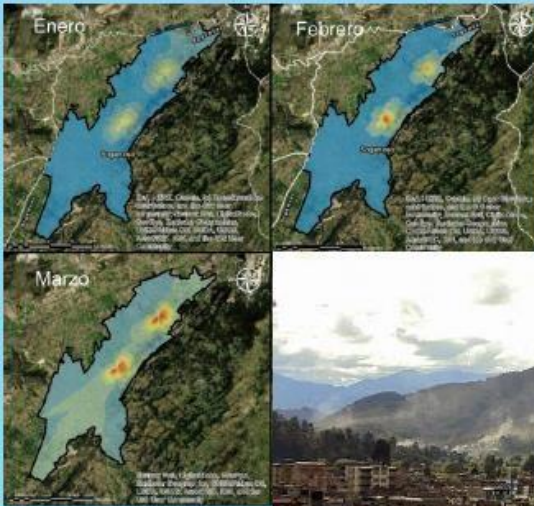


# EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (PM 2.5) Y SU RELACIÓN CON ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN EL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ-COLOMBIA.



Fuente: El Autor



Fuente: <http://blog.fundacionmontecito.org/2011/06/ho-mas-contaminacion-en-sogamoso-y-su.html?m=1>

Autor:

**JANNA XILENA SANDOVAL MENESES**

Tutor:

**Dr. JAIME LLORCA BALLESTER**

**MAESTRIA EN PLANIFICACIÓN TERRITORIAL  
Y GESTION AMBIENTAL**

**CURSO 2020-2021**



**UNIVERSITAT DE  
BARCELONA**



**UNIBA**  
Centro Universitario  
Internacional  
de Barcelona



**UNIBA**  
Centro Universitario  
Internacional  
de Barcelona

Centro  
adscrito



**UNIVERSITAT DE  
BARCELONA**

**UNIVERSITAT DE BARCELONA**  
**MÁSTER EN PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y GESTIÓN AMBIENTAL**

Trabajo Final de Máster

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso, Boyacá-Colombia.

Trabajo Final de Máster

Autor: Janna Xilena Sandoval Meneses

Dr. Jaime Llorca Ballester

---

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

## Agradecimientos & Dedicatoria

En primera instancia, gracias Dios por cada oportunidad y por tu infinito amor que es expresado con tanta bondad y misericordia. A mis abuelos maternos Guillermo Meneses y Amanda Vargas por su apoyo y cariño incondicional durante los diferentes procesos de mi vida. A mi padre Rafael Sandoval por su ayuda y motivación constante en cada camino que decido emprender. A mi madre Sandra Meneses por su ternura y comprensión que me motivan a continuar. A mi hermanito Thiago Emmanuel porque me inspira a mejorar con el propósito de ser su guía.

Agradezco al amor de mi vida por estar ahí en cada momento.

Los amo, son mi soporte en este viaje llamado vida.

Dedico este logro académico y profesional de manera especial a mi abuelo Froilán Sandoval que desde el cielo me acompaña.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
1.1 Justificación .....	17
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
2.1 Objetivo general .....	20
2.2 Objetivos específicos .....	20
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1 Tipo de hipótesis</b> .....	20
3.1.1 Hipótesis nula (Ho).....	20
3.1.2 Hipótesis alternativa (Ha). .....	21
<b>3.2 Preguntas de investigación</b> .....	21
3.2.1 Pregunta de investigación 1 .....	21
3.2.2 Pregunta de investigación 2 .....	21
3.2.3 Pregunta de investigación 3 .....	21
3.2.4 Pregunta de investigación 4 .....	21
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1 Herramientas</b> .....	22
4.1.1 Recopilación de información y descripción del área de estudio .....	22
4.1.2 Elaboración de modelos de dispersión .....	25
4.1.3 Correlación de concentración de material particulado 2.5 con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso .....	26
4.1.4 Recopilación de propuestas de mejora a la problemática de calidad de aire .....	27
<b>4.2 Productos</b> .....	28
4.2.1 Recopilación de información y descripción del área de estudio .....	28
4.2.2 Elaboración de modelos de dispersión .....	28
4.2.3 Correlación de concentración de material particulado 2.5 con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso .....	29
4.2.4 Recopilación de propuestas de mejora a la problemática de calidad de aire .....	29
<b>5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN</b> .....	<b>29</b>
<b>5.1 Calidad del aire mundial</b> .....	30

<b>5.2 Modelos de la dispersión de contaminantes (A)</b> .....	32
5.2.1. Modelo de celda fija .....	33
5.2.3. Modelos gaussianos .....	35
<b>5.3 Modelos geoespaciales</b> .....	38
5.3.1 Método cokriging.....	38
<b>5.4 Generalidades del material particulado 2.5 (PM<sub>2.5</sub>)</b> .....	40
<b>5.5. Toxicocinética del material particulado</b> .....	42
5.5.1. Toxicodinámica .....	43
<b>5.6 Regresión lineal múltiple</b> .....	45
<b>5.7 Legislación ambiental vigente relacionada a la calidad del aire y planes de salud en Colombia</b> .....	47
5.7.1 Normatividad colombiana.....	47
5.7.2 Planes de salud en Colombia y el Valle de Sogamoso .....	51
<b>5.8 Sistema de la calidad del aire colombiano.</b> .....	52
5.8.1 Monitoreo de PM <sub>2.5</sub> .....	52
<b>6. ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>54</b>
<b>6.1 Localización y organización político-administrativa</b> .....	54
<b>6.2 Población</b> .....	56
<b>6.3 Uso del suelo y la tierra</b> .....	57
<b>6.4 Geología</b> .....	60
<b>6.5 Topografía</b> .....	62
<b>6.6 Malla vial</b> .....	62
<b>6.7 Meteorología</b> .....	63
6.7.1 Brillo solar .....	63
6.7.2 Temperatura .....	64
6.7.3 Precipitación .....	65
6.7.4 Velocidad y dirección del viento .....	66
<b>6.7 Calidad del aire</b> .....	67
6.7.1 Fuentes de emisión (industria) .....	67
6.7.2 Material particulado 2.5 .....	68
<b>6.8 Situación en salud</b> .....	69

6.9 Análisis socioeconómico.....	70
<b>7. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS DE PM2.5 Y SU RELACIÓN CON LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN EL MUNICIPIO DE SOGAMOSO.....</b>	<b>71</b>
7.1 Distribución temporal de los niveles de inmisión en el año 2019 .....	71
7.2 Comportamiento espacio-temporal de los vientos en el municipio de Sogamoso.....	75
<b>7.3 Comportamiento espacio-temporal del material particulado en el municipio de Sogamoso.....</b>	<b>87</b>
7.3.1 Modelo de dispersión para la estación Recreo .....	87
7.3.2 Modelo de dispersión para la estación Koica. ....	89
7.3.3 Modelo geoespacial del comportamiento de la dispersión de contaminantes. ....	92
<b>7.4. Correlación estadística entre la concentración de material particulado diario y los casos de las enfermedades respiratorias principales.....</b>	<b>98</b>
7.4.1 Estación Recreo.....	98
7.4.2 Estación Koica .....	111
<b>7.5 Correlación estadística entre la concentración de material particulado diario con la humedad y temperatura .....</b>	<b>123</b>
7.5.1 Estación Recreo.....	123
7.5.2. Estación Koica .....	124
<b>7.6 Propuestas para la mejora de la calidad del aire en Sogamoso.....</b>	<b>132</b>
7.6.1 Aumento de las zonas verdes en el noroeste de la ciudad de Sogamoso .....	132
7.6.2 Instalación de techos verdes.....	134
7.6.3 Mantenimiento y adecuación de las vías de acceso .....	136
<b>8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>138</b>
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>143</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>146</b>
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>157</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo (herramientas) .....	22
Figura 2. Ubicación de las estaciones del SISAIRE del municipio. ....	23
Figura 3. Diagrama de flujo (productos). ....	28
Figura 4. Contaminación del aire.....	31
Figura 5. Modelo de celda fija .....	33
Figura 6. Modelo de dispersión relacionado a la celda múltiple.....	35
Figura 7. Modelo de dispersión relacionado a pluma gaussiana .....	36
<i>Figura 8. Ecuación del modelo de dispersión de aire .....</i>	<i>36</i>
Figura 9. Ecuación del modelo cokriging.....	38
Figura 10. Sistema de ecuaciones utilizado por el método cokriging.....	38
Figura 11. Sistema de ecuaciones utilizado por el método IDW .....	39
Figura 12. Ecuación para el cálculo del error cuadrático medio el método IDW ...	39
Figura 13. Determinación de pesos relativos por el método IDW .....	40
Figura 14. Sistema de ecuaciones utilizado por el método cokriging.....	40
Figura 15. Fuentes de emisión de material particulado .....	41
Figura 16. Mortalidad anual prematura relacionada a enfermedades respiratorias por millones de habitantes en los países de Suramérica.....	44
Figura 17. Prueba de hipótesis para el análisis ANOVA.....	46
Figura 18. Normas vigentes relacionadas con la contaminación atmosférica .....	48
Figura 19. Elemento de los monitores de material particulado fino.....	53
Figura 20. Distribución en Colombia de las estaciones de la calidad del aire que registran PM10 y PM2.5.....	54
Figura 21. Localización del municipio de Sogamoso .....	55
Figura 22. Distribución población de Sogamoso según su sexo.....	56
Figura 23. Pirámide poblacional de Sogamoso en 2014.....	57
Figura 24. Áreas de actividades del municipio de Sogamoso.....	58
Figura 25. Estructura ecológica urbana del municipio de Sogamoso.....	59
Figura 26. Coberturas del suelo del municipio de Sogamoso .....	60
Figura 27. Estratigrafía del municipio de Sogamoso .....	61
Figura 28. Topografía del municipio de Sogamoso .....	62
Figura 29. Distribución espacio temporal de la temperatura.....	65
Figura 30. Distribución espacio temporal de la precipitación .....	66
Figura 31. Actividades socioeconómicas desarrollados en Sogamoso.....	70
Figura 32. Distribución temporal de la concentración diaria de PM2.5 en Sogamoso (estación Recreo).....	73
Figura 33. Distribución temporal de la concentración diaria de PM2.5 en Sogamoso (estación Koica). ....	74
Figura 34. Distribución temporal de la concentración diaria de PM2.5 en Sogamoso (estación Recreo).....	74

Figura 35. Distribución temporal de la concentración diaria de PM <sub>2.5</sub> en Sogamoso (estación Koica). .....	75
Figura 36. Distribución temporal de la velocidad del viento en Sogamoso .....	76
Figura 37. Distribución temporal de la dirección del viento en Sogamoso .....	77
Figura 38. Rosa de los vientos para el mes de enero en el municipio de Sogamoso. ....	79
Figura 39. Rosa de los vientos para el mes de febrero en el municipio de Sogamoso. ....	79
Figura 40. Rosa de los vientos para el mes de marzo en el municipio de Sogamoso. ....	80
Figura 41. Rosa de los vientos para el mes de abril en el municipio de Sogamoso. ....	80
Figura 42. Rosa de los vientos para el mes de mayo en el municipio de Sogamoso. ....	82
Figura 43. Rosa de los vientos para el mes de junio en el municipio de Sogamoso. ....	82
Figura 44. Rosa de los vientos para el mes de julio en el municipio de Sogamoso. ....	83
Figura 45. Rosa de los vientos para el mes de agosto en el municipio de Sogamoso. ....	83
Figura 46. Rosa de los vientos para el mes de septiembre en el municipio de Sogamoso.....	85
Figura 47. Rosa de los vientos para el mes de octubre en el municipio de Sogamoso. ....	85
Figura 48. Rosa de los vientos para el mes de noviembre en el municipio de Sogamoso.....	86
Figura 49. Rosa de los vientos para el mes de diciembre. en el municipio de Sogamoso.....	86
Figura 50. Modelos de dispersión de los meses de enero, febrero, marzo y abril. ....	88
Figura 51. Modelos de dispersión de los meses de mayo, junio, julio, agosto .....	88
Figura 52. Modelos de dispersión de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. ....	89
Figura 53. Modelos de dispersión de los meses de enero, febrero, marzo y abril. ....	90
Figura 54. Modelos de dispersión de los meses de mayo, junio, julio y agosto ....	91
<i>Figura 55. Modelos de dispersión de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. ....</i>	<i>92</i>
Figura 56. Modelos geoespaciales de los meses de enero, febrero, marzo y abril. ....	93
Figura 57. Modelos de geoespaciales de los meses de mayo, junio, julio, agosto. ....	94



Figura 58. Modelos geoespaciales de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. .... 95

Figura 59. Modelos geoespaciales de los meses de enero, febrero, marzo y abril. .... 96

Figura 60. Modelos de dispersión de los meses de mayo, junio, julio, agosto ..... 97

Figura 61. Modelos de dispersión de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. .... 98

Figura 62. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de enero, febrero, marzo y abril. .... 100

Figura 63. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de mayo, junio, julio y agosto..... 101

Figura 64. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para septiembre, octubre, noviembre y diciembre. .... 102

Figura 65. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de enero, febrero, marzo y abril..... 104

Figura 66. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de mayo, junio, julio y agosto ..... 105

Figura 67. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para septiembre, octubre, noviembre y diciembre. .... 106

Figura 68. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de enero, febrero, marzo y abril..... 108

Figura 69. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de mayo, junio, julio y agosto ..... 109

Figura 70. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para septiembre, octubre, noviembre y diciembre. .... 110

Figura 71. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de enero, febrero, marzo y abril. .... 112

Figura 72. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de mayo, junio, julio y agosto..... 113

Figura 73. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para septiembre, octubre, noviembre y diciembre. ....	114
Figura 74. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de enero, febrero, marzo y abril.....	116
Figura 75. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de mayo, junio, julio y agosto .....	117
Figura 76. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para septiembre, octubre, noviembre y diciembre. ....	118
Figura 77. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de enero, febrero, marzo y abril.....	120
Figura 78. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de mayo, junio, julio y agosto .....	121
Figura 79. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para septiembre, octubre, noviembre y diciembre. ....	122
Figura 80. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para enero, febrero, marzo y abril. ....	126
Figura 81. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo mayo, junio, julio y agosto .....	127
Figura 82. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo septiembre, octubre, noviembre y diciembre. ....	128
Figura 83. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para enero, febrero, marzo y abril. ....	129
Figura 84. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica mayo, junio, julio y agosto .....	130
Figura 85. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica septiembre, octubre, noviembre y diciembre. ....	131

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Metas y línea estratégicas de la Política Nacional de la Calidad del Aire. .... 17

Tabla 2. Acciones realizadas por el municipio para cumplir con las metas nacionales de calidad del aire (Período 2016-2019) ..... 18

Tabla 3. Características técnicas de la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Koica..... 24

Tabla 4. Características técnicas de la estación de calidad del aire Sogamoso-Recreo ..... 24

Tabla 5. Datos de entrada del modelo screen view. .... 25

Tabla 6. Ficha de propuestas de mejora ..... 27

Tabla 7. Clases de estabilidad con respecto a las condiciones meteorológicas según Pasquill. .... 37

Tabla 8. Estado de la cuestión para los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos. .... 37

Tabla 9. Criterios de aceptación o rechazo de hipótesis..... 45

*Tabla 10. Estado de la cuestión para los modelos de regresión lineal múltiple..... 47*

Tabla 11. Normatividad internacional y nacional ..... 49

Tabla 12. Niveles máximos permisibles para contaminante criterio PM<sub>2.5</sub> .....50

Tabla 13. Valores del ICA para el contaminante PM<sub>2.5</sub>.....50

Tabla 14. Valores mínimo, máximo y medio de la temperatura media, máxima y mínima del municipio de Sogamoso..... 64

Tabla 15. Relación de la velocidad del viento con el período y mes del año..... 67

Tabla 16. Inventario de fuentes de emisión fijas de Sogamoso ..... 68

Tabla 17. Reporte de concentraciones de material particulado 2.5 en Sogamoso. .... 68

Tabla 18. Inventario de empresas en el municipio de Sogamoso, Boyacá ..... 71

Tabla 19. Media diaria para cada mes del año 2019 ..... 72

Tabla 20. Programa de implementación de la primera propuesta para mejorar la calidad del aire de Sogamoso ..... 133

Tabla 21. Programa de implementación de la segunda propuesta para mejorar la calidad del aire de Sogamoso ..... 135

Tabla 22. Programa de implementación de la tercera propuesta para mejorar la calidad del aire de Sogamoso ..... 137

Tabla 23. Consolidación de resultados de la investigación y los reportes de Corpoboyacá ..... 139

## LISTA DE SIGLAS

**ANOVA:** análisis de varianza con un factor.

**CO:** Monóxido de Carbono.

**CORPOBOYACÁ:** Corporación Autónoma Regional de Boyacá.

**COV:** Compuestos Orgánicos Volátiles.

**EPA:** Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

**EPS:** Entidades Prestadoras de Salud.

**Ha:** hipótesis alternativa.

**Ho:** hipótesis nula.

**ICA:** Instituto Colombiano Agropecuario.

**IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

**IRA:** Infección Respiratoria Aguda.

**N:** norte

**NO<sub>x</sub>:** óxidos de nitrógeno.

**O<sub>3</sub>:** ozono troposférico.

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**OECD:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

**p:** valor estadístico.

**PM:** Material Particulado.

**PTS:** Partículas Totales en Suspensión.

**Q:** caudal.

**RIPS:** Registros Individuales de la Prestación de Salud.

**ROS:** especies reactivas de oxígeno

**SO<sub>x</sub>:** óxidos de azufre.

**SICAPS:** Sistema de Información Comunitaria en Atención Primaria de Salud.

**SISAIRE:** Subsistema de Información sobre Calidad del Aire.

**SISPRO:** Sistema Integrado de Información de la Protección Social.

**SPSS:** Statistical Package for the Social Sciences

**u:** velocidad del viento a 10 m de altura.

**UV:** radiación ultravioleta.

**W:** oeste.

**WRPLOT:** programa de libre distribución para Windows que representa rosas de los vientos.

#### **LISTA DE UNIDADES:**

**µg/m<sup>3</sup>:** microgramos por metro cúbico.

**m/s:** metro por segundo.

**( ° ):** grados sexagesimales.

**msnm:** metros sobre el nivel del mar.

**°C :** grado centígrado.

**g/s:** gramos por segundo

**µm:** micrómetro.

## 1. INTRODUCCIÓN

La problemática mundial acerca de la calidad del aire ha adquirido relevancia en la última década debido a recientes hallazgos sobre los efectos en la salud humana. Efectivamente, el último informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indicó que alrededor de siete millones de personas mueren al año a causa de los altos niveles de exposición a contaminantes atmosféricos criterio (OECD, 2017). Específicamente, la alta tasa de morbilidad y mortalidad está relacionada con la formación de material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ), ingresando por las vías respiratorias o de manera oral al organismo humano y ocasionando enfermedades en los pulmones, bronquios, alvéolos e incluso en algunos casos genera efectos en el sistema circulatorio (Gualtieri et al., 2011).

El material particulado fino es emitido por fuentes naturales y antropogénicas. Las siguientes fuentes naturales relacionadas con la formación de  $PM_{2.5}$ : incendios, forestales, actividad volcánica, erosión (Corpoboyacá, 2016). Asimismo, las fuentes antropogénicas de  $PM_{2.5}$  están relacionadas con la combustión de hidrocarburos independiente del tipo de fuente (fija o móvil) (Corpoboyacá, 2016). Sin embargo, también las emisiones de óxido de azufre forman partículas secundarias al reaccionar con los componentes de la atmósfera y por acción de la luz UV (Karagulian et al., 2017). En consecuencia, los gobiernos de todo el mundo han comenzado a formular políticas de calidad del aire regulando las concentraciones de las emisiones, con el fin de reducir los casos de mortalidad y morbilidad de enfermedades respiratorias (Mishra et al., 2019).

Aunque, en Latinoamérica se han implementado políticas con el fin de mejorar la calidad del aire, aún una cuarta parte de la población está expuesta a concentraciones mayores a las indicadas por la OMS para los contaminantes atmosféricos criterio (Broomfield, 2020). De acuerdo con el reporte de calidad del aire en América Latina, los límites permisibles de concentración de material particulado  $PM_{2.5}$  son mayores que los establecidos por la OMS y la EPA (Green &

Sanchez, 2012), esto se argumenta a causa de la transición en la adaptación de los estándares nacionales de  $PM_{2.5}$  a los definidos por la OMS.

En relación a los efectos de los contaminantes atmosféricos, la mortalidad anual relacionada con la calidad del aire en Colombia ocupa el tercer valor más bajo de Suramérica, dado que corresponde a 184 casos por millón de habitantes (OECD, 2017). Por lo expuesto anteriormente, la normativa colombiana relacionada con la calidad del aire evolucionó en función de los lineamientos internacionales establecidos por la OMS y la EPA (Montenegro Sierra, 2018). Dicho marco normativo está fundamentado en lo establecido en la Ley 99 de 1999 y el decreto 1076 de 2015 que asignan un componente sanitario a las concentraciones de material particulado fino (CONPES, 2018).

En el caso del municipio de Sogamoso que está ubicado en el departamento de Boyacá, la actividad industrial junto con los medios de transporte y las condiciones meteorológicas han ocasionado que la calidad del aire sea baja en el municipio (Secretaría de Planeación, 2020). En consecuencia, la causa de mortalidad con los mayores registros en el municipio pertenece a enfermedades crónicas de las vías respiratorias para el año 2017, de modo que su tasa corresponde a 48 muertes por cada 100.000 habitantes según el Plan de Desarrollo Municipal (Secretaría de Planeación, 2020; Secretaría de Salud de Sogamoso, 2020). Principalmente estos casos están compuestos por niños menor a 5 años debido a que su tasa de respiración es mayor que la de los adultos (OMS, 2018).

Por lo expuesto anteriormente, en este caso de estudio se determinan las concentraciones de material particulado ( $PM_{2.5}$ ) a partir de los registros de Subsistema de información de la calidad del aire (SISAIRE). Asimismo, de acuerdo con los registros obtenidos y sus datos meteorológicos asociados a su ubicación, se elabora un modelo de dispersión de contaminantes por medio del software Screen View 4.0 que hace parte del conjunto de programas de “Environmental Lakes”, además, se realiza un modelo geoespacial de los contaminantes mediante el software ArcGIS 10.5. Después, teniendo en cuenta los resultados de dichos

modelos sumado a los reportes de salud pública obtenidos de los Registros Individuales de la Prestación de Salud (RIPS), se establece una correlación estadística entre las enfermedades respiratorias de la población de Sogamoso y los niveles de inmisión del municipio. Finalmente, con base en los resultados obtenidos se definen soluciones para asegurar la calidad del aire y la salud humana.

El presente trabajo final de máster indica los objetivos de la investigación, paralelamente enuncia las hipótesis y preguntas de investigación relacionadas al eje principal del caso de estudio. De igual manera, se presenta la justificación donde se argumentan las razones técnicas y científicas para realizar una correlación de las enfermedades respiratorias con los niveles de  $PM_{2.5}$  en el municipio de Sogamoso, Boyacá.

Posteriormente, la información del marco teórico y el estado de la cuestión es presentada, en especial, se recopila información acerca de la calidad del aire en el territorio colombiano y en Sogamoso. De la misma manera, el área de estudio es descrita a partir de los siguientes elementos ambientales: localización y generalidades de la población (pirámide poblacional y análisis por grupo etario), uso del suelo y la tierra (ubicación de los polígonos industriales y las zonas verdes), malla vial, topografía, meteorología (Brillo solar, Temperatura, Precipitación, Dirección del viento), calidad del aire (Inventario de fuentes de emisión. Reportes de concentraciones de material particulado). Además, se referencia la normatividad nacional vigente sumada a la normatividad internacional del eje central de investigación.

Finalmente, con el propósito de cumplir los objetivos, la metodología es definida y dividida en fases con etapas. Además, en esta sección se especifican las herramientas y productos de cada una de las fases. Primero, se realiza la recopilación de información, luego se elabora el modelo de dispersión en el programa Screen view (que pertenece a “Environmental Lakes”) y el modelo geoespacial en Arcgis. Después, las enfermedades respiratorias se correlacionan con la concentración de material particulado fino, finalmente, la última etapa



corresponde al planteamiento de soluciones de acuerdo con los resultados de las anteriores fases.

### 1.1 Justificación

En Latinoamérica, la expansión de los corredores industriales en ciudades con condiciones meteorológicas adversas, que impiden la difusión y transporte de contaminantes atmosféricos, ha ocasionado el incremento de las enfermedades respiratorias. Lo expuesto anteriormente, generó que la calidad del aire adquiriera importancia para los gobiernos locales con el fin de aumentar la calidad de vida de los suramericanos (Green & Sanchez, 2012). Efectivamente, varias investigaciones han analizado la relación entre el aumento de los niveles de inmisión de calidad del aire con las enfermedades de las vías respiratorias (Álvarez Berrio, 2016).

En respuesta a lo establecido en la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas y las guías de la OMS, Colombia decidió establecer metas nacionales de disminución de emisiones industriales. Particularmente, en todos los municipios se debía disminuir un 15% las emisiones atmosféricas de fuentes móviles y fijas (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2018). Para la reducción de las emisiones de fuentes móviles, la Política Nacional de la Calidad del Aire plantea las siguientes líneas: la renovación y modernización del parque automotor, la actualización de parámetros de calidad de los combustibles, entre otras. Por el contrario, las líneas estratégicas definidas para el decrecimiento de las emisiones por fuentes fijas son organizadas junto a las líneas mencionadas anteriormente en la Tabla 1.

Tabla 1. Metas y línea estratégicas de la Política Nacional de la Calidad del Aire.

Meta	Líneas estratégicas
Reducción del 15% en emisiones de fuentes fijas.	Renovación y modernización del parque automotor, actualización de parámetros de calidad de los combustibles, seguimiento y control de los vehículos.

Reducción del 15% en emisiones de fuentes móviles.	Mejores técnicas y prácticas ambientales, acceso a incentivos, mejoramiento de las medidas de manejo de la contaminación del aire.
--	--

Fuente. Elaboración propia. Adaptado de Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES]. (2018). Conpes 3943 de 2018 Mejoramiento calidad del aire. Legislación Calentamiento Global de Colombia. <http://legislacionemisionescolombia.blogspot.com/2018/07/conpes-3946-de-2018-mejoramiento.html>

En los últimos años el departamento de Boyacá localizado en Colombia ha presenciado un alto crecimiento industrial, lo cual ha contribuido a que la calidad del aire se deteriore debido al material particulado presente en las emisiones. En este caso, se resalta el municipio de Sogamoso como territorio insignia de la industrialización en dicho departamento; en él se encuentra el tercer corredor industrial más grande del país conocido comúnmente como el Valle de Sogamoso (Corpoboyacá, 2016).

Adicionalmente, en el plan de acción de los municipios que hacen parte de la jurisdicción de Corpoboyacá, se establecen las acciones para cumplir las metas nacionales. Particularmente, el departamento de Boyacá apostó por la ejecución de dos proyectos de producción más limpia, también ofrece el apoyo a empresas como asesores ambientales. Por otra parte, con el fin de cumplir con la meta de reducción de emisiones de fuentes móviles, el municipio realizó operativos de control de emisiones en los principales corredores viales, esta revisión aplicó para 582 automóviles en el periodo comprendido entre 2013 y 2015. Además, se realizaron las siguientes acciones consignadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Acciones realizadas por el municipio para cumplir con las metas nacionales de calidad del aire (Período 2016-2019)

Meta	Acciones
Reducción del 15% en emisiones de fuentes fijas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control y seguimiento del cumplimiento de la resolución de emisión de contaminantes al aire con frecuencia de 15 días.</li> </ul>
Reducción del 15% en emisiones de fuentes móviles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de pico y placa.</li> <li>• 516 hornos de chircales en proceso de reconversión tecnológica.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control y seguimiento del cumplimiento de la resolución de emisión de contaminantes al aire con frecuencia de 15 días.</li> </ul>
--	--

Fuente. Elaboración propia. Adaptado de Corporación Autónoma Regional de Boyacá [Corpoboyacá]. (2016). Plan Acción 2016- 2019. Corporación Autónoma Regional de Boyacá. [https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/04/BORRADOR\\_PLAN\\_DE\\_ACCION\\_2016-2019.pdf](https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/04/BORRADOR_PLAN_DE_ACCION_2016-2019.pdf)

Por otra parte, en el plan de salud se define una línea estratégica relacionada con el bienestar de los habitantes de Sogamoso. En dicha línea, el municipio identificó un aumento en la tasa de mortalidad en niños menores a 5 años por infecciones relacionadas al aire IRAs (Secretaría de Salud de Sogamoso, 2017). Incluso, la tasa de enfermedades respiratorias crónicas corresponde a 48 muertes por cada 100.000 habitantes, cuyo valor supera al mismo indicador a nivel departamental (Secretaría de Salud de Sogamoso, 2020). En consecuencia, el municipio definió como meta controlar la calidad del aire para evitar los casos, esto mediante la transición tecnológicas tanto para las fuentes fijas como para las móviles (Secretaría de Planeación, 2020).

Por los argumentos expuestos anteriormente, la elaboración del modelo de dispersión sumado a la correlación estadística de la relación de las enfermedades respiratorias con las concentraciones de inmisión del material particulado presenta una alternativa útil para la validación del cumplimiento de las metas establecidas en el plan de acción. Adicionalmente, la aplicación de este análisis del caso de estudio permite la definición de soluciones locales a la problemática de la calidad del aire y sus efectos en la salud de los habitantes del municipio de Sogamoso.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Definir la relación existente entre las concentraciones de  $PM_{2.5}$  y la presencia de enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso.

### 2.2 Objetivos específicos

- Determinar la concentración de  $PM_{2.5}$  para el año 2019, a partir de las estaciones de monitoreo de calidad del aire SISAIRE, con el propósito de estimar los niveles de inmisión del municipio de Sogamoso.
- Desarrollar un modelo de dispersión de las concentraciones definidas en el área de estudio, utilizando los programas “Screen view” y “ArcGIS”, para estimar los niveles de inmisión del  $PM_{2.5}$ .
- Identificar, a través de correlación estadística, la influencia de las condiciones meteorológicas del municipio en los niveles de inmisión para Sogamoso con el fin de establecer propuestas que promuevan el mejoramiento de la calidad del aire en el área de estudio.

## 3. HIPÓTESIS

### 3.1 Tipo de hipótesis

Con el fin de establecer la relación entre los casos de enfermedades respiratorias con la concentración diaria de  $PM_{2.5}$  se plantean dos hipótesis, estas serán evaluada mediante el análisis de varianzas:

#### 3.1.1 Hipótesis nula ( $H_0$ ).

Los casos de las enfermedades respiratorias en el Sogamoso no tienen correlación con los niveles de inmisión del municipio.

### 3.1.2 Hipótesis alternativa (Ha).

Los casos de las enfermedades respiratorias en el Sogamoso están relacionados con los niveles de inmisión de  $PM_{2.5}$  del municipio.

## 3.2 Preguntas de investigación

Según lo previamente descrito, se logran plantear las siguientes preguntas de investigación:

### 3.2.1 Pregunta de investigación 1

Debido a las emisiones generadas en el corredor industrial del valle de Sogamoso, ¿se pueden presentar enfermedades respiratorias asociadas al  $PM_{2.5}$  en la región de estudio?

### 3.2.2 Pregunta de investigación 2

¿Cómo influyen algunas variables climatológicas en la dispersión de  $PM_{2.5}$  sobre el municipio de Sogamoso?

### 3.2.3 Pregunta de investigación 3

¿De qué manera se pueden reducir las emisiones de  $PM_{2.5}$  presentes en el municipio de Sogamoso?

### 3.2.4 Pregunta de investigación 4

De acuerdo con los límites permisibles de concentración de material particulado fino establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la legislación colombiana vigente ¿existen valores de concentraciones diarias que superen dichos valores?

## 4. METODOLOGÍA

Con el propósito de desarrollar los objetivos del presente estudio se determinó la siguiente metodología basada en la utilizada en investigaciones previas en el campo (Ver referencias de Álvarez Berrio, 2016; Guarnizo Ramirez & Beltran Amaya, 2020).

### 4.1 Herramientas

En este apartado se exponen los diferentes programas, bases de datos e información necesaria para su respectivo análisis y sus etapas se evidencian en la Figura 1.

#### 4.1.1 Recopilación de información y descripción del área de estudio

De acuerdo con la Figura 1, se evidencia en la fase 1 la compilación de información necesaria para el desarrollo del proyecto. De este modo, a partir de la base de datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) se obtuvo información climática del municipio de Sogamoso, Boyacá; mediante las estaciones de monitoreo Las Cintas, Aeropuerto y Sena.

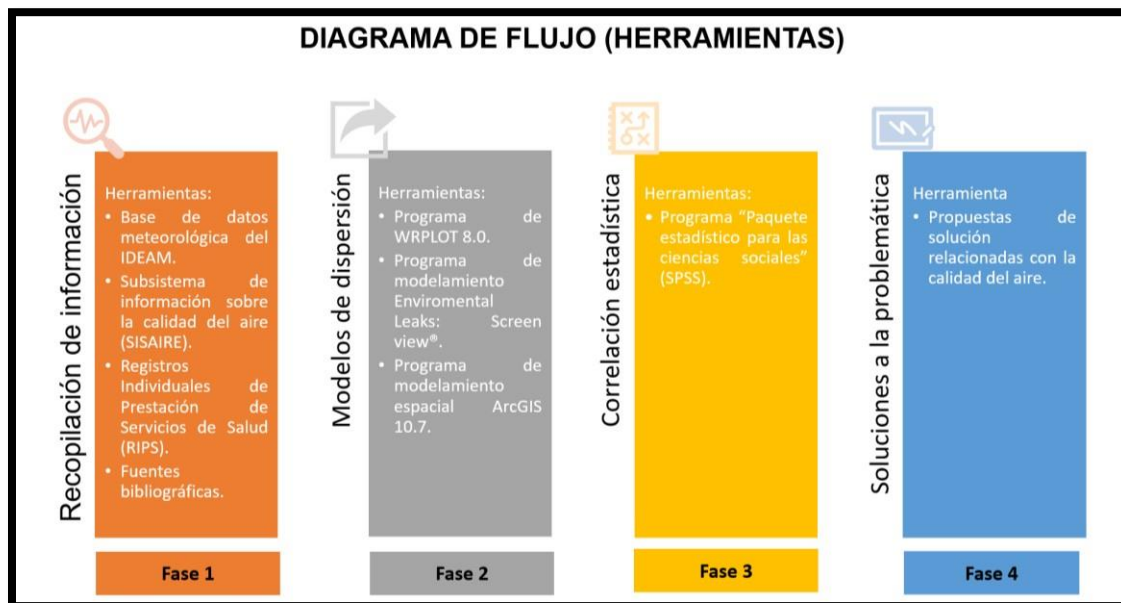


Figura 1. Diagrama de flujo (herramientas)  
Fuente. Elaboración propia.

Adicionalmente, se seleccionaron las estaciones que monitorean los niveles de inmisión atmosféricos, según la disponibilidad en el municipio de datos almacenados en el Subsistema de información sobre la calidad del aire (SISAIRE) como realizó el investigador colombiano (Quintero Riascos, 2018). Asimismo, se identificó que dichas estaciones determinan a su vez parámetros meteorológicos como la dirección y velocidad del viento. Específicamente, las estaciones que monitorean  $PM_{2.5}$  y los parámetros meteorológicos mencionados son Móvil-Koica y Recreo como se sustenta en la Tabla 3 y 4; estas se encuentran bajo la jurisdicción del municipio permitiendo conocer el estado de la calidad del aire en Sogamoso en el año de estudio 2019. Las estaciones meteorológicas se ubican al noreste y centro del municipio como se ilustra en el mapa de localización de estaciones SISAIRE (Figura 2).

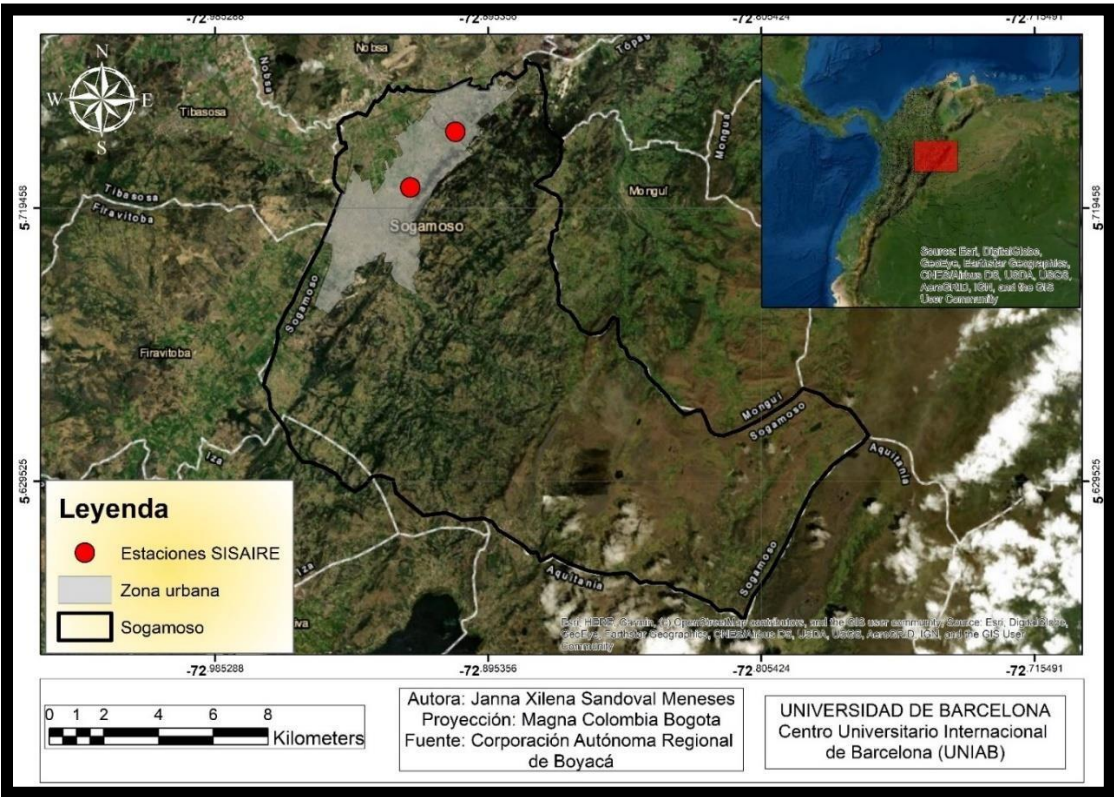


Figura 2. Ubicación de las estaciones del SISAIRE del municipio.  
Fuente. Elaboración propia. Obtenido de: Informe anual de calidad del aire 2018, Red de Monitoreo de Calidad del aire Corpoboyacá. Corporación Autónoma Regional de Boyacá. <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2019/08/reporte-anual-calidad-aire-ano-2018.pdf>

Tabla 3. Características técnicas de la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Koica.

<b>FICHA TÉCNICA ESTACIÓN DEL CALIDAD DEL AIRE</b>	
Nombre Estación	<b>SOGAMOSO-MOVIL KOICA</b>
Departamento	Boyacá
Municipio	Sogamoso
Altitud (msnm)	2510
Especificación	Estación de monitoreo de calidad del aire localizada en el Colegio Juan José Rondón
Estado	Activa
Clase	Ambiental

Fuente. Elaboración propia. Obtenido de: (SISAIRE)

Tabla 4. Características técnicas de la estación de calidad del aire Sogamoso-Recreo.

<b>FICHA TÉCNICA ESTACIÓN DEL CALIDAD DEL AIRE</b>	
Nombre Estación	<b>SOGAMOSO-RECREEO</b>
Departamento	Boyacá
Municipio	Sogamoso
Altitud (msnm)	2476
Especificación	Estación de monitoreo de calidad del aire localizada en el parque recreacional del norte
Estado	Activa
Clase	Ambiental

Fuente. Elaboración propia. Obtenido de: (SISAIRE)

Por lo expuesto anteriormente, en los anexos del 1 al 6 se organizan los valores de concentraciones de material particulado  $PM_{2.5}$ , velocidad y dirección del viento de las estaciones identificadas. Cabe mencionar que las unidades de medición de los anteriores parámetros corresponden a  $\mu g/m^3$ , m/s y grados en el sistema sexagesimal respectivamente. Además, en los anexos 7 al 12 se ilustra el comportamiento de las variables descritas para cada mes del año 2019.

Por otra parte, los Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud (RIPS) fueron obtenidos del Sistema Integrado de Información de la Protección Social (Sispro) mediante la metodología consignada en (Minsalud, 2013). Esta bodega proporciona un historial acerca de los casos registrados en el sistema de salud



referente a enfermedades sumado a datos demográficos y diagnóstico médico a partir de los archivos recopilados por las entidades prestadoras de salud (EPS). Igualmente, la lista por conceptos médicos del municipio de Sogamoso se organiza en el anexo 13 con sus campos de diagnóstico, género, EPS, fecha, concepto de salud y edad.

#### 4.1.2 Elaboración de modelos de dispersión.

Esta etapa se ilustra en la Figura 1 y tiene como propósito estimar los niveles de inmisión del material particulado fino.

##### 4.1.2.1 Rosa de los vientos.

El programa WRPLOT permitió la elaboración de la rosa de los vientos a partir de los datos meteorológicos obtenidos en la fase definida como recopilación de información. Particularmente, los parámetros de entrada procesados por el software fueron el año, el mes, el día, la precipitación, la velocidad y la dirección del viento siguiendo la metodología de (Aragón et al, 2019). Cabe mencionar que los datos utilizados en esta etapa se encuentran en los anexos 2,3,5 y 6.

##### 4.1.2.2 Modelo gaussiano.

En esta subfase se utilizó el programa “Screen View” de Enviromental Lakes para realizar el modelo Gaussiano de las concentraciones de inmisión producto de la actividad industrial del municipio teniendo en cuenta el método empleado por (Álvarez Berrio, 2016). De manera que en el software se seleccionó el tipo de fuente que solicita los datos de entrada del software indicados en la Tabla 5 y corresponden al tipo de fuente, coeficiente de dispersión, altitud del receptor, factor de emisión, diámetro de la chimenea, velocidad de salida del gas, temperatura de salida.

Tabla 5. Datos de entrada del modelo screen view.

<b>PARÁMETRO DE ENTRADA</b>	<b>UNIDADES</b>
Tasa (o cantidad) de emisión	Gramos por segundo (g/s)
Altura de la chimenea	Metros (m)
Diámetro interno de la chimenea	Metros (m)
Velocidad de salida del gas	Metros por segundo(m/s)
Temperatura de salida del gas	Grados Kelvin (K)

Fuente. Elaboración propia. Guía del usuario screen view.

Además, de acuerdo con la normatividad vigente se eligen los valores de entrada del modelo. Particularmente, la resolución 1632 de 2012 define que la altura mínima y el diámetro de la chimenea para análisis de dispersión corresponden a 10 metros y 2.5 metros respectivamente; de igual manera, el factor de emisión utilizado será calculado a partir de los valores de la concentración diaria de inmisión de  $PM_{2.5}$  obtenidos en la fase de recopilación de datos.

Luego, el modelo requiere la adición de parámetros meteorológicos expresados en seis (6) pestañas. Específicamente, en la primera pestaña que corresponde a “meteorology” se eligió la opción de “full meteorology” y “flat terrain”, según esta selección es utilizada para estimar las concentraciones de material particulado  $PM_{2.5}$  de acuerdo con el peor escenario. Luego, se definieron las distancias del modelo como automáticas, en estas se describe el comportamiento de dispersión del contaminante con respecto a la fuente de emisión. Finalmente, los módulos de “downwash” y “fumigation” no se contemplan para el modelo teniendo en cuenta las condiciones climáticas del municipio y los estudios de referencia señalados en el marco teórico.

#### 4.1.2.3 Modelo geoespacial.

Los resultados del modelo de dispersión generados en el programa “Environmental Lakes” junto con la rosa de los vientos fueron georreferenciados en el programa ArcGIS 10.7. Después, los datos agregados fueron corregidos estadísticamente e interpolados por medio de la herramienta cokriging.

#### 4.1.3 Correlación de concentración de material particulado 2.5 con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso.

La regresión lineal múltiple se realizó con el programa estadístico para las ciencias sociales (SPSS) siguiendo la metodología (Penttinen et al., 2006; Chen et al., 2020). En principio, en el software son importados los datos de los casos diarios de las enfermedades respiratorias y las concentraciones de material particulado  $PM_{2.5}$  de cada día del año 2019; cabe mencionar que estos valores fueron generados en fases anteriores. Luego, se utilizó el método de análisis de varianzas (ANOVA) con

el propósito de comparar las medias y analizar la correlación entre los registros ingresados. Después, el reporte diario de las enfermedades respiratorias fue seleccionado como la variable dependiente (anexos 7 al 9), en cambio, los niveles de inmisión de PM<sub>2.5</sub> son asignados como factor. Además, se correlacionan los datos de humedad y temperatura diaria (anexos 10 al 13) con la concentración de PM<sub>2.5</sub> para observar su influencia en dicha variable.

4.1.4 Recopilación de propuestas de mejora a la problemática de calidad de aire. En la Tabla 6 se compila la información relevante de las propuestas que se pueden implementar de acuerdo con las medidas de manejo que apliquen. Lo anterior, se realiza a partir de los resultados que se obtuvieron de los diferentes modelos de dispersión y la correlación estadística. De este modo, en dicha Tabla se indican objetivos, metas, indicadores, fases del proyecto, acciones a desarrollar, presupuesto, cronograma, lugar de aplicación, entre otros aspectos.

Tabla 6. Ficha de propuestas de mejora.

PROGRAMA					
OBJETIVO					
METAS		INDICADORES		SOPORTES	
FASES DEL PROYECTO					
1	2	3	4		
X	X	X	X		
TIPO DE MEDIDA					
MITIGACIÓN	PREVENCIÓN	PROTECCIÓN	CONTROL	COMPENSACIÓN	RECUPERACIÓN
ACCIONES POR DESARROLLAR					
LUGAR DE APLICACIÓN					
POBLACIÓN BENEFICIADA					
PERSONAL REQUERIDO			RESPONSABLE DE LA EJECUCION DEL PROYECTO		
PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA.					
CRONOGRAMA					
ACTIVIDAD	1	2	3	4	
PRESUPUESTO					
ACTIVIDAD POR DESARROLLAR		DESCRIPCIÓN		COSTO	

Fuente. Elaboración propia.

## 4.2 Productos

Esta etapa se proyectan las distintas fases como se evidencia en la Figura 3 que son productos que se obtuvieron a partir de las herramientas descritas en el apartado anterior.

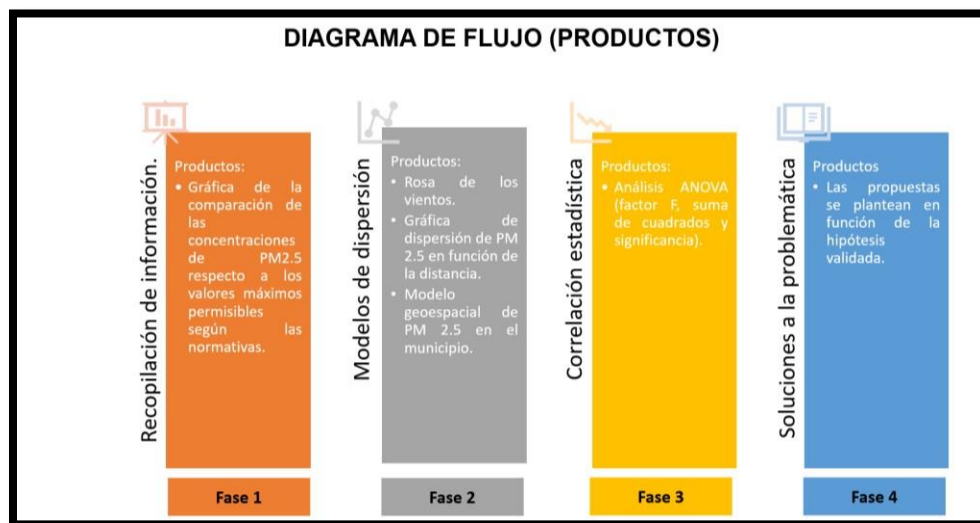


Figura 3. Diagrama de flujo (productos).  
Fuente. Elaboración propia.

### 4.2.1 Recopilación de información y descripción del área de estudio

Los productos de esta fase están asociados a la presentación de gráficas, que comparan los valores obtenidos de las concentraciones de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>), con referencia a las estaciones que pertenecen al SISAIRE. Dichos datos son contrastados con los estándares mundiales de la calidad del aire según la OMS, USEPA, Banco Mundial y la normatividad nacional vigente; con el propósito de identificar la variación en los niveles de inmisión del material particulado en el municipio de Sogamoso.

### 4.2.2 Elaboración de modelos de dispersión

En esta subfase se proyecta una gráfica que muestra la dirección predominante del viento. Además, la rosa de los vientos indica los valores mínimos y máximos de la velocidad del viento en el municipio de Sogamoso para cada mes del año 2019. Por otra parte, el propósito del modelo de dispersión es la descripción del comportamiento de la concentración de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) con

respecto a una distancia de las fuentes de emisión. Lo anterior, se representa mediante una gráfica que relaciona ambas variables, adicionalmente, se obtuvieron los puntos que contienen los resultados del modelo.

#### 4.2.3 Correlación de concentración de material particulado 2.5 con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso.

En esta etapa se obtiene un análisis de varianzas (ANOVA) cuyos parámetros de salida de la correlación estadística son: sumatoria de cuadrados, grados de libertad, factor estadístico F y el valor de significancia. Por otra parte, el producto de esta subfase fue la determinación de la validez de la hipótesis nula o alternativa, es decir, se estableció la correlación de las enfermedades respiratorias con la concentración diaria de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>).

#### 4.2.4 Recopilación de propuestas de mejora a la problemática de calidad de aire.

Las propuestas de mejora a la problemática de calidad del aire se formulan con relación a los resultados de los modelos de dispersión de contaminantes sumado a los modelos de correlación.

## 5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

El marco de referencia se establece con el fin definir la metodología a aplicar en el estudio de caso; incluso, se organizan los fundamentos para la formulación de las propuestas que promuevan la mejora de la calidad del aire en el municipio de Sogamoso, Boyacá. En la actualidad, el municipio pertenece al valle de Sogamoso que se caracteriza por su parque industrial cuyas emisiones atmosféricas lo catalogan como el tercer corredor con mayor contaminación del aire (Corpoboyacá, 2016).

En primer lugar, el presente marco teórico menciona aspectos generales de la calidad del aire mundial, las características principales del material particulado 2.5 y su relación con las condiciones meteorológicas de una zona geográfica. Del mismo modo, se indica la información internacional que vincula las enfermedades

respiratorias con los niveles de  $PM_{2.5}$ , su toxicocinética en un área y las distintas metodologías utilizadas para determinar dicha relación.

Posteriormente, la información de la calidad del aire en el territorio colombiano es sintetizada. De la misma manera, la normatividad nacional vigente junto a las políticas de desarrollo relacionadas al material particulado y sus efectos nocivos en la salud de los colombianos son descritos. Luego, se realiza el análisis de la situación actual de las emisiones e inmisiones de material particulado de 2.5 micras para el municipio de Sogamoso, Boyacá.

### **5.1 Calidad del aire mundial.**

La calidad del aire es un indicador de la presencia de contaminantes atmosféricos que causan impactos negativos en el medio ambiente o problemas en la salud humana (Tan, 2014). En realidad, las estimaciones de la OMS exponen que la exposición a aire contaminado en concentraciones peligrosas produce siete millones de muertes prematuras anuales, es decir, cada año la población mundial es reducida en un 10 % debido a la baja calidad del aire (Broomfield, 2020). Además, las emisiones de gases del efecto invernadero están relacionados con el cambio climático y el calentamiento global (Tan, 2014).

Por otra parte, la emisión consiste en la salida de un contaminante atmosférico como material particulado (MP), Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), óxidos de azufre ( $SO_x$ ), ozono troposférico ( $O_3$ ) y compuestos orgánicos volátiles (COV) (Lopez et al., 2007), que son originados por procesos naturales o antrópicos, es decir, proceden de fuentes biogénicas (erosiones, incendios forestales, descomposición de plantas, erupciones volcánicas y tormentas de polvo) o antropogénicas como las industrias, el sector doméstico, los combustibles fósiles y el hogar (Ministerio de medio ambiente Chile, 2018).

Los contaminantes atmosféricos son emitidos al aire desde fuentes naturales o fuentes antropogénicas (Ferrante et al., 2012). Específicamente, la generación de contaminantes atmosféricos antropogénicos sucede debido a las actividades

industriales y de manufactura, el acopio de materias primas como el carbón, sumado a las emisiones de los automóviles (Corpoboyacá, 2016). Por el contrario, las fuentes naturales de polución atmosférica son la actividad volcánica, la dispersión de polen, los incendios forestales, y la erosión del suelo (AQEG, 2012).

Continuando con lo anterior, las emisiones se dividen a su vez en fuentes fijas (industrias y sectores residenciales) y fuentes móviles que desprenden contaminantes a partir de la distribución y alto flujo del parque automotor (emisiones en tubo de escape y desgaste de frenos neumáticos) (Ministerio de Medio Ambiente Chile, 2018; Londoño et al., 2013). Del mismo modo, pueden ser formados debido a que los gases procedentes de diferentes actividades como procesos industriales, centrales eléctricas, automóviles con gasolina y diésel reaccionan en la atmósfera (USEPA, 2016).

Igualmente, aunque los contaminantes sean emitidos en un lugar específico, este puede transportarse a diferentes sectores a través del viento, como también se pueden transformar por distintas reacciones químicas o se diluyen en la atmósfera teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas propias del lugar. Posteriormente, cuando el contaminante pasa por las diferentes etapas mencionadas anteriormente, este ahora se reconoce como inmisión que hace alusión los niveles de concentración de agentes contaminantes presentes en el aire (Minambiente, 2016, pp5).

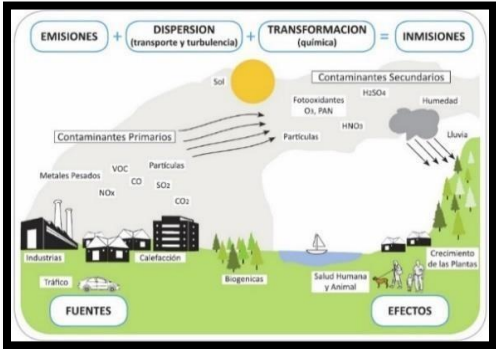


Figura 4. Contaminación del aire.

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2016). Porcentaje de excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2,5 µm (PM2.5) en el aire. IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/641368/2.03+HM+Excedencias+PM2%2C5.pdf/e4b145ac-0a0a-462a-a8ed-bd3aa99c46dc>

En síntesis, los contaminantes del aire se dividen en primarios o secundarios, en otras palabras, se clasifican según su origen (Figura 4). Los contaminantes primarios son los contaminantes que se producen directamente desde su fuente que son dispersados en la atmósfera; en cambio, los contaminantes secundarios se originan por las reacciones químicas en la atmósfera con los componentes normales de esta o entre dos o más contaminantes primarios (Tan, 2014). Las interacciones de los contaminantes atmosféricos emitidos y las variables climáticas han sido estudiadas, a través de modelos matemáticos, permitiendo estimar el comportamiento de procesos de dispersión, transporte y difusión de los agentes contaminantes.

## **5.2 Modelos de la dispersión de contaminantes (A)**

La modelación matemática es un proceso de aplicación de conocimientos científicos y técnicos en la resolución de problemas. Además, diversos autores han adoptado la modelización como una herramienta para explicar o reproducir las observaciones de su estudio (Villa-Ochoa et al., 2008). Incluso, los avances en la programación han permitido el desarrollo de modelos que describen el comportamiento de los contaminantes en el aire, suelo y agua. Particularmente, la EPA diseñó varios programas (como “Screen view”) que permiten cuantificar los niveles de inmisión de un área mediante modelos de dispersión atmosférica las concentraciones de inmisión de los contaminantes del aire pueden estimarse (Villa-Ochoa et al., 2008).

En la actualidad, las aplicaciones de la modelización de la polución atmosférica no solo se limitan a resolver los fenómenos de advección y difusión, sino también prevenir los daños sobre la salud humana (Soledad, 2020). En otras palabras, la definición de niveles máximos de inmisión de los contaminantes criterios, como el  $PM_{2.5}$ , ha sido determinada con modelos de calidad del aire. En general, los modelos de dispersión han sido utilizados como herramientas para el establecimiento de normas de calidad del aire y el más implementado ha sido el modelo de dispersión gaussiana, aunque también se consideran modelos como el de celda fija y modelo de celdas múltiples.



### 5.2.1. Modelo de celda fija

Este modelo matemático considera la modelación del área de estudio como una caja rectangular con dimensiones  $W$  y  $L$ , igualmente, a lo que corresponde a la dirección del viento, uno de los lados del rectángulo debe estar en paralelo con el anterior indicador (Caballero Herrera & Valencia Ortiz, 2018). Asimismo, entre las hipótesis que maneja este modelo, hasta la altura determinada como  $H$  se produce la mezcla de los contaminantes (Pérdiz Dávila, 2016), es decir, esta caja está limitada por la superficie terrestre y la altura de la chimenea ya que es esta la única área en donde se produce la mezcla de los contaminantes de forma homogénea y es emitido de forma constante (IDEAM, 2014; Pérdiz Dávila, 2016) (Figura 5).

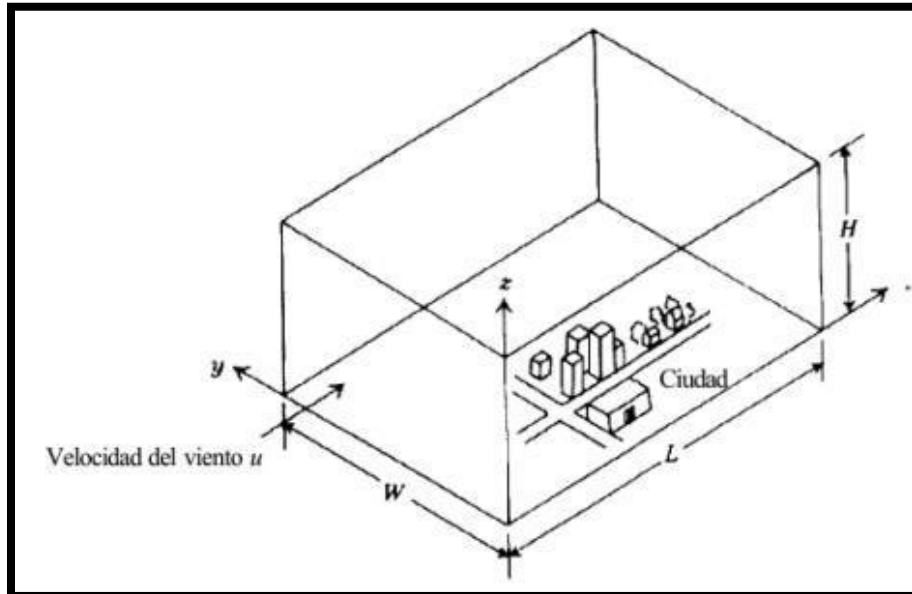


Figura 5. Modelo de celda fija.

Fuente. Caballero Herrera, J. C. & Valencia Ortiz, D. F. (2018). Estudio del material particulado de tamaño menor a 10 micras (PM 10) en el aire ambiente de la zona aledaña a la Universidad Libre-Sede Calendaría. [Tesis de pregrado de Ingeniería Ambiental]. Universidad Libre <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/15882/DF%20-%20Estudio%20del%20PM10%20en%20la%20U%20Libre%20Sede%20Candelaria%20-%20Caterine%20Caballero%20y%20Daniel%20Valencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Del mismo modo, de la Figura 5, se conjetura que la dirección del viento coincide con el eje  $xy$  a una velocidad  $u$  y esta no es interferida por la ubicación, tiempo o la elevación del terreno, al igual, que no es predecible la tasa de destrucción del

contaminante durante su vida media útil (Pérdiz Dávila, 2016). El modelo matemático resultante es el siguiente:

$$c = b + \frac{qL}{uH}$$

Donde:

b= concentración constante del contaminante

q=emisión por unidad de área

L= largo del rectángulo

u= velocidad del viento

H= altura de la celda

#### 5.2.2. Modelo de celdas múltiples

Principalmente, el modelo es conocido como Urban Airshed Model, en sus siglas en inglés UAM está orientado a zonas urbanas (EPA, 2002). Para el modelo, el aire que se encuentra sobre la ciudad o región es dividida en celdas múltiples que se encuentran separadas y son independientes una de la otra pero que aun así tienen tamaños uniformes (Figura 6) (De la Cruz Lezama, 2015). En primera medida, este modelo matemático es usado para las concentraciones de ozono ( $O_3$ ) provenientes de las emisiones de óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) y compuestos orgánicos volátiles (COV), además, porque considera las reacciones químicas de los contaminantes (Figura 6) (EPA, 2002).

Para que se pueda llevar a cabo, el modelo de celdas múltiples requiere de una amplia información que varía en la estimación de la velocidad y dirección del viento que se encuentra en el centro de cada una de las celdas, así como se necesita determinar las emisiones a nivel del suelo por la celda independiente y cálculos para evaluar las reacciones químicas en un determinado tiempo (De la Cruz Lezama, 2015).

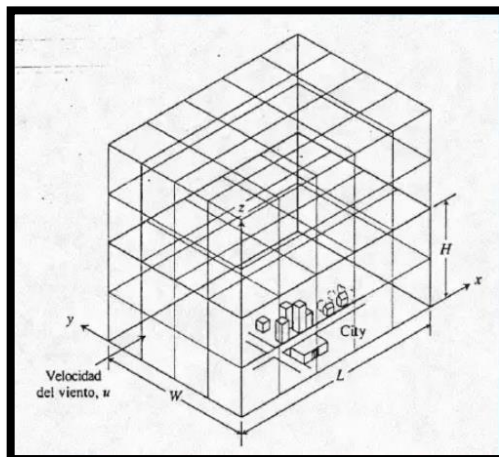


Figura 6. Modelo de dispersión relacionado a la celda múltiple.

Fuente: De la Cruz Lezama, M. (2015). Concentración de contaminantes del aire generado por las fuentes móviles en la ciudad de Huancayo 2012. *Conciencia Ambiental y Trabajo de Campo En Estudiantes de Secundaria de El Mantaro - Jauja*, 1-196.

### 5.2.3. Modelos gaussianos

Los modelos Gaussianos han evolucionado desde la mitad del siglo XX. En principio, la explicación de la difusión de masa contaminante se realizaba a partir de la Ley de Finck, dicho planteamiento relacionaba la concentración de la sustancia con su coeficiente de difusión molecular (Villa-Ochoa et al., 2008). Sin embargo, los limitantes de este modelo correspondían a considerar que el contaminante es conservativo, su régimen es estacionario, la pluma de dispersión solo tiene componente en el eje horizontal z y la dispersión turbulenta es mucho menor que el transporte convectivo (Villa-Ochoa et al., 2008). Todo lo anterior ocasionó que el modelo no pudiera predecir concentraciones cercanas al suelo.

Posteriormente, Pasquill introduce una modificación cambiando las variables e incluyendo la teoría de las imágenes. En otras palabras, se agregó una fuente debajo del suelo con el fin de generar una región de reflexión que se suma a la fuente real para estimar la concentración e inmisión (Villa-Ochoa et al., 2008). Además, se ratificó la distribución gaussiana normal en el eje x y el eje y. No obstante, los resultados del modelo diferían con las mediciones en campo (Figura 7).

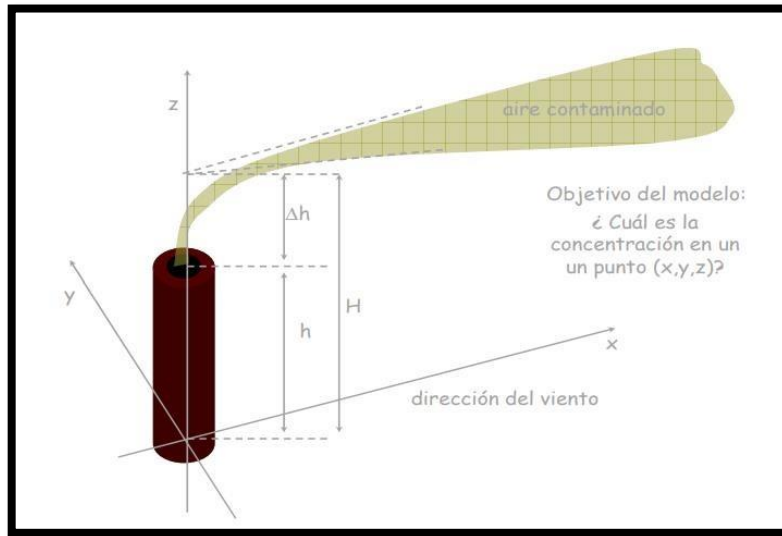


Figura 7. Modelo de dispersión relacionado a pluma gaussiana.

Fuente: Universidad Pablo Olavide. (2015). Dispersión de contaminantes atmosféricos: Modelo gaussiano de la columna de humo. Universidad Pablo de Olavide <https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/CA/Pract/Practica1.pdf>

En la actualidad, el modelo de dispersión gaussiano se fundamenta en la dispersión horizontal o vertical del contaminante cuya pluma se desplaza en la dirección del viento. Asimismo, las concentraciones de los contaminantes se estiman en función del factor de emisión, la dirección y velocidad del viento, la estabilidad atmosférica, la altura efectiva de la chimenea (Universidad Pablo Olavide, 2015). Además, la ecuación resultante (Figura 8) del modelo considera que el penacho de humo emitido por una fuente fija alcanza una altura efectiva, suma de la altura de la chimenea y el ascenso de la corriente gaseosa, que resulta al considerar los movimientos convectivos de la atmósfera; el fenómeno anterior está relacionado con las clases de estabilidad establecidas por Pasquill y es un parámetro de entrada del software screen view (Tabla 7) (Villa-Ochoa et al., 2008).

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

Figura 8. Ecuación del modelo de dispersión de aire.

Fuente: Caballero Herrera, J. C. & Valencia Ortiz, D. F. (2018). Estudio del material particulado de tamaño menor a 10 micras (PM 10) en el aire ambiente de la zona aledaña a la Universidad Libre-Sede Calendaria. [Tesis de pregrado de Ingeniería Ambiental]. Universidad Libre. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15882/DF%20-%20Estudio%20del%20PM10%20en%20la%20U%20Libre%20Sede%20Candelaria%20-%20Caterine%20Caballero%20y%20Daniel%20Valencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tabla 7. Clases de estabilidad con respecto a las condiciones meteorológicas según Pasquill.

<b>Tabla 1.</b> Condiciones meteorológicas que definen las clases de estabilidad de Pasquill					
$U_{10} / m s^{-1}$	Día, radiación solar			Noche	
	Fuerte	Moderada	Débil	Nubes > 1/2	Nubes < 3/8
< 2	A	A-B	B		
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	D	D	E
5-6	C		D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Fuente: Universidad Pablo Olavide. (2015). *Dispersión de contaminantes atmosféricos: Modelo gaussiano de la columna de humo*. Universidad Pablo de Olavide <https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/CA/Pract/Practica1.pdf>

Finalmente, en la Tabla 8 se recopila información acerca de casos de estudio que utilizaron el programa “Screen view” con el módulo fuente fija. Particularmente, varios investigadores implementaron el software para realizar modelos de dispersión de la contaminación atmosférica por fuentes de emisiones fijas y móviles. En síntesis, en los estudios mencionados, la aplicación de dicho software está orientada a estimar los niveles de inmisión. Dichos modelos obtienen resultados que pueden ser representados en cartografías lo anterior con el propósito de visualizar espacialmente su comportamiento.

Tabla 8. Estado de la cuestión para los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos.

AUTORES	DATOS DE ENTRADA	HERRAMIENTA IMPLEMENTADA
(Avilés Floréz et al., 2018)	Factor de emisión (g/s), altura de la chimenea, diámetro interno de la chimenea y variables meteorológicas.	El software Screen view 3 y el software disper 5.2
(Ordoñez, et al, 2018)		
(Torres Murillo, 2018)	Factor de emisión (g/s), altura de la chimenea, diámetro interno de la chimenea y variables meteorológicas.	Software Screenview 3
(Guarnizo Ramirez & Beltrán Amaya, 2020)		

Fuente. Elaboración propia.

### 5.3 Modelos geoespaciales.

#### 5.3.1 Método cokriging

En la actualidad existen métodos de predicción geoespacial que permiten estimar la distribución espacial de una variable, con menores valores de predicción que los convencionales como el método kriging (Giraldo Henao, 2015). Específicamente, el modelo cokriging dicho modelo se realiza a partir de la información relacionada a dicho parámetro de entrada. De acuerdo con lo anterior, la expresión del modelo cokriging con una sola variable corresponde a la Figura 9, incluso en la Figura 10 se muestra el sistema de ecuaciones utilizado para la predicción de los datos.

$$\hat{Z}_{v_1}^*(x_0) = \sum_{i=1}^{n_1} a_i Z_{v_1}(x_i) + \sum_{j=1}^{n_2} b_j Z_{v_2}(x_j)$$

Figura 9. Ecuación del modelo cokriging.

Fuente: Giraldo Henao, R. (2015). *Introducción a la Geoestadística, Teoría y Aplicación*. Universidad Nacional de Colombia. [https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO\\_-DE-\\_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf](https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO_-DE-_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf).

$$\begin{pmatrix} \gamma_{v_1}(1,1) & \cdots & \gamma_{v_1}(n,1) & \gamma_{v_{h2}}(1,1) & \cdots & \gamma_{v_{h2}}(m,1) & 1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \gamma_{v_1}(1,n) & \cdots & \gamma_{v_1}(n,n) & \gamma_{v_{h2}}(1,n) & \cdots & \gamma_{v_{h2}}(m,n) & 1 & 0 \\ \gamma_{v_{h2}}(1,1) & \cdots & \gamma_{v_{h2}}(n,1) & \gamma_{v_2}(1,1) & \cdots & \gamma_{v_2}(m,1) & 0 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \gamma_{v_{h2}}(1,m) & \cdots & \gamma_{v_{h2}}(n,m) & \gamma_{v_2}(1,m) & \cdots & \gamma_{v_2}(m,m) & 0 & 1 \\ 1 & \cdots & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & 1 & \cdots & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_n \\ b_1 \\ \vdots \\ b_m \\ \mu_1 \\ \mu_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma_{v_1}(0,1) \\ \vdots \\ \gamma_{v_1}(0,n) \\ \gamma_{v_{h2}}(0,1) \\ \vdots \\ \gamma_{v_{h2}}(0,m) \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Figura 10. Sistema de ecuaciones utilizado por el método cokriging.

Fuente: Giraldo Henao, R. (2015). *Introducción a la Geoestadística, Teoría y Aplicación*. Universidad Nacional de Colombia. [https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO\\_-DE-\\_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf](https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO_-DE-_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf).

#### 5.3.2 Método IDW (ponderación por el inverso de la distancia)

El proceso para aplicar este método de inferencia geoespacial comienza con la ponderación de los valores circundantes en función inversa de la distancia que los separa. En otras palabras, el fundamento teórico de este método consiste en que los valores cercanos a un punto tienen mayor probabilidad de ser parecidos en comparación con los más alejados. Aunque es un método ampliamente utilizado en

el campo de los modelos geoespaciales, su uso no es aplicable a datos con alto rango de variación a menos que se cuente con datos auxiliares. La fórmula general se muestra en la figura 11:

$$Z(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i * Z(S_i)$$

Donde Z(S<sub>0</sub>) es el valor que intentamos predecir para el lugar S<sub>0</sub>. N es el número de puntos muestrales alrededor del lugar que se va a predecir y que serán tenidos en cuenta en la predicción. λ<sub>i</sub> es el peso asignado a cada punto muestral que vamos a usar. Estos pesos decrecen con la distancia. Z (S<sub>j</sub>) es el valor observado del lugar S<sub>j</sub>.

Figura 11. Sistema de ecuaciones utilizado por el método IDW.  
 Fuente: Giraldo Henao, R. (2015). *Introducción a la Geoestadística, Teoría y Aplicación*. Universidad Nacional de Colombia. [https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO\\_-DE-\\_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf](https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO_-DE-_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf).

Antes de determinar los pesos relativos para cada uno de los datos, se debe calcular el óptimo valor del factor p debido a que el número de datos vecinos será una variable constante definida por el procesador de los datos. Dicho procedimiento se realiza la estimación del mínimo error de predicción o error cuadrático medio con la fórmula de la figura 12. Una vez se calcula el anterior indicador estadístico, se debe estimar los pesos como se muestra en la figura 13.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Predicted_i - Actual_i)^2}{N}}$$

Figura 12. Ecuación para el cálculo del error cuadrático medio el método IDW.  
 Fuente: Giraldo Henao, R. (2015). *Introducción a la Geoestadística, Teoría y Aplicación*. Universidad Nacional de Colombia. [https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO\\_-DE-\\_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf](https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO_-DE-_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf).

$$\lambda_i = d_{i0}^{-p} / \sum_{i=1}^n d_{i0}^{-p}$$

Figura 13. Determinación de pesos relativos por el método IDW.

Fuente: Giraldo Henao, R. (2015). *Introducción a la Geoestadística, Teoría y Aplicación*. Universidad Nacional de Colombia. [https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO\\_-DE-\\_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf](https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO_-DE-_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf).

### 5.3.3 Método Kriging (ponderación por el inverso de la distancia)

El método de interpolación espacial conocido como kriging es una herramienta utilizada para calcular datos en lugares donde no se ha realizado un proceso de muestreo. El objetivo de este método es obtener un valor con la menor varianza asumiendo que, a partir un conjunto de datos  $V$  observados, se puede construir una función lineal de la variable. En otras palabras, el cálculo del valor faltante se realiza a través de una media ponderada de datos como se muestra en la figura 14:

$$z_v^* = \sum \lambda_i z(x_i) \text{ en donde } \lambda_i \text{ son los pesos asignados}$$

Figura 14. Sistema de ecuaciones utilizado por el método cokriging.

Fuente: Giraldo Henao, R. (2015). *Introducción a la Geoestadística, Teoría y Aplicación*. Universidad Nacional de Colombia. [https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO\\_-DE-\\_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf](https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO_-DE-_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf).

En general, los modelos geoespaciales han sido una herramienta importante para predecir el comportamiento del material particulado fino  $PM_{2.5}$ , lo anterior debido la relación de dicho contaminante con la presencia de enfermedades respiratorias.

### 5.4 Generalidades del material particulado 2.5 ( $PM_{2.5}$ )

En principio, el contaminante criterio relacionado a las partículas atmosféricas eran las partículas totales en suspensión (PTS). Sin embargo, en el año 1980 varios países europeos comenzaron a considerar las concentraciones de material particulado con diámetro aerodinámicos de  $10 \mu m$  a sus normas de calidad de aire. Posteriormente, la organización panamericana de la salud reconoció la correlación entre las enfermedades cardiovasculares en el año 1990 con el  $PM_{2.5}$  (partículas



finas), en consecuencia, los países añadieron este contaminante a sus normas de inmisión de aire (IDEAM, 2011).

El material particulado o PM es el conjunto de elementos suspendidos en el aire emitidos cuya composición es una mezcla entre una fracción sólida y otra líquida (El Morabet, 2019). Cabe mencionar que el hollín, el polen y partículas del suelo se incluyen como material particulado (AQEG, 2012). Asimismo, el PM se clasifica según el tamaño de su diámetro variando desde 10 µm (conocido como PM<sub>10</sub>) hasta las partículas finas de diámetro de 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>) junto a las partículas ultrafinas con diámetros aerodinámicos menores a 0.1 µm (Vallero, 2008).

El tamaño de las partículas es determinado por su proceso de formación (Figura 15). Concretamente, las partículas finas primarias son emitidas principalmente por fuentes relacionadas con la combustión de hidrocarburos (USEPA, 2016), sin embargo, el desgaste de las llantas (Wahlström et al., 2010) y la resuspensión del material particulado en las vías sin pavimentar podrían generar material particulado 2.5 µm (Karagulian et al., 2017). Además, la formación de material particulado secundario sucede cuando los óxidos de sulfuro y nitrógeno se transforman en nitrato y sulfato de amonio, debido a las reacciones fotoquímicas en la atmósfera (Karagulian et al., 2017).

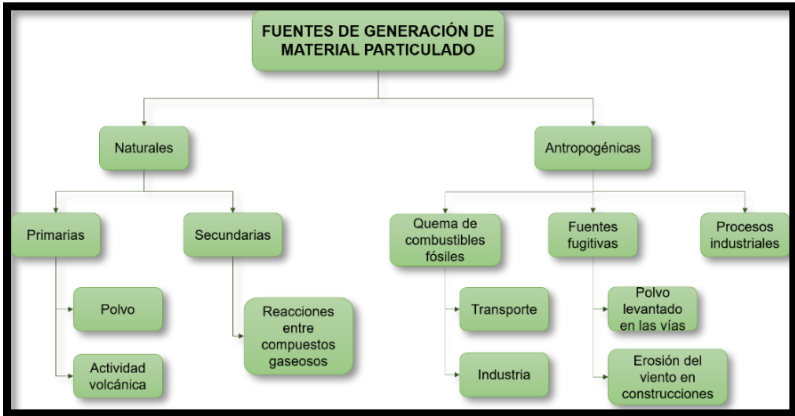


Figura 15. Fuentes de emisión de material particulado.

Fuente. Elaboración propia. Adaptado de: Buitrago Mahecha, A. M., & Tejeiro Mahecha, J. M. (2019). Influencia de las condiciones meteorológicas en las concentraciones de PST y PM<sub>10</sub> en inmediaciones de la Universidad Santo Tomás sede Loma Linda. [Trabajo de Grado-Pregrado Ingeniería Ambiental]. Universidad. Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/15598>

Además, la contaminación atmosférica es el factor ambiental con más influencia negativa sobre la salud humana en Europa, tanto así que contribuye significativamente al índice de muertes en las áreas urbanas europeas (Aguilera et al., 2013; Buitrago Mahecha & Tejeiro Mahecha, 2019). La tasa de mortalidad por la contaminación del aire es equivalente al 8% de todas las muertes en el mundo, sin embargo, este porcentaje puede aumentar debido al aumento de la concentración de partículas finas (PM<sub>2.5</sub>) en el aire (Gascon & Sunyer, 2015). En otras palabras, varios estudios relacionan la aparición de enfermedades respiratorias con altos niveles de inmisión de PM<sub>2.5</sub> (Guzman Ruiz & Buitrago Sierra, 2017; WHO, 2016; Tonne, 2017).

### **5.5. Toxicocinética del material particulado**

Para comprender como afecta a la salud humana el ingreso del material particulado se debe entender, principalmente, como es su tránsito por el cuerpo. En ese orden de ideas, la deposición de partículas depende de primera medida del diámetro aerodinámico de la partícula, la ruta de respiración (inhalación por boca o nariz) y finalmente, del volumen y la frecuencia de respiración (WHO, 2016); lo anterior, definirá si esta se alojará dentro de las vías respiratorias superiores (extratorácicas) o por el contrario, en las vías aéreas inferiores (traqueobronquiales, pulmonares, alveolares), al igual, que una parte de las partículas son eliminadas por exhalación (WHO, 2016).

La característica fundamental de la toxicocinética del material particulado se relaciona principalmente con el tamaño y forma de la partícula, debido a que esto condiciona la manera en la que se deposita en el tracto respiratorio mediante tres mecanismos: choque o impactación, sedimentación y suspensión o difusión (Fernández Tena & Casan Clarà, 2012; Olaguíbel Rivera, 2015). El primer mecanismo, afecta directamente a las partículas que por su tamaño (>10 µm) quedan retenidas principalmente en la zona orofaríngea ocasionado por el cambio en la velocidad del aire que se condiciona por el volumen de la corriente y frecuencia

respiratoria dentro de la vía aérea (Fernández Tena & Casan Clarà, 2012; Olaguíbel Rivera, 2015).

Paralelamente, el segundo, actúa principalmente, en partículas entre 0,5 a 5  $\mu\text{m}$  que se depositan por efecto de la gravedad entre los últimos segmentos bronquiales debido al tiempo prolongado dentro de las vías respiratorias (Fernández Tena & Casan Clarà, 2012; Olaguíbel Rivera, 2015). Finalmente, en cuanto a las partículas de tamaños menores a 0,5  $\mu\text{m}$  por acción de los movimientos brownianos son capaces de viajar tanto por las vías respiratorias superiores como inferiores y llegar a los sacos alveolares en donde sucede el intercambio gaseoso; sin embargo, por la baja velocidad del viento y el diámetro de la masa media aerodinámica, no logran sedimentarse, por lo cual son exhaladas (Fernández Tena & Casan Clarà, 2012; Olaguíbel Rivera, 2015).

Además, el material particulado  $\text{PM}_{2.5}$  (diámetro aerodinámico  $>2.5 \mu\text{m}$ ) puede llegar hasta los alvéolos, atravesando todo el sistema respiratorio y quedando retenido en un 50% en el parénquima pulmonar, al igual que pueden inducir daño celular (Valavanidis et al., 2008). En función de la caracterización química de las partículas finas atmosféricas este puede ingresar a la circulación sanguínea; específicamente, la presencia de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en el material particulado puede introducirse a la sangre por medio de dos rutas de absorción: epitelio bronquial y epitelio alveolar (siendo esta la vía más rápida de deposición sanguínea) (Boström et al., 2002).

#### 5.5.1. Toxicodinámica

El material particulado que ingresa por las vías respiratorias por inhalación y es capaz de llegar hasta el intercambio aire y gas en la sangre, afecta específicamente la permeabilidad celular debido a que tienen la capacidad de introducir especies reactivas de oxígeno (Cachon et al., 2014). Asimismo, el material particulado 2.5  $\mu\text{m}$  es capaz de introducirse en las células y depositarse en los orgánulos laminares, dañar las mitocondrias y lisosomas, al igual que fragmentar cromosomas de las

células mitóticas, como también, de inducir a roturas en el ADN y dañarlo; finalmente este xenobiótico puede llegar a producir la muerte celular (Gualtieri et al., 2011).

Los efectos por exposición al material particulado pueden producir al igual: la aparición de mutaciones, cáncer y reacciones alérgicas; estas enfermedades, suelen complicarse en personas con antecedentes de enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) y asma, ya que reduce su función respiratoria (Gualtieri et al., 2010). Este contaminante además de afectar el sistema respiratorio también, es causante del aumento de las tasas de morbilidad y mortalidad cardiovascular por infarto de miocardio, presión arterial y anomalías en la función vascular y la coagulación (Mills et al., 2009).

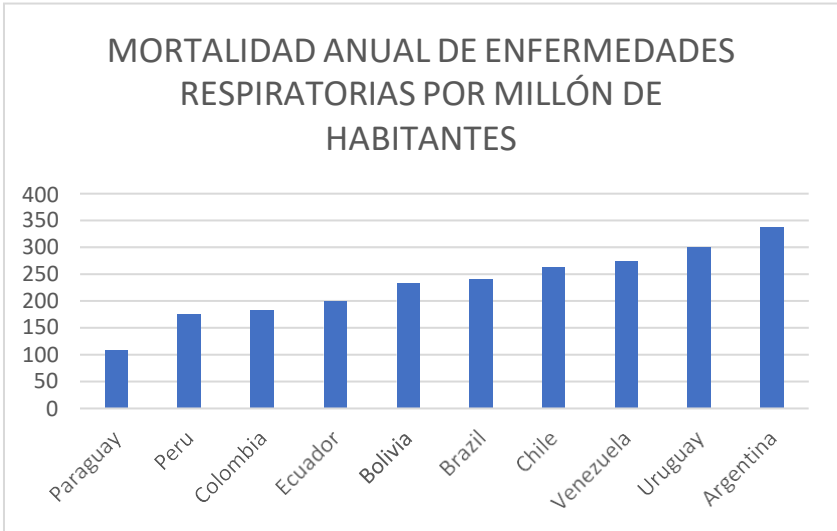


Figura 16. Mortalidad anual prematura relacionada a enfermedades respiratorias por millones de habitantes en los países de Suramérica.

Fuente: Organización para la Economía Cooperación y Desarrollo. [OECD]. (2017). Air pollution effects. Organización para la Economía Cooperación y Desarrollo. <https://data.oecd.org/air/air-pollution-effects.htm#indicator-chart>

A través de investigaciones que han correlacionado las concentraciones de contaminantes y las enfermedades respiratorias (Ciabattini et al., 2020; Sun et al., 2020), los niños y los ancianos son clasificados como población vulnerable debido a que los efectos más graves se evidencian en estos grupos. Particularmente, la Figura 16 fue obtenida resultado de una regresión estadística desarrollada por la OECD, ilustrando que la mortalidad anual relacionada a las enfermedades

respiratorias, cuantificada por millón de habitantes para Colombia, ocupa el tercer valor más bajo de Suramérica y corresponde a 184 casos por millón de habitantes (OECD, 2017).

### 5.6 Regresión lineal múltiple

La regresión es una herramienta de la estadística, que es utilizada para estimar la relación de semejanza entre dos conjuntos de datos (González González, 2009). Específicamente, la regresión más sencilla es conocida como regresión lineal múltiple que correlaciona, a través de modelos, las variables dependientes con las independientes. Sin embargo, uno de los limitantes para aplicar este tipo de modelos es el número mínimo de casos de entrada, autores mencionan que dicho valor debe ser 30 genéricos y 10 por cada variable introducida (González González, 2009).

Del mismo modo, en la actualidad los modelos de regresión lineal múltiple aplican pruebas de hipótesis. Este tipo de pruebas es utilizado para verificar, por medio de una muestra, si una población tiene una cualidad determinada (Pardo & Ruiz, 2015). Particularmente, en la aplicación de la regresión lineal múltiple se formulan dos hipótesis: hipótesis nula e hipótesis alternativa; estas deben ser escritas como expresiones matemáticas para facilitar su análisis.

Después de la definición de las hipótesis, se realiza la determinación de cuál de las dos afirmaciones explica el comportamiento de la variable. Lo anterior se realiza mediante el valor estadístico  $p$  representado por la significancia, que indica la probabilidad de que la hipótesis alternativa sea rechazada. Cabe mencionar que en la Tabla 9 se organizan los criterios de selección de hipótesis.

Tabla 9. Criterios de aceptación o rechazo de hipótesis.

CRITERIO	OPCIÓN
Si, el valor $p < 0.1$	Se debe aceptar la hipótesis alternativa.
Si, el valor $p > 0.1$	Se debe aceptar la hipótesis nula.

Fuente. Elaboración propia. Adaptado de: González González, J. (2009). Manual básico SPSS. Universidad de Talca. [https://www.fibao.es/media/uploads/manual\\_basico\\_spss\\_universidad\\_de\\_talca.pdf](https://www.fibao.es/media/uploads/manual_basico_spss_universidad_de_talca.pdf)

En los casos en los que se desea comparar las medias de varios grupos de datos, se realiza un análisis de varianza (ANOVA) que se basa en la comparación de varianzas de los conjuntos de datos de entrada (González González, 2009). En consecuencia, la prueba de hipótesis que se debe aplicar a este tipo de análisis estadístico está organizado en la Figura 17 (Pardo & Ruiz, 2015). Lo anterior evidencia que para los casos en los que la media de datos sea equivalente a cero (0) la hipótesis alternativa será válida, en otras palabras, en los que el valor p sea menor a 0.05.

$$\begin{array}{l}
 H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots = \mu_n = 0 \\
 H_1 : \text{al menos uno es } \neq 0
 \end{array}$$

Figura 17. Prueba de hipótesis para el análisis ANOVA.

Fuente: González González, J. (2009). Manual básico SPSS. Universidad de Talca. [https://www.fibao.es/media/uploads/manual\\_basico\\_spss\\_universidad\\_de\\_talca.pdf](https://www.fibao.es/media/uploads/manual_basico_spss_universidad_de_talca.pdf).

Por último, la Tabla 14 compila las principales características de las investigaciones que aplicaron la regresión lineal múltiple para establecer la relación entre enfermedades respiratorias (ER) relacionadas con la calidad del aire. Por ejemplo, investigadores europeos y asiáticos han demostrado que las concentraciones de material particulado fino están relacionadas con enfermedades cardiorrespiratorias como asma y cáncer de pulmón. En suma, se evidencia una correlación entre las ER con las concentraciones de inmisión del PM<sub>2.5</sub>, problemática que en la actualidad con el interés de compararlos con los límites establecidos en la legislación correspondiente y finalmente establecer las posibles afectaciones sobre la salud de los receptores.

Los principales resultados de la investigación de (Penttinen et al., 2006) es la correlación entre la concentración de PM<sub>2.5</sub> y el aumento de casos de asma, incluso en personas con estilos de vida saludables. Con respecto a la principal conclusión del estudio de (Chen et al., 2020) corresponde a que los contenidos de metales pesados en el material particulado fino inducen a enfermedades respiratorias, además de que el aumento en la producción de especies reactivas de oxígeno

(ROS) que están relacionadas con el mecanismo fisiopatológico del PM 2.5. Finalmente, la concentración de material particulado y la humedad relativa fueron relacionados en los casos reportados de enfermedades respiratorias en Jawali, India en la investigación de (Kumar & Attri, 2016). Con respecto a las herramientas implementadas por dichas investigaciones son organizadas en la Tabla 10.

*Tabla 10. Estado de la cuestión para los modelos de regresión lineal múltiple.*

AUTORES	HERRAMIENTAS IMPLEMENTADAS
(Penttinen et al., 2006)	Modelo auto regresivo de cuadrados.
(Chen et al., 2020)	
(Kumar & Attri, 2016)	Regresión lineal múltiple (análisis ANOVA)

Fuente. Elaboración propia.

## **5.7 Legislación ambiental vigente relacionada a la calidad del aire y planes de salud en Colombia.**

En este apartado se describen la evolución del marco normativo relacionado con la salud y con la calidad del aire. Además, se mencionan los fundamentos de los planes de salud en Colombia junto con la descripción de algunos de estos documentos a escala nacional y local.

### **5.7.1 Normatividad colombiana**

La evolución de la legislación ambiental en el mundo ha regulado las normas de la calidad del aire en Colombia. Desde la conferencia de Estocolmo en 1972, el aire es categorizado por la ONU como “recurso natural” indicando que debe ser conservado a largo plazo (Montenegro Sierra, 2018) en consecuencia, el Congreso colombiano expide la Ley 23 de 1973 cuyo objeto está relacionado con la defensa de la salud de sus habitantes, a partir de la prevención y mitigación de la contaminación del ambiente. Después, el Decreto 2811 de 1974 (Código Nacional de Recursos Naturales Renovables) fue emitido con el propósito de consolidar los conceptos de preservación del medio ambiente (Montenegro Sierra, 2018).

Posteriormente, la Ley 9 de 1979 se incorporó al marco normativo del país, definiendo lineamientos ambientales de interés para la salud humana; incluso, mediante el Decreto 02 de 1982, el Ministerio de Salud y Protección Social definió las normas de calidad del aire y emisión de sustancias contaminantes (Montenegro Sierra, 2018). Finalmente, la Declaración del Río de Janeiro aportó los fundamentos tanto al artículo 41 de la Constitución Política Colombiana como a la Ley 99 de 1993 y el Decreto 948 de 1995 (Montenegro Sierra, 2018). En respuesta a las pautas en la materia definidas por la OMS, la anterior norma ha sido modificada por diversas resoluciones hasta las normas de emisiones actuales: resolución 909 de 2008 y resolución 910 de 2008; constituyendo junto a la norma de inmisión la legislación ambiental vigente colombiana relacionada con la calidad del aire (Figura 18).



Figura 18. Normas vigentes relacionadas con la contaminación atmosférica.  
 Fuente. Elaboración propia. Adaptado de: Montenegro Sierra, I. (2018). El derecho al aire limpio en Colombia: fundamentos desde la perspectiva ambiental. Departamento de Derecho, 45. Universidad Nacional de Colombia.  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/71925/1/1013623281.2018.pdf>.

En el año 1971 fue la primera vez que se establecieron los estándares de calidad del aire a nivel nacional por medio de la Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos, en sus siglas en inglés EPA, sin embargo, solo fue hasta el año 1997 que se tomaron en cuenta significativamente los estudios y se instauró los valores específicamente para partículas menores de 2.5 micras ( $65\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24



horas; 15 µg/m<sup>3</sup> anual). En el año 2006 se mantuvo el valor anual, pero se redujo a 35 µg/m<sup>3</sup> el de 24 horas (USEPA, 2018).

Finalmente, para fortalecer la norma de calidad del aire, a partir de 14 de diciembre del 2012, hubo una nueva revisión y actualización de sus estándares donde únicamente se redujo el valor anual pasando de 15 µg/m<sup>3</sup> (valor del año 1997) a 12 µg/m<sup>3</sup> (norma que entró en vigor en el año 2013) (USEPA, 2018). La anterior revisión, se realizó teniendo en cuenta que el material particulado menor a 2.5 micras puede perjudicar la salud de las personas afectando su sistema cardiovascular, sistema respiratorio, ataques de asma y muertes prematuras por una exposición de largo o corto tiempo (USEPA, 2017).

Tabla 11. Normatividad internacional y nacional

ESCALA	NORMATIVIDAD	NIVELES PERMISIBLES (MATERIAL PARTICULADO FINO)	
		TIEMPO DE EXPOSICIÓN	NIVEL MÁXIMO DE CONCENTRACIÓN RECOMENDADO (µg/m <sup>3</sup> )
Internacional	Guía de la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (2006).	Anual Diaria	10 25
	EPA	Anual Diaria	15 65
Nacional	Resolución 2254 de 2017. (A partir de Julio 2018)	Anual Diaria	25 37
Nacional	Resolución 2254 de 2017. (A partir de 2030)	Anual Diaria	15 20

Fuente. Elaboración propia. Adaptado de: Montenegro Sierra, I. (2018). El derecho al aire limpio en Colombia: fundamentos desde la perspectiva ambiental. Departamento de Derecho, 45. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/71925/1/1013623281.2018.pdf>

Particularmente, la Tabla 11 organiza las concentraciones máximas permisibles para el PM<sub>2.5</sub> de acuerdo con la OMS (Organización Mundial de la Salud) y a la resolución 2254 de 2017. Después de comparar la información presentada, se establece que los niveles límites recomendados de material particulado fino son mayores para la normativa nacional debido a su transición de adaptación a los lineamientos de la OMS.

Además, la resolución 2254 de 2017, norma vigente de concentraciones de inmisión, contempla la inclusión de un indicador de la calidad del aire (ICA) cuyo propósito es permitir el contraste de los niveles de contaminación. No solo el ICA se aplica para realizar comparaciones, sino también define los límites máximos permisibles a condiciones estándar de los contaminantes referencia. Específicamente, los niveles máximos permisibles para el material particulado fino PM<sub>2.5</sub> son organizados en la Tabla 12. Además, en la Tabla 13 se organizan los niveles máximos para el contaminante criterio PM<sub>2.5</sub>.

Tabla 12. Niveles máximos permisibles para contaminante criterio PM<sub>2.5</sub>.

Contaminante	Nivel Máximo Permisible (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo de Exposición
PM <sub>2.5</sub>	25	Anual
	50	24 horas

Fuente. Elaboración propia. Adaptado de: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1 de noviembre de 2017). Resolución 2254 de 2017. Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res-2254-de-2017.pdf>

Tabla 13. Valores del ICA para el contaminante PM<sub>2.5</sub>

ICA	Color	Clasificación	Puntos de corte PM <sub>2.5</sub> 24h (µg/m <sup>3</sup> )
0-50	Verde	Buena	0-12
51-100	Amarillo	Aceptable	13-37
101-150	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	38-55
151-200	Rojo	Dañina a la salud	56-150
201-300	Púrpura	Muy dañina a la salud	151-250

Fuente. Elaboración propia. Adaptado de: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1 de noviembre de 2017). Resolución 2254 de 2017. Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res-2254-de-2017.pdf>

### 5.7.2 Planes de salud en Colombia y el Valle de Sogamoso

Los lineamientos en los que se fundamenta el marco normativo de salud en el país corresponden a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), la Conferencia Internacional sobre la Población y Desarrollo (1994), los objetivos de desarrollo sostenible (2000) y la Conferencia Mundial sobre los Determinantes Sociales de Salud (2001) (Minsalud, 2013). En otro orden de cosas, el número de conferencias y eventos mundiales de esta temática indica que la importancia de la salud humana ha aumentado en la última década a nivel mundial. Incluso, en Colombia, la Constitución Política de 1991 establece que la salud es uno de los derechos fundamentales.

En Colombia, la normativa que establece los mínimos componentes de un plan de salud es la Ley 1450 de 2011, este estatuto ha servido como guía de varios planes de salud. Específicamente, el área metropolitana del valle metropolitano de Aburrá presenta problemáticas en cuanto a la calidad del aire y los efectos que la misma tiene sobre la población (Guzmán Ruiz & Buitrago Sierra, 2013). Por tal motivo, los autores analizaron los impactos de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> en la salud de la población urbana, por medio del software Environmental Benefits Mapping and Analysis Program Community Edition – BenMAP-CE versión v.1.1. El plan de salud demostró, que de las 264 causas de muertes en menores de 1 año, el 12,55% que corresponde a 33 muertes estuvo relacionado con causas de PM<sub>2.5</sub> (Guzmán Ruiz & Buitrago Sierra, 2013). Igualmente, se registran 16,899 de muertes en personas de 33 a 99 años, de dichas defunciones el 11.66% (1,971 casos) están asociadas al contaminante PM<sub>2.5</sub> (Guzmán Ruiz & Buitrago Sierra, 2013).

Por otra parte, los municipios en el corredor de Paipa, Duitama, Nobsa y Sogamoso realizaron una investigación a cargo de estudiantes de pregrado (Guzmán Ruiz & Buitrago Sierra, 2013), quienes se encargaron de recolectar información, a través de funcionarios de Corpoboyacá y recorridos en entidades públicas y privadas que tratarán de temas de epidemiología entre otros; encontrando que las causas de mortalidad en los municipios se debían a problemas pulmonares e infecciones

respiratorias por factores climáticos, exposición a leña y a las industrias del sector (Guzmán Ruiz & Buitrago Sierra, 2013).

Específicamente, en Sogamoso, por las industrias presentes, existe un índice alto de afectación a la salud por enfermedades respiratorias y cardiovasculares al igual que por encuestas del Sistema de información Comunitario de atención Primaria en Salud (SICAPS) registran al menos una vez enfermedades respiratorias e infecciosas (Escobar Jimenez, 2020). Finalmente, en cuanto a la ladrillera que se encuentra en el municipio de Sogamoso, según el estudio de (Lizcano, 2017) está ha influenciado en la salud de las personas de las veredas Pantanitos como Ombachita que se encuentran más cerca de las actividades de producción de la ladrillera y a la exposición del material particulado. Sumado a la problemática de salud pública, el municipio tiene una escasez de estaciones de monitoreo de calidad del aire (Escobar Jimenez, 2020) situación que también ocurre a escala nacional.

## **5.8 Sistema de la calidad del aire colombiano.**

### **5.8.1 Monitoreo de PM<sub>2.5</sub>**

En Colombia, la red de monitoreo de la calidad del aire es la encargada de registrar los datos de los contaminantes criterio. Dada la complejidad del territorio colombiano, la red está dividida en Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SIVICAP) cuya complejidad define la tecnología de monitoreo (automática, manual o mixta). En efecto, la medición de los contaminantes criterios en el país es realizada con dispositivos especializados que implementan principios y protocolos establecidos por el IDEAM.

Los equipos utilizados para el reporte de PM<sub>2.5</sub> en Colombia operan bajo el principio de absorción beta (IDEAM, 2016). Este método se fundamenta en la disminución de la intensidad de la radiación por efecto del material particulado. En otras palabras, existe una relación inversamente proporcional entre dicha intensidad y el contenido de material particulado en el aire; esta relación es utilizada para la estimación de

concentración junto a correcciones por la absorción de la cinta cuya fuente son el carbono14 o el prometio 147.

De esta manera, los monitores de material particulado fino de atenuación beta están compuestos de una cinta de fibra de vidrio, un sensor meteorológico, un separador de partículas y un tubo regulador de temperatura (Figura 19). En concreto, las muestras son recolectadas en la cinta que absorben el material particulado cuando son expuestas a una fuente radioactiva. Igualmente, la entrada del dispositivo es un ciclón de corte fino (APA) que opera con un caudal de entrada de 16.67 L/s para mediciones de concentración diaria de PM<sub>2.5</sub>.

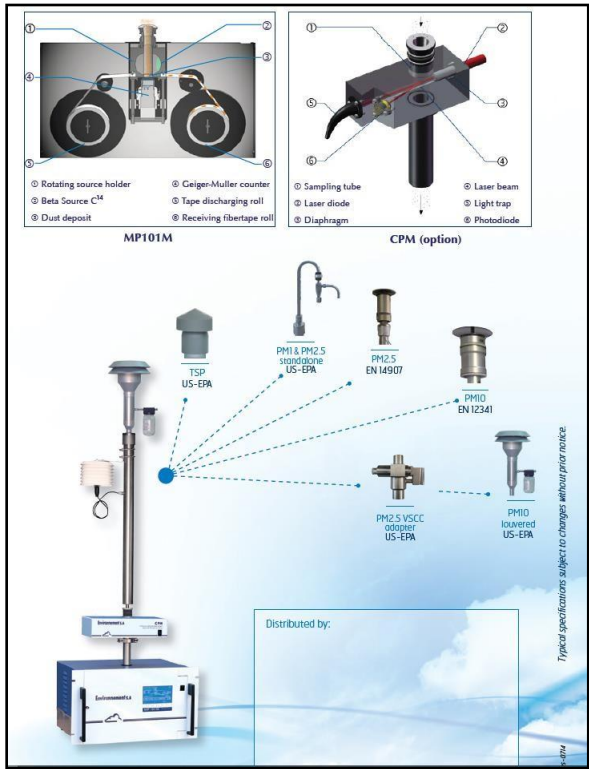


Figura 19. Elemento de los monitores de material particulado fino.

Fuente. Environnement S.A. (2019). Continuous, Automatic Suspended Particulate Monitor MP101M-LCD. Environnement S.A. [http://norditech.com.au/wp-content/uploads/2019/09/MP101M\\_Suspended-particulate-monitor\\_EN\\_1116-min.pdf](http://norditech.com.au/wp-content/uploads/2019/09/MP101M_Suspended-particulate-monitor_EN_1116-min.pdf)

La información registrada por los medidores de PM<sub>2.5</sub> es recolectada por el SISAIRE. A partir de la información importada al subsistema, las autoridades ambientales generan reportes acerca de la calidad del aire. Cabe mencionar que dichos reportes son utilizados en la formulación y evaluación de políticas locales

debido a la importancia del control de los contaminantes atmosféricos a nivel nacional. En la Figura 20 se ilustra la distribución en Colombia de las estaciones de monitoreo que reportan en SISAIRE datos de PM<sub>2.5</sub>; en específico, está compuesta por 152 estaciones que miden PM 10 y 100 que reportan material particulado fino en el año 2018. De acuerdo con lo anterior, a nivel nacional existe un déficit de estaciones que registren datos de PM<sub>2.5</sub>, por lo que los modelos de dispersión se convierten en una herramienta para la estimación de concentraciones de inmisión de contaminantes criterios incluso son insumos para los instrumentos de planificación municipales.



Figura 20. Distribución en Colombia de las estaciones de la calidad del aire que registran PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.  
Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

## 6. ÁREA DE ESTUDIO

Con el propósito de contextualizar acerca del área de estudio, es menester realizar una descripción de la situación actual del ambiente y el territorio del municipio de Sogamoso.

### 6.1 Localización y organización político-administrativa.

La organización político-administrativa en Colombia, determinada por su Constitución Política, está compuesta de tres niveles: nacional, departamental y municipal. Específicamente, Colombia está dividido en 1102 municipios que conforman los 32 departamentos del país<sup>1</sup>. Particularmente, el municipio de Sogamoso es un área geográfica localizada en el departamento de Boyacá en el

<sup>1</sup>Cifras oficiales consultadas el 12/03/2020 en el geoportal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

centro oriente de Colombia. Además, el municipio pertenece a la región denominada “Valle de Sogamoso”, junto a los municipios Tibasosa y Nobsa, zona que se caracteriza por la presencia de asentamientos industriales y la explotación artesanal de ladrillo y cal (Corpoboyacá, 2016).

El municipio de Sogamoso está ubicado en una latitud de 5°42'57” N y una longitud de 72°55' 38” W (Figura 21). En otras palabras, el municipio se encuentra a una distancia de 228 Km y 75 Km hasta Bogotá y Tunja respectivamente (Secretaría de Planeación, 2020). De la misma manera, el municipio está localizado entre los 2.500 y los 4.000 msnm con temperaturas de 18°C (Secretaría de Planeación, 2020). Además, Sogamoso limita con los municipios de Nobsa y Tópaga al Norte, al sur con los municipios de Aquitania, Cuítiva e Iza; al occidente con los municipios de Tibasosa, Firavitoba e Iza y al oriente, con los municipios de Tópaga, Monguít, Aquitania (al oriente) (Secretaría de planeación, 2020). Por otra parte, el municipio administrativamente está dividido en 67 barrios urbanos y 17 veredas rurales con 59 sectores (Secretaría de Planeación, 2020).

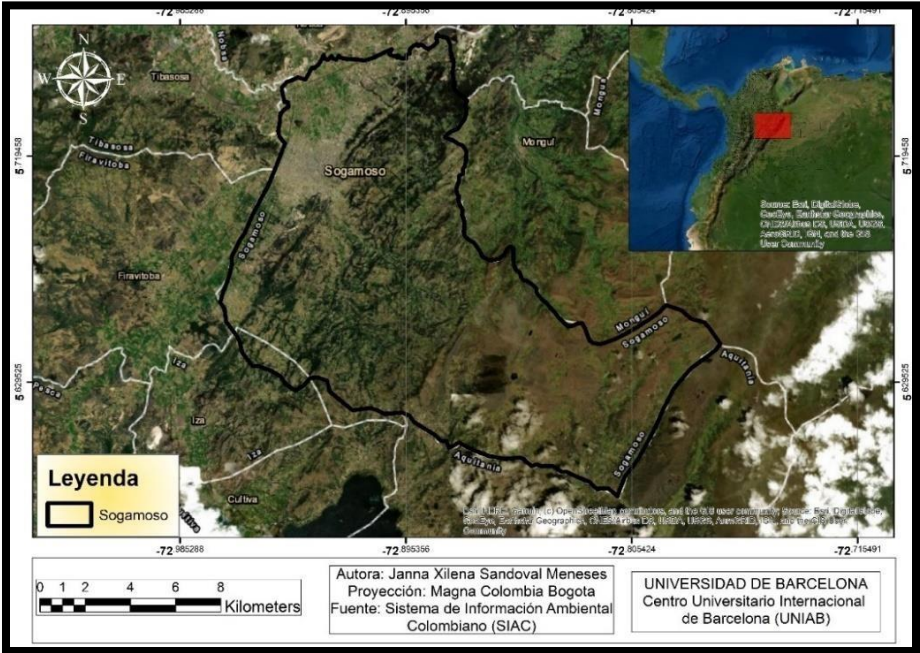


Figura 21. Localización del municipio de Sogamoso. Fuente. Elaboración propia.

## 6.2 Población

Para el año 2018, de acuerdo con el censo nacional de población y vivienda, el municipio contaba con una población total de 127.235 habitantes, de los cuales 63.263 correspondía a mujeres representadas con un porcentaje de 52,5% y 57.199 para hombres con un porcentaje de 47,5% del total de la población (Figura 22) (Secretaría de Planeación, 2020). En el año 2020, según las proyecciones censales, la población total en Sogamoso corresponde a 131.105 habitantes de los cuales 11,69% viven en zona rural dispersa y el 88,5% en el área urbana (Alcaldía de Sogamoso, 2020).



Figura 22. Distribución población de Sogamoso según su sexo.

Fuente: Secretaría de Planeación. (2020). Plan de desarrollo 2020-2023. Concejo Municipal de Sogamoso. <http://www.concejo-sogamoso-boyaca.gov.co/proyectos-en-ejecucion/plan-de-desarrollo-2020-2023>

De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) para el censo nacional de población y vivienda realizado en el 2018, los porcentajes de los grupos quinquenales distribuidos por edad se distribuyen de la siguiente manera: 20,9% era población entre 0 a 14 años; 68,8% población entre 15 a 64 años y 10,3% de la población correspondió a mayores de 65 años. Asimismo, la población por pertenencia étnica, de acuerdo con el censo de las étnicas, año 2005, se distribuyen en: 99,4% no se reconoce dentro de los grupos étnicos; 0,22% indígenas y un 0,34% como afrocolombianos (Secretaría de Salud de Sogamoso, 2020).



En la Figura 23 se muestra la estructura poblacional del municipio de Sogamoso en el año 2014, a través de la representación de una pirámide que explica la distribución de la población clasificada por edad y sexo. Esta indica una mayor población con un rango de edad entre los 0 y 19 años en comparación de los adultos entre 20 y 44 años. En otras palabras, el tipo de pirámide que corresponde al municipio es estable progresiva cuyos valores advierten un alto índice de natalidad y mortalidad en Sogamoso. Por otra parte, los valores de población por género indican una mayor población de mujeres que la registrada para los hombres.

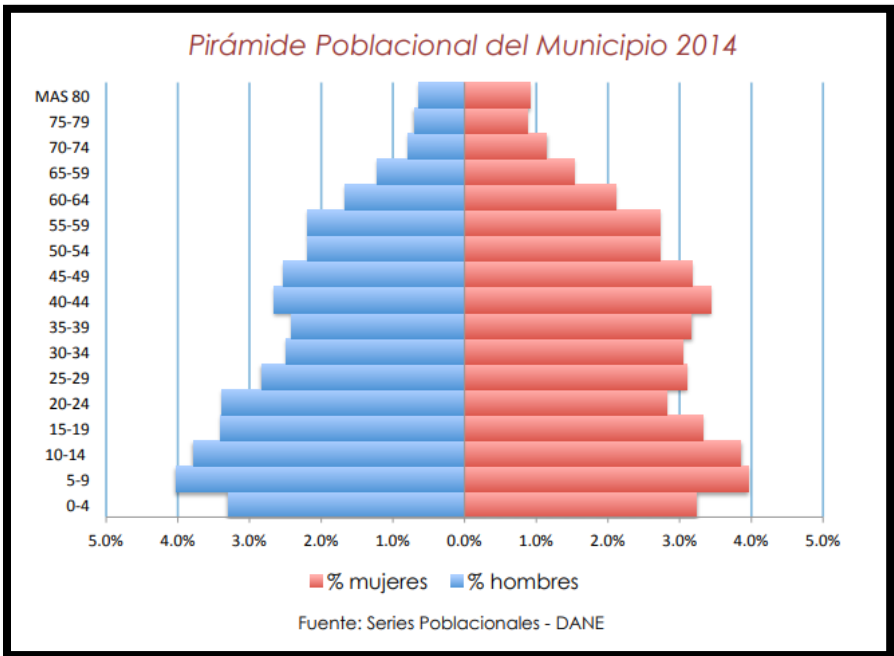


Figura 23. Pirámide poblacional de Sogamoso en 2014.

Fuente: Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2014). Ficha de caracterización de Sogamoso. Departamento de Planeación Nacional. [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/admon/files/empresas/ZW1wcmVzYV83Ng==/archivos/1450104609\\_ad263b3019c016611671edf884cef72a.pdf](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/admon/files/empresas/ZW1wcmVzYV83Ng==/archivos/1450104609_ad263b3019c016611671edf884cef72a.pdf)

**6.3 Uso del suelo y la tierra**

En la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Sogamoso, las áreas de actividad definen el uso del suelo de una zona según su vocación, el modelo de ordenamiento y la estructura urbana propuesta (Alcaldía de Sogamoso, 2020). En consecuencia, las áreas de actividad industrial, afirmada actualmente en el sector norte del límite municipal, contribuyeron en la expansión urbana de la

periferia hasta la construcción de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) en el sector sur, ocasionando el definitivo crecimiento hacia esa área del municipio. Del mismo modo, el desarrollo urbano estuvo influenciado por dos vías importantes la carrera 12 y la calle 11 junto al centro del municipio donde se mezclan las actividades (Alcaldía de Sogamoso, 2020).

De manera particular, el municipio definió las siguientes áreas de actividades: actividad especial, actividad múltiple, dotacional, industrial, industria liviana, residencial y servicios (Figura 24) (Alcaldía de Sogamoso, 2020).

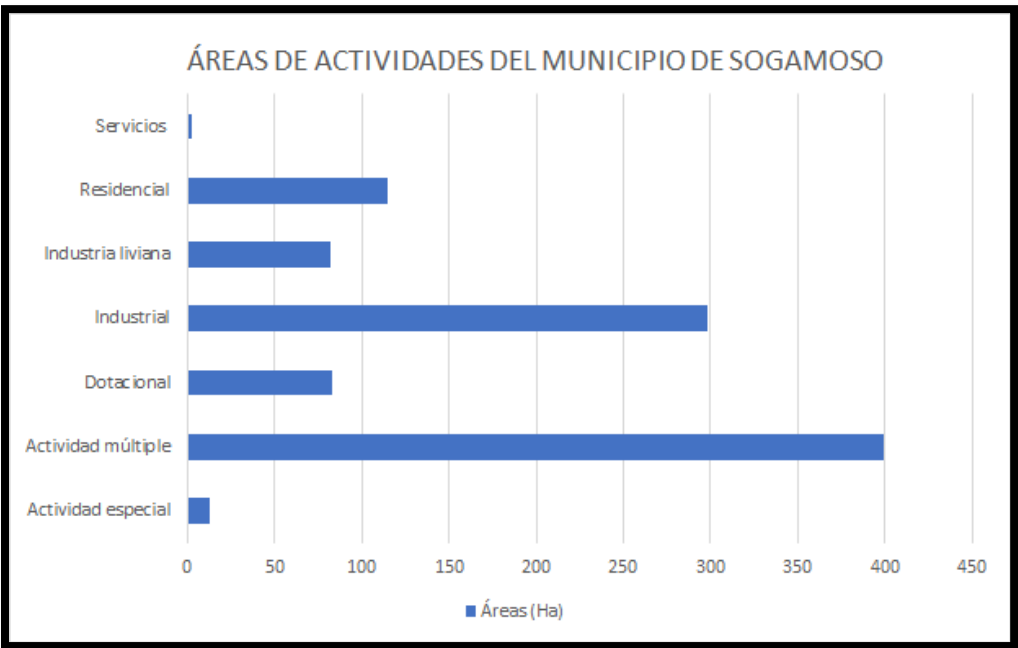


Figura 24. Áreas de actividades del municipio de Sogamoso.  
Fuente. Elaboración propia Obtenido: Alcaldía de Sogamoso. (2020a). Diagnóstico infancia y adolescencia. Municipio de Sogamoso.  
[https://concejosogamoso.micolombiadigital.gov.co/sites/concejosogamoso/content/files/000318/15871\\_diagnostico-infancia-adolescencia-y-juventud.pdf](https://concejosogamoso.micolombiadigital.gov.co/sites/concejosogamoso/content/files/000318/15871_diagnostico-infancia-adolescencia-y-juventud.pdf).

Además, el Plan de Ordenamiento Territorial define que el uso del suelo residencial es incompatible con la industria con el objetivo de reducir las posibles afectaciones ocasionadas por las actividades realizadas allí. En otras palabras, en el componente urbano del Plan de Ordenamiento territorial de Sogamoso contempla proyectos a mediano plazo con áreas de control ambiental en la zona industrial disminuyendo los impactos ambientales sobre la población aledaña. Particularmente, la Secretaría

de Planeación de Sogamoso propone la construcción de un parque verde fuera de la ronda de la Quebrada Las Torres, esto con el fin de dividir el sector industrial del residencial cuya zona está representada principalmente por Argos e Indumil.

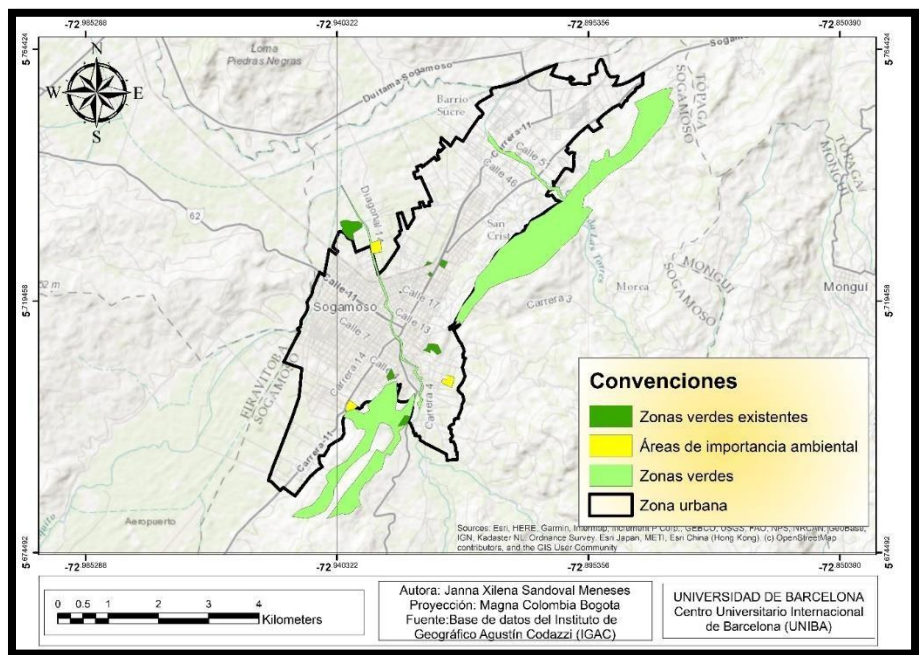


Figura 25. Estructura ecológica urbana del municipio de Sogamoso. Fuente: Concejo Municipal de Sogamoso (2016). Acuerdo Municipal 029 de 2016. Concejo Municipal de Sogamoso. [https://sogamosoboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/sogamosoboyaca/content/files/000313/15609\\_acuerdo-029-de-2016.pdf](https://sogamosoboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/sogamosoboyaca/content/files/000313/15609_acuerdo-029-de-2016.pdf).

Igualmente, la Figura 25 muestra el uso del suelo asignado como espacio público existente, representado en color verde oscuro y sus elementos constitutivos que cumplen con las necesidades primarias de los habitantes como lo son: circulación, recreación, encuentro y disfrute. Dentro de la cobertura vegetal, los elementos construidos y artificiales se encuentran ubicados en el nororiente del municipio, la arborización que está distribuida entre separadores y parques del municipio de Sogamoso, además, de los espacios de esparcimiento público, constituidos por: parques, miradores, plazas, plazoletas, áreas de recreación y deporte, escenarios deportivos y de recreación temporal (Alcaldía de Sogamoso, 2020b).

Por otra parte, la clasificación de coberturas de la tierra en el área perteneciente al municipio de Sogamoso se divide en los siguientes tipos: cuerpos de aguas

artificiales, bosque de galería, mosaico de cultivos y pastos, pastos, tejido urbano continuo y tejido urbano discontinuo (Alcaldía de Sogamoso, 2020b). La Figura 26 muestra que en el municipio de Sogamoso presenta en la mayor parte de su territorio un agroecosistema de cultivos en color verde claro como lo indica la leyenda, seguido de un ecosistema de páramo representado en color azul. En segundo lugar, está conformado por un agroecosistema de ganadería ilustrado de color naranja, acompañado de un ecosistema forestal y natural en dos distintos tonos de verde (Alcaldía de Sogamoso, 2020b).

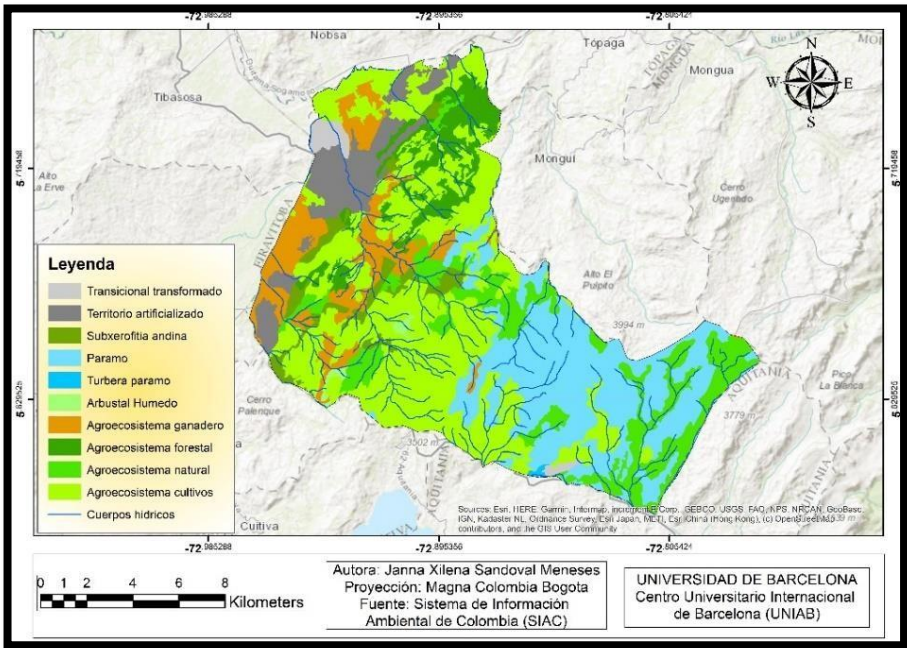


Figura 26. Coberturas del suelo del municipio de Sogamoso. Fuente: Autores. Obtenido de: SIAC.

### 6.4 Geología

El municipio de Sogamoso se ubica en la cordillera oriental y pertenece al pliegue geológico relacionado con la serie neocretácica terciaria. Además, Sogamoso cuenta con la falla de Sopaga que se localiza al occidente del municipio y delimita áreas con distintas estructuras morfológicas y edades de formación desde depósitos terciarios y cuaternarios. Específicamente, el mayor afloramiento rocoso, cuya característica principal es su origen sedimentario, se ubica sentido suroeste a noreste. Además, la estratigrafía del municipio está conformada por: depósitos

cuaternarios, depósitos coluviales, depósitos aluviales antiguos, depósitos fluvio-lacustre, entre otros (Figura 27).

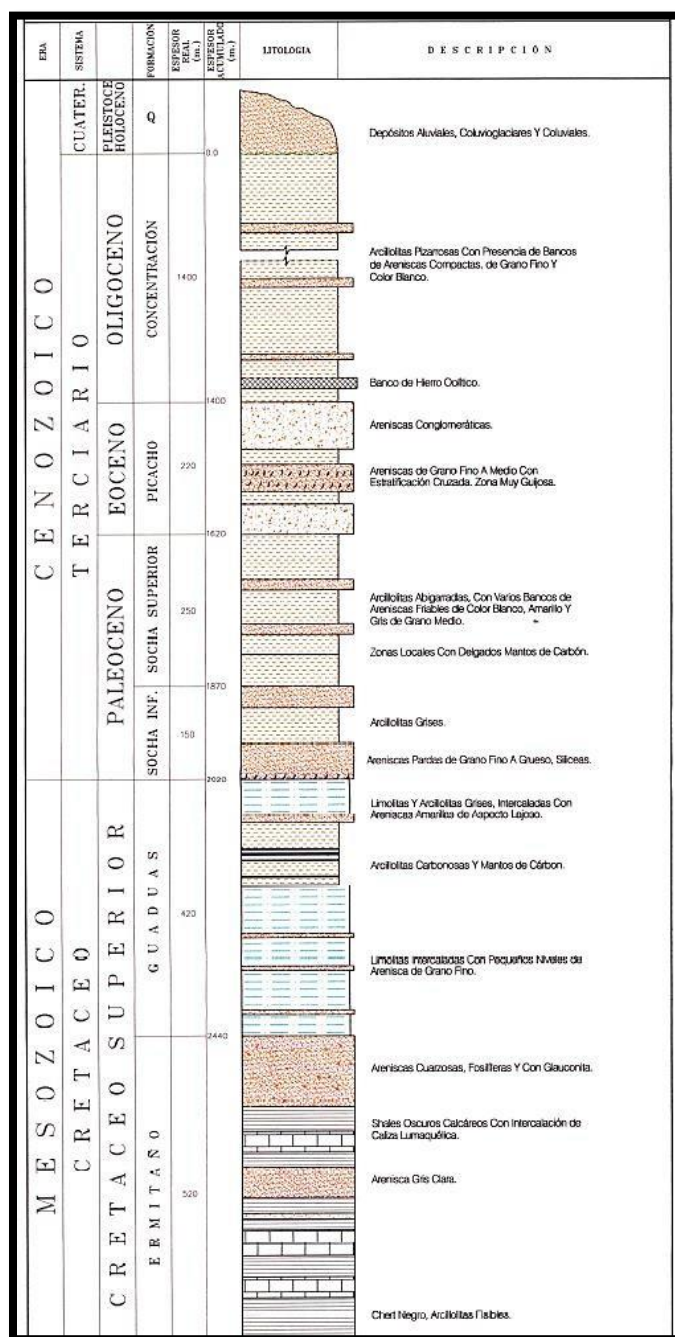


Figura 27. Estratigrafía del municipio de Sogamoso.

Fuente: Alcaldía de Sogamoso (2013). Presentación del diagnóstico técnico y construcción de la formulación para la revisión ordinaria del Plan de Ordenamiento Territorial. Municipio de Sogamoso-Boyacá, componente ambiental. Alcaldía de Sogamoso y Universidad Nacional de Colombia. <http://sogamoso.org/pot/archivos/12AMBIENTAL.pdf>

## 6.5 Topografía

La topografía de un área es una característica local que fija la trayectoria del contaminante emitido a la atmósfera terrestre. En particular, el municipio de Sogamoso se caracteriza por sus cadenas montañosas que corresponden a la Cordillera Oriental. Por consiguiente, la morfología de la orografía del municipio corresponde a pendientes estructurales y escarpes cuya ubicación es el sur oriente y noroccidente del municipio (Figura 28). Particularmente, los puntos más representativos de la orografía de Sogamoso son el Cerro Chacón, la cuchilla Santa Barbara y el Cerro Chiquito; estas formaciones se caracterizan por su cercanía al perímetro urbano y su influencia en la baja calidad del aire del municipio.

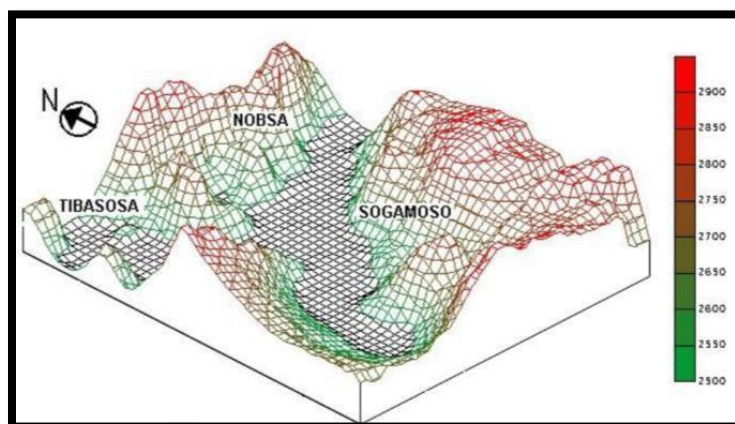


Figura 28. Topografía del municipio de Sogamoso.

Fuente: Galán Vega, J. S. (2015). Evaluación de la exposición personal y de área a material particulado PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> en el Valle de Sogamoso. [Tesis de pregrado en Ingeniería Ambiental]. Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17440/u713608.pdf?sequence=1>

## 6.6 Malla vial

El sistema de Sogamoso está representado por una infraestructura vial urbana constituida por tres mallas jerarquizadas e interconectadas entre sí, con el fin de formar los demás sistemas y modos de transporte: la malla vial arterial, malla vial colectora y malla vial local (Concejo municipal de Sogamoso, 2016). La infraestructura vial urbana en el municipio corresponde a 271.8 kilómetros, sin embargo, solo 153.77 kilómetros se encuentran en buen estado, 50.50 kilómetros

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

presentan un estado regular y 67.50 kilómetros tienen mal estado, este último, debido a la deficiente calidad de los materiales, deterioro de las vías y la rehabilitación del pavimento mediante el reparcho (Secretaría de Planeación, 2020)

Igualmente, en la malla vial urbana de las calles 7 y 11 y la carrera 11, carrera 14, carrera 17 y carreras 26 y 28 circula el mayor tráfico pesado para conectarse con otros municipios y departamentos (Secretaría de Salud de Sogamoso, 2017). Finalmente, la infraestructura vial rural se encuentra compuesta por tres mallas viales, que articulan e integran de manera funcional y constituyen el suelo rural: malla vial nacional y departamental, malla vial municipal y malla de acceso a predios rurales (Alcaldía de Sogamoso, 2020b). Las vías rurales corresponden a 336.57 kilómetros del municipio de Sogamoso de las cuales 111.53 kilómetros se encuentran en mal estado (Secretaría de Planeación, 2020).

## **6.7 Meteorología**

Las condiciones meteorológicas de una zona determinan su calidad del aire. Específicamente, las variables como brillo solar, estabilidad del aire (gradiente de temperatura), precipitación, velocidad y dirección del viento definen el tiempo de residencia del contaminante en la atmósfera (Pinto Guerra & Maura de Miranda, 2011). A continuación, se especifican cada una de las variables meteorológicas del municipio que influyen en la dispersión o transformación (cambio de composición química) del material particulado.

### **6.7.1 Brillo solar**

El número de horas de brillo solar influye en la calidad del aire de un lugar, en efecto, su disminución contribuye al aumento de material particulado (Villalba et al., 2018). Además, la variación de la precipitación en los meses del año define el número de horas de brillo solar; en otras palabras, en Sogamoso se presentan 100 horas mensuales de insolación para el período de lluvias, por el contrario, en la temporada

seca se registran valores mayores que superan las 200 horas mensuales de brillo solar (Alcaldía de Sogamoso, 2013).

### 6.7.2 Temperatura

Particularmente, el gradiente vertical de temperatura (GVT) de Sogamoso en la mañana corresponde a 0.625 °C/100m de altura (Alcaldía de Sogamoso, 2013), es decir, por cada 100 m de altura puede aumentar o disminuir 0.625°C la temperatura en función de la estabilidad atmosférica. Además, la temperatura media mensual del aire es estable con rangos entre 13.7°C y 14.8°C. Asimismo, el promedio de las temperaturas máxima mensual y mínima mensual que suceden en los meses de junio y son 24.4°C y 4.8 °C respectivamente (Tabla 10) (ver anexos del 10 al 13).

*Tabla 14. Valores mínimo, máximo y medio de la temperatura media, máxima y mínima del municipio de Sogamoso.*

VARIABLE CLIMÁTICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	VALOR PROMEDIO
Temperatura media	13.7°C	14.8°C	14.25 °C
Temperatura máxima	22.8°C	26.0°C	24.4 °C
Temperatura mínima	3.2°C	6.4°C	4.8 °C

Fuente. Elaboración propia. Adaptado de: (Alcaldía de Sogamoso, 2013)

Con respecto a la distribución espaciotemporal de la temperatura de Sogamoso, esta presenta un comportamiento distinto para tres sectores del municipio. De modo que al norte de Sogamoso se presentan los valores más altos de temperatura, en cambio, los valores más bajos ocurren en el sureste del municipio y las temperaturas medias en el sector central. Al mismo tiempo, para los cinco primeros meses del año se evidencia un comportamiento similar al igual que para los últimos cuatro meses del año. Además, los valores de temperatura en los meses de junio, julio y agosto presentan un comportamiento similar con temperaturas de 14.3°C a 14.8 °C al norte del municipio, a diferencia de lo anterior, en el centro del municipio se



identifican rangos de temperatura media (13°C-14.2°C) y en el sureste ocurren bajas temperaturas (12.3 °C a 12.9°C) (Figura 29).

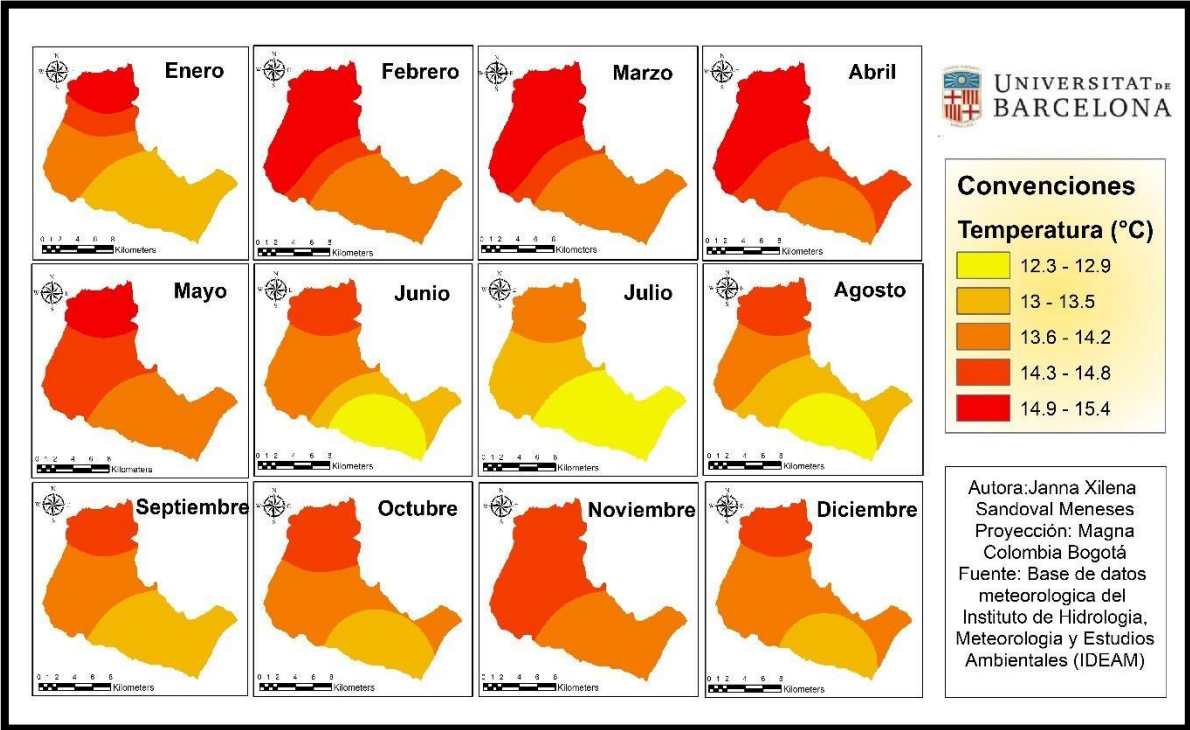


Figura 29. Distribución espacio temporal de la temperatura.

Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

### 6.7.3 Precipitación

La precipitación de la zona norte del municipio es determinada por la influencia de la zona de convergencia intertropical, cuya posición es alejada del municipio en los meses de enero, febrero, junio, julio y agosto (período seco) (Alcaldía de Sogamoso, 2013). Por otra parte, Sogamoso presenta un régimen bimodal de lluvias en el sector del norte y la temporada de lluvia ocurre durante los meses de marzo y mayo, luego la segunda época húmeda inicia en septiembre y finaliza en noviembre (Alcaldía de Sogamoso, 2013). Cabe mencionar que la precipitación máxima mensual y la mínima se presentan en el mes de abril y junio que corresponden a 120 mm y 30 mm respectivamente (Figura 30) (Alcaldía de Sogamoso, 2013).

Por el contrario, para el sector sur la distribución temporal de la lluvia corresponde al tipo monomodal comenzando en marzo y extendiéndose hasta noviembre (Alcaldía de Sogamoso, 2013), puesto que los vientos con esa dirección descargan su humedad en el oriente colombiano.

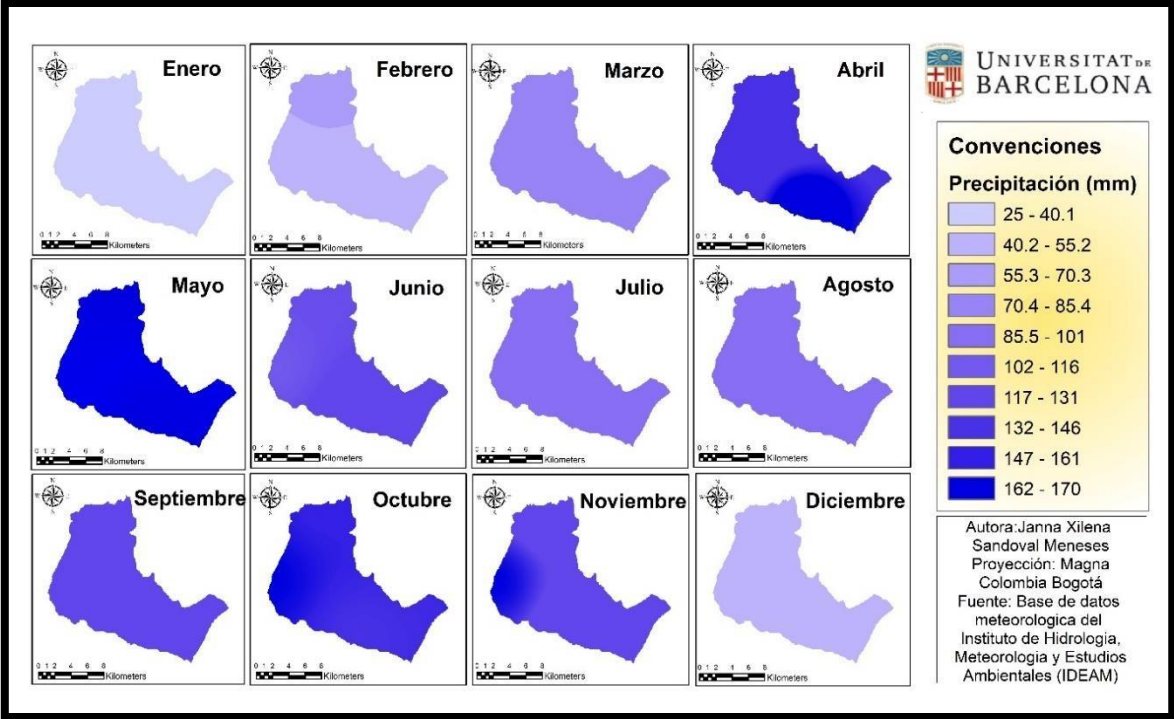


Figura 30. Distribución espacio temporal de la precipitación.

Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

#### 6.7.4 Velocidad y dirección del viento

La dirección del viento en el municipio de Sogamoso obedece al mes del año. Especialmente, en el municipio, los vientos se dirigen hacia el Este en los períodos desde abril hasta septiembre y diciembre a enero; luego, en enero y febrero la dirección de los vientos cambia a Sureste, finalmente, los vientos siguen una trayectoria hacia el Sur para los meses de octubre y noviembre (Alcaldía de Sogamoso, 2013). De la misma manera, las velocidades del viento son influenciadas por los períodos de lluvia y la orografía de Sogamoso reportando

valores más altos al inicio del período seco (Tabla 15), en resumen, la velocidad del viento se encuentra en un rango entre 0.5 y 2.3 m/s (Alcaldía de Sogamoso, 2013).

Tabla 15. Relación de la velocidad del viento con el período y mes del año.

PERÍODO	MES DEL AÑO	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
Seco	Enero a febrero, abril a agosto.	0.5 - 2.8 m/s
Húmedo	Marzo a mayo.	0.5 - 1.0 m/s
Húmedo	Septiembre a noviembre.	0.6 - 1.4 m/s

Fuente: Alcaldía de Sogamoso (2013). Presentación del diagnóstico técnico y construcción de la formulación para la revisión ordinaria del Plan de Ordenamiento Territorial. Municipio de Sogamoso-Boyacá, componente ambiental. Alcaldía de Sogamoso y Universidad Nacional de Colombia.  
<http://sogamoso.org/pot/archivos/12AMBIENTAL.pdf>

## 6.7 Calidad del aire

La alta concentración de industrias, junto a las condiciones meteorológicas y topográficas del área, ha ocasionado el deterioro de la calidad del aire en el municipio. A continuación, se describen las fuentes de emisión incorporadas en el inventario del municipio y los resultados de los muestreos de material particulado 2.5  $\mu\text{m}$  para Sogamoso.

### 6.7.1 Fuentes de emisión (industria)

Los hornos de las ladrilleras junto a las industrias que realizan trituración de materiales son las principales fuentes de emisión puntuales de material particulado 2.5 de Sogamoso. No obstante, en el municipio se localizan fuentes de emisión dispersa relacionadas con el almacenamiento de materias primas como el carbón y la conversión de minerales. Particularmente, las principales fuentes de emisión de  $\text{PM}_{2.5}$  son: tamizadora de arena, centro de acopio, hornos de ladrillo y minas en el municipio (Tabla 16), sumado a la industria pesada representada por Argos, Holcim e Indumil.

Tabla 16. Inventario de fuentes de emisión fijas de Sogamoso.

FUENTE DE EMISIÓN	NÚMERO	Emisión estimada (g/s)
Tamizadoras de arena	24	428.72
Centro de acopio (carbón y coque)	12	Desconocida
Hornos de ladrillo (chircales)	403	283.276
Minas	222	272x10 <sup>3</sup>
Industria pesada	5	46.984

Fuente. Elaboración propia. Obtenido de: Fuente: Secretaría de Planeación. (2020). Plan de desarrollo 2020-2023. Concejo Municipal de Sogamoso. <http://www.concejo-sogamoso-boyaca.gov.co/proyectos-en-ejecucion/plan-de-desarrollo-2020-2023>

### 6.7.2 Material particulado 2.5

La alta concentración de industrias, representada los sectores de extracción y transformación de materiales mineral, junto a la baja de ha ocasionado el deterioro de la calidad del aire en Sogamoso. En efecto, investigaciones previas permiten evidenciar que los registros de las concentraciones de material particulado PM<sub>2.5</sub>, tanto en el oriente como el occidente del municipio, superan los límites de inmisión establecidos en la resolución 2254 de 2017 (Tabla 17) (Galán Vega, 2015).

Tabla 17. Reporte de concentraciones de material particulado 2.5 en Sogamoso.

VARIABLE CLIMÁTICA	VALOR MÍNIMO DE PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	VALOR MÁXIMO DE PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	VALOR PROMEDIO DE PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	ICA
Oriente de Sogamoso.	161.76	570.78	366.27	131.67
Occidente de Sogamoso.	184.87	2127.32	1156.095	162.67

Fuente. Elaboración propia. Adaptado de: Galán Vega, J. S. (2015). Evaluación de la exposición personal y de área a material particulado PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> en el Valle de Sogamoso. [Tesis de pregrado en Ingeniería Ambiental]. Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17440/u713608.pdf?sequence=1>

Además, indican que el ICA promedio diario de Sogamoso corresponde a 147.17, es consecuencia, con una clasificación correspondiente a dañina a la salud para grupos sensibles (Galán Vega, 2015). En otras palabras, la población que reside en Sogamoso tiene una mayor probabilidad de desarrollar una enfermedad

respiratoria, lo anterior es independiente al grupo etario al que pertenece, sus hábitos de vida o sus antecedentes médicos.

## 6.8 Situación en salud

Para el municipio de Sogamoso, la principal causa de morbilidad comprendida entre el período 2009 - 2018 fue debido a enfermedades no transmitibles con un 68%, seguido de condiciones mal clasificadas (14%) y el tercer puesto lo ocupó las enfermedades transmisibles y nutricionales (12%). Para esta última, el ciclo vital de primera infancia (0 – 5 años) en el mismo período, la registró como la principal causa de atención médica con 38,75% (Secretaría de salud de Sogamoso, 2020) y mostró que el mayor pico de atenciones fue en el año 2011 con un 46,4% (Secretaría de Salud de Sogamoso, 2017).

En el caso de ciclo vital de infancia (6 – 11 años) entre los años 2009 a 2018 las enfermedades transmisibles y nutricionales ocuparon el segundo puesto de morbilidad con 20,86% del total de atenciones realizadas; en el ciclo vital de adolescencia, juventud, adultez y vejez, esta condición ocupó el tercer puesto. Sin embargo, dentro de las subcausas de la clasificación de enfermedades transmisibles y nutricionales, la que generó el mayor número de atenciones en este periodo fueron las relacionadas con las infecciones respiratorias (60,16%) en comparación con las enfermedades infecciosas - parasitarias y de nutrición con 36,93% y 2,91% respectivamente (Secretaría de Salud de Sogamoso, 2020).

Igualmente, entre los años comprendidos entre 2009 a 2017 la mayor mortandad registrada dentro de la clasificación de enfermedades transmisibles y nutricionales fue a causa de las infecciones respiratorias agudas (IRA), mostrando una tendencia de aumento en el transcurso de los años que fueron analizados por la Secretaría de Salud municipal (23,27 muertes por 100.000 habitantes, año 2017) (Secretaría de Salud de Sogamoso, 2020).

### 6.9 Análisis socioeconómico

Por otra parte, en Sogamoso, el número de empresas en el municipio con carácter industrial-manufacturero es el mayor junto a los alojamientos y las empresas de comercio de vehículos (Figura 31). Además, en la Tabla 18 se indican los porcentajes de la totalidad de activos para cada una de las ramas de actividad CIIUU; allí se evidencia que, a pesar del bajo porcentaje del sector de industrias manufactureras con respecto a otros sectores, está concentrado al norte del municipio que colinda con el corredor industrial del Valle de Sogamoso.

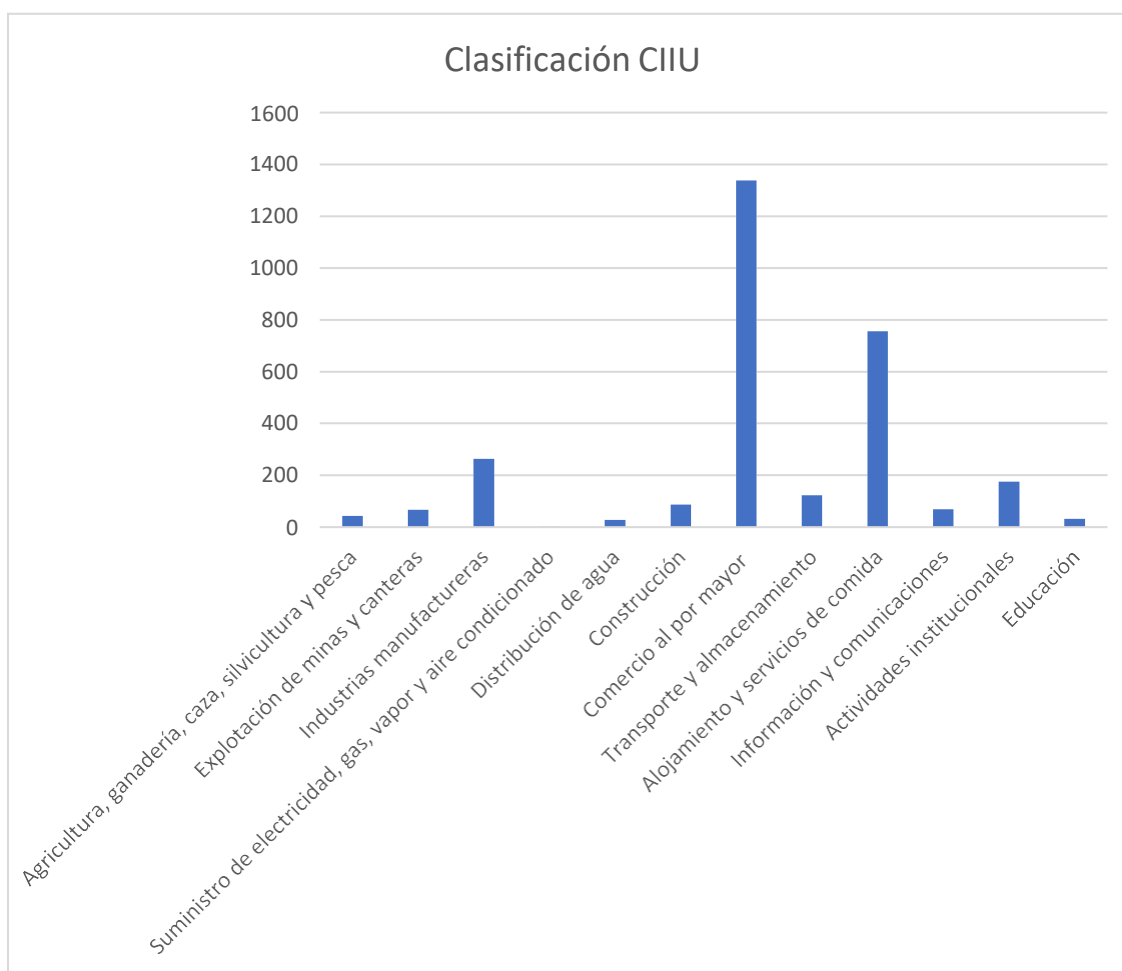


Figura 31. Actividades socioeconómicas desarrollados en Sogamoso

Fuente. Elaboración propia. Obtenido: Cámara de Comercio de Sogamoso (2016). Boyacá en cifras 2016-2017. Cámara de Comercio de Tunja. [http://ccomerciotunja.org.co/site/wp-content/uploads/2018/06/BOYACA-EN-CIFRAS\\_2018-2.pdf](http://ccomerciotunja.org.co/site/wp-content/uploads/2018/06/BOYACA-EN-CIFRAS_2018-2.pdf)

Tabla 18. Inventario de empresas en el municipio de Sogamoso, Boyacá.

Rama de actividad CIU	Total activos	Porcentaje%
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	43	1,44%
Explotación de minas y canteras	67	2,25%
Industrias manufactureras	264	8,85%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	2	0,07%
Distribución de agua	27	0,90%
Construcción	87	2,92%
Comercio al por mayor	1338	44,84%
Transporte y almacenamiento	122	4,09%
Alojamiento y servicios de comida	756	25,34%
Información y comunicaciones	69	2,31%
Actividades institucionales	176	5,90%
Educación	33	1,11%
<b>Total</b>	<b>2984</b>	<b>100%</b>

Fuente. Elaboración propia Obtenido: Fuente. Elaboración propia Obtenido: Cámara de Comercio de Sogamoso (2016). Boyacá en cifras 2016-2017. Cámara de Comercio de Tunja. [http://ccomerciotunja.org.co/site/wp-content/uploads/2018/06/BOYACA-EN-CIFRAS\\_2018-2.pdf](http://ccomerciotunja.org.co/site/wp-content/uploads/2018/06/BOYACA-EN-CIFRAS_2018-2.pdf)

## 7. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DIARIAS DE PM<sub>2.5</sub> Y SU RELACIÓN CON LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN EL MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

### 7.1 Distribución temporal de los niveles de inmisión en el año 2019

Como resultado de las emisiones generadas por las actividades socioeconómicas del corredor industrial (del que hace parte el municipio de Sogamoso) y las condiciones meteorológicas del año de estudio, se han generado niveles de concentración de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) durante el 2019. En relación con el comportamiento de dicho parámetro de la calidad del aire en el municipio en cada mes del año de estudio, los valores promedio de las concentraciones de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) se organizan en la Tabla 19. En cuanto a los meses de febrero y marzo la media diaria de material particulado PM<sub>2.5</sub> supera los 20 µg/m<sup>3</sup>, en cambio en mayo y junio se presentan los menor valores promedio diarios del año con 11,199 µg/m<sup>3</sup> y 11,388 µg/m<sup>3</sup> respectivamente.

Tabla 19. Media diaria para cada mes del año 2019.

<b>MEDIA DIARIA</b>	
<b>MES</b>	<b>MATERIAL PARTICULADO PM<sub>2.5</sub></b>
Enero	16,424 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Febrero	21,196 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Marzo	26,254 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Abril	17,661 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mayo	11,199 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Junio	11,388 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Julio	12,288 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Agosto	12,296 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Septiembre	16,527 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Octubre	14,113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Noviembre	15,476 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Diciembre	17,342 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente. Elaboración propia. Adaptado de: Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

Sin embargo, en la Figura 32 se ilustra el comportamiento de manera detallada para la estación Koica que monitorea PM<sub>2.5</sub>, allí las concentraciones altas de PM<sub>2.5</sub> se presentan con valores en promedio desde 35 a 51  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre los meses de febrero a marzo del año 2019, los que podrían generar efectos agudos en la salud de los habitantes de Sogamoso. Por el contrario, se registran dos (2) picos bajos con concentraciones entre 5 y 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en los meses de mayo y junio. Para la estación de monitoreo de la calidad del aire Koica (Figura 33) los niveles de inmisión se comportan de la misma manera a excepción del mes de septiembre donde se registran valores menores a los de la estación Recreo. Acerca del comportamiento en los demás meses, las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> varían en un intervalo de 10 a 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  cumpliendo con lo establecido en la normatividad de la calidad del aire (Resolución 2254 de 2017).



Asimismo, en las figuras 32 y 33 se observa la comparación entre las concentraciones diarias de material particulado y los límites permisibles establecidos por la OMS (línea color amarillo), la USEPA (línea color negro) y la legislación colombiana vigente. Debido a que los niveles permisibles definidos por la USEPA son menos restrictivos, ningún valor diario de PM<sub>2.5</sub> es superior a dicha norma. No obstante, con respecto a los lineamientos de la OMS acerca del PM<sub>2.5</sub>, se encuentra que 11,23% de los datos superan la norma y se encuentran en los meses de enero, febrero, marzo, abril, septiembre, noviembre y diciembre en ambas estaciones. De la misma manera, las Figuras 32 y 33 indican que en el mes de marzo el 1,64 % de los datos superan el límite máximo permisible de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) establecido en la resolución 2254 de 2017, al igual que en la estación.

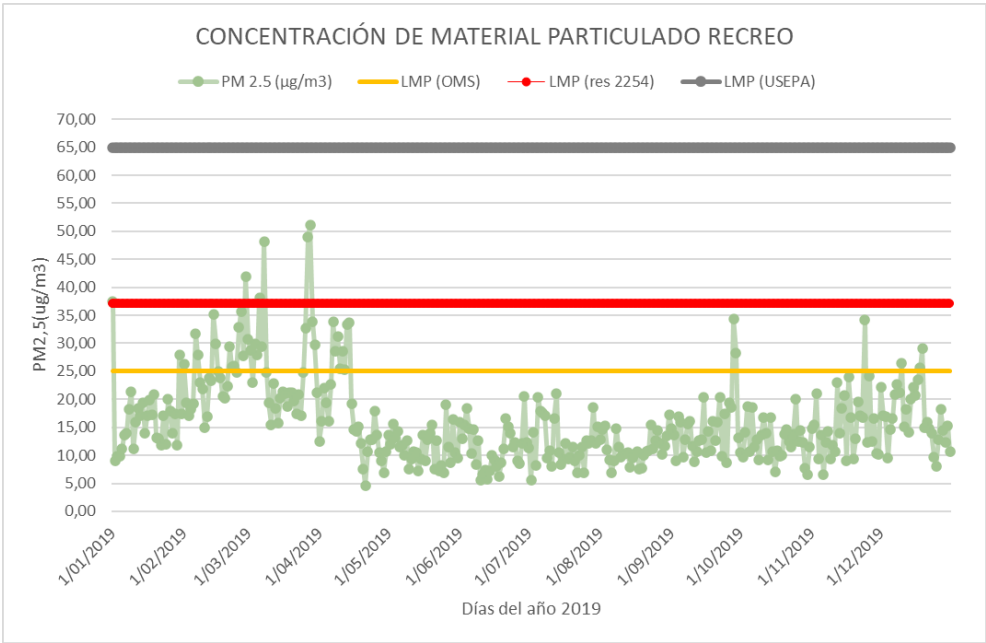


Figura 32. Distribución temporal de la concentración diaria de PM<sub>2.5</sub> en Sogamoso (estación Recreo).

Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

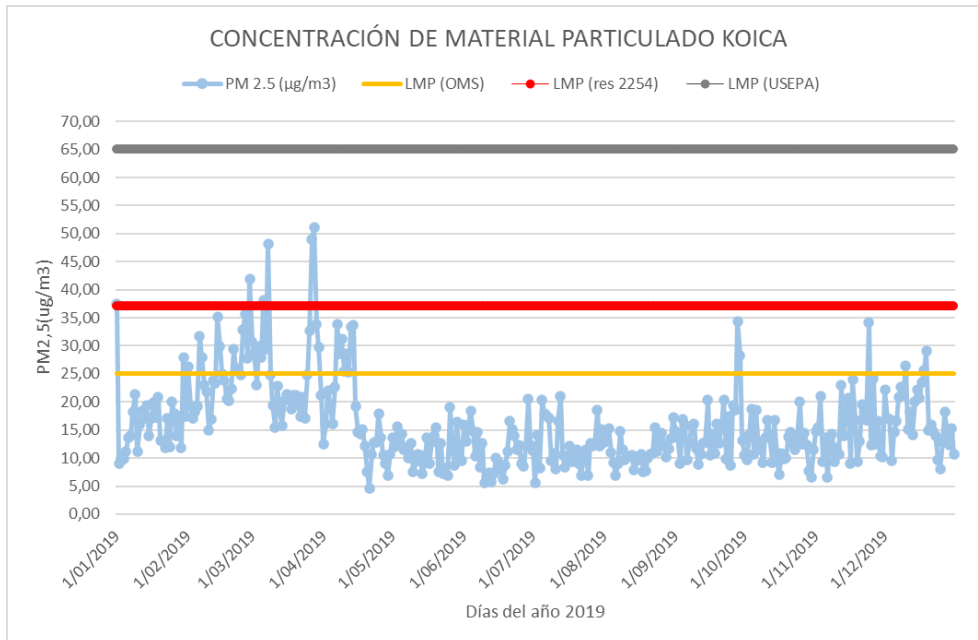


Figura 33. Distribución temporal de la concentración diaria de PM<sub>2.5</sub> en Sogamoso (estación Koica). Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

De la misma manera, el resultado del índice de la calidad del aire para cada uno de los días del 2019 se organiza en el anexo 14. En concreto, en el 2019 para la estación de monitoreo Recreo se registraron 124 días, 6 días y 235 días con un valor de ICA de categoría buena, dañina a la salud para los grupos sensibles y moderada respectivamente (Figura 34). En cambio, para la estación de la calidad del aire Koica se obtuvieron 112 días, 6 días y 247 días con un valor de ICA para cada categoría mencionada. (Figura 35).

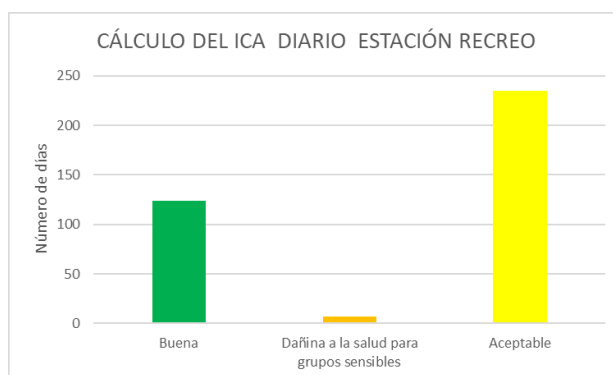


Figura 34. Distribución temporal de la concentración diaria de PM<sub>2.5</sub> en Sogamoso (estación Recreo). Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

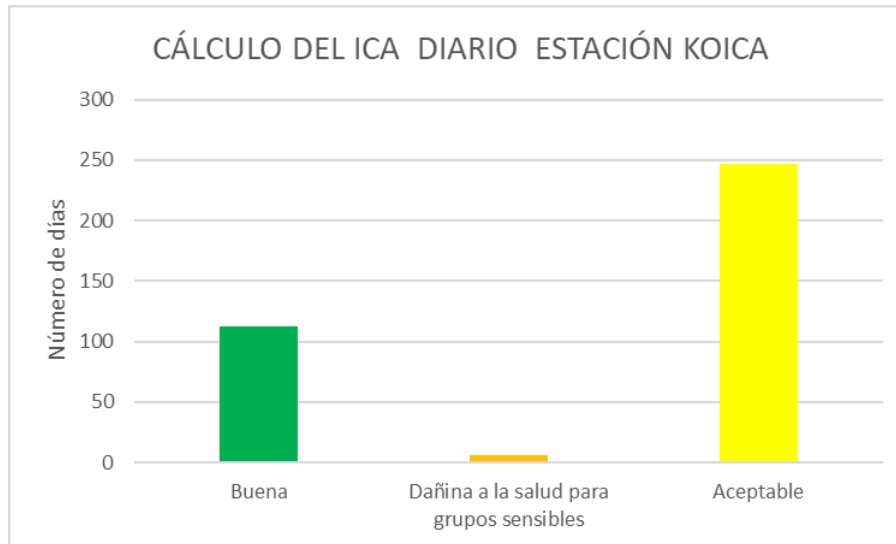


Figura 35. Distribución temporal de la concentración diaria de  $PM_{2.5}$  en Sogamoso (estación Koica).  
Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019).  
Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

En lo que respecta a las causas de los niveles de inmisión de material particulado fino encontrados están relacionados a las actividades del sector industrial ubicado en el sector norte del municipio junto con las condiciones orográficas de la zona y las características de los vientos para cada mes del año. Cabe mencionar que los datos mencionados anteriormente fueron obtenidos para la ubicación de las estaciones de la calidad del aire Koica y Recreo situados en el norte y centro del municipio respectivamente. Sin embargo, para representar el comportamiento de los procesos de la difusión y transporte del material particulado 2.5 para todo el municipio es menester estimar el modelo de dispersión a partir del análisis de las características de los vientos del área de estudio.

## 7.2 Comportamiento espacio-temporal de los vientos en el municipio de Sogamoso.

Los vientos de Sogamoso son influenciados por la cordillera oriental de los Andes, que se convierten en barreras físicas modificando las corrientes de aire, junto a la posición de la zona de interconvergencia tropical (ZCT) para cada uno de los meses. En consecuencia, el comportamiento de los vientos durante el año muestra un

intervalo de variación entre 0,5 m/s y 3 m/s para las estaciones de estudio, este último valor siendo el mayor pico registrado en el mes de julio seguido de altas velocidades en el mes de agosto debido al inicio del período seco de la región. Mientras que las velocidades más bajas son obtenidas en abril, mayo, junio y septiembre por el aumento de la precipitación en esos meses. Por lo que respecta a los valores constantes de mayo, septiembre, octubre y diciembre para la estación móvil Koica se deben a la falta de personal que registre el dato (Figura 36).

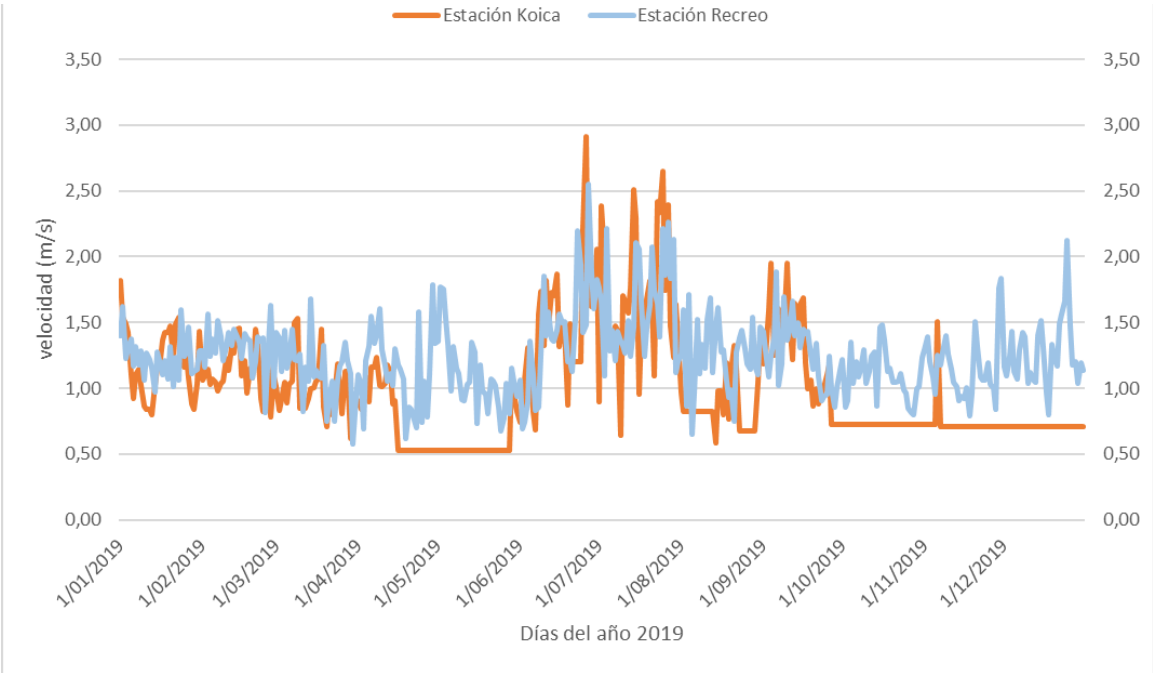


Figura 36. Distribución temporal de la velocidad del viento en Sogamoso.  
Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

Otro aspecto importante de los vientos es su dirección puesto que permite estimar los procesos de dispersión y transporte de contaminantes en un espacio geográfico. En el caso de Sogamoso, la dirección predominante del viento presenta diferentes fluctuaciones, en el comienzo del año, se dirige a 260° entre los meses de marzo a abril de 2019; no obstante, en este mismo intervalo de meses, muestra dos (2) picos mínimos de 140° al igual que entre los meses de abril y mayo aproximadamente. Posteriormente, a mediados del mes de abril a junio se registran los mismos valores

de la velocidad del viento. A continuación, entre los meses de septiembre a agosto, se evidencia el menor valor de aproximadamente 110° (dirección hacia el sur) y nuevamente asciende a picos de 220° (dirección suroeste). Más adelante, se observa un valor continuo de 170° a finales del mes de octubre y comienzos de diciembre teniendo un ascenso y nuevamente retomando una tendencia de estabilidad (Figura 37).

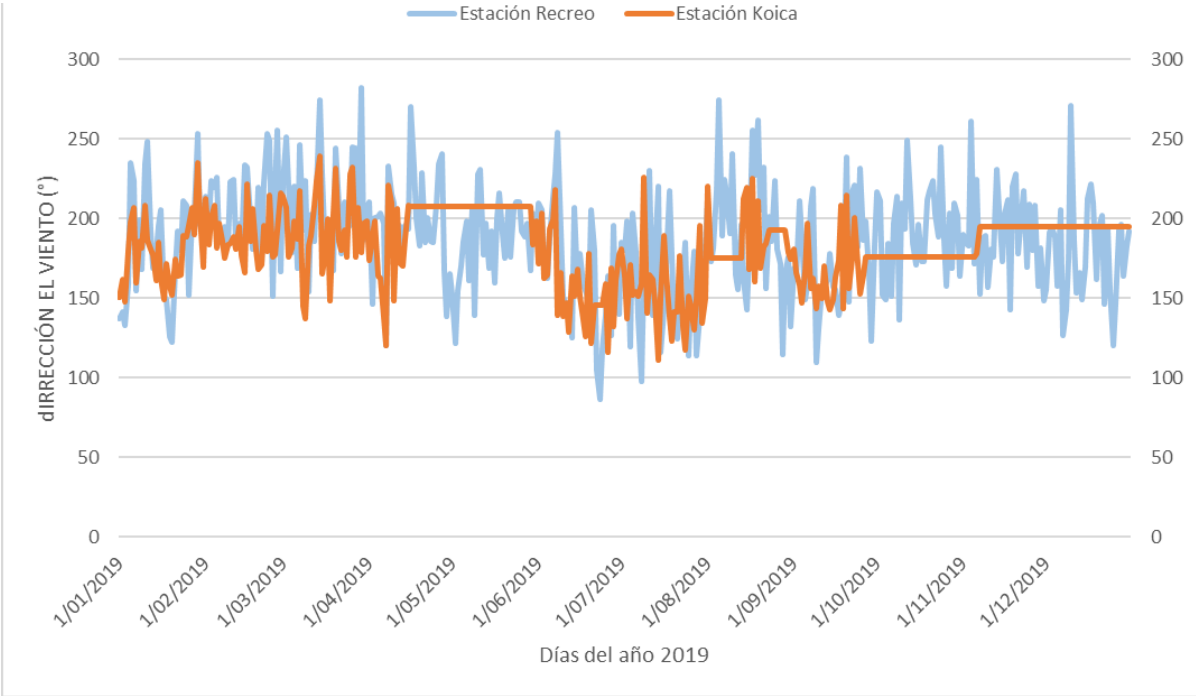


Figura 37. Distribución temporal de la dirección del viento en Sogamoso. Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

En la Figura 38 se muestra la rosa de los vientos del mes de enero que se caracteriza por datos de velocidades entre 0.5 y 2.1 m/s (color verde) cuyo rango es el de mayor frecuencia (68.3% de los datos de enero), aunque también en este mes la velocidad de los vientos oscila en valores entre 2.10 y 5.70. Aunque la dirección predominante del viento es noreste, puesto que 5% de los datos pertenecen a este rumbo, también en el mes existen valores para todos los sentidos de la rosa de los vientos. Por otra parte, el porcentaje de calmas para este mes este corresponde a 18.55%.

De acuerdo con la rosa de los vientos de febrero (Figura 39), las corrientes de aire presentan la misma dirección predominante del viento. En otras palabras, los vientos que poseen mayor frecuencia en el municipio de Sogamoso tienen una componente Este (entre norte y sur) y sus velocidades varían con valores de 0.5 a 2.1 (color verde). Sin embargo, también se distinguen corrientes de aire que provienen del sureste con velocidades entre 0.5 y 3.6 (colores verde, amarillo y rojo). Además, el porcentaje de velocidades muy bajas, que son consideradas en la categoría de calmas, es de 15.33%.

Sin embargo, la Figura 40 ilustra la rosa de los vientos del mes de marzo cuyo sentido con mayor frecuencia es suroeste, ocurriendo un cambio en la tendencia de los primeros dos meses. Dicha variación en la dirección predominante del viento es ocasionada por el inicio del período de lluvia en el municipio. Con respecto a sus velocidades predominantes, estas fluctúan entre valores de 0.5 y 2.0 m/s (color amarillo), después el segundo valor con más frecuencias oscila en rangos desde 2.10 a 3.6 m/s (color amarillo). Con relación al número de calmas este corresponde al 17.6% de los datos ingresados.

En la Figura 41 se presenta la rosa de los vientos del mes de abril caracterizada por velocidades que oscilan entre 0.50 y 5.70 m/s de las cuales se evidencia una predominancia para las frecuencias entre 0.5 y 2.1 m/s cuyo porcentaje del 62.2% de los datos del mes. Referente a la dirección, se observa la predominancia de vientos del suroeste. Así mismo, en este mes se aprecian valores para todas las direcciones de la rosa de los vientos. Por otra parte, el porcentaje de calmas para este mes este corresponde a 20.56%.

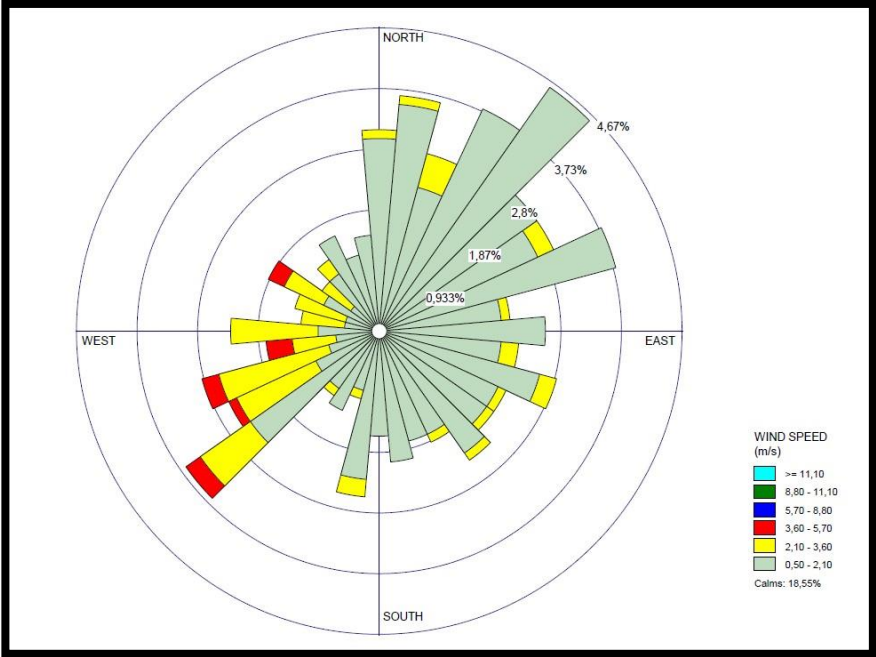


Figura 38. Rosa de los vientos para el mes de enero en el municipio de Sogamoso. Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

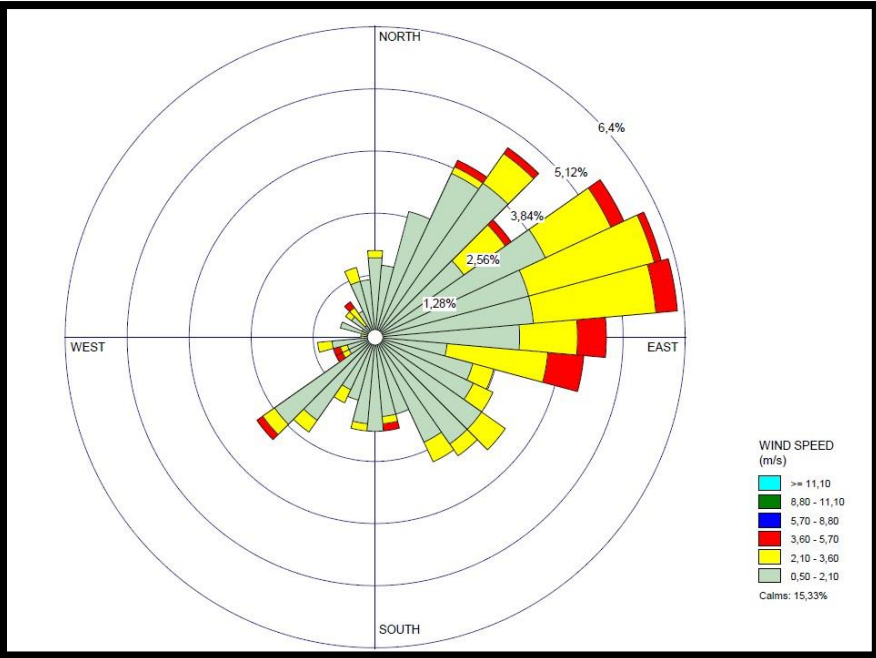


Figura 39. Rosa de los vientos para el mes de febrero en el municipio de Sogamoso. Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

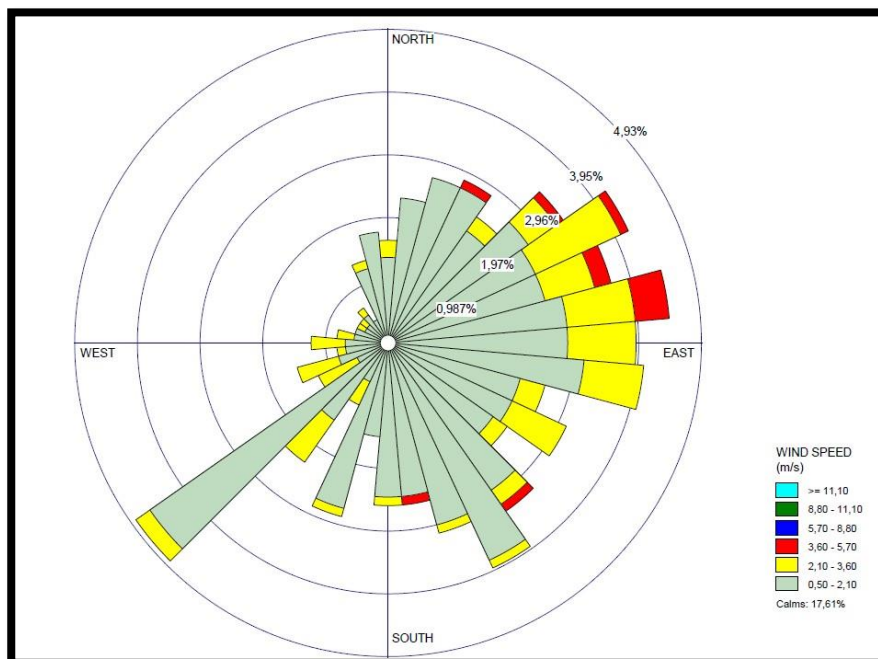


Figura 40. Rosa de los vientos para el mes de marzo en el municipio de Sogamoso.  
Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

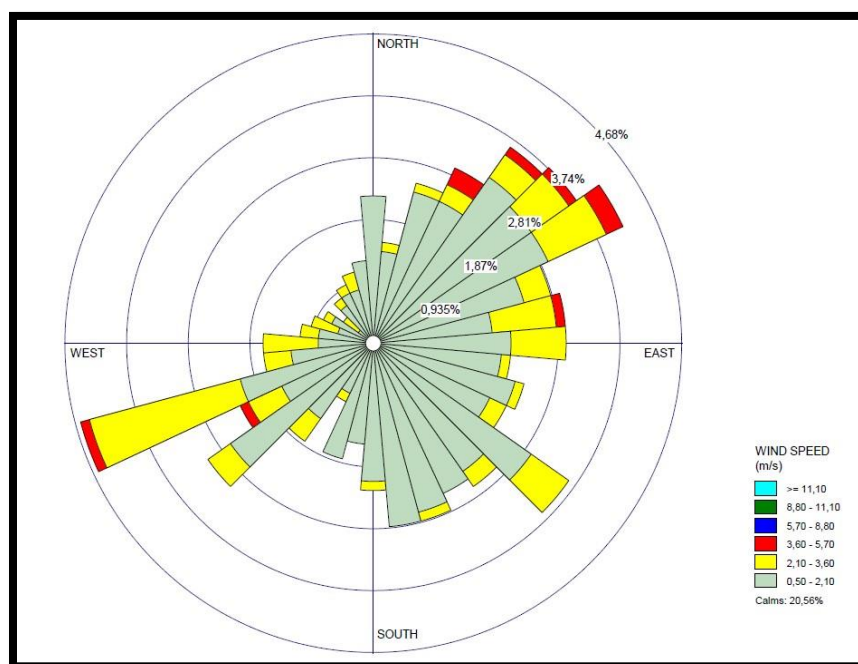


Figura 41. Rosa de los vientos para el mes de abril en el municipio de Sogamoso.  
Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>



En la Figura 42 se muestra la rosa de los vientos del mes de mayo que una vez más, se caracteriza por el rango de velocidades entre 0.5 y 2.1 m/s. a lo largo del mes, las velocidades más altas registradas oscilan en el rango de 3.72 y 5.25 m/s y calmas de 18.55%. Referente a la dirección, se observan vientos mayormente provenientes de los 48°NE, con un porcentaje de recurrencia del 1.34% de todas las direcciones registradas a lo largo del mes.

La rosa de los vientos del mes de junio (Figura 43) se caracteriza por un aumento en las velocidades registradas, si bien es cierto que se mantiene la predominancia del rango de velocidades entre 0.5 y 2.1 m/s con 56,67%, a lo largo del mes se el rango entre 2,1 y 3,6 m/s representan el 16% de las velocidades. Con respecto a la dirección predominante del viento que es suroeste, con ausencia de direcciones próximas a los 185°. Finalmente, el porcentaje de calmas reportado es de 15.83%.

En la Figura 44 se muestra la rosa de los vientos del mes de julio se caracteriza por velocidades entre 0.5 y 2.1 m/s con un 54.44% de los 744 datos registrados. El porcentaje de calmas para este mes es de 11.29%, siendo el mes con menos calmas registradas hasta el momento. Así mismo, se aprecia una relevancia de los vientos en el rango de 2.1 y 3.6 m/s con un 23.79%, demostrando un aumento progresivo en las velocidades registradas y una disminución de las calmas. Julio también se caracteriza por presentar vientos en todas las direcciones, con una predominancia hacia el suroeste.

Con respecto al comportamiento del viento para el mes de agosto, estos provienen de manera predominante desde el noreste hacia el suroeste (Figura 45). Además, al igual que en julio en este mes se presentan valores mayores de velocidad del viento en comparación con los meses anteriores debido a la influencia de los vientos alisios que llegan provenientes del sureste del país. En particular, la mayor frecuencia fue registrada por la velocidad entre 0,5 y 2,10 m/s (color verde) seguida del rango desde 2,10 y 3,6 m/s (color amarillo) junto al registro de velocidades entre 3,6 y 5,7 m/s (color rojo) y el porcentaje de calmas fue de 14,92%.

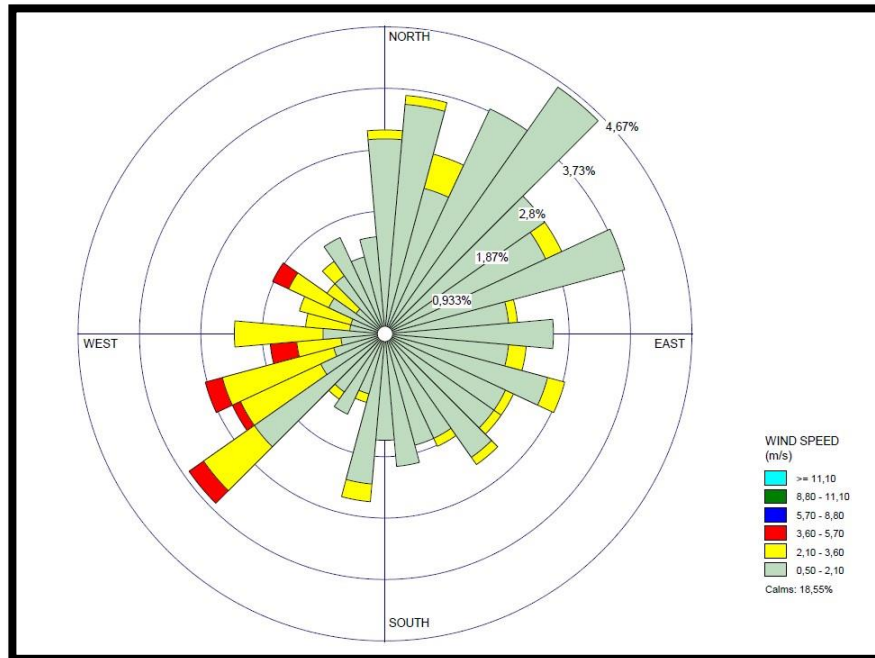


Figura 42. Rosa de los vientos para el mes de mayo en el municipio de Sogamoso. Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

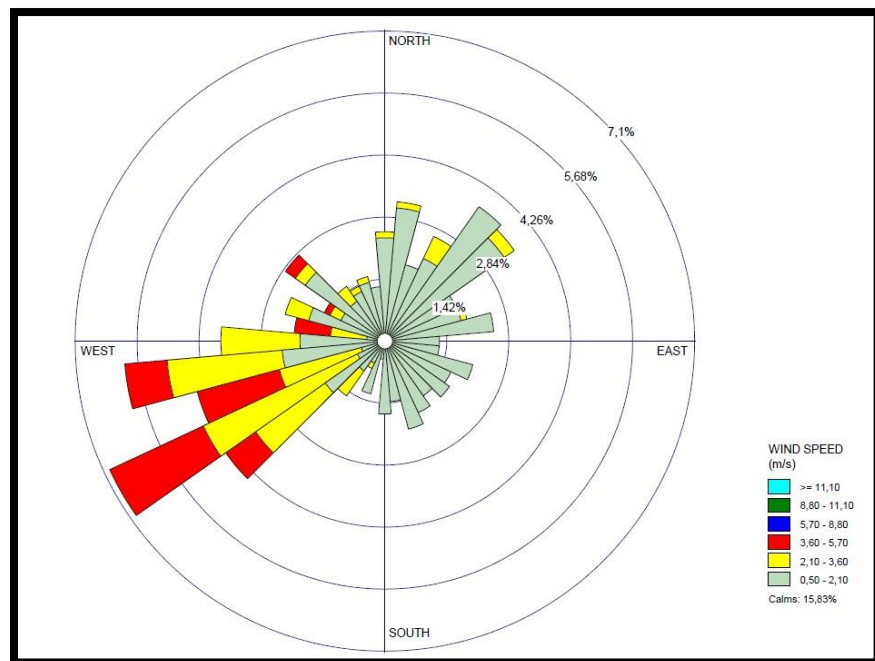


Figura 43. Rosa de los vientos para el mes de junio en el municipio de Sogamoso. Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

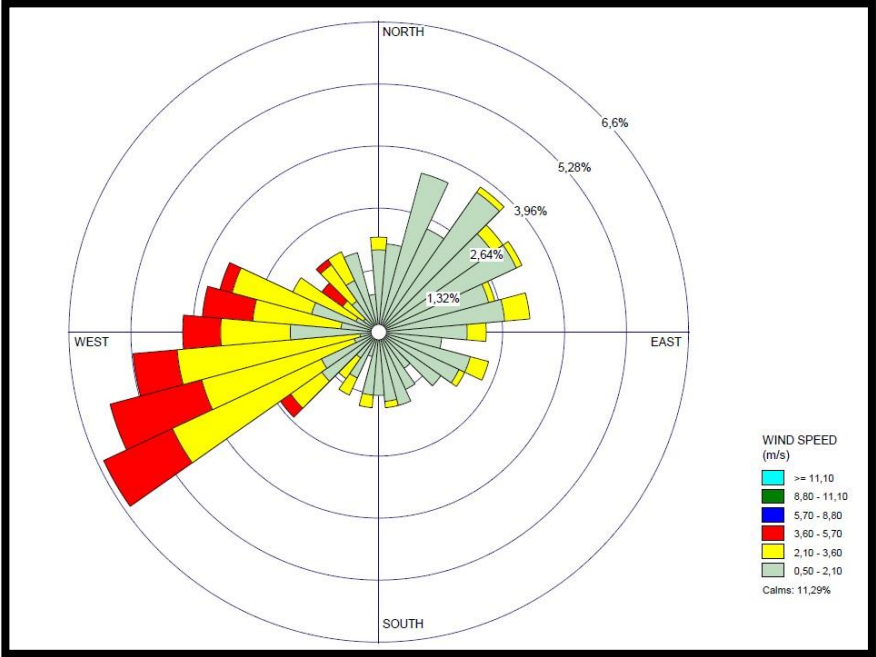


Figura 44. Rosa de los vientos para el mes de julio en el municipio de Sogamoso. Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

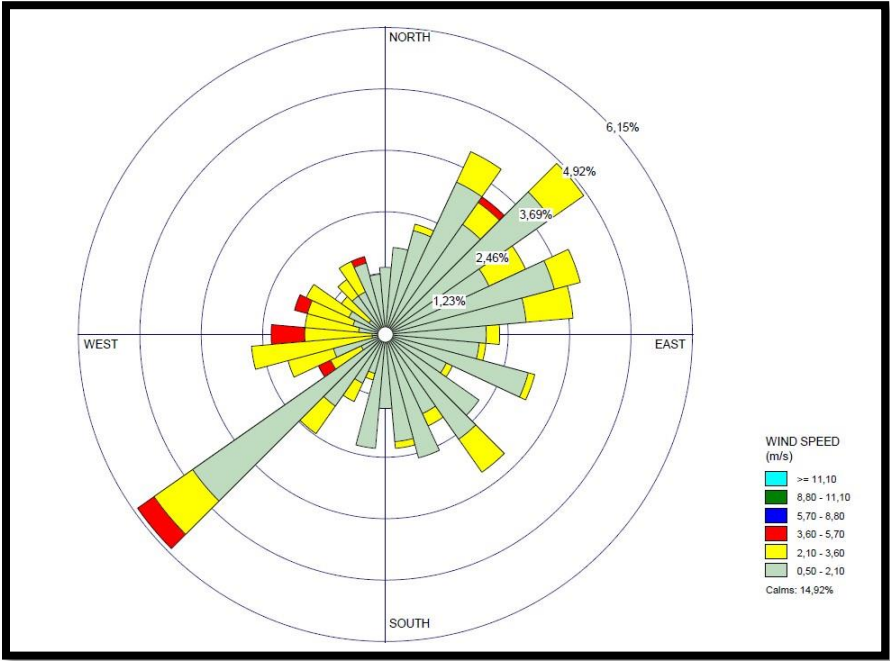


Figura 45. Rosa de los vientos para el mes de agosto en el municipio de Sogamoso. Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

En el caso de septiembre, el rumbo del viento predominante continúa siendo desde noreste hacia el suroeste con una velocidad promedio entre 2,10 y 3,6 m/s (color verde) aunque también existen valores entre 2,10 y 5,70 m/s (colores amarillo y rojo). No obstante, el porcentaje de calmas aumenta 3,83% debido al inicio del segundo período de lluvias en el municipio. Por otra parte, la frecuencia de los vientos con dirección hacia el este se reduce en contraste con la del mes anterior, en consecuencia, ocurre un aumento de los días en los que el sentido predominante de los vientos tiene una componente en el oeste (Figura 46).

El comportamiento de la dirección del viento en el mes de octubre cambia su tendencia del mes anterior a un rumbo hacia el noreste. Lo anterior es ocasionado debido a que ya no existe la influencia de los vientos alisios característicos de agosto y septiembre. En este mes el rango de velocidades predominantes se registra entre 0.5 y 2.1 m/s cuyo valor de frecuencia es de 62,9% de los datos del mes, aun así, se en este mes la velocidad de los vientos presenta valores entre 2.10 y 5.70. Por otra parte, el porcentaje de calmas para este mes continua con la tendencia de aumento hasta un valor de 21,64%, dicho aumento es debido a la alta precipitación asociada a octubre.

No obstante, la Figura 48 ilustra la rosa de los vientos del mes de noviembre cuyo sentido con mayor frecuencia es noreste, retornando a la tendencia anterior a octubre. Dicha variación en la dirección predominante del viento es ocasionada por la influencia de la zona de interconvergencia intertropical para este mes. Con respecto a sus velocidades predominantes, estas fluctúan entre valores de 0.5 y 2.0 m/s (color amarillo), después el segundo valor con más frecuencias oscila en rangos desde 2.10 a 3.6 m/s (color amarillo). Con relación al número de calmas este corresponde al 21,64% de los datos ingresados.

En la Figura 49 se muestra la rosa de los vientos del mes de diciembre que se caracteriza por el rango de velocidades entre 0.5 y 2.1 m/s cuyo rango es el de mayor frecuencia (60,5% de los datos del mes), aunque también en este mes la velocidad de los vientos oscila en valores entre 2.10 y 5.70 (20,9%). Con respecto

a la dirección predominante del viento es noreste puesto que 3.83% de los datos pertenecen a este rumbo, también en el mes existen valores para todos los sentidos de la rosa de los vientos. Por otra parte, el porcentaje de calmas para este mes corresponde a 18.68%.

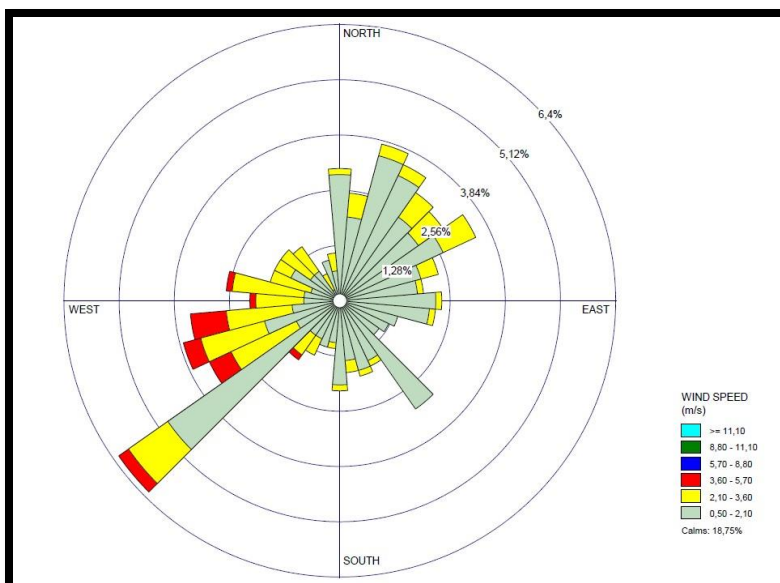


Figura 46. Rosa de los vientos para el mes de septiembre en el municipio de Sogamoso.  
Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

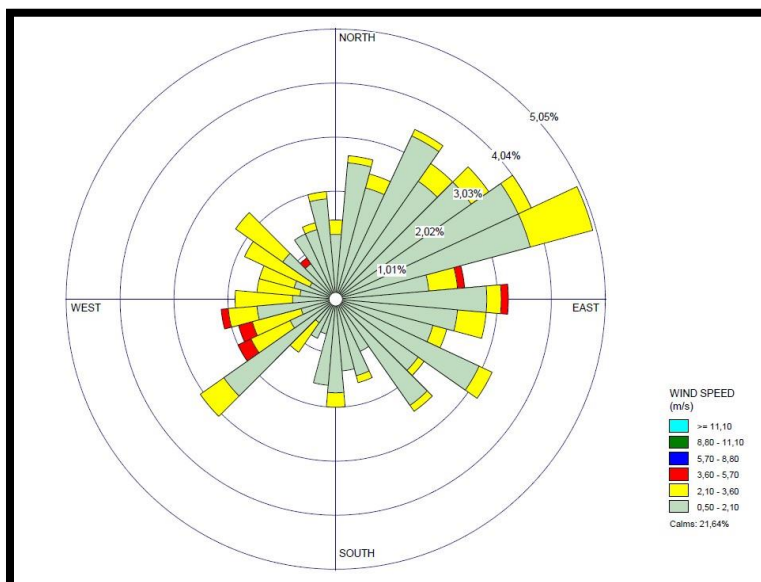


Figura 47. Rosa de los vientos para el mes de octubre en el municipio de Sogamoso.  
Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

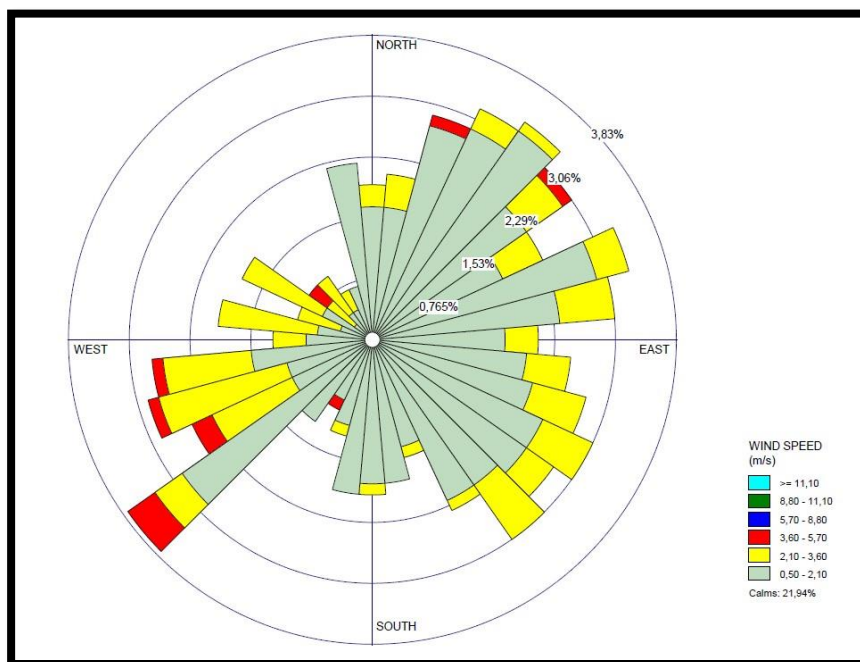


Figura 48. Rosa de los vientos para el mes de noviembre en el municipio de Sogamoso. Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

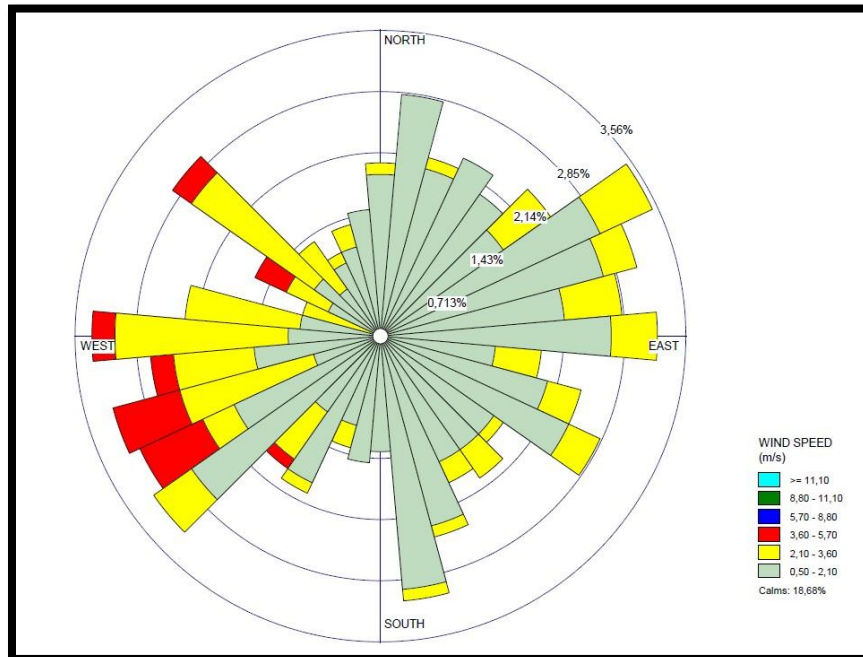


Figura 49. Rosa de los vientos para el mes de diciembre. en el municipio de Sogamoso. Fuente. Elaboración propia. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Informe de la calidad del aire 2018. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>

### 7.3 Comportamiento espacio-temporal del material particulado en el municipio de Sogamoso.

A continuación, en las figuras 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56 se presentan la dispersión del material particulado fino  $PM_{2.5}$  en las estaciones seleccionadas, a partir de su análisis se evidencia un comportamiento similar de decrecimiento de la concentración de  $PM_{2.5}$ . Sin embargo, para la ubicación de la estación de monitoreo de la calidad del aire Koica se obtienen menores valores a una distancia de 1.2 km de distancia de la estación en los meses de junio, julio y agosto; lo anterior sucede debido al aumento de la velocidad del viento en esas épocas facilitando los fenómenos de transporte y difusión de contaminantes atmosféricos.

#### 7.3.1 Modelo de dispersión para la estación Recreo.

En la Figura 50 se muestran los modelos de dispersión de enero, febrero, marzo y abril donde se observa una reducción del material particulado fino en los primeros 600 metros después de la estación. Particularmente, se presenta una disminución de la concentración de  $PM_{2.5}$  en 89,51%, 90,17%, 90,41%, 90,12% para cada uno de los meses mencionados. Por otra parte, la concentración final del material particulado es menor a  $0,0001 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a una distancia de 1,2 Km para todos los meses, a excepción del mes de febrero debido a la baja precipitación que se presenta en ese período en comparación a marzo y abril. A pesar de lo mencionado anteriormente en ningún mes los niveles de inmisión de material particulado fino alcanzaron un valor de  $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a una distancia de 1200 metros de la estación de la calidad del aire Recreo.

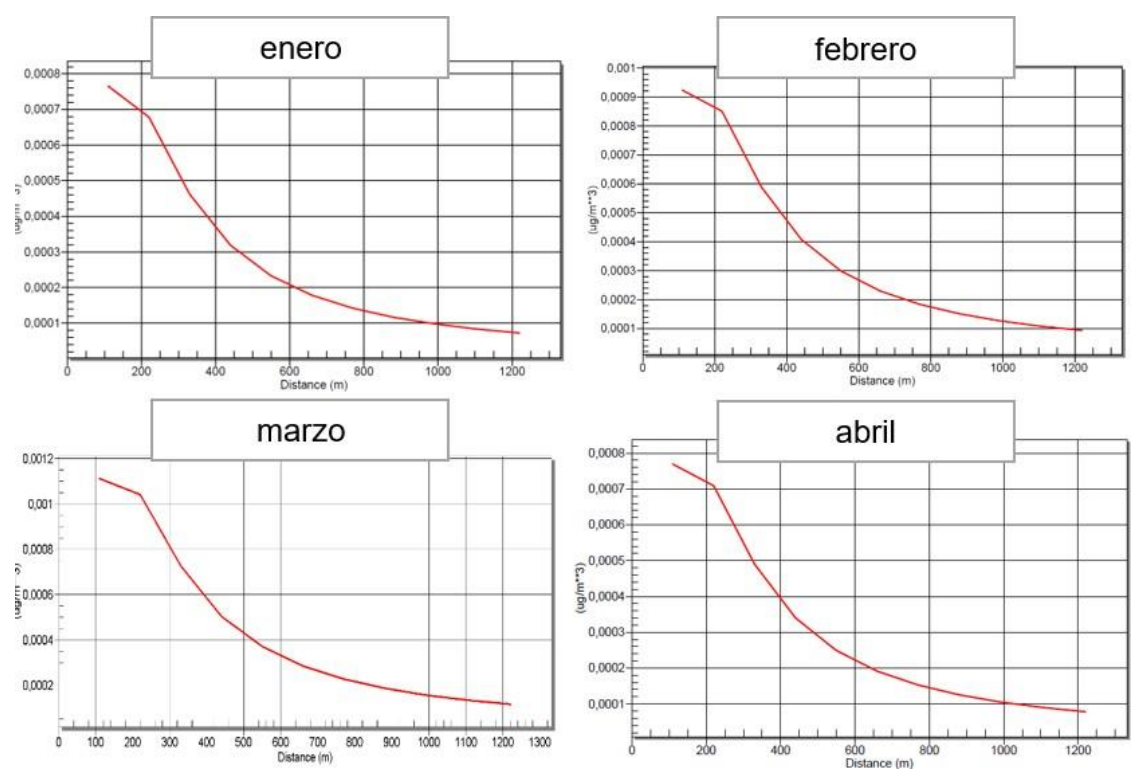


Figura 50. Modelos de dispersión de los meses de enero, febrero, marzo y abril. Fuente. Elaboración propia.

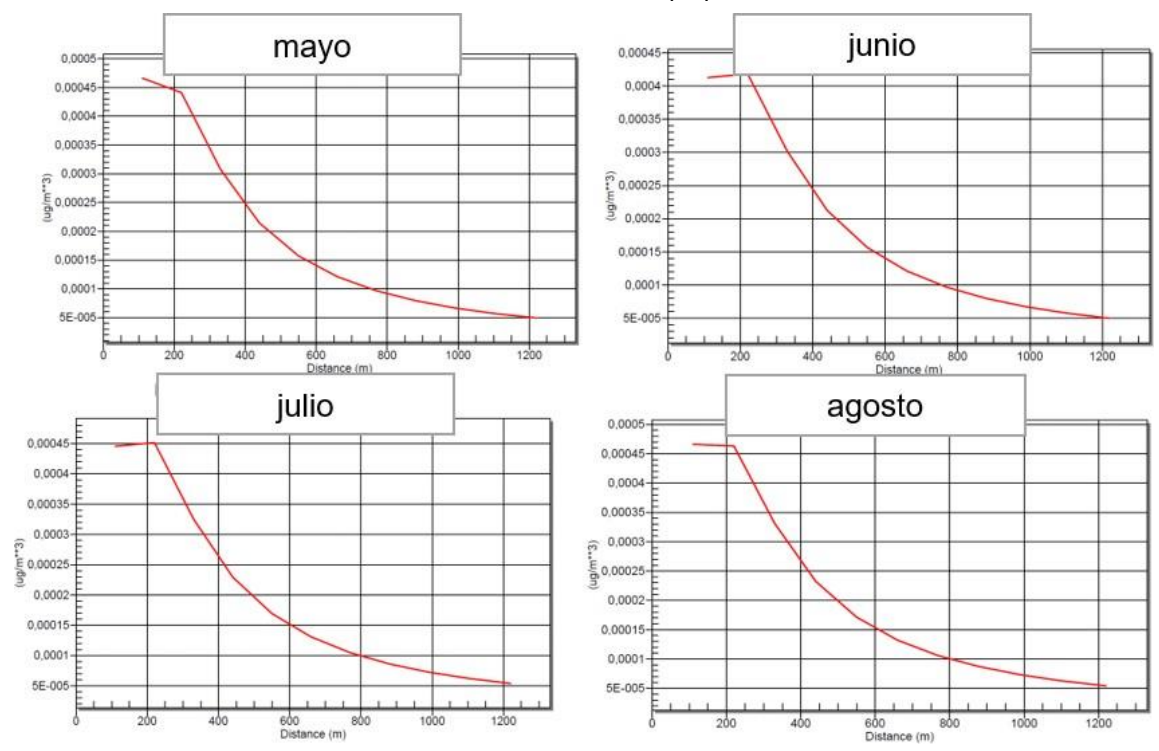


Figura 51. Modelos de dispersión de los meses de mayo, junio, julio, agosto. Fuente. Elaboración propia.



Por otra parte, la dispersión del material particulado fino del contaminante estudiado para los meses septiembre, octubre, noviembre y diciembre se grafica en la Figura 52. En esta gráfica se encuentra el mismo comportamiento de decremento de contaminación que fue descrito anteriormente, no obstante, esta disminución es más marcada para octubre y noviembre debido a las altas precipitaciones registradas en estos meses (Figura 30). Con respecto a la caída de los valores de inmisión de PM2.5 corresponden a 89,76%, 87,46%, 87,45%, 88,21% a una distancia de 1,2 Km para los últimos cuatro meses del año.

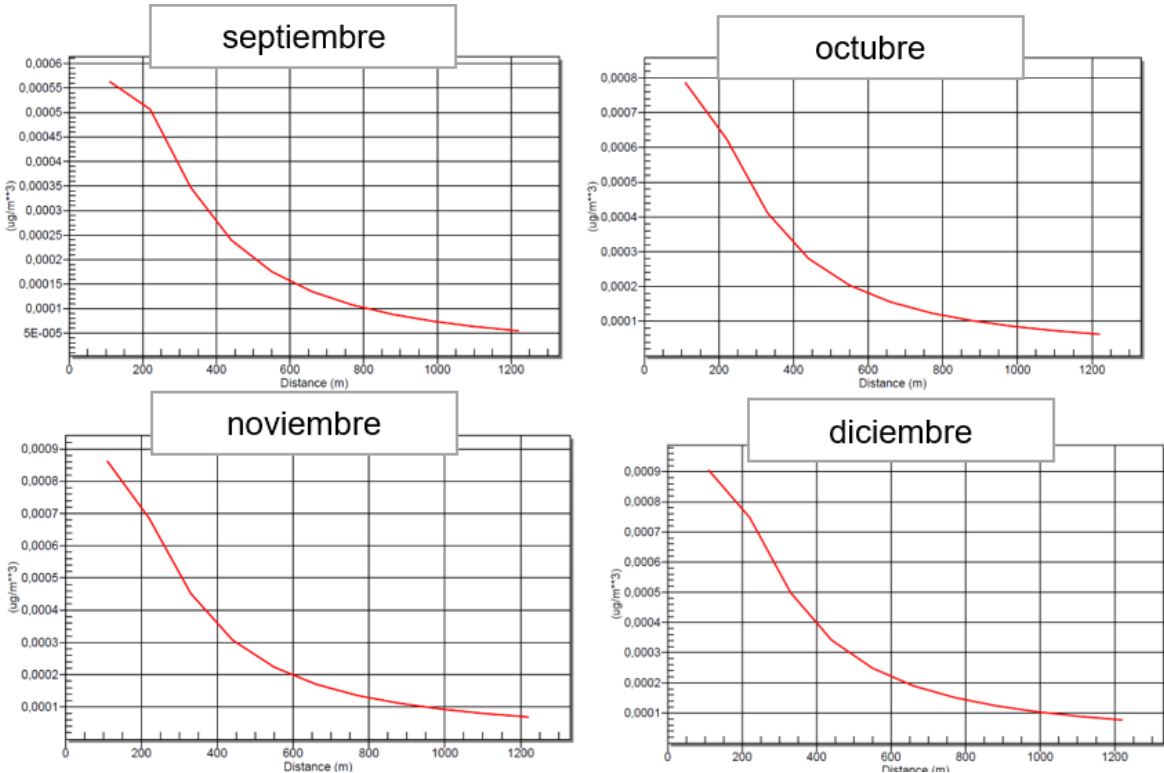


Figura 52. Modelos de dispersión de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Fuente. Elaboración propia.

### 7.3.2 Modelo de dispersión para la estación Koica.

En la Figura 53 se muestran los modelos de dispersión de enero, febrero, marzo y abril donde se observa una alta disminución del material particulado fino en los primeros 800 metros después de la estación, luego comienza un decrecimiento menor en los últimos 400 metros que se evidencia en la disminución del grado de

pendiente del modelo. Particularmente, se presenta una disminución de la concentración de PM2.5 en 91,44%, 91,47%, 91,64%, 92,86% para cada uno de los meses mencionados. Además, la concentración final del material particulado al igual que para la estación del Recreo es menor a 0,0001  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a una distancia de 1,2 Km para todos los meses. Aunque se presenta un evidente decaimiento de los niveles de inmisión del material particulado fino (PM 2.5) en ningún mes dicha concentración alcanzó un valor de 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a una distancia de 1200 metros de la estación de la calidad del aire Koica.

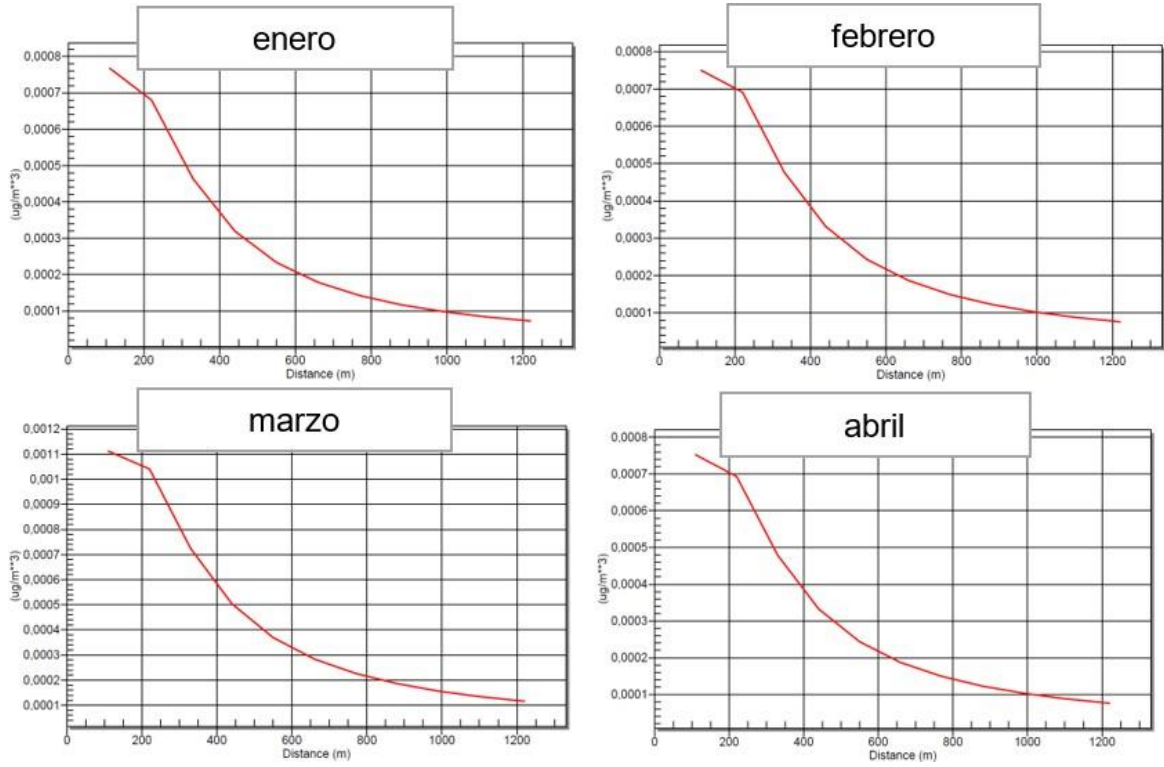


Figura 53. Modelos de dispersión de los meses de enero, febrero, marzo y abril. Fuente. Elaboración propia.

Con respecto al comportamiento de dispersión del contaminante estudiado en los meses mayo, junio, julio, agosto se describe en la Figura 54, allí también se evidencia un descenso en los niveles de inmisión del material particulado fino en los primeros 800 metros circundantes de la estación. De la misma manera que para la estación del recreo, la tendencia de decrecimiento es diferente para los primeros

200 metros en comparación a los primeros cuatro meses del año, en efecto, se presentan un aumento de la concentración de PM2.5 para junio y julio a causa del inicio del período seco en el área. Adicionalmente, se registran concentraciones de PM2.5 menores a los 1,2 Km de la estación, esto ocurre a raíz de la influencia de la zona verde circundante, en consecuencia, se estiman concentraciones de PM2.5 de 8,21%, 7,12%, 7,05%, 7,41% con respecto al inicial y para cada uno de los meses mencionados a una distancia de 1,2 Km.

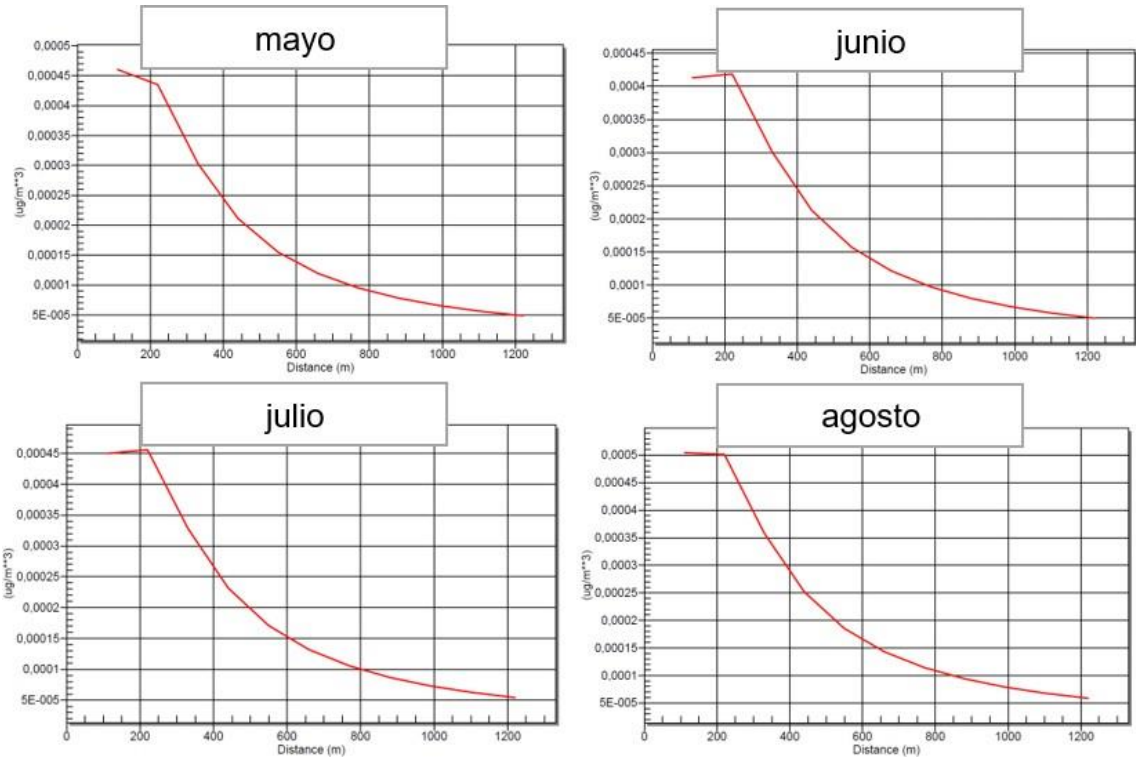


Figura 54. Modelos de dispersión de los meses de mayo, junio, julio y agosto. Fuente. Elaboración propia.

Además, la dispersión del material particulado fino del contaminante estudiado para los meses septiembre, octubre, noviembre y diciembre se ilustra en la Figura 55. En esta gráfica se encuentra el mismo comportamiento de decremento de contaminación que fue descrito anteriormente, con respecto a ese decaimiento de los valores de inmisión de PM2.5 estos corresponden a 91,15%, 89,16%, 88,15%,

92,86% a una distancia de 1,2 Km para los últimos cuatro meses del año, sin alcanzar ningún valor de 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la distancia mencionada.

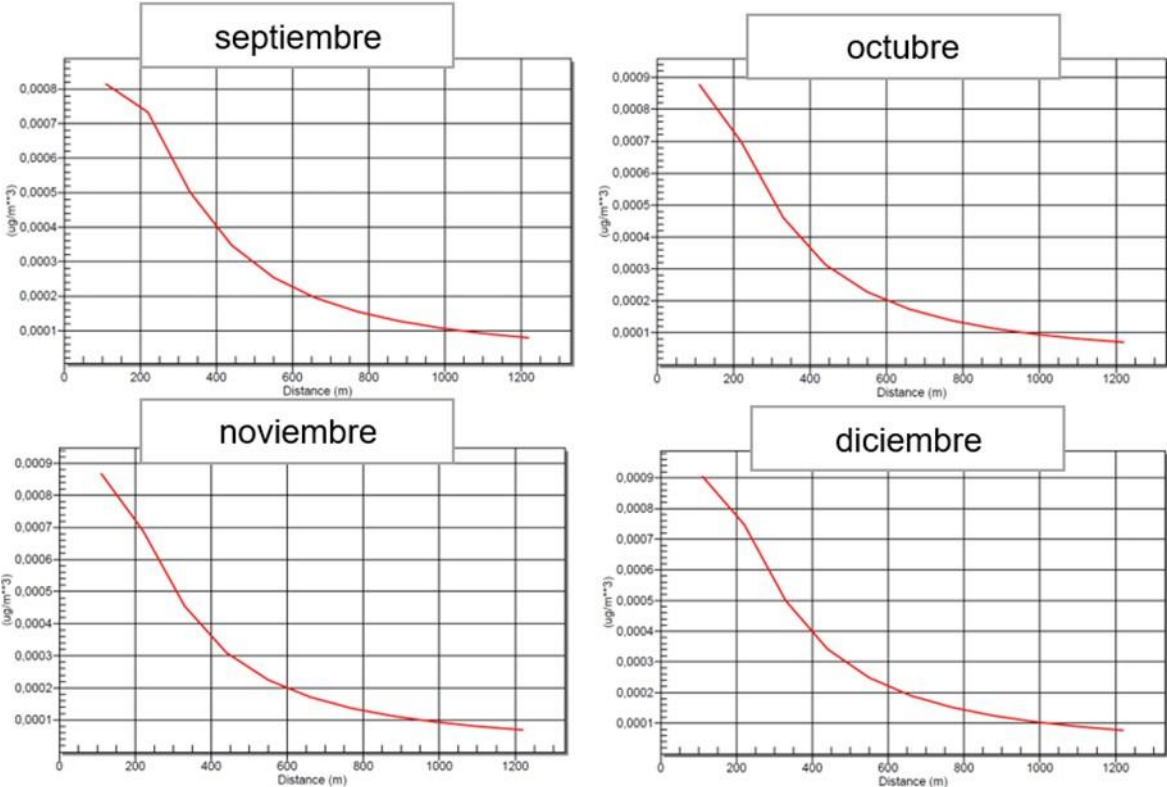


Figura 55. Modelos de dispersión de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Fuente. Elaboración propia.

7.3.3 Modelo geoespacial del comportamiento de la dispersión de contaminantes.

7.3.3.1 Resultados de la primera interpolación

El comportamiento espacial de los niveles diarios de inmisión para los primeros cuatro meses del año, obtenido como resultado de la primera interpolación, se organiza en la Figura 56. Particularmente, en los meses de enero y abril se estiman concentraciones diarias desde 9.17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a 17.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (colores verde, amarillo y naranja claro) en el área circundante a las estaciones de la calidad del aire; en cambio en los meses de febrero y marzo se observan concentraciones diarias más altas alcanzando valores de hasta 28.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  debido a la variación en las condiciones de estabilidad atmosférica. De acuerdo con lo anterior sumado a la dirección recurrente del viento (noreste) para los meses más críticos (febrero y

marzo); los habitantes de los barrios El Diamante, Gustavo Jiménez, Juan José Rondón podrían sufrir efectos agudos sobre su salud.

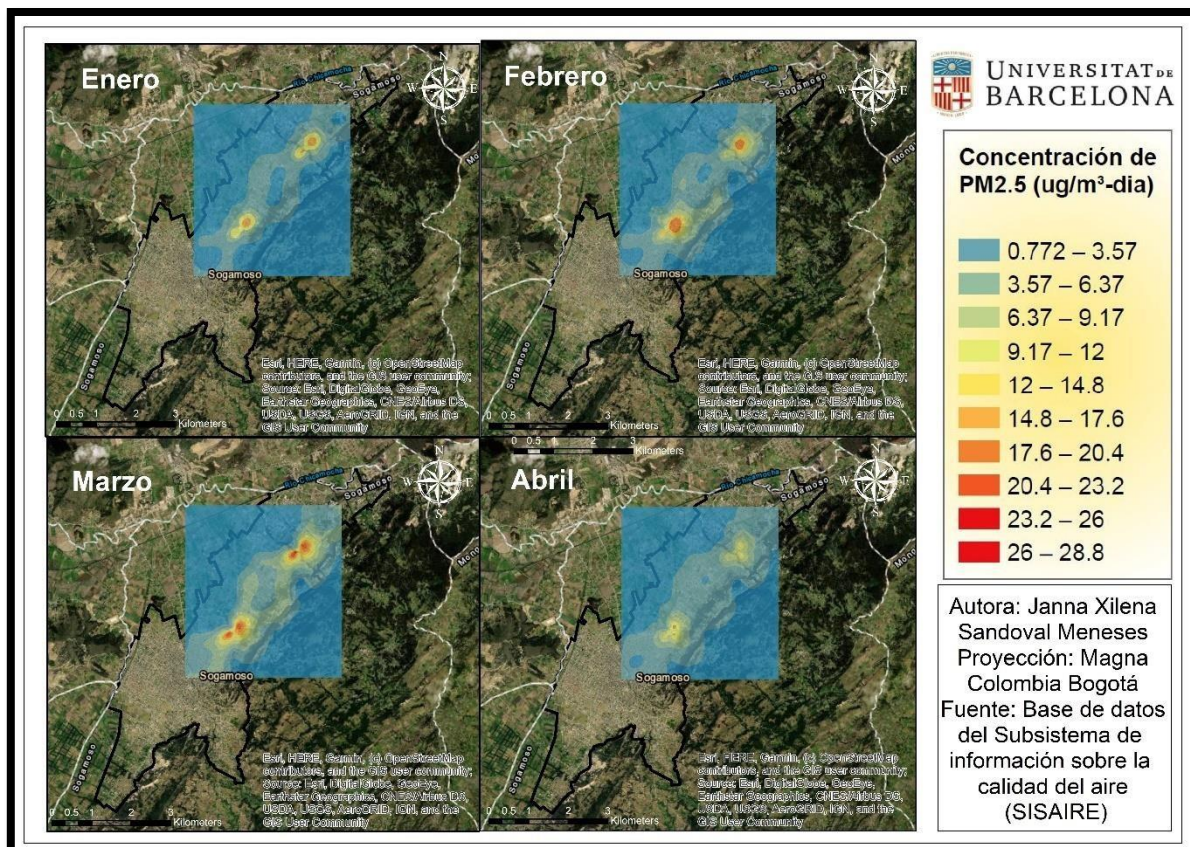


Figura 56. Modelos geoespaciales de los meses de enero, febrero, marzo y abril.  
 Fuente. Elaboración propia.

Asimismo, la dispersión de contaminantes espacial para los meses de mayo, abril, junio, julio y agosto se presenta en la Figura 57 alcanzando una concentración máxima diaria de material particulado fino de  $17.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En efecto, el transporte y difusión del material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) es mejor que en los primeros cuatro meses del año debido a que la dirección del viento está distribuida uniformemente en los cuatro puntos cardinales (ver Figura de la rosa de los vientos mayo). Además, la influencia de la llegada de los vientos alisios provenientes del sureste del país es reflejada en el aumento de las velocidades del viento hacia ese rumbo, ocasionando que la dispersión del contaminante sea mejor en los meses de julio y agosto.

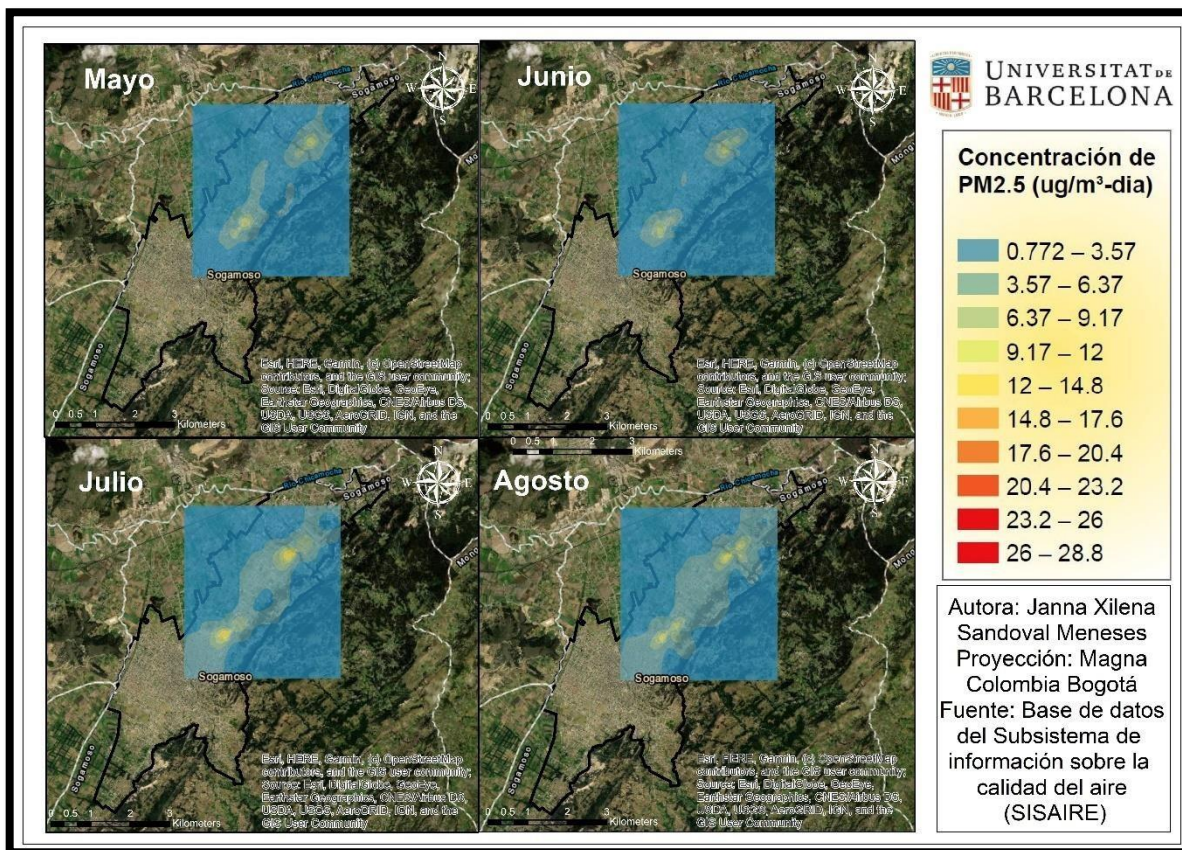


Figura 57. Modelos de geoespaciales de los meses de mayo, junio, julio, agosto.  
 Fuente. Elaboración propia.

Por otro lado, el modelo geoespacial de la dispersión del material particulado fino para septiembre, octubre y diciembre muestra niveles de inmisión diarias máximos de 28.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 58) en el sector circundante a las estaciones de la calidad del aire Koica y Recreo. En consecuencia, los habitantes de los barrios La Pradera, San Cristobal y El Recreo pueden desarrollar enfermedades respiratorias agudas debido a que se encuentran en el área de influencia de las estaciones. Con respecto al mes de noviembre se estiman menores concentraciones diarias, es decir, entre 0.772  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 14.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (colores azules, amarillos y verdes), lo anterior debido a la baja velocidad del viento que se registra para ese período.

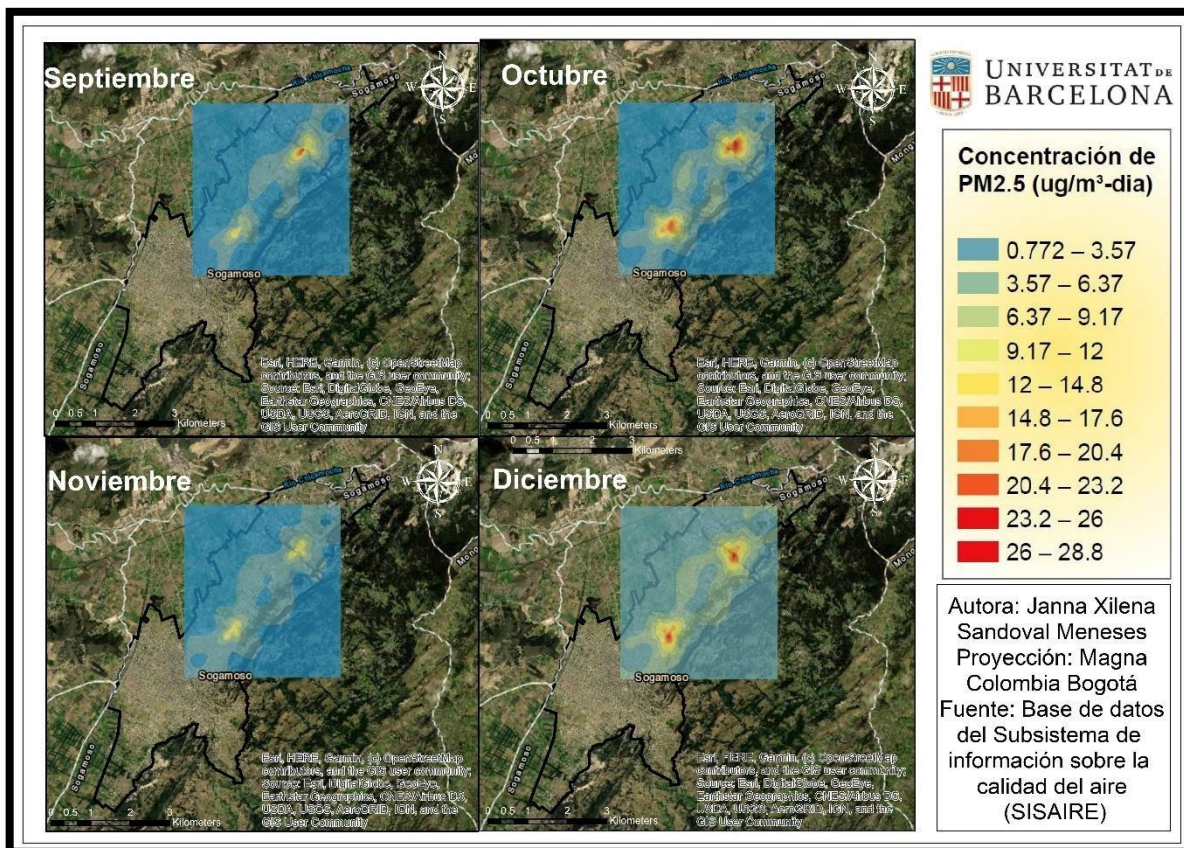


Figura 58. Modelos geoespaciales de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Fuente. Elaboración propia.

### 7.3.3.2 Resultados de la segunda interpolación

La distribución espacial del material particulado para ambas estaciones de monitoreo de la calidad del aire, producida por la segunda interpolación del modelo, se representa en la Figura 59. El resultado de esta interpolación muestra valores bajos de material particulado en el sur del municipio para enero, febrero y abril y que es simbolizado con colores azules en la Figura 59. Sin embargo, en el mes de marzo se estiman concentraciones diarias de PM2.5 mayores debido a las bajas velocidades registradas en ese período de tiempo. Cabe mencionar que los mayores niveles de inmisión corresponden a los cercanos a las estaciones de la calidad del aire Koica y Recreo.

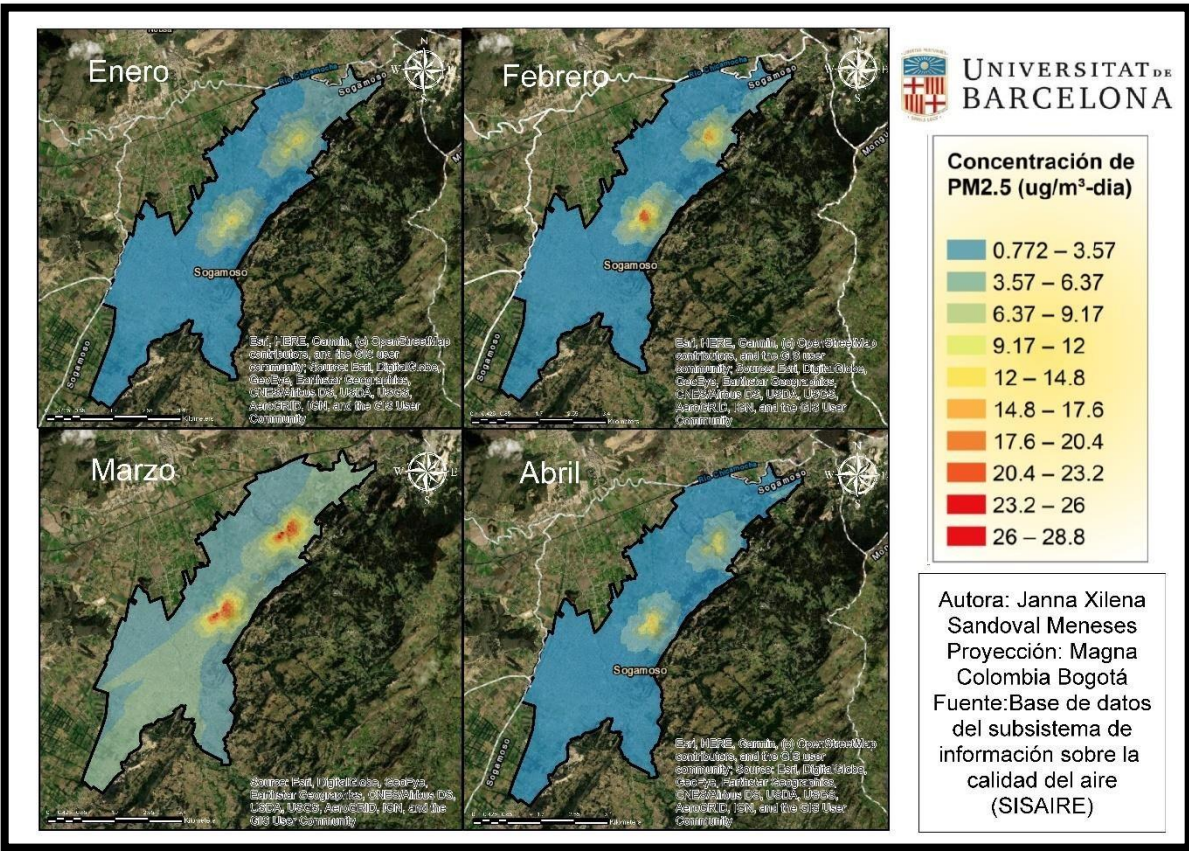


Figura 59. Modelos geoespaciales de los meses de enero, febrero, marzo y abril. Fuente. Elaboración propia

En contraste, los resultados del comportamiento espacial de los niveles diarios de inmisión para los meses de junio, julio y agosto indican valores entre 0.772  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 9.17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  hacia el sur del municipio (Figura 60). Sin embargo, en mayo se estiman menores concentraciones de material particulado debido a que la rosa de los vientos para ese mes está bien distribuida para los cuatro puntos cardinales, es decir, tiene componentes para todas direcciones. Con relación a los altos datos de PM2.5 para las áreas circundantes de las estaciones se generan a razón de que en dicho mes no se registraron velocidades del viento mayores a 3.5 m/s con rumbo hacia el noreste.



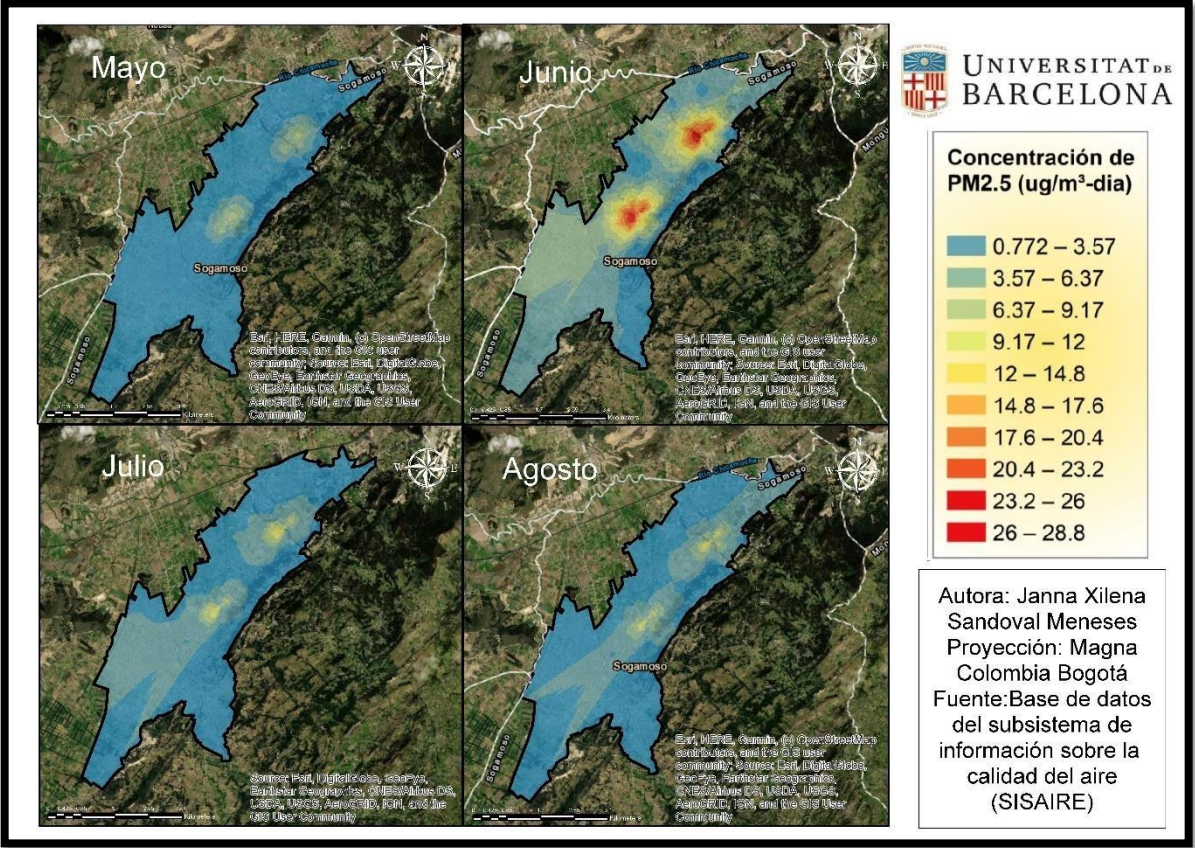


Figura 60. Modelos de dispersi3n de los meses de mayo, junio, julio, agosto.  
Fuente. Elaboraci3n propia. Adaptado de: SISAIRE.

Por otro lado, el modelo geoespacial de la dispersi3n del material particulado fino para septiembre, octubre, y noviembre muestra niveles de inmisión diarias máximos de 3.57 µg/m<sup>3</sup> (Figura 61) en el sector sur del municipio. Por consiguiente, los habitantes de los barrios Los Arrayanes, El Rosario y Santa Catalina no están expuestos a concentraciones que les permita desarrollar enfermedades respiratorias agudas, sin embargo, es necesario que tomen medidas de precauci3n como no estar expuestos durante todo el día a partículas atmosféricas. Con respecto al mes de diciembre se estiman mayores concentraciones diarias, es decir, entre 6.37 µg/m<sup>3</sup> y 9.17µg/m<sup>3</sup> (colores verdes), lo anterior debido a la baja velocidad del viento que se registra hacia el sur para ese período.

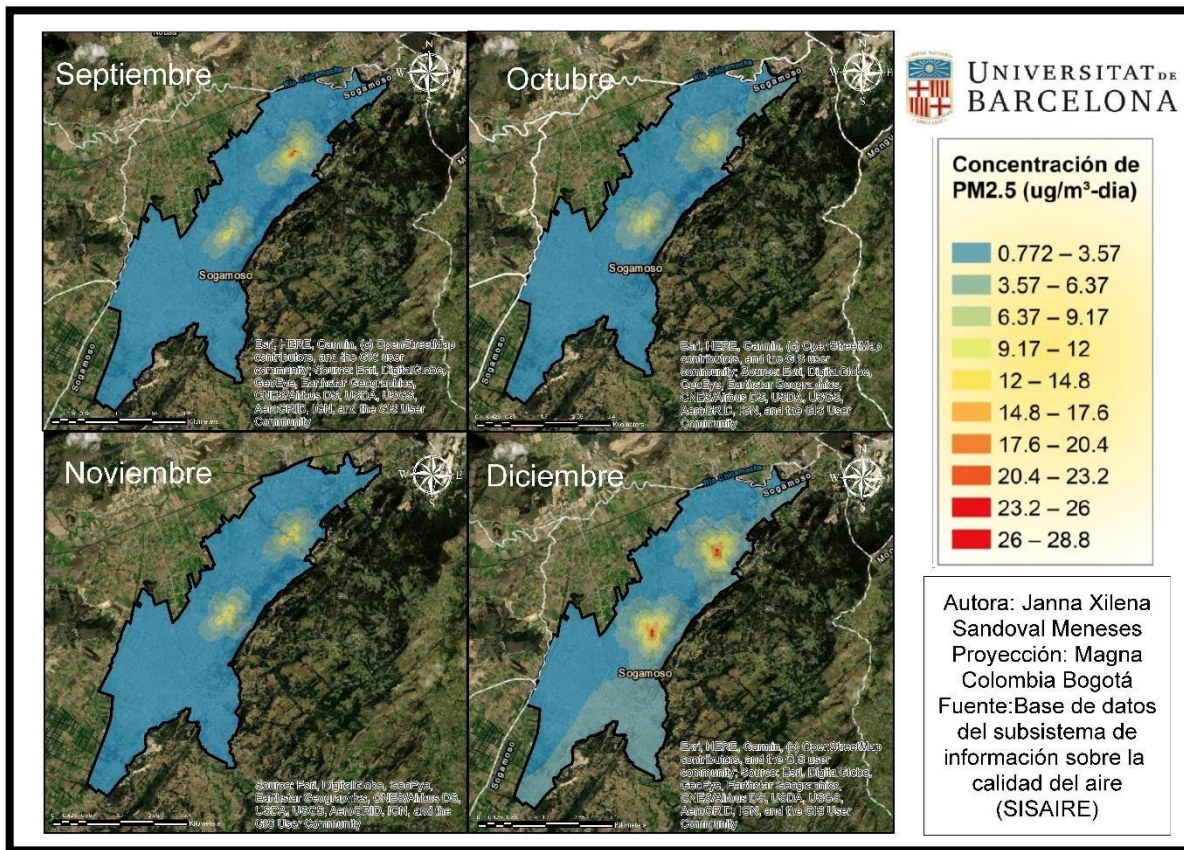


Figura 61. Modelos de dispersión de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Fuente. Elaboración propia.

#### 7.4. Correlación estadística entre la concentración de material particulado diario y los casos de las enfermedades respiratorias principales.

##### 7.4.1 Estación Recreo

##### 7.4.1.1 Bronquitis aguda no especificada

La correlación estadística realizada para los meses de enero, febrero, marzo y abril de la concentración diaria de material particulado fino (PM2.5) y los casos diarios de bronquitis aguda es mostrada en la Figura 62. De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 62, el valor de significancia obtenido es menor a 0.1, entonces se acepta la hipótesis nula y se desapruueba la hipótesis alternativa para todos los meses mencionados. En otras palabras, los registros de dicha enfermedad

respiratoria (bronquitis aguda), para el primer cuatrimestre del año, no tienen relación con los niveles de inmisión de material particulado PM<sub>2.5</sub> presentes en el municipio de Sogamoso. Por otra parte, se presenta un valor de significancia alto para el mes de abril (0,923) en comparación con los otros meses (0,211; 0,569 y 0,464), lo anterior indica que estos datos se encuentran en el medio de una distribución normal.

De la misma manera, en el segundo cuatrimestre se obtienen valores de significancia mayores a 0,1 (Figura 63), indicando que no existe relación entre los registros diarios de la enfermedad respiratoria analizada y las concentraciones diarias de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>). Específicamente, los valores de significancia obtenidos fueron 0.341, 0.477, 0.920 y 0.902 para mayo, junio, julio y agosto respectivamente, lo descrito anteriormente es una evidencia de que dichos datos no se encuentran a los extremos de la campana de Gauss formada por la distribución normal estadística. En ese orden de ideas, la hipótesis nula es aprobada y la hipótesis alternativa es rechazada.

Del mismo modo, en la Figura 64 se ilustra el resultado del modelo estadístico entre los niveles de inmisión de material particulado PM<sub>2.5</sub> y los casos diarios de bronquitis aguda para los últimos cuatro meses del año. Al igual que en los otros cuatrimestres, la hipótesis nula es aceptada y la hipótesis alternativa rechazada; es decir en ninguno de los meses existe una correlación significativa entre las variables comparadas. Lo anterior se puede comprobar con los valores de significancia obtenidos para cada mes: 0.577 en septiembre, 0.975 en octubre, 0.730 en noviembre, 0.156 en diciembre.

Con respecto a la comparación entre los valores de significancia obtenidos para cada uno de los meses del 2019, se observa que los valores más altos (mayores a 0.9) se obtuvieron en abril, junio, julio y octubre. Este suceso puede ser explicado debido a que se encuentran cerca de su desviación estándar y en la mitad de la campana de Gauss.

### Regresión mes de enero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,393	1	,393	1,636	,211 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de febrero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,023	1	,023	,332	,569 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de marzo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,065	1	,065	,551	,464 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de abril

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,001	1	,001	,010	,923 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 62. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de enero, febrero, marzo y abril. Fuente. Elaboración propia .

### Regresión mes de mayo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,312	1	,312	,939	,341 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de junio

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,158	1	,158	,519	,477 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de julio

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,002	1	,002	,010	,920 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de agosto

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,003	1	,003	,015	,902 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 63. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de mayo, junio, julio y agosto.

Fuente. Elaboración propia

## Regresión mes de septiembre

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,123	1	,123	,318	,577 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

## Regresión mes de octubre

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,000	1	,000	,001	,975 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

## Regresión mes de noviembre

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,018	1	,018	,122	,730 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

## Regresión mes de diciembre

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,373	1	,373	2,118	,156 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Figura 64. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Fuente. Elaboración propia

#### 7.4.1.2 Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda

En la Figura 65 se muestra el resultado del análisis de la varianza con un factor (ANOVA) de la concentración diaria de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) registrados por la estación Recreo y los casos diarios de enfermedad pulmonar obstructiva crónica realizado para los meses de enero, febrero, marzo y abril cuyos valores de significancia superan el 0.1 menos en abril. Teniendo en cuenta los resultados de dicho análisis, se advierte que no existe correlación estadística entre los registros de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y los niveles de inmisión de material particulado PM<sub>2.5</sub> presentes en el municipio de Sogamoso para los tres primeros meses del año de estudio.

Aunque, en el primer trimestre del 2019 se acepta la hipótesis nula y se desaprueba la hipótesis alternativa, en el mes de abril el valor de significancia es menor a 0.1 indicando que en este mes se aprueba la hipótesis alternativa (los casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica dependen de PM<sub>2.5</sub>). Esto sucede debido a que en este mes se presentan 10 (uno de los meses con mayor número de casos) y ocho días en los que superan el límite permisible de PM<sub>2.5</sub> establecido por la OMS. No obstante, la tendencia de valores de significancia mayores a 0.1 continúa para todos los meses del segundo cuatrimestre del período de estudio (Figura 66). Con referencia a los valores de significancia de mayo, junio, julio y agosto (0.956, 0.974, 0.542, 0.462), obtenidos de la correlación estadística entre los niveles de inmisión diarios y los casos de la enfermedad respiratoria analizada en este apartado, se evidencia que se ubican en los extremos de la campana de Gauss de la distribución normal de datos. De acuerdo con lo anterior, en estos meses se rechaza la hipótesis alternativa y se aprueba nula, esto demuestra que no existe relación entre las variables mencionadas durante el segundo cuatrimestre del año. De la misma forma, en los últimos cuatro meses del año se presentan datos de significancia que sobrepasan el 0.1 (Figura 67), esto permite mencionar que no existe correlación estadística entre los datos mencionados. Lo que significa que se desaprueba la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.

### Regresión mes de enero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1,296	1	1,296	1,782	,192 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de febrero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,118	1	,118	,667	,422 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de marzo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,325	1	,325	,705	,408 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de abril

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1,589	1	1,589	5,106	,032 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 65. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de enero, febrero, marzo y abril.

Fuente. Elaboración propia.



### Regresión mes de mayo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,001	1	,001	,003	,956 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de junio

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,001	1	,001	,001	,974 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de julio

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,304	1	,304	,380	,542 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de agosto

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,182	1	,182	,555	,462 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 66. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de mayo, junio, julio y agosto. Fuente. Elaboración propia.

### Regresión mes de septiembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,494	1	,494	,545	,466 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante) PM 2.5 (µg/m<sup>3</sup>)

### Regresión mes de octubre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,053	1	,053	,083	,775 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m<sup>3</sup>)

### Regresión mes de noviembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1,032	1	1,032	1,334	,258 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m<sup>3</sup>)

### Regresión mes de diciembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,568	1	,568	2,235	,146 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante) PM 2.5 (µg/m<sup>3</sup>)

Figura 67. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Fuente. Elaboración propia.

#### 7.4.1.3 Neumonía bacteriana

Con respecto a los valores de significancia del modelo que correlaciona los datos de material particulado fino de la estación Recreo y los casos diarios de neumonía bacteriana en Sogamoso, que fueron obtenidos para cada uno de los meses del 2019, después de analizarlos se observa que ninguno supera el valor de probabilidad definida para el presente estudio (corresponde a 0.1). Particularmente, en los primeros cuatro meses del año se obtuvieron las siguientes significancias: 0.977 (mes de enero), 0.149 (mes de febrero), 0.901 (mes de marzo), 0.742 (mes de abril) (Figura 68). Con lo anterior permite señalar que se aprueba la hipótesis nula para el primer cuatrimestre, es decir, las variables del modelo no tienen un efecto significativo sobre los resultados y no existe correlación estadística entre las variables.

Paralelamente, en el segundo cuatrimestre del 2019 continua la tendencia de valores de significancia menores a 0.1, en efecto se obtuvieron 0.182, 0.520, 0.552, 0.388 para mayo, junio, julio y agosto respectivamente (Figura 69). En consecuencia, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, en otras palabras, los registros diarios de neumonía bacteriana no dependen de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) por día.

Asimismo, los niveles de inmisión del material particulado fino no están correlacionados estadísticamente con los casos diarios de neumonía bacteriana en los últimos cuatro meses del año. En efecto, los valores de significancia son 0.479, 0.525, 0.759 y 0.342 en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre como se ilustra en la Figura 70. Por tal motivo, para el último cuatrimestre del año se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula debido a que se los datos se ubican en los extremos de la distribución normal representada en la campana de Gauss.

### Regresión mes de enero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,000	1	,000	,001	,977 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de febrero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,426	1	,426	2,214	,149 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de marzo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,001	1	,001	,016	,901 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de abril

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,006	1	,006	,093	,762 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 68. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de enero, febrero, marzo y abril. Fuente. Elaboración propia.

### Regresión mes de mayo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,773	1	,773	1,867	,182 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de junio

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,110	1	,110	,424	,520 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de julio

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,115	1	,115	,362	,552 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de agosto

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,108	1	,108	,769	,388 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 69. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para los meses de mayo, junio, julio y agosto. Fuente. Elaboración propia.

### Regresión mes de septiembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,150	1	,150	,515	,479 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de octubre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,111	1	,111	,413	,525 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de noviembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,025	1	,025	,096	,759 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de diciembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,185	1	,185	,935	,342 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 70. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Fuente. Elaboración propia.

## 7.4.2 Estación Koica

### 7.4.2.1 Bronquitis aguda no especificada

La correlación estadística realizada para los meses de enero, febrero, marzo y abril de la concentración diaria de material particulado fino registrada por la estación Koica (PM<sub>2.5</sub>) y los casos diarios de bronquitis aguda es mostrada en la Figura 71. De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 71, el valor de significancia obtenido es superior a 0.1, entonces se desaprueba la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula para todos los meses mencionados. En otras palabras, los registros de dicha enfermedad respiratoria (bronquitis aguda), para el primer cuatrimestre del año, no tienen relación con los niveles de inmisión del contaminante de estudio (PM<sub>2.5</sub>) presentes en Sogamoso. Por otra parte, se presenta un valor de significancia bajo para el mes de enero (0.211) en comparación con los otros meses (0.611, 0.464, 0.923), lo anterior indica que estos datos se encuentran lejos de la desviación estándar de los datos.

De la misma manera, en el segundo cuatrimestre se obtienen valores de significancia mayores a 0.1 (Figura 72), indicando que no existe relación entre los registros diarios de la enfermedad respiratoria analizada y las concentraciones diarias de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>). Específicamente, los valores de significancia obtenidos fueron 0.903, 0.477, 0.650 y 0.662 para mayo, junio, julio y agosto respectivamente, lo descrito anteriormente es una evidencia de que dichos datos no se encuentran a los extremos de la distribución normal de Gauss. En ese orden de ideas, la hipótesis nula es aprobada y la hipótesis alternativa es rechazada.

Del mismo modo, en la Figura 73 se ilustra el resultado del modelo estadístico entre las variables analizadas para los últimos cuatro meses del año. Al igual que en los otros cuatrimestres, la hipótesis nula es aceptada; es decir en ninguno de los meses existe una correlación significativa entre las variables comparadas. Lo anterior se puede comprobar con los valores de significancia obtenidos para cada mes: 0.138 en septiembre, 0.893 en octubre, 0.658 en noviembre, 0.156 en diciembre.

### Regresión mes de enero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,393	1	,393	1,636	,211 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de febrero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,019	1	,019	,265	,611 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de marzo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,065	1	,065	,551	,464 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de abril

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,001	1	,001	,010	,923 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 71. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de enero, febrero, marzo y abril.

Fuente. Elaboración propia .



### Regresión mes de mayo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,005	1	,005	,015	,903 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de junio

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,158	1	,158	,519	,477 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de julio

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,035	1	,035	,210	,650 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de agosto

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,041	1	,041	,195	,662 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 72. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de mayo, junio, julio y agosto.

Fuente. Elaboración propia

## Regresión mes de septiembre

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,845	1	,845	2,337	,138 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

## Regresión mes de octubre

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,002	1	,002	,018	,893 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

## Regresión mes de noviembre

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,030	1	,030	,201	,658 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

## Regresión mes de diciembre

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,373	1	,373	2,119	,156 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de bronquitis aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Figura 73. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de bronquitis aguda y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Fuente. Elaboración propia

#### 7.4.1.2 Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda

En la Figura 74 se muestra el resultado del análisis de la varianza con un factor (ANOVA) de la concentración diaria de material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ) registrados por la estación Koica y los casos diarios de enfermedad pulmonar obstructiva crónica realizado para los meses de enero, febrero, marzo y abril cuyos valores de significancia superan el 0.1 menos en abril. Teniendo en cuenta los resultados de dicho análisis, se advierte que no existe correlación estadística entre los registros de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y los niveles de inmisión de material particulado  $PM_{2.5}$  presentes en el municipio de Sogamoso para los tres primeros meses del año de estudio.

Aunque, en el primer trimestre del 2019 se acepta la hipótesis nula y se desaprueba la hipótesis alternativa, en el mes de abril el valor de significancia es menor a 0.1 indicando que en este mes se aprueba la hipótesis alternativa (los casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica dependen de  $PM_{2.5}$ ). Esto sucede debido a que en este mes se presentan 10 (uno de los meses con mayor número de casos) y nueve días en los que superan el límite permisible de  $PM_{2.5}$  establecido por la OMS. No obstante, la tendencia de valores de significancia mayores a 0.1 continúa para todos los meses del segundo cuatrimestre del período de estudio (Figura 75). Con referencia a los valores de significancia de mayo, junio, julio y agosto (0.794, 0.974, 0.634, 0.582), obtenidos de la correlación estadística entre los niveles de inmisión diarios y los casos de la enfermedad respiratoria analizada en este apartado, se evidencia que se ubican en los extremos de la campana de Gauss de la distribución normal de datos. De acuerdo con lo anterior, en estos meses se rechaza la hipótesis alternativa y se aprueba nula, esto demuestra que no existe relación entre las variables mencionadas durante el segundo cuatrimestre del año. De la misma forma, en los últimos cuatro meses del año se presentan datos de significancia que sobrepasan el 0.1 (Figura 67), esto permite mencionar que no existe correlación estadística entre los datos mencionados. Específicamente, se obtuvieron 0.550 (septiembre), 0.108 (octubre), 0.176 (noviembre), 0.146 (diciembre).

### Regresión mes de enero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1,296	1	1,296	1,782	,192 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de febrero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,036	1	,036	,202	,657 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de marzo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,325	1	,325	,705	,408 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de abril

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1,589	1	1,589	5,106	,032 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 74. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de enero, febrero, marzo y abril.

Fuente. Elaboración propia.

### Regresión mes de mayo

ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,021	1	,021	,069	,794 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de junio

ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,001	1	,001	,001	,974 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de julio

ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,186	1	,186	,231	,634 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de agosto

ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,102	1	,102	,310	,582 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 75. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de mayo, junio, julio y agosto.

Fuente. Elaboración propia.

### Regresión mes de septiembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,333	1	,333	,366	,550 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de octubre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	1,589	1	1,589	2,743	,108 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de noviembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	1,465	1	1,465	1,932	,176 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de diciembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,567	1	,567	2,233	,146 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 76. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de enfermedad pulmonar y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Fuente. Elaboración propia.

#### 7.4.1.3 Neumonía bacteriana

Con respecto al análisis de los valores de significancia del modelo que correlaciona los datos de material particulado fino de la estación Koica y los casos diarios de neumonía bacteriana en Sogamoso, que fueron obtenidos para cada uno de los meses del 2019, se observa que ninguno supera el valor de probabilidad definida para el presente estudio (corresponde a 0.1). Particularmente, en los primeros cuatro meses del año se obtuvieron las siguientes significancias: 0.977 (mes de enero), 0.259 (mes de febrero), 0.901 (mes de marzo), 0.762 (mes de abril) (Figura 77). Los resultados en mención permiten señalar que se aprueba la hipótesis nula para el primer cuatrimestre, es decir, las variables del modelo no tienen un efecto significativo sobre los resultados y no existe correlación estadística entre las variables.

Paralelamente, en el segundo cuatrimestre del 2019 continua la tendencia de valores de significancia menores a 0.1, en efecto se obtuvieron 0.172, 0.520, 0.915, 0.692 para mayo, junio, julio y agosto respectivamente (Figura 78). En consecuencia, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, en otras palabras, los registros diarios de neumonía bacteriana no dependen de la concentración de material particulado ( $PM_{2.5}$ ) por día.

Asimismo, los niveles de inmisión del material particulado fino no están correlacionados estadísticamente con los casos diarios de neumonía bacteriana en los últimos cuatro meses del año. En efecto, los valores de significancia son 0.222, 0.255, 0.680 y 0.341 en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre como se ilustra en la Figura 70. Por tal motivo, para el último cuatrimestre del año se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula debido a que se los datos se ubican en los extremos de la distribución normal representada en la campana de Gauss.

### Regresión mes de enero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,000	1	,000	,001	,977 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de febrero

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,264	1	,264	1,331	,259 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de marzo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,001	1	,001	,016	,901 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de abril

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	,006	1	,006	,093	,762 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 77. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de enero, febrero, marzo y abril.

Fuente. Elaboración propia.



### Regresión mes de mayo

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,808	1	,808	1,958	,172 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de junio

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,110	1	,110	,424	,520 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de julio

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,004	1	,004	,011	,915 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de agosto

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,023	1	,023	,160	,692 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 78. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para los meses de mayo, junio, julio y agosto. Fuente. Elaboración propia.

### Regresión mes de septiembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,438	1	,438	1,561	,222 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de octubre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,352	1	,352	1,347	,255 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de noviembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,045	1	,045	,173	,680 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

### Regresión mes de diciembre

#### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,186	1	,186	,936	,341 <sup>b</sup>

a. Variable dependiente: Casos de neumonía bacteriana, no especificada

b. Predictores: (Constante), PM 2.5 (µg/m3)

Figura 79. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los casos diarios de neumonía bacteriana y la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Fuente. Elaboración propia.

## 7.5 Correlación estadística entre la concentración de material particulado diario con la humedad y temperatura.

### 7.5.1 Estación Recreo

A partir del modelo estadístico que relaciona las concentraciones diarias de material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ) con los datos diarios de humedad capturados por la estación Recreo, se determina que las dos variables analizadas presentan una relación directamente proporcional para ocho de los doce meses del 2019 y en los meses restantes los datos no son significativos como para señalar una relación estadística.

Particularmente, en el primer cuatrimestre del año se alcanzaron los siguientes valores de significancia para febrero, marzo, abril: 0.094, 0.002, 0.010; en cambio, se obtuvo una significancia de 0.343 en el mes de enero (Figura 80), lo que podría indicar que su desviación estándar es menor a la de los primeros meses del año de estudio y que se encuentran cerca al promedio.

Asimismo, el valor  $p$  en los meses de mayo, junio, julio y agosto son 0.060, 0.005, 0.247, 0.010 respectivamente (Figura 81). Con base en los resultados anteriores y dado que el nivel de significancia definido para este análisis fue menor a 0.1, entonces, en los meses de mayo, junio y agosto se desaprueba la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa: el material particulado 2.5 depende de la humedad. Paralelamente, en los últimos cuatro meses del año (exceptuando septiembre) ocurre el mismo fenómeno mencionado, en efecto, los resultados de sus significancias corresponden a 0.188, 0.024, 0.01, 0.028 para los meses de octubre, noviembre y diciembre (Figura 82).

Ahora bien, la correlación estadística entre los niveles de inmisión del contaminante de estudio y los valores diarios de temperatura registrados por la estación Recreo se muestra en las Figuras 80, 81 y 82. Particularmente, los valores de significancia obtenidos para los primeros cuatro meses del 2019 son: 0.230 (enero), 0.063

(febrero), 0.004 (marzo), 0.035 (abril), esto indica que solo en enero el material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) no depende de la temperatura. Del mismo modo, los datos obtenidos del modelo para mayo y junio (0.096 y 0.001) siguen indicando que existe una relación estadística entre las variables analizadas.

Inclusive, en el último cuatrimestre del año se presentan resultados menores al nivel de significancia, por lo que se puede establecer que se desaprueba la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa: el material particulado 2.5 depende de la temperatura. En resumen, de acuerdo con lo anterior, la humedad y la temperatura influyen en la dispersión del material particulado fino PM<sub>2.5</sub> registrado por la estación Recreo.

#### 7.5.2. Estación Koica

Con respecto al modelo estadístico que correlaciona las concentraciones diarias de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) con los datos de temperatura capturados cada día por la estación Koica, se establece que, para la mitad del número de meses del 2019, en dichas variables existe una relación estadística y en los meses restantes los datos se ubican en el medio de la distribución normal, por lo que no son significativos.

Particularmente, en los primeros cuatro meses del año se alcanzaron los siguientes valores de significancia para enero y febrero: 0.190 y 0.190; en cambio, se obtuvo una significancia de 0.033 y 0.023 en los meses de marzo y abril (Figura 83), lo que evidencia que se aprueba la hipótesis alternativa: el material particulado de marzo y abril depende de la temperatura registrada en dicho período. De la misma manera, el valor p en los meses de mayo, junio, julio y agosto corresponden a 0.423, 0.001, 0.157, 0.021 respectivamente (Figura 84).

Dado que los resultados obtenidos fueron menores al nivel de significancia definido para este estudio (0.1), se considera que el material particulado PM<sub>2.5</sub> no depende

de la humedad en los meses de mayo y julio, en otras palabras, para esos meses la hipótesis nula es verdadera y se rechaza la hipótesis alternativa. Con relación al último cuatrimestre del año (exceptuando septiembre y diciembre) ocurre el mismo fenómeno mencionado, en efecto, los resultados de sus significancias corresponden 0.392 y 0.206 para los meses de octubre y noviembre (Figura 85).

Como resultado de la correlación estadística entre los niveles de inmisión del contaminante de estudio y los valores diarios de humedad registrados por la estación Recreo se muestra en las Figuras 83,84 y 85. Específicamente, los valores de significancia obtenidos para el primer cuatrimestre del 2019 son: 0.178 (enero), 0.437 (febrero), 0.003 (marzo), 0.002 (abril), esto indica que solo en marzo y en abril el material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ) depende de la temperatura porque alcanzan un umbral mínimo del 90% de certeza. Paralelamente, los datos obtenidos del modelo estadístico para julio y agosto (0.336 y 0.425) siguen indicando que no existe una relación estadística entre las variables analizadas dado que no supera el 10% de significancia.

No obstante, en los últimos cuatro meses del año (menos en octubre) se presentan resultados menores al nivel de significancia de la correlación estadística que relaciona las concentraciones de material particulado  $PM_{2.5}$  y los registros diarios de humedad de la estación Koica, por lo que se puede establecer que se desaprueba la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa: el material particulado 2.5 depende de la temperatura. De hecho, en la Figura 85 se muestra que los resultados de significancia son 0.001, 0.169, 0.008, 0.028 para septiembre, octubre, noviembre y diciembre. En suma, teniendo en cuenta que en solo la mitad de los meses del 2019 se aprueba la hipótesis alternativa, la humedad y la temperatura no influyen en la dispersión del material particulado fino  $PM_{2.5}$  registrado por la estación Koica.

## Regresión mes de enero

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,343	,230

## Regresión mes de febrero

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,094	,063

## Regresión mes de marzo

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,002	,004

## Regresión mes de abril

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,010	,035

Figura 80. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo para enero, febrero, marzo y abril.  
Fuente. Elaboración propia.

## Regresión mes de mayo

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,060	,096

## Regresión mes de junio

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,005	,001

## Regresión mes de julio

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,247	,163

## Regresión mes de agosto

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,010	,390

Figura 81. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo mayo, junio, julio y agosto.  
Fuente. Elaboración propia.

## Regresión mes de septiembre

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,188	,050

## Regresión mes de octubre

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,024	,055

## Regresión mes de noviembre

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,010	,070

## Regresión mes de diciembre

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,028	,033

Figura 82. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Recreo septiembre, octubre, noviembre y diciembre.  
Fuente. Elaboración propia



## Regresión mes de enero

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,178	,190

## Regresión mes de febrero

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,437	,127

## Regresión mes de marzo

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,003	,033

## Regresión mes de abril

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,002	,023

Figura 83. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica para enero, febrero, marzo y abril.  
Fuente. Elaboración propia.

### Regresión mes de mayo

#### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,038	,423

### Regresión mes de junio

#### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,003	,001

### Regresión mes de julio

#### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,336	,157

### Regresión mes de agosto

#### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,425	,021

Figura 84. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica mayo, junio, julio y agosto.

Fuente. Elaboración propia.

## Regresión mes de septiembre

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,001	,006

## Regresión mes de octubre

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,169	,392

## Regresión mes de noviembre

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,008	,206

## Regresión mes de diciembre

### Correlaciones

PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Sig. (unilateral)	,028	,033

Figura 85. Resultados obtenidos del modelo que correlaciona los datos diarios de humedad y temperatura con la concentración diaria de PM 2.5 de la estación Koica septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Fuente. Elaboración propia.

## 7.6 Propuestas para la mejora de la calidad del aire en Sogamoso

Con base en los resultados del índice de calidad del aire (ICA) para el municipio de estudio, es decir, teniendo en cuenta que en 6 días se supera el límite permisible para el PM<sub>2.5</sub> establecido por la resolución 2254 de 2017, sumado a que el 11% de los registros superan los lineamientos de la OMS acerca del PM<sub>2.5</sub>. Con el fin de reducir los días en los que los niveles de inmisión podrían ocasionar daños sobre la salud humana, se establecen las siguientes propuestas de gestión ambiental y ordenamiento territorial: a) aumento de las zonas verdes en el noreste de la ciudad, b) instalación de techos verdes c) esquemas de control intermitente: reducción de emisiones cuando se presentan inversiones térmicas o que es más probable que el contaminante llegue a una altura en la que sea respirable.

### 7.6.1 Aumento de las zonas verdes en el noroeste de la ciudad de Sogamoso

Aunque en el Plan de Ordenamiento territorial de Sogamoso se propone la construcción de un parque ecológico con el fin de dividir el sector industrial del residencial, esta propuesta se enfoca hacia noreste de la ciudad. Sin embargo, la expansión del perímetro urbano de la ciudad es hacia el noroeste y la dirección del viento proviene del sureste lo que podría aumentar los niveles de inmisión de PM<sub>2.5</sub> en esos sectores. Así la construcción de un parque con área verdes aumentaría el número de árboles en el área urbana, mitigarían el contenido de PM<sub>2.5</sub> a través de la deposición seca y reducirían las enfermedades respiratorias debido al aumento del ROS en las personas (Zea Castro, 2020). Particularmente, el material particulado es transportado hacia las hojas de los árboles, generando que estas últimas se conviertan en una superficie de contacto e instauraren corrientes turbulentas que facilitan la captura de dicho contaminante en la corteza, tallo, y tronco (Martínez Hernández, 2017; Sabas Barima et al., 2014).

En consecuencia, se propone la estrategia de ordenamiento territorial que planea aumentar las zonas verdes en el noroeste del municipio puesto que servirían de barreras vivas a las emisiones de las industrias ubicadas allí y los automóviles que transitan en la carretera Duitama-Sogamoso. Además, su estructura de

implementación se organiza en la Tabla 20. Específicamente, la propuesta mencionada ha sido implementada en ciudades como Bogotá, Colombia. En el caso de Bogotá, durante la administración del alcalde Peñalosa se construyeron 235 parques verdes y los resultados muestran una reducción de 9% de material particulado fino PM<sub>2.5</sub>, lo que significó una disminución en el registro de mortalidad por enfermedades respiratorias agudas en un 16.7% entre el 2015-2016 (Zea Castro, 2020).

Tabla 20. Programa de implementación de la primera propuesta para mejorar la calidad del aire de Sogamoso.

PROGRAMA					
OBJETIVO					
Reducir los niveles de inmisión de material particulado fino (PM <sub>2.5</sub> ), mediante la implementación de esta propuesta, con el fin de minimizar los días que superen en límite máximo permisible y casos diarios de enfermedades respiratorias.					
METAS		INDICADORES		SOPORTES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitar los niveles de inmisión de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) hasta llegar a cero días que superen los estándares de la OMS (25 µg/m<sup>3</sup>) y la legislación ambiental vigente (37 µg/m<sup>3</sup>).</li> <li>Disminuir en un 15% el número de casos anuales de enfermedades respiratorias.</li> </ul>		$\text{Cumplimiento de los LMP} = \frac{\text{Concentración diaria de PM}_{2.5} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}\right)}{25 \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}}$ $\text{Reducción de ER} = \frac{\text{Registros anuales de enfermedades respiratorias}}{0.15 * \text{casos del año anterior}}$		<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro diario de las concentraciones de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>).</li> <li>Registro de las emisiones atmosféricas del sector industrial.</li> <li>Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud.</li> </ul>	
TIPO DE MEDIDA					
MITIGACIÓN	PREVENCIÓN	PROTECCIÓN	CONTROL	COMPENSACIÓN	RECUPERACIÓN
X					
ACCIONES POR DESARROLLAR					
Seguimiento de los niveles de inmisión de PM <sub>2.5</sub> diarios registrados por las estaciones de monitoreo de la ciudad. Evaluación de los casos diarios de enfermedades respiratorias de Sogamoso. Construcción de un área verde en el noroeste del municipio.					
LUGAR DE APLICACIÓN					
Noroeste del municipio de Sogamoso, en el barrio Sucre.					
POBLACIÓN BENEFICIADA					
La población beneficiada será la que habita el sector Noroeste del municipio de Sogamoso.					
PERSONAL REQUERIDO			RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO		
Interventoría, firma de consultoría en Ingeniería, mano de obra calificada y no calificada.			Secretaría de planeación de Sogamoso.		
PRESUPUESTO					
ACTIVIDAD POR DESARROLLAR	DESCRIPCIÓN			COSTO (\$ COP)	
Construcción y adecuación de una zona verde	Esta actividad consiste en la adecuación del área del trabajo (excavaciones y cimentaciones), la construcción e instalación de redes eléctricas y un escenario deportivo.			707.850.739 (DNP, 2015)	

Fuente. Autor.

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

### 7.6.2 Instalación de techos verdes

Con el fin de mitigar el impacto hacía el ambiente y la salud de la comunidad se establece como medida sostenible para mejorar la calidad del aire y disminuir la morbilidad por infecciones respiratorias en Sogamoso la tecnología arquitectónica de techos verdes. De acuerdo con la guía básica para la instalación de techos verdes dentro de las ventajas que tiene esta alternativa se encuentra: disminuir la contaminación y los gases de efecto invernadero, retener por medio de las plantas las partículas suspendidas en el aire, disminuir en 0,2 kg/año el material particulado por cada m<sup>2</sup> de superficie verde instalada, además de reducir la escorrentía superficial, las islas de calor, entre otros (Toxement, 2018).

De acuerdo con las ventajas expuestas anteriormente, los techos verdes son catalogados como una práctica sustentable ya que remueve contaminantes en el aire, es decir, según la especie de vegetación implementada, esta tiene la capacidad de retener una cierta cantidad de material particulado y polvo por medio de la adhesión (Zielinski et al, 2012), igualmente, el estudio llevado a cabo por los autores: Pugh et al., (2012) demuestra en primera medida que la calidad del aire en las zonas urbanas tiende a mejorar un 5% gracias a que se evidencia una reducción del 40% y 60% en el material particulado fino y óxidos de nitrógeno (podrían generar PM<sub>2.5</sub> secundario) respectivamente.

En Santiago de Chile se ha realizado un estudio de gestión ambiental en el cual se verificó las ventajas de los techos y muros verdes. Los resultados de esta propuesta concluyen que el monóxido de carbono tiene una notable disminución cuando son implementados los muros verdes. Paralelamente, para disminuir el material particulado, se instalaron los techos verdes en edificios con alturas menores a 10 metros, de esta forma se tenía mayor contacto con la fuente emisora y mejoraba la calidad del aire (Viecco Márquez et al., 2019). Un caso de estudio cercano llevado a cabo en la ciudad de Bogotá, específicamente en la localidad de puente Aranda que tiene problemas de calidad del aire por el flujo intensivo vehicular y ser el

principal centro de actividad industrial, llevó a cabo tres propuestas para evaluar la mejor alternativa para mitigar el impacto en cuestión, sin embargo, de acuerdo con el método analítico jerárquico implementado por el proyecto la alternativa de techos verdes fue la mejor opción a lo que respecta en costos, tiempo y cumplimiento de alcance, calidad, recursos humanos, adquisiciones e interesados (Díaz Quiroga et al., 2014). La implementación del programa se observa en la Tabla 21.

Tabla 21. Programa de implementación de la segunda propuesta para mejorar la calidad del aire de Sogamoso.

PROGRAMA					
OBJETIVO					
Reducir los niveles de inmisión de material particulado fino (PM <sub>2.5</sub> ), mediante la instalación de tecnología sustentable como techos verdes, con el fin de minimizar los días que superen en límite máximo permisible y casos diarios de enfermedades respiratorias.					
METAS		INDICADORES		SOPORTES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminuir en un 15% el número de casos anuales de enfermedades respiratorias.</li> <li>Verificar la disminución de material particulado en el aire por cada metro cuadrado instalado de techo verde en el municipio de Sogamoso.</li> </ul>		$\text{Reducción de ER} = \frac{\text{Registros anuales de enfermedades respiratorias}}{0.15 * \text{casos del año anterior}}$ $\text{Reducción de PM} = \frac{\text{Concentración de PM 2.5 } \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}\right)}{\text{m}^2 \text{ de instalación de techo verde}}$		<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro diario de las concentraciones de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>).</li> <li>Verificación de los registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud.</li> <li>Encuestas al sector de salud acerca de la morbilidad y mortalidad presente durante el periodo de estudio para cuantificar la disminución de los casos.</li> </ul>	
TIPO DE MEDIDA					
MITIGACIÓN	PREVENCIÓN	PROTECCIÓN	CONTROL	COMPENSACIÓN	RECUPERACIÓN
X					
ACCIONES POR DESARROLLAR					
Seguimiento de los niveles de inmisión de PM <sub>2.5</sub> diarios registrados por las estaciones de monitoreo de la ciudad. Evaluación de los casos diarios de enfermedades respiratorias de Sogamoso. Instalación de techos verdes para mejorar la calidad del aire y disminuir las enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso					
LUGAR DE APLICACIÓN					
Municipio de Sogamoso.					
POBLACIÓN BENEFICIADA					
La población beneficiada será la que habita en el municipio de Sogamoso.					
PERSONAL REQUERIDO			RESPONSABLE DE LA EJECUCION DEL PROYECTO		
Interventoría, firma de consultoría en Ingeniería, mano de obra calificada y no calificada.			Secretaría de planeación de Sogamoso.		
PRESUPUESTO					
ACTIVIDAD POR DESARROLLAR	DESCRIPCIÓN			COSTO (\$ COP)	
Instalación y adecuación de una propuesta de techos verdes teniendo en cuenta que categoría: extensivo, semiintensivos o intensivo y la especie de vegetación adecuada para las condiciones específicas de Sogamoso.	Se identifica en primera medida los sitios en donde es viable llevar a cabo la instalación de la tecnología de techos verdes teniendo en cuenta su infraestructura y periodo de vida útil. Igualmente, se evalúa el diseño, técnicas, normativas y componentes (criterio de elección de plantas, medios de cultivo, membrana de drenaje, protección anti-raíz, membrana de impermeabilización y soporte estructural) para su buen funcionamiento, además, de elementos complementarios requeridos. Finalmente, se contrata las empresas certificadas realizando un respectivo seguimiento.			392.415.000 (DNP, 2015)	

Fuente. Autor.

### 7.6.3 Mantenimiento y adecuación de las vías de acceso

De acuerdo con la Secretaría de Planeación (2020), la infraestructura vial urbana en el municipio es de 271.8 kilómetros, de los cuales 50.50 kilómetros presentan un estado regular y 67.50 kilómetros tienen mal estado. Igualmente, en el caso de las vías rurales que corresponden a 336.57 kilómetros del municipio de Sogamoso, 111.53 kilómetros se encuentran en mal estado. Sin embargo, en el plan de desarrollo municipal solo se contemplan pavimentar solo el 30% de las vías urbanas, sumado a que no se aprobó ningún proyecto durante el 2019 para el arreglo y mantenimiento de la malla vial rural (Consejo territorial de planeación de Sogamoso, 2020).

Cabe mencionar que las vías del área de estudio pueden ser fuentes de emisión de material particulado fino y grueso (Karagulian et al., 2017). La generación de  $PM_{2.5}$  resuspendido en vías sin pavimentar ocurre debido a fenómenos erosivos eólicos o hídricos, procesos meteorológicos como la formación de  $PM_{2.5}$  secundario a partir de la descomposición de los óxidos de nitrógeno provenientes de las fuentes móviles (Wahlström et al., 2010; SDA, 2011). Incluso, en las vías por donde circula el transporte automotor puede generarse resuspensión de material particulado por el contacto de fricción de las llantas con la superficie del suelo (Karagulian et al., 2017).

Por tal motivo, se propone dentro de las estrategias de reducción de la concentración de  $PM_{2.5}$ , el mantenimiento y adecuación de las vías de acceso. Principalmente, se plantea que se incluya la debida pavimentación de las superficies en el plan de desarrollo del municipio de Sogamoso, esto con el fin de disminuir las emisiones de polvo y material particulado al aire en un 20%. Igualmente, en las vías destapadas y por donde circule transporte de carga pesada o alto flujo vehicular se recomienda el riego de los caminos de acceso (humectación) (Tabla 22).



Tabla 22. Programa de implementación de la tercera propuesta para mejorar la calidad del aire de Sogamoso.

PROGRAMA					
OBJETIVO					
Reducir los niveles de inmisión de material particulado fino (PM <sub>2.5</sub> ), mediante la implementación de esta propuesta, con el fin de minimizar los días que superen en límite máximo permisible y casos diarios de enfermedades respiratorias.					
METAS		INDICADORES		SOPORTES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitar los niveles de inmisión de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) hasta llegar a cero días que superen los estándares de la OMS (25 µg/m<sup>3</sup>) y la legislación ambiental vigente (37 µg/m<sup>3</sup>).</li> <li>Disminuir en un 15% el número de casos anuales de enfermedades respiratorias.</li> </ul>		$\text{Cumplimiento de los LMP} = \frac{\text{Concentración diaria de PM}_{2.5} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}\right)}{25 \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}}$ $\text{Reducción de ER} = \frac{\text{Registros anuales de enfermedades respiratorias}}{0.15 * \text{casos del año anterior}}$		<ul style="list-style-type: none"> <li>Seguimiento de vías adecuadas y con mantenimiento.</li> <li>Registro diario de las concentraciones de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>).</li> <li>Estudios epidemiológicos para evaluar la situación en Sogamoso.</li> </ul>	
TIPO DE MEDIDA					
MITIGACIÓN	PREVENCIÓN	PROTECCIÓN	CONTROL	COMPENSACIÓN	RECUPERACIÓN
x	x				
ACCIONES POR DESARROLLAR					
Seguimiento de los niveles de inmisión de PM <sub>2.5</sub> diarios registrados por las estaciones de monitoreo de la ciudad. Evaluación de los casos diarios de enfermedades respiratorias de Sogamoso. Mantenimiento y adecuación de las vías de acceso para evitar la suspensión de material particulado.					
LUGAR DE APLICACIÓN					
Municipio de Sogamoso.					
POBLACIÓN BENEFICIADA					
La población beneficiada será la que habita en el municipio de Sogamoso.					
PERSONAL REQUERIDO			RESPONSABLE DE LA EJECUCION DEL PROYECTO		
Interventoría, firma de consultoría en Ingeniería, mano de obra calificada y no calificada.			Secretaría de planeación de Sogamoso.		
PRESUPUESTO					
ACTIVIDAD POR DESARROLLAR		DESCRIPCIÓN		COSTO (\$ COP)	
Mantenimiento y adecuación de las vías de acceso pertenecientes al municipio		Consiste en la adecuación y mantenimiento de las vías de acceso que se encuentran en condiciones regulares y malas. Pavimentar o compactar las vías de acceso para evitar la resuspensión de material particulado al igual que humectar los caminos destapados.		Costo entre \$765.000.000 y \$845.000.000. (DNP, 2015)	

Fuente. Autor.

## 8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el municipio de Sogamoso se presentan varias condiciones que sugieren la valoración de los niveles de inmisión de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) puesto que podrían ocasionar efectos crónicos en los habitantes de dicha ciudad. En particular, el municipio pertenece al Valle de Sogamoso que es el tercer corredor industrial más grande del país cuya característica principal es la presencia de 403 hornos de ladrillo, 222 minas, 12 centros de acopio y 5 empresas de industria pesada (Secretaría de planeación, 2020; Corpoboyacá, 2016). Debido a que estas fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos son consideradas como generadoras de PM<sub>2.5</sub> (Karagulian et al., 2017; Vallero, 2008), esto implica que los niveles de inmisión podrían generar efectos adversos sobre la salud de los habitantes de Sogamoso (Guzman Ruiz & Buitrago Sierra, 2017; WHO, 2016).

En ese orden de ideas, el objetivo principal de este estudio consiste en evaluar la concentración de material particulado 2.5 en el municipio de Sogamoso y su relación con las enfermedades respiratorias de dicha ciudad, como resultado del análisis de datos proporcionados por las estaciones del SISAIRE, se tratan días en el mes de abril en los que los niveles de PM<sub>2.5</sub> son considerados como dañinos para la salud humana (Minambiente, 2017). Sin embargo, una vez se valoró la información obtenida del modelo geoestadístico en el que se muestra la dispersión espacial en Sogamoso del promedio diario para el material particulado fino (<0.5 µm), obteniendo una concentración entre 0.772 y 28.8 µg/m<sup>3</sup> para el área de estudio (Figuras 59, 60, 61).

La diferencia de los niveles de inmisión obtenidos por las estaciones Recreo y Koica con respecto a los obtenidos en la interpolación geoestadística radica en que este último tomó en consideración la dirección, porcentaje de vientos y velocidad del viento horaria durante todos los días del 2019. En consecuencia, la concentración de PM<sub>2.5</sub> a la que se expusieron los habitantes de Sogamoso en el año de estudio es la calculada por el modelo geoestadístico debido a la influencia de sus variables de entrada en la calidad del aire de la ciudad. Además, las concentraciones producto

de dicho modelo indican que no se presentan valores de PM<sub>2.5</sub> que superen los lineamientos de la OMS ni los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 a pesar de que varias investigaciones señalan lo contrario (Galán Vega, 2015; Lizcano, 2017).

En efecto, Galán Vega (2015) determina que las concentraciones de contaminantes atmosféricos son resultado de la meteorología y las fuentes de emisión de la zona, específicamente la industria pesada del norte de Sogamoso junto con la dirección y velocidad del viento. Con respecto a la comparación con los valores reportados por Corpoboyacá (Tabla 23) muestran una mejora en la cantidad de material particulado PM<sub>2.5</sub> para los meses de enero, febrero, abril, mayo, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre; mientras que en los meses restantes los valores son mayores que en año anterior debido al alto porcentaje de viento con baja velocidad del viento (entre 0.5 y 2.1 m/s) registrados para dichos períodos. Dichos valores junto a la topografía del municipio impiden la difusión y transporte de contaminantes (Uribe Barón & Suárez Araque, 2009).

Tabla 23. Consolidación de resultados de la investigación y los reportes de Corpoboyacá.

<b>Comparación de resultados</b>				
<b>MES</b>	<b>MODELO GEOESTADISTICO (2019) (KOICA)</b>	<b>MODELO GEOESTADISTICO (2019) (RECRO)</b>	<b>CORPOBOYACÁ (2018) (KOICA)</b>	<b>Corpoboyacá (2018) (RECRO)</b>
Enero	14.8-17.6	14.8-17.6	16.5	
Febrero	17.6-20.4	17.6-20.4	23.5	19.8
Marzo	23.2-26	23.2-26	25.2	18.4
Abril	12-14.48	12-14.48	15.1	12.8
Mayo	9.17-12	9.17-12	13.9	10.1
Junio	20.4-23.2	20.4-23.2	11.5	9
Julio	9.17-12	9.17-12	12.4	10
Agosto	9.17-12	9.17-12	12.3	11
Septiembre	9.17-12	14.8-17.6	16.5	16
Octubre	9.17-12	9.17-12	14.1	14
Noviembre	9.17-12	9.17-12	15.5	16
Diciembre	20.4-23.2	20.4-23.2	17.3	15

Fuente. Autor. Obtenido de: Corporación Autónoma Regional de Boyacá [Corpoboyacá]. (2019). Informe anual de calidad del aire 2018, Red de Monitoreo de Calidad del aire Corpoboyacá. Corporación Autónoma Regional de Boyacá. <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2019/08/reporte-anual-calidad-aire-ano-2018.pdf>.

Después de analizar las investigaciones que valoraban el material particulado fino en el municipio de Sogamoso se encuentra un vacío de la investigación debido a que solo se evalúa como fuente el sector industrial específicamente el ladrillero. Lo anterior sucede a causa de que el contaminante ha sido registrado en el norte de la ciudad donde están ubicadas las áreas cercanas a la gran industria de Sogamoso (Figura 2). Considerando que Karagulian et al. (2017), Wahlström et al. (2010) USEPA (2016) indican que fuentes de otros sectores como las cementeras, las industrias de municipios vecinos, los centros de acopio, las construcciones, las vías y los automóviles aportan al contenido de PM<sub>2.5</sub> en la atmósfera. Con base en lo mencionado se recomienda que se instalen estaciones de monitoreo de la calidad del aire en las vías principales y no solo en los parques industriales.

Asimismo, la investigación de (Galán Vega, 2015) define que el índice de la calidad del aire (ICA) para Sogamoso se encuentra entre 131-162.67 (calculado a partir de las mediciones de material particulado PM<sub>2.5</sub> en el 2014), esto indica que las concentraciones de este contaminante podrían ser dañina a la salud de los habitantes de Sogamoso (población en general). Paralelamente, en la presente investigación se encontraron datos menores de dicho índice (en el rango de 100-150) que indican un aumento al riesgo de síntomas respiratorios y mortalidad prematura solo en población sensible para el año 2019 (Minambiente, 2017). Lo anterior, es coherente con lo que se menciona en el plan de salud entre los años comprendidos entre 2009 a 2017 la mayor mortandad registrada dentro de la clasificación de enfermedades transmisibles y nutricionales fue a causa de las infecciones respiratorias agudas (IRA) (23,27 muertes por 100.000 habitantes, año 2017) (Secretaría de salud de Sogamoso, 2020).

De acuerdo con las anteriores cifras y con lo establecido en el plan de salud se observa una tendencia de aumento en el transcurso de los años que fueron analizados por la Secretaría de salud municipal de Sogamoso. En ese orden de ideas, podría existir un efecto crónico en la salud de la población en general de Sogamoso generado por los niveles de inmisión del PM<sub>2.5</sub>. En efecto, investigadores

como (Galán Vega, 2015; Valavanidis, 2008) coinciden en afirmar que en el municipio existe una correlación entre la concentración de  $PM_{2.5}$  y los casos de enfermedades respiratorias de sus habitantes.

Aunque en el presente análisis, el modelo estadístico, que relacionaba las principales enfermedades respiratorias presentes durante los días de muestreo, no dio resultados significativos para asociarlas con los niveles de inmisión diarios de  $PM_{2.5}$ ; se debe tener en cuenta que la exposición a un agente tóxico requiere de un período de incubación entre 2 a 5 semanas para manifestar efectos agudos (Reyna et al., 2003; Quintero Forero, 2020). Sin embargo, en el mes de abril si existió correlación entre las variables de estudio, evidenciando los efectos en la salud de las altas concentraciones (mayores a  $20 \mu g/m^3$ ) registrados entre enero y marzo de 2019.

Por otro lado, en el Plan de Salud municipal se indica que el ciclo vital de la primera infancia (0 a 5 años) junto al de la vejez son los que mayor registro tuvieron de casos de enfermedades respiratorias la registró como el principal motivo de atención médica con 38,75% (Secretaría de salud de Sogamoso, 2020). Lo anterior se explica debido a que estas poblaciones son consideradas como vulnerables, en particular, el sistema respiratorio de los infantes está en formación, en cambio los adultos mayores suelen presentar deterioro fisiológico en dicho sistema (Ciabattini et al., 2020). Por lo tanto, el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia recomienda que se evite la actividad física al aire libre en períodos de inversión térmica (entre las 22:00 y las 04:00 UTC-05) para dichos grupos etario y las personas con enfermedades cardiacas o respiratorias (Corpoboyacá, 2019).

No solo se requiere de cumplir con las recomendaciones mencionadas anteriormente, sino también, es relevante implementar estrategias de gestión ambiental u ordenamiento territorial con el objetivo de reducir la concentración de  $PM_{2.5}$  y a su vez disminuir el alto número de atenciones relacionadas con las infecciones respiratorias (60.16%) en comparación con los de los municipios de la

región (45% para Nobsa, 30% para Firavitoba) (Secretaría de salud de Sogamoso, 2020).

En cuanto a la valoración de las propuestas expuestas en esta investigación, se determinó que la de menor inversión corresponde a la instalación de techos y muros verdes en el norte de Sogamoso. Sin embargo, dicha opción es la menos viable teniendo en cuenta la dimensión de la problemática del sistema vial y el aporte de las grandes industrias en el municipio. Además, corresponde a la estrategia con menor porcentaje de reducción del contaminante de estudio con un 20%. En consecuencia, se plantea que sea una medida complementaria al aumento de zonas verdes en el noroeste y al mantenimiento de la malla vial; lo anterior se propone con base en que dichas alternativas deben ocupar un rubro dentro del presupuesto municipal (Consejo territorial de planeación de Sogamoso, 2020).

Cabe mencionar, que desde la Secretaría de Planeación de Sogamoso deberían proponer el incremento de las áreas verdes teniendo en cuenta Martínez Hernández (2017) recomienda su uso debido a criterios de disminución para el material particulado que implican que las siembra de especies arbóreas son una opción de bajo costo, permitiendo el aumento de los espacios públicos por habitante cuya aceptación de la sociedad es buena, en comparación con otras alternativas tecnológicas u otras medidas restrictivas y/o que requieren de mayor inversión.

## 9. CONCLUSIONES

Considerando la importancia de las características del viento que permiten la dispersión y transporte de material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ). A partir de la elaboración de rosas de los vientos para todos los meses del 2019, se encontró que la dirección del viento predominante del municipio de Sogamoso corresponde a noreste para los meses de enero, febrero, mayo, octubre y diciembre; en cambio en los meses de marzo, abril, junio, julio, agosto y noviembre el viento se dirige hacia el sureste. Además, la velocidad media del viento corresponde a 1.13 m/s, con rangos desde 0.57 a 2.82 m/s con altos valores en abril, julio y agosto. Dichas propiedades del viento y la tasa de emisión de  $PM_{2.5}$  relacionada a las actividades industriales junto a las condiciones topográficas del municipio definen los niveles de inmisión del contaminante de estudio.

Con respecto a la concentración diaria de material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ) registradas por las estaciones de Sogamoso que pertenecen a SISAIRE, se determinó que 6 de los 365 días del 2019 (correspondientes al mes de abril) presentan un índice de la calidad del aire (ICA) en categoría naranja, en otras palabras, estos demuestran que estas concentraciones que podrían ser dañinas a la salud para grupos sensibles del municipio. Sin embargo, de acuerdo con los niveles de inmisión de material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ) obtenidos del modelo de dispersión de contaminantes, se encuentran en el rango entre  $0.0009 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{s}$  y  $0.00005 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{s}$  para el municipio de Sogamoso y que son dispersadas por el viento a una distancia de 1200 m desde la estación. Cabe mencionar que dichos resultados fueron datos de entrada para ser representados en un modelo geoespacial que fue interpolado dos veces.

Con base en los resultados del modelo geoespacial que muestra la distribución del contaminante de estudio ( $PM_{2.5}$ ) en el municipio de Sogamoso, se obtuvo que en de abril, junio, julio y agosto son los meses con más baja concentración de  $PM_{2.5}$  en el 2019, lo anterior se explica debido a las altas velocidades del viento registrados en

dichos meses. Asimismo, se determinó que los meses con más alta cantidad de  $PM_{2.5}$  en el aire fueron octubre y diciembre. Es relevante mencionar que, aunque los niveles de inmisión de material particulado fino  $PM_{2.5}$  recolectados por las estaciones son altos, son dispersados por las altas velocidades del viento que ocurren en dicho período. En suma, la velocidad del viento y las concentraciones de  $PM_{2.5}$  son inversamente proporcionales.

Teniendo en cuenta los resultados del modelo estadístico que correlaciona los niveles de material particulado fino con los casos diarios para las tres enfermedades con mayor registro (bronquitis aguda, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y neumonía aguda), se estableció que no existe correlación entre las concentraciones de  $PM_{2.5}$  y la presencia de enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso. En otras palabras, la hipótesis alternativa es rechazada y se aprueba la hipótesis nula. Dicho resultado puede ser explicado con el efecto crónico de las concentraciones de  $PM_{2.5}$  que se ven reflejadas solo meses después y con las irregularidades mencionadas en el capítulo de discusión de resultados.

A partir de los resultados de la correlación estadística, se concluye que existe influencia de las condiciones meteorológicas (humedad y temperatura) con los niveles de inmisión para el norte de Sogamoso (registrados por la estación del Recreo). Lo anterior, se genera debido a que las condiciones meteorológicas de barlovento que generan un aire húmedo ascendente y modificando la humedad, temperatura y precipitación de la zona (Alcaldía de Sogamoso, 2013). Por el contrario, en el centro del municipio (localización de la estación Koica) no existe correlación que podría ser consecuencia de la baja influencia de la cordillera oriental sobre dicha área debido a su lejanía.

Aunque en el presente estudio no se hayan encontrado evidencias estadísticas para establecer una relación de las concentraciones diarias de material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ) con las principales enfermedades respiratorias del municipio de Sogamoso,



se sugiere que se realice un estudio complementario en campo que permita contrastar los valores registrados por las estaciones y los casos diarios de enfermedades diarias. En efecto, a pesar de que existe la meta de reducir en un 15% las emisiones de fuentes fijas y móviles estipulada en plan de acción de Corpoboyacá (para cumplir con las metas de la Política Nacional del Aire), las estrategias aplicadas solo han permitido lograr parcialmente esta meta, a causa de que no han conseguido que el  $PM_{2.5}$  presente en el municipio se encuentre todos los días dentro de los límites máximos permisibles (LMP) estipulados en la resolución 2254 de 2017 (normativa nacional vigente de calidad del aire).

En consecuencia y dada la comparación entre las propuestas para mejorar la calidad del aire recopiladas de gestión ambiental y ordenamiento territorial. La propuesta con mejor perfil para ser adoptada en Sogamoso corresponde al aumento de zonas verdes mediante la construcción de parques ecológicos en el noroeste de Sogamoso. Lo anterior se plantea teniendo en cuenta que en el presupuesto municipal de Sogamoso se debe asignar una cantidad para el aumento de las zonas verdes y debido a los posibles efectos crónicos en la salud que podrían manifestar los habitantes de este sector del municipio a causa de los niveles de inmisión de material particulado producto de la interacción de las condiciones meteorológicas con las fuentes de emisión fijas y móviles.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, I., Basagaña, X., Pay, M. T., Agis, D., Bouso, L., Foraster, M., Rivera, M., Baldasano, J. M. & Künzli, N. (2013). Evaluation of the CALIOPE air quality forecasting system for epidemiological research: The example of NO<sub>2</sub> in the province of Girona (Spain). *Atmospheric Environment*, 72, 134–141. <http://edoc.unibas.ch/dok/A6223272>
- Air Quality Expert Group. [AQEG]. (2012). *Fine Particulate Matter (PM 2.5) in the United Kingdom*. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London. [https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat11/1212141150\\_AQEG\\_Fine\\_Particulate\\_Matter\\_in\\_the\\_UK.pdf](https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat11/1212141150_AQEG_Fine_Particulate_Matter_in_the_UK.pdf)
- Alcaldía de Sogamoso (2013). *Presentación del diagnóstico técnico y construcción de la formulación para la revisión ordinaria del Plan de Ordenamiento Territorial. Municipio de Sogamoso-Boyacá, componente ambiental*. Alcaldía de Sogamoso y Universidad Nacional de Colombia. <http://sogamoso.org/pot/archivos/12AMBIENTAL.pdf>
- Alcaldía de Sogamoso (2020b). *Plan de ordenamiento territorial (Componente urbano)*. Municipio de Sogamoso. <http://pot.sogamoso.org/>
- Alcaldía de Sogamoso. (2020a). *Diagnóstico infancia y adolescencia*. Municipio de Sogamoso. [https://concejosogamoso.micolombiadigital.gov.co/sites/concejosogamoso/content/files/000318/15871\\_diagnostico-infancia-adolescencia-y-juventud.pdf](https://concejosogamoso.micolombiadigital.gov.co/sites/concejosogamoso/content/files/000318/15871_diagnostico-infancia-adolescencia-y-juventud.pdf)
- Álvarez Berrio, J. A. (2016). *Modelo para la evaluación de la concentración de plomo, cadmio y cromo contenidos en material particulado respirable en la localidad Los Mártires, Bogotá DC*. [Tesis de maestría en Toxicología]. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55935/79957830.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aragón Moreno, J. A., Serna Castaño, E. D. & Solano Romero D. S. (2019). Estudio climatológico de los vientos para la ciudad de Bogotá en el periodo 2010 – 2016.[Tesis de pregrado para Ingeniería Ambiental]. Universidad Libre de Colombia. <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v15n2/1900-3803-entra-15-02-286.pdf>
- Avilés Flores, D. M. & Rivera Banegas, M. A. (2018). *Dispersión de contaminantes atmosféricos por fuentes fijas de combustión del Parque Industrial de la ciudad de Cuenca, mediante los software Screen view 3 y Disper 5.2*. [Tesis de pregrado para Ingeniería Ambiental]. Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28810>

- Boström, C.-E., Gerde, P., Hanberg, A., Jernström, B., Johansson, C., Kyrklund, T., Rannug, A., Törnqvist, M., Victorin, K. & Westerholm, R. (2002). Cancer risk assessment, indicators, and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air. *Environmental Health Perspectives*, 110(suppl 3), 451–488. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241197/>
- Broomfield, M. (2020). *El aire que respiras: Guía del usuario de la atmósfera*. RBA Libros.
- Buitrago Mahecha, A. M., & Tejeiro Mahecha, J. M. (2019). *Influencia de las condiciones meteorológicas en las concentración de PST y PM10 en inmediaciones de la Universidad Santo Tomás sede Loma Linda*. [Trabajo de Grado–Pregrado Ingeniería Ambiental]. Universidad. Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/15598>
- Caballero Herrera, J. C. & Valencia Ortiz, D. F. (2018). *Estudio del material particulado de tamaño menor a 10 micras (PM 10) en el aire ambiente de la zona aledaña a la Universidad Libre-Sede Calendaria*. [Tesis de pregrado de Ingeniería Ambiental]. Universidad Libre. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15882/DF%20-%20Estudio%20del%20PM10%20en%20la%20U%20Libre%20Sede%20Calendaria%20-%20Caterine%20Caballero%20y%20Daniel%20Valencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cachon, B. F., Firmin, S., Verdin, A., Ayi-Fanou, L., Billet, S., Cazier, F., Martin, P. J., Aissi, F., Courcot, D., Sanni, A. & Shirali, P. (2014). Proinflammatory effects and oxidative stress within human bronchial epithelial cells exposed to atmospheric particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>>2.5</sub>) collected from Cotonou, Benin. *Environmental Pollution*, 185, 340–351. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.026>
- Cámara de Comercio de Sogamoso (2016). *Boyacá en cifras 2016-2017*. Cámara de Comercio de Tunja. [http://ccomerciotunja.org.co/site/wp-content/uploads/2018/06/BOYACA-EN-CIFRAS\\_2018-2.pdf](http://ccomerciotunja.org.co/site/wp-content/uploads/2018/06/BOYACA-EN-CIFRAS_2018-2.pdf)
- Chen, X.-C., Cao, J.-J., Ward, T. J., Tian, L.-W., Ning, Z., Gali, N. K., Aquilina, N., Yim, S.H.L., Qu, L. & Ho, K.-F. (2020). Characteristics and toxicological effects of commuter exposure to black carbon and metal components of fine particles (PM<sub>2.5</sub>) in Hong Kong. *Science of The Total Environment*, 742, 140501. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140501>
- Ciabattini, M., Rizzello, E., Lucaroni, F., Palombi, L., & Boffetta, P. (2020). Systematic Review and Meta-Analysis of Recent High-Quality Studies on Exposure to Particulate Matter and Risk of Lung Cancer. *Environmental Research*, 110440. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110440>
- Concejo Municipal de Sogamoso (2016). *Acuerdo Municipal 029 de 2016*. Concejo

Municipal de Sogamoso.  
[https://sogamosoboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/sogamosoboyaca/content/files/000313/15609\\_acuerdo-029-de-2016.pdf](https://sogamosoboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/sogamosoboyaca/content/files/000313/15609_acuerdo-029-de-2016.pdf)

Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES]. (2018). *Conpes 3943 de 2018 Mejoramiento calidad del aire*. Legislación Calentamiento Global de Colombia. <http://legislacionemisionescolombia.blogspot.com/2018/07/conpes-3946-de-2018-mejoramiento.html>

Consejo Territorial de Planeación de Sogamoso. (2020). *Concepto técnico Plan de Desarrollo de Sogamoso*. Consejo Territorial de Planeación de Sogamoso. [https://sogamosoboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/sogamosoboyaca/content/files/000549/27402\\_documento-final-concepto-ctp-sobre-el-pd-sogamoso-tarea-de-todos-20202023.pdf](https://sogamosoboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/sogamosoboyaca/content/files/000549/27402_documento-final-concepto-ctp-sobre-el-pd-sogamoso-tarea-de-todos-20202023.pdf)

Corporación Autónoma Regional de Boyacá [Corpoboyacá]. (2016). *Plan Acción 2016- 2019*. Corporación Autónoma Regional de Boyacá. [https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/04/BORRADOR\\_PLAN\\_DE\\_ACCION\\_2016-2019.pdf](https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/04/BORRADOR_PLAN_DE_ACCION_2016-2019.pdf)

Corporación Autónoma Regional de Boyacá [Corpoboyacá]. (2019). *Informe anual de calidad del aire 2018, Red de Monitoreo de Calidad del aire Corpoboyacá*. Corporación Autónoma Regional de Boyacá. <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2019/08/reporte-anual-calidad-aire-ano-2018.pdf>

De la Cruz Lezama, M. (2015). Concentración de contaminantes del aire generado por las fuentes móviles en la ciudad de Huancayo 2012. *Conciencia Ambiental y Trabajo de Campo En Estudiantes de Secundaria de El Mantaro - Jauja*, 1–196.

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2014). *Ficha de caracterización de Sogamoso*. Departamento de Planeación Nacional. [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/admon/files/empresas/ZW1wcmVzYV83Ng==/archivos/1450104609\\_ad263b3019c016611671edf884cef72a.pdf](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/admon/files/empresas/ZW1wcmVzYV83Ng==/archivos/1450104609_ad263b3019c016611671edf884cef72a.pdf)

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2015). *Construcción Parque Deportivo y Recreativo en el Corregimiento de Paraguachón, Municipio de Maicao, La Guajira, Caribe*. Departamento Nacional de Planeación. [https://www.laguajira.gov.co/web/attachments/article/2728/2728\\_Proyecto\\_Construcción\\_Parque\\_Deportivo\\_y\\_Recreativo\\_en\\_el\\_Corregimiento\\_de\\_Paraguachón,\\_Municipio\\_de\\_Maicao,\\_La\\_Guajira..pdf](https://www.laguajira.gov.co/web/attachments/article/2728/2728_Proyecto_Construcción_Parque_Deportivo_y_Recreativo_en_el_Corregimiento_de_Paraguachón,_Municipio_de_Maicao,_La_Guajira..pdf)

Díaz Quiroga, S. Y., Muñoz Rodríguez, Y. C. & Ricaurte Guerra, P. E. (2014). *Implementación de techos verdes en una empresa de transporte ubicada en la localidad de Puente Aranda- Bogotá*. [Tesis de especialización en Gerencia de Proyectos]. Universidad Piloto de Colombia.

<http://35.227.45.16/bitstream/handle/20.500.12277/4128/00001856.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- El Morabet, R. (2019). *Effects of outdoor air pollution on human health*. Health Security in Casablanca.
- Environmental Protection Agency. [EPA]. (2002). *Urban Airshed Model*. United States Environmental Protection Agency. [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_Report.cfm?Lab=&dirEntryID=2909](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?Lab=&dirEntryID=2909)
- Environnement S.A. (2019). *Continuous, Automatic Suspended Particulate Monitor MP101M-LCD*. Environnement S.A. [http://norditech.com.au/wp-content/uploads/2019/09/MP101M\\_Suspended-particulate-monitor\\_EN\\_1116-min.pdf](http://norditech.com.au/wp-content/uploads/2019/09/MP101M_Suspended-particulate-monitor_EN_1116-min.pdf)
- Escobar Jiménez, L. (2020). *Evaluación de las concentraciones atmosféricas de PM10 y PM2.5 en el casco urbano del municipio de Vijes-Valle del Cauca*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Ambiental]. Universidad Autónoma de Occidente. <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/12224/4/T09071.pdf>
- Ferrante, M., Fiore, M., Oliveri Conti, G., Ledda, C., Fallico, R. & Sciacca, S. (2012). Old and new air pollutants: an evaluation on thirty years experiences. Chapter 1, Budi Haryanto; air pollution-A comprehensive perspective. *Wiley*, 22, 4. <https://rsaiconnect.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1435-5957.2010.00279.x>
- Galán Vega, J. S. (2015). *Evaluación de la exposición personal y de área a material particulado PM2.5 y PM10 en el Valle de Sogamoso*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Ambiental]. Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17440/u713608.pdf?sequence=1>
- Gascon, M., & Sunyer, J. (2015). Contaminación del aire y salud respiratoria en niños. *Archivos de Bronconeumología*, 2015, Vol. 51, Num. 8, p. 371-372. <https://www.archbronconeumol.org/es-contaminacion-del-aire-salud-respiratoria-articulo-S0300289615000939>
- Giraldo Henao, R. (2015). *Introducción a la Geoestadística, Teoría y Aplicación*. Universidad Nacional de Colombia. [https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO\\_-DE-\\_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf](https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO_-DE-_GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf)
- González González, J. (2009). *Manual básico SPSS*. Universidad de Talca. [https://www.fibao.es/media/uploads/manual\\_basico\\_spss\\_universidad\\_de\\_talca.pdf](https://www.fibao.es/media/uploads/manual_basico_spss_universidad_de_talca.pdf)
- Green, J., & Sanchez, S. (2012). *La Calidad del Aire en América Latina: Una Visión Panorámica*. Clean Air Institute. [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrban/a/pdf/contaminacion\\_atmosferica/La\\_Calidad\\_del\\_Aire\\_en\\_Am%C3%A9rica\\_](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrban/a/pdf/contaminacion_atmosferica/La_Calidad_del_Aire_en_Am%C3%A9rica_)

Latina.pdf

- Gualtieri, M., Øvrevik, J., Holme, J. A., Perrone, M. G., Bolzacchini, E., Schwarze, P. E. & Camatini, M. (2010). Differences in cytotoxicity versus pro-inflammatory potency of different PM fractions in human epithelial lung cells. *Toxicology in Vitro*, 24(1), 29–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tiv.2009.09.013>
- Gualtieri, M., Øvrevik, J., Mollerup, S., Asare, N., Longhin, E., Dahlman, H.J., Camatini M. & Holme, J. A. (2011). Airborne urban particles (Milan winter-PM<sub>2.5</sub>) cause mitotic arrest and cell death: Effects on DNA, mitochondria, AhR binding and spindle organization. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 713(1), 18–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2011.05.011>
- Guarnizo Ramirez, J. D. & Beltran Amaya, M. S. (2020). *Apoyo al control, evaluación y seguimiento de las actividades que generan contaminación ambiental al recurso aire y agua, en la jurisdicción de la (CAR) dirección regional Soacha*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Sanitaria]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/25208>
- Guzmán Ruiz, L. A., & Buitrago Sierra, M. L. (2013). *Formulación del sistema de vigilancia de la calidad del aire para el corredor industrial Paipa, Duitama y Sogamoso a partir de la red de vigilancia y calidad del aire del Valle de Sogamoso*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Ambiental]. Universidad Libre de Colombia. [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11319/FORMULACION DEL SVCA CORREDOR INDUSTRIAL PAIPA- DUITAMA-SOGAMOSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11319/FORMULACION%20DEL%20SVCA%20CORREDOR%20INDUSTRIAL%20PAIPA-DUITAMA-SOGAMOSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2011). *Programa de fisicoquímica atmosférica*. IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/documents/41590/42475/Propuesta+fisico.pdf/aa12e6b8-0ee9-4aaf-88c7-d7d950fd901c>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2014). *Guía para la utilización de modelos de calidad del aire*. IDEAM.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2016). *Porcentaje de excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2,5 µm (PM<sub>2.5</sub>) en el aire*. IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/641368/2.03+HM+Excedencias+PM2%2C5.pdf/e4b145ac-0a0a-462a-a8ed-bd3aa99c46dc>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). *Informe de la calidad del aire 2018*. IDEAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023870/lecac2018.pdf>
- Karagulian, F., Van Dingenen, R., Belis, C. A., Janssens Maenhout, G., Crippa, M.,

- Guizzardi, D., & Dentener, F. (2017). *Attribution of anthropogenic PM<sub>2.5</sub> to emission sources*. JRC Technical Reports, EUR 28510 EN, <https://doi.org/10.2760/344371>.
- Kumar, A., & Attri, A. K. (2016). Correlating respiratory disease incidences with corresponding trends in ambient particulate matter and relative humidity. *Atmospheric Pollution Research*, 7(5), 858–864. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apr.2016.05.005>
- Lizcano, A. U. (2017). *Diagnóstico sobre la incidencia de la actividad ladrillera en el territorio, a partir de sus impactos ambientales, en Sogamoso-Colombia*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Geográfica y Ambiental]. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/806/1/Trabajo%20de%20grado%20-%20Anderon%20Univio%20Lizcano.pdf>
- Londoño, J., Correa, M. A., & Palacio, C. A. (2013). Estimación de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de Envigado, Colombia. *Revista EIA*, (16), 149-162. <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n16/n16a12.pdf>
- Lopez, E. M., Daniels, F., Quinchía, R., Morales, O. C., Romero, A., Marín, A. M. & Arbeláez, M. P. (2007). *Contaminación Atmosférica y efectos sobre la salud de la población Medellín y su área metropolitana*. Universidad de Antioquía. [https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal del Ciudadano/Salud/Secciones/Publicaciones/Documentos/2012/Investigaciones /Contaminación atmosférica y efectos sobre la salud de la población.pdf](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Salud/Secciones/Publicaciones/Documentos/2012/Investigaciones%20Contaminacion%20atmosferica%20y%20efectos%20sobre%20la%20salud%20de%20la%20poblacion.pdf)
- Martínez Hernández, A. (2017). *Captura de material particulado en hojas de árboles del Municipio de Toluca, Estado De México*. [Tesis de pregrado en Ciencias Ambientales]. Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/handle/20500.11799/66256>
- Mills, N. L., Donaldson, K., Hadoke, P. W., Boon, N. A., MacNee, W., Cassee, F. R., Sandström, T., Blomberg, A. & Newby, D. E. (2009). Adverse cardiovascular effects of air pollution. *Nature Clinical Practice Cardiovascular Medicine*, 6(1), 36–44. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19029991/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1 de noviembre de 2017). Resolución 2254 de 2017. Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res 2254 de 2017.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res-2254-de-2017.pdf)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. [Minambiente]. (2016). *Documento técnico de soporte de resolución 2254 de 2017*. Minambiente y Gobierno de Colombia. <http://www.andi.com.co/Uploads/Documento%20tecnico%20de%20soporte%20de%20resoluci%202254%20de%202017.pdf>

0Agosto%20V5%20Final.pdf

- Ministerio de Medio Ambiente Chile. (2018). *Guía de calidad del aire y educación ambiental*. Ministerio de Medio Ambiente Chile. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. [MinSalud] (2013). *Plan Decenal de Salud Pública 2012 - 2021 para Colombia*. Ministerio de Salud y Protección Social y Gobierno de Colombia. [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/IMP\\_4feb+ABCminsalud.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/IMP_4feb+ABCminsalud.pdf)
- Mishra, V., Patel, P. K., Bhoomika, A., Shukla, A., Sharma, A., & Patel, B. (2019). Climate change and its impacts on global health: A review. *The Pharma Innovation Journal* 2019, 8(3), 316-326. [https://www.researchgate.net/publication/335714380\\_Climate\\_change\\_and\\_its\\_impacts\\_on\\_global\\_health\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/335714380_Climate_change_and_its_impacts_on_global_health_A_review)
- Montenegro Sierra, I. (2018). El derecho al aire limpio en Colombia: fundamentos desde la perspectiva ambiental. *Departamento de Derecho*, 45. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/71925/1/1013623281.2018.pdf>
- Olaguíbel Rivera, J. M. (2015). Características físicas y depósito pulmonar de las partículas inhaladas. *Dispositivos para la inhalación de fármacos. Lo esencial*. (pp. 14–28). Neumología y Salud Zaragoza. <http://www.neumologiaysalud.es/descargas/M9/M9.pdf>
- Ordoñez Sánchez, Y. C., Reinoso Valladares, M., Hernández Garcés, A., & Canciano Fernández, J. (2018). Aplicación de modelos simplificados para la dispersión de contaminantes atmosféricos. Caso de estudio. *Revista Cubana de Química*, 30(1), 90–103. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-54212018000100008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000100008)
- Organización Mundial de la Salud. [OMS]. (2018). *Más del 90% de los niños del mundo respiran aire tóxico a diario*. OMS. <https://www.who.int/es/news/item/29-10-2018-more-than-90-of-the-world's-children-breathe-toxic-air-every-day?platform=hootsuite>
- Organización para la Economía Cooperación y Desarrollo. [OECD]. (2017). *Air pollution effects*. Organización para la Economía Cooperación y Desarrollo. <https://data.oecd.org/air/air-pollution-effects.htm#indicator-chart>
- Pardo, A., & Ruiz, M. A. (2015). *Análisis de varianza de un factor: El procedimiento ANOVA de un factor*. Grupo de Innovación Educativa, Universitat de Valencia. [http://stel.uv.edu/sites/default/files/agenda/documents/14anova1\\_spss\\_0.pdf](http://stel.uv.edu/sites/default/files/agenda/documents/14anova1_spss_0.pdf)
- Pérez Dávila, J. M. (2016). *Modelado y simulación de la dispersión de*



- contaminantes en la pluma de una chimenea por el método de dispersión Gaussiano.* Universidad Nacional De Trujillo.  
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7974>
- Penttinen, P. & Timonen, K. L. (2006). Ultrafine particles in urban air and respiratory health among adult asthmatics. [https://www.researchgate.net/publication/11933403\\_Ultrafine\\_particles\\_in\\_urban\\_air\\_and\\_respiratory\\_health\\_among\\_adult\\_asthmatics](https://www.researchgate.net/publication/11933403_Ultrafine_particles_in_urban_air_and_respiratory_health_among_adult_asthmatics)
- Pinto Guerra, F. & Maura de Miranda, R. (2011). Influência da meteorologia na concentração do poluente atmosférico PM 2,5 na RMRJ e na RMSP. *Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental* (Vol. 2). <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/IV-007.pdf>
- Pugh, T., Mackenzie, R., Whyatt, J. D., & Hewitt, C. N. (2012). Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons. *Environ Sci Technol.* 2012 Jul 17;46(14):7692-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22663154/>
- Quintero Riascos, S. (2018). Elaboración de un modelo de dispersión de PM2.5 en la localidad de Puente Aranda, Bogotá D.C [Tesis de pregrado en Ingeniería Ambiental]. Universidad El Bosque. [https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/3244/Quintero\\_Riascos\\_Sara\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/3244/Quintero_Riascos_Sara_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Quintero Forero, J. M. (2020). *¿Cuál es la relación existente entre las concentraciones de material particulado y las admisiones a centros médicos por enfermedades respiratorias agudas en Bogotá?*. [Tesis de Maestría en Economía de las Políticas Públicas]. Universidad del Rosario. [https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/22036/TesisFinal\\_JulianaQuintero.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/22036/TesisFinal_JulianaQuintero.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Reyna Carranza, M. A., Quintero Núñez, M., Collins, K., & Reyes, L. V. (2003). Análisis de la relación del PM10 con las enfermedades respiratorias en la población urbana de Mexicali, Baja California: Un estudio de series de tiempo. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 24(2), 116–125. <https://www.mediagraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=3122>
- Sabas Barima, Y. S., Angaman, D. M., N'gouran, K. P., Achille Koffi, N., Kardel, F., De Cannière, C. & Samson, R. (2014). Assessing atmospheric particulate matter distribution based on Saturation Isothermal Remanent Magnetization of herbaceous and tree leaves in a tropical urban environment. *Science of the Total Environment*, 470, 975–982. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.082>
- Secretaría de Planeación. (2020). *Plan de desarrollo 2020-2023*. Concejo Municipal de Sogamoso. <http://www.concejo-sogamoso-boyaca.gov.co/proyectos-en-ejecucion/plan-de-desarrollo-2020-2023>

- Secretaría de Salud de Sogamoso. (2017). *Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud Sogamoso, Boyacá*. Municipio de Sogamoso. [https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/Asis2017/asis\\_municipal\\_2017\\_sogamoso.pdf](https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/Asis2017/asis_municipal_2017_sogamoso.pdf)
- Secretaría de Salud de Sogamoso. (2020). *Plan Territorial de Salud 2020-2023*. Municipio de Sogamoso. [https://concejosogamoso.micolombiadigital.gov.co/sites/concejosogamoso/content/files/000316/15772\\_plan-territorial-de-salud-sogamoso--2020--2023.pdf](https://concejosogamoso.micolombiadigital.gov.co/sites/concejosogamoso/content/files/000316/15772_plan-territorial-de-salud-sogamoso--2020--2023.pdf)
- Secretaría Distrital de Ambiente. [SDA]. (2011). *Documento técnico de soporte, modificación del Decreto 98 del 2011*. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. [http://www.ambientebogota.gov.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=d134928c-8756-4a69-ad18-ff09bb822fef&groupId=3564131](http://www.ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=d134928c-8756-4a69-ad18-ff09bb822fef&groupId=3564131)
- Soledad, N. (2020). *Elaboración e implementación de una propuesta metodológica para la evaluación y gestión de la calidad del aire mediante el enfoque de la ciencia de datos*. [Tesis de Doctorado en Ciencias Exactas, con orientación en química]. Universidad Nacional de la Plata. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/94380/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/94380/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=)
- Sun, J., Zhang, N., Yan, X., Wang, M., & Wang, J. (2020). The effect of ambient fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) on respiratory diseases in China: a systematic review and meta-analysis. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 34(3–4), 593–610. <https://doi.org/10.1007/s00477-020-01786-0>
- Tan, Z. (2014). *Air pollution and greenhouse gases: from basic concepts to engineering applications for air emission control*. Springer. <https://www.springer.com/gp/book/9789812872111>
- Fernández Tena, A., & Casan Clarà, P.(2012). Depósito pulmonar de partículas inhaladas. *Elservier*, 48(7), 240–246. <https://www.archbronconeumol.org/es-deposito-pulmonar-particulas-inhaladas-articulo-S0300289612000646>
- Tonne, C. (2017). A call for epidemiology where the air pollution is. *The Lancet Planetary Health*, 1(9), e355–e356. [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(17\)30163-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(17)30163-8/fulltext)
- Torres Murillo, K. J. (2018). *Evaluación de la concentración de material particulado en la explotación de áridos de la parroquia San Simón-Bolívar*. [Tesis en Ingeniería Ambiental en revención y Remediación]. Universidad de las Américas. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10256>
- Toxement. (2018). *Guía básica para la instalación de techo vegetal*. Euclid Group Toxement.

- [https://www.toxement.com.co/media/3510/spec\\_techos\\_vegetales.pdf](https://www.toxement.com.co/media/3510/spec_techos_vegetales.pdf)
- Universidad Pablo Olavide. (2015). *Dispersión de contaminantes atmosféricos: Modelo gaussiano de la columna de humo*. Universidad Pablo de Olavide <https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/CA/Pract/Practica1.pdf>
- Uribe Barón, L. J., & Suárez Araque, N. (2009). . [Tesis de pregrado en Ingeniería AMBiental y Sanitaria]. Universidad de La Salle. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1062&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1062&context=ing_ambiental_sanitaria)
- United States Environmental Protection Agency [USEPA]. (2016). *Particulate matter (PM) basics*. Science Direct.
- United States Environmental Protection Agency [USEPA]. (2017). *Hojas de datos de investigación en salud*. Health Research Fact Sheets US EPA. <https://www.epa.gov/healthresearch/health-research-fact-sheets>
- United States Environmental Protection Agency [USEPA]. (2018). *What are the Air Quality Standards for PM?*. Air Quality Planning Unit US EPA. <https://www3.epa.gov/region1/airquality/pm-aq-standards.html>
- Valavanidis, A., Fiotakis, K., & Vlachogianni, T. (2008). Airborne particulate matter and human health: toxicological assessment and importance of size and composition of particles for oxidative damage and carcinogenic mechanisms. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 26(4), 339–362. [https://www.researchgate.net/publication/23498605\\_Airborne\\_Particiulate\\_Matter\\_and\\_Human\\_Health\\_Toxicological\\_Assessment\\_and\\_Importance\\_of\\_Size\\_and\\_Composition\\_of\\_Particles\\_for\\_Oxidative\\_Damage\\_and\\_Carcinogenic\\_Mechanisms](https://www.researchgate.net/publication/23498605_Airborne_Particiulate_Matter_and_Human_Health_Toxicological_Assessment_and_Importance_of_Size_and_Composition_of_Particles_for_Oxidative_Damage_and_Carcinogenic_Mechanisms)
- Vallero, D. (2008). *Fundamentals of air pollution*. Elsevier Inc. [http://payesh.saba.org.ir/saba\\_content/media/image/2016/11/8706\\_orig.pdf](http://payesh.saba.org.ir/saba_content/media/image/2016/11/8706_orig.pdf)
- Viecco Márquez, M. I., Vera Araya, S. E. & Jorquera González, H. (2019). Configuración de techos y muros verdes en edificaciones para disminuir la Ingeniería. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/185>
- Villalba, D., Fajardo Oriz, E., & Romero Valbuena, H. (2018). Relación entre el material particulado PM10 y variables meteorológicas en la ciudad de Bucaramanga–Colombia: Una aplicación del análisis de datos longitudinal. In *XXVIII Simposio Internacional de Estadística*.
- Villa-Ochoa, J., Bustamante, C., Berrio, M., Osorio, A., & Ocampo, D. (2008). El proceso de modelación matemática en las aulas escolares. A propósito de los 10 años de su inclusión en los lineamientos curriculares colombianos. *Encuentro Colombiano de Matemática Educativa*. <http://funes.uniandes.edu.co/936/1/4Cursos.pdf>

- Wahlström, J., Olander, L., & Olofsson, U. (2010). Size, shape, and elemental composition of airborne wear particles from disc brake materials. *Tribology Letters*, 38(1), 15–24. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A337351&dswid=-8093>
- World Health Organization [WHO]. (2016). *Outdoor Air Pollution*. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 109, 9.
- Zea Castro, M. E. (2020). Alternativas de reducción de material particulado PM10 y PM2.5 en la ciudad de Bogotá. [Tesis de especialización en Planeación Ambiental y Manejo de Recursos Naturales]. Universidad Militar Nueva Granada <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/37301/ZeaCastroMilenaEstefany2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zielinski, S., Garda, M., & Vega, J. (2012). Techos verdes: Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta. *Gestión Ambiental*, 91-104.

## 11. ANEXOS

Anexo 1. Datos de la concentración material particulado fino en la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Koica año 2019.

NOMBRE ESTACION	FECHA	PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-15	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-16	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-17	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-18	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-19	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-20	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-21	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-22	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-23	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-10	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-15	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-05-30	0,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-15	7,839
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-16	15,720
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-17	9,232
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-18	10,859
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-19	15,449
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-20	7,801
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-21	4,884
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-22	11,878
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-23	6,433
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-24	5,813
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-25	14,734
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-26	11,561
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-27	14,093
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-28	11,875
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-29	9,046
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-30	17,963
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-31	20,175
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-01	12,122
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-02	17,062
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-03	16,723
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-04	10,162
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-05	8,292
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-06	7,861
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-07	13,293
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-08	11,062
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-09	9,599
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-10	12,300
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-11	16,128
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-12	12,060
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-13	8,718
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-14	15,857
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-15	13,839
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-16	16,964
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-17	10,728
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-18	7,609
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-19	9,843
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-20	8,210
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-21	25,536
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-22	16,757
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-23	26,320
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-30	18,810
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-31	14,009
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-01	10,508
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-02	8,568
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-03	17,559
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-04	11,608
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-05	14,858
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-06	16,650
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-07	24,093
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-08	17,746
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-09	9,600
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-10	11,225
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-11	21,836
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-12	22,203
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-13	16,480
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-14	11,857
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-15	13,440
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-16	13,155
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-17	17,574
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-18	19,657
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-19	18,915
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-20	23,818
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-21	20,884
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-22	31,310
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-23	13,890
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-24	23,490
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-25	29,500
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-26	23,967
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-27	31,371
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-28	20,392
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-29	12,651
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-30	10,599
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-02	16,570
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-03	15,479
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-04	13,248
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-05	12,905
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-06	10,636
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-07	12,864
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-08	12,362
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-09	16,629
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-10	23,600
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-11	19,149
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-12	28,811
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-13	15,178
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-14	16,023
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-15	14,729
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-16	17,109
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-17	15,860
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-18	13,416
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-19	18,920
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-20	14,468
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-21	18,994
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-22	18,139
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-23	15,775
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-24	15,580
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-25	15,790
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-26	11,051
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-27	9,578
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-28	9,102
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-29	10,697
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-10-30	33,963
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-11-06	4,105
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-11-07	21,040

Evaluación de la concentración de material particulado ( $\text{PM}_{2.5}$ ) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

## Anexo 2. Datos de la dirección del viento en la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Koica año 2019.

NOMBRE ESTACIÓN	FECHA	Dir. Viento (°)
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-01	150,886
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-02	162,120
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-03	147,833
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-04	179,930
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-05	198,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-06	206,777
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-07	159,540
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-08	185,482
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-09	181,525
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-10	208,120
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-11	186,393
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-12	181,185
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-13	177,197
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-14	160,800
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-15	184,852
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-16	162,883
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-17	149,193
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-18	171,724
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-19	157,308
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-20	151,753
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-21	174,579
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-22	163,682
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-23	164,607
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-24	189,395
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-25	188,416
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-26	195,416
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-27	207,144
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-28	190,084
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-29	234,889
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-30	201,669
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-31	169,248
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-01	212,445
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-02	183,733
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-03	200,336
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-04	208,462
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-05	181,672
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-06	196,767
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-07	185,860
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-08	175,392
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-09	183,542
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-10	184,612
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-11	188,849
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-12	180,818
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-13	195,246
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-14	176,755
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-15	166,228
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-16	222,018
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-17	185,687
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-18	206,143
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-19	180,028
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-20	168,049
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-21	170,981
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-22	195,909
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-23	179,126

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-24	214,382
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-25	175,589
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-26	177,566
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-27	192,556
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-28	215,787
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-01	213,772
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-02	206,938
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-03	176,255
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-04	181,380
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-05	198,399
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-06	187,460
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-07	217,351
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-08	145,037
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-09	137,524
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-10	183,150
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-11	189,293
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-12	208,439
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-13	224,049
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-14	239,020
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-15	165,469
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-16	178,677
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-17	200,104
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-18	148,772
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-19	202,952
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-20	231,775
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-21	185,634
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-22	180,160
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-23	192,615
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-24	175,930
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-25	227,848
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-26	232,290
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-27	176,192
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-28	207,006
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-29	178,406
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-30	197,331
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-31	198,825
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-01	173,621
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-02	189,630
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-03	198,185
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-04	163,820
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-05	162,456
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-06	138,124
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-08	220,759
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-09	210,002
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-10	148,789
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-11	206,311
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-12	172,754
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-13	170,095
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-14	187,433
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-15	208,081
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-16	207,934
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-05-29	207,447
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-05-30	183,656
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-05-31	198,158

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-01	172,032
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-02	203,233
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-03	162,573
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-04	164,868
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-05	193,291
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-06	199,249
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-07	217,997
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-08	139,455
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-09	165,947
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-10	138,428
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-11	147,191
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-12	129,048
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-13	164,307
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-14	151,169
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-15	167,890
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-16	151,601
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-17	136,667
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-18	126,038
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-19	178,321
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-20	121,681
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-21	145,828
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-25	158,732
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-26	115,953
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-27	169,017
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-28	132,543
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-29	160,823
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-30	177,645
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-01	181,031
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-02	163,920
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-03	136,830
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-04	171,170
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-05	152,178
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-06	153,913
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-07	151,051
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-08	159,101
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-09	225,942
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-10	140,578
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-11	164,463
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-12	162,109
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-13	148,031
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-14	110,789
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-15	150,331
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-16	189,223
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-17	166,033
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-18	138,198
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-19	123,380
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-20	141,375
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-21	141,113
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-22	176,455
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-23	131,784
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-24	117,651
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-25	151,239
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-26	144,766
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-27	130,056

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-28	150,176
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-29	195,389
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-30	134,425
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-31	149,529
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-01	220,652
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-02	175,499
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-14	212,426
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-15	219,288
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-16	168,073
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-17	225,040
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-18	160,293
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-19	211,063
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-20	168,667
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-21	182,306
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-22	184,460
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-23	192,988
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-30	179,093
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-31	174,272
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-01	180,667
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-02	166,277
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-03	158,593
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-04	146,924
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-05	166,759
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-06	196,808
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-07	156,168
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-08	162,712
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-09	143,330
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-10	157,473
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-11	149,872
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-12	170,021
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-13	147,709
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-14	142,524
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-15	148,966
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-16	163,083
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-17	173,632
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-18	208,422
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-19	143,343
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-20	214,582
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-21	155,949
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-22	175,164
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-23	200,555
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-24	171,454
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-25	152,990
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-26	164,801
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-27	175,731
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-11-06	177,765
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-11-07	195,256

### Anexo 3. Datos de la velocidad del viento en la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Koica año 2019.

NOMBRE ESTACIÓN	FECHA	Vel. Viento (m/s)
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-01	1,82
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-02	1,54
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-03	1,49
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-04	1,42
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-05	1,10
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-06	0,92
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-07	1,10
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-08	1,14
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-09	1,02
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-10	0,86
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-11	0,84
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-12	0,84
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-13	0,80
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-14	1,03
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-15	1,15
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-16	1,15
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-17	1,37
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-18	1,42
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-19	1,43
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-20	1,47
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-21	1,24
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-22	1,49
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-23	1,54
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-24	1,23
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-25	1,16
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-26	1,24
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-27	1,08
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-28	0,88
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-29	0,84
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-30	1,03
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-31	1,43
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-01	1,06
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-02	1,10
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-03	1,14
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-04	1,03
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-05	1,07
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-06	1,05
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-07	0,98
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-08	1,04
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-09	1,05
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-10	1,23
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-11	1,13
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-12	1,32
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-13	1,26
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-14	1,45
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-15	1,46
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-16	1,10
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-17	1,21
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-18	0,97
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-19	1,16
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-20	1,08
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-21	1,45
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-22	1,33

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-23	0,93
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-24	0,82
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-25	1,31
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-26	1,12
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-27	0,79
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-28	1,09
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-01	1,01
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-02	0,84
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-03	0,91
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-04	1,04
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-05	0,89
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-06	1,03
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-07	1,05
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-08	1,49
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-09	1,53
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-10	0,85
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-11	0,88
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-12	0,85
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-13	0,93
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-14	0,99
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-15	1,00
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-16	1,05
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-17	1,07
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-18	1,45
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-19	0,86
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-20	0,71
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-21	0,92
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-22	0,80
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-23	0,93
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-24	1,18
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-25	1,00
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-26	0,81
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-27	1,13
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-28	1,13
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-29	0,62
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-30	0,88
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-31	0,93
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-01	0,89
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-02	0,84
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-03	0,98
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-04	1,09
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-05	0,89
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-06	1,16
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-08	1,24
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-09	1,02
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-10	1,02
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-11	1,03
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-12	1,17
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-13	1,12
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-14	0,88
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-15	0,91
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-16	0,53
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-05-29	1,09
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-05-30	0,91



SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-05-31	0,83
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-01	0,74
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-02	0,74
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-03	1,06
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-04	1,31
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-05	1,18
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-06	0,81
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-07	0,69
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-08	1,56
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-09	1,73
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-10	1,33
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-11	1,82
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-12	1,46
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-13	1,73
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-14	1,70
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-15	1,87
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-16	1,32
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-17	1,48
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-18	1,45
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-19	0,88
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-20	1,49
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-21	1,20
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-25	2,21
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-26	2,92
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-27	1,65
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-28	1,62
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-29	1,67
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-30	2,06
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-01	0,90
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-02	2,39
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-03	2,00
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-04	1,50
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-05	1,43
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-06	1,34
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-07	1,47
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-08	1,44
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-09	0,64
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-10	1,70
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-11	1,66
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-12	1,57
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-13	1,76
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-14	2,51
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-15	2,30
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-16	0,95
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-17	1,44
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-18	1,49
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-19	1,68
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-20	1,82
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-21	1,65
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-22	1,10
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-23	2,42
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-24	2,34
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-25	2,65
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-26	1,74

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-27	2,39
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-28	1,48
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-29	1,23
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-30	1,64
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-31	1,37
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-01	0,97
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-02	0,83
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-14	0,58
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-15	0,98
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-16	0,98
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-17	0,80
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-18	1,19
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-19	0,76
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-20	1,13
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-21	1,33
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-22	1,15
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-23	0,68
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-30	1,05
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-31	1,38
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-01	1,18
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-02	1,24
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-03	1,60
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-04	1,95
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-05	1,25
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-06	1,27
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-07	1,61
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-08	1,33
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-09	1,44
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-10	1,95
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-11	1,53
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-12	1,22
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-13	1,65
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-14	1,44
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-15	1,64
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-16	1,69
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-17	1,20
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-18	1,00
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-19	1,06
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-20	0,86
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-21	1,00
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-22	0,89
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-23	0,97
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-24	1,00
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-25	1,10
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-26	1,17
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-27	0,72
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-11-06	1,51
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-11-07	0,71

Anexo 4. Datos de la concentración material particulado en la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Recreo año 2019.

NOMBRE ESTACIÓN	FECHA	PM 2.5 (µg/m3)			
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-01	37,432	SOGAMOSO-RECREO	2019-02-24	24,838
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-02	8,963	SOGAMOSO-RECREO	2019-02-25	32,823
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-03	9,880	SOGAMOSO-RECREO	2019-02-26	35,597
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-04	9,926	SOGAMOSO-RECREO	2019-02-27	27,736
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-05	11,152	SOGAMOSO-RECREO	2019-02-28	41,976
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-06	13,572	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-01	30,805
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-07	13,983	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-02	28,715
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-08	18,248	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-03	23,040
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-09	21,395	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-04	29,920
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-10	11,169	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-05	27,874
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-11	15,859	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-06	38,164
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-12	18,373	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-07	29,339
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-13	17,074	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-08	48,228
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-14	19,381	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-09	24,886
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-15	13,971	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-10	19,343
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-16	17,071	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-11	15,455
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-17	19,952	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-12	22,763
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-18	17,290	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-13	18,383
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-19	20,810	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-14	15,852
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-20	13,196	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-15	20,277
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-21	13,044	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-16	21,427
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-22	11,850	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-17	21,053
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-23	17,050	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-18	18,733
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-24	11,995	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-19	21,140
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-25	20,025	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-20	21,170
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-26	17,900	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-21	19,663
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-27	13,920	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-22	17,360
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-28	17,433	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-23	20,789
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-29	11,765	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-24	17,166
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-30	27,993	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-25	24,896
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-31	17,476	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-26	32,686
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-01	26,292	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-27	49,060
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-02	19,415	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-28	51,040
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-03	17,108	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-29	33,790
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-04	18,209	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-30	29,703
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-05	19,192	SOGAMOSO-RECREO	2019-03-31	21,137
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-06	31,724	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-01	12,509
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-07	27,961	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-02	16,025
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-08	23,008	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-03	22,005
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-09	21,889	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-04	19,360
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-10	14,992	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-05	16,176
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-11	16,923	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-06	22,691
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-12	23,852	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-07	33,843
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-13	23,333	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-08	28,540
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-14	35,118	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-09	31,160
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-15	29,977	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-10	25,538
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-16	25,054	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-11	28,568
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-17	23,880	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-12	25,370
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-18	20,486	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-13	33,368
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-19	20,175	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-14	33,681
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-20	22,377	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-15	19,164
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-21	29,386	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-16	14,618
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-22	25,725	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-17	14,372
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-23	25,943	SOGAMOSO-RECREO	2019-04-18	15,049
			SOGAMOSO-RECREO	2019-04-19	12,203

SOGAMOSO-RECREO	2019-04-20	7,574
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-21	4,673
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-22	10,679
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-23	12,877
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-24	12,891
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-25	17,917
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-26	13,561
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-27	10,540
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-28	9,100
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-29	6,962
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-30	10,723
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-01	13,643
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-02	12,003
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-03	15,655
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-04	13,109
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-05	14,271
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-06	11,450
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-07	11,836
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-08	10,030
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-09	12,676
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-10	7,540
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-11	9,314
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-12	10,735
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-13	10,466
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-14	7,218
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-15	9,296
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-16	13,664
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-17	9,014
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-18	12,839
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-19	13,893
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-20	15,395
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-21	7,574
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-22	12,628
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-23	7,151
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-24	8,241
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-25	6,927
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-26	19,011
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-27	11,558
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-28	8,757
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-29	16,494
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-30	10,538
SOGAMOSO-RECREO	2019-05-31	9,517
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-01	15,881
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-02	12,962
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-03	15,509
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-04	18,460
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-05	14,790
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-06	10,347
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-07	14,646
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-08	8,428
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-09	12,718
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-10	5,567
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-11	6,518
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-12	7,346

SOGAMOSO-RECREO	2019-06-13	5,820
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-14	7,188
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-15	10,073
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-16	9,198
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-17	8,017
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-18	6,227
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-19	8,684
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-20	11,183
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-21	16,533
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-22	15,078
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-23	14,038
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-24	11,461
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-25	12,385
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-26	8,955
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-27	8,522
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-28	12,123
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-29	20,596
SOGAMOSO-RECREO	2019-06-30	12,390
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-01	11,390
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-02	5,502
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-03	14,193
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-04	8,216
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-05	20,355
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-06	17,979
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-07	17,618
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-08	17,144
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-09	9,586
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-10	10,854
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-11	8,114
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-12	16,552
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-13	21,114
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-14	10,565
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-15	8,359
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-16	9,283
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-17	12,217
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-18	9,362
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-19	9,738
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-20	11,507
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-21	9,050
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-22	6,873
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-23	10,078
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-24	11,464
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-25	6,972
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-26	12,577
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-27	12,140
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-28	12,622
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-29	18,647
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-30	12,099
SOGAMOSO-RECREO	2019-07-31	15,172
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-01	12,822
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-02	14,675
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-03	15,303
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-04	11,026
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-05	9,245

SOGAMOSO-RECREO	2019-08-06	6,940
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-07	9,047
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-08	14,808
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-09	11,514
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-10	9,625
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-11	10,220
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-12	10,357
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-13	10,507
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-14	7,943
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-15	9,524
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-16	10,244
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-19	7,720
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-20	10,012
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-21	10,694
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-22	10,796
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-23	15,423
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-24	11,194
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-25	12,589
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-26	14,482
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-27	12,214
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-28	10,257
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-29	11,731
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-30	13,514
SOGAMOSO-RECREO	2019-08-31	17,266
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-01	14,753
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-02	13,670
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-03	9,096
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-04	16,964
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-05	15,907
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-06	9,634
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-07	12,876
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-08	15,554
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-09	16,063
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-10	11,656
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-11	8,844
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-12	10,757
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-13	12,673
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-14	12,780
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-15	20,333
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-16	10,452
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-17	14,319
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-18	10,793
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-19	16,054
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-20	12,678
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-21	16,017
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-22	20,382
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-23	9,889
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-24	17,375
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-25	8,752
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-26	19,404
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-27	18,592
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-28	34,423
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-29	28,303
SOGAMOSO-RECREO	2019-09-30	13,199

SOGAMOSO-RECREO	2019-10-01	10,570
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-02	9,719
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-03	14,171
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-04	18,693
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-05	10,756
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-06	18,610
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-07	11,564
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-08	12,761
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-09	9,197
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-10	13,660
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-11	16,805
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-12	13,925
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-13	9,255
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-14	16,686
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-15	10,633
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-16	7,008
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-17	10,830
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-18	9,824
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-19	9,982
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-20	13,837
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-21	14,699
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-22	12,563
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-23	11,476
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-24	13,819
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-25	20,115
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-26	12,484
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-27	14,504
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-28	12,335
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-29	7,684
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-30	6,581
SOGAMOSO-RECREO	2019-10-31	11,526
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-01	14,803
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-02	15,508
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-03	20,994
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-04	9,301
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-05	13,679
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-06	6,527
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-07	12,401
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-08	14,310
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-09	9,292
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-10	11,745
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-11	10,644
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-12	22,969
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-13	13,967
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-14	18,463
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-15	20,772
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-16	9,002
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-17	24,039
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-18	16,825
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-19	9,346
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-20	12,905
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-21	19,573
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-22	17,104
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-23	16,780

SOGAMOSO-RECREO	2019-11-24	34,188
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-25	12,275
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-26	24,124
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-27	12,445
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-28	16,582
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-29	10,380
SOGAMOSO-RECREO	2019-11-30	10,243
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-01	22,119
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-02	17,018
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-03	16,855
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-04	9,571
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-05	14,567
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-06	16,547
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-07	20,942
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-08	22,613
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-09	21,126
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-10	26,486
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-11	15,156
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-12	18,212
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-13	14,110
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-14	20,095
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-15	22,177
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-16	20,670
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-19	29,069
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-20	14,928
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-21	15,915
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-22	14,748
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-23	14,030
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-24	9,743
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-25	8,121
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-26	12,890
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-27	18,181
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-28	14,401
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-29	12,258
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-30	15,332
SOGAMOSO-RECREO	2019-12-31	10,646

## Anexo 5. Datos de la dirección del viento en la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Recreo año 2019.

NOMBRE ESTACIÓN	FECHA	Dir. Viento (°)
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-01	150,886
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-02	162,120
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-03	147,833
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-04	179,930
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-05	198,000
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-06	206,777
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-07	159,540
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-08	185,482
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-09	181,525
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-10	208,120
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-11	186,393
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-12	181,185
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-13	177,197
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-14	160,800
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-15	184,852
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-16	162,883
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-17	149,193
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-18	171,724
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-19	157,308
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-20	151,753
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-21	174,579
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-22	163,682
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-23	164,607
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-24	189,395
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-25	188,416
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-26	195,416
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-27	207,144
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-28	190,084
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-29	234,889
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-30	201,669
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-01-31	169,248
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-01	212,445
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-02	183,733
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-03	200,336
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-04	208,462
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-05	181,672
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-06	196,767
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-07	185,860
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-08	175,392
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-09	183,542
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-10	184,612
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-11	188,849
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-12	180,818
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-13	195,246
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-14	176,755
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-15	166,228
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-16	222,018
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-17	185,687
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-18	206,143
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-19	180,028
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-20	168,049
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-21	170,981
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-22	195,909
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-23	179,126
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-24	214,382
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-25	175,589
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-26	177,566
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-27	192,556
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-02-28	215,787
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-01	213,772
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-02	206,938
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-03	176,255
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-04	181,380
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-05	198,399
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-06	187,460
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-07	217,351
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-08	145,037
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-09	137,524
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-10	183,150
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-11	189,293
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-12	208,439
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-13	224,049
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-14	239,020
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-15	165,469
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-16	178,677
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-17	200,104
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-18	148,772
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-19	202,952
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-20	231,775
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-21	185,634
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-22	180,160
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-23	192,615
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-24	175,930
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-25	227,848
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-26	232,290
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-27	176,192
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-28	207,006
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-29	178,406
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-30	197,331
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-03-31	198,825
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-01	173,621
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-02	189,630
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-03	198,185
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-04	163,820
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-05	162,456
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-06	138,124
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-08	220,759
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-09	210,002
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-10	148,789
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-11	206,311
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-12	172,754
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-13	170,095
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-14	187,433
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-15	208,081
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-04-16	207,934
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-05-29	207,447
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-05-30	183,656
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-05-31	198,158

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-01	172,032
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-02	203,233
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-03	162,573
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-04	164,868
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-05	193,291
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-06	199,249
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-07	217,997
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-08	139,455
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-09	165,947
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-10	138,428
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-11	147,191
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-12	129,048
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-13	164,307
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-14	151,169
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-15	167,890
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-16	151,601
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-17	136,667
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-18	126,038
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-19	178,321
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-20	121,681
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-21	145,828
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-25	158,732
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-26	115,953
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-27	169,017
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-28	132,543
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-29	160,823
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-06-30	177,645
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-01	181,031
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-02	163,920
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-03	136,830
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-04	171,170
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-05	152,178
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-06	153,913
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-07	151,051
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-08	159,101
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-09	225,942
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-10	140,578
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-11	164,463
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-12	162,109
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-13	148,031
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-14	110,789
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-15	150,331
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-16	189,223
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-17	166,033
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-18	138,198
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-19	123,380
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-20	141,375
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-21	141,113
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-22	176,455
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-23	131,784
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-24	117,651
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-25	151,239
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-26	144,766
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-27	130,056

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-28	150,176
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-29	195,389
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-30	134,425
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-07-31	149,529
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-01	220,652
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-02	175,499
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-14	212,426
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-15	219,288
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-16	168,073
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-17	225,040
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-18	160,293
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-19	211,063
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-20	168,667
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-21	182,306
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-22	184,460
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-23	192,988
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-30	179,093
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-08-31	174,272
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-01	180,667
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-02	166,277
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-03	158,593
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-04	146,924
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-05	166,759
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-06	196,808
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-07	156,168
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-08	162,712
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-09	143,330
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-10	157,473
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-11	149,872
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-12	170,021
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-13	147,709
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-14	142,524
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-15	148,966
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-16	163,083
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-17	173,632
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-18	208,422
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-19	143,343
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-20	214,582
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-21	155,949
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-22	175,164
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-23	200,555
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-24	171,454
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-25	152,990
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-26	164,801
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-09-27	175,731
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-11-06	177,765
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2019-11-07	195,256

Anexo 6. Datos de la velocidad del viento en la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Recreo año 2019.

NOMBRE ESTACIÓN	FECHA	V VIENTO (m/s)
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-01	1,40
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-02	1,62
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-03	1,23
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-04	1,31
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-05	1,38
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-06	1,17
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-07	1,32
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-08	1,18
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-09	1,29
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-10	1,06
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-11	1,27
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-12	1,22
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-13	1,15
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-14	0,97
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-15	1,28
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-16	1,21
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-17	1,10
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-18	1,21
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-19	1,07
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-20	1,32
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-21	1,01
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-22	1,24
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-23	1,06
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-24	1,60
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-25	1,24
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-26	1,27
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-27	1,46
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-28	1,11
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-29	1,13
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-30	1,14
SOGAMOSO-RECREO	2019-01-31	1,28
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-01	1,29
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-02	1,16
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-03	1,56
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-04	1,24
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-05	1,38
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-06	1,27
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-07	1,51
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-08	1,39
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-09	1,21
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-10	1,32
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-11	1,42
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-12	1,33
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-13	1,45
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-14	1,39
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-15	1,35
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-16	1,23
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-17	1,42
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-18	1,38
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-19	1,36
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-20	1,08
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-21	1,21
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-22	1,39

SOGAMOSO-RECREO	2019-02-23	1,36
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-24	1,38
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-25	0,82
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-26	1,33
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-27	1,63
SOGAMOSO-RECREO	2019-02-28	1,02
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-01	1,42
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-02	1,38
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-03	1,13
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-04	1,44
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-05	1,16
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-06	1,22
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-07	1,45
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-08	1,22
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-09	1,21
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-10	1,26
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-11	0,83
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-12	1,16
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-13	1,06
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-14	1,68
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-15	1,09
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-16	1,14
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-17	1,10
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-18	1,08
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-19	1,33
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-20	0,75
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-21	0,91
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-22	1,06
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-23	0,75
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-24	1,07
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-25	1,17
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-26	1,20
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-27	1,35
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-28	1,21
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-29	1,11
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-30	0,57
SOGAMOSO-RECREO	2019-03-31	0,93
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-01	1,10
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-02	1,02
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-03	0,69
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-04	1,21
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-05	1,32
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-06	1,55
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-07	1,34
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-08	1,41
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-09	1,60
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-10	1,29
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-11	1,17
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-12	1,05
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-13	1,11
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-14	1,03
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-15	1,30
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-16	1,18
SOGAMOSO-RECREO	2019-04-17	1,14





SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-18	1,07
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-19	0,62
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-20	0,86
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-21	0,84
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-22	0,76
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-23	0,70
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-24	1,58
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-25	0,74
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-26	1,05
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-27	0,78
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-28	1,11
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-29	1,78
SOGAMOSO-RECREEO	2019-04-30	1,34
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-01	1,36
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-02	1,77
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-03	1,75
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-04	1,53
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-05	1,34
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-06	0,98
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-07	1,32
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-08	1,15
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-09	1,11
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-10	0,91
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-11	0,91
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-12	1,03
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-13	1,05
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-14	1,35
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-15	1,27
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-16	0,73
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-17	1,18
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-18	0,98
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-19	0,95
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-20	0,81
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-21	1,07
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-22	1,05
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-23	1,02
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-24	0,86
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-25	0,67
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-26	0,77
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-27	1,04
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-28	0,81
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-29	1,16
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-30	1,00
SOGAMOSO-RECREEO	2019-05-31	0,94
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-01	1,07
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-02	0,69
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-03	0,74
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-04	0,90
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-05	1,36
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-06	1,11
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-07	0,83
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-08	0,85
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-09	1,25
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-10	1,85

SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-11	1,40
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-12	1,58
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-13	1,38
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-14	1,36
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-15	1,44
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-16	1,57
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-17	1,50
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-18	1,51
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-19	1,20
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-20	1,21
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-21	1,13
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-22	1,53
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-23	2,20
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-24	1,94
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-25	1,43
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-26	1,48
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-27	2,55
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-28	1,88
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-29	1,60
SOGAMOSO-RECREEO	2019-06-30	1,83
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-01	1,76
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-02	1,66
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-03	1,10
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-04	2,21
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-05	1,28
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-06	1,44
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-07	1,21
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-08	1,44
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-09	1,36
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-10	1,33
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-11	1,27
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-12	1,51
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-13	1,24
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-14	1,46
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-15	2,10
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-16	2,06
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-17	1,66
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-18	1,24
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-19	1,46
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-20	1,63
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-21	2,07
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-22	1,74
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-23	1,65
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-24	1,39
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-25	2,21
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-26	1,86
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-27	2,26
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-28	1,83
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-29	2,13
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-30	1,12
SOGAMOSO-RECREEO	2019-07-31	1,20
SOGAMOSO-RECREEO	2019-08-01	1,26
SOGAMOSO-RECREEO	2019-08-02	1,59
SOGAMOSO-RECREEO	2019-08-03	0,86

---

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

Anexo 7. Casos diarios de bronquitis aguda, no especificada en el municipio de Sogamoso.

FECHA	CASOS DIARIOS DE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRONICA CON EXACERBACION AGUDA, NO ESPECIFICADA
1/01/2019	0
2/01/2019	1
3/01/2019	1
4/01/2019	3
5/01/2019	0
6/01/2019	0
7/01/2019	2
8/01/2019	3
9/01/2019	1
10/01/2019	0
11/01/2019	1
12/01/2019	1
13/01/2019	0
14/01/2019	0
15/01/2019	1
16/01/2019	1
17/01/2019	0
18/01/2019	1
19/01/2019	0
20/01/2019	1
21/01/2019	0
22/01/2019	1
23/01/2019	0
24/01/2019	0
25/01/2019	0
26/01/2019	1
27/01/2019	1
28/01/2019	0
29/01/2019	0
30/01/2019	0
31/01/2019	2
1/02/2019	0
2/02/2019	0
3/02/2019	1
4/02/2019	0
5/02/2019	1
6/02/2019	1
7/02/2019	0
8/02/2019	0
9/02/2019	1
10/02/2019	0
11/02/2019	0
12/02/2019	0
13/02/2019	0
14/02/2019	0
15/02/2019	0
16/02/2019	0
17/02/2019	0
18/02/2019	1
19/02/2019	0
20/02/2019	0
21/02/2019	1
22/02/2019	0

23/02/2019	0
24/02/2019	0
25/02/2019	0
26/02/2019	0
27/02/2019	0
28/02/2019	0
1/03/2019	0
2/03/2019	0
3/03/2019	1
4/03/2019	1
5/03/2019	0
6/03/2019	0
7/03/2019	0
8/03/2019	1
9/03/2019	1
10/03/2019	0
11/03/2019	1
12/03/2019	1
13/03/2019	1
14/03/2019	0
15/03/2019	0
16/03/2019	1
17/03/2019	0
18/03/2019	0
19/03/2019	0
20/03/2019	3
21/03/2019	1
22/03/2019	0
23/03/2019	1
24/03/2019	0
25/03/2019	1
26/03/2019	1
27/03/2019	0
28/03/2019	0
29/03/2019	0
30/03/2019	1
31/03/2019	1
1/04/2019	0
2/04/2019	0
3/04/2019	0
4/04/2019	0
5/04/2019	0
6/04/2019	0
7/04/2019	0
8/04/2019	0
9/04/2019	0
10/04/2019	0
11/04/2019	0
12/04/2019	0
13/04/2019	0
14/04/2019	0
15/04/2019	1
16/04/2019	1
17/04/2019	0

18/04/2019	0
19/04/2019	0
20/04/2019	0
21/04/2019	1
22/04/2019	1
23/04/2019	0
24/04/2019	0
25/04/2019	0
26/04/2019	2
27/04/2019	0
28/04/2019	0
29/04/2019	1
30/04/2019	2
1/05/2019	1
2/05/2019	0
3/05/2019	0
4/05/2019	0
5/05/2019	0
6/05/2019	0
7/05/2019	0
8/05/2019	0
9/05/2019	0
10/05/2019	0
11/05/2019	0
12/05/2019	1
13/05/2019	0
14/05/2019	1
15/05/2019	0
16/05/2019	1
17/05/2019	0
18/05/2019	1
19/05/2019	0
20/05/2019	0
21/05/2019	0
22/05/2019	2
23/05/2019	0
24/05/2019	0
25/05/2019	0
26/05/2019	0
27/05/2019	1
28/05/2019	1
29/05/2019	0
30/05/2019	0
31/05/2019	1
1/06/2019	1
2/06/2019	0
3/06/2019	2
4/06/2019	1
5/06/2019	1
6/06/2019	1
7/06/2019	0
8/06/2019	1
9/06/2019	0
10/06/2019	0

11/06/2019	1
12/06/2019	0
13/06/2019	1
14/06/2019	1
15/06/2019	0
16/06/2019	0
17/06/2019	2
18/06/2019	0
19/06/2019	0
20/06/2019	1
21/06/2019	1
22/06/2019	0
23/06/2019	0
24/06/2019	0
25/06/2019	1
26/06/2019	0
27/06/2019	2
28/06/2019	2
29/06/2019	0
30/06/2019	1
1/07/2019	0
2/07/2019	2
3/07/2019	1
4/07/2019	1
5/07/2019	1
6/07/2019	3
7/07/2019	1
8/07/2019	1
9/07/2019	1
10/07/2019	1
11/07/2019	3
12/07/2019	0
13/07/2019	0
14/07/2019	0
15/07/2019	0
16/07/2019	0
17/07/2019	0
18/07/2019	2
19/07/2019	2
20/07/2019	1
21/07/2019	1
22/07/2019	2
23/07/2019	1
24/07/2019	0
25/07/2019	0
26/07/2019	0
27/07/2019	0
28/07/2019	1
29/07/2019	1
30/07/2019	0
31/07/2019	1
1/08/2019	1
2/08/2019	2
3/08/2019	0

4/08/2019	1
5/08/2019	0
6/08/2019	0
7/08/2019	1
8/08/2019	0
9/08/2019	1
10/08/2019	0
11/08/2019	0
12/08/2019	1
13/08/2019	0
14/08/2019	0
15/08/2019	1
16/08/2019	0
17/08/2019	1
18/08/2019	1
19/08/2019	0
20/08/2019	0
21/08/2019	0
22/08/2019	1
23/08/2019	0
24/08/2019	0
25/08/2019	0
26/08/2019	0
27/08/2019	1
28/08/2019	0
29/08/2019	1
30/08/2019	0
31/08/2019	1
1/09/2019	0
2/09/2019	2
3/09/2019	1
4/09/2019	0
5/09/2019	1
6/09/2019	0
7/09/2019	0
8/09/2019	1
9/09/2019	2
10/09/2019	2
11/09/2019	0
12/09/2019	0
13/09/2019	1
14/09/2019	0
15/09/2019	0
16/09/2019	1
17/09/2019	2
18/09/2019	1
19/09/2019	0
20/09/2019	0
21/09/2019	1
22/09/2019	1
23/09/2019	0
24/09/2019	0
25/09/2019	4
26/09/2019	0
27/09/2019	1
28/09/2019	1
29/09/2019	0
30/09/2019	0
1/10/2019	0
2/10/2019	0
3/10/2019	0
4/10/2019	2
5/10/2019	0
6/10/2019	0
7/10/2019	2
8/10/2019	2

9/10/2019	1
10/10/2019	0
11/10/2019	0
12/10/2019	0
13/10/2019	0
14/10/2019	1
15/10/2019	1
16/10/2019	1
17/10/2019	0
18/10/2019	0
19/10/2019	1
20/10/2019	0
21/10/2019	1
22/10/2019	2
23/10/2019	1
24/10/2019	1
25/10/2019	0
26/10/2019	0
27/10/2019	1
28/10/2019	1
29/10/2019	2
30/10/2019	0
31/10/2019	2
1/11/2019	2
2/11/2019	1
3/11/2019	1
4/11/2019	0
5/11/2019	2
6/11/2019	0
7/11/2019	2
8/11/2019	2
9/11/2019	0
10/11/2019	0
11/11/2019	0
12/11/2019	0
13/11/2019	2
14/11/2019	0
15/11/2019	2
16/11/2019	0
17/11/2019	1
18/11/2019	2
19/11/2019	0
20/11/2019	1
21/11/2019	0
22/11/2019	2
23/11/2019	0
24/11/2019	1
25/11/2019	2
26/11/2019	1
27/11/2019	0
28/11/2019	2
29/11/2019	0
30/11/2019	1
1/12/2019	0
2/12/2019	0
3/12/2019	0
4/12/2019	2
5/12/2019	0
6/12/2019	0
7/12/2019	0
8/12/2019	0
9/12/2019	1
10/12/2019	0
11/12/2019	1
12/12/2019	0
13/12/2019	1
14/12/2019	0
15/12/2019	0
16/12/2019	0
17/12/2019	0
18/12/2019	0
19/12/2019	1
20/12/2019	0
21/12/2019	0
22/12/2019	0
23/12/2019	0
24/12/2019	0
25/12/2019	1
26/12/2019	0
27/12/2019	0
28/12/2019	0
29/12/2019	0
30/12/2019	0
31/12/2019	1

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

Anexo 8. Casos diarios de enfermedad pulmonar no obstructiva, no especificada en el municipio de Sogamoso.

1/01/2019	0
2/01/2019	0
3/01/2019	0
4/01/2019	0
5/01/2019	0
6/01/2019	0
7/01/2019	2
8/01/2019	2
9/01/2019	0
10/01/2019	1
11/01/2019	0
12/01/2019	1
13/01/2019	0
14/01/2019	1
15/01/2019	1
16/01/2019	0
17/01/2019	1
18/01/2019	0
19/01/2019	1
20/01/2019	0
21/01/2019	0
22/01/2019	0
23/01/2019	0
24/01/2019	1
25/01/2019	0
26/01/2019	0
27/01/2019	0
28/01/2019	0
29/01/2019	0
30/01/2019	0
31/01/2019	0
1/02/2019	0
2/02/2019	0
3/02/2019	0
4/02/2019	0
5/02/2019	0
6/02/2019	0
7/02/2019	0
8/02/2019	0
9/02/2019	0
10/02/2019	0
11/02/2019	0
12/02/2019	0
13/02/2019	0
14/02/2019	0
15/02/2019	2
16/02/2019	0
17/02/2019	0
18/02/2019	0
19/02/2019	0
20/02/2019	0
21/02/2019	1
22/02/2019	0

23/02/2019	0
24/02/2019	0
25/02/2019	1
26/02/2019	0
27/02/2019	0
28/02/2019	0
1/03/2019	0
2/03/2019	0
3/03/2019	0
4/03/2019	0
5/03/2019	0
6/03/2019	0
7/03/2019	0
8/03/2019	0
9/03/2019	0
10/03/2019	0
11/03/2019	0
12/03/2019	0
13/03/2019	0
14/03/2019	0
15/03/2019	0
16/03/2019	0
17/03/2019	0
18/03/2019	0
19/03/2019	0
20/03/2019	0
21/03/2019	0
22/03/2019	0
23/03/2019	0
24/03/2019	0
25/03/2019	0
26/03/2019	0
27/03/2019	0
28/03/2019	0
29/03/2019	0
30/03/2019	0
31/03/2019	0
1/04/2019	0
2/04/2019	0
3/04/2019	0
4/04/2019	0
5/04/2019	0
6/04/2019	0
7/04/2019	0
8/04/2019	0
9/04/2019	0
10/04/2019	1
11/04/2019	0
12/04/2019	0
13/04/2019	0
14/04/2019	0
15/04/2019	0
16/04/2019	0
17/04/2019	0

18/04/2019	0
19/04/2019	0
20/04/2019	0
21/04/2019	0
22/04/2019	0
23/04/2019	0
24/04/2019	0
25/04/2019	0
26/04/2019	0
27/04/2019	0
28/04/2019	0
29/04/2019	1
30/04/2019	0
1/05/2019	0
2/05/2019	0
3/05/2019	0
4/05/2019	1
5/05/2019	1
6/05/2019	0
7/05/2019	0
8/05/2019	0
9/05/2019	0
10/05/2019	0
11/05/2019	0
12/05/2019	0
13/05/2019	0
14/05/2019	0
15/05/2019	0
16/05/2019	0
17/05/2019	1
18/05/2019	1
19/05/2019	3
20/05/2019	0
21/05/2019	0
22/05/2019	1
23/05/2019	0
24/05/2019	1
25/05/2019	0
26/05/2019	0
27/05/2019	0
28/05/2019	0
29/05/2019	1
30/05/2019	0
31/05/2019	0
1/06/2019	0
2/06/2019	0
3/06/2019	0
4/06/2019	0
5/06/2019	1
6/06/2019	0
7/06/2019	0
8/06/2019	0
9/06/2019	0
10/06/2019	0

11/06/2019	1
12/06/2019	0
13/06/2019	1
14/06/2019	0
15/06/2019	0
16/06/2019	0
17/06/2019	0
18/06/2019	0
19/06/2019	0
20/06/2019	0
21/06/2019	0
22/06/2019	0
23/06/2019	0
24/06/2019	0
25/06/2019	1
26/06/2019	1
27/06/2019	0
28/06/2019	2
29/06/2019	0
30/06/2019	0
1/07/2019	0
2/07/2019	0
3/07/2019	1
4/07/2019	1
5/07/2019	0
6/07/2019	0
7/07/2019	0
8/07/2019	1
9/07/2019	0
10/07/2019	1
11/07/2019	0
12/07/2019	1
13/07/2019	1
14/07/2019	0
15/07/2019	0
16/07/2019	0
17/07/2019	0
18/07/2019	0
19/07/2019	0
20/07/2019	0
21/07/2019	1
22/07/2019	1
23/07/2019	0
24/07/2019	0
25/07/2019	2
26/07/2019	1
27/07/2019	0
28/07/2019	0
29/07/2019	0
30/07/2019	0
31/07/2019	0
1/08/2019	0
2/08/2019	0
3/08/2019	0

---

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

4/08/2019	0
5/08/2019	0
6/08/2019	0
7/08/2019	0
8/08/2019	0
9/08/2019	1
10/08/2019	0
11/08/2019	0
12/08/2019	1
13/08/2019	0
14/08/2019	0
15/08/2019	1
16/08/2019	1
17/08/2019	0
18/08/2019	0
19/08/2019	0
20/08/2019	0
21/08/2019	0
22/08/2019	0
23/08/2019	0
24/08/2019	0
25/08/2019	0
26/08/2019	0
27/08/2019	0
28/08/2019	1
29/08/2019	0
30/08/2019	0
31/08/2019	0
1/09/2019	1
2/09/2019	1
3/09/2019	0
4/09/2019	0
5/09/2019	0
6/09/2019	0
7/09/2019	0
8/09/2019	0
9/09/2019	0
10/09/2019	1
11/09/2019	1
12/09/2019	0
13/09/2019	0
14/09/2019	2
15/09/2019	0
16/09/2019	0
17/09/2019	0
18/09/2019	0
19/09/2019	1
20/09/2019	0
21/09/2019	1
22/09/2019	0
23/09/2019	0
24/09/2019	1
25/09/2019	0
26/09/2019	0
27/09/2019	0
28/09/2019	0
29/09/2019	0
30/09/2019	0
1/10/2019	1
2/10/2019	0
3/10/2019	0
4/10/2019	1
5/10/2019	1
6/10/2019	0
7/10/2019	0
8/10/2019	0
9/10/2019	2
10/10/2019	0
11/10/2019	0
12/10/2019	0
13/10/2019	0
14/10/2019	0
15/10/2019	0
16/10/2019	0
17/10/2019	1
18/10/2019	1
19/10/2019	0
20/10/2019	0

21/10/2019	0
22/10/2019	0
23/10/2019	0
24/10/2019	0
25/10/2019	0
26/10/2019	0
27/10/2019	1
28/10/2019	0
29/10/2019	0
30/10/2019	0
31/10/2019	0
1/11/2019	1
2/11/2019	0
3/11/2019	0
4/11/2019	0
5/11/2019	1
6/11/2019	2
7/11/2019	0
8/11/2019	0
9/11/2019	0
10/11/2019	0
11/11/2019	0
12/11/2019	0
13/11/2019	0
14/11/2019	0
15/11/2019	0
16/11/2019	0
17/11/2019	1
18/11/2019	0
19/11/2019	0
20/11/2019	1
21/11/2019	0
22/11/2019	0
23/11/2019	0
24/11/2019	1
25/11/2019	0
26/11/2019	0
27/11/2019	0
28/11/2019	0
29/11/2019	0
30/11/2019	0
1/12/2019	0
2/12/2019	0
3/12/2019	0
4/12/2019	0
5/12/2019	1
6/12/2019	0
7/12/2019	0
8/12/2019	0
9/12/2019	1
10/12/2019	1
11/12/2019	0
12/12/2019	1
13/12/2019	0
14/12/2019	0
15/12/2019	0
16/12/2019	0
17/12/2019	0
18/12/2019	0
19/12/2019	1
20/12/2019	1
21/12/2019	1
22/12/2019	0
23/12/2019	0
24/12/2019	0
25/12/2019	0
26/12/2019	0
27/12/2019	0
28/12/2019	0
29/12/2019	0
30/12/2019	0
31/12/2019	0

---

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.



Anexo 9. Casos diarios de neumonía pulmonar, no especificada en el municipio de Sogamoso.

1/01/2019	0
2/01/2019	0
3/01/2019	1
4/01/2019	1
5/01/2019	1
6/01/2019	1
7/01/2019	1
8/01/2019	1
9/01/2019	0
10/01/2019	1
11/01/2019	0
12/01/2019	1
13/01/2019	0
14/01/2019	1
15/01/2019	1
16/01/2019	1
17/01/2019	0
18/01/2019	0
19/01/2019	1
20/01/2019	0
21/01/2019	0
22/01/2019	0
23/01/2019	0
24/01/2019	0
25/01/2019	0
26/01/2019	0
27/01/2019	0
28/01/2019	0
29/01/2019	0
30/01/2019	0
31/01/2019	0
1/02/2019	0
2/02/2019	0
3/02/2019	0
4/02/2019	0
5/02/2019	0
6/02/2019	0
7/02/2019	0
8/02/2019	0
9/02/2019	0
10/02/2019	0
11/02/2019	0
12/02/2019	0
13/02/2019	0
14/02/2019	0
15/02/2019	0
16/02/2019	0
17/02/2019	0
18/02/2019	1
19/02/2019	0
20/02/2019	0
21/02/2019	0
22/02/2019	0

23/02/2019	0
24/02/2019	1
25/02/2019	0
26/02/2019	0
27/02/2019	0
28/02/2019	0
1/03/2019	1
2/03/2019	0
3/03/2019	0
4/03/2019	0
5/03/2019	0
6/03/2019	0
7/03/2019	0
8/03/2019	0
9/03/2019	0
10/03/2019	0
11/03/2019	1
12/03/2019	0
13/03/2019	0
14/03/2019	0
15/03/2019	0
16/03/2019	0
17/03/2019	1
18/03/2019	0
19/03/2019	0
20/03/2019	0
21/03/2019	0
22/03/2019	0
23/03/2019	0
24/03/2019	0
25/03/2019	0
26/03/2019	0
27/03/2019	0
28/03/2019	1
29/03/2019	0
30/03/2019	0
31/03/2019	0
1/04/2019	0
2/04/2019	0
3/04/2019	0
4/04/2019	0
5/04/2019	0
6/04/2019	0
7/04/2019	0
8/04/2019	0
9/04/2019	1
10/04/2019	1
11/04/2019	0
12/04/2019	0
13/04/2019	0
14/04/2019	0
15/04/2019	0
16/04/2019	0
17/04/2019	0

18/04/2019	0
19/04/2019	0
20/04/2019	1
21/04/2019	0
22/04/2019	0
23/04/2019	0
24/04/2019	0
25/04/2019	0
26/04/2019	1
27/04/2019	0
28/04/2019	0
29/04/2019	0
30/04/2019	1
1/05/2019	0
2/05/2019	1
3/05/2019	0
4/05/2019	0
5/05/2019	0
6/05/2019	0
7/05/2019	0
8/05/2019	0
9/05/2019	0
10/05/2019	1
11/05/2019	0
12/05/2019	0
13/05/2019	0
14/05/2019	0
15/05/2019	0
16/05/2019	0
17/05/2019	0
18/05/2019	0
19/05/2019	2
20/05/2019	2
21/05/2019	0
22/05/2019	0
23/05/2019	0
24/05/2019	0
25/05/2019	0
26/05/2019	0
27/05/2019	1
28/05/2019	0
29/05/2019	0
30/05/2019	1
31/05/2019	0
1/06/2019	0
2/06/2019	0
3/06/2019	0
4/06/2019	1
5/06/2019	1
6/06/2019	0
7/06/2019	0
8/06/2019	0
9/06/2019	0
10/06/2019	0

11/06/2019	0
12/06/2019	0
13/06/2019	2
14/06/2019	0
15/06/2019	0
16/06/2019	0
17/06/2019	1
18/06/2019	0
19/06/2019	1
20/06/2019	0
21/06/2019	0
22/06/2019	0
23/06/2019	1
24/06/2019	0
25/06/2019	1
26/06/2019	1
27/06/2019	1
28/06/2019	0
29/06/2019	0
30/06/2019	0
1/07/2019	0
2/07/2019	0
3/07/2019	1
4/07/2019	0
5/07/2019	0
6/07/2019	0
7/07/2019	0
8/07/2019	0
9/07/2019	0
10/07/2019	0
11/07/2019	0
12/07/2019	0
13/07/2019	0
14/07/2019	0
15/07/2019	0
16/07/2019	0
17/07/2019	1
18/07/2019	1
19/07/2019	0
20/07/2019	0
21/07/2019	0
22/07/2019	0
23/07/2019	0
24/07/2019	0
25/07/2019	1
26/07/2019	1
27/07/2019	0
28/07/2019	0
29/07/2019	1
30/07/2019	0
31/07/2019	0
1/08/2019	0
2/08/2019	1
3/08/2019	0

4/08/2019	0
5/08/2019	0
6/08/2019	0
7/08/2019	0
8/08/2019	0
9/08/2019	0
10/08/2019	0
11/08/2019	0
12/08/2019	1
13/08/2019	0
14/08/2019	0
15/08/2019	0
16/08/2019	0
17/08/2019	0
18/08/2019	1
19/08/2019	0
20/08/2019	0
21/08/2019	0
22/08/2019	0
23/08/2019	2
24/08/2019	0
25/08/2019	0
26/08/2019	0
27/08/2019	0
28/08/2019	0
29/08/2019	1
30/08/2019	0
31/08/2019	0
1/09/2019	0
2/09/2019	0
3/09/2019	0
4/09/2019	2
5/09/2019	0
6/09/2019	1
7/09/2019	1
8/09/2019	0
9/09/2019	0
10/09/2019	2
11/09/2019	0
12/09/2019	0
13/09/2019	0
14/09/2019	0
15/09/2019	0
16/09/2019	1
17/09/2019	0
18/09/2019	1
19/09/2019	0
20/09/2019	1
21/09/2019	0
22/09/2019	0
23/09/2019	0
24/09/2019	0
25/09/2019	0
26/09/2019	0
27/09/2019	0
28/09/2019	0
29/09/2019	1
30/09/2019	1
1/10/2019	0
2/10/2019	0
3/10/2019	0
4/10/2019	0
5/10/2019	0
6/10/2019	0
7/10/2019	0
8/10/2019	0
9/10/2019	0
10/10/2019	1
11/10/2019	0
12/10/2019	0
13/10/2019	0
14/10/2019	0
15/10/2019	0
16/10/2019	0
17/10/2019	0
18/10/2019	1
19/10/2019	0
20/10/2019	0

21/10/2019	0
22/10/2019	0
23/10/2019	0
24/10/2019	1
25/10/2019	0
26/10/2019	0
27/10/2019	0
28/10/2019	1
29/10/2019	0
30/10/2019	0
31/10/2019	0
1/11/2019	0
2/11/2019	0
3/11/2019	0
4/11/2019	0
5/11/2019	1
6/11/2019	0
7/11/2019	0
8/11/2019	1
9/11/2019	0
10/11/2019	0
11/11/2019	0
12/11/2019	0
13/11/2019	0
14/11/2019	0
15/11/2019	0
16/11/2019	0
17/11/2019	0
18/11/2019	0
19/11/2019	0
20/11/2019	0
21/11/2019	0
22/11/2019	0
23/11/2019	0
24/11/2019	0
25/11/2019	0
26/11/2019	1
27/11/2019	1
28/11/2019	1
29/11/2019	0
30/11/2019	0
1/12/2019	2
2/12/2019	0
3/12/2019	1
4/12/2019	0
5/12/2019	0
6/12/2019	0
7/12/2019	0
8/12/2019	0
9/12/2019	0
10/12/2019	0
11/12/2019	0
12/12/2019	0
13/12/2019	0
14/12/2019	0
15/12/2019	0
16/12/2019	0
17/12/2019	0
18/12/2019	1
19/12/2019	0
20/12/2019	0
21/12/2019	0
22/12/2019	0
23/12/2019	0
24/12/2019	0
25/12/2019	0
26/12/2019	0
27/12/2019	0
28/12/2019	0
29/12/2019	0
30/12/2019	0
31/12/2019	0

---

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

Anexo 10. Datos de la humedad en la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Koica año 2019.

NOMBRE ESTACIÓN	FECHA	HUMEDAD DEL AIRE (%)
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/01/2019	56,59
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/01/2019	59,22
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/01/2019	64,00
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/01/2019	62,46
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/01/2019	63,56
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/01/2019	61,19
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/01/2019	66,35
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/01/2019	67,23
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/01/2019	70,32
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/01/2019	69,24
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/01/2019	70,73
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/01/2019	70,27
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/01/2019	71,42
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/01/2019	66,21
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/01/2019	61,55
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/01/2019	67,75
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/01/2019	62,32
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/01/2019	63,91
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/01/2019	64,19
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/01/2019	62,34
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/01/2019	65,57
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/01/2019	64,58
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/01/2019	65,73
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/01/2019	62,05
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/01/2019	62,93
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/01/2019	61,89
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/01/2019	58,74
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/01/2019	69,38
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/01/2019	73,18
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/01/2019	62,37
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/01/2019	59,01
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/02/2019	55,56
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/02/2019	59,99
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/02/2019	55,24
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/02/2019	57,57
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/02/2019	57,42
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/02/2019	56,17
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/02/2019	58,92
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/02/2019	63,90
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/02/2019	61,72
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/02/2019	58,69
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/02/2019	61,23
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/02/2019	58,05
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/02/2019	56,31
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/02/2019	53,89
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/02/2019	53,52
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/02/2019	55,60
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/02/2019	59,08
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/02/2019	64,09
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/02/2019	61,07
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/02/2019	63,44
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/02/2019	60,05
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/02/2019	58,29
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/02/2019	67,59
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/02/2019	72,23
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/02/2019	57,98
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/02/2019	55,70
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/02/2019	71,66
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/02/2019	64,57
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/03/2019	60,45
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/03/2019	68,82
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/03/2019	65,18
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/03/2019	65,71
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/03/2019	65,62
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/03/2019	55,89
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/03/2019	56,42
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/03/2019	58,71
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/03/2019	62,63
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/03/2019	68,44
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/03/2019	69,99
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/03/2019	68,33
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/03/2019	61,84
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/03/2019	64,33
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/03/2019	70,72
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/03/2019	71,98
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/03/2019	69,57
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/03/2019	61,82
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/03/2019	70,99
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/03/2019	79,21
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/03/2019	79,19
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/03/2019	75,99
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/03/2019	74,63
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/03/2019	66,06
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/03/2019	64,40
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/03/2019	60,63
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/03/2019	59,15
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/03/2019	60,78
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/03/2019	80,21
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/03/2019	69,34
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/03/2019	67,93
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/04/2019	75,54
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/04/2019	79,35
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/04/2019	69,38
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/04/2019	68,92
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/04/2019	67,36
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/04/2019	67,56
	7/04/2019	71,86
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/04/2019	50,23
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/04/2019	63,50
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/04/2019	69,50
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/04/2019	69,56
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/04/2019	66,46
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/04/2019	68,03
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/04/2019	72,35
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/04/2019	69,81
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/04/2019	85,64
	17/04/2019	70,81

	17/04/2019	70,81
	18/04/2019	75,88
	19/04/2019	84,17
	20/04/2019	82,30
	21/04/2019	81,57
	22/04/2019	83,44
	23/04/2019	89,75
	24/04/2019	78,63
	25/04/2019	80,70
	26/04/2019	77,33
	27/04/2019	82,39
	28/04/2019	71,69
	29/04/2019	63,65
	30/04/2019	62,10
	1/05/2019	53,34
	2/05/2019	47,30
	3/05/2019	57,43
	4/05/2019	64,76
	5/05/2019	67,04
	6/05/2019	72,27
	7/05/2019	66,29
	8/05/2019	68,82
	9/05/2019	82,15
	10/05/2019	85,23
	11/05/2019	77,58
	12/05/2019	74,41
	13/05/2019	69,52
	14/05/2019	72,81
	15/05/2019	69,08
	16/05/2019	74,82
	17/05/2019	75,78
	18/05/2019	76,63
	19/05/2019	73,53
	20/05/2019	66,86
	21/05/2019	70,36
	22/05/2019	72,19
	23/05/2019	70,46
	24/05/2019	84,34
	25/05/2019	84,78
	26/05/2019	80,68
	27/05/2019	75,02
	28/05/2019	77,28
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/05/2019	66,65
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/05/2019	74,73
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/05/2019	77,35
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/06/2019	82,27
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/06/2019	76,16
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/06/2019	76,64
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/06/2019	71,65
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/06/2019	69,91
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/06/2019	72,88
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/06/2019	76,14
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/06/2019	62,82
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/06/2019	62,05
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/06/2019	69,24

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/06/2019	62,62
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/06/2019	55,97
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/06/2019	62,79
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/06/2019	66,72
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/06/2019	59,84
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/06/2019	66,25
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/06/2019	64,34
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/06/2019	64,14
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/06/2019	72,98
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/06/2019	70,89
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/06/2019	79,59
	22/06/2019	73,15
	23/06/2019	62,41
	24/06/2019	60,26
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/06/2019	53,70
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/06/2019	50,16
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/06/2019	56,40
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/06/2019	65,14
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/06/2019	67,49
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/06/2019	66,75
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/07/2019	78,74
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/07/2019	66,86
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/07/2019	51,04
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/07/2019	61,70
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/07/2019	67,22
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/07/2019	63,62
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/07/2019	63,91
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/07/2019	59,11
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/07/2019	73,50
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/07/2019	63,61
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/07/2019	63,46
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/07/2019	62,73
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/07/2019	60,02
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/07/2019	52,37
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/07/2019	53,69
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/07/2019	64,79
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/07/2019	65,37
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/07/2019	64,83
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/07/2019	65,06
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/07/2019	65,65
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/07/2019	67,22
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/07/2019	72,85
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/07/2019	63,02
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/07/2019	51,80
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/07/2019	55,83
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/07/2019	62,49
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/07/2019	59,38
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/07/2019	62,47
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/07/2019	66,60
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/07/2019	61,03
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/07/2019	60,85
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/08/2019	65,73
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/08/2019	82,40
	3/08/2019	70,06

---

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

	4/08/2019	62,57
	5/08/2019	86,29
	6/08/2019	74,19
	7/08/2019	71,43
	8/08/2019	71,60
	9/08/2019	62,89
	10/08/2019	70,24
	11/08/2019	58,53
	12/08/2019	63,24
	13/08/2019	69,78
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/08/2019	71,18
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/08/2019	68,80
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/08/2019	72,99
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/08/2019	71,58
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/08/2019	64,47
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/08/2019	75,32
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/08/2019	71,95
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/08/2019	65,06
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/08/2019	61,73
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/08/2019	83,04
	24/08/2019	64,51
	25/08/2019	71,62
	26/08/2019	69,70
	27/08/2019	65,48
	28/08/2019	66,49
	29/08/2019	68,52
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/08/2019	59,41
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/08/2019	67,21
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/09/2019	65,53
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/09/2019	65,28
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/09/2019	61,21
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/09/2019	58,82
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/09/2019	61,64
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/09/2019	60,90
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/09/2019	60,71
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/09/2019	63,70
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/09/2019	62,48
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/09/2019	60,56
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/09/2019	62,89
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/09/2019	64,59
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/09/2019	60,31
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/09/2019	63,96
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/09/2019	59,07
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/09/2019	59,63
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/09/2019	61,62
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/09/2019	68,51
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/09/2019	76,26
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/09/2019	74,78
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/09/2019	74,26
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/09/2019	73,91
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/09/2019	71,29
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/09/2019	65,99
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/09/2019	70,17
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/09/2019	66,05
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/09/2019	82,40
	28/09/2019	70,75
	29/09/2019	68,48
	30/09/2019	66,06
	1/10/2019	71,01
	2/10/2019	77,51
	3/10/2019	68,05
	4/10/2019	66,76
	5/10/2019	78,86
	6/10/2019	72,61
	7/10/2019	71,61
	8/10/2019	71,13

	9/10/2019	61,44
	10/10/2019	69,52
	11/10/2019	75,42
	12/10/2019	69,39
	13/10/2019	70,51
	14/10/2019	73,93
	15/10/2019	70,27
	16/10/2019	67,98
	17/10/2019	58,10
	18/10/2019	68,73
	19/10/2019	68,89
	20/10/2019	66,27
	21/10/2019	77,59
	22/10/2019	72,04
	23/10/2019	70,23
	24/10/2019	74,52
	25/10/2019	83,26
	26/10/2019	79,13
	27/10/2019	76,35
	28/10/2019	78,97
	29/10/2019	70,02
	30/10/2019	69,67
	31/10/2019	68,30
	1/11/2019	60,75
	2/11/2019	64,21
	3/11/2019	62,59
	4/11/2019	77,12
	5/11/2019	74,90
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/11/2019	56,84
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/11/2019	81,65
	8/11/2019	66,31
	9/11/2019	64,42
	10/11/2019	65,00
	11/11/2019	62,42
	12/11/2019	77,13
	13/11/2019	81,41
	14/11/2019	79,95
	15/11/2019	84,56
	16/11/2019	78,43
	17/11/2019	79,47
	18/11/2019	71,61
	19/11/2019	67,85
	20/11/2019	65,77
	21/11/2019	70,44
	22/11/2019	71,83
	23/11/2019	68,82
	24/11/2019	77,73
	25/11/2019	81,46
	26/11/2019	79,56
	27/11/2019	71,17
	28/11/2019	79,99
	29/11/2019	66,36
	30/11/2019	63,84
	1/12/2019	63,63
	2/12/2019	73,47
	3/12/2019	65,39
	4/12/2019	59,35
	5/12/2019	70,80
	6/12/2019	66,54
	7/12/2019	63,55
	8/12/2019	60,81
	9/12/2019	58,68
	10/12/2019	67,16
	11/12/2019	71,72
	12/12/2019	62,14
	13/12/2019	62,58
	14/12/2019	62,29
	15/12/2019	66,39
	16/12/2019	66,60
	17/12/2019	79,71
	18/12/2019	78,55
	19/12/2019	64,03
	20/12/2019	64,52
	21/12/2019	65,09
	22/12/2019	63,40
	23/12/2019	66,37
	24/12/2019	63,63
	25/12/2019	57,32
	26/12/2019	60,12
	27/12/2019	63,79
	28/12/2019	67,30
	29/12/2019	68,54
	30/12/2019	65,64
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/12/2019	60,70

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

Anexo 11. Datos de la humedad en la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Recreo año 2019.

NOMBRE ESTACIÓN	FECHA	HUMEDAD DEL AIRE (%)
SOGAMOSO-RECREO	1/01/2019	58,73
SOGAMOSO-RECREO	2/01/2019	58,01
SOGAMOSO-RECREO	3/01/2019	66,31
SOGAMOSO-RECREO	4/01/2019	63,29
SOGAMOSO-RECREO	5/01/2019	66,10
SOGAMOSO-RECREO	6/01/2019	63,93
SOGAMOSO-RECREO	7/01/2019	70,48
SOGAMOSO-RECREO	8/01/2019	69,75
SOGAMOSO-RECREO	9/01/2019	72,17
SOGAMOSO-RECREO	10/01/2019	70,92
SOGAMOSO-RECREO	11/01/2019	71,32
SOGAMOSO-RECREO	12/01/2019	71,58
SOGAMOSO-RECREO	13/01/2019	74,65
SOGAMOSO-RECREO	14/01/2019	70,07
SOGAMOSO-RECREO	15/01/2019	62,37
SOGAMOSO-RECREO	16/01/2019	67,33
SOGAMOSO-RECREO	17/01/2019	66,08
SOGAMOSO-RECREO	18/01/2019	64,85
SOGAMOSO-RECREO	19/01/2019	67,21
SOGAMOSO-RECREO	20/01/2019	63,76
SOGAMOSO-RECREO	21/01/2019	68,10
SOGAMOSO-RECREO	22/01/2019	65,36
SOGAMOSO-RECREO	23/01/2019	69,29
SOGAMOSO-RECREO	24/01/2019	64,54
SOGAMOSO-RECREO	25/01/2019	64,88
SOGAMOSO-RECREO	26/01/2019	64,19
SOGAMOSO-RECREO	27/01/2019	62,95
SOGAMOSO-RECREO	28/01/2019	65,74
SOGAMOSO-RECREO	29/01/2019	77,59
SOGAMOSO-RECREO	30/01/2019	67,95
SOGAMOSO-RECREO	31/01/2019	60,29
SOGAMOSO-RECREO	1/02/2019	58,46
SOGAMOSO-RECREO	2/02/2019	61,31
SOGAMOSO-RECREO	3/02/2019	56,51
SOGAMOSO-RECREO	4/02/2019	59,45
SOGAMOSO-RECREO	5/02/2019	58,69
SOGAMOSO-RECREO	6/02/2019	57,80
SOGAMOSO-RECREO	7/02/2019	60,83
SOGAMOSO-RECREO	8/02/2019	63,53
SOGAMOSO-RECREO	9/02/2019	67,10
SOGAMOSO-RECREO	10/02/2019	61,14
SOGAMOSO-RECREO	11/02/2019	62,05
SOGAMOSO-RECREO	12/02/2019	59,73
SOGAMOSO-RECREO	13/02/2019	57,94
SOGAMOSO-RECREO	14/02/2019	57,37
SOGAMOSO-RECREO	15/02/2019	53,14
SOGAMOSO-RECREO	16/02/2019	59,53
SOGAMOSO-RECREO	17/02/2019	57,23
SOGAMOSO-RECREO	18/02/2019	70,20
SOGAMOSO-RECREO	19/02/2019	62,38
SOGAMOSO-RECREO	20/02/2019	62,58
SOGAMOSO-RECREO	21/02/2019	61,85
SOGAMOSO-RECREO	22/02/2019	62,21

SOGAMOSO-RECREO	23/02/2019	58,46
SOGAMOSO-RECREO	24/02/2019	70,86
SOGAMOSO-RECREO	25/02/2019	78,18
SOGAMOSO-RECREO	26/02/2019	57,19
SOGAMOSO-RECREO	27/02/2019	60,70
SOGAMOSO-RECREO	28/02/2019	78,22
SOGAMOSO-RECREO	1/03/2019	61,89
SOGAMOSO-RECREO	2/03/2019	68,59
SOGAMOSO-RECREO	3/03/2019	72,82
SOGAMOSO-RECREO	4/03/2019	65,52
SOGAMOSO-RECREO	5/03/2019	72,96
SOGAMOSO-RECREO	6/03/2019	61,24
SOGAMOSO-RECREO	7/03/2019	57,04
SOGAMOSO-RECREO	8/03/2019	61,80
SOGAMOSO-RECREO	9/03/2019	63,75
SOGAMOSO-RECREO	10/03/2019	65,90
SOGAMOSO-RECREO	11/03/2019	70,70
SOGAMOSO-RECREO	12/03/2019	78,67
SOGAMOSO-RECREO	13/03/2019	68,33
SOGAMOSO-RECREO	14/03/2019	62,97
SOGAMOSO-RECREO	15/03/2019	74,45
SOGAMOSO-RECREO	16/03/2019	71,20
SOGAMOSO-RECREO	17/03/2019	79,06
SOGAMOSO-RECREO	18/03/2019	72,43
SOGAMOSO-RECREO	19/03/2019	62,96
SOGAMOSO-RECREO	20/03/2019	88,29
SOGAMOSO-RECREO	21/03/2019	85,98
SOGAMOSO-RECREO	22/03/2019	82,32
SOGAMOSO-RECREO	23/03/2019	74,31
SOGAMOSO-RECREO	24/03/2019	82,87
SOGAMOSO-RECREO	25/03/2019	67,82
SOGAMOSO-RECREO	26/03/2019	65,66
SOGAMOSO-RECREO	27/03/2019	63,82
SOGAMOSO-RECREO	28/03/2019	60,12
SOGAMOSO-RECREO	29/03/2019	67,07
SOGAMOSO-RECREO	30/03/2019	85,91
SOGAMOSO-RECREO	31/03/2019	71,33
SOGAMOSO-RECREO	1/04/2019	69,95
SOGAMOSO-RECREO	2/04/2019	81,88
SOGAMOSO-RECREO	3/04/2019	85,98
SOGAMOSO-RECREO	4/04/2019	70,81
SOGAMOSO-RECREO	5/04/2019	66,62
SOGAMOSO-RECREO	6/04/2019	66,23
SOGAMOSO-RECREO	7/04/2019	71,86
SOGAMOSO-RECREO	8/04/2019	65,86
SOGAMOSO-RECREO	9/04/2019	59,77
SOGAMOSO-RECREO	10/04/2019	66,56
SOGAMOSO-RECREO	11/04/2019	73,70
SOGAMOSO-RECREO	12/04/2019	67,74
SOGAMOSO-RECREO	13/04/2019	67,23
SOGAMOSO-RECREO	14/04/2019	70,29
SOGAMOSO-RECREO	15/04/2019	76,86
SOGAMOSO-RECREO	16/04/2019	73,60
SOGAMOSO-RECREO	17/04/2019	70,81

SOGAMOSO-RECREO	18/04/2019	75,88	SOGAMOSO-RECREO	11/06/2019	73,70
SOGAMOSO-RECREO	19/04/2019	84,17	SOGAMOSO-RECREO	12/06/2019	67,43
SOGAMOSO-RECREO	20/04/2019	82,30	SOGAMOSO-RECREO	13/06/2019	57,24
SOGAMOSO-RECREO	21/04/2019	81,57	SOGAMOSO-RECREO	14/06/2019	66,09
SOGAMOSO-RECREO	22/04/2019	83,44	SOGAMOSO-RECREO	15/06/2019	71,38
SOGAMOSO-RECREO	23/04/2019	89,75	SOGAMOSO-RECREO	16/06/2019	65,51
SOGAMOSO-RECREO	24/04/2019	78,63	SOGAMOSO-RECREO	17/06/2019	61,94
SOGAMOSO-RECREO	25/04/2019	80,70	SOGAMOSO-RECREO	18/06/2019	65,67
SOGAMOSO-RECREO	26/04/2019	77,33	SOGAMOSO-RECREO	19/06/2019	68,75
SOGAMOSO-RECREO	27/04/2019	82,39	SOGAMOSO-RECREO	20/06/2019	72,49
SOGAMOSO-RECREO	28/04/2019	71,69	SOGAMOSO-RECREO	21/06/2019	75,87
SOGAMOSO-RECREO	29/04/2019	63,65	SOGAMOSO-RECREO	22/06/2019	73,15
SOGAMOSO-RECREO	30/04/2019	62,10	SOGAMOSO-RECREO	23/06/2019	62,41
SOGAMOSO-RECREO	1/05/2019	53,34	SOGAMOSO-RECREO	24/06/2019	60,26
SOGAMOSO-RECREO	2/05/2019	47,30	SOGAMOSO-RECREO	25/06/2019	70,97
SOGAMOSO-RECREO	3/05/2019	57,43	SOGAMOSO-RECREO	26/06/2019	66,57
SOGAMOSO-RECREO	4/05/2019	64,76	SOGAMOSO-RECREO	27/06/2019	54,59
SOGAMOSO-RECREO	5/05/2019	67,04	SOGAMOSO-RECREO	28/06/2019	55,80
SOGAMOSO-RECREO	6/05/2019	72,27	SOGAMOSO-RECREO	29/06/2019	65,78
SOGAMOSO-RECREO	7/05/2019	66,29	SOGAMOSO-RECREO	30/06/2019	68,04
SOGAMOSO-RECREO	8/05/2019	68,82	SOGAMOSO-RECREO	1/07/2019	65,82
SOGAMOSO-RECREO	9/05/2019	82,15	SOGAMOSO-RECREO	2/07/2019	73,84
SOGAMOSO-RECREO	10/05/2019	85,23	SOGAMOSO-RECREO	3/07/2019	84,50
SOGAMOSO-RECREO	11/05/2019	77,58	SOGAMOSO-RECREO	4/07/2019	51,66
SOGAMOSO-RECREO	12/05/2019	74,41	SOGAMOSO-RECREO	5/07/2019	65,45
SOGAMOSO-RECREO	13/05/2019	69,52	SOGAMOSO-RECREO	6/07/2019	66,09
SOGAMOSO-RECREO	14/05/2019	72,81	SOGAMOSO-RECREO	7/07/2019	73,65
SOGAMOSO-RECREO	15/05/2019	69,08	SOGAMOSO-RECREO	8/07/2019	64,62
SOGAMOSO-RECREO	16/05/2019	74,82	SOGAMOSO-RECREO	9/07/2019	64,79
SOGAMOSO-RECREO	17/05/2019	75,78	SOGAMOSO-RECREO	10/07/2019	65,08
SOGAMOSO-RECREO	18/05/2019	76,63	SOGAMOSO-RECREO	11/07/2019	74,98
SOGAMOSO-RECREO	19/05/2019	73,53	SOGAMOSO-RECREO	12/07/2019	65,71
SOGAMOSO-RECREO	20/05/2019	66,86	SOGAMOSO-RECREO	13/07/2019	68,13
SOGAMOSO-RECREO	21/05/2019	70,36	SOGAMOSO-RECREO	14/07/2019	63,59
SOGAMOSO-RECREO	22/05/2019	72,19	SOGAMOSO-RECREO	15/07/2019	56,30
SOGAMOSO-RECREO	23/05/2019	70,46	SOGAMOSO-RECREO	16/07/2019	56,53
SOGAMOSO-RECREO	24/05/2019	84,34	SOGAMOSO-RECREO	17/07/2019	60,40
SOGAMOSO-RECREO	25/05/2019	84,78	SOGAMOSO-RECREO	18/07/2019	68,11
SOGAMOSO-RECREO	26/05/2019	80,68	SOGAMOSO-RECREO	19/07/2019	68,46
SOGAMOSO-RECREO	27/05/2019	75,02	SOGAMOSO-RECREO	20/07/2019	67,04
SOGAMOSO-RECREO	28/05/2019	77,28	SOGAMOSO-RECREO	21/07/2019	63,55
SOGAMOSO-RECREO	29/05/2019	77,15	SOGAMOSO-RECREO	22/07/2019	73,12
SOGAMOSO-RECREO	30/05/2019	77,06	SOGAMOSO-RECREO	23/07/2019	70,62
SOGAMOSO-RECREO	31/05/2019	78,66	SOGAMOSO-RECREO	24/07/2019	73,90
SOGAMOSO-RECREO	1/06/2019	81,09	SOGAMOSO-RECREO	25/07/2019	57,39
SOGAMOSO-RECREO	2/06/2019	90,27	SOGAMOSO-RECREO	26/07/2019	60,00
SOGAMOSO-RECREO	3/06/2019	84,99	SOGAMOSO-RECREO	27/07/2019	59,24
SOGAMOSO-RECREO	4/06/2019	82,16	SOGAMOSO-RECREO	28/07/2019	62,54
SOGAMOSO-RECREO	5/06/2019	78,48	SOGAMOSO-RECREO	29/07/2019	63,28
SOGAMOSO-RECREO	6/06/2019	73,68	SOGAMOSO-RECREO	30/07/2019	68,79
SOGAMOSO-RECREO	7/06/2019	78,12	SOGAMOSO-RECREO	31/07/2019	70,35
SOGAMOSO-RECREO	8/06/2019	79,45	SOGAMOSO-RECREO	1/08/2019	66,63
SOGAMOSO-RECREO	9/06/2019	75,01	SOGAMOSO-RECREO	2/08/2019	65,46
SOGAMOSO-RECREO	10/06/2019	62,91	SOGAMOSO-RECREO	3/08/2019	70,06

---

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.



SOGAMOSO-RECREO	4/08/2019	62,57
SOGAMOSO-RECREO	5/08/2019	86,29
SOGAMOSO-RECREO	6/08/2019	74,19
SOGAMOSO-RECREO	7/08/2019	71,43
SOGAMOSO-RECREO	8/08/2019	71,60
SOGAMOSO-RECREO	9/08/2019	62,89
SOGAMOSO-RECREO	10/08/2019	70,24
SOGAMOSO-RECREO	11/08/2019	58,53
SOGAMOSO-RECREO	12/08/2019	63,24
SOGAMOSO-RECREO	13/08/2019	69,78
SOGAMOSO-RECREO	14/08/2019	68,80
SOGAMOSO-RECREO	15/08/2019	72,34
SOGAMOSO-RECREO	16/08/2019	73,41
SOGAMOSO-RECREO	17/08/2019	73,93
SOGAMOSO-RECREO	18/08/2019	76,99
SOGAMOSO-RECREO	19/08/2019	73,61
SOGAMOSO-RECREO	20/08/2019	67,46
SOGAMOSO-RECREO	21/08/2019	78,85
SOGAMOSO-RECREO	22/08/2019	76,64
SOGAMOSO-RECREO	23/08/2019	65,96
SOGAMOSO-RECREO	24/08/2019	64,51
SOGAMOSO-RECREO	25/08/2019	71,62
SOGAMOSO-RECREO	26/08/2019	69,70
SOGAMOSO-RECREO	27/08/2019	65,48
SOGAMOSO-RECREO	28/08/2019	66,49
SOGAMOSO-RECREO	29/08/2019	68,52
SOGAMOSO-RECREO	30/08/2019	69,97
SOGAMOSO-RECREO	31/08/2019	58,75
SOGAMOSO-RECREO	1/09/2019	60,07
SOGAMOSO-RECREO	2/09/2019	72,27
SOGAMOSO-RECREO	3/09/2019	69,55
SOGAMOSO-RECREO	4/09/2019	66,74
SOGAMOSO-RECREO	5/09/2019	63,24
SOGAMOSO-RECREO	6/09/2019	60,04
SOGAMOSO-RECREO	7/09/2019	65,57
SOGAMOSO-RECREO	8/09/2019	64,29
SOGAMOSO-RECREO	9/09/2019	62,91
SOGAMOSO-RECREO	10/09/2019	64,91
SOGAMOSO-RECREO	11/09/2019	63,74
SOGAMOSO-RECREO	12/09/2019	64,72
SOGAMOSO-RECREO	13/09/2019	64,82
SOGAMOSO-RECREO	14/09/2019	64,49
SOGAMOSO-RECREO	15/09/2019	63,65
SOGAMOSO-RECREO	16/09/2019	66,40
SOGAMOSO-RECREO	17/09/2019	62,07
SOGAMOSO-RECREO	18/09/2019	61,91
SOGAMOSO-RECREO	19/09/2019	64,06
SOGAMOSO-RECREO	20/09/2019	70,15
SOGAMOSO-RECREO	21/09/2019	79,82
SOGAMOSO-RECREO	22/09/2019	80,68
SOGAMOSO-RECREO	23/09/2019	81,00
SOGAMOSO-RECREO	24/09/2019	79,14
SOGAMOSO-RECREO	25/09/2019	77,44
SOGAMOSO-RECREO	26/09/2019	69,68
SOGAMOSO-RECREO	27/09/2019	76,47
SOGAMOSO-RECREO	28/09/2019	70,75
SOGAMOSO-RECREO	29/09/2019	68,48
SOGAMOSO-RECREO	30/09/2019	66,06
SOGAMOSO-RECREO	1/10/2019	71,01
SOGAMOSO-RECREO	2/10/2019	77,51
SOGAMOSO-RECREO	3/10/2019	68,05
SOGAMOSO-RECREO	4/10/2019	66,76
SOGAMOSO-RECREO	5/10/2019	78,86
SOGAMOSO-RECREO	6/10/2019	72,61
SOGAMOSO-RECREO	7/10/2019	71,61
SOGAMOSO-RECREO	8/10/2019	71,13

SOGAMOSO-RECREO	9/10/2019	61,44
SOGAMOSO-RECREO	10/10/2019	69,52
SOGAMOSO-RECREO	11/10/2019	75,42
SOGAMOSO-RECREO	12/10/2019	69,39
SOGAMOSO-RECREO	13/10/2019	70,51
SOGAMOSO-RECREO	14/10/2019	73,93
SOGAMOSO-RECREO	15/10/2019	70,27
SOGAMOSO-RECREO	16/10/2019	67,98
SOGAMOSO-RECREO	17/10/2019	58,10
SOGAMOSO-RECREO	18/10/2019	68,73
SOGAMOSO-RECREO	19/10/2019	68,89
SOGAMOSO-RECREO	20/10/2019	66,27
SOGAMOSO-RECREO	21/10/2019	77,59
SOGAMOSO-RECREO	22/10/2019	72,04
SOGAMOSO-RECREO	23/10/2019	70,23
SOGAMOSO-RECREO	24/10/2019	74,52
SOGAMOSO-RECREO	25/10/2019	83,26
SOGAMOSO-RECREO	26/10/2019	79,13
SOGAMOSO-RECREO	27/10/2019	76,35
SOGAMOSO-RECREO	28/10/2019	78,97
SOGAMOSO-RECREO	29/10/2019	70,02
SOGAMOSO-RECREO	30/10/2019	69,67
SOGAMOSO-RECREO	31/10/2019	68,30
SOGAMOSO-RECREO	1/11/2019	60,75
SOGAMOSO-RECREO	2/11/2019	64,21
SOGAMOSO-RECREO	3/11/2019	62,59
SOGAMOSO-RECREO	4/11/2019	77,12
SOGAMOSO-RECREO	5/11/2019	74,90
SOGAMOSO-RECREO	6/11/2019	65,08
SOGAMOSO-RECREO	7/11/2019	66,30
SOGAMOSO-RECREO	8/11/2019	66,31
SOGAMOSO-RECREO	9/11/2019	64,42
SOGAMOSO-RECREO	10/11/2019	65,00
SOGAMOSO-RECREO	11/11/2019	62,42
SOGAMOSO-RECREO	12/11/2019	77,13
SOGAMOSO-RECREO	13/11/2019	81,41
SOGAMOSO-RECREO	14/11/2019	79,95
SOGAMOSO-RECREO	15/11/2019	84,56
SOGAMOSO-RECREO	16/11/2019	78,43
SOGAMOSO-RECREO	17/11/2019	79,47
SOGAMOSO-RECREO	18/11/2019	71,61
SOGAMOSO-RECREO	19/11/2019	67,85
SOGAMOSO-RECREO	20/11/2019	65,77
SOGAMOSO-RECREO	21/11/2019	70,44
SOGAMOSO-RECREO	22/11/2019	71,83
SOGAMOSO-RECREO	23/11/2019	68,82
SOGAMOSO-RECREO	24/11/2019	77,73
SOGAMOSO-RECREO	25/11/2019	81,46
SOGAMOSO-RECREO	26/11/2019	79,56
SOGAMOSO-RECREO	27/11/2019	71,17
SOGAMOSO-RECREO	28/11/2019	79,99
SOGAMOSO-RECREO	29/11/2019	66,36
SOGAMOSO-RECREO	30/11/2019	63,84
SOGAMOSO-RECREO	1/12/2019	63,63
SOGAMOSO-RECREO	2/12/2019	73,47
SOGAMOSO-RECREO	3/12/2019	65,39
SOGAMOSO-RECREO	4/12/2019	59,35
SOGAMOSO-RECREO	5/12/2019	70,80
SOGAMOSO-RECREO	6/12/2019	66,54
SOGAMOSO-RECREO	7/12/2019	63,55
SOGAMOSO-RECREO	8/12/2019	60,81
SOGAMOSO-RECREO	9/12/2019	58,68
SOGAMOSO-RECREO	10/12/2019	67,16
SOGAMOSO-RECREO	11/12/2019	71,72
SOGAMOSO-RECREO	12/12/2019	62,14
SOGAMOSO-RECREO	13/12/2019	62,58
SOGAMOSO-RECREO	14/12/2019	62,29
SOGAMOSO-RECREO	15/12/2019	66,39
SOGAMOSO-RECREO	16/12/2019	66,60
SOGAMOSO-RECREO	17/12/2019	79,71
SOGAMOSO-RECREO	18/12/2019	78,55
SOGAMOSO-RECREO	19/12/2019	64,03
SOGAMOSO-RECREO	20/12/2019	64,52
SOGAMOSO-RECREO	21/12/2019	65,09
SOGAMOSO-RECREO	22/12/2019	63,40
SOGAMOSO-RECREO	23/12/2019	66,37
SOGAMOSO-RECREO	24/12/2019	63,63
SOGAMOSO-RECREO	25/12/2019	57,32
SOGAMOSO-RECREO	26/12/2019	60,12
SOGAMOSO-RECREO	27/12/2019	63,79
SOGAMOSO-RECREO	28/12/2019	67,30
SOGAMOSO-RECREO	29/12/2019	68,54
SOGAMOSO-RECREO	30/12/2019	65,64
SOGAMOSO-RECREO	31/12/2019	60,70

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

## Anexo 12. Datos de la temperatura en la estación de calidad del aire Sogamoso-Móvil Koica año 2019.

NOMBRE ESTACIÓN	FECHA	TEMPERATURA DEL AIRE (°C)
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/01/2019	12,7148
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/01/2019	11,7975
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/01/2019	11,5250
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/01/2019	12,6533
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/01/2019	14,2188
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/01/2019	15,6592
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/01/2019	13,2488
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/01/2019	14,1408
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/01/2019	13,3513
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/01/2019	14,0588
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/01/2019	14,2646
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/01/2019	14,7363
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/01/2019	14,4425
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/01/2019	14,8121
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/01/2019	15,1092
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/01/2019	14,9225
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/01/2019	14,8496
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/01/2019	13,0654
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/01/2019	13,1996
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/01/2019	14,0888
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/01/2019	13,0363
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/01/2019	13,6675
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/01/2019	12,9867
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/01/2019	14,9604
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/01/2019	14,9483
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/01/2019	14,5767
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/01/2019	15,4225
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/01/2019	15,1438
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/01/2019	15,2530
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/01/2019	16,3896
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/01/2019	15,6604
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/02/2019	16,2091
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/02/2019	16,3679
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/02/2019	15,1246
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/02/2019	16,0888
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/02/2019	16,3458
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/02/2019	16,8146
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/02/2019	16,6371
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/02/2019	16,5487
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/02/2019	16,2883
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/02/2019	15,9221
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/02/2019	15,4088
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/02/2019	16,0842
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/02/2019	16,3458
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/02/2019	16,5788
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/02/2019	16,2513
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/02/2019	16,8933
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/02/2019	15,7388
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/02/2019	16,0204
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/02/2019	16,0783
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/02/2019	16,1333
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/02/2019	16,0050
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/02/2019	16,5654

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/02/2019	15,6222
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/02/2019	15,4779
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/02/2019	15,2971
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/02/2019	15,5836
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/02/2019	14,1127
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/02/2019	14,9800
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/03/2019	16,6148
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/03/2019	15,5529
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/03/2019	15,5842
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/03/2019	15,7796
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/03/2019	16,8067
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/03/2019	17,9371
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/03/2019	17,2042
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/03/2019	16,0267
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/03/2019	15,1275
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/03/2019	14,1213
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/03/2019	15,5625
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/03/2019	16,1613
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/03/2019	17,4133
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/03/2019	16,6563
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/03/2019	15,4658
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/03/2019	15,7279
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/03/2019	15,6929
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/03/2019	16,2375
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/03/2019	15,0454
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/03/2019	13,9600
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/03/2019	14,1367
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/03/2019	14,8967
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/03/2019	14,9275
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/03/2019	15,2879
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/03/2019	16,0775
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/03/2019	17,2250
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/03/2019	16,7883
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/03/2019	15,8121
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/03/2019	14,3696
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/03/2019	15,8563
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/03/2019	15,8325
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/04/2019	14,4155
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/04/2019	13,2755
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/04/2019	15,4750
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/04/2019	16,5392
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/04/2019	16,6574
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/04/2019	16,5864
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/04/2019	16,5600
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/04/2019	18,9638
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/04/2019	16,2875
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/04/2019	15,6225
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/04/2019	15,9938
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/04/2019	15,7925
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/04/2019	15,3808
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/04/2019	14,5691
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/04/2019	15,6442
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/04/2019	12,8588
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/04/2019	16,1371

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/04/2019	15,7142
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/04/2019	14,5750
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/04/2019	14,7850
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/04/2019	15,1400
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/04/2019	14,9858
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/04/2019	13,5158
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/04/2019	15,3250
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/04/2019	14,8645
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/04/2019	15,5142
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/04/2019	15,2221
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/04/2019	16,4292
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/04/2019	15,7970
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/04/2019	14,4367
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/05/2019	14,0983
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/05/2019	14,4592
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/05/2019	14,5421
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/05/2019	15,5404
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/05/2019	15,9500
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/05/2019	15,2292
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/05/2019	16,0957
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/05/2019	15,4796
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/05/2019	14,6763
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/05/2019	14,7963
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/05/2019	15,7046
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/05/2019	15,7829
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/05/2019	15,7700
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/05/2019	15,7217
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/05/2019	15,7135
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/05/2019	14,8613
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/05/2019	14,8513
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/05/2019	15,0083
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/05/2019	15,9038
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/05/2019	15,8638
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/05/2019	15,9321
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/05/2019	14,3704
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/05/2019	15,8554
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/05/2019	14,3096
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/05/2019	14,2700
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/05/2019	13,8583
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/05/2019	15,5004
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/05/2019	15,1096
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/05/2019	16,9792
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/05/2019	15,2113
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/05/2019	14,9517
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/06/2019	13,5139
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/06/2019	14,6346
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/06/2019	13,8017
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/06/2019	14,0338
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/06/2019	14,9746
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/06/2019	13,9296
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/06/2019	14,0229
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/06/2019	15,6208
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/06/2019	15,3033
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/06/2019	14,4171

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/06/2019	15,8421
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/06/2019	15,9275
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/06/2019	16,0088
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/06/2019	15,2413
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/06/2019	15,0750
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/06/2019	14,8150
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/06/2019	15,8117
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/06/2019	15,3033
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/06/2019	13,1354
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/06/2019	13,9054
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/06/2019	12,4967
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/06/2019	14,1308
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/06/2019	14,8779
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/06/2019	15,5488
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/06/2019	15,4911
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/06/2019	16,0975
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/06/2019	14,0354
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/06/2019	13,1713
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/06/2019	14,0683
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/06/2019	14,3108
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/07/2019	13,3457
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/07/2019	14,3108
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/07/2019	16,7942
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/07/2019	16,0483
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/07/2019	13,4275
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/07/2019	13,3733
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/07/2019	13,0817
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/07/2019	13,9788
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/07/2019	13,1492
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/07/2019	14,7008
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/07/2019	14,9663
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/07/2019	14,7321
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/07/2019	15,6854
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/07/2019	16,2475
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/07/2019	14,9563
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/07/2019	13,2850
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/07/2019	14,1817
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/07/2019	14,0304
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/07/2019	14,7496
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/07/2019	14,3650
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/07/2019	14,2292
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/07/2019	14,1367
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/07/2019	14,2825
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/07/2019	15,4938
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/07/2019	13,8208
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/07/2019	13,9663
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/07/2019	14,4196
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/07/2019	14,2650
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/07/2019	13,6433
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/07/2019	14,1587
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/07/2019	14,1308
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/08/2019	14,1991
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/08/2019	10,0713
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/08/2019	14,4671

---

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/08/2019	17,3288	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/10/2019	14,0983
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/08/2019	10,5750	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/10/2019	13,9008
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/08/2019	13,9079	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/10/2019	13,2896
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/08/2019	13,7487	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/10/2019	13,6946
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/08/2019	13,2767	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/10/2019	14,6583
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/08/2019	14,6713	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/10/2019	14,1377
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/08/2019	13,7071	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/10/2019	14,1583
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/08/2019	14,8621	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/10/2019	13,8030
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/08/2019	15,3921	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/10/2019	13,4046
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/08/2019	14,4596	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/10/2019	14,3992
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/08/2019	13,2244	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/10/2019	13,6292
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/08/2019	12,9596	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/10/2019	15,2858
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/08/2019	12,8371	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/10/2019	13,7204
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/08/2019	14,3029	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/10/2019	13,6929
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/08/2019	14,9025	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/10/2019	14,5688
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/08/2019	11,3846	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/10/2019	14,0421
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/08/2019	12,7829	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/10/2019	12,6482
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/08/2019	13,3558	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/10/2019	14,0204
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/08/2019	14,7329	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/10/2019	14,1329
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/08/2019	9,4450	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/10/2019	14,2404
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/08/2019	14,7358	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/10/2019	14,9074
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/08/2019	13,6441	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/10/2019	15,2467
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/08/2019	13,7867	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/10/2019	13,7050
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/08/2019	13,8163	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/11/2019	14,3871
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/08/2019	14,1092	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/11/2019	14,4558
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/08/2019	14,7117	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/11/2019	15,0058
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/08/2019	13,0433	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/11/2019	15,1483
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/08/2019	13,5196	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/11/2019	14,1826
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/09/2019	14,8026	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/11/2019	16,8070
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/09/2019	13,8529	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/11/2019	10,4157
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/09/2019	14,2192	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/11/2019	13,8021
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/09/2019	14,6896	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/11/2019	15,4188
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/09/2019	13,4183	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/11/2019	16,4213
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/09/2019	14,1017	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/11/2019	16,2354
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/09/2019	12,7642	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/11/2019	15,0742
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/09/2019	12,3238	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/11/2019	14,9088
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/09/2019	14,0508	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/11/2019	15,2250
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/09/2019	14,0379	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/11/2019	14,3052
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/09/2019	14,7304	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/11/2019	14,5921
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/09/2019	14,5217	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/11/2019	14,2563
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/09/2019	15,2996	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/11/2019	15,8941
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/09/2019	14,0692	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/11/2019	15,2146
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/09/2019	14,1563	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/11/2019	16,2242
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/09/2019	15,3361	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/11/2019	16,0117
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/09/2019	14,8783	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/11/2019	15,5208
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/09/2019	14,4938	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/11/2019	16,3471
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/09/2019	13,6029	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/11/2019	14,7725
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/09/2019	14,2138	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/11/2019	14,1491
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/09/2019	14,1113	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/11/2019	13,8950
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/09/2019	13,7192	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/11/2019	14,9242
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/09/2019	13,7854	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/11/2019	14,3189
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/09/2019	14,8492	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/11/2019	14,4743
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/09/2019	13,8971	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/11/2019	14,6371
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/09/2019	12,8825	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/12/2019	14,4396
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/09/2019	7,7733	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/12/2019	15,8804
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/09/2019	13,0521	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/12/2019	17,2033
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/09/2019	13,1357	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/12/2019	16,4335
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/09/2019	15,2771	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/12/2019	13,4022
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	1/10/2019	15,3350	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/12/2019	14,6946
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	2/10/2019	13,8990	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/12/2019	15,3548
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	3/10/2019	14,3825	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/12/2019	13,9008
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	4/10/2019	14,6722	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	9/12/2019	14,4725
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	5/10/2019	12,0957	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	10/12/2019	14,7667
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	6/10/2019	13,5754	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	11/12/2019	15,1475
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	7/10/2019	13,1852	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	12/12/2019	15,2825
SOGAMOSO-MOVIL KOICA	8/10/2019	13,6363	SOGAMOSO-MOVIL KOICA	13/12/2019	15,3896
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	14/12/2019	15,2596
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	15/12/2019	15,4096
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	16/12/2019	15,7817
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	17/12/2019	14,3246
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	18/12/2019	14,7288
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	19/12/2019	15,4858
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	20/12/2019	15,2625
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	21/12/2019	15,4100
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	22/12/2019	15,3696
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	23/12/2019	14,9979
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	24/12/2019	15,6917
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	25/12/2019	15,1841
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	26/12/2019	14,5754
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	27/12/2019	15,6613
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	28/12/2019	16,0646
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	29/12/2019	15,9587
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	30/12/2019	15,6046
			SOGAMOSO-MOVIL KOICA	31/12/2019	16,0929

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.



SOGAMOSO-RECREO	18/04/2019	15,714
SOGAMOSO-RECREO	19/04/2019	14,575
SOGAMOSO-RECREO	20/04/2019	14,785
SOGAMOSO-RECREO	21/04/2019	15,140
SOGAMOSO-RECREO	22/04/2019	14,986
SOGAMOSO-RECREO	23/04/2019	13,516
SOGAMOSO-RECREO	24/04/2019	15,325
SOGAMOSO-RECREO	25/04/2019	14,865
SOGAMOSO-RECREO	26/04/2019	15,514
SOGAMOSO-RECREO	27/04/2019	15,222
SOGAMOSO-RECREO	28/04/2019	16,429
SOGAMOSO-RECREO	29/04/2019	15,797
SOGAMOSO-RECREO	30/04/2019	14,437
SOGAMOSO-RECREO	1/05/2019	14,098
SOGAMOSO-RECREO	2/05/2019	14,459
SOGAMOSO-RECREO	3/05/2019	14,542
SOGAMOSO-RECREO	4/05/2019	15,540
SOGAMOSO-RECREO	5/05/2019	15,950
SOGAMOSO-RECREO	6/05/2019	15,229
SOGAMOSO-RECREO	7/05/2019	16,096
SOGAMOSO-RECREO	8/05/2019	15,480
SOGAMOSO-RECREO	9/05/2019	14,676
SOGAMOSO-RECREO	10/05/2019	14,796
SOGAMOSO-RECREO	11/05/2019	15,705
SOGAMOSO-RECREO	12/05/2019	15,783
SOGAMOSO-RECREO	13/05/2019	15,770
SOGAMOSO-RECREO	14/05/2019	15,722
SOGAMOSO-RECREO	15/05/2019	15,713
SOGAMOSO-RECREO	16/05/2019	14,861
SOGAMOSO-RECREO	17/05/2019	14,851
SOGAMOSO-RECREO	18/05/2019	15,008
SOGAMOSO-RECREO	19/05/2019	15,904
SOGAMOSO-RECREO	20/05/2019	15,864
SOGAMOSO-RECREO	21/05/2019	15,932
SOGAMOSO-RECREO	22/05/2019	14,370
SOGAMOSO-RECREO	23/05/2019	15,855
SOGAMOSO-RECREO	24/05/2019	14,310
SOGAMOSO-RECREO	25/05/2019	14,270
SOGAMOSO-RECREO	26/05/2019	13,858
SOGAMOSO-RECREO	27/05/2019	15,500
SOGAMOSO-RECREO	28/05/2019	15,110
SOGAMOSO-RECREO	29/05/2019	14,959
SOGAMOSO-RECREO	30/05/2019	15,209
SOGAMOSO-RECREO	31/05/2019	15,180
SOGAMOSO-RECREO	1/06/2019	14,979
SOGAMOSO-RECREO	2/06/2019	13,647
SOGAMOSO-RECREO	3/06/2019	13,903
SOGAMOSO-RECREO	4/06/2019	13,997
SOGAMOSO-RECREO	5/06/2019	13,669
SOGAMOSO-RECREO	6/06/2019	15,105
SOGAMOSO-RECREO	7/06/2019	13,473
SOGAMOSO-RECREO	8/06/2019	14,148
SOGAMOSO-RECREO	9/06/2019	14,852
SOGAMOSO-RECREO	10/06/2019	15,526

SOGAMOSO-RECREO	11/06/2019	14,689
SOGAMOSO-RECREO	12/06/2019	15,317
SOGAMOSO-RECREO	13/06/2019	16,148
SOGAMOSO-RECREO	14/06/2019	16,011
SOGAMOSO-RECREO	15/06/2019	15,455
SOGAMOSO-RECREO	16/06/2019	15,182
SOGAMOSO-RECREO	17/06/2019	15,202
SOGAMOSO-RECREO	18/06/2019	16,219
SOGAMOSO-RECREO	19/06/2019	15,641
SOGAMOSO-RECREO	20/06/2019	13,706
SOGAMOSO-RECREO	21/06/2019	14,225
SOGAMOSO-RECREO	22/06/2019	14,131
SOGAMOSO-RECREO	23/06/2019	14,878
SOGAMOSO-RECREO	24/06/2019	15,549
SOGAMOSO-RECREO	25/06/2019	14,548
SOGAMOSO-RECREO	26/06/2019	13,705
SOGAMOSO-RECREO	27/06/2019	16,032
SOGAMOSO-RECREO	28/06/2019	13,932
SOGAMOSO-RECREO	29/06/2019	13,980
SOGAMOSO-RECREO	30/06/2019	14,515
SOGAMOSO-RECREO	1/07/2019	14,291
SOGAMOSO-RECREO	2/07/2019	14,818
SOGAMOSO-RECREO	3/07/2019	12,994
SOGAMOSO-RECREO	4/07/2019	15,977
SOGAMOSO-RECREO	5/07/2019	16,273
SOGAMOSO-RECREO	6/07/2019	14,942
SOGAMOSO-RECREO	7/07/2019	12,658
SOGAMOSO-RECREO	8/07/2019	13,075
SOGAMOSO-RECREO	9/07/2019	14,337
SOGAMOSO-RECREO	10/07/2019	13,772
SOGAMOSO-RECREO	11/07/2019	13,802
SOGAMOSO-RECREO	12/07/2019	14,925
SOGAMOSO-RECREO	13/07/2019	14,370
SOGAMOSO-RECREO	14/07/2019	15,673
SOGAMOSO-RECREO	15/07/2019	16,043
SOGAMOSO-RECREO	16/07/2019	15,127
SOGAMOSO-RECREO	17/07/2019	14,079
SOGAMOSO-RECREO	18/07/2019	14,119
SOGAMOSO-RECREO	19/07/2019	14,068
SOGAMOSO-RECREO	20/07/2019	15,019
SOGAMOSO-RECREO	21/07/2019	15,510
SOGAMOSO-RECREO	22/07/2019	13,735
SOGAMOSO-RECREO	23/07/2019	14,793
SOGAMOSO-RECREO	24/07/2019	14,591
SOGAMOSO-RECREO	25/07/2019	14,917
SOGAMOSO-RECREO	26/07/2019	13,490
SOGAMOSO-RECREO	27/07/2019	14,837
SOGAMOSO-RECREO	28/07/2019	14,210
SOGAMOSO-RECREO	29/07/2019	14,260
SOGAMOSO-RECREO	30/07/2019	13,520
SOGAMOSO-RECREO	31/07/2019	13,697
SOGAMOSO-RECREO	1/08/2019	14,275
SOGAMOSO-RECREO	2/08/2019	13,873
SOGAMOSO-RECREO	3/08/2019	14,467

---

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

SOGAMOSO-RECREO	4/08/2019	17,329	SOGAMOSO-RECREO	9/10/2019	14,098
SOGAMOSO-RECREO	5/08/2019	10,575	SOGAMOSO-RECREO	10/10/2019	13,901
SOGAMOSO-RECREO	6/08/2019	13,908	SOGAMOSO-RECREO	11/10/2019	13,290
SOGAMOSO-RECREO	7/08/2019	13,749	SOGAMOSO-RECREO	12/10/2019	13,695
SOGAMOSO-RECREO	8/08/2019	13,277	SOGAMOSO-RECREO	13/10/2019	14,658
SOGAMOSO-RECREO	9/08/2019	14,671	SOGAMOSO-RECREO	14/10/2019	14,138
SOGAMOSO-RECREO	10/08/2019	13,707	SOGAMOSO-RECREO	15/10/2019	14,158
SOGAMOSO-RECREO	11/08/2019	14,862	SOGAMOSO-RECREO	16/10/2019	13,803
SOGAMOSO-RECREO	12/08/2019	15,392	SOGAMOSO-RECREO	17/10/2019	13,405
SOGAMOSO-RECREO	13/08/2019	14,460	SOGAMOSO-RECREO	18/10/2019	14,399
SOGAMOSO-RECREO	14/08/2019	15,313	SOGAMOSO-RECREO	19/10/2019	13,629
SOGAMOSO-RECREO	15/08/2019	15,217	SOGAMOSO-RECREO	20/10/2019	15,286
SOGAMOSO-RECREO	16/08/2019	13,335	SOGAMOSO-RECREO	21/10/2019	13,720
SOGAMOSO-RECREO	17/08/2019	12,736	SOGAMOSO-RECREO	22/10/2019	13,693
SOGAMOSO-RECREO	18/08/2019	13,068	SOGAMOSO-RECREO	23/10/2019	14,569
SOGAMOSO-RECREO	19/08/2019	14,513	SOGAMOSO-RECREO	24/10/2019	14,042
SOGAMOSO-RECREO	20/08/2019	14,437	SOGAMOSO-RECREO	25/10/2019	12,648
SOGAMOSO-RECREO	21/08/2019	11,700	SOGAMOSO-RECREO	26/10/2019	14,020
SOGAMOSO-RECREO	22/08/2019	12,703	SOGAMOSO-RECREO	27/10/2019	14,133
SOGAMOSO-RECREO	23/08/2019	13,633	SOGAMOSO-RECREO	28/10/2019	14,240
SOGAMOSO-RECREO	24/08/2019	14,736	SOGAMOSO-RECREO	29/10/2019	14,907
SOGAMOSO-RECREO	25/08/2019	13,644	SOGAMOSO-RECREO	30/10/2019	15,247
SOGAMOSO-RECREO	26/08/2019	13,787	SOGAMOSO-RECREO	31/10/2019	13,705
SOGAMOSO-RECREO	27/08/2019	13,816	SOGAMOSO-RECREO	1/11/2019	14,387
SOGAMOSO-RECREO	28/08/2019	14,109	SOGAMOSO-RECREO	2/11/2019	14,456
SOGAMOSO-RECREO	29/08/2019	14,712	SOGAMOSO-RECREO	3/11/2019	15,006
SOGAMOSO-RECREO	30/08/2019	13,169	SOGAMOSO-RECREO	4/11/2019	15,148
SOGAMOSO-RECREO	31/08/2019	13,570	SOGAMOSO-RECREO	5/11/2019	14,183
SOGAMOSO-RECREO	1/09/2019	13,104	SOGAMOSO-RECREO	6/11/2019	16,791
SOGAMOSO-RECREO	2/09/2019	13,515	SOGAMOSO-RECREO	7/11/2019	15,696
SOGAMOSO-RECREO	3/09/2019	14,683	SOGAMOSO-RECREO	8/11/2019	13,802
SOGAMOSO-RECREO	4/09/2019	14,075	SOGAMOSO-RECREO	9/11/2019	15,419
SOGAMOSO-RECREO	5/09/2019	14,448	SOGAMOSO-RECREO	10/11/2019	16,421
SOGAMOSO-RECREO	6/09/2019	15,102	SOGAMOSO-RECREO	11/11/2019	16,235
SOGAMOSO-RECREO	7/09/2019	13,244	SOGAMOSO-RECREO	12/11/2019	15,074
SOGAMOSO-RECREO	8/09/2019	14,119	SOGAMOSO-RECREO	13/11/2019	14,909
SOGAMOSO-RECREO	9/09/2019	12,966	SOGAMOSO-RECREO	14/11/2019	15,225
SOGAMOSO-RECREO	10/09/2019	12,548	SOGAMOSO-RECREO	15/11/2019	14,305
SOGAMOSO-RECREO	11/09/2019	14,488	SOGAMOSO-RECREO	16/11/2019	14,592
SOGAMOSO-RECREO	12/09/2019	13,813	SOGAMOSO-RECREO	17/11/2019	14,256
SOGAMOSO-RECREO	13/09/2019	15,048	SOGAMOSO-RECREO	18/11/2019	15,894
SOGAMOSO-RECREO	14/09/2019	15,232	SOGAMOSO-RECREO	19/11/2019	15,215
SOGAMOSO-RECREO	15/09/2019	15,333	SOGAMOSO-RECREO	20/11/2019	16,224
SOGAMOSO-RECREO	16/09/2019	14,640	SOGAMOSO-RECREO	21/11/2019	16,012
SOGAMOSO-RECREO	17/09/2019	13,847	SOGAMOSO-RECREO	22/11/2019	15,521
SOGAMOSO-RECREO	18/09/2019	15,316	SOGAMOSO-RECREO	23/11/2019	16,347
SOGAMOSO-RECREO	19/09/2019	15,270	SOGAMOSO-RECREO	24/11/2019	14,773
SOGAMOSO-RECREO	20/09/2019	14,494	SOGAMOSO-RECREO	25/11/2019	14,149
SOGAMOSO-RECREO	21/09/2019	13,986	SOGAMOSO-RECREO	26/11/2019	13,895
SOGAMOSO-RECREO	22/09/2019	13,844	SOGAMOSO-RECREO	27/11/2019	14,924
SOGAMOSO-RECREO	23/09/2019	14,007	SOGAMOSO-RECREO	28/11/2019	14,319
SOGAMOSO-RECREO	24/09/2019	13,642	SOGAMOSO-RECREO	29/11/2019	14,474
SOGAMOSO-RECREO	25/09/2019	13,622	SOGAMOSO-RECREO	30/11/2019	14,637
SOGAMOSO-RECREO	26/09/2019	14,730	SOGAMOSO-RECREO	1/12/2019	14,440
SOGAMOSO-RECREO	27/09/2019	14,022	SOGAMOSO-RECREO	2/12/2019	15,880
SOGAMOSO-RECREO	28/09/2019	13,052	SOGAMOSO-RECREO	3/12/2019	17,203
SOGAMOSO-RECREO	29/09/2019	13,136	SOGAMOSO-RECREO	4/12/2019	16,433
SOGAMOSO-RECREO	30/09/2019	15,277	SOGAMOSO-RECREO	5/12/2019	13,402
SOGAMOSO-RECREO	1/10/2019	15,335	SOGAMOSO-RECREO	6/12/2019	14,695
SOGAMOSO-RECREO	2/10/2019	13,899	SOGAMOSO-RECREO	7/12/2019	15,355
SOGAMOSO-RECREO	3/10/2019	14,383	SOGAMOSO-RECREO	8/12/2019	13,901
SOGAMOSO-RECREO	4/10/2019	14,672	SOGAMOSO-RECREO	9/12/2019	14,473
SOGAMOSO-RECREO	5/10/2019	12,096	SOGAMOSO-RECREO	10/12/2019	14,767
SOGAMOSO-RECREO	6/10/2019	13,575	SOGAMOSO-RECREO	11/12/2019	15,148
SOGAMOSO-RECREO	7/10/2019	13,185	SOGAMOSO-RECREO	12/12/2019	15,283
SOGAMOSO-RECREO	8/10/2019	13,636	SOGAMOSO-RECREO	13/12/2019	15,390
			SOGAMOSO-RECREO	14/12/2019	15,260
			SOGAMOSO-RECREO	15/12/2019	15,410
			SOGAMOSO-RECREO	16/12/2019	15,782
			SOGAMOSO-RECREO	17/12/2019	14,325
			SOGAMOSO-RECREO	18/12/2019	14,729
			SOGAMOSO-RECREO	19/12/2019	15,486
			SOGAMOSO-RECREO	20/12/2019	15,263
			SOGAMOSO-RECREO	21/12/2019	15,410
			SOGAMOSO-RECREO	22/12/2019	15,370
			SOGAMOSO-RECREO	23/12/2019	14,998
			SOGAMOSO-RECREO	24/12/2019	15,692
			SOGAMOSO-RECREO	25/12/2019	15,184
			SOGAMOSO-RECREO	26/12/2019	14,575
			SOGAMOSO-RECREO	27/12/2019	15,661
			SOGAMOSO-RECREO	28/12/2019	16,065
			SOGAMOSO-RECREO	29/12/2019	15,959
			SOGAMOSO-RECREO	30/12/2019	15,605
			SOGAMOSO-RECREO	31/12/2019	16,093

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

## Anexo 14. Resultados del ICA.

FECHA	PM 2.5 (µg/m3)	ICA	CATEGORIA				
				6/03/2019	38,16	101,47	Dañina a la salud para grupos sensibles
1/01/2019	37,43	99,36	Dañina a la salud para grupos sensibles	7/03/2019	29,34	84,36	Aceptable
2/01/2019	8,96	37,35	Buena	8/03/2019	48,23	130,48	Dañina a la salud para grupos sensibles
3/01/2019	9,88	41,17	Buena	9/03/2019	24,89	75,27	Aceptable
4/01/2019	9,93	41,36	Buena	10/03/2019	19,34	63,95	Aceptable
5/01/2019	11,15	46,47	Buena	11/03/2019	15,45	56,01	Aceptable
6/01/2019	13,57	52,17	Aceptable	12/03/2019	22,76	70,93	Aceptable
7/01/2019	13,98	53,01	Aceptable	13/03/2019	18,38	61,99	Aceptable
8/01/2019	18,25	61,71	Aceptable	14/03/2019	15,85	56,82	Aceptable
9/01/2019	21,40	68,14	Aceptable	15/03/2019	20,28	65,86	Aceptable
10/01/2019	11,17	46,54	Buena	16/03/2019	21,43	68,21	Aceptable
11/01/2019	15,86	56,84	Aceptable	17/03/2019	21,05	67,44	Aceptable
12/01/2019	18,37	61,97	Aceptable	18/03/2019	18,73	62,70	Aceptable
13/01/2019	17,07	59,32	Aceptable	19/03/2019	21,14	67,62	Aceptable
14/01/2019	19,38	64,03	Aceptable	20/03/2019	21,17	67,68	Aceptable
15/01/2019	13,97	52,98	Aceptable	21/03/2019	19,66	64,60	Aceptable
16/01/2019	17,07	59,31	Aceptable	22/03/2019	17,36	59,90	Aceptable
17/01/2019	19,95	65,19	Aceptable	23/03/2019	20,79	66,90	Aceptable
18/01/2019	17,29	59,76	Aceptable	24/03/2019	17,17	59,51	Aceptable
19/01/2019	20,81	66,94	Aceptable	25/03/2019	24,90	75,29	Aceptable
20/01/2019	13,20	51,40	Aceptable	26/03/2019	32,69	91,20	Aceptable
21/01/2019	13,04	51,09	Aceptable	27/03/2019	49,06	132,88	Dañina a la salud para grupos sensibles
22/01/2019	11,85	49,38	Buena	28/03/2019	51,04	138,59	Dañina a la salud para grupos sensibles
23/01/2019	17,05	59,27	Aceptable	29/03/2019	33,79	93,45	Aceptable
24/01/2019	12,00	49,98	Buena	30/03/2019	29,70	85,10	Aceptable
25/01/2019	20,03	65,34	Aceptable	31/03/2019	21,14	67,62	Aceptable
26/01/2019	17,90	61,00	Aceptable	1/04/2019	12,51	50,00	Aceptable
27/01/2019	13,92	52,88	Aceptable	2/04/2019	16,03	57,18	Aceptable
28/01/2019	17,43	60,05	Aceptable	3/04/2019	22,01	69,39	Aceptable
29/01/2019	11,77	49,02	Buena	4/04/2019	19,36	63,98	Aceptable
30/01/2019	27,99	81,61	Aceptable	5/04/2019	16,18	57,49	Aceptable
31/01/2019	17,48	60,14	Aceptable	6/04/2019	22,69	70,78	Aceptable
1/02/2019	26,29	78,14	Aceptable	7/04/2019	33,84	93,55	Aceptable
2/02/2019	19,42	64,10	Aceptable	8/04/2019	28,54	82,73	Aceptable
3/02/2019	17,11	59,39	Aceptable	9/04/2019	31,16	88,08	Aceptable
4/02/2019	18,21	61,63	Aceptable	10/04/2019	25,54	76,60	Aceptable
5/02/2019	19,19	63,64	Aceptable	11/04/2019	26,24	78,04	Aceptable
6/02/2019	31,72	89,23	Aceptable	12/04/2019	25,37	76,25	Aceptable
7/02/2019	27,96	81,55	Aceptable	13/04/2019	33,37	92,59	Aceptable
8/02/2019	23,01	71,43	Aceptable	14/04/2019	33,68	93,22	Aceptable
9/02/2019	21,89	69,15	Aceptable	15/04/2019	9,58	39,92	Buena
10/02/2019	14,99	55,07	Aceptable	16/04/2019	14,62	54,30	Aceptable
11/02/2019	16,92	59,01	Aceptable	17/04/2019	14,37	53,80	Aceptable
12/02/2019	23,85	73,16	Aceptable	18/04/2019	15,05	55,18	Aceptable
13/02/2019	23,33	72,10	Aceptable	19/04/2019	12,20	49,37	Aceptable
14/02/2019	35,12	96,16	Aceptable	20/04/2019	7,57	31,55	Buena
15/02/2019	14,99	55,06	Aceptable	21/04/2019	4,67	19,46	Buena
16/02/2019	12,53	50,03	Aceptable	22/04/2019	10,68	44,50	Buena
17/02/2019	11,94	49,75	Buena	23/04/2019	12,88	50,75	Aceptable
18/02/2019	10,24	42,68	Buena	24/04/2019	12,89	50,78	Aceptable
19/02/2019	10,09	42,03	Buena	25/04/2019	17,92	61,04	Aceptable
20/02/2019	11,19	46,62	Buena	26/04/2019	13,56	52,14	Aceptable
21/02/2019	14,69	54,46	Aceptable	27/04/2019	10,54	43,92	Buena
22/02/2019	12,86	50,72	Aceptable	28/04/2019	9,10	37,92	Buena
23/02/2019	12,97	50,94	Aceptable	29/04/2019	6,96	29,00	Buena
24/02/2019	24,84	75,17	Aceptable	30/04/2019	10,72	44,67	Buena
25/02/2019	32,82	91,47	Aceptable	1/05/2019	13,64	52,31	Aceptable
26/02/2019	35,60	97,14	Aceptable	2/05/2019	12,00	50,01	Aceptable
27/02/2019	27,74	81,09	Aceptable	3/05/2019	15,66	56,43	Aceptable
28/02/2019	41,98	112,47	Dañina a la salud para grupos sensibles	4/05/2019	13,11	51,22	Aceptable
1/03/2019	30,81	87,36	Aceptable	5/05/2019	14,27	53,59	Aceptable
2/03/2019	28,72	83,09	Aceptable	6/05/2019	11,45	47,71	Buena
3/03/2019	23,04	71,50	Aceptable	7/05/2019	11,84	49,32	Buena
4/03/2019	29,92	85,55	Aceptable	8/05/2019	10,03	41,79	Buena
5/03/2019	27,87	81,36	Aceptable	9/05/2019	12,68	50,34	Aceptable

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.



10/05/2019	7,54	31,42	Buena	14/07/2019	10,56	44,01	Buena
11/05/2019	9,31	38,80	Buena	15/07/2019	8,10	33,75	Buena
12/05/2019	10,73	44,72	Buena	16/07/2019	12,50	49,98	Aceptable
13/05/2019	10,47	43,62	Buena	17/07/2019	10,72	44,68	Buena
14/05/2019	7,22	30,08	Buena	18/07/2019	10,11	42,13	Buena
15/05/2019	9,30	38,74	Buena	19/07/2019	12,59	50,17	Aceptable
16/05/2019	13,66	52,35	Aceptable	20/07/2019	9,65	40,22	Buena
17/05/2019	9,01	37,55	Buena	21/07/2019	6,97	29,03	Buena
18/05/2019	12,84	50,67	Aceptable	22/07/2019	9,38	39,06	Buena
19/05/2019	13,89	52,82	Aceptable	23/07/2019	8,26	34,40	Buena
20/05/2019	15,39	55,88	Aceptable	24/07/2019	8,64	35,99	Buena
21/05/2019	7,57	31,55	Buena	25/07/2019	10,85	45,22	Buena
22/05/2019	12,63	50,24	Aceptable	26/07/2019	12,07	49,10	Aceptable
23/05/2019	7,15	29,79	Buena	27/07/2019	13,12	51,24	Aceptable
24/05/2019	8,24	34,34	Buena	28/07/2019	12,25	49,47	Aceptable
25/05/2019	6,93	28,87	Buena	29/07/2019	13,85	52,73	Aceptable
26/05/2019	19,01	63,27	Aceptable	30/07/2019	15,03	55,15	Aceptable
27/05/2019	11,56	48,16	Buena	31/07/2019	17,67	60,54	Aceptable
28/05/2019	8,76	36,49	Buena	1/08/2019	12,47	49,92	Aceptable
29/05/2019	16,49	58,13	Aceptable	2/08/2019	15,87	56,86	Aceptable
30/05/2019	5,27	21,95	Buena	3/08/2019	16,01	57,15	Aceptable
31/05/2019	9,52	39,66	Buena	4/08/2019	10,59	44,14	Buena
1/06/2019	15,88	56,88	Aceptable	5/08/2019	8,77	36,54	Buena
2/06/2019	12,96	50,92	Aceptable	6/08/2019	7,40	30,84	Buena
3/06/2019	15,51	56,12	Aceptable	7/08/2019	11,17	46,54	Buena
4/06/2019	18,46	62,15	Aceptable	8/08/2019	12,94	50,87	Aceptable
5/06/2019	14,79	54,66	Aceptable	9/08/2019	10,56	43,99	Buena
6/06/2019	10,35	43,12	Buena	10/08/2019	10,96	45,68	Buena
7/06/2019	14,65	54,36	Aceptable	11/08/2019	13,17	51,36	Aceptable
8/06/2019	8,43	35,12	Buena	12/08/2019	11,21	46,70	Buena
9/06/2019	12,72	50,43	Aceptable	13/08/2019	9,61	40,05	Buena
10/06/2019	5,57	23,20	Buena	14/08/2019	11,90	49,58	Buena
11/06/2019	6,52	27,16	Buena	15/08/2019	11,68	48,67	Buena
12/06/2019	7,35	30,62	Buena	16/08/2019	13,60	52,23	Aceptable
13/06/2019	5,82	24,25	Buena	17/08/2019	10,73	44,70	Buena
14/06/2019	7,19	29,95	Buena	18/08/2019	7,61	31,70	Buena
15/06/2019	10,07	41,97	Buena	19/08/2019	8,78	36,59	Buena
16/06/2019	9,20	38,33	Buena	20/08/2019	9,11	37,96	Buena
17/06/2019	8,02	33,41	Buena	21/08/2019	18,12	61,44	Aceptable
18/06/2019	6,23	25,95	Buena	22/08/2019	13,78	52,59	Aceptable
19/06/2019	8,68	36,17	Buena	23/08/2019	20,87	67,07	Aceptable
20/06/2019	11,18	46,59	Buena	24/08/2019	11,19	46,63	Buena
21/06/2019	16,53	58,21	Aceptable	25/08/2019	12,59	50,16	Aceptable
22/06/2019	15,08	55,24	Aceptable	26/08/2019	14,48	54,02	Aceptable
23/06/2019	14,04	53,12	Aceptable	27/08/2019	12,21	49,39	Aceptable
24/06/2019	11,46	47,75	Buena	28/08/2019	10,26	42,74	Buena
25/06/2019	12,38	49,74	Aceptable	29/08/2019	11,73	48,88	Buena
26/06/2019	8,95	37,30	Buena	30/08/2019	16,16	57,46	Aceptable
27/06/2019	8,52	35,50	Buena	31/08/2019	15,64	56,39	Aceptable
28/06/2019	12,12	49,21	Aceptable	1/09/2019	12,63	50,25	Aceptable
29/06/2019	20,60	66,51	Aceptable	2/09/2019	11,12	46,33	Buena
30/06/2019	12,39	49,75	Aceptable	3/09/2019	13,33	51,67	Aceptable
1/07/2019	11,39	47,46	Buena	4/09/2019	14,29	53,63	Aceptable
2/07/2019	5,50	22,92	Buena	5/09/2019	15,38	55,86	Aceptable
3/07/2019	14,19	53,43	Aceptable	6/09/2019	13,14	51,29	Aceptable
4/07/2019	8,22	34,24	Buena	7/09/2019	18,48	62,20	Aceptable
5/07/2019	20,35	66,01	Aceptable	8/09/2019	16,65	58,45	Aceptable
6/07/2019	17,98	61,17	Aceptable	9/09/2019	12,83	50,66	Aceptable
7/07/2019	17,62	60,43	Aceptable	10/09/2019	11,44	47,67	Buena
8/07/2019	17,14	59,46	Aceptable	11/09/2019	15,34	55,78	Aceptable
9/07/2019	9,59	39,95	Buena	12/09/2019	16,48	58,10	Aceptable
10/07/2019	10,85	45,22	Buena	13/09/2019	14,58	54,22	Aceptable
11/07/2019	8,11	33,80	Buena	14/09/2019	12,32	49,61	Aceptable
12/07/2019	16,55	58,25	Aceptable	15/09/2019	16,89	58,93	Aceptable
13/07/2019	21,11	67,56	Aceptable	16/09/2019	11,80	49,18	Buena

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.

17/09/2019	15,95	57,02	Aceptable
18/09/2019	15,22	55,54	Aceptable
19/09/2019	17,48	60,16	Aceptable
20/09/2019	18,25	61,71	Aceptable
21/09/2019	18,45	62,13	Aceptable
22/09/2019	25,85	77,23	Aceptable
23/09/2019	11,89	49,54	Buena
24/09/2019	20,43	66,17	Aceptable
25/09/2019	19,13	63,51	Aceptable
26/09/2019	21,69	68,73	Aceptable
27/09/2019	24,98	75,46	Aceptable
28/09/2019	27,41	80,42	Aceptable
29/09/2019	20,48	66,27	Aceptable
30/09/2019	11,90	49,58	Buena
1/10/2019	10,57	44,04	Buena
2/10/2019	13,14	51,29	Aceptable
3/10/2019	14,82	54,73	Aceptable
4/10/2019	15,97	57,06	Aceptable
5/10/2019	11,83	49,29	Buena
6/10/2019	14,62	54,31	Aceptable
7/10/2019	12,21	49,40	Aceptable
8/10/2019	12,56	50,10	Aceptable
9/10/2019	12,91	50,82	Aceptable
10/10/2019	18,63	62,49	Aceptable
11/10/2019	17,98	61,16	Aceptable
12/10/2019	21,37	68,08	Aceptable
13/10/2019	12,22	49,40	Aceptable
14/10/2019	16,35	57,85	Aceptable
15/10/2019	12,68	50,35	Aceptable
16/10/2019	12,06	49,08	Aceptable
17/10/2019	13,35	51,70	Aceptable
18/10/2019	11,62	48,42	Buena
19/10/2019	14,45	53,96	Aceptable
20/10/2019	14,15	53,35	Aceptable
21/10/2019	16,85	58,85	Aceptable
22/10/2019	15,35	55,80	Aceptable
23/10/2019	13,63	52,28	Aceptable
24/10/2019	14,70	54,47	Aceptable
25/10/2019	17,95	61,11	Aceptable
26/10/2019	11,77	49,03	Buena
27/10/2019	12,04	49,04	Aceptable
28/10/2019	10,72	44,66	Buena
29/10/2019	9,19	38,29	Buena
30/10/2019	20,27	65,85	Aceptable
31/10/2019	11,53	48,03	Buena
1/11/2019	14,80	54,68	Aceptable
2/11/2019	15,51	56,12	Aceptable
3/11/2019	20,99	67,32	Aceptable
4/11/2019	9,30	38,75	Buena
5/11/2019	13,68	52,39	Aceptable
6/11/2019	5,32	22,15	Buena
7/11/2019	16,72	58,60	Aceptable
8/11/2019	14,31	53,68	Aceptable
9/11/2019	9,29	38,71	Buena
10/11/2019	11,75	48,95	Buena
11/11/2019	10,64	44,34	Buena
12/11/2019	22,97	71,35	Aceptable
13/11/2019	13,97	52,98	Aceptable
14/11/2019	18,46	62,15	Aceptable
15/11/2019	20,77	66,87	Aceptable
16/11/2019	9,00	37,50	Buena
17/11/2019	24,04	73,54	Aceptable
18/11/2019	16,83	58,81	Aceptable
19/11/2019	9,35	38,95	Buena

20/11/2019	12,90	50,80	Aceptable
21/11/2019	19,57	64,42	Aceptable
22/11/2019	17,10	59,38	Aceptable
23/11/2019	16,78	58,72	Aceptable
24/11/2019	34,19	94,26	Aceptable
25/11/2019	12,28	49,52	Aceptable
26/11/2019	24,12	73,71	Aceptable
27/11/2019	12,45	49,87	Aceptable
28/11/2019	16,58	58,31	Aceptable
29/11/2019	10,38	43,25	Buena
30/11/2019	10,24	42,67	Buena
1/12/2019	22,12	69,62	Aceptable
2/12/2019	17,02	59,20	Aceptable
3/12/2019	16,86	58,88	Aceptable
4/12/2019	9,57	39,88	Buena
5/12/2019	14,57	54,20	Aceptable
6/12/2019	16,55	58,24	Aceptable
7/12/2019	20,94	67,21	Aceptable
8/12/2019	22,61	70,62	Aceptable
9/12/2019	21,13	67,59	Aceptable
10/12/2019	26,49	78,54	Aceptable
11/12/2019	15,16	55,41	Aceptable
12/12/2019	18,21	61,64	Aceptable
13/12/2019	14,11	53,27	Aceptable
14/12/2019	20,09	65,48	Aceptable
15/12/2019	22,18	69,74	Aceptable
16/12/2019	20,67	66,66	Aceptable
17/12/2019	23,48	72,40	Aceptable
18/12/2019	25,60	76,73	Aceptable
19/12/2019	29,07	83,81	Aceptable
20/12/2019	14,93	54,94	Aceptable
21/12/2019	15,91	56,95	Aceptable
22/12/2019	14,75	54,57	Aceptable
23/12/2019	14,03	53,10	Aceptable
24/12/2019	9,74	40,59	Buena
25/12/2019	8,12	33,83	Buena
26/12/2019	12,89	50,78	Aceptable
27/12/2019	18,18	61,58	Aceptable
28/12/2019	14,40	53,86	Aceptable
29/12/2019	12,26	49,49	Aceptable
30/12/2019	15,33	55,76	Aceptable
31/12/2019	10,65	44,37	Buena

---

Evaluación de la concentración de material particulado (PM<sub>2.5</sub>) y su relación con enfermedades respiratorias en el municipio de Sogamoso-Boyacá.