



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIO Y LA
NORMATIVIDAD EN CALIDAD DE AIRE: CASO VALLE DE SOGAMOSO

AUTOR

VARGAS PEREZ, YENY

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DIPLOMADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

PAMPLONA-NORTE DE SANTANDER

DICIEMBRE 2020



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



**ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIO Y LA
NORMATIVIDAD EN CALIDAD DE AIRE: CASO VALLE DE SOGAMOSO**

AUTOR

VARGAS PEREZ, YENY

Trabajo de grado-modalidad monografía-presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO AMBIENTAL

ASESOR DE MONOGRAFÍA

IBARRA CRUZ, ANDRES

Ing. Ambiental

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DIPLOMADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

PAMPLONA-NORTE DE SANTANDER

DICIEMBRE 2020



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Agradecimiento

En primer lugar, quiero darle las gracias a Dios por haberme dado la fuerza, el entendimiento y la sabiduría para recorrer este largo camino, pero que sin duda alguna trajo consigo conocimiento y experiencias de vida que me formaron como persona. Agradezco a mi familia todo el apoyo, la fortaleza y el amor que me brindaron en esta etapa de mi vida, siempre fueron y serán mi motivación

Le agradezco a la universidad de Pamplona, por haber puesto en mi carrera, maestros de calidad que siempre estuvieron brindando sus mejores conocimientos. Además, y muy especialmente a mi director de Monografía ingeniero Andrés Ibarra, infinitas gracias por su tiempo, dedicación y conocimiento

Finalmente gracias a la Corporación de Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACA), por el acceso a los informes del estado de calidad de aire.



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



ÍNDICE

PROLOGO	6
INTRODUCCION	8
CAPITULO I	9
1.1 Contaminantes De Análisis	9
1.2 Contaminantes Criterio	9
1.2.1 Material Particulado PM_{10} y $Pm_{2.5}$	9
1.2.2 Dióxido De Azufre (SO_2)	10
1.2.3 Dióxido De Nitrógeno (NO_2)	10
1.2.4 Ozono Troposférico (O_3)	11
1.2.5 Monóxido De Carbono (CO)	11
CAPITULO II	12
2.1 Compendio De Legislación Ambiental Establecida Para La Calidad Del Aire A Nivel Nacional	12
2.2 Constitución Política	12
2.3 Decretos	13
2.4 Resoluciones	15
2.1.2 Normatividad Regional	18
CAPÍTULO III	19
3.1 Análisis De La Situación Ambiental Del Valle De Sogamoso	19
CAPITULO IV	24
4.1 Determinación Del Cumplimiento De La Normatividad Ambiental Establecidas Para La Calidad Del Aire	24
4.1.1 Principio De Medición De Ozono (O_3)	25
4.1.2 Principio Y Aplicabilidad Del Dióxido De Nitrógeno (NO_2)	26



4.1.3 Aplicabilidad Para El Dióxido De Azufre (SO ₂)	26
4.1.4 Principio De Medición Para Monóxido De Carbono (CO)	26
4.2 Análisis De La Concentración De Contaminante Al Aire Periodo 2004-2010	27
4.3 Análisis de las concentraciones de contaminantes al aire periodo 2011-2015.....	28
4.4 Análisis De Las Concentraciones De Contaminantes Al Aire Periodo 2016-2017 ..	30
4.5 Análisis De Las Concentraciones De Contaminantes Al Aire Periodo 2018.....	31
4.5.1 Concentración Promedio Anual Material Particulado PM10	31
4.5.2 Concentración Promedio Anual Material Particulado PM2.5	32
4.5.3 Concentración Promedio Anual SO ₂ (Dióxido De Azufre)	33
4.5.4 Concentración promedio anual NO ₂ (Dióxido de nitrógeno)	34
4.5.5 Concentración Promedio Anual O ₃ (Ozono)	35
4.5.6 Concentración Promedio Anual CO (Carbono)	35
4.5 Calidad Del Aire Año 2019	36
4.5.1 Concentración Promedio Anual Material Particulado PM10	37
4.5.2 Concentración Promedio Anual Material Particulado PM2.5	38
4.5.3 Concentración Promedio Anual Dióxido De Azufre S02	38
4.5.4 Concentración Promedio Anual Dióxido De Nitrógeno NO2	39
4.5.5 Concentración Promedio Anual Ozono O3	40
4.5.6 Concentración Promedio Anual Monóxido De Carbono CO	41
4.6 Calidad Del Aire Año 2020	42
4.7 Cambio En La Calidad Del Aire	48
5. CONCLUSIÓN	52
ANEXOS	54
BIBLIOGRAFÍA	61



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



PROLOGO

La contaminación atmosférica es la presencia que existe en el aire de pequeñas partículas, donde su naturaleza es muy diversa, muchos reaccionan entre sí o con otras sustancias presentes en la atmosfera, como el vapor de agua, originando nuevos contaminantes que pueden generar riesgo, daño o molestia para las personas, plantas y animales que se encuentran expuestas a dicho ambiente (IDEAM, 2014). Esta contaminación es un problema que está afectado el planeta tierra desde hace muchos años; sin embargo, últimamente se ha agravado con la presencia de diversos materiales contaminantes en el aire debido al incremento de las industrias en las grandes ciudades. De acuerdo con los análisis realizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece que la contaminación atmosférica en Colombia es uno de los problemas con mayor preocupación debido a los impactos generados tanto en la salud como en el ambiente (Minambiente, 2019).

Dicha problemática de contaminación atmosférica se presenta en el municipio Sogamoso, que se encuentra ubicado en el departamento de Boyacá, y según el documento CONPES 3344 (Consejo Nacional de Política Económica y Social) da a conocer que el 41% del total de las emisiones de contaminantes se presenta en ocho (8) de las principales ciudades de Colombia, por el uso de combustibles fósiles como el carbón que es responsable del 65% de las emisiones de fuentes fijas y la principal causa de la contaminación atmosférica.

En relación de lo anterior el documento COMPEs 3344 relaciona las ocho ciudades con centros industriales, distribuidos de la siguiente manera: Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, V. Sogamoso, Bucaramanga, Cartagena y Pereira (ver anexo, tabla 1. Emisiones estimadas de contaminantes a partir de los consumos de combustibles para el año 2002) (MAVDT-IDEAM, 2005). Para que Sogamoso se encuentre dentro del listado de las ciudades más contaminadas se debe al gran desarrollo industrial y eso lo soporta el estudio denominado “El corredor industrial de Boyacá” que cita el progreso industrial de Sogamoso con empresas como la Siderúrgica, Acerías Paz del Río, industria cementera destacándose la planta de cemento Boyacá y Cementos Paz del Río (actualmente ARGOS) (Aguilar, 2014), adicional a ello se encuentran empresas como Hornasa, Indumil, 507 Chircales, 240 Caleras, Fundiciones, fábricas de asfalto, canteras de arena, arcilla, caliza y PYMES urbanas, datos soportados por la secretaria de Desarrollo y Medio Ambiente de



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Sogamoso (Ambiente, 2008) debido a este gran desarrollo, cada proceso productivo genera a la atmosfera partículas que afectan la calidad del aire de este valle.

La presente monografía de investigación, se centra en realizar un análisis del cumplimiento de la legislación nacional ambiental establecida para la calidad del aire en fuentes fijas para el valle de Sogamoso, teniendo en cuenta que se caracteriza por ser una zona industrial y artesanal. Para lograr dicho análisis, en primer lugar, se realizará un compendio de la Normatividad ambiental a nivel Nacional y Regional establecida para la calidad del aire. Posteriormente, la identificación de las posibles fuentes de emisión de Material Particulado, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno, ozono troposférico y Monóxido de carbono teniendo en cuenta los “Informes del estado de la calidad del aire establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire” (Corpoboyacá, 2020). Finalmente determinar el cumplimiento o no de los niveles máximos permisibles para cierto tiempo de exposición.



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



INTRODUCCION

La presente monografía de investigación, tiene como finalidad analizar la legislación ambiental Colombiana relacionada con la contaminación atmosférica, la cual puede ser entendida como un conjunto de leyes, decretos y resoluciones establecidas a nivel nacional, con el objetivo de ser respetadas y cumplidas por todos los ciudadanos al desarrollo de cualquier actividad industrial y artesanal que estén afectando la calidad del ambiente; este compendio de legislación es establecido con el fin de establecer cuáles son las normas que regulan la calidad del aire en Colombia, además de cómo se lleva a cabo el respectivo seguimiento por parte de la autoridad ambiental competente.

Las características principales de esta legislación es establecer las normas de calidad del aire o niveles de inmisión, para lo cual en su ejercicio normativo, se establecieron los niveles permisibles de emisiones contaminantes a la atmosfera, procedimientos para la medición de la calidad del aire, programas de reducción de la contaminación y las medidas de mitigación de los posibles efectos que pueden afectar la salud o el medio ambiente (MINAMBIENTE, 2017).

Para analizar esta legislación ambiental, es necesario mencionar las causas de la contaminación atmosférica; como bien lo reseña el IDEAM en los informes de calidad del aire (2011 a 2015), la mala calidad del aire que presentan algunas ciudades como Medellín, Bogotá y Cali. Esta afectación del aire se debe principalmente al desarrollo industrial y la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), generando afectaciones en la salud de la población, de allí la importancia que el gobierno y las entidades ambientales elaboren lineamiento de obligatoria cumplimiento enfocadas al cuidado y protección del medio ambiente.

Para esta monografía se desarrollará en primer lugar un compendio de la legislación nacional establecida para la calidad del aire, seguida del análisis de la situación que vive Sogamoso, identificación de las fuentes fijas que emiten altas concentraciones de contaminante a la atmosfera, el análisis de los informes de monitoreo de la calidad del aire emitidos por la Corporación Autónoma regional (CORPOBOYACÁ) y las medidas de mitigación implementadas.

Palabras claves: Contaminación atmosférica, emisiones, industria, legislación, nivel permisible



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



CAPITULO I

1.1 Contaminantes De Análisis

Estos contaminantes están establecido por la resolución 2254 de 2017 para los cuales se les han establecido un límite permisible para cualquier desarrollo industrial o actividad que esté generando contaminación al ambiente, estos límites son establecido para el cuidado y protección de la sociedad y del medio que nos rodea, por ello es vital importancia que estén monitoreados por la autoridad ambiental competente, que es la encargada de brindar información del estado y calidad del aire.

1.2 Contaminantes Criterio

Los contaminantes criterios son sustancias que se liberan en grandes cantidades de gran variedad de fuentes y presentan un riesgo a la salud y bienestar humano en grandes regiones. El bióxido de azufre, el bióxido de nitrógeno, el monóxido de carbono, material particulado y ozono son los contaminantes criterio. Los efectos que causan estos contaminantes principalmente son agudos y no cancerígenos. De los efectos agudos, se ha identificado que el incremento en la concentración ambiental de partículas (PM₁₀) y ozono se encuentra relacionadas a un incremento de la tasa de morbilidad (García, 2007)

1.2.1 Material Particulado PM₁₀ y Pm_{2.5}

El material partículas son partículas sólidas o líquidas presentes en el aire que tienen la capacidad de penetrar las vías respiratorias. Existe plena evidencia científica de la relación entre la presencia de éstas con enfermedades respiratorias y cardíacas. Los más afectados son la población sensible (niños menores de 5 años y personas de la tercera edad) y su peligrosidad depende del tamaño y con las sustancias que se adhieren a su superficie. Se clasifican en PST (partículas suspendidas totales), partículas con diámetro menos a 10 µm (PM₁₀) y con diámetro menor a 2.5 µm (PM_{2.5}) (Ramírez, 2013). Cada tipo de partículas está compuesto de diferente material y puede provenir de diferentes fuentes. En el caso de las PM_{2.5}, su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico como las emisiones de los vehículos diésel, mientras que las partículas de mayor tamaño pueden tener en su composición un importante componente de tipo natural, como partículas de polvo procedente de las intrusiones de viento (Jiménez, 2018)



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



1.2.2 Dióxido De Azufre (SO₂)

El Dióxido de azufre (SO₂) es un gas incoloro e irritante contaminante del aire. Además del dióxido de azufre, el aire ambiental puede estar contaminado con otros óxidos de azufre, trióxido de azufre (SO₃) por ejemplo, pero el dióxido de azufre es el componente mayoritario y por lo tanto es la especie química que se usa como indicador del grupo de óxidos de azufre, referido comúnmente como SO_x. El dióxido de azufre no es inflamable, ni explosivo, es muy soluble en agua y es más denso que el aire ambiental (CeMCAQ, 2017). El dióxido de azufre es uno de los gases más comúnmente liberados durante erupciones volcánicas (después de agua y dióxido carbónico), y es preocupante a escala global, debido a su potencial influencia en el clima. A escala global SO₂ es peligroso para los humanos en su forma gaseosa y también porque se oxida formando sulfato aerosol (Matsuda, 2002)

1.2.3 Dióxido De Nitrógeno (NO₂)

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas corrosivo y oxidante de color rojizo-marrón con un olor penetrante e irritante. El dióxido de nitrógeno se produce cuando el oxígeno (O₂) y el nitrógeno (N₂) presentes en el aire se combinan químicamente, algo que no ocurre a temperaturas normales, pero si en otras condiciones, como en las altas temperaturas generadas por tormentas de rayos a altitudes elevadas. Otra condición en la que el oxígeno y el nitrógeno se combinan para generar dióxido de nitrógeno es en las altas temperaturas generadas al interior de motores de combustión interna. Efectivamente, la combustión de combustibles fósiles en motores de combustión interna produce óxido nítrico (NO) que reacciona rápidamente con oxígeno ambiental para producir dióxido de nitrógeno (NO₂), (CeMCAQ, 2017). El NO₂ presente en el aire de las ciudades proviene en su mayor parte de la oxidación del NO, cuya fuente principal son las emisiones provocadas por los automóviles. Por otro lado, el NO₂ interviene en diversas reacciones químicas que tienen lugar en la atmósfera, dando lugar tanto a la producción de ozono troposférico como de partículas en suspensión secundarias menores de 2,5 micras (PM_{2.5}), las más dañinas para la salud (Ecologista, 2006)



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



1.2.4 Ozono Troposférico (O₃)

El ozono troposférico se forma a partir de otros compuestos en el aire como el NO₂. En presencia de los rayos del sol, los enlaces del NO₂ se rompen formando óxido de nitrógeno (NO) y oxígeno molecular (O) que combinados con el O₂ presente en la atmósfera, genera O₃. De aquí que los niveles de concentración del ozono dependan de la intensidad lumínica, la concentración de óxidos de nitrógeno, variables meteorológicas, entre otras.

En tiempos de exposición bajos, la inhalación de ozono genera inflamación del todo el sistema respiratorio superior; es decir, las fosas nasales, la garganta y la laringe. Hay que tener en cuenta que así los niveles de exposición se reduzcan luego de haber estado en ambientes con concentraciones altas, los efectos persisten en los pulmones y principalmente, la afectación en las unidades terminales de los bronquios. Existe además evidencia que la presencia de ozono genera mutaciones en las células respiratorias resultando en generar con más probabilidad cáncer (Ramírez, 2013).

1.2.5 Monóxido De Carbono (CO)

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, no irritante pero sumamente tóxico. Se produce naturalmente por una serie de procesos, sobre todo por la oxidación parcial del metano (CH₄) que se forma en la descomposición de la materia orgánica por fermentación. En una atmósfera no contaminada la concentración de monóxido de carbono es muy baja y estable (0,1 ppm = partes por millón).

Elevadas concentraciones de este gas se generan en la atmósfera baja de centros urbanos e industriales y son originadas principalmente por la combustión incompleta de combustibles fósiles (petróleo y derivados, carbón, gas natural). En estas áreas la fuente principal de emisión de monóxido de carbono son los motores de combustión interna de los vehículos, y en menor medida la actividad industrial (refinerías de petróleo, fábricas de papel, fundiciones, industria química, entre otras), la calefacción habitacional y la combustión de desperdicios. Elevadas concentraciones de monóxido de carbono pueden tener serias consecuencias para la salud. Este gas tiene una afinidad con la hemoglobina de la sangre hasta 300 veces mayor que el oxígeno, formando carboxihemoglobina e interfiriendo en el mecanismo de transporte de oxígeno que garantiza en el



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



organismo una renovación continua del abastecimiento del oxígeno necesario para mantener el metabolismo celular (Braga-Juan, 1996)

CAPITULO II

2.1 Compendio De Legislación Ambiental Establecida Para La Calidad Del Aire A Nivel Nacional

El desarrollo de cualquier actividad industrial trae consigo problemas ambientales, uno de ellos, es la contaminación atmosférica, que consiste en la emisión de partículas al aire que al contacto con otros compuestos como el vapor de agua, se forman nuevos compuestos, afectando o deteriorando la calidad del aire, es por ello que las autoridades ambientales establecen normas en favor de la calidad atmosférica; por lo anterior se realiza un compendio de la normatividad ambiental establecidas a nivel nacional referentes a la calidad de aire, tanto para fuentes fijas como para fuentes móviles.

Para realizar este compendio de la legislación ambiental y su organización es de vital importancia conocer la pirámide de Kelsen. La teoría de la jerarquía del conocido teórico del derecho Hans Kelsen, se representa en una jerarquía normativa, que expresa la relación de norma, que deben respetarse, para fines de sometimiento de normas de inferior alcance, con normas más generales o de carácter más amplio (Soza, 2018), referente a nuestro país esta pirámide está regida en primer lugar por los tratados internacionales, seguida de la Constitución Política de 1991, posteriormente leyes, decretos, resoluciones etc. (ver anexo, Figura 1. Jerarquía en el sistema jurídico Colombiano/pirámide de Kelsen)

2.2 Constitución Política

De acuerdo a la pirámide de Kelsen, en primer lugar encontramos la Constitución Política de 1991, donde establece los fines esenciales del estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional,



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo (Administrativa, 2010)

Las autoridades de la República están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, honra, bienes, creencias, y demás derechos y libertades, y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares (Administrativa, 2010), por lo anterior, la constitución política establece en su Artículo 79 que “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.

Luego, encontramos en la pirámide de Kelsen, las leyes que son reglas o normas elaboradas y aprobadas por el poder legislativo. Donde su incumplimiento conlleva a una sanción. Para nuestro país el Congreso de la república de Colombia es el máximo órgano legislativo del país, este cuenta con tres funciones principales: la primera es hacer y aprobar las leyes, la segunda reformar la constitución, mediante actos legislativos y la tercera consiste en control político (Victoria, 2009). Referente a las leyes emitidas en tema de contaminación atmosférica se encuentra:

Tabla 1

Leyes establecidas para la calidad del aire en Colombia

Ley	Descripción
Ley 29 de 1992	Se aprueba el protocolo de Montreal frente a lo relacionado con las sustancias agotadoras de la capa de ozono" (REPUBLICA C. D., 1992).
Ley 99 de 1993	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y otras disposiciones (COLOMBIA C. D., 1993).

Fuente: Propia



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



2.3 Decretos

Los Decretos, son una disposición dictada por la Autoridad en asuntos de su competencia. Suele tratarse de un acto administrativo llevado a cabo por el poder ejecutivo, con contenido normativo, reglamentario y con jerarquía inferior a las leyes (Gomez, 2016). Esta regla general tiene sus excepciones en casi todas las legislaciones, normalmente para situaciones de urgente necesidad y algunas otras específicamente tasadas. A continuación se citan los decretos establecido para el territorio nacional referentes a la calidad del aire.

Tabla 2

Decretos establecidos para la calidad del aire en Colombia

Decreto	Descripción
Decreto 2811 de 1974	Por medio del cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En este decreto se establece la prohibición, restricción o acondicionamiento de la descarga en la atmósfera de polvo, vapor, gases, humos, emanaciones y, en general, de sustancias de cualquier naturaleza que pueda causar enfermedad, daño o molestia a la comunidad o a sus integrantes, cuando sobre pasen los grados o niveles fijados (Sostenible, 2014)
Decreto 948 de 1995	Reglamenta la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire en Colombia. Este decreto contiene el reglamento de protección y control de la calidad del aire, mediante el cual se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios de contaminante del aire, competencias para la fijación de las normas de calidad del aire o niveles de inmisión (AMBIENTE M. D., 1995)
	Modifica parcialmente el Decreto Nacional 948 de 1995, por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49



Decreto 979 de 2006	de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire, en lo referente a las clases de normas de calidad del aire o de los distintos niveles periódicos de inmisión, niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire, medidas para la atención de episodios, Planes de Contingencia por contaminación atmosférica
---------------------	--

Fuente: Propia

2.4 Resoluciones

Las Resoluciones son decisiones no normativas por parte de una autoridad ya sea política, administrativa o judicial que solventa un conflicto o da pautas a seguir en una materia determinada (TRUJILLO, 2017). Una resolución jurídica es el acto procesal proveniente de un tribunal, mediante el cual resuelve las peticiones de las partes, o autoriza u ordena el cumplimiento de determinadas medida (Victoria, 2009), para el territorio nacional se has establecido resoluciones encaminadas a establecer medidas de protección de la calidad del aire:

Tabla 3

Resoluciones establecidas para la calidad del aire en Colombia

Resolución	Descripción
Resolución 601 de 2006	Establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia, en la cual se desarrollan los niveles máximos permisibles de contaminantes en la atmósfera; los procedimientos para la medición de la calidad del aire, los programas de reducción de la contaminación del aire y los niveles de prevención, alerta y emergencia y las medidas generales para su mitigación (MAVDT, 2006).
Resolución 909 de 2008	Establece las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.



<p>Resolución 610 de 2010</p>	<p>Modifica la Resolución 601 de 2006 por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia, respecto de algunas definiciones, los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio, niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos y umbrales para las principales sustancias generadoras de olores ofensivos, procedimientos de medición de la calidad del aire, mediciones de calidad del aire por las autoridades ambientales, declaración de los niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire (EL MINISTRO DE AMBIENTE V. Y., 2010)</p>
<p>Resolución 650 de 2010</p>	<p>“Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire”. Este protocolo establece las directrices, metodologías, y procedimientos necesarios para llevar a cabo las actividades de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire en el territorio nacional. Este protocolo está compuesto por dos manuales, que forman parte integral de la presente resolución, Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire y el Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (EL MINISTRO DE AMBIENTE V. Y., 2010).</p>
<p>Resolución 651 2010</p>	<p>“Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRE”, Esta resolución tiene por objeto, Crear el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE como fuente principal de información para el diseño, evaluación y ajuste de las políticas y estrategias nacionales y regionales de prevención y control de la contaminación del aire. En su ámbito de aplicación establece que, Las Corporaciones Autónomas Regionales, las Corporaciones para el Desarrollo Sostenible, las Autoridades Ambientales de los Grandes Centros Urbanos y a las que se refiere el artículo 13 de la Ley 768 del 2002 que operen Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA), así como las personas jurídicas</p>



	que deban realizar el reporte de la información de calidad del aire o nivel de inmisión (MINISTERIO DE AMBIENTE, 2010).
Resolución 2154 de 2010	“Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones”, El Protocolo, con las modificaciones que se acogen a través de la presente resolución, hace parte integral de la misma. (MAVDT, 2010)
Resolución 1309 de 2010	Por la cual se modifica la Resolución 909 del 5 de junio de 2008, dicha modificación hace referencia al Ámbito de aplicación . “Las disposiciones de la presente resolución, se establecen para todas las actividades industriales, los equipos de combustión externa, los motores de combustión interna con capacidad igual o superior a 1 MW en actividades industriales, instalaciones de incineración y hornos crematorios. En lo relacionado con el control de emisiones molestas, aplica además a todos los establecimientos de comercio y de servicio”, entre otras modificaciones.
Resolución 935 de 2011	Establecen los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y se determina el número de pruebas o corridas para la medición de contaminantes en fuentes fijas; con el objetivo de Establecer a nivel nacional los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y determinar el número de pruebas o corridas para la ejecución de los métodos empleados para la evaluación de emisiones contaminantes en fuentes fijas. (IDEAM, 2011).
Resolución 1111 de 2013	Por la cual se modifica la resolución 910 de 2008 sobre los niveles permisibles de emisión de contaminantes (MAVDT, 2012).
	Se adopta la norma de calidad de aire ambiente y se dictan otras disposiciones. El objetivo y ámbito de esta Resolución: es establecer la norma de calidad del aire o niveles de inmisión y adopta disposiciones para la gestión del recurso aire en el territorio nacional, con el objeto de



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Resolución 2254 de 2017	garantizar un ambiente sano y minimizar el riesgo sobre la salud humana que pueda ser causado por la exposición a los contaminantes en la atmosfera (SOSTENIBLE M. D., 2017)
----------------------------	--

Fuente: propia

2.1.2 Normatividad Regional

La corporación autónoma regional de Boyacá (CORPOBOYACÁ) implemento las siguientes resoluciones, debido a la necesidad controlar y mitigar los impactos generados por las industrias artesanales del valle de Sogamoso, teniendo en cuenta que son la principal fuente de contaminación.

Tabla 4

Normatividad Regional

Resolución	Descripción
Resolución 0802 del 9 de octubre de 1999	Por medio de la cual se ordenó a los propietarios de los hornos de cocción de caliza ubicados en la jurisdicción de CORPOBOYACÁ, utilizar como combustible una combinación consistente en 90 kg de carbón mineral (3%) y 2860 kg de coque (97%), por cada hornada de veintidós (22) toneladas de piedra caliza, dosificación que se debe mantener independiente del tamaño del horno (CORPOBOYACÁ, 1999)
Resolución 0629 del 19 de octubre de 1999	Por medio de la cual se prohibió a los propietarios, arrendatarios y/o operadores de hornos de cocción de tipo dormido (chircales) ubicados en el área de jurisdicción de los municipios de Duitama, Nobsa, Tibasosa, Corrales, Pesca e Iza, la utilización de los mismos, hasta tanto no se utilizara un combustible limpio o se instalan filtros físicos que aseguren que las emisiones atmosféricas emitidas generaran un impacto mínimo al medio ambiente (CORPOBOYACÁ, 1999)



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



<p>Resolución 0001 del 7 de enero de 2003</p>	<p>Por medio de la cual se adoptan las siguientes determinaciones: ordena de forma inmediata a los propietarios y/o arrendatarios u operadores de los hornos de cocción de ladrillo tipo fuego dormido (hornos de chircales) ubicados en el área de jurisdicción de los municipios de Duitama, Sogamoso, Nobsa, Tibasosa, Corrales, Pesca e Iza, realizar la quema de ladrillo con combustibles limpios o en su defecto instalar filtros para gases que aseguren emisiones atmosféricas emitidas al aire ambiente que cumplan las normas respectivas establecida, para la cocción de ladrillo.</p> <p>También ordena de forma inmediata suspender las quemas y cerrar definitivamente los hornos que se encuentran ubicados en áreas diferentes a las establecidas en los Planes de ordenamiento territorial (POT)</p> <p>Prohibir el uso de carbón térmico para actividades de cocción de ladrillo hasta tanto no se cuente con un sistema físico (filtros) de control de emisiones (CORPOBOYACÁ, 2003)</p>
<p>Resolución 0618 del 30 de abril de 2013</p>	<p>Por medio del cual se adoptan medidas de control ambiental para el sector de producción de cal, ladrillo y teja en hornos artesanales en la jurisdicción de CORPOBOYACÁ (CORPOBOYACÁ, 2016)</p>

Fuente: Propia

CAPÍTULO III

3.1 Análisis De La Situación Ambiental Del Valle De Sogamoso

Para determinar la situación que vive el valle de Sogamoso en necesario realizar una investigación en materia de las concentraciones de los contaminantes emitidos a la atmosfera, esto se realizara con base a la información registrada en la web e identificando los niveles de emisión, respecto a los límites máximos permisibles establecidos en la legislación ambiental.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



En relación a lo anterior la contaminación ambiental que padece la zona de Sogamoso-Boyacá, es debido a la gran actividad industrial en forma artesanal usando hornos denominados chircales. Esto hornos son utilizados para la fabricación de ladrillo, teja y bloque, en los cuales para llevar a cabo la transformación de materia prima, es necesario el empleo de energías terminas, por lo general carbón. Este proceso se compone básicamente de las etapas de extracción de la materia prima, trituración, humectación, compactación, extracción, corte, secado, cocción y apilado. Una de las últimas y definitivas etapas del proceso es la cocción que lleva a cabo en los hornos. Para su ejecución el horno pasa por tres etapas: *precalentamiento*, que consiste en aumentar en forma gradual le temperatura del horno a la zona con material endagado, la cual es previamente sellada o empapelada. La finalidad de esta operación es evacuar totalmente la humedad y materia orgánica presente en la masa de producto endagado. *Quema*, consiste en llevar al horno a la temperatura de quema (máxima temperatura), que se encuentre por encima de los 900°C, sostenida aproximadamente durante una hora y *enfriamiento*, que es la disminución de la temperatura en el horno, ocasionada por la alimentación de carbón. Este proceso se realiza con el ingreso del aire por las puertas del horno y por las toberas. En este de proceso de cocción es donde se genera la mayor cantidad de residuos y emisiones atmosféricas. (Montaña, 2004)

Respecto a lo anterior, el nivel de tecnología se define básicamente por el tipo de horno empleado: los chircales utilizan hornos fuego dormido o de colmena. El hornos colmena también conocido como hornos redondos de llama invertida, son hornos cerrados, el cual puede ser natural o forzado, la alimentación del material seco se realiza por una puerta lateral (Garcia, 2013) (Ver anexo, Ilustración 1. Horno colmena de llama invertida). El horno fuego dormido o también árabe, es bastante utilizado por su bajo costo de fabricación y su sencilla forma de funcionamiento; no obstante genera impactos ambientales negativos, dado que no tiene chimenea y los humos de la combustión salen por todas partes; la alimentación del carbón se realizar por la parte superior del horno sin ningún control de granulometría (tamaño del carbón), convirtiéndolo de esta manera en un horno que puede considerarse ineficiente (Montaña, 2004) (Ver anexo, Ilustración 2. Horno fuego dormido o árabe). En relación a lo anterior, también predomina la industria siderúrgica, cementera, calera (es un horno donde se calcina la piedra caliza) y metalmecánica, dichas industrias



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



han aumentado los problemas ambientales, por ello, la autoridad ambiental emitió la resolución 0618 del 30-04-2013, en donde ordena el cierre definitivo y la demolición de los hornos artesanales de cal y arcilla que se encuentran ubicados en el valle de Sogamoso; como es de conocimiento, una de las principales fuentes de contaminación son los hornos de chircales, lo que sería fácil apreciar que con el cierre de estas pequeñas industria alfareras, se acabaría el daño ambiental. Pero con el cierre de los chircales se estaría generando otro problema de gran proporción, pues aproximadamente en Sogamoso existen 605 hornos de alfarería, de los cuales 138 se encuentran ubicados en la zona urbana y 467 en la parte rural, cada uno de ellos en promedio general un empleo para cinco personas (Mejía, 2015)

Al igual que la elaboración de ladrillo, la producción de cal, se suma a las fuentes de contaminación atmosférica del Valle de Sogamoso, este proceso consiste en seis etapas; obtención de la piedra caliza, preparación de la piedra, calcinación, Hidratación, separación y empaque, de estas etapas la que mayor contaminación genera es la etapa de calcinación. Esta fase consiste en la aplicación de calor (por lo general carbón) para la descomposición (reacción térmica) de la caliza. En este proceso se pierde cerca de la mitad de peso, por la des carbonatación o pérdida del dióxido de carbono de la caliza original. La calcinación es un proceso que requiere mucha energía para que la des carbonatación pueda ocurrir y es en este paso cuando la piedra caliza (CaCO_3) se “convierte” en cal viva (CaO). Este proceso es llevado a cabo en hornos cónicos (ver anexo, ilustración 3. Horno cónico) y con fuente de combustión el carbón de esta misma región (Ánge G. , 2015)

Para el año 1997 el corredor Industrial en Boyacá, ya se catalogaba como uno de los sectores más contaminados del país debido a las emisiones atmosféricas de aproximadamente 87 industrias entre las que se encuentran Cementeras, Ladrilleras, Hornos de cal, Siderúrgicas y Metalmecánicas, las cuales en su mayoría utilizan como combustible el carbón proveniente de la región. De acuerdo al Plan de Desarrollo del subsector carbón entre 1997-2005, preparado por Ecocarbón, el departamento de Boyacá se constituyó en el más importante consumidor de carbón durante 1995, representado en la demanda de este mineral para la metalurgia en un 32.4 por ciento, el sector eléctrico en un 25.2 por ciento, en la industria cementera en un 13 por ciento, en el sector residencial en un 5 por ciento y en la industria productora de ladrillo, alimentos y bebidas en un 15 por ciento



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!

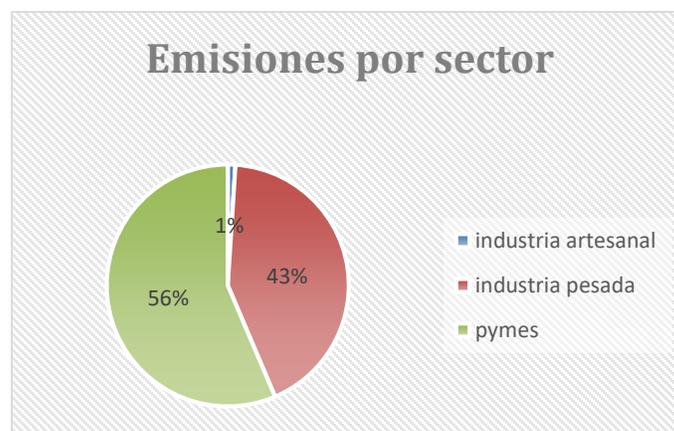


(TIEMPO R. E., 1998) Pues al considerarse el departamento con mayor consumo de carbón en el sector productivo, proporcionalmente se aumentaría las emisiones contaminantes a la atmósfera, afectando así la calidad de aire para toda la población.

Según la figura 1 (Emisiones por Sector) elaborada por CORPOBOYACÁ establece que la industria artesanal es la actividad con mayor aporte a la contaminación con un porcentaje del 56.39% generada por las fuentes de emisión entre caleras y chircales, por otro lado, los aportes de la industria pesada son bastante significativos (42,57%), siendo responsable de estas emisiones la siderúrgica acerías paz del río y cementeras, entre otras; por último encontramos a las pymes (pequeña y mediana empresa), las cuales son conformadas por varias actividades productivas, siendo los centros de acopio los más representativos en este renglón; debido a esta problemática la corporación ambiental emitió la Resolución 0618 del 2013 Por medio del cual se adoptan medidas de control ambiental para el sector de producción de cal, ladrillo y teja en hornos artesanales en la jurisdicción de CORPOBOYACÁ. (Mejía, 2015)

Figura 1

Emisiones Por Sector



Fuente: Estudio Corpoboyacá-U. De La Salle 2010

Respecto a lo anterior y en preocupante necesidad, desde 1998, la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá) ha adoptado diferentes alternativas tendientes a la optimización de estos procesos productivos con el propósito de ubicarlos en áreas compatibles con



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



los usos de suelo previstos en los planes y esquemas de ordenamiento territorial, así como implementar sistemas de producción más limpia. Para ello, ha emitido diferentes actos administrativos en ejercicio de las funciones de control y vigilancia, entre ellos los siguientes: La resolución Resolución 0324 del 22 de abril de 1998 que establece el cierre inmediato y definitivo de los chircales ubicados en la zona urbana y a menos de 100 m de distancia de áreas habitacionales rurales. Así como la resolución Resolución 0802 del 9 de octubre de 1999 que Ordenar a los propietarios de los hornos de cocción de caliza utilizar como combustible una combinación consistente en 90 kg de carbón mineral (3%) y 2860 kg de coque (97%) por cada hornada de 22 ton de piedra caliza. La Resolución 0001 del 7 de enero de 2003 la cual prohíbe iniciar los hornos de fuego dormido para la cocción de caliza con la quema de llantas, plásticos o leña proveniente de árboles nativos. Además establece que las quemas de ladrillo se deben efectuar con combustibles limpios o en su defecto, se deben instalar filtros para gases que aseguren emisiones atmosféricas que cumplan las normas respectivas establecidas en esta misma resolución define que es ilegal el uso de carbón térmico para actividades de cocción de ladrillo hasta tanto no se cuente con un sistema físico (filtros) de control de emisiones, dado que el este combustible no cumple con la norma establecida en el decreto 02 de 1982 “Formulario único nacional solicitud de permiso de emisiones atmosféricas fuentes fijas” (CORPOBOYACÁ, 2013)

Por otra parte, la carencia de una infraestructura logística para ejercer acciones de control y tecnificación de los sistemas de mitigación, ha incrementado el deterioro en la calidad del aire, de tal forma que respecto a las evaluaciones con estaciones móviles de muestreo, en el periodo de 1991 a 1994, el promedio de concentración fue de 104,91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el cual correspondió a un 37 por ciento por encima de la norma (77.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ decreto 02/52). Estos resultados muestran las altas concentraciones al norte y nororiente del Valle de Sogamoso (TIEMPO E. , 1998)

Según la Oficina de Educación Ambiental de Corpoboyacá, el establecimiento de un programa de monitoreo del aire en el Valle de Sogamoso a largo plazo, permitiría la caracterización de los niveles presentes y futuros de calidad del aire a fin de poder determinar si se han logrado progresos en el mejoramiento de la calidad del aire; y la obtención de información para poder seleccionar las mejores estrategias de control de emisión. A partir de allí Corpoboyacá viene implementando la



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Red de Calidad del Aire, con el fin de suplir una necesidad sentida en el control de la grave contaminación atmosférica presente en la región. Es necesario tener en cuenta que la disponibilidad pública y la difusión de los datos sobre la calidad del aire dará al público la información indispensable no sólo para tomar decisiones en materia de actividades cotidianas, sino también para tomar conciencia de la relación entre emisiones, calidad del aire, salud humana y cuestiones de bienestar público (Ángel, 2015)

El objetivo de este plan es diseñar e implementar un programa de monitoreo meteorológico y de la calidad del aire ambiente, el cual permitirá registrar el mejoramiento de la calidad del aire resultante de la reducción de emisiones, evaluar las contribuciones y el impacto de las distintas fuentes, y a la vez, alertar a las partes interesadas y a los ciudadanos sobre la calidad del aire en el presente y el futuro. En relación a lo anterior y el problema de contaminación atmosférica que se presentaba en el valle de Sogamoso en 1997 se planteó el diseño de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire. En 2001 la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá) instaló la red que inició en operación con cuatro (4) estaciones de monitoreo automáticas distribuidas en el valle las cuales miden concentraciones de PM10, O3, CO y SO2 (SIERRA, 2013)

CAPITULO IV

4.1 Determinación Del Cumplimiento De La Normatividad Ambiental Establecidas Para La Calidad Del Aire

Para realizar la comparación referente a los límites permisibles de emisiones contaminantes establecidas en la normatividad ambiental y las emisiones atmosféricas generadas en el valle de Sogamoso, este trabajo, se apoya en los informes de SVCA en el periodo de 2004 a 2010, el periodo 2011 a 2015 e informes anuales del 2018, 2019 y trimestrales de 2020 del estado de la calidad del aire hechos por Corpoboyacá. De acuerdo a la resolución 2254 de 2017 “por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones” en su artículo 24, Informes del estado de la calidad del aire por parte de las autoridades ambientales. Las autoridades ambientales deberán elaborar y publicar como mínimo informes mensuales, trimestrales y anuales del estado de la calidad del aire a través de sus páginas web y del SISAIRE, y de conformidad con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de Calidad del Aire.



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Con el propósito principal de conocer el panorama de la contaminación atmosférica en la jurisdicción de CORPOBOYACÁ se ha fortalecido el sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) cuya configuración y propósito difieren según las características socioeconómicas de la región. En este sentido la Corporación Autónoma Regional de Boyacá pone a disposición del público el informe del estado de la calidad del aire para el año 2018, 2019 y 2020 de las estaciones de la calidad del aire situadas en Sogamoso, Nobsa, Duitama, Paipa y Tunja, las cuales se encuentran en la jurisdicción de CORPOBOYACÁ.

La norma de calidad del aire o nivel de inmisión en Colombia fue establecida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT (actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS) mediante la Resolución 610 de 2010, la cual modifica la Resolución la resolución 601 de 2006 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) y se actualiza la Resolución 2254 de 2017. Dentro de esta se consideraron los llamados contaminantes criterio, que se define como aquellos para los cuales existe criterios basados en la afectación a la salud de la población, como fundamento para establecer niveles máximos permisibles en el aire ambiente, estos contaminantes criterio son Material particulado PM_{10} Y $PM_{2.5}$, Dióxido de azufre (SO_2), Dióxido de nitrógeno (NO_2), Ozono (O_3), Monóxido de Carbono (CO) (MAVDT 2. , 2017)

Conociendo los contaminantes criterio el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial establece el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad de aire; en este instaura los principio de medición, donde muestra Muestra los conceptos básicos relacionados con las mediciones de la calidad del aire, destacando las metodologías existentes de muestreo, monitoreo y análisis de contaminantes (MAVDT, 2008)

4.1.1 Principio De Medición De Ozono (O_3)

El aire ambiente y el etileno son liberados simultáneamente a una zona de mezcla donde el ozono del aire reacciona con el etileno para emitir luz, la cual es detectada por un tubo fotomultiplicador. La corriente de fotones resultante es amplificada y puede ser leída directamente o desplegada en un registrador (IDEAM, PAGINA OFICIAL DEL IDEAM, 2020)



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



4.1.2 Principio Y Aplicabilidad Del Dióxido De Nitrógeno (NO₂)

Las concentraciones atmosféricas de dióxido de nitrógeno (NO₂) son medidas indirectamente por fotometría midiendo la intensidad de luz, en longitudes de onda mayor a 600 nanómetros, como resultado de la reacción quimioluminiscente de óxido nítrico (NO) con ozono (O₃). (1, 2, 3) NO₂ se reduce primero cuantitativamente a NO (4, 5, 6) mediante un convertidor. El NO, que comúnmente existe en el aire ambiente junto con el NO₂, pasa a través del convertidor sin cambiar causando una concentración total resultante de NO_x igual a NO + NO₂. Una muestra del aire de entrada también es medida sin haber pasado por el convertidor. Esta última medición de NO es restada de la medición previa (NO + NO₂) para llegar finalmente a la medición de NO₂. Las mediciones de NO y NO + NO₂ puede ser hechas simultáneamente con sistemas duales, o cíclicamente con el mismo sistema siempre y cuando el tiempo del ciclo no exceda 1 minuto (IDEAM, 2010)

4.1.3 Aplicabilidad Para El Dióxido De Azufre (SO₂)

Este método proporciona una medida de la concentración de dióxido de azufre (SO₂) en el ambiente para determinar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de calidad del aire para óxidos de azufre (expresados como dióxido de azufre) establecidos en la normatividad vigente. El método es aplicable a la medición de concentraciones de SO₂ en el aire ambiente usando períodos de toma de muestra de 30 minutos a 24 horas. En el capítulo 7 del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire –Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, se encuentra el programa de control y aseguramiento de la calidad que se debe tener en cuenta para la aplicación de este método (IDEAM, 2010)

4.1.4 Principio De Medición Para Monóxido De Carbono (CO)

Las mediciones se basan en la absorción de la radiación infrarroja del monóxido de carbono (CO) en un fotómetro no dispersivo. La energía infrarroja de una fuente se pasa a través de una celda que contiene la muestra de gas a ser analizada, y la cuantificación de la absorción de energía del CO en la celda de muestreo es medida por un detector apropiado. El fotómetro es sensibilizado para el CO empleando gas de CO, ya sea en el detector o en una celda filtro en el camino óptico, limitando así la absorción medida en una o más longitudes de onda características en la que se



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



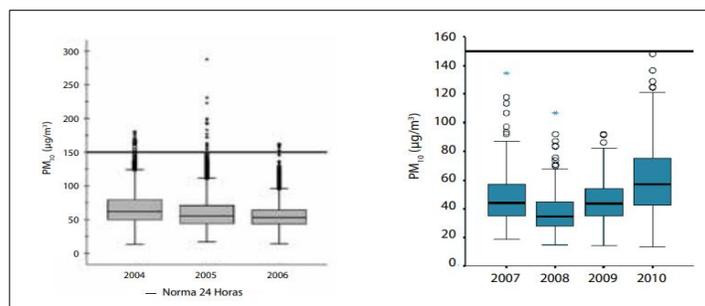
absorbe CO fuertemente. Filtros ópticos u otros medios también pueden ser utilizados para limitar la sensibilidad del fotómetro a una banda estrecha de interés. Diversos esquemas pueden utilizarse para proporcionar un adecuado cero de referencia en el fotómetro. La absorción medida es convertida a una señal eléctrica de salida, que está relacionada con la concentración de CO en la celda de medición (IDEAM, 2010)

4.2 Análisis De La Concentración De Contaminante Al Aire Periodo 2004-2010

Antes de llegar a los informe de los últimos años es importante conocer las emisiones y el estado de la calidad del aire de los años anteriores. Luego que la autoridad ambiental implementara en el 2001 el SVCA, se empezaron a tener registra de las emisiones generadas. En el periodo de 2004 al 2010 el sistema de vigilancia de calidad del aire de CORPOBOYACÁ, contaba con 5 estaciones que monitorearon material particulado menor a 10 micras PM₁₀ y Dióxido de azufre SO₂. En la gráfica 1. Concentración promedio de PM₁₀ (24 horas) en las estaciones del SVCA de Corpoboyacá, se observan las concentraciones promedio diarias de la estación del Recreo de municipio de Sogamoso. En el periodo de 2004-2006 y al año 2010 se presentaron registros que superaron el límite máximo permisible; la mayor concentración del periodo se registró en el año 2005 con un valor de 287 µg/m³, donde la Resolución 610 de 2010 establece que el máximo permisible para un tiempo de exposición de 24 horas es de 100 µg/m³. Durante el periodo de 2006-2008 se evidencio una disminución de las concentraciones (IDEAM, 2010)

Gráfica 1

Concentración promedio de PM₁₀ (24 horas) en las estaciones de SVCA



Fuente: IDEAM, Informe anual sobre el estado del medio ambiente y lo recursos naturales

Renovables, 2012



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



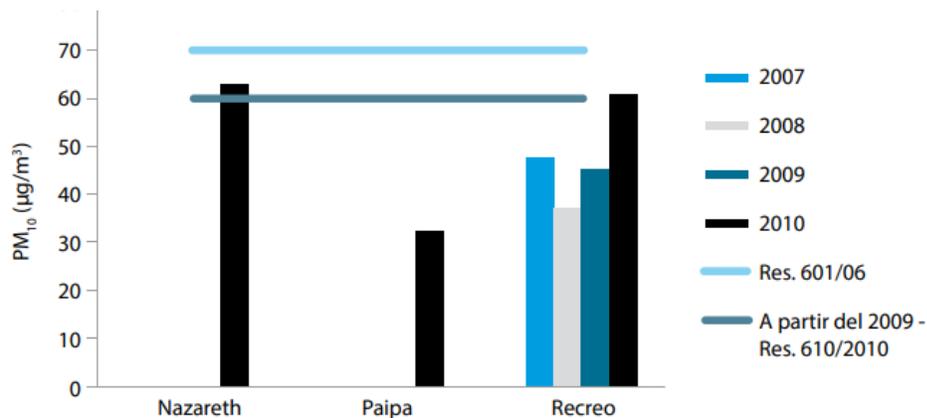
ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Respecto al año 2010 la gráfica 2 presenta los niveles anuales de PM_{10} registrados en las estaciones Nazareth, Paipa y Recreo. Donde se puede evidenciar que la estación Nazareth y la estación Recreo superan el nivel máximo permisible establecido para un tiempo de exposición anual y un límite permisible de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ datos establecido en la resolución 601 de 2006; respecto a lo establecido en la resolución 610 de 2010 y con un nivel máximo permisible más estricto de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un tiempo de exposición de un año, se evidencia la excedencia de contaminante en estas estaciones, las cuales se encuentran ubicadas en las zonas cercanas donde se desarrollan actividades artesanales y es el área donde se establece el parque industrial del valle de Sogamoso (IDEAM, 2010)

Grafica 2

Niveles anuales PM_{10} en las estaciones del SVCA de Corpoboyacá



Fuente: IDEAM, 2012

4.3 Análisis de las concentraciones de contaminantes al aire periodo 2011-2015

Para este periodo la corporación contaba con 5 estaciones de monitoreo de calidad del aire distribuidas estratégicamente. Antes de la aplicación de la resolución 618 de 2013 existían 403 hornos de producción de ladrillo y 178 hornos de producción de cal. Según datos de las estaciones de monitoreo de calidad del aire, el nivel de contaminación por partículas PM_{10} a diciembre de 2013 se ubicaba en $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, incumpliendo los límites de emisión frente al mínimo permisible ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A partir de las directrices de la autoridad ambiental y de la implementación de medidas



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



por parte de los artesanos a diciembre de 2015, tuvo lugar la reconversión tecnológica de 280 hornos de ladrillo y 120 hornos de producción de cal. Las estaciones de calidad del aire del valle de Sogamoso reportaron un nivel de contaminación por partículas PM10 de 38,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; por primera vez se logró estar por debajo de los límites permisibles (Ángel, 2015)

La reducción en las emisiones que afectan la calidad del aire se han visto reflejadas en las acciones realizadas por CORPOBOYACA como autoridad ambiental, apoyando proyectos de reconversión de Tecnologías para el sector Alfarero y Calero, ejecución de proyecto “erradicación de fuentes contaminantes” y compromiso de disminución de emisiones con las grandes industrias de Sogamoso y Nobsa.

La grafica 3 (Promedio anual Material particulado PM10 (2011-2018)) presenta la reducción significativa del material particulado PM10 en el valle de Sogamoso tomando como referencia la estación Recreo la cual se encuentra ubicada estratégicamente en la zona urbana de la ciudad de Sogamoso. Se puede observar que en el año 2011 y 2012 estaban excediendo en nivel máximo permisible anua y a partir del 2013 dichas concentraciones disminuyeron y cumplen con el límite permisible de emisión establecidos por la resolución 2254 de 2017, esta reducción se debe básicamente a las resoluciones emitidas por Corpoboyacá donde les exigía a las industrias artesanales, cerrar los hornos y aplicar combustibles alternativos o tecnologías limpias (CORPOBOYACÁ, 2018)

Grafica 3

Promedio anual Material particulado PM10 (2011-2018)

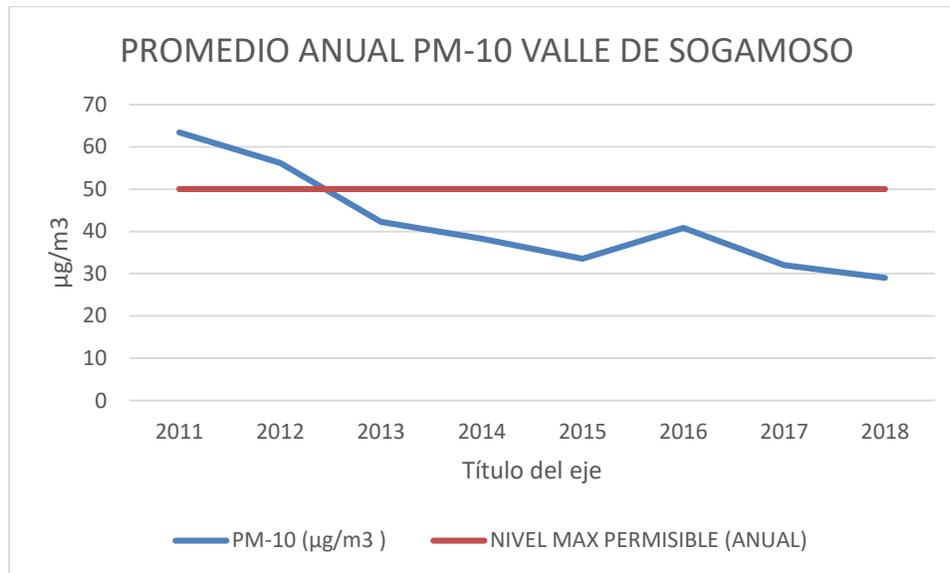


“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Fuente: Datos, Corpoboyacá, Elaboración, Propia

4.4 Análisis De Las Concentraciones De Contaminantes Al Aire Periodo 2016-2017

Para este periodo la corporación contaba con 5 estaciones de monitoreo de calidad del aire, que aún no se encontraban acreditados por el IDEAM, pero en 2017 la corporación realizó dicho proceso, garantizando así la competencia técnica y la idoneidad para la producción de datos e información físico química asociada a la operación y funcionamiento del sistema de vigilancia. En relación al promedio anual de material particulado Pm10, presento una concentración de contaminante de 40.8 µg/m³ y el año 2017 presento una reducción de contaminante de 32 µg/m³ se evidencia cumplimiento según la resolución 2254 de 2017 para un tiempo de exposición anual y un nivel máximo permisible de 50 µg/m³ (CORPOBOYACÁ, 2018) además dicha reducción de debe a la labor realizada por la industria artesanal, pues acataron los actos administrativos de la corporación y le dieron solución a su problema de emisión de material particulado, pues en 2017 cerca de 350 hornos tradicionales funcionaban con filtros (parecidas a las chimeneas) y dejaron de usar carbón, al que remplazaron por coque (SOSTENIBLE R. , 2017) y hoy en día crearon empresa con sello ambiental.



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



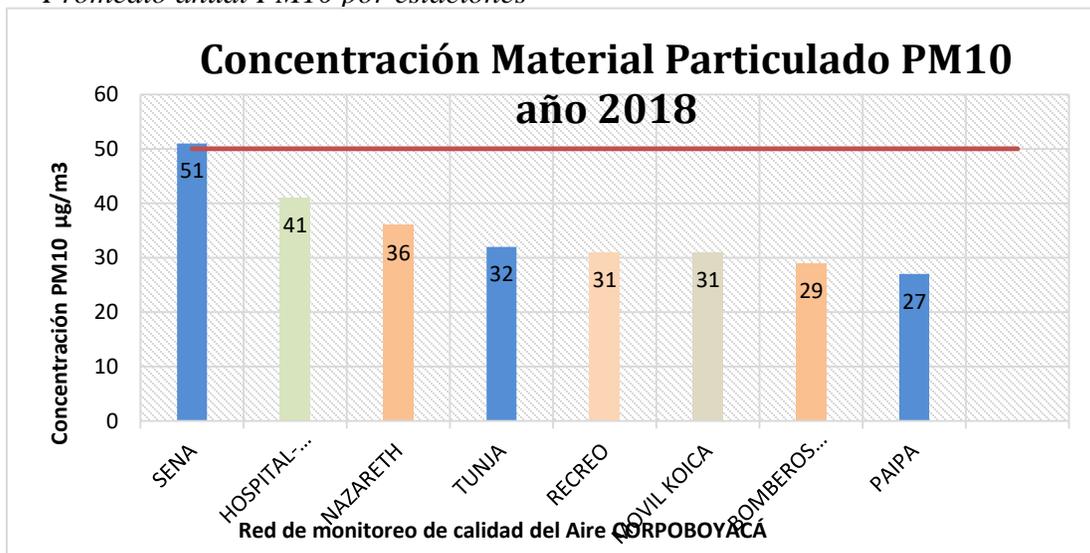
4.5 Análisis De Las Concentraciones De Contaminantes Al Aire Periodo 2018

El informe anual de calidad del aire para el año 2018 se realizó en base a siete (7) estaciones (ver anexo, tabla 6. Contaminantes monitoreados por cada estación que hace parte de la red de monitoreo de calidad del aire 2018).

4.5.1 Concentración Promedio Anual Material Particulado PM10

Grafica 4

Promedio anual PM10 por estaciones



Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

En la gráfica 3, representa el comportamiento del contaminante PM₁₀ para el año 2018 de 7 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire ubicadas en Nobsa, Paipa y Sogamoso, se puede evidenciar que la estación SENA presenta la concentración más alta con un 48 µg/m³ y la estación Movil Koica presenta la concentración más baja con un valor de 26 µg/m³ de acuerdo a los valores expuestos las concentraciones no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición anual de 50 µg/m³ según lo establecido en la resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2019): Las mediciones de calidad del aire, realizadas por la Corporación Autónoma de Boyacá, Corpoboyacá, finalizando 2018 dieron como resultado un total de 28



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



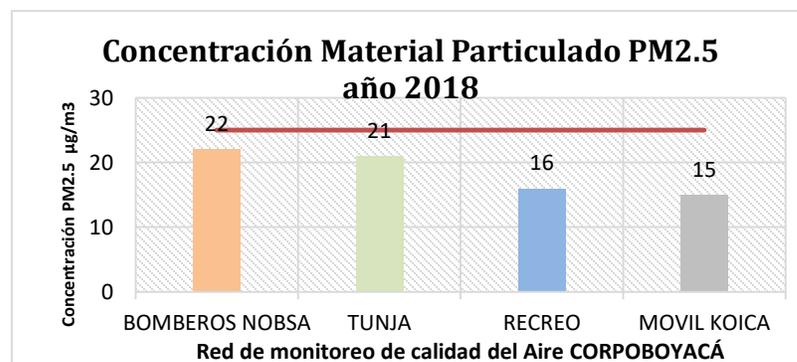
microgramos por metro cúbico, reflejando una reducción en la contaminación del aire en el valle de Sogamoso. Con base en la resolución 2254 de 2017, por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones, el valle de Sogamoso en 2012 tenía 64 microgramos por metro cúbico sobrepasando lo permitido, pero gracias a las estrategias implementadas por la corporación se llegó a tener equilibrio en estos niveles. “Una de estas estrategias fue la asociatividad de alfareros, estos productores de ladrillos se unieron y siendo una sola empresa llegan a generar poca contaminación y eso sumado a el cumplimiento de las normas, mejora no solo el aire sino sus utilidades y la calidad de vida (RADIO, 2019) gracias a estas iniciativa Sogamoso mejoro su calidad del aire.

A continuación se presentan el registro de las concentraciones anuales para los diferentes contaminantes criterio, y donde se puede evidenciar el cumplimiento de los lineamiento s establecido en la resolución 2254 de 2017, así mismo son evidencia del cambio que ha tenido el aire con el paso del tiempo.

4.5.2 Concentración Promedio Anual Material Particulado PM2.5

Grafica 5

Promedio anual PM2.5 por estaciones



Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

En la gráfica 4 se evidencia el comportamiento del contaminante PM_{2.5} para el año 2018 de 4 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire, la estación Móvil Koica realizo monitoreo del contaminante PM₁₀ de Enero a Junio de 2018, en la gráfica se puede identificar que la estación



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



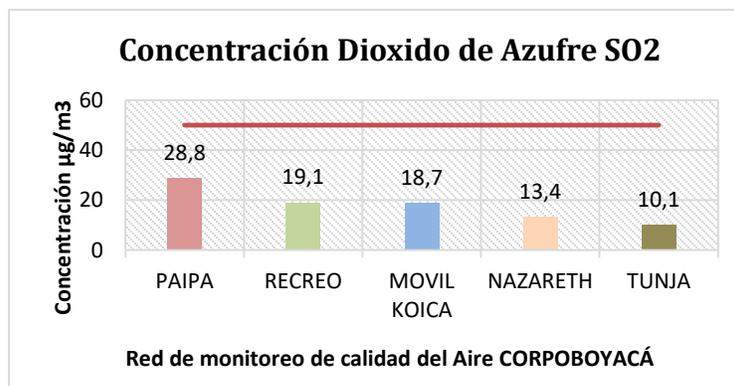
de bomberos Nobsa registra el valor más alto de concentración de $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y la estación Nazareth presenta la concentración más baja con un valor de $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, las concentraciones no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición anual de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ según Resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2019) estos valores dan soporte a los cambio del aire que tenía el valle de Sogamoso pues ninguno de los contaminantes criterio sobrepasan los límites permisibles establecidos en la legislación ambiental.

4.5.3 Concentración Promedio Anual SO_2 (Dióxido De Azufre)

La Gráfica 5, representa el comportamiento del contaminante SO_2 para el año 2018 de 5 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire, se puede identificar que la estación Móvil Koica registro el valor más alto de concertación con $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seguida de la estación Recreo con un valor de $11.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mientras que la estación SENA presenta la concentración más baja con un valor de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dichas concentraciones no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de explosión anual de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecida en la resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2019)

Grafica 6

Promedio anual SO_2 por estaciones



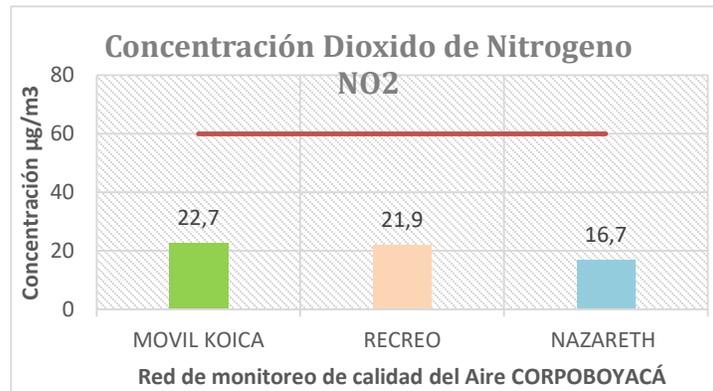
Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)



4.5.4 Concentración promedio anual NO₂ (Dióxido de nitrógeno)

Grafica 7

Promedio anual NO₂ por estaciones



Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

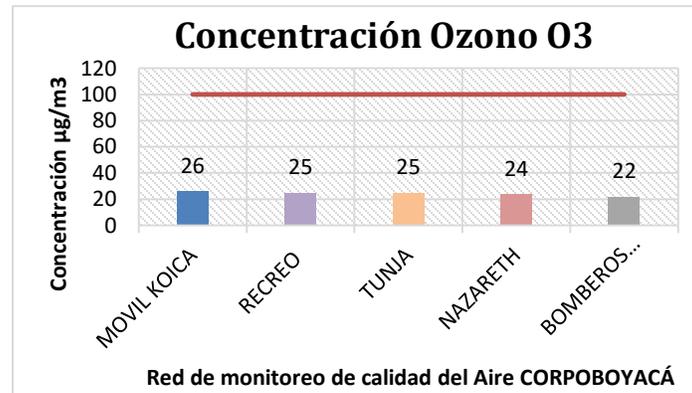
En la Gráfica 6, evidencia el comportamiento del contaminante NO₂ para el año 2018 de 3 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire, se puede identificar que la estación Recreo registra el valor más alto de concentración anual con un valor de 20.8 µg/m³ y la estación Movil Koica presenta la concentración más baja con un valor de 14.7 µg/m³, las concentraciones anuales para el contaminante NO₂ no superan el nivel máximo permisible que es de 60 µg/m³, parámetro establecido en la resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2019)



4.5.5 Concentración Promedio Anual O₃ (Ozono)

Grafica 8

Promedio anual O₃ por estaciones



Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

En la Gráfica 7, evidencia el comportamiento del contaminante O₃ para el año 2018 de 5 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire, se puede identificar que la estación Recreo registra el valor más alto de concentración anual con un valor de 25 µg/m³, luego la estación Nazareth con una concentración de 24 µg/m³, en tercer lugar la estación Koica con un valor de 23 µg/m³ en cuarto lugar la estación Bomberos de Nobsa con una concentración de 22 µg/m³ y finalmente la estación SENA la cual registra la menor concentración con un valor de 5 µg/m³ dichas concentraciones no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 8 horas el cual es de 100 µg/m³ según Resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2019)

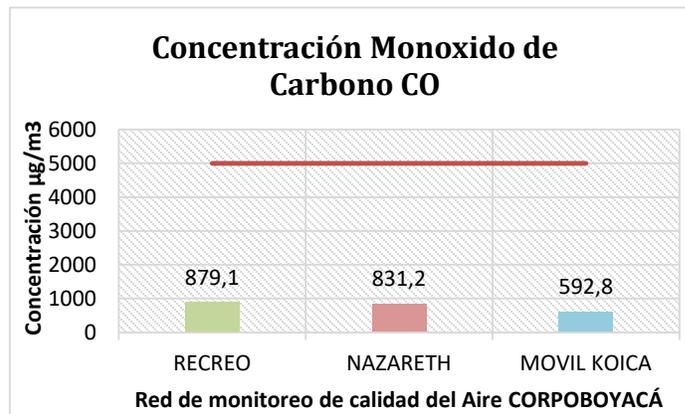
4.5.6 Concentración Promedio Anual CO (Carbono)

En la Gráfica 8 evidencia el comportamiento del contaminante CO para el año 2018 de 3 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire, se puede identificar que la estación Movil Koica registras el valor más alto de concentración con un valor de 555.9 µg/m³, luego la estación Nazareth con una concentración de 531.7 µg/m³ y la estación Recreo presenta la concentración más baja con un valor de 500.2 µg/m³ las concentraciones para el contaminante CO no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 8 horas que es de 5000 µg/m³ según Resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2019).



Grafica 9

Promedio anual CO por estaciones



Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

4.5 Calidad Del Aire Año 2019

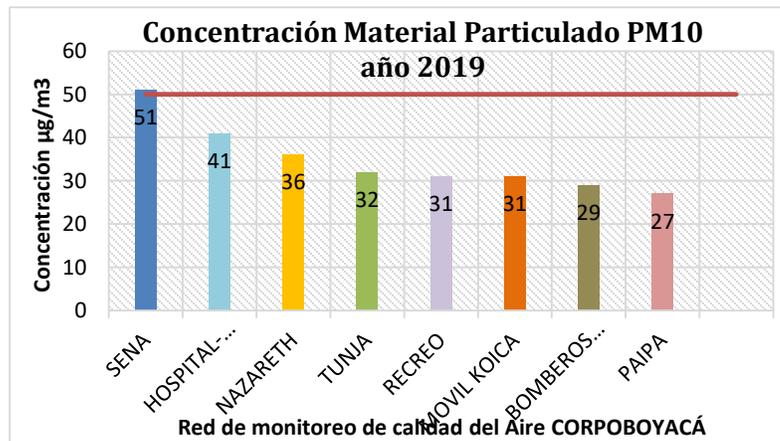
Con el propósito principal de conocer el panorama de la contaminación atmosférica en la jurisdicción de CORPOBOYACÁ se ha fortalecido el sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) cuya configuración y propósito difieren según las características socioeconómicas de la región. En este sentido la Corporación Autónoma Regional de Boyacá pone a disposición del público el reporte del estado de la calidad del aire para el año 2019 de las estaciones de calidad del aire situadas en Sogamoso, Nobsa, Duitama, Paipa y Tunja, las cuales se encuentran en la jurisdicción de CORPOBOYACÁ (ver anexo, tabla 7. Ubicación de las estaciones SVCA 2019), este informe se elaboró en base de ocho (8) estaciones que se encuentran monitoreando la calidad del aire, estas se encuentran ubicadas estratégicamente (ver anexo, tabla 8. Contaminantes monitoreados por cada estación que hace parte de la red de monitoreo de calidad del aire 2019)



4.5.1 Concentración Promedio Anual Material Particulado PM10

Grafica 10

Promedio anual PM10 por estaciones



Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

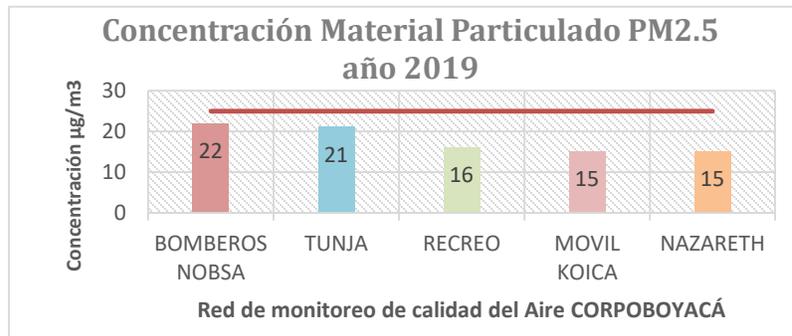
En la gráfica 9 se evidencia el comportamiento del contaminante PM₁₀ para el año 2019 de 8 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire; ubicadas en Nobsa, Paipa, Sogamoso y Tunja. Se puede identificar que la estación SENA presenta la concentración más alta con un 51 µg/m³ y la estación Paipa presenta la concentración más baja con un valor de 27 µg/m³ de acuerdo a los valores expuestos, la estación SENA excede el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición anual de 50 µg/m³ según lo establecido en la resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2020) el registro de este valor donde excede el limite permisible se registra en la estación SENA, la cual está ubicada en las instalaciones de esta institución ,pero alrededor de ella se encuentra el parque industrial empresas de gran desarrollo productivo, con empresas como Acerías Paz del Rio, cementos Argos, cementos del oriente, además de contar con canteras a cielo abierto de explotación de piedra caliza. Los demás contaminantes criterio están por debajo del límite establecido en legislación ambiental.



4.5.2 Concentración Promedio Anual Material Particulado PM2.5

Grafica 11

Promedio anual PM 2.5



Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

En la gráfica 10, se evidencia el comportamiento del contaminante PM 2.5 para el año 2019 de 5 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire, se puede identificar que la estación Bomberos Nobsa registra el valor más alto de concentración anual con un valor de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, luego la estación Tunja con una concentración de $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en tercer lugar la estación Recreo con un valor de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en cuarto lugar la estación Movil Koica con una concentración de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y finalmente la estación Nazareth la cual registra la menor concentración con un valor de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dichas concentraciones no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición anual de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ según Resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2020)

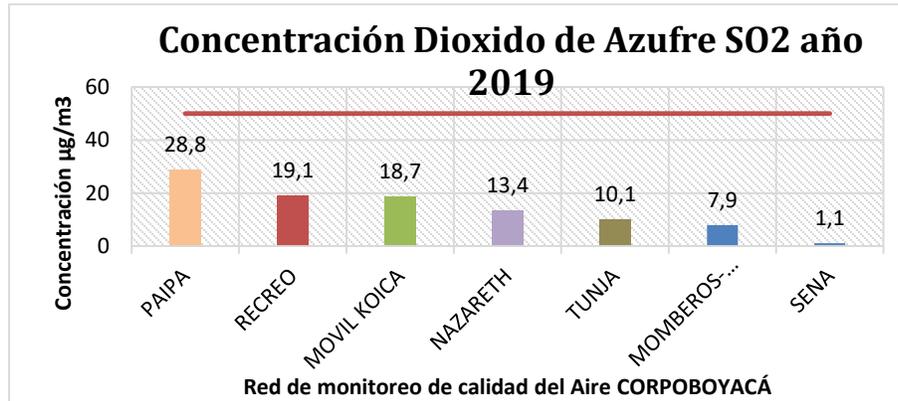
4.5.3 Concentración Promedio Anual Dióxido De Azufre SO₂

La gráfica 11, evidencia el comportamiento del contaminante SO₂ para el año 2019 de 7 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire, se puede identificar que la estación de Paipa registra el valor más alto de concentración $28.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y la estación SENA presenta la concentración más baja con un valor de $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, las concentraciones no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición anual de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ según Resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2020)



Grafica 12

Promedio anual Dióxido de Azufre

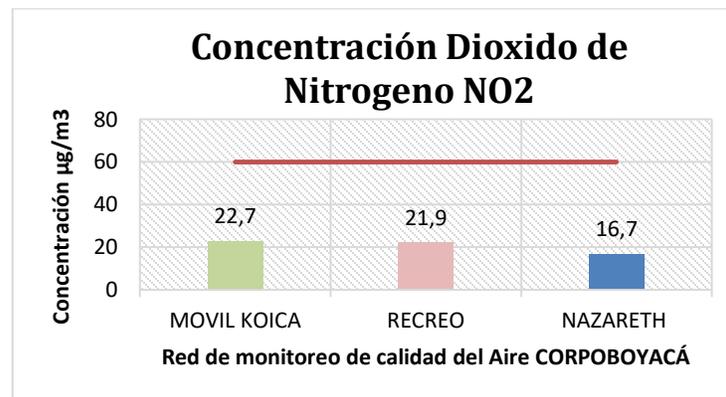


Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

4.5.4 Concentración Promedio Anual Dióxido De Nitrógeno NO2

Grafica 13

Promedio anual Dióxido de Nitrógeno



Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

La grafica 12, presenta el comportamiento del contaminante NO2 para el año 2019 de 3 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire, se puede identificar que la estación Movil Koica registra el valor más alto de concentración anual con un valor de $22.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y la estación Nazareth presenta la concentración más baja con un valor de $16.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ las concentraciones

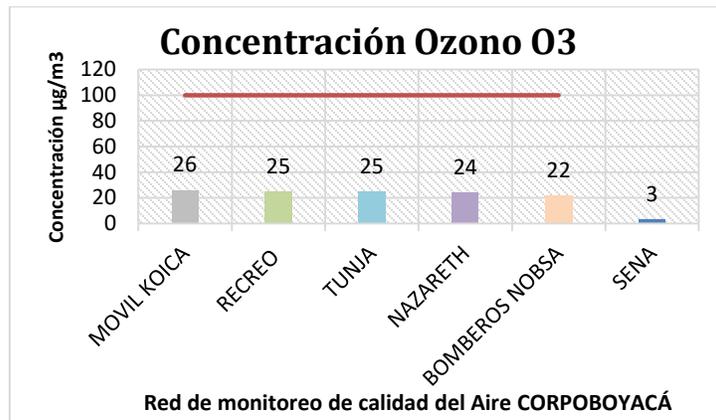


anuales para el contaminante NO₂ no superan el nivel máximo permisible que es de 60 µg/m³ según Resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2020)

4.5.5 Concentración Promedio Anual Ozono O₃

Grafica 14

Promedio anual Dióxido de Nitrógeno



Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

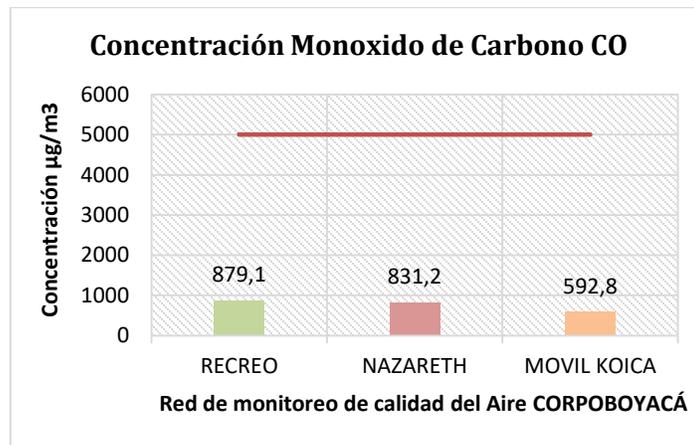
La grafica 13, evidencia el comportamiento del contaminante O₃ para el año 2019 de 6 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire, se puede identificar que la estación Movil Koica registra el valor más alto de concentración con un valor de 26 µg/m³ y la estación SENA presenta la concentración más baja con un valor de 3 µg/m³ las concentraciones no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de explosión de 8 horas el cual es de 100 µg/m³ según Resolución 2254 de 2017 (CORPOBOYACÁ, 2020)



4.5.6 Concentración Promedio Anual Monóxido De Carbono CO

Grafica 15

Promedio anual CO



Fuente (red de monitoreo de la calidad del aire CORPOBOYACÁ)

La grafica 14, evidencia el comportamiento del contaminante CO para el año 2019 de 3 estaciones de la red de Monitoreo de Calidad del aire, se puede identificar que la estación Recreo registra el valor más alto de concentración con un valor de 879.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y la estación Movil Koica presenta la concentración más baja con un valor de 592.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, las concentraciones para el contaminante CO no superan el nivel máximo permisible para un tiempo de exposición de 8 horas el cual es de 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ según Resolución 2254 de 2017

El valle de Sogamoso, en Boyacá, fue durante mucho tiempo una de las zonas del país con mayores índices de contaminación en el aire. Esto se debía en gran parte a que uno de los principales motores de la economía local está afianzado en la fabricación de ladrillos. Esta actividad, cuando se realiza de forma artesanal, suele ocasionar graves afectaciones al medioambiente: en ella se utilizan hornos de carbón muy antiguos que no cumplen con los mínimos requisitos para el control de emisiones de partículas al aire (CIENCIA, 2018). Pero, con sus fórmulas de cambio, los boyacenses lograron que hubiera aire puro en Sogamoso.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Estudios realizados entre los años 2010 y 2013 determinaron que las industrias alfarera y calera eran responsables de 56% de las emisiones de gases de invernadero en la región. Por esta razón, la Corporación Autónoma de Boyacá decidió implementar un programa para disminuir las emisiones de partículas que estas actividades arrojan al aire. Para empezar, Corpoboyacá lanzó un programa en el que se invitaba a los alfareros y caleros a que se asociaran en cooperativas que les permitieran realizar una reconversión tecnológica de sus hornos (CORPOBOYACÁ, 2018). Para aquellas familias que no estuvieron de acuerdo en asociarse, se realizó un cálculo de los ingresos que cada una percibía por cuenta de su actividad y se los entregó como pago por las emisiones que cada horno dejaría de producir al no ser utilizado, si se comprometían a demoler sus hornos artesanales y en su lugar llevar a cabo un proyecto de reforestación (CIENCIA, 2018)

Gracias a esta iniciativa se logró la demolición de un total de 150 hornos, con lo cual se llegó una disminución de un 25% en las emisiones de gases tipo invernadero. Además, las familias que ingresaron al proyecto recibieron una serie de capacitaciones en el SENA con el fin de que pudieran realizar un cambio en sus actividades económicas y no dedicarse únicamente a la alfarería (CIENCIA, 2018). Hoy, alternan por semanas el uso de sus hornos, para permitir un mejor uso del carbón y mejorar la productividad de la región sin afectar el medioambiente, ahora son más conscientes de los problemas que le estaban ocasionando a la atmosfera y decidieron ser ello el mismo cambio y ejemplo para otras pequeñas industrias.

4.6 Calidad Del Aire Año 2020

Para Realizar el análisis del compartiendo de los contaminantes criterio para el presente años, se tomaron como guía los informes trimestrales de monitoreo de calidad el aire, de allí se sacaron los las concentraciones máximas y mínimas de los meses de Enero a Septiembre para luego graficar en que meses se presentó la mayor concentración cada contaminante criterio.



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Grafica 16

Concentración de contaminantes promedio mensual Enero-Septiembre

CONTAMINANTE	CONC	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max	54	65	65	37	34	41	35	37	40
	Min	30	40	35	19	13	18	18	19	12
PM 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max	23	31	33	15	17	24	20	21	19
	Min	14	18	23	11	6	5	5	10	8
SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max	44,8	39,2	58,6	46,9	40,4	32	18,8	15,8	12,3
	Min	7	10,6	8,6	4,5	6,6	6,1	4,2	4,1	3
NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max	18,3	24,6	24,6	13	14,7	13,8	14,3	16,6	20,7
	Min	16,8	19,7	16,8	7,2	11,4	12,2	13,8	11,2	15,4
O ₃ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max	38	37	68	60	36	26	27	43	29
	Min	2	4	9	4	2	6	3	3	4
CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max	743,6	1648,8	1958,3	1828,1	782,8	502,8	546,9	677	569,4
	Min	683,1	636,4	626,1	396,2	411,4	413,3	410,9	466,1	523

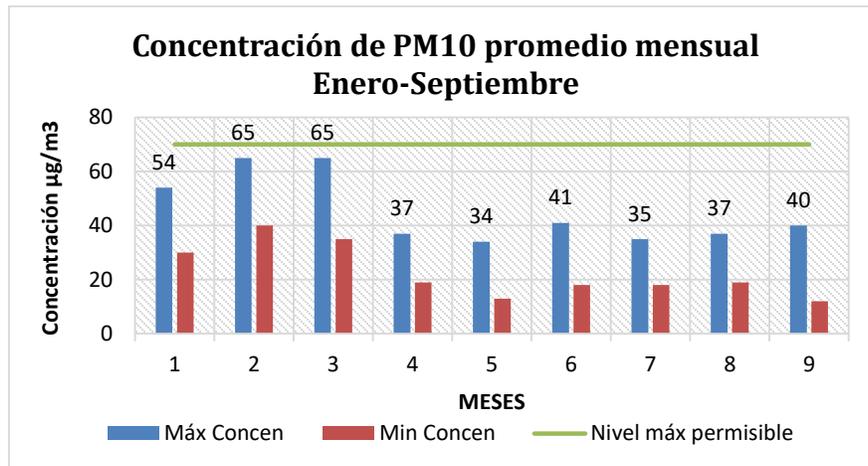
Fuente: Dato- Corpoboyacá. Elaboración: propia

De los datos registrados en la tabla se procedió a realizar los gráficos por cada uno de los contaminantes para los meses de Enero a Septiembre. En la gráfica se puede observar que los meses de febrero y marzo registran las concentraciones más altas con un valor de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero estas no exceden el límite permisible para una concentración de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y un tiempo de exposición de 24 horas, según lo establecido en la resolución 2254 de 2017.



Grafica 17

Concentración de PM10 promedio mensual Enero-Septiembre



Fuente: Dato- Corpoboyacá. Elaboración: propia

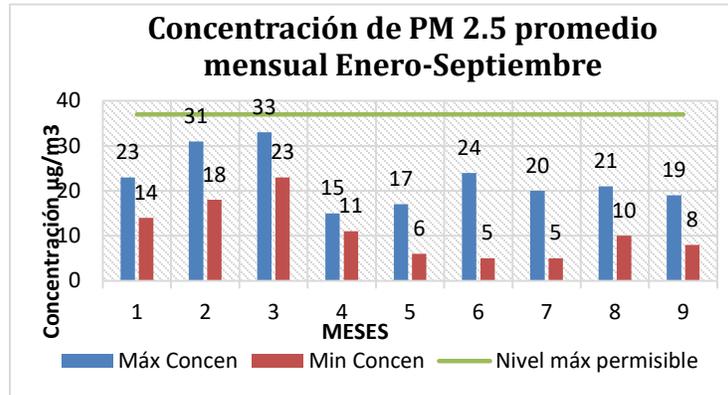
La siguiente grafica representa las concentraciones de material particulado PM2.5 para los meses de enero a septiembre, como se puede observar el mes febrero registra un promedio de 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el mes de febrero se presenta un promedio de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ estos son los valores más elevados pero cumplen con los lineamientos de la resolución 2254 de 2017, que establece una concentración de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por lo cual se entiende que este mes presento en términos de PM2.5 buena para la calidad al aire.

Grafica 18

Concentración de PM 2.5 promedio mensual Enero-Septiembre



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!

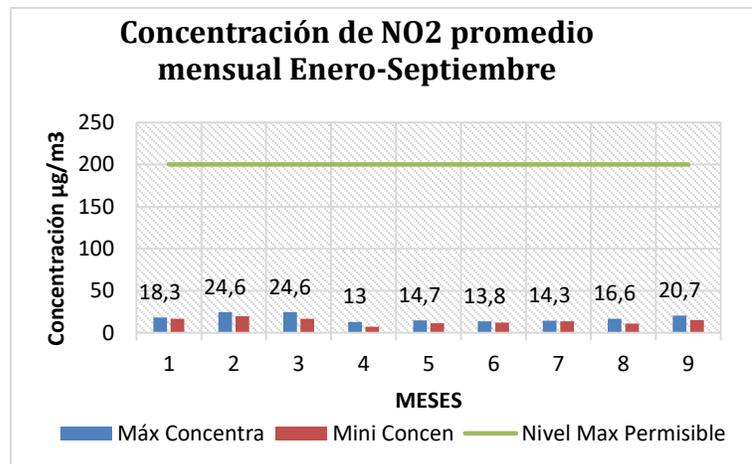


Fuente: Dato- Corpoboyacá. Elaboración: propia

La grafica de concentración de NO₂ presenta valores relativamente bajas respecto al límite permisible establecido en la resolución 2254 de 2017, evidenciándose el cumplimiento regido por la normatividad.

Grafica 19

Concentración de NO₂ promedio mensual Enero-Septiembre



Fuente: Dato- Corpoboyacá. Elaboración: propia



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

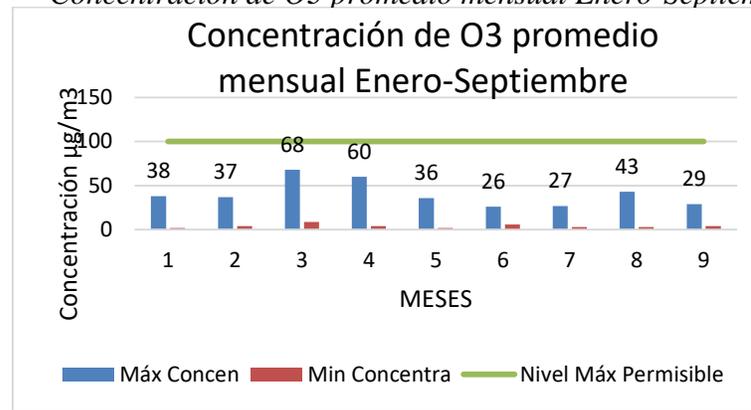
Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Respecto a las concentraciones promedio del Ozono, el mes de marzo registró la mayor concentración con un valor de $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la cual está lejos de sobrepasar el límite permisible reglamentado por la resolución 2254 de 2017

Grafica 20

Concentración de O₃ promedio mensual Enero-Septiembre

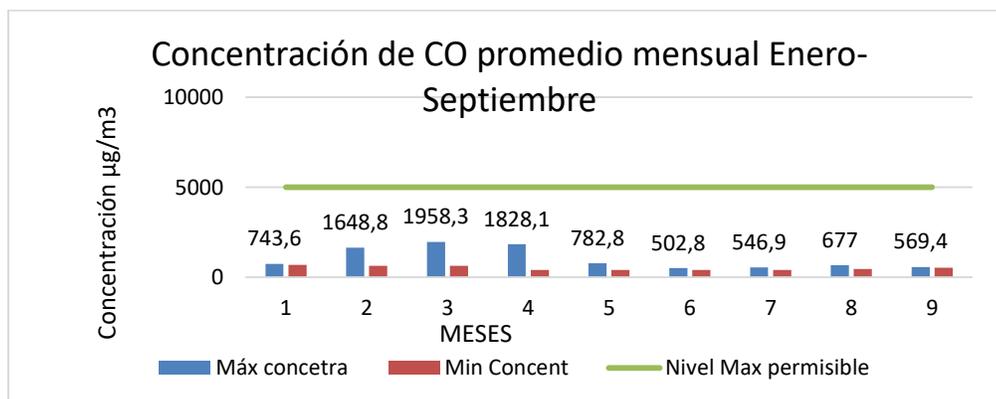


Fuente: Dato- Corpoboyacá. Elaboración: propia

Finalmente respecto al monóxido de carbono, el mes de marzo registro el promedio mensual más elevado con un valor de $1958,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ el cual no excede el limite permisible por la resolución 2254 de 2017, por el contrario se encuentra lejos de los $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entonces se considera que la calidad del aire para este mes en lo que lleva del año es buena.

Grafica 21

Concentración de CO promedio mensual Enero-Septiembre



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Fuente: Dato- Corpoboyacá. Elaboración: propia

Como se puede evidenciar en cada una de las gráficas ninguno de los contaminantes criterios se excede el límite permisible establecido por la legislación ambiental, lo cual indica que se han seguido implementado estrategias para controlar la buena calidad del aire. Así lo expresaron los expertos de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá los cuales explicaron que el nivel máximo permisible de PM10 (como se define a las partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera) en el aire, para un tiempo de exposición de 24 horas, puede ser de hasta 75 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Así está determinado en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente, conocida como la norma de calidad del aire. Agregaron que el origen de este material particulado es diverso, que inciden en su presencia las condiciones meteorológicas diarias, la circulación de vehículos particulares y de carga, la actividad de pequeñas y grandes industrias, las quemaduras, los incendios forestales e incluso el humo proveniente de los asaderos. Otros fenómenos, como la inversión térmica y las bajas velocidades del viento, contribuyen a que se concentre el PM10 en un territorio. Las lluvias, por el contrario, ayudan a disipar el material (DIAS, 2020) factores que influyen en la contaminación de este valle.

Según las estaciones de monitoreo, en un primer análisis concluyen que la reducción en la movilidad, producto de la cuarentena, pudo haber contribuido con la disminución del PM10. En la tabla se puede observar que lo que corresponde a la estación El Recreo en Sogamoso entre el 5 y el 6 de marzo, los microgramos por metro cúbico alcanzaron los 67,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El 21 de marzo llegaron a 57,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 26 de este mes fueron de 23,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las ocho estaciones que hacen parte de la Red de Calidad del Aire que administra Corpoboyacá (estas se encuentran ubicadas en la azotea de edificio de la Uptc Sogamoso, en el Parque Recreacional del Norte en Sogamoso, en las piscinas de enfriamiento en Paipa, en el Sena de Sogamoso, en el colegio Técnico Nazareth de Nobsa, en Bomberos de Nobsa, en la Uptc de Tunja y en el colegio Técnico Juan José Rondón) miden la presencia de PM10 y cinco de ellas detectan PM 2,5. Otras sustancias que monitorean son: SO₂ (dióxido de azufre), NO₂ (dióxido de nitrógeno), O₃ (ozono) y CO (monóxido de carbono). Las altas concentraciones de residuos del PM10 son responsables de enfermedades



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



respiratorias, problemas cardiovasculares y afectaciones severas de pulmón. El suroriente de Boyacá, jurisdicción de Corpochivor, no cuenta con equipos para evaluar la calidad del aire. En Sogamoso la administración municipal adelanta operativos de control ambiental en el sector alfarero, donde fabrican ladrillos, tejas de barro y otros materiales de arcilla cocida. “Se pararon dos hornos porque sus propietarios no estaban acatando las normas. Seguiremos en visitas diarias para prevenir la contaminación ambiental y sancionar a los infractores”, afirmó el alcalde de Sogamoso, Rigoberto Alfonso Pérez (DIAS, 2020), gracias a la corporación regional, el compromiso de los artesanos se han evidenciado los cambio en la calidad del aire de este valle, sin embargo cabe aclarar que las fuentes fijas como industrias siguen emitiendo sus concentraciones, pero esta pequeñas industria está siendo responsable del impacto que estaban generando a la atmosfera, ahora son el cambio y ayudan a proteger el medio ambiente.

4.7 Cambio En La Calidad Del Aire

Sogamoso pasó de estar del Top número 5 de las principales ciudades con más problemas de contaminación del aire en Colombia, así lo reporto el informe del Conpes 3344, a ser titulado como “LA PRODUCCIÓN LIMPIA ES EL CAMINO”, donde los propietarios de los chircales, cumplieron lo establecido en la Resolución 0629 de 1999 que establece la utilización de los hornos, hasta tanto no se utilice un combustible limpio o se instalen filtros físicos que aseguren que las emisiones atmosféricas emitidas generaran un impacto mínimo al medio ambiente, por lo anterior, los propietario realizaron el cambio de hornos y los combustibles de tal forma que al producir sus productos no afectaran la calidad del aire.

Según como consta en los últimos registros del Subsistema de Información sobre la Calidad del Aire (SISAIRE), que administra el IDEAM, Sogamoso está por debajo de los índices establecidos por la normatividad nacional y todo gracias al ejercicio de la autoridad ambiental y al compromiso de los sectores productivos que como el alfarero y el calero, en Sogamoso y Nobsa, le siguen apostando a la reconversión (CORPOBOYACÁ, 2018) por medio de la implementando nuevos hornos y usando combustibles como el coque, que es un combustible con pocas impurezas y un alto contenido de carbono, generalmente hecho de carbón. Es el material carbonoso sólido derivado



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



de la destilación destructiva de carbón bituminoso de bajo contenido de cenizas y bajo contenido de azufre (Adrián, 2020).

Un ejemplo de transformación es la Industria Alfarera Verde de Sogamoso (Inalversog). Que está situada en el kilómetro 3 de la vía que de Sogamoso conduce al Santuario de la Virgen de la O de Morcá y en una valla informativa se lee lo que en otra época era impensable “Comprometidos con el medio ambiente” (CORPOBOYACÁ, 2018), pues la mala calidad del aire hacía pensar que jamás se volvería a recuperar el buen aire de esta ciudad. Corpoboyacá en 2013 expidió una serie de resoluciones, entre ellas la 618 del 30 de abril de 2013, en las que le ordenaba a los productores de teja, ladrillo y piedra caliza el uso de tecnología más eficiente. Hasta entonces los hornos artesanales utilizados para estas actividades eran del tipo colmena, horno árabe o fuego dormido como se conoce en el gremio. Por sus características, la emisión de partículas al aire era altas lo que incidía de manera severa en la contaminación del Valle de Sogamoso (CORPOBOYACÁ, 2018). Al momento de la expedición de esta resolución se convirtió en un reto para estos gremios (alfarero y caleros), o hacen que su producción sea más eficiente o desaparecen, situación que los puso a pensar, ya que son dos actividades que se han desarrollado desde sus antepasado y es la forma de sustento para muchas familias, de allí seguir con esta labor, pero de manera responsable con el medio ambiente, lo siguiente fue la responsabilidad de la autoridad.

Corpoboyacá, en cumplimiento de sus funciones, dio pasos decisivos para mejorar las condiciones ambientales de la región y al tiempo generó opciones, proponiendo a los productores artesanales asociarse para implementar tecnología que se ajustaran a las disposiciones ambientales, en particular la Resolución 0909 de 2008 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial que estableció “normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas”. Definidas las propuestas, estos productores artesanales “No tenían otra alternativa más que asociarse”. La frase es de Antonio López Rodríguez, actual gerente de Inalversog, que es una Industria Alfarera Verde de Sogamoso S.A.S, se gestó a partir del 2013, dedicada a la fabricación de bloque, adoquines, blóquelon, rejilla y actualmente tiene 22 empleados. Inalversog una muestra de que lo imposible es alcanzable (INALVERSOG, 2013), aquella frase de López la pronunció para evocar el comienzo de esta aventura. Antonio, alfarero de



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



toda la vida, como sus padres y sus abuelos, como sus vecinos y socios, conforma el grupo de trece personas que entre 2013 y 2014 decidieron unirse no solo para construir un horno moderno, sino que tomaron la decisión, convencidos de que podían hacer empresa, generar empleo y mejorar las condiciones de vida de sus familias y de los habitantes de Sogamoso.

En primero lugar, se reunieron con el director de Corpoboyacá, Ricardo López Dulcey y concertar un plazo para el desmonte de sus hornos artesanales. Acordaron que durante los próximos 12 meses, cocinarían el ladrillo para construir el horno tipo Hoffman que por su diseño se ajustaba a las especificaciones exigidas por la norma de emisiones (CORPOBOYACÁ, 2018). Este tipo de horno es utilizado para la producción ladrillos y unos productos cerámicos, en el cual la cocción se realiza de forma continua, no hay que parar el proceso, además de presentar ventajas como trabajo continuo que reduce el período del ciclo y aumenta el rendimiento de salida, bajo consumo de combustible, ahorro de la mano de obra, respetuoso con el medio ambiente y larga vida de uso (ECOCARBON, 1998) características que favorecerían a los productores; lo siguiente era ponerlo en marcha.

Para la puesta en marcha de este proyecto, primero adquirieron un lote en la vereda Buenavista (vía a Morcá) luego se asesoraron con personal experto para realizar el proceso de montaje y Diez meses después el horno estaba listo y la inversión que realizaron alcanzaba los 900 millones de pesos. López recuerda que cuando empezaron no tenían todo este presupuesto, se habían acercado a las entidades bancarias del municipio, pero lastimosamente ninguna les realizó dicho préstamo, pues los tildaban de locos y por ser un proyecto quizá muy ambicioso. Pasados los días recibieron una tentadora oferta de parte de Henry Iguavita propietario de Ladrilleras El Zipa, una empresa ubicada en Paipa donde les ofreció maquinaria y equipos por 500 millones de pesos, los cuales eran indispensables para la puesta en operación la emergente industria, López y todo el equipo recibieron con alegría esta oferta, pues era de gran importancia para seguir con el proyecto. Iguavita confiado en el gran desarrollo que tendría esta industria les dijo “Me la pagan cuando empiecen a producir”, es así que en corto tiempo les hizo llegar el tren de máquinas principal compuesto por molino, bandas transportadoras, el mezclador, la extrusora y el cortador listos para ser instalados. Las buenas noticias continuarían. Ya con los equipos asegurados era indispensable



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



montar el sistema eléctrico que permitiera su operación. Hernán Cruz, de HC Eléctricos Cruz (almacén eléctrico de la ciudad), llegó, vio y creyó. Valoró el esfuerzo de este puñado de nuevos empresarios y les confió una inversión de 200 millones de pesos que costó la instalación de la red de alimentación eléctrica. Cruz emuló: “Me pagan cuando empiecen a producir”. La autoridad ambiental Corpoboyacá también aportó lo suyo. Como Inalversog debería estar sujeta a las estrictas normas de regulación de emisiones, la entidad facilitó los equipos necesarios para la inyección del carbón, una técnica que permite la completa combustión del mineral y que reduce el volumen de partículas que anteriormente se emitían al aire (CORPOBOYACÁ, 2018). Así fue como la Industria Alfarera Verde de Sogamoso vio la luz del nuevo amanecer y es una muestra de que lo imposible es alcanzable.

Ricardo López Dulcey, director de Corpoboyacá, tiene como función aplicar la Ley y su condición de autoridad no impide que se congratule con el avance y compromiso de está y muchas otras empresas de este mismo tipo en la ciudad, resalta la implementación de las tecnologías limpias y ve el compromiso que tienen los propietarios de esta industria con el medio ambiente. López destaca la pujanza de sus gestores que pasaron de ser alfareros artesanales a empresarios que piensan en grande, que generan empleo, que dinamizan la economía local y que conscientes del impacto de su actividad informal ahora son modelo de transformación, de producción limpia. “Ellos están dispuestos a contar su historia y Corpoboyacá está dispuesta a seguir apoyando a quienes quieran asociarse”, sostiene el director de la entidad (CORPOBOYACÁ, 2018)

El proceso de reconversión y de monitoreo de la calidad del aire del Valle de Sogamoso ha sido acompañado además por el Ministerio de Ambiente, la Gobernación de Boyacá, la Alcaldía de Sogamoso, el Sena, la Dian, la Cámara de Comercio de Sogamoso, el IDEAM, la Agencia de Cooperación del Corea del Sur – Koica – y otras entidades del orden regional y nacional que a través de capacitación, asesoría y recursos avanzan en la adopción de estrategias que permitan modernizar la producción alfarera y calera en los municipios donde la Corporación tiene jurisdicción (CORPOBOYACÁ, 2018). Sogamoso y su Valle han sido testigos del cambio en la calidad del aire que ahora se respira en la región, cambio que sorprende a Jaime González, uno de los habituales clientes de Inalversog.



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Cualquier industria o proceso productivo de forma artesanal que este emitiendo contaminantes a las atmosfera tiene el apoyo de aquellas industrias que ya implementaron tecnologías limpias y dieron el paso para que su actividad como artesanos no llegara a su fin, pues los productores de esta industria artesanal se vieron en la necesidad de acatar los lineamiento de la autoridad ambiental para luego ser conscientes del impacto ambiental que estaban generando con los hornos antiguos, y se dieron de cuenta que si se puede llegar a producir sus productos de manera limpia, eficiente y responsable con el medio ambiente.

5. CONCLUSIÓN

De la monografía se puede concluir que las principales fuentes de contaminación responsables de la mala calidad del aire que se presentó el valle de Sogamoso fue provocada por la industria artesana debido al desarrollo de actividad de elaboración de ladrillo y cal, donde los proceso se realizaban con hornos o chiscales que no cumplían los lineamientos de la autoridad ambiental y combustibles por el uso del carbón como combustión.

Gracias a las medidas implementadas por la autoridad ambiental CORPOBOYACÁ se logró la disminución de los contaminantes generados por la industria alfarera. Donde las concentraciones de material particulado tuvieron una gran disminución apartide del año 2013, luego de la Resolución 0618 30 de abril de 2013 por medios del cual se adoptan medidas de control ambiental para el sector de producción de cal, ladrillo teja en hornos artesanales en la jurisdicción de COPOBOYACÁ, esta norma fue acogida por todo los propietarios de la industria artesanal, ya que eran los principales responsables del mal estado de la calidad del aire.

Con los informes emitidos sobre el estado de la cálida del aire, de definen como una herramienta eficaz para saber el las concentraciones de los contaminantes criterios emitidos a la atmosfera.

Se puede evidencia que a partir de la implementación del sistema de vigilancia de calidad del aire se tienen valores más exactos de las concentraciones de los contaminantes registradas en las diferentes estaciones de monitoreo.



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Gracias a las medidas de mitigación emitidas por la autoridad ambiental se evidencia que en los últimos años ninguno de los contaminantes excede el límite establecido en la legislación ambiental a excepción de PM10 en 2019, pero cabe resaltar que estas concentraciones pudieron ser provenientes de las demás industrias.

Es de resaltar el paso que dieron los artesanos y caleros, pues se acogieron a la reconversión de tecnologías limpias y vieron una oportunidad de crear empresa limpia, ofrecer empleo y ser un ejemplo de lucha y esfuerzo; esto se llevó a por los requerimientos establecidos por la resolución 618 de 2013, emitida por la autoridad ambiental Corpoboyacá, debido al preocupante estado del aire del valle de Sogamoso, fueron medidas drásticas pero sin duda alguna fue la oportunidad de para que se unieran como gremio y elaboraran sus productos con sello ambiental.



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ANEXOS

Tabla 5

Estimaciones de contaminantes a partir de los consumos de combustible para 2002

CIUDAD	PST	PM10	SOX	NOX	CO
BOGOTÁ	5,94	4,41	13,76	29,66	145,20
MEDELLÍN	4,52	3,11	8,85	16,34	94,56
CALI	6,91	4,44	12,81	17,91	84,77
BARRANQUILLA	1,67	1,66	1,41	17,23	31,52
V.SOGAMOSO	4,51	2,61	8,10	5,79	21,99
BUCARAMANGA	0,56	0,55	2,64	4,97	23,70
CARTAGENA	0,45	0,45	0,73	4,61	22,88
PEREIRA	0,37	0,32	0,73	2,91	19,50
TOTAL	24,93	17,55	49,03	99,41	444,12
CIUDADES					
RESTO DEL PAIS	24,27	17,88	56,11	143,97	667,81
TOTAL	49,21	35,43	105,14	234,38	1.111,93
NACIONAL					

Fuente (Conpes, 2005)

Tabla 6

Contaminantes monitoreados por cada estación que hace parte de la red de monitoreo de calidad del aire 2018

CONTAMINATES MONITOREADOS RED DE MONITOREO						
CORPOBOYACA						
ESTACIONES	PM10	PM2.5	SO2	NO2	O3	CO
Bomberos Nobsa	x	x	x		x	
Estación Nazareth	x	x	x	x	x	x



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Estación Recreo	x	x	x	x	x	x
Estación Sena	x		x		x	
Estación Movil	x	x	x	x	x	x
Koica						
Estación Hospital	x					
Estación Paipa	x		x			

Fuente (Corpoboyacá)

Tabla 7

Ubicación de las Estaciones SVCA 2019

ITEM	ESTACIÓN	UBICACIÓN	ALTURA	LATITUD	LONGITUD
1	UPTC	Municipio de Sogamoso, azotea edificio UPTC	2.523	5°42' 16.5"	72° 56' 34.0"
2	Recreo	Municipio de Sogamoso, Parque recreacional	2.483	5°43' 34.58"	72° 55' 15.30"
3	Paipa	Municipio de Paipa, Piscina de enfriamiento	2.505	5°45' 59.2"	73° 08' 45"
4	Sena	Municipio de Sogamoso, instalaciones del Sena	2.477	5°45' 25.6"	72° 54' 30.7"
5	Nazareth	Municipio de Nobsa, Colegio Técnico Nazareth	2.479	5°45' 58.02"	72° 49.23' 53"
6	Movil 1	Municipio de Nobsa, instalación de bomberos	2.499	5°46' 16.5"	72° 16.70' 56"
7	Movil 2	Municipio de Tunja, UPTC	2.708	5°33' 11,78"	73° 19.24' 21"

Fuente (Corpoboyacá)



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Tabla 8

Contaminantes monitoreados por cada estación que hace parte de la red de monitoreo de calidad del aire 2019

CONTAMINANTES MONITOREADOS RED DE MONITOREO CORPOBOYACA						
ESTACIONES	PM10	PM2.5	SO2	O3	NO2	CO
Bomberos Nobsa	x	x	x	x		
Estación Nazareth	x	x	x	x	x	x
Estación Recreo	x	x	x	x	x	x
Estación Sena	x		x	x		
Móvil Koica	x	x	x	x	x	x
Estación Hospital	x					
Tunja	x	x	x	x		
Estación Paipa	x		x			

Fuente (Corpoboyacá)

Tabla 9

Límites permisibles Resolución 610 de 2010

CONTAMINANTE	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
PM ₁₀	50	Anual
	100	24 Horas
PM _{2.5}	25	Anual
	50	24 Horas
SO ₂	80	Anual
	250	24 Horas
	750	3 Horas
NO ₂	100	Anual
	150	24 Horas
	200	1 Hora
O ₃	80	8 Horas
	120	8 Horas
CO	10.000	8 Horas
	40.000	1 Hora



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Fuente (IDEAM)

Tabla 10

Contaminantes Límites permisibles Resolución 2254 de 2017

CONTAMINANTE	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TEIMPO DE EXPOSICIÓN
PM ₁₀	50	Anual
	75	24 Horas
PM _{2.5}	25	Anual
	37	24 Horas
SO ₂	50	24 Horas
	100	1 Hora
NO ₂	60	Anual
	200	1 Hora
O ₃	100	8 Horas
CO	5.000	8 Horas
	35.000	1 Hora

Fuente (IDEAM)

Figura 1

Jerarquía en el sistema jurídico Colombiano/pirámide de Kelsen

**JERARQUÍA EN EL SISTEMA JURÍDICO COLOMBIANO/
 PIRÁMIDE DE Kelsen**



* Rodríguez Libardo. 2008.

Fuente (FODESEP-ACIET)

Ilustración 1

Horno Colmena de llama invertida



Fuente (Zamora, 2016)

Ilustración 2

Horno fuego dormido o árabe



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Fuente (Montaña, 2004)

Ilustración 3

Horno Cónico para elaborar cal



Fuente: Corpoboyacá (2015)

Ilustración 4

Ducto y Chimenea horno tipo Hoffman



Fuente: Corpoboyacá (2015)



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



BIBLIOGRAFÍA

- 1997, M. D. (s.f.). Obtenido de
https://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Resolucion619_19970707.htm
- Acuña, J. D. (10 de SEPTIEMBRE de 2019). Obtenido de
<https://medioambiente.uexternado.edu.co/ley-1972-del-2019-por-medio-de-la-cual-se-establece-la-proteccion-de-los-derechos-a-la-salud-y-al-medio-ambiente-sano-estableciendo-medidas-tendientes-a-la-reduccion-de-emisiones-contaminante/>
- Administrativa, C. C.-C.-S. (Octubre de 2010). Obtenido de
<https://www.ramajudicial.gov.co/documents/10228/1547471/CONSTITUCION-Interiores.pdf>
- Adrián, Y. (2020). Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/coque/>
- Aguilar, S. H. (2014). *UNIVESIDAD NACIONAL* . Obtenido de
https://www.academia.edu/28889091/El_Corredor_Industrial_de_Boyac%C3%A1_sus_consecuencias_hist%C3%B3ricas_y_socioambientales
- AMBIENTE, M. D. (1995). Obtenido de
https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf
- AMBIENTE, M. D. (7 de Julio de 1997). *MINISTRO DEL MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de
https://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Resolucion619_19970707.htm
- Ambiente, S. d. (2008). Obtenido de
<http://186.116.11.66/suimweb/ARCHIVOS/AMBIENTE/CONTAMINACION/0%20CONTAMINACION%20DEL%20ECOSISTEMA-AGUA,AIRE.pdf>
- Ánge, G. (2015). *Revista Virtual Pro*. Obtenido de <https://www.virtualpro.co/files-bv/20151201/20151201-027.pdf>
- Ánge, S. G. (s.f.). *Revista Virtual Pro*. Obtenido de <https://www.virtualpro.co/files-bv/20151201/20151201-027.pdf>
- Ángel, G. (2015). *VIRTUALPRO*. Obtenido de <https://www.virtualpro.co/files-bv/20151201/20151201-027.pdf>
- ANMM, C. T. (2015). La contaminación del aire y los problemas respiratorios. *SciELO* .
- Braga-Juan, L. (1996). Obtenido de
<https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/MonoxiCar.htm>
- Calderón, G. A. (9 de Mayo de 2014). *Revista SciELO*.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



- CeMCAQ. (2017). *Centro de Monitoreo de la Calidad del aire del Estado de Querétano* .
Obtenido de <http://www.cemcaq.mx/contaminacion/bioxido-de-azufre-so2>
- CIENCIA, T. E. (19 de Febrero de 2018). Obtenido de
<http://todoesciencia.minciencias.gov.co/sogamoso>
- COLOMBIA, C. D. (1993). Obtenido de
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html
- COLOMBIA, R. D. (1979). Obtenido de
<http://oaica.car.gov.co/biblioteca/nacional/decretos/Ley%209%20de%201979.pdf>
- COLOMBIA, R. D. (2000). Obtenido de
https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_1552_150800.pdf
- Conpes. (14 de Marzo de 2005). Obtenido de
https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2005/Conpes_3344_2005.pdf
- CORPOBOYACÁ. (1999). Obtenido de https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/11/Resolucion_0618_2013.pdf
- CORPOBOYACÁ. (2003). Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2018/04/boletin-oficial-edicion-180-extraordinario-23-abril-2018.pdf>
- CORPOBOYACÁ. (26 de Mayo de 2006). Obtenido de
<http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/11/Boletin-oficial-083.pdf>
- CORPOBOYACÁ. (30 de Abril de 2013). Obtenido de
https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/11/Resolucion_0618_2013.pdf
- CORPOBOYACÁ. (15 de Marzo de 2016). Obtenido de
<https://www.corpoboyaca.gov.co/?s=Resoluci%C3%B3n+0618++del+30+de+abril+de+2013>
- CORPOBOYACÁ. (2018). Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/cronicas-de-corpoboyaca/la-produccion-limpia-es-el-camino/>
- CORPOBOYACÁ. (10 de JUNIO de 2018). Obtenido de
<https://www.corpoboyaca.gov.co/cronicas-de-corpoboyaca/la-produccion-limpia-es-el-camino/>
- CORPOBOYACÁ. (Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2019/08/reporte-anual-calidad-aire-ano-2018.pdf>



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



CORPOBOYACÁ. (Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2019/08/reporte-anual-calidad-aire-ano-2018.pdf>

Corpoboyacá. (10 de Nov de 2020). Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/proyectos/informes-del-estado-calidad-del-aire/>

CORPOBOYACÁ. (FEBRERO de 2020). Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2020/02/Informe-calidad-del-aire-Red-de-monitoreo-CORPOBOYACA-a%C3%B1o-2019.pdf>

DIAS, P. 7. (1 de abril de 2020). Obtenido de <https://boyaca7dias.com.co/2020/04/01/mejoro-la-calidad-del-aire-en-gran-parte-de-boyaca-durante-este-mes/>

ECOCARBON. (1998). Obtenido de [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/EstudiosPublicaciones/Hornos%20ladrilleros%20a%20carb%C3%B3n%20\(1998\).pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/EstudiosPublicaciones/Hornos%20ladrilleros%20a%20carb%C3%B3n%20(1998).pdf)

Ecologista. (2006). *Ecologista* .

EL MINISTRO DE AMBIENTE, V. Y. (24 de MARZO de 2010). Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/bf-Resoluci%C3%B3n%20de%202010%20-%20Calidad%20del%20Aire.pdf>

EL MINISTRO DE AMBIENTE, V. Y. (29 de MARZO de 2010). Obtenido de https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_0650_2010.htm

Evelin, S. G.-M. (2016). ESTUDIO SOBRE LA DINÁMICA TEMPORAL DE MATERIAL PARTICULADO PM10. *Rev. Int. Contam. Ambie.*

FODESEP-ACIET. (s.f.). Obtenido de <https://www.fodese.gov.co/images/pdf/ActualizacinJuridica.pdf>

García, C. J. (1 de NOVIEMBRE de 2013). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/ticmnqmppy0n/horno-colmena/>

García, J. A. (Septiembre de 2007). *scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v23n4/v23n4a2.pdf>

Gomez, N. (14 de Septiembre de 2016). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/zump1vmek9zk/ley-decreto-y-resolucion/?frame=2d275a237672036c1ecdec942fff359464d922b>

IDEAM. (NOVIEMBRE de 2010). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527464/2.+DI%C3%93XIDO+DE+NITR%C3%93GENO+V03+VB.pdf/a6f17de9-8ee9-4432-8744-5446383c3f2b>



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



- IDEAM. (NOVIEMBRE de 2010). Obtenido de
http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527464/3.+DIOXIDO_DE_AZUFRE_V04_VB.pdf/66cf1c9b-e25f-43b8-a634-156fd41cef0f
- IDEAM. (NOVIEMBRE de 2010). Obtenido de
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527464/4.+CO+V03+VB.pdf/acfa0327-e95b-4e8d-a177-8e71e39a9448>
- IDEAM. (2010). Obtenido de
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/68521396/5.+Informe+del+estado+de+la+calidad+del+aire+2007-2010.pdf/52d841b0-afd0-4b8e-83e5-444c3d17ed29?version=1.0>
- IDEAM. (2010). Obtenido de
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/68521396/5.+Informe+del+estado+de+la+calidad+del+aire+2007-2010.pdf/52d841b0-afd0-4b8e-83e5-444c3d17ed29?version=1.0>
- IDEAM. (20 de ABRIL de 2011). Obtenido de
https://icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_ideam_0935_2011.htm
- IDEAM. (2014). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/contaminacion-atmosferica>
- IDEAM. (NOVIEMBRE de 202). Obtenido de
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527464/2.+DI%C3%93XIDO+DE+NITR%C3%93GENO+V03+VB.pdf/a6f17de9-8ee9-4432-8744-5446383c3f2b>
- IDEAM. (NOVIEMBRE de 2020). *PAGINA OFICIAL DEL IDEAM*. Obtenido de
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527464/1.+OZONO+V05+VB.pdf/9b8d8d10-54e8-4760-a998-e5ef9ea8a8f0>
- INALVERSOG. (2013). Obtenido de <https://www.inalversog.com/>
- Jiménez, C. L. (2018). ¿Qué son las PM_{2,5} y cómo afectan a nuestra salud? *ecologista*, N°58. Obtenido de <https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/>
- LEGISLATIVA, P. P.-R. (2002). Obtenido de
http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0769_2002.html
- Matsuda. (octubre de 2002). Obtenido de <https://www.ivhhn.org/es/guidelines/guia-sobre-gases-volcanicos/dioxido-de-azufre>
- MAVDT. (s.f.). Obtenido de <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Resolucion-1541-de-2013.pdf>



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



- MAVDT. (04 de ABRIL de 2006). Obtenido de
<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/59-Resoluci%C3%B3n%20601%20de%202006%20-%20calidad%20del%20aire.pdf>
- MAVDT. (24 de Junio de 2008). Obtenido de
https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_910_de_2008_ministerio_de_ambiente,_vivienda_y_desarrollo_territorial.aspx#/
- MAVDT. (Febrero de 2008). Obtenido de
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/Protocolo+para+el+Monitoreo+y+seguimiento+de+la+calidad+del+aire.pdf/6b2f53c8-6a8d-4f3d-b210-011a45f3ee88M>
- MAVDT. (2 de NOVIEMBRE de 2010). Obtenido de
https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambiente_vdt_2154_2010.htm
- MAVDT. (02 de SEPTIEMBRE de 2012). Obtenido de
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527825/Resoluci%C3%B3n+1111+de+2013+Modifica+parcialmente+Resoluci%C3%B3n+910+de+2008.pdf/17e33a3b-fbdb-4e99-a7aa-6c6930dd139f>
- MAVDT. (02 de SEPTIEMBRE de 2013). Obtenido de
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527825/Resoluci%C3%B3n+1111+de+2013+Modifica+parcialmente+Resoluci%C3%B3n+910+de+2008.pdf/17e33a3b-fbdb-4e99-a7aa-6c6930dd139f>
- MAVDT, 2. (01 de Noviembre de 2017). Obtenido de
<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>
- MAVDT-IDEAM. (14 de Marzo de 2005). *Conpes*. Obtenido de
https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2005/Conpes_3344_2005.pdf
- Mejía, K. V.-V. (10 de Mayo de 2015). *el campesino.co*. Obtenido de
<https://www.elcampesino.co/el-problema-de-salubridad-economico-y-cultural-ocasionado-por-la-contaminacion-ambiental-en-los-chircales-de-sogamoso/>
- MINAMBIENTE. (01 de Nov de 2017). Obtenido de
<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>
- Minambiente. (2019). Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-del-aire/contaminacion-atmosferica>



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Ministerio de Ambiente, V. y. (12 de ABRIL de 2006). Obtenido de <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Resolucion-0627-de-2006.pdf>

MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (26 de MARZO de 2010). Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/1b-Resoluci%C3%B3n%20651%20de%202010%20-%20Creaci%C3%B3n%20del%20SISAIRE.pdf>

Montaña, O. R.-N. (16 de Abril de 2004). Obtenido de file:///E:/Todo-PC/Downloads/6176-Texto%20del%20art%C3%ADculo-27877-1-10-20140618.pdf

Normativa, S. U. (28 de JULIO de 2010). Obtenido de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30038669>

Obando, J. A. (18 de SEPTIEMBRE de 2019). *DEPARTAMENTO DE DERECHO DEL MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de <https://medioambiente.uexternado.edu.co/ley-1954-de-2019-por-medio-de-la-cual-se-aprueba-el-acuerdo-para-el-establecimiento-del-instituto-global-para-el-crecimiento-verde-suscrito-en-rio-de-janeiro-el-20-de-juni/#:~:text=septiembre%20de%202019-,Ley%201954>

OMS. (2016). *Organización Panamericana de Salud* . Obtenido de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es

R, J. F. (2012). contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá. *SciELO* .

RADIO, C. (28 de Enero de 2019).

Ramírez, N. T.-C. (Abril de 2013). *Universidad de los Andes* .

REPUBLICA, C. D. (1990). Obtenido de https://www.redjurista.com/Documents/ley_30_de_1990_congreso_de_la_republica.aspx#/

REPUBLICA, C. D. (1992). Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=10584>

SALUD, M. D. (1983). Obtenido de https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minsalud_r8321_83.htm

Sebaas. (s.f.). Obtenido de https://www.academia.edu/28889091/El_Corredor_Industrial_de_Boyac%C3%A1_sus_consecuencias_hist%C3%B3ricas_y_socioambientales



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



- SIERRA, L. R.-L. (2013). Obtenido de [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11319/FORMULACION%20EL%20SVCA%20CORREDOR%20INDUSTRIAL%20PAIPA-%20DUITAMA-%20SOGAMOSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11319/FORMULACION%20DEL%20SVCA%20CORREDOR%20INDUSTRIAL%20PAIPA-%20DUITAMA-%20SOGAMOSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- SOSTENIBLE. (19 de Agosto de 2020). *SOSTENIBLE* .
- Sostenible, M. d. (2014). Obtenido de <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Decreto-Ley-2811-de-1974.pdf>
- SOSTENIBLE, M. D. (01 de NOVIEMBRE de 2017). Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>
- SOSTENIBLE, R. (07 de 06 de 2017). Obtenido de <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/valle-de-sogamoso-le-dijo-adios-a-la-contaminacion-del-aire/38002#:~:text=Desde%202013%20las%20emisiones%20de,de%20Sogamoso%20comenzaron%20a%20bajar.&text=El%20valle%20de%20Sogamoso%20estaba,materi>
- Soza, M. G. (19 de Septiembre de 2018). *SciELO*. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-28102018000200008
- SUAREZ, C. A. (2012). DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO: PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES Y FRACCION RESPIRABLE PM10. *Luna azul*.
- TIEMPO, E. (22 de Mayo de 1998). Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-743950>
- TIEMPO, R. E. (30 de mayo de 1998). *EL TIEMPO*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-743950>
- TRANSPORTE, M. D. (26 de SEPTIEMBRE de 2013). Obtenido de https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_mintransporte_3768_2013.htm#:~:text=La%20presente%20resoluci%C3%B3n%20tiene%20por,t%C3%A9cnico%20de,c%C3%A1nicas%20y%20de%20emisiones
- TRUJILLO, E. (2017). Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/resolucion.html>
- Tyler, N. (2013). contaminación atmosférica en Colombia.
- Victoria, K. (28 de Agosto de 2009). *Procccioón Más Limpia*. Obtenido de <http://produccionmaslimpia-karenvictoria.blogspot.com/2009/08/diferencia-entre-ley-decreto-resolucion.html>



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Zamora, S. A. (NOVIEMBRE de 2016). Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Horno-colmena-Fuente-Archivo-propio_fig5_311413350



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750