



Autoridad Nacional
de Licencias Ambientales

**INFORME DEL ESTADO DE LOS
RECURSOS NATURALES:
*ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL
AIRE EN LA ZONA MINERA DEL CENTRO DEL
CESAR (2007 – 2022)***

AGOSTO
2023

Rodrigo Elías Negrete Montes
Director General

Luis Enrique Orduz Valencia
**Subdirector Instrumentos
Permisos y Trámites
Ambientales**

Camilo Andrés Bernal Forero
Coordinador
**Grupo de Regionalización
y Centro de Monitoreo**

David Fernando Fajardo
Líder
Implementación Regional

Jorge Alberto Sanabria Morales
Líder
**Centro de Monitoreo de los
Recursos Naturales**

Neidy Mildred Daza Lesmes
Oscar Julián Guerrero
Profesionales
Componente Atmosférico



CONTENIDO

ANÁLISIS DE DATOS DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA MINERA DEL CENTRO DEL CESAR	3
1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO	3
2. ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE	6
2.1. SISTEMA DE VIGILANCIA ESPECIAL DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA MINERA DEL CESAR (ZEVCA – ZCC).....	6
2.1.1. Análisis históricos de material particulado (anual, mensual y diario)	7
2.1.2. Área – Fuente de Contaminación Atmosférica.....	14
2.2. MODELACIÓN DE DISPERSION DE MATERIAL PARTICULADO - PM ₁₀	17
3. CONCLUSIONES.....	20
4. BIBLIOGRAFIA	21

TABLAS

Tabla 1. Proyectos en la ZMCC con obligaciones asociadas a la estrategia de monitoreo atmosférica (calidad del aire) de la ANLA.....	3
Tabla 2. Cantidad de registros diarios de calidad del aire para la Zona Minera del Centro del Cesar (ZMCC)	6
Tabla 3. Concentraciones anuales sobre receptores discretos.....	18

FIGURAS

Figura 1. Localización de proyectos con estrategia de monitoreo en la ZMCC	4
Figura 2. Comportamiento histórico de promedios anuales de PM ₁₀ SEVCA - ZCC (2007-2022).....	8
Figura 3. Comportamiento histórico de promedios anuales de PM _{2.5} SEVCA - ZCC (2007-2022)	9
Figura 4. Comportamiento histórico de promedios mensuales de PM ₁₀ SEVCA - ZCC (2007-2022).....	10
Figura 5. Comportamiento histórico de promedios mensuales de PM _{2.5} SEVCA - ZCC (2007-2022).....	11
Figura 6. Distribución de promedios diarios de PM ₁₀ SEVCA - ZCC (2007-2022).....	12
Figura 7. Distribución de promedios diarios de PM _{2.5} SEVCA - ZCC (2007-2022)	13
Figura 8. Medias móviles de PM ₁₀ del área fuente de la ZMCC	15
Figura 9. Medias móviles de PM _{2.5} del área fuente de la ZMCC	15
Figura 10. Tendencia de la concentración de PM ₁₀ del área fuente de la ZMCC	16
Figura 11. Tendencia de la concentración de PM _{2.5} del área fuente de la ZMCC	17
Figura 12. Isopleta de PM ₁₀ en tiempo de exposición anual para la ZMCC (año 2019).....	18





ANÁLISIS DE DATOS DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA MINERA DEL CENTRO DEL CESAR

El presente documento presenta un análisis de las concentraciones históricas de material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}, para identificar el estado de la calidad del aire en la Zona Minera del Centro del Cesar (ZMCC). Los registros históricos hasta el año 2022 fueron proporcionados por la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) y se procesaron para determinar el comportamiento de los contaminantes criterio, antes mencionados.

1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO

Las estrategias de monitoreo regional de los recursos naturales de la ANLA tienen como objetivo optimizar el seguimiento de los proyectos objeto de licenciamiento ambiental y el proceso de Evaluación de Impactos Acumulativos (EIAc), a través del fortalecimiento del monitoreo regional. Los lineamientos y estándares formulados para cada componente están estructurados mediante condiciones de tiempo, modo y lugar.

Para el componente atmosférico, se encuentran implementadas cuatro (4) estrategias de monitoreo, denominadas: La Guajira, Corredor Portuario, Alto San Jorge y Zona Minera del Centro del Cesar, las cuales cobijan un total de 18 proyectos con obligaciones asociadas al monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.

Respecto a la Zona Minera del Centro del Cesar (ZMCC), por medio de la estrategia de monitoreo se establecieron obligaciones y/o medidas para los proyectos con actividades asociadas a mineras de carbón, aunque en la región se desarrollan operaciones para otros sectores. Los proyectos se relacionan a continuación (Tabla 1 y Figura 1).

Tabla 1. Proyectos en la ZMCC con obligaciones asociadas a la estrategia de monitoreo atmosférica (calidad del aire) de la ANLA

EXPEDIENTE	EMPRESA	MINA	MUNICIPIO
LAM0027	Drummond Ltda.	La Loma Pribbenow	El Paso, Chiriguaná y La Jagua de Ibirico.
LAM1203	Carbones de la Jagua CDJ Consorcio minero Unido CMJ Carbones el Tesoro CET	La Jagua	La Jagua de Ibirico y Becerril.
LAM2622	C.I. Prodeco S.A.	Calenturitas	El Paso, Becerril y La Jagua de Ibirico.
LAM3199	C.L. Colombian Natural Resources I S.A.S.	La Francia	Becerril y El Paso.

EXPEDIENTE	EMPRESA	MINA	MUNICIPIO
LAM3271	Drummond Ltda.	Descanso Norte	Becerril y Agustín Codazzi
LAM3831	Norcarbon S.A.	Cerrolargo	La Jagua de Ibirico
LAM1862	COLOMBIAN NATURAL RESOURCES CNR III LTD. Sucursal Colombia.	El Hatillo	El Paso (Corregimiento De La Loma), Chiriguaná y La Jagua de Ibirico.

Fuente: Documento Estrategia Regional para Seguimiento al Componente Atmosférico de la Zona Minera del Cesar (2018). ANLA, 2024.



Fuente: ANLA - SIPTA, 2024

Figura 1. Localización de proyectos con estrategia de monitoreo en la ZMCC

Los proyectos explotación carbonífera asociados a la estrategia mantienen las siguientes condiciones de modo, tiempo y lugar para el monitoreo de la calidad del aire.

1.1. Condiciones de modo

Frecuencia: monitoreo permanente con frecuencia de muestreo máximo horaria para muestreadores automáticos y cada tercer día en el caso de muestreadores manuales. Como mínimo deben reportarse registros de 24 horas, medidos desde medianoche hasta la medianoche conforme a lo establecido en el Manual del Diseño del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad de Aire, adoptado mediante Resolución 650 de 2010¹ y ajustado por la Resolución 2154 de 2010², o aquella que modifique o sustituya.

¹ Resolución 650 de 2010: "Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire".

² Resolución 2154 de 2010: "Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones"



Contaminantes y parámetros: medición de parámetros meteorológicos, entre ellos: temperatura, presión, humedad relativa, radiación solar global, precipitación, velocidad y dirección del viento. Adicionalmente, se deberán registrar los contaminantes de material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}.

Metodología: registro de las muestras y el análisis deben ser realizadas por empresas o laboratorios acreditados por el IDEAM³.

1.2. Condiciones de tiempo

Los resultados de las mediciones de los contaminantes y variables meteorológicas deben ingresar como reporte de monitoreo regional de manera semanal para el caso de estaciones automáticas y mensualmente para el caso de estaciones manuales. Adicionalmente, sin perjuicio de lo anterior y en línea con lo establecido en el Artículo 25 de la Resolución 2254 de 2017⁴, la información del estado de la calidad del aire deberá migrarse también al Subsistema de Información sobre la Calidad del Aire (SISAIRE), conforme a los tiempos de reporte establecidos en el Artículo Quinto de la Resolución 651 de 2010⁵.

Conforme a lo anterior, a continuación, se precisan los análisis históricos para determinar el estado de la calidad del aire.

Conforme a lo anterior, cabe precisar que, actualmente no todos los proyectos se encuentran reportando los resultados de los monitoreos al Centro de Monitoreo de los Recursos Naturales (CMRN) de la ANLA, en el marco de las obligaciones asociadas a la estrategia. Sin embargo, para el área de estudio la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR), mantiene un Sistema Especial de Vigilancia de la Calidad del Aire (SEVCA – ZCC). Conforme a lo anterior, a continuación, se precisan los análisis históricos para determinar el estado de la calidad del aire con la información disponible.

³ Según lo establecido en el artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015, “Por la cual se resuelve crear el subsistema de información sobre calidad del aire - SISAIRE como fuente principal de información para el diseño, evaluación y ajuste de las políticas y estrategias nacionales de prevención y control de la contaminación del aire”.

⁴ Resolución 2254 de 2017: “Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones”

⁵ Resolución 651 de 2010: “Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRE”.





2. ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE

2.1. SISTEMA DE VIGILANCIA ESPECIAL DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA MINERA DEL CESAR (ZEVCA – ZCC)

El SEVCA – ZCC, cuenta con la operatividad de 19 estaciones que muestrean de forma continua. A continuación, se analizan los resultados del material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$.

El consolidado de registros por estación de 2007 a 2022, se presenta en la Tabla 2. Considerando que se trata de un sistema fijo, la representatividad temporal de los registros se calcula con base en el número máximo de datos que pueden ser obtenidos en un año.

De acuerdo con la descripción de las estaciones de monitoreo de calidad del aire ubicadas en la zona de la estrategia, presentadas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, a continuación, se analizan los resultados de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$, junto con las variables meteorológicas cuyos datos se asocian a estas mediciones.

El consolidado de registros por estación se presenta en la Tabla 4. Teniendo en cuenta que se trata de sistemas fijos que monitorean de manera permanente durante el transcurso del año, la representatividad temporal de los registros se calcula con base en el número máximo de datos que pueden ser obtenidos en el año de evaluación, considerando que existe cumplimiento normativo si esta supera el 75% del total de datos que se pueden capturar en el año.

Tabla 2. Cantidad de registros diarios de calidad del aire para la Zona Minera del Centro del Cesar (ZMCC)

AÑOS	PM_{10}		$PM_{2.5}$	
	# ESTACIONES QUE MONITOREARON	RANGO DE REPRESENTATIVIDAD (%)	# ESTACIONES QUE MONITOREARON	RANGO DE REPRESENTATIVIDAD (%)
2007	9	2 – 60	0	-
2008	11	30 – 84	0	-
2009	14	25 – 90	2	33 – 91
2010	15	18 – 96	2	8 – 54
2011	16	25 – 96	2	4 – 93
2012	16	2 – 94	4	49 – 91
2013	15	57 – 95	4	52 – 93
2014	16	7 – 93	5	21 – 93
2015	15	69 – 97	5	48 – 90
2016	15	73 – 97	5	46 – 92
2017	15	34 – 95	8	8 – 94
2018	14	66 – 97	10	8 – 98
2019	14	80 – 98	12	7 – 97
2020	14	54 – 89	12	25 – 90



AÑOS	PM ₁₀		PM _{2.5}	
	# ESTACIONES QUE MONITOREARON	RANGO DE REPRESENTATIVIDAD (%)	# ESTACIONES QUE MONITOREARON	RANGO DE REPRESENTATIVIDAD (%)
2021	14	80 – 100	10	35 – 98
2022	14	82 – 98	9	25 – 98

Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2007-2022). ANLA, 2023

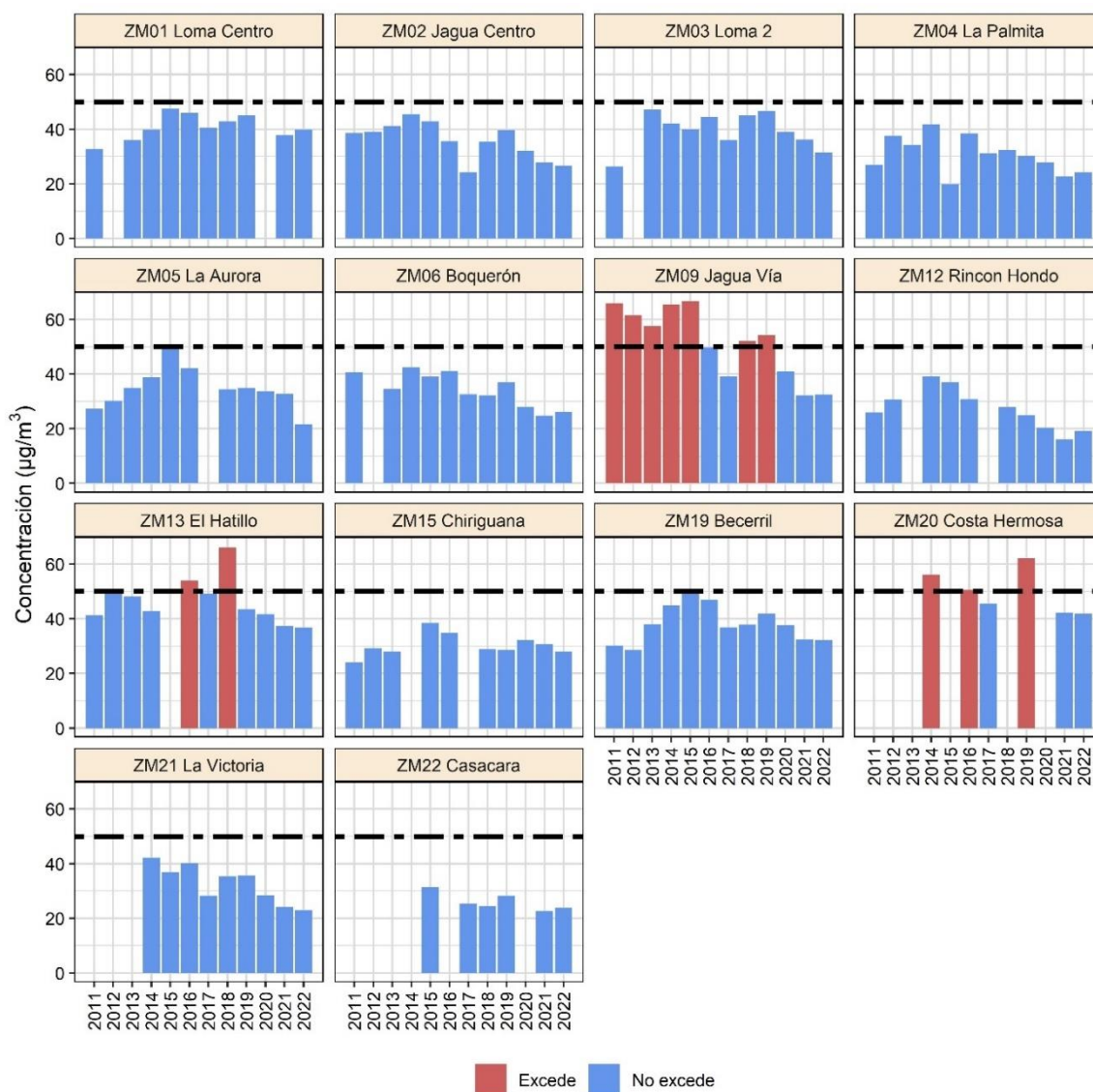
Conforme a la información anterior, la representatividad de los muestreos para material particulado ha sido variable y el cumplimiento se da para aquellas estaciones que superan el 75% de representatividad conforme a lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010 hoy MADS). A continuación, se evidencia el comportamiento histórico de los promedios anuales de PM₁₀ y PM_{2.5}.

2.1.1. Análisis históricos de material particulado (anual, mensual y diario)

Considerando los resultados plasmados en siguiente figura, las estaciones de monitoreo donde se presentaron excedencias respecto al límite permisible en tiempo de exposición anual (50 µg/m³) establecido por la Resolución 2254 de 2017, fueron: ZM20 Costa Hermosa, asociada conforme a los informes de CORPOCESAR⁶ por la incineración permanente de residuos sólidos cerca de la zona; la ZM13 El Hatillo por influencia de la vía despavimentada que comunica el corregimiento con el centro poblado de La Loma; y ZM09 Jagua Vía, con mayores registros para esta última, por emisiones relacionadas con re-suspensión de material particulado por tráfico pesado sobre vías destapadas.

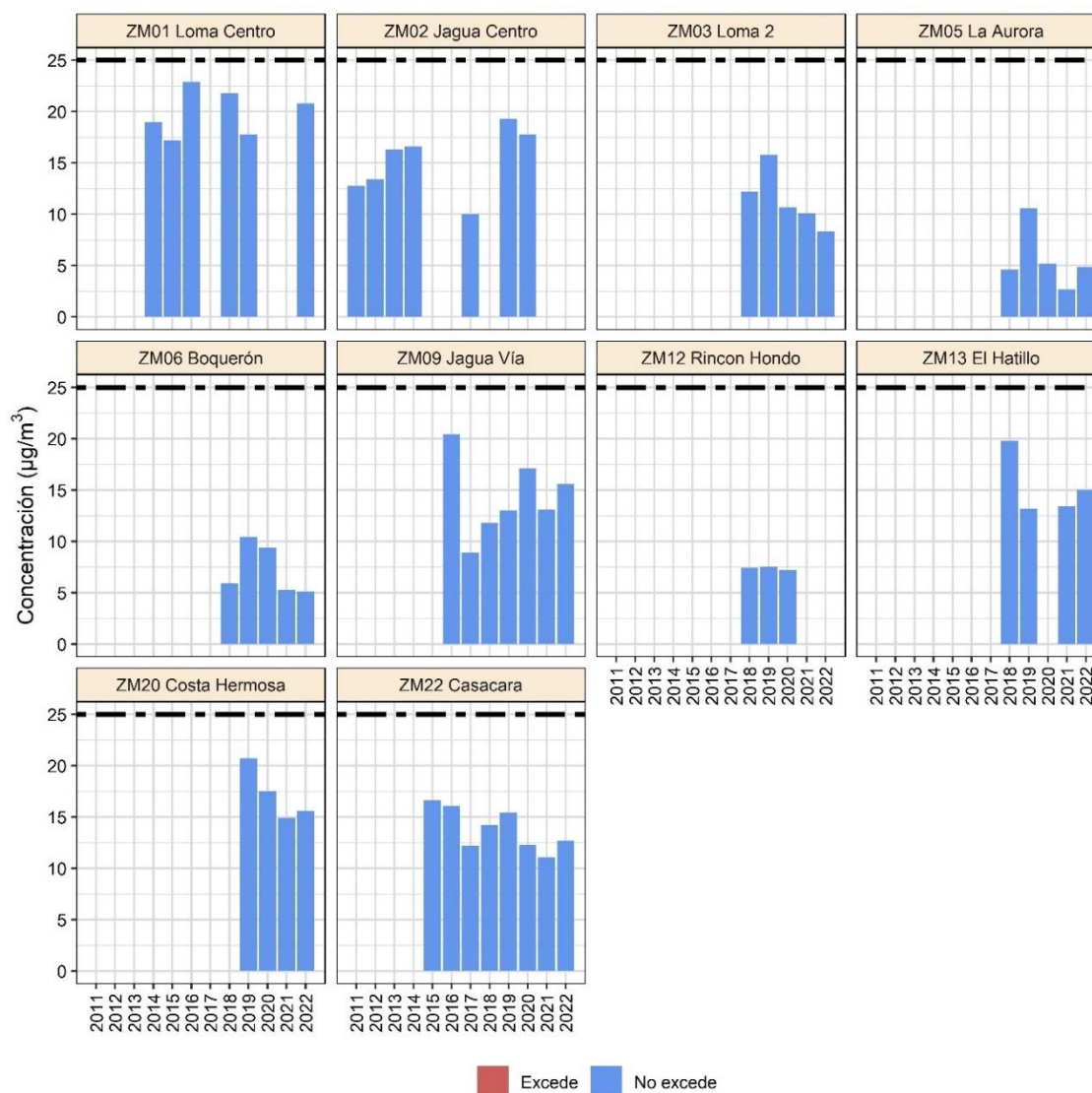
A pesar de lo anterior, es preciso detallar que los datos proporcionados por la autoridad ambiental y disponibles en SISAIRE muestran que, para los últimos 3 años se han determinado registros con concentraciones inferiores al límite normativo antes mencionado.

⁶ CORPOCESAR, 2016-2018. Informe de operación del Sistema Especial de Vigilancia de la Calidad del Aire en la Zona Carbonífera del Departamento del Cesar. Disponible en: <https://ambiensq2.dyndns.org/ambiensq/#!/reporteAire>



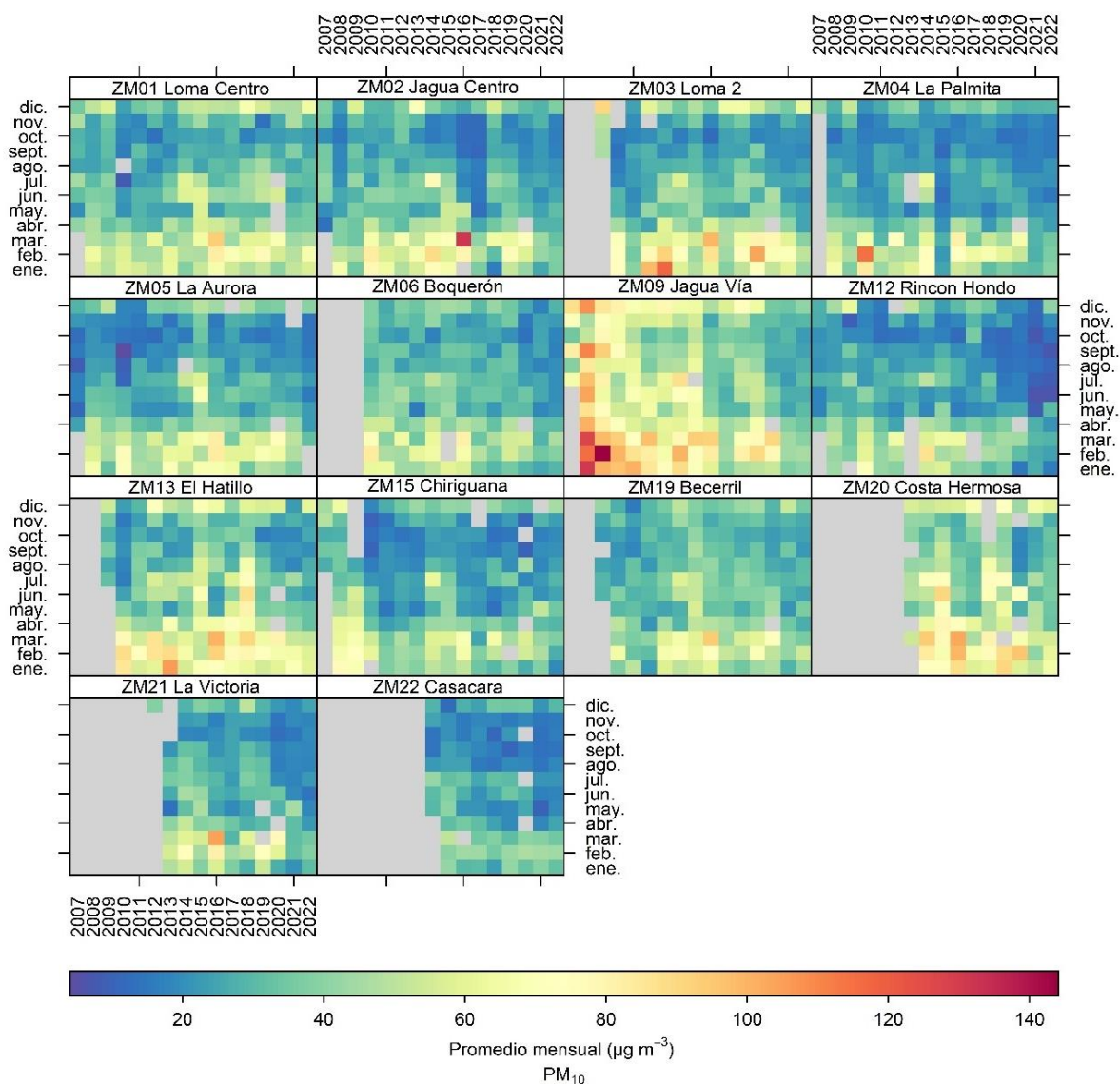
Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2007-2022). ANLA, 2023
Figura 2. Comportamiento histórico de promedios anuales de PM10 SEVCA - ZCC (2007-2022)

Respecto a lo observado en la Figura 3, ninguna de las estaciones que muestrea material particulado $\text{PM}_{2.5}$, presenta resultados excedentes respecto al límite permisible en tiempo de exposición anual ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) establecido por la Resolución 2254 de 2017, aunque se destaca mayores concentraciones en la estación ZM01 Loma Centro.



Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2009-2022). ANLA, 2023
Figura 3. Comportamiento histórico de promedios anuales de $PM_{2.5}$ SEVCA - ZCC (2007-2022)

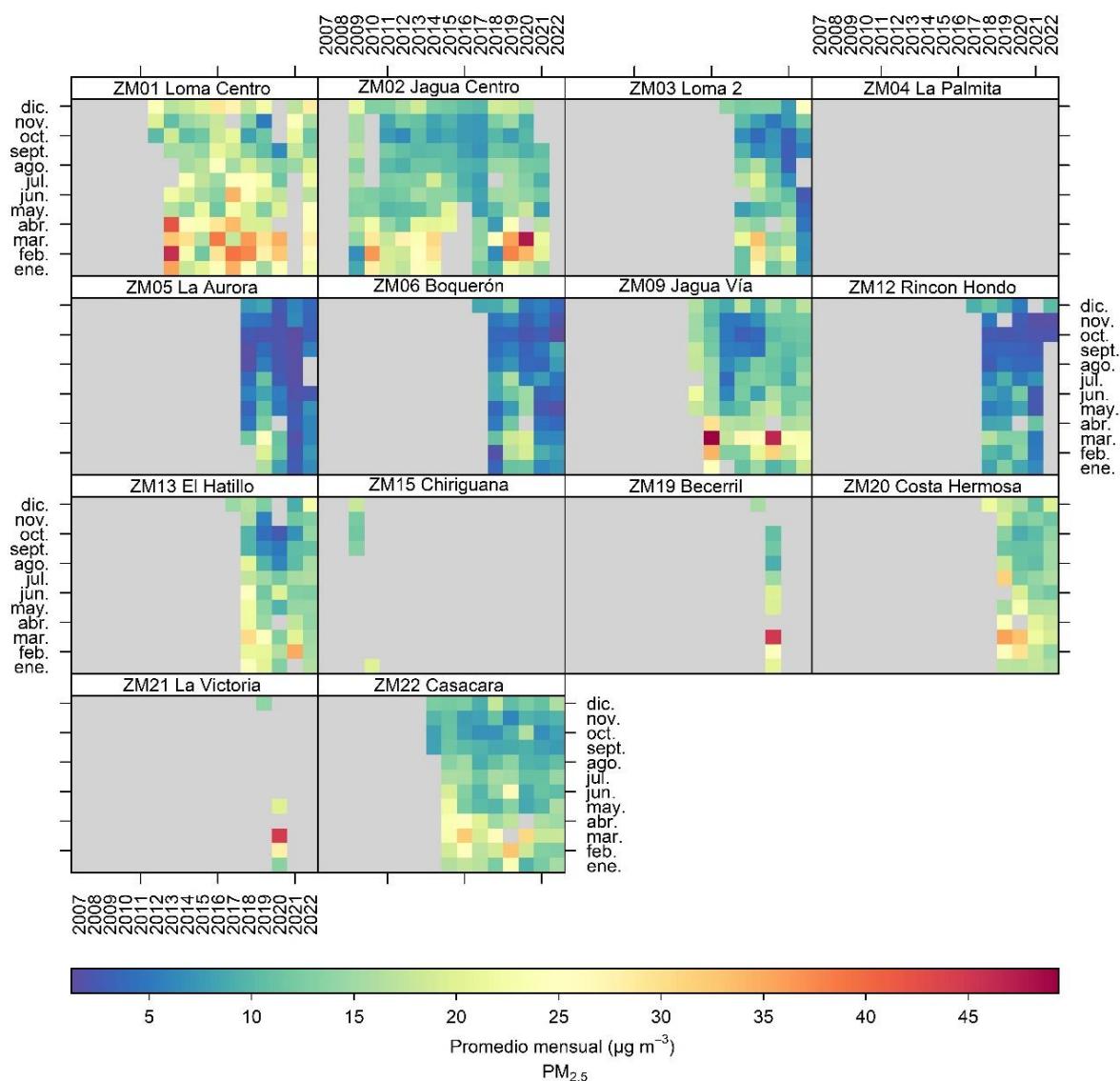
Respecto a la tendencia de los resultados mensuales, a continuación, se presentan para cada estación los promedios históricos por mes.



Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2007-2022). ANLA, 2023

Figura 4. Comportamiento histórico de promedios mensuales de PM₁₀ SEVCA - ZCC (2007-2022)

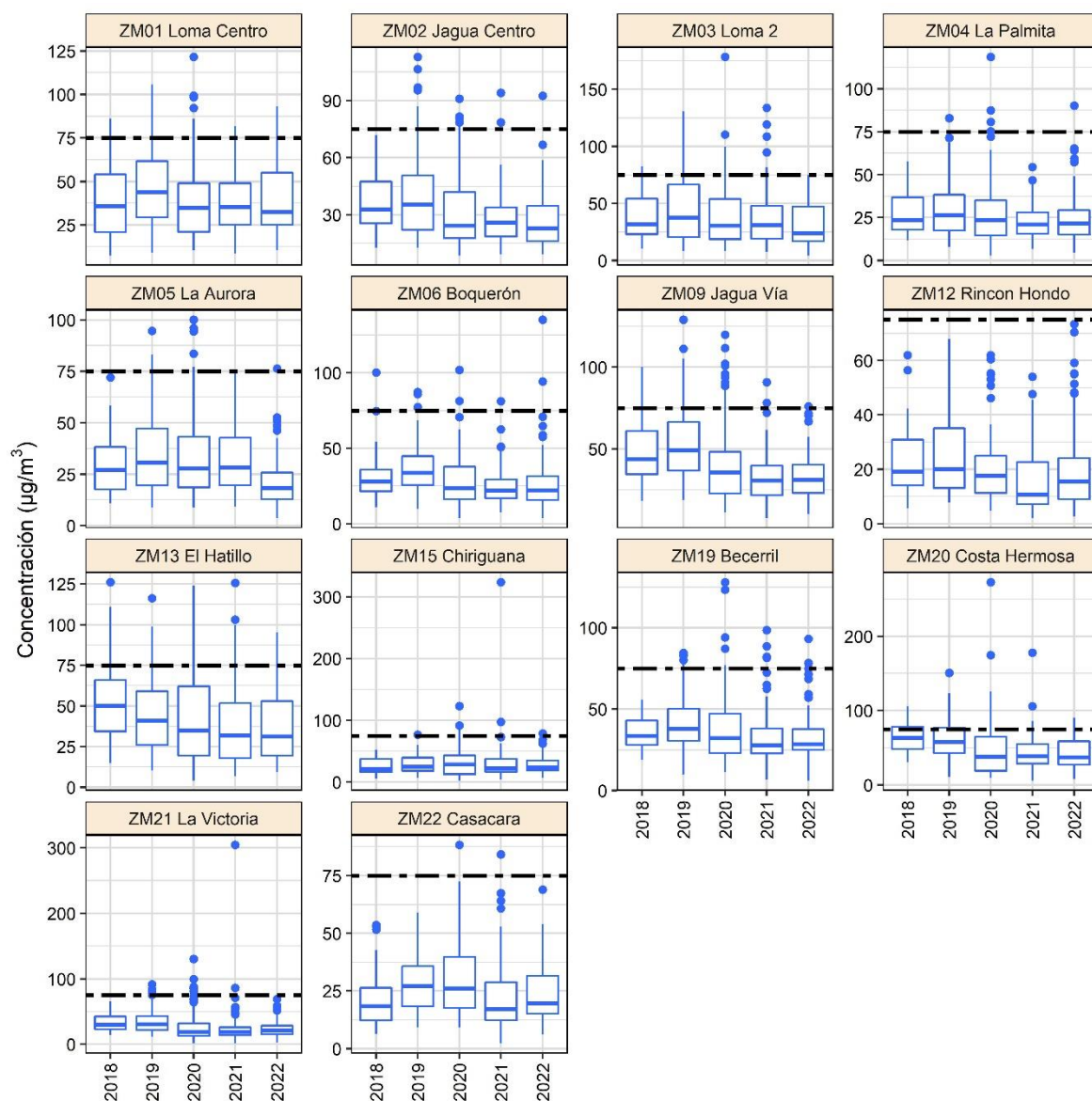
Conforme a la Figura 4, se evidencia que los meses que históricamente presentan registros mayores son enero, febrero y marzo, con concentraciones de PM₁₀ superiores a los 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Respecto al comportamiento promedio mensual del PM_{2.5}, (Figura 5), la estación que predominantemente presentó mayores concentraciones durante todos los meses fue ZM01 Loma Centro, con valores que superan los 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2009-2022). ANLA, 2023
Figura 5. Comportamiento histórico de promedios mensuales de $PM_{2.5}$ SEVCA - ZCC (2007-2022)

Frente al análisis por percentiles, de los promedios diarios, a continuación, se presenta su distribución histórica a manera de diagramas de caja, donde se incluye la comparación con los niveles máximos permisibles de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente.

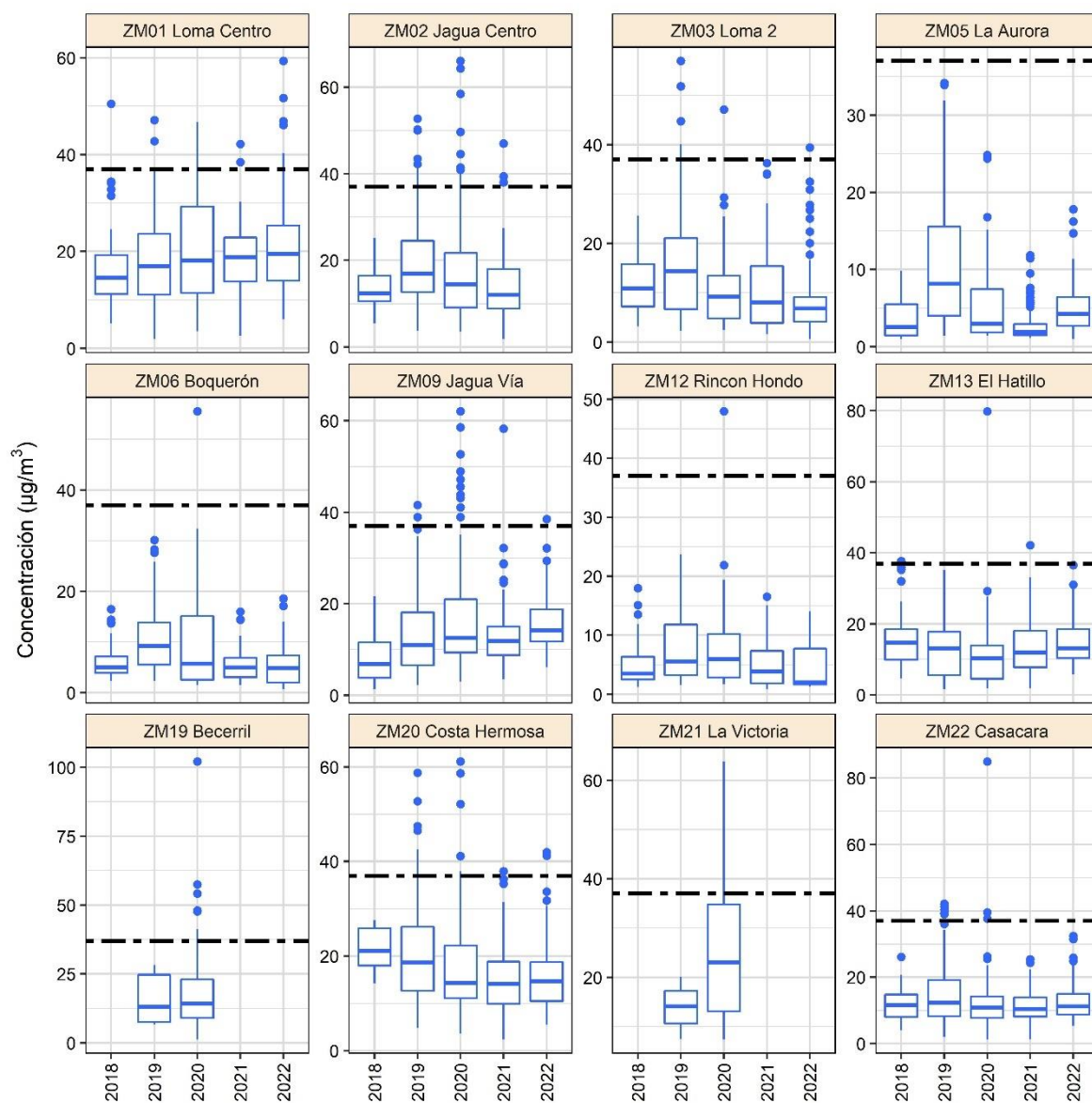
Respecto a la Figura 6, se puede identificar a nivel general que, para el PM_{10} la distribución del percentil 50, se localiza en un rango de 10 a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a excepción de las estaciones ZM20 Costa Hermosa y ZM21 La Victoria. Lo anterior quiere inferir que, la mediana de los registros se localizó en el rango mencionado. Adicionalmente, se puede detallar que, todas las estaciones registraron datos atípicos que superaron el límite normativo de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2007-2022). ANLA, 2023

Figura 6. Distribución de promedios diarios de PM_{10} SEVCA - ZCC (2007-2022)

Teniendo en cuenta la representación de la Figura 7, a nivel general para el $PM_{2.5}$ tuvo una distribución del percentil 50, entre 5 a 15 $\mu g/m^3$. Infiriéndose que, la mediana de los registros se localizó en el rango determinado.



Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2009-2022). ANLA, 2023

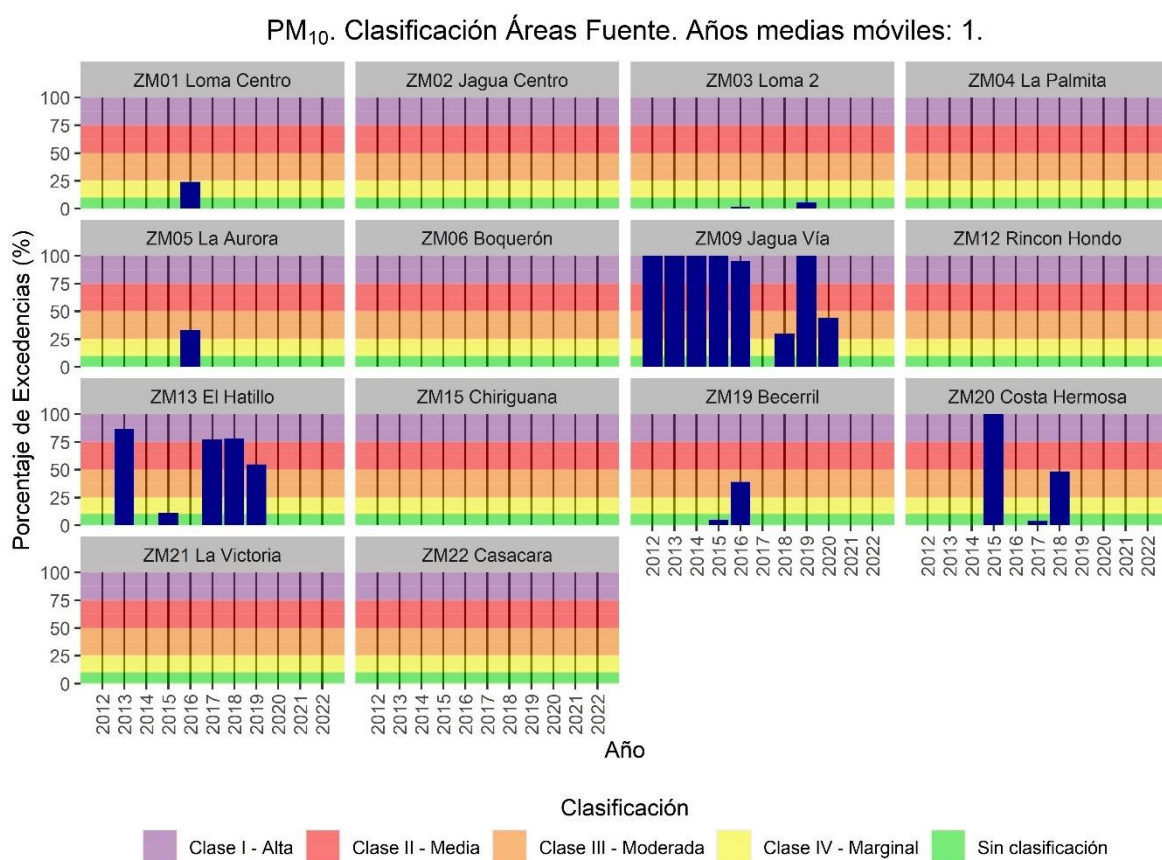
Figura 7. Distribución de promedios diarios de $PM_{2.5}$ SEVCA - ZCC (2007-2022)



2.1.2. Área – Fuente de Contaminación Atmosférica

La Zona Minera del Centro del Cesar se encuentra cobijada con el instrumento de planeación y ordenación nacional de nominado Área-Fuente de Contaminación Atmosférica Clase I-Áreas de Contaminación Alta”, por medio de la Resolución 0071 del 2 de febrero de 2021 de MinAmbiente⁷, la cual derogó la Resolución 0335 de 2011. Es importante tener en cuenta que el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en su artículo 2.2.5.1.10.4 “Clasificación de ‘áreas-fuente’ de contaminación” establece que las “Clase I-Áreas de Contaminación Alta”, son “Aquellas en que la concentración de contaminantes, dadas las condiciones naturales o de fondo y las de ventilación o dispersión, excede con una frecuencia igual o superior al setenta y cinco por ciento (75%) de los casos de la norma de calidad anual. En estas áreas deberán tomarse medidas de contingencia, se suspenderá el establecimiento de nuevas fuentes de emisión y se adoptarán programas de reducción de la contaminación que podrán extenderse hasta por diez (10) años”.

A continuación, se pueden detallar las medias móviles del material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}, para cada estación y conforme a su clasificación como área fuente de contaminación; además de la tendencia de las concentraciones.

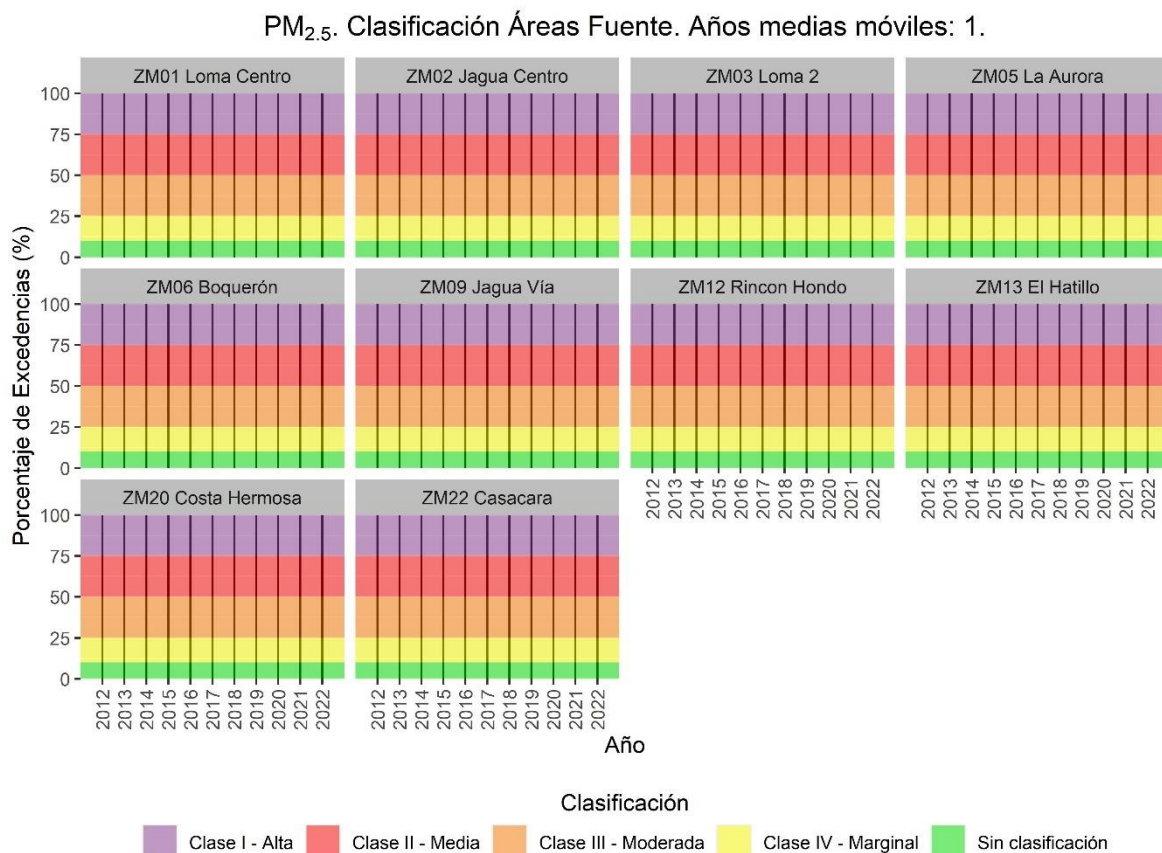


⁷ Resolución 0071 del 2 de febrero de 2021: “Por la cual se deroga la Resolución 0335 de 2011, se re-clasifican las áreas – fuente de contaminación en la zona carbonífera del Cesar y se adoptan otras determinaciones”



Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2007-2022). ANLA, 2023

Figura 8. Medias móviles de PM_{10} del área fuente de la ZMCC



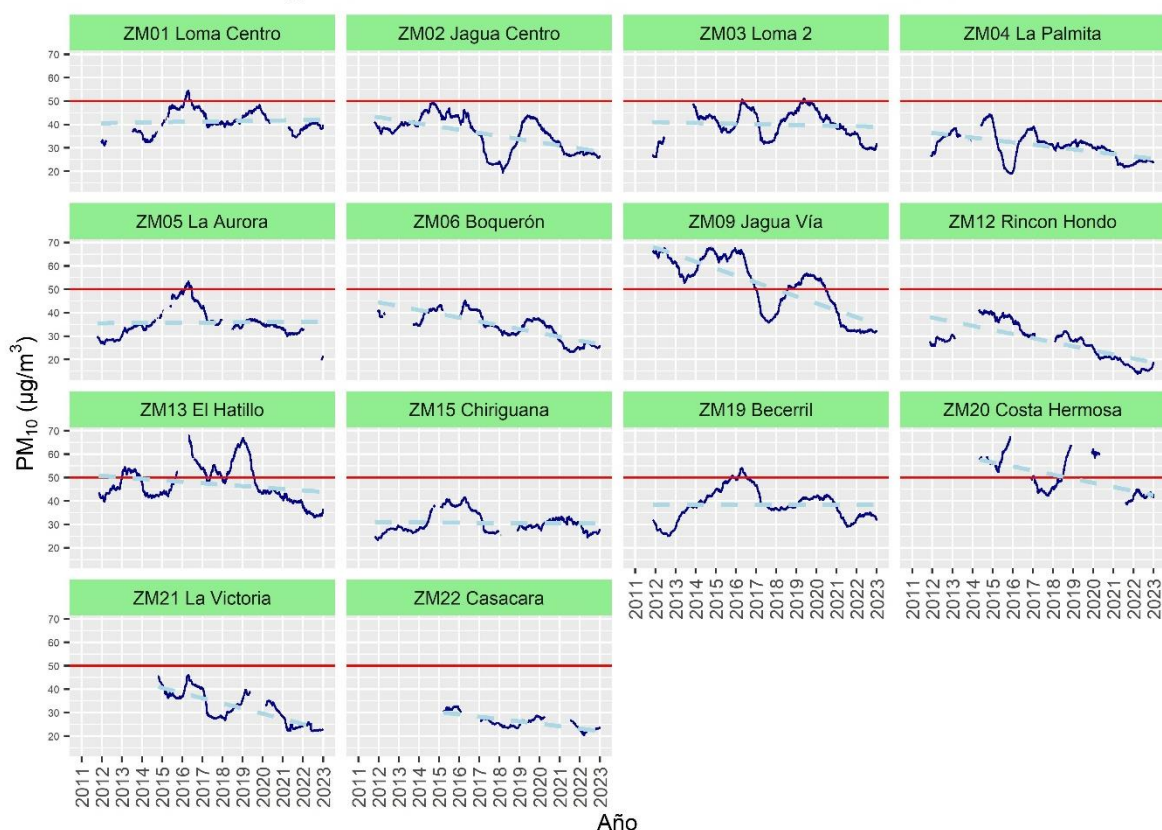
Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2009-2022). ANLA, 2023

Figura 9. Medias móviles de $PM_{2.5}$ del área fuente de la ZMCC

Considerando la Figura 8, respecto al PM_{10} , se puede identificar que la estación ZM01 Loma Centro presenta una clasificación área fuente Clase IV – Marginal, con concentraciones que para el año 2016 se acercaron al 25% de excedencias respecto al límite normativo en tiempo de exposición anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Para este mismo año, las estaciones ZM05 La Aurora y ZM19 Becerril se catalogaron en Clase III – Moderada, con registros de medias móviles con 30% excedencias; y las estaciones que alcanzaron la determinación más alta, Clase I – Alta fueron ZM09 Jagua Vía y ZM13 El Hatillo, con un 75% de registros excedentes. Respecto a las medias móviles de $PM_{2.5}$ (Figura 9), los resultados permiten determinar registros no excedentes al límite normativo anual ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



PM₁₀. Tendencias de concentración. Años medias móviles: 1.



Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2007-2022). ANLA, 2023

Figura 10. Tendencia de la concentración de PM₁₀ del área fuente de la ZMCC

Teniendo en cuenta los datos históricos de concentraciones de PM₁₀ (Figura 10), se determinó que las estaciones de monitoreo donde se presentan mayores registros año tras año son ZM09 Jagua Vía y ZM13 El Hatillo, con valores que exceden el límite permisible en tiempo de exposición anual establecido por la Resolución 2254 de 2017, en 50 µg/m³.

Conforme a la Figura 11, para las estaciones que en la ZMCC registran material particulado PM_{2.5}, la que registra concentraciones más altas es la ZM01 Loma Centro, con valores entre 20 a 25 µg/m³ y la de menores es la estación ZM12 Rincón Hondo, con datos inferiores a los 10 µg/m³.



PM_{2.5}. Tendencias de concentración. Años medias móviles: 1.



Fuente: ANLA - SIPTA, a partir de los datos del SEVCA-ZCC de CORPOCESAR (2009-2022). ANLA, 2023

Figura 11. Tendencia de la concentración de PM_{2.5} del área fuente de la ZMCC

2.2. MODELACIÓN DE DISPERSION DE MATERIAL PARTICULADO - PM₁₀

Con el propósito de analizar desde una visión regional el estado de la calidad del aire en la Zona Minera del Cesar, considerando proyectos mineros, desde el Centro de Monitoreo de los Recursos Naturales (CMRN) de la ANLA se desarrolló un modelo regional de dispersión de material particulado PM₁₀⁸, con registros de concentraciones históricas hasta 2019, siendo este año el de mayor actividad minera antes de la pandemia COVID-19.

Cabe precisar que la simulación contó con el inventario de fuentes de emisión de los proyectos: La Loma - Pribbenow (LAM0027), La Jagua (LAM1203), El Hatillo (LAM1862), Calenturitas (LAM2622), La Francia (LAM3199) y El Descanso, Similoa, y Rincón Hondo (LAM 3271).

Frente a los resultados, se obtuvieron las siguientes concentraciones sobre las coordenadas de localización de estaciones de calidad del aire del SEVCA de CORPOCESAR, denominadas como receptores discretos

⁸ ANLA, 2023. Modelación Regional de la calidad del aire para la Zona Minera del Centro del Cesar (año base: 2019). Disponible en: https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos-anla/centro-de-monitoreo/modelacion-ambiental



Conforme al ejercicio de modelación se determinaron concentraciones de PM_{10} sobre coordenadas de receptores discretos (Figura 12 y Tabla 3) que no superan los $40 \mu g/m^3$, las cuales difieren en cierta magnitud con las determinadas por medio de monitoreo considerando las posibles contribuciones de otro tipo de fuentes, no asociadas a los proyectos anteriormente descritos. Sin embargo, para las estaciones ZM12 Rincón Hondo, ZM15 Chiriguana y ZM22 Casacará, fueron las que mayor correlación presentaron entre las concentraciones modeladas y las concentraciones obtenidas por medio de monitoreo.





3. CONCLUSIONES

1. La representatividad de los muestreos de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$, históricamente ha sido variable. Sin embargo, se evidenció el aumento de esta representatividad para los últimos 5 años, con porcentajes que superan el 75%, cumpliendo lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010 hoy MADS). El porcentaje válido de muestras da viabilidad al monitoreo y su respectivo análisis.
2. Respecto al comportamiento de los promedios anuales de PM_{10} , se identificó el cumplimiento al límite normativo establecido por la Resolución 2254 de 2017 en $50 \mu g/m^3$, en la mayoría de las estaciones a excepción de ZM20 Costa Hermosa, ZM13 El Hatillo y ZM09 Jagua Vía, presentando concentraciones que superaron los $60 \mu g/m^3$, influenciadas por emisiones de re-suspensión de material en vías despavimentadas e incineración de residuos sólidos. Cabe precisar que los proyectos implementan medidas de manejo y seguimiento para el control de los impactos relacionados con las actividades directas.
3. Las concentraciones promedio anual de $PM_{2.5}$, presentaron un cumplimiento al límite normativo establecido en $25 \mu g/m^3$, presentándose las mayores concentraciones en la estación denominada ZM01 Loma Centro, con registros entre $15-23 \mu g/m^3$.
4. Frente al comportamiento tendencial mensual, para PM_{10} se identificó que los meses de enero, febrero y marzo de cada año han registrado las mayores concentraciones, las cuales son superiores a los $40 \mu g/m^3$. Se recomienda, por tanto, realizar la verificación de los elementos que inciden en el aumento de estos parámetros para la época del año señalada.
5. En el comportamiento de los promedios mensuales de $PM_{2.5}$, se identificó que la estación que presentó mayores concentraciones durante todos los meses fue ZM01 Loma Centro, con valores que superan los $20 \mu g/m^3$. Al respecto, es importante generar la revisión de la incidencia de factores externos sobre los datos registrados por esta estación.
6. Para las estaciones que se encuentran catalogadas dentro del área fuente de contaminación atmosférica en los últimos cinco (5) años (2018-2022), las estaciones ZM09 Jagua Vía, ZM13 El Hatillo y ZM20 Costa Hermosa, presentaron los porcentajes más altos de excedencias al límite permisible para PM_{10} . Considerando los resultados de excedencias al límite normativo de PM_{10} , la estación ZM09 Jagua Vía se clasificó de “Clase I -Alta”; la ZM13 El Hatillo en “Clase II – Media” y la ZM20 Costa Hermosa Moderada.
7. El ejercicio de modelación regional de material particulado PM_{10} , realizado por el CMRN de la ANLA (año base 2019), permitió identificar que el aporte por emisiones realizado por proyectos mineros en la ZMCC no superó las concentraciones de $40 \mu g/m^3$, valor que difiere en cierta magnitud con las determinadas por medio de monitoreo, considerando de esta forma la posibilidad de contribuciones por otro tipo de fuentes, no asociadas a los proyectos descritos.





4. BIBLIOGRAFIA

ANLA, 2023. Modelación Regional de la calidad del aire para la Zona Minera del Centro del Cesar (año base: 2019). Disponible en: https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos-anla/centro-de-monitoreo/modelacion-ambiental

CORPOCESAR, 2023. Base de datos histórica de concentraciones de material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}.

CORPOCESAR, 2022. Informes de operación del Sistema Especial de Vigilancia de la Calidad del Aire en la Zona Carbonífera del Departamento del Cesar. Disponible en: <https://ambiensq2.dyndns.org/ambiensq/#!/reporteAire>

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADS), 2017. Resolución 2254 de 01 de noviembre de 2017. Norma de Calidad de Aire de Ambiente. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-2254-de-2017/>

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADS), 2010. Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire. Resolución 651 de 2010 y Resolución 2154 de 2017. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/contaminacion-atmosferica/>

Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE. Disponible en: <http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/consultas.xhtml>

