Reporte mensual de calidad del aire CORPOBOYACA
Marzo de 2019

1. Introducción

La contaminación atmosférica es un fenómeno que afecta negativamente la salud y el bienestar humano, especialmente a poblaciones situadas cerca de corredores industriales como lo es el valle de Sogamoso, por ello es de gran importancia para la Corporación Autónoma Regional de Boyacá en ejercicio de su función como autoridad ambiental dar a conocer el estado de la calidad del aire de estas zonas.

Es de gran importancia conocer el estado de la calidad del aire ya que influye directamente sobre la salud y el bienestar de las personas. Su deterioro se relaciona con los efectos de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, provenientes de fuentes de diferentes clases y orígenes, las cuales son causadas por la actividad humana o natural. Entre estas se destacan las fuentes fijas asociadas principalmente a los procesos industriales y de manufactura; las fuentes móviles que se relacionan con actividades de transporte y las fuentes naturales que involucran los incendios forestales, la actividad volcánica, la erosión, entre otros.

Con el propósito principal de conocer el panorama de la contaminación atmosférica en la jurisdicción de CORPOBOYACA se ha fortalecido el sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) cuya configuración y propósito difieren según las características socioeconómicas de la región.

En este sentido la Corporación Autónoma Regional de Boyacá pone a disposición del público el reporte del estado de la calidad del aire para el mes de Marzo de 2018 de las estaciones de calidad del aire situadas en Sogamoso, Nobsa, Duitama, Paipa y Tunja, las cuales se encuentran en la Jurisdicción de CORPOBOYACA, este informe se elaboró en base a Ocho (8) estaciones que se encuentran monitoreando la calidad el aire.

2. Ubicación de las estaciones de Monitoreo de Calidad del aire

Tabla 1. Posición de las estaciones de monitoreo

ÍTEM	ESTACIÓN	UBICACIÓN	ALTURA (m.s.n.m)	LATITUD	LONGITUD
1	Hospital	Municipio de Sogamoso, azotea del Hospital Regional	2.503	5° 42' 45, 58''	72°55' 53,08''
2	Recreo	Municipio de Sogamoso, parque recreacional	2.483	5°43' 34,58''	72° 55' 15,30''
3	Paipa	Municipio de Paipa, Piscinas de enfriamiento	2.505	5º 45' 59,2”	73º 08' 45”
4	Sena	Municipio de Sogamoso, Instalaciones del Sena	2.477	5º 45' 25,81”	72º 54' 31,01”
5	Nazareth	Municipio de Nobsa, Colegio Técnico Nazareth	2.479	5º 45' 58,02”	72º 53' 49,23”
6	Móvil 1	Municipio de Nobsa, Instalaciones de Bomberos	2.499	5º 46' 15,34”	72º 56' 16,70”
7	Móvil 2	Municipio de Tunja, parque recreacional del Norte	2.692	5º 32' 44,75”	73º 21' 25,20”
8	Móvil 3	Municipio de Sogamoso, Colegio Juan José Rondón	2.510	5º 44' 40,27”	73º 54' 22,05”

Fuente: Corpoboyacá

3. Contaminantes criterio y norma de calidad del aire en Colombia

La norma de calidad del aire o nivel de inmisión en Colombia fue establecida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS) mediante la Resolución 610 de 2010, la cual modifica la Resolución 601 de 2006 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) y se actualiza a la resolución 2254 de 2017. Dentro de ésta se consideraron los llamados contaminantes criterio, que se definen como aquellos para los cuales existen criterios basados en la afectación a la salud de la población, como fundamento para establecer niveles máximos permisibles en el aire ambiente (USEPA, 2015); a continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los contaminantes.

3.1. Material Particulado

Es usualmente llamado PM (particulate matter) seguido por un número que indica el tamaño de las partículas en micrómetros. El material particulado fino, PM-2.5, corresponde a todas las partículas que tienen un tamaño menor a 2,5 micrómetros y el PM-10 representa las partículas de tamaño menor a 10 micrómetros; esto significa que el PM-2.5 está contenido dentro del PM-10. A las partículas con tamaño entre 2,5 y 10 micrómetros se les conoce como material particulado grueso (WHO, 2006). Las Partículas Suspendidas Totales (PST) contienen al PM-10 y a la fracción inhalable de diámetro mayor, que no sedimentan en periodos cortos sino que permanecen suspendidas en el aire debido a su tamaño y densidad.

Numerosos estudios alrededor del mundo muestran un vínculo entre los niveles de material particulado en el aire ambiente y la morbilidad y mortalidad de la población. Tanto los tiempos cortos de exposición a PM como los largos están relacionados con índices de mortalidad (NILU, 2015).

Las fuentes más importantes de PM-10 involucran procesos mecánicos como el desgaste del asfalto, neumáticos y frenos de los carros, los fenómenos de resuspensión, actividades de construcción, incendios forestales y las actividades industriales. En cuanto a las fuentes de PM-2,5 se encuentran los incendios forestales, las emisiones de escape de los vehículos y la industria (WHO - Regional Office for Europe, 2006).

En la mayoría de los ambientes urbanos se encuentra presente tanto el material particulado fino como grueso; sin embargo, la proporción relativa de estas dos categorías puede variar, dependiendo de la geografía local, de la meteorología y de las características de las fuentes de emisión (WHO - Regional Office for Europe, 2006).

3.2. Dióxido de azufre (SO2)

Este gas incoloro se forma a partir de la combustión de sustancias que contienen azufre, principalmente petróleo y carbón, así como de numerosos procesos industriales. Las plantas de energía, las refinerías de petróleo y otros grandes complejos industriales son fuentes principales de las emisiones actuales de SO2 (NILU, 2015).

En ciertas regiones, la quema de carbón y el uso de gasolina y diésel con alto contenido de azufre son las mayores fuentes de emisión teniendo en cuenta que en la combustión, el azufre presente en el combustible se convierte casi en su totalidad a SO2 (WHO - Regional Office for Europe, 2006).

3.3. Dióxido de nitrógeno (NO2)

En un proceso paralelo al del SO2, el nitrógeno en los combustibles se convierte por combustión a altas temperaturas a óxidos de nitrógeno, NOx, que corresponden a la suma de NO2 y NO. El monóxido de nitrógeno (NO) se encuentra en mayor proporción entre los NOx formados por esta ruta; en sí mismo no afecta a la salud en las concentraciones ambiente usuales, pero es oxidado rápidamente por el ozono troposférico disponible para formar una contribución adicional de NO2, que sí es dañino. Los efectos de la exposición prolongada a NO2 han sido investigados mediante estudios en la población; muchos muestran conexión con asma, bronquitis, afectación de la función pulmonar y mortalidad.

Las contribuciones más importantes a las emisiones de NOx son las correspondientes a las del tubo de escape de los vehículos y a la generación eléctrica; algunos sitios también pueden ser focos de emisión debido a la actividad industrial. En las ciudades grandes los vehículos diésel emiten la mayor parte de NO2 (NILU, 2015).

Cuando se encuentra en presencia de hidrocarburos y de radiación ultravioleta, el dióxido de nitrógeno es la fuente principal de ozono troposférico y de aerosoles de nitrato; estos últimos forman una contribución importante a la concentración ambiente de PM-2.5 (WHO, 2006) (USEPA, 2015).

3.4. Ozono (O3)

Es un gas que no se emite directamente por fuentes primarias, se encuentra en la estratósfera (donde protege a la Tierra contra la dañina radiación ultravioleta) y cerca del nivel del suelo en la tropósfera. Se produce a partir de las reacciones fotoquímicas en presencia de radiación solar y precursores tales como los óxidos de nitrógeno (NOx) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) (USEPA, 2015), y se consume al reaccionar con NO2 al ser depositado en el suelo (WHO, 2006). En el presente informe se hace referencia al ozono troposférico el cual conduce a efectos adversos para la salud

El ozono troposférico puede convertirse en un problema ambiental teniendo en cuenta que afecta la vegetación, la infraestructura y la salud de la población (NILU, 2015). Las medidas encaminadas a controlar sus niveles se enfocan en las emisiones de sus precursores (WHO, 2006).

3.5. Monóxido de carbono (CO)

Se forma a partir de la combustión incompleta de combustibles que contienen carbono tales como gasolina, diésel y madera. Este es un caso común donde una proporción del carbón se oxida solamente a Monóxido de carbono, mientras que la combustión completa conduce a la formación de Dióxido de Carbono (WHO - Regional Office for Europe, 2006). En Colombia los niveles de CO son usualmente bajos y no representan riesgo a la salud de la población.

3.6. Normatividad vigente de calidad del aire

Los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio a condiciones de referencia con sus respectivos tiempos de exposición se describen en la resolución 2254 de 2017 "Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones" Expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Es importante destacar que de acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, “todas las variables de calidad del aire utilizan microgramos por metro cúbico (µg/m3) como unidad de medida.

Tabla 2. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el Aire

CONTAMINANTE	NIVEL MAXIMO PERMISIBLE (ug/m^3)	TIEMPO DE EXPOCISION
PM-10	50	Anual
	75	24 Horas
PM-2.5	25	Anual
	37	24 Horas
SO_2	50	24 Horas
	100	1 Hora
NO_2	60	Anual
	200	1 Hora
O_3	100	8 Horas
CO	5.000	8 Horas
	35.000	1 Hora

Fuente: Resolución 2254 de 2017

4. Contaminantes monitoreados

En la tabla No 3 se muestran los contaminantes monitoreados por cada estación que hace parte de la red de monitoreo de calidad del aire de CORPOBOYACA.

Tabla 3. Contaminantes monitoreados por estación

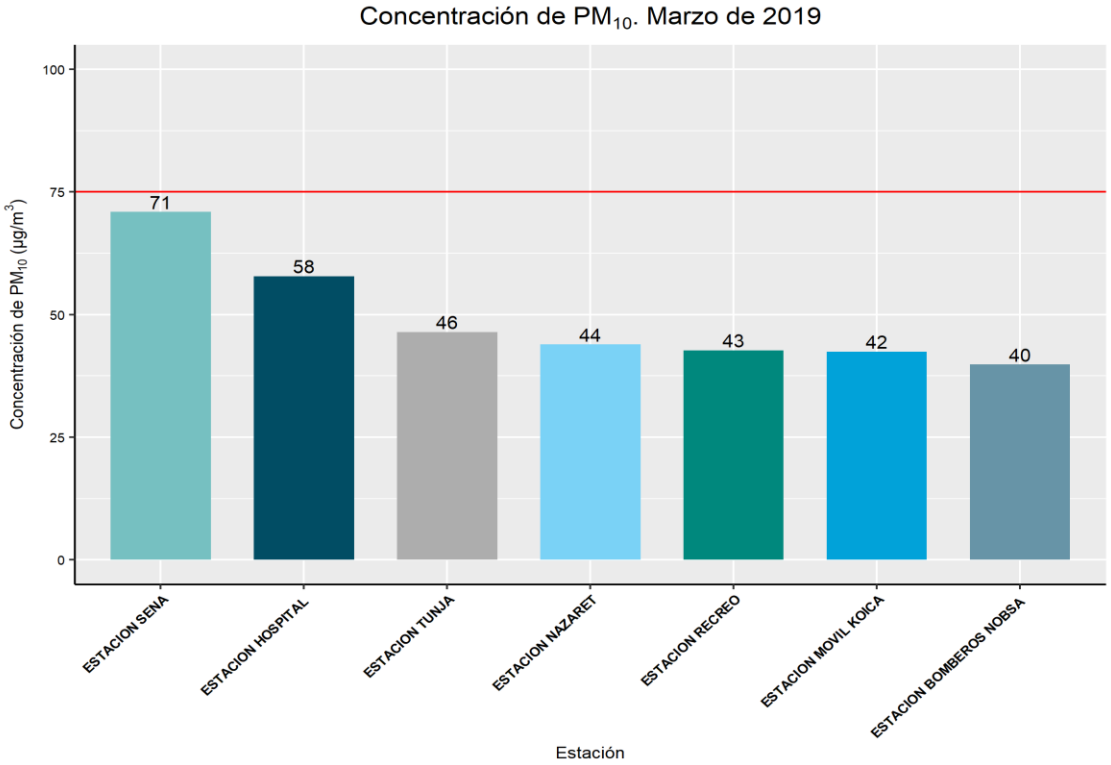
CONTAMINANTES MONITOREADOS RED DE MONITOREO CORPOBOYACA						
	PM-10	PM-2.5	SO2	NO2	O3	CO
ESTACION BOMBEROS NOBSA	X	X	X		X	
ESTACION NAZARET	X	X		X	X	X
ESTACION RECREO	X	X	X		X	X
ESTACION SENA	X		X		X	
ESTACION MOVIL KOICA	X		X	X	X	X
ESTACION TUNJA	X	X	X		X	
ESTACION HOSPITAL	X					
ESTACION PAIPA			X			

Fuente: Corpoboyacá

4.1. Comportamiento de los promedios diarios de PM-10

Para el mes de Marzo de 2019 se realizó monitoreo del contaminante PM-10 en 7 estaciones ubicadas en Nobsa (Bomberos y Nazaret) y Sogamoso (Móvil Koica, SENA, Parque recreacional de norte y Hospital), y Tunja (Parque recreacional de norte) presentando el siguiente comportamiento de los contaminantes criterios en la calidad del aire.

Figura 1. Promedio mensual PM-10 Red de monitoreo de calidad del aire CORPOBOYACA



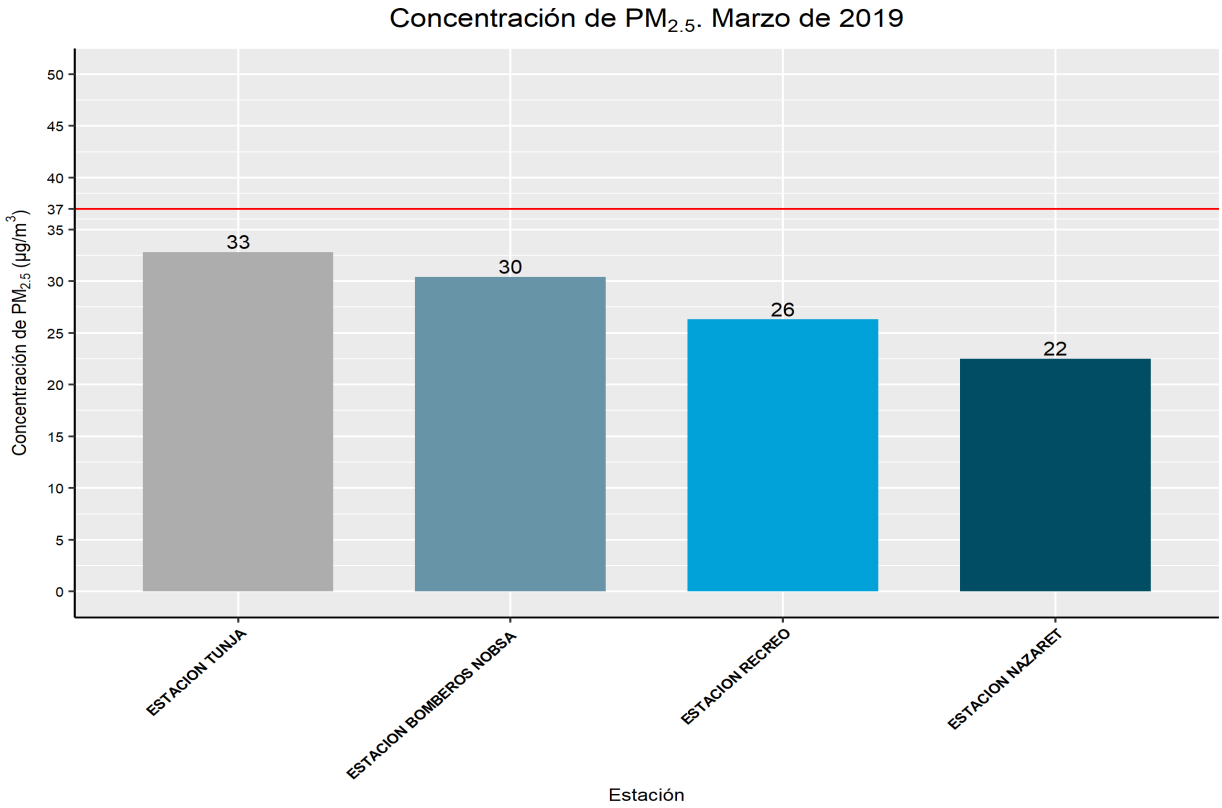
Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 1 evidencia el comportamiento del contaminante PM-10 en el mes de Marzo de 2019 de 7 estaciones de la red de Monitoreo de calidad del aire ubicadas en Tunja, Nobsa y Sogamoso, se puede identificar que la estación SENA presenta la concentración más alta con **71 µg/m³** y la estación Bomberos Nobsa presenta la concentración más baja con **40 µg/m³**, de acuerdo a los valores expuestos las concentraciones no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 24 horas que es de **75 µg/m³** según Resolución 2254 de 2017.

4.2. Comportamiento de los promedios diarios de PM-2.5

Para el mes de Marzo de 2019 se realizó monitoreo del contaminante PM-2.5 en 4 estaciones presentando el siguiente comportamiento.

Figura 2. Promedio mensual PM-2.5 Red de monitoreo de calidad del aire CORPOBOYACA



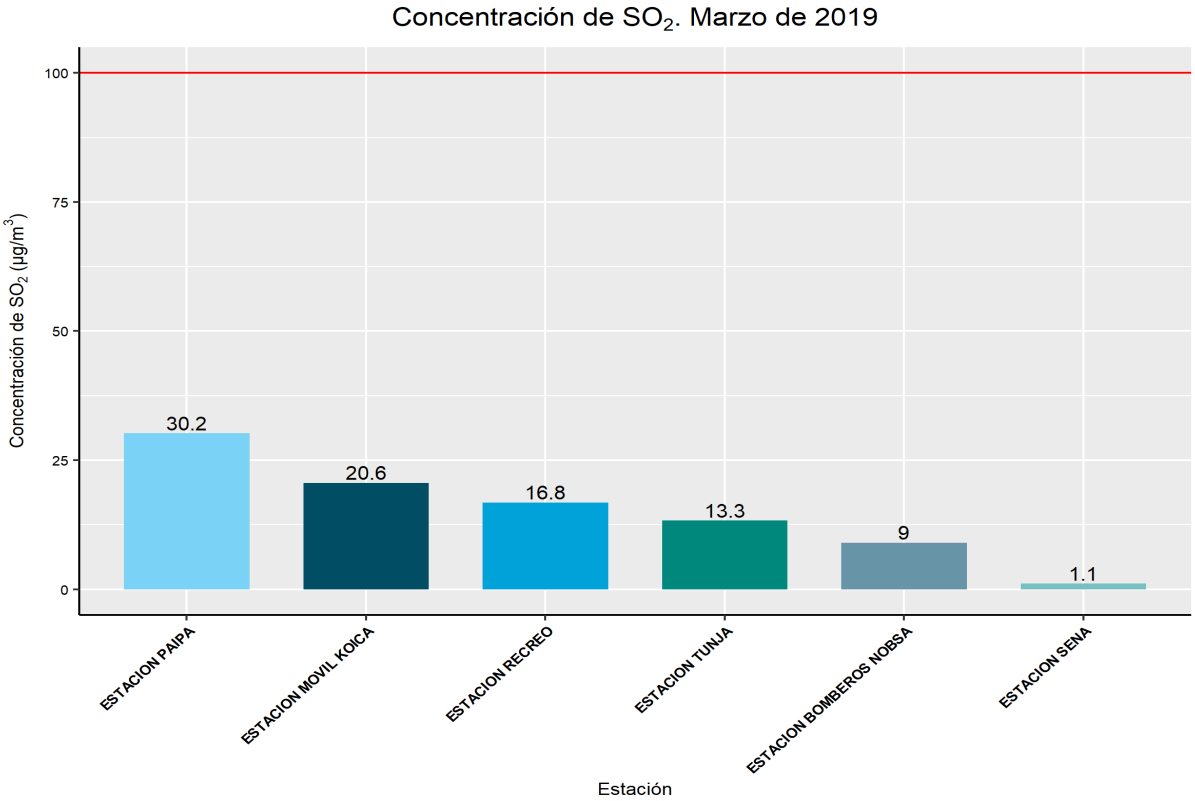
Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 2 se evidencia el comportamiento del contaminante PM-2.5 en el mes de Marzo de 2019 de 4 estaciones de la red de Monitoreo de calidad del aire, se puede identificar que la estación Tunja registra el valor más alto de concentración de **33 µg/m³** y la estación NAZARETH presenta la concentración más baja con un valor de **22 µg/m³**, las concentraciones no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 24 horas es de **37 µg/m³** según Resolución 2254 de 2017.

4.3. Comportamiento de los promedios diarios de SO_2

Para el mes de Marzo de 2019 se realizó monitoreo del contaminante SO_2 (Dióxido de Azufre) en 6 estaciones presentando el siguiente comportamiento.

Figura 3. Promedio mensual SO_2 Red de monitoreo de calidad del aire CORPOBOYACA



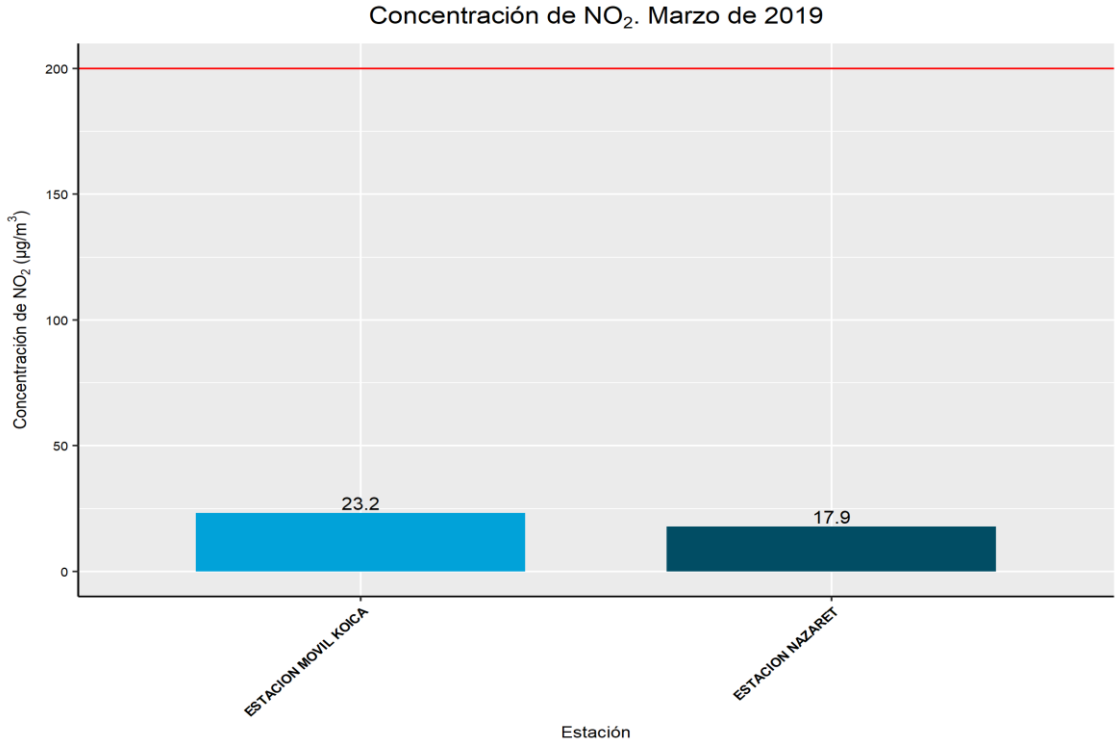
Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 3 evidencia el comportamiento del contaminante SO_2 en el mes de Marzo de 2019 de 6 estaciones de la red de Monitoreo de calidad del aire, se puede identificar que la estación Paipa registra el valor más alto de concentración diaria **30.2 µg/m³** y la estación SENA presenta la concentración más baja con un valor de **1.1 µg/m³**, las concentraciones no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 1 hora es de **100 µg/m³** según Resolución 2254 de 2017.

4.4. Comportamiento de los promedios diarios de NO_2

En el mes de Marzo de 2019 se registró datos del contaminante **NO_2** en 2 estaciones de monitoreo de calidad del aire presentando el siguiente comportamiento.

Figura 4. Promedio mensual NO_2 Red de monitoreo de calidad del aire CORPOBOYACA



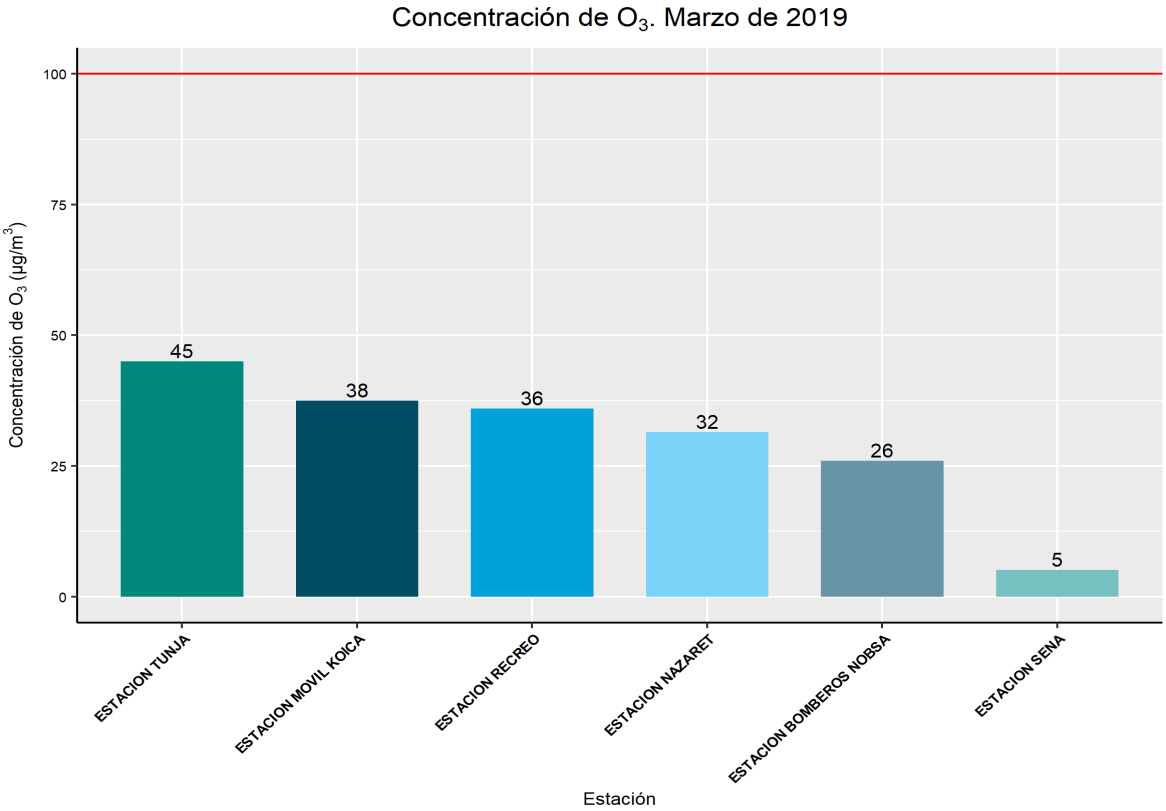
Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 4 evidencia el comportamiento del contaminante **NO_2** para el mes de Marzo de 2019 de 2 estaciones de la red de Monitoreo de calidad del aire, se puede identificar que la estación MOVIL KOICA registra el valor más alto de concentración horaria con un valor de **23.2 µg/ m³** y la estación NAZARETH presenta la concentración más baja con un valor de **17.9 µg/m³**, las concentraciones horarias para el contaminante **NO_2** no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 1 hora que es de **200 µg/m³** según Resolución 2254 de 2017.

4.5. Comportamiento de los promedios diarios de O_3

Para el mes de Marzo de 2019 se presentó el siguiente comportamiento para el contaminante O_3 (Ozono) en 6 estaciones presentando el siguiente comportamiento.

Figura 5. Promedio mensual O3 Red de monitoreo de calidad del aire CORPOBOYACA



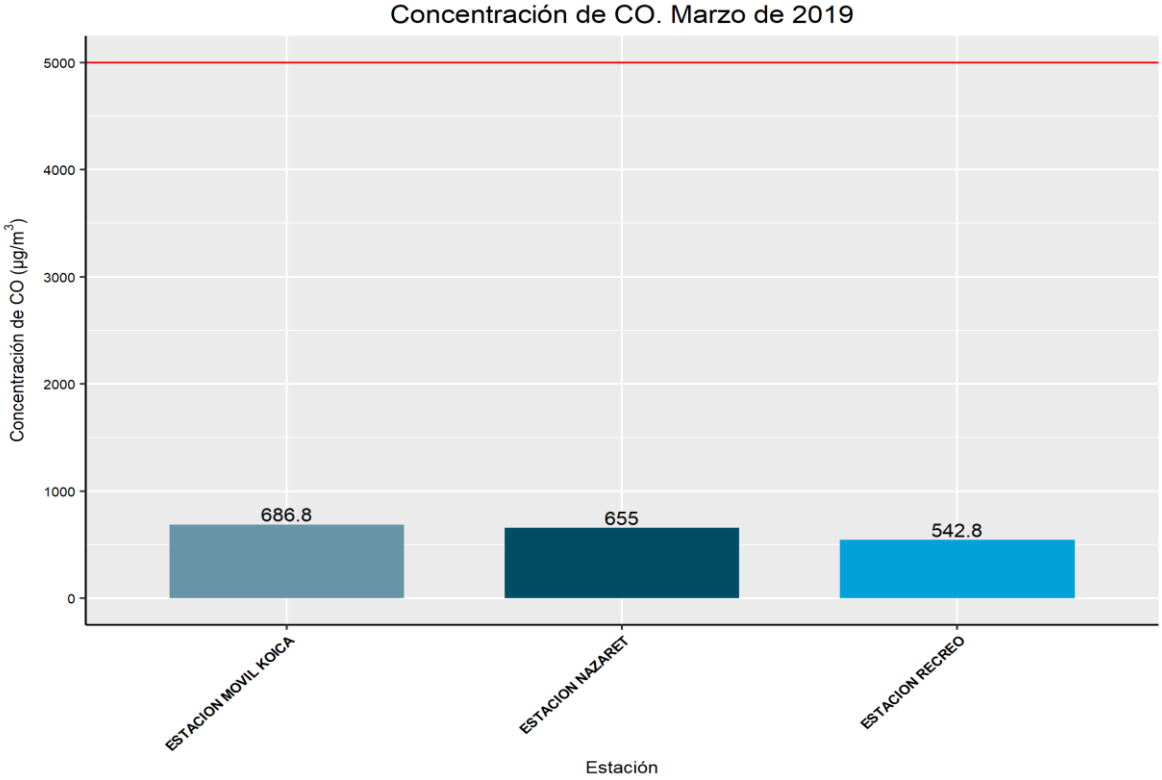
Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 5 se evidencia el comportamiento del contaminante O_3 para el mes de Marzo de 2019 de 6 estaciones de la red de Monitoreo de calidad del aire, se puede identificar que la estación TUNJA registra el valor más alto de concentración con un valor de **45 µg/ m³** y la estación SENA presenta la concentración más baja con un valor de **5 µg/m³**, las concentraciones horarias para el contaminante O_3 no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 8 horas que es de **100 µg/m³** según Resolución 2254 de 2017.

4.6. Comportamiento de los promedios diarios de CO

Para el mes de Marzo de 2019 se presentó el siguiente comportamiento para el contaminante **CO**

Figura 6. Promedio mensual CO Red de monitoreo de calidad del aire CORPOBOYACA



Fuente: CORPOBOYACA

En la figura No 6 se evidencia el comportamiento del contaminante CO en el mes de Marzo de 2019 de 3 estaciones de la red de Monitoreo de calidad del aire, se puede identificar que la estación Móvil Koica registra el valor más alto de concentración con un valor de **686.8 µg/m^3** y la estación Recreo presenta la concentración más baja con un valor de **542.8 µg/m^3**, las concentraciones horarias para el contaminante CO no superan el nivel máximo permisible en un tiempo de exposición de 8 horas que es de **5000 µg/m^3** según Resolución 2254 de 2017.

5. Rosa de Vientos red de Monitoreo de Calidad del Aire Corpoboyacá

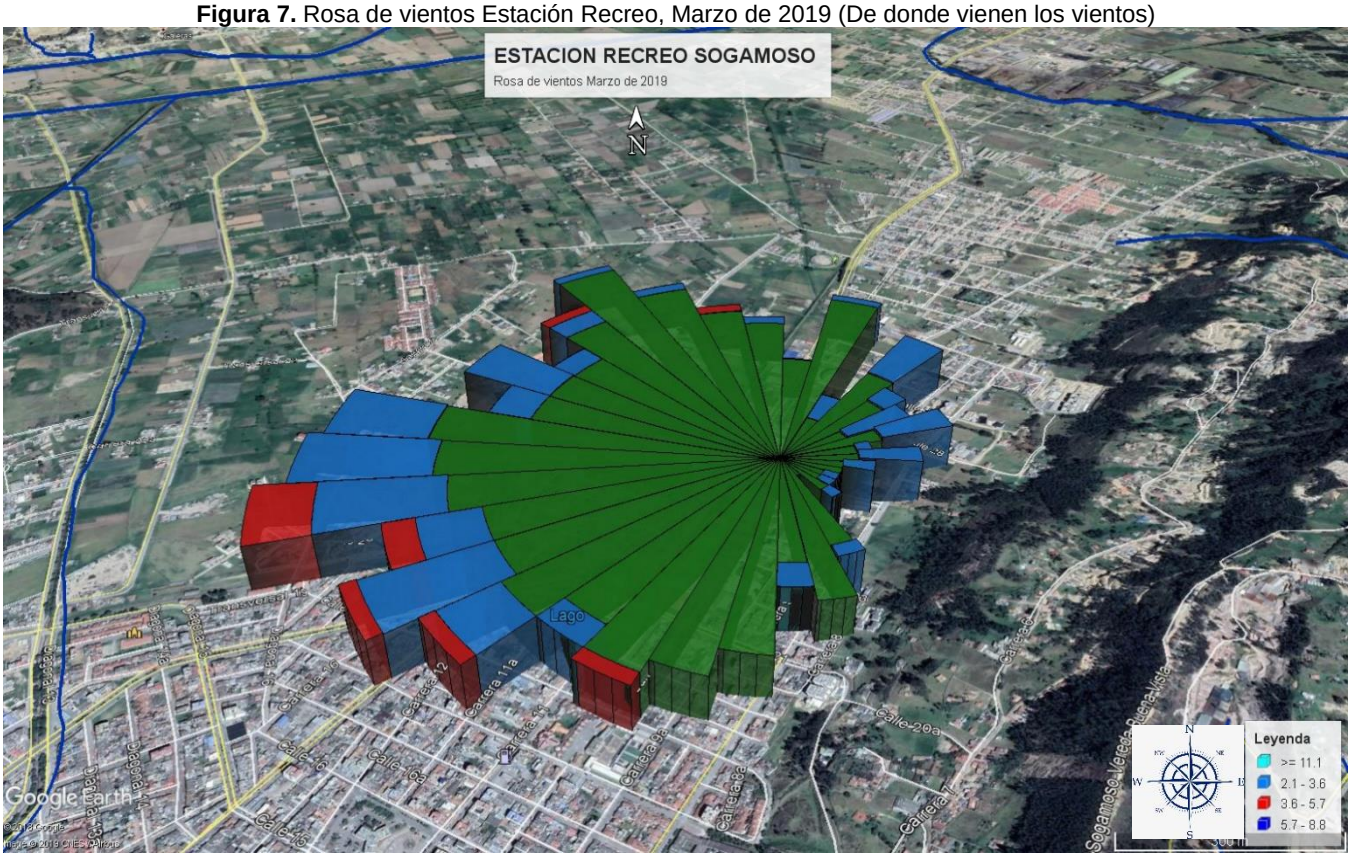
5.1. Rosa de vientos estación Recreo Marzo de 2019

La rosa de vientos es una herramienta que permite evidenciar el comportamiento del viento respecto a velocidad y dirección así mismo permite realizar análisis de dispersión de contaminantes y dirección predominante del viento.

Nota: Las convenciones para identificar las velocidades del viento según las gráficas son las siguientes

- Velocidades del viento entre 0,50 m/s y 2,10 m/s
- Velocidades del viento entre 2,1 m/s y 3,6 m/s
- Velocidades del viento entre 3,6 m/s y 5,7 m/s
- Velocidades del viento entre 5,7 m/s y 8,8 m/s
- Velocidades del viento mayores a 11,1 m/s

Figura 7. Rosa de vientos Estación Recreo, Marzo de 2019 (De donde vienen los vientos)



Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 7 evidencia de donde vienen los vientos en el mes de Marzo de 2019, la dirección predominante del viento es hacia el **OESTE**, el 65,9% tiene una velocidad del viento entre 0,50 m/s y 2,10 m/s, el 12,6% representa velocidad del viento 2,10 m/s y 3,60 m/s, el 1,5% representa velocidad del viento entre 3,60 m/s y 5,70 m/s y el 17,3% representa calma.

5.2. Rosa de vientos estación Móvil Koica Marzo de 2019

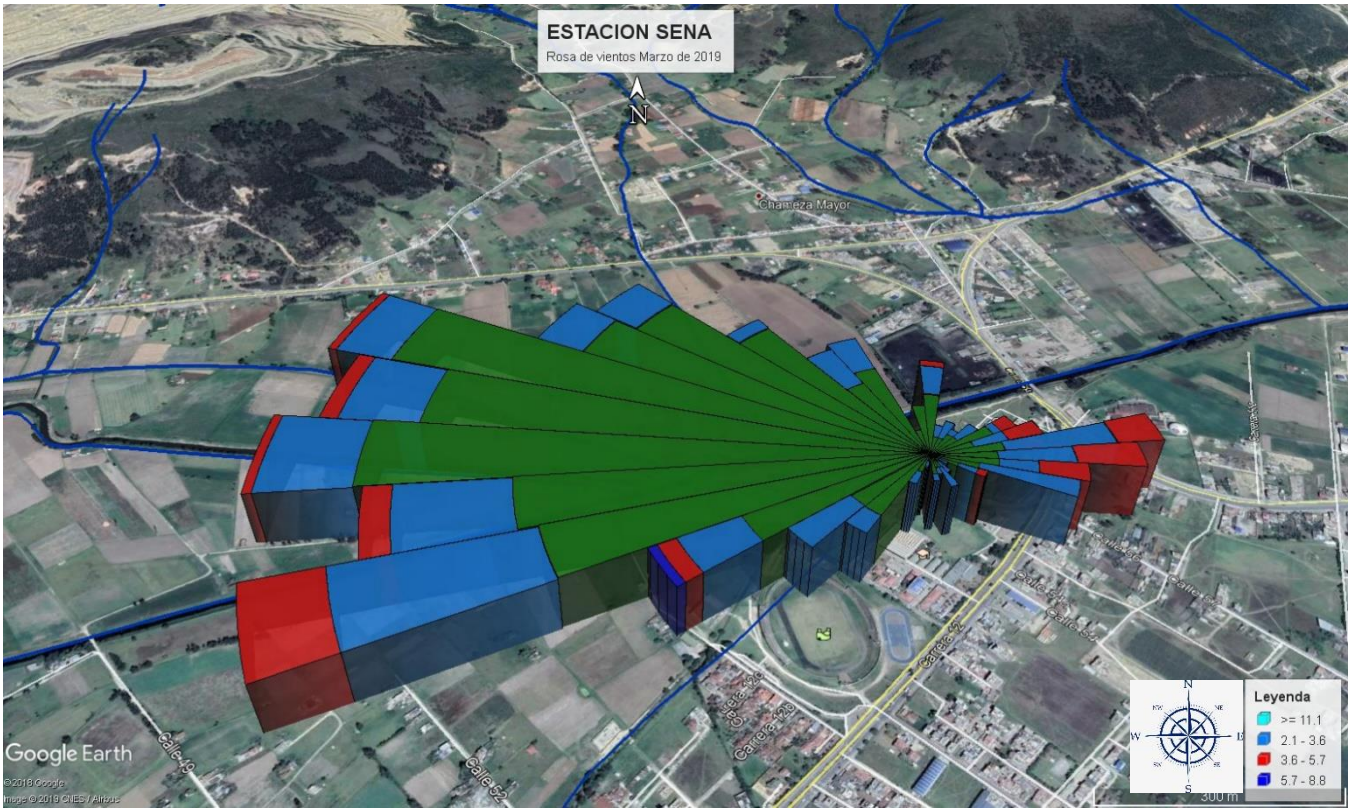
Figura 8. Rosa de vientos Estación Móvil Koica, Marzo de 2019 (De donde vienen los vientos)

Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 8 evidencia de donde vienen los vientos en el mes de Marzo de 2019, la dirección predominante del viento es hacia el **SUR**, el 85,6% tiene una velocidad del viento entre 0,50 m/s y 2,10 m/s, el 4,3% representa velocidad del viento 2,10 m/s y 3,60 m/s, el 0,1% representa velocidad del viento entre 3,60 m/s y 5,70 m/s y el 9,7% representa calma.

5.3. Rosa de vientos estación SENA Marzo de 2019

Figura 9. Rosa de vientos Estación SENA, Marzo de 2019 (De donde vienen los vientos)

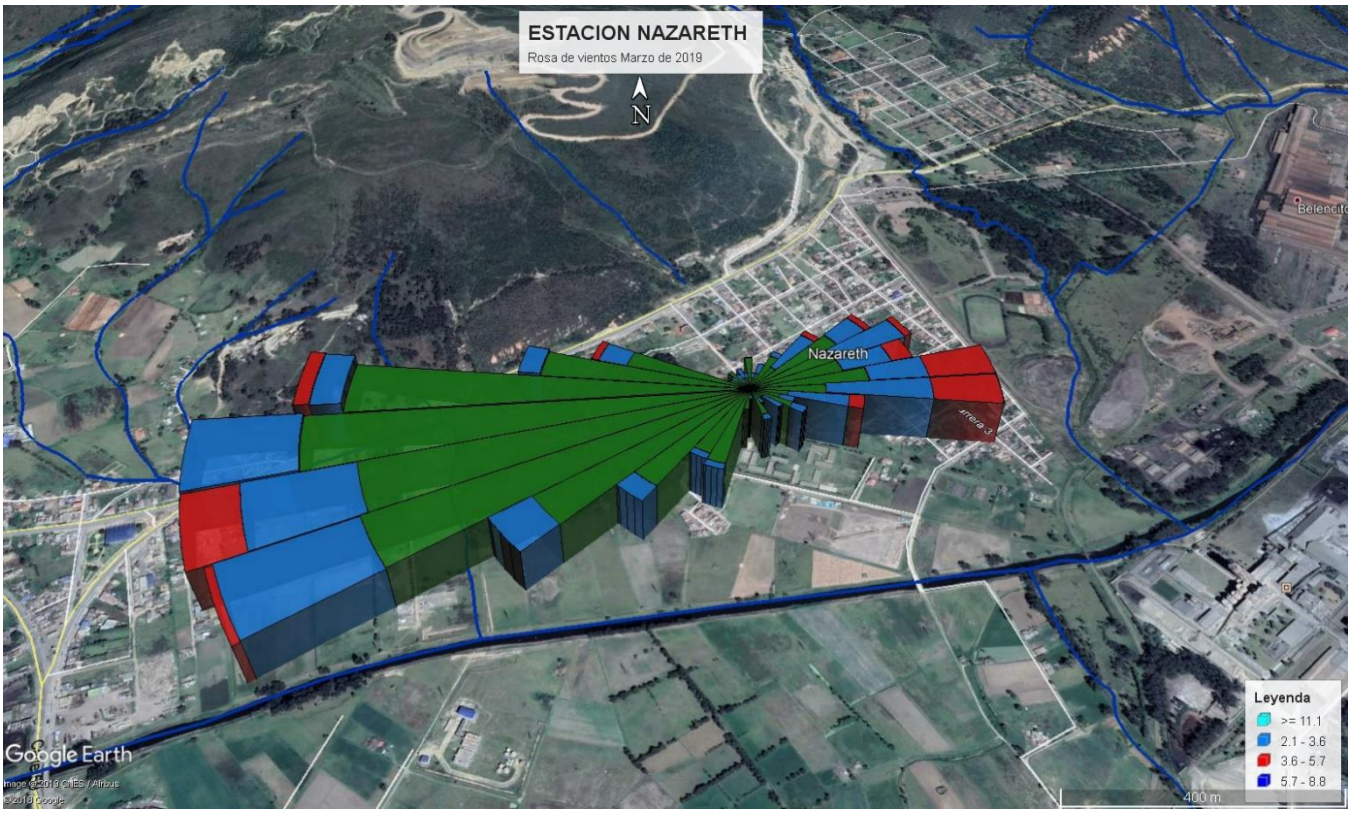


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 9 evidencia de donde vienen los vientos en el mes de Marzo de 2019, la dirección predominante del viento es hacia el **OESTE**, el 71,2% tiene una velocidad del viento entre 0,50 m/s y 2,10 m/s, el 22,7% representa velocidad del viento 2,10 m/s y 3,60 m/s, el 5,6% representa velocidad del viento entre 3,60 m/s, el 0,1% tiene una velocidad del viento entre 5,70 m/s y 8,80 m/s y 5,70, El 0,1 % representa calma.

5.4. Rosa de vientos estación NAZARET Marzo de 2019

Figura 10. Rosa de vientos Estación NAZARET, Marzo de 2019 (De donde vienen los vientos)

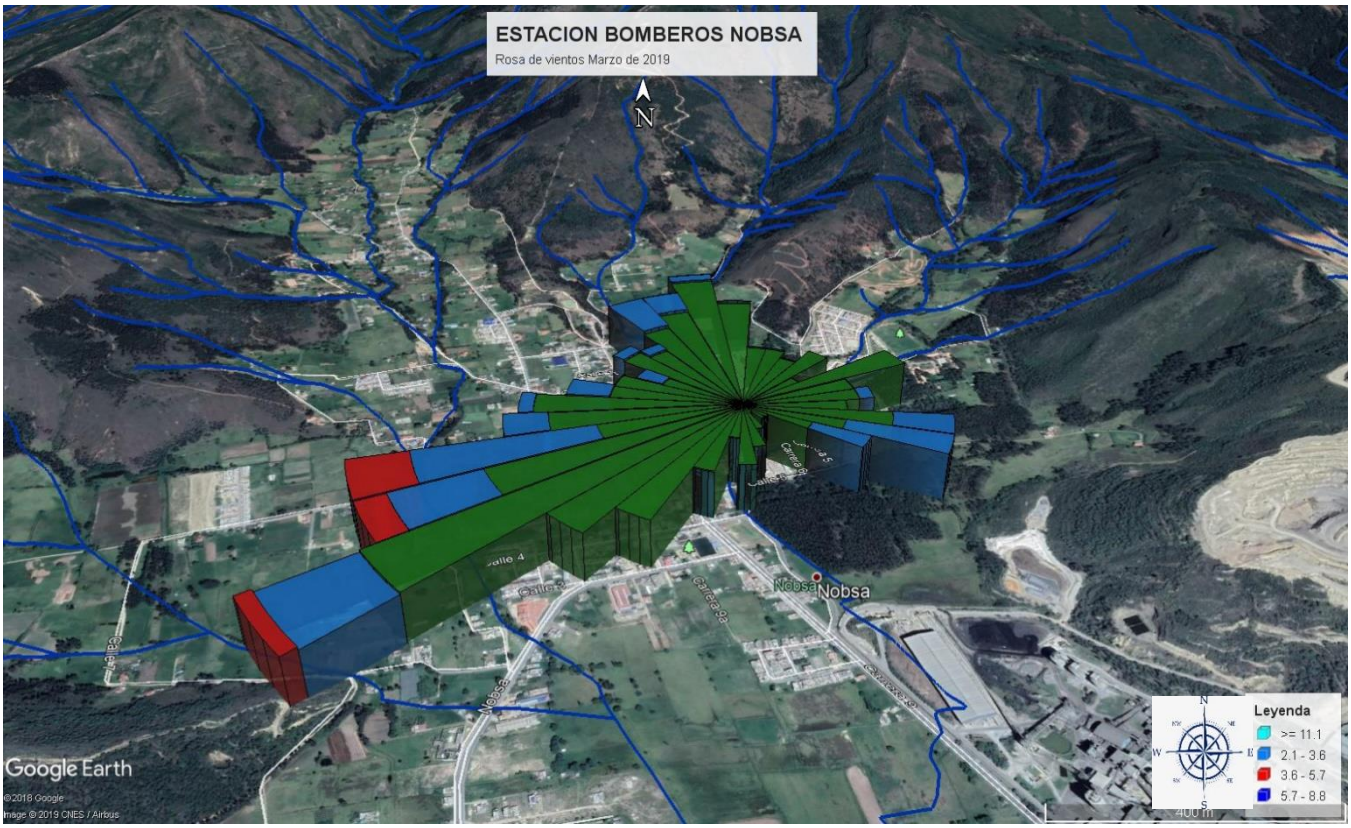


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 10 evidencia de donde vienen los vientos para el mes de Marzo de 2019, la dirección predominante del viento es hacia el **ESTE y OESTE**, el 64% tiene una velocidad del viento entre 0,50 m/s y 2,10 m/s, el 19,9% representa velocidad del viento 2,10 m/s y 3,60 m/s, el 5% representa velocidad del viento entre 3,60 m/s y 5,70 y el 11% representa calma.

5.5. Rosa de vientos estación Bomberos Nobsa Marzo de 2019

Figura 11. Rosa de vientos Estación BOMBEROS NOBSA, Marzo de 2019 (De donde vienen los vientos)

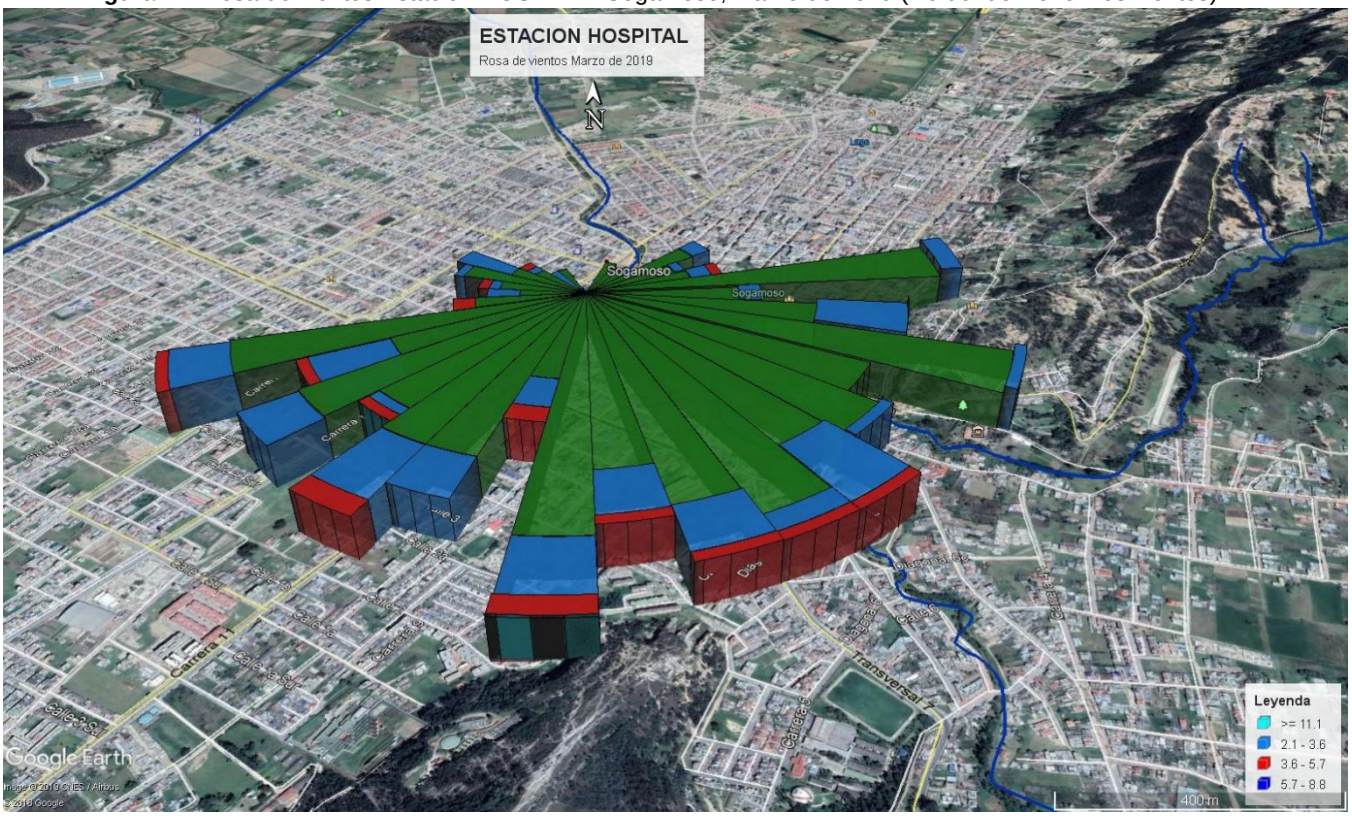


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 11 evidencia de donde vienen los vientos para el mes de Marzo de 2019, la dirección predominante del viento es hacia el **SUROESTE** el 46,1% tiene una velocidad del viento entre 0,50 m/s y 2,10 m/s, el 8,1 % representa velocidad del viento 2,10 m/s y 3,60 m/s, el 0,9% representa velocidad del viento entre 3,60 m/s y 5,70 y el 41,7% representa calma.

5.6. Rosa de vientos estación Hospital Sogamoso Marzo de 2019

Figura 12. Rosa de vientos Estación HOSPITAL Sogamoso, Marzo de 2019 (De donde vienen los vientos)



Fuente: CORPOBOYACA

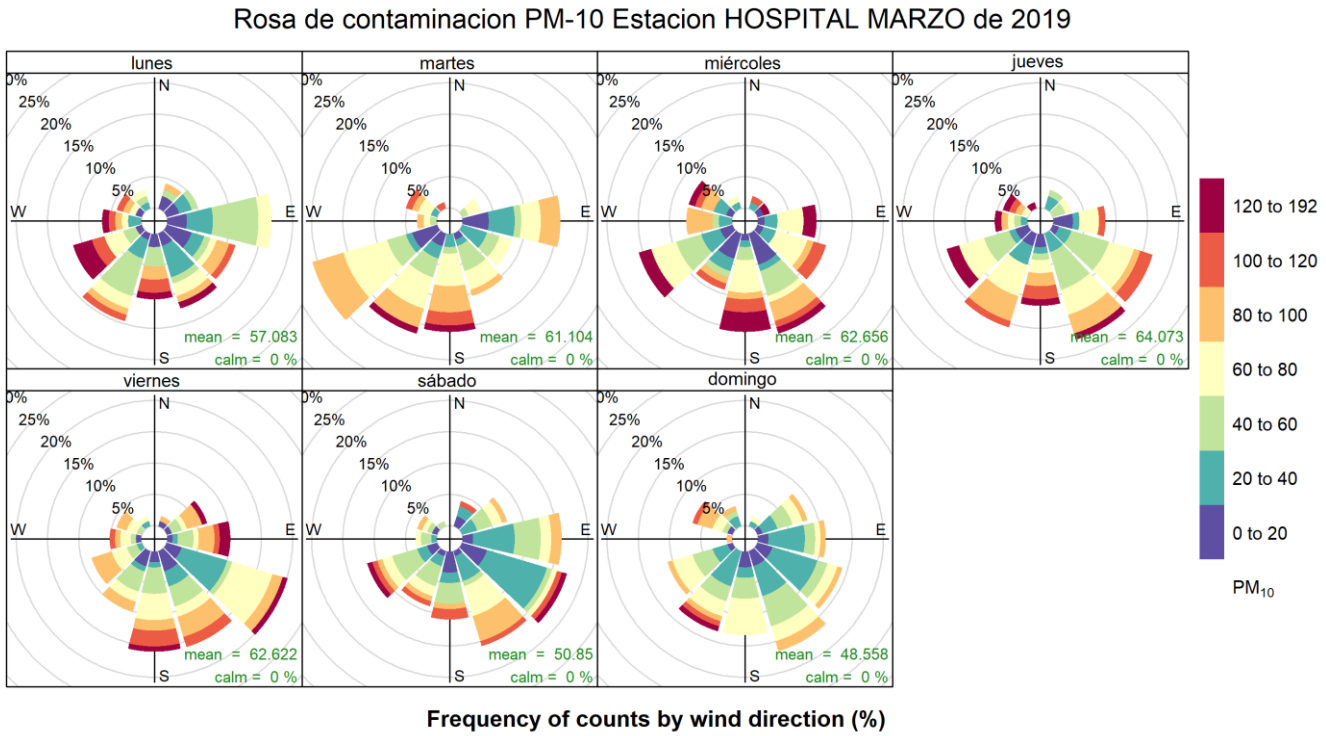
La figura No 12 evidencia de donde vienen los vientos para el mes de Marzo de 2019, la dirección predominante del viento es hacia el **SUR** el 78,1% tiene una velocidad del viento entre 0,50 m/s y 2,10 m/s, el 12,9% representa velocidad del viento 2,10 m/s y 3,60 m/s, el 2,4% representa velocidad del viento entre 3,60 m/s y 5,70 y el 6,5% representa calma.

6. Rosa de contaminación red de Monitoreo de calidad del aire Corpoboyacá

Una rosa de contaminación es una gráfica representada por la dirección y velocidad del viento de donde provienen los contaminantes criterio de una estación de calidad del aire, esta rosa de contaminación describe los niveles de concentración y de donde proviene.

6.1. Rosa de contaminación estación Hospital

Figura 13. Rosa de contaminación estación Hospital, Marzo de 2019

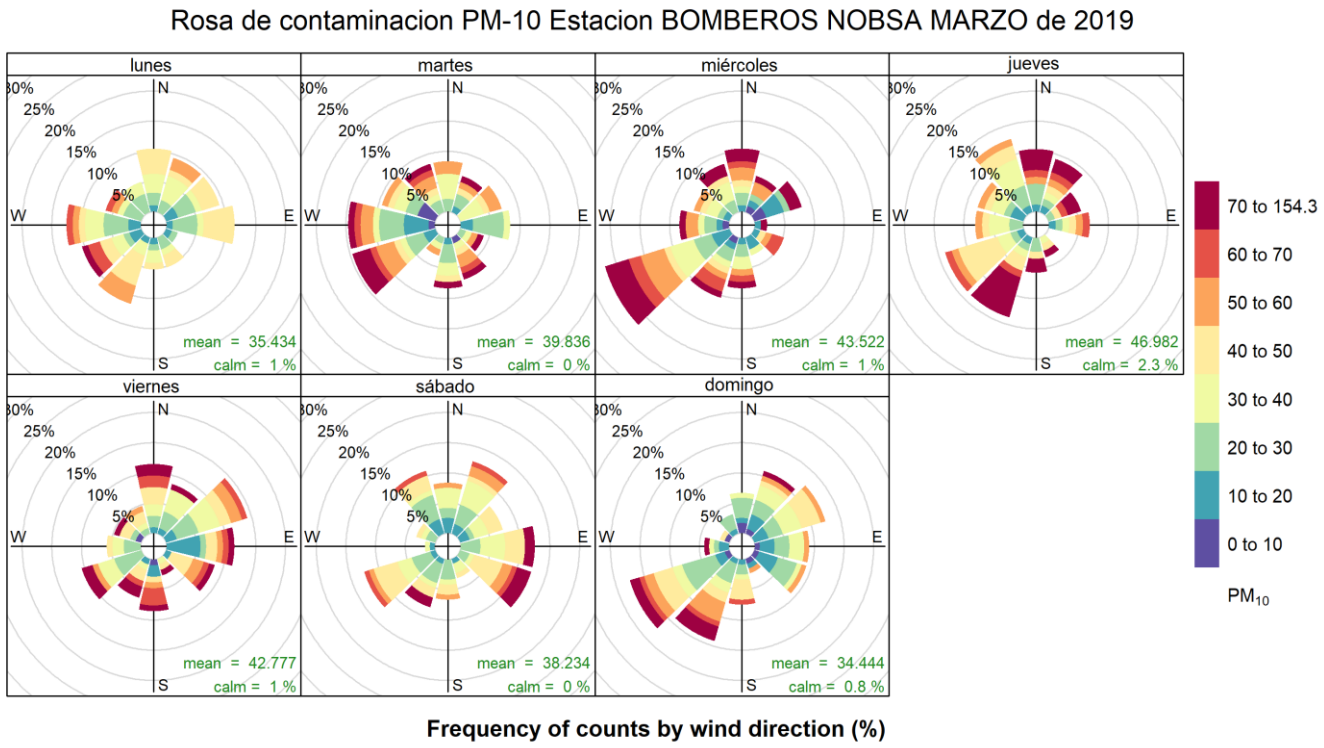


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 13 representa la Rosa de contaminación de la estación Hospital, se identifica que los vientos de Lunes a Domingo para el mes de Marzo de 2019 tiene mayor predominancia hacia el **SUR**, la concentración diaria esta entre los valores de 0 a 70 µg/m^3 de un máximo permisible de 75 µg/m^3.

6.2. Rosa de contaminación estación Bomberos Nobsa

Figura 14. Rosa de contaminación Estación BOMBEROS NOBSA, Marzo de 2019

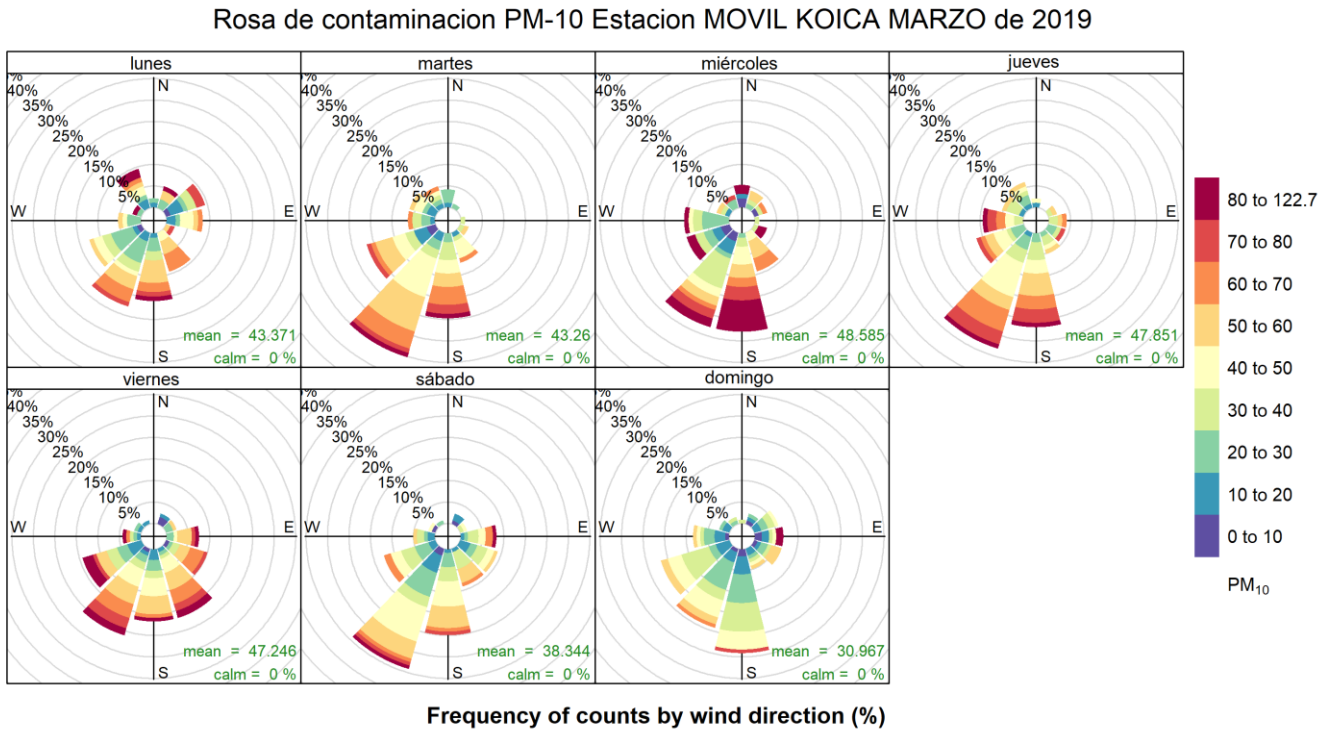


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 14 representa la Rosa de contaminación de la estación Bomberos Nobsa se identifica que los vientos de Lunes a Domingo para el mes de Marzo de 2019 provienen en su mayoría del **NORESTE y SUROESTE**, la concentración diaria esta entre los valores de 0 a 40 µg/m^3 de un máximo permisible de 75 µg/m^3.

6.3. Rosa de contaminación estación Móvil Koica

Figura 15. Rosa de contaminación Estación Móvil Koica, Marzo de 2019

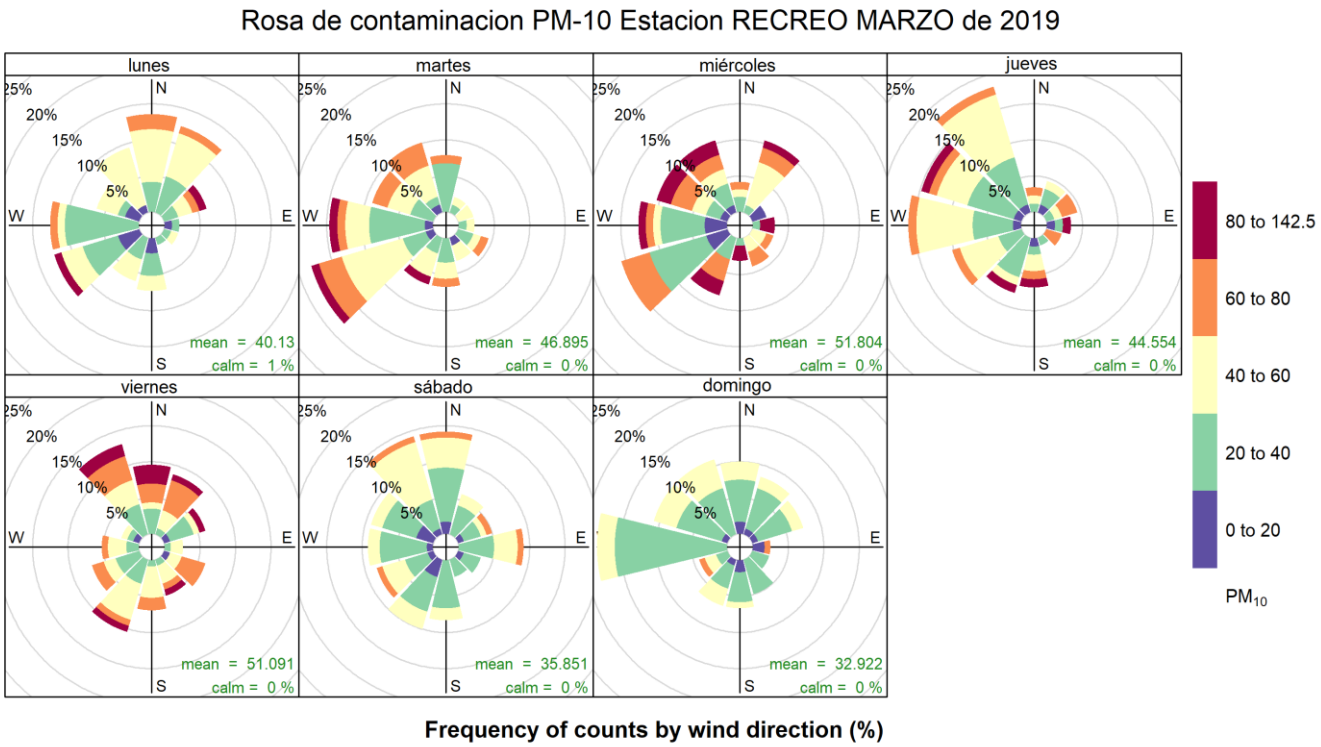


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 15 representa la Rosa de contaminación de la estación Móvil Koica se identifica que los vientos de Lunes a Domingo para el mes de Marzo de 2019 provienen en su mayoría del **SUR**, la concentración diaria esta entre los valores de 0 a 50 µg/m^3 de un máximo permisible de 75 µg/m^3.

6.4. Rosa de contaminación estación Recreo

Figura 16. Rosa de contaminación Estación Recreo, Marzo de 2019

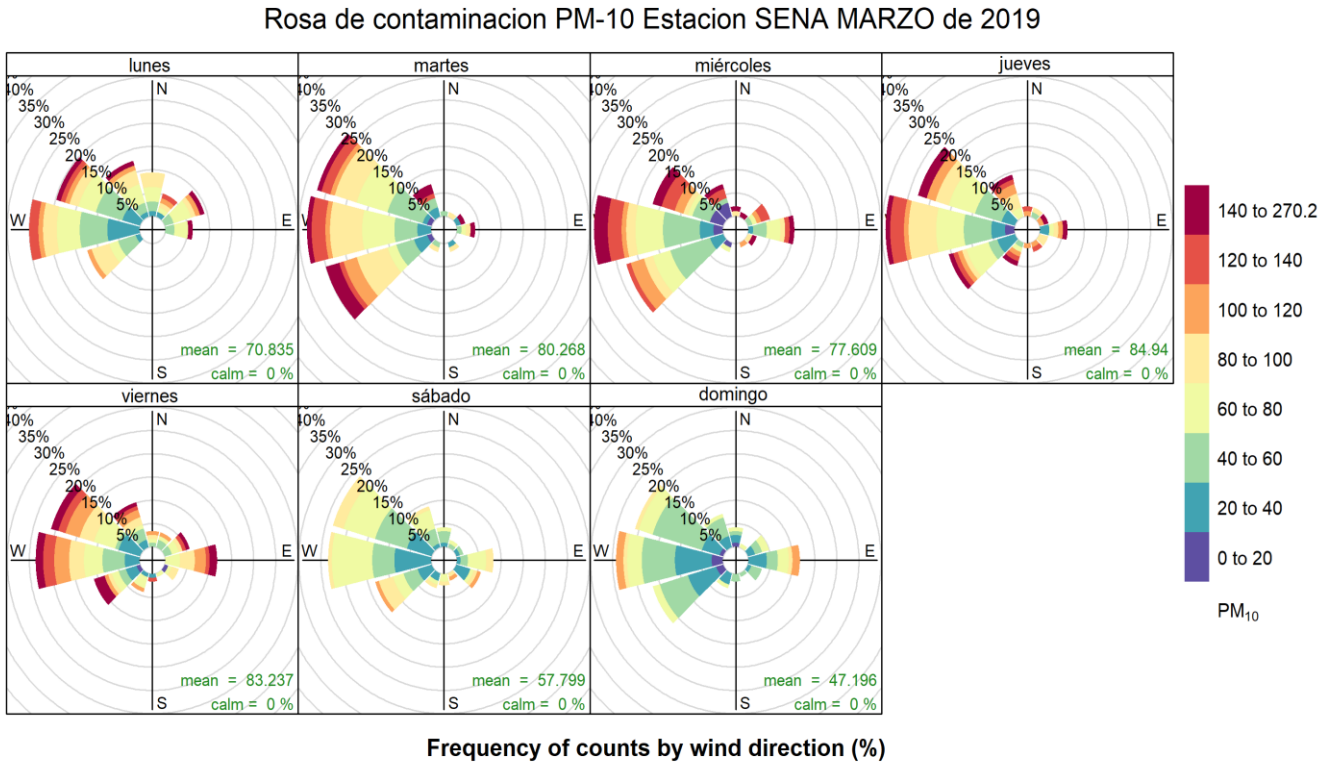


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 16 representa la Rosa de contaminación de la estación Recreo se puede identificar que los vientos de Lunes a Domingo para el mes de Marzo de 2019 provienen en su mayoría del **OESTE**, la concentración diaria se encuentra en valores de 0 a 45 µg/m^3 de un máximo permisible de 75 µg/m^3.

6.5. Rosa de contaminación estación SENA

Figura 17. Rosa de contaminación Estación SENA, Marzo de 2019



Fuente: CORPOBOYACA

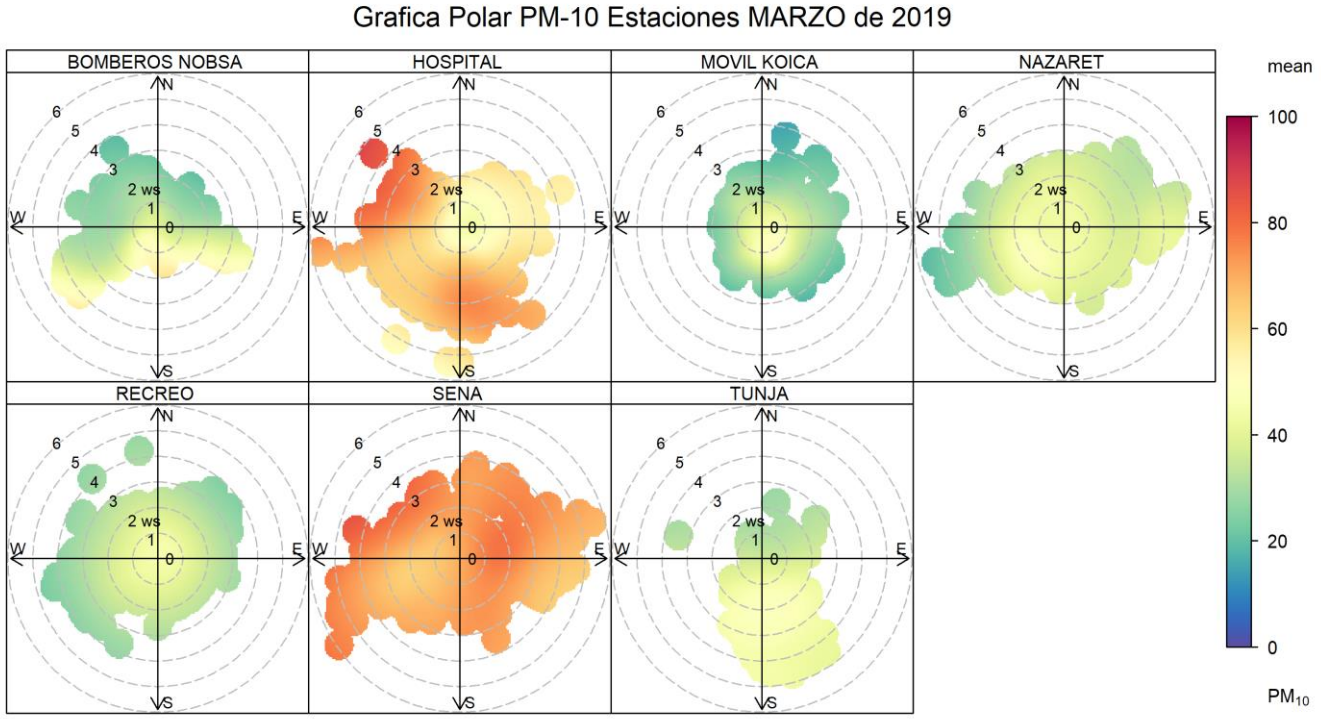
La figura No 17 representa la Rosa de contaminación de la estación Sena, se identifica que los vientos de Lunes a Domingo para el mes de Marzo de 2019 provienen del **OESTE**, la concentración diaria se encuentra en su mayoría en valores entre 0 a 70 µg/m³ de un máximo permisible de 75 µg/m³.

7. Grafico Polar de estaciones Material Particulado PM-10

Un gráfico polar es un gráfico de línea trazado de forma circular, el cual muestra las tendencias de los valores de datos por medio de ángulos, se utilizan para visualizar variables que varían en función de velocidad y dirección del viento.

7.1. Grafico Polar de estaciones Material Particulado PM-10

Figura 18. Grafico Polar por estaciones PM-10, Marzo de 2019



Fuente: CORPOBOYACA

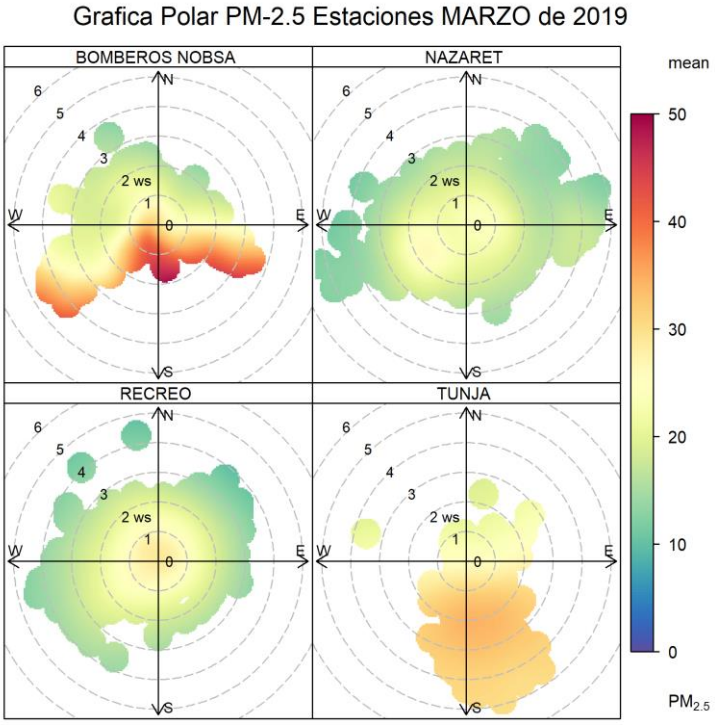
La figura No 18 identifica que las estaciones que presentan mayor valor en la velocidad del viento son Hospital y SENA y tienen la mayoría de valores de concentración del contaminante PM-10 entre 40 a 70 µg/m³ de un máximo permisible de 75 µg/m³

La estación Móvil Koica presenta valores de velocidad del viento menores respecto a las otras estaciones y los valores de PM-10 se encuentran entre 0 a 50 µg/m³ de un máximo permisible de 75 µg/m³

Las estaciones Tunja y Recreo presentan valores altos de velocidad del viento y sus concentraciones predominantes se encuentran entre 20 a 45 µg/m³ de un máximo permisible de 75 µg/m³

7.2. Grafico Polar de estaciones Material Particulado PM-2.5

Figura 19. Grafico Polar por estaciones PM-2.5, Marzo de 2019



Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 19 se identifica que las estaciones que presentan mayor valor en la velocidad del viento son Bomberos Nobsa y Tunja, estas tienen valores en el contaminante PM-2.5 entre 10 a 35 µg/m^3 de un máximo permisible de 37 µg/m^3

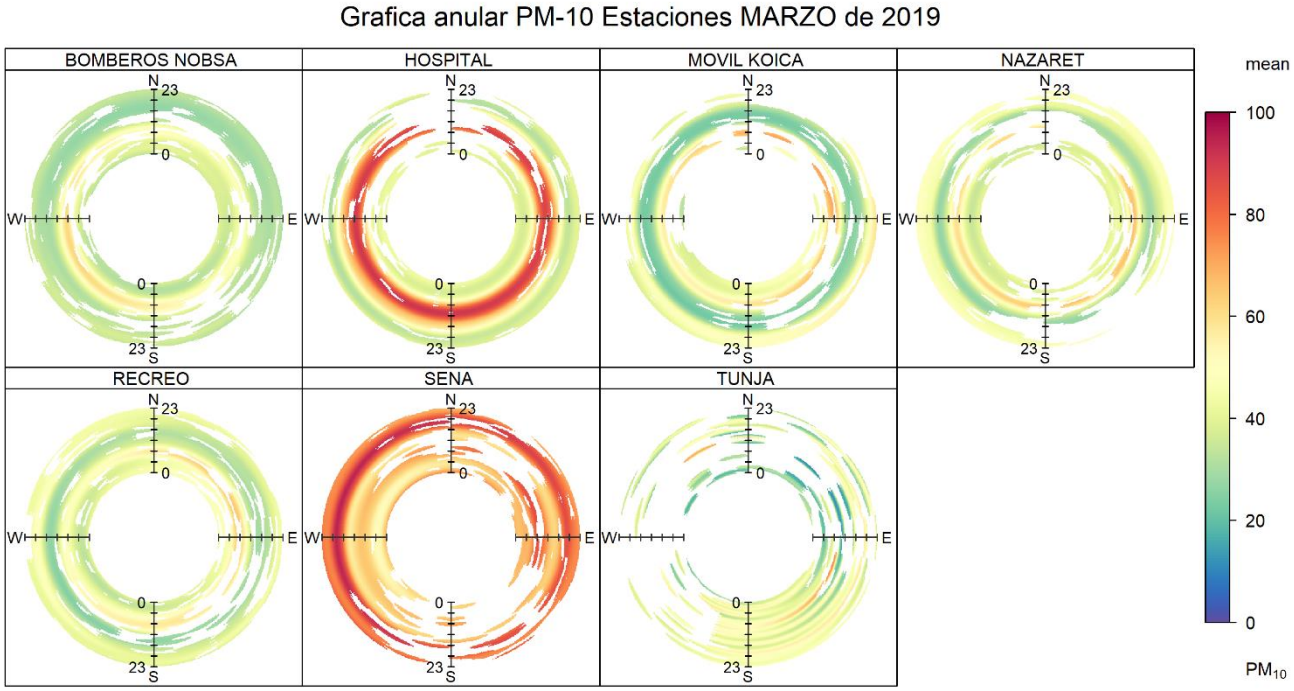
Las estaciones Recreo y Nazareth presentan menores valores de velocidad del viento respecto a las otras estaciones y los registros del contaminante PM-2.5 predominantes se encuentran entre 20 a 30 µg/m^3 de un máximo permisible de 37 µg/m^3

8. Grafico Anular red de Monitoreo de calidad del aire Corpoboyacá

Un gráfico anular permite la visualización de los contaminantes con el fin de definir la procedencia teniendo en cuenta la velocidad del viento y la dirección del viento como elementos meteorológicos fundamentales para generarlo.

8.1. Grafico Anular de estaciones Material Particulado PM-10

Figura 20. Grafico anular PM-10 estaciones, Marzo de 2019



Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 20 evidencia que la estación Recreo y Tunja el contaminante PM-10 oscila en un rango entre 40 a 50 µg/m³ de un máximo permisible de 75 µg/m³

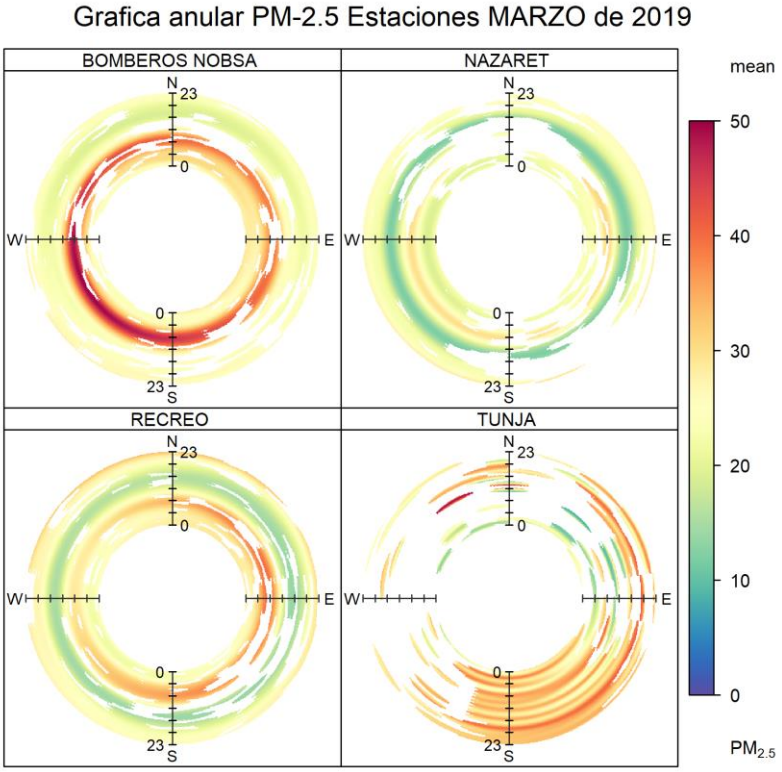
En las estaciones Bomberos Nobsa, Nazareth y Móvil Koica el contaminante PM-10 tiene el valor más alto en las horas de la mañana según grafico anular.

La estación Hospital presenta sus mayores valores en la concentración de PM-10 a medio día, cabe resaltar que dicha estación se encuentra en la zona urbana de Sogamoso.

La estación SENA, ubicada en la zona industrial de Sogamoso presenta los mayores valores de concentración de PM-10 en las horas de la noche, sus concentraciones oscilan en un rango entre 50 a 70 µg/m³ de un máximo permisible de 75 µg/m³

8.2. Grafico Anular de estaciones Material Particulado PM-2.5

Figura 21. Grafico anular PM-2.5 estaciones, Marzo de 2019



Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 21 evidencia que la estación Recreo el contaminante PM-2.5 oscila en un rango entre 10 a 25 µg/m^3 de un máximo permisible de 37 µg/m^3

La estación Bomberos Nobsa presenta las concentraciones más altas de PM-2.5 en horas de la mañana de acuerdo al comportamiento diario del mismo, no obstante no sobrepasa su máximo permisible que es de 37 µg/m^3

La estación Nazareth presenta a medio día las concentraciones más bajas de PM-2.5 de acuerdo al comportamiento diario del mismo, los valores de concentración se encuentra alejado de su máximo permisible que es de 37 µg/m^3

La estación Tunja presenta sus mayores valores de concentración de PM-2.5 por el **SUROESTE**, su predominancia se encuentra entre 0 a 30 µg/m^3 de 37 µg/m^3 que es el máximo permisible, también se evidencia que sus menores valores de concentraciones provienen del **NOROESTE y SUROESTE**.

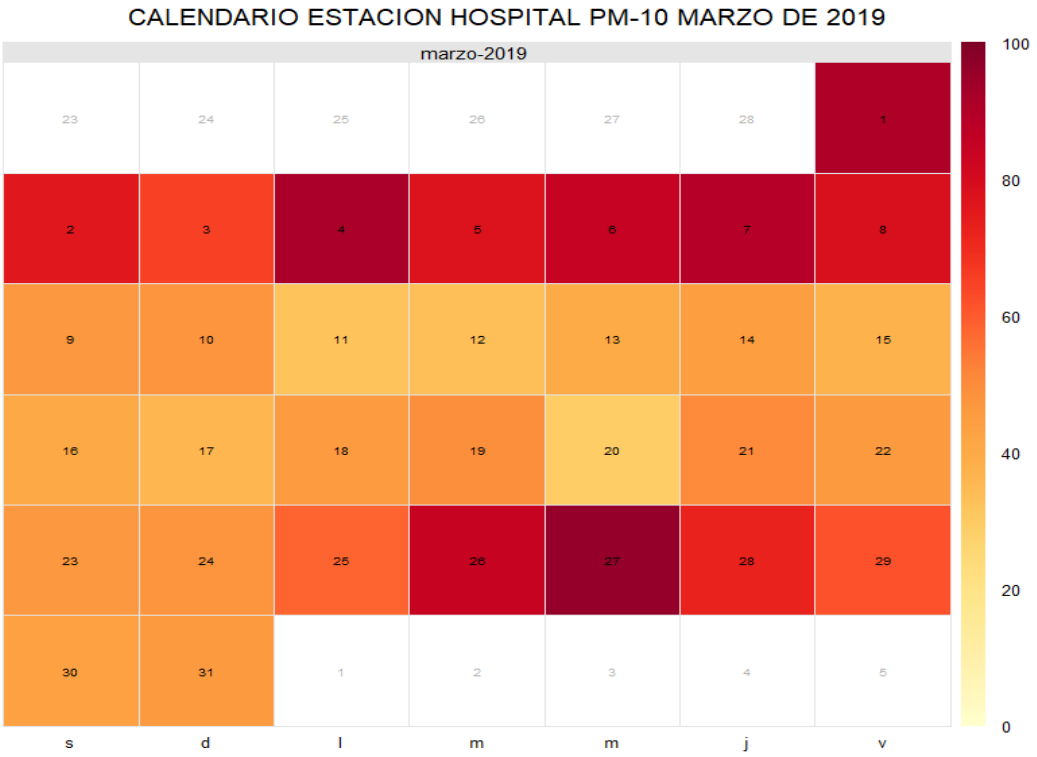
9. Calendario por estaciones red de Monitoreo de calidad del aire Corpoboyacá

El calendario de las estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire de CORPOBOYACA permite identificar los promedios diarios de cada estación de acuerdo al contaminante y compararlos con los máximos permisibles horarios, adicional se puede visualizar los días monitoreados del mes de Marzo de 2019 ayudando a identificar los días que tienen mayor y menor valor de concentraciones horarias de los contaminantes criterio.

Nota: Los espacios en blanco son días que no se registra concentración del contaminante

9.1. Calendario Marzo de 2019 estación Hospital

Figura 22. Calendario estación Hospital, Marzo de 2019

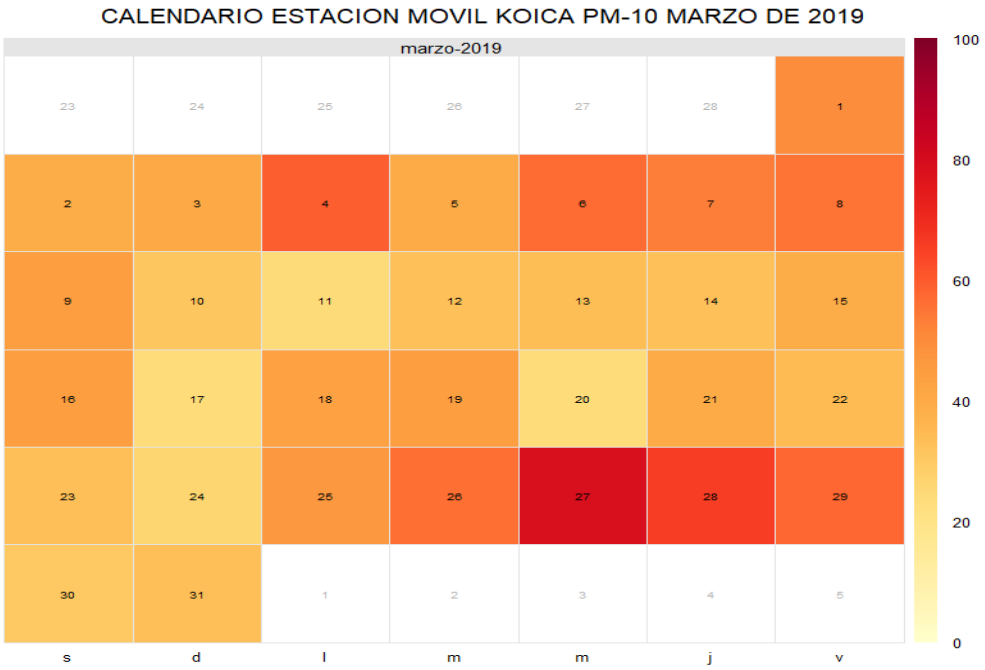


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 22 corresponde al calendario de material particulado PM-10 de la estación Hospital, se puede identificar que el valor más alto presentado fue el 27 de Marzo de 2019 y el valor más bajo el día 20 de Marzo, los espacios en blanco representan días no monitoreados por la estación, los valores para este mes se encuentran por debajo del máximo permisible 75 µg/m^3 según resolución 2254 de 2017.

9.2. Calendario Marzo de 2019 estación Móvil Koica

Figura 23. Calendario estación Móvil Koica, Marzo de 2019

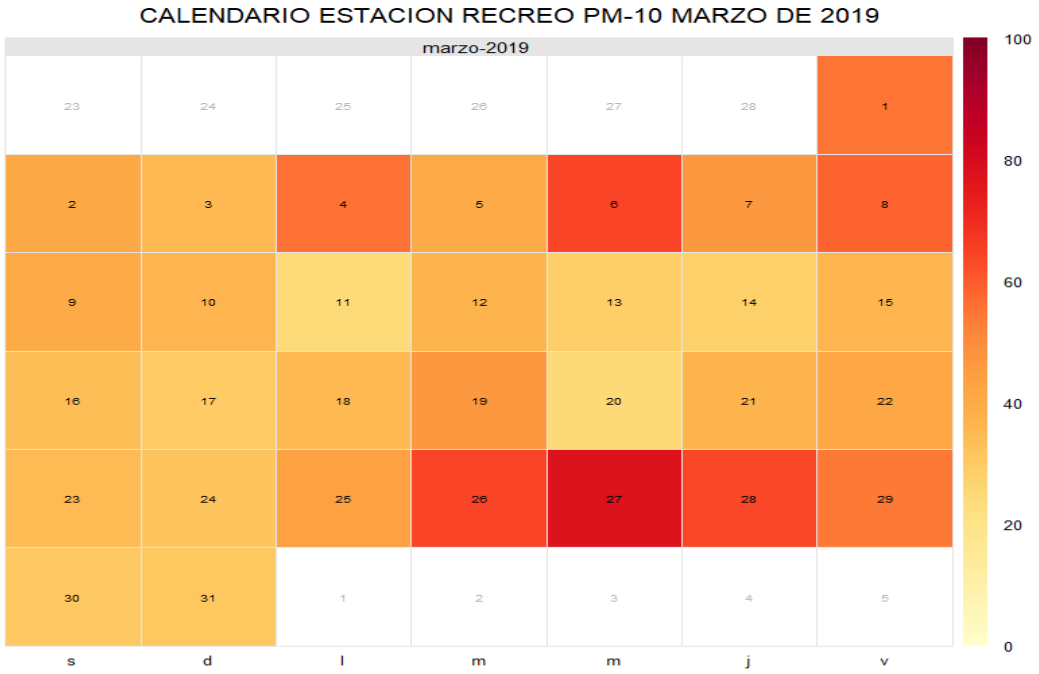


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 23 corresponde al calendario de material particulado PM-10 de la estación Móvil Koica, se identifica que el valor más alto se presentó el día 27 de Marzo y los valores más bajos los días 11, 17, 20 y 24 de Marzo, los valores para este mes se encuentran por debajo del máximo permisible 75 µg/m^3 según resolución 2254 de 2017.

9.3. Calendario Marzo de 2019 estación Recreo

Figura 24. Calendario estación Recreo, Marzo de 2019

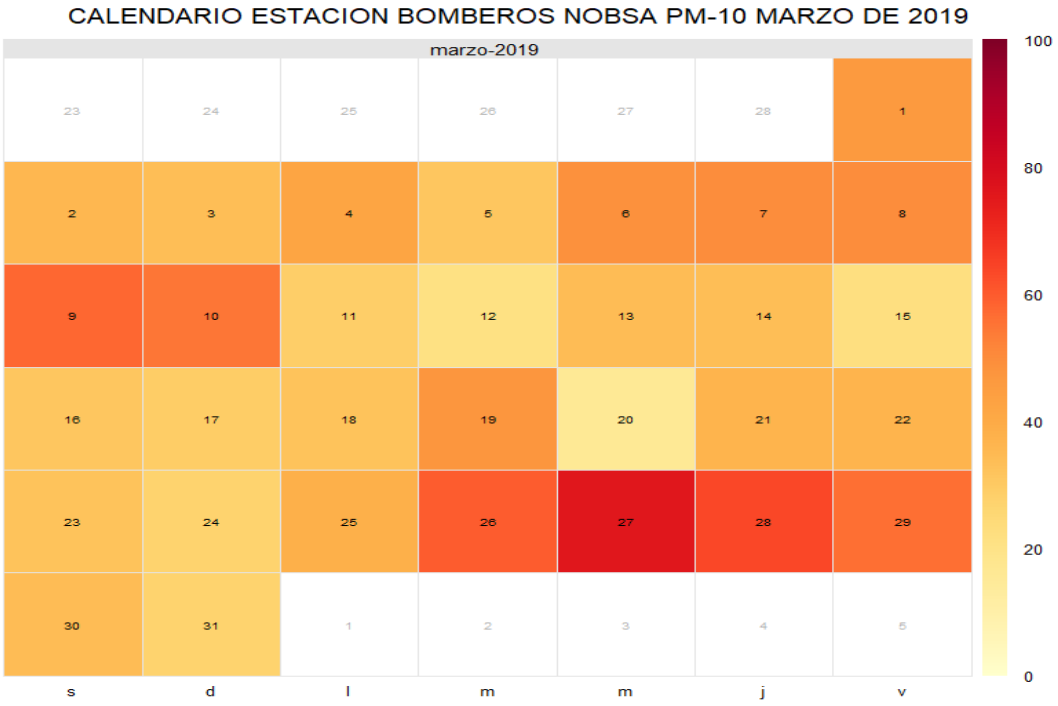


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 24 corresponde al calendario de material particulado PM-10 de la estación Recreo, se identifica que el valor más alto se presentó el día 27 de Marzo y los valores más bajos los días 11 y 20 de Marzo, las concentraciones de PM-10 para este mes se encuentran por debajo del máximo permisible 75 µg/m^3 según resolución 2254 de 2017.

9.4. Calendario Marzo de 2019 estación Bomberos Nobsa

Figura 25. Calendario estación Bomberos Nobsa, Marzo de 2019

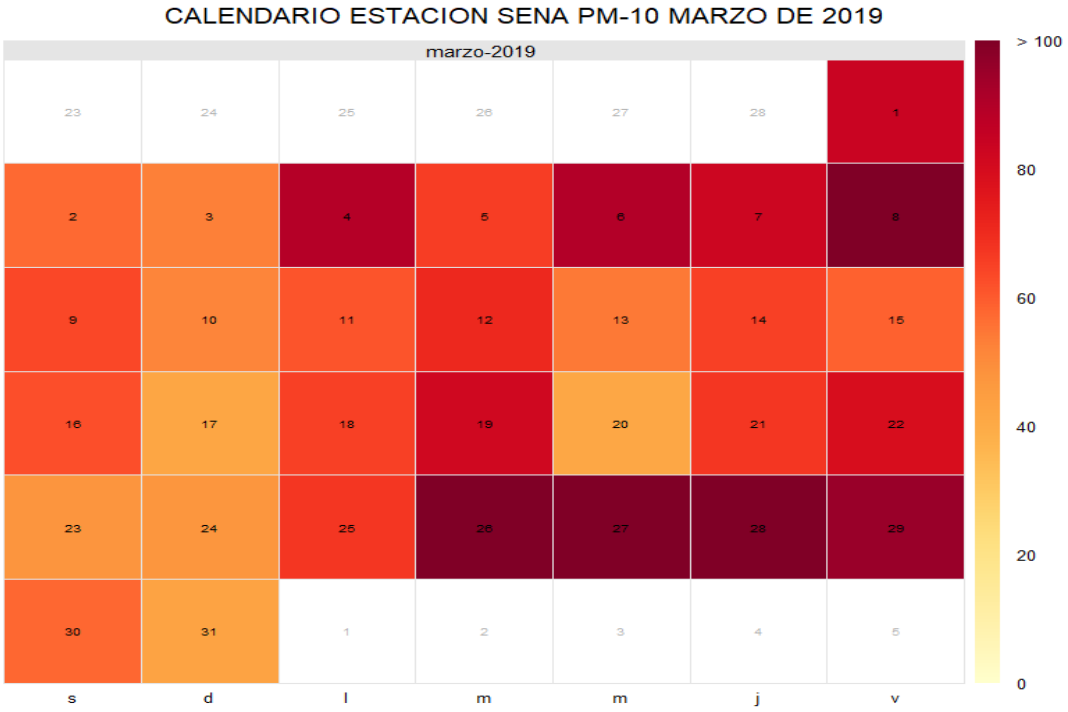


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 25 corresponde al calendario de material particulado PM-10 de la estación Bomberos Nobsa, se identifica que el valor más alto se presentó el día 27 de Marzo, el valor de concentración más bajo se presenta el día 20 de Marzo, los registros del contaminante PM-10 de los 31 días se encuentran por debajo del máximo permisible 75 µg/m^3 según resolución 2254 de 2017.

9.5. Calendario Marzo de 2019 estación SENA

Figura 26. Calendario estación SENA, Marzo de 2019

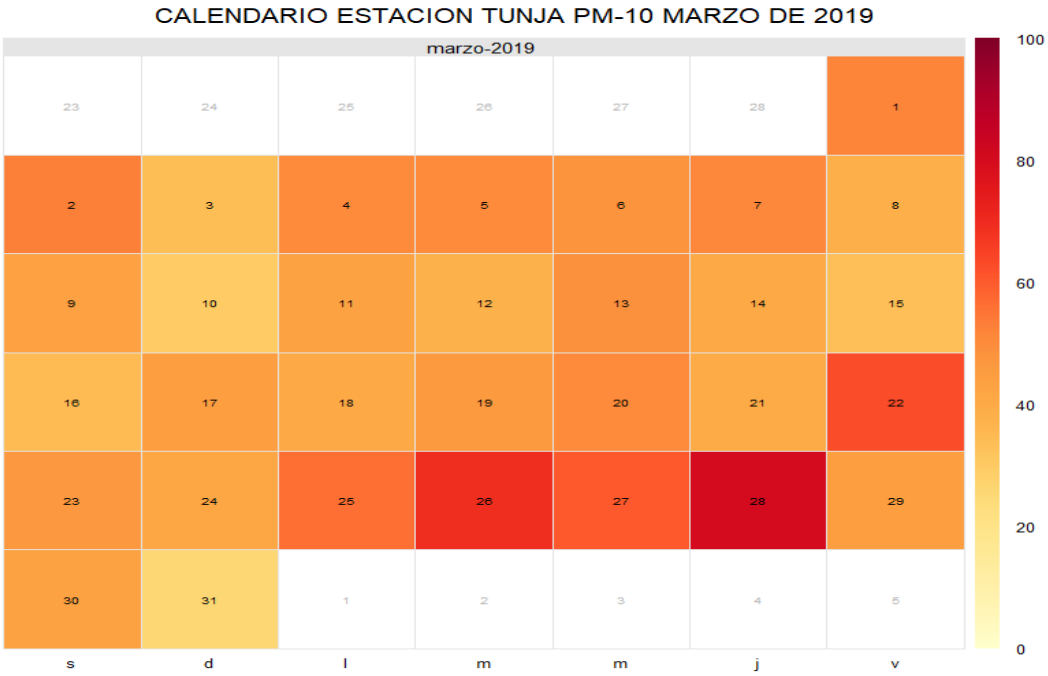


Fuente: CORPOBOYACA

La figura No 26 corresponde al calendario de material particulado PM-10 de la estación SENA Sogamoso, se identifica que el valor más alto se presentó los días 8, 26, 27 y 28 de Marzo y los valores más bajos los días 17, 20 y 31 de Marzo, los valores de los 31 días se encuentran por debajo del máximo permisible 75 µg/m3 según resolución 2254 de 2017.

9.6. Calendario Marzo de 2019 estación Recreacional Tunja

Figura 27. Calendario estación Recreacional TUNJA, Marzo de 2019



Fuente: CORPOBOYACA

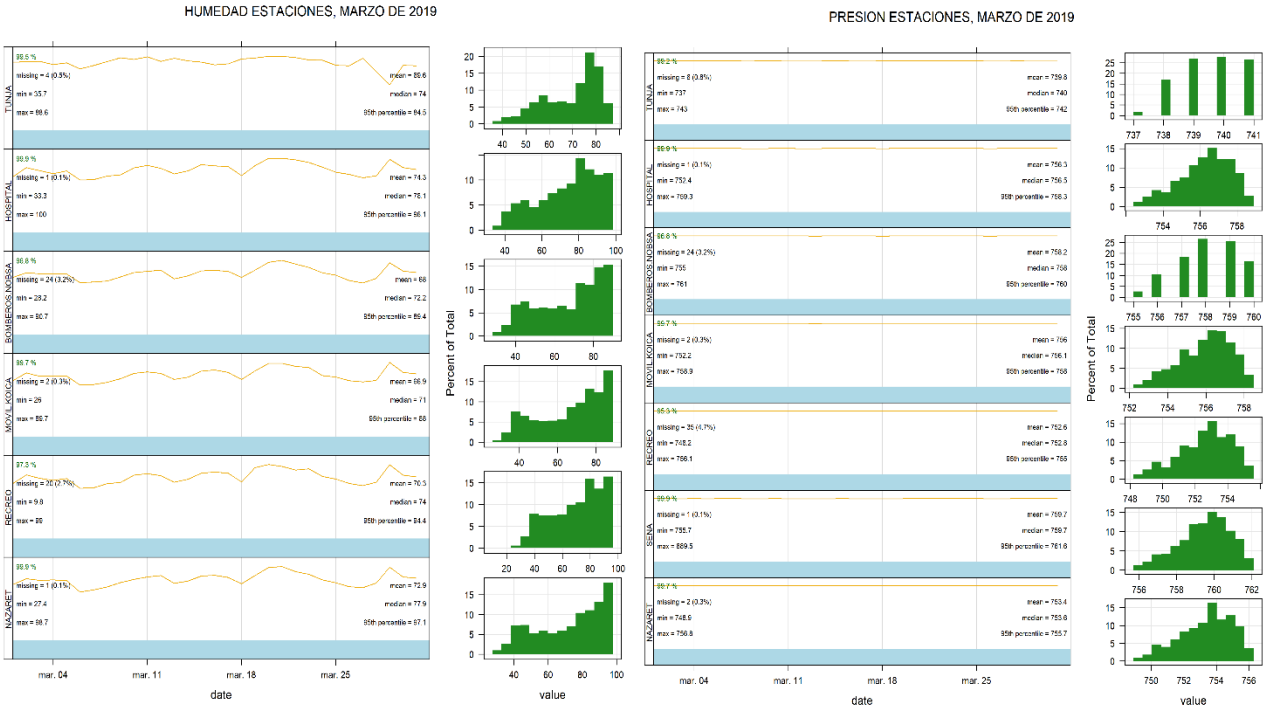
La figura No 27 corresponde al calendario de material particulado PM-10 de la estación ubicada en el parque recreacional Tunja, se identifica que el valor más alto se presentó los días 26 y 28 de Marzo de 2019 y el valor más bajo los días 10 y 31 de Marzo de 2019. Los valores de los 31 días se encuentran por debajo del máximo permisible 75 µg/m^3 según resolución 2254 de 2017.

10. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La meteorología como la topografía juega un papel fundamental en el estado de la calidad del aire de una zona específica ya que esas establecen las condiciones y el medio bajo los cuales los contaminantes emitidos se dispersan e interactúan con los demás constituyentes de la atmósfera. Los terrenos de topografía compleja, como es el caso del valle de Sogamoso, se caracterizan por tener el efecto de inversión térmica haciendo que la dinámica atmosférica relacionada con la dispersión de contaminantes y la calidad del aire sea significativamente más compleja.

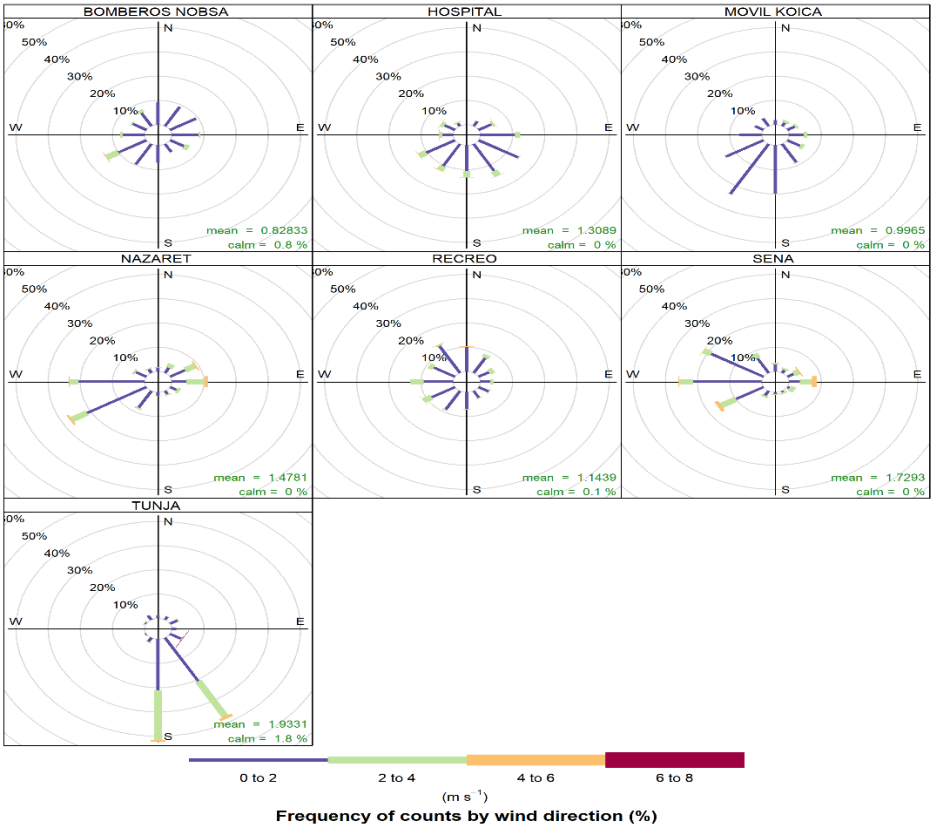
La atmósfera experimenta cambios en su estado dentro del ciclo diurno, estados que son determinadas por la cantidad de radiación a la superficie, necesaria para activar los flujos turbulentos y el ascenso del aire a las capas superiores de la tropósfera. Cuando la cantidad de energía de la radiación no es suficiente, la dinámica de las capas de la atmósfera cercanas a la superficie, es significativamente más lenta, lo cual no posibilita un rompimiento de la estabilidad atmosférica.

Figura 28. Humedad y Presión atmosférica estaciones, Marzo de 2019



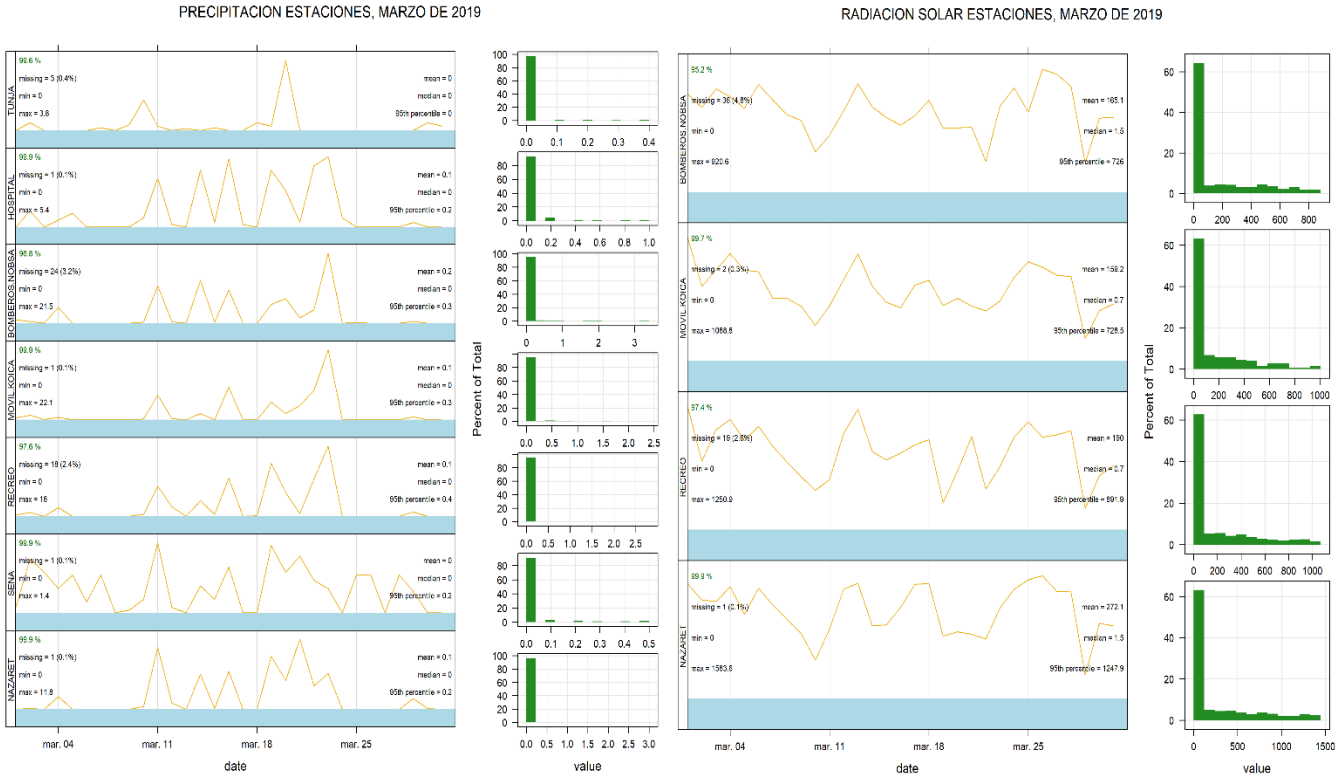
Fuente: CORPOBOYACA

Figura 29. Velocidad y dirección del viento por estaciones Marzo de 2019



Fuente: CORPOBOYACA

Figura 30. Precipitación y Radiación solar estaciones, Marzo de 2019



Fuente: CORPOBOYACA

Figura 31. Dirección y Velocidad del viento estaciones, Marzo de 2019

Fuente: CORPOBOYACA

CONCLUSIONES

✓ El análisis de contaminantes realizado anteriormente para las Ocho (8) estaciones de monitoreo de calidad del aire de CORPOBOYACA ubicadas en los Municipios de Tunja Sogamoso, Nobsa y Paipa evidencian una concentración menor de los contaminantes criterio del nivel máximo permisible establecido en la Resolución 2254 de 2017 Expedida por el Ministerio de Ambiente.

✓ Para el mes de Marzo de 2019 no se presentaron excedencias diarias según la resolución 2254 de 2017 que establece máximos permisibles para los contaminantes PM-10, PM-2.5, SO2, NO2, O3 Y CO

✓ El mes de Marzo de 2019 fue un periodo de tiempo de transición donde los primeros días del mes se presenta tiempo seco y los últimos fuertes lluvias, por lo cual se presentan temperaturas altas en las mañanas y lluvias en horas de la tarde y noche.

✓ Los datos de los contaminantes monitoreados no cuentan con el criterio de validación de temperatura interna del Shelter, queda a discreción del usuario el uso de los mismos con la presente anotación.

✓ La estaciones Bomberos Nobsa y SENA mantiene el nivel más bajo de SO_2 con un valor de 9 µg/m^3 y 1.1 µg/m^3 con respecto a las otras estaciones de la red de monitoreo de Corpoboyacá.

✓ La concentración de Material Particulado PM-10 más alta se presenta en la estación SENA con un valor de 71 µg/m^3 igualando la concentración presentada en el mes de Febrero de 2019, el cual no supera el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 24 horas es de **75 µg/m^3** según Resolución 2254 de 2017.

✓ La concentración de Material Particulado PM-10 más baja se presenta en la estación BOMBEROS NOBSA con un promedio de 40 µg/m^3 para un tiempo de exposición de 24 horas que es de **75 µg/m^3** según Resolución 2254 de 2017.

✓ La concentración de Material Particulado PM-2.5 más alta se presenta en la estación ubicada en el parque recreacional de Tunja con un promedio de 33 µg/m^3 el cual no supera el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 24 horas es de **37 µg/m^3** según Resolución 2254 de 2017.

✓ La concentración de Material Particulado PM-2.5 más baja se presenta en la estación NAZARETH con un promedio diario de 22 µg/m^3 para un tiempo de exposición de 24 horas es de **37 µg/m^3** según Resolución 2254 de 2017.

✓ La segunda concentración de Material Particulado PM-10 más alta se presenta en la estación ubicada en el Hospital regional de Sogamoso con un valor de 58 µg/m^3 la cual no supera el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 24 horas es de **75 µg/m^3** según Resolución 2254 de 2017.

✓ Cabe resaltar que los contaminantes Dióxido de Azufre (SO_2), Ozono (O_3), Dióxido de Nitrógeno (NO_2) Y Monóxido de Carbono (CO) se encuentran con valores muy lejanos a los máximos permisibles descritos en la resolución 2254 de 2017.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aire: Fluido que forma la atmósfera de la Tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición normal es de por lo menos 20% de oxígeno, 77% de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua en relación volumétrica.

Índice de Calidad del Aire (ICA): El ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud.

Atmósfera: Es la capa gaseosa que rodea a la Tierra.

Contaminación atmosférica: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

Contaminantes: Sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos natrales renovables y la salud humana que, solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas.

Emisión: Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una Fuente fija o móvil.

Estaciones automáticas: son aquellas que no requieren análisis posterior de la muestra tomada. Por medio de métodos ópticos o eléctricos se analiza la muestra directamente proporcionando datos en tiempo real, de modo que se puedan tomar acciones inmediatas ante la ocurrencia de un evento de concentraciones altas de algún contaminante (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Fuente de emisión: Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

PM10 (Material Particulado Menor a 10 Micras): material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros.

PM2.5 (Material Particulado Menor a 2,5 Micras): material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2,5 micrómetros.

SO2 (dióxido de azufre): Gas incoloro, no inflamable que posee un fuerte olor en altas concentraciones

O3 (ozono): gas azul pálido que, en las capas bajas de la atmósfera, se origina como consecuencia de las reacciones entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos (gases compuestos de carbono e hidrógeno principalmente) en presencia de la luz solar.

CO (monóxido de carbono): Gas inflamable, incoloro e insípido que se produce por la combustión de combustibles fósiles.

NO2 (dióxido de nitrógeno): gas de color pardo rojizo fuertemente tóxico cuya presencia en el aire de los centros urbanos se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y fábricas.

Inmisión: Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un "receptor". Se entiende por inmisión a la acción opuesta a la emisión.

Shelter: Hace refiere a un contenedor el cual protege su contenido de la intemperie

Microgramos/metro cúbico (µg/m3): microgramo es la unidad de masa del Sistema Internacional que equivale a la millonésima parte de un gramo, unidad de medida utilizada para concentraciones de calidad del aire.

ESTACION DE CALIDAD DEL AIRE INDICATIVA: estación de calidad del aire compuesta por equipos que usan métodos que no son de referencia o que siendo métodos de referencia monitorean por tiempos inferiores a un año.

ESTACION DE CALIDAD DEL AIRE FIJA: estación que monitorea la calidad del aire ambiente en un punto fijo por un tiempo superior a un año, usando equipos especiales para el monitoreo de un contaminante determinado y con métodos de referencia diseñados para tal fin.

FUENTE FIJA PUNTUAL: Es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas.

FUENTE FIJA DISPERSA O DIFUSA: Es aquella en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión como en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales.

FUENTE FIJA ARTIFICIAL DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE: es todo proceso u operación realizada por la actividad humana o con su participación susceptible de emitir contaminantes.

FUENTE MÓVIL: es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

INVERSION TERMICA: Es un fenómeno que se presenta cuando en las noches despejadas el suelo ha perdido calor por radiación, las capas de aire cercanas a él se enfrían más rápido que las capas superiores de aire lo cual provoca que se genere un gradiente positivo de temperatura con la altitud, esto provoca que la capa de aire caliente quede atrapada entre las 2 capas de aire frío sin poder circular, ya que la presencia de la capa de aire frío cerca del suelo le da gran estabilidad a la atmósfera porque prácticamente no hay convección térmica, ni fenómenos de transporte y difusión de gases y esto hace que disminuya la velocidad de mezclado vertical entre la región que hay entre las 2 capas frías de aire.

Elaborado por:

Grupo de Trabajo **"Redes de Monitoreo y Calidad Ambiental"**
Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA

Sandra Patricia Madroñero Paz
Coordinadora Redes de Monitoreo y Calidad Ambiental

María Fernanda Torres Mantilla
Profesional Redes de Monitoreo y Calidad Ambiental

Camilo Correa Balaguera
Profesional Redes de Monitoreo y Calidad Ambiental

Oscar Eduardo Arredondo Pescador
Profesional Redes de Monitoreo y Calidad Ambiental

Andrés Felipe Daza Romero
Profesional Redes de Monitoreo y Calidad Ambiental