



MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE CAMPO PLATANILLO



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

PUERTO ASÍS – PUTUMAYO NOVIEMBRE/DICIEMBRE DEL 2020

HISTORIA DEL DOCUMENTO					
VERSIÓN	Nº DE INFORME	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	FECHA DE ELABORACIÓN
1	1750	Angela Arévalo	Fabián Trujillo	Luis Olaya	Enero de 2021

**PREPARADO POR: MCS CONSULTORÍA Y MONITOREO AMBIENTAL S.A.S PARA
AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA**



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	10
OBJETIVOS	13
1 MARCO LEGAL	14
2 DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA.....	16
2.1 CONDICIONES METEOROLÓGICAS	16
2.1.1 RESUMEN PARÁMETROS.....	17
2.1.2 TEMPERATURA	18
2.1.3 PRECIPITACIÓN	18
2.1.4 HUMEDAD RELATIVA	19
2.1.5 PRESIÓN ATMOSFÉRICA	20
2.1.6 VIENTO	21
3 PROCESO METODOLÓGICO.....	23
3.1 CONDICIONES DEL MONITOREO	23
3.1.1 DESVIACIONES DEL MÉTODO DE ENSAYO	23
3.1.2 ADICIONES DEL MÉTODO DE ENSAYO.....	23
3.1.3 EXCLUSIONES DEL MÉTODO DE ENSAYO	23
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPUESTOS EN ESTUDIO	24
3.3 PLANIFICACIÓN DEL MONITOREO	24
3.3.1 ETAPA DE PREPARACIÓN	25
3.3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA	25
3.3.3 ETAPA DE CAMPO	30
3.3.3.1 Descripción de las estaciones del monitoreo	30
3.3.3.2 Principales fuentes de emisión de partículas y gases en la zona	44
3.3.3.3 Receptores identificados en el área de estudio.....	44
3.3.3.4 Trabajo de campo.....	44
3.3.4 ETAPA DE LABORATORIO Y ETAPA DE ANÁLISIS.....	47
3.3.4.1 Cálculos estadísticos	50
3.3.4.2 Corrección de datos a condiciones de referencia	50
3.3.4.3 Validación de los datos en SVCA manuales	51
3.4 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE (ICA).....	53
3.4.1 PUNTOS DE CORTE DEL ICA.....	53
3.4.2 CÁLCULO DEL ICA.....	54
4 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES Y COMPARACIÓN CON LAS NORMAS AMBIENTALES.....	55
4.1 RESULTADOS ESTACIÓN 1	55
4.2 RESULTADOS ESTACIÓN 2.....	56
4.3 RESULTADOS ESTACIÓN 3.....	57
4.4 RESULTADOS ESTACIÓN 4.....	58
4.5 RESULTADOS ESTACIÓN 5.....	59
4.6 RESULTADOS ESTACIÓN 6.....	60
4.7 MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (PM ₁₀)	61
4.7.1 ESTACIÓN 1 - PAD 9	61

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	MCS-20-1750
		

4.7.2	ESTACIÓN 2 - PAD 5	62
4.7.3	ESTACION 3 - PAD A.....	62
4.7.4	ESTACIÓN 4 - PAD 1	62
4.7.5	ESTACIÓN 5 - PAD 2N.....	63
4.7.6	ESTACIÓN 6 - PAD 3N.....	63
4.8	MATERIAL PARTICULADO FINO (PM _{2.5})	65
4.8.1	ESTACIÓN 1 - PAD 9	66
4.8.2	ESTACIÓN 2 - PAD 5	66
4.8.3	ESTACION 3 - PAD A.....	66
4.8.4	ESTACIÓN 4 - PAD 1	67
4.8.5	ESTACIÓN 5 - PAD 2N.....	67
4.8.6	ESTACIÓN 6 - PAD 3N.....	67
4.9	DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂)	69
4.10	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	70
4.11	OZONO (O ₃)	71
4.12	MONÓXIDO DE CARBONO (CO).....	71
4.13	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV)	71
4.14	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE (ICA).....	71
	CONCLUSIONES.....	74
	BIBLIOGRAFÍA	76

ANEXOS

- ANEXO 1. DATOS METEOROLÓGICOS
- ANEXO 2. FORMATOS DE CAMPO
- ANEXO 3. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS
- ANEXO 4. RESULTADOS REPORTADOS POR EL LABORATORIO
- ANEXO 5. GDB
- ANEXO 6. CARTAS DE FLUJO

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 3 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	MCS-20-1750
		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cumplimiento de los límites establecidos en la Resolución 2254 de 2017.	11
Tabla 2: Normatividad nacional aplicable para calidad de aire.	14
Tabla 3: Estándares máximos permisibles de niveles de inmisión, expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, según la Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017.	15
Tabla 4: Información estación meteorológica empleada para el presente estudio.	16
Tabla 5: Lista de chequeo: Microlocalización de estación meteorológica.	16
Tabla 6: Resumen información meteorológica.	17
Tabla 7: Datos del laboratorio y cliente.	23
Tabla 8: Características de los compuestos estudiados.	24
Tabla 9: Métodos de monitoreo utilizados.	25
Tabla 10: Componentes de los equipos de muestreo.	27
Tabla 11: Preparación de insumos.	29
Tabla 12: Resumen de los criterios de micro localización.	30
Tabla 13: Ficha de la estación uno (1) de monitoreo de calidad del aire.	31
Tabla 14: Ficha de la estación dos (2) de monitoreo de calidad del aire.	33
Tabla 15: Ficha de la estación tres (3) de monitoreo de calidad del aire.	35
Tabla 16: Ficha de la estación cuatro (4) de monitoreo de calidad del aire.	37
Tabla 17: Ficha de la estación cinco (5) de monitoreo de calidad del aire.	39
Tabla 18: Ficha de la estación seis (6) de monitoreo de calidad del aire.	41
Tabla 19: Localización general de los puntos de monitoreo dispuestos para el presente estudio.	43
Tabla 20: Fuentes de emisión.	44
Tabla 21: Manejo de equipos.	45
Tabla 22: Verificación.	46
Tabla 23: Procedimientos laboratorio y análisis.	47
Tabla 24: Parámetros analizados y características asociadas a la etapa de análisis, en el laboratorio de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.	50
Tabla 25: Validación de Datos.	52
Tabla 26: Puntos de corte del ICA.	53
Tabla 27: Resultados reportados en la Estación 1.	55
Tabla 28: Resultados reportados en la Estación 2.	56
Tabla 29: Resultados reportados en la Estación 3.	57
Tabla 30: Resultados reportados en la Estación 4.	58
Tabla 31: Resultados reportados en la Estación 5.	59
Tabla 32: Resultados reportados en la Estación 6.	60

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 4 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Valores diarios de temperatura.....	18
Figura 2: Valores diarios de precipitación.....	19
Figura 3: Valores diarios de humedad vs temperatura.....	19
Figura 4: Valores diarios de presión atmosférica.....	20
Figura 5: Rosa de los vientos.....	21
Figura 6: Distribución de frecuencias de viento.....	22
Figura 7: Concentraciones de material particulado (PM ₁₀).....	61
Figura 8: Diagrama de cajas para las concentraciones de material particulado (PM ₁₀).....	64
Figura 9: Histograma para las concentraciones de material particulado (PM ₁₀)....	64
Figura 10: Concentraciones de material particulado fino (PM _{2.5}).....	65
Figura 11: Diagrama de cajas para las concentraciones de material particulado fino (PM _{2.5}).....	68
Figura 12: Histograma para las concentraciones de material particulado fino (PM _{2.5}).....	69
Figura 13: Concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO ₂).....	69
Figura 14: Concentraciones de dióxido de azufre (SO ₂).....	70
Figura 15: Comportamiento diario del ICA para PM ₁₀	72
Figura 16: Comportamiento diario del ICA para PM _{2.5}	72
Figura 17: Comportamiento horario del ICA para NO ₂	73
Figura 18: Comportamiento media móvil 8 horas del ICA para O ₃	73

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	GLOSARIO
		MCS-20-1750 

GLOSARIO

Analizador: Equipo instrumental necesario para realizar análisis del aire ambiente mediante el uso de las propiedades físicas y químicas y que da señales de salida cíclicas o puntuales.

Calibración: Conjunto de operaciones que establece, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición, sistema de medición o valores representados por una unidad de medida y los valores conocidos correspondientes a una medición.

Concentración de fondo: Fracción de la calidad del aire observado que no se puede relacionar directamente con las fuentes que se estudian.

Concentración de una sustancia en el aire: Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

Condiciones de Referencia: Son los valores de temperatura y presión con base en los cuales se fijan las normas de calidad del aire y de las emisiones, que respectivamente equivalen a 25°C y 760 mm Hg (1 atmósfera de presión).

Contaminación Atmosférica: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

Contaminantes: Fenómenos físicos o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas.

Diagrama de caja (Box-Plot): Gráfica usada en análisis estadístico que permite tener una idea visual de la distribución de los datos, determinar si hay simetría, ver el grado de variabilidad existente y finalmente detectar datos atípicos.

Emisión: Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

Equipo para calibración: Es el instrumento o conjunto de dispositivos que son patrón de referencia sobre el que se compara la operación de un equipo de medición.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 6 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	GLOSARIO
		MCS-20-1750
		

Estación Fija: Que permanece un periodo de tiempo superior a un año en un punto fijo.

Estación Indicativa: Permanece en un punto en periodos de tiempo inferiores a un año.

Excedencia: Representación numérica para cada episodio que por contaminante supera el límite normativo correspondiente.

Fuentes Naturales: Emisiones provenientes de fuentes naturales como la resuspensión del polvo, las biogénicas y los volcanes en actividad.

Inmisión: Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un “receptor”. Se entiende por inmisión a la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable a nivel de la troposfera.

Media Móvil: Se calcula del mismo modo que el promedio aritmético para una cantidad n de datos y se va recalculando a medida que se agregan nuevos datos, partiendo del último dato agregado y manteniendo siempre el número de datos correspondiente a la cantidad definida.

Método de Referencia: Es el procedimiento de medición y análisis probado exhaustivamente, que debe utilizarse para determinar la concentración de una sustancia contaminante en el aire ambiente y deberán realizarse bajo los estrictos parámetros técnicos.

Monitoreo: En el sentido más amplio de la palabra, medición repetida para seguir la evolución de un parámetro durante un período de tiempo.

Norma anual: Establece la concentración máxima anual permisible de un contaminante, definida como el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias cuando se trata de contaminantes en estado gaseoso, o el promedio geométrico de los valores de las muestras diarias cuando se refieran a partículas suspendidas totales - PST.

Norma diaria: Establece la concentración máxima diaria permisible de un contaminante, definida como el promedio aritmético de los valores de las muestras horarias, que podrá excederse solo una vez en un año.

Norma promedio horaria: Establece la concentración máxima permisible de un contaminante, de las mediciones realizadas en un periodo de tiempo establecido (media hora, una hora, tres horas, 6 horas y 8 horas).

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 7 de 83 F-PMO01-65 E0
--	---	---

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	GLOSARIO
		MCS-20-1750
		

Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión: Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.

Promedio Aritmético: Es la sumatoria de todos los datos a promediar, dividido por el número total de datos.

Promedio Geométrico: Es la raíz enésima del producto de todos los datos a promediar

Punto Crítico: Puntos donde se encuentran posibles concentraciones altas por exposición directa (Hot Spot).

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 8 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	LISTADO DE ABREVIATURAS
		MCS-20-1750 

LISTADO DE ABREVIATURAS

µm:	Unidad de longitud, micrómetro
°T:	Temperatura
"H₂O:	Unidad de presión pulgadas de agua
µg/m³:	Microgramos por metro cúbico
ppm:	Partes por millón
b:	Intercepto
ICA:	Índice de Calidad del Aire
Hi-vol:	Muestreador de Alto Volumen.
L:	Litros
Low-Vol:	Muestreador de Bajo Volumen.
m:	Pendiente
ml:	mililitro
MAVDT:	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
MADS:	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Pb:	Presión Barométrica.
Qa:	Caudal Real o Actual.
Qstd:	Caudal estándar.
r:	Coeficiente de correlación.
SEVCA:	Sistema Especial de Vigilancia de la Calidad del Aire: Cualquier población con problemáticas específicas de calidad del aire (minería, alto nivel de industrialización, etc.).
SISAIRE:	Sistema de Información sobre Calidad del Aire.
SVCA:	Sistema de Vigilancia de la calidad del aire. SVCAI: Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire Industrial: Aplicado a actividades a las que la autoridad ambiental establezca la obligación de implementar un SVCA. Podrá contar con estaciones indicativas o fijas.
USEPA:	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency).

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 9 de 83 F-PMO01-65 E0
--	---	---

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESUMEN EJECUTIVO
		MCS-20-1750
		

RESUMEN EJECUTIVO

La empresa Amerisur Exploración Colombia Limitada, contrató los servicios de la firma MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S. para realizar el monitoreo de calidad de aire para el Campo Platanillo, dando cumplimiento a la licencia ambiental del Área de Explotación de Hidrocarburos Platanillo, en particular de acuerdo a lo consignado en la Resolución 953 de 2017, localizado en el departamento de Putumayo en jurisdicción del municipio de Puerto Asís, estableciendo un plan de trabajo donde se tomaron 18 muestras por parámetro analizado y autorizado bajo el plan de calidad MCS 20-1171. El presente informe en versión reemplaza al informe en versión 0 con código MCS-20-1750.

La jornada de campo se efectuó del 03 de noviembre al 08 de diciembre del 2020 en 6 puntos localizados en el área de influencia del proyecto, determinando las concentraciones de Material Particulado menor a 10 micrómetros (PM_{10}), Material Particulado menor a 2,5 micrómetros ($PM_{2.5}$) y Dióxido de Azufre (SO_2) con muestreos diarios de 24 horas, mediciones de Ozono (O_3) de 8 horas; así como de Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) con muestreos diarios de una hora. Las mediciones se realizaron día de por medio debido a que el monitoreo se llevó a cabo durante la época húmeda de la zona, dando cumplimiento a lo establecido en la Tabla 20 del Numeral 5.7.4 del Manual de diseño del Protocolo para el seguimiento y monitoreo de la calidad del aire.

MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, en conformidad con la normatividad ambiental vigente, se encuentra acreditada para realizar los muestreos y análisis, mediante la Resolución de renovación y extensión N° 0775 del 14 de septiembre de 2020 emitida por el IDEAM (*Anexo 2. Formatos de campo*). Para el desarrollo de la campaña de monitoreo se utilizaron los métodos, procedimientos de muestreo, análisis y cálculos establecidos en el Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50 del Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos, donde la Environmental Protection Agency (EPA) establece los estándares primarios y secundarios para la calidad del aire. Dichos métodos fueron adoptados por el IDEAM para Colombia mediante la Resolución 2448 del 10 de noviembre de 2010.

Los resultados obtenidos en el monitoreo reflejan cumplimiento total de los límites diarios establecidos en la Resolución 2254 del 1 de noviembre de 2017. De igual manera, se realiza una comparación indicativa con la norma anual y se evidencia que no se presentan sobrepasos de la misma. El promedio de los primeros 15 días de monitoreo no sobrepasó el 80% del límite anual, por lo que no es necesario ampliar el periodo de monitoreo de 18 a 24 días.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 10 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESUMEN EJECUTIVO
		MCS-20-1750
		

Tabla 1: Cumplimiento de los límites establecidos en la Resolución 2254 de 2017.

Estación	Muestras Válidas	# Exced. Límite Anual	# Exced. Límite Diario	# Exced. Límite Horario	# Exced. Límite 8 Horas	% Cumplimiento norma diaria
PM₁₀ – Material Particulado menor a 10 micras						
Estación 1. PAD 9	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 2. PAD 5	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 3. PAD A	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 4. PAD 1	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 5. PAD 2N	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 6. PAD 3N	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
PM_{2.5} – Material Particulado menor a 2,5 micras						
Estación 1. PAD 9	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 2. PAD 5	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 3. PAD A	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 4. PAD 1	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 5. PAD 2N	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 6. PAD 3N	18/18	0	0	N.A.	N.A.	100%
SO₂ – Dióxido de Azufre						
Estación 1. PAD 9	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 2. PAD 5	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 3. PAD A	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 4. PAD 1	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 5. PAD 2N	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
Estación 6. PAD 3N	18/18	N.A.	0	N.A.	N.A.	100%
NO₂ – Dióxido de Nitrógeno						
Estación 1. PAD 9	18/18	0	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 2. PAD 5	18/18	0	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 3. PAD A	18/18	0	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 4. PAD 1	18/18	0	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 5. PAD 2N	18/18	0	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 6. PAD 3N	18/18	0	N.A.	0	N.A.	100%
O₃ – Ozono						
Estación 1. PAD 9	18/18	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
Estación 2. PAD 5	18/18	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
Estación 3. PAD A	18/18	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
Estación 4. PAD 1	18/18	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
Estación 5. PAD 2N	18/18	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
Estación 6. PAD 3N	18/18	N.A.	N.A.	N.A.	0	100%
CO – Monóxido de Carbono						
Estación 1. PAD 9	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 2. PAD 5	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 3. PAD A	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 4. PAD 1	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 5. PAD 2N	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%
Estación 6. PAD 3N	18/18	N.A.	N.A.	0	N.A.	100%

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

El presente informe se encuentra estructurado de la siguiente manera: Inicialmente se encuentran los objetivos, luego la descripción meteorológica general del área, seguido de la metodología utilizada para los muestreos y sus respectivos análisis, resultados obtenidos y su comparación con las normas de calidad vigentes, las conclusiones del estudio, la bibliografía y finalmente los anexos dentro de los cuales

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 11 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESUMEN EJECUTIVO
		MCS-20-1750
		

se incluyen: Los datos meteorológicos (**Anexo 1. Datos meteorológicos**), las cadenas de custodia y formatos de campo (**Anexo 2. Formatos de campo**), los certificados de calibración de los equipos empleados (**Anexo 3. Calibración de equipos**), los resultados reportados por el laboratorio (**Anexo 4. Resultados de Laboratorio**), la geodatabase (**Anexo 5. GDB**) y las cartas de flujo (**Anexo 6. Cartas de flujo**).

Los resultados del presente informe solo hacen referencia a las muestras tomadas en campo para el cliente en mención, de acuerdo a la información descrita en las fechas y locaciones establecidas del presente documento. Prohibida la reproducción parcial o total del presente informe sin la aprobación escrita del laboratorio.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 12 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	OBJETIVOS
		MCS-20-1750
		

OBJETIVOS

➤ Objetivo general

Desarrollar el monitoreo de calidad de aire para el componente atmosférico, con el fin de caracterizar el estado del mismo para el Campo Platanillo, ubicado en el departamento de Putumayo, en jurisdicción del municipio de Puerto Asís.

➤ Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de PM_{10} con ayuda de muestreadores de alto volumen (Hi-Vol), concentraciones de $PM_{2.5}$ con muestreadores de bajo volumen (Low-Vol) y de NO_2 y SO_2 , por medio de muestreadores de gases (rack de gases), en 6 puntos.
- Monitorear las concentraciones de CO, según la normatividad consignada en la Resolución 2154 de 2010, del MAVDT hoy MADS y la Resolución 2254 de 2017.
- Monitorear las concentraciones de COV siguiendo los procedimientos recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos-US EPA.
- Determinar los compuestos en estudio, mediante técnicas analíticas como la Espectrofotometría visible (NO_2 y SO_2), Absorción Ultravioleta modulada en flujo cruzado (O_3), Gravimetría (PM_{10} y $PM_{2.5}$), Cromatografía de Gases de Alta Resolución con detector de ionización en llama (HRGC/FID) (COV) y Fotometría infrarroja no dispersiva (CO).
- Comparar los resultados obtenidos a partir del trabajo de campo y de laboratorio, con los valores permisibles establecidos en la legislación colombiana (Resolución 2254 de 2017).
- Presentar los efectos sobre la salud de la población y acciones preventivas con base en el cálculo del índice de calidad del aire para la campaña de monitoreo.
- Dar cumplimiento a la licencia ambiental del Área de Explotación de Hidrocarburos Platanillo, consignada en la Resolución 953 de 2017.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 13 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	MARCO LEGAL
		MCS-20-1750
		

1 MARCO LEGAL

Tabla 2: Normatividad nacional aplicable para calidad de aire.

Entidad	Norma	Numeral	Descripción
Presidencia de la República	Decreto 2811 del 18 de Diciembre de 1974	Artículo 75, Parte II, Capítulo II, Título VII	Expresa la necesidad de implementar medidas de prevención, control y mitigación de la calidad del aire.
Ministerio de Salud	Decreto 02 del 11 de enero de 1982	-	Busca solucionar los problemas de salud pública por contaminación atmosférica.
-	Constitución Nacional de 1991	Artículos 79 y 80 del Capítulo III	"Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo". "Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados".
Congreso de Colombia	Ley 99 de 1993	-	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, encargando a las autoridades ambientales de ejercer la evaluación, control, y seguimiento ambiental de los usos del agua, suelo, aire y demás recursos renovables, entre otras disposiciones.
Presidente de la República	Decreto 948 de 1995 modificado por el Decreto 979 de 2006	-	Norma marco para el componente aire, en él se dan las bases normativas para la calidad del aire.
MAVDT	Resolución 601 de 2006 modificada por la Resolución 610 de 2010	Artículo 2º	Reglamenta los límites máximos de inmisión para todo el territorio nacional.
MAVDT	Resolución 650 del 29 de marzo de 2010, modificada por la Resolución 2154 del 2 de noviembre de 2010	-	Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad de aire. Establece las directrices, metodologías y procedimientos necesarios para llevar a cabo las actividades de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire en el territorio nacional.
MADS	Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015	Título 5, Aire, Capítulo 1	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
MADS	Resolución 2254 del 1 de noviembre de 2017	Artículo 2º	Reglamenta los límites máximos de inmisión para todo el territorio nacional a partir del 1 de enero de 2018.

Fuente: Recopilación de normatividad nacional.

A continuación, se presentan los límites establecidos para calidad de aire con los cuales se comparan los resultados obtenidos en el monitoreo:

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 14 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	MARCO LEGAL
		MCS-20-1750
		

Tabla 3: Estándares máximos permisibles de niveles de inmisión, expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, según la Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017.

Parámetro	Unidad	Resolución 2254 de 2017
Material Particulado (PM_{10})		
Promedio Diario (24 Horas)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	75
Promedio Aritmético Anual	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
Material Particulado fino ($\text{PM}_{2.5}$)		
Promedio Diario (24 Horas)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	37
Promedio Aritmético Anual	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	25
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)		
1 Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200
Promedio Aritmético Anual	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	60
Dióxido de Azufre (SO_2)		
24 Horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
Ozono (O_3)		
8 Horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100
Monóxido de Carbono (CO)		
1 Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	35000
8 Horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5000

* Condiciones de Referencia. (25°C y 760 mmHg).

Fuente: Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017, Emitida por el MADS.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 15 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA
		MCS-20-1750
		

2 DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA

2.1 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

En la **Tabla 4** se presenta la información de la estación utilizada para el análisis del comportamiento meteorológico en la zona de estudio durante la realización del monitoreo.

Tabla 4: Información estación meteorológica empleada para el presente estudio.

Marca	Davis Instrument		
Modelo	Vantage Pro 2		
Número de serial	3788A-6312/3788A-6328		
Código MCS	EQC-MCS-0014		
Fotografía			
Sensor	RANGO	PRECISIÓN	RESOLUCIÓN
Sensor Temperatura	-40°C - 65°C	± 0,5 °C	0,1 °C
Sensor Precipitación	0 – 6553 mm	± 4%	0,2 mm
Sensor Velocidad Dirección Viento	1 – 80 m/s 0° - 360°	± 5% 3°	0,1 m/s 1°
Sensor de Humedad Relativa	1% - 100%	± 3%	0,01
Sensor de Presión Barométrica	410 – 820 mmHg	0,8 mmHg	0,1 mmHg

Fuente: Manual de Operación estación Davis Instrument.

En la **Tabla 5** se presentan los criterios de ubicación de los sensores de la estación meteorológica.

Tabla 5: Lista de chequeo: Microlocalización de estación meteorológica.

Sensor Evaluado	Altura del instrumento sobre el suelo		Distancia al obstáculo más cercano		Ubicación del instrumento	
Sensor de Velocidad y Dirección del Viento	C	4,5 m sobre el terreno de llano abierto	C	10 veces superior a la altura del obstáculo	-	-
Sensor de temperatura	C	4,5 m del nivel del suelo	C	Más de 4 veces la altura del obstáculo más cercano. Presenta exposición directa al sol y al viento y libre de sombra	C	Más de 10 m de áreas pavimentadas, se ubica sobre un suelo cubierto por una capa natural de gravilla y lejos de aguas estancadas
Sensor de Humedad Relativa	C	Más de 2 m sobre el nivel medio del terreno	C	Más de 4 veces la altura del obstáculo más cercano	C	El sensor está protegido de la lluvia y el viento, no se presenta micro-clima
Sensor de Precipitación	C	Altura superior de 1 m medido sobre el nivel medio del terreno	C	Más de 2 veces la altura del obstáculo más cercano	C	Sitio sin laderas o techos de edificaciones
Sensor de Presión Barométrica	C	Sitio alejado de vibraciones y choques mecánicos	C	Alejado de fuentes de luz intensa	-	-

C: Cumple

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA		Página 16 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA		F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA
		MCS-20-1750
		

2.1.1 RESUMEN PARÁMETROS

En la **Tabla 6**, se presentan los datos con una escala de color de rojo a verde que representa la variación de cada parámetro, señalando en verde los menores valores y en rojo los mayores valores. De acuerdo con esto se evidencia que los valores de precipitación y temperatura presentaron un comportamiento opuesto. Se observa también que la humedad obtuvo un comportamiento opuesto a la temperatura y similar a la precipitación, puesto que el contenido de humedad en la atmósfera se relaciona directamente con la precipitación. La presión barométrica presentó ligeras variaciones diarias, manteniéndose en un valor similar durante los días del monitoreo.

Tabla 6: Resumen información meteorológica.

Día	Fecha	Temperatura Ambiente °C	Humedad Relativa %	Velocidad del Viento m/s	Precipitación mm	Presión Barométrica mmHg
1	2020-11-03	25,8	90,3	1,2	0,0	738,1
2	2020-11-04	24,6	84,1	1,5	0,0	739,3
3	2020-11-05	26,2	88,3	1,3	2,7	737,8
4	2020-11-06	27,0	87,9	1,3	0,0	736,8
5	2020-11-07	24,8	86,9	1,5	0,9	738,5
6	2020-11-08	25,8	89,9	2,1	0,0	739,1
7	2020-11-09	25,7	91,6	1,5	1,7	738,7
8	2020-11-10	26,4	86,1	1,1	0,0	738,3
9	2020-11-11	24,9	85,4	1,2	9,8	738,4
10	2020-11-12	22,9	91,4	1,5	0,0	739,4
11	2020-11-13	25,3	94,0	1,2	3,6	738,5
12	2020-11-14	26,2	91,2	1,2	0,0	737,9
13	2020-11-15	25,2	91,3	1,5	0,0	737,9
14	2020-11-16	23,4	88,4	1,3	0,0	739,2
15	2020-11-17	25,6	91,0	1,5	0,2	738,3
16	2020-11-18	25,5	89,1	1,6	0,0	737,7
17	2020-11-19	25,8	91,5	1,5	0,0	737,6
18	2020-11-20	24,9	89,9	1,3	4,0	738,4
19	2020-11-21	25,2	87,1	1,2	2,8	738,4
20	2020-11-22	26,8	88,6	1,5	0,0	738,0
21	2020-11-23	23,4	85,9	1,2	0,0	739,3
22	2020-11-24	25,5	86,0	0,9	0,0	738,7
23	2020-11-25	25,3	90,1	1,3	0,0	738,1
24	2020-11-26	26,4	87,9	1,5	0,8	737,2
25	2020-11-27	23,2	87,8	1,5	2,0	738,5
26	2020-11-28	24,7	88,0	1,5	0,8	739,2
27	2020-11-29	25,0	89,8	0,9	0,4	739,7
28	2020-11-30	25,3	83,7	1,3	0,0	739,0
29	2020-12-01	25,1	85,8	1,2	0,0	738,9
30	2020-12-02	25,4	88,1	1,4	0,0	738,3
31	2020-12-03	26,2	86,0	1,5	0,0	737,8
32	2020-12-04	26,4	83,4	1,8	0,0	738,5
33	2020-12-05	26,4	86,8	1,6	0,0	739,7
34	2020-12-06	24,9	88,0	1,3	0,0	739,5
35	2020-12-07	23,7	88,2	1,1	10,0	739,6
36	2020-12-08	23,7	87,5	1,0	5,6	740,4

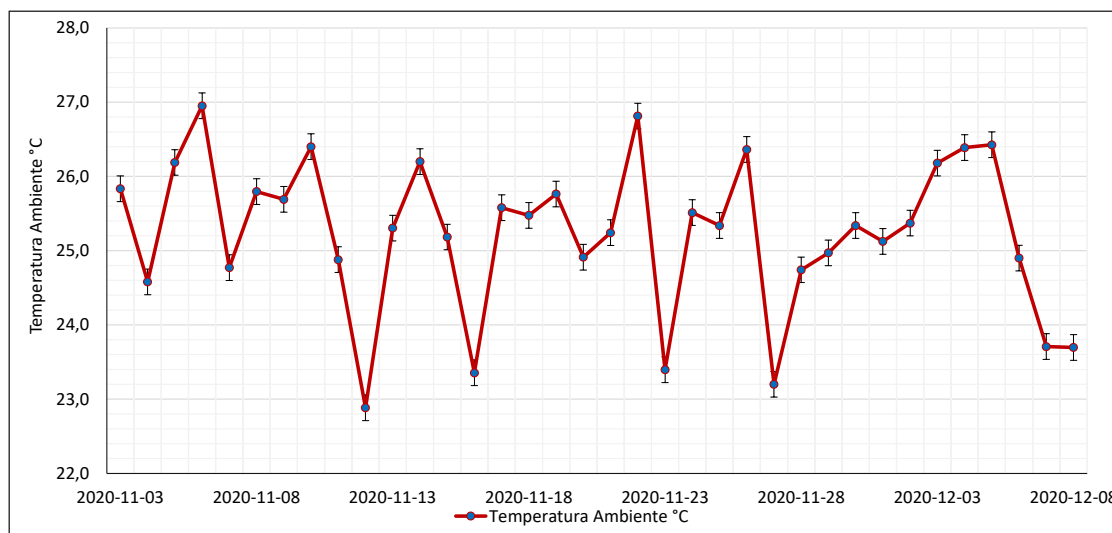
Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 17 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA
		MCS-20-1750
		

2.1.2 TEMPERATURA

La temperatura ambiente es la medida de la magnitud del calor ocasionada por la radiación solar sobre la atmósfera o sobre la tierra. La distribución espacial de la temperatura, es consecuencia de los gradientes verticales, que a su vez dan origen a los pisos térmicos; de esta manera, a cada nivel altimétrico corresponde una temperatura específica y una posición en un gradiente de latitud-longitud.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

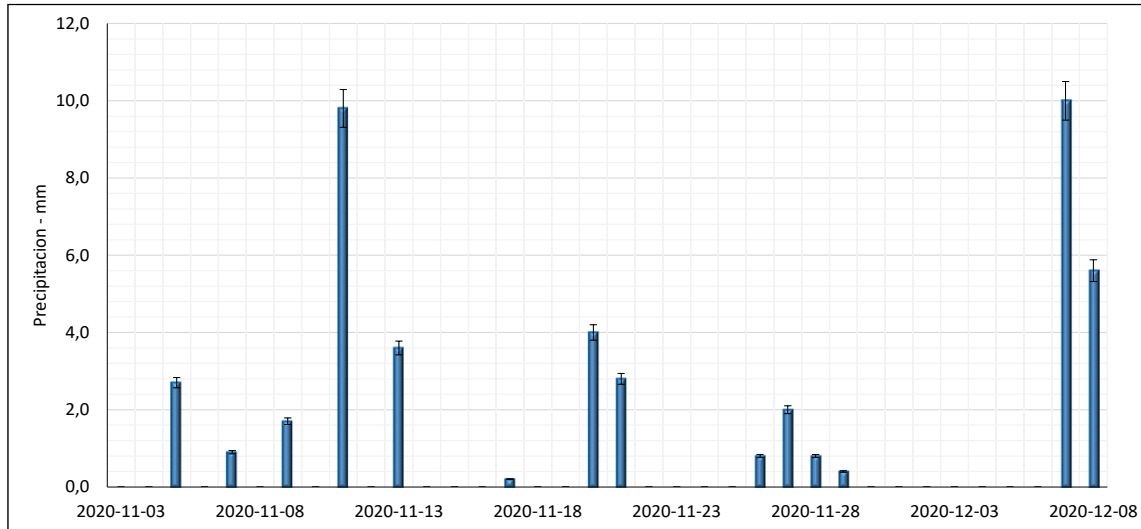
Figura 1: Valores diarios de temperatura.

De acuerdo con la información presentada en la **Figura 1** se evidencia que la temperatura durante el monitoreo osciló entre 22,9°C y 27,0°C. La menor temperatura se presentó el día 12 de noviembre y la mayor temperatura se presentó el día 06 de noviembre de 2020. En general se evidenció un comportamiento variable sin observar datos atípicos.

2.1.3 PRECIPITACIÓN

La precipitación es uno de los elementos que condicionan el clima de manera más profunda y más rápida, y un factor controlador del ciclo hidrológico en la región, así como de la ecología y el paisaje. La precipitación se define como el agua, tanto líquida como sólida, que cae sobre la superficie de la tierra y que viene precedida en todos los casos por los fenómenos de condensación y sublimación o por una combinación de ambos.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 18 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

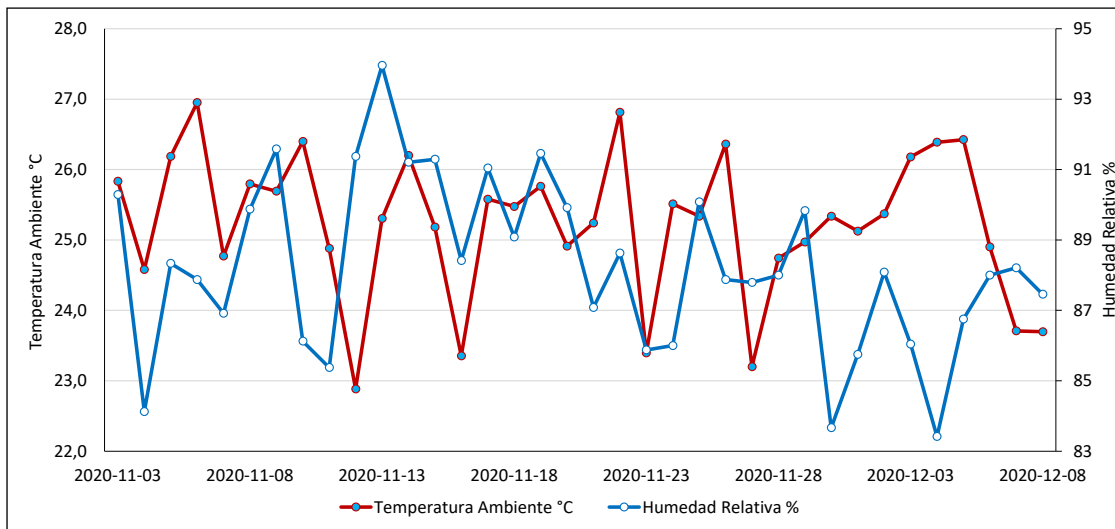


Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 2: Valores diarios de precipitación.

Durante el monitoreo se presentaron precipitaciones entre 0,2 mm y 10,0 mm, presentándose el menor valor el día 17 de noviembre y la mayor precipitación el día 07 de diciembre de 2020, además ausencia de precipitación los días 03, 04, 06, 08, 10, 12, del 14 al 16, 18, 19, del 22 al 25 y 30 de noviembre, así como del 01 al 06 de diciembre.

2.1.4 HUMEDAD RELATIVA



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 3: Valores diarios de humedad vs temperatura.

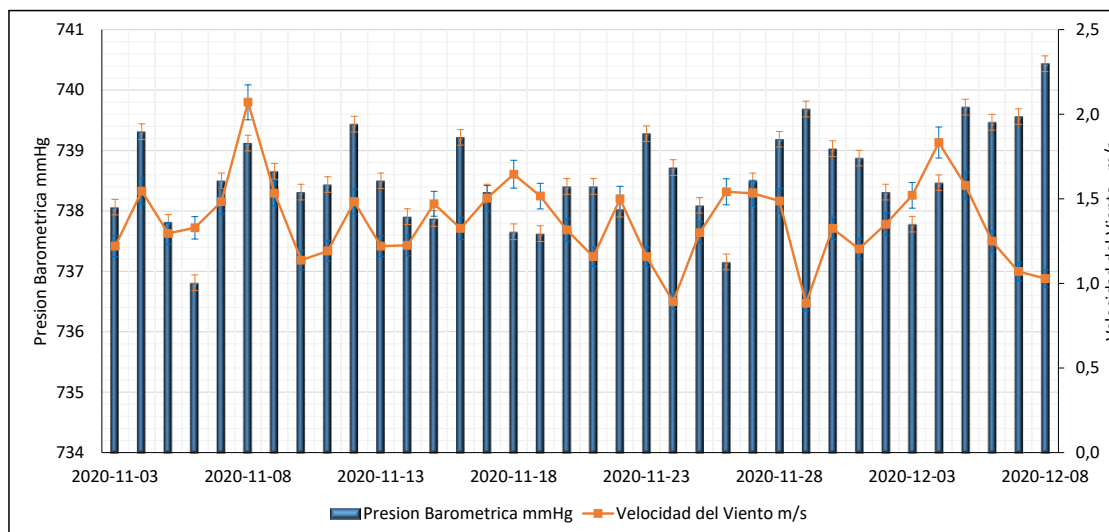
	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA
		MCS-20-1750
		

Se define la humedad relativa como la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen de aire y la que tendría si estuviese saturado a la temperatura que se encuentra dicho aire. Este parámetro es de utilidad dado que es posible diluir algunos gases que son miscibles en el agua, como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, en el aire húmedo; estos núcleos húmedos también cumplen la función de retener material sólido que, al ser higroscópico, puede aglomerarse y sedimentarse.

Los valores de humedad relativa durante el monitoreo oscilaron entre 83,4% y 94,0%, presentándose el mínimo valor el día 04 de diciembre y el máximo valor el día 13 de noviembre de 2020. Se evidencia una relación opuesta entre la humedad y la temperatura, puesto que cuando incrementa la humedad la temperatura disminuye, como se observa en la **Figura 3**.

2.1.5 PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Se analiza la presión atmosférica como otro parámetro que influye en las características climáticas y en la dispersión de los contaminantes. Dicho parámetro está relacionado con diferentes variables como lo son la temperatura, la humedad del aire y la elevación del lugar o área de estudio. En cuanto a la relación de la presión con la temperatura y la humedad, está dada debido a que el aire caliente pesa menos que el aire frío y el aire húmedo menos que el aire seco, condiciones que se relacionan con la variación de la presión atmosférica.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 4: Valores diarios de presión atmosférica.

Los valores de presión atmosférica oscilaron entre 736,8 mmHg y 740,4 mmHg durante el monitoreo. El menor valor se presentó el día 06 de noviembre y el mayor

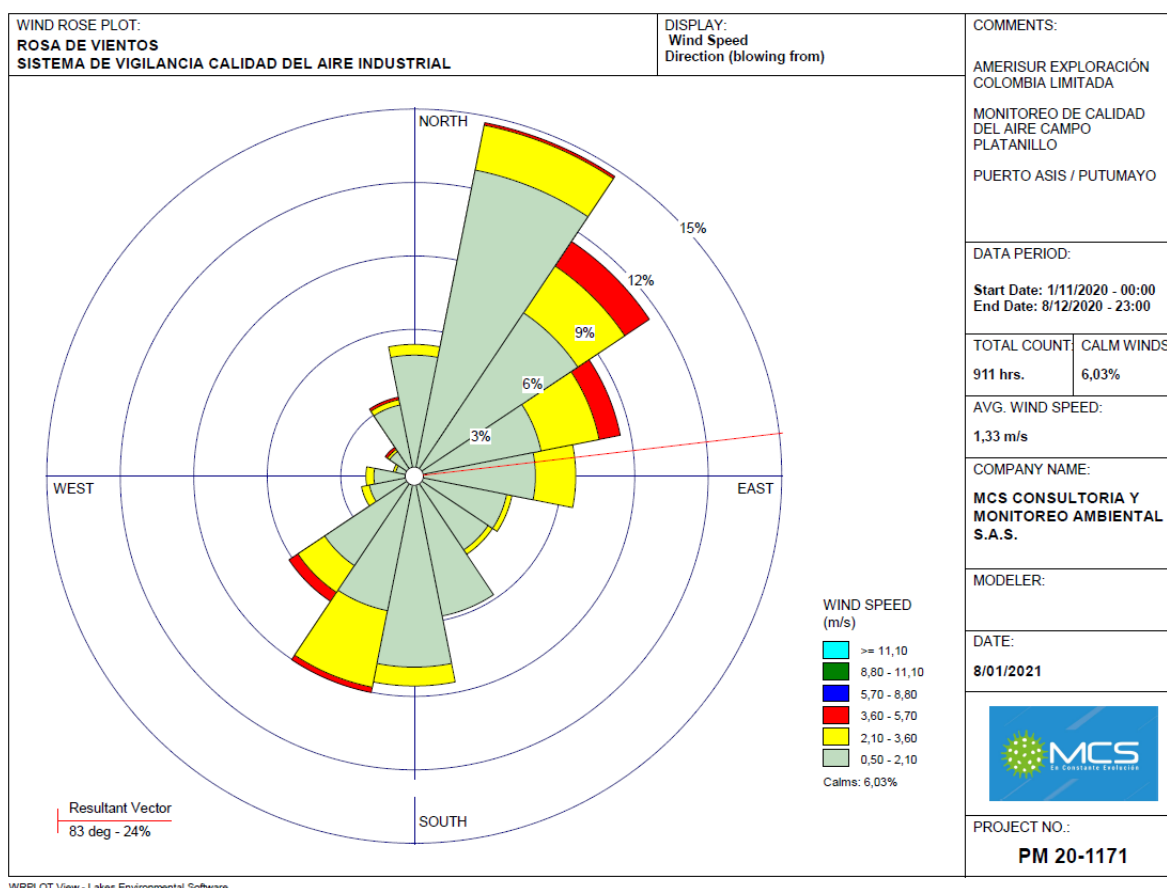
ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 20 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA
		MCS-20-1750
		

valor el día 08 de diciembre de 2020. La presión presentó un comportamiento opuesto a la velocidad del viento, observándose que al incrementar la presión los valores de velocidad del viento disminuyeron.

2.1.6 VIENTO

En este aparte se analizaron las características más representativas del viento, así como su comportamiento que se ilustra en la rosa de los vientos, obtenida a partir de los datos suministrados por la estación y procesados con el programa WRPLOT VIEW FREEWARE¹ (**Figura 5**).



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 5: Rosa de los vientos.

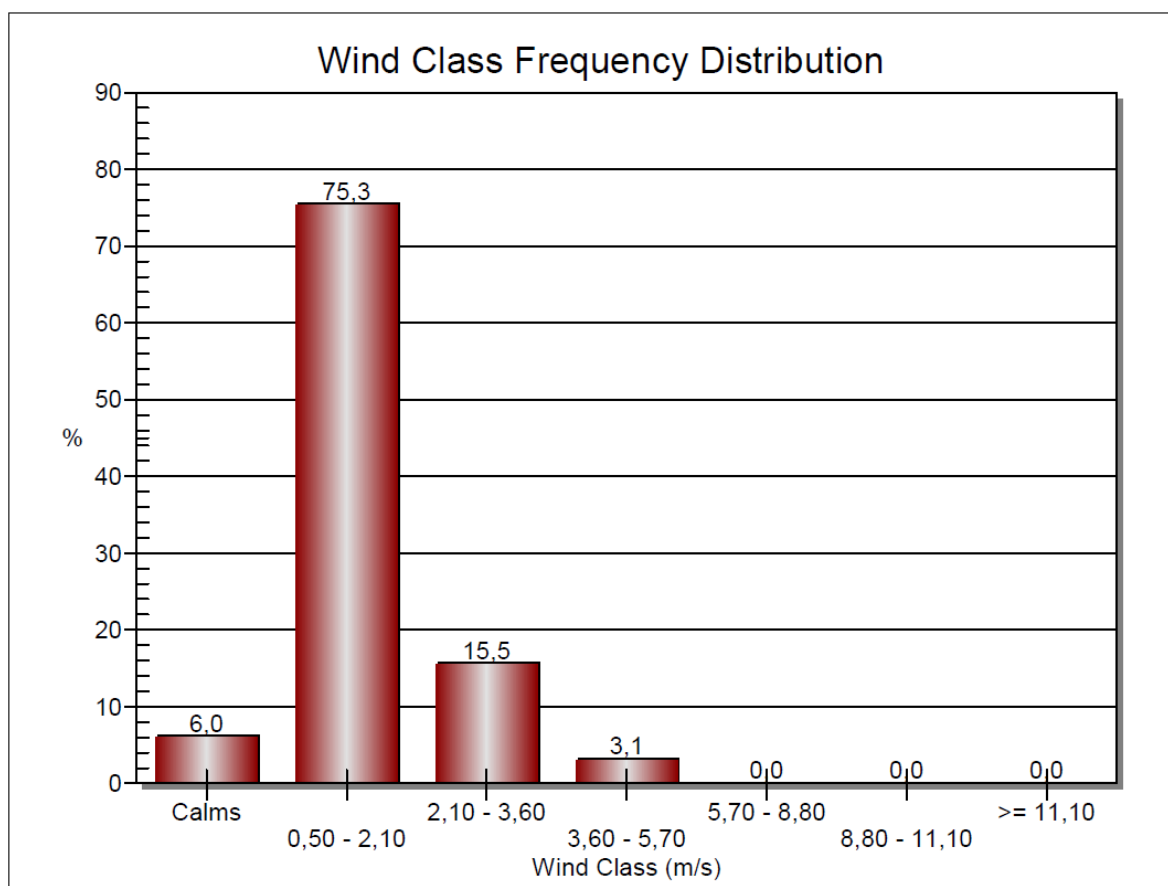
En la **Figura 5** se puede observar un comportamiento en el que predominan los vientos provenientes de la dirección nor-noreste (NNE) con el 14,69% de los vientos,

¹Environmental Lakes: WRPLOT View -Freeware Version 7. [En línea: 16 de noviembre de 2017]. Disponible en: <http://weblakes.com/products/wrplot/index.html>.

ELABORADO POR: 	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 21 de 83 F-PMO01-65 E0
--	--	---

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA
		MCS-20-1750
		

seguidas por vientos en la dirección noreste (NE) con el 11,51% y vientos en la dirección sur-suroeste (SSW) con el 8,99% de los datos; obteniendo así un vector resultante en la dirección este (E) con el 24% de los datos y velocidades de hasta 5,7 m/s. Por otra parte, como se puede observar en la **Figura 4** la velocidad del viento presentó un comportamiento variable, registrándose el mayor valor promedio el día 08 de noviembre (2,1 m/s) y el menor valor los días 24 y 29 de noviembre (0,9 m/s), con una velocidad promedio de 1,33 m/s.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 6: Distribución de frecuencias de viento.

De acuerdo con la **Figura 6** el mayor porcentaje de datos (75,3%) presentó velocidades promedio horarias que oscilan entre 0,5 m/s y 2,1 m/s, seguido por el 15,5% de los datos con velocidades de 2,1 m/s a 3,6 m/s, además el 3,1% de las velocidades corresponde a vientos entre 3,6 m/s y 5,7 m/s y finalmente el 6,0% de los vientos permanecieron en calma.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 22 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

3 PROCESO METODOLÓGICO

En este capítulo se muestra la definición y características de los contaminantes a analizar, los equipos empleados, sus especificaciones y forma de empleo en campo, así como los puntos de medición y las fuentes de emisión. Posteriormente se dan a conocer los cálculos y análisis pertinentes a realizar.

3.1 CONDICIONES DEL MONITOREO

En la **Tabla 7** se presentan las condiciones específicas del monitoreo así como los datos del laboratorio y del cliente, las fechas de medición, así como las desviaciones, adiciones y exclusiones del método de ensayo.

Tabla 7: Datos del laboratorio y cliente.

Información del laboratorio	
Razón Social	MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.
Nit	830.073.450-5
Dirección	Cr 17 N° 166-72
Ciudad	Bogotá D.C.
Teléfono	6797855
Información del cliente	
Razón Social	Amerisur Exploración Colombia Limitada
Nit	900.089.005-4
Contacto	Ximena Rodríguez Ortiz
Dirección	Transversal 21 No. 98-71 Piso 6 Edificio Ayasha
Ciudad	Bogotá
Teléfono	571 6408960 Ext. 146
Información de las mediciones	
Parámetros medidos	PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , COV y CO
Número de estaciones	6
Fecha de Monitoreo	03/11/2020 al 08/12/2020
Fecha de recepción de muestras	09/12/2020
Fecha de ejecución de los análisis	09/12/2020 al 18/12/2020

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

3.1.1 DESVIACIONES DEL MÉTODO DE ENSAYO

No se registran desviaciones al método de ensayo.

3.1.2 ADICIONES DEL MÉTODO DE ENSAYO

No se registran adiciones al método de ensayo.

3.1.3 EXCLUSIONES DEL MÉTODO DE ENSAYO

No se registran exclusiones al método de ensayo.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 23 de 83 F-PMO01-65 E0
--	--	---

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPUESTOS EN ESTUDIO

Tabla 8: Características de los compuestos estudiados.

Contaminante	Descripción	Orígenes	Efectos
Partículas suspendidas con diámetro menor a 10 micrómetros (PM ₁₀).	Partículas de muy pequeño diámetro que ingresan con facilidad al sistema respiratorio.	Funcionamiento de motores con combustibles fósiles, industria (ladrillo, cobre, etc.), movimiento de tierras.	Lesiones pulmonares. Contribuye a enfermedades de los pulmones o del corazón. Agravante de enfermedades como asma.
Partículas suspendidas con diámetro menor a 2,5 micrómetros (PM _{2.5}).	Partículas de muy pequeño diámetro que ingresan con facilidad al sistema respiratorio y se alojan en los alveolos.	Proviene principalmente de la combustión de diésel en los motores de los vehículos	Exacerbación de enfermedades de tipo respiratorio. Agravamiento de enfermedades cardiovasculares. Dolor de garganta, tos, dolor de cabeza y sibilancias.
Dióxidos de Nitrógeno (NO ₂).	Varios compuestos gaseosos constituidos por nitrógeno y oxígeno.	Hornos industriales. Vehículos automotores. Centrales termoeléctricas.	Lesiones pulmonares. Forman lluvia ácida. Deterioro de edificios y monumentos. Daño a los bosques. Forman contaminación fotoquímica.
Dióxido de Azufre (SO ₂).	Gas incoloro, no inflamable y de olor sofocante. Se condensa a -10°C y solidifica a -72°C. Es soluble en agua y en los solventes orgánicos.	Combustión del azufre contenido en los combustibles fósiles (petróleos combustibles, diésel, gasolina, petróleo, carbón, etc.). Fundición de minerales que contienen azufre. Otros procesos industriales.	Deterioro de los suelos y cursos de agua. Lluvia ácida. Irritación ocular por formación de ácido sulfuroso sobre las mucosas húmedas. Queratitis (irritación de la córnea). Colapso circulatorio. Problemas de asma y bronquitis crónica. Edema pulmonar. Inflamación de las vías respiratorias.
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).	Sustancias de base carbono, precursoras del ozono, presentes en la atmósfera, con una presión de vapor superior a 0,14 mmHg a 25°C.	Evaporación de disolventes orgánicos. Fuentes naturales.	Alta toxicidad. Algunos tienen efectos cancerígenos.
Ozono (O ₃).	Gas sin olor ni color, con una presión de vapor 5500 kPa a 12°C	Se forma naturalmente a través de la incidencia de la radiación sobre el O ₂	Irritación severa o leve en los ojos. Mareo. Irritación en el sistema respiratorio.
Monóxido de Carbono (CO).	Gas sin olor ni color.	Vehículos a gasolina. Fogatas y quema de leña, cartón, entre otros.	Dolores de cabeza, menor claridad mental. Muerte. Lesiones cardíacas.

Fuente: Base de Datos MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

3.3 PLANIFICACIÓN DEL MONITOREO

A continuación, se presenta el proceso metodológico empleado para el desarrollo del monitoreo de calidad del aire, mediante la determinación de PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂,

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

SO₂, CO, COV y O₃, el cual se encuentra fundamentado en los lineamientos establecidos en las Resoluciones 610 y 2154 de 2010 y 2254 del 2017 emitidas por el MAVDT hoy MADS y avalados por la *Environmental Protection Agency* de los Estados Unidos (EPA).

3.3.1 ETAPA DE PREPARACIÓN

Esta etapa involucró las siguientes actividades:

- Selección del número de puntos a muestrear.
- Preparación del material: Equipos e insumos (soluciones absorbentes para SO₂ y NO₂, las cuales deben mantenerse refrigeradas y pesado de filtros para PM₁₀ y PM_{2.5}), requeridos para el monitoreo.
- Disposición de transporte adecuado para los equipos (Muestreadores de alto volumen para PM₁₀, Muestreadores de bajo volumen para PM_{2.5}, cajas de gases para NO₂ y SO₂, frascos, neveras, analizador de HORIBA para O₃, monitor HORIBA para CO y tubos de carbón activado para COV).
- Calibración de los equipos para los análisis in-situ.
- Rotulación y empaque.

3.3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA

Tabla 9: Métodos de monitoreo utilizados.

Compuesto	Metodología	Descripción
Material particulado (PM ₁₀) Método gravimétrico por muestreador de alto volumen	EPA e- CFR 40, Capítulo 1, Sub-capítulo C, Parte 50, Apéndice J-Alto volumen. Procedimiento interno: I-PMO01-07	Hacer pasar una muestra de aire succionada por un motor calibrado (que debe tener un caudal entre 1,02 y 1,24 m ³ /min a condiciones locales para PM ₁₀), a través de un filtro secado y pesado previamente hasta peso constante, ubicado al interior de una caseta o coraza de protección, durante un período de muestreo de 24 horas. Pesado de filtro en el laboratorio bajo condiciones de humedad y temperatura controladas, antes y después de su utilización para determinar la ganancia neta de peso. El volumen total del aire muestreado, corregido a condiciones de referencia, se determina a partir del flujo de aire ambiente medido y del tiempo de muestreo. La concentración de partículas suspendidas en el aire ambiente se calcula dividiendo la masa de partículas colectadas en el filtro y el volumen de aire muestreado durante las 24 horas y se expresa en microgramos por metro cúbico patrón o estándar (µg/m ³) las cuales son equivalentes a las condiciones de referencia de la normatividad colombiana.
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	EPA TO – 17 Procedimiento interno: I-PMO01-16	La muestra de aire ambiental del punto de interés se recolecta usando una Bomba MSA, la cual utiliza una cápsula de carbón activado. La metodología estandarizada aplicada para la determinación de estos compuestos en laboratorio es la EPA TO 17. El método usado para determinar la concentración de estos compuestos, es la técnica de cromatografía de gases, detector FID, de purga y trampa o inyección directa. El análisis en laboratorio se realiza inyectando una fracción de la muestra, al cromatógrafo de gases que mediante una columna cromatográfica y un programa de temperatura específico separa los compuestos orgánicos, que son determinados y cuantificados por un detector FID.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 25 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Compuesto	Metodología	Descripción
Material particulado fino (PM _{2.5}) Método gravimétrico por muestreador de bajo volumen	EPA e- CFR 40, Capítulo 1, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice L Procedimiento interno: I-PMO01-21	Un motor eléctrico succiona aire ambiente a una tasa de volumen constante hacia la entrada del equipo (cabezal) y a través de un separador de partículas inerciales (impactador), donde el material particulado suspendido en el rango de PM _{2.5} es separado para su recolección en un filtro de politetrafluoroetileno (PTFE) durante el tiempo de muestreo. Cada filtro es pesado (después de estabilizar la humedad y la temperatura) antes y después de la recolección de la muestra para determinar el peso neto ganado debido al PM _{2.5} colectado. El volumen total de aire muestreado es determinado por la medida del flujo a temperatura y presión ambiente y el tiempo total de muestreo. La concentración másica de PM _{2.5} en el aire ambiente es calculada como la masa total de partículas en el rango de PM _{2.5} dividido en el volumen total de aire muestreado y es expresado en microgramos por metro cúbico de aire (µg/m³).
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	N°408 Methods for Air Sampling and Analysis, 3a edition, 1998. AWMA/ACS/ICHE/APWA) Procedimiento interno: I-PMO01-15	Este método es aplicable en la determinación de dióxido de nitrógeno en aire ambiente para muestreos de 24 horas. En el muestreo se recoge mediante el burbujeo de la solución absorbente, que contiene trietanolamina, o-metoxifenol (guayacol) y metabisulfito de sodio. El ion nitrito producido durante el muestreo se determina colorimétricamente haciendo reaccionar el reactivo de absorción expuesta con sulfanilamida y el ácido 8-anilo-1-naftalenosulfónico (ANSA). El rango del método, suponiendo una tasa de muestreo de 200 cm³/min durante 24 horas, es de 20 a 700 µg NO ₂ /m³. Una concentración de 0,025 µg NO ₂ /ml producirá una absorción de 0,025 a 550 nm con una celda de 1 cm. Cuando las muestras excedan las absorbancias, de los estándares de calibración, deben diluirse con reactivo absorbente hasta que entren dentro del rango. Se puede utilizar cualquier dispositivo de control de flujo capaz de mantener un flujo constante a través de la solución de muestreo de entre 180 y 200 cm³/min.
Monóxido de carbono (CO)	U.S. EPA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice C. (Fotometría infrarroja No-Dispersiva). Método de Referencia Automático: RFCA-0506-158.	La medición de este parámetro se hace por fotometría infrarroja no dispersiva. La incidencia de radiación infrarroja (IR) atraviesa una rueda rotatoria filtrante de gas (una mitad contiene CO y la otra mitad contiene nitrógeno) antes de ingresar a la celda de muestra. Cuando la radiación infrarroja pasa a través de la mitad de la rueda que contiene CO, todas las longitudes de onda absorbidas por el CO son completamente removidas de la radiación, creando un rayo de "referencia" el cual no resulta afectado por el CO en la muestra que se mide. Cuando la energía IR atraviesa la mitad de la rueda que contiene nitrógeno, las longitudes de onda específicas de CO no son removidas de la radiación, y un rayo de "medición" será atenuado por CO en la muestra. La rotación de la rueda de filtro de gas crea un haz que alterna entre fases de "referencia" y "medición". La energía infrarroja que atraviesa el filtro y la celda de muestra es detectada por un sensor de estado líquido y es convertida a un valor de concentración. Los analizadores infrarrojos CFG son, en general, menos sensibles a los gases interferentes, las fluctuaciones de potencia de la fuente IR, la vibración y la acumulación de polvo en el medio óptico.
Ozono (O ₃)	Determinación de la concentración de Ozono, EPA e- CFR Título 40, parte 50, apéndice D, Automated Reference Method: EQOA-0506-160	Las mediciones del gas se realizan por tecnología de absorción Ultravioleta Modulada de Flujo Cruzado, la concentración del contaminante es analizada en línea. Los medidores directos proporcionan flujos de datos como señales eléctricas que deberán ser interpretados posteriormente, estos datos son almacenados en simultáneo en la memoria interna del equipo y en una memoria externa.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 26 de 83 F-PMO01-65 E0
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Compuesto	Metodología	Descripción
Dióxido de azufre (SO ₂)	Método Colorimétrico con Pararosanilina EPA e-CFR Título 40 Parte 50 Apéndice A-2: Pararosanilina. Procedimiento interno: I-PMO01-15	Consiste en hacer pasar una muestra de aire con una bomba de vacío, a través de una solución de Tetracloromercurato de Potasio (TCM), la cual absorbe el SO₂, formando un complejo de diclorosulfito de mercurato resistente a la oxidación del aire. El complejo es tratado primero con una solución de ácido sulfámico para destruir el anión nitrito formado del nitrógeno presente en el aire ambiente y luego se hace reaccionar con unas soluciones de formaldehído y pararosanilina (la cual contiene ácido fosfórico para controlar el pH) para formar el ácido metil-sulfámico de pararosanilina de color rojo intenso, el cual es analizado empleando el método colorimétrico para lo que se utilizó un espectrofotómetro ultravioleta visible. El caudal de aire que pasa por el medio absorbente es determinado por válvulas que permita un flujo entre 0,18 y 0,22 litros por minuto. El tiempo de muestreo, que debe ser de 24 ± 1 hora, en cuyo caso genera un nivel de confianza del 95%.

Fuente: Base de Datos MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Tabla 10: Componentes de los equipos de muestreo.

Compuesto	Fotografía	Descripción
CO		Se utilizó un equipo Horiba Modelo APM-370. Las mediciones se basan en la absorción de la radiación infrarroja del monóxido de carbono (CO) en un fotómetro no dispersivo. La energía infrarroja de una fuente se pasa a través de una celda que contiene la muestra de gas a ser analizada, y la cuantificación de la absorción de energía del CO en la celda de muestreo es medida por un detector apropiado. El fotómetro es sensibilizado para el CO empleando gas de CO, ya sea en el detector o en una celda filtro en el camino óptico, limitando así la absorción medida en una o más longitudes de onda características en la que se absorbe CO fuertemente. Filtros ópticos u otros medios también pueden ser utilizados para limitar la sensibilidad del fotómetro a una banda estrecha de interés. Diversos esquemas pueden utilizarse para proporcionar un adecuado cero de referencia en el fotómetro. La absorción medida es convertida a una señal eléctrica de salida, que está relacionada con la concentración de CO en la celda de medición.
PM _{2.5}		Muestreador de bajo volumen El muestreador consiste en una entrada de aire (Cabezal), un tubo de entrada, un separador de tamaño de partículas (impactador), porta-filtro, bomba de aire y sistema de control de flujo, dispositivo de medición de flujo, sistema de monitoreo de la temperatura ambiente y del filtro, sistema de medición de presión barométrica, cronómetro, cubierta para exteriores, y un adecuado control mecánico, eléctrico y electrónico con la capacidad para cumplir o exceder el diseño y el desempeño funcional como se especifica en el numeral 7 del método. Las especificaciones de desempeño requeridas para el muestreador son: - Control automático del flujo volumétrico de la muestra y otros parámetros operacionales - Seguimiento de los parámetros operacionales, como temperatura ambiente y presión atmosférica.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 27 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Compuesto	Fotografía	Descripción
PM ₁₀		Muestreador de alto volumen Sus elementos vienen dentro de una estructura metálica de aluminio anodizado con una caperuza escualizable en forma de platillo para el PM₁₀ (esta caperuza protege el filtro de posibles lluvias). La cubierta de dicho muestreador debe cumplir con las siguientes características: 1. Mantener el filtro en posición horizontal por lo menos a 1,5 m por encima de la superficie de soporte del muestreador, para que la muestra de aire sea aspirada verticalmente hacia abajo, a través del filtro. 2. Cubrir y proteger el filtro de la lluvia y otros efectos perturbadores del muestreo. Dichos muestreadores constan de un motor succionador (capaz de operar en forma continua durante 24 horas), un portafiltro soportado por una superficie de la caseta de aluminio, un dispositivo para la medición del flujo el cual puede estar o no incorporado al medidor (para el presente estudio se utilizó un registrador de flujo con la posibilidad de medir entre 0,57 y 1,7 m³/min), un dispositivo de control del tiempo y un controlador de flujo.
NO ₂		Se utiliza un muestreador rack para tres (3) gases simultáneamente tipo Andersen por punto de monitoreo, compuesto por una caja metálica con una tapa que permite acceso al sistema interno del equipo, la caja tiene dos (2) compartimientos, en uno de ellos viene una bomba de vacío. En el segundo compartimiento se encuentra el tren de muestreo, que va conectado a la bomba y consta de un tubo distribuidor acoplado en paralelo a tres (3) colectores de vidrio de borosilicato (impingers) que contienen la solución absorbente para NO₂ y SO₂ el otro vacío, que hace las veces de trampa (impinger trampa).
SO ₂		El flujo de aire que pasa a través del sistema que es controlado por medio de válvulas, además es protegido (opcionalmente) por un (1) filtro de membrana de ocho (8) micras colocado entre la entrada de la muestra y el primer impinger, y por una trampa de humedad para proteger la bomba de vacío. Adicionalmente, el colector de NO₂ y SO₂ va empotrado en una pequeña nevera refrigerada con hielo seco o hielo y salmuera, para mantener el sistema a baja temperatura.
O ₃		El método de absorción ultravioleta está basado en la característica del ozono de absorber en los rayos ultravioleta en una banda de absorción específica. En este método de análisis, la muestra es pasada a través del filtro y es dividida en dos caminos. En la muestra una parte es introducida en el destructor de ozono, donde el ozono es eliminado, y después se envía a la celda de referencia. La otra muestra de gas es enviada directamente a la celda de medida con el cambio de una válvula solenoide. La celda de medida es expuesta a la radiación directamente a baja presión a la lámpara de mercurio que genera rayos ultravioletas en una banda central de absorción de 253.7 nm, y el detector el cual dispone de un fotodiodo y sistema eléctrico obtiene señales eléctricas, midiendo la absorción ultravioleta del ozono. La muestra y el gas de referencia son enviados a la celda alternativamente, cambiando mediante una válvula solenoide en una frecuencia de 1 Hz. La diferencia del ozono contenido entre la muestra y el gas de referencia se obtiene la medida.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 28 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Compuesto	Fotografía	Descripción
COV		La muestra de aire del punto de interés se recolecta usando el sistema de succión del Rack de gases, al cual se conecta una cápsula de carbón activado. La metodología estandarizada aplicada para la determinación de estos compuestos en laboratorio, es la EPA TO 17 y los métodos complementarios NIOSH 1500.

Fuente: Base de Datos MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Tabla 11: Preparación de insumos.

Compuesto	Material	Descripción
SO ₂	Preparación de la Solución Absorbente	En el laboratorio de MCS CONSULTORÍA Y MONITOREO AMBIENTAL S.A.S., fue preparada la solución absorbente de tetracloromercurato de potasio (TCM), para la determinación de SO ₂ ; los reactivos químicos usados fueron tipo analítico. La solución fue envasada en frascos ámbar y refrigerada.
COV	-	Se realiza el alistamiento de los tubos de carbón activado y se verifica el dispositivo de medición.
PM _{2,5}	Filtro PM _{2,5}	Características del filtro: - Tamaño: Circular, de 46.2 mm de diámetro ± 0.25 mm. - Medio: Politetrafluoretileno (PTFE Teflón) con anillo integral de soporte - Anillo de soporte: Polimetilpentano (PMP) o un material inerte equivalente. - Espesor de 0.38 ± 0.04 mm, diámetro exterior de 46.2 ± 0.25 mm y ancho de 0.368 (± 0.00,-0.51 mm). - Tamaño del poro: 2µm de acuerdo con la norma ASTM F 316-94. - Espesor del filtro: 30 a 50 µm - Caída de presión máxima (filtro limpio): 30 cm columna de H₂O a 16.67 L/min de flujo de aire limpio. - Humedad máxima recogida: No más que 10µg de incremento en peso después de 24 horas de exposición al aire con una humedad relativa de 40%, en relación con el peso después de 24 horas de exposición al aire de 35 % de humedad relativa. - Eficiencia de colección: Mayor a 99.7%, medido por la prueba DOP (ASTM D2986-91) con partículas de 0.3 µm y operando el muestreador a velocidad constante. Estabilidad del peso del filtro: La pérdida de peso del filtro deberá ser inferior a 20µg.
PM ₁₀	Filtro PM ₁₀	- Material: fibra de cuarzo u otro material inerte y no higroscópico. - Tamaño 20,3+0,2 x 25,4+0,2 cm (nominal 8x10 pulg). - Área nominal expuesta de 406,5 cm² (63 pulg²) - Integridad: +5 µg/m³ (asumiendo el volumen nominal de una muestra de aire de 24 horas en el muestreador). - Eficiencia de recolección: mayor o igual a 99% como medida de la prueba de DOP (ASTM-2986) para partículas de 0,3 µm de diámetro, a la velocidad de operación del muestreador. - Alcalinidad: <25 µeq/g después de 2 meses mínimos de almacenamiento libre de ambientes de gases ácidos a temperatura y humedad ambiente. - Perforaciones: ninguna. Fragilidad: cuando se hace un doblez longitudinal no debe presentarse rajadura o separación del material.
O ₃	-	Previo a la salida de campo, se revisa la hoja de vida del equipo donde se consigna la programación de mantenimiento y calibración, así como la frecuencia de uso que ha tenido el equipo, para determinar si necesita ser calibrado externamente con gases patrón.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 29 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Compuesto	Material	Descripción
NO ₂	Preparación de la Solución Absorbente	En el laboratorio de MCS CONSULTORÍA Y MONITOREO AMBIENTAL S.A.S., fue preparada la solución absorbente de trietanolamina para la determinación de NO ₂ ; los reactivos químicos usados son de grado analítico. La solución fue envasada en frascos ámbar y refrigerada.
CO	-	Previo a la salida de campo, se revisa la hoja de vida del equipo donde se consigna la programación de mantenimiento y calibración, así como la frecuencia de uso que ha tenido el equipo, para determinar si necesita ser calibrado externamente con gases patrón.

Fuente: Base de Datos MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

3.3.3 ETAPA DE CAMPO

La ubicación y posterior verificación de los equipos a emplear en el monitoreo se hizo teniendo en cuenta los criterios técnicos de micro localización contemplados en el Numeral 6.4 del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire) del MAVDT hoy MADS² mencionados en la tabla siguiente.

Tabla 12: Resumen de los criterios de micro localización.

Criterio	Ítem	Observación
Técnico	Condiciones de seguridad	Se debe velar por la seguridad de los equipos de monitoreo, para dar continuidad y garantía a la medición.
	Exposición de los toma-muestras y sensores	Los muestreadores y sensores se ubicarán teniendo en cuenta la dirección del viento y la ubicación de las fuentes estudiadas, debido a que el viento debe dirigir los contaminantes al muestreador dando representatividad a la medición.
Técnico	Condiciones de logística	Los puntos de monitoreo deben poseer fluido eléctrico regulado y suficiente además de poder acceder fácilmente a ellas, para asegurar el mantenimiento, limpieza y operación de los equipos.
Físicos	Cobertura	Se deberá abarcar la mayor área de estudio posible con el fin de realizar un muestreo representativo.
Sociales	Fuentes receptoras	Se localizarán las respectivas estaciones de monitoreo teniendo en cuenta la ubicación de caseríos, cascos urbanos y demás centros poblados.

Fuente: Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. MAVDT. 2010.

3.3.3.1 Descripción de las estaciones del monitoreo

El área del proyecto se encuentra ubicada en el departamento de Putumayo, en jurisdicción del municipio de Puerto Asís y con el fin de dar cubrimiento al área de estudio Amerisur Exploración Colombia Limitada, definió 6 puntos de monitoreo dispuestos según los criterios mencionados en la **Tabla 12**.

El criterio tenido en cuenta por estación así como la localización general de los mismos se muestran de la **Tabla 13** a la **Tabla 19**.

²Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE. Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Bogotá. Octubre 2010.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 30 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO					PROCESO METODOLÓGICO	
						MCS-20-1750	
							

Tabla 13: Ficha de la estación uno (1) de monitoreo de calidad del aire.

INFORMACIÓN GENERAL													
Estación	E1	Nombre	PAD 9	Código	C-A-7	Departamento	Putumayo	Municipio	Puerto Asís	Vereda	La Rosa		
Altitud (m.s.n.m.)		254		Coord. WGS 84		N	0°26'32.47"		Entorno	Estación de monitoreo ubicada al interior del PAD 9, en terreno plano compacto, en suelo seco con presencia de vegetación herbácea y de gramíneas, cerca de los generadores, calderas, el cargadero de crudo y la Tea.			
				Coord.		W	76°17'21.94"						
				DMS – Nacional		N	1607004,406						
						E	4633923,991						
				Coord. DMS – Oeste		N	540685						
Altura del suelo (m)		2				E	1087729						
TIPO DE ESTACIÓN													
Nivel I Área		Rural				Nivel II Tiempo		Indicativa		Nivel III Emisiones Dominantes Industrial			
INFORMACIÓN ADICIONAL													
Tráfico	Distancia al borde (m)		30		Industrial	Tipo de industria		Hidrocarburos		Indicativas	Tiempo de muestreo (días) 36		
	Ancho de la vía (m)		5			Distancia fuentes (m)		400			Seco/Húmedo Húmedo		
	Tráfico diario		20			Dirección		N/A			Fecha inicio 03/11/2020		
	Vel. Promedio (Km/h)		20								Fecha fin 08/12/2020		
	Estado de la vía		Sin pavimentar										
Objetivo de la estación	Monitorear las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el área del Campo Platanillo.						Descripción fuentes de emisión	- Generadores al oeste. - Tea al oeste-noroeste. - Caldera y chimenea al noroeste. - Cargadero de crudo al sur. - Helipuerto al noreste.					
CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN													
Parámetros	Equipos monitoreo			Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Equipos Verificación	Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Fecha de Vencimiento
PM ₁₀	Muestreador de alto volumen			Tisch	TE-6070	N/A	980	Varyflow	Tisch	TE-5028A	2827	0308	*11/03/2021
PM _{2.5}	Muestreador de bajo volumen			Thermo	PQ-200	N/A	420	deltaCal	BGI	N/A	1142	593	*29/04/2022
SO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	980	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021
NO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	980	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021
O ₃	Monitor HORIBA			Horiba	APOA370	N/A	EO-10	Multigas	SABIO	2010D	29500419	087	*12/04/2022
COV	Bomba MSA			Escorf	Gillian	N/A	63	--	--	--	--	--	--
CO	Monitor HORIBA			Horiba	APMA370	N/A	EO-21	Balas cero span	EPSI	--	021518CL-B	2639	26/02/2022

*Certificados de calibración vigentes a 18 meses de acuerdo con la Guía ILAC P-10 avalada por el IDEAM.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA					Página 31 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA					F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Continuación Tabla 13:

REGISTRO FOTOGRÁFICO		
CAMBIO DE FILTROS PM ₁₀	PANORÁMICAS	
		
CAMBIO DE FILTROS PM _{2.5}	CAMBIO DE SOLUCIONES	
		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 32 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO		PROCESO METODOLÓGICO
			MCS-20-1750
			

Tabla 14: Ficha de la estación dos (2) de monitoreo de calidad del aire.

INFORMACIÓN GENERAL															
Estación	E2	Nombre	PAD 5	Código	C-A-6	Departamento	Putumayo	Municipio	Puerto Asís	Vereda	Sevilla				
Altitud (m.s.n.m.)		273		Coord. WGS 84		N	0°27'10.20"		Entorno	Estación de monitoreo ubicada al interior del PAD 5, en terreno plano de suelo compacto y semihúmedo, rodeada por vegetación herbácea; en zona de cortes de perforación, tanques de almacenamiento y pozos generadores.					
				Coord.		W	76°17'28.98"								
				DMS – Nacional		N	1608164,415								
				Coord.		E	4633706,470								
				DMS – Oeste		N	541844								
Altura del suelo (m)		2				E	1087511								
TIPO DE ESTACIÓN															
Nivel I Área		Rural				Nivel II Tiempo		Indicativa		Nivel III Emisiones Dominantes Industrial					
INFORMACIÓN ADICIONAL															
Tráfico	Distancia al borde (m)			40		Industrial	Tipo de industria		Hidrocarburos		Indicativas	Tiempo de muestreo (días)		36	
	Ancho de la vía (m)			15								Seco/Húmedo		Húmedo	
	Tráfico diario			N/A			Distancia fuentes (m)		100			Fecha inicio		03/11/2020	
	Vel. Promedio (Km/h)			10			Dirección		N/A			Fecha fin		08/12/2020	
	Estado de la vía			Sin pavimentar											
Objetivo de la estación		Monitorear las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el área del Campo Platanillo.						Descripción fuentes de emisión		- Tanques de almacenamiento y Tea al noroeste. - Generadores al oeste-noroeste. - PTARD al sur. - Containers al suroeste. - Pozos generadores al oeste.					
CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN															
Parámetros	Equipos monitoreo			Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Equipos Verificación	Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Fecha de Vencimiento		
PM ₁₀	Muestreador de alto volumen			Tisch	TE-6070	N/A	981	Varyflow	Tisch	TE-5028A	2827	0308	*11/03/2021		
PM _{2.5}	Muestreador de bajo volumen			Thermo	PQ-200	N/A	221	deltaCal	BGI	N/A	1142	593	*29/04/2022		
SO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	987	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021		
NO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	987	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021		
O ₃	Monitor HORIBA			Horiba	APOA370	N/A	EO-11	Multigas	SABIO	2010D	29500419	087	*12/04/2022		
COV	Bomba MSA			Escorf	Gillian	N/A	63	--	--	--	--	--	--		
CO	Monitor HORIBA			Horiba	APMA370	N/A	EO-22	Balas cero span	EPSI	--	021518CL-B	2639	26/02/2022		

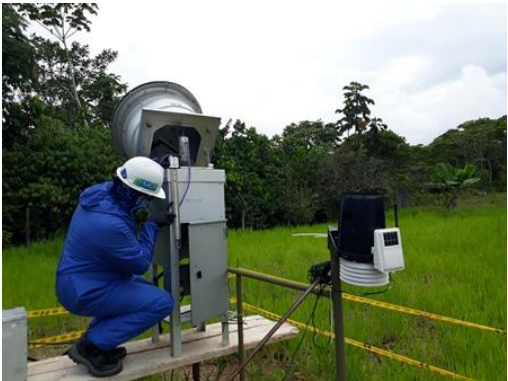
*Certificados de calibración vigentes a 18 meses de acuerdo con la Guía ILAC P-10 avalada por el IDEAM.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 33 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Continuación Tabla 14:

REGISTRO FOTOGRÁFICO		
PANORÁMICA	CALIBRACIÓN PM ₁₀	CAMBIO DE FILTROS PM _{2.5}
		
CAMBIO DE FILTROS PM ₁₀	CAMBIO DE SOLUCIONES	
		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 34 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO		PROCESO METODOLÓGICO
			MCS-20-1750
			

Tabla 15: Ficha de la estación tres (3) de monitoreo de calidad del aire.

INFORMACIÓN GENERAL															
Estación	E3	Nombre	PAD A	Código	C-A-1	Departamento	Putumayo	Municipio	Puerto Asís	Vereda	Sevilla				
Altitud (m.s.n.m.)		273		Coord. WGS 84		N	0°28'13.87"		Entorno	Estación de monitoreo ubicada en el PAD A, en terreno plano compactado, con presencia de vegetación gramínea, ubicada cerca de la plataforma, los generadores, el pozo productor, la tea y las oficinas.					
				Coord. DMS – Nacional		W	76°17'17.27"								
						N	1610121,704								
						E	4634069,87								
						N	543800								
Altura del suelo (m)		2		Coord. DMS – Oeste		E	1087873								
TIPO DE ESTACIÓN															
Nivel I Área		Rural				Nivel II Tiempo		Indicativa		Nivel III Emisiones Dominantes Industrial					
INFORMACIÓN ADICIONAL															
Tráfico	Distancia al borde (m)			12		Industrial	Tipo de industria		Hidrocarburos		Indicativas	Tiempo de muestreo (días)		36	
	Ancho de la vía (m)			5								Seco/Húmedo		Húmedo	
	Tráfico diario			N/A			Distancia fuentes (m)		250			Fecha inicio		03/11/2020	
	Vel. Promedio (Km/h)			15			Dirección		N/A			Fecha fin		08/12/2020	
	Estado de la vía			Sin pavimentar											
Objetivo de la estación		Monitorear las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el área del Campo Platanillo.						Descripción fuentes de emisión		- Parqueadero al noreste. - Generadores, Tanques de almacenamiento, Oficinas y Portería al noroeste. - Pozo productor al oeste. - Tea al suroeste.					
CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN															
Parámetros	Equipos monitoreo			Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Equipos Verificación	Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Fecha de Vencimiento		
PM ₁₀	Muestreador de alto volumen			Tisch	TE-6070	N/A	982	Varyflow	Tisch	TE-5028A	2827	0308	*11/03/2021		
PM _{2.5}	Muestreador de bajo volumen			Thermo	PQ-200	N/A	225	deltaCal	BGI	N/A	1142	593	*29/04/2022		
SO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	988	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021		
NO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	988	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021		
O ₃	Monitor HORIBA			Horiba	APOA370	N/A	EO-12	Multigas	SABIO	2010D	29500419	087	*12/04/2022		
COV	Bomba MSA			Escorf	Gillian	N/A	63	--	--	--	--	--	--		
CO	Monitor HORIBA			Horiba	APMA370	N/A	EO-29	Balas cero span	EPSI	--	021518CL-B	2639	26/02/2022		

*Certificados de calibración vigentes a 18 meses de acuerdo con la Guía ILAC P-10 avalada por el IDEAM.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA		Página 35 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA		F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Continuación Tabla 15:

REGISTRO FOTOGRÁFICO		
PANORÁMICAS	CAMBIO DE SOLUCIONES	
		
CAMBIO DE FILTROS PM _{2.5}	CALIBRACIÓN PM ₁₀	CAMBIO DE FILTROS PM ₁₀
		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 36 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO		PROCESO METODOLÓGICO
			MCS-20-1750
			

Tabla 16: Ficha de la estación cuatro (4) de monitoreo de calidad del aire.

INFORMACIÓN GENERAL													
Estación	E4	Nombre	PAD 1	Código	C-A-3	Departamento	Putumayo	Municipio	Puerto Asís	Vereda	Alea		
Altitud (m.s.n.m.)		249		Coord. WGS 84		N	0°29'17.00"		Entorno	Estación de monitoreo ubicada en el PAD 1, en zona de vegetación arbustiva y árboles de copa alta, además de pastos bajos; en terreno plano, cerca de la vía sin pavimentar de acceso a la zona y del generador.			
				Coord. DMS – Nacional		W	76°17'56.65"						
						N	1612062,922						
Altura del suelo (m)		2				E	4632852,089						
				Coord. DMS – Oeste		N	545739						
						E	1086655						
TIPO DE ESTACIÓN													
Nivel I Área		Rural				Nivel II Tiempo		Indicativa		Nivel III Emisiones Dominantes Industrial			
INFORMACIÓN ADICIONAL													
Tráfico	Distancia al borde (m)		150		Industrial	Tipo de industria		Hidrocarburos		Indicativas	Tiempo de muestreo (días)		36
	Ancho de la vía (m)		5			Distancia fuentes (m)		150			Seco/Húmedo		Húmedo
	Tráfico diario		100			Dirección		N/A			Fecha inicio		03/11/2020
	Vel. Promedio (Km/h)		40								Fecha fin		08/12/2020
	Estado de la vía		Sin pavimentar										
Objetivo de la estación		Monitorear las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el área del Campo Platanillo.						Descripción fuentes de emisión		- Generador al oeste-suroeste. - Vía de acceso sin pavimentar a la zona al norte.			
CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN													
Parámetros	Equipos monitoreo			Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Equipos Verificación	Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Fecha de Vencimiento
PM ₁₀	Muestreador de alto volumen			Tisch	TE-6070	N/A	983	Varyflow	Tisch	TE-5028A	2827	0308	*11/03/2021
PM _{2.5}	Muestreador de bajo volumen			Thermo	PQ-200	N/A	227	deltaCal	BGI	N/A	1142	593	*29/04/2022
SO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	989	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021
NO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	989	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021
O ₃	Monitor HORIBA			Horiba	APOA370	N/A	EO-14	Multigas	SABIO	2010D	29500419	087	*12/04/2022
COV	Bomba MSA			Escorf	Gillian	N/A	63	--	--	--	--	--	--
CO	Monitor HORIBA			Horiba	APMA370	N/A	EO-26	Balas cero span	EPSI	--	021518CL-B	2639	26/02/2022

*Certificados de calibración vigentes a 18 meses de acuerdo con la Guía ILAC P-10 avalada por el IDEAM.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 37 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Continuación Tabla 16:

REGISTRO FOTOGRÁFICO		
PANORÁMICAS	CALIBRACIÓN PM ₁₀	
		
CAMBIO DE FILTROS PM _{2.5}	CAMBIO DE FILTROS PM ₁₀	CAMBIO DE SOLUCIONES
		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 38 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO				PROCESO METODOLÓGICO
					MCS-20-1750
					

Tabla 17: Ficha de la estación cinco (5) de monitoreo de calidad del aire.

INFORMACIÓN GENERAL													
Estación	E5	Nombre	PAD 2N	Código	C-A-4	Departamento	Putumayo	Municipio	Puerto Asís	Vereda	Vegas del Piñuña Blanco		
Altitud (m.s.n.m.)		249		Coord. WGS 84		N	0°31'23.89"		Entorno	Estación de monitoreo ubicada en el PAD 2N en terreno ondulado destapado, siendo una zona rodeada por vegetación arbórea y arbustiva, con pastos bajos dentro de la locación, vías sin pavimentar y el generador.			
						W	76°17'5.90"						
				Coord. DMS – Nacional		N	1615962,928						
						E	4634424,746						
				Coord. DMS – Oeste		N	549637						
Altura del suelo (m)		2				E	1088224						
TIPO DE ESTACIÓN													
Nivel I Área	Rural				Nivel II Tiempo		Indicativa			Nivel III Emisiones Dominantes	Industrial		
INFORMACIÓN ADICIONAL													
Tráfico	Distancia al borde (m)		250		Industrial	Tipo de industria		Hidrocarburos		Indicativas	Tiempo de muestreo (días)	36	
	Ancho de la vía (m)		5								Seco/Húmedo	Húmedo	
	Tráfico diario		24			Distancia fuentes (m)		100			Fecha inicio	03/11/2020	
	Vel. Promedio (Km/h)		20			Dirección		N/A			Fecha fin	08/12/2020	
	Estado de la vía		Sin pavimentar										
Objetivo de la estación	Monitorear las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el área del Campo Platanillo.						Descripción fuentes de emisión		• Generador al nor-noroeste. • Vía de acceso a la locación sin pavimentar al suroeste.				
CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN													
Parámetros	Equipos monitoreo			Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Equipos Verificación	Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Fecha de Vencimiento
PM ₁₀	Muestreador de alto volumen			Tisch	TE-6070	N/A	984	Varyflow	Tisch	TE-5028A	2827	0308	*11/03/2021
PM _{2.5}	Muestreador de bajo volumen			Thermo	PQ-200	N/A	355	deltaCal	BGI	N/A	1142	593	*29/04/2022
SO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	990	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021
NO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	990	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021
O ₃	Monitor HORIBA			Horiba	APOA370	N/A	EO-15	Multigas	SABIO	2010D	29500419	087	*12/04/2022
COV	Bomba MSA			Escorf	Gillian	N/A	63	--	--	--	--	--	--
CO	Monitor HORIBA			Horiba	APMA370	N/A	EO-27	Balas cero span	EPSI	--	021518CL-B	2639	26/02/2022

*Certificados de calibración vigentes a 18 meses de acuerdo con la Guía ILAC P-10 avalada por el IDEAM.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 39 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Continuación Tabla 17:

REGISTRO FOTOGRÁFICO		
PANORÁMICAS	CAMBIO DE FILTROS PM _{2.5}	
		
CALIBRACIÓN PM₁₀	CAMBIO DE FILTROS PM₁₀	CAMBIO DE SOLUCIONES
		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 40 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO		PROCESO METODOLÓGICO
			MCS-20-1750
			

Tabla 18: Ficha de la estación seis (6) de monitoreo de calidad del aire.

INFORMACIÓN GENERAL													
Estación	E6	Nombre	PAD 3N	Código	C-A-5	Departamento	Putumayo	Municipio	Puerto Asís	Vereda	Peneya		
Altitud (m.s.n.m.)		254		Coord. WGS 84		N	0°29'50.92"		Entorno	Estación de monitoreo ubicada en el PAD 3N en terreno ondulado, en zona de vegetación arbórea y arbustiva, además de pastos bajos; cerca de la vía de acceso sin pavimentar y del generador.			
				Coord.		W	76°17'18.74"						
				DMS – Nacional		N	1613105,006						
						E	4634025,63						
				Coord. DMS – Oeste		N	546781						
Altura del suelo (m)		2				E	1087827						
TIPO DE ESTACIÓN													
Nivel I Área		Rural				Nivel II Tiempo		Indicativa		Nivel III Emisiones Dominantes Industrial			
INFORMACIÓN ADICIONAL													
Tráfico	Distancia al borde (m)		60		Industrial	Tipo de industria		Hidrocarburos		Indicativas	Tiempo de muestreo (días) 36		
	Ancho de la vía (m)		5			Distancia fuentes (m)		285			Seco/Húmedo Húmedo		
	Tráfico diario		100								Fecha inicio 03/11/2020		
	Vel. Promedio (Km/h)		40								Fecha fin 08/12/2020		
	Estado de la vía		Sin pavimentar			Dirección		N/A					
Objetivo de la estación		Monitorear las concentraciones de contaminantes atmosféricos en el área del Campo Platanillo.					Descripción fuentes de emisión		• Generador al noreste. • Vía de acceso a la zona y a la locación sin pavimentar al sur.				
CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN													
Parámetros	Equipos monitoreo			Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Equipos Verificación	Marca	Modelo	N° de Serie	Código	Fecha de Vencimiento
PM ₁₀	Muestreador de alto volumen			Tisch	TE-6070	N/A	985	Varyflow	Tisch	TE-5028A	2827	0308	*11/03/2021
PM _{2,5}	Muestreador de bajo volumen			Thermo	PQ-200	N/A	354	deltaCal	BGI	N/A	1142	593	*29/04/2022
SO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	991	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021
NO ₂	Rack de gases			Nacional	Rack de 3 gases	N/A	991	Probeta	Kimax Kimble	--	--	0020	*25/12/2021
O ₃	Monitor HORIBA			Horiba	APOA370	N/A	EO-16	Multigas	SABIO	2010D	29500419	087	*12/04/2022
COV	Bomba MSA			Escorf	Gillian	N/A	63	--	--	--	--	--	--
CO	Monitor HORIBA			Horiba	APMA370	N/A	EO-28	Balas cero span	EPSI	--	021518CL-B	2639	26/02/2022

*Certificados de calibración vigentes a 18 meses de acuerdo con la Guía ILAC P-10 avalada por el IDEAM.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 41 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Continuación Tabla 18:

REGISTRO FOTOGRÁFICO		
PANORAMICAS	CAMBIO DE FILTROS PM _{2.5}	
		
CAMBIO DE FILTROS PM ₁₀	CAMBIO DE SOLUCIONES	
		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 42 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Tabla 19: Localización general de los puntos de monitoreo dispuestos para el presente estudio.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 43 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

3.3.3.2 Principales fuentes de emisión de partículas y gases en la zona

A continuación, se describen los diferentes tipos de fuentes de emisión de partículas y gases a la atmósfera (según el Decreto 948 de 1998 expedido por el MADS, la Resolución 610 de 2010, la Resolución 2254 de 2017 y el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, Octubre 2010 expedidos por el MAVDT hoy MADS) observadas en el área de estudio durante el presente monitoreo, referenciándose a continuación cada tipo de fuente:

Tabla 20: Fuentes de emisión.

Tipo de fuente	Fuente	Descripción
Fuentes de emisiones fijas puntuales	Generadores y otros equipos usados en la actividad petrolera	Las fuentes fijas puntuales son aquellas que emiten contaminantes a la atmósfera a través de ductos o chimeneas. Según lo observado durante la realización de la campaña de monitoreo, se establece que al interior del Campo las principales fuentes fijas de emisión corresponden a los equipos utilizados en la actividad petrolera, como los generadores, la tea y las calderas.
Fuentes móviles	Vehículos	Las fuentes móviles como su nombre lo indica, son todos aquellos instrumentos, equipos u organismos que generan algún tipo de emisión y que trasladan su posición de un lugar a otro. En la zona se observó un flujo vehicular asociado a las actividades petroleras, principalmente de vehículos pesados como tractocamiones y de vehículos livianos como camionetas y motos.
Fuentes de emisiones fijas dispersas o difusas	Vías	Son aquellas en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión. Las vías, se incluyen dentro de esta clasificación, puesto que cerca del área de influencia del proyecto las vías de la zona se encuentran sin pavimentar y cuando un vehículo viaja en una carretera sin pavimentar la fuerza de las llantas contra la superficie del camino causa pulverización del material en la superficie. Las partículas son levantadas y lanzadas de las ruedas y la superficie del camino es expuesta a fuertes corrientes de aire. La turbulencia levantada detrás del vehículo continúa en la superficie del camino después de que el vehículo ha pasado.

Fuente: Trabajo de campo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

3.3.3.3 Receptores identificados en el área de estudio

Para efectos de calidad de aire se consideran receptores a los seres humanos que pueden verse afectados por las sustancias contaminantes que son emitidas a la atmósfera por una actividad. En el área cercana al Campo Platanillo se identificaron 14 sitios habitados con 49 personas.

3.3.3.4 Trabajo de campo

A continuación, se describe el proceso metodológico realizado durante la etapa de campo para la determinación de los compuestos a monitorear. MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., en conformidad con la normatividad vigente, se encuentra acreditada para este tipo de muestreos mediante la Resolución N° 0775

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 44 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

del 14 de septiembre de 2020 de renovación y extensión emitida por el IDEAM (Anexo 2. Formatos de Campo) y a su vez cuenta con la certificación ISO 9001:2015. Como compañía certificada y acreditada, MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., asegura que su sistema de la calidad, personal, instalaciones, equipos, métodos de prueba, archivos, reportes e informes se ejecutan de manera precisa y confiable.

Tabla 21: Manejo de equipos.

Compuesto	Descripción
Material particulado (PM ₁₀)	Se recolectaron 18 muestras por períodos de 24 horas para cada parámetro. Se abre la caseta del medidor de alto volumen, levantando la tapa superior. Posteriormente, sobre el soporte se coloca un filtro de cuarzo (PM₁₀) previamente pesado y numerado, con el lado rugoso hacia arriba. Sobre el filtro se ubica el dispositivo que lo asegura sobre el portafiltro y se ajusta girando las cuatro (4) mariposas, quedando éste completamente asegurado. Pasados cinco (5) minutos, se observa la lectura del registrador de flujo y se anota como lectura inicial; transcurridas las 24 horas se lee nuevamente y se anota como final, luego se desconecta el medidor de flujo (para evitar obstrucciones), se levanta la tapa superior y se retira el filtro tocando solamente el borde exterior; se dobla a lo largo, de manera que queden en contacto las caras del lado en que se han depositado las partículas, se guarda doblado en una bolsa hermética. En el momento del muestreo se toma nota de la hora, fecha y otros datos que puedan ser de interés para el análisis de los resultados y se registran en los formatos de campo (Anexo 2: Formatos de Campo y certificados de acreditación).
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	En el burbujeador se agregan 50 ml de la solución absorbente, el cual se conecta al tren de muestreo y se prende la bomba. Se ajusta el flujo rápidamente en 180 y 220 ml/min. Para tal efecto, en este caso, se usa una válvula por el cual se verifica que el flujo permanezca igual durante una hora. Pasada 1 hora se mide el flujo, se registra el tiempo y las muestras se colectan en frascos de vidrio ámbar de 60 ml (previamente rotulados con la prueba a determinar, el sitio y fecha de toma), se refrigeran y envían al laboratorio. Si la muestra está bien tapada puede ser almacenada por un período de tres (3) semanas antes del análisis, sin pérdidas.
Dióxido de azufre (SO ₂)	En el burbujeador se agregan 50 ml de la solución absorbente, el cual se conecta al tren de muestreo y se prende la bomba. Se ajusta el flujo rápidamente en 180 y 220 ml/min. Para tal efecto, en este caso, se usa una válvula por el cual se verifica que el flujo permanezca igual durante las 24 horas. Pasadas estas 24 horas se mide el flujo, se registra el tiempo y las muestras se colectan en frascos de vidrio ámbar de 60 ml (previamente rotulados con la prueba a determinar, el sitio y fecha de toma), se refrigeran y envían al laboratorio. Si la muestra está bien tapada puede ser almacenada por un período de tres (3) semanas antes del análisis, sin pérdidas.
Material particulado fino (PM _{2.5})	Para abrir el WINS ("Well Impactor Ninety-Six") y el ensamble de filtro dentro del estuche del muestreador, se rota cuidadosamente hacia el sentido de las manecillas del reloj, usando ambas manos. Esto pone al descubierto el impactador WINS y el cartucho del filtro. Se coloca un cartucho para filtro nuevo y sin daño alguno de 47mm en el soporte para filtro. La superficie del filtro debe estar hacia arriba. Se debe tener cuidado de no tocar el filtro con cualquier objeto (dedos, lluvia, etc.). En caso necesario, se coloca un impactador WINS limpio y preparado adecuadamente dentro del estuche para impactador. El depósito debe estar hacia arriba. Se cierra el ensamble rotando lentamente en sentido a las manecillas del reloj 3/4 de vuelta. Se observa que el cartucho para filtro y el impactador WINS se asienten correctamente y se cierra el ensamble firmemente. El equipo cuenta con un sistema automático de control, en el cual se ingresa el ciclo Inicio/Fin y la hora. Cuando el equipo ha finalizado la medición aparece un mensaje en la pantalla del equipo (Sample Run Completed). El filtro puede ser removido en ese momento. Se sigue el mismo procedimiento que llevó a cabo para instalar un filtro nuevo.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 45 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Compuesto	Descripción
Ozono (O ₃)	Durante los mismos días de monitoreo, se realizaron mediciones in situ en cada uno de los puntos donde se ubicaron los equipos de medición. En cada estación se tomaron muestras todos los días de monitoreo, donde cada una de ellas se encuentra integradas por el promedio de varias lecturas.
Monóxido de Carbono (CO)	Durante los mismos días de monitoreo, se realizaron mediciones in situ en cada uno de los puntos donde se ubicaron los equipos de medición.
Compuestos Orgánicos volátiles (COV)	Para la determinación de COV, se utilizó una bomba MSA modelo Escor-ELF de bajo caudal, a la cual se le acopla uno (1) o dos (2) tubos empacados con carbón activado. Como patrón de verificación de volumen se emplea una pipeta modificada de 25 ml la cual se encuentra verificada. A continuación, se indican los pasos efectuados durante el muestreo de estos compuestos: -Quitar los extremos del tubo de carbón activado y ensamblar a la manguera de entrada de la bomba de vacío. -Encender la bomba de vacío y verificar la succión de flujo entre 12 a 21,4 ml/min, generalmente para COV es de 16,7ml/min. - Una vez revisado el montaje del sistema debe encenderse la bomba de vacío y dejar transcurrir una (1) hora de muestreo. -Desconectar el tubo sellando los extremos con los tapones que trae y llevar la columna de carbón activado al laboratorio para su respectivo análisis

Fuente: Trabajo de campo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

➔ Verificación

Tabla 22: Verificación.

Equipo	Descripción
Medidor de alto volumen	La verificación de los equipos Hi-Vol (PM₁₀) se realiza a través de un Kit de verificación, el cual consiste básicamente en un cilindro calibrador que se ajusta al porta-orificio, con una válvula reguladora, que al cerrarla o abrirla simula varias lecturas de presión en el manómetro al que va acoplado por una manguera. El procedimiento general que se llevó a cabo se describe a continuación: -Como elementos esenciales se utilizan un manómetro de agua, una carta de registro, agua destilada, filtro blanco y portafiltro. -Se llena el manómetro con el agua destilada hasta que los meniscos de las columnas coincidan en cero. -Se coloca el porta-orificio encima del soporte del portafiltro, se enrosca el cilindro calibrador y se acciona el motor del equipo durante 10 minutos hasta que se estabilice. -Se procede a cerrar la válvula del cilindro en cinco (5) posiciones distintas registrando cada una en el formato de verificación, según las lecturas del manómetro de agua. - Teniendo las deflexiones del manómetro y el registrador de flujo, se toma la curva del kit de verificación y se procede a leer los caudales, los cuales se utilizan para construir la curva de verificación. Las ecuaciones de trabajo correspondientes a cada equipo son lineales de la forma: $Y = aX + b$ Dónde: - Y= Caudal de trabajo del equipo. - a= Pendiente o coeficiente de regresión. - X= Caudal leído en el manómetro (corresponde al valor promedio leído antes y después del muestreo). - b= Término constante de la regresión lineal.

ELABORADO POR: 	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 46 de 83 F-PMO01-65 E0
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Equipo	Descripción
Medidor de bajo volumen (PM _{2.5})	La verificación de los equipos Low-Vol se realiza a través de un medidor de caudal, conocido como TetraCal. La verificación se hace de la siguiente manera: - Se remueve la admisión de la parte superior del tubo de bajada, dejándolo en su lugar. - Se tapa el tubo de bajada con el adaptador de calibración (con la válvula ABIERTA). Dicho adaptador se conecta al TetraCal. - En el menú principal, se usan las teclas de flecha hasta que parpadee la leyenda * Test Menu. Se oprime SELECT para introducir el Test Menu. - En el Test menu, se oprime la flecha hacia abajo hasta que parpadee * Verify Flow Calibration. Se oprime SELECT. Aparece la pantalla The Check Flow Now! y el muestreador empezará a bombear aire en el caudal seleccionado. Use el TetraCal para monitorear el caudal en la admisión.
Dióxido de nitrógeno (NO ₂) Y Dióxido de azufre (SO ₂)	Los equipos de muestreo de gases son verificados para obtener un flujo corregido de muestreo que se ajuste a la tasa recomendada (entre 180 y 220 ml/min), con el objeto de lograr muestras representativas (Anexo 2: Formatos de campo). El procedimiento consiste en hacer pasar una pompa de jabón por un medidor aforado de 250 ml al tren de muestreo, el cual está provisto por un costado de un orificio crítico, el cual a su vez va conectado a la bomba de succión. La siguiente es la descripción del procedimiento que se siguió: - Registrar la presión y temperatura del lugar. - Activar la bomba de vacío. - Ubicar el medidor tipo burbuja a la entrada del sistema. - Humedecer el extremo abierto del medidor con solución detergente, de tal manera que la burbuja se desplace hasta el extremo superior del medidor. Repetir varias veces este procedimiento hasta lograr que las burbujas se desplacen a lo largo de todo el medidor, sin que se rompan. - Nuevamente humedecer el extremo abierto del medidor con la solución detergente, hasta obtener una sola burbuja. Cuando la burbuja pase la primera línea de la escala graduada, empezar a cronometrar el tiempo transcurrido. Registrar el tiempo y el volumen recorrido por la burbuja. Promediar el tiempo y el volumen de las tres (3) lecturas.

Fuente: Trabajo de campo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

3.3.4 ETAPA DE LABORATORIO Y ETAPA DE ANÁLISIS

Tabla 23: Procedimientos laboratorio y análisis.

Compuesto	Laboratorio	Análisis
Material particulado (PM ₁₀)	Se realiza en el laboratorio de MCS. Para el análisis gravimétrico se dejan los filtros usados en el desecador durante un período de 24 horas, después de su acondicionamiento se pesan en la balanza analítica (llevando la fracción al miligramo más cercano). Por último se registra el peso neto del filtro junto con el número de éste.	Para determinar la concentración diaria de partículas en suspensión se utiliza la siguiente expresión: $C_{ps} = \frac{(P_f - P_i) * 10^6}{Q_{Real} * t}$ Donde: C_{ps}= Concentración de partículas en suspensión, en µg/m³. P_f= Peso final del filtro en gramos. P_i= Peso inicial del filtro en gramos. Q_{real}= Caudal de aire a través del filtro (caudal promedio corregido leído en el rotámetro, en m³/min). t= Tiempo de muestreo en minutos. 10⁶= Factor de conversión de gramos a microgramos.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 47 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Compuesto	Laboratorio	Análisis
Dióxido de azufre (SO ₂)	Se realiza en el laboratorio de MCS. Las muestras de SO ₂ en el laboratorio se determinan por métodos colorimétricos (desarrollo de color). Para la determinación de la absorbancia de cada muestra se utiliza el espectrofotómetro (el cual tiene la capacidad de medir la absorbancia de una solución en 548 nm para SO ₂).	La concentración de dióxido de azufre medida para establecer la curva patrón se calcula según la siguiente ecuación: $[SO_2] = \frac{(A - B)NK}{V}$ Donde: [SO₂] = Concentración de SO₂ en µg/ml. A = Número de mililitros para el blanco. B = Número de mililitros para la muestra. N = Normalidad de la solución de tiosulfato. K = Peso del microequivalente de SO₂, 32000 V = Volumen de muestra tomada. Cálculo de la concentración en µg/m³ de la muestra tomada en el rack: $[SO_2] = \frac{(\hat{A} - \hat{A}_0) * B_2 * D}{V} * 10^3$ Donde: [SO₂] = Concentración de SO₂, µg/m³. $\hat{A}$ = Absorbancia de la muestra. $\hat{A}_0$ = Absorbancia del blanco reactivo. 10³ = Factor de conversión de litros a metros cúbicos. B₂ = Factor de calibración, µg/unidad de absorbancia. D = Factor de dilución: Para muestras de 30 minutos y una (1) hora, D = 1,0; Para muestras de 24 horas, D = 10,0 V = Volumen de aire corregido para 25 °C y 760 mm Hg, (L).
Ozono (O ₃)	N/A	El equipo da la lectura directa, por lo que no requiere de cálculos aparte de los de la conversión de partes por millón (ppm) a miligramos por metro cúbico (mg/m³), la cual es: $O_3 \left[\frac{\mu g}{m^3} \right] = \frac{C(ppm) \times PM}{24,466} * 10^3$ Donde: C [µg/m³] = Concentración dada en peso de O₃ por unidad de volumen de aire en microgramos por metro cúbico. C[ppm] = Concentración por volumen por unidad de aire en partes por millón. PM = Peso molecular del O₃ en kilogramos por kmol (48 Kg/Kmol). 24,266 = Volumen de una kmol en m³/kmol a condiciones de referencia.
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	El análisis de COV se realiza a través de un cromatógrafo de gases que mediante una columna cromatográfica y un programa de temperatura específico separa los compuestos orgánicos, que son determinados y cuantificados por un detector FID.	El cartucho es desorbido y analizado por cromatografía, del cual se obtiene la cantidad de contaminante en µg y esta se divide entre el volumen muestreado para obtener la concentración en µg/m³. $C \left[\frac{\mu g}{m^3} \right] = \frac{\mu g \text{ de análisis}}{Qstd \times t}$ Donde: C [µg/m³] = Concentración dada en peso de COV por unidad de volumen de aire en microgramos por metro cúbico. µg = Cantidad de COV obtenidos del análisis cromatográfico. Qstd = Caudal estándar de muestreo (std m³/min). t = tiempo de muestreo en min.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 48 de 83 F-PMO01-65 E0
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Compuesto	Laboratorio	Análisis
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Se realiza en el laboratorio de MCS. Las muestras de NO ₂ , en el laboratorio se determinan por métodos colorimétricos (desarrollo de color). Para la determinación de la absorbancia de cada muestra se utiliza el espectrofotómetro (el cual tiene la capacidad de medir la absorbancia de una solución en 540 nm para NO ₂).	La concentración de dióxido de nitrógeno se determina de acuerdo con la expresión: $[NO_2] = \left(\frac{[NO_2 \text{ 50mL}]}{Qstd * t} \right)$ Donde: [NO₂] = Concentración real de NO₂ en µg/m³. [NO₂ 50mL] = Concentración de NO₂ en una muestra de 50 ml. Qstd = Caudal de aire que pasa a través del muestreador a condiciones estándar (stdm³/min). T = Tiempo durante el cual se tomó la muestra en minutos. La concentración másica de dióxido de nitrógeno (NO₂) expresada en microgramos por 50 mililitros de solución absorbente se calcula utilizando la siguiente ecuación: $[NO_2] = (\bar{A}_m - \bar{A}_b) * F_c * F_d$ Donde: [NO₂] = Concentración de NO₂ en µg/ml. $\bar{A}_m$ = Absorbancia de la muestra. $\bar{A}_b$ = Absorbancia del blanco de reactivos. F_c = Factor de calibración de la técnica. F_d = Factor de dilución.
Monóxido de Carbono (CO)	N/A	El equipo da la lectura directa, por lo que no requiere de cálculos aparte de los de la conversión de partes por millón (ppm) a miligramos por metro cúbico (mg/m³), la cual es: $C \left[\frac{\mu g}{m^3} \right] = \frac{C(ppm) \times PM}{24,466} * 10^3$ Donde: C [µg/m³] = Concentración dada en peso de CO por unidad de volumen de aire en microgramos por metro cúbico. C[ppm] = Concentración por volumen por unidad de aire en partes por millón. PM = Peso molecular del CO en kilogramos por kmol. 24,266 = Volumen de una kmol en m³/kmol a condiciones de referencia.
Material particulado fino (PM _{2.5})	El filtro debe acondicionarse durante 24 horas antes del pesaje a una temperatura de 20 a 23 °C y humedad relativa de 30 a 40%. Inmediatamente después del acondicionamiento se pesan en una balanza analítica. Se registra el peso neto del filtro junto con el número de éste.	Para determinar la concentración diaria de material particulado fino se utiliza la siguiente expresión: $PM_{2.5} = \frac{(P_f - P_i)}{V}$ PM_{2.5} = Concentración en masa de PM_{2.5}, µg/m³. Pf, Pi = Peso inicial y final del filtro usado para la recolección de PM_{2.5}, respectivamente. V = Volumen total de aire muestreado, m³.

Fuente: Trabajo de campo MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Como resumen de lo mostrado en el ítem de etapa de análisis se presenta la **Tabla 24**.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 49 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Tabla 24: Parámetros analizados y características asociadas a la etapa de análisis, en el laboratorio de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

Parámetro	Método de Referencia	Procedimiento Laboratorio	Límites de Detección			Incertidumbre
			M	C	UN	
PM ₁₀	EPA e- CFR 40, Capítulo 1, Sub-capítulo C, Parte 50, Apéndice J-Alto volumen.	I-PLB02-05	1	1	mg	0,6
PM _{2,5}	e-CFR Título 40 Parte 50 Apéndice L	I-PLB02-17	1	1	mg	0,05
NO ₂	Método de análisis para dióxido de nitrógeno en la atmósfera No 408. Methods for Air Sampling and Analysis, 3a edition, 1998. AWMA/ACS/IICHE/APWA.	I-PLB02-15	0,1	0,12	µg NO ₂ /mL	0,054
SO ₂	EPA e-CFR Título 40 Parte 50 Apéndice A-2: Pararosanilina.	I-PLB02-16	0,8	1	µg SO ₂	0,0748
COV	EPA TO 17	MPA-5.4-51	0,008	-	µg	0,09

M: Método, **C:** Cuantificable, **UN:** Unidades.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

3.3.4.1 Cálculos estadísticos

Con el fin de determinar la consistencia de los datos a obtener, se realizan los cálculos y gráficos mencionados en el Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire de octubre de 2010 del MAVDT hoy MADS páginas 112 y 113.

3.3.4.2 Corrección de datos a condiciones de referencia

Con el fin de comparar los datos obtenidos en campo con los límites permisibles descritos en la Resolución 610 del 2010 del MAVDT hoy MADS, los cuales representan condiciones de referencia para temperatura y presión, es decir, 25 °C y 760 mm de mercurio respectivamente, se procede a utilizar la ecuación mencionada en la NTC 3704, de la siguiente manera:

$$DR = \frac{DL * 760 * (273 + TL^{\circ}C)}{PbL * 298K}$$

Donde:

- DL** = Datos obtenidos en campo a condiciones locales.
DR = Datos obtenidos en campo a condiciones de referencia.
P.b.L = Presión barométrica local.
T L = Temperatura promedio ambiente local.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 50 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

3.3.4.3 Validación de los datos en SVCA manuales³

➡ Pasos preliminares a la validación:

Para poder contar con datos válidos con una alta integridad temporal, se debe seguir estrictamente lo establecido en el numeral 4.2.6 “Mantenimiento de equipos y calibración” del Manual de Operación de SVCA del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, estas recomendaciones son el punto de partida para la obtención de datos confiables.

Del mismo modo, se debe contar con puntos de control en las diferentes etapas que comprenden desde la preparación del equipo para la toma de la muestra, hasta la obtención del resultado de la medición; lo anterior permitirá obtener metadatos que sirvan de apoyo en el momento de realizar la validación de los datos.

Para cumplir con el requisito anterior, dentro de la implementación del programa de Aseguramiento de Calidad del SVCA manual, deben existir formatos para registrar las situaciones que se hayan presentado en los diferentes procesos que se mencionan a continuación, enmarcados dentro de lo establecido en los numerales 7.1.10.10 y 7.1.10.11 del Manual de Operación de SVCA del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.

Las actividades previas que se realizan antes de la validación final del dato en las cuales deben existir los puntos de control son:

➤ Verificación y calibración del equipo a usar para la toma de muestra:

Este es el proceso más importante en la medición porque la adecuada verificación del equipo de monitoreo es esencial para obtener datos precisos y reproducibles de calidad del aire y su importancia dentro del SVCA debe ser suficientemente enfatizada (MAVDT, 2010). El programa de Aseguramiento de calidad debe verificar que los elementos utilizados para la calibración de los diferentes equipos, como balanzas, medidores de flujo, de presión, controladores de flujo másico, fotómetros, generadores de ozono, lentes de calibración, sistemas de permeación, cilindros de mezclas de gases, sensores de frecuencia, voltímetros y amperímetros, entre otros, estén certificados contra estándares de referencia o de transferencia, trazables a estándares primarios reconocidos o autorizados (MAVDT, 2010). Adicionalmente, se deben seguir las recomendaciones en el tema dadas por el fabricante.

³ Guía práctica para la validación de datos en los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire - SVCA existentes en Colombia -GPVD

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 51 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

➤ **Recolección de la muestra:**

Esta etapa, hace referencia a la manipulación de la muestra tomada, en la cual el programa de Aseguramiento de la Calidad establecido por el SVCA manual, debe contar con procedimientos detallados relacionados con la cadena de custodia de las muestras y con los respectivos registros de control de manipulación de las mismas, para garantizar la trazabilidad de los datos en esta etapa de la medición.

➤ **Transferencia de información:**

Proceso que comienza en el momento en que las muestras llegan al laboratorio (el cual deberá estar acreditado por el IDEAM) y se realiza la transferencia de la información recolectada en el paso anterior; las muestras son codificadas para su posterior tratamiento analítico, aplicando los procedimientos establecidos en el laboratorio.

➤ **Procesamiento de muestras:**

Una vez las muestras son procesadas en el laboratorio siguiendo los diferentes métodos de análisis que permiten determinar la concentración de los contaminantes (gravimetría, colorimetría, entre otros), y habiendo superado las etapas de control de calidad analítico implementadas en laboratorio, los resultados deben hacerse llegar al área de monitoreo, donde comenzará el respectivo proceso de validación.

➤ **Validación de Datos:**

Los datos obtenidos de los pasos preliminares a la validación, deberán ser copiados en una base de datos, según la necesidad y capacidad de operación de SVCA, cada dato obtenido deberá ser marcado utilizando una bandera, de las que se presentan en la **Tabla 25**, de acuerdo al análisis de los metadatos registrados entre los procesos de verificación y calibración del equipo a usar para toma de muestra y procesamiento de muestras.

Tabla 25: Validación de Datos⁴

Bandera	Validez	Descripción de la Bandera
V	S	Dato válido
D	N	Dato erróneo por falla técnica
E	N	Falla eléctrica del equipo
L	N	Dato inválido por error en el laboratorio
F	N	Falla en fluido eléctrico
M	N	Dato erróneo por razón desconocida

⁴ IDEAM, Guía práctica para la validación de datos en los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire, Nov. 2011

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 52 de 83 F-PMO01-65 E0
--	--	---

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

Bandera	Validez	Descripción de la Bandera
P	N	Daño del filtro

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

3.4 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE (ICA)

El Índice de Calidad del Aire -ICA- (AQI – Air Quality Index) es un valor adimensional que oscila entre cero (0) y 500, el cual representa una de las herramientas más efectivas para la simple interpretación del estado en que se encuentra una atmósfera previamente monitoreada. El comportamiento de un ICA se caracteriza por su relación directa con los niveles de concentración del contaminante y los efectos en la salud. Este indicador fue desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y en su última publicación de 2009 incluye seis contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), partículas menores de 10 micras (PM₁₀), partículas menores de 2,5 micras (PM_{2.5}) y Ozono (O₃).

3.4.1 PUNTOS DE CORTE DEL ICA⁵

Teniendo en cuenta que el ICA tiene una correlación directa con los efectos en la salud, los puntos de corte del ICA son los límites correspondientes a efectos entre la salud y la calidad del aire. En este caso, se utiliza la información reportada por la EPA que presenta dichas relaciones. En la **Tabla 26** se presentan los puntos de corte del ICA, de acuerdo con los efectos sobre la salud reportados por estudios de la EPA (2005).

Tabla 26: Puntos de corte del ICA.

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	O ₃ 8h µg/m ³	O ₃ 1h µg/m ³	PM ₁₀ 24h µg/m ³	PM _{2.5} 24h µg/m ³	CO 8h µg/m ³	SO ₂ 1h µg/m ³	NO ₂ 1h µg/m ³
0 – 50	Verde	Buena	0 106	-	0 54	0,0 12	0,0 5094	0 93	0 100
51 – 100	Amarillo	Aceptable	107 136	-	55 154	13 37	5095 10819	94 197	101 189
101 – 150	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	139 167	245 323	155 354	38 55	10820 14254	198 486	190 677
151 – 200	Rojo	Dañina a la salud	168 207	324 401	255 354	56 150	14255 17688	487 797	678 1221
201 – 300	Morado	Muy dañina a la salud	208 393	402 794	355 424	151 250	17689 34862	798 1583	1222 2349
301 – 500	Marrón	Peligrosa	394(2)	795 1185	425 604	251 500	34863 57703	1584 2629	2350 3853

(1) En general, se requiere que en todas las zonas de monitoreo se reporte el ICA de Ozono de 8 horas. Sin embargo, hay un pequeño número de áreas donde el ICA basado en valores de ozono de 1 hora será más

⁵Ministerio de Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE. Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Bogotá. Octubre de 2010

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 53 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	PROCESO METODOLÓGICO
		MCS-20-1750
		

precautorio. En estos casos, además de calcular el valor del índice de ozono de 8 horas, se debe calcular el ICA de ozono de 1 hora y reportar el más alto de los dos.

(2) El ICA de ozono de 8 horas no será calculado para concentraciones superiores a 394 µg/m³. Para valores superiores se realiza únicamente el cálculo de ICA de ozono para 1 hora.

Fuente: Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017. MADS.

3.4.2 CÁLCULO DEL ICA

El ICA será calculado a partir de la siguiente ecuación, que corresponde a la metodología utilizada por la EPA para el cálculo del AQI y será reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo de cada uno de los contaminantes medidos.

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo}$$

Donde:

I_p = Índice para el contaminante p

C_p = Concentración medida para el contaminante p

BP_{Hi} = Punto de corte mayor o igual a CP

BP_{Lo} = Punto de corte menor o igual a CP

I_{Hi} = Valor del Índice de Calidad del Aire correspondiente al BP_{Hi}

I_{Lo} = Valor del Índice de Calidad del Aire correspondiente al BP_{Lo}

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 54 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS
		MCS-20-1750
		

4 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES Y COMPARACIÓN CON LAS NORMAS AMBIENTALES

En el presente numeral se presentan los resultados obtenidos para PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, O₃, COV y CO en las 6 estaciones de muestreo. Los resultados de las muestras obtenidas en el trabajo desarrollado, se comparan con las normas de calidad de aire establecidas en la Resolución 2254 del 2017. Los parámetros PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, fueron monitoreados durante 24 horas, mientras que el NO₂ y COV durante una hora diaria.

4.1 RESULTADOS ESTACIÓN 1

Tabla 27: Resultados reportados en la Estación 1.

Estación #1			PAD 9						
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m3				
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO ₂ ***	COV***
1	23224	7:25	2020-11-03	2020-11-04	20,0	6,2	< 19,8	< 56,6	< 2,8
2	23225	7:36	2020-11-05	2020-11-06	14,8	4,9	< 19,8	< 56,6	< 2,8
3	23226	7:28	2020-11-07	2020-11-08	11,9	3,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
4	23227	7:27	2020-11-09	2020-11-10	12,7	4,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
5	23228	7:23	2020-11-11	2020-11-12	8,8	3,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
6	23229	7:19	2020-11-13	2020-11-14	10,4	4,0	< 19,8	< 56,6	< 2,8
7	23230	7:21	2020-11-15	2020-11-16	21,4	5,3	< 19,8	< 56,6	< 2,8
8	23231	7:29	2020-11-17	2020-11-18	20,2	5,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
9	23232	7:31	2020-11-19	2020-11-20	23,5	5,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
10	25653	7:29	2020-11-21	2020-11-22	14,5	4,0	< 19,8	< 56,6	< 2,8
11	25654	7:35	2020-11-23	2020-11-24	20,6	4,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
12	25655	7:40	2020-11-25	2020-11-26	21,3	5,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
13	25656	7:35	2020-11-27	2020-11-28	11,6	4,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
14	25657	7:36	2020-11-29	2020-11-30	17,5	5,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
15	25658	7:28	2020-12-01	2020-12-02	17,3	6,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
16	25659	7:24	2020-12-03	2020-12-04	17,4	6,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
17	25660	7:35	2020-12-05	2020-12-06	24,8	5,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
18	25661	7:39	2020-12-07	2020-12-08	11,3	4,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
Días de Monitoreo					18	18	18	18	18
Muestras Validas					18	18	18	18	18
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%
[] Max					24,8	6,6	19,8	56,6	2,8
[] Min					8,8	3,1	19,8	56,6	2,8
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	
Numero de Excedencias / LA**					0	0	-	0	
Media					16,65	4,97	19,75	56,64	
Varianza					23,57	0,90	0,00	0,00	-
Desviación Estándar					4,85	0,95	0,00	0,00	-
Desviación Estándar de la Media:					8,17	18,47	-	-	-
Coeficiente de Variación					29,16%	19,11%	-	-	-
Intervalos de Confianza del 95%					14,24	4,50	-	-	-
					19,06	5,44	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida ***Medidos durante 1 hora diaria				

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 55 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 EO

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS MCS-20-1750
		

4.2 RESULTADOS ESTACIÓN 2

Tabla 28: Resultados reportados en la Estación 2.

Estacion #2			PAD 5						
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m3				
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂ ***	COV***
1	23235	8:40	2020-11-03	2020-11-04	19,5	4,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
2	23236	8:44	2020-11-05	2020-11-06	9,8	2,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
3	23237	8:55	2020-11-07	2020-11-08	14,5	4,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
4	23238	8:38	2020-11-09	2020-11-10	16,0	5,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
5	23239	8:53	2020-11-11	2020-11-12	10,9	3,0	< 19,8	< 56,6	< 2,8
6	23240	8:42	2020-11-13	2020-11-14	10,8	3,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
7	23241	8:42	2020-11-15	2020-11-16	24,9	9,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
8	23242	8:55	2020-11-17	2020-11-18	17,3	3,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
9	23243	8:57	2020-11-19	2020-11-20	29,3	9,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
10	25662	8:56	2020-11-21	2020-11-22	16,3	3,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
11	25663	8:42	2020-11-23	2020-11-24	21,6	7,3	< 19,8	< 56,6	< 2,8
12	25664	8:46	2020-11-25	2020-11-26	18,5	4,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
13	25665	8:57	2020-11-27	2020-11-28	13,3	2,8	< 19,8	< 56,6	< 2,8
14	25666	8:55	2020-11-29	2020-11-30	20,4	4,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
15	25667	8:55	2020-12-01	2020-12-02	22,8	5,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
16	25668	8:34	2020-12-03	2020-12-04	17,9	4,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
17	25669	8:35	2020-12-05	2020-12-06	23,3	5,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
18	25670	8:41	2020-12-07	2020-12-08	9,9	3,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
Días de Monitoreo					18	18	18	18	18
Muestras Validas					18	18	18	18	18
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%
[] Max					29,3	9,7	19,8	56,6	2,8
[] Min					9,8	2,1	19,8	56,6	2,8
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	
Numero de Excedencias / LA**					0	0	-	0	
Media					17,62	4,86	19,75	56,64	
Varianza					30,55	4,35	0,00	0,00	-
Desviación Estándar					5,53	2,09	0,00	0,00	-
Desviación Estándar de la Media:					7,66	12,46	-	-	-
Coeficiente de Variacion					31,37%	42,93%	-	-	-
Intervalos de Confianza del 95%					14,87	3,82	-	-	-
					20,37	5,90	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida ***Medidos durante 1 hora diaria				

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 56 de 83 F-PMO01-65 E0
--	--	---

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS MCS-20-1750
		

4.3 RESULTADOS ESTACIÓN 3

Tabla 29: Resultados reportados en la Estación 3.

Estacion #3			PAD A						
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m3				
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂ ***	COV***
1	23246	10:22	2020-11-03	2020-11-04	25,6	8,2	< 19,8	< 56,6	< 2,8
2	23247	10:21	2020-11-05	2020-11-06	14,5	5,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
3	23248	10:24	2020-11-07	2020-11-08	24,9	8,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
4	23249	10:23	2020-11-09	2020-11-10	17,6	5,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
5	23250	10:15	2020-11-11	2020-11-12	12,0	4,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
6	23251	10:02	2020-11-13	2020-11-14	17,1	5,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
7	23252	10:10	2020-11-15	2020-11-16	14,6	5,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
8	23253	9:59	2020-11-17	2020-11-18	21,7	7,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
9	23254	10:03	2020-11-19	2020-11-20	22,5	7,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
10	25671	10:12	2020-11-21	2020-11-22	16,2	6,3	< 19,8	< 56,6	< 2,8
11	25672	10:17	2020-11-23	2020-11-24	14,1	5,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
12	25673	10:18	2020-11-25	2020-11-26	24,5	5,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
13	25674	10:01	2020-11-27	2020-11-28	19,3	4,8	< 19,8	< 56,6	< 2,8
14	25675	10:17	2020-11-29	2020-11-30	20,3	5,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
15	25676	10:18	2020-12-01	2020-12-02	19,0	7,0	< 19,8	< 56,6	< 2,8
16	25677	10:11	2020-12-03	2020-12-04	16,4	4,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
17	25678	10:21	2020-12-05	2020-12-06	24,8	6,2	< 19,8	< 56,6	< 2,8
18	25679	10:08	2020-12-07	2020-12-08	18,7	4,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
Dias de Monitoreo					18	18	18	18	18
Muestras Validas					18	18	18	18	18
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%
[] Max					25,6	8,5	19,8	56,6	2,8
[] Min					12,0	4,1	19,8	56,6	2,8
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	
Numero de Excedencias / LA**					0	0	-	0	
Media					19,10	5,93	19,75	56,64	
Varianza					17,47	1,78	0,00	0,00	-
Desviación Estándar					4,18	1,33	0,00	0,00	-
Desviación Estándar de la Media:					8,80	15,58	-	-	-
Coeficiente de Variacion					21,88%	22,51%	-	-	-
Intervalos de Confianza del 95%					17,02	5,27	-	-	-
					21,18	6,59	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida ***Medidos durante 1 hora diaria				

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 57 de 83 F-PMO01-65 E0
--	--	---

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS MCS-20-1750
		

4.4 RESULTADOS ESTACIÓN 4

Tabla 30: Resultados reportados en la Estación 4.

Estacion #4			PAD 1						
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m3				
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂ ***	COV***
1	23257	12:48	2020-11-03	2020-11-04	28,7	7,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
2	23258	12:47	2020-11-05	2020-11-06	17,5	3,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
3	23259	12:50	2020-11-07	2020-11-08	20,8	6,8	< 19,8	< 56,6	< 2,8
4	23260	12:49	2020-11-09	2020-11-10	15,4	4,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
5	23261	12:41	2020-11-11	2020-11-12	10,8	2,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
6	23262	12:28	2020-11-13	2020-11-14	12,6	4,8	< 19,8	< 56,6	< 2,8
7	23263	12:36	2020-11-15	2020-11-16	24,4	7,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
8	23264	12:25	2020-11-17	2020-11-18	26,3	6,8	< 19,8	< 56,6	< 2,8
9	23265	12:29	2020-11-19	2020-11-20	25,9	8,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
10	25680	12:38	2020-11-21	2020-11-22	14,4	3,3	< 19,8	< 56,6	< 2,8
11	25681	12:43	2020-11-23	2020-11-24	32,2	9,3	< 19,8	< 56,6	< 2,8
12	25682	12:44	2020-11-25	2020-11-26	27,5	6,3	< 19,8	< 56,6	< 2,8
13	25683	12:27	2020-11-27	2020-11-28	15,5	3,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
14	25684	12:43	2020-11-29	2020-11-30	22,1	6,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
15	25685	12:44	2020-12-01	2020-12-02	25,8	5,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
16	25686	12:37	2020-12-03	2020-12-04	24,6	8,9	< 19,8	< 56,6	< 2,8
17	25687	12:47	2020-12-05	2020-12-06	32,2	7,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
18	25688	12:34	2020-12-07	2020-12-08	15,6	4,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
Días de Monitoreo					18	18	18	18	18
Muestras Validas					18	18	18	18	18
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%
[] Max					32,2	9,3	19,8	56,6	2,8
[] Min					10,8	2,4	19,8	56,6	2,8
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	
Numero de Excedencias / LA**					0	0	-	0	
Media					21,80	5,93	19,75	56,64	
Varianza					44,89	4,19	0,00	0,00	-
Desviación Estándar					6,70	2,05	0,00	0,00	-
Desviación Estándar de la Media:					6,95	12,58	-	-	-
Coeficiente de Variacion					30,73%	34,52%	-	-	-
Intervalos de Confianza del 95%					18,47	4,91	-	-	-
					25,13	6,95	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida ***Medidos durante 1 hora diaria				

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 58 de 83 F-PMO01-65 E0
--	--	---

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS MCS-20-1750
		

4.5 RESULTADOS ESTACIÓN 5

Tabla 31: Resultados reportados en la Estación 5.

Estacion #5			PAD 2N						
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m3				
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂ ***	COV***
1	23268	14:02	2020-11-03	2020-11-04	29,1	11,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
2	23269	14:13	2020-11-05	2020-11-06	16,7	5,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
3	23270	14:05	2020-11-07	2020-11-08	19,3	5,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
4	23271	14:04	2020-11-09	2020-11-10	25,3	7,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
5	23272	14:00	2020-11-11	2020-11-12	11,8	3,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
6	23273	13:56	2020-11-13	2020-11-14	14,9	3,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
7	23274	13:58	2020-11-15	2020-11-16	20,3	4,9	< 19,8	< 56,6	< 2,8
8	23275	14:06	2020-11-17	2020-11-18	25,6	9,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
9	23276	14:08	2020-11-19	2020-11-20	17,5	4,0	< 19,8	< 56,6	< 2,8
10	25689	14:06	2020-11-21	2020-11-22	10,7	4,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
11	25690	14:12	2020-11-23	2020-11-24	27,2	7,1	< 19,8	< 56,6	< 2,8
12	25691	14:17	2020-11-25	2020-11-26	24,3	7,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
13	25692	14:12	2020-11-27	2020-11-28	18,9	6,2	< 19,8	< 56,6	< 2,8
14	25693	14:13	2020-11-29	2020-11-30	24,3	5,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
15	25694	14:05	2020-12-01	2020-12-02	31,0	8,0	< 19,8	< 56,6	< 2,8
16	25695	14:14	2020-12-03	2020-12-04	24,6	7,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
17	25696	14:17	2020-12-05	2020-12-06	30,9	9,0	< 19,8	< 56,6	< 2,8
18	25697	14:16	2020-12-07	2020-12-08	19,6	6,9	< 19,8	< 56,6	< 2,8
Dias de Monitoreo					18	18	18	18	18
Muestras Validas					18	18	18	18	18
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%
[] Max					31,0	11,6	19,8	56,6	2,8
[] Min					10,7	3,1	19,8	56,6	2,8
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	
Numero de Excedencias / LA**					0	0	-	0	
Media					21,79	6,47	19,75	56,64	
Varianza					37,10	5,11	0,00	0,00	-
Desviacion Estándar					6,09	2,26	0,00	0,00	-
Desviación Estándar de la Media:					7,29	11,97	-	-	-
Coeficiente de Variacion					27,95%	34,93%	-	-	-
Intervalos de Confianza del 95%					18,76	5,35	-	-	-
					24,82	7,59	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida ***Medidos durante 1 hora diaria				

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 59 de 83 F-PMO01-65 E0
--	--	---

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS MCS-20-1750
		

4.6 RESULTADOS ESTACIÓN 6

Tabla 32: Resultados reportados en la Estación 6.

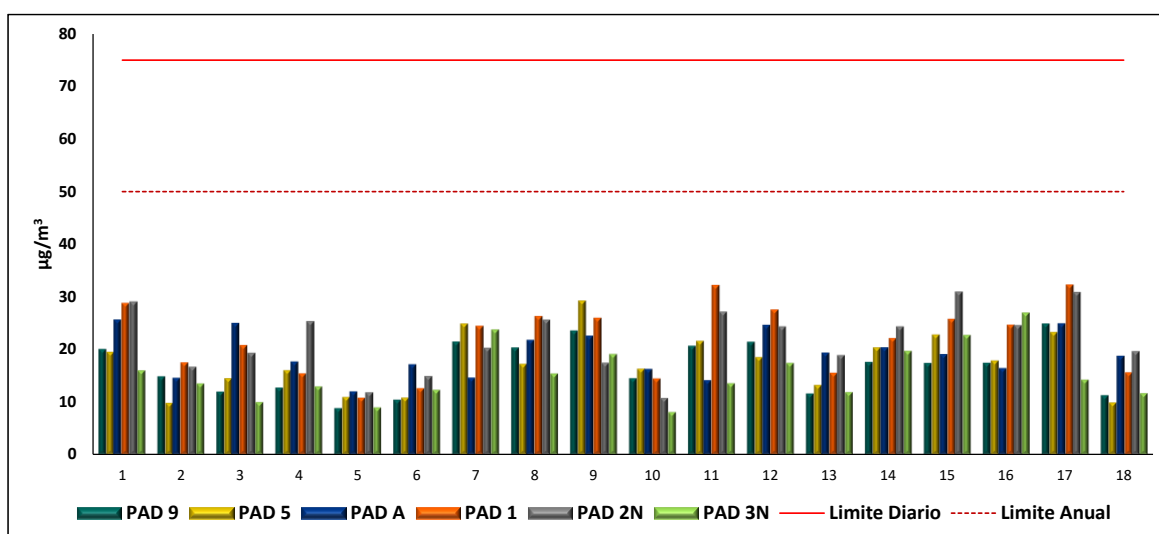
Estacion #6			PAD 3N						
#	Código MCS	Hora de inicio	Fecha		Concentración µg/m3				
			Inicial	Final	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂ ***	COV***
1	23279	15:30	2020-11-03	2020-11-04	15,9	3,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
2	23280	15:31	2020-11-05	2020-11-06	13,5	4,0	< 19,8	< 56,6	< 2,8
3	23281	15:25	2020-11-07	2020-11-08	10,0	3,9	< 19,8	< 56,6	< 2,8
4	23282	15:30	2020-11-09	2020-11-10	12,9	2,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
5	23283	15:35	2020-11-11	2020-11-12	8,9	1,9	< 19,8	< 56,6	< 2,8
6	23284	15:27	2020-11-13	2020-11-14	12,3	3,8	< 19,8	< 56,6	< 2,8
7	23285	15:24	2020-11-15	2020-11-16	23,7	7,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
8	23286	15:33	2020-11-17	2020-11-18	15,4	4,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
9	23287	15:39	2020-11-19	2020-11-20	19,1	6,5	< 19,8	< 56,6	< 2,8
10	25698	15:41	2020-11-21	2020-11-22	8,1	2,3	< 19,8	< 56,6	< 2,8
11	25699	15:54	2020-11-23	2020-11-24	13,5	3,8	< 19,8	< 56,6	< 2,8
12	25700	15:48	2020-11-25	2020-11-26	17,4	6,3	< 19,8	< 56,6	< 2,8
13	25701	15:46	2020-11-27	2020-11-28	11,8	4,7	< 19,8	< 56,6	< 2,8
14	25702	15:32	2020-11-29	2020-11-30	19,7	6,3	< 19,8	< 56,6	< 2,8
15	25703	15:42	2020-12-01	2020-12-02	22,7	6,6	< 19,8	< 56,6	< 2,8
16	25704	15:58	2020-12-03	2020-12-04	26,9	9,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
17	25705	16:00	2020-12-05	2020-12-06	14,2	4,0	< 19,8	< 56,6	< 2,8
18	25706	15:56	2020-12-07	2020-12-08	11,6	3,4	< 19,8	< 56,6	< 2,8
Dias de Monitoreo					18	18	18	18	18
Muestras Validas					18	18	18	18	18
% Datos Validos					100%	100%	100%	100%	100%
[] Max					26,9	9,4	19,8	56,6	2,8
[] Min					8,1	1,9	19,8	56,6	2,8
Numero de Excedencias / LD*					0	0	0	0	
Numero de Excedencias / LA**					0	0	-	0	
Media					15,42	4,74	19,75	56,64	
Varianza					27,42	3,90	0,00	0,00	-
Desviacion Estándar					5,24	1,98	0,00	0,00	-
Desviación Estándar de la Media:					7,87	12,81	-	-	-
Coeficiente de Variacion					33,96%	41,68%	-	-	-
Intervalos de Confianza del 95%					12,82	3,76	-	-	-
					18,02	5,72	-	-	-
*Limite Diario **Limite Anual					Muestra Invalida ***Medidos durante 1 hora diaria				

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 60 de 83 F-PMO01-65 E0
--	--	---

4.7 MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (PM₁₀)

En la **Figura 7** se presentan los resultados de material particulado (PM₁₀) en los 6 puntos de monitoreo y su comparación con los límites diario y anual (evaluado de manera indicativa) de la Resolución 2254 del 2017.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 7: Concentraciones de material particulado (PM₁₀).

En general, las mediciones de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en el área de estudio presentan valores menores en la estación 6 PAD 3N con una media de 15,42 µg/m³ y valores mayores en la estación 4 PAD 1 con una media de 21,80 µg/m³. Ninguno de los valores superó el límite diario (75 µg/m³), ni el límite anual (50 µg/m³); se realiza una comparación con la norma anual de manera indicativa, puesto que de acuerdo con lo establecido en el Numeral 5.7.4 del Manual de diseño del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, si el 80% de las primeras 15 mediciones supera el límite anual, se deberá prolongar el tiempo del monitoreo de 18 a 24 días, lo cual no fue necesario para el monitoreo desarrollado.

4.7.1 ESTACIÓN 1 - PAD 9

Las concentraciones en la estación 1 conservaron un rango de 8,78 µg/m³ a 24,79 µg/m³, donde el día 11 de noviembre (día 5) se registró el menor valor acorde con la alta precipitación registrada (9,8 mm), mientras que el menor resultado se evidenció el día 05 de diciembre (día 17), con ausencia de lluvias.

Las mediciones en la estación 1 (PAD 9) presentaron una media de 16,65 µg/m³, por lo tanto, las segundas concentraciones más bajas durante el monitoreo se

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS
		MCS-20-1750 

dieron en esta estación, con una tendencia de sus valores de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, obteniendo así un IQR (longitud de la caja) de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una mediana de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ver **Figura 8**.

En esta estación el límite diario ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y el límite anual evaluado de manera indicativa ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) no fueron excedidos, indicando cumplimiento a lo establecido en el artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017.

4.7.2 ESTACIÓN 2 - PAD 5

Durante el monitoreo, las concentraciones en la estación 2 se encontraron en un rango de $9,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $29,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una media de $17,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el menor valor se presentó el día 05 de noviembre (día 2), por su parte, el mayor resultado se registró el día 19 de noviembre (día 9 de monitoreo).

La estación 2 (PAD 5) obtuvo una dispersión de resultados de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un rango de valores de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una mediana de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ver **Figura 8**.

Además, en la estación no se presentaron excedencias al límite diario ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ni al límite anual evaluado de manera indicativa ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), evidenciando cumplimiento a lo establecido en el artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017.

4.7.3 ESTACION 3 - PAD A

Las mediciones en la estación oscilaron entre $11,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $25,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el día 03 de noviembre (día 1 de monitoreo) se registró la mayor concentración, mientras que el menor resultado se obtuvo el día 11 de noviembre (día 5), acorde con la alta precipitación de 9,8 mm.

La estación 3 (PAD A) obtuvo una dispersión de resultados (IQR) de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con valores de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, una mediana de $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una media de $19,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual, esta estación obtuvo las terceras mayores concentraciones durante el monitoreo, ver **Figura 8**.

En esta estación el límite diario ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) el límite anual evaluado de manera indicativa ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) no fue superado, dando cumplimiento a lo establecido en el artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017.

4.7.4 ESTACIÓN 4 - PAD 1

Las concentraciones en la estación ubicada en el PAD 1 variaron de $10,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $32,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el día 05 de diciembre (día 17) se registró el mayor resultado durante todo el monitoreo, mientras que el menor valor se registró el día 11 de

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 62 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS
		MCS-20-1750 

noviembre (día 5), acorde con la alta precipitación registrada durante el monitoreo (9,8 mm).

Los resultados en la estación 4 (PAD 1) presentaron una media de $21,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, las concentraciones más altas durante el monitoreo se dieron en esta estación, con una tendencia de sus valores de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, obteniendo así un IQR (longitud de la caja) de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una mediana de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ver **Figura 8**.

En esta estación el límite diario ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y el límite anual evaluado de manera indicativa ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) no fueron superados, evidenciando cumplimiento a lo establecido en el artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017.

4.7.5 ESTACIÓN 5 - PAD 2N

Durante el monitoreo las concentraciones en esta estación se encontraron en un rango de $10,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $30,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una media de $21,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el menor valor se presentó el día 21 de noviembre (día 10), por su parte, el mayor resultado se registró el día 01 de diciembre (día 15 de monitoreo) con ausencia de lluvias.

La estación 5 (PAD 2N) obtuvo una dispersión de resultados de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un rango de valores de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una mediana de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, evidenciando así que esta estación presentó las segundas mayores concentraciones durante el monitoreo, ver **Figura 8**.

Además, en la estación no se presentaron excedencias al límite diario ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ni al límite anual evaluado de manera indicativa ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), indicando cumplimiento a lo establecido en la Resolución 2254 de 2017.

4.7.6 ESTACIÓN 6 - PAD 3N

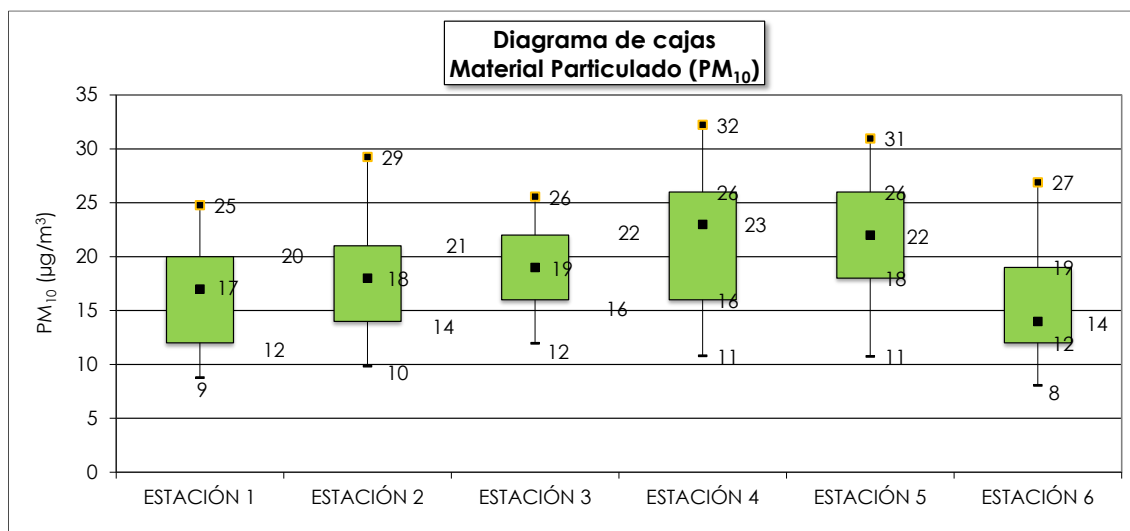
Las concentraciones en la estación ubicada en el PAD 3N oscilaron entre $8,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $26,90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el día 03 de diciembre (día 16 de monitoreo) se registró la mayor concentración, mientras que el menor resultado se obtuvo el día 21 de noviembre (día 10).

La estación 6 (PAD 3N) obtuvo una dispersión de resultados (IQR) de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con valores de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, una mediana de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una media de $15,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual, esta estación obtuvo las concentraciones más bajas durante el monitoreo, ver **Figura 8**.

En esta estación el límite diario ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y el límite anual evaluado de manera indicativa ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) no fueron superados, dando cumplimiento a lo establecido en el artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 63 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

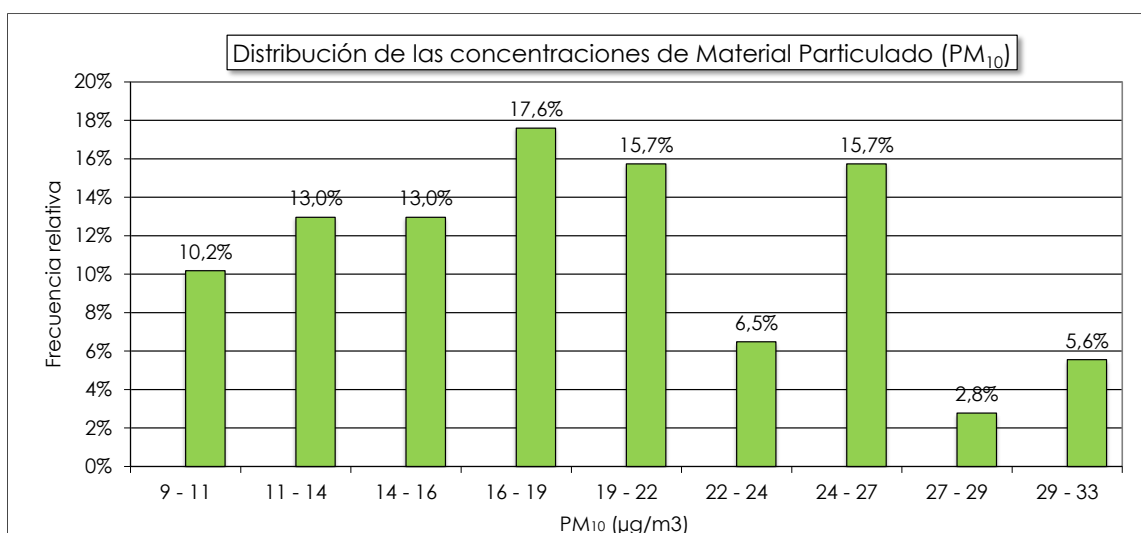
En la **Figura 8** se presenta el comportamiento de los datos para los resultados obtenidos de material particulado menor a 10 micras (PM_{10}), de forma gráfica mediante el diagrama de cajas.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 8: Diagrama de cajas para las concentraciones de material particulado (PM_{10}).

En el diagrama de cajas se evidencian resultados asimétricos con valores mayores en la estación 4 (PAD 1) con una mediana de $23 \mu g/m^3$, seguida por la estación 5 (PAD 2N) con una media de $22 \mu g/m^3$, mientras que la estación 6 (PAD 3N) obtuvo los menores resultados con una mediana de $14 \mu g/m^3$, asimismo, la mayor dispersión de los datos se registró en la estación 4 con un IQR de $10 \mu g/m^3$.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

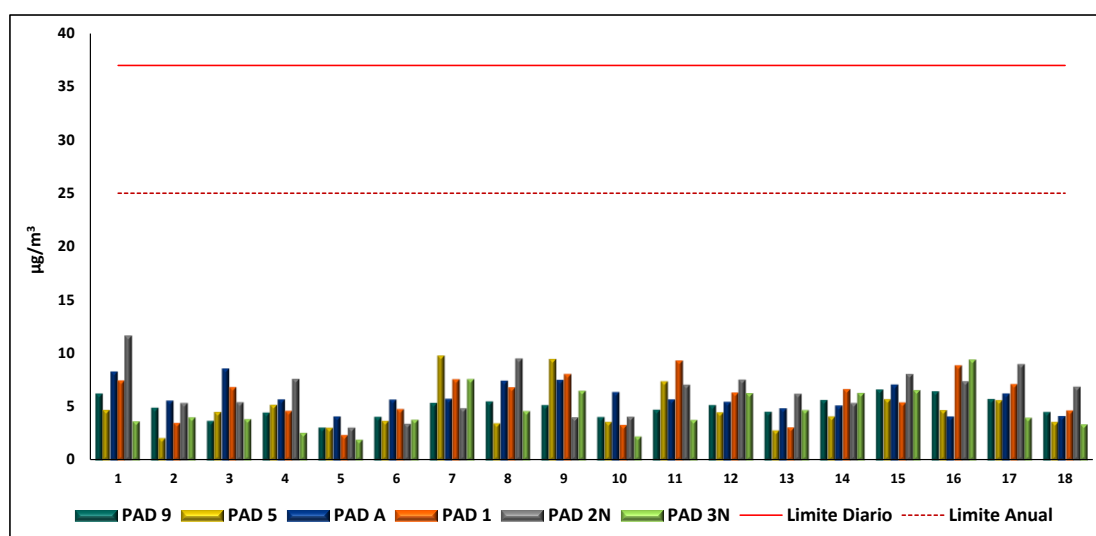
Figura 9: Histograma para las concentraciones de material particulado (PM_{10}).

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS
		MCS-20-1750
		

En la **Figura 9** se presenta el histograma, donde se muestra que la mayor parte de concentraciones (17,6%) se agrupan entre 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguidas por los resultados de 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y entre 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cada rango con el 15,7% de los datos. Además, la mayoría de los valores se encuentran por debajo de los 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; mientras que las concentraciones superiores a 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e inferiores a 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ representan solamente el 5,6% del total de datos obtenidos, indicando pleno cumplimiento normativo en el límite diario (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y anual evaluado de manera indicativa (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) establecidos en el artículo 2 de la Resolución 2254 del 2017.

4.8 MATERIAL PARTICULADO FINO ($\text{PM}_{2.5}$)

En la **Figura 10** se presentan los resultados de material particulado fino ($\text{PM}_{2.5}$) en los puntos de monitoreo y su comparación con los límites establecidos en la Resolución 2254 del 2017.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 10: Concentraciones de material particulado fino ($\text{PM}_{2.5}$).

Las mediciones de material particulado fino ($\text{PM}_{2.5}$) presentaron resultados menores en la estación 6 (PAD 3N) y concentraciones mayores en la estación 5 (PAD 2N). Ninguno de los valores superó la norma diaria (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ni la norma anual (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) evaluada de manera indicativa, se realiza la comparación con la norma anual, puesto que de acuerdo con lo establecido en el Numeral 5.7.4 del Manual de diseño del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, si el 80% de las primeras 15 mediciones supera el límite anual, se deberá prolongar el tiempo del monitoreo de 18 a 24 días, lo cual no fue necesario para el monitoreo desarrollado.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 65 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS
		MCS-20-1750
		

4.8.1 ESTACIÓN 1 - PAD 9

Las concentraciones en la estación ubicada en el PAD 9, oscilaron entre 3,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 6,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el día 01 de diciembre (día 15) se registró el mayor valor, mientras que el menor resultado se obtuvo el día 11 de noviembre (día 5 de monitoreo), acorde con la alta precipitación registrada (9,8 mm) lo cual decanta las partículas al suelo, disminuyendo así las concentraciones.

Las mediciones en la estación 1 (PAD 9) presentaron una media de 4,97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una tendencia de sus valores de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, obteniendo así un IQR (longitud de la caja) de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una mediana de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ver **Figura 11**.

Esta estación no reportó sobrepasos al límite diario (37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ni al límite anual evaluado de manera indicativa (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), indicando cumplimiento total a lo establecido en la Resolución 2254 de 2017.

4.8.2 ESTACIÓN 2 - PAD 5

Durante el monitoreo, las concentraciones en esta estación se encontraron en un rango de 2,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 9,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una media de 4,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el menor valor se presentó el día 05 de noviembre (día 2), por su parte, el mayor resultado se registró el día 15 de noviembre (día 7 de monitoreo), con ausencia de lluvias.

La estación 2 (PAD 5), obtuvo una dispersión de resultados baja con un rango de valores de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una mediana de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, evidenciando así que esta estación presentó las segundas concentraciones más altas durante el monitoreo, ver **Figura 11**.

Además, en la estación no se presentaron excedencias al límite diario (37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ni al límite anual evaluado de manera indicativa (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), evidenciando cumplimiento a lo establecido en la Resolución 2254 de 2017.

4.8.3 ESTACION 3 - PAD A

Las mediciones en la estación 3 oscilaron entre 4,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 8,48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en la que el día 07 de noviembre (día 3) se registró el mayor valor, mientras que la menor concentración se obtuvo el día 11 de noviembre (día 5 de monitoreo).

La estación 3 (PAD A) obtuvo una dispersión de resultados (IQR) de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con valores de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, una mediana de 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una media de 5,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual, esta estación obtuvo las segundas mayores concentraciones durante el monitoreo, ver **Figura 11**.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 66 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS
		MCS-20-1750
		

Esta estación no sobrepasó el límite diario ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ni el límite anual evaluado de manera indicativa ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), evidenciando cumplimiento a lo establecido en el artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017.

4.8.4 ESTACIÓN 4 - PAD 1

Las concentraciones en el PAD 1 oscilaron entre $2,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $9,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el día 11 de noviembre (día 5 de monitoreo) se registró el menor valor, acorde con la alta precipitación registrada de 9,8 mm, mientras que el día 23 de noviembre (día 11) se obtuvo el mayor resultado.

Las mediciones en la estación 4 (PAD 1) presentaron una media de $5,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto, las segundas concentraciones más altas durante el monitoreo se dieron en esta estación al igual que en la estación 3, con una tendencia de sus valores de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, obteniendo así un IQR (longitud de la caja) de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una mediana de $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ver **Figura 11**.

Esta estación no reportó sobrepasos al límite diario ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ni al límite anual evaluado de manera indicativa ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), evidenciando cumplimiento a lo establecido en la Resolución 2254 de 2017.

4.8.5 ESTACIÓN 5 - PAD 2N

Durante el monitoreo, las concentraciones en esta estación se encontraron en un rango de $3,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $11,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una media de $6,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el menor valor se presentó el día 11 de noviembre (día 5) con precipitaciones del 9,8 mm, por su parte, la mayor medición se registró el día 03 de noviembre (día 1 de monitoreo) con ausencia de lluvias.

La estación 5 (PAD 2N), obtuvo la mayor dispersión de resultados con un rango de valores de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y una mediana de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, evidenciando así que esta estación presentó las concentraciones más altas durante el monitoreo, ver **Figura 11**.

Además, en la estación no se presentaron excedencias al límite diario ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ni al límite anual evaluado de manera indicativa ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dando cumplimiento a lo establecido en la Resolución 2254 de 2017.

4.8.6 ESTACIÓN 6 - PAD 3N

Las concentraciones en la estación 6 oscilaron entre $1,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $9,40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el día 03 de diciembre (día 16) se registró el mayor resultado con ausencia de lluvias, mientras que el menor valor se obtuvo el día 11 de noviembre (día 5).

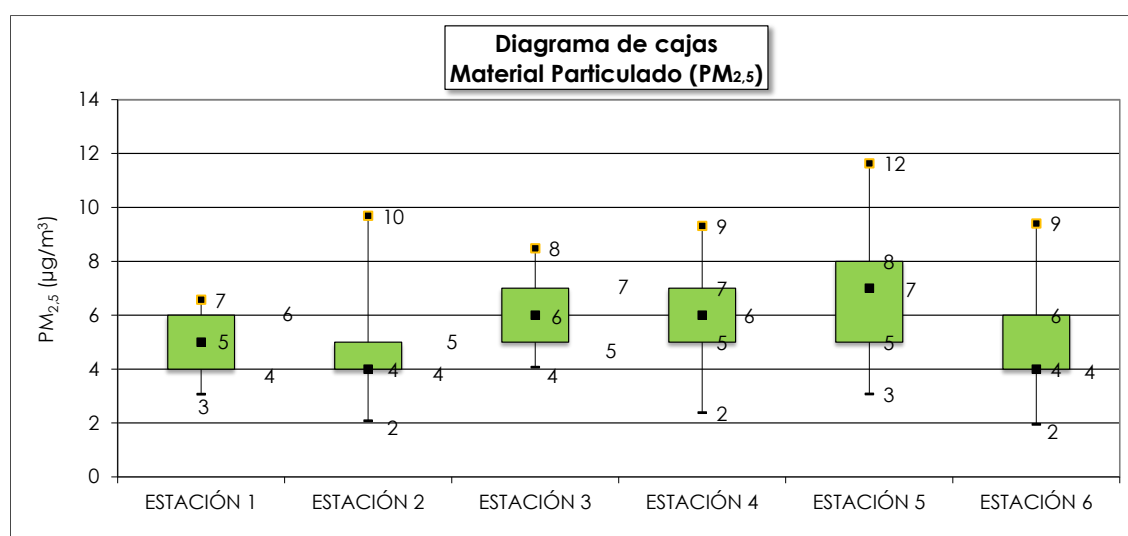
ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 67 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 EO

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS
		MCS-20-1750
		

La estación 6 (PAD 3N) obtuvo una dispersión de resultados (IQR) de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con valores de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, una mediana de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una media de 4,74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual, esta estación obtuvo las concentraciones más bajas durante el monitoreo, ver **Figura 11**.

Esta estación no reportó sobrepasos al límite diario (37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ni al límite anual evaluado de manera indicativa (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), indicando cumplimiento a lo establecido en el artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS.

En la **Figura 11** se presenta el comportamiento de los datos para los resultados obtenidos de material particulado fino ($\text{PM}_{2,5}$), de forma gráfica mediante el diagrama de cajas.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

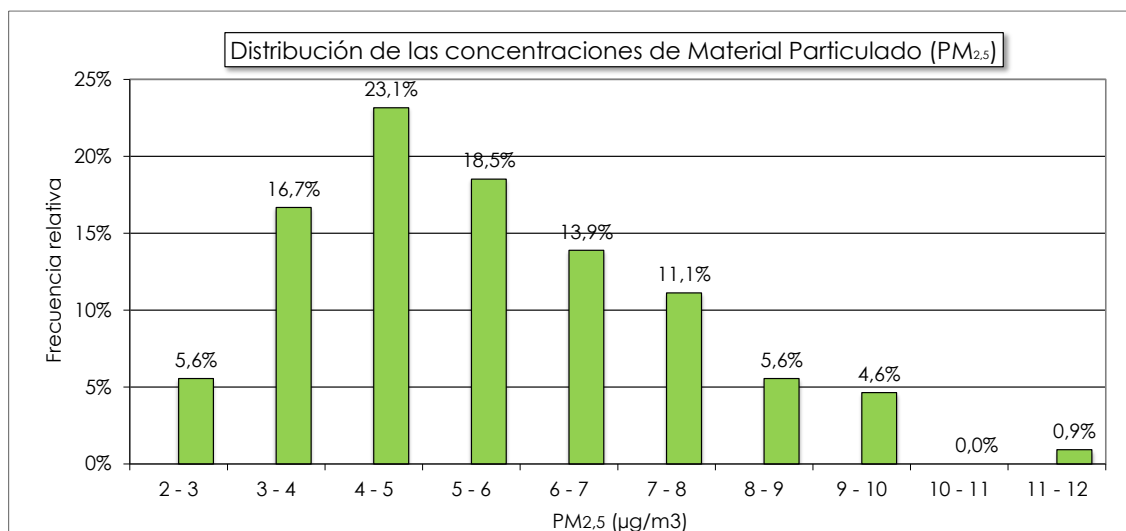
Figura 11: Diagrama de cajas para las concentraciones de material particulado fino ($\text{PM}_{2,5}$).

En el diagrama de cajas se evidencian resultados similares, con valores mayores en la estación 5 (PAD 2N) con una mediana de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que las estaciones 2 (PAD 5) y 6 (PAD 3N) obtuvieron los menores valores con una mediana de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, asimismo la mayor dispersión de los datos se registró en la estación 5, la cual se obtuvo el mayor IQR (3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Estos resultados son acordes con los obtenidos de PM_{10} , donde la estación 6 presentó los menores valores.

En la **Figura 12** se presenta el histograma, donde se muestra que la mayor parte de concentraciones (23,1%) se agrupan de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguidas por los resultados entre 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con el 18,5% de los datos, además, la mayoría de los valores se encuentran por debajo de los 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; mientras que las concentraciones superiores a 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e inferiores a 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ representan el 0,9%

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 68 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

del total de datos obtenidos, indicando el pleno cumplimiento normativo en el límite diario ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y el límite anual evaluado de manera indicativa ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) establecidos en el artículo 2 de la Resolución 2254 del 2017.

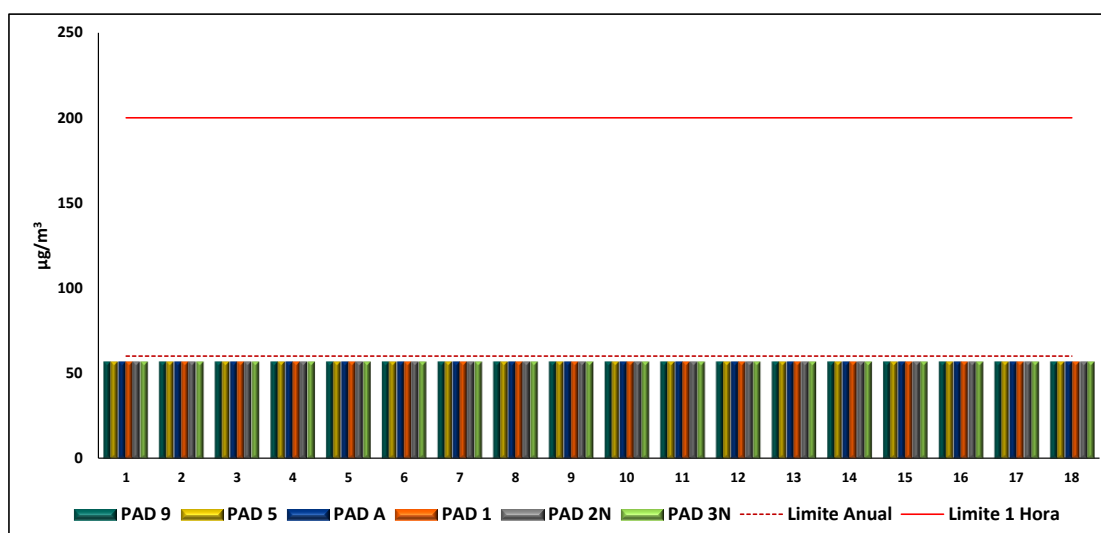


Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 12: Histograma para las concentraciones de material particulado fino ($\text{PM}_{2.5}$).

4.9 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

Los resultados registrados de dióxido de nitrógeno (NO_2) en cada punto de muestreo y su respectiva comparación con el límite para 1 hora de la Resolución 2254 del 2017, se presentan en la **Figura 13**.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

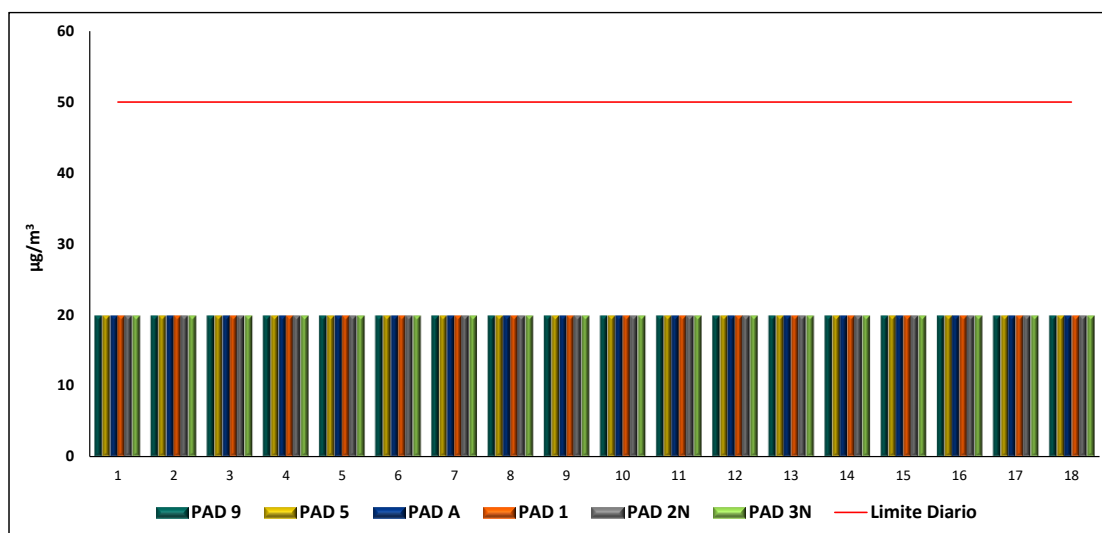
Figura 13: Concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO_2).

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS
		MCS-20-1750
		

El total de los datos obtenidos de NO₂ en las 6 estaciones registraron valores inferiores a 0,12 µg de NO₂, el cual es el límite analítico del método acreditado por el laboratorio, lo cual representa en el 100% de las mediciones, una concentración <56,64 µg/m³ en las condiciones de muestreo, valor muy lejano al límite para 1 hora. Por lo anterior, se puede afirmar que la concentración real de este parámetro en el área de estudio es aún menor a la reportada y por ende menos perjudicial, y se infiere que en la zona no hay fuentes representativas para este contaminante. Los resultados obtenidos dan cumplimiento total al límite para 1 hora establecido en 200 µg/m³ en la Resolución 2254 del 2017.

4.10 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

Los resultados registrados de dióxido de azufre (SO₂) en cada sitio de muestreo y su respectiva comparación con la normatividad ambiental vigente se presentan en la **Figura 14**.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 14: Concentraciones de dióxido de azufre (SO₂).

Las muestras obtenidas de dióxido de azufre (SO₂) en todas las estaciones registran valores inferiores a 1,00 µg de SO₂, el cual es el límite cuantificable del método acreditado por el laboratorio y que representa en las condiciones de muestreo una concentración <19,75 µg/m³ en todas las mediciones, lo cual indica la baja presencia de este contaminante en la zona de estudio y descarta fuentes generadoras; además de evidenciar el pleno cumplimiento al límite diario (50 µg/m³) establecido en la Resolución 2254 del 2017.

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 70 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	RESULTADOS
		MCS-20-1750
		

4.11 OZONO (O₃)

Los resultados obtenidos de Ozono (O₃) en las seis estaciones registran concentraciones <40,32 µg/m³ en las condiciones de monitoreo durante 8 horas; teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que la concentración real de este parámetro en el área de estudio es aún menor a la reportada y por ende menos perjudicial. Los valores obtenidos cumplen con el límite para 8 horas establecido en la Resolución 2254 del 2017 en 100 µg/m³, indicando así el pleno cumplimiento normativo.

4.12 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Los resultados registrados de Monóxido de Carbono (CO) durante una hora presentaron valores por debajo del límite de detección del equipo, con esto la concentración registrada fue inferior a 1144 µg/m³ para todos los días de monitoreo, valor muy lejano al límite establecido para una hora de 35000 µg/m³ de la Resolución 2254 del 2017; lo que permite inferir que no se encuentran fuentes representativas para este contaminante en la zona de monitoreo.

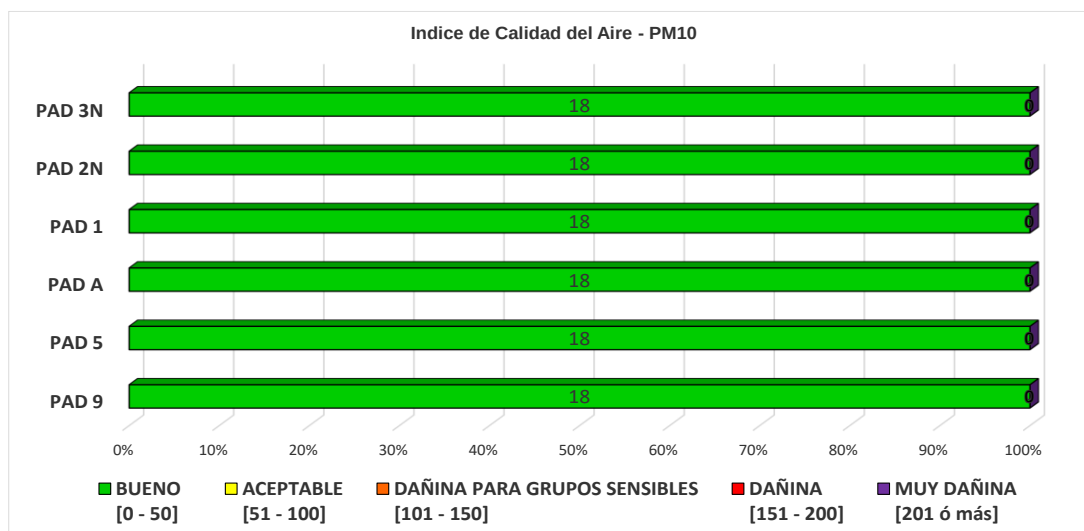
4.13 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV)

Los resultados registrados de COV presentaron valores por debajo del límite de detección del método, correspondiente a 0,008 µg, esto representa una concentración <2,80 µg/m³, lo cual indica baja presencia de este contaminante en la zona de monitoreo, este parámetro no tiene límites establecidos, por lo que no es posible emitir un juicio normativo.

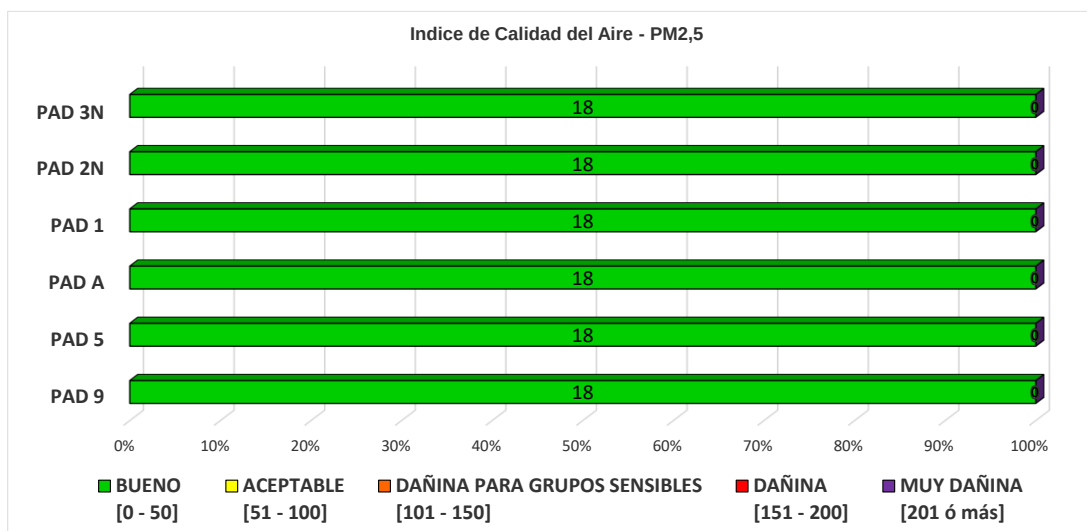
4.14 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE (ICA)

De acuerdo con la información presentada en relación con el cálculo del ICA, se observa que para los compuestos medidos en el presente monitoreo aplica el cálculo para PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ y O₃; puesto que para SO₂ solo se puede calcular para mediciones de 1 hora y para el CO es para mediciones de 8 horas, periodos diferentes a los monitoreados. A continuación se presenta el ICA calculado para las 6 estaciones durante los 18 días de monitoreo, en la barra se registra el número de muestras en la respectiva clasificación por color.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 71 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

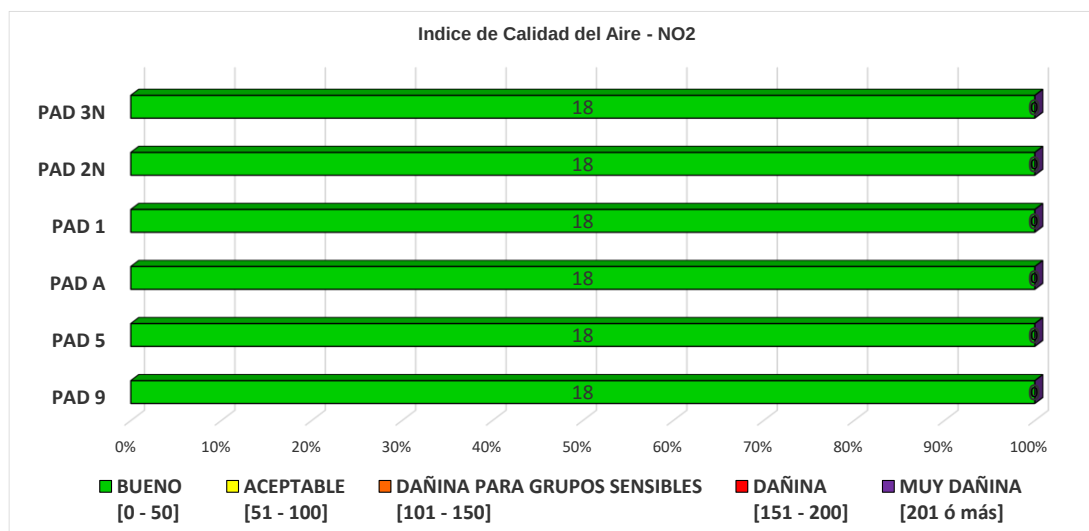


Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.
Figura 15: Comportamiento diario del ICA para PM₁₀.



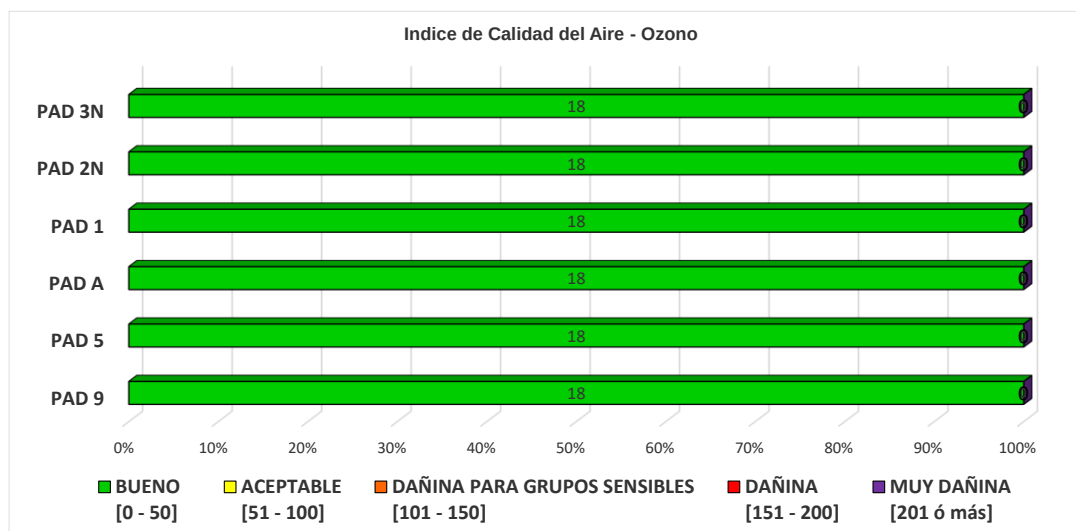
Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.
Figura 16: Comportamiento diario del ICA para PM_{2,5}.

El índice de calidad del aire en el caso del PM₁₀ (**Figura 15**) y PM_{2,5} (**Figura 16**) presentó una clasificación "Buena" en todas las mediciones, por lo que según se establece en el artículo 19 de la Resolución 2254 del 2017 del MADS, la contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 17: Comportamiento horario del ICA para NO₂.



Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020.

Figura 18: Comportamiento media móvil 8 horas del ICA para O₃.

Para el caso del NO₂ (**Figura 17**) y O₃ (**Figura 18**) teniendo en cuenta que no se detectaron concentraciones representativas durante el monitoreo con valores inferiores al límite de detección de cada parámetro, el ICA presentó clasificación “Buena” en todos los casos, indicando que la contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	CONCLUSIONES
		MCS-20-1750
		

CONCLUSIONES

Los resultados del monitoreo de calidad de aire realizado en el Campo Platanillo permiten obtener las siguientes conclusiones:

- Las concentraciones reportadas de PM_{10} en las estaciones reportaron resultados entre $8,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $32,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cumpliendo en todas las mediciones con el límite permisible diario $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y al límite anual evaluada de manera indicativa ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) establecidos en la Resolución 2254 del 2017, donde la estación 4 (PAD 1) presentó los mayores valores con una media de $21,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y la estación 6 (PAD 3N) los menores con una media de $15,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, además, la mayoría de las concentraciones variaron entre $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con el 17,6% de los datos.
- Las mediciones de $PM_{2.5}$ evidenciaron un comportamiento similar al PM_{10} , donde la estación 5 (PAD 2N) registró las mayores concentraciones con una media de $6,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y la estación 6 (PAD 3N) las menores con una media de $4,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$, los resultados se encontraron en un rango de $1,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $11,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo cual, los valores obtenidos durante el monitoreo no excedieron el límite diario ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ni el límite anual evaluada de manera indicativa ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dando cumplimiento total a la Resolución 2254 de 2017.
- Las mediciones de NO_2 presentan registros inferiores al límite de detección del método acreditado ($0,12 \mu\text{g}$), obteniendo en las condiciones de monitoreo una concentración en el 100% de las mediciones $<56,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1 hora, por lo que se concluye que en el área de monitoreo no se encuentran fuentes representativas para este contaminante, los valores obtenidos dan cumplimiento al límite de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1 hora y anual de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecidos en la Resolución 2254 del 2017.
- Las muestras de SO_2 presentan registros inferiores al límite de detección de $<1,0 \mu\text{g}$, lo que corresponde en las condiciones de monitoreo a una concentración en todas las mediciones $<19,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor lejano al límite diario establecido en la Resolución 2254 del 2017 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), permitiendo inferir que las fuentes que emiten este tipo contaminante, no impactan la calidad el aire en la zona de monitoreo.
- Las concentraciones de O_3 presentaron registros indetectables en todas las mediciones ($<1,0 \mu\text{g}$), con valores $<40,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que se concluye que en el área no se encuentran fuentes representativas para este contaminante. Los resultados obtenidos dan cumplimiento al límite para 8 horas establecido en la Resolución 2254 de 2017.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 74 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	CONCLUSIONES
		MCS-20-1750
		

- Las mediciones del parámetro CO presentaron valores por debajo del límite de detección del instrumento utilizado, con concentraciones $<1144 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que permite deducir que no se encuentran fuentes representativas para este contaminante en la zona de monitoreo, los valores obtenidos dan cumplimiento al límite para 1 hora ($35000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y 8 horas ($5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) establecidos en la Resolución 2254 del 2017.
- Las mediciones de COV presentan concentraciones por debajo del límite de detección del método utilizado $0,008 \mu\text{g}$, indicando en las condiciones de monitoreo concentraciones $<2,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$; permitiendo inferir que no hay fuentes representativas para este contaminante en la zona de monitoreo.
- El índice de calidad del aire para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ fue “Bueno” en todas las mediciones, por lo que según se establece en el artículo 19 de la Resolución 2254 del 2017, la contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.
- El ICA para NO_2 y O_3 , presentó una clasificación “Buena”, esto debido a que las seis estaciones reportaron concentraciones mínimas de estos parámetros, siendo inferiores al límite de la técnica analítica empleada para estos contaminantes en todos los casos, indicando así que la contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud, no es posible calcular el ICA para CO y SO_2 , puesto que los tiempos de medición son diferentes a los establecidos para estos contaminantes en la actual Resolución vigente.
- Los resultados del monitoreo de calidad de aire realizado dan cumplimiento total a los límites diario/horario/8 horas establecidos en el artículo 2 de la Resolución 2254 del 2017 para todos los parámetros, además de cumplir con el límite anual para los parámetros que aplica (evaluado de manera indicativa).

ELABORADO POR: 		REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 75 de 83
		APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	BIBLIOGRAFÍA
		MCS-20-1750
		

BIBLIOGRAFÍA

APHA INTERSOCIETY COMMITTEE. *Methods of Air Sampling and Analysis. Second Edition.* American Public Health Association. Washington D.C. 1985.

DE NEVERS, N. Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. MC Graw Hill. 1998.

E.P.A. – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Compilation of air Pollutant Emission Factors. Supplement 14. Chapter 11.2.3. 1977.

_____. Compilation of Air Pollutant Emission Factors. 1995.

E ROBERTS ALLEY & ASSOCIATES, INC. Air Quality Control Handbook. 1998.

_____. Protocolo para la vigilancia y seguimiento del módulo aire del sistema de información ambiental. 2005.

ICONTEC. Norma NTC ISO/IEC 17025:1999.

_____. Norma NTC 3704. Gestión Ambiental. Aire Ambiente. Determinación de la Concentración de Partículas en el Aire Ambiente. 1995.

MCS CONSULTORÍA & MONITOREO AMBIENTAL. Protocolo General para el Muestreo y Manejo de Equipos de Calidad de Aire. Código I-PMO01-07, Revisión 1. 2009

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 610 de 2010. Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el Territorio Nacional en Condiciones de Referencia. Bogotá. 2010.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. *Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire.* Bogotá, Octubre 2010.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 2254 de 2017. Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el Territorio Nacional en Condiciones de Referencia. Bogotá. 2017.

OPS/OMS & CEPIS/OPS. Guías para la Calidad del Aire. Publicación 04.110 .2004.

REDAIRE (Red de Vigilancia de la Calidad del Aire). Protocolo para el muestreo de dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de nitrógeno (NO₂) utilizando el equipo tres gases. 2006.

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 76 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	BIBLIOGRAFÍA
		MCS-20-1750
		

_____. Protocolo para el muestreo de partículas suspendidas totales (PST y PM₁₀) utilizando el equipo muestreador de calidad del aire alto volumen Hi-Vol. 2006.

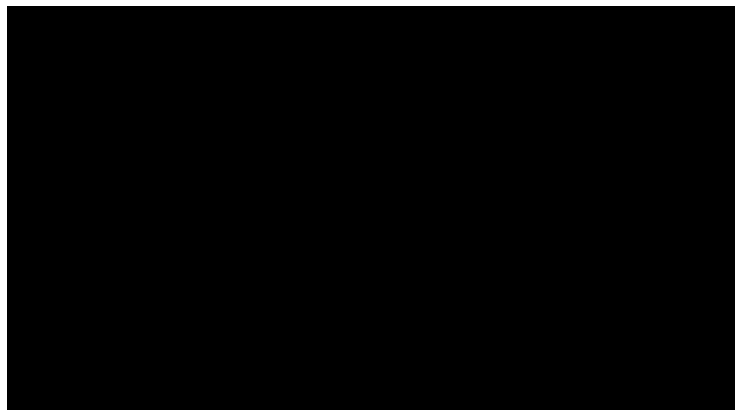
SEINFELD, J.E. Contaminación Atmosférica; Fundamentos Físicos y Químicos. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid, 1978.

TISCH ENVIRONMENTAL, INC. OPERATIONS MANUAL, Particulate Matter 10 Microns and less High Volume Air Sampler, based on U.S. EPA Federal Reference Number RFP5-0202-141. 2006.

UNITED NATIONS. Urban air pollution in megacities of the world. United Nations Environmental Program and World Health Organization. Appendix 1.

USEPA. CFR Title 40 Parts 52-59, 1995.

_____. Compilation of Air Pollutant Emission Factor. 5a Ed. 1995.



=====FIN DEL DOCUMENTO=====

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 77 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	MCS-20-1750 
---	--	---

ANEXO 1. DATOS METEOROLÓGICOS

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 78 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	MCS-20-1750 
---	--	---

ANEXO 2. FORMATOS DE CAMPO

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 79 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	MCS-20-1750 
---	--	--

ANEXO 3. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 80 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	MCS-20-1750 
---	--	---

ANEXO 4. RESULTADOS REPORTADOS POR EL LABORATORIO

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 81 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	MCS-20-1750 
---	--	---

ANEXO 5. GDB

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 82 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0

	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE CAMPO PLATANILLO	MCS-20-1750 
---	--	---

ANEXO 6. CARTAS DE FLUJO

ELABORADO POR:  	REVISADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	Página 83 de 83
	APROBADO POR: AMERISUR EXPLORACIÓN COLOMBIA LIMITADA	F-PMO01-65 E0