

COLEGIO SANTO TOMÁS DE AQUINO

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ EN EL AÑO 2020

Modalidad: Proyecto de investigación, (Trabajo de grado)

Autores

DAVID SANTIAGO ALDANA BELTRÁN

JUAN SEBASTIÁN DIMAS CARO

JUAN FELIPE GONZÁLEZ QUINTERO

JUAN JOSÉ VÁSQUEZ POLANIA

JUAN SEBASTIÁN VELOZA NIÑO

Tutora

LAURA NATALIA OSORIO HERRERA

Licenciada en microbiología

BOGOTÁ D.C, COLOMBIA

Noviembre, 2021

COLEGIO SANTO TOMÁS DE AQUINO
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

RECTOR DEL COLEGIO

Fr. Aldemar Valencia Hernández, O.P.

VICERRECTOR

Fr. Hender Alveiro Rodríguez Pérez, O.P.

SÍNDICO

Fr. César Orlando Urazan García, O.P.

MAESTRA DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
Sonia Esperanza Gómez Rojas

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
Laura Natalia Osorio Herrera

Resumen

El presente proyecto de investigación tenía como propósito conocer las causas y consecuencias del deterioro del aire en la ciudad de Bogotá durante el año 2020. Para alcanzar este propósito y resolver la pregunta problematizadora el proyecto partió, en primer lugar, de una revisión documentaria de distintos trabajos que posteriormente fueron organizados en una matriz. Teniendo en cuenta la problemática del trabajo se implementó una metodología mixta, sin una población específica, empleando datos provistos por la secretaría de ambiente. Lo que llevó a la realización de este trabajo fue la preocupación por el estado del aire en la capital colombiana y con el fin de que otras personas, como los estudiantes de grado once, puedan enterarse de lo que está ocurriendo en la ciudad. Para poder analizar el conjunto de datos recolectados, se realizó una revisión bibliográfica para conocer el estado inicial de la calidad del aire en Bogotá y hacer las comparaciones pertinentes con los datos trabajados. Se dividió al trabajo en cinco capítulos, donde se tomaron distintos documentos que permitieron generar un análisis que proporciona más detalles sobre los diferentes aspectos a tratar en el documento, como pueden ser el estado de la calidad del aire en Bogotá a lo largo del año 2020, los efectos que tiene sobre la población y el medio ambiente, y la mala calidad del mismo, entre otras. Se concluyó con este análisis que se presentaron inicialmente disminuciones y posteriormente aumentos del contaminante PM10 durante los trimestres estudiados en las estaciones de medición analizadas, posiblemente relacionado con una disminución drástica de la acción ciudadana causada por la cuarentena. A causa de ello, se evidencia que quienes pertenecen a la población de adultos mayores debe ser más precavidos respecto al deterioro de la calidad del aire, esto debido a las complicaciones de salud que pueden presentar por la mala calidad del aire en la ciudad de Bogotá ocasionada por las industrias, actividad humana y quema de combustibles fósiles.

Palabras claves: Deterioro, Aire, Salud, Población, PM10, Calidad.

Abstract

The purpose of this research project was to know the causes and consequences of air deterioration in the city of Bogota during the year 2020. In order to achieve this purpose and solve the research problem, the project started from a documentary review of different sources that will later be organized in a matrix. Taking into account the interest of this research, mixed methodology will be implemented, without a specific population, using data provided by the Secretary of Environment. What led to the realization of this work was the quality of the air in the Colombian capital and also, in order that eleventh grade students can find out what is happening in the city.

To be able to analyze the set of data a bibliographical review was done to know the initial state of the air quality in Bogota and do the comparisons with the data. The document was divided into five chapters where different research projects were taken, which were used to analyze more details about different topics that will be developed in the present work such as the state of the air quality during 2020, the effects on the population and the environment, and also the poor quality of it.

The conclusions that could be reached from this analysis are that there were firstly decreases and then increases in levels of PM10 between the studied trimesters in the analyzed localities; this would be possibly related to a drastic decrease of the citizen

activity caused by the quarantine. All this led to the conclusion that the population that should be more cautious with the deterioration of air quality are the elderly, this due to the health complications that can occur due to the air deterioration in the city of Bogota caused by industries, human activity and burning of fossil fuels.

Key words: Deterioration, Air, Health, Population, Pm10, Quality.

Introducción

Este trabajo de investigación acerca del deterioro de la calidad del aire en la ciudad de Bogotá, pretende abordar esta problemática que se ha caracterizado por traer afectaciones tanto a la salud de los habitantes de la ciudad, como al medio ambiente, generando un gran interés general en los bogotanos por conocer las causas y consecuencias del deterioro de la calidad del aire junto con las afectaciones a la salud de la población en el transcurso del año pasado (2020). Por otra parte, el objetivo de esta investigación, procura contrastar el promedio de contaminantes, (teniendo como objeto de estudio el PM_{10}) tanto en el período de cuarentena estricta como en la fase en la que se levantaron estas medidas, así como en los sectores más contaminados. Esto con el objeto de analizar los efectos del aislamiento y dar a conocer esta información a los estudiantes de grado once del Colegio Santo Tomas de Aquino por medio de posters para que ellos puedan tener consciencia y comprender que la situación es un problema que afecta a toda la ciudadanía. De esta manera podrán tomar una posición crítica y ser partícipes en la búsqueda de soluciones para esta situación.

Para cumplir con los objetivos previamente planteados, se dividió la información en cinco capítulos los cuales buscan analizar y definir el deterioro de aire desde distintas posiciones, apoyándose en diferentes teóricos. El primer capítulo, titulado “Planteamiento del problema”, busca dar un preámbulo al lector acerca de la cuestión en curso y presentar los objetivos de forma más específica, además de abordar las diferentes medidas establecidas por la alcaldía de Bogotá y diferentes organismos de control que regulan la calidad del aire en la capital del país. Por otra parte, se muestran las principales

afectaciones a la salud relacionadas con la contaminación. Siguiendo el documento, el lector puede guiarse con los antecedentes de las situaciones mencionadas, y allí entenderá que estos no son problemas nuevos, en cambio, es algo que lleva varios años desarrollándose y debido a esto se requiere de una pronta solución que beneficie a toda la ciudad.

En el segundo capítulo se desarrolla el “Marco Teórico”, donde se definen y describen las categorías clave para la comprensión de esta problemática, la primera llamada “Aire”, teniendo como subcategoría a la “Calidad del aire”, y la segunda categoría “Contaminación”, con su subcategoría “Contaminación ambiental”, así el lector podrá familiarizarse con los términos necesarios para la comprensión del tema y los posteriores análisis que se realizarán.

Para el Capítulo tres se define el “Enfoque y diseño metodológico” de la investigación, además de la población y los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos, siendo el más importante la matriz de análisis, que brinda una clara ayuda, ya que permite agrupar distintas referencias con respecto a la problemática, mismos que apoyan la respuesta de cada objetivo planteado, así mismo se definen conceptos básicos para el estudio y la clasificación posterior de las cifras que se revisarán y analizarán.

En el Capítulo cuatro sobre “Análisis de resultados”, se realiza la evaluación de cuatro tablas publicadas por la secretaría de ambiente en tramos trimestrales del año 2020, las cuales contienen datos del material particulado (PM₁₀) por estación de medición. Estas fueron analizadas para determinar cuál fue la estación de medición más contaminada en

base a los promedios diarios más altos y los excedentes que tuvo la zona en los trimestres estudiados.

En el quinto capítulo llamado “Conclusiones”, se encuentran el análisis de los resultados y las deducciones extraídas de todo el documento, también se da a comprender la posibilidad de continuidad de esta investigación para seguir comprobando el posible impacto de la actividad humana en la contaminación ambiental y se evidencia la finalidad de este proyecto la cual es generar un espacio informativo para los estudiantes de grado once del Colegio Santo Tomas de Aquino, mediante la elaboración de posters con el fin de promover el pensamiento crítico y la toma de una postura.

Este proyecto buscó analizar uno de los factores que más se implica en la contaminación de la capital (PM10), desde un punto de vista más integral que involucre todas las posibles causas de la contaminación, estableciendo una posible relación entre el cese de actividad humana durante los períodos de cuarentena, así mismo cuando se flexibilizaron las medidas tomadas por los organismos de control para afrontar la pandemia se vio un aumento en la estación de medición con más industrias. Además, se buscó generar conciencia tanto en los estudiantes del colegio Santo Tomás de Aquino como los lectores acerca del deterioro del aire como una problemática actual que no solo afecta a adultos mayores sino a todas las personas, que presenta una tendencia a aumentar en unos años si seguimos sin proponer soluciones que puedan generar un cambio drástico en el aspecto ambiental.

índice

Resumen	3
Abstract.....	3
Introducción.....	5
1. Capítulo 1. Planteamiento del problema.....	10
Pregunta	11
1.1. Objetivos.....	11
1.1.1. Objetivo General.....	11
1.1.2. Objetivos específicos.....	11
1.2. Justificación.....	11
1.3. Antecedentes.....	12
2. Capítulo 2. Marco teórico.....	15
2.1. Aire.....	17
2.1.1 Calidad del Aire.....	17
2.2. Contaminación.....	19
2.1.2 Contaminación Ambiental.....	20
3. Capítulo 3. Enfoque y diseño metodológico de la investigación	21
3.1. Metodología.....	21
3.2. Participantes.....	22
3.3. Técnicas.....	22
3.4. Matriz.....	24
3.5. Categorización y clasificación de datos.....	29
4. Capítulo 4. Análisis de resultados	30
4.1. ¿Qué está afectando la calidad del aire que respiramos y cómo esto influye tanto en el medio ambiente como en tu salud en el diario vivir?.....	31
4.2. ¿Por qué debes estar informado de esta situación?.....	36
5. Capítulo 5 Conclusiones.....	43
6. Referencias	46
7. Anexos.....	49
7.1. Gráficas.....	49
7.2. Poster como propuesta para los estudiantes de grado once.....	51

Índice de tablas

Figura 1.	<i>Calidad del aire, Red de Monitoreo</i>	31
Figura 2.	<i>Datos de PM10 del primer trimestre del 2020</i>	38
Figura 3.	<i>Datos de PM10 del segundo trimestre del 2020</i>	39
Figura 4.	<i>Datos del PM10 del tercer trimestre del 2020</i>	40
Figura 5.	<i>Datos del PM10 del cuarto trimestre del 2020</i>	41
Figura 6.	<i>Comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 para el primer trimestre del 2020. Fuente: SDA[Secretaria Distrital de Ambiente] (2020).</i>	49
Figura 7.	<i>Comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 para el segundo trimestre del 2020. Fuente: SDA[Secretaria Distrital de Ambiente]</i>	49
Figura 8.	<i>Comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 para el tercer trimestre del 2020. Fuente: SDA[Secretaria Distrital de Ambiente](2020)</i>	50
Figura 9.	<i>Comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 para el cuarto trimestre del 2020. Fuente: SDA[Secretaria Distrital de Ambiente](2020)</i>	50

1. Capítulo 1. Planteamiento del problema

En el mes de febrero del año 2020, la Secretaría de Ambiente declaró Alerta Amarilla en Bogotá y Alerta Naranja en la parte suroccidental de la misma por la mala calidad del aire. Bogotá fue puesta en alerta pues la RMCAB (Red de Monitoreo de Calidad del aire de Bogotá) detectó un aumento de un polvo no visible a simple vista, pero muy dañino para las vías respiratorias.

Esta contaminación es una de las principales afectaciones para la salud. Cuando se respira ese aire contaminado, ya sea en los hogares o en el exterior, se genera un impacto en el sistema respiratorio de cada persona. Los adultos mayores que padecen enfermedades respiratorias como (asma, EPOC, fibrosis pulmonar, etc.) son los más perjudicados por la contaminación del aire, junto con los menores de 5 años debido a que sus pulmones y sistema inmunológico se están desarrollando.

Debido al deterioro de la calidad del aire, la Alcaldía de Bogotá (2020) decidió extender el pico y placa para disminuir el número de carros en flujo, restringir la circulación de vehículos de carga de más de dos toneladas y detener las actividades industriales con combustibles sólidos.

Además, a lo largo del 2020, se impusieron diferentes cuarentenas en diferentes sectores de la ciudad debido a la emergencia sanitaria, lo que redujo la cantidad de vehículos en circulación y la operatividad de las empresas; como lo expresa Jorge Bonilla (2020):

cuando llegó la cuarentena, un porcentaje importante de vehículos dejaron de circular y una gran cantidad de industrias redujeron su operación. Sin embargo, los incendios forestales continuaron. Cuando cesan los incendios se presenta una caída importante en los niveles de contaminación. Por ello es necesario analizar todos los factores que afectan la

contaminación, desde un punto de vista más integral que involucre todas las posibles causas de la contaminación. (p. 1)

Debido a esta problemática, surge la siguiente pregunta:

Pregunta ¿Cuáles son las causas y consecuencias del deterioro del aire en la ciudad de Bogotá, en el año 2020?

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Conocer las causas y consecuencias del deterioro de la calidad del aire en la ciudad de Bogotá, en el año 2020.

1.1.2. Objetivos específicos

Identificar los causantes del deterioro del aire en la ciudad de Bogotá y cómo estos afectan la salud de la población y el ambiente de la ciudad.

Contrastar el promedio de PM10 a lo largo del año 2020 y los efectos de la cuarentena con respecto a la calidad del aire en el mismo periodo.

Informar a los estudiantes de grado once del Colegio Santo Tomás de Aquino cuáles son los sectores más contaminados en la ciudad en concordancia con los trabajos analizados en este proyecto.

1.2. Justificación

La presente investigación tiene como propósito averiguar las causas y determinar las consecuencias del deterioro del aire en la ciudad de Bogotá, en el presente año. Para tal caso y cumplir el objetivo antes señalado y abordar la problemática planteada en este

anteproyecto, nos serviremos de una diversidad de estudios y de bibliografías pertinentes al tema y al problema señalado en este trabajo.

El porqué de este anteproyecto se debe al interés de concientizar a las personas sobre la calidad del aire en la ciudad de Bogotá en el 2020; esto ayudará que se puedan prevenir enfermedades o diferentes problemas ambientales que puedan afectar a la población de la ciudad; además, informará a las personas sobre las medidas que se tomarán las diferentes entidades a cargo de esta problemática.

Si no se realiza este proyecto, podría perderse la posibilidad de dar a conocer a los ciudadanos cuál es la calidad del aire que respiran, así como también acerca de cuáles son las medidas que se han tomado hasta la fecha en la ciudad respecto a esta situación.

1.3. Antecedentes

En los últimos años se han realizado numerosos estudios acerca de la calidad del aire en Bogotá, donde se evidencian los niveles de emisión de material particulado causados por diferentes motivos como pueden ser los gases de escape de los vehículos, incendios entre otros causantes de este deterioro, que han llevado al detrimento de la calidad del aire en la ciudad capital.

Para antecedentes se tuvieron en cuenta los siguientes trabajos de grado

Según la investigación de González (2015), la medición de la calidad del aire de la Universidad Libre Seccional Bogotá Sede Bosque Popular. De acuerdo con los requisitos establecidos en la Resolución No. 610 emitida por el Ministerio de Medio Ambiente el 24 de marzo de 2010, la calidad del aire de la Universidad Libre Seccional Bogotá Sede Bosque Popular se determinó que mediante el procedimiento de muestreo manual activo

descrito en el acuerdo de operación del sistema. 2010, para cumplir con el límite máximo diario especificado en la Resolución MAVDT 2010 No. 610, incluyendo PM10: (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, SO₂: 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₂: 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y O₃ (8 horas): 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) detecta la concentración promedio en condiciones estándar; PM10 de 45.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, SO₂ de 25.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₂ de 15.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y O₃ de 39.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Además mediante cromatografía de gases-espectrometría de masas, se encuentra que existen resultados desfavorables de compuestos orgánicos volátiles en material particulado PM10.

En la segunda investigación consultada en Bogotá Buitrago & Rojas (2017). Estimación de factores de emisión de una ladrillera en la estación de medición de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C. El propósito de este estudio es estimar los factores de emisión (masa de contaminante emitido por masa de combustible quemado) de BC, PM_{2.5}, CO₂ y CO de una fábrica de ladrillos en Ciudad Bolívar, Bogotá, utilizando el método del balance de carbono. Para estimar el factor de emisión a través de este método, se utilizó la concentración de contaminante monitoreada cerca de la chimenea del horno de ladrillos. Como resultado de este estudio, se obtuvieron factores de emisión de carbono negro ($0,94 \pm 1,27$), monóxido de carbono ($53,6 \pm 59,3$), dióxido de carbono ($2122,3 \pm 96,5$) y material particulado PM_{2,5} ($5,9 \pm 9,8$) en kilogramos de contaminantes / Tonelada de carbón mineral ardiendo.

Tarazona, P. (2018). Evaluación de la calidad de aire por emisiones de material particulado (PM10) en la vereda Mochuelo-Alto Bogotá D.C: La calidad del aire se evaluó mediante la cuantificación de material particulado (PM10) realizada en la estación Rural Mochuelo Alto Bogotá en 2017. De esta forma, se puede comparar con la normativa colombiana y los estándares internacionales (anual y 24 horas), y finalmente analizar el

posible impacto de los niveles de contaminación en la salud. Los resultados del límite anual establecido por la normativa colombiana muestran que el 89% de ellos efectivamente cumple con la normativa, lo que supera el 85%.

De igual manera Valenzuela, S. (2020) Calidad de aire en cuarentena, surgió una preocupación generalizada por la mala calidad del aire en ciudades como Bogotá y Medellín, al tiempo que sucedía la implementación de medidas de distanciamiento social y aislamiento debido a la pandemia de Covid-19. En Medellín, se requiere una investigación para determinar por qué la calidad del aire sigue siendo mala a pesar del aislamiento. Una de las razones de las que hablaron algunos expertos en ese momento fue que los incendios forestales en diferentes partes del país estaban causando contaminación ambiental. En los primeros 86 días de 2020, en la atmósfera del país se quemaron 185.673 toneladas de material particulado PM2.5, quemando así biomasa. Según el Ministerio de Medio Ambiente, esto también incluye como causantes a los incendios forestales y la temporada seca que se vivió en el primer trimestre. Según la entidad, el material particulado causado por la quema y los incendios forestales en Venezuela y Llanos orientales fue arrastrado hacia la cordillera Central, lo que causó el deterioro de la calidad del aire en varias ciudades del país. Como resultado de este estudio, ciudades latinoamericanas como Bogotá, Medellín, Lima, Buenos Aires y Santiago excedieron los 10 microgramos por metro cúbico recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la concentración promedio de PM10. Bogotá y Medellín aparecen en la lista de ciudades con concentraciones de 15 a 20 microgramos por metro cúbico por año.

2. Capítulo 2. Marco teórico

El presente marco teórico busca fundamentar esta investigación a partir de un conjunto de teorías, textos y autores orientados a comprender la calidad del aire en el mundo actual. Sobre la base de estas investigaciones, se describirán las causas y consecuencias de la contaminación del aire en la ciudad de Bogotá, además se definirán las siguientes categorías con las cuales se dará base al desarrollo del proyecto:

- Categoría: Aire, Subcategoría: Calidad del aire
- Categoría: Contaminación, Subcategoría: Contaminación ambiental

En el año 2002, el Nobel de Química Paul Crutzen definió el Antropoceno como “el periodo histórico donde el volumen de actividades humanas ha tenido tal efecto, que ha alterado los sistemas fundamentales para el sostenimiento de la vida”(p. 3).

Investigadores de Estados Unidos y Dinamarca han demostrado que la mayor contaminación debido a las actividades humanas fue en 1572, esto debido a las nuevas tecnologías que implementó el imperio español en Sudamérica, un ejemplo claro se dio en las minas de Bolivia donde los españoles forzaron a los Incas a extraer plata de las minas del Potosí. Aunque aumentó la producción y efectividad de la extracción de plata, ese crecimiento conllevó a la creación de espesas nubes de polvo de plomo que viajaron 500 millas al noroeste hasta los Andes. "Esta evidencia apoya la idea de que el impacto humano sobre el medioambiente estaba muy extendido incluso antes de la Revolución Industrial" (Gabielli, 2015, p. 1). Tiempo después de la revolución industrial, la intervención del hombre en la naturaleza ha dejado unas consecuencias negativas, no solo en el agua, el cual se contaminaba día tras día por desechos industriales como lo son el plomo y estaño

irrumpiendo la pureza y potabilidad de la misma, contribuyendo al cambio climático y afectando grandes áreas del paisaje libre de contaminantes. Con respecto a la tierra esta se vio afectada por el humo que se desprenden de las chimeneas debido a que se desprende al aire y a la tierra la erosiona perjudicando la fertilidad de la tierra y contaminando los suelos. Por último en el aire este se ha visto impactado por la dinámica de las industrias que expulsan grandes cantidades de contaminantes y dióxido de carbono, En el transporte todos los automóviles y motocicletas que se desplazan a combustibles fósiles como lo es la gasolina y el Diesel, este último es el combustible que más contamina debido a que emiten unas cantidades de óxidos de nitrógeno más altas de lo habitual, hay que tener en cuenta que el Diesel es el combustible más habitual para los medios de transporte de comercio como lo son: (los camiones, autobuses, aviones, etc.) ya que este combustible aporta un mayor octanaje para el motor facilitando el transporte pesado y la fuerza de los vehículos. La tala y quema de árboles genera la pérdida del hábitat de millones de especies porque, según algunos cálculos el 70 % de animales y plantas habitan los bosques y estos ayudan a que el suelo sea fértil y el ecosistema tenga vida. El mal manejo de las basuras ayuda a que el reciclaje reduce el problema de la cantidad de residuos sólidos a disponer, ya que realmente se dispone lo que no se necesita; se reduce el riesgo de contaminación del suelo, el aire y el agua (contaminación de aguas subterráneas por la producción de aguas residuales al descomponerse los residuos. En relación con la explotación minera Entre los principales impactos que puede originar se encuentran: la destrucción de la corteza terrestre, la contaminación de las aguas, la afección a la flora y fauna del entorno próximo a la explotación minera y los efectos negativos en la salud humana de las poblaciones próximas a la mina, sin embargo, hay otras actividades realizadas por el hombre que también tienen un impacto negativo en el medio ambiente.

2.1. Aire

Se entiende como una capa gaseosa de suma importancia para la vida en la Tierra, ya que cumple funciones de protección de los rayos solares y de otros elementos foráneos como los meteoritos. Además, brinda a la dinámica química del planeta un conjunto de elementos indispensables de naturaleza gaseosa, como el oxígeno para la respiración, y permite que se produzca el ciclo hidrológico. (Álvarez, 2021, p. 1).

A partir de esto, podemos entender que el aire no es solo lo que se respira, sino que también, cumple muchas otras funciones como por ejemplo brindar protección de los rayos del sol. Entonces, se entiende que el aire no es un vacío. Sino que es una masa invisible con un fascinante ecosistema: “Es una masa de materia microscópica, casi siempre invisible, un fascinante ecosistema de micropartículas y gases en suspensión, con una diversidad de componentes que resulta difícil imaginar. Contiene materia inorgánica, pero también orgánica, como polen, virus o bacterias” (Calvillo, s.f. p. 5).

2.1.1. Calidad del Aire

La calidad del aire es un factor muy importante de la vida cotidiana, ya que está ligada a las condiciones de vida de una población, y debido a esto, se controla cada día en Bogotá y en diferentes ciudades del mundo. Para hacer la respectiva medición en la capital del país podemos encontrar límites establecidos por entidades como la Alcaldía Mayor de Bogotá, que estipula que el nivel máximo de concentración de PM10 en un periodo de 24h en el aire es de $75(\mu\text{g}/\text{m}^3)$, con el fin de clasificar por zonas la capital del país y verificar que lugares se mantenían dentro de esas cifras e identificar cuales no para poder proponer soluciones con el fin de lograr una buena calidad del aire y cumplir con el derecho de tener un ambiente sano.

Tomando como ejemplo tenemos a Matus y Lucero (2002), quienes mencionan que “Las normas primarias de calidad del aire tienen por finalidad proteger la salud de la población de la contaminación atmosférica. Ellas establecen un nivel de riesgo socialmente aceptado” (párr. 1).

Otro autor afirma que:

La calidad del aire es uno de los factores de importancia en la determinación del índice de calidad de vida de un centro urbano. Una ciudad con buena condición del aire es preferible para vivir y más atractiva para las inversiones al ser comparada con otras ciudades con condiciones similares de ingreso, acceso a bienes y servicios y oportunidades de empleo, pero con aire contaminado. Un aire de baja calidad o aire contaminado es aquel que produce una evidencia perceptible o medida de poco bienestar, v.g.: visibilidad reducida, suciedad en edificaciones, afectaciones a la naturaleza o perjuicios sobre la salud. En centros urbanos con altas concentraciones de población y la alta ocurrencia de procesos productivos, la afectación a la salud resulta ser la consecuencia más importante de la contaminación del aire. (Rojas, 2007, p. 1)

Esto nos demuestra que la calidad del aire no es solo una medición numérica, sino que, también es un factor influyente en nuestra vida diaria, ya que como se vio anteriormente, una ciudad con una buena condición del aire es más llamativa a la vista y más atractiva a la hora de buscar un lugar para vivir. No sólo porque se enaltecería la imagen frente al mundo, viéndose así mucho mejor que otra ciudad con bastante contaminación, sino que además sería mejor en términos salubres, pues un ambiente sano

evita que las enfermedades relacionadas con esta problemática evolucionen y se conviertan en un peligro para la vida de las personas.

En añadidura a esto, debemos saber que la calidad del aire se mide según los lineamientos de la OMS, la cual define que las ciudades con un índice de material particulado PM_{2,5} mayor a 10 microgramos sobre metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), están presentando problemas y no cumplen los requisitos de la Organización Mundial de la Salud, esto, le ocurrió a Bogotá y Medellín, las cuales llegan a tener una concentración de este material mayor al 15%

2.2. Contaminación

Según Ortega (s.f.), “Podemos hablar de contaminación cuando en un entorno ingresan elementos o sustancias que normalmente no deberían estar en él y que afectan el equilibrio del ecosistema” (párr. 1).

La contaminación puede definirse como cualquier modificación indeseable del ambiente, causada por la introducción a este de agentes físicos, químicos o biológicos (contaminantes) en cantidades superiores a las naturales, que resulta nociva para la salud humana, dañar los recursos naturales o altera el equilibrio ecológico. (Placeres, 2006, párr. 4)

Es decir, que la contaminación es todo lo que irrumpe en un entorno que no debería estar en él, en este caso se pueden considerar los gases de los automóviles y los desechos de las fábricas como una de estas tantas cosas que irrumpen en el ambiente, alterando el orden natural y generando a su vez el aumento de gases presentes en el aire, casi todos ellos nocivos para el bienestar de los ciudadanos.

2.1.2. Contaminación Ambiental

Se denomina contaminación ambiental:

A la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

(Universidad Santo Tomás, s.f. p.1)

Según Domínguez (2015), “La contaminación ambiental es un proceso cíclico que involucra todos los ambientes: aire, agua y suelo, y desde cualquier perspectiva, a los seres vivos tanto emisores como receptores de los contaminantes” (párr. 2).

Siguiendo esto, se puede comprender que la contaminación ambiental no solo es un tema del aire, sino que abarca a todos los componentes de un ecosistema, corrompiendo así todo el espacio que alguna vez fue sano y libre de dichos contaminantes tales como, el NO₂ (dióxido de nitrógeno), el CO₂ (dióxido de carbono), y el SO₃ (Óxido de azufre), componentes que hoy por hoy causan un desequilibrio de una magnitud importante en el medio ambiente, por lo cual debe ser tema de suma importancia para el manejo de esta situación, pues si no se toman medidas respecto al tema, este puede escalar de manera infinita, pues no habrá quien lo controle.

3. Capítulo 3. Enfoque y diseño metodológico de la investigación

3.1. Metodología

La revista científica *Res Non Verba* (2012) afirma que, “El Método Mixto es la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una fotografía más completa del fenómeno” (p.20).

Este proyecto pertenece al tipo de investigación en cuestión, debido a que en él se busca establecer una correlación directa entre las variables cuantitativas y cualitativas de la situación planteada, de modo que, se pueda evaluar mejor la situación para acercarse a los objetivos y preguntas propuestas anteriormente.

La parte cualitativa del proyecto se basa en la búsqueda y descripción de las causas y consecuencias del deterioro del aire de la capital del país durante el año 2020, además de las formas de prevención que son sugeridas en estos documentos

El enfoque cuantitativo se centra en la recolección y análisis de cifras brindadas por la secretaría de ambiente y la Alcaldía de Bogotá en sus informes trimestrales a lo largo de lo que fue el año 2020, sin dejar de lado a los demás trabajos que brindan datos sobre las concentraciones de microgramos sobre metro cúbico de diferentes estaciones de medición a lo largo de la ciudad.

Además, la línea que sigue este proyecto es la de las ciencias exactas debido a su afinidad con estas, las cuales se definen según EcuRed (s.f), “Son aquellas que generan conocimientos a partir de la observación y la experimentación y cuyos contenidos pueden sistematizarse a partir del lenguaje matemático” (párr. 1). Esto lo podemos ver reflejado en

los microgramos sobre metro cúbico, los cuales son datos sistematizados con el lenguaje matemático.

3.2. Participantes

No se trabajará con una población directamente afectada, sino que se trabajará con datos establecidos por otras instituciones tales como la Alcaldía de Bogotá o la Secretaría de ambiente, diferentes documentos tales como: Propuesta de estrategias para la mitigación del deterioro de la calidad del aire en la estación de medición de Puente Aranda, Evaluación de la calidad de aire por emisiones de material particulado (PM10) en la vereda Mochuelo-Alto Bogotá D.C. Determinación de la calidad del aire en la Universidad Libre seccional Bogotá sede Bosque Popular, Calidad del aire en cuarentena: Un balance con expertos, Viabilidad de los proyectos para mejorar la calidad del aire en Bogotá. En estos archivos podemos encontrar investigaciones acerca de cómo se ve afectada la población de la ciudad de Bogotá por esta cuestión.

3.3. Técnicas

Se realiza una revisión bibliográfica, la cual se define según Peña (2010):

Hacer una investigación documental, condensar un volumen considerable de información procedente de fuentes diversas –y en ocasiones divergentes– establecer relaciones intertextuales, comparar las diferentes posturas frente a un problema y, finalmente, escribir un texto coherente que sintetice los resultados y las conclusiones, y que debe pasar por varias revisiones y correcciones, antes de llegar a su versión definitiva.(p.1)

Además, estos datos serán condensados en un matriz de documentación y datos, que se define según Blázquez y Peretti (2006) como:

El análisis comparativo, integrado y secuencial de cada uno de los datos que componen dichas transacciones, además, analiza el contenido de cada una de esas transacciones desde una perspectiva global, integrada y sistematizada, para asegurar una mayor consistencia y correspondencia de las futuras bases de datos a los fines de optimizar los indicadores de gestión y el diagnóstico organizacional. (párr. 1)

3.4. Matriz

Autor(es)	Nombre del Trabajo	Año	Causantes de contaminación	Consecuencias ambientales	Consecuencias a la salud
Mónica Lorena Ospina Arguello Carolina Toro Pérez	Propuesta de estrategias para la mitigación del deterioro de la calidad del aire en la localidad de Puente Aranda.	2018	El documento define que la mayor parte de la contaminación se debe a las actividades antrópicas, producidas en su gran mayoría por los procesos industriales y el parque automotor, debido a la quema de combustibles fósiles.	La presencia de estos gases en la atmósfera genera cambios de temperatura, lluvia ácida, deterioro de los suelos, formación de ozono troposférico, destrucción de los ecosistemas estratégicos quienes sirven como zonas de amortiguación para contrarrestar los efectos de la contaminación. Según la Organización Mundial de la Salud el Material Particulado (PM) es uno de los contaminantes que más afecta la salud y es uno de los más críticos en Bogotá, en el 29% de los días del año 2015 se excedieron los límites máximos permisibles.	Se consideran eventos que pueden afectar la salud pública, bienestar, y la calidad de vida de los habitantes de Bogotá, debido a que, la disminución de la contaminación puede representar una reducción en la carga de morbilidad derivada de accidentes cardiovasculares, cánceres de pulmón y neuropatías crónicas y agudas. Por otro lado, una de las estrategias que se proponen para la mejora de la calidad del aire son: Plan Ambiental Local-Puente Aranda. Puente Aranda Humana, Moderna e Industrial 2013-2016, este plan se basa en la recuperación de los espacios del agua, buscando una Bogotá ambientalmente saludable.

<p>Javier Esteban Álvarez Soto</p>	<p>Efectos a corto plazo de la contaminación del aire sobre la mortalidad cardiopulmonar en la localidad de Engativá-Bogotá</p>	<p>2018</p>	<p>El autor declara que las principales fuentes de contaminación se deben a gases como el CO, SO₂, NO₂, O₃, PM₁₀ y PM_{2.5}, estos gases pueden ser emitidos por diferentes fuentes como: la inadecuada disposición de residuos sólidos y escombros, la mala organización de la comunidad que habita en la localidad con respecto al cuidado del entorno, el crecimiento acelerado de fábricas e industrias.</p>	<p>El estudio demuestra que después de cinco días, algunos contaminantes aumentaron la concentración, tales como el NO₂ y el CO, los cuales registraron un aumento del 2.15%. Debido a esto, la ciudad tiene un gran problema, debido a que algunas zonas de la ciudad están por debajo de los límites permisibles, sin embargo, otras localidades presentan niveles mucho más altos de los estipulados. Además, la inadecuada disposición de diferentes residuos que provocan el incremento de los contaminantes, ocasiona en los vertimientos a los cuerpos de agua, la acumulación de aguas negras, las cuales desprenden olores ofensivos y la multiplicación de roedores e insectos en las zonas urbanas.</p>	<p>La ciudad de Bogotá representa el 75% de los casos de mortalidad del país causados por la contaminación del aire, junto con el Valle Aburrá. Así mismo, surgen anualmente cerca de 4700 nuevos casos de Bronquitis Crónica.</p>
------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Juliana Cárdenas Melo	Evaluación de la Exposición Personal a Contaminantes del Aire en Micro-ambientes de Transporte Antes de la Implementación del Sistema de TransMiCable en Ciudad Bolívar, Bogotá .	2018	Se menciona que una de las principales causas de la contaminación del aire es ocasionada por la gran demanda de transporte en las ciudades, por ejemplo, la emisión de gases y material particulado por parte de fuentes móviles como lo son vehículos o buses de transporte público aumentan la polución del aire entre otros causantes.	Unas de las principales consecuencias ambientales son los cambios de temperaturas y la gran cantidad de material particulado originado en fuentes naturales tales como la resuspensión de suelos; fuentes antropogénicas, como la combustión de vehículos; o reacciones de compuestos químicos como óxidos de azufre o nitrógeno. las variables ambientales dependen directamente de la altura de la ciudad, la	Según diferentes investigaciones realizadas en distintas localidades, años y poblaciones se ha evidenciado una relación entre la contaminación del aire urbana y aparición de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, e incluso mortalidad asociada a enfermedades crónicas y al padecimiento de dolores en adultos de tercera edad y niños de primera infancia.

				cantidad poblacional, la calidad de los vehículos y medios de transporte que circulan.	
Wilson Fernando Muñoz Espitia	Monitoreo de calidad del aire en Bogotá, Colombia Un estudio de disponibilidad a pagar en la localidad de Bosa	2017	Las principales causas que se describen en el documento, se deben al rápido crecimiento de la población, lo que resulta en un mayor uso de recursos naturales y la emisión de contaminantes. Además, debido al aumento de la población, las actividades antropogénicas tales como el tráfico de vehículos, la actividad industrial y el uso de los combustibles fósiles, generan una mayor presión sobre el ambiente.	Sus consecuencias afectan de igual manera a los animales y a los humanos, afecta el crecimiento de las plantas y sus respectivos procesos ecosistémicos. Reduce la visibilidad, daña los edificios y disminuye la posibilidad de la tierra de reflejar la radiación solar. Además, el autor explica que los efectos del clima varían dependiendo del tamaño de la partícula (PM) y de la composición.	El material particulado puede llegar a causar o agravar enfermedades cardiovasculares o pulmonares, ataques al corazón y arritmias, afectar el sistema nervio central, el sistema reproductivo y causar cáncer. No obstante, también puede conllevar a mortalidad prematura.

Secretaria distrital de ambiente	Tercer Informe trimestral calidad del aire JAS 2020	2020	Durante los meses de Julio y Agosto las concentraciones de PM10 se mantuvieron bajas gracias a que el viento despejó las partículas contaminantes, posteriormente en el mes de Septiembre, la alcaldía dio luz verde para levantar ciertas restricciones en la ciudad generadas por la cuarentena.	Debido a las decisiones tomadas por la Alcaldía de Bogotá en el mes de Septiembre, las concentraciones de PM10 aumentaron notablemente en comparación a los meses de Julio y Agosto.	Las mayores concentraciones del promedio trimestral se registraron en el suroccidente de la ciudad, específicamente en las zonas de Carvajal-Sevillana y Kennedy. Debido a esto los ciudadanos de estas zonas sufrieron afectaciones en la salud debido a las altas concentraciones del material particulado
----------------------------------	-----------------------------------------------------	------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.5. Categorización y clasificación de datos

Las categorías definidas en el documento fueron:

- Categoría: Calidad del aire, Subcategoría: Aire
- Categoría: Contaminación, Subcategoría: Contaminación ambiental

Que se determinaron en base al principal objetivo de este proyecto el cual es:

Conocer las causas y consecuencias del deterioro de la calidad del aire en la ciudad de Bogotá, en el año 2020.

4. Capítulo 4. Análisis de resultados

A partir de la matriz analítica presentada en el capítulo tres, podemos identificar distintos factores relacionados con la calidad del aire en la ciudad de Bogotá, los cuales afectan a la salud de las personas y al medio ambiente. Estos agentes fueron determinados a partir de la recolección de documentos de distintos teóricos. A continuación, se esclarecerá lo hallado en el capítulo anterior para responder a lo planteado en los objetivos propuestos en este proyecto de grado.

Para poder analizar los datos que se encontraron anteriormente, se proponen dos subcapítulos, el primero llamado “*¿Qué está afectando la calidad del aire que respiramos y cómo esto influye tanto en el medio ambiente como en tu salud en el diario vivir?*” y el segundo “*¿Por qué debes estar informado de esta situación?*”. los cuales detallarán los principales causantes de contaminación ambiental en Bogotá, como se mide la concentración de estas sustancias, así como las consecuencias ambientales y a la salud para las personas que residen en la ciudad. Además de ello, se presentará la forma de divulgación de los datos hallados en la investigación para poder dar conocimiento de estos a los estudiantes de grado once del Colegio Santo Tomás de Aquino, por medio de posters creativos para que los alumnos entiendan mejor la información, puedan dar una opinión y ser críticos frente al tema. En los posters podrán observar un mapa de la capital del país, que detalla la concentración de material particulado y donde se ubican las estaciones de medición, así como también se pretende que los estudiantes puedan comparar la localidad en la que se encuentra la institución educativa Colegio Santo Tomás de Aquino, que es Usaquén y hagan una pequeña comparación de porque creen que hay tanta diferencia en las concentraciones de material particulado a lo largo de la ciudad

4.1. ¿Qué está afectando la calidad del aire que respiramos y cómo esto influye tanto en el medio ambiente como en tu salud en el diario vivir?

En la tabla 1, Según la Red de Monitoreo de Calidad del aire de Bogotá (2016), “Se observan los distintos contaminantes, su rango de índice siendo este de 1-100, el color representa el estado de la calidad del aire, además vemos el contaminante criterio, el tiempo de exposición y la concentración en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)”(párr. 2). Mediante esta tabla que muestra las pautas para medir la calidad del aire y los promedios trimestrales (que se mostrarán posteriormente), se toma la información pertinente para escoger como principal contaminante el PM10 dado su impacto en la calidad del aire y no solo esto, pues este material particulado también posee la capacidad de penetrar en el tejido pulmonar, esto quiere decir que, el PM10 lleva consigo un riesgo considerable para la calidad de vida de las personas y puede derivar en distintas enfermedades, sobre todo de carácter respiratorio y cardiovascular.

Figura 1. *Calidad del aire, Red de Monitoreo*

ATRIBUTOS DEL IBOCA			D RANGOS DE CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN PARA CADA CONTAMINANTE					
A Rangos numéricos	B Estado de calidad del aire	C Estado de actuación y respuesta	PM10, 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5, 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ , 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO, 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ , 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ , 1h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
0-10	FAVORABLE	Prevención	(0 -54)	(0 -12)	(0 -116) [0-59]	(0 -5038) [0.0-4.4]	(0 -93) [0-35]	(0 -100)
10,1 - 20	MODERADA	Prevención	(55 -154)	(12.1 -35.4)	(117 -148) [60-75]	(5039 -10762) [4.5-9.4]	(94 -198) [36-75]	(101 -188)
20,1 - 30	REGULAR	Alerta Amarilla	(155 -254)	(35.5 -55.4)	(149 -187) [76-95]	(10763 -14197) [9.5-12.4]	(199 -486) [76-185]	(189 -67) [101-360]
30,1 - 40	MALA	Alerta Naranja	(255 -354)	(55.5 -150.4)	(188 -226) [96-115]	(14198 -17631) [12.5-15.4]	(487 -797) [186-304]	(678 -1221) [361-649]
40,1 - 60	MUY MALA	Alerta Roja	(355 -424)	(150.5 -250.4)	(227 -734) [116-374]	(17632 -34805) [15.5-30.4]	(798 -1538) [305-604]	(1221 -2349) [650-12491]
60,1 - 100	PELIGROSA	Emergencia	(425 -604)	(250.5 -500.4)	(734 -938) [374-938]	(34806 -57703) [30.5-50.4]	(1584 -2630) [605-1004]	(2350 -3853) [1250-2049]

Nota. Datos tomados de IBOCA (2016).

Por otro lado, en distintos documentos se referencia que la principal causa de contaminación son las actividades antropogénicas, es decir, acciones realizadas por el

hombre. Con esto claro, se puede definir que estas labores comprenden la contaminación, por el tráfico desmedido de vehículos, ya sea terrestres que se clasifican por el tipo de combustible fósil que usan, ya que el tipo de combustible denota la cantidad de óxidos de nitrógeno que emiten a la atmósfera. Los tipos de combustibles más comunes para vehículos son el Gas, la gasolina y el Diesel. El gas para combustible de vehículos es el gas comprimido el cual según Grupo Zoilo Ríos (2018) Es más económico que los combustibles tradicionales, además el ahorro varía entre el 30% y el 50%, con respecto a los demás tipos de combustible. No obstante, es el combustible que contamina menos, pues contiene un gran porcentaje de hidrógeno, que permite que se produzca menos dióxido de carbono. Este tipo de combustible es usual en automóviles que trabajan diariamente en la ciudad ya que no requieren de transportar carga pesada y es más económico para los conductores. El siguiente combustible es la gasolina el cual según Auto10 (2018). Las ventajas de la gasolina son principalmente en el motor de coches modernos, ya que estos manejan mejor las emisiones y contaminan menos que coches más antiguos, también es recomendable para vehículos que suelen transitar poco en el año. Por otro lado, este tipo de combustible es malo para vehículos de carga y para aquellos que viajan mucho. Finalmente está el combustible de Diesel, este último combustible es muy bueno para vehículos de carga pesada debido a la fuerza que este combustible proporciona al motor, sin embargo, este combustible es el que más contamina según Rastreator (2018). El combustible Diesel tiene un porcentaje aproximadamente del 70% de mayor emisión de PM10 con respecto a los demás combustibles, asimismo se encontró que las emisiones del Diesel son óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, hidrocarburos y hollín. Por otro lado, la contaminación en el antropoceno se da también por el progreso industrial o la quema de combustibles fósiles; También hay que tener en cuenta el aumento de población, en vista de que mientras más

habitantes se encuentren en la ciudad, estas acciones incrementarían, generando así un gasto de recursos más grande, causando así una carga importante en el medio ambiente, tal como lo señala Álvarez (2018):

Dentro de las posibles fuentes de contaminación se encuentran: la inadecuada disposición de residuos sólidos y escombros, la débil organización de la comunidad frente al cuidado del entorno, la proliferación de fábricas e industrias (aserríos, bodegas de madera, talleres de ebanistería y talleres tecno mecánicos) las cuales generan altos niveles de contaminación ambiental por partículas suspendidas y emisiones de gases, además de los vertimientos a los cuerpos de agua y la acumulación de aguas negras que generan olores ofensivos.(p.15)

Según los teóricos analizados en la matriz, la presencia de material particulado (PM) en el aire, causa cambios drásticos en el clima, los cuales disminuyen la posibilidad de la tierra de reflejar la radiación solar al afectarse la capa de ozono, además de que aumenta las concentraciones de algunos contaminantes como lo son el NO₂ (dióxido de nitrógeno), el CO₂ (dióxido de carbono) o el SO₃ (óxido de azufre). Pero las consecuencias que deja el PM₁₀ en el medio ambiente se extienden también a los suelos, generando resuspensión e impidiendo al mismo tiempo el crecimiento adecuado de las plantas. Siendo esto un factor fundamental, que determinó que este proyecto se centrará en el PM₁₀, ya que no solo fue seleccionado por la alta concentración que presenta en la capital en el país, sino también, por su amplio impacto en distintas áreas.

Por otro lado, las principales afectaciones a la salud que se pueden presentar en la población que está expuesta a la mala calidad del aire en Bogotá según Muñoz (2017) son: enfermedades cardiovasculares, pulmonares, ataques al corazón, arritmias, daños al sistema nervioso central, así como también al sistema reproductivo y cáncer, también puede conllevar a mortalidad prematura. Además, Según Álvarez (2018) “Bogotá y el Área

Metropolitana del Valle Aburrá representan más del 75% de la mortalidad atribuible por dicha contaminación” (p.3). Este es un tema que respalda la posición planteada de que las actividades desarrolladas por el ser humano son la principal causa de contaminación, pues como sabemos Bogotá y El Valle de Aburrá, que está comprendido por ciudades como Medellín, Envigado y Caldas, son zonas de industria y producción textil, esta última, teniendo un impacto muy fuerte sobre el ambiente, como sugiere Montero (2021) La confección y producción de telas tiene un gran impacto sobre el ambiente, pues en el proceso se hace uso de sustancias químicas, insumos provenientes del carbono y el uso excesivo de agua. (p. 11) Después de esta aclaración, se observa también que Bogotá y Medellín son zonas muy pobladas en Colombia, la capital del país con alrededor de ocho millones de habitantes y la capital de Antioquia con poco más de dos millones y medio de personas, estos dos factores, la industrialización de las zonas y la cantidad de habitantes, son factores que pueden cambiar o modificar un ambiente, en este caso, se ven implicados en una baja calidad de aire.

Por otro lado, en los documentos revisados se puede evidenciar que la población más afectada son los adultos de la tercera edad y bebés ya que, según Izasa (2019), “Este estudio concluye que en Colombia fallecen anualmente más de 10.000 personas (todas ellas adultos de tercera edad y bebés) por causas asociadas con enfermedades respiratorias y una baja calidad del aire” (p.8). Sustento de ello, son los resultados de un estudio realizado en la localidad de Puente Aranda por Arciniegas, Rodríguez, Pachón, Sarmiento & Hernandez (2015), dónde se comprobó que:

A partir del análisis de dos mil doscientos cuarenta registros de consultas por enfermedad respiratoria aguda (ERA) de niños menores de cinco años obtenidos en el Hospital del Sur de Bogotá durante los meses de enero a junio de 2015, se logró obtener

una correlación positiva con los datos de concentración de material particulado 10 μm (PM_{10}) suministrados por la Red de Calidad de Aire de Bogotá RDCB en la Localidad de Puente Aranda, una zona de alta influencia industrial y denso flujo vehicular en la ciudad.(párr. 1.)

Siguiendo a esto, debemos recordar que el material particulado PM_{10} , tiene la capacidad de penetrar el tejido pulmonar, a esto debemos sumar que los bebés menores de cinco años no tienen sus pulmones plenamente desarrollados y un tiempo de exposición muy alto puede derivar en enfermedades derivadas de esta problemática, en el caso de los adultos de tercera edad, hay que tener en cuenta que a esta edad muchas personas presentan complicaciones de salud que han desarrollado en el trayecto de su larga vida, y al igual que con los bebés, exponerse a altas concentraciones de material particulado puede terminar en complicar sus enfermedades ya presentes o crear concomitantes, es decir, poseer un síntoma principal acompañado de otros secundarios, complicando así su estado de salud.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado con respecto a las actividades antropogénicas que generan contaminantes ambientales (Ej. PM_{10}) y las afectaciones que estos traen a la salud de los habitantes de la ciudad de Bogotá. Podemos seguir estableciendo una relación entre las actividades desarrolladas por el hombre basadas en la industrialización de la ciudad y los medios de transporte usados, pues son las fuentes que más tienen impacto sobre la calidad del aire en Bogotá, sin embargo, no podemos dejar de lado la quemas y el mal manejo de las basuras, que también tienen un efecto nocivo en el ambiente, por eso, todas las fuentes de contaminación deben ser medidas y tener su debido registro para día a día monitorearlas y verificar si se cumple con la norma nacional, y en caso de no ser así, generar posibles soluciones para cada una de ellas y mantener un ambiente sano y digno para los bogotanos.

4.2. ¿Por qué debes estar informado de esta situación?

El mantenerse informado acerca de la calidad del aire en la capital del país, significa que los ciudadanos son conscientes de los riesgos ambientales y de salud, y que además podrán identificar cuáles son las zonas más contaminadas de Bogotá. De esta manera, los habitantes de la ciudad serán conscientes de si tienen que tomar medidas de precaución en el espacio en el que se encuentran o hacia el que se dirigen, esto se puede traducir en darle conocimiento a los organismos de control involucrados en el tema, como la Secretaría de Ambiente o La Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en Bogotá, sobre lugares, empresas, industrias o personas que puedan estar excediendo los límites establecidos por estas entidades de manera excesiva, o que superen esta medida pero no pongan importancia a esto, para que estas sean clausuradas en su debido caso, o que incluso, se puedan plantear nuevos procesos de producción que sean amigables con el medio ambiente, como el método planteado por la Universidad de Trujillo (2020) donde se usa la nanotecnología para crear envases para alimentos, con el fin de responder a problemas como el uso de plástico excesivo, que muchas veces termina en los mares o ríos. También se puede tomar inspiración de distintas empresas a lo largo del mundo que se dedican a la recolección de basura electrónica y darle un mejor uso a esos electrodomésticos que todavía pueden funcionar, como donarlo a las personas que necesiten uno de estos para su trabajo o educación, o usar partes de estos como repuestos para otros dispositivos, y si ya no pueden ser usados para demás fines, simplemente darles el tratamiento adecuado a estos residuos. Según Rezagados (s.f.) Las empresas tales como Apple, Sony, Dell, HP y LG, algunas de las proveedoras de electrodomésticos y dispositivos más importantes del mundo se han comprometido a cumplir con todo esto antes mencionado.

Ya que la tecnología ha crecido mucho con el pasar de los años, sobre todo en el periodo de confinamiento, donde cada persona tenía que trabajar en su hogar, teniendo que usar un teléfono o un computador, y estos dispositivos no se pueden desechar a la basura simplemente y terminar en vertedero, pues tienen batería (generalmente de litio) que puede representar un alto peligro para el ambiente, por eso el manejo de estos desechos es delicado y se necesita de procesos claros y concisos para dar un resultado adecuado y no tener un efecto negativo en el medio ambiente, como afirma Rezagados (s.f.) algunos de estos materiales pueden llegar a producir sustancias bastante tóxicas con el ambiente, como el furano y las dioxinas. Normalmente estas sustancias se liberan cuando se realizan procesos de incineración mal manejados, con los residuos electrónicos, pudiendo llegar a ser lixiviadas a la tierra o liberadas a la atmósfera.

A continuación, se darán a conocer los datos del material particulado (PM10) por estación de medición (no confundir el nombre de la estación con el nombre de las localidades de Bogotá), publicados como informes por la Secretaría de ambiente en un tramo trimestral del año 2020.

Figura 2. *Datos de PM10 del primer trimestre del 2020*

Estación	Prom. PM ₁₀ 24h (µg/m ³)	Mediana PM ₁₀ 24h (µg/m ³)	Max. PM ₁₀ 24h (µg/m ³)	Exc. 24h	Datos válidos (%)
CSE	67.6	63.9	133.5	29	97%
CDAR	31.6	31.8	68.4	0	99%
FTB	45.1	43.9	84.1	3	100%
GYR	33.1	32.5	61.5	0	97%
KEN	48.4	48.3	90.9	4	97%
LFR	37.5	39.2	79.0	1	86%
MAM	30.7	31.4	68.1	0	90%
MOV	56.4	56.9	100.8	9	100%
PTE	46.5	47.2	87.3	2	98%
SCR	38.5	38.1	80.7	2	95%
SUB	58.2	55.8	91.0	8	99%
TUN	49.9	49.5	99.3	6	100%
USQ	33.5	32.8	61.5	0	85%

Nota. Datos tomados de la Secretaría de Ambiente de Bogotá (2020)

Carvajal y Sevillana, al ser una zona industrial presenta una alta concentración de material particulado a lo largo de este intervalo de tiempo, así mismo se puede evidenciar que la estación de medición detecta el promedio de PM10 diario más alto de las ubicaciones monitoreadas. De la misma forma, el sector presenta un excedente de veintinueve (29), lo que se traduce en que la zona excedió el límite de la presencia del contaminante PM10 en veintinueve ocasiones. Se presenta una clara diferencia con la segunda estación de medición con mayores excedentes, la cual tiene únicamente un total de ocho en el mismo lapso de tiempo.

El mes de Marzo fue en el cual se registraron mayor cantidad de excedencias principalmente en la parte suroccidental de la ciudad, esto debido a las grandes cantidades de material particulado generadas por diferentes incendios forestales regionales, causados por la época de sequía que se dio por esos meses en el país.

Figura 3. *Datos de PM10 del segundo trimestre del 2020*

Estación	Prom. PM ₁₀ 24h (µg/m ³)	Mediana PM ₁₀ 24h (µg/m ³)	Max. PM ₁₀ 24h (µg/m ³)	Exc. 24h	Datos válidos (%)
CSE	49.2	46.3	172.4	7	92%
CDAR	15.9	13.5	84.1	1	95%
FTB	24.2	20.8	108.7	1	100%
GYR	16.1	13.4	93.1	1	91%
KEN	32.3	29.9	104.7	2	100%
LFR	17.6	15.1	86.9	1	88%
MAM	16.1	13.2	95.8	1	86%
MOV	28.9	26.6	124.5	1	93%
PTE	25.4	23.3	112.5	2	99%
SCR	16.8	14.5	108.4	1	98%
SUB	25.8	22.8	95.7	2	100%
TUN	25.1	21.1	114.2	1	98%
USQ*	16.2	13.4	25.3	0	12%

Nota. Datos tomados de la Secretaría de Ambiente de Bogotá (2020)

Contrastando con los datos obtenidos en el trimestre anterior, se puede evidenciar una reducción en la presencia del PM10 posiblemente por la disminución de actividades durante la pandemia, y las restricciones tomadas por la Alcaldía Mayor de Bogotá, como cuarentenas totales las cuales restringieron la movilidad de los ciudadanos, por consecuente, los habitantes de Bogotá debían cumplir con sus labores desde casa, disminuyendo así la gran cantidad de gases nocivos que se podían generar diariamente en la ciudad debido al alto tráfico de vehículos que se mantenían en circulación diariamente. Por lo tanto, se puede llegar a relacionar los niveles de contaminación con las actividades humanas que se vieron disminuidas. Aun así, a mediados del mes de junio, la Alcaldía Mayor de Bogotá otorgó la posibilidad de que los ciudadanos pudiesen retomar algunas de las actividades que desempeñaban comúnmente, aumentando levemente el tráfico vehicular y los procesos que llevan a cabo las fábricas alrededor de la ciudad, sobre todo, en la zona occidental y centro oriental de la ciudad

Figura 4. *Datos del PM10 del tercer trimestre del 2020*

Estación	Prom. PM10 24h (µg/m3)	Mediana PM10 24h (µg/m3)	Max. PM10 24h (µg/m3)	Exc. 24h	Datos válidos (%)
CSE	62.6	61.4	112.2	21	95%
CDAR	15.1	14.1	36.4	0	99%
FTB	27.9	26.1	62.1	0	78%
GYR	23.3	22.5	43.6	0	93%
KEN	37.4	34.2	70.0	0	100%
LFR	15.7	13.8	39.2	0	98%
MAM	14.1	12.3	40.9	0	90%
MOV	29.9	28.1	62.9	0	100%
PTE	25.9	24.7	51.6	0	89%
SCR	15.3	13.3	39.8	0	96%
SUB	21.9	20.9	39.5	0	96%
TUN	28.0	24.4	65.9	0	100%

Nota. Datos tomados de la Secretaría de Ambiente de Bogotá (2020)

En el tercer trimestre del año 2020, se evidenció que la estación de medición de Carvajal Sevillana sigue siendo la más afectada por el material particulado debido a la flexibilización de las medidas tomadas por la alcaldía contra el Covid-19, pero a diferencia del primer trimestre se puede evidenciar una pequeña disminución en la mayoría de las estaciones de medición monitoreadas, Sin embargo en la estación de medición del Carvajal Sevillana no se presentó este factor, en cambio, se vió un nuevo aumento de 13.4 (µg/m3) en la concentración de contaminante con respecto al segundo trimestre del año 2020, debido a que en el mes de septiembre la cantidad de material particulado volvió a aumentar, sin importar que durante el mes de julio y gran parte del mes de agosto el viento contribuyó con la dispersión de diversos contaminantes.

Figura 5. *Datos del PM10 del cuarto trimestre del 2020*

Estación	Prom. PM ₁₀ 24h (µg/m ³)	Mediana PM ₁₀ 24h (µg/m ³)	Max. PM ₁₀ 24h (µg/m ³)	Exc. 24h	Datos válidos (%)
BOL	55.4	53.8	94.7	13	76%
BOS	37.3	36.4	66.7	0	75%
CSE	73.9	73.3	123.5	44	100%
CDAR	23.7	23.6	51.9	0	91%
CBV	43.8	42.3	91.6	3	84%
FTB	36.0	35.6	68.1	0	100%
GYR	29.4	29.1	54.5	0	96%
JAZ	32.3	31.4	68.4	0	100%
KEN	46.4	44.8	84.7	3	100%
LFR	24.3	23.9	52.3	0	95%
MAM	21.2	20.4	48.8	0	95%
MOV	44.3	46.1	83.7	2	98%
PTE	38.8	39.2	79.0	1	92%
SCR	24.1	23.7	54.7	0	93%
SUB	30.7	29.9	56.5	0	95%
TUN	42.7	42.7	75.6	1	99%
USQ	14.8	15.2	35.9	0	77%
USM	30.4	29.5	55.1	0	100%

Nota. Datos tomados de la Secretaría de Ambiente de Bogotá (2020)

En el cuarto trimestre del año 2020, con respecto al valor máximo establecido por la norma nacional, se determinó que las concentraciones más altas de PM₁₀ se presentaron en la zona occidental (Carvajal-Sevillana, Kennedy y Ciudad Bolívar) y noroccidente (Bolivia). En el cuarto trimestre de 2020 se presentaron sesenta y siete (67) excedencias de los promedios diarios de concentración con respecto a la norma nacional diaria (75µg/m³), siendo Carvajal-Sevillana la estación de medición que registró la mayor cantidad de excedencias con 44 días en el periodo, esto debido a que el sector tiene una actividad industrial bastante alta, que se vio reducida por las restricciones impuestas por los organismos de control.

Así mismo, los incrementos de la concentración del PM₁₀ que predominaron en toda la ciudad se dieron en la segunda semana del mes de diciembre debido a la salida de

vehículos fuera de la ciudad, y durante la noche del 24 del mismo mes con los juegos pirotécnicos utilizados con razón de la noche de navidad.

5. Capítulo 5. Conclusiones

La calidad del aire en la ciudad de Bogotá ha sido una temática difícil e importante de tratar durante años, basados en los contaminantes bajo el criterio del material particulado (PM10, PM2.5), y diferentes gases contaminantes, se ha visto afectada gravemente la salud de sus habitantes por diferentes causantes. (Cárdenas, 2018)

A partir de los análisis realizados con anterioridad en el documento se concluyó que:

1. A partir de las tablas de datos vistas en el capítulo anterior, se puede inferir que, se dio una disminución en la concentración del material particulado PM10 durante los dos primeros trimestres, principalmente en la estación de medición de Carvajal Sevillana, específicamente en el primer trimestre aunque se haya presentado una disminución, el mes de Marzo fue en el cual se registraron mayor cantidad de excedencias principalmente en la parte suroccidental de la ciudad generadas por diferentes incendios forestales regionales, causados por la época de sequía que se dio por esos meses en el país. y en el segundo trimestre en consecuencia a la reducción de PM10 la Alcaldía Mayor de Bogotá, a mediados del mes de junio, otorgó la posibilidad de que los ciudadanos pudiesen retomar algunas de las actividades que desempeñaban comúnmente, aumentando levemente el tráfico vehicular y los procesos que llevan a cabo las fábricas alrededor de la ciudad, sobre todo, en la zona occidental y centro oriental de la ciudad. Todo a raíz del cese de las actividades industriales en la zona debido a las medidas tomadas por la Alcaldía Mayor de Bogotá en respuesta a la emergencia sanitaria. Sin embargo, en los dos últimos trimestres del año se evidencia nuevamente un aumento de concentración de material particulado en el aire de dicha estación de medición donde en el segundo trimestre, durante el mes de julio y gran parte del mes de agosto el viento

contribuyó con la dispersión de diversos contaminantes, la estación de Carvajal y Sevillana, presentó un nuevo aumento de 13.4 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en la concentración de contaminante con respecto al segundo trimestre del año 2020, y en el cuarto trimestre los incrementos de la concentración del PM10 predominaron en toda la ciudad en la segunda semana del mes de diciembre debido a la salida de vehículos fuera de la ciudad y durante la noche del 24 del mismo mes con el uso de pólvora y fuegos artificiales debido a la noche de navidad.. Comparando estos resultados se puede concluir que este hecho difiere de las demás estaciones de medición estudiadas posiblemente dado a la actividad industrial de la zona y el impacto que esta genera en el ambiente.

2. Según los documentos analizados en la matriz y sintetizados en el capítulo anterior, se puede concluir que la población que más precavida debe ser con respecto al deterioro de la calidad del aire son los adultos mayores, esto debido a las complicaciones de salud que pueden presentar, como, por ejemplo: asma, fibrosis pulmonar, ataques al corazón, arritmias y en casos más severos daños al sistema nervioso central, reproductivo o cáncer. Además, existe la posibilidad de que los individuos pertenecientes a esta edad poblacional presenten condiciones de salud concomitantes dada su edad como pueden ser las enfermedades anteriormente mencionadas o Según instituto nacional de Geriatria (2019) infecciones respiratorias agudas (IRAS), la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la tuberculosis, el cáncer pulmonar , neumonía y asma siendo estas las principales causas de muerte en todo el mundo.
3. Con los datos referentes a los niveles de contaminación en la ciudad de Bogotá en el año 2020, durante el cual se observó una disminución drástica de la acción

ciudadana causada por la cuarentena, podría darse continuidad a esta investigación para seguir comprobando el impacto de la actividad humana determinadas como los medios de transporte convencionales, turismo, deforestación entre otras, en la contaminación ambiental. De esta manera los datos podrían ser útiles para la mitigación de la contaminación causada por el humano a lo largo de los años.

4. Parte de la finalidad de este proyecto es generar un espacio informativo para los estudiantes de grado once del colegio Santo Tomas de Aquino, mediante la elaboración de carteles informativos (posters), con el fin de dar a conocer toda la información relacionada al deterioro de la calidad del aire en la ciudad de Bogotá en el año 2020, para la mitigación de problemas ambientales de la escuela-comunidad, así como desarrollar conocimientos, valores, habilidades y competencias en los jóvenes para conservar su ambiente, también promover en los estudiantes el pensamiento crítico y toma de una postura frente a esta temática que afecta a toda la ciudad.

El mantenerse informado acerca de la calidad del aire en la capital del país, significa que los ciudadanos son conscientes de los riesgos ambientales y de salud, y que además podrán identificar cuáles son las zonas más contaminadas de Bogotá. De esta manera, los habitantes de la ciudad serán conscientes de si tienen que tomar medidas de precaución en el espacio en el que se encuentran o hacia el que se dirigen, esto se puede traducir en darle conocimiento a los organismos de control involucrados en el tema, como la Secretaría de Ambiente o La Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en Bogotá, sobre lugares, empresas, industrias o personas que puedan estar excediendo los límites establecidos por estas entidades de manera excesiva.

6. Referencias

- Álvarez, D.(2021). Aire. Tomado de:<https://concepto.de/aire/>
- Arciniegas, Rodríguez, Pachón, Sarmiento & Hernandez. (2015)Estudio de la morbilidad en niños menores a cinco años por enfermedad respiratoria aguda y su relación con la concentración de partículas en una zona industrial de la ciudad de Bogotá. Universidad de La Salle. tomado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892006000100002
- Acevedo, S. (2021). Influencia de la calidad del aire en la mortalidad y la morbilidad por enfermedades respiratorias en Colombia. Tomado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33256/2021LuisAcevedos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Blásquez & Peretti. (2006). Matriz de documentación y datos: Una herramienta para el análisis de los sistemas de información en las empresas. Tomado de: <http://www.cyta.com.ar/ta0601/v6n1a2.htm>
- Buitrago, D & Rojas, D. (2017). Estimación de factores de emisión de una ladrillera en la Localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C. Tomado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1475&context=ing_ambiental_sanitaria
- Bernardo, P. (2010). La revisión bibliográfica. Tomado de: https://www.javeriana.edu.co/prin/sites/default/files/La_revision_bibliografica.mayo_.2010.pdf
- Bordón, L. E. (2019, 27 mayo). La revolución industrial - Consecuencias ABC Color. <https://www.abc.com.py/edicion-impresasuplementos/escolar/la-revolucion-industrial---consecuencias-548266.html>
- BBC News Mundo. (2012, 1 julio). *El legado tóxico de la Revolución Industrial*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/07/120626_inglaterra_revolucion_industrial_contaminacion_lp
- Cedeño, V. (2012). La investigación mixta, estrategia andragógica fundamental para fortalecer las capacidades intelectuales superiores. *Res Non Verba* , 2: p.20. Tomado de: https://biblio.ecotec.edu.ec/revista/edicion2/revista_completa.pdf#page=20
- Chaparro, M & Menses, A. (2015). El antropoceno: Aportes para la comprensión del cambio global. Tomado de: <http://www.ub.edu/geocrit/ aracne/ aracne-203.pdf>
- Cortés,L. (2003).Puntos destacados del nuevo boletín c-15, deterioro en el valor de los activos de larga duración y su disposición. Tomado

de:https://www.cinif.org.mx/imagenes/archivos_actividades/Articulo_sobre_C15.pdf

Domínguez. (2015). La contaminación social, un tema de compromiso social. Tomado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v10n1/v10n1a01.pdf>

Álvarez, J. (2018). EFECTOS A CORTO PLAZO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE SOBRE LA MORTALIDAD CARDIOPULMONAR EN LA LOCALIDAD DE ENGATIVÁ-BOGOTÁ. Universidad Santo Tomás. tomado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10657/2018javieralvarez.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

La contaminación ambiental se inició en América del Sur 240 años antes de la Revolución Industrial. (2015, 9 febrero). Agencia SINC. <https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-contaminacion-ambiental-se-inicio-en-America-del-Sur-240-anos-antes-de-la-Revolucion-Industrial>

Matus, C & Lucero, C. (2002) Norma Primaria de calidad del aire. Tomado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-73482002000200006&script=sci_arttext&tlng=e

MANEJO AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. (s. f.). upme.gov.co. http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/plantas/contenid/medidas3.htm

Perez, P.(2015). Ciencias exactas
Tomado de: https://www.ecured.cu/Ciencias_exactas

Peña, B.(2010). Universidad Javeriana. tomado de: https://www.javeriana.edu.co/prin/sites/default/files/La_revision_bibliografica_mayo_2010.pdf

¿Qué es la Contaminación ambiental?(s.f).Universidad Santo Tomás. tomado de: <http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/contaminacionambiental1/>

Raffino,E. (2020). Concepto de aire. Tomado de: <https://concepto.de/aire/#:~:text=El%20aire%20es%20una%20mezcla,elementos%20for%C3%A1neos%20como%20los%20meteoritos.&text=El%20aire%20est%C3%A1%20compuesto%20por,diferenciados%20ni%20percibidos%20por%20separado.>

Rezagos (2021). ¿Qué son los RAEE o desechos electrónicos?. Rezagos. tomado de: <http://www.rezagos.com/pages/raee>

Rojas. (2007). Aire y problemas ambientales de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Tomado de: https://bogota.gov.co/sites/default/files/inline-files/aire_y_problemas_ambientales_de_bogota.pdf

Romero,P. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud
Tomado de: La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud
(sld.cu)

Secretaria de ambiente (2020)

Tarazona, P. (2018) Evaluación de la calidad de aire por emisiones de material particulado
(PM10) en la vereda Mochuelo-Alto Bogotá D.C. Tomado de:
https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/3282/Tarazona_Rinc%C3%B3n_Paula_Andrea_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valenzuela, S. (2020).Calidad de aire en cuarentena. Centro de los objetivos de desarrollo
sostenible para América latina. Tomado de: [https://cods.uniandes.edu.co/calidad-
aire-cuarentena-covid19-colombia/#entry-content](https://cods.uniandes.edu.co/calidad-aire-cuarentena-covid19-colombia/#entry-content)

7. Anexos

7.1. Gráficas

De las gráficas 1-5 se pueden evidenciar los excesos de material particulado respecto a las excedencias límites determinadas por la norma nacional. Además de ello, se observa que las excedencias en el primer trimestre son muy diferentes a las del segundo, teniendo un promedio más bajo, sin embargo, este vuelve a subir en el tercer y cuarto trimestre.

Figura 6. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 para el primer trimestre del 2020. Fuente: SDA[Secretaría Distrital de Ambiente] (2020).



Figura 7. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 para el segundo trimestre del 2020. Fuente: SDA[Secretaría Distrital de Ambiente]



Figura 8. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 para el tercer trimestre del 2020. Fuente: SDA[Secretaria Distrital de Ambiente](2020)

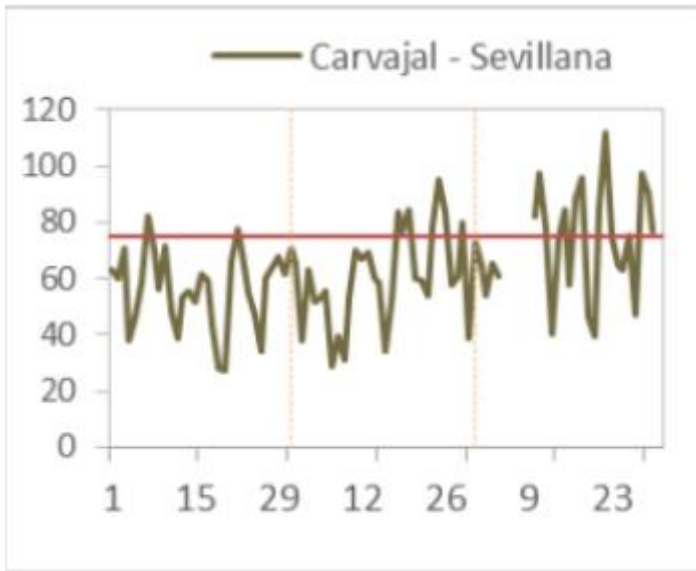
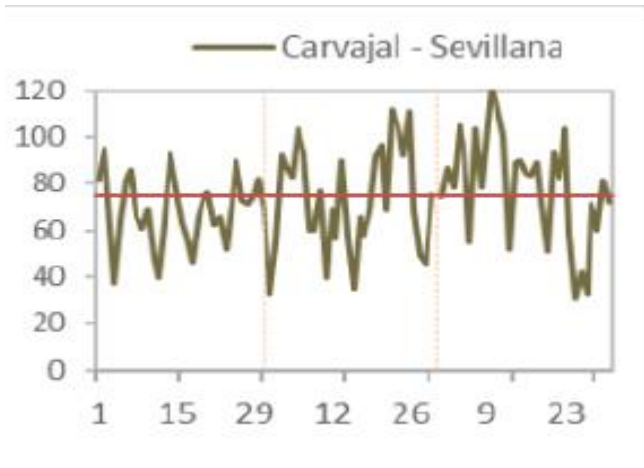


Figura 9. Comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 para el cuarto trimestre del 2020. Fuente: SDA[Secretaria Distrital de Ambiente](2020)



7.2. Poster como propuesta para los estudiantes de grado once

