

Estado de la Calidad del Aire en la Ciudad de Montería Mediante el Uso de las Tecnologías de la Información Geográfica para el Período del 2019 al 2020

Diego Andrés Negrete Narváez

Resumen

En este trabajo se realizó una comparación de la concentración de partículas de PM10, PM2,5 y emisión de CO que estimulan el deterioro de la calidad del aire, medidos y analizados por SISARIE a través de la red de monitoreo presentes en las estaciones de la ciudad de Montería. Con el fin determinar las zonas que presentan mayor concentración de partículas contaminantes por medio del índice de calidad del aire (ICA) utilizando el método de interpolación IDW en las herramientas del software ArcGis. Así mismo determinar la influencia de factores como el flujo vehicular, vegetación, demográficas etc. en los valores registrados alrededor de las estaciones de monitoreo.

Palabras claves: Calidad del aire, PM10, PM2.5, Enfermedades, contaminación del aire, emisiones.

Abstract

In this work, a comparison was made of the concentration of PM10, PM2.5 and CO emissions that stimulate the deterioration of air quality, measured and analyzed by SISARIE through the monitoring network present in the city's stations. of Montería. In order to determine the areas with the highest concentration of polluting particles by means of the air quality index (AQI) using the IDW interpolation method in the ArcGis software tools. Likewise, it will determine the influence of factors such as vehicular flow, vegetation, demographics, etc. in the values recorded around the monitoring stations.

Keywords: Air quality, PM10, PM2.5, Diseases, air pollution, emissions.

Introducción

Este artículo tiene como objetivo fundamental conocer de manera general la calidad del aire en la ciudad de Montería por medio de herramientas de información geográfica, teniendo en cuenta la mezcla de partículas líquidas y sólidas de sustancias orgánicas e inorgánicas que se encuentran suspendidas en el aire y según su tamaño se dividen en material particulado (MP) $10\mu\text{m}$ y $2,5\mu\text{m}$, que serían una millonésima parte del metro. Además del monóxido de carbono (CO) que es un gas sin color ni olor pero muy peligroso que puede causar la muerte. Así mismo se analizan algunos factores como la movilidad y la cobertura vegetal que contribuyen tanto al aumento como a la disminución de la contaminación del aire.

La calidad del aire es un indicador que refleja la cantidad de contaminantes que proporcionan valores del estado de la atmósfera respecto a un contaminante en particular o a un conjunto de ellos presentes en una zona, el cual puede ser nocivo para las personas, la vegetación y el medio ambiente. Este fenómeno no se limita a una zona en específica, debido que el material particulado (MP) contaminante suspendido en el aire es desplazado por acción del viento a lugares menos contaminados, convirtiéndolo en una problemática a nivel mundial (Clear Institute, 2007).

La contaminación del aire Es uno de los problemas que afecta la salud de la población mundial causando hasta el 3% de los problemas cardiopulmonares y el 5% de las muertes por cáncer de pulmón. Según la organización mundial de la salud (OMS) estas enfermedades han sufrido un incremento en los últimos años, efectos del crecimiento de la población ocasionando un aumento en las principales fuentes de contaminación de origen humano como; el transporte, la producción de energía y las actividades industriales.

El deterioro del aire en los últimos siglos según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2012) se debe al descubrimiento del petróleo y sus derivados como la gasolina, el keroseno, el diésel, entre otros combustibles que impulsaron la industria automovilística. Siendo responsable del 60% de las emisiones contaminantes que padecieron ciudades como Londres en el siglo pasado. Así mismo la entidad Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2017) menciona que adicional a la

tragedia de Londres también se han vivido trágicos episodios de contaminación en sitios como el valle de Meuse, Bélgica (1930); Donora, Pensylvania, USA (1948) donde la mala planificación, el escaso control sanitario de las emisiones de las industria ocasionó una espesa niebla alrededor de las ciudades de Huy y Lieja en el caso de Bélgica y en Donora USA, donde cientos de personas comenzaron a experimentar dolores estomacales, vomito, asma, problemas respiratorios, donde más de 60 personas murieron antes de disiparse la niebla, estos y otros casos impulsaron a decretar la ley de Aire Limpio de Reino Unido (1956) y la ley de Aire Limpio de USA 1990 provocando un gran impacto en los sistemas de regulación de la calidad del aire de los países del mundo, el principal de ellos fue el movimiento obligatorio hacía combustibles sin humo en zonas con alta población.

En 2012 unos 7 millones de personas murieron, una de cada ocho del total de muertes en el mundo es como consecuencia de la exposición a la contaminación atmosférica. Esta constituye en la actualidad, por sí sola, el riesgo ambiental para la salud más importante del mundo. La exposición al aire contaminado puede provocar partos prematuros, recién nacidos más pequeños y de bajo peso. Además, esta puede afectar el desarrollo neurológico y las capacidades cognitivas de los niños, y puede causar asma y cáncer (OMS, 2017). Los niños expuestos a altos niveles de contaminación del aire también corren un mayor riesgo de padecer enfermedades crónicas en el futuro. “Una de las razones por las que los niños sufren más los efectos de la contaminación del aire es que, al respirar más rápido que los adultos, absorben más contaminantes” (OMS, 2018).

Localización del área de estudio

Montería ciudad capital del departamento de Córdoba situada al norte del país en la latitud 8° 45' y longitud 75° 53', conformado por 207 barrios en el área urbana que se encuentran agrupados en 9 comunas, con una población alrededor de los 480 286 habitantes para este 2021 según la alcaldía de Montería (2020). Con mayor concentración dentro de las comunas 3,4 y 6. La ciudad presenta una topografía básicamente plana con una superficie de 3.141 km², con una altura de 18 metros sobre el nivel del mar, una temperatura media de 28 ° C, una humedad relativa del 85% y una precipitación media

anual de 1156 mm presentes desde finales de marzo hasta principios de junio y finales de septiembre hasta principios de diciembre.

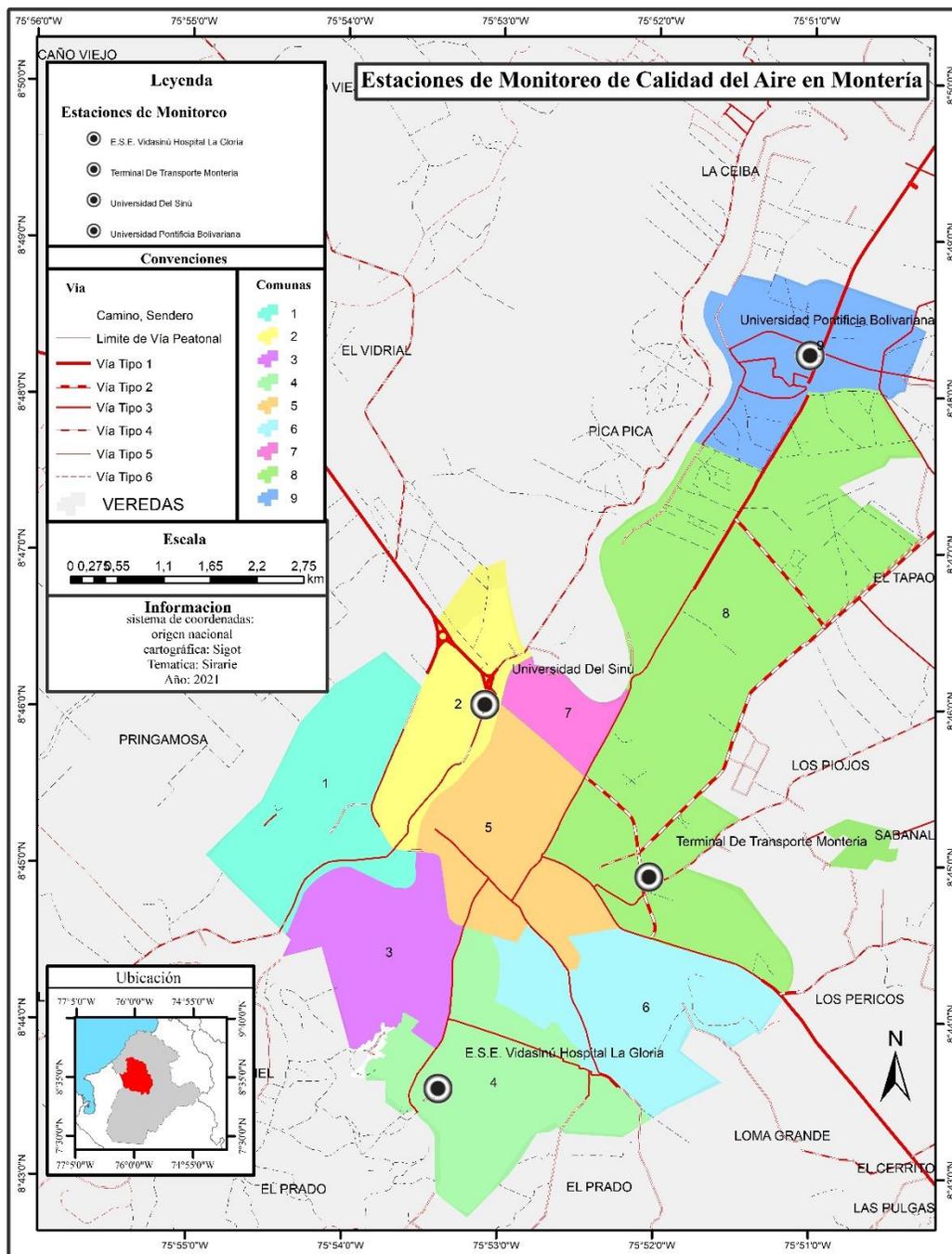


Figura 1: Área de estudio principales estaciones de monitoreo del aire
Fuente: elaboración propia.

Materiales y métodos

Se hizo un análisis comparativo de la contaminación de aire en el área urbana de Monterías con los datos obtenidos de la red de monitoreo en las 4 estaciones fijas presentes en la ciudad, que capturan datos de las variables, material particulado (PM10, PM2.5), de gas contaminante CO con registros en 2 periodos como se indica en la tabla 1. Así mismo teniendo en cuenta los lineamientos de la calidad del aire en Colombia a través de la Resolución 2254 de 2017, la cual establece los niveles permitidos, así como los criterios para medir los contaminantes en el territorio nacional a través del índice de calidad de aire (ICA).

Tabla 1

Concentración de los contaminantes PM 10, 2.5 y CO en la ciudad de montería

ESTACION	AÑO	MP10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		MP2,5($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (ppm)	
		2019	2020	2020	2019	2020
LA GLORIA		46.92	38.79	10.97	1675.92	2673.32
TERMINAL		37.48	39.69	13.58	1690.78	2680.35
UPB		33.64	35.77	10.36	1701.83	2676.73
UNISINU		30.17	38.21	11.13	1708.62	2673.04

Nota. Esta tabla muestra el valor registrado de los contaminantes en las estaciones de monitoreo de la ciudad de montería. Fuente: SISARIE

El índice de calidad de aire (ICA), permite comparar los niveles de contaminación del aire que han sido agrupados dentro de 6 rangos que van de los valores de 0 a 500 de modo que cuando mayor sea el índice, peor será la calidad del aire. Para facilitar la comprensión las autoridades establecieron un color para cada rango, como se presenta en la Figura 2. Este se calcula de manera independiente para cada uno de los seis contaminantes según lo contemplado en la normatividad vigente, los cuales corresponden a Ozono – O₃, Material

Particulado menor a 10µm – PM10, Material Particulado menor a 2.5µm – PM2.5, Monóxido de Carbono – CO, Dióxido de Azufre – SO2 y Dióxido de Nitrógeno –NO2.

El cálculo del índice de la Calidad del Aire (ICA) se efectúa a partir de la siguiente ecuación:

$$ICA_p = \frac{I_{alto} - I_{bajo}}{PC_{alto} - PC_{bajo}} \times (C_p - PC_{bajo}) + I_{bajo}$$

En donde,

ICA_p Índice de calidad del aire para el contaminante p

C_p Concentración media para contaminante p

PC_{alto} Punto de corte mayor o igual a C_p

PC_{bajo} Punto de corte menor o igual a C_p

I_{alto} Valor del Ica correspondiente al PC_{alto}

I_{bajo} Valor del Ica correspondiente al PC_{bajo}

Índice de Calidad del Aire			Puntos de Corte del ICA						
ICA	COLOR	CATEGORIA	PM10 µg/m ³ 24 horas	PM2.5 µg/m ³ 24 horas	CO µg/m ³ 8 horas	SO ₂ µg/m ³ 1 horas	NO ₂ µg/m ³ 1 horas	O ₃ µg/m ³ 8 horas	O ₃ ⁽¹⁾ µg/m ³ 1 horas
0-50	Verde	Buena	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100	0-106	--
51-100	Amarillo	Aceptable	55-154	13-37	5095-10819	94-197	101-189	107-138	--
101-150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	155-254	38-55	10820-14254	198-486	190-677	139-167	245-323
151-200	Rojos	Dañina a la salud	255-354	56-150	14255-17688	487-797	678-1221	168-207	324-401
201-300	Purpura	Muy dañina a la salud	355-424	151-250	17689-34862	798-1583	1222-2349	208-393	402-794
301-500	Marrón	Peligrosa	425-604	251-500	34863-57703	1584-2629	2350-3853	394 ⁽²⁾	795-1185

Figura 2: Índice del estado de la calidad del aire

Fuente: IDEAM

Tabla 2

Valores expresados en ICA

ESTACION	AÑO	MP10		MP2,5	CO	
		2019	2020	2020	2019	2020
LA GLORIA		43	35	46	16	26.2
TERMINAL		34	36	53	16	26.3
UPB		31	33	43	17	26.3
UNISINU		27	35	46	17	26.2

Nota. La tabla expresa los valores ilustrados en la tabla N° 1 pero estandarizados a partir del ICA

Con el software de Arcgis 10.3.1 se utilizó la herramienta de análisis espacial para llevar a cabo los procesos de interpolación para generar nuevos valores en el territorio, utilizando el método ponderación de distancia inversa (IDW) por lo que este modelo se ajusta a la distribución de los datos ya que en el área de estudio para permitir un proceso lógico de la información y así poder obtener mejores resultados.

Resultados

Estimación de partículas de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para el año 2019 y 2020:

Tal como se muestra en la figura 3 los resultados del proceso de interpolación de la variable de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) el cual está relacionado a la concentración de partículas finas de polvo y residuos de construcción como lo indica la OMS “se forman básicamente por medio de procesos mecánicos, como las obras de construcción, la re-suspensión del polvo de los caminos y el viento” (2005), el mapa ilustra el comportamiento espacial de las estimaciones a partir de 5 niveles de concentración dentro del rango más óptimo que establece el índice de la calidad del aire. Dentro de la predicción se observa una mayor concentración de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en la parte sur de la ciudad, resaltando que hacia esta zona se encuentra distribuida la mayor parte de población de la capital, así como vías sin pavimentar y muchos sitios de venta de materiales de construcción que actúan como emisores de este contaminante. Al mismo tiempo en zona que comprende los alrededores de la estación ubicada en la Universidad del Sinú la concentración del material particulado es menor, aunque el comportamiento del flujo vehicular y peatonal es similar, la vegetación al igual que las zonas verdes juega un papel importante, sirviendo como amortiguadores de los contaminantes como lo indica Nowak "O bien incorporan gases y contaminantes a través de las estomas en sus hojas o capturan partículas en la superficie de sus hojas; Es lo mismo que los seres humanos, que o bien inhalan partículas o las captan en su ropa" (como se cita en BBC News Mundo, 2017).

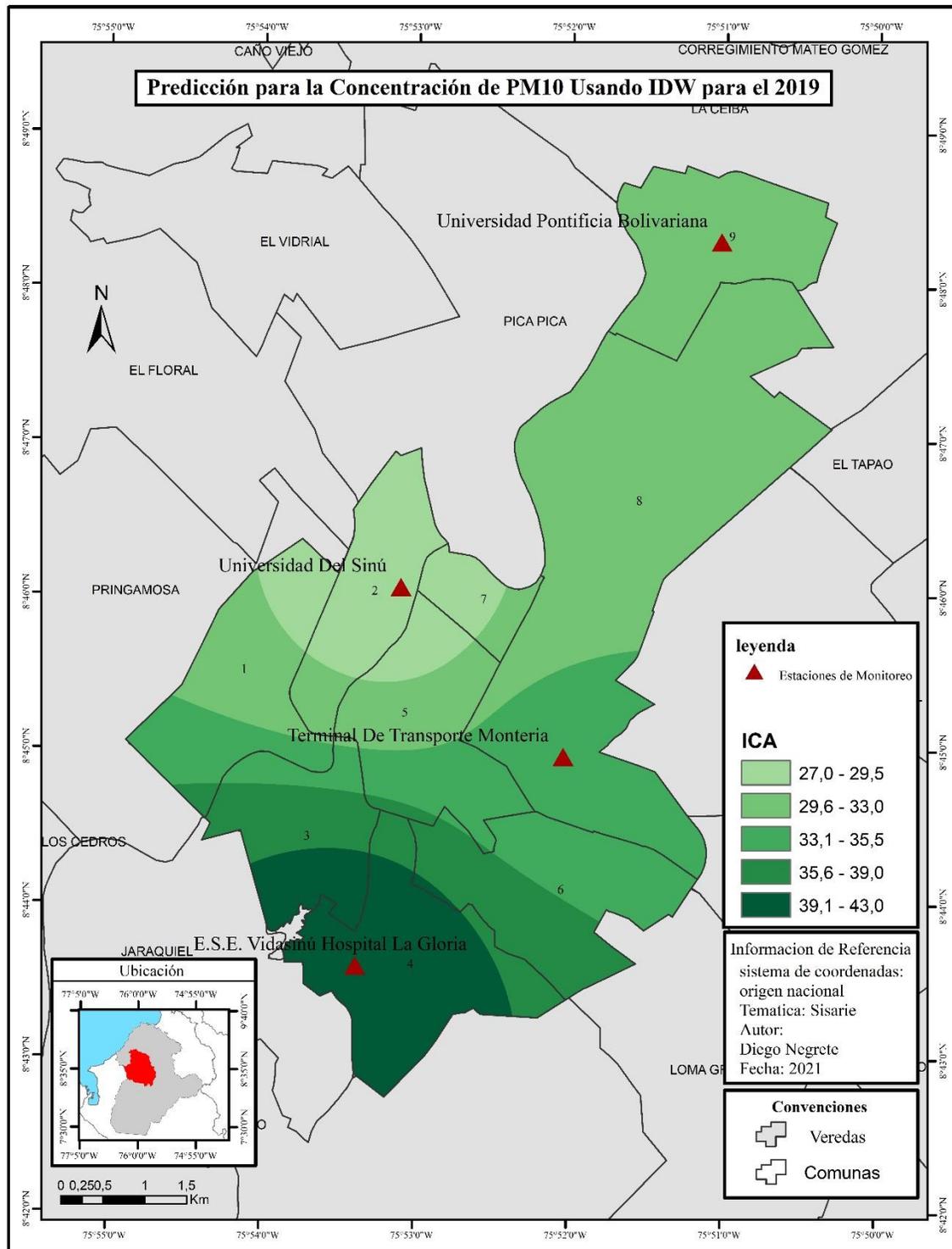


Figura 1 Mapa para concentración de MP 10

Fuente: Elaboración propia con datos del Sisaire IDEAM

Para el mapa de predicción del 2020 que muestra la Figura 4 la distribución espacial de la concentración del PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) se establece en 4 jerarquía dentro del rango más óptimo al igual que en el año 2019 pero con una leve diferencia en los valores presentes, la concentración PM10 en general para este año alcanzan valores más bajos con respecto al anterior, a causa de la cuarentena establecida por la Nación de Colombia debido a la enfermedad conocida como SARS-CoV-2(covid-19) ocasionando disminución en la circulación de vehículos y personas, así como el cierre de muchas tiendas que actuaban como fuentes emisoras de material particulado, provocando esto una disminución en la concentración de estas partículas menores a 10mm.

A si mismo se observa en áreas que comprenden los alrededores de las estaciones ubicadas en la terminal de transporte y el centro de salud la gloria donde se concentran la mayoría de los barrios populares como Canta Claro, La Pradera, El P5 entre otros que presentan la mayor concentración de MP10 a razón de la poca autoridad y acatamiento del toque de queda. Esto se refleja en los informes semanales presentados de los barrios con mayor presencia de contagios por COVID-19 por la alcaldía.

Las PM10 están detrás de numerosas enfermedades respiratorias, problemas cardiovasculares, y cánceres de pulmón. Como se menciona la revista científica Ecología en acción en el 2006, sobre efectos a largo plazo a la exposición de las partículas en suspensión puede reducir la esperanza de vida entre varios meses y dos años.

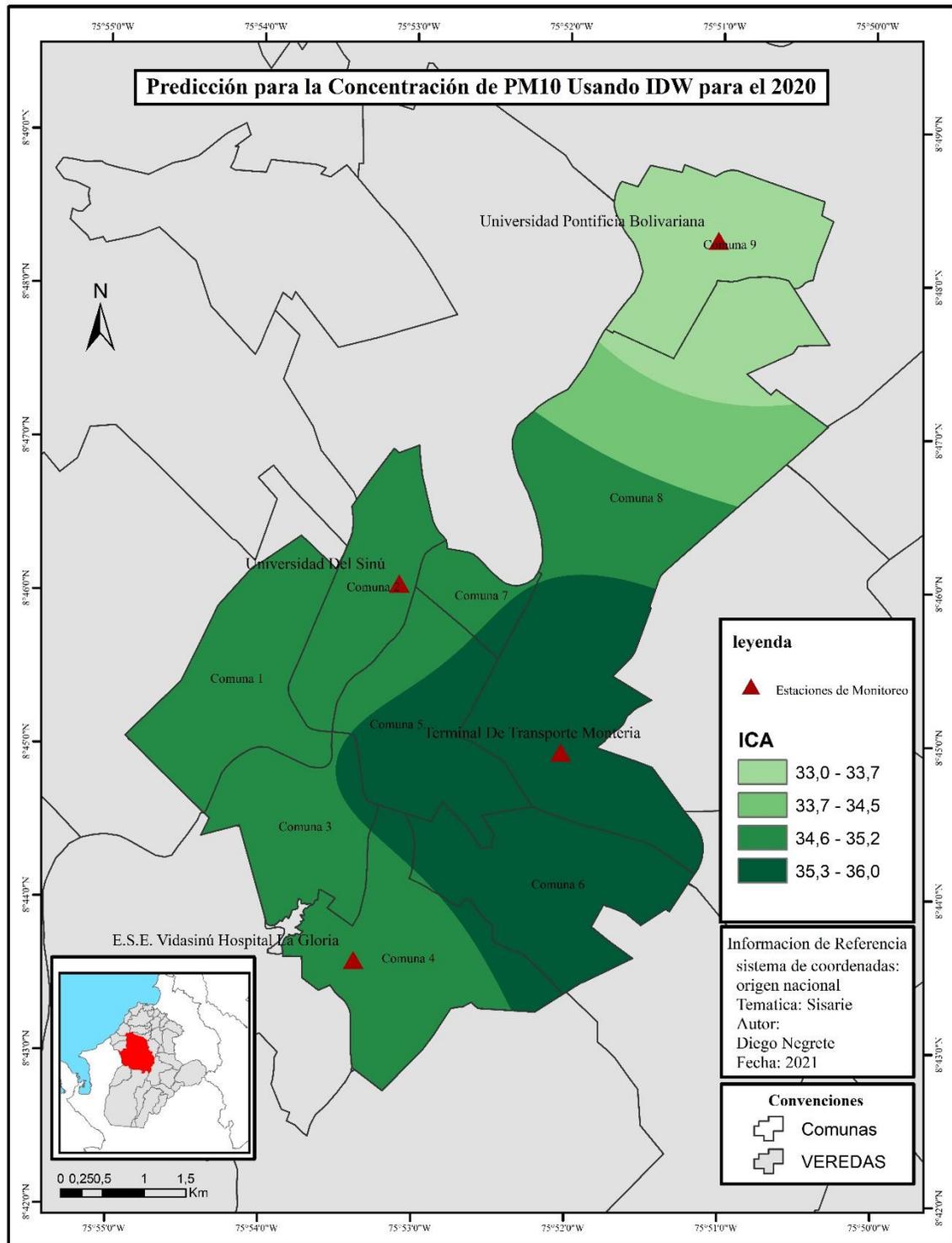


Figura 2 Mapa para la concentración PM10 para 2020

Fuente: Elaboración propia con datos del Sisaire IDEAM

Estimación de partículas de PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para el año 2020:

Para el caso de la partícula de PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el mapa de predicción de la Figura 5 el ICA muestra una tendencia hacia la estación ubicada en la terminal de transporte de la ciudad, estas partículas se presentan de “forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras); son 100 veces más delgadas que un cabello humano” Días (2008). En esta ocasión las estaciones de monitoreo registraron valores que superan la jerarquía más óptima dentro de la tabla del ICA, de 13.58 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) pertenecientes al rango de color amarillo que presentan cierto riesgo para poblaciones extremadamente sensibles con asma y adultos con enfermedad cardio-cerebrovascular, entre las que se encuentra la enfermedad isquémica del corazón la cual según informe técnico especial 10 del observatorio nacional de salud (2018) presenta cifras por mayores del 17% en el departamento de Córdoba del total del país al igual que los departamentos de Antioquia y Quindío (p.96).

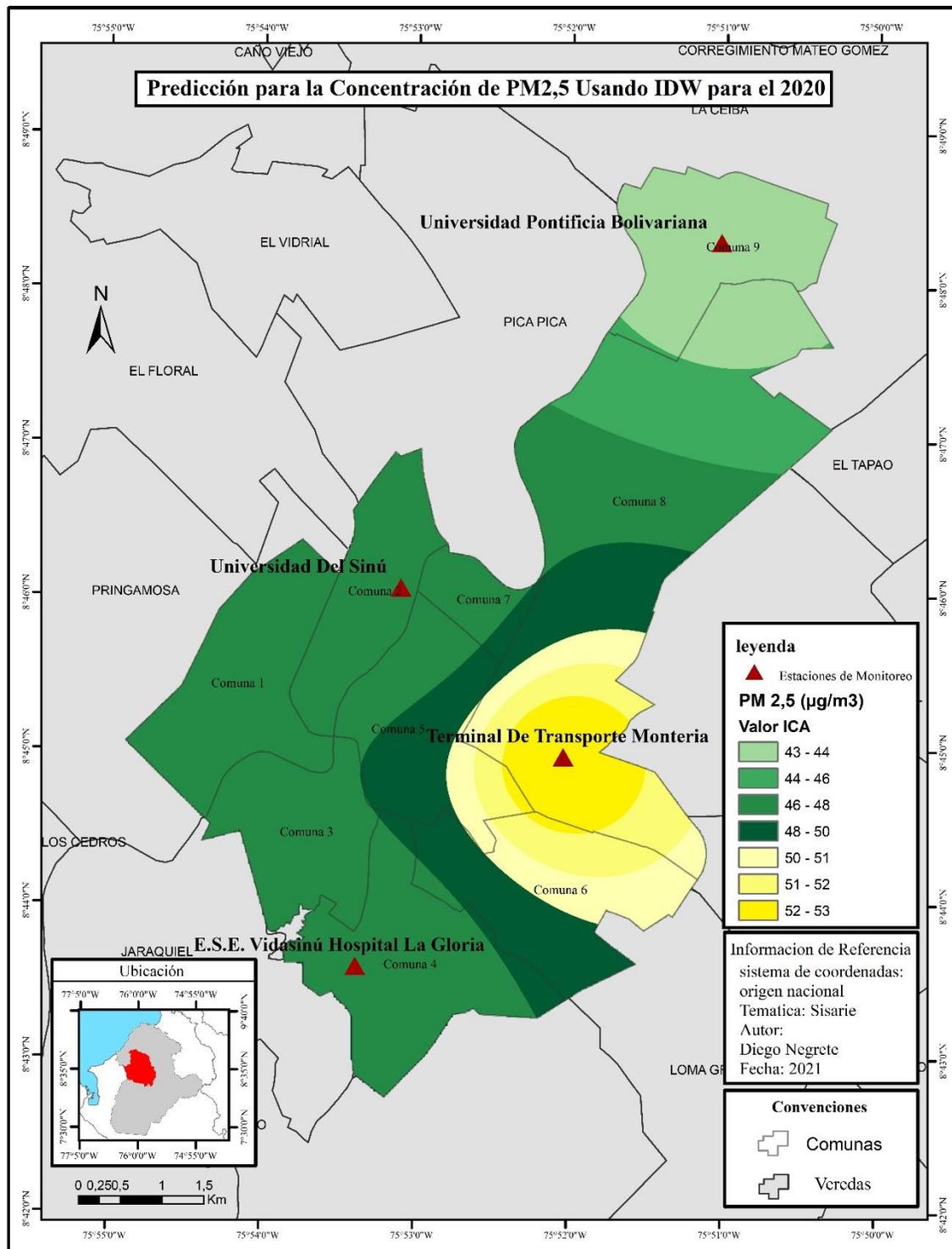


Figura 3 Mapa para la concentración de PM 2,5 en el 2020

Fuente: Elaboración propia con datos del Sisaire IDEAM

Estimación de partículas de CO (ppm) para el año 2019 y 2020:

Para el caso del comportamiento de las partículas de monóxido de carbono que son las correspondientes a un 86% de la emisión de los gases provenientes de la combustión de los vehículos mientras el 14% correspondientes a procesos industriales, incendios y otros procesos no identificados como así lo indica Independencia de Montevideo (2020), el CO compite con el oxígeno en la sangre, lo que reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno a diferentes órganos, lo que puede afectar negativamente a la salud. Las personas sensibles, especialmente aquellas con problemas cardíacos, pueden ver una disminución en su capacidad de oxigenación. “Sin embargo, las concentraciones de monóxido de carbono raras veces exceden los límites establecidos para la preservación de la salud, incluso en grandes centros urbanos” (IM, 2020).

En la zona urbana de Montería para el año 2019, los datos recolectados por las estaciones de monitoreo tomaron muestras correspondientes a los últimos 4 meses del año, la predicción presentó valores que no exceden el rango más óptimo del ICA para CO, sin embargo se mostró cierta tendencia alrededor de las estaciones de monitoreo ubicadas en la Universidad Pontificia Bolivariana en el norte de la ciudad y Universidad del Sinú, estas estimaciones se deben a las actividades que se presentaron alrededor de estas fechas como fueron los conciertos de fin de año de las universidades donde predominó el uso de materiales inflamables generando gases que estimulan la contaminación, por otro lado se presentaron disturbios alrededor de la Universidad de Córdoba donde hace presencia de gases lacrimógenos, “papas bombas”, quemas de llantas entre otros factores o elementos que deterioran el ambiente que ayudan a aumentar la brecha con otras zonas de la ciudad.

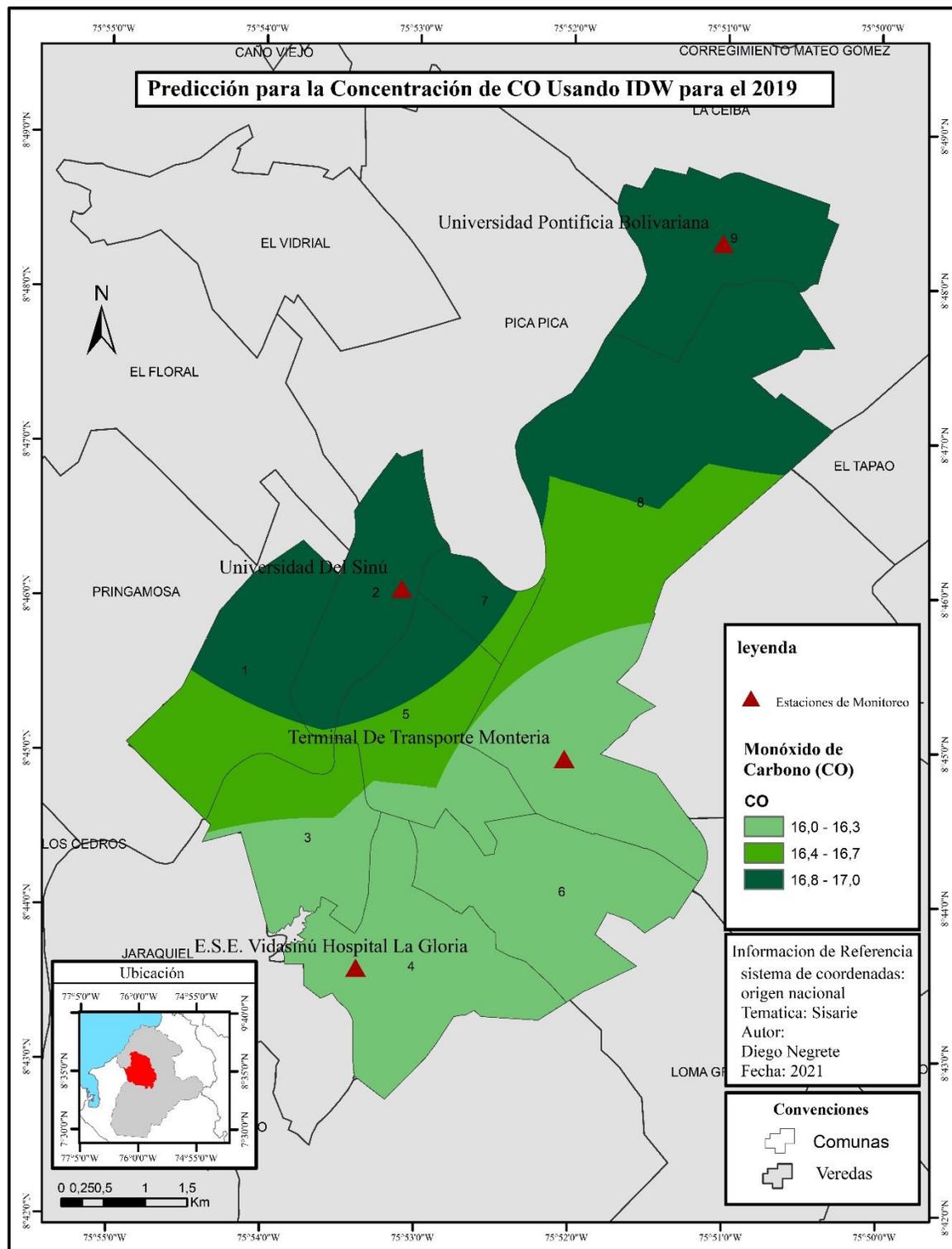


Figura 4 Mapa para la concentración de CO para 2019

Fuente: Elaboración propia con datos del Sisarie IDEAM

Para el caso de la predicción del CO en el 2020 que se ilustra en la Figura 7 se observó un cambio con respecto al anterior año en cuanto a la dispersión de este contaminante, se presenta cierta tendencia alrededor de las estaciones de monitoreo ubicadas en la terminal de transporte en el sur oriente de la zona urbana y en la ubicada en la Universidad Pontificia Bolivariana al norte, siendo el área con mayor flujo vehicular para este período, debido las restricciones de circulación presentes por el covid-19, limitando ciertos servicios. Por otro lado se observan valores más altos con respecto al anterior año a causa de un mayor registro en los datos para el 2020, aunque se siguen presentando estimaciones que no superan el primer rango del ICA.

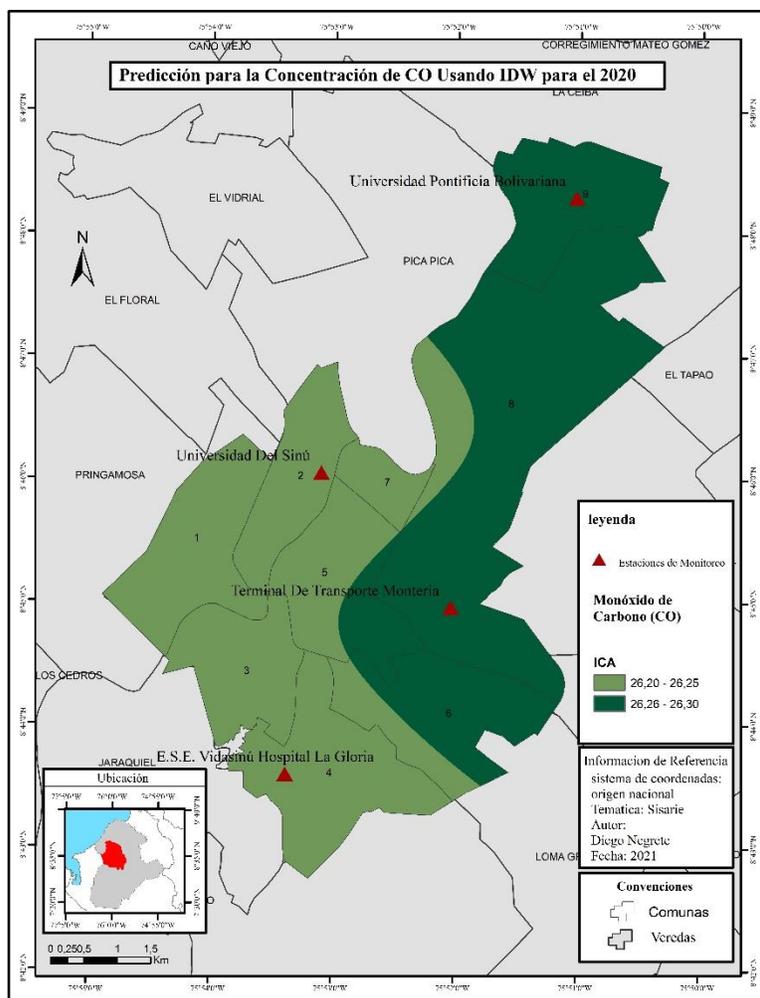


Figura 5 Mapa para la concentración de CO en el 2020

Fuente: Elaboración propia con datos del Sisaire IDEAM

Discusión

A través del método de IDW se logró establecer una predicción de manera general el comportamiento de los contaminantes del aire en la ciudad de Montería, dando como resultado la agrupación de valores que en su mayoría no sobrepasan la categoría buena para algunos contaminantes alrededor de ciertas áreas de la ciudad. Así mismo se establece una relación con un estudio realizado por Valdiry sobre la concentración de PM 10 y 2.5 en la ciudad de Lima (Perú) siendo esta una ciudad con mayor desarrollo, el comportamiento para el PM 10 es similar sin sobrepasar la concentración máxima permitida, de igual manera las partículas de 2,5 se comportan igual que en la ciudad de Montería registrando niveles mayores a la categoría 2 que pueden ser perjudicial para la salud de cierto grupo de personas. Esto nos lleva hacernos la pregunta, ¿qué medida toma la ciudad de Montería para frenar la contaminación?, aun sabiendo que la ciudad está en pleno crecimiento comparada grandes urbes, cual será las decisiones que tomaran las entidades correspondientes a los próximos años con respecto a la contaminación.

Por otra parte en ese mismo estudio se hace una relación de los niveles con una alta contaminación se localizan en zonas donde la velocidad del viento, el flujo vehicular y la temperatura era mayor. Lo cual hay cierto acierto con lo planteado por Xavier Querol (2018) donde indica que la ubicación de los focos contaminantes es efecto de las variables meteorológicas fundamentales: viento, turbulencia, radiación, temperatura, precipitación, etc. y de interacciones de unas sustancias con otras. Por otro lado el Ministerio de Sanidad y Consumo de España (2000) en un capítulo de la enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo plantea que el crecimiento de los focos contaminantes alrededor de las zonas con un mayor flujo demográfico, vehicular y de actividades industriales pueden ser reducidos a partir una mejor planificación, un control y políticas del tráfico, la reducción del número de millas recorridas gracias a la mejora de los sistemas de transporte público, y un control del uso del suelo que distribuya equitativa-mente las actividades humanas y la zonificación de las actividades industriales, con esto en mente Montería debe asumir un gran reto a la hora de plantear medidas para mantener las cifras de contaminación.

Conclusiones

Este artículo parte con el propósito de identificar y comparar las zonas con altos índices de contaminación en el aire y su asociación con factores que estimulan el deterioro de la atmósfera en los años 2019 y 2020 en el área urbana de la ciudad utilizando técnicas y herramientas de información geográfica para tener aproximaciones generales del comportamiento del estado de la calidad del aire. Por lo tanto se concluye que para las partículas de 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) los valores registrados para ambos periodos no superan los límites máximos nacionales permitidos, por lo que no presentan ningún peligro para las personas incluyendo grupos que presenten alguna enfermedad cardiovascular, de igual manera se observó que aunque en ciertas zonas presentan mayor concentración demográfica y vehicular que son factores que estimulan el deterioro de la atmósfera las cifra del ICA no superan el primer rango. Así mismo el comportamiento de las partículas de CO en ambos períodos la contaminación es baja registrando valores mínimos en la categoría más óptima del ICA.

Por otro lado para el caso del MP 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) que según la OMS son los contaminantes con mayor riesgo, estos registraron para el 2020 cifras de 53 en la escala del ICA, valor que para personas extremadamente sensibles con asma y adultos con enfermedad cardio-cerebrovascular como hipertensión arterial, enfermedad isquémica del miocardio o pulmonar, les presenta una reducción en actividades físicas prolongadas y la exposición en sitios que se encuentran dentro de la segunda categoría en un periodo de tiempo determinado, que se reflejan en el número de enfermos por isquemia en el Departamento, cifras que permiten a las autoridades ambientales puedan tomar decisiones para hacer frente a la contaminación atmosférica.

Para finalizar las aproximaciones que logra obtener sirven para llevar control de las zonas que son afectadas por ciertos contaminantes, en las que nuevas políticas ambientales y urbanas juegan un papel importante para regular la contaminación, sin embargo es necesario mejorar el desempeño de los sistemas de monitoreo de calidad de aire en la ciudad, aumentar su cobertura, difundir información generada oportuna y sobretodo definir e implementar estrategias que permitan dar un juicio más detallado en el territorio.

Referencias

Alcaldía de montería. (2020, 25 agosto). *Montería: Territorios*. Recuperado 15 de noviembre de 2021, de <https://www.monteria.gov.co/publicaciones/165/monteria/>

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). *Plan integral de gestión de la calidad del aire para el Área del Valle de Aburrá* (N.º 5). <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/PIGECA/PIGECA-Aprobado-Dic-2017.pdf>

BBC News Mundo. (2017, 7 marzo). *El sorprendente valor de los árboles para combatir la contaminación en el aire de las ciudades* [Comunicado de prensa].

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-39195220>

Clear Institute & Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2007). *Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá* (N.º 7). Pigea. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/PIGECA/PIGECA-Aprobado-Dic-2017.pdf>

Días, J., & Linares, C. (2008). Las PM_{2,5} y su afección a la salud. *el ecologista*, 56, 46.

https://www.um.es/estructura/servicios/sprevencion/c-seguridad/documentos/EE_58_PM25.pdf

Ecologistas en Acción. (2006, 26 agosto). *Partículas en suspensión PM₁₀*.

<https://www.ecologistasenaccion.org/5686/particulas-en-suspension-pm10/>

España. Ministerio de Sanidad y Consumo. (2000). CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL [Libro electrónico]. En *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN*

EL TRABAJO: GESTION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA (55.^a ed., p. 6).

Ministerio de Sanidad y Consumo.

IDEAM, *Estado de la Calidad del Aire en Colombia 207- 2010 Bogotá*, D.C., 2012. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM. Diciembre de 2012, Bogotá D.C., Colombia

Instituto Nacional de Salud, Observatorio Nacional de Salud, *Carga de Enfermedad Ambiental*; Décimo Informe Técnico Especial (Pag.96). Bogotá, D.C., 2018.

Organización Mundial de la Salud. (2005). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. OMS.
http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=61D8CFE65A5F62084DE96B8DF4D96A10?sequence=1

OMS. (2018, 29 octubre). *Más del 90% de los niños del mundo respiran aire tóxico a diario*.

Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news/item/29-10-2018-more-than-90-of-the-world%E2%80%99s-children-breathe-toxic-air-every-day>

Principales contaminantes del aire. (2020, 21 octubre). Intendencia de Montevideo.

<https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/calidad-del-aire/principales-contaminantes-del-aire>

Resolución 2254. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Republica de Colombia, 01 de noviembre del 2017.

Querol, X. A. V. I. E. R. (2018). *La calidad del aire en las ciudades* (1.^a ed.) [Libro electrónico].

Fundación Naturgy. <http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/07/prologo-la-calidad-del-aire.pdf>