



**Apoyo al Plan Institucional de Gestión ambiental e Informe del Estado de los Recursos Naturales: aguas superficiales y aire, en la CAAF ambiental de la Contraloría General de Medellín**

Daniel Ricardo Taborda Restrepo

Informe de prácticas para optar al título de Ingeniero Ambiental

Asesor

OMAR DARÍO RENGIFO CELIS

Especialista en Gerencia Ambiental. Gestión para el Desarrollo

WILLIAM DE JESÚS GÓMEZ OSPINA

Ingeniero Sanitario.

Universidad de Antioquia

Escuela Ambiental

Ingeniería Ambiental

Medellín

2022

<b>Cita</b>	(Taborda Restrepo, D. 2022)
<b>Referencia</b>	Taborda Restrepo, D. (2022). <i>Apoyo al Plan Institucional de Gestión ambiental e Informe del Estado de los Recursos Naturales: agua y aire, en la CAAF ambiental de la Contraloría General de Medellín</i> [Semestre de Industria]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano Facultad de Ingeniería:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe Escuela Ambiental:** Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## Tabla de contenido

Resumen.....	9
Abstract .....	9
Introducción .....	10
1 Objetivos .....	11
1.1 Objetivo general .....	11
1.2 Objetivos específicos .....	11
2 Marco teórico .....	12
2.1 Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA .....	12
2.2 Informe del Estado de los Recursos Naturales – IERNA .....	15
2.2.1 Aire .....	15
2.2.2 Agua .....	22
3 Cronograma .....	28
4 Metodología.....	29
4.1 Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA .....	29
4.1.1 Programa de Fortalecimiento de la Cultura Ambiental en la Contraloría General de Medellín.....	30
4.1.2 Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	32
4.2 Informe del Estado de los Recursos Naturales – IERNA.....	34
4.2.1 Aire.....	34
4.2.2 Agua.....	35
5 Resultados y análisis.....	37
5.1 Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA.....	37
5.1.1 Campaña de Aprovechamiento de Residuos Sólidos.....	37
5.1.2 Resaltar a nivel institucional diez (10) conmemoraciones ambientales nacionales o internacionales.....	39
5.1.3 Campaña Huella de Carbono.....	41
5.1.4 Gestionar el adecuado manejo de contenedores de residuos reciclables y posconsumo (RAEEs, Pilas).....	44

5.1.5 Realizar seguimiento a las actividades del Plan de Movilidad Empresarial Sostenible PMES.....	46
5.2 Informe del Estado de los Recursos Naturales IERNA.....	47
5.2.1 Aire.....	47
5.2.1.1 Estado del Recurso Aire del Valle de Aburrá .....	47
5.2.1.2 Emisiones Totales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá...47	
5.2.1.3 Calidad del Aire.....	49
5.2.1.4 Material Particulado.....	49
5.2.1.4.1 Material particulado menor de 2,5 micrómetros (PM <sub>2.5</sub> )49	
5.2.1.4.2 Material particulado menor de 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> )..52	
5.2.1.5 Ozono troposférico (O <sub>3</sub> ).....	55
5.2.1.6 Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ).....	58
5.2.1.7 Óxidos de azufre (SO <sub>x</sub> ).....	60
5.2.1.8 Monóxido de carbono (CO).....	62
5.2.2 Agua.....	64
5.2.2.1 Estado de la Calidad del Agua para el Río Aburrá - Medellín ....	64
6 Conclusiones.....	73
7 Referencias.....	74

## Lista de Tablas

**Tabla 1** Integrantes del Comité de Coordinación del PIGA de la CGM.

**Tabla 2** Detalle de Programas y Proyectos definidos en el Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA 2022 Los cuales son competencia de la CAAF Ambiental. En resaltado Verde los deberes asignados al practicante.

**Tabla 3** Estaciones que componen la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá.

**Tabla 4** Categorías de clasificación ICACOSU-IDEAM. Tomado de IDEAM 2007

**Tabla 5** Categorías de clasificación ICACOSU-IDEAM. Recuperado de IDEAM 2007.

**Tabla 6** Cronograma de actividades. En la fila Azul (P): Tiempo proyectado, en la fila Amarilla (E): Tiempo ejecutado.

**Tabla 7** Detalle de Programas y Proyectos definidos en el Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA 2022 Los cuales son competencia de la CAAF Ambiental. En resaltado Verde los deberes asignados al practicante

**Tabla 8** ¿Problemas comunes de comunicación y cómo resolverlos? Adaptado de European Commission, 2004.

**Tabla 9** Set de contenedores implementados en la CGM con código de colores para residuos ordinarios y otros programas posconsumo activos.

**Tabla 10** Información primaria utilizada para Datos de Aire. Fuente Comunicaciones oficiales AMVA

**Tabla 11** Información primaria utilizada para Datos de Agua. Fuente Comunicaciones oficiales AMVA

**Tabla 12** Evidencia fotográfica de la Campaña de Aprovechamiento de Residuos Sólidos

**Tabla 13** Evidencia fotográfica de las conmemoraciones ambientales realizadas.

**Tabla 14** Evidencia fotográfica de la Campaña Huella de Carbono.

**Tabla 15** Evidencia fotográfica del cuadernillo “Guía de Reciclaje”.

**Tabla 16** Concentración promedio anual y estadísticos de los resultados de las mediciones de material particulado menor de 2,5 micrómetros (PM<sub>2,5</sub>) en las estaciones automáticas de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2021.

**Tabla 17.** Concentración promedio anual y estadísticos de los resultados de las mediciones de material particulado menor de 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>) en las estaciones automáticas de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2021.

**Tabla 18** Estadísticos del seguimiento del Ozono octohorario ( $O_3$ ) durante el ciclo anual de 2020 e históricos 2016 – 2019, en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia.

**Tabla 19** Resumen de promedios aritméticos anuales de Dióxido de Nitrógeno  $NO_2$ , en  $\mu g/m^3$  a condiciones de referencia, estaciones de la Red de calidad del aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2012 a 2020.

**Tabla 20** Concentración horaria y diaria de dióxido de azufre ( $SO_2$ ) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2019 y 2020.

**Tabla 21** Históricos del valor máximo horario y octohorario para monóxido de carbono ( $CO$ ) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, años 2015 – 2020.

**Tabla 22** Comparativo de los resultados de los muestreos realizados en 2021 con los objetivos de calidad para la cuenca del río Aburrá - Medellín para el periodo 2017 – 2022, según Resolución Metropolitana No. 00216 del 26 de octubre de 2012.

**Tabla 23** Calidad del agua para el río Aburrá-Medellín de acuerdo al ICACOSU, campañas de monitoreo 2021.

**Tabla 24** Resultado de monitoreo en quebradas 2021.

## Lista de figuras

**Figura 1** distribución de las estaciones de monitoreo del recurso hídrico superficial

**Figura 2** Pantalla de inicio del juego didáctico incluido en el cuadernillo “Guía de Reciclaje”.

**Figura 3:** fuentes de contaminantes atmosféricos en el Valle de Aburrá, por categoría de contaminante, año base 2018

**Figura 4** Emisión de contaminantes atmosféricos en zonas rurales y urbanas, por categoría de contaminante, año base 2018.

**Figura 5.** Históricos de los promedios anuales de las concentraciones de material particulado menor de 2,5 micrómetros ( $PM_{2,5}$ ) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire, en condiciones de referencia, 2016-2021.

**Figura 6.** Distribución porcentual de las categorías de calidad de aire asociada a  $PM_{2.5}$  en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá, a condiciones de referencia, 2021.

**Figura 7.** Concentración promedio anual y estadísticos de los resultados de las mediciones de material particulado menor de 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ) en las estaciones automáticas de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2021.

**Figura 8.** Históricos de los promedios anuales de las concentraciones de material particulado menor de 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2016-2021.

**Figura 9.** Porcentaje del ICA diario de  $PM_{10}$  en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá, 2021.

**Figura 10.** Distribución porcentual de las categorías de calidad de aire asociada a  $O_3$  octohorario en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2020.

**Figura 11.** Comportamiento del Índice de Calidad del Aire horario (ICA) para dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2020.

**Figura 12.** Comportamiento del Índice de Calidad del Aire horario (ICA) para dióxido de azufre ( $SO_2$ ) estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia.

**Figura 13.** Porcentajes del Índice de Calidad del Aire octohorario (ICA) para monóxido de carbono (CO) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2020.

**Figura 14.** Objetivos de calidad vs variables fisicoquímicas evaluadas durante las campañas de 2021

**Figura 15.** Mapa de quebradas delimitadas en el POT 2014, monitoreadas durante 2021.

### **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>AMVA</b>	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
<b>CGM</b>	Contraloría General de Medellín
<b>CAAF</b>	Contraloría Auxiliar de Auditoría Fiscal
<b>CGM.</b>	Contraloría General de Medellín
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency
<b>IDEAM</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
<b>IERNA</b>	Informe del Estado de los Recursos Naturales
<b>PIGA</b>	Plan Institucional de Gestión Ambiental
<b>RAEE</b>	Residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos



## **Resumen**

El objetivo del siguiente documento es presentar el informe de la práctica profesional realizada en la Contraloría General de Medellín, donde se brindó apoyo desde la Contraloría Auxiliar de Auditoría Fiscal CAAF Ambiental durante el periodo 17 de Marzo, 17 de Abril de 2022, en 2 productos primordiales que constituyen deberes funcionales de esta CAAF como son el Plan Institucional de Gestión Ambiental PIGA y la Presentación del Informe de los Recursos Naturales del Municipio IERNA, de los cuales se describe cómo se abordaron el cronograma de actividades y la metodología empleada.

*Palabras clave:* Gestión ambiental, recursos naturales, residuos sólidos, comunicación ambiental.

## **Abstract**

The objective of the following document is to present the report of the professional practice carried out in the Contraloría General de Medellín, where support was provided from the CAAF Contraloría Auxiliar de Auditoría Fiscal Ambiental during the period March 17, 2022, April 17, 2022, in 2 essential products that constitute functional duties of this CAAF such as the PIGA Institutional Environmental Management Plan and the Presentation of the Natural Resources Report of the Municipality IERNA, of which it is described how the schedule of activities and the used methodology were addressed.

*Keywords:* environmental management, natural resources, solid waste, environmental communication.

## **Introducción**

La Contraloría Auxiliar de Auditoría Fiscal Ambiental (CAAF Ambiental) fue creada mediante el acuerdo municipal 10 de 2012. Hace parte de las 16 dependencias misionales adscritas a la Contraloría General de Medellín, órgano de control fiscal del municipio, el cual vigila la gestión fiscal de la administración y de los particulares o entidades que manejen fondos o bienes de la nación. Dicha entidad cuenta con dos sedes, la sede principal en el Edificio Miguel de Aguinaga y algunas oficinas en el Edificio La Libertad en La Alpujarra; La sede principal en el edificio Miguel de Aguinaga ocupa los pisos 5 al 8. La CGM cuenta con una planta de empleados de 337 funcionarios.

El diseño de los planes de gestión ambiental en las empresas se ha venido fomentando debido a que a través del tiempo se han documentando los impactos ambientales que diferentes entidades pueden generar, en este caso las instituciones, así que para dar cumplimiento a los diversos programas ambientales que se desarrollan se debe contar con personal profesional preparado desde un departamento ambiental, con estructura y actividades definidas para hacer esta gestión de forma profesional y con los métodos globalmente armonizados.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Aplicar, desarrollar y afianzar los conocimientos, aptitudes, habilidades y destrezas desarrolladas durante la formación académica en Ingeniería Ambiental, en el desarrollo de las actividades de práctica académica en la Contraloría General de Medellín, desde el 17 de marzo de 2022 hasta el 17 de agosto de 2022, contribuyendo a la gestión de la dependencia CAAF Ambiental.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Apoyar las actividades relacionadas con el Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA.
- Participar en la formulación e implementación del Plan de Movilidad Empresarial Sostenible de la CGM.
- Aportar a la interpretación y presentación de los indicadores ambientales de agua y aire por medio del informe IERNA.

## 2 Marco teórico

### 2.1 Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA

Dentro de su plan estratégico para la gestión interna del componente ambiental la Contraloría General de Medellín cuenta con el Plan Institucional de Gestión Ambiental PIGA, Contraloría General de Medellín CGM, 2022a. Establecido mediante Resolución interna 390 del 13 de octubre de 2020, como herramienta de gestión y que tiene como objetivo “*la mitigación de las afectaciones ambientales generadas sobre el entorno por el desarrollo de las actividades en sus instalaciones*” CGM, 2022a Mediante la implementación del Sistema Integrado de Gestión (SIG), articulado con el Sistema de Control Interno (SCI) Como un instrumento para la mejora de la gestión institucional, la satisfacción de las necesidades y expectativas de las partes interesadas que contribuye a la calidad de los productos y cumplimiento de los objetivos institucionales. Para ello el PIGA establece nueve (9) programas, con 21 proyectos de gestión ambiental dentro de su Plan de Acción PIGA 2022. CGM, 2022b. Asimismo establece quiénes son los responsables de la Gestión Ambiental de la entidad, que, si bien esta responsabilidad se extiende a todos los servidores y dependencias, el Comité de Coordinación del PIGA son los responsables de la actualización, planeación y ejecución del Plan y está integrado por el jefe de cada una de las dependencias responsables o por su delegado, tal como se presenta a continuación:

#### Tabla 1.

*Integrantes del Comité de Coordinación del PIGA de la CGM.*

INTEGRANTES
Contralor General o su delegado - Presidente
Secretario General de Organismos de Control – Secretario Técnico
Director Administrativo de Recursos Físicos y Financieros
Director Administrativo de Talento Humano
Director Administrativo de desarrollo Tecnológico
Contralor Auxiliar de Auditoría Fiscal Ambiental

Fuente: PIGA, 2022.

La CAAF Ambiental aparte de ser responsable de la asesoría y acompañamiento técnico para la planeación y ejecución de los programas y proyectos del PIGA, los cuales están orientados a la sensibilización ambiental de los servidores públicos de la Entidad y al cumplimiento de los

lineamientos y normas ambientales pertinentes, es responsable de las 16 metas del PIGA que se describen a continuación, En resaltado Verde los deberes asignados al practicante:

**Tabla 2**

*Detalle de Programas y Proyectos definidos en el Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA 2022 Los cuales son competencia de la CAAF Ambiental.*

Programas	Proyectos	Meta	Responsables	Responsable en la CAAF Ambiental	
1. Programa de fortalecimiento de la Cultura Ambiental en la Contraloría General de Medellín	1.1 Educación y Sensibilización al Uso Racional de los Recursos Naturales	Campaña de Residuos sólidos	Dirección de Talento Humano	Practicante	
		Campaña cuidado y conservación del agua		Practicante	
		Campaña de uso eficiente de la energía	CAAF Ambiental	Practicante	
	1.3 Conmemoración de Fechas Ambientales Especiales	1.4 Conocimiento de estrategias para disminución de emisiones atmosféricas	Resaltar a nivel institucional diez (10) conmemoraciones ambientales nacionales o internacionales	CAAF Ambiental	Practicante
			Campaña Huella de carbono	CAAF Ambiental	Practicante
			Campaña Carbono neutral		Practicante
2. Programa Gestión Integral de Residuos Sólidos	2.1 Caracterización de Residuos Sólidos	Realizar Caracterización de residuos sólidos y elaboración de Informe	Dirección de Recursos Físicos y Financieros CAAF Ambiental	Profesional Universitario 2	
	2.3 Gestión de contenedores implementados en la CGM	Gestionar el adecuado manejo de contenedores de residuos reciclables y posconsumo (RAEEs, Pilas)	Dirección de Recursos Físicos y Financieros CAAF Ambiental	Practicante	
	2.5 Reducción plásticos de un solo uso en la CGM	Aplicar la Resolución 1042 de 2021 sobre estrategias para reducir la adquisición y utilización de plásticos de un solo uso	CAAF Ambiental - Dirección de Talento Humano - Dirección de Recursos	Practicante	

			Físicos y Financieros	
6. Programa Salud Ambiental	6.1 Seguimiento a potenciales tensiones ambientales susceptibles de impactar al personal de la CGM	Realizar activación del protocolo en el 100% de casos de emergencias ambientales por calidad del aire y del agua, acumulación de residuos sólidos, eventos climáticos, desastres naturales asociados a cambio climático, epidemias y otros que puedan afectar la salud de los servidores de la CGM	CAAF Ambiental	Profesional Universitario 2
	6.2 Reporte calidad ambiental	Elaborar reportes institucionales en el 100% de los casos que definan oficialmente eventos que pongan en peligro la salud de los servidores de la CGM	CAAF Ambiental	Profesional Universitario 2
8. Cumplimiento de obligaciones y/o Compromisos Ambientales de la CGM	8.1 Convenio Marco Ambiental	Participar activamente en las reuniones programadas del Convenio Marco Ambiental.	CAAF Ambiental	Profesional Universitario 2
	8.2 Pacto por la Calidad del Aire.	Cumplimiento compromisos Pacto por la Calidad del Aire de la CGM	CAAF Ambiental	Profesional Universitario 2
	8.3 Plan de Movilidad Empresarial Sostenible (PMES)	Realizar Seguimiento a las actividades del Plan de Movilidad Empresarial Sostenible PMES	Dirección de Talento Humano CAAF Ambiental	Practicante
	8.5 Presentación informe ambiental anual en las instituciones que lo requieran	Divulgar el informe ambiental en instituciones	CAAF Ambiental	Practicante y Profesional Universitario 2
9. Seguimiento y Monitoreo PIGA	9.1 Seguimiento periódico al PIGA	Informe semestral de seguimiento a	CAAF Ambiental	Practicante y Profesional

---

		programas y proyectos del PIGA		Universitario 1
--	--	--------------------------------	--	--------------------

Fuente: Imagen propia.

## 2.2 Informe del Estado de los Recursos Naturales – IERNA

La Constitución de 1991, Constitución Política de Colombia, 1991. conocida como “constitución ecológica” establece preceptos de la importancia del uso racional de los recursos naturales y del ambiente, entre ellos, los referentes al control fiscal en materia ambiental, concretamente en su artículo 268, numeral 7° sobre las atribuciones del Contralor General de la República, la Constitución establece la obligación de presentar un informe sobre el estado de los recursos naturales y del medio ambiente como función de la Contraloría General de la República (CGR). Asimismo el artículo 1 de la Ley 403 de 2020 da competencias a las contralorías municipales de realizar la vigilancia de la gestión fiscal en su jurisdicción, en este sentido, la Contraloría General de Medellín, año a año publica el Informe sobre el Estado de los Recursos Naturales del Municipio IERNA, con base en información ambiental de indicadores proporcionados por Instituciones como la autoridad ambiental (Área Metropolitana), entidades de Servicios Públicos (Empresas Públicas de Medellín), Entidades de Gestión del Riesgo (Dirección de Gestión del Riesgo de Desastres), Sistema de movilidad (METRO), Oficinas Nacionales de Estadística (DANE), Secretarías municipales (Gestión y Control Territorial, Infraestructura, Medio Ambiente, Movilidad, Salud), con el fin de dar una visión general del estado de la calidad ambiental de Medellín, para conocimiento de las partes interesadas. La contribución a este informe consistió en consolidar la información ambiental concerniente a los capítulos aire y agua y con base en los indicadores de calidad correspondientes generar el informe del estado actual de estos recursos y presentarlo a la Alta Dirección.

### 2.2.1 Aire

#### *Calidad del aire:*

La atmósfera está compuesta por una mezcla de gases y aerosoles, se divide en 4 capas: tropósfera, estratósfera, mesósfera y termósfera. El 98% de la masa de la atmósfera se halla en la tropósfera, Esta capa contiene el aire que respiramos y las nubes en el cielo, el aire está compuesto

por 78% nitrógeno y 21% oxígeno, el restante 1% lo completan argón, vapor de agua y el dióxido de carbono. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2022.

Las disminuciones de la calidad del aire por presencia de contaminantes en la atmósfera juegan un rol importante en el ambiente y en la salud humana; una pobre calidad del aire puede conllevar a resultados adversos como lluvia ácida y enfermedades respiratorias; la calidad del aire depende de un amplio rango de factores, como la rapidez con que los químicos son liberados y las reacciones que estas sustancias producen una vez son liberadas a la atmósfera (Wilson, Solomon, 2007)

Entre las acciones adelantadas para controlar la calidad del aire el Área Metropolitana del Valle de Aburra, AMVA. 2017a. Ha adoptado a través del Acuerdo Metropolitano 16 de 2017 el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire PIGECA, cuyo objetivo es mejorar progresivamente la calidad del aire del Valle de Aburrá para salvaguardar la salud pública y proteger el ambiente, elevar el bienestar social y propiciar un desarrollo metropolitano sostenible en concordancia con las directrices nacionales CONPES 3943 de 2018, Resolución 2254 de 2017 y Resolución 2154 de 2010.

En el Valle de Aburrá, el seguimiento de contaminantes de la calidad del aire se realiza a través de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá, acreditada por el IDEAM mediante Resolución 159 de 2019. Dicha red se encuentra integrada al Sistema de Alertas Tempranas de Medellín del Valle de Aburrá y al Grupo de Monitoreo de la Calidad del Aire del SIATA desde el 1° de agosto de 2016, Durante el 2021 la red realizó mediciones de gases, material particulado, parámetros climáticos y ruido ambiental en los 10 municipios del área metropolitana, en 43 puntos de medición.

**Tabla 3.**



*Estaciones que componen la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá*

Municipio	Estación	SIGLA	Observaciones
Barbosa	Hospital San Vicente De Paúl - Barbosa	BAR-HSVP	
	Barbosa - Torre Social	BAR-TORR	
	Parque Las Aguas	BAR-PDLA	
Girardota	I.E. Colombia - Girardota	GIR-IECO	La operación de estas estaciones se suspendió el 17 de diciembre de 2020.
	Girardota - S.O.S Aburrá Norte	GIR-SOSN	
	Tanques EPM - Girardota	GIR-EPM	La operación de esta estación inició el 28 de diciembre de 2020
Copacabana	Hospital Santa Margarita - Copacabana	COP-HSMA	
	Copacabana - Ciudadela Educativa La Vida	COP-CVID	
Bello	Institución Educativa Jorge Eliecer Gaitán	BEL-JEGA	
	Universidad San Buenaventura - Bello	BEL-USBV	
	Liceo Fernando Vélez	BEL-FEVE	
Medellín	Institución Educativa Ciro Mencia	MED-ARAN	
	Medellín - Altavista	MED-ALTA	

Municipio	Estación	SIGLA	Observaciones
Medellín	I.E. Pedro Justo Berrío	MED-BEME	
	Fiscalía General de la Nación - Sector Caribe	MED-FISC	La operación de esta estación inició el 27 de febrero de 2020
	Medellín - Santa Elena	MED-SELE	
	Medellín - Tanque Miraflores	MED-MIRA	
	Estación Tráfico Centro	CEN-TRAF	
	Exito San Antonio - Medellín	MED-EXSA	
	ITM Robledo - Medellín	MED-ITMR	
	Universidad de Medellín	MED-UDEM	
	Corantioquia - Medellín.	MED-CORA	
	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	MED-PJIC	
	Medellín - Tanques La Ye EPM	MED-LAYE	
	San Cristóbal - Parque Biblioteca Fernando Botero	MED-SCRI	
	Medellín - I.E INEM José Félix de Restrepo sede Santa Catalina	MED-TESO	
	Medellín - Villahermosa	MED-VILL	
	Universidad Nacional - Núcleo El Volador	MED-UNNV	La operación de esta estación se suspendió en el mes de febrero de 2020.

Itagüí	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando - Terraza Edificio de Operaciones.	ITA-PTAR	
	Casa de Justicia Itagüí	ITA-CJUS	
	Estación Policía Los Gómez	ITA-POGO	
	I.e. Concejo municipal de itagüí	ITA-CONC	
Envigado	Envigado - Hospital Manuel Uribe Ángel - sede Santa Gertrudis	ENV-HOSP	
La Estrella	Estrella – Institución Educativa María Goretti	EST-MAGO	
	La Estrella - Hospital	EST-HOSP	
Sabaneta	Estación Tráfico Sur	SUR-TRAF	
	Institución Educativa Rafael J. Mejía	SAB-RAME	
Caldas	Escuela Joaquín Aristizabal - Caldas	CAL-JOAR	
	Corporación Universitaria Lasallista	CAL-LASA	

Fuente: Comunicaciones Oficiales AMVA 2022.

En el Valle de Aburrá, se ha demostrado que los niveles de calidad del aire son perjudiciales para los habitantes metropolitanos, siendo el PM<sub>2.5</sub> y el Ozono los principales contaminantes responsables de generar episodios agudos de contaminación del aire en la región

metropolitana del Valle de Aburrá. Arroyave, et. al 2018. También se estableció que la contaminación del aire tuvo efectos negativos en la salud de la población tanto a nivel de casos de enfermedad como a la ocurrencia de defunciones; los menores de 5 años son el grupo de población más vulnerable a enfermedad respiratoria asociada al contaminante  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  mientras la tercera edad sería más vulnerable a enfermedades en el sistema circulatorio (hipertensión, enfermedad cerebrovascular, tumor maligno de tráquea) asociadas a variaciones en  $PM_{2.5}$  y Ozono. AMVA, 2017b.

Según el Departamento Nacional de Planeación DNP, 2017. Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones de pesos, equivalentes al 2,6% del PIB del año 2015, en particular, la contaminación del aire urbano aportó el 75% (1,93% del PIB de 2015) de los costos por atención a enfermedades seguido de la contaminación del aire interior a la que se le atribuyen 3 billones de pesos (0,27% del PIB de 2015), En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá el 12,3% del total de las muertes que se presentan en el área son atribuidas a la contaminación del aire urbano, generando costos equivalentes al 5% del PIB del área.

### ***Material Particulado***

También llamado contaminación por partículas, es el término para una mezcla de partículas sólidas y líquidas que se encuentran en el aire. Algunas partículas, como el polvo, la suciedad el hollín o el humo, son lo suficientemente grandes u oscuras para verse a simple vista. Otros son tan pequeños que solo pueden detectarse con un microscopio electrónico. El material particulado tiene muchas formas y tamaños y puede estar compuesto de cientos de químicos diferentes; algunos son emitidos de fuentes directas como sitios de construcción y vías no pavimentadas, chimeneas e incendios.

La contaminación por partículas incluye al  $PM_{10}$  que es la fracción de partículas inhalables con diámetros de 10 micrómetros y menores; y al  $PM_{2.5}$  que son partículas finas inhalables con diámetros de 2.5 micrómetros y menores, para hacerse una idea de cuan pequeño

son 2.5 micrómetros, se puede comparar con un cabello humano cuyo diámetro promedio oscila entre 50 y 70 micrómetros.

***Material particulado menor de 2,5 micrómetros (PM<sub>2,5</sub>).***

Entre el total de partículas en suspensión se encuentran el PM<sub>2.5</sub> cuyos diámetros oscilan en rangos desde 0 a 2.5 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ), está compuesto por una mezcla de partículas que se emiten directamente al aire (aerosoles primarios) y partículas producto de reacciones químicas de contaminantes gaseosos (aerosoles secundarios). En los aerosoles primarios se incluyen partículas procedentes del suelo (polvo de los caminos, construcción y agricultura) y partículas de carbón orgánico de la combustión de combustibles fósiles y biomasa (principalmente de la combustión de motores diésel y de gasolina, quemas a cielo abierto y calderas industriales); Los aerosoles secundarios proceden de emisiones gaseosas de dióxido de azufre  $\text{SO}_2$  y óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  que reaccionan con el amonio  $\text{NH}_3$  formando sulfato de amonio, bisulfato de amonio y nitrato de amonio, los cuales se pueden utilizar como indicadores de los episodios de altos niveles de PM. Environmental Protection Agency EPA, 1998.

A nivel metropolitano, el PM<sub>2,5</sub>, es el contaminante criterio que más impacto incide sobre la calidad del aire, siendo uno de los más nocivos para la salud por su capacidad para penetrar en las regiones más profundas del sistema respiratorio. AMVA 2020a. Además de afectar los sistemas respiratorio y cardiovascular, estudios recientes han demostrado que periodos de exposición de largo plazo a PM<sub>2.5</sub> aumentarían riesgo de depresión en mujeres adultas >65 años Petkus A et, al. 2022. Altos niveles de PM<sub>2.5</sub> de fuentes móviles cerca a escuelas afecta el desarrollo de la “memoria de trabajo” en niños, la cual estaría relacionada con el desempeño académico en razonamiento lógico y lenguaje Gartland, N et al. 2022. También se han relacionado episodios de calidad del aire dañinos por PM<sub>2.5</sub> con aumento de casos sospechosos y positivos de COVID 19 en las UCI. Fallah H. et al. 2022.

***Material particulado menor de 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>).***

Es aquel cuyas partículas tienen un diámetro aerodinámico igual o menor a 10  $\mu\text{m}$ , en este conjunto se clasifican las partículas torácicas, es decir aquellas inhalables, lo

suficientemente pequeñas como para penetrar más allá de la laringe hasta la región torácica de las vías respiratorias, EPA. 2013. Estudios médicos recientes han comprobado que existe una estrecha relación cuantitativa entre la exposición a altas concentraciones de pequeñas partículas (PM10 y PM2,5) y el aumento de la mortalidad o morbilidad diaria y a largo plazo. Organización Mundial de la Salud. OMS, 2021. También se ha comprobado que periodos de exposición al material particulado en el ambiente aumentaría el riesgo de deterioro de la función cognitiva significativamente en adultos, Yao Y, Wang K, Xiang H, 2022; Así como demencia entre adultos mayores, las mujeres son más propensas especialmente en gestación ya que la polución está relacionada con partos prematuros y bajo peso al nacer Bachwenkizi J, et. Al, 2021.

### ***Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>)***

El ozono troposférico, es decir, el que se forma cerca de la superficie de la tierra, es producto de las interacciones químicas que involucran la radiación solar y los contaminantes precursores como los compuestos orgánicos volátiles (VOC) y los Óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>; El metano (CH<sub>4</sub>) y el monóxido de carbono (CO) también pueden conducir a la formación de O<sub>3</sub> a escala global en escalas de tiempo mayores. Las emisiones de precursores que conducen a la formación de O<sub>3</sub> pueden provenir tanto de fuentes artificiales (p. ej., vehículos de motor y generación de energía eléctrica) como de fuentes naturales (p. ej., vegetación e incendios forestales). Ocasionalmente, el O<sub>3</sub> atmosférico natural también puede contribuir a los niveles de O<sub>3</sub> cerca de la superficie. Una vez formado, el O<sub>3</sub> troposférico puede ser transportado por los vientos antes de ser finalmente eliminado de la atmósfera mediante reacciones químicas o deposición en las superficies. En resumen, las concentraciones de O<sub>3</sub> están influenciadas por interacciones complejas entre contaminantes precursores, las condiciones meteorológicas y las características de la superficie, EPA, 2015.

Debido a sus propiedades químicas altamente reactivas, el ozono es dañino para la vegetación, los materiales y la salud humana. En la troposfera, el ozono también es un gas de efecto invernadero eficiente. Los estudios epidemiológicos indican que la contaminación por ozono afecta a la salud de la mayoría de las poblaciones de países en Desarrollados y en Vía de

desarrollo, dando lugar a una amplia gama de problemas de salud, incluyendo muertes prematuras, durante y después de días con niveles altos de ozono, deficiencias crónicas pulmonares en niñez y adultos jóvenes, arteriosclerosis, aparición de asma y reducción de la esperanza de vida WHO, 2008.

### ***Óxidos de nitrógeno (NOx).***

Se refieren a todas las formas de compuestos de nitrógeno (N) oxidado, incluido el Óxido nítrico (NO), el Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y todos los demás compuestos que contienen nitrógeno oxidado transformados a partir de NO y NO<sub>2</sub>, el cual, junto con los compuestos orgánicos volátiles (VOCs), los hidrocarburos de origen antrópico y biogénico, aldehídos, etc., y monóxido de Carbono CO, son precursores en la formación de O<sub>3</sub> y smog fotoquímico. El NO<sub>2</sub> es un oxidante y puede reaccionar para formar otros oxidantes fotoquímicos, incluyendo nitratos orgánicos como los nitratos de peroxiacilo (PANs); También puede reaccionar con compuestos tóxicos como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) para formar nitro-PAHs los cuales son más tóxicos que cada reactivo por sí mismo. El NO<sub>2</sub> también puede oxidarse y formar ácidos minerales fuertes como ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) contribuyendo a la acidificación de las nubes, la niebla, la lluvia y los océanos. EPA, 2008.

Según la OMS, hay riesgos a la salud por la exposición a estos gases contaminantes, pues pueden tener influencia en el asma, los síntomas bronquiales, las alveolitis y la insuficiencia respiratoria (OMS, 2018), en Cheng I. et al. 2022, se asociaron exposiciones altas a NOx con mayores riesgos de mortalidad de las sobrevivientes de cáncer de mama, habiendo mayor exposición en ciudades latinoamericanas también existe evidencia epidemiológica del efecto en grupos sensibles con preexistencias médicas y personas mayores, siendo más susceptibles a los efectos de la exposición a NOx. EPA, 2008.

### ***Óxidos de azufre (SOx)***

Son un grupo de compuestos en fase gaseosa que contienen azufre, por ejemplo, dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de azufre (SO), monóxido de disulfuro (S<sub>2</sub>O) y trióxido de azufre

(SO<sub>3</sub>). Los óxidos de azufre también aparecen en la fase de partículas integradas al material particulado (MP). De los óxidos de azufre, el SO<sub>2</sub> es el más abundante en la atmósfera y está más claramente relacionado con los efectos sobre la salud humana por eso se utiliza como indicador de los SO<sub>x</sub>. La combustión de combustibles fósiles, la producción de productos químicos industriales, pulpa y papel, fundiciones y acerías son la principal fuente antropogénica de SO<sub>2</sub>, mientras que los volcanes, incendios forestales y la actividad biológica natural de las plantas, hongos y procariontas son fuentes naturales. EPA, 2017. Los impactos en la salud se han documentado para exposiciones de corta duración (1 hora – 1 semana) y de largo plazo (1 mes) Según la OMS, con la exposición al SO<sub>2</sub>, las personas con asma experimentan cambios en la función pulmonar y síntomas bronquiales, las alveolitis y la insuficiencia respiratoria OMS. 2021. Los efectos en la salud más allá del sistema respiratorio se han evidenciado en afecciones al sistema cardiovascular, el sistema nervioso, los nacimientos, el cáncer y la tasa de mortalidad sin embargo los resultados son sugestivos, pero no suficientes para establecer una relación causal, EPA, 2017.

### ***Monóxido de carbono -CO.***

El CO, es un gas producto de la ignición incompleta de combustibles que contienen carbono como gasolina, diésel y madera. La importancia de su seguimiento y monitoreo radica en que durante los procesos de respiración tiene la capacidad de sustituir al oxígeno en la hemoglobina de la sangre, por lo cual interfiere en la transferencia de éste a los tejidos, lo cual en altas concentraciones puede ser mortal (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2020). A escala continental y global el CO puede incrementar el forzamiento radiativo y el efecto invernadero, más aún, puede reaccionar con hidróxidos (OH) en la troposfera incrementando el periodo de vida de gases traza en la atmósfera incluyendo los GEI, el metano (CH<sub>4</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>). EPA, 2010.

### ***2.2.2 Agua***

Desde el 2003, la autoridad ambiental Área Metropolitana del Valle de Aburrá ha venido realizando el monitoreo sistemático de la calidad y caudal del agua superficial en diferentes puntos

de medición a lo largo del río Aburrá- Medellín y sus quebradas afluentes. Esta gestión es llevada a cabo por la Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del Río Aburrá-Medellín (RedRío) en su componente de agua superficial, la cual realiza un seguimiento sistemático a diferentes parámetros de calidad mediante la realización de tres tipos de campañas de muestreo: Campaña de objetivos de calidad, Campaña de quebradas y Campaña compuesta.

Para ello, RedRío cuenta con 14 estaciones de monitoreo ubicadas a lo largo del río Aburrá-Medellín, desde su nacimiento, con la estación San Miguel en Caldas, hasta su confluencia con el río Grande, en la estación número 14 Puente Gabino ya sobre el río Porce, en el municipio de Santo Domingo al norte de la región metropolitana. Se cuenta con tres estaciones automáticas de monitoreo que operan en la estación San Miguel (Caldas), Ancón Sur (La Estrella) y Aula Ambiental en el municipio de Medellín, que permiten obtener información en tiempo real de las condiciones del agua. Simultáneamente, RedRío realiza el monitoreo de las principales quebradas afluentes al río Aburrá-Medellín para conocer el aporte en carga que éstas generan al río.

**Figura 1**

*Distribución de las estaciones de monitoreo del recurso hídrico superficial*



Fuente AMVA, 2022.

Las campañas de quebradas se realizan en 22 quebradas afluentes y dos (2) descargas de aguas residuales y tienen el propósito de evaluar su cantidad y calidad. Los sitios de monitoreo se ubicaron en un lugar cercano a la confluencia de las quebradas con el río Aburrá-Medellín. De las 22 quebradas monitoreadas, 12 son estaciones fijas, mientras que las restantes pueden variar en cada jornada, acorde a las necesidades identificadas por el AMVA.

Los resultados del monitoreo tanto del río, como de sus afluentes, son llevados al Índice ICA y se pueden consultar en el portal del Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá – SIATA, en la pestaña “Redes/ Redes Externas/ RedRío.



### ***Oxígeno disuelto (OD)***

Es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios así como para otras formas de vida aerobia. No obstante, el oxígeno es ligeramente soluble en el agua; la cantidad real de oxígeno que puede estar presente en la solución está determinada por a) la solubilidad del gas, b) la presión parcial del gas en la atmósfera, c) la temperatura, y d) la pureza del agua (salinidad, sólidos suspendidos). La interrelación de estas variables debe ser consultada en textos apropiados (ver bibliografía) para conocer los efectos de la temperatura y la salinidad sobre la concentración de OD. 1.2 Las concentraciones de OD en aguas naturales dependen de las características fisicoquímicas y la actividad bioquímica de los organismos en los cuerpos de agua. El análisis del OD es clave en el control de la contaminación en las aguas naturales y en los procesos de tratamiento de las aguas residuales industriales o domésticas, IDEAM, 2004.

### ***Sólidos suspendidos totales (SST)***

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual. Los Sólidos Suspendidos Totales (SST), se consideran como la cantidad de residuos retenidos en un filtro de fibra de vidrio con tamaño de poro nominal de 0.45 micras y hace referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual. Los Sólidos Suspendidos Totales (SST), se determinan mediante método gravimétrico. La información básica proviene de mediciones puntuales de las estaciones de monitoreo, DANE 2007.

### ***Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)***

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una prueba que se usa para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general residuales; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. Los datos de la prueba de la DBO se utilizan en ingeniería para diseñar las plantas de tratamiento de aguas residuales.

La prueba de la DBO es un procedimiento experimental, tipo bioensayo, que mide el oxígeno requerido por los organismos en sus procesos metabólicos al consumir la materia orgánica presente en las aguas residuales o naturales. Las condiciones estándar del ensayo incluyen incubación en la oscuridad a 20°C por un tiempo determinado, generalmente cinco días. Las condiciones naturales de temperatura, población biológica, movimiento del agua, luz solar y la concentración de oxígeno no pueden ser reproducidas en el laboratorio. Los resultados obtenidos deben tomar en cuenta los factores anteriores para lograr una adecuada interpretación.

Las muestras de agua residual o una dilución conveniente de las mismas, se incuban por cinco días a 20°C en la oscuridad. La disminución de la concentración de oxígeno disuelto (OD), medida por el método Winkler o una modificación del mismo, durante el periodo de incubación, produce una medida de la DBO. IDEAM, 2007a.

#### ***Demanda Química de Oxígeno (DQO)***

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. IDEAM, 2007b.

#### ***Índice de Calidad del Agua ICACOSU:***

En la actualidad el IDEAM ha desarrollado una formulación que ha aplicado con mayor regularidad en corrientes superficiales denominado ICACOSU, hace referencia al índice de calidad del agua formulado por el IDEAM para corrientes superficiales para Colombia, el cual es una variante adaptada de la metodología desarrollada en 1970 por la Fundación de Sanidad Nacional (National Sanitation Foundation, NSF) de los Estados Unidos; reduce grandes volúmenes de datos de campo a un simple valor numérico de cero (0) a uno (1) y se clasifica según la calidad del agua en orden ascendente en una de las cinco categorías siguientes: muy malo, malo, medio, bueno y excelente, Tabla 4:

#### **Tabla 4**

*Categorías de clasificación ICACOSU-IDEAM.*

Categoría	Rango	Escala de Color
Muy malo	0 - 0.25	
Malo	0.26 - 0.50	
Medio	0.51 - 0.70	
Bueno	0.71 - 0.90	
Excelente	0.91 - 1.00	

Tomado de IDEAM 2007.

El índice ICACOSU a través del cual, se traducen los parámetros de los corrientes superficiales obtenidos en las campañas de monitoreo en el Río Medellín y quebradas, utiliza la suma ponderada de 5 variables, a saber, Oxígeno disuelto, (OD), Sólidos en suspensión (SST), Demanda química de oxígeno (DQO), Conductividad eléctrica (C.E.) y pH, para ello les asigna el factor de ponderación que presenta continuación, Tabla 5:

**Tabla 5**

*Categorías de clasificación ICACOSU-IDEAM.*

Variable	Unidades	Factor de Ponderación
Oxígeno disuelto, OD	% Saturación	0.30
Sólidos en suspensión	mg/L	0.25
Demanda química de oxígeno, DQO.	mg/L	0.20
Conductividad eléctrica, C.E.	µs/cm	0.15
pH	Unidades de pH	0.10

Recuperado de IDEAM 2007.

El indicador refleja las condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de una corriente de agua, y en alguna medida permite reconocer problemas de contaminación de manera ágil en un punto determinado en un intervalo de tiempo específico; es producto del cálculo de un promedio de máximo cuatro mediciones realizadas a lo largo del año (una cada trimestre). Cuando para un determinado período anual, una estación de monitoreo no cuenta con todas las mediciones, el cálculo se realiza con los datos existentes, IDEAM, 2011.

### 3. Cronograma

Para alcanzar los objetivos propuestos, se acuerda con el asesor el cronograma de actividades del practicante, el cual, más que una obligación, serviría como una herramienta para la eficiencia del tiempo, hacer seguimiento a las metas, orientar el trabajo y evaluar el desempeño.

**Tabla 6**

*Cronograma de actividades.*

Nº	Tipo de Actividad	ACTIVIDADES	ACTIVIDADES ESPECÍFICAS	TIEMPO																														
				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto										
				SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4			
1	PIGA	1.1 Educación y Sensibilización al Uso Racional de los Recursos Naturales	Campaña de Residuos sólidos	(P)																														
			Campaña cuidado y conservación del agua	(P)																														
			Campaña de uso eficiente de la energía	(P)																														
		1.4 Conocimiento de estrategias para disminución de emisiones atmosféricas	Campaña Huella de carbono	(P)																														
			Campaña Carbono neutral	(P)																														
		2.3 Gestión de contenedores implementados en la CGM	Gestionar el adecuado manejo de contenedores de residuos reciclables y posconsumo (RAEEs, Pilas)	(P)																														
		2.5 Reducción plásticos de un solo uso en la CGM	Aplicar la Resolución 1042 de 2021 sobre estrategias para reducir la adquisición y utilización de plásticos de un solo uso	(P)																														
10.1 Seguimiento periódico al PIGA	Informe semestral de seguimiento a programas y proyectos del PIGA	(P)																																
2	PMES	9.3 Plan de Movilidad Empresarial Sostenible (PMES)	Diagnóstico, formulación y planeación del Plan de Movilidad Empresarial Sostenible PMES.																															
3	Informe Ambiental Anual	Apoyar la elaboración del Informe del Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente Medellín 2021	Indicadores Ambientales de Medellín																															

En la fila Azul (P): Tiempo proyectado, en la fila Amarilla (E): Tiempo ejecutado. Elaboración propia.

## 4. Metodología

### 4.1 Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA

Entre las diferentes dependencias de la CGM que integran el Comité de Coordinación del PIGA, La CAAF Ambiental tiene bajo su responsabilidad 16 metas, de las cuales, durante la práctica se prestaría apoyo en 11 metas, no obstante debido a la dinámica institucional, así como al cambio del Contralor de Medellín y su delegado en las distintas dependencias incluida la CAAF Ambiental, ocasionaría dar prioridad a otros procesos funcionales de la organización, asimismo algunos estaban asignados para el 2<sup>do</sup> semestre del año en curso. A continuación, se describen las metas propuestas, su estado de cumplimiento y las actividades desarrolladas o justificación:

**Tabla 7**

*Detalle de Programas y Proyectos definidos en el Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA 2022 Los cuales son competencia de la CAAF Ambiental*

Programas	Proyectos	Meta	Cumplimiento SI/NO	Actividades desarrolladas o justificación
1. Programa de fortalecimiento de la Cultura Ambiental en la Contraloría General de Medellín	1.1 Educación y Sensibilización al Uso Racional de los Recursos Naturales	Campaña de Residuos sólidos	SI	A 10 de Julio se ha realizado: 1 campaña de aprovechamiento de residuos sólidos (abril 1)
		Campaña cuidado y conservación del agua	NO	Se le dio prioridad a otros procesos de la CAAF
		Campaña de uso eficiente de la energía	NO	Se les dio prioridad a otros procesos de la CAAF
	1.3 Conmemoración de Fechas Ambientales Especiales	Resaltar a nivel institucional diez (10) conmemoraciones ambientales nacionales o internacionales	SI	A 10 de julio se divulgaron 18 conmemoraciones Ambientales a través del correo electrónico - Cuenta Ambiental.
	1.4 Conocimiento de estrategias para disminución de emisiones atmosféricas	Campaña Huella de carbono	SI	A la fecha se envió propuesta de campaña Huella de Carbono para la disminución de las emisiones en la CGM (abril 5)

		Campaña Carbono neutral	NO	Se les dio prioridad a otros procesos de la CAAF
2. Programa Gestión Integral de Residuos Sólidos	2.3 Gestión de contenedores implementados en la CGM	Gestionar el adecuado manejo de contenedores de residuos reciclables y posconsumo (RAEEs, Pilas)	SI	Como una estrategia para fortalecer el aprovechamiento y la adecuada separación en la fuente se la CAAF Ambiental hace el lanzamiento de la "Guía de Reciclaje" un recurso didáctico digital.
	2.5 Reducción plásticos de un solo uso en la CGM	Aplicar la Resolución 1042 de 2021 sobre estrategias para reducir la adquisición y utilización de plásticos de un solo uso	NO	Aún no existe una hoja de ruta clara para implementar esta Resolución en la Institución.
8. Cumplimiento de obligaciones y/o Compromisos Ambientales de la CGM	8.3 Plan de Movilidad Empresarial Sostenible (PMES)	Realizar Seguimiento a las actividades del Plan de Movilidad Empresarial Sostenible PMES	SI	Está a la espera de nuevos lineamientos que publicaría la autoridad ambiental para la presentación del Plan y los futuros reportes de seguimiento el cual tuvo fecha de corte de la primera etapa de implementación el 31 de mayo del año en vigencia, quedando la Entidad en estado de <u>Cumplimiento</u> .
	8.5 Presentación informe ambiental anual en las instituciones que lo requieran	Divulgar el informe ambiental en instituciones	NO	Está implícito o es consecuencia de la elaboración del informe IERNA el cual a la fecha se encuentra en edición final.
9. Seguimiento y Monitoreo PIGA	9.1 Seguimiento periódico al PIGA	Informe semestral de seguimiento a programas y proyectos del PIGA	SI	A la fecha Se está recopilando la información de las actividades realizadas por parte de distintas dependencias responsables de proyectos en el PIGA para este informe semestral

Nota: En resaltado Verde los deberes asignados al practicante. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, como se describe en la tabla anterior, se logró el cumplimiento de 6 de las 11 metas del PIGA propuestas y el enfoque metodológico con que se realizaron se describe a continuación:

#### **4.1.1 Programa de fortalecimiento de la Cultura Ambiental en la Contraloría General de Medellín**

Las metas de este programa corresponden principalmente a campañas institucionales cuyo fin es sensibilizar a los servidores de la Contraloría en diferentes temas ambientales

contemplados dentro del Plan, que lleven a la entidad y a los funcionarios al cumplimiento de los lineamientos y al afianzamiento de la cultura ambiental. Son publicadas por los medios de comunicación internos, como el boletín contraloría al día y mensajes de correo electrónico, Según “*LIFE-Nature: comunicándose con partes interesadas y el público en general. Best practice examples for Natura 2000*” la principal ventaja de las campañas digitales es que son relativamente económicas, fáciles de hacer y pueden llegar a muchas personas de una sola vez, la principal desventaja es que la información es de una sola vía y no hay seguridad de que las personas realmente leerán el material que se les da y si lo hacen, si esto les motivará a modificar ciertas costumbres; European commission, 2004. Para obtener mejor respuesta y asegurar que sea aprovechado el material se toman de ésta guía las instrucciones proporcionadas en donde recomiendan que esta estrategia de comunicación debe ser cuidadosamente planeada y específicamente adaptada, en este sentido, para las campañas se propendió usar un lenguaje fácil sin tecnicismos para que sea comprendido por más personas, se buscó enfocarse más en aspectos emocionales y agradables de la naturaleza que en precisiones científicamente correctas, ya que estos aspectos son los que las personas más recuerdan; También se busca mencionar fauna o especies locales amenazadas en lugar de apelar a especies exóticas y raras que el público probablemente nunca vea, otra recomendación importante que se consideró es evitar el uso de mensajes alarmistas y pesimistas que generan preocupación si no van acompañados de posibles soluciones potenciales con las que puedan contribuir los receptores. Las estrategias de comunicación tomadas en esta guía se resumen en la Tabla 8 a continuación:

**Tabla 8**

*¿Problemas comunes de comunicación y cómo resolverlos?*

Problema	Solución
A mucha jerga	Use un lenguaje que todos puedan entender y mantenga la información simple. No intente explicarlo todo.
Describir la naturaleza de una manera en la que las personas no pueden relacionarse	Haga que la información sea interesante e intente asociarla con cosas con las que las personas se identifican en su vida diaria mediante el uso de analogías y comparaciones. Saca a relucir la sensación de maravilla de la naturaleza. Usa un poco de humor
Fuerte enfoque en especies raras y oscuras	La protección de especies y plantas raras puede ser el enfoque, pero en un contexto de biodiversidad más amplio. Vincule el hecho de que los hábitats que albergan especies raras también albergan muchas otras características naturales que son más familiares para las personas.
Demasiado pesimismo	No se exceda y asegúrese de presentar también las posibles soluciones a estos problemas. Trate de resaltar los elementos positivos.
No ver la perspectiva de la otra persona.	Ponte en el lugar de la otra persona y averigua de antemano cuáles son sus principales preocupaciones, así como su nivel de interés y conocimiento en temas de conservación.
Elección incorrecta de la herramienta de comunicación.	Planifique cuidadosamente su trabajo de comunicación teniendo en cuenta con quién quiere comunicarse y qué quiere que entiendan o hagan. Siga repitiendo los mensajes usando una variedad de métodos de comunicación hasta que lo haya logrado.

Adaptado de European Commission, 2004.

#### **4.1.2 Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos:**

El objetivo es realizar al interior de la Entidad una adecuada gestión de los residuos sólidos generados en la ejecución de las actividades propias de la CGM mediante prácticas que garanticen reducción en el origen, adecuada separación en la fuente y almacenamiento, de tal manera que se mitigue el impacto ocasionado de forma indirecta en el ambiente. El programa cuenta con proyectos de:

- Caracterización de residuos sólidos (ejecutado mediante “Informe de caracterización de residuos sólidos de CGM octubre, 2021”).
- Gestión de residuos reciclables.
- Gestión de contenedores implementados en la CGM: RAEEs, Pilas, tapitas por la vida.




Primero se hicieron recorridos para identificar los contenedores de residuos ordinarios implementados en la CGM los cuales cumplen el código de colores estipulado en la resolución 2184 de 2019 estos acopios se encuentran en la zona común en cada uno de los pisos 4<sup>to</sup> al 7<sup>mo</sup> del Edificio Miguel de Aguinaga, el registro fotográfico y los operadores encargados de la disposición final se describen en el siguiente esquema:

**Tabla 9**

*Set de contenedores implementados en la CGM con código de colores para residuos ordinarios y otros programas posconsumo activos*

Operador	Programa	Residuos que recolecta	Contenedor
Asociación de Recicladores - EMVARIAS	Reciclaje - Macro rutas de recolección	Residuos ordinarios	
Catez Colombia S.A.S.	Cuidemos el planeta	RAEEs	
MEDICANCER	Tapitas por la vida: tapas plásticas donadas por funcionarios las cuales son vendidas a empresas recicladoras y el dinero es invertido en servicio de salud integral de personas vulnerables.	Tapas de botellas plásticas	

Pilascolombia	Pilas con el ambiente: transporta y da aprovechamiento a las pilas usadas.	Pilas agotadas	
---------------	--	----------------	---

Fuente: Elaboración propia.

No obstante lo anterior, según el *“Informe de caracterización de residuos sólidos de CGM octubre, 2021”* no necesariamente en las canecas se deposita lo que allí debería ir, se suele depositar indistintamente sobre todo en las canecas verdes donde los residuos biodegradables llegan mezclados con empaques plásticos, lo cual afectaría el aprovechamiento de este tipo de residuos, asimismo, en las canecas blancas, según reportan las empleadas de oficios varios es frecuente encontrar otro tipo de residuos que contaminan el papel imposibilitando su comercialización; Como una estrategia para fortalecer el aprovechamiento y la adecuada separación en la fuente, además de suplir otras falencias detectadas en dicho informe, se acuerda desde la CAAF Ambiental el lanzamiento de La *“Guía de Reciclaje”* la cual se entrega para su implementación y provecho en la CGM.

## 4.2 Informe del Estado de los Recursos Naturales – IERNA

Para desarrollar los capítulos de agua y aire se utilizó como insumo de información primaria la *“Respuesta a la comunicación oficial recibida con radicado número 00-002189 del 26 de enero de 2022”* proporcionada por el Área metropolitana, en atención a la solicitud de información realizada por el Contralor Auxiliar Ambiental a esta autoridad, la cual contiene, 60 numerales de diferentes indicadores ambientales del año 2021, los de aguas superficiales y aire se encuentran así:

### 4.2.1 Aire:

#### Tabla 10

*Información primaria utilizada para Datos de Aire. Fuente Comunicaciones oficiales AMVA*

Numeral	Requerimiento	Respuesta
---------	---------------	-----------

2	Número y distribución de las estaciones y equipos de medición de la calidad del aire y clima y parámetros que se miden en Medellín y en los municipios del Área Metropolitana, y que operaron en 2021.	La Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá está constituida por 36 puntos de monitoreo distribuidos en los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Estos puntos de monitoreo están dotados de equipos tanto automáticos como manuales, los cuales permiten hacer seguimiento de los contaminantes criterio definidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-. La Red de Calidad de Aire se complementa con la información obtenida de la Red de Monitoreo de Ruido ambiental compuesta por 8 estaciones. Para información detallada remitirse a Respuesta AMVA, 2022.
3	Concentraciones promedio anuales, y sus estadísticas tales como excedencias de la norma, valores máximos y mínimos y número de muestras, de contaminantes criterio que se hallan monitoreado en 2021.	En el siguiente enlace está disponible para descarga el resumen de promedios anuales 2021 y sus estadísticas, para los contaminantes criterio material particulado menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5, respectivamente), Ozono (O3), Dióxido de Nitrógeno (NO2), Dióxido de Azufre (SO2), Monóxido de Carbono (CO) en las estaciones de monitoreo ubicadas en la jurisdicción de esta Entidad. <a href="https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/Resumenes_calidad-del-aire/Resumen-Anual-2021.pdf">https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/Resumenes_calidad-del-aire/Resumen-Anual-2021.pdf</a> Las mediciones de los contaminantes PM1, Black Carbon, BTEX, etc., pueden ser descargados de <a href="https://bit.ly/3uGUQiw">https://bit.ly/3uGUQiw</a> .
4	Índice de calidad del AIRE (ICA) de los contaminantes criterio	La información solicitada sobre el Índice de Calidad del Aire (ICA) para 2021 de los contaminantes criterio medidos a través de la red de monitoreo de la jurisdicción (PM10, PM2.5, O3, NO2, SO2, CO), está disponible para descarga desde el siguiente enlace <a href="https://bit.ly/3rCy8Gi">https://bit.ly/3rCy8Gi</a> .
5	Resultados del último inventario de emisiones de gases contaminantes y partículas que se haya realizado y oficializado.	El Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Pontificia Bolivariana, se actualizó el inventario de emisiones atmosféricas de contaminantes criterio con año base 2018. Cabe anotar que con el Contrato de Ciencia y Tecnología N° 835 de 2020 se integraron las fuentes fijas de la zona rural (Corantioquia) al inventario de emisiones.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2 Agua:

**Tabla 11**

*Información primaria utilizada para Datos de Agua. Fuente Comunicaciones oficiales AMVA*

Numeral	Requerimiento	Respuesta
40	Número y distribución de las estaciones automáticas de monitoreo de calidad de aguas superficiales en la región metropolitana del valle de Aburrá, en 2021	El Área Metropolitana del Valle de Aburrá realiza el monitoreo de las aguas superficiales en 14 estaciones de monitoreo ubicadas estratégicamente a lo largo del río Aburrá-Medellín y de las cuales tres (3) son automáticas (Estación San Miguel, Ancón Sur y Aula Ambiental). Para información detallada remitirse a Respuesta AMVA, 2022.

42	Valores obtenidos de la carga contaminante en el río Aburrá y en las quebradas afluentes en la región metropolitana del valle de Aburrá, en las campañas de monitoreo de 2021.	Información detallada se indica en las tablas: - Cargas contaminantes del Río Aburrá-Medellín - Cargas contaminantes aportadas al Río Aburrá-Medellín por las quebradas. Para más información remitirse a Respuesta AMVA, 2022.
43	Valores de los índices de calidad del agua en el río Aburrá, obtenidos de las campañas de monitoreo de 2021.	Información detallada se indica en las tablas: - Resultados del ICA de campaña de monitoreo del río Aburrá-Medellín 2021. - Resultados del ICA de campaña de monitoreo en quebradas 2021. Dichas tablas se encuentran en Respuesta AMVA, 2022.
44	Resultados de las campañas de monitoreo de calidad del agua del río Aburrá y de las principales quebradas objeto de mediciones por parte de Red Río llevadas a cabo en 2021. (especificar los valores medios por campaña de los principales parámetros tales como OD, SST, DBO Y DQO, por estación). Informar la evolución frente a los históricos y su estado frente a los objetivos de calidad para el río	Ver tablas con la información: - Resultado de monitoreo en el río Aburrá-Medellín 2021. - Objetivos de calidad de río Aburrá-Medellín monitoreo 2021. - Resultado de monitoreo en quebradas 2021 Dichas tablas se encuentran en Respuesta AMVA 2022.

Fuente: Elaboración propia.

## 5 Resultados y análisis



### 5.1 Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA

#### 5.1.1 Campaña de Aprovechamiento de Residuos Sólidos

Se realizó esta campaña de forma digital por medio de la cuenta de correo electrónico Ambiental, y consecutivamente durante 5 días.

**Tabla 12**

*Evidencia fotográfica de la Campaña de Aprovechamiento de Residuos Sólidos*

Contenido	Leyenda	Imagen
<p>Día 1: Sabías que...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A nivel global hay todavía 2.000 millones de personas que no tienen acceso a una recogida de basura regular.</li> <li>• Las emisiones de gases de efecto invernadero que provienen de los residuos sólidos representan un 3% de las emisiones mundiales que contribuyen al cambio climático.</li> <li>• Cada año más de 5 millones de personas fallecen a causa de enfermedades asociadas a la gestión inapropiada de los residuos.</li> <li>• Un tercio de todos los residuos urbanos generados en América Latina y el Caribe aún terminan en basurales a cielo abierto o en el medio ambiente.</li> <li>• Un 90% de los residuos que se generan en la región acaban desaprovechándose y terminan en los vertederos.</li> <li>• Si no se adoptan medidas urgentes, para 2050 los desechos a nivel mundial crecerán un 70% con respecto a los niveles actuales.</li> </ul>	 <p>SEPARACIÓN DE RESIDUOS</p> <p>Código de colores para la SEPARACIÓN DE RESIDUOS A NIVEL NACIONAL</p> <p><b>RESIDUOS APROVECHABLES</b> Plástico Cartón Vidrio Papel Metales</p> <p><b>RESIDUOS ORGÁNICOS APROVECHABLES</b> Desechos de comida Residuos agrícolas</p> <p><b>RESIDUOS NO APROVECHABLES</b> Papel higiénico Servilletas Papelito y cartones contaminados con comida Papeles metalizados</p> <p>Resolución No 2194 de 2019</p>
<p>Día 2: Clasificación de los residuos sólidos</p>	<p>Los residuos sólidos se pueden clasificar en dos grandes grupos, los residuos sólidos peligrosos y los no peligrosos. Los peligrosos, como su nombre indica, agrupan aquellos residuos que pueden suponer un peligro para el ciudadano o para el medio ambiente, debido a sus propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas Mientras que los residuos no peligrosos no suponen un peligro para el ciudadano ni para el medio ambiente y se clasifican en biodegradables, reciclables y los no reciclables.</p>	 <p>CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</p> <p><b>NO PELIGROSOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>APROVECHABLES</b> Plástico Cartulina Cartón Vidrio Papel Metales</li> <li><b>NO APROVECHABLES</b> Papel higiénico, Servilletas, Paños y cartones contaminados con comida, Papeles metalizados, Tallas de mano, material en bandeda</li> <li><b>ORGÁNICOS BIODEGRADABLES</b> Residuos de comida, Material vegetal, Desechos agrícolas</li> </ul> <p><b>PELIGROSOS</b> Comunes, Reactivos, Explosivos, Tóxicos, Inflamables, Biológico-Infecciosas</p>

<p>Día 3: Economía Circular en el manejo de los residuos sólidos</p>	<p>El modelo de Economía Lineal se basa en el consumo, consiste principalmente en la extracción de recursos naturales, transformación, consumo y disposición final de los mismos. La Economía Circular es un nuevo modelo de producción y consumo que garantiza un crecimiento sostenible en el tiempo, El objetivo de la economía circular es, por tanto, aprovechar al máximo los recursos materiales de los que disponemos alargando el ciclo de vida de los productos. Tenemos que inspirarnos en la naturaleza en donde no existe el concepto de desperdicio (todo lo que la naturaleza genera es un insumo o alimento para otro organismo), todo es un flujo cerrado en lo que todo fluye. Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de extracción de los recursos naturales.</li> <li>• Uso de materias prima y fuentes de energía a partir de recursos renovables.</li> <li>• Reducción de los residuos sólidos.</li> <li>• Prolongación de la vida útil del Relleno Sanitario.</li> <li>• Re-uso de productos y materiales.</li> <li>• Modelos de negocios sostenibles con innovación y criterios ecológicos.</li> </ul>	
<p>Día 4: Problemática residuos en Medellín</p>	<p>En el valle de Aburrá se producen a diario cerca de 3.200 toneladas de residuos sólidos, el aumento de residuos sólidos es influenciado por la dinámica de crecimiento poblacional, se estima que los habitantes de Medellín serían el doble en el año 2030 respecto al 2000. No obstante, un 80% de los residuos sólidos que se generan en Medellín acaban desaprovechándose por falta de separación en la fuente y terminan en el Relleno Sanitario La Pradera. En 2020, la cantidad Per cápita por día de residuos generados fue de 0,54 Kg y se encontraría estancada la meta local a 2030 de producir sólo 0,3 Kg de residuos diarios por habitante. La Contraloría General de Medellín alienta a sus funcionarios a cambiar la forma en la que consumimos que está basada en una economía lineal de Extracción-Producción-Consumo-Desperdicio, y cambiarla por una economía circular a través de cinco acciones: Reducir, Reutilizar, Reciclar Rechazar y Reintegrar, antes y después del consumo.</p>	<p>Foto: Relleno Sanitario La Pradera.</p>
<p>Día 5: ¿Cómo poder aprovechar los residuos sólidos en la CGM?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar la "Regla de las cinco R": Rechazar, Reducir, Reutilizar, Reciclar y Reintegrar.</li> <li>• Instalar contenedores para la separación de residuos.</li> <li>• Evitar el uso de material descartable tal como cubiertos, vasos y botellas de plástico. Es mejor utilizar vasos y tazas de vidrio o loza.</li> <li>• Donar todo aquel material de oficina que ya no se utilice y esté en buen estado: equipamiento de oficina, computadoras, impresoras, etc.</li> <li>• Ser consumidores responsables.</li> <li>• Consumir solo aquello que sea necesario, reciclando, reusando y reparando cuando sea posible.</li> <li>• Adquirir productos con envases reutilizables.</li> <li>• Reducir al máximo el uso del papel, archivando la información en forma digital y hacer el mínimo de copias en papel.</li> <li>• Usar las dos caras del papel y, si es posible, hacer reducciones de los originales para disminuir el uso del recurso antes de reciclarlo.</li> <li>• En la medida de lo posible, moderar el uso de la impresora. En algunas empresas se establece un cupo mensual por persona.</li> <li>• Reciclar los cartuchos de tóner y tinta. Los cartuchos reciclados disminuyen su costo hasta en un 50%.</li> <li>• Disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en contenedores de programas de posconsumo.</li> </ul>	


Fuente: Elaboración propia.

### ***5.1.2 Resaltar a nivel institucional diez (10) conmemoraciones ambientales nacionales o internacionales***

Se realizó esta campaña de forma digital por medio de la cuenta de correo electrónico Ambiental, y durante el primer semestre con la propuesta de frases e imágenes asignada, no obstante, para el segundo semestre se diseñó y entrego la propuesta de conmemoraciones para dar continuidad al programa.

**Tabla 13**


*Evidencia fotográfica de las conmemoraciones ambientales realizadas.*

Contenido	Leyenda	Imagen
Día Mundial del Medio Ambiente (junio 5)	En el marco de la celebración del Día Mundial del Medio Ambiente se deben centrar los esfuerzos en motivar a las personas y comunidades, para que se conviertan en agentes activos del desarrollo sostenible y de protección del medio ambiente.	
Día Mundial de los Océanos (junio 8)	El océano cubre más del 70% del planeta, es nuestra fuente de vida y el sustento de la humanidad y de todos los demás organismos de la tierra. Prueba de ello es que el océano produce al menos el 50% del oxígeno del planeta, alberga la mayor parte de la biodiversidad de la tierra y es la principal fuente de proteínas para más de mil millones de personas en todo el mundo.	N.A



<p>Día Mundial contra la Desertificación y la Sequía (junio 17)</p>	<p>El decreto fue establecido por la ONU, con el objetivo de crear conciencia de la importancia que tiene para los seres humanos y el planeta abordar y dar soluciones a los problemas de desertificación y sequía, los cuales representan graves problemas presentes y futuros para toda la humanidad.</p>	
<p>Día mundial del Suelo y la Tierra Fértil (junio 22)</p>	<p>Este día se celebra con el fin de recordar la importancia vital del suelo para todos los seres vivos del planeta y trabajar para fomentar prácticas sustentables que conserven este recurso natural.</p>	
<p>Día Mundial de la Preservación de los Bósqes Tropicales (junio 26)</p>	<p>Los bosques tropicales son ecosistemas terrestres generados por sucesión natural, dominados por árboles y arbustos de especies de la flora silvestre con alturas de por lo menos 5 metros en su madurez, con una superficie mayor a 0,25 hectáreas y con un estrato de copas superior al 30%.</p>	
<p>Día Libre de Bolsas Plásticas (julio 3)</p>	<p>SABIAS QUE... 500 billones de bolsas no pueden evaporarse por sí solas de la faz de la tierra y las consecuencias para la fauna, la flora, el medioambiente y nosotros mismos</p>	



<p>Día Internacional de la vida Silvestre (julio 4)</p>	<p>Cada especie es importante dentro del entorno natural donde hace vida, bien sea como alimento para otros animales o como control de plagas, es decir, evitando la proliferación masiva de algún organismo bien sea animal o vegetal, que pueda causar estragos en el entorno.</p>	
<p>Día de la Conservación del Suelo (julio 7)</p>	<p>Se eligió este día en particular, en honor al científico estadounidense Hugh Hammond Bennett, quién dedicó su vida a demostrar que el cuidado del suelo influye directamente en la capacidad productiva de los mismos o como el mismo lo decía: “La tierra productiva es nuestra base, porque cada cosa que nosotros hacemos comienza y se mantiene con la sostenida productividad de nuestras tierras agrícolas”.</p>	<p>N.A.</p>
<p>Día Mundial de la Población (julio 11)</p>	<p>Su objetivo primordial es crear conciencia en relación a todas las problemáticas que en la actualidad afectan a la población del mundo, sobre todo en asuntos relacionados con el crecimiento y desarrollo de los pueblos</p>	
<p>Día Internacional de las Tecnologías Apropriadas (julio 15)</p>	<p>Con las tecnologías apropiadas el ser humano ha podido crear soluciones que mejoren la vida de quienes le rodean. Cada territorio tiene sus condiciones, sus carencias y habitantes que, pensando en un beneficio común, liderarán un proceso de creación para responder a una necesidad.</p>	

Fuente Imagen propia.

### 5.1.3 Campaña Huella de Carbono


Se realizó esta campaña de forma digital por medio de la cuenta de correo electrónico Ambiental, y consecutivamente durante 5 días.

**Tabla 14**

Evidencia fotográfica de la Campaña Huella de Carbono.

Contenido	Leyenda	Imagen
<p>Día 1: Cambio Climático y Gases de Efecto Invernadero - GEI</p>	<p>Se denomina cambio climático a la variación global del clima de la tierra debido a causas naturales, pero principalmente a la acción humana, generada por quema de combustibles fósiles, deforestación y otras actividades producidas en el ámbito industrial, agrícola y transporte. Los científicos han encontrado evidencias de que el clima en el planeta está cambiando a un ritmo más acelerado de lo esperado y que las actividades humanas ligadas a la producción, extracción, y consumo, han sido el principal motor del cambio climático, debido a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas, lo cual genera emisiones de Gases de Efecto Invernadero – GEI que actúan como una capa que envuelve a la Tierra, atrapando el calor del sol y elevando las temperaturas, fenómeno que se denomina “Efecto invernadero”. Dentro de las consecuencias en curso que ha originado el calentamiento global, están el aumento de la temperatura media, modificación de los patrones de lluvia, aumento del nivel del mar, reducción de la superficie cubierta por nieves y glaciares, tormentas y sequías.</p>	
<p>Día 2: ¿Qué es la Huella de Carbono?</p>	<p>La Huella de Carbono es una medida de cuantificar y generar un indicador del impacto que una actividad o proceso tiene sobre el cambio climático. La huella de carbono se define como el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, y sirve como una útil herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que están contribuyendo a aumentar nuestras emisiones, cómo podemos mejorarlas y realizar un uso más eficiente de los recursos. La Contraloría General de Medellín bajo el enfoque de Desarrollo Bajo en Carbono, armonizado en los Planes Institucionales de Gestión Ambiental PIGA, busca la reducción constante de la huella de carbono.</p>	

<p>Día 3: Huella de Carbono Institucional</p>	<p>Evalúa la huella de carbono de una organización durante un periodo de tiempo establecido, normalmente un año calendario. La huella de carbono corporativa se utiliza principalmente para la elaboración de reportes, los que sirven de base para la comunicación del desempeño de la empresa frente al cambio climático con todos los grupos de interés (proveedores, clientes, inversionistas, gobierno y otros). La generación de Gases de Efecto Invernadero del sector institucional puede presentarse en tres alcances que se explicarán a continuación.</p>	
<p>Día 4: ¿Cómo Compensar tu Huella de Carbono?</p>	<p>Evalúa las emisiones de gases de efecto invernadero directas e indirectas de una persona en un período de tiempo determinado. Para su determinación es necesario conocer los hábitos de consumo de una persona y con base en el resultado modificar las principales fuentes de emisión sin alterar el desarrollo de su diario vivir.</p> <p>Para reducir tu huella de carbono la CAAF Ambiental, invita a modificar algunos hábitos de consumo, a continuación, un resumen de los más relevantes:</p> <p>Eficiencia energética:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconecta los aparatos eléctricos que no uses.</li> <li>• Tapa las ollas al cocinar.</li> <li>• Lavar ropa con menos frecuencia o utiliza la lavadora con carga completa.</li> <li>• Utiliza la energía solar para secar la ropa siempre que sea posible.</li> </ul> <p>Transporte sostenible:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A distancias cortas procura movilizarte a pie o en bicicleta.</li> <li>• En la medida de lo posible usa el transporte público.</li> <li>• Consumo responsable.</li> <li>• Consume productos locales, con esto contribuyes a disminuir la producción de gases de efecto invernadero por el transporte desde lugares lejanos.</li> <li>• Consume menos carne, reducir el consumo de carne significa producir menos carbono, ahorrar agua y puede contribuir a una dieta saludable.</li> <li>• Un árbol maduro puede absorber hasta 150 kg de CO2 al año. Es decir, si plantas y mantienes dos árboles, puedes compensar el equivalente a 0,3 Ton CO2/año.</li> </ul>	 <p>Si deseas tomar acción para reducir tu indicador de huella de carbono, lo primero que necesitas saber es su valor actual, para calcularlo utiliza la siguiente herramienta.</p>

<p>Día 5: Estrategia de la CGM para disminución de emisiones GEI</p>	<p><u>Eficiencia Energética:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apagar los equipos que no vayan a ser usados y desconectar aquellos que no estén en uso.</li> <li>• Al retirarse del puesto de trabajo se utilizará el comando rápido (Windows + L), para cerrar la sesión.</li> <li>• Aprovechar al máximo la luz natural.</li> <li>• Desconectar los cargadores cuando no sean usados.</li> <li>• Realizar mantenimiento a las instalaciones eléctricas para el ahorro de energía eléctrica.</li> <li>• Divulgar campañas para promover el apagado de luces en las áreas que es posible.</li> <li>• Uso de Energías alternativas (paneles solares).</li> </ul> <p><u>Transporte Sostenible:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener los vehículos en buenas condiciones tecno-mecánicas.</li> <li>• Realizar jornadas de capacitación y sensibilización en eco-conducción, promoviendo el uso eficiente de vehículos y medios alternativos de transporte.</li> <li>• Realizar campañas internas para el uso de la bicicleta en la Entidad.</li> <li>• Realizar campañas internas para el uso del carro compartido teniendo en cuenta las medidas de bioseguridad.</li> <li>• Implementación del Plan Integral de Movilidad Empresarial Sostenible -PMES.</li> </ul> <p><u>Reducción de residuos sólidos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar campañas de sensibilización con el fin de minimizar y optimizar el consumo de papel.</li> <li>• Sensibilizar al interior de la entidad la importancia de la separación en la fuente.</li> <li>• Promover el uso de medios digitales para el envío y revisión de documentos.</li> </ul>	 <p><small>Paneles solares Edificio Miguel de Aguinaga</small></p>
--	---	---

Fuente: Elaboración propia.

#### ***5.1.4 Gestionar el adecuado manejo de contenedores de residuos reciclables y posconsumo (RAEEs, Pilas)***

Se entregó la propuesta didáctica sobre adecuado manejo de residuos sólidos al interior de las instalaciones de la Contraloría llamada “Guía de Reciclaje” de la CAAF Ambiental, el diseño animado se hizo en Canva, no obstante, se encuentra sujeto a modificaciones por parte de la Oficina Administrativa de Comunicaciones quienes son el departamento encargado, reciben el diseño y lo potencian.

**Tabla 15**

*Evidencia fotográfica del cuadernillo “Guía de Reciclaje”.*

 <p><b>Página 1</b></p>	 <p><b>Página 2</b></p>	 <p><b>Página 3</b></p>	 <p><b>Página 4</b></p>	 <p><b>Página 5</b></p>
 <p><b>Página 6</b></p>	 <p><b>Página 7</b></p>	 <p><b>Página 8</b></p>	 <p><b>Página 9</b></p>	 <p><b>Página 10</b></p>
 <p><b>Página 11</b></p>	 <p><b>Página 12</b></p>	 <p><b>Página 13</b></p>	 <p><b>Página 14</b></p>	 <p><b>Página 15</b></p>

Fuente: Elaboración propia.

Como una estrategia para generar mayor impacto entre el público o realizar capacitaciones al interior de la entidad se incluyó dentro de la Guía de reciclaje una propuesta didáctica de juego diseñado en Power Point al cual se accede desde la aplicación QR del celular inteligente por medio de un código con el cual los funcionarios pueden interactuar.



**Figura 2**

*Pantalla de inicio del juego didáctico incluido en el cuadernillo “Guía de Reciclaje”.*



Fuente: Elaboración propia.

### ***5.1.5 Realizar Seguimiento a las actividades del Plan de Movilidad Empresarial Sostenible PMES***

Durante el primer semestre se realizaron ajustes a las encuestas de movilidad, vía telefónica y presencial, a los servidores en las instalaciones de la CGM en la etapa de Diagnóstico del PMES. Es importante anotar que la autoridad ambiental Área Metropolitana del Valle de Aburrá anunció que el 31 de mayo cerraría la primera etapa del programa e invitó a las organizaciones vinculadas

a esperar resultados del estado de implementación en la empresa hasta el 30 de junio y próximos lineamientos para el envío de informes MES en la segunda etapa 2022 - 2030.

## **5.2 Informe del Estado de los Recursos Naturales – IERNA**

### **5.2.1 Aire**

**5.2.1.1 Estado del recurso aire en el Valle de Aburrá.** A continuación, se resaltan los valores, indicadores y/o índices más preponderantes que dan cuenta del estado del recurso aire en Medellín y la Región Metropolitana del Valle de Aburrá a partir de los inventarios de emisiones disponibles e información obtenida de las estaciones de monitoreo de la Redaire proporcionada por AMVA.

**5.2.1.2 Emisiones totales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.** En la siguiente ilustración se muestran las diferentes fuentes estimadas: las fuentes móviles, las industriales y las fuentes de área (desgaste de frenos, fuentes de área biogénicas y fuentes de área evaporativas) y su aporte para cada contaminante estimado proporcionadas por el Inventario de emisiones atmosféricas del valle de Aburrá, contrato número 1179 de 2018 publicado en Diciembre de 2019.

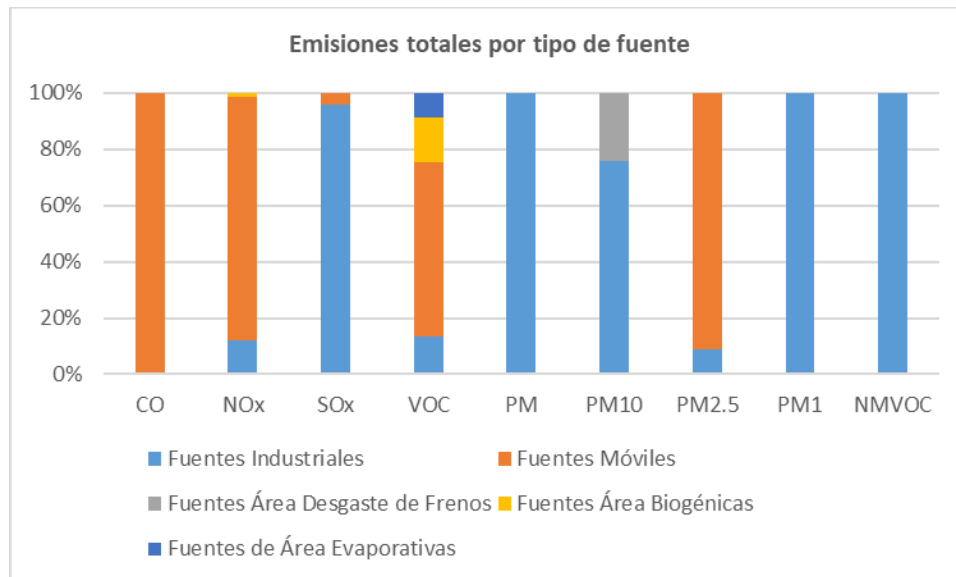
También se presentan los resultados proporcionados por el informe unificado de los inventarios de emisiones atmosféricas del área metropolitana del valle de aburrá (AMVA) y Corantioquia, contrato número 835 de 2020 publicado en Diciembre de 2020. En la integración de los inventarios se tuvieron en cuenta las fuentes móviles, las de área y las fuentes fijas, que corresponden tanto a las zonas urbanas como a las zonas rurales.

Se observa como las mayores emisiones provienen principalmente de fuentes industriales y fuentes móviles en la mayoría de contaminantes analizadas, en particular los contaminantes: monóxido de carbono CO, material particulado PM2.5 y dióxido de nitrógeno NOx; se generan en mayor proporción por las fuentes móviles con el 99, 91 y 86% respectivamente, por su parte las fuentes industriales generan la mayor proporción de los contaminantes: material particulado PM1, Compuestos orgánicos volátiles no metálicos NMVOC y Óxidos de azufre SOx, con el 100, 100 y 96% de responsabilidad respectivamente.

“Para el inventario año base 2018, la emisión de contaminantes criterio por parte de las empresas de las zonas rurales y urbanas del Valle de Aburrá fueron de 5,235 ton de CO, 2,640 ton de NOx, 3,821 ton de SOx, 8,705 ton de VOC, 1,873 ton de PM, 630 ton de PM10, 432 ton de PM2.5, 71 ton de PM1, 5,650 ton de NMVOC” AMVA 2020b. La figura 3 muestra que la mayor cantidad de emisiones son liberadas por el entorno urbano en todas las categorías de contaminantes analizadas, se destaca un aporte del 42 y 38% respectivamente por parte del sector rural para las emisiones de PM2.5 Y CO.

### Figura 3

Fuentes de contaminantes atmosféricos en el Valle de Aburrá, por categoría de contaminante, año base 2018

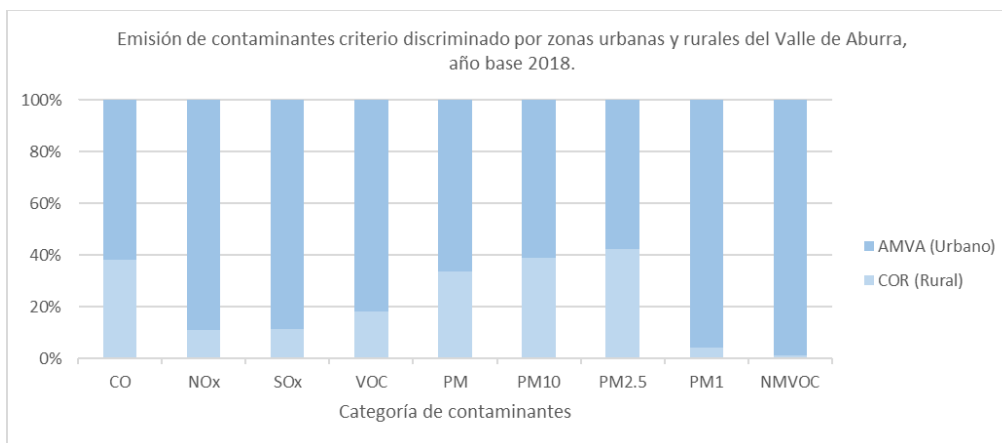


Fuente: Comunicaciones Oficiales recibidas AMVA.

### Figura 4

Emisión de contaminantes atmosféricos en zonas rurales y urbanas, por categoría de contaminante, año base 2018.





Fuente: Comunicaciones Oficiales recibidas AMVA.

**5.2.1.3 Calidad del aire.** A continuación se presenta el estado de la calidad del aire por contaminantes criterio, es decir las partículas en suspensión (PM) en sus fracciones 10 y 2,5 micrómetros, ozono troposférico (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO), teniendo en cuenta la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) que entró en vigencia desde el primero de enero de 2018, derogando la Resolución 610 de 2010.

#### **5.2.1.4 Material Particulado.**

**5.2.1.4.1 Material particulado menor de 2,5 micrómetros (PM<sub>2,5</sub>).** Los niveles máximos permisibles del contaminante PM<sub>2,5</sub>, establecidos en la Resolución 2254 de 2017, corresponden a 25 µg/m<sup>3</sup> para un tiempo de exposición anual y 37 µg/m<sup>3</sup> para un periodo de 24 horas, a condiciones de referencia; mientras que los niveles recomendados por la OMS (2021) en sus nuevas directrices sobre la calidad del aire para PM<sub>2,5</sub> son 5 µg/m<sup>3</sup> para un tiempo promedio anual y 15 µg/m<sup>3</sup> para 24 horas.

En 2021 se excedió la norma anual colombiana para PM<sub>2,5</sub> en las estaciones de monitoreo CEN-TRAF y SUR-TRAF registrando 25,3 y 25,4 µg/m<sup>3</sup> respectivamente, las estaciones MED-BEME, MED-FISC, MED-PJIC e ITA-CJUS registraron concentraciones por encima de 20 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2,5</sub> y la estación MED-SELE registró concentraciones más bajas de la muestra con 8,6 µg/m<sup>3</sup>, no obstante, permanece por encima de las recomendaciones de la OMS.

**Tabla 16**

*Concentración promedio anual y estadísticas de los resultados de las mediciones de material particulado menor de 2,5 micrómetros (PM<sub>2,5</sub>) en las estaciones automáticas de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2021.*

Año	Estaciones ubicadas en municipio de Medellín											Estaciones municipios Área Metropolitana												
	MED-LAYE	MED-ARAN	MED-VILL	CEN-TRAF	MED-BEME	MED-TESO	MED-FISC	MED-SCRI	MED-ALTA	MED-SELE	MED-PJIC (S)	BAR-TORR	GIR-EPM	COP-CVID	BEL-FEVE	BEL-JEGA (S)	ITA-CJUS	ITA-CONC	ENV-HOSP	SAB-RAME	SUR-TRAF	EST-HOSP	CAL-LASA	CAL-JOAR
2012	27.0			37.0													23.0	25.0						17.0
2013	23.4			34.9													27.1	27.5				34.8		24.1
2014	25.0			37.4													32.1	25.1				41.2		24.9
2015				39.7													28.1	24.0				51.1		29.7
2016	26.9			39.4													29.5	25.7				50.5		33.6
2017	22.3			31.0													25.5	22.1				41.9		27.2
2018	19.0	22.4	18.7	26.9	21.2	17.5		15.4	19.8			12.4		15.4	16.8		23.9	19.5				33.3	18.7	23.0
2019	19.8	22.6	19.3	28.5	22.0	17.6	22.7	16.2	23.0	10.0		14.0		16.1	16.0		24.1	19.0	17.9	18.9	31.9	19.4	21.9	21.7
2020	18.6	20.5	18.7	25.8	19.1	17.1	22.5	16.5	20.1	11.1		14.8		15.1	15.6		23.4	20.1	17.0	18.0	27.9	17.6	20.5	20.0
2021	17.3	18.0	16.4	25.3	20.1	15.0	20.2	14.8	18.9	8.6	20.9	10.3	14.5	12.5	13.0	19.1	21.2	16.9	14.5	15.7	25.4	15.2	18.1	16.6
Estadísticas 2021												Estadísticas 2021												
CMD	357	355	357	340	355	359	358	357	357	300	105	347	353	359	356	125	356	361	358	354	308	361	356	356
Valor máximo	42.2	50.2	47.2	60.6	46.9	45.3	51.6	34.6	38.7	27.1	39.6	43.9	46.4	45.2	41.7	50.6	46.9	38	46	41	52.1	41.9	47.2	42.7
Valor mínimo	7.1	8.0	4.5	1.3	6.6	5.6	5.7	6.3	7.0	2.3	5.2	4.0	6.8	4.9	4.5	4.2	10.0	6.8	5.4	6.1	8.7	5.1	6.1	5.7
NEND	1	2	4	7	2	1	2	0	2	0	3	1	1	1	1	9	5	1	1	1	13	1	2	1

Fuente: Elaboración propia con base de datos históricos, CGM 2022.

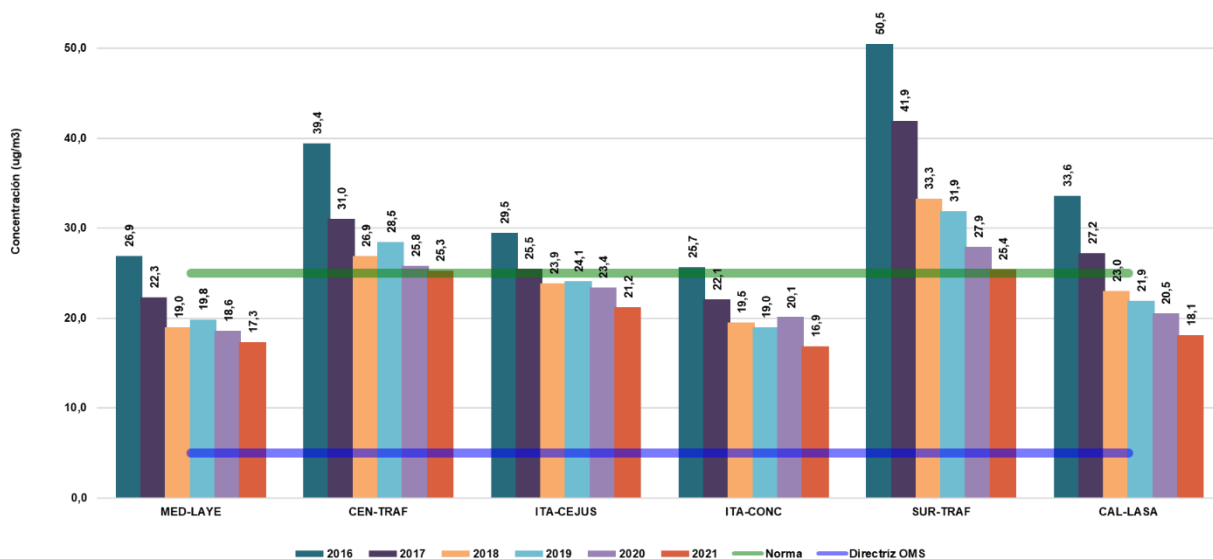
**Convenciones:** **MED-LAYE:** Tanques EPM La Ye en la loma Los Balsos, El Poblado (Medellín); **MED-ARAN:** Institución Educativa Ciro Mendía, Aranjuez; **MED-VILL:** Planta de Producción de Agua Potable de EPM, Villa Hermosa; **CEN-TRAF:** Estación Tráfico Centro Museo Antioquia; **MED-BEME:** Institución Educativa Pedro Justo Berrío, Belén Las Mercedes; **MED-TESO:** Institución Educativa INEM Santa Catalina - El Poblado; **MED-SCRI:** Parque Biblioteca Fernando Botero, Corregimiento de San Cristóbal; **MED-ALTA:** Institución Educativa Pedro Octavio Amado, Corregimiento de Altavista; **MED – SELE:** Corregimiento Santa Elena; **MED PJIC (S):** Politécnico Jaime Isaza Cadavid, estación semi - automática; **BAR-TORR:** Torre Social, Barbosa; **GIR-SOSN:** S.O.S Aburrá Norte, Girardota; **COP-CVID:** Ciudadela Educativa La Vida; **BEL– FEVE:** Liceo Fernando Vélez, Bello; **BEL – JEGA:** Institución Educativa Jorge Eliecer Gaitán, Bello ;**ITA-CJUS:** Casa de la Justicia (Itagiú); **ITA CONC:** Liceo Concejo Itagiú; **ENV- HOSP:** Hospital Manuel Uribe Angel - sede Santa Gertrudis; **SAB-RAME:** Institución Educativa Rafael J Mejía; **SUR-TRAF:** Estación Tráfico Sur, Est. Metro La Estrella (Sabaneta); **EST-HOSP:** Hospital, La Estrella; **CAL-LASA:** Corporación Universitaria Lasallista (Caldas); **CAL-JOAR:** Escuela Joaquín Aristizábal.

CMD: Cantidad de muestras diarias; Valor máx.: Valor máximo para un día de muestreo; Valor Min: valor mínimo para un día de muestreo; NEND: Número de excedencias de la norma diaria colombiana.

Como muestra la figura 5, históricamente las concentraciones de PM<sub>2,5</sub> marcan una tendencia decreciente en el periodo 2016 – 2021 en las estaciones de monitoreo en general, se destaca que en 2021 la estación SUR-TRAF continúa reduciendo las concentraciones figurando por primera vez dentro de los límites que establece la norma bajando de 31,9 µg/m<sup>3</sup> en 2019 a 25,4 µg/m<sup>3</sup> en 2021.

### Figura 5

*Históricos de los promedios anuales de las concentraciones de material particulado menor de 2,5 micrómetros (PM<sub>2,5</sub>) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire, en condiciones de referencia, 2016-2021.*



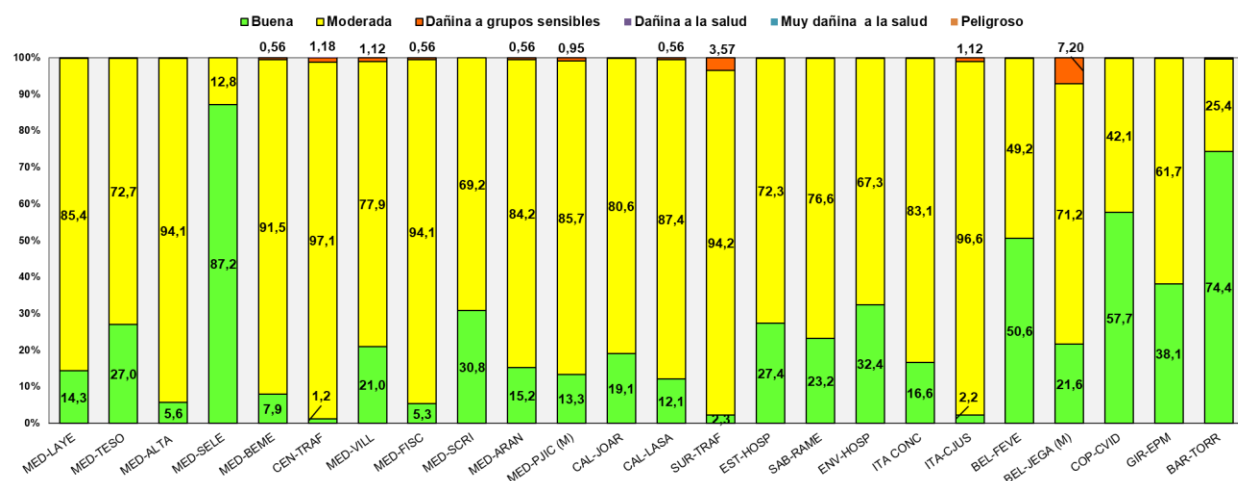
Fuente: Elaboración propia con base de datos históricos, CGM 2022.

En cuanto al Índice de Calidad del Aire (ICA), el siguiente gráfico presenta la distribución porcentual de las categorías de calidad del aire para el material particulado PM<sub>2,5</sub>, obtenidas

durante el 2021, en las diferentes estaciones de monitoreo. Los porcentajes mostrados se calculan a partir de los datos diarios. En general, predominó la categoría “Moderada”, las estaciones SUR-TRAF Y BEL-JEGA reportaron calidades “Dañina a grupos sensibles” en el 3,6 y 7,2% respectivamente de las muestras diarias realizadas, y en menor proporción las estaciones CEN-TRAF, MED-VILL y MED-BEME con el 1,2, 1,1 y 0,6% de las muestras lo cual correspondería a los picos de contaminación durante el año. La categoría de calidad de aire “Buena” sobresale en las estaciones MED-SELE, BAR-TORR y COP-CVID ubicadas en los corregimientos de Santa Elena, Barbosa y Copacabana respectivamente.

**Figura 6**

*Distribución porcentual de las categorías de calidad de aire asociada a PM<sub>2.5</sub> en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá, a condiciones de referencia, 2021.*



Fuente: Comunicaciones Oficiales AMVA, 2022.

**5.2.1.4.2 Material particulado menor de 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>).** En 2021 la estación ITA POGO registró en total un promedio de 55,6 µg/m<sup>3</sup> y excedió la norma anual colombiana para PM<sub>10</sub> definida en 50 µg/m<sup>3</sup>, seguido por las estaciones CEN-TRAF y MED EXSA las cuales registraron 46,9 y 44,0 µg/m<sup>3</sup> mientras que los valores promedio más bajos iguales a 17,8 y 17,9 µg/m<sup>3</sup> se presentaron en las estaciones manuales BAR HSVP y MED MIRA respectivamente.

**Tabla 17**

*Concentración promedio anual y estadísticos de los resultados de las mediciones de material particulado menor de 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>) en las estaciones automáticas de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2021.*

Año	Estaciones en Medellín							Estaciones municipios Área Metropolitana												
	MED CORA (M)	MED EXSA	MED MIRA (M)	MED PJIC	MED PJIC (M)	MED ITMR	CEN-TRAF	ITA PTAR (M)	ITA POGO	ITA POGO (M)	ITA CONC	BAR HSVP (M)	GIR EPM	GIR IECO	COP HSMA (M)	BEL USBV	EST MAGO (M)	CAL JOAR (M)	SUR TRAF	SUR TRAF (M)
2016		64,2		45,6		46,9	67,2				50,2			48,6		46,2				
2017		55,9		46,5		37,4	59,1				40,4			38,0		39,2				
2018		50,3		36,9		37,9	48,3				39,4			37,2		37,3				
2019	32,0	53,2	26,7	39,8	38,2	38,6	54,6	34,2	50,2	42,0	39,6	26,0		43,7	32,6	41,9	42,8	33,4	51,9	50,9
2020	NP	43,3	NP	34,1	NP	37,2	49,8	NP	44,2	NP	35,2	NP		39,5	NP	34,0	NP	NP	44,8	NP
2021	26,4	44,0	17,9	33,4	33,5	37,4	46,9	27,9	55,6	43,0	31,4	17,8	35,9		23,6	33,3	33,8	28,5	N.A	41,9

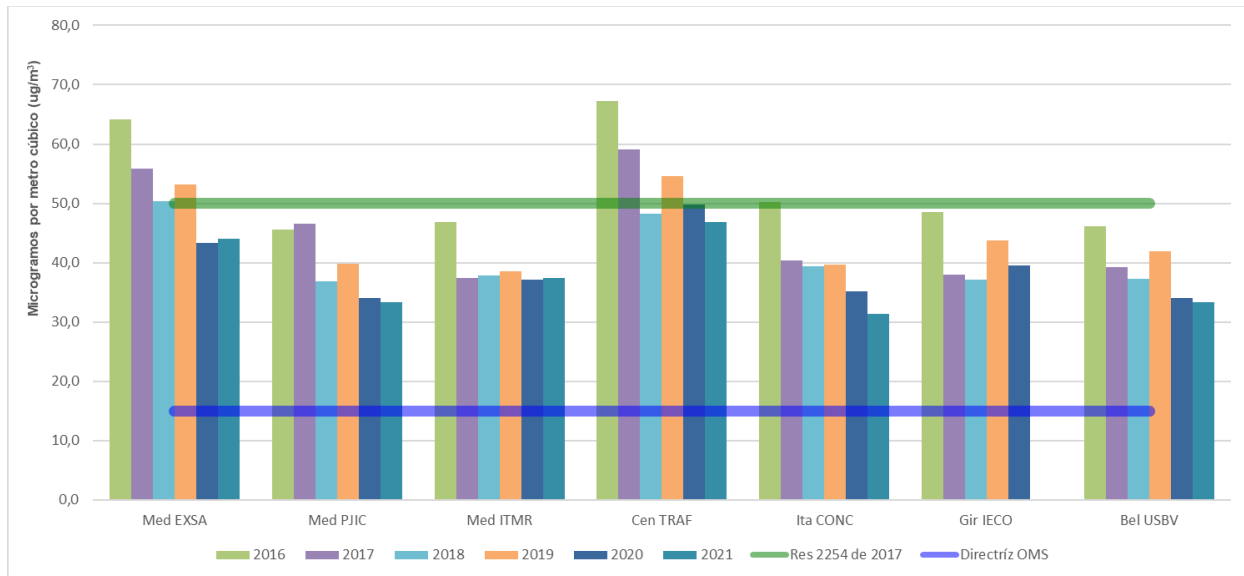
CMD	123	346	122	339	122	333	340	127	351	127	350	121	336	334	123	354	124	123	182	125
Valor máx.	52,2	92,8	40,6	63,0	57,3	67,1	95,2	62,4	115,1	84,5	52,2	38,6	71,5	94,5	48,5	67,8	60,1	57,5	79,4	72,3
Valor mín.	8,5	16,9	7,9	12,7	12,5	18,2	18,7	6,3	19,6	11,1	15,4	5,1	17,8	13,0	6,6	19,7	9,4	6,6	21,5	12,9
NEND	0,0	2	0	0	0	0	7	0	42	2	0	0	0	12	0	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia con base de datos históricos, CGM 2022.

Históricamente, se observa una tendencia general al decrecimiento a partir de 2016, de las concentraciones promedio anual en las diferentes estaciones, sin embargo, en 2019, hay un leve incremento generalizado en los puntos de monitoreo, cabe destacar que para el periodo 2019 – 2020 la estación CEN TRAF ha reportado concentraciones de PM<sub>10</sub> dentro de los límites establecidos en la resolución 2254 de 2017 y con tendencia de disminución ya que ésta presentaba los valores más altos en años anteriores. Por su parte las concentraciones anuales más bajas de PM<sub>10</sub> se registraron en las estaciones MED-PJIC e ITA-CONC.

**Figura 8**

*Históricos de los promedios anuales de las concentraciones de material particulado menor de 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2016-2021.*

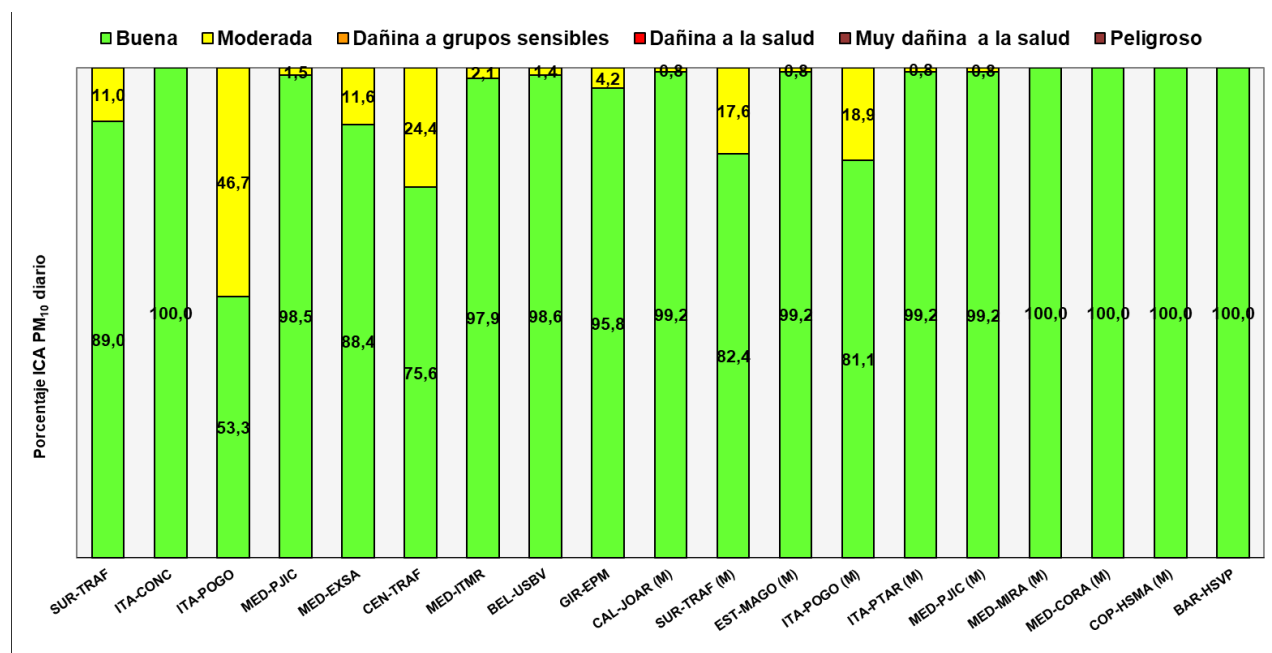


Fuente: Elaboración propia con base de datos históricos, CGM 2022.

En el siguiente gráfico, se presenta la distribución porcentual de las categorías de calidad del aire para el material particulado  $PM_{10}$ , obtenidas durante el 2021, en las diferentes estaciones de monitoreo. Los porcentajes mostrados se calculan a partir de los datos diarios.

### Figura 9

Porcentaje del ICA diario de  $PM_{10}$  en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá, 2021.



Fuente: Comunicaciones Oficiales Recibidas. AMVA, 2022.

Para PM<sub>10</sub> en 2021 predominó la categoría “Buena”, seguida por “Moderada”, no presentándose registros para las demás categorías como son: Dañina a grupos sensibles, Dañina a la salud, Muy dañina a la salud y Peligroso.

**5.2.1.5 Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>).** Los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 corresponden a 100 µg/m<sup>3</sup> para un tiempo de exposición de ocho (8) horas (octohorario); coincide con los niveles recomendados en 2021 publicados por la OMS para contaminante ozono troposférico para un tiempo de exposición de ocho (8) horas (octohorario). Para este contaminante no existe un límite anual, por tanto la evaluación del comportamiento de los promedios anuales carece de un valor de comparación.

El mayor promedio de las concentraciones octohorarias para el 2021 tuvo lugar en la estación CAL LASA con un valor de 28,5 µg/m<sup>3</sup>, seguido por las estaciones ITA-CONC y MED-LAYE en donde se obtuvo 28 y 27,5 µg/m<sup>3</sup> respectivamente.

**Tabla 18**

*Estadísticos del seguimiento del Ozono octohorario (O<sub>3</sub>) durante el ciclo anual de 2020 e históricos 2016 – 2019, en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia.*

Año	Estaciones Medellín				Estaciones municipios Área Metropolitana					
	MED- UDEM	MED- MIRA	MED- LAYE	MED- FISC	BAR- PDLA	GIR- SOSN	GIR- EPM	BEL- USBV	ITA- CONC	CAL- LASA
2016	30,1	32,4	32,9		30,5	28,7		25,4	39,1	35,8
2017	25,0	19,0	25,2		23,0	24,3		24,8	33,2	29,3
2018	24,1	13,0	25,6		24,6	28,3		24,7	32,6	30,1
2019	23,4	27,9	28,9		27,2	26,3		26,4	35,2	32,2
2020	27,8	29,8	33,1	25,4	25,8	28,4	NP	25,5	36,1	33,1
2021	23,6	25,8	27,5	24,8	26,2		27,4	21,4	28	28,5

Estadísticas 2021										
CMD	316	360	347	358	363		353	334	346	334
Vmax 8H	115,5	126,0	112,0	114,4	87,7		101,2	104,4	115,8	104,4
Vmim 8H	1,1	0,0	0,0	1,7	1,9		0,7	0,0	3,3	0,0
NEN 8H	4	12	5	4	0		1	5	13	5

Fuente: Elaboración propia con base de datos históricos, CGM 2022.

Convenciones:

CMD: Cantidad de muestras diarias; Vmax 8H: Valor máximo octohorario; Vmin 8H: Valor mínimo octohorario; NEN8H: Número de excedencias a la norma octohoraria

MED- FISC: Fiscalía General de la Nación - Sector Caribe, Medellín; MED-UDEM: Univesidad de Medellín, Medellín; MED-MIRA: Medellín, Tanque Miraflores EPM; MED-LAYE: Tanques La Ye - EPM, Loma Los Balsos, Medellín; BAR-PDLA: Parque de Las Aguas, Barbosa; GIR-SOSN: S.O.S Aburrá Norte, Girardota; GIR-EPM: Tanques EPM Girardota; BEL-USBV: Universidad San Buenaventura, Bello; ITA-CONC: Liceo Concejo Municipal, Itagüí; CAL-LASA: Corporación Universitaria Lasallista, Caldas.

Históricamente, se destaca una reducción en el promedio anual de las concentraciones octohorarias/día de ozono para 2021, recuperando la tendencia decreciente que se traía desde 2016 la cual presentó valores máximos durante el año 2020, lo cual puede explicarse a partir de la

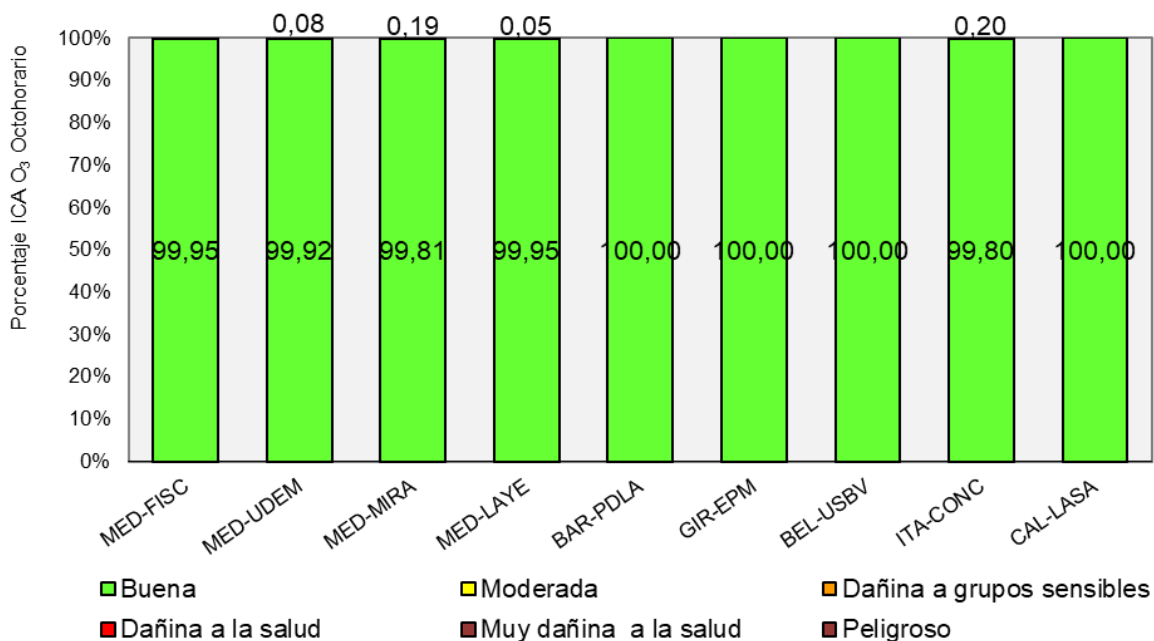


interacción entre la radiación solar, las condiciones de estabilidad típicas del Valle de Aburrá para los períodos de transición de época seca a época de lluvias, y el transporte de material asociado a la quema de biomasa resultado de incendios de cobertura vegetal tanto al interior del valle como a escala regional.

En cuanto a la distribución porcentual de las categorías de calidad de aire asociada a O<sub>3</sub> octohorario, si bien la calidad del aire asociada a este contaminante, fue fundamentalmente buena durante el 2021, en las estaciones ITA-CONC, MED-MIRA y MED-UDEM, se alcanzó a registrar el 0.2%, 0.19% y el 0.08%, de las concentraciones octohorarias en la categoría “Moderada”; En general la calidad del aire asociada a O<sub>3</sub> octohorario mejoró con respecto a 2020.

**Figura 10**

*Distribución porcentual de las categorías de calidad de aire asociada a O<sub>3</sub> octohorario en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2020.*



Fuente: Comunicaciones Oficiales Recibidas. AMVA, 2022

**5.2.1.6 Óxidos de nitrógeno (NOx).** La Resolución 2254 de 2017, establece  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como nivel máximo permisible en una hora para este contaminante criterio, y  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como norma anual. Niveles que siguen siendo válidos según las directrices sobre la calidad del aire publicadas por la OMS en 2021.

Frente a los resultados del monitoreo de óxidos de nitrógeno (NOx), en 2021 se registró una excedencia de la norma horaria en la estación CEN-TRAF ubicada en El Museo de Antioquia en el Centro de Medellín, con una concentración de  $219,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La norma anual no se excedió, siendo el valor más alto el registrado en la estación MED-FISC, con  $48,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , seguido por los obtenidos en las estaciones CEN-TRAF y MED-PJIC con  $39,7$  y  $37,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente.

**Tabla 19**

*Resumen de promedios aritméticos anuales de Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>, en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a condiciones de referencia, estaciones de la Red de calidad del aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2012 a 2020.*

Año	Estaciones Medellín				Estaciones otros municipios AMVA			
	MED-PJIC	MED-ITMR	MED-FISC	CEN-TRAF	SUR-TRAF	GIR-SOSN	GIR-EPM	ITA-CJUS
2016	46,7	39,5		60,1	30,4	22,0		27,7
2017	36,9	25,1		66,8	29,0	22,3		41,3
2018	45,0	18,9		66,3	30,8	18,3		39,3
2019	40,7	28,6		48,2	32,6	23,7		42,6
2020	33,8	24,9		36,8	34,4	21,3		30,1
2021	37,0	31,3	48,5	39,7	33,5		19,1	25,4

Estadísticas 2021								
<b>CMD</b>	321	303	352	342	191		328	243
<b>Max 1H</b>	143,4	127,8	198,8	219,5	115,6		131,1	118,9
<b>Media 1H</b>	37,0	31,3	48,5	39,7	33,5		19,1	25,4
<b>Min 1H</b>	0,0	0,0	0,1	0,0	0,5		0,0	0,0
<b>NEN 1H</b>	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0		0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia con base de datos históricos, CGM 2022.

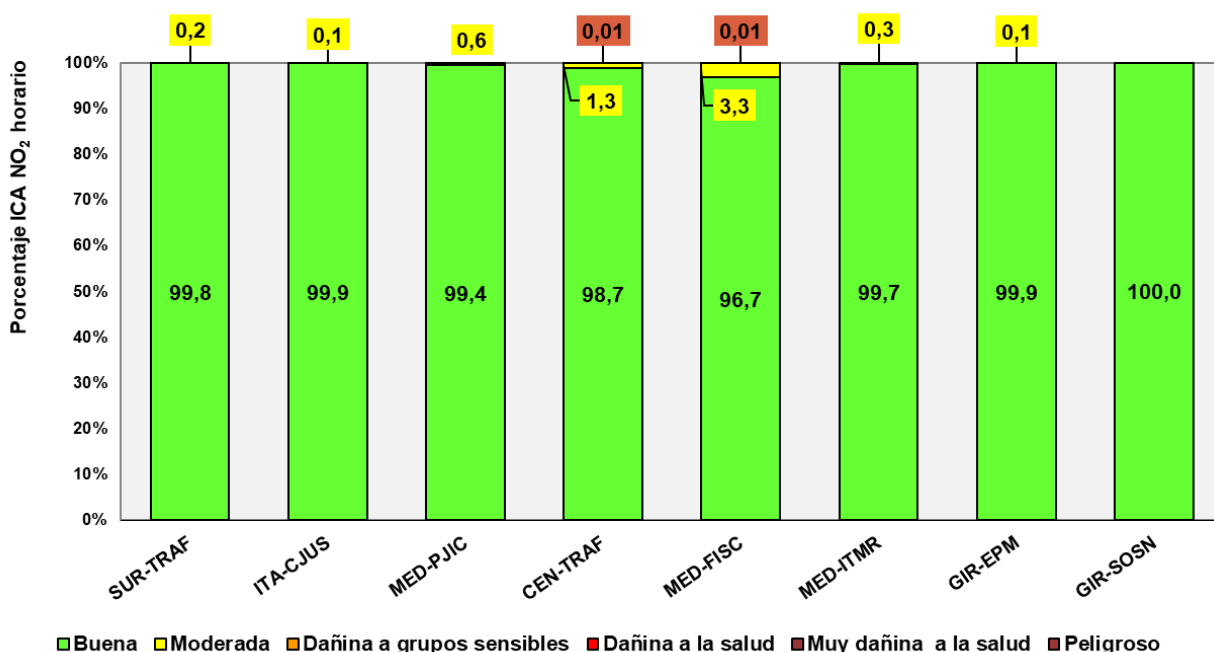
Convenciones: GIR-SOSN: S.O.S Aburrá Norte, Girardota; BEL-USBV: Universidad San Buenaventura (Bello); MED-ITMR: Institución Universitaria ITM Robledo; CEN-TRAF: Estación Tráfico Centro Museo Antioquia; MED-PJIC: Politécnico Jaime Isaza Cadavid (Medellín); MED-FISC: Sede Fiscalía Caribe, Medellín; ITA-CJUS: Casa de la Justicia (Itagüí); SUR-TRAF: Estación Metro La Estrella.

CMD: Cantidad de muestras diarias; Max 1H: Valor máximo una (1) hora; Min 1H: Valor mínimo una (1) hora; NEN 1H: Número de excedencias a la norma horaria

El porcentaje del ICA asociado a NO<sub>2</sub> horario en las diferentes estaciones durante el 2020, predominantemente se asocia a la categoría “Buena” (verde), sin embargo, se alcanzó a registrar porcentajes en la categoría "Moderada" (amarillo), y 2 estaciones reportaron concentraciones dañinas a grupos sensibles, episodios que en todo caso no alcanzaron el 1%.

**Figura 11**

*Comportamiento del Índice de Calidad del Aire horario (ICA) para dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia.*



Fuente: Comunicaciones Oficiales Recibidas, AMVA 2022.

**5.2.1.7 Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>).** Los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 para este contaminante corresponden a 50 µg/m<sup>3</sup> para un tiempo de exposición de 24 horas y 100 µg/m<sup>3</sup> para un periodo de una (1) hora. Por su parte las directrices de la OMS publicadas en 2021 han reducido los niveles permitidos del periodo de 24 a 40 µg/m<sup>3</sup>.

La estación GIR-SOSN ubicada en la sede de la estación de bomberos de Girardota S.O.S. Aburrá Norte, se desmontó el 17 de diciembre de 2020 por solicitud del alcalde del municipio y se trasladó a los Tanques de EPM en donde comenzó a operar el 28 de diciembre del mismo año con el nuevo nombre GIR\_EPM.

Según los registros obtenidos para las estaciones SO<sub>2</sub> en el año 2021 no se presentaron excedencias de la norma diaria con respecto a los años 2019 y 2020 donde se presentaron 22 y 9 excedencias respectivamente; para la norma horaria se presentan 77 excedencias en la estación GIR-EPM con un valor máximo de 281,2 lo cual constituye un valor anómalo para ésta estación y supera en 281% la norma colombiana frente a 2 excedencias en 2020.

**Tabla 20**

*Concentración horaria y diaria de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2019 y 2020.*

Estadísticos	Norma	Año 2019	Año 2020		Año 2021	
		GIR-SOSN	GIR-SOSN	GIR-EPM	CEN-TRAF	GIR-EPM
CMD		276	319	3	240	288
Max 1H	Ciclo horario: 100 ug/m <sup>3</sup> (Res 2254 de 2017)	442,8	397,2	142,2	106,5	281,2
Media 1H		28,9	23,7	21,9	13,6	24,3
Min 1H		0	0	0,3	0,2	0
NEN 1H		123	104	2	1	77
Max D	Ciclo diario 50 ug/m <sup>3</sup> (Res 2254 de 2017)	85,1	87,2	24,1	36,3	48,2
Media D		29,1	23,7	NP	N.A	24,4
Min D		5,6	1	21,3	2,2	6,3
NEN D		22	9	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base de datos históricos, CGM 2022.

Convenciones:

GIR-SOSN: Girardota, S.O.S Aburrá Norte

GIR-EPM: Girardota, Tanques EPM

CMD: Cantidad de muestras diarias

Max 1H: Valor máximo para una hora de muestreo

Media 1H: Valor medio 1 hora

V Min 1H: Valor mínimo 1 hora

NEN 1H: Número de excedencias a la norma para 1 hora

Max D: Valor máximo diario

Media D: Valor medio 1 día.

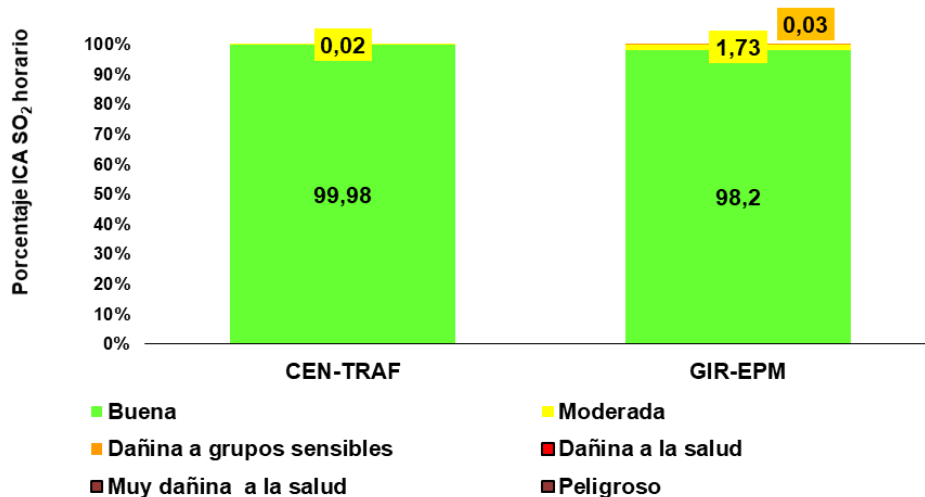
Min D: Valor mínimo diario

NEND: Número de excedencias a la norma diaria

Frente al Índice de Calidad del Aire (ICA) en porcentaje para las concentraciones horarias de SO<sub>2</sub>, la calidad del aire horario en las estaciones CEN-TRAF y GIR-EPM fue buena la mayor parte del año, con porcentajes mayores al 98%. A su vez para la categoría Moderada se alcanzaron el 0,02 % en CEN-STRAF y el 1,73% en GIR-EPM, donde también se alcanzaron 0.03% de registros en la categoría Dañina a la Salud de Grupos Sensibles.

**Figura 12.**

*Comportamiento del Índice de Calidad del Aire horario (ICA) para dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia*



Fuente: Comunicaciones Oficiales Recibidas. AMVA, 2022.

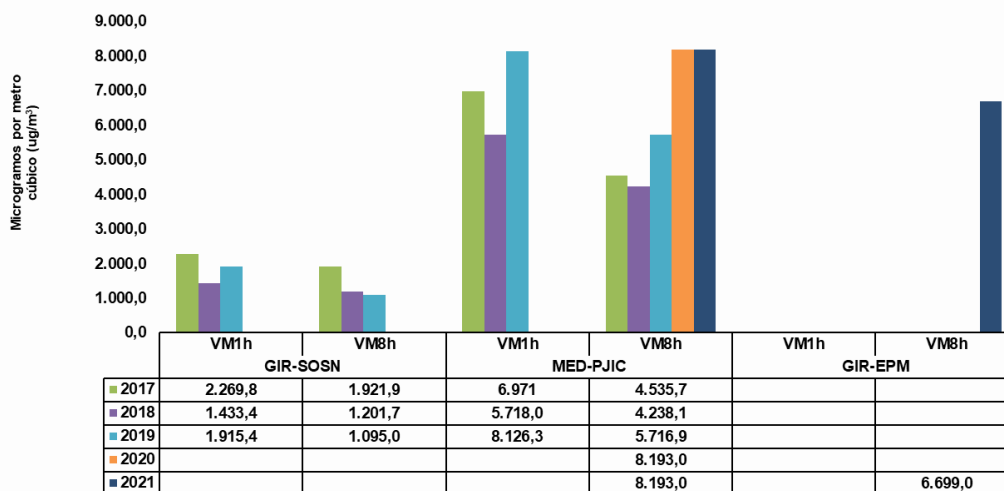
**5.2.1.8 Monóxido de carbono CO.** El Monóxido de carbono es regulado por la Resolución 2254 de 2017 que establece como niveles máximos permisibles 5.000 µg/m<sup>3</sup> para un tiempo de exposición de ocho (8) horas y 35.000 µg/m<sup>3</sup> para un periodo de una (1) hora. Por su parte la OMS

establece en las directrices sobre calidad del aire publicadas en 2021 un límite para CO de 4 mg/m<sup>3</sup> en periodo promedio de 24 horas.

El monitoreo del CO en el Valle de Aburrá en 2021, se realizó desde las estaciones ubicadas en los municipios de Girardota (GIR-EPM) y Medellín (MED-PJIC), Históricamente, entre 2015 y 2021, la estación MED-PJIC, es la que ha presentado mayores niveles en las concentraciones de CO, tanto a nivel horario, como octohorario, aclarando que a 2021 no se ha superado los niveles máximos establecidos en la norma colombiana.

**Tabla 21**

*Históricos del valor máximo horario y octohorario para monóxido de carbono (CO) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, años 2015 – 2020.*

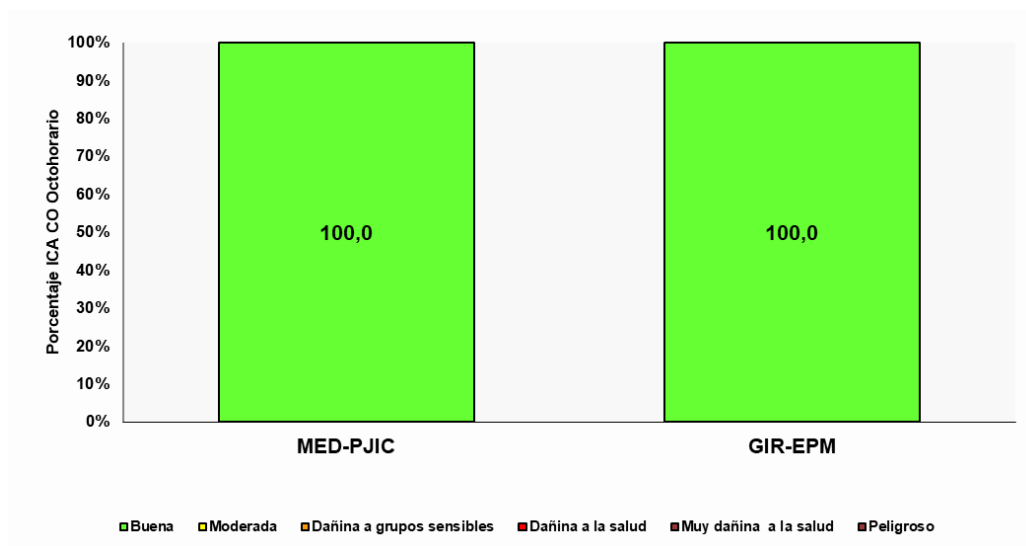


Fuente: Elaboración propia con base de datos históricos, CGM 2022.

La calidad de aire asociada a CO octohorario fue buena el 100% del tiempo durante todo el año 2020 en ambas estaciones.

**Figura 13**

Porcentajes del Índice de Calidad del Aire octohorario (ICA) para monóxido de carbono (CO) en las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá en condiciones de referencia, 2020.



Fuente: Comunicaciones Oficiales Recibidas. AMVA, 2022.

## 5.2.2 Agua:

**5.2.2.1 Estado de la calidad del agua para el río Aburrá – Medellín.** La campaña de objetivos de calidad tiene como propósito monitorear semestralmente los parámetros incluidos en los criterios de calidad del río Aburrá - Medellín, definidos en el documento referencia para la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH), para con ello generar insumos que le permitan al AMVA realizar el seguimiento al cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos en la Resolución Metropolitana 2016 de 2012 para su jurisdicción.

### Tabla 22

*Comparativo de los resultados de los muestreos realizados en 2021 con los objetivos de calidad para la cuenca del río Aburrá - Medellín para el periodo 2017 – 2022, según Resolución Metropolitana No. 00216 del 26 de octubre de 2012*



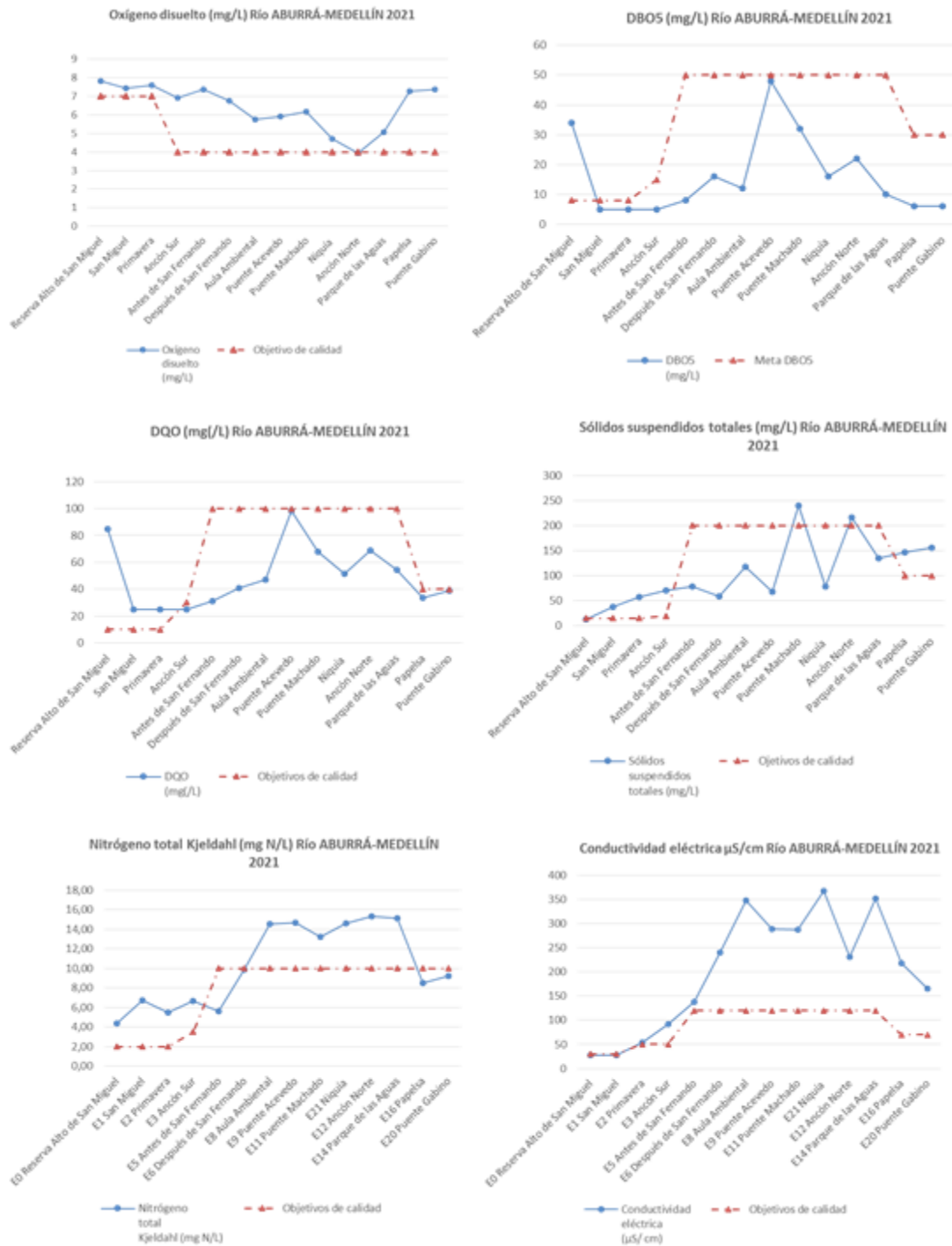
OBJETIVOS DE CALIDAD RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN LARGO PLAZO (2017 - 2022) RESOLUCIÓN 002016 DEL 26 DE OCTUBRE DE 2012											
Estación	Código	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	pH (U. de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Nitrógeno total Kjeldahl (mg N/L)	Fósforo total (mg P/L)	Grasas y/o aceites (mg/L)	Color verdadero (UPC)
Reserva Alto de San Miguel	E0	34,00	84,80	7,40	7,84	13,43	28,20	4,39	0,07	6,30	5,80
San Miguel	E1	5,00	25,00	7,44	7,45	38,12	27,08	6,76	0,06	6,30	5,70
Primavera	E2	5,00	25,00	7,48	7,60	58,12	53,46	5,51	0,07	6,30	8,40
Ancón Sur	E3	5,00	25,00	8,03	6,91	70,22	91,62	6,66	0,27	6,30	9,50
Antes de San Fernando	E5	8,00	31,10	7,34	7,37	78,16	137,76	5,62	0,36	6,30	12,10
Después de San Fernando	E6	16,00	40,70	7,64	6,77	58,60	240,99	9,88	0,51	6,30	22,30
Aula Ambiental	E8	12,00	47,20	7,62	5,76	117,96	348,46	14,56	1,42	29,00	24,60
Puente Acevedo	E9	48,00	98,50	7,65	5,92	68,40	288,62	14,71	0,82	6,30	22,20
Puente Machado	E11	32,00	67,80	8,34	6,16	239,16	287,85	13,26	1,16	13,20	22,20
Niquía	E21	16,00	51,40	7,31	4,73	78,20	368,08	14,61	0,95	11,70	32,30
Ancón Norte	E12	22,00	68,70	7,41	3,93	216,12	231,00	15,34	1,11	13,30	27,50
Parque de las Aguas	E14	10,00	54,30	7,52	5,08	134,80	352,31	15,13	0,90	13,40	28,20
Papelsa	E16	6,00	33,50	7,55	7,28	146,84	218,42	8,53	0,60	6,30	38,70
Puente Gabino	E20	6,00	39,10	7,55	7,38	156,06	165,46	9,20	0,52	6,30	30,40

Fuente: Comunicaciones Oficiales Recibidas, AMVA 2022.

Nota: La celda de color verde indica el cumplimiento del objetivo establecido. la celda de color rojo denota un incumplimiento de este. es decir, refleja un nivel superior al fijado como criterio de calidad para las variables medidas, a excepción del oxígeno disuelto cuyo color rojo representa un déficit para alcanzar la concentración de oxígeno proyectado como valor del criterio en cada tramo.

### Figura 14

Objetivos de calidad vs variables fisicoquímicas evaluadas durante las campañas de 2021



Fuente: Elaboración propia.

Las campañas se realizan mediante la medición de las variables que hacen parte de la ecuación para el cálculo de los índices de calidad aplicados en el proyecto RedRío, como lo son el Índice de Calidad del Agua (ICA), formulado por el IDEAM y antes conocido como (Icacosu) y el Indicador e Calidad de Agua Global (ICA-global), lo que permite comparar las condiciones de calidad en diferentes periodos.

A continuación, se reportan los valores obtenidos del índice ICACOSU en las campañas de monitoreo realizadas en 2021 en 14 estaciones sobre el río:

**Tabla 23**

*Calidad del agua para el río Aburrá-Medellín de acuerdo al ICACOSU, campañas de monitoreo 2021.*

RESULTADOS DEL ICA DE RIO ABURRÁ-MEDELLÍN 2021			
Estación	Código	ICACOSU	ICACOSU Clasificación calidad
Reserva Alto de San Miguel	E0	0,66	Medio
San Miguel	E1	0,74	Bueno
Primavera	E2	0,73	Bueno
Ancón Sur	E3	0,69	Medio
Antes de San Fernando	E5	0,74	Bueno
Después de San Fernando	E6	0,63	Medio
Aula Ambiental	E8	0,52	Medio
Puente Acevedo	E9	0,56	Medio
Puente Machado	E11	0,44	Malo
Niquía	E21	0,55	Medio
Ancón Norte	E12	0,47	Malo
Parque de las Aguas	E14	0,53	Medio
Papelsa	E16	0,62	Medio
Puente Gabino	E20	0,69	Medio

Fuente: Comunicaciones Oficiales Recibidas. AMVA, 2022.

Según el índice ICACOSU obtenido de las 14 estaciones de monitoreo sobre el río Medellín para el año 2021 (Tabla 23), se evidencia un deterioro en la calidad del río, a medida que éste desciende, a lo largo del Valle de Aburrá, con una leve mejoría ya al final de su trayectoria. En las estaciones San Miguel y Primavera donde aún se conservan niveles bajos de intervención humana, el ICACOSU se categorizó como bueno, aunque se evidencian descargas de tipo residual doméstica, así como actividades de extracción de material aluvial, posteriormente en la estación de monitoreo Ancón Sur (E3) se clasificó como Medio, ello obedece al peso ponderado que ejercen en el ICACOSU las variables DQO, conductividad eléctrica y Sólidos en suspensión cuyos valores se incrementaron exponencialmente en éste punto de monitoreo, según el informe AMVA, 2019. Debido a descargas de aguas residuales tipo doméstico, que aún no se encuentran conectadas a los colectores e interceptores de EPM provenientes de los municipios del sur de la cuenca Caldas, La Estrella, Sabaneta, Envigado e Itagüí, que son vertidas al río Aburrá – Medellín y sus quebradas aledañas.

En la estación Antes de San Fernando (E5), no obstante, la influencia de los vertimientos que llegan de forma directa al río Medellín provenientes de los municipios de Caldas, La Estrella, Sabaneta, Envigado e Itagüí; así como el afluente de las quebradas La Miel (Q2), La Valeria (Q1), La Grande (Q5), La Doctora (Q3), La Mina (Q25) y Diña María (E4) el ICACOSU, se categorizó como bueno. En E6 se localiza la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando, la cual no está diseñada para remover la totalidad de la carga contaminante presente en las aguas residuales domésticas y no domésticas por tanto el ICACOSU fue Medio entre las estaciones Después de San Fernando (E6) y Puente Machado (E11) donde la calidad del agua se afectaría por el bypass de la PTAR aguas claras que vertió aguas arriba de E11.

En las estaciones de monitoreo Papelsa (E16) y Puente Gabino (E20) la calidad del agua mejoró respecto a las estaciones previas, lo cual se debe principalmente a procesos de dilución generados por afluentes como la quebrada Ovejas, la descarga proveniente de la central hidroeléctrica La Tasajera y la confluencia entre el río Aburrá-Medellín y el río grande; así como a condiciones hidráulicas del río que en este tramo presenta zonas de alta turbulencia que contribuyen a la reoxigenación de la corriente y baja intervención antrópica. AMVA, 2019.

**Tabla 24**

*Resultado de monitoreo en quebradas 2021.*

Estación	Código	Oxígeno disuelto (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)
La Miel	Q2	7,49	12,00	4,00	10,00
La Valeria	Q1	7,48	43,00	16,00	51,10
La Bermejala (Estrella)	Q34	7,54	30,00	6,71	11,80
La Grande	Q5	7,68	28,00	4,00	10,00
La Doctora	Q3	7,02	60,00	27,30	67,80
La Mina	Q25	3,82	69,00	67,60	209,00
Doña María	E4	6,76	40,00	7,83	39,40
La Ayurá	Q4	7,92	73,00	4,78	20,40
Altavista	Q8	4,74	153,00	43,40	181,00
Descarga PTAR San Fernando	D1	6,14	29,00	56,00	132,00
La Picacha	Q20	6,56	222,00	80,20	189,00
La Hueso	Q9	0,92	73,00	122,00	191,00
La Iguaná 1 (Parte Alta)	Q11_1	7,80	5,00	5,74	13,90
La Iguaná 2 (Parte Media)	Q11_2	7,19	164,00	10,70	23,40
La Iguaná 3 (Parte Baja)	Q11	6,35	18,00	45,90	58,20
La Malpaso	Q35	3,11	63,00	157,00	212,00
Santa Elena	Q10	6,19	69,00	66,30	147,00
La Honda	Q36	6,50	153,00	31,00	97,00
La Rosa	Q12	7,51	264,00	112,00	267,00
La Madera	Q13	7,42	27,00	61,20	138,00
El Hato	Q14	7,31	560,00	15,00	31,50
La García 3 (Parte Baja)	E10	6,66	872,00	61,80	270,00
La García 2 (Parte Media)	E10_2	7,66	2130,00	150,00	333,00
La García 1 (Parte Alta)	E10_1	7,66	9,00	9,60	21,60
Piedras Blancas	Q15	7,98	303,00	17,00	47,70
El Chuscal	Q32	7,83	3080,00	120,00	328,00
El Salado	Q27	7,55	98,00	9,87	28,50
Ovejas	Q30	7,89	28,00	4,00	10,00
La López	Q28	7,14	24,00	19,60	43,50
Descarga PTAR Aguas Claras	D6	6,37	20,00	14,60	56,40

Fuente: Adaptado de Comunicaciones oficiales AMVA, 2022.

**Tabla 25**

*Calidad del agua para las quebradas de acuerdo al ICACOSU, campañas de monitoreo 2021.*

RESULTADOS DEL ICA EN QUEBRADAS 2021				
¿Delimitada dentro del POT?	Estación	Código	ICACOSU	ICACOSU Clasificación calidad
X	La Miel	Q2	0,81	Aceptable
X	La Valeria	Q1	0,64	Regular
	La Bermejala (Estrella)	Q34	0,72	Aceptable
X	La Grande	Q5	0,74	Aceptable
X	La Doctora	Q3	0,66	Regular
	La Mina	Q25	0,48	Mala
	Doña María	E4	0,68	Regular
X	La Ayurá	Q4	0,83	Aceptable
	Altavista	Q8	0,49	Mala
X	Descarga PTAR San Fernando	D1	0,59	Regular
	La Picacha	Q20	0,49	Mala
	La Hueso	Q9	0,38	Mala
	La Iguaná 1 (Parte Alta)	Q11_1	0,9	Aceptable
	La Iguaná 2 (Parte Media)	Q11_2	0,58	Regular
	La Iguaná 3 (Parte Baja)	Q11	0,57	Regular
	La Malpaso	Q35	0,43	Mala
	Santa Elena	Q10	0,53	Regular
	La Honda	Q36	0,41	Mala
	La Rosa	Q12	0,46	Mala
	La Madera	Q13	0,56	Regular
	El Hato	Q14	0,51	Regular
	La García 3 (Parte Baja)	E10	0,38	Mala
	La García 2 (Parte Media)	E10_2	0,47	Mala
	La García 1 (Parte Alta)	E10_1	0,78	Aceptable
	Piedras Blancas	Q15	0,52	Regular
X	El Chuscal	Q32	0,43	Mala
	El Salado	Q27	0,65	Regular
X	Ovejas	Q30	0,9	Aceptable
X	La López	Q28	0,68	Regular
X	Descarga PTAR Aguas Claras	D6	0,62	Regular

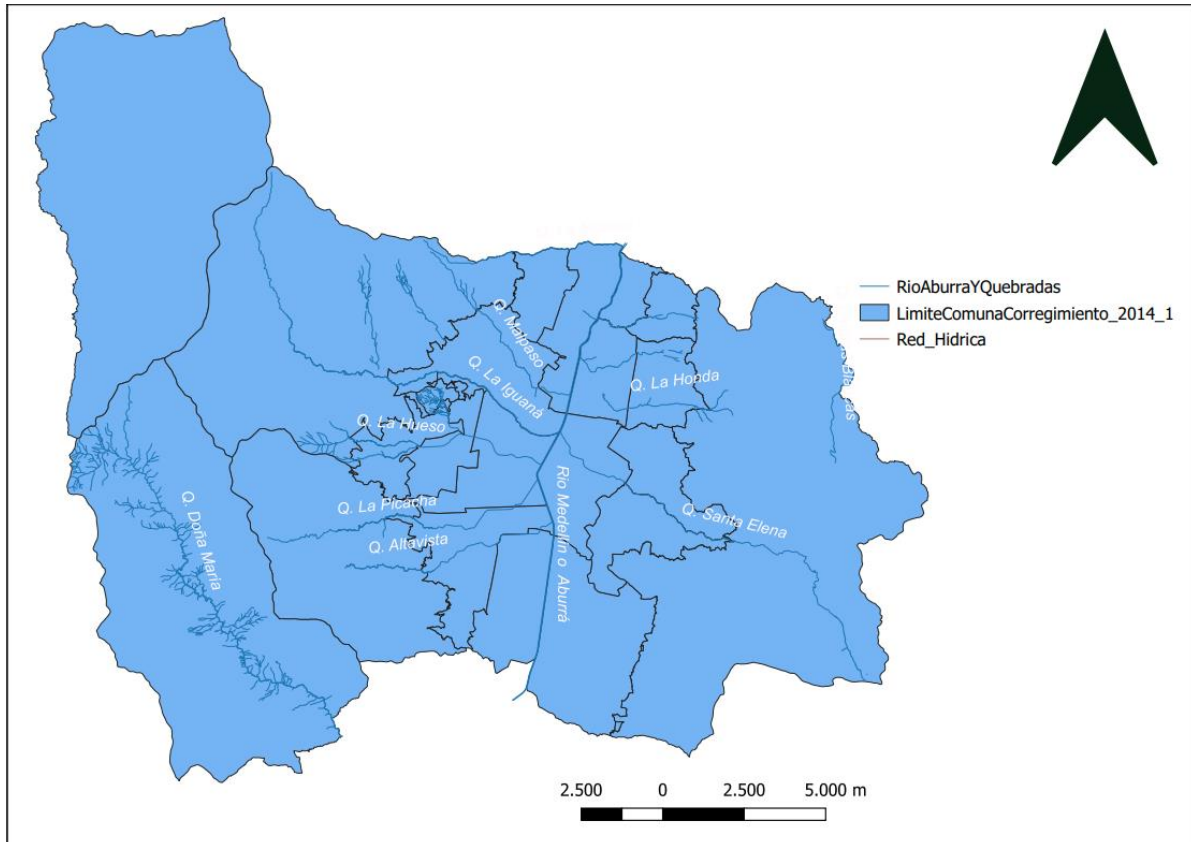
Nota: Las marcadas con una X no están delimitadas dentro del POT 2014.

De los resultados del ICACOSU para quebradas, arrojados en las campañas de monitoreo de 2021 se identificaron 10 quebradas con calidad Mala, 13 en calidad Regular y solo 7 en calidad buena.

Las que tuvieron mala calidad son provenientes de las cuencas en el centro oriente y centro occidente de Medellín, Así como algunas quebradas en el Municipio de Bello, que típicamente han presentado mala calidad debido a vertimientos directos, tanto residenciales como industriales, así como a la explotación de material pétreo y arenas en la parte alta de las cuencas, afectando las variables que cuantifica el ICACOSU, especialmente el Oxígeno disuelto, y los sólidos suspendidos

**Figura 15**

*Mapa de quebradas delimitadas en el POT 2014, monitoreadas durante 2021.*



Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de hacer un mejor análisis de las quebradas y ubicarlas espacialmente para su interpretación, se intentó generar un mapa por medio del software Qgis. 3.1.4. y con base de datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente de la ciudad de Medellín, no obstante se detectó que 10 de ellas ni siquiera se encuentran delimitadas en el POT más actualizado que vendría siendo el del 2014, lo cual, afecta la adecuada gestión del recurso hídrico, al no tener su inventario, en la auditoría realizada a la Red Hídrica del Municipio de Medellín se acogió ésta observación, del practicante, la cual ha hecho tropezar muchas iniciativas de mapear y proteger las quebradas.





## **6 Conclusiones**

- El Plan de Gestión Ambiental de la empresa constituye una herramienta que garantiza el adecuado seguimiento a metas y objetivos ambientales, de allí su importancia de hacer un buen diseño con metas alcanzables e indicadores que se puedan evaluar.
- Las Campañas comunicacionales son adecuadas para incentivar la cultura ambiental y generar conciencia en la entidad, es importante diseñarlas de forma personalizada según el público objetivo, se recomienda aumentar su repercusión proyectándolas en los diferentes medios comunicacionales y dedicándoles al menos una página en el boletín semanal y en los diferentes medios de comunicación de la CGM.
- La importancia de la actualización del Plan de Ordenamiento territorial para el Municipio de Medellín es menester ya que es un insumo útil para generar información científica ciudadana por medio de mapas, conservar y gestionar los recursos naturales.

## Referencias

Andrew J. Petkus, Susan M. Resnick, Xinhui Wang, Daniel P. Beavers, Mark A. Espeland, Margaret Gatz, Tara Gruenewald, Joshua Millstein, Helena C. Chui, Joel D. Kaufman, JoAnn E. Manson, Gregory A. Wellenius, Eric A. Whitsel, Keith Widaman, Diana Younan, Jiu-Chiuan Chen, Ambient air pollution exposure and increasing depressive symptoms in older women: The mediating role of the prefrontal cortex and insula. *Science of The Total Environment*, 2022  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969722007343?via%3DIihub>

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. AMVA, 2017a. Acuerdo Metropolitano 16 de 06 de Diciembre de 2017.  
<https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/PIGECA/Acuerdo-16-de-2017-PIGECA.pdf>

AMVA, 2017b. Contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud de los habitantes del Valle de Aburrá, 2008-2017, Análisis de la exposición de corto y de largo plazo. Contrato 1133 de 2018.  
[https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Biblioteca-aire/Salud-publica/contaminacion\\_atmosferica\\_efectos\\_salud.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Biblioteca-aire/Salud-publica/contaminacion_atmosferica_efectos_salud.pdf)

AMVA, 2019. Informe final de calidad de agua superficial. Convenio 643 de 2019  
<https://www.metropol.gov.co/ambiental/redrio/forms/allitems.aspx>

AMVA, 2020a, Informe Anual de Calidad del Aire, Contrato 871 de 2020.  
[https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/informes\\_red\\_calidaddeaire/Informe-Anual-Aire-2020.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/informes_red_calidaddeaire/Informe-Anual-Aire-2020.pdf)

AMVA, 2020b. Informe unificado de los inventarios de emisiones en fuentes fijas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y CORANTIOQUIA año base 2018.  
<https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/Inventario-de-emisiones/Inventario-Integrado-Urbano-Rural-2018.pdf>

Arroyave Maya, M. del P., Posada Posada, M. I., Nowak, D. J., & Hoehn, R. E. (2018). Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el valle de Aburrá. Colombia forestal, 22(1), 5–16..  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/13695>

Contraloría General de Medellín. (2022). Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA.

Contraloría General de Medellín. (2022). Plan de Acción PIGA

Constitución Política de Colombia [Const]. (1991). Art 268. Presidencia de Colombia  
[es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/constitucion-politica-colombia-1991.pdf](http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/constitucion-politica-colombia-1991.pdf)

Decreto 403 de 2020. Art 1. Presidencia de Colombia

<https://funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=110374>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, 2007. Ficha Técnica: Total de sólidos en suspensión (Sólidos Suspendidos Totales).

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos\\_suspension.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf)

Departamento Nacional de Planeación DNP, 2017 Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones. Grupo de comunicaciones y relaciones públicas.

[https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradación-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-\\$20,7-billones-.aspx](https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradación-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-$20,7-billones-.aspx)

Environmental Protection Agency EPA, 1998, Particulate Matter (PM2.5) speciation guidance document

<https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/spec/specpln2.pdf>

EPA, 2008. Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen – Health Criteria.

[https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference\\_id/157073](https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/157073)

EPA, 2010a. Integrated Science Assessment for Carbon Monoxide.

[Integrated Science Assessment \(ISA\) for Carbon Monoxide | US EPA](#)

EPA, 2013. National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter

<https://www.federalregister.gov/documents/2013/01/15/2012-30946/national-ambient-air-quality-standards-for-particulate-matter>

EPA, 2015. National Ambient Air Quality Standards for Ozone

<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2015-10-26/pdf/2015-26594.pdf>

EPA, 2017. Integrated Science Assessment (ISA) for Sulfur Oxides - Health Criteria.

<https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-sulfur-oxides-health-criteria>

European commission, 2004 . LIFE Focus / LIFE-Nature: *communicating with stakeholders and the general public – Best practice examples for Natura 2000*.

[https://ec.europa.eu/environment/archives/life/publications/lifepublications/lifefocus/documents/natcommunicat\\_lr.pdf](https://ec.europa.eu/environment/archives/life/publications/lifepublications/lifefocus/documents/natcommunicat_lr.pdf)

Fallah Hashemi, Lori Hoepner, Farahnaz Soleimani Hamidinejad, Alireza Abbasi, Sima Afrashteh, Mohammad Hoseini. A survey on the correlation between PM2.5 concentration and the incidence of suspected and positive cases of COVID-19 referred to medical centers: A case study of Tehran . . Chemosphere , 2022.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35452646/>

Gartland, N.; Aljofi, H.E.; Dienes, K.; Munford, L.A.; Theakston, A.L.; van Tongeren, M. The Effects of Traffic Air Pollution in and around Schools on Executive Function and Academic Performance in Children: A Rapid Review. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022

<https://www.mdpi.com/1660-4601/19/2/749>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2004. Determinación de Oxígeno disuelto por el método Yodométrico modificación de Azida

[www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Oxígeno+Disuelto+Método+Winkler.pdf/e2c95674-b399-4f85-b19e-a3a19b801dbf](http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Oxígeno+Disuelto+Método+Winkler.pdf/e2c95674-b399-4f85-b19e-a3a19b801dbf)

IDEAM, 2007a. Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 días, Incubación y Electrometría.  
[www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioquímica+de+Oxígeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa](http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioquímica+de+Oxígeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa)

IDEAM, 2007b. Demanda Química de Oxígeno por Reflujo Cerrado y Volumetría  
[www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Química+de+Oxígeno..pdf/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb](http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Química+de+Oxígeno..pdf/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb)

IDEAM, 2011. Índice de calidad del agua en Corrientes superficiales (ICA)  
[http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21\\_HM\\_Indice\\_calidad\\_agua\\_3\\_FI.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031](http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21_HM_Indice_calidad_agua_3_FI.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031)

IDEAM, 2022. Atmósfera. Recuperado de:  
<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/atmosfera>

Iona Cheng, Juan Yang, Chiuchen Tseng, Jun Wu, Shannon M. Conroy, Salma Shariff-Marco, Scarlett Lin Gomez, Alice S. Whittemore, Daniel O. Stram, Loïc Le Marchand, Lynne R. Wilkens, Beate Ritz, Anna H. Wu, Outdoor ambient air pollution and breast cancer survival among California participants of the Multiethnic Cohort Study, Environment International, Volume 161, 2022

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022000137>

Jovine Bachwenkizi, Cong Liu, Xia Meng, Lina Zhang, Weidong Wang, Aaron van Donkelaar, Randall V Martin, Melanie S Hammer, Renjie Chen, Haidong Kan. Maternal exposure to fine particulate matter and preterm birth and low birth weight in Africa, 2021

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34942408/>

Organización Mundial de la Salud OMS 2021. Contaminación del Aire Ambiente  
(exterior). Centro de Prensa

[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Wilson, Solomon, 2007 Changes in tropospheric composition and air quality due to  
stratospheric ozone depletion and climate change

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1039/b700022g.pdf>

Yifan Yao, Kai Wang, Hao Xiang. Association between cognitive function and ambient  
particulate matters in middle-aged and elderly Chinese adults: Evidence from the China Health  
and Retirement Longitudinal Study (CHARLS), Science of the Total Environment 2022.

[https://www.researchgate.net/publication/359169170\\_Association\\_between\\_cognitive\\_function\\_and\\_ambient\\_particulate\\_matters\\_in\\_middle-aged\\_and\\_elderly\\_Chinese\\_adults\\_Evidence\\_from\\_the\\_China\\_Health\\_and\\_Retirement\\_Longitudinal\\_Study\\_CHARLS](https://www.researchgate.net/publication/359169170_Association_between_cognitive_function_and_ambient_particulate_matters_in_middle-aged_and_elderly_Chinese_adults_Evidence_from_the_China_Health_and_Retirement_Longitudinal_Study_CHARLS)