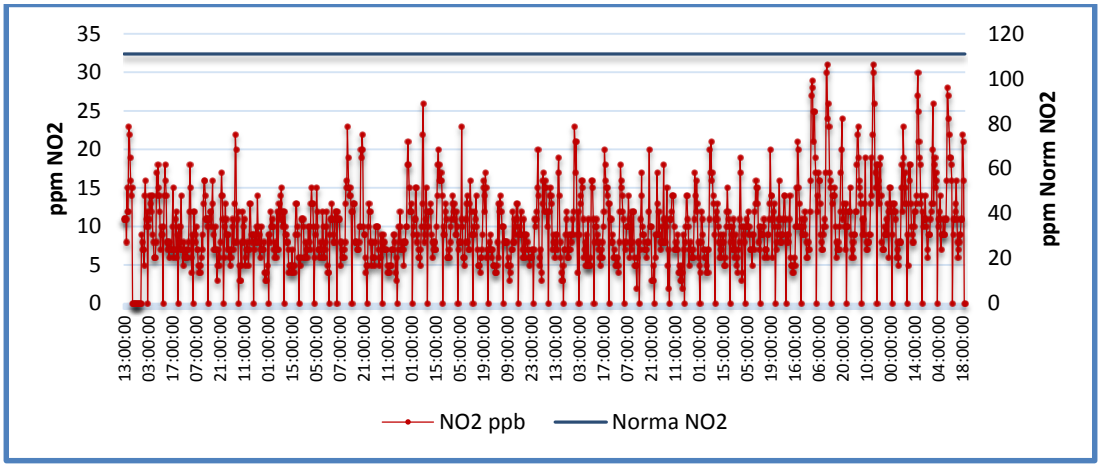
	NOx	SO2	CO	O3	WS	RH	Temp	RAD
Límite Mínimo	0	0	0	3	0	35	8,8	0
Mediana	18	2	0,03	19	0,6	89	16,6	15,5
Percentil 25	12	1	0	13	0,2	56	14,5	1
Percentil 75	32	4	0,08	24	2,2	99	21,5	518,5
Amplitud intercuartílica	20	3	0,08	11	2	43	7	517,5
Límite máximo	78	11	0,27	52	6,6	218	37,6	1568
Total de Datos	1264	970	1276	1277	1334	1334	1334	1334
total de datos mayores al límite inferior	1264	970	1276	1277	1334	1334	1334	1334
total de datos menores del límite máximo	1263	928	1275	1276	1333	1333	1333	1333
Datos Válidos	99,9%	95,7%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%

Los resultados muestran que el 99,9% de los datos reportados por la estación cumplen con el requisito del test de límites no siendo necesario eliminar algún dato a excepción del SO2 que tiene el 95,7% de los datos válidos. Revisando la base de datos se observa que hay dos valores que sobrepasan estos límites identificados el día 29 de mayo y el día 28 de junio con valores de 38 y 35 ppb respectivamente.

3.2 VARIACION HORARIA DE LA CONCENTRACION DE LOS CONTAMINANTES ANALIZADOS

La variación de la concentración del NO_2; O_3 y el SO_2 medida en el periodo de los meses comprendidos entre mayo y julio muestran que todos estos contaminantes no sobrepasan la norma horaria y tri horaria para el caso del dióxido de azufre.

Figura 1 Comparación con la norma horaria las concentraciones de NO_2



Las Figura 1 y Figura 2 denotan que los valores están muy por debajo a excepción del ozono que muestra rangos entre 10 y 35 ppm acercándose al límite permisible octohorario de 41 ppm. Igualmente se ve que de forma muy tenue va incrementando la concentración de NO_2 hacia el final de la temporada de monitoreo en la última semana de julio con concentraciones cercanas a 30 ppm; que de todas, maneras son menores que el límite de 111 ppm. El ozono muestra la misma tendencia de un leve incremento hacia el final del periodo de monitoreo.

En las mediciones del dióxido de azufre se observan dos episodios de concentraciones cercanas a 50 ppm de SO2 para el promedio trihorario de las concentraciones que comparadas con la norma nacional de 287 ppm son muy bajas. Si se evalúa estos valores con la norma anual (31 ppm) también se concluye que no se presentan problemas de contaminación por esta sustancia en la zona de estudio.

Figura 2 Comparación con la norma horaria y octonaria las concentraciones de O_3

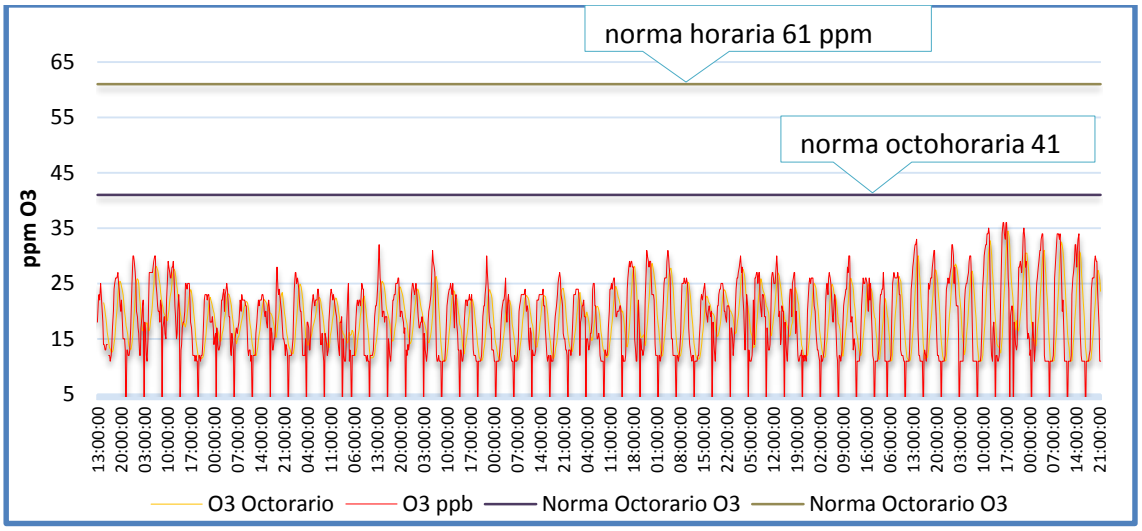
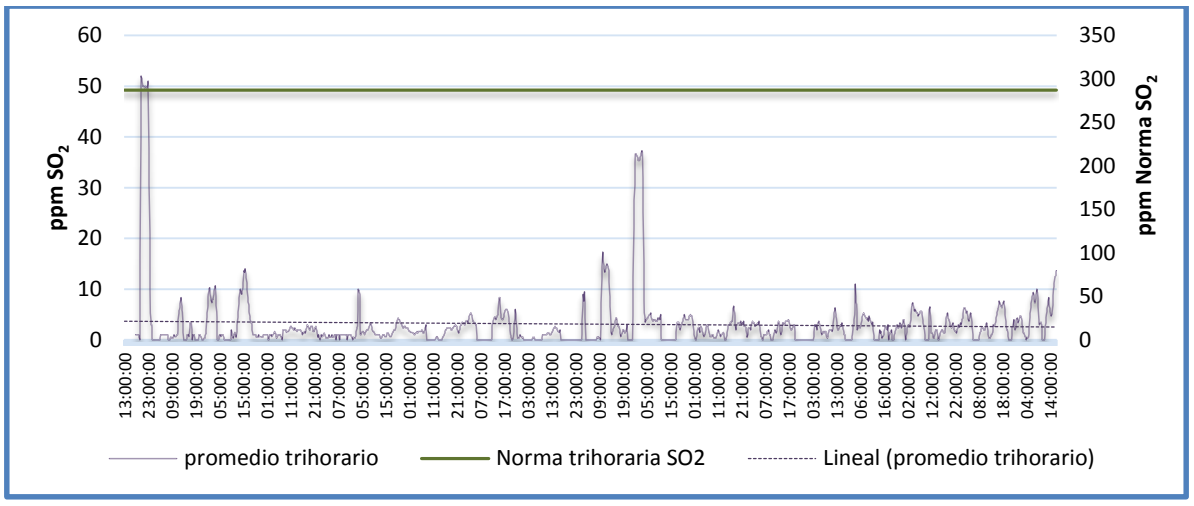


Figura 3 Comparación con la norma trihoraria las concentraciones de SO_2



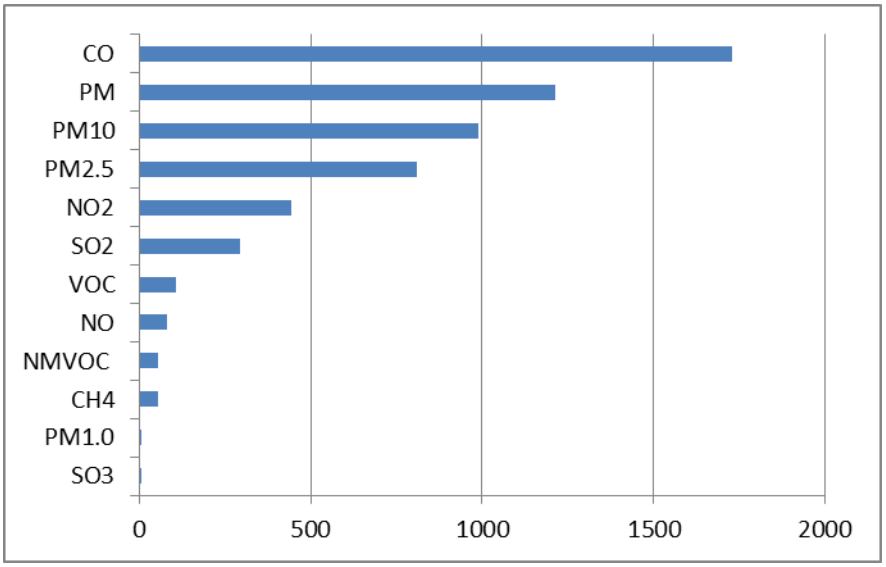
3.3 PERFIL HORARIO DE LA CONCENTRACION DE LOS CONTAMINANTES ANALIZADOS

El perfil horario de las concentraciones de los contaminantes permite observa las horas en las cuales hay mayor cantidad de contaminante en la atmosfera siendo importante para reconocer cuales fuentes serían las que impactan sobre los receptores.

Para identificar las fuentes se consultó el *Estudio de la dispersión de contaminantes en el valle de San Nicolás jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare Convenio 257 de 2009 UPB- CORNARE del 2010,* del que se extracta la Figura 4 Emisiones de Fuentes Fijas en ton/año, la cual exhibe que las mayores emisiones contaminantes son de CO con un valor cercano a 1700 ton/año seguido de PMX (1800 ton/año); 440 ton/año de NO_2 y 300 ton/año del SO_2.

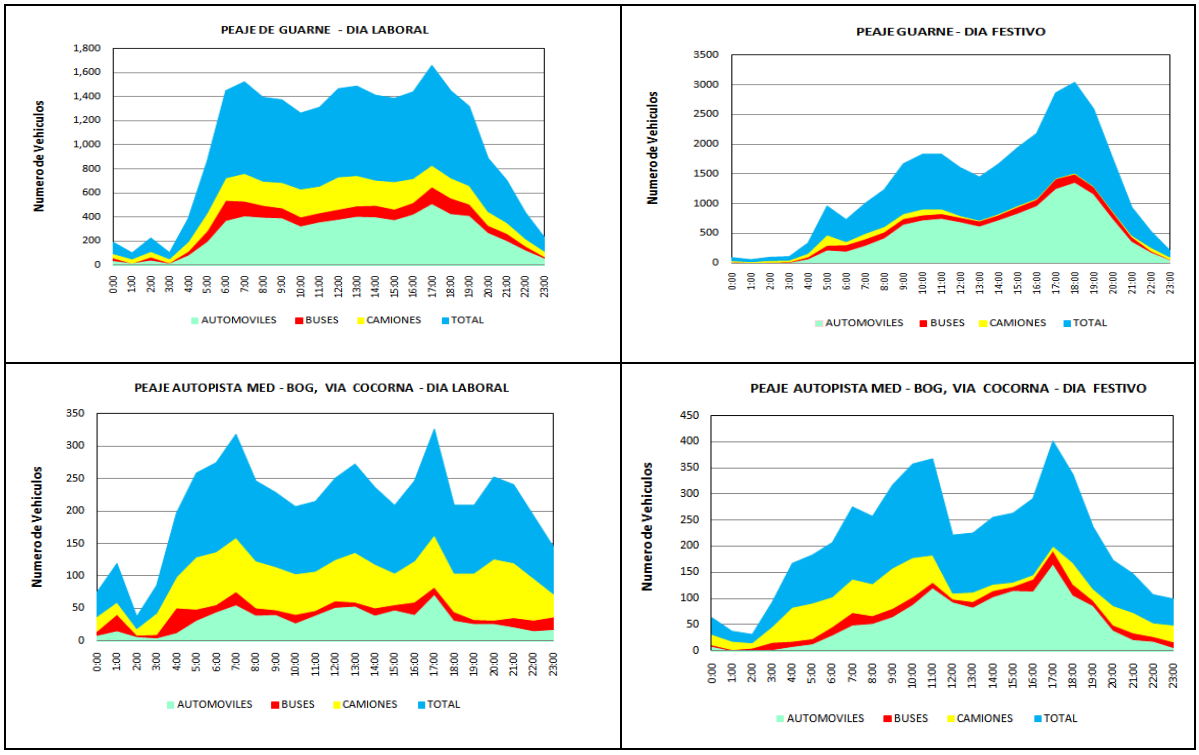
En el caso de las fuentes móviles se toman las Figura 5 que muestran el flujo vehicular medido en los peajes de Guarne y Cocorná, en donde se indica que en los días laborales, los picos de alto flujo se presentan en la mañana entre 6 y 8 am; al medio día de 12 a 1 pm, en la tarde de 5 a 7 pm y en Cocorná muestra otro pico a las 8 pm. Para los días festivos los valores cambian y el mayor flujo vehicular se presenta en tarde de 5 a 7 pm.

Figura 4 Emisiones de Fuentes Fijas en ton/año



Fuente: Estudio de la dispersión de contaminantes en el valle de San Nicolás jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare Convenio 257 de 2009 UPB- CORNARE

Figura 5 Flujo vehicular en vías del Valle de San Nicolás



Fuente: Estudio de la dispersión de contaminantes en el valle de San Nicolás jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare Convenio 257 de 2009 UPB- CORNARE

Los gráficos de la Figura 6, muestran que hay una estrecha correlación entre las emisiones de las fuentes móviles y la variación horaria de los contaminantes que provienen del transporte como son los óxidos de nitrógeno y el monóxido de carbono. Las concentraciones de estos dos contaminantes son más altas de 7 a 8 am y en la noche a partir de las 7 pm, sin embargo los valores no superan la norma nacional. Para el SO_2 la concentración va aumentando a partir de las 11 de la mañana, tal vez, coincidiendo con horas de arranque de calderas o de sistemas de combustión que haya en los alrededores.

Evaluando la concentración de los contaminantes para los días de la semana se puede ver que los cambios no son visibles en comparación con los días festivos, tal como se muestra en la Figura 7 donde el ozono por ejemplo, tiene un mismo comportamiento en cada día no superando concentraciones de 30 ppb, en cuanto al NO_2 las concentraciones aumentan para el final del día especialmente en los miércoles y el SO_2 muestra mayores concentraciones para los días lunes, miércoles y sábados. Aun así los valores son menores que los límites establecidos por la resolución 610 de 2010 y siguen un comportamiento similar a las emisiones de las fuentes vehiculares.

Figura 6 variación horaria de la concentración en inmisión de gases NO_2, SO_2, CO y O_3

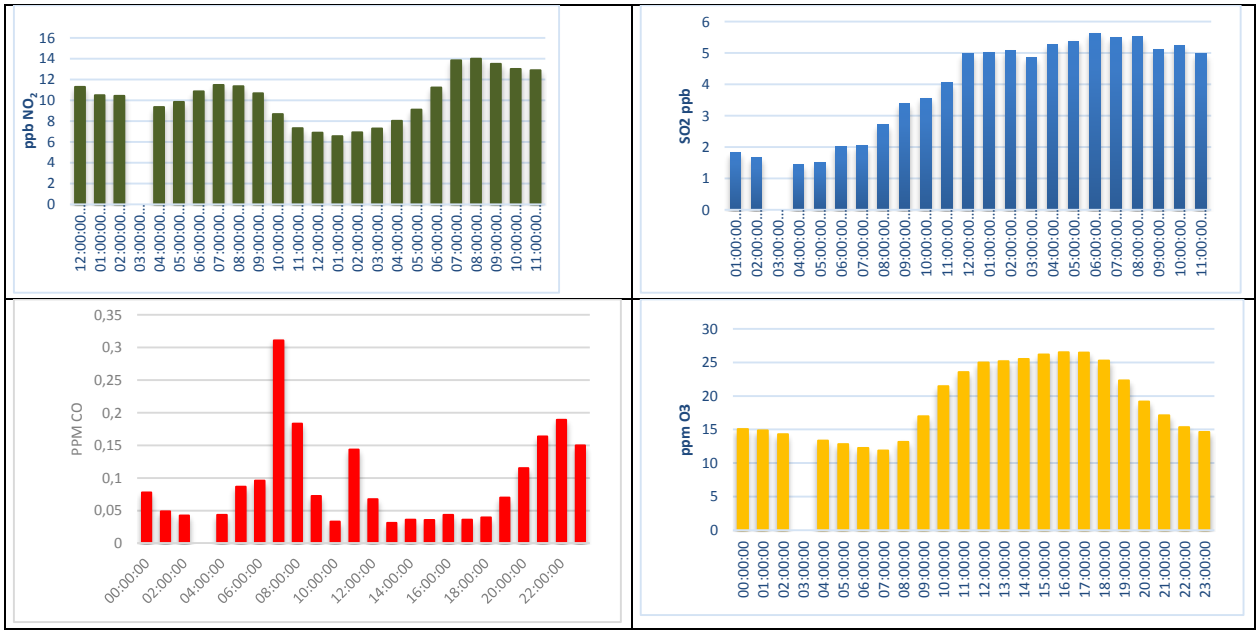
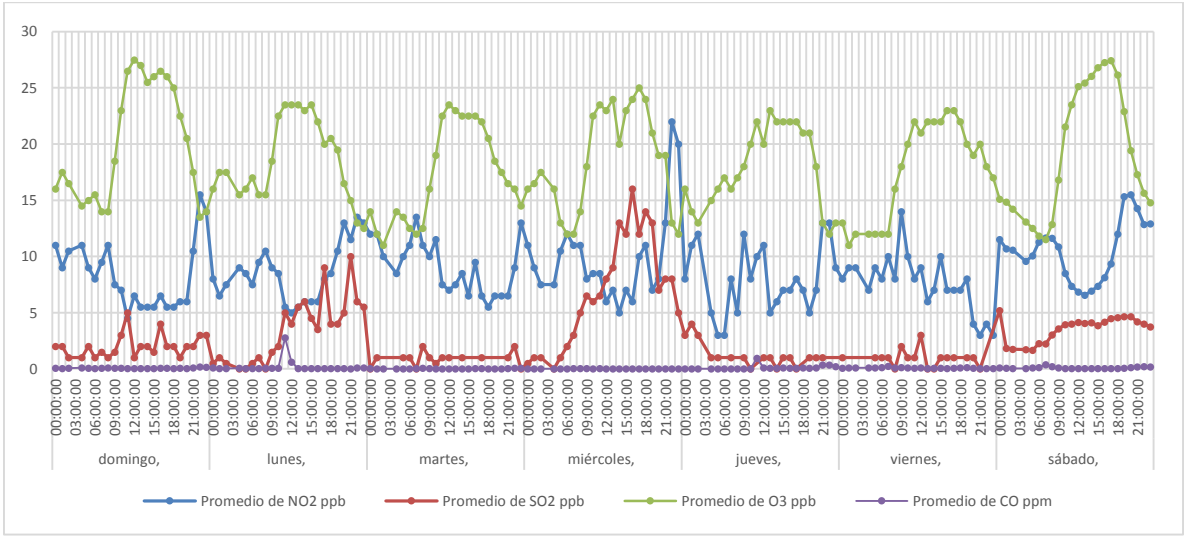


Figura 7 variación de la concentración promedia por día de la semana



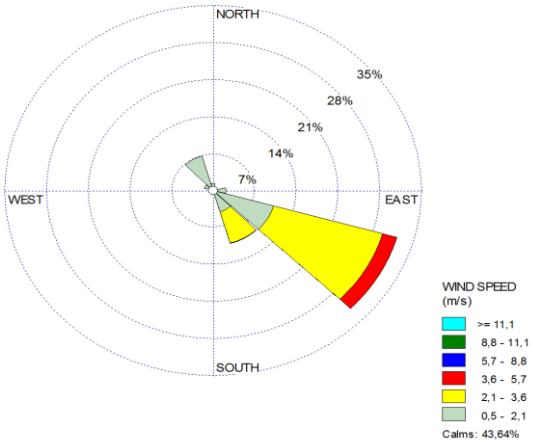
4. RESULTADOS DE MONITOREO DE VARIABLES METEOROLÓGICAS

4.1 ROSA DE VIENTO

La Figura 8 Rosa de vientomuestra la rosa de viento para el periodo de monitoreo comprendido entre mayo y julio del 2014, donde se ve que la frecuencia de ocurrencia de calmas fue casi la mitad del tiempo de monitoreo de 43.6% el resto del tiempo el viento fluyó desde el Sureste con un 38.8

% de frecuencia sin descartar eventos de viento que corresponden a menos del 20% en direcciones el Noreste y el Este. LA velocidad es baja con un 28% entre 0.5 y 2.1 m/s y un cuarto del tiempo de monitoreo con velocidades de hasta 3.6 m/s.

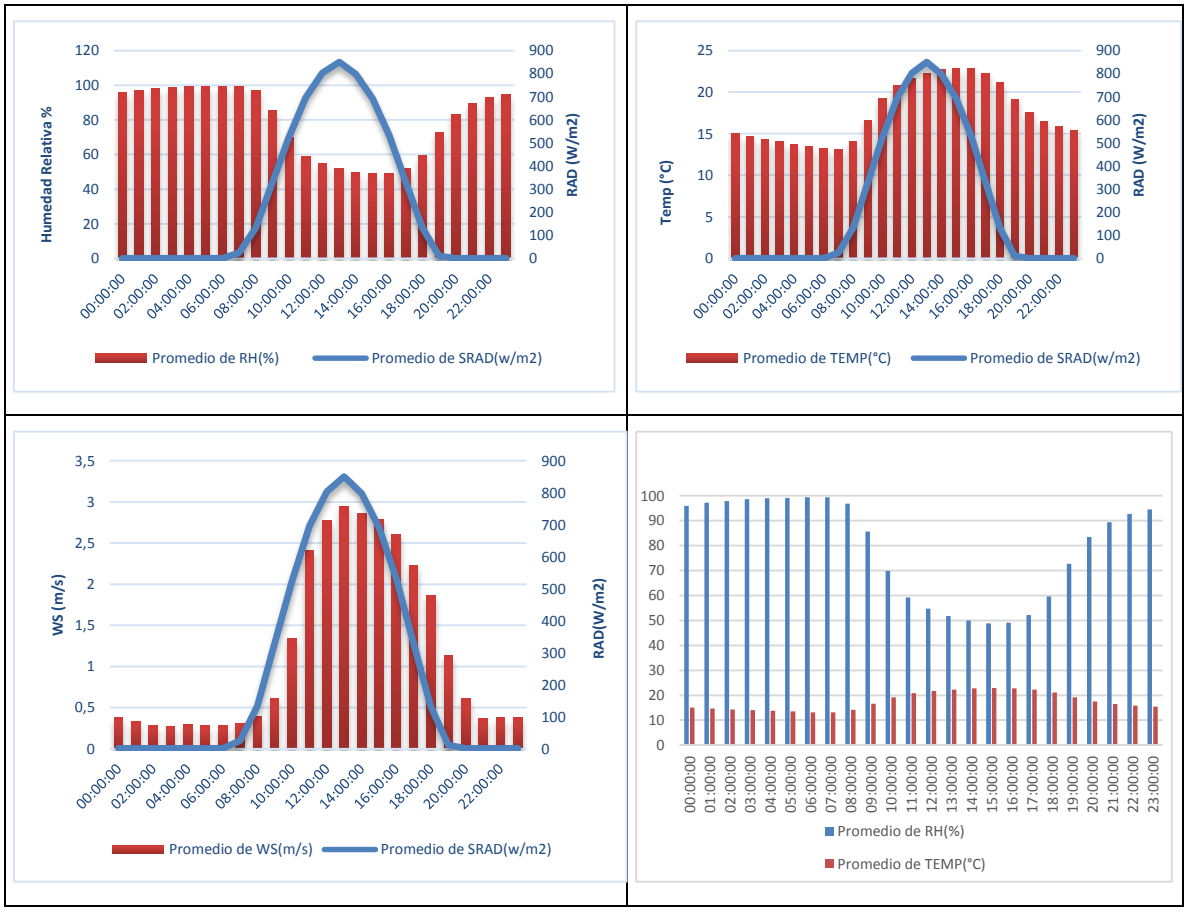
Figura 8 Rosa de viento



4.2 PARÁMETROS METEOROLOGICOS

Como es conocido la radiación solar es el motor de la atmosfera calentando las masas de aire las cuales por su cambio de densidad ascienden ocasionando el flujo del viento a nivel global y local. La comparación de esta variable junto con otras mediciones nos muestra el comportamiento del medio físico durante el periodo de monitoreo. La Figura 9 ilustra la variación de la humedad, la temperatura y la velocidad del viento en concordancia con la radiación solar. Esta llega has máximoo8 00 W/m^2 al medio día entre las 11 am y las 4 pm a su vez la humedad relativa disminuye hasta un valor de 40% en promedio del periodo evaluado. La humedad en el amanecer y en la noche es cercana al 100%. La temperatura muestra un promedio máximo de 23 °C al medio día y permanece durante casi 5 horas, las más bajas (14°C promedio) temperaturas ocurren entre las 4 y las 6 am.

Figura 9 comparación de parámetros meteorológicos



Las masas de aire son activadas por la radiación al medio día ocasionando el movimiento el cual se ve reflejado en una mayor velocidad especialmente al medio día alcanzando casi 3 m/s en promedio. La velocidad en todo caso es baja comparado con otras zonas o temporadas donde podría ascender hasta 8 m/s.

5. CONCLUSION

En si en la zona hay buena ventilación aunque la velocidad del viento máxima es de 5 m/s pero a su vez la topografía es irregular no muy compleja, lo que permite que haya buena mezcla de los contaminantes emitidos en la zona.

La principal fuente que evidencia un efecto en la contaminación es el transporte que hace que los gases varíen de acuerdo al mayor flujo vehicular que se presenta normalmente en las primeras horas de la mañana y en la noche entre las 6 y 8 pm. Esto se ve especialmente en las concentraciones de NO2 y CO que son gases primarios emitidos desde las fuentes móviles.

El comportamiento del ozono es el esperado para una zona relativamente rural sin un impacto mayor por el NO2 mostrando la variación horaria con máximos al medio día de valores de 40 ppb que no superan la norma nacional.

Los gases evaluados se compararon con la resolución 610 de 2010 y se constató que no superan los valores límites establecidos.