

**RELACIÓN ENTRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y CONSULTAS POR
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS AGUDAS, MUNICIPIOS SOGAMOSO Y
NOBSA 2016 A 2018.**

**TRABAJO DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE MAGISTER EN
EPIDEMIOLOGIA**

LUCY ANDREA MESA FONSECA
Lucy.mesa@urosario.edu.co

UNIVERSIDAD CES-FACULTAD DE MEDICINA
COLEGIO MAYOR DE NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO-ESCUELA DE
MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD
BOGOTA D.C
2021

**RELACIÓN ENTRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y CONSULTAS POR
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS AGUDAS, MUNICIPIOS SOGAMOSO Y
NOBSA 2016 A 2018.**

**TRABAJO DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE MAGISTER EN
EPIDEMIOLOGIA**

LUCY ANDREA MESA FONSECA
Lucy.mesa@urosario.edu.co
ASESOR: ALEJANDRO SANIN BERNALMEDICO, ESPECIALIZACIÓN EN
SALUD OCUPACIONAL, MASTER SCIENCE EN ENVIRONMENTAL
EPIDEMIOLOGY

UNIVERSIDAD CES-FACULTAD DE MEDICINA
COLEGIO MAYOR DE NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO-ESCUELA DE
MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD
BOGOTA D.C
2021

AGRADECIMIENTOS

A, Alejandro Sanín por el apoyo profesional e incondicional durante el desarrollo de la tesis por el tiempo, dedicación, esfuerzo, paciencia, compromiso e ideas, por apoyarme compartiendo sus conocimientos y conversaciones en este camino tan largo que se recorrió.

A, Gilma Hernández por brindar su conocimiento académico y profesional para que todo fuese posible.

A, Luis Alfonso Ojeda Bello por apoyarme cada segundo no permitir que desistiera y darme ese aliento de lucha para seguir y se culminara la tesis siempre con la ayuda de DIOS.

A, mis padres y hermanos, la familiar donde el amor empieza y nunca termina.

CONTENIDO

1	RESUMEN	6
2	ABSTRACT	7
3	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
3.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
3.2	JUSTIFICACIÓN.....	12
3.3	PREGUNTA.....	14
4	MARCO TEÓRICO.....	15
4.1	CARACTERIZACION DE LOS CONTEXTOS TERRITORIALES Y DEMOGRAFICO.....	15
4.1.1	Descripción geográfica y geo referencia de la ciudad.....	15
4.1.2	Contexto demográfico.....	16
5	CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	18
5.1	Material particulado.....	18
5.2	Óxido de nitrógeno (NO ₂).....	20
5.3	Óxido de azufre (SO _x)	21
6	EMPRESAS INDUSTRIALES	22
6.1	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS Y DESCRIPCIÓN POBLACIÓN AFECTADA.....	24
7	HIPÓTESIS.....	27
8	OBJETIVOS	28
8.1	OBJETIVO GENERAL.....	28
8.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	28
9	METODOLOGÍA.....	29
9.1	ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	29
9.2	TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO	29
9.3	CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	29
9.3.1	Criterios de inclusión.....	29
9.3.2	Criterios de exclusión	30
9.4	DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	30
9.4.1	Diagrama de variables.....	31
9.4.2	Tabla de variables.....	31
9.5	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	32
9.5.1	Fuente de información	37

9.5.2	Proceso de obtención de la información	37
9.6	CONTROL DE ERRORES Y SEVGOS.....	38
9.7	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	38
10	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	39
11	RESULTADOS	40
11.1	INFORMACIÓN DE CONTAMINANTES	44
11.2	ASOCIACIÓN ENTRE SUBSERIES DE TIEMPO	46
11.3	SERIES DE TIEMPO DE CONTAMINANTES TRES AÑOS	48
12	DISCUSIÓN.....	55
13	CONCLUSIONES	59
14	RECOMENDACIONES	59
15	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 RESUMEN

Objetivo. Determinar la relación entre la concentración diaria de contaminantes ambientales y las consultas por diagnósticos de enfermedades respiratorias agudas en los municipios de Sogamoso y Nobsa.

Método Estudio tipo ecológico analítico de series de tiempo, que compara las variaciones temporales de los niveles de exposición de las concentraciones promedio de los contaminantes (PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2) del sistema de monitoreo ambiental con la serie de tiempo de las consultas por enfermedades respiratorias agudas de los municipios de Sogamoso y Nobsa tomados de los RIPS durante los años 2016 a 2018.

Resultados Para este estudio no se encontró correlación entre las series de tiempo globales de los contaminantes y la relación con la presencia de los eventos por enfermedades respiratorias se observan valores negativos y correlaciones inversas para todas las series. Al realizar el análisis de correlación para estas subseries de tiempo se encontró que todos los coeficientes estaban entre 0.345 y -0.352, todas ellas se interpretan sin una asociación representativa y con valores bajos de correlación. Para las series globales entre las dos variables de estudio se observan valores de coeficiente de correlación de Spearman que se mueven en un rango entre -.0335 y 0.111 que no permite en ningún caso concluir asociación entre el comportamiento de las series de tiempo comparadas.

Conclusión Este estudio no encontró asociación alguna entre las mediciones de las concentraciones promedio de los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2 con las consultas de enfermedades respiratorias agudas de los municipios de Sogamoso y Nobsa. Se postula que la baja calidad de los datos puede estar interviniendo en los resultados.

Palabras claves contaminación ambiental; series de tiempo; enfermedades respiratorias

2 ABSTRACT

Objective. To determine the relationship between the daily concentration of environmental pollutants and the increase in consultations for diagnoses of acute respiratory diseases at Sogamoso and Nobsa.

Method Ecological analytical type study of time series, which compares the temporal variations on exposure levels of the average concentrations of pollutants PM10, PM2.5, NO2 and SO2 with the time series of the number of acute respiratory diseases attended at the cities of Sogamoso and Nobsa during the years 2016 to 2018.

Results For this study, no correlation was found between the global time series of pollutants and the relationship with the presence of events due to respiratory diseases, negative values and inverse correlations were observed for all series. When performing the correlation analysis for these time subseries, it was found that all the coefficients were between 0.345 and -0.352, all of them are interpreted without a representative association and with low correlation values. For the global series between the two study variables, Spearman's correlation coefficient values are observed that move in a range between -.0335 and 0.111, which does not allow in any case to conclude an association between the behavior of the compared time series.

Conclusion This study did not find any association between the average concentrations of the pollutants PM10, PM2.5, NO2 and SO2 with the number of consultations for acute respiratory diseases in the municipalities of Sogamoso and Nobsa. Low quality of data is postulated as a possible cause for these findings.

Keywords environmental pollution; time series; respiratory diseases.

3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha alertado sobre el aumento de la contaminación ambiental en el mundo, solo el 12% de las personas que viven en las ciudades respiran aire limpio, la mitad está expuesta a niveles de contaminación 2,5 veces mayores a lo permitido. Según OMS en el informe del 2005, la contaminación causa 1,3 millones de fallecimientos anuales a nivel mundial, recientemente las cifras son alarmantes con un aumento en 3,2 millones de muertes al año. Es la novena causa medioambiental de mortalidad prematura, además habrá contribuido al acortamiento de vida de 3,2 millones de personas, por causa cardiovascular y 223.000 por cáncer de pulmón (1).

En Europa se identificaron 400.000 muertes prematuras anuales con un costo económico estimado entre 330.000 y 940.000 millones de euros. En Colombia según el banco mundial para el año 2010 el costo anual de contaminación urbana fue 1,1% del producto interno bruto, con 4.700 casos de bronquitis crónica causando alrededor de 5000 muertes. Sin considerar los centros urbanos donde la exposición de la población es desconocida y difícil de estimar (1).

Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Salud (INS) encontró que la exposición a aire de mala calidad ocasiona alrededor de 17.549 muertes en Colombia, el 8% del total de la mortalidad anual, 7 de ellas son enfermedades pulmonares, enfermedad pulmonar crónica (EPOC), Infecciones respiratorias agudas, cáncer de pulmón, enfermedades producidas por la mala calidad del aire, ocasionando 200 mil muertes anualmente. “Se logró determinar que la calidad del aire ocasiona el 13,9% de las muertes por enfermedad isquémica del corazón, el 17,6% de las muertes por enfermedad pulmonar obstructiva crónica; y la calidad del agua ocasiona el 71,6% de las muertes por enfermedad diarreica aguda que afecta, principalmente, a menores de 5 años y mayores de 60 años (2).

Es por ello que la contaminación ambiental es una problemática que afronta varios países en el mundo en desarrollo y vía de desarrollo como lo es Colombia, ubicado en el extremo norte de América del Sur, la mayor parte del territorio ubicado por encima de la línea ecuatorial con condiciones climáticas tropicales características que se ven marcadamente afectadas por las estaciones cálidas y frías (3).

Existe evidencia de los daños producidos por los niveles de contaminantes atmosféricos material particulado (PM_{10} , $PM_{2.5}$), dióxido de nitrógeno (NO_2) y dióxido de azufre (SO_2) entre otros y la relación con la presencia de enfermedades respiratorias secundaria a la exposición a contaminantes, por consecuente produce afectaciones en la salud pública por el aumento de las tasas de morbilidad y mortalidad en la población. Según Diamond, la geografía de Eurasia favoreció el desarrollo temprano de la civilización existente en la actualidad ya que presentaba una relativa homogeneidad ecológica, la cual favoreció la adaptación de las especies domesticadas y los cultivos. El impacto ambiental generado por los asentamientos urbanos, el crecimiento industrial, las actividades humanas generadoras de contaminantes, la explotación de recursos naturales, el crecimiento poblacional, el crecimiento urbano y factores demográficos participan en la emisión de contaminantes, situación que afecta la salud (4,5), generan polución y lluvia ácida ocasionando aumento de enfermedades respiratorias y cáncer.

No ajeno a esta realidad se encuentran los municipios de Sogamoso y Nobsa los cuales hacen parte Según “Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial y el IDEAM, con datos de monitoreo de calidad del aire en el Valle de Sogamoso entre 2003 y 2007 junto a Medellín, Bogotá y Barranquilla las siete regiones más contaminadas, concentra la mayor cantidad de emisiones generadas según el tipo de corredor industrial, se considera el tercer corredor con mayor generación de emisiones atmosféricas (6). Entre las cuales están los diferentes tipos de emisiones, fuentes móviles se dan especialmente por el sector del transporte, carga pesada y servicio de transporte público generadores de contaminantes como el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, óxido de carbono y ozono. Fuentes fijas relacionadas en los procesos de manufactura y grandes empresas industriales descritas. Fuentes

naturales como la actividad volcánica y forestales por el cambio climático global (7) y por último las emisiones por el sector de las cadenas de producción ganadera “Según el IDEAM, en el país impacta cerca de 200 kton (toneladas métricas equivalente kilotón) en emisiones de gases efecto invernadero. De esta cantidad, Boyacá produce emisiones cercanas a 10.783 kton, la gran mayoría por industrias, minería y el sector agropecuario” (8,9). Tipos de emisiones que no representan una gran emisión de contaminantes como lo son las fuentes fijas y que no se logra soportar por la literatura.

El municipio de Sogamoso registra 403 hornos de ladrillo, 176 pequeñas y medianas industrias y 14 grandes industrias. La actividad minera es otra de las actividades económicas que contribuye significativamente al aumento de las emisiones en la ciudad, destacándose la explotación de carbón, arcillas, arenas, recebo, cementos, entre otras (8). La industria artesanal por su dimensión tiene un aporte de interés a la contaminación, pues registra 734 fuentes de emisión entre caleras, minas y chircales; por otro lado, los aportes de la industria pesada son bastante significativos (42,6%), siendo responsables de estas emisiones Siderúrgicas como Acerías Paz del Río S.A (Votorantim Group), Hornasa, Holcim, Indumil, Argos y además se encuentra a las Pymes, conformadas por varias actividades productoras, siendo los centros de acopio los más representativos. Equivalente al 57% de la gran industria el valle de Sogamoso (10).

En el municipio de Nobsa existen empresas las cuales se destacan Triturados Boyacá, Acerías Paz del Río, Cementos Holcim, pequeñas industrias de confección de ruanas y artesanías en madera que corresponden el 29% del sector industrial del municipio. Además, cuenta con pequeñas empresas familiares de canteras de cal y pequeñas alfarerías. El restante corresponde al municipio de Tibasosa donde se encuentra Bavaria S.A. con el 14% de distribución industrial (11).

La provincia de Sugamoxi está conformado por los municipios Sogamoso, Nobsa, Tibasosa, Pesca, e Iza, entre otros dentro de los cuales se encuentran ubicados las grandes empresas del corredor industrial. La Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), maneja la red de calidad del aire en el Valle de Sogamoso

instalada desde el año 2001, las cuales cuenta con cuatro estaciones de monitoreo automática y miden contaminantes como PM₁₀, SO₂, NO₂, PM_{2.5} (6).

Según la Corpoboyacá las concentraciones de Dióxido de azufre (SO₂), para el año 2004 se identificaron datos extremos registrándose valores entre 190 y 74,7 ppm, la estación que registró el promedio más alto fue Nazaret año 2005 con una concentración de 21,81 ppb. El mismo año el material particulado PM₁₀ el promedio más alto fue de 67,10 µg/m³. El ozono O₃ para el año 2005 registro valores más altos de concentración en repetidas ocasiones para los tres años los niveles superaron los niveles máximos permisibles (12)

La contaminación ambiental secundaria a una mezcla compleja de sustancias químicas como el O₃, NO₂, sustancias biológicas y partículas PM₁₀, derivadas de procesos naturales, de actividad humana, como industria, humo y tráfico. Estos contaminantes ocasionan alteración en el sistema respiratorio como el material particulado respirable son porciones de partículas que penetran en los pulmones, generando irritación y estados de broncoespasmo leves o modernamente obstructivos. El óxido de azufre, contribuye en la presencia de enfermedades respiratorias, produce inflamación de las vías aéreas e infección. El ozono, puede generar irritación en ojos, nariz y garganta disminuyendo la capacidad respiratoria, asociado también a enfermedades cardiovasculares (13).

Según el informe del análisis situacional en salud del municipio de Sogamoso (ASIS), el grupo de enfermedades transmisibles lo conforman nueve subgrupos entre las cuales se encuentran las infecciones respiratorias agudas, ocupan el primer lugar con gran diferencia con las demás subcausas, observándose en el periodo 2005 a 2014, que para el año 2017 presento una mayor tasa del 21.9 muertes por 100.000 habitantes (14). En relación a las consultas por los diagnósticos por enfermedades respiratorias agudas clasificados en el CIE 10 y que se tuvieron en cuenta para el estudio no se evidencia indicadores que describan si se ha presentado aumento o disminución en el número de eventos.

Los diagnósticos por enfermedades respiratorias agudas por consultas en los municipios de Sogamoso y Nobsa no cuentan con suficiente evidencia científica que

comprueben la posible asociación entre la contaminación ambiental y el aumento en el número de diagnósticos por enfermedades respiratorias. Es por ello que surge el interrogante ¿si puede existe asociación entre la concentración de contaminación atmosférica y las consultas por enfermedades respiratorias en la población de Sogamoso y Nobsa?

3.2 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocó en estudiar la posible asociación entre la contaminación ambiental de los municipios de Sogamoso y Nobsa con las consultas por enfermedades respiratorias agudas, debido a la búsqueda en base de datos no se evidencio información disponible que permitiera un análisis de dicha asociación teniendo en cuenta el tipo de estudio.

Debido a la creciente industrialización del departamento de Boyacá ha conllevado a cambios económicos, sociales y ambientales por ende aumento en la contaminación ambiental en los municipios y alrededores originados en gran manera por la actividad económica y humana que ha evolucionado en los últimos años, es importante destacar la pertinencia de dar soluciones a las problemáticas en estos municipios ya que la falta de información hizo que fuera de gran importancia el investigar sobre este tema de interés, en ese mismo sentido la concientización de la población por tomar medidas preventivas que mitigue el daño que está ocasionando la contaminación por las industrias.

El estudio proporcionó visibilidad de la situación por la que atraviesan los municipios por la problemática a nivel mundial del aumento en la contaminación ambiental. De igual forma con los resultados encontrados se logra tomar medidas de salud pública tendientes al control de emisiones de contaminantes y minimización de consultas por patologías que afecten al sistema respiratorio. El estudio contó con todas las herramientas para poder desarrollarse en su totalidad, utilizando bases de datos suministradas por los entes gubernamentales como secretaria de salud y centros de salud de cada municipio y las bases de los contaminantes obtenidas a partir de

los sistemas de información SISAIRE y SIAC y en última instancia por la calidad de los datos fue enviada por la entidad Corpoboyacá. Los datos se encontraron bien identificados en efecto por fuentes secundarias. Los RIPS se descargaron por el aplicativo SIANIESP del SIVIGILA de las entidades de los municipios.

Ante la situación planteada la viabilidad ética se basó en la norma científica, técnica y administrativa para la investigación en salud establecida en la resolución 8430 de 1993, la cual dicta las disposiciones para el desarrollo de la investigación en salud, según el artículo 11, se consideró investigación sin riesgo ya que se emplearon métodos de investigación documental (15), se realizó por medio de fuentes secundarias, y sistemas de información de acceso libre, cumpliendo a cabalidad la protección de datos personales según la ley 1581 de 2012 Nivel Nacional (16).

El estudio fue financiado por recursos propios de la investigadora. Al realizar esta investigación contribuyó en la identificación de factores de riesgo ambientales, documentales, etc., y las múltiples variables que afectan la salud de la población Sogamoseña y Nobsana, de igual forma se encontró aspectos de calidad de datos que son de importancia a la hora de establecer programas y acciones que permitan mitigar los factores riesgo y por ende establecer aspectos sociales frente a la concientización de la problemática actual. Por otro lado, permitió evaluar si las acciones implementadas de las grandes empresas industriales han sido efectivas al momento de minimizar el efecto de los contaminantes atmosféricos.

Es por ello que se hace necesario realizar este estudio partiendo del objetivo de identificar la relación con el incremento de los contaminantes y las por enfermedades respiratoria en el municipio de Sogamoso y Nobsa durante el periodo comprendido 2016 a 2018.

3.3 PREGUNTA

¿Existe asociación entre la contaminación ambiental y las consultas por diagnósticos por enfermedades respiratorias agudas en la población de Sogamoso y Nobsa en los años 2016 a 2018?

4 MARCO TEÓRICO

4.1 CARACTERIZACION DE LOS CONTEXTOS TERRITORIALES Y DEMOGRAFICO

4.1.1 Descripción geográfica y geo referencia de la ciudad.

Sogamoso es un municipio de Boyacá, está ubicado en el centro oriente del país. Limita al norte con el municipio de Nobsa y Tópaga, al oriente con los municipios de Topaga, Minguí, Aquitania y al sur con los municipios de Aquitania, Cuitiva e Iza, y al occidente con Tibasosa, Firavitoba e Iza, cuenta con una extensión territorial caracterizada por rural 89,6%, y urbana con un 10,4% (17).

El municipio de Sogamoso tiene una temperatura que varían entre 13,7 ° C y 14, 8° C en los meses de junio y agosto, el mes de enero es más cálido con promedio de temperatura de 16°C, el mes de julio presenta una temperatura de 14.1°C y los meses de marzo y abril tienen una temperatura de 9°C, los meses de septiembre a diciembre tienen una variación promedio de temperatura de 7.5°C a 8.5°C. La humedad media del municipio se encuentra más alta en los meses de abril y mayo con el 93% y el mes de enero presenta una humedad del 86%. La altitud del municipio oscila entre 2500 y 4000 metros sobre el nivel del mar, datos de la Universidad Nacional de Colombia 2015. Sogamoso está dividida por 67 barrios de los cuales 27 están constituidos legalmente por acuerdo municipal, los restantes han sido conformados por urbanizaciones, así mismo cuenta con 17 veredas constituidas legalmente (17).

Adicionalmente Sogamoso se encuentra clasificado según el riesgo entre las cuales está el origen geológico dado por zonas carboníferas, riesgo asociado a la actividad minera por alta explotación de carbón arcilla, fosforita, arena y caliza conllevando a alto riesgo de derrumbe de las minas y deslizamiento del terreno. “La actividad minera tiene un impacto importante para los procesos erosivos, llegando a ser destructivo con el medio ambiente” y afectando el entorno socioeconómico del

municipio por los incendios forestales entre otros, lo que ocasionan deterioro ambiental (17).

El municipio de Nobsa se encuentra ubicado en la provincia del Sugamoxi, ubicado geográficamente en el Río Chicamocha altiplano Cundi boyacense. Limita al norte con Floresta y Santa Rosa de Viterbo, por el oriente con Corrales y Tópaga, por el occidente con Tibasosa y Duitama y por el sur limita con Sogamoso. Cuenta con una extensión total de 548.575 km², correspondiente a extensión urbana de 4.811 y 50.046 extensión rural. La temperatura promedio oscila entre 12 a 18°C, varían dependiendo el mes llegando a presentarse en Julio las temperaturas más bajas. El municipio de Nobsa se encuentra 2.593 metros sobre el nivel del mar (11) . Por la cercanía a las grandes empresas con un 29% del sector industrial y el crecimiento en extensión del municipio se puede llegar a considerar el riesgo que se expone la población de Nobsa frente a los cambios ambientales.

4.1.2 Contexto demográfico.

La población total del municipio de Sogamoso, según el Departamento administrativo nacional de estadística (DANE) es de 112.790 habitantes para el año 2016; según distribución por sexo hay 59.272 mujeres, mayor población comparado con hombres 53.518 hombres (14). Como puede observarse la estructura demográfica de Sogamoso caracterizada por una transición respecto a la disminución de la población entre 0 a 19 años y un aumento en la población de 50 a 69 años, lo cual se puede evidenciar que para el año 2020 aumento en la población mayor de 45 años de edad, se concentrara el grupo de adultez 27 a 59 años de edad con un 42,4% con un total 47.016 personas (17).

En igual forma el grado de urbanización para el municipio para el año 2016 fue de 87,3% identificándose un incremento en los últimos años, con una mayor concentración en el área urbana, respecto a vivienda según el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (Sisbén), Sogamoso tenía 28.458 en viviendas para los años 2012 con un incremento

significativo 3.773 viviendas comparadas con el año 2004. La tendencia de vivienda para los años 2004 a 2012, fue vivienda en arriendo con un 58,6%, vivienda propia pagada 24,8%, vivienda propia pagando 10,5% otro tipo posesión o heredada 6%.

En cuanto al indicador de hacinamiento el cual es fundamental para determinar la calidad de vivienda y la funcionalidad identifica el número hogares en viviendas o casas para los periodos mencionado la mayoría de las viviendas están conformadas por un hogar con un 95,6%, viviendas con dos hogares 3,8%, y viviendas conformadas por tres o más con 1% (14).

El Municipio de Nobsa, “según los datos del censo DANE y sus proyecciones poblacionales para el año 2019, cuenta con 16.612 habitantes, cifra que comparada con la del año 2005 muestra aumento de 1.418 habitantes, sin embargo, comparados estos datos con el último censo realizado para el año 2018 el total de la población es de 14.651 personas disminuyendo en 543 personas con respecto al censo 2005”, este comportamiento puede ser a migración a grandes ciudades o ciudades como Sogamoso o Duitama (11).

Al comparar la población del Municipio de Nobsa respecto a la del departamento de Boyacá, se identifica un municipio pequeño, representa el 1,29% de la población total del departamento. Este municipio cuenta con una población de 14,969 habitantes para el año 2019 según proyecciones del DANE, la distribución por aérea urbana era de 6.693 es decir el 40% y para el área rural 9.919 habitantes equivalente al 59.7% de la población total (11). Para el año 2021 cuenta con una proyección de 16.786 habitantes.

Nobsa posee un clima cálido y templado, con una gran diversidad especialmente por la lluvia, incluso en meses secos, la temperatura media anual fue de 15.2°C temperaturas máximas para el mes de marzo y noviembre. El mes de julio presenta la temperatura más baja. La precipitación fue de 1168 mm. La humedad es más alta en los meses abril y agosto con promedio de 75 a 88% (18).

5 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

El efecto nocivo de los contaminantes mencionados depende del tiempo de exposición, la cantidad, tipo y acumulación del contaminante con el tiempo, a estos contaminantes se les conoce como contaminantes atmosféricos de criterio o contaminantes básicos los cuales incluyen a óxidos de nitrógeno (NO_2), óxido de azufre (SO_2), monóxido de carbón (CO_2), ozono (O_3), y material particulado, en este estudio se describirán los contaminantes que se tomarán para el estudio (19).

La contaminación atmosférica es la presencia de sustancias en la atmosfera en altas concentraciones en un tiempo determinado como resultado de actividades humanas o procesos naturales que pueden ocasionar daños en la salud de la población o el ambiente (IUPAC Compendium of Chemical Terminology. Segunda edición 1997) (20). En la atmosfera se emiten sustancias y partículas al aire en estado sólido, líquido o gaseoso que pueden provenir de fuentes fijas o móviles, ocasionando concentraciones de sustancias las cuales se definen como la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida (21).

5.1 Material particulado

El material particulado se encuentra en diferentes formas entre las cuales están los estados sólidos o líquidos como polvo, ceniza, hollín, partículas metálicas, cemento, y polen, etc. Estas partículas se dividen en dos grupos, según su tamaño; diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 micrómetros, 1 micra corresponde a la milésima de un milímetro, se denomina PM_{10} y a la fracción más pequeña $\text{PM}_{2,5}$ está constituida por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros (21).

Se genera en tres clases de fuentes: Las fuentes puntuales, localizadas en sitios de alta emisión; son ejemplos los procesos industriales o mineros tales como acerías, plantas de fundición de minerales, canteras, procesadoras de madera y plantas de

energía. Las fuentes de área: son fuentes puntuales de bajo volumen de contaminantes por debajo de los valores límite de riesgo, pero que al considerarse en combinación sus efectos representan una preocupación por su riesgo en la salud humana. Finalmente se encuentran las fuentes móviles, originadas en vehículos en movimiento como camiones, maquinaria pesada, aviones y demás (19).

Según la resolución número 2254 de 2017 Norma de Calidad del Aire para todo el territorio nacional, declara los niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire, a los contaminantes como dióxido de azufre SO₂, gas incoloro irritante no inflamable (22). Las partículas suspendidas PST o material particulado PM₁₀, partículas de diámetro menor o igual a 10 micras, se subdivide en: fracción gruesa de 2,5 a 10 micrones que pueden llegar hasta los pulmones y fracción fina menor a 2,5 micras, que ingresan hasta los alvéolos posterior pasan al torrente sanguíneo (23).

El material particulado puede liberarse en la atmosfera de forma antropogénica como las emisiones de combustible, emisiones industriales, quema de biomasa, polvo de carretera entre otras y la forma natural están incendios forestales, erupciones volcánicas etc. En 2013, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el efecto del material particulado en la salud humana se ocasiona principalmente a partir de partículas con diámetros inferiores a 2.5 μ m y 10 μ m respectivamente, y el diámetro menor a 10 μ m puede llegar a alcanzar los bronquios y alvéolos en el pulmón, mientras que las partículas con un diámetro de menos de 2,5 μ m puede alcanzar la pared capilar bronquial e interferir con el intercambio de gases (19,24). Según la resolución 2254 del 2017, en el artículo 4 describe los niveles máximos permisibles para los contaminantes (22).

Tabla 1: Niveles máximos permisibles para contaminantes criterios.

CONTAMINANTE	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
PST	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	Anual
		300	24 horas
PM₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	70	Anual
		150	24 horas
SO₂	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.031 (80)	Anual
		0.096 (250)	24 horas
		0.287 (750)	3 horas
O₃	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.041 (80)	8 horas
		0.061 (120)	1 hora

Nota: mg/m³ ó $\mu\text{g}/\text{m}^3$: a las condiciones de 298,15 ° K y 101,325 K Pa. (25 ° C y 760 mm Hg).

5.2 Óxido de nitrógeno (NO₂)

Son gases contaminantes con óxidos estables que son resultado de la combinación entre nitrógeno y oxígeno, este se puede encontrar en siete compuestos NO, NO₂, N₂O, NO₃, N₂O₃, N₂O₄ y N₂O₅ este se produce principalmente por actividades que generen combustión de combustibles fósiles de vehículos. Los principales compuestos de este grupo son el óxido nítrico (NO), se produce cuando se realiza quema de combustible fósiles en altas temperaturas, este se transforma por oxidación con el ozono y produce el dióxido de nitrógeno (NO₂), son considerados precursores de contaminantes atmosféricos perjudiciales para la salud, siendo tóxicos para el ser humano y los animales.

Este contaminante con otros gases como SO₂ contribuye a la formación de lluvia ácida y forma con agua, ácido nítrico. El cual ingresa a las membranas mucosas, pulmón y piel, y llegando a ser nocivo el efecto de la exposición al NO₂ afectando a las personas con enfermedad pulmonar preexistente y la exposición a corto plazo de NO₂ produce un aumento de la exacerbación de las enfermedades respiratorias crónicas y de la reactividad bronquial (19).

5.3 Óxido de azufre (SO_x)

Este contaminante se presenta de dos formas dióxido de azufre (SO₂) es un gas ácido penetrante, más corrosivo cuando se mezcla y se triplica la corrosividad cuando baja la humedad, además es uno de los contaminantes atmosféricos predominantes liberados de fuentes naturales antropogénicamente como la quema de combustibles fósil y biomasa en grandes empresas industriales, y trióxido de azufre (SO₃) (19). Un estudio realizado por Brown examinó la influencia del dióxido de azufre con los ingresos hospitalarios en Nottingham, Reino Unido, en 1988 donde compararon los ingresos hospitalarios de emergencia en la semana del episodio con la semana de exposición al contaminante, encontraron un aumento significativo en los ingresos hospitalarios de todas las enfermedades respiratorias (25).

Existen entidades que han realizado recomendaciones para los valores máximos permisibles de los contaminantes, entre ellas la OMS, el Gobierno de España y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los estados Unidos. En la Tabla 1. Se resumen los valores máximos recomendados por estas entidades para los contaminantes más comunes, adicionalmente se incluyen los valores normados para Colombia por la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio del Medio Ambiente (22,26,27).

Tabla 1. RECOMENDACIONES DE VALORES MÁXIMOS PARA LOS CONTAMINANTES AMBIENTALES COMUNES

	OMS 2005	ESPAÑA	EPA	COLOMBIA
PM10 MEDIA ANUAL	20 µg/m ³		150 µg/m ³	50 µg/m ³
PM10 MEDIA 24 HORAS	50 µg/m ³			100 µg/m ³
PM2.5 MEDIA ANUAL	10 µg/m ³	20 µg/m ³	12 µg/m ³	25 µg/m ³
PM2.5 MEDIA 24 HORAS	25 µg/m ³			50 µg/m ³
NO2 MEDIA ANUAL	40 µg/m ³	40 µg/m ³		60 µg/m ³
NO2 MEDIA 1 HORA	200 µg/m ³	200 µg/m ³ NO SUPERARLO MAS DE 18 VECES POR AÑO	100 ppb	200 µg/m ³
SO2 MEDIA ANUAL	20 µg/m ³			
SO2 MEDIA 10 MINUTOS	500 µg/m ³			
SO2 MEDIA DIARIA				50 µg/m ³
SO2 EN UNA HORA		350 µg/m ³ MENOS DE 24 VECES POR AÑO 125µg/m ³ MENOS DE TRES VECES POR DIA	75 ppb	100 µg/m ³

6 EMPRESAS INDUSTRIALES

La ciudad de Sogamoso cuenta con 8 grandes empresas industriales, 76 industrias medianas y pequeñas, de las cuales 16 concentradas en el Parque Industrial de municipio (28). Empresas como Acerías Paz del Río siderúrgica colombiana controlada por la brasileña Votorantim Siderurgia desde 2007, encargada de explorar, explotar, transformar, transportar y distribuir comercialmente los

minerales, elementos y materias primas para la industria siderúrgica, se encuentra ubicada en la ciudad de Belencito en el departamento de Boyacá, dentro de la jurisprudencia de los municipios Nobsa y Corrales, realiza explotación de las minas de hierro y carbón (29). Holcim empresa suiza, que produce cemento y áridos como piedra, caliza, arena y grava, así como otros materiales como hormigón premezclado y combustibles alternativos, ubicada en Nobsa (30).

Argos planta productora de cemento con capacidad de producir cerca de 20 mil toneladas de cemento mensual, ubicada al en la zona industrial al norte del municipio (31). Hornos Nacionales S.A. (Hornasa), empresa siderúrgica ubicada en la zona industrial de Sogamoso, produce 7000 toneladas de acero mensuales (32). Siderúrgica Nacional (Sidenal), ubicada en el parque industrial de Sogamoso donde se produce y se procesa elementos con hierro en frío a altas temperaturas con hornos eléctricos y desintegradora de vehículos de transporte de carga (33). Indumil, Industrial Militar Colombiana, fabrica armas, explosivos y munición (34). Boyacá cuenta con una amplia gama de empresas del sector siderúrgico, metalúrgico encontradas en el corredor industrial, igualmente hornos artesanales de mediano y bajo rango productoras de ladrillo, cal, y teja, contribuyen a un porcentaje en la contaminación ambiental en Sogamoso y municipios aledaños.

El municipio de Sogamoso cuenta con 403 hornos de ladrillo, 176 pequeñas y medianas y 14 grandes industrias (10). En el municipio de Nobsa existen empresas las cuales se destacan triturados Boyacá, Acerías Paz de Rio, Cementos Holcim, pequeñas industrias de confección de ruanas y artesanías en madera, corresponde el 29% del sector industrial, el restante corresponde al municipio de Tibasosa se encuentra Bavaria S.A. con el 14% de distribución industrial (11).

Aspecto importante a destacar el departamento de Boyacá posee escasa evidencia científica sobre la relación entre las concentraciones de los contaminantes los cuales son productos secundarios por los procesos que generan las grandes empresas, las pymes como hornos de producción de cal, fábricas de ladrillo, carboneras o empresas informales, y la presencia con las enfermedades respiratorias, no obstante no se cuenta con estudios que permitan identificar si los

municipios Sogamoso y Nobsa tiene un importante aporte de contaminación y por consecuencia alteración de la salud de la comunidad.

6.1 ENFERMEDADES RESPIRATORIAS Y DESCRIPCIÓN POBLACIÓN AFECTADA.

Según el DANE y el Sistema Integral de Información de la Protección Social, (SISPRO) la mortalidad específica para el grupo de enfermedades transmisibles esta conformada por nueve subgrupos entre las cuales están las infecciones respiratorias agudas ocupando el primer lugar, durante el periodo 2005 a 2014, la mayor tasa de mortalidad para el año 2007 fue de 21,9 muertes por 100.000 habitantes. Las infecciones respiratorias agudas para el año 2014 apporto mayor carga de mortalidad presento una tasa de mortalidad ajustada por edad de 12.2 muertes por 100.000 habitantes, “asociado posiblemente a cambios climáticos” (14). El informe del comportamiento de la infección respiratoria aguda. Boyacá, 2018, reporta la mayor causa de morbimortalidad en el mundo, cada año se presentan 3.460.000 muertes (35).

De igual forma la tasa de mortalidad ajustada por edades para la patología neoplasias de 2005 a 2014, mortalidad por tumor maligno de la tráquea, bronquios, y pulmón el periodo que mayor reporta tasa de mortalidad fue el año 2011 con un 11,3 muertes por cada 100.000 habitantes (17). Para el año 2018 la tasa de mortalidad por infecciones respiratorias agudas (IRAG) para el departamento de Boyacá fue de 6.4 por 100.000 habitantes (35) .

Frente a las consultas externas y urgencias por IRA se notificaron 162.104 casos comparado con el año 2017 en el cual se notificaron 182.774 más casos notificados y ligeramente menor respecto al año 2016 se notificaron 166.770 casos de consultas externas y urgencias por IRA. Para el año 2018 la notificación en el municipio de Sogamoso fue por las unidades primarias generadoras de datos (UPGD) como Salud Sogamoso ESE, notificando 4418 casos de IRAG con un porcentaje de

notificación de 2.6. Hospital regional de Sogamoso ESE, notifico 4076 casos de IRAG, con el 2.4% de notificación. El Batallón de artillería N1 Tarqui, notifico 2333 casos de IRAG, con el 1.4% de notificación. Se evidencia un menor reporte de porcentaje de casos de Infección respiratoria aguda en servicios de consulta externa y urgencias comparado con el año 2017, al igual que con lo reportado para el año 2016 (35).

Es por ello se realiza una breve descripción de los efectos en el organismo por los contaminantes. Los cambios a nivel biológico son dados por efectos de los contaminantes siendo principalmente por material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2 ocasionando engrosamiento de la pared de los bronquios terminales, aumentado el colágeno de células inflamatorias intersticiales y macrófagos produciendo inflamación que altera el mecanismo de defensa del organismo desencadenando complicaciones en la población y siendo más susceptible a morbilidad y mortalidad por estas enfermedades (36).

El óxido de azufre (SO_x) se encuentra en dos formas dióxido de azufre (SO_2) y trióxido de azufre (SO_3) gas más corrosivo en la atmosfera y se triplica en condiciones de humedad provocando muerte prematura, daña el sistema respiratorio, causa alergias, agudiza el asma y enfermedades respiratorias ocasionando constricción severa de los bronquios (19).

La exposición de SO_2 , produce cambios en la función pulmonar, afecta al sistema respiratorio, la resistencia de las vías respiratorias y aumenta el riesgo de las enfermedades crónicas (37). Un estudio sobre los efectos de la contaminación ambiental a corto plazo en la salud respiratoria en Paris proyecto APHEA encontró una asociación entre la mortalidad respiratoria y la presencia de SO_2 en dos ciudades franceses Lyon y Marsella (38). Similitud encontrada en Colombia, e incluso en los departamentos de Boyacá, Medellín y Cundinamarca con una alta carga de grandes empresas pymes, tráfico pesado entre otros precursores de contaminación atmosférica.

Según la OMS el material particulado con diámetro aerodinámico menos de $10 \mu m$ alcanza los bronquios y los alvéolos en el pulmón, mientras que las partículas con

un diámetro de menos de $2,5 \mu\text{m}$ alcanzan la pared capilar bronquial e interfieren con el intercambio de gases en el pulmón (19,39). Según la OMS “nueve de cada diez personas respiran aire con altos niveles de contaminantes”, siete millones de personas mueren cada año por la contaminación por material particulado PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, ozono y dióxido de azufre penetrando a órganos como pulmón y sistema cardiovascular (7).

Los altos niveles de contaminación son responsables de causar enfermedades respiratorias agudas (IRA), entre las cuales se encuentran los resfriados comunes, afectaciones agudas de las vías respiratorias altas y bajas; rinitis, asma, bronquitis, laringotraqueitis agudas entre otras (41).

7 HIPÓTESIS

La exposición a contaminantes ambientales representa un factor de riesgo para las consultas por diagnósticos de enfermedades respiratorias agudas.

8 OBJETIVOS

8.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la relación entre la concentración diaria de contaminantes ambientales y las consultas por diagnósticos de enfermedades respiratorias agudas en los municipios de Sogamoso y Nobsa, durante los años 2016 a 2018.

8.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir características demográficas, antecedentes personales, características sociales y descripción de características ambientales de los municipios Sogamoso y Nobsa.
- Identificar las consultas por enfermedades respiratorias durante el periodo 2016 a 2018.
- Analizar el comportamiento en las series de tiempo entre los contaminantes ambientales y las enfermedades respiratorias agudas.
- Establecer relación de entre los contaminantes atmosféricos y las consultas por enfermedades respiratorias agudas.

9 METODOLOGÍA

9.1 ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Para probar la teoría si existe relación entre los niveles de los contaminantes y la consulta por enfermedades respiratorias de los municipios de Sogamoso y Nobsa del departamento de Boyacá, se planteó un enfoque metodológico del estudio basado en investigación cuantitativa, método que permitió recoger y evaluar los datos para probar la hipótesis descrita, de igual forma se debió realizar un análisis estadístico en el software estadístico R para establecer los patrones de comportamientos de las variables y lograr identificar si existía una relación dependiente o al contrario eran variables independientes el número de consultas por enfermedades respiratorias agudas CIE 10 y las concentraciones de los contaminantes.

9.2 TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO

El presente es un estudio de tipo ecológico de series de tiempo analítico, que compara las variaciones temporales de los niveles de exposición de las concentraciones promedio de los contaminantes (PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2) con la serie de tiempo del número de consultas por enfermedades respiratorias agudas de los municipios de Sogamoso y Nobsa durante los años 2016 a 2018.

9.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

9.3.1 Criterios de inclusión.

Registros de población que se encuentren en el periodo comprendido 2016 a 2018, y clasificación de diagnósticos de enfermedades respiratorias agudas del tracto respiratorio superior, inferior e intermedio CIE 10. Series de tiempo de los niveles de

los contaminantes mayor a 6 meses de los años comprendidos entre 2016 a 2018 material particulado (PM₁₀), PM_{2.5}, SO₂ y NO₂.

9.3.2 Criterios de exclusión

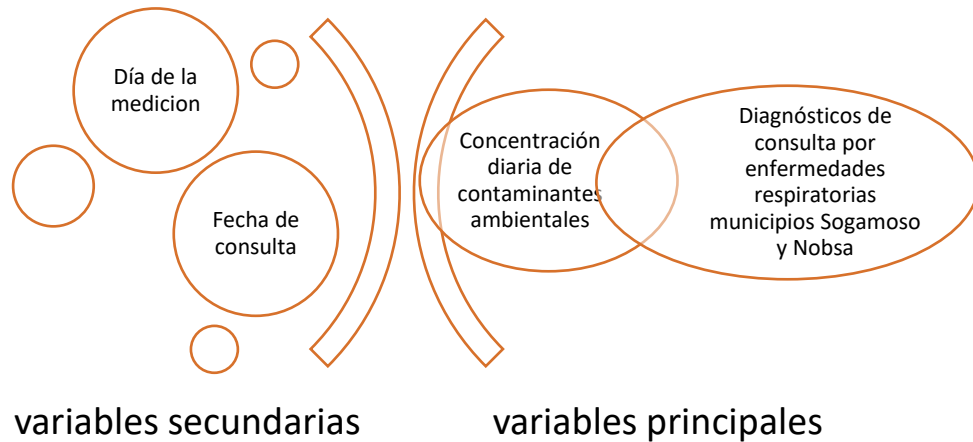
No se incluirá información de los niveles de los contaminantes, material particulado (PM₁₀), PM_{2.5}, SO₂ y NO₂ que no se encuentre con datos completos, no cuente con registros diarios o contenga valores erróneos, es decir valores de contaminantes dentro de los rangos normales o variaciones durante el día que no sobrepase la segunda parte de los niveles máximos permisibles y tengan problemas de certeza y excedan el periodo de evaluación. Para los datos de las enfermedades respiratorias no cumplan con la clasificación del CIE 10, presentes faltantes de variables, así como aquellos con información insuficiente respecto a variables edad, sexo, entidad hospitalaria donde consulto, fecha de consulta.

9.4 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Las variables que se utilizaron en el estudio fueron: variable independiente concentración diaria de contaminantes ambientales, la cual asumió un nivel de medición por razón, posee cualidades de escala, nominal, ordinal e intervalo, incluye el cero como ausencia de la variable, es aplicable a todos los estadísticos. De igual forma la variable dependiente fue los diagnósticos de consulta por enfermedades respiratorias agudas de las consultas por urgencias, hospitalización y consulta externa de los municipios de Sogamoso y Nobsa, variable de naturaleza cuantitativa ordinal o nominal según clasificación.

9.4.1 Diagrama de variables

Figura 1. Variables del estudio.



9.4.2 Tabla de variables

Tabla 2: Variables del estudio.

NOMBRE	ETIQUETA	NATURALEZA	NIVEL DE MEDICIÓN	CATEGORIAS	RANGOS DE VALORES	UNIDAD DE MEDIDA	RELACION
Material particulado	Tipo de material particulado	Cuantitativa discreta	Razón	Medida que se obtenga	51-300	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Independiente
SO₂	SO ₂				50-150		
NO₂	NO ₂						
Día de la medición	Día de la medición	Cualitativa	Nominal	No aplica	No aplica	Fecha	Independiente
Número de diagnósticos con código obtenido para un día específico.	CIE 10	Cualitativa	Nominal	No aplica	No aplica	No aplica	Dependiente
Fecha de consulta	Fecha	Cualitativa	Nominal	No aplica	No aplica	Fecha Día/mes/ año	Dependiente

9.5 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se realizó por medio de fuentes secundarias, bases de datos entidades correspondientes.

En primer lugar, la Secretaría de Salud de los municipios de Sogamoso y Nobsa suministraron información de las consultas. Estos registros se recolectaron de forma sistemática durante la prestación del servicio de salud (Registros Individuales de la Prestación de Servicios de Salud (RIPS)). Es conveniente subrayar que los registros se rigen por la Resolución 3374 de 2000 la cual define los RIPS como el conjunto de datos mínimos y básicos que el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) requiere para los procesos de dirección, regulación y control de las entidades según los servicios prestados (42).

Los RIPS se recibieron de la secretaria de salud de Sogamoso y el centro de salud de Nobsa en archivos planos TXT, los cuales son conjunto de registros separados por salto de línea cada uno formando campos divididos por coma. En efecto, por norma legal (Resolución 3374 del 2000), los RIPS están formados por diez tipos de archivos con una estructura específica, entre los cuales están: CT: Archivo de Control, AF: Archivo de Transacciones, US: Archivo de Usuarios de los Servicios de Salud, AC: Archivo de Consulta, AP: Archivo de Procedimientos, AU: Archivo de Urgencias y Observación, AH: Archivo de Hospitalización, AN: Archivo de Recién Nacidos, AM: Archivo de Medicamentos, AT: Archivo de otros Servicios (43). En cuanto el estudio se eligieron los siguientes archivos AC, AH y AU.

Estos archivos RIPS fueron generados por el software del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) los cuales registran de forma sistemática y oportuna información sobre los eventos que pueden afectar la salud de la población Colombiana (44,45). En cuanto al tema concerniente al tratamiento de datos personales se manejó la ley 1581 de 2012 (16).

Con relación a la construcción de los RIPS para el análisis se eligieron las siguientes variables: datos de identificación, servicio de salud, motivo del origen de la

prestación y tipo de consulta (hospitalización, urgencias y consulta externa), cada archivo quedó por separado en hojas Excel, AC: Consulta Externa, AH: Hospitalización y AU: Urgencias, se validó que la información abarcara la estructura estipulada de las variables para completar la bases, además se utilizó la función “BuscarV”, la cual permitió de forma más ágil que la información faltante de las variables se unificara totalmente.

Por último, se agruparon las bases de cada archivo: consulta externa, hospitalización y urgencias; además se unieron todos los años del 2016 a 2018. Los archivos finales estaban creados con las variables: documento de identificación, fecha de consulta y los diagnósticos de cada evento (con posibilidad de hasta cuatro por consulta): diagnóstico principal (DX), diagnostico 1(DX1), diagnostico 2(DX2) y diagnostico 3(DX3). Posteriormente se realizó un conteo de los diagnósticos de interés utilizando el procedimiento “si anidado” el cual permitió contabilizar el total de los eventos por enfermedades respiratorias agudas de interés día a día durante los tres años considerados.

Para evitar errores en la construcción de esta serie de tiempo, el proceso completo se repitió obteniendo resultados similares. Para la definición de los diagnósticos de interés se realizó búsqueda de estudios científicos que permitieran encontrar una relación causal con la exposición a los contaminantes. Se eligieron de la clasificación del código internacional de enfermedades (CIE10) 51 diagnósticos de enfermedades respiratorias agudas del tracto respiratorio superior, inferior e intermedio. En la tabla 2 se registran los diagnósticos considerados como evento en este estudio.

**Tabla 2. CIE 10 DE LOS DIAGNÓSTICOS DE ENFERMEDADES
RESPIRATORIAS AGUDAS**

CIE 10	NOMBRE DEL DIAGNOSTICO
J00X	RINOFARINGITIS AGUDA (RESFRIADO COMUN)
J010	SINUSITIS MAXILAR AGUDA
J011	SINUSITIS FRONTAL AGUDA
J012	SINUSITIS ETMOIDAL AGUDA
J013	SINUSITIS ESFENOIDAL AGUDA
J014	PANSINUSITIS AGUDA
J018	OTRAS SINUSITIS AGUDAS
J019	SINUSITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA
J020	FARINGITIS ESTREPTOCOCICA
J028	FARINGITIS AGUDA DEBIDA A OTROS MICROORGANISMOS ESPECIFICADOS
J029	FARINGITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA
J030	AMIGDALITIS ESTREPTOCOCICA
J038	AMIGDALITIS AGUDA DEBIDA A OTROS MICROORGANISMOS ESPECIFICADOS
J039	AMIGDALITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA
J040	LARINGITIS AGUDA
J041	TRAQUEITIS AGUDA
J042	LARINGOTRAQUEITIS AGUDA
J050	LARINGITIS OBSTRUCTIVA, AGUDA (CRUP)
J051	EPIGLOTITIS AGUDA
J060	LARINGOFARINGITIS AGUDA
J068	OTRAS INFECCIONES AGUDAS DE SITIOS MULTIPLES DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES
J069	INFECCION AGUDA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES, NO ESPECIFICADA
J110	INFLUENZA CON NEUMONIA, VIRUS NO IDENTIFICADO
J111	INFLUENZA CON OTRAS MANIFESTACIONES RESPIRATORIAS, VIRUS NO IDENTIFICADO
J118	INFLUENZA CON OTRAS MANIFESTACIONES, VIRUS NO IDENTIFICADO
J180	BRONCONEUMONIA, NO ESPECIFICADA
J200	BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A MYCOPLASMA PNEUMONIAE
J201	BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A HAEMOPHILUS INFLUENZAE
J202	BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A ESTREPTOCOCOS
J204	BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A VIRUS PARAINFLUENZA
J205	BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A VIRUS SINCICIAL RESPIRATORIO
J206	BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A RINOVIRUS
J208	BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A OTROS MICROORGANISMOS ESPECIFICADOS
J209	BRONQUITIS AGUDA, NO ESPECIFICADO
J210	BRONQUIOLITIS AGUDA DEBIDA A VIRUS SINCICIAL RESPIRATORIO

CIE 10	NOMBRE DEL DIAGNOSTICO
J218	BRONQUIOLITIS AGUDA DEBIDA A OTROS MICROORGANISMOS ESPECIFICADOS
J219	BRONQUIOLITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA
J22X	INFECCION AGUDA NO ESPECIFICADA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS INFERIORES
J393	REACCION DE HIPERSENSIBILIDAD DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES, SITIO NO ESPECIFICADO
J398	OTRAS ENFERMEDADES ESPECIFICADAS DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES
J399	ENFERMEDAD DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES, NO ESPECIFICADA
J40X	BRONQUITIS, NO ESPECIFICADA COMO AGUDA O CRONICA
J42X	BRONQUITIS CRONICA NO ESPECIFICADA
J441	ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRONICA CON EXACERBACION AGUDA, NO ESPECIFICADA
J450	ASMA PREDOMINANTEMENTE ALERGICA
J451	ASMA NO ALERGICA
J458	ASMA MIXTA
J459	ASMA, NO ESPECIFICADO
J459	ASMA, NO ESPECIFICADO
J46X	ESTADO ASMATICO
J988	OTROS TRASTORNOS RESPIRATORIOS ESPECIFICADOS
J989	TRASTORNO RESPIRATORIO, NO ESPECIFICADO

La información de los contaminantes fue suministrada por la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), la cual opera la red de monitoreo de calidad de aire en los municipios de Sogamoso y Nobsa desde el año 2001, inicialmente conformada por cuatro estaciones de monitoreo automático. Actualmente cuenta con 7 estaciones (46,47). La tabla 3 describe las estaciones de monitoreo consideradas para este estudio por contar con información más completa y consistente. Se incluye su ubicación, y los contaminantes monitorizados por cada una de ellas.

Tabla 3. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO Y CONTAMINANTES REGISTRADOS SOGAMOSO – NOBSA.

Estación	Ubicación	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂
Estación Bomberos Nobsa	Municipio de Nobsa Colegio Técnico Nazareth en corregimiento de Belencito	X	X	X	
Estación Recreo	Municipio Sogamoso parque recreacional Norte	X	X	X	X
Estación Sena	Instalaciones del Sena		X		
Estación Nazareth	Municipio de Nobsa, barrio Nazareth	X	X	X	X
Estación Hospital	Hospital Regional de Sogamoso		X	X	

Corpoboyacá entregó la información en archivos enviados por correo y USB directamente en la institución, de los contaminantes atmosféricos en archivos en Excel, sin configuración de base de datos. En cada carpeta se encontraban los registros de una estación de monitoreo correspondiente a las mediciones de un contaminante durante un mes, con información de la hora de inicio y hora de finalización de cada medición y el resultado obtenido en ese lapso. El número de mediciones en cada día no era igual para cada periodo. Con estos datos se construyó una serie de tiempo para cada estación y cada contaminante calculando el valor promedio de las mediciones del día, y registrando también el valor máximo obtenido en cada día para cada contaminante en cada estación.

A continuación, se identificaron los vacíos de información, los cuales consistían en uno o más días sin registro. Estos se reemplazaron por un valor calculado cuando fuesen de uno, dos o tres días, promediando los valores cercanos por medio de imputación manual usando el siguiente procedimiento: en caso de ausencia de un solo día se registró el valor promedio del día anterior y posterior; si el faltante era de dos o tres días se calculó el valor promedio de los tres días anteriores y los tres días posteriores al faltante y se registró en los faltantes. Con estos valores se definieron series de tiempo de suficiente sin vacíos de mínimo seis meses consecutivos para cada contaminante y cada estación.

También se revisaron los datos extremos, considerándose aquel que tenía una variación en un día superior al triple al valor usual. Cada uno de los registros identificado como extremo se revisó en la base de datos inicial para confirmar si se trataba de un dato único y “extraño” en ese día, o si se trataba de un dato consistente y explicable dentro de las mediciones en ese momento, por ejemplo, que se presentara un aumento gradual llegando al pico del valor extremo para posteriormente ocurrir un descenso gradual. En estos casos se conservó el valor original, en los casos en los que no se encontraron razones para considerarlo posible se reemplazó por el valor promedio de los días anterior y posterior.

Para crear las series de tiempo se registraron en hoja de cálculo individual para cada estación y cada contaminante las variables fecha, valor promedio diario, y valor máximo diario de los años 2016 a 2018. Para este proceso se utilizó el paquete informático Excel.

Finalmente se construyó una serie de tiempo para cada contaminante con el valor promedio de los registros de todas las estaciones que hubiesen realizado medición para ese contaminante en esa fecha. Los promedios se calcularon teniendo como denominador las mediciones existentes. A estas series se les nombró “series promedio” y para ellas no se encontró ningún valor vacío para ninguna fecha. De esta manera se obtuvieron las series de tiempo de los eventos de interés (diagnósticos) y las de cada contaminante en cada estación para el tiempo de estudio: 1 de enero de 2016 a 31 de enero de 2018.

9.5.1 Fuente de información

Bases de datos secundarias

9.5.2 Proceso de obtención de la información

El proceso se llevó a cabo solicitando los permisos a la secretaria de salud, a la referente de salud pública, enviando carta de la universidad, para luego envió de la información, asistiendo al municipio de Sogamoso para reuniones de socialización de lo que trataba el estudio y el objetivo del mismo, luego se realizó el análisis de

los datos en la base de datos de la secretaria para posterior creación de la base final para el análisis.

Los registros originales de los contaminantes y las consultas se les realizó una copia de cada carpeta, dejando archivado y guardados para realizar las comparaciones respectivas en caso que fuese necesario para garantizar la integridad de las bases originales.

9.6 CONTROL DE ERRORES Y SEGOS

En consecuencia, la falacia ecológica “nos puede llevar a concluir sobre los individuos con base en datos de la población a la que pertenece” este aparece cuando llegamos a asumir una relación entre las variables sin existirlo, se deberá evitar las inferencias causales en los diferentes niveles de análisis (48).

El control de estos sesgos se realizó al momento de controlar las variables confusoras describiendo detalladamente el análisis de estas evitando las inferencias sobre las causas de riesgo a nivel individual.

9.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

En relación al análisis se realizó para las variables cualitativas distribución de frecuencias, porcentajes, gráficos y tablas. Para el análisis de la asociación entre las series de tiempo de contaminación ambiental y consultas por enfermedades respiratorias, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman.

Con las series de tiempo aceptadas para cada contaminante en cada estación, es decir aquellos registros continuos por al menos seis meses, se hizo un análisis estadístico para identificar coincidencia en su comportamiento utilizando el coeficiente de correlación de Spearman. Igual procedimiento se realizó con cada serie promedio de cada contaminante. La información fue procesada mediante el programa estadístico R.

10 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se tuvo en cuenta la norma científica, técnica y administrativa para la investigación en salud establecida en la resolución 8430 de 1993, y la Resolución 2378 del 2008, la cual dicta la disposiciones para el desarrollo de la investigación en salud, según el artículo 11 de la resolución 8430 esta es una investigación sin riesgo ya que se emplearon métodos de investigación documental se revisó base de datos, fuentes secundarias (15). Por otro lado se veló por la protección de datos personales según la ley 1581 de 2012 Nivel Nacional y disposiciones relacionadas (16).

Las bases de datos de salud es un sistema de recopilación, organización y almacenamiento de información sobre pacientes, las cuales se debe velar por la dignidad humana, la confidencialidad, autonomía, privacidad y discriminación se realizó por medio de códigos con el fin de evitar identificación de los pacientes. También se tiene la obligación de proteger la información entregada por los entes de salud y pacientes según Helsinki se aplicara los principios, protección de las personas, transparencia, participación e inclusión y responsabilidad (49).

Por consiguiente, se tuvo en cuenta respecto a las bases de datos lo siguiente:

- El objetivo de la base de datos de salud
- La naturaleza de la información de salud que serán incluidas en las bases de datos.
- Compromisos sobre el periodo de tiempo de almacenamiento de la información dependiendo el tiempo del desarrollo del estudio, sin establecer una fecha específica.
- Conciliaciones sobre regulación de eliminación y destrucción de información
- Los arreglos para obtener un consentimiento apropiado u otra base legal para la recopilación de información o material.
- Los arreglos para proteger la dignidad, autonomía, privacidad y evitar la discriminación.
- Los criterios y procedimientos sobre el acceso y el intercambio de información de salud

- Las personas responsables de administrar las bases de datos e información.
- Las medidas de seguridad para evitar el acceso no autorizado o el intercambio inapropiado.
- Los procedimientos para volver a contactar a los participantes cuando sea pertinente y necesario.

Según lo mencionado anteriormente se cumplió con las medidas establecidas para el manejo de las bases de datos, es por ello que según la declaración fue de carácter obligatorio su cumplimiento (49).

El proyecto inicial se presentó al comité de ética de la universidad del CES para la aprobación. En cuanto a las entidades como secretaria de salud, centro de salud y Corpoboyacá, se socializo el proyecto a los comités internos de da entidad, de igual forma se envió una carta a para solicitar el acceso y permiso a los datos y por ultimo se recibió la aprobación del uso de las bases tanto verbal como escrito por medio de carta enviada al correo de la investigadora. Se estipulo cuando se tuviese el estudio culminado socializarse a las entidades gubernamentales.

11 RESULTADOS

Las consultas de los RIPS incluían registros desde el año 2016 hasta el 2018. La tabla 4 proporciona una descripción general de los recuentos de consultas de los municipios de Sogamoso y Nobsa por mes durante el periodo de estudio. Se presenta la proporción de consultas de cada mes de las consultas totales de cada año.

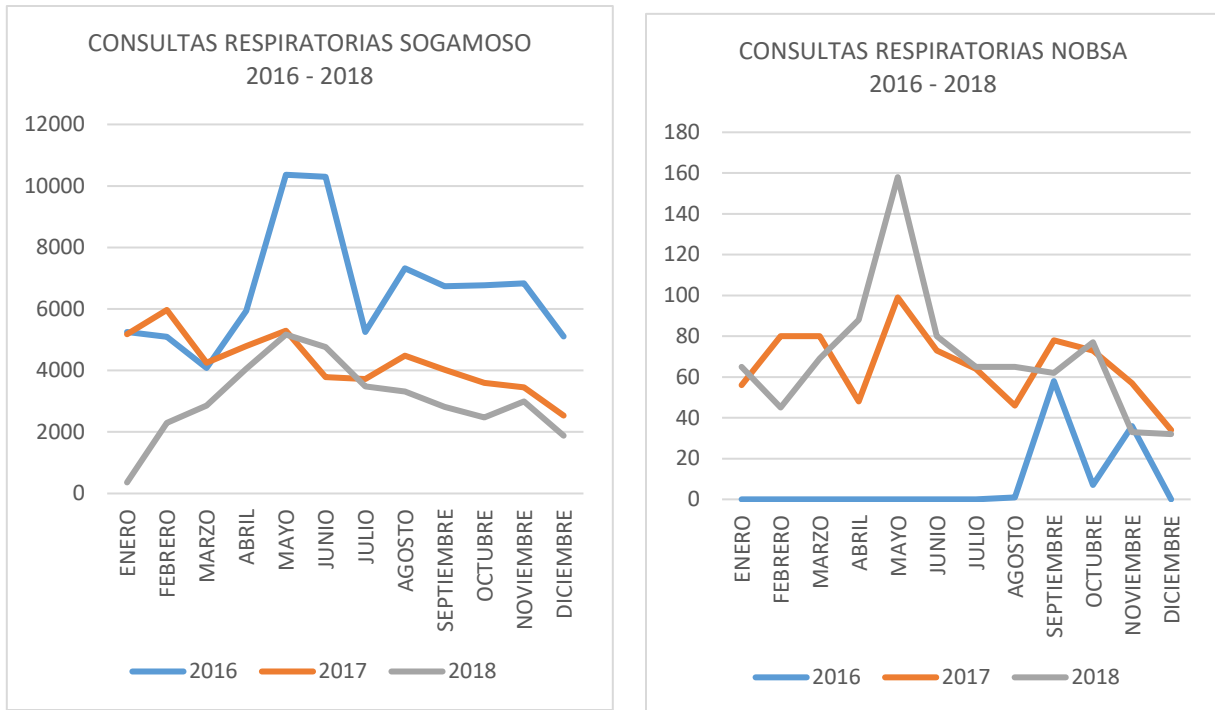
Tabla 4 NÚMERO DE EVENTOS RESPIRATORIOS POR MES MUNICIPIOS DE NOBSA Y SOGAMOSO 2016 - 2018

2016						2017				2018			
NOBSA			SOGAMOSO			NOBSA		SOGAMOSO		NOBSA		SOGAMOSO	
	n	%		N	%	N	%	N	%	n	%	n	%
Ene	0	0%	Ene	5249	6,64%	56	7,11%	5177	10,13%	65	7,75%	360	0,99%
Feb	0	0%	feb	5100	6,45%	80	10,15%	5968	11,68%	45	5,36%	2292	6,29%
Mar	0	0%	Mar	4080	5,16%	80	10,15%	4256	8,33%	69	8,22%	2860	7,85%
Abr	0	0%	Abr	5940	7,51%	48	6,09%	4793	9,38%	88	10,49%	4050	11,11%
May	0	0%	May	10363	13,11%	99	12,56%	5297	10,37%	158	18,83%	5167	14,18%
Jun	0	0%	Jun	10293	13,02%	73	9,26%	3785	7,41%	80	9,54%	4759	13,06%
Jul	0	0%	Jul	5247	6,64%	64	8,12%	3725	7,29%	65	7,75%	3478	9,54%
Ago	1	0,98%	Ago	7321	9,26%	46	5,84%	4477	8,76%	65	7,75%	3317	9,10%
Sep	58	56,86%	Sep	6735	8,52%	78	9,90%	4022	7,87%	62	7,39%	2813	7,72%
Oct	7	6,86%	Oct	6775	8,57%	73	9,26%	3601	7,05%	77	9,18%	2470	6,78%
Nov	36	35,29%	Nov	6833	8,64%	57	7,23%	3450	6,75%	33	3,93%	2994	8,22%
Dic	0	0%	Dic	5109	6,46%	34	4,31%	2534	4,96%	32	3,81%	1881	5,16%
Total	102	100%	Total	79045	100%	788	100%	51085	100%	839	100%	36441	100%

Consultas con Diagnóstico principal, diagnóstico 1, 2 y 3 de enfermedades respiratorias clasificados en el CIE10, los cuales se eligieron de primera vez o incluso diagnósticos que presentaron controles, por segunda vez y tercera vez.

A lo largo de los tres años ocurre una tendencia a la disminución del número de diagnósticos por enfermedades respiratorias, el cual es más evidente para la ciudad de Sogamoso, como puede verse en el Gráfico 1. Hay períodos en los cuales es más notoria la disminución como en los primeros meses del año 2018, y muy especialmente en el mes de enero, en el cual el número de diagnósticos registrados es inferior en 93% comparado con el año anterior. No es imaginable que en una población de ese tamaño sólo se presenten en promedio 11 episodios de enfermedades respiratorias. Esta disminución comparativa del número de consultas continúa siendo llamativa, pero con menor intensidad hasta el mes de marzo del año 2018.

Gráfico 1. TENDENCIAS EN EL NÚMERO DE CONSULTAS MENSUALES CON DIAGNÓSTICO RESPIRATORIO EN LOS MUNICIPIOS DE SOGAMOSO Y NOBSA

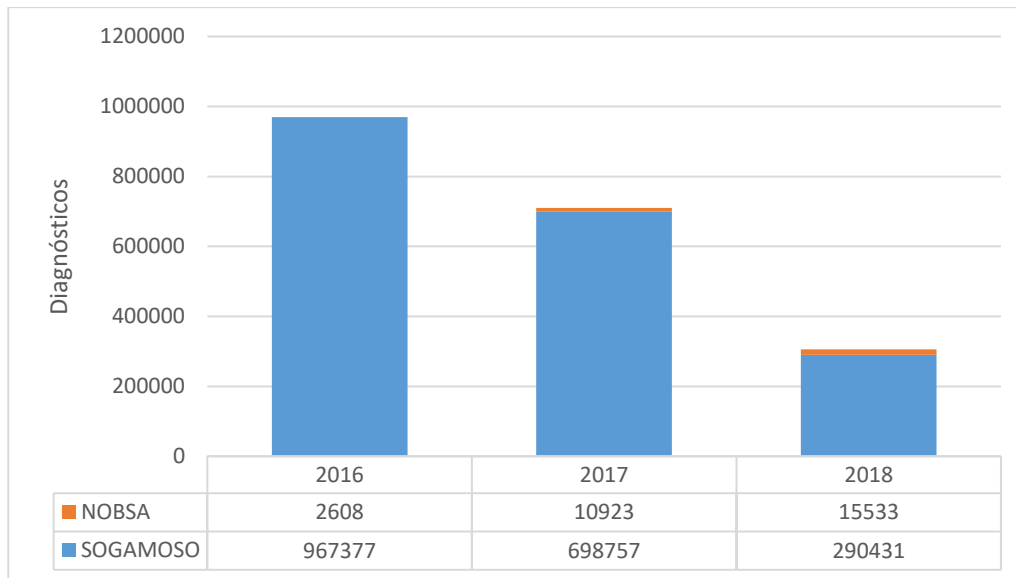


Durante los seis primeros meses del año 2016 no se realizó consulta en el municipio de Nobsa, por ende, no aparecen consultas con diagnóstico respiratorio. Comparando el número de diagnósticos por mes para los diferentes años se puede notar que en este municipio (Nobsa) no se presenta la tendencia a la disminución en el número de consultas de diagnóstico respiratorio.

Si se revisan el número total de diagnósticos registrados en los RIPS por todas las causas en el municipio de Sogamoso durante el periodo de estudio, también se encuentra una disminución importante a lo largo del tiempo. Los diagnósticos en el municipio de Sogamoso disminuyen desde un valor de 967.377 en el año 2016 a 698.757 en 2017 y en el año 2018 solo hay 290.431, es decir, hay una disminución del 70% en el número de diagnósticos entre los años 2016 y 2018. El Municipio de Nobsa no presenta una disminución notoria en el número de diagnósticos a lo largo del período. Este comportamiento se documenta en el Gráfico 2.

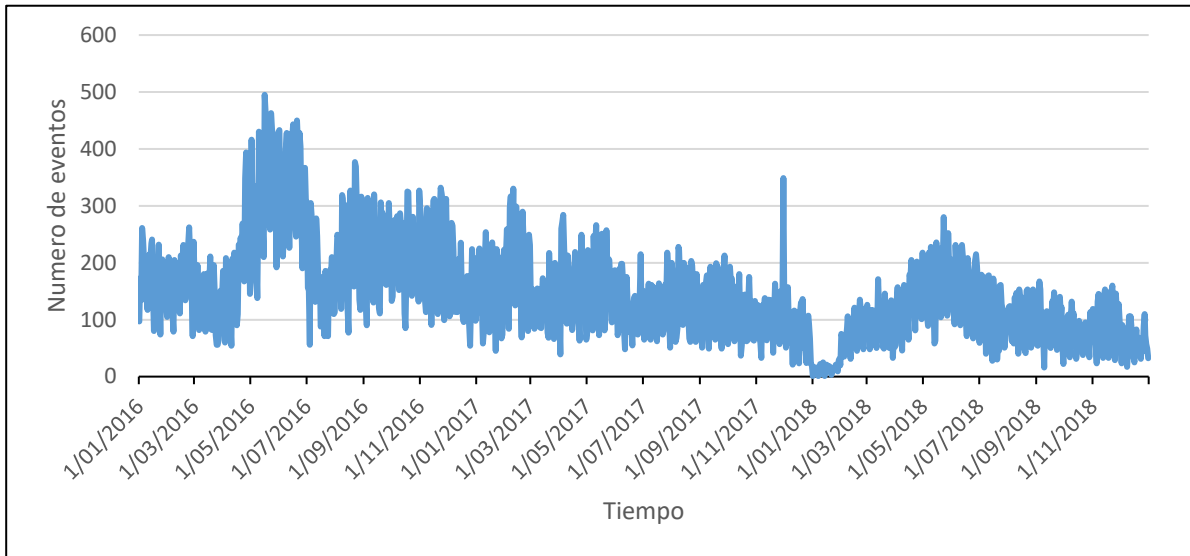
En la Gráfico 3. puede observarse la tendencia general a la disminución de consultas de enfermedades respiratorias, así como la alta variabilidad diaria con rango entre una y cuatrocientos noventa y cinco diagnósticos.

Gráfico 2. NÚMERO DE DIAGNÓSTICOS ANUALES EN LOS MUNICIPIOS DE SOGAMOSO Y NOBSA 2016 – 2018



Se observa el período mencionado anteriormente con un número muy reducido de consultas por enfermedad respiratoria en el mes de enero de 2018, también es notorio un incremento en los meses de mayo y junio de 2016 y un aumento puntual en un día, el 30 de noviembre de 2017, con un valor que corresponde a más del doble de los valores usuales en ese segmento de la serie.

Gráfico 3. SERIE DE TIEMPO DE CONSULTAS POR ENFERMEDAD RESPIRATORIA, SOGAMOSO Y NOBSA 2016 - 2018



11.1 INFORMACIÓN DE CONTAMINANTES

En las bases originales que fueron consideradas para el estudio se encontraron vacíos de información para los contaminantes PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, NO₂. Comprendían lapsos hasta de seis meses consecutivos.

Se construyó un registro continuo para cada estación y cada contaminante uniendo los datos de los tres años. A cada una de estas series se le identificaron los faltantes que fueran menores de tres días consecutivos y se hizo una suplantación de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente. En la Tabla 5. Se presentan los faltantes para cada estación y cada contaminante durante el periodo de estudio.

Tabla 5. REGISTRO DE CONTAMINANTES POR ESTACIÓN DE MONITOREO Y POR AÑO, NOBSA – SOGAMOSO AÑO 2016 A 2018.

ESTACIÓN	CONTAMINANTE	2016				2017		2018			
		D/A	días faltantes	Proporción faltantes	D/A	días faltantes	Proporción faltantes	D/A	días faltantes	Proporción faltantes	
BOMBEROS	PM ₁₀	366	98	26,78%	365	193	52,88%	365	213	58,4%	
	PM _{2.5}		-	-		-	-		-	-	-
	SO ₂		243	66,39%		105	28,77%		127	34,8%	
HOSPITAL	PM ₁₀		8	2,19%		3	0,82%		5	1,4%	
	SO ₂		-	-		-	-		-	-	
NAZARETH	PM ₁₀		366	100%		28	7,67%		36	9,86%	
	PM _{2.5}		-	-		34	9,32%		10	2,74%	
	SO ₂		366	100%		19	5,21%		11	3,01%	
	NO ₂		-	-		21	5,75%		11	3,01%	
RECREO	PM ₁₀		162	44,26%		8	2,19%		34	9,32%	
	PM _{2.5}		-	-		32	8,77%		34	9,32%	
	SO ₂		167	45,63%		1	0,27%		32	8,77%	
	NO ₂	-	-	1	0,27%	310	84,93%				
SENA	PM ₁₀	201	54,92%	84	23,01%	2	0,55%				
	SO ₂	201	54,92%	156	42,74%	8	2,19%				

- Sin información de registro del contaminante. D/A días del año: Año 2016 bisiesto.

En la tabla 5 se registran los días faltantes donde no se encontró registros de contaminantes, es decir se identificó meses donde habían más de 10 días, o incluso el mes completo sin registros. Es de resaltar la estación de bomberos el contaminante PM₁₀ presento el 50% para los años 2017 y 2018 sin registros de datos.

Posteriormente se identificaron valores extremos llamativos en los registros: Se definieron como aquellos que sobrepasaran en tres veces los valores usuales del registro en los días aledaños y se revisaron con el procedimiento ya descrito. En la Tabla 6. Se presentan el número de eventos con datos vacíos o extremos identificados por año.

Tabla 6. DATOS INCOMPLETOS Y EXTREMOS DE LOS CONTAMINANTES IDENTIFICADOS

CONTAMINANTE	DATOS VACIOS	DATOS EXTREMOS
PM ₁₀	66	6
PM _{2,5}	28	22
SO ₂	47	0
NO ₂	18	0

En los municipios de Sogamoso y Nobsa en relación a los datos de los contaminantes se calculan en su totalidad de la base final uniendo los registros.

11.2 ASOCIACIÓN ENTRE SUBSERIES DE TIEMPO

La correlación entre las series de tiempo de los contaminantes y la serie de tiempo de los eventos respiratorios se adelantó mediante el coeficiente de Spearman.

Para cada estación y en cada contaminante medido se seleccionaron las series de tiempo que tuvieran más de seis meses continuos de medición (subseries), obteniendo las presentadas en la Tabla 7. con sus respectivos coeficientes de Spearman calculando la correlación sin cambio de tiempo, y con retrasos de tres y cinco días.

Tabla 7. SUBSERIES DE TIEMPO CON MEDICIONES SUPERIORES A SEIS MESES CONTINUOS, CORRELACIÓN DE SPEARMAN CON EVENTOS RESPIRATORIOS, MUNICIPIOS DE SOGAMOSO Y NOBSA, 2016 – 2018

ESTACIÓN	CONTA-MINANTE	SERIE	LAPSO	COEF. DE SPEARMAN	COEF. DE SPEARMAN REZ.1	COEF. DE SPEARMAN REZ.3
RECREEO	PM ₁₀	1	Agosto 6 de 2017 a septiembre 2 de 2018	0,027	-0,173	-0,152
		2	Abril 6 de 2018 a diciembre 31 de 2018	-0,147	-0,333	-0,184
	PM _{2,5}	1	Enero 1 de 2017 a febrero 9 de 2018	0,079	-0,09	0,091
		2	Abril 6 de 2018 a 31 de diciembre de 2018	-0,238	-0,301	-0,185
	SO ₂	1	Enero 1 de 2017 a febrero 9 de 2018	-0,248	-0,27	-0,26
		2	Abril 6 de 2018 a diciembre 31 de 2018	-0,244	-0,24	-0,222
	NO ₂	1	Enero 1 de 2017 a febrero 9 de 2018	0,109	-0,159	-0,028
BOMBEROS	PM ₁₀	1	Diciembre 1 de 2016 a junio 30 de 2017	0,302	0,053	0,123
	SO ₂	1	Mayo 1 de 2017 a octubre 30 de 2017	-0,053	0,041	0,066
NAZARETH	PM ₁₀	1	Marzo 9 de 2017 a diciembre 1 de 2017	0,345	-0,117	0,062
		2	Enero 18 de 2018 a agosto 3 de 2018	0,023	-0,316	-0,076
	PM _{2,5}	1	Junio 29 de 2017 a diciembre 12 de 2017	-0,006	-0,143	-0,062
		2	Abril 23 de 2018 a diciembre 31 de 2018	-0,168	-0,263	-0,144
	SO ₂	1	Marzo 9 de 2017 a diciembre 12 de 2017	-0,207	-0,26	-0,188
	NO ₂	1	Marzo 9 de 2017 a diciembre 1 de 2017	0,054	-0,26	-0,114
		2	Diciembre 20 de 2017 a diciembre 31 de 2018	-0,09	-0,352	-0,311

Rez: rezago retraso en días

ESTACIÓN	CONTA-MINANTE	SERIE	LAPSO	COEF. DE SPEARMAN	COEF. DE SPEARMAN REZ.1	COEF. DE SPEARMAN REZ.3
SENA	PM ₁₀	1	Junio 1 de 2016 a noviembre 12 de 2016	0,156	0,142	0,152
		2	Mayo 1 de 2017 a diciembre 31 de 2018	0,148	-0,278	-0,105
	SO ₂	1	Junio 1 de 2016 a noviembre 12 de 2016	-0,213	-0,227	-0,183
		2	Junio 1 de 2017 a junio 19 de 2018	-0,044	-0,111	-0,113
		3	Junio 26 de 2018 a diciembre 31 de 2018	0,02	-0,061	0,066
HOSPITAL	PM ₁₀	1	Enero 1 de 2016 a julio 27 de 2016	-0,19	-0,235	-0,205
		2	Octubre 1 de 2016 a diciembre 31 de 2018	0,038	-0,074	0,016

Rez: rezago retraso en días

Al realizar el análisis de correlación para estas subseries de tiempo se encontró que todos los coeficientes estaban entre 0.345 y -0.352, todas ellas se interpretan sin una asociación representativa. Es llamativo encontrar coeficientes negativos, representando relaciones inversas, es decir relación contradictoria entre las dos variables dado posiblemente por el valor de la variable de consultas con pocos registros y el comportamiento de las concentraciones de los contaminantes al no presenta ninguna influencia sobre las consultas.

11.3 SERIES DE TIEMPO DE CONTAMINANTES TRES AÑOS

Con las series calculadas con los datos diarios de todas las estaciones para cada contaminante (series globales) se adelantó también el mismo análisis el cual se resume en la tabla 8.

Tabla 8. SERIES DE TIEMPO GLOBALES, CORRELACIÓN DE SPEARMAN CON EVENTOS RESPIRATORIOS, MUNICIPIOS DE SOGAMOSO Y NOBSA, 2016 – 2018

CONTAMINANTE	COEFICIENTE DE SPEARMAN	COEFICIENTE DE SPEARMAN REZ.3	COEFICIENTE DE SPEARMAN REZ.5
PM ₁₀	0,111	-0,099	0,007
PM _{2,5}	-0,004	-0,147	-0,039
SO ₂	-0,162	-0,158	-0,142
NO ₂	-0,04	-0,335	-0,233

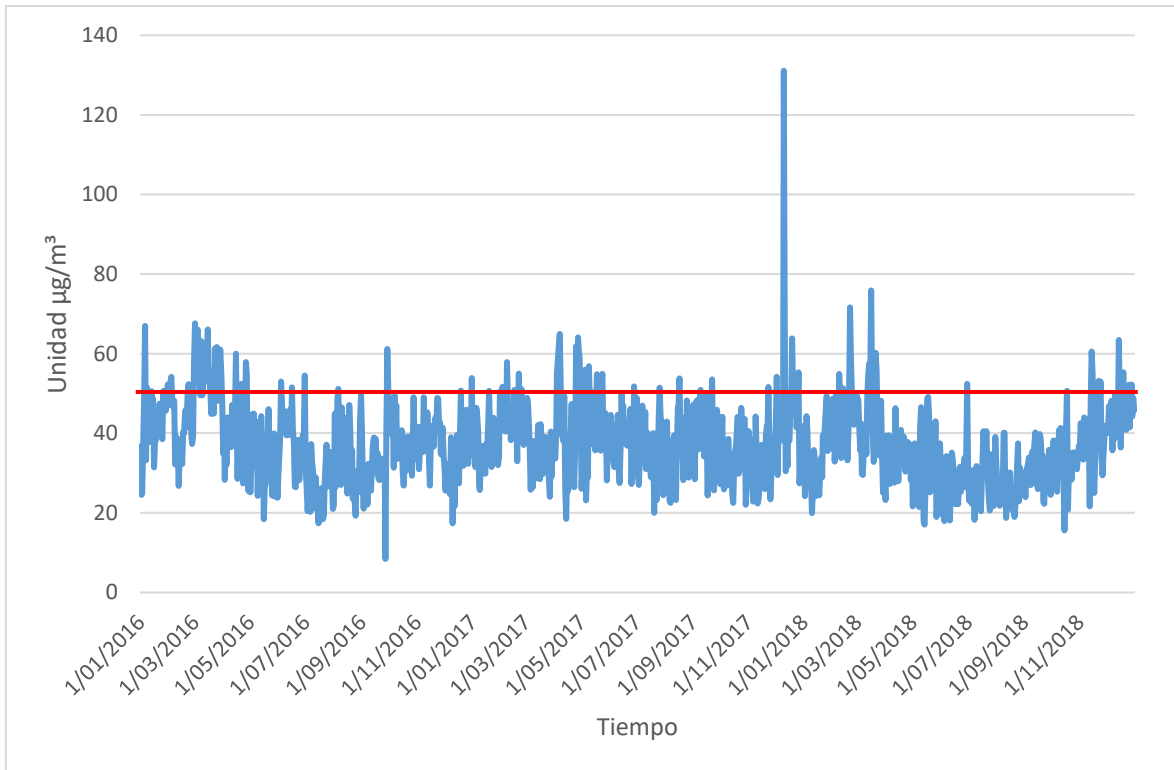
Rez: rezago retraso en días

Al realizar la correlación entre las series de tiempo globales de los contaminantes y la relación con la presencia de los eventos por enfermedades respiratorias se observan valores negativos para todos los análisis de las series, excepto para el PM₁₀, que tiene valores positivos en las series sin rezago y con rezago de 5 días, pero todos los valores. Adicionalmente los valores de coeficiente de Spearman se mueven en un rango entre -.0335 y 0.111 que no permite en ningún caso concluir asociación entre el comportamiento de las series de tiempo comparadas.

El comportamiento diario específico de los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂, en las series globales se presenta en los gráficos 4, 5, 6, 7, 8.

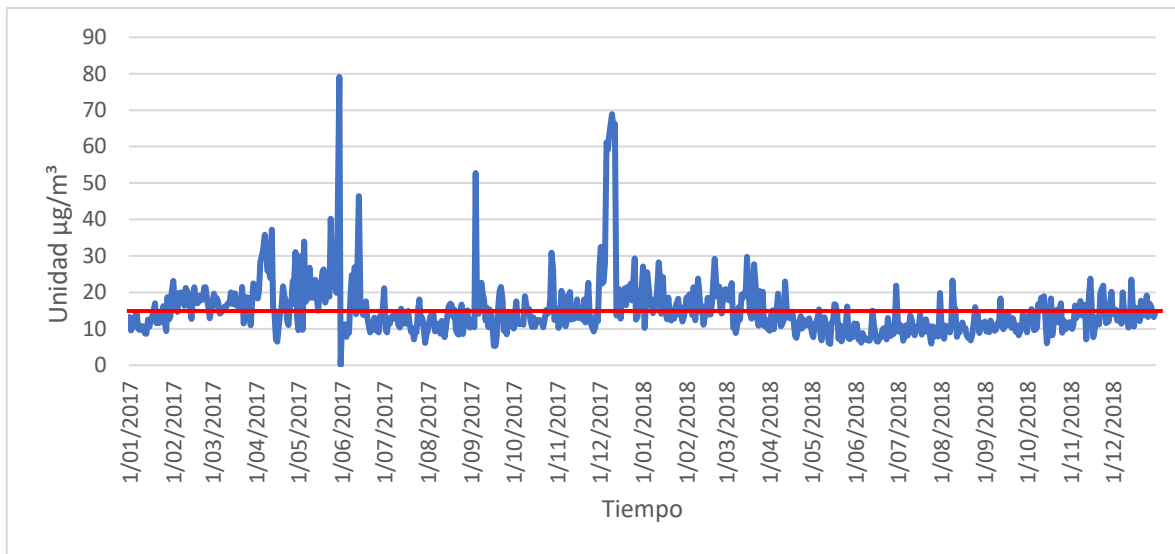
Los resultados para la serie de tiempo de PM₁₀ (Grafico 4.) muestran valores con rangos entre 8.41 µg/m³ a 131 µg/m³, encontrándose el valor más alto para el mes de diciembre del año 2017 en un solo día de registro. Los valores diarios encontrados oscilan a lo largo de la serie con valores por debajo y por encima del recomendado diario por la OMS de 50 µg/m³, sin embargo, los resultados promedio anual de las mediciones obtenidos para cada año (2016: 38.152 µg/m³, 2017: 38.74 µg/m³, 2018: 35.19) son todos superiores recomendado anual promedio por la OMS de 20 µg/m³.

Gráfico 4. SERIE DE TIEMPO GLOBAL PM₁₀ SOGAMOSO Y NOBSA, 2016 – 2018



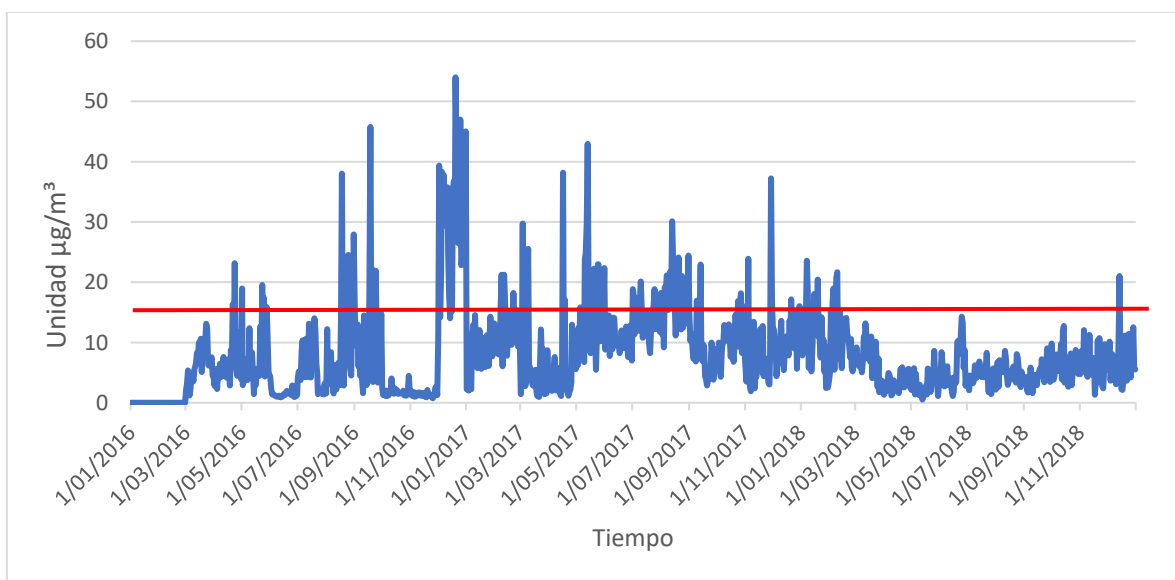
Las mediciones de PM_{2.5} se entregaron con registros a partir del 1 de enero de 2017. Los resultados de la serie de tiempo de PM_{2.5} (Gráfico 5.) muestra valores relativamente constantes en su mayoría por debajo del valor límite recomendado por OMS de 25 µg/m³ para el promedio diario, con excepción de algunos picos de corta duración en el año 2017, algunos de ellos con valores que triplican los usuales para el periodo.

Gráfico 5. SERIE DE TIEMPO GLOBAL PM_{2.5} NOBSA-SOGAMOSO 2016-2018



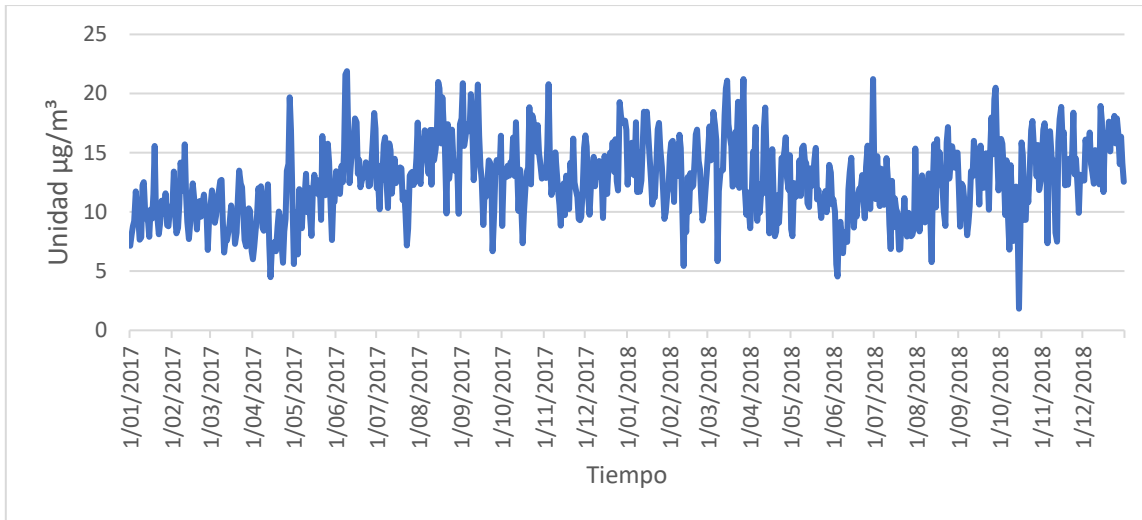
Los resultados en la serie de tiempo para el contaminante SO₂ (Gráfico 6.) muestran una amplia variabilidad hasta marzo de 2018 con valores frecuentes muy por encima de 20 µg/m³ hasta el mes de marzo de 2018 cuando las mediciones descienden a valores menores 20 µg/m³, excepto un valor levemente superior. La recomendación de la OMS de un valor promedio anual de 20 µg/m³ se cumple pues el cálculo arroja los siguientes resultados: 6.84 µg/m³ para el año 2016, 10.75 µg/m³ para el año 2017 y de 6.18 µg/m³ para el año 2018.

Gráfico 6. SERIE DE TIEMPO GLOBAL DE SO₂ NOBSA-SOGAMOSO 2016-2018



Los resultados para la serie de tiempo de NO₂ (Gráfico 7) muestran valores todos por debajo de 23 µg/m³ lo que permite asegurar que el resultado está por debajo del estándar propuesto por OMS para este contaminante de 40 µg/m³ como promedio anual.

Gráfico 7. SERIE DE TIEMPO GLOBAL DE NO₂ NOBSA-SOGAMOSO 2016-2018



Al buscar asociación mediante el análisis visual de los gráficos con las series de tiempo de cada contaminante frente a los eventos respiratorios se evidencia una falta de semejanza en todas las series. En el Gráfico 8 se presentan estas comparaciones.

GRÁFICO 8. SERIES DE TIEMPO DE CONTAMINANTES COMPARADAS CON LA SERIE DE TIEMPO DE EVENTOS RESPIRATORIOS, SOGOMOSO Y NOBSA 2016 - 2018

PM₁₀ CONCENTRACIÓN PROMEDIO Y EVENTOS CON REZAGO DE TRES DÍAS.

Gráfico correspondiente a las mediciones de PM 10

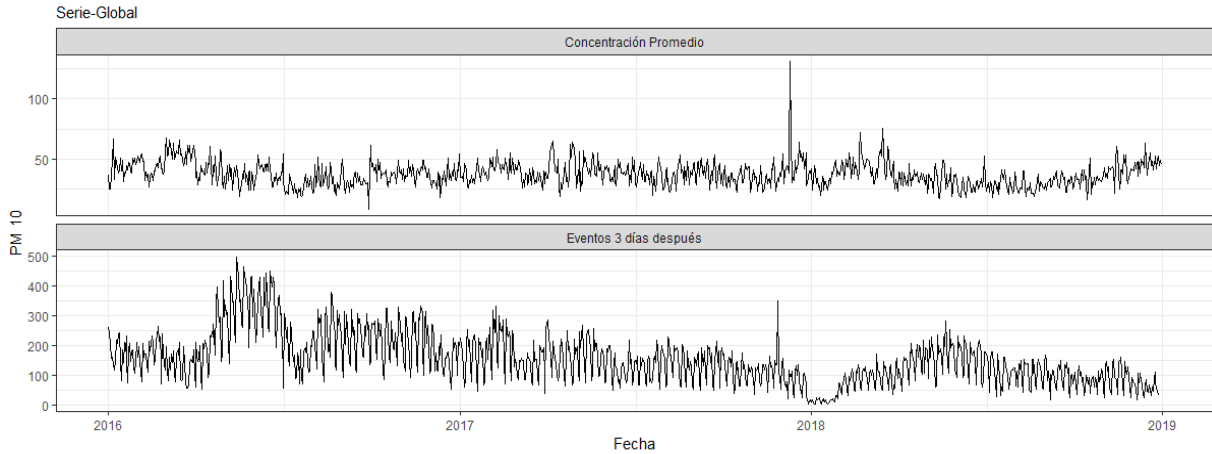


Gráfico correspondiente a las mediciones de PM 10

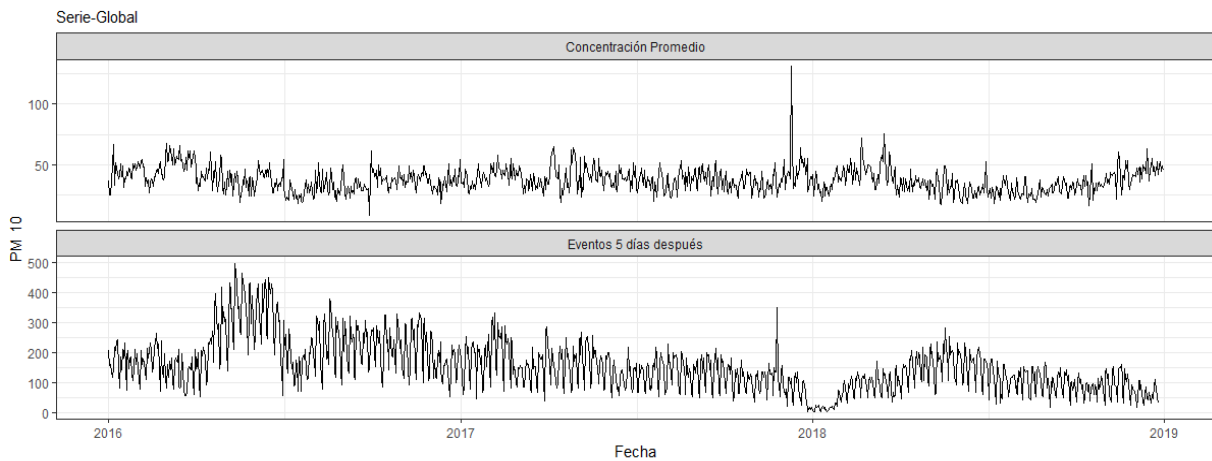


Gráfico correspondiente a las mediciones de PM 2.5

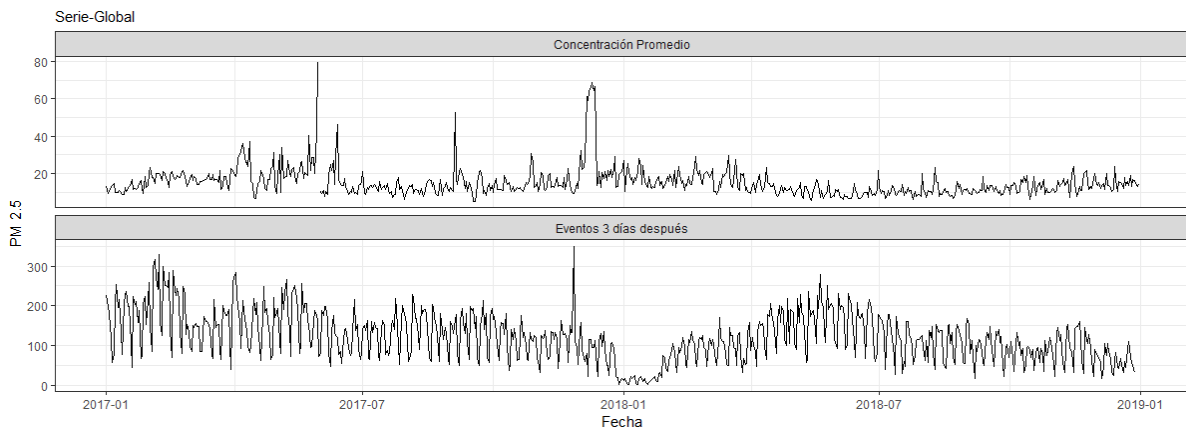


Gráfico correspondiente a las mediciones de PM 2.5

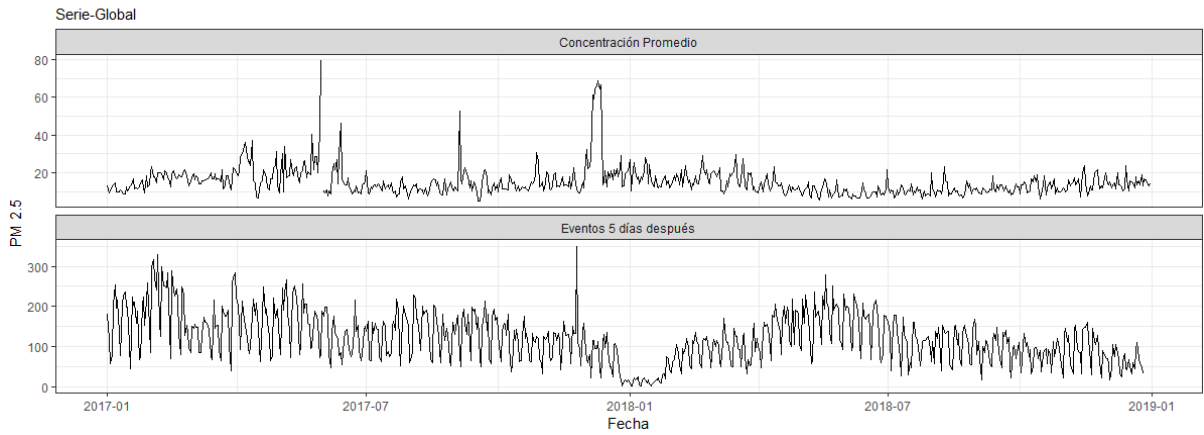


Gráfico correspondiente a las mediciones de SO2

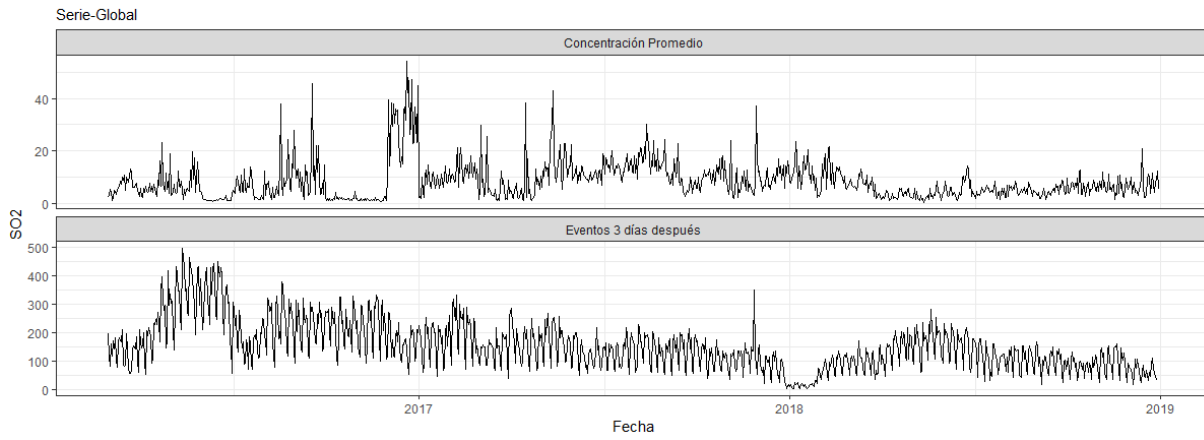


Gráfico correspondiente a las mediciones de SO2

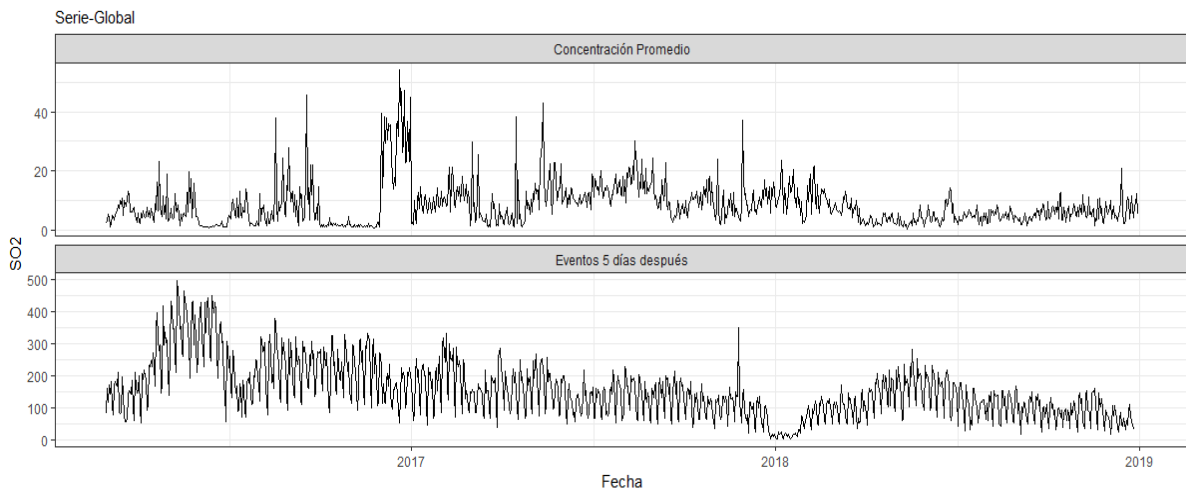


Gráfico correspondiente a las mediciones de NO2

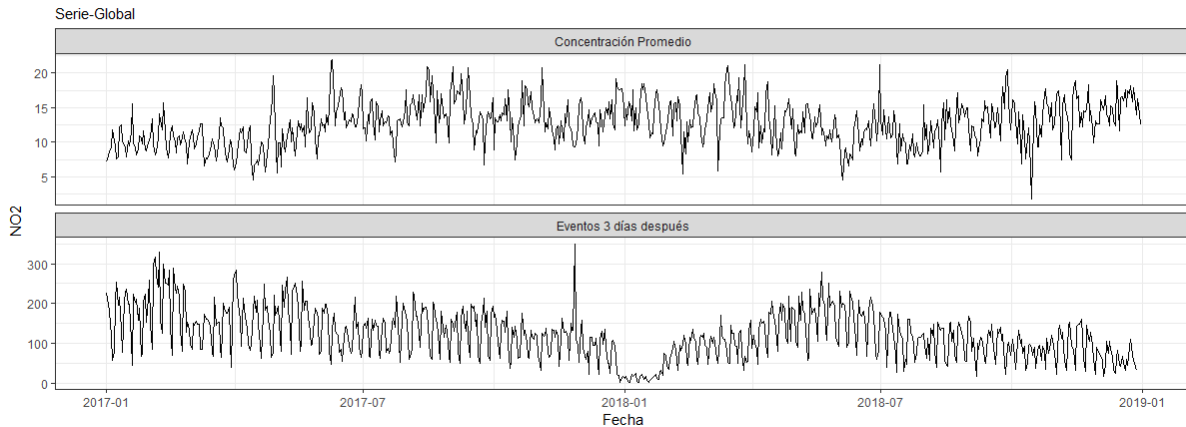
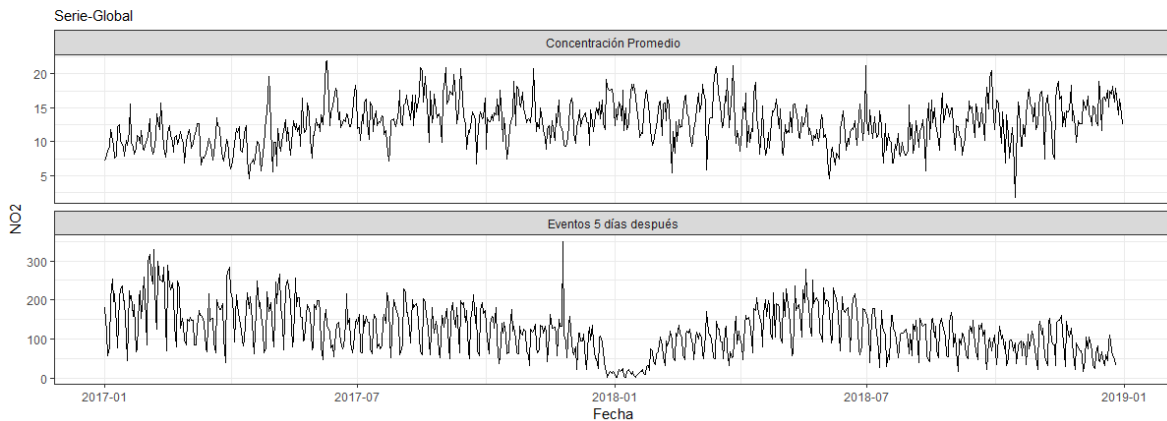


Gráfico correspondiente a las mediciones de NO2



12 DISCUSIÓN

Los registros analizados de los RIPS para los municipios de Sogamoso y Nobsa entre los años 2016 y 2018 presentan una conformación en la serie de tiempo que hace dudosa su correspondencia con la realidad de la situación de salud de una comunidad. Encontrar una clara disminución en el número de consultas en una población que no ha disminuido, el municipio de Sogamoso presentó un crecimiento demográfico de 112.790 habitantes año 2016 y la proyección para el año 2018 era de 127.235 habitantes (14), el municipio de Nobsa tenía una población de 16.612 habitantes (18), y que no se tiene claramente identificada una fuente de prestación de servicios de salud alternativos (no registrados en los RIPS) se hace poco probable, y pensar que la situación de salud de la comunidad durante esos años

mejoró a tal punto que se disminuyeran las consultas en general tampoco ha sido reconocido mediante otros indicadores. Además, hay vacíos temporales de gran magnitud, sin explicación aparente.

El comportamiento de las infecciones respiratorias agudas en el municipio de Sogamoso presento una tasa de morbilidad, 0.16%, mostrando una disminución de los casos notificados para el año 2014 (14). “En el año 2017 la principal subcausa de mortalidad asociada a enfermedades transmisibles fueron las Infecciones Respiratorias Agudas, presentando la mayor tasa de mortalidad en el año 2008 con 29,92 muertes por 100.000 hombres” (50). En el Municipio de Nobsa durante el periodo 2005 a 2017, presento una mortalidad por IRA registrando la tasa más alta en 2012 con 69,98 muertes 100.000 habitantes (11). Una explicación de la situación descrita anteriormente la disminución en los casos notificados.

La entrega de información sobre los RIPS por los estamentos de salud fue muy difícil para la autora, y luego de repetidos intentos finalmente se obtuvo de manera fraccionada, y con estructura de datos de difícil interpretación. Esto hace necesario un proceso complejo y tedioso para la transformación en archivos adecuados a la construcción de la serie de tiempo de consultas. En este proceso pueden fácilmente perder, transponerse o distorsionarse la información creando series que no corresponden con la realidad. El control de la calidad se realizó por medio de la revisión de las bases originales con el objetivo de minimizar las codificaciones erróneas.

Para la información de los contaminantes atmosféricos se encuentran también grandes dificultades en la construcción de series de tiempos toda vez que los datos están registrados desde su registro original en formatos sin estructura de serie de tiempo, es decir no hay continuidad en el tiempo de los registros de los contaminantes. Su transformación, al igual que con los registros de salud, impone un riesgo de que el investigador distorsione la información o genere pérdidas de datos durante la construcción de las series de tiempos requeridas para la investigación.

En los datos recibidos se pudo identificar evidentes fallas en los registros, con valores repetidos en registros de diferentes estaciones: En la estación de Recreo los registros de PM_{2.5} de mayo de 2017 fueron idénticos a los reportados para el mismo contaminante en la estación de Nazareth en el mismo mes. El hallazgo de valores inconsistentes en cada serie de tiempo con valores imposibles de considerar (incrementos en un solo día de más de cincuenta veces el valor usual) hace dudar de la fidelidad de los resultados.

Un hallazgo de este tipo puede ser explicado por múltiples causas, desde des calibración de los equipos hasta el ingreso equivocado del registro en los archivos. Según el protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas a nivel nacional “las causas de invalidación de datos incluyen pérdida o alteración de la muestra, errores en la aplicación de los métodos y procedimientos. Sin embargo, para los dos municipios la información con la que se conto fue la suministrada por Corpoboyacá. En cuanto al municipio de Nobsa se identificó en las estaciones de Bomberos y Nazareth el promedio en registros faltantes estaba por encima del 40%.

Todo sistema de información tiene un proceso de mejoramiento en su evolución, y la existencia del sistema de monitoreo ambiental en la ciudad de Sogamoso ya tiene más de quince años de funcionamiento, con lo que no se esperaría encontrar este tipo de situaciones sino esporádicamente.

De igual otros factores que influyen en la contaminación son las variables meteorológicas. Es por ello que en este estudio no se tuvo en cuenta estas variables velocidad del viento, temperatura y precipitación; el año que contaba con información fue el 2018 y algunas estaciones del 2017, por lo que no se logró construir series de tiempo continuas. La meteorología juega un papel importante en la calidad del aire para la dispersión de los contaminantes emitidos. Los municipios de Sogamoso y Nobsa se identificaron que los vientos son generalmente de lunes a domingo provienen de este, noreste y oeste, las estaciones de Bomberos, Nazareth y Sena, presentan valores bajos de velocidad del viento entre 0 a 35 ug/m³, lo que puede aumentar la concentración de los contaminantes en lugares

específicos, en estos municipios se hace más complejo por tener el efecto de inversión térmica. Los periodos de lluvia son los meses abril, junio, septiembre, octubre, noviembre, presentan temperaturas bajas, aumento de la humedad y disminución de la radiación solar. Los meses de enero, febrero, marzo, julio, agosto y diciembre son meses secos aumentando la velocidad de los vientos y radiación solar (51).

Los procesos de correlación de las series de variables no arrojan un coeficiente de correlación de Spearman que siquiera sugiera un comportamiento paralelo de las variables. Es decir, las medidas de asociación no proporcionan valores de correlaciones, al contrario, los valores encontrados arrojan asociaciones negativas las cuales no coinciden con lo que la literatura refiere en múltiples publicaciones. Podría plantearse que los errores identificados en los datos para la construcción de las series de tiempo podrían explicar dicho comportamiento.

En cuanto a las subseries y series globales de tiempo de las concentraciones de contaminantes atmosféricos se identificó en el coeficiente de correlación de Spearman correlaciones inversas. En cuanto a los gráficos de dispersión no mostrar ningún patrón de asociación con los eventos por enfermedades respiratorias, identificando las variables independientes con una dispersión absoluta y sin tendencia.

De todas formas, el resultado de la serie de tiempo permite concluir que lo logrado no se corresponde con la realidad de la comunidad. Dicho resultado se puede comparar con el estudio realizado en Bogotá, localidad de Kennedy donde se encontró “durante el periodo de análisis un aumento de la tasa por infección respiratoria aguda por los gases contaminantes analizados (So₂, No₂ y Co) presentando un incremento considerable es decir que cada día hubo más personas afectadas por las infecciones respiratorias agudas, de todas las edades en la localidad de Kennedy los rangos de edad 0 a 4 años y mayor de 60 años presentó mayor proporción de población enferma (52).

Por otra parte, el estudio realizado en Colombia en los departamentos de Medellín, Cali, Bogotá, Bucaramanga los contaminantes relacionados con el tráfico parece

ser la mezcla más dañina asociada con las vías respiratorias dado por el aumento en las visitas a urgencias, los efectos sinérgicos entre NO₂ y SO₂ existen y ocasionan alteraciones (3). Al contrastar los resultados arrojados en el estudio de los municipios de Sogamoso y Nobsa con la evidencia científica no concuerdan con lo encontrado en Colombia.

13 CONCLUSIONES

En este estudio no se encontró asociación alguna entre las mediciones de las variables concerniente a la calidad de los datos que se utilizaron. De igual forma no permitió hallar alguna correlación que coincidiera con la literatura. Para el municipio de Sogamoso se observa en los registros variaciones grandes entre los días, meses y años con una tendencia a disminuir en el número de eventos especialmente para los registros RIPS. Comparado con el municipio de Nobsa donde se idéntico aumento gradual en el número de consultas durante los tres años.

Al encontrarse con problemas serios de información tanto para los registros de los contaminantes atmosféricos y los RIPS durante la obtención y procesamiento de los datos y para la construcción las series de tiempo, se determina que estos problemas impiden identificar asociaciones con resultados de baja correlación, e incluso correlaciones negativas que no parecen ser plausibles con el nivel de conocimiento que se tiene sobre la exposición a contaminantes y salud respiratoria.

14 RECOMENDACIONES

Se sugiere revisar de manera profunda la construcción, el registro y entrega de la información con fines de investigación de los RIPS. Este sistema de información debe trabajar intensamente en una revisión sistemática de la fidelidad y en lo completo de sus registros, y en facilitar su disponibilidad para su uso en investigación en salud.

De igual forma se sugiere hacer revisión de los registros y la forma de almacenamiento y la construcción de sistemas de información sobre los resultados del monitoreo ambiental a nivel local en los municipios de Sogamoso y Nobsa. De

esta forma podría mantenerse una vigilancia continua y sostenida que facilite su análisis, interpretación y apoyo para las decisiones de políticas y normatividad a nivel local y nacional.

15 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado, sin embargo, cada vez hay más países que toman medidas [Internet]. Organización Mundial de la Salud [citado 25 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
2. Instituto Nacional de Salud. Informe Carga de Enfermedad Ambiental en Colombia [Internet]. INS. [citado 24 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/Informe-Carga-de-Enfermedad-Ambiental-en-Colombia.aspx>
3. Rodríguez L, Rojas N, Fernández J. Short-term joint effects of ambient air pollutants on emergency department visits for respiratory and circulatory diseases in Colombia, 2011–2014. *Environmental Pollution* [Internet]. 1 de mayo de 2019;248:380-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749118320517>
4. Bellisario A, Guns G, Steel. The Fates of Human Societies. *Revista Mexicana de Sociología* [Internet]. 2005;67(1):214-9. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rms/v67n1/v67n1a9.pdf>
5. Smith K, Corvalán C, Kjellström T. How Much Global Ill Health Is Attributable to Environmental Factors? *Epidemiology* [Internet]. septiembre de 1999 [citado 24 de julio de 2021];10(5):573-84. Disponible en: <http://journals.lww.com/00001648-199909000-00027>
6. CorpoBoyacá. Boletín oficial CorpoBoyaca, Resolución N° 0634 del 26 de Mayo de 2006. [Internet]. Edición n° 83. 2006. Disponible en: <http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/11/Boletin-oficial-083.pdf>
7. Diagnóstico semestral de la calidad del aire departamento de Boyacá [Internet]. Boyacá: Gobernación de Boyacá; 2020 p. 86. Disponible en: <https://www.boyaca.gov.co/ambiental/wp-content/uploads/2020/12/Diagnostico-Semestral-de-la-caliad-del-aire-2020-1.pdf>

8. Resultados | Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM) | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [Internet]. [citado 20 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/gleam/results/es/>
9. Bermúdez J, Mejía H. Foros regionales Ganadería Colombiana sostenible [Internet]. Región Boyacá: 2017; p. 64. Disponible en: <http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2018/06/Relator%C3%ADa-Foros-Ganader%C3%ADa-Sostenible-Paipa.pdf>
10. Vargas E. Análisis de la problemática ambiental (recursos: agua aire) que presenta el municipio de Sogamoso Boyacá en el plan de ordenamiento territorial. [Internet]. [Bogotá D.C]: Universidad Militar Nueva Granada; 2015. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/143451233.pdf>
11. Torres J. Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, municipio de Nobsa Boyacá 2019 [Internet]. Boyacá: ESE Unidad de Salud Nobsa; 2019 p. 121. Disponible en: https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/asis2019/asis_nobsa_2019.pdf
12. Cruz A. Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia: Calidad del Aire. :98.
13. De Grove K, Provoost S, Brusselle G, Aristizabal G, Maes T. Insights in particulate matter-induced allergic airway inflammation: Focus on the epithelium. Clin Exp Allergy [Internet]. julio de 2018;48(7):773-86. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cea.13178>
14. Municipio de Sogamoso. Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, municipio de Sogamoso 2016 [Internet]. 2016. Disponible en: <http://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/asis2016/asis-municipal-2016-sogamoso.pdf>
15. Ministerio de salud. Resolución número 8430 de 1993 (octubre 4) [Internet]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/de/dij/resolucion-8430-de-1993.pdf>
16. Función Pública. Ley 1581 de 2012. EVA [Internet]. Ley 1581 2012. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
17. Lancheros A, García C, González E, Abril L, Álvarez M, Mesa N, et al. Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, Boyacá 2015 [Internet]. Boyacá; 2015 p. 243. Disponible en:

https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/asis_boyac_2015_con_modelo_de_determinantes_sociales_de_salud_boyaca_2015.pdf

18. Torres J. Análisis Situacional de Salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, Municipio de Nobsa, boyacá 2020. [Internet]. Nobsa, Boyacá; 2020. Disponible en: https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/asis2020/asis_nobsa_2020.pdf
19. Almetwally A, Bin-Jumah M, Allam A. Ambient air pollution and its influence on human health and welfare: an overview. *Environ Sci Pollut Res* [Internet]. 1 de julio de 2020 [citado 1 de mayo de 2021];27(20):24815-30. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09042-2>
20. Spiegel J, Maystre L. Control de la contaminación ambiental. Capítulo 55 [Internet]. [citado 27 de julio de 2021]. 60 p. (55). Disponible en: <https://vdocuments.mx/capitulo-55-control-de-la-contaminacion-ambiental.html>
21. Linares C, Díaz J. Un buen indicador de la contaminación urbana por causas antropogénicas. Las PM_{2,5} y su afección a la salud. [Internet]. *El ecologista*; 2008. Disponible en: https://www.um.es/estructura/servicios/sprevencion/c-seguridad/documentos/EE_58_PM25.pdf
22. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Resolución número 2254 del 01 de noviembre [Internet]. 2254 2017. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>
23. Cortes K, Díaz D, Valencia S, Varga G, Chaparro P, Escobar F, et al. Carga de enfermedad ambiental en Colombia, Informe Técnico Especial 10. [Internet]. 2018 p. 177. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/Informe-Carga-de-Enfermedad-Ambiental-en-Colombia.aspx>
24. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud [Internet]. [citado 27 de julio de 2021]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
25. Brown T, Rushton L, Muggleston MA, Meechan D. Health effects of a sulphur dioxide air pollution episode. *Journal of Public Health* [Internet]. 1 de diciembre de 2003 [citado 27 de julio de 2021];25(4):369-71. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdg083>
26. Organización mundial de la salud. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre [Internet]. 2006. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=C54D1FF593A81AF28B7E9D9EA9A6BDB4?sequence=1

27. Elaboración de recomendaciones asociadas a la calidad del aire [Internet]. Madrid: Plan Nacional del Aire; 2019 dic p. 56. Disponible en: https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/PLAN_AIRE_M edida_4_19_12_27.pdf
28. Competitividad en el sector siderúrgico en el departamento de Boyacá TGT-190 [Internet]. [citado 27 de julio de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1441/2/TGT-190.pdf.pdf>
29. Votorantim. Paz del Rios [Internet]. [citado 27 de julio de 2021]. Disponible en: <http://www.pazdelrio.com.co/es-es/Institucional/Paginas/default.aspx>
30. Plantas de concretos | Holcim Colombia S.A. - Holcim Colombia S.A. [Internet]. [citado 27 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.holcim.com.co/nuestra-empresa/localizacion-plantas/plantas-de-concretos>
31. Argos. Contexto – Cementos Argos: Empresa multinacional líder y sostenible [Internet]. Contexto cementos Argos. [citado 27 de julio de 2021]. Disponible en: <https://argos.co/contexto/>
32. Barreto P. Conformación del empresariado del sector siderúrgico y su papel en los procesos de modernización social, económica y administrativa, en el corredor industrial de Boyacá, [Internet]. [Medellín]; 2014. Disponible en: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5061/PatriciaBarreto%20_2014.pdf;jsessionid=6E8F58170C6516DD31EF3EB1D6FA7CC3?sequence=2
33. Sidenal, la gran empresa boyacense que lucha en un mercado complejo | Sidenal S.A. [Internet]. [citado 27 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.sidenal.com.co/desintegracion/sidenal-la-gran-empresa-boyacense-que-lucha-en-un-mercado-complejo/>
34. Indumil Colombia. Informe de Gestión, transformación y sostenibilidad 2015 [Internet]. Boyacá: Indumil; 2015 p. 136. Disponible en: <https://www.indumil.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Informe-de-Gestio%CC%81n-2015-Indumil-Final.pdf>
35. García C. Informe del comportamiento de la infección respiratoria aguda. Boyacá, 2018. [Internet]. Boyacá: secretaria de salud, Gobernación de Boyacá; 2018 p. 37. Disponible en: https://www.boyaca.gov.co/secretariasalud/informes-de-eisp/?wpdf_download_file=L2hvbWUvYm95Z292Y28vcHVibGljX2h0bWwvU2VjU2FsdWQvaW1hZ2VzL0RvY3VtZW50b3MvSW5mb3JtZXNFNVNQLzlwMTgvaW5mb3JtZSBhbnVhbC9Cb3lhY8OhIEISQSAyMDE4LnBkZg%3D%3D
36. Nidhi N, Jayaraman G. Air quality and respiratory health in Delhi. Environ Monit Assess. diciembre de 2007;135(1-3):313-25.

37. Vargas S, Onatra W, Osorno L, Páez E, Sáenz O. Contaminación atmosférica y efectos respiratorios en niños, en mujeres embarazadas y en adultos mayores. Rev UDCA Act & Div Cient [Internet]. 30 de junio de 2008 [citado 24 de agosto de 2021];11(1). Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/600>
38. Dab W, Medina S, Quénel P, Le Moullec Y, Le Tertre A, Thelot B, et al. Short term respiratory health effects of ambient air pollution: results of the APHEA project in Paris. J Epidemiol Community Health [Internet]. abril de 1996 [citado 24 de agosto de 2021];50(Suppl 1):42-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1060887/>
39. Kinney P. Interactions of Climate Change, Air Pollution, and Human Health. Curr Envir Health Rpt [Internet]. 1 de marzo de 2018 [citado 1 de mayo de 2021];5(1):179-86. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0188-x>
40. Organización Panamericana de la Salud. Calidad del aire OPS/OMS Organización Panamericana de la Salud [Internet]. OPS. [citado 24 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>
41. Forum of International Respiratory Societies, European Respiratory Society. The global impact of respiratory disease [Internet]. 2.^a ed. 2017. 9-10 p. Disponible en: https://www.who.int/gard/publications/The_Global_Impact_of_Respiratory_Disease_ES.pdf
42. Barrera M, Oliveros A, Oliveros A. Sistema Integral de Información del SGSSS. SIIS. Cómo organizar e implementar los registros individuales de prestación de servicios de salud RIPS. enero de 2001;48. Disponible en: <http://www.saludcapital.gov.co/DPYS/Normatividad/Guia%20Implementacion%20RIPS/Gu%C3%ADa%20para%20la%20implementaci%C3%B3n%20RIPS%20%E2%80%93%20Ministerio.pdf>
43. Lineamiento Técnico para el Registro y envío de los datos del Registro Individual de Prestaciones de Salud RIPS, desde las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud a las EAPB [Internet]. [citado 24 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/OT/Lineamientos-Tecnicos-para-IPS.pdf>
44. Instituto Nacional de Salud. Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública - SIVIGILA [Internet]. INS. [citado 1 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/Paginas/SIVIGILA.aspx>
45. Ministerio de Salud. Sistema de Vigilancia en Salud Pública [Internet]. Minsalud. 2021 [citado 1 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/SIVIGILA.aspx>

46. Guzmán L, Buitrago M. 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. [Internet]. [Bogotá D.C]: Universidad Libre de Colombia; 2013. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11319/FORMULACION%20DEL%20SVCA%20CORREDOR%20INDUSTRIAL%20PAIPA-%20DUITAMA-%20SOGAMOSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
47. Corporación Autónoma Regional de Boyacá. Reporte mensual de calidad del aire Corpoboyacá. Junio 2020 [Internet]. Corpoboyacá; 2020. Report No.: 06. Disponible en: <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2020/09/Reporte-calidad-del-aire-Red-de-monitoreo-CORPOBOYACA-Junio-de-2020.pdf>
48. Blanco L, Pinzón Carlos, Idrovo Á. Ecological studies in environmental health: Beyond epidemiology. *Biomédica* [Internet]. 10 de agosto de 2015 [citado 24 de agosto de 2021]; 35:191-206. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/2819>
49. Asociación Médica Mundial. WMA. The World Medical Association. Declaración de Helsinki de la AMM. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [Internet]. 2017 [citado 25 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/polices-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
50. Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, municipio de Sogamoso Boyacá 2019 [Internet]. Sogamoso: secretaria de Salud de Sogamoso; 2019. Disponible en: https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/asis2019/asis_sogamoso_2019.pdf
51. Corporación Autónoma Regional de Boyacá. Reporte mensual de calidad de aire Corpoboyacá diciembre 2019 [Internet]. Boyacá; 2019 p. Español. Disponible en: <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2020/02/Reporte-calidad-del-aire-Red-de-monitoreo-CORPOBOYACA-diciembre-de-2019.pdf>
52. Barrete C. Contaminación del aire y enfermedades respiratorias, un estudio en la localidad de Kennedy [Internet]. [Bogotá D.C]; 2020. Disponible en: https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/handle/001/3530/DKA-spa-2020-Contaminacion_del_aire_y_enfermedades_respiratorias_un_estudio_en_la_localidad_de_Kennedy?sequence=1&isAllowed=y