

**SECRETARÍA MUNICIPAL DE MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD CIUDADANA  
Y ABASTECIMIENTO  
DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE  
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL  
DEPARTAMENTO DE CONTAMINACION HÍDRICA Y ATMOSFÉRICA  
ÁREA DE MONITOREO DEL AIRE Y GASES VEHICULARES**

**“INFORME ANUAL DE LA CALIDAD DEL AIRE -  
MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA”**

**GESTIÓN 2022**

**SANTA CRUZ DE LA SIERRA – BOLIVIA**

Lic. Max Jhonny Fernández Saucedo  
**Alcalde Municipal**

Ing. Victor Ariel Lino Claudio  
**Secretario Municipal de Medio Ambiente, Seguridad Ciudadana y Abastecimiento**

Ing. Ruddy Valverde Saavedra  
**Director General de Medio Ambiente**

Ing. Maicol Nelson Gutiérrez Chilo  
**Director de Gestión Ambiental**

Ing. Diego Eduardo Rojas Flores  
**Jefe del Departamento de Contaminación Hídrica y Atmosférica**

Ing. Jose Manuel Arias Figueroa  
**Jefe del Área de Monitoreo del Aire y Gases Vehiculares**

**Equipo Técnico**

Ing. Roly Mendoza Avila

Ing. Marco Antonio Mendoza Rueda

## ÍNDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
4. SIGLAS Y DEFINICIONES.....	3
5. MARCO LEGAL DE CALIDAD DEL AIRE.....	5
6. DISTRIBUCION DE LA RED DE MONITOREO.....	8
6.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE MONITOREO.....	10
6.1.1 Estación Ex Terminal de Buses (ATM-ET).....	10
6.1.2 Punto AQ-MESH Plan 3000 (AQM-P3).....	11
6.1.3 Punto AQ-MESH Distrito 9 (AQM-D9).....	12
6.1.4 Punto AQ-MESH Virgen de Cotoca (AQM-VC).....	12
6.1.5 Punto AQ-MESH Cristo Redentor (AQM-CR).....	13
6.1.6 Punto AQ-MESH Centro de Educación Ambiental (AQM-CE).....	15
6.1.7 Punto Thermo Scientific ADR 1500-Centro de Educación Ambiental (TRH-CE).....	16
6.1.8 Punto Thermo Scientific ADR 1500-Parque Industrial (TRH-PI).....	17
7. RESULTADOS DEL MONITOREO.....	18
7.1 PARTÍCULAS MENORES A DIEZ MICRAS (PM10).....	18
7.2 OZONO TROPOSFÉRICO.....	21
7.3 MONÓXIDO DE CARBONO.....	23
7.4 DIÓXIDO DE NITRÓGENO.....	23
7.5 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE (ICA) GESTIÓN 2022.....	25
8. CONCLUSIONES.....	27
9. RECOMENDACIONES.....	27

**INFORME ANUAL DE LA CALIDAD DEL AIRE  
MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA  
GESTION 2022**

**1. INTRODUCCION**

El desarrollo vertiginoso de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra trae consigo el incremento de diversas actividades que contribuyen directamente al deterioro de la calidad del aire respirable por la población. Actividades como procesos industriales, funcionamiento de un parque automotor cada vez más numeroso, quemas no autorizadas a nivel departamental, incremento de la deforestación e incendios forestales en municipios y provincias cercanas influyen en la calidad del aire en la ciudad. Es por ello, que ante la necesidad de conocer a ciencia cierta los niveles de contaminación en cuanto a por ejemplo: partículas suspendidas, óxidos de Nitrógeno, monóxido de Carbono y otros contaminantes criterio exterior; es que desde el año 2004 se implementa inicialmente la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (Red MoniCA).

Los resultados de las mediciones realizadas por la Red MoniCA durante estos años, demuestran que la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, pese a tener grandes fuentes de emisión de contaminantes, se caracteriza por presentar niveles de calidad de aire que van de BUENO a REGULAR, durante la mayor parte del año, evidenciándose un incremento en algunos días de los meses de época seca, que va de agosto a noviembre. Esta predominancia de un buen índice de calidad del aire durante la mayor parte del año, se atribuye a la topografía plana de la ciudad y los vientos predominantemente fuertes, que facilitan la dispersión de los contaminantes en grandes áreas, llegando a bajar drásticamente las concentraciones *in situ*.

De igual manera, se ha tenido una evolución importante, desde la creación de normativas municipales hasta el fortalecimiento de la Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire (REMMCA) con la operación de 8 puntos distribuidos en base a criterios establecidos en el Manual de Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad de Aire Para Ciudades de Bolivia.

## 2. ANTECEDENTES

La Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, inicia sus operaciones en abril del año 2004, producto de un convenio suscrito entre el Gobierno Municipal Autónomo de Santa Cruz de la Sierra (GMASCS), la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA) y la Fundación Swisscontact, con la implementación de 11 sitios de monitoreo, de los cuales 7 puntos corresponden a la metodología pasiva (NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>) y 4 puntos de monitoreo activo (PM<sub>10</sub>).

Asimismo, durante la gestión 2006 bajo la administración del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, a través de su instancia técnica se implementa la estación de monitoreo automático, para la medición en tiempo real de PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y CO.

Cabe recalcar que la administración de la red pasiva y activa se encontraba a cargo de la Universidad Privada de Santa Cruz (UPSA) ya que se delegó la administración del laboratorio, equipos, materiales e insumos.

En el año 2015 y de manera progresiva, se da inicio a la inclusión de nuevos dispositivos tecnológicos que permiten un diagnóstico mucho más preciso para el registro de los niveles de contaminación atmosférica.

En ese sentido, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra a través de la Dirección General de Medio Ambiente y sus áreas técnicas efectúan acciones de prevención y control de la contaminación atmosférica, entre las cuales se tiene la operación de la Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire (REMMCA), que realiza el diagnóstico de los contaminantes presentes en el ambiente para informar a la ciudadanía sobre el estado de la calidad del aire que se respira.

En la actualidad, la Red Municipal de Monitoreo de Calidad de Aire (REMMCA) se encuentra conformada por equipos tecnológicos de medición automática fija, equipos portátiles y sensores que distribuidos de manera adecuada en la ciudad, permiten detectar y analizar el comportamiento de los contaminantes atmosféricos, midiendo los parámetros o contaminantes criterios como ser: monóxido de carbono, partículas menores a 10 micras, ozono troposférico y dióxido de nitrógeno; todos recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Norma Boliviana 62011 y el Manual Técnico para la Operación y Mantenimiento de Redes de Monitoreo de la Calidad del Aire para Bolivia

### 3. OBJETIVO

Proporcionar información acerca del estado de la calidad del aire en la jurisdicción municipal de Santa Cruz de la Sierra, a través del análisis e interpretación de los datos obtenidos de la Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire (REMMCA).

### 4. SIGLAS Y DEFINICIONES

- **Índice de Calidad del Aire (ICA):** El índice de calidad del aire o índice de contaminación atmosférica, es un valor adimensional calculado a partir de la información de la concentración de los contaminantes y de los límites permisibles especificados en la norma boliviana NB62011. Su objetivo es facilitar la comprensión de la información sobre el riesgo por la exposición a los contaminantes del aire y las acciones de protección que se puedan realizar (IBNORCA: 2018).
- **Contaminante Criterio:** Un contaminante Atmosférico criterio es una sustancia o material presente en el aire que tiene un efecto tóxico sobre la salud de las personas y para el cual existe información toxicológica de respaldo que permita establecer un límite de concentración en un tiempo de exposición. (NB 62011).
- **Límite Máximo Permissible:** Es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.
- **Partículas Menores a Diez Micrones (PM<sub>10</sub>):** Las PM<sub>10</sub> son partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire, compuestas por una química diversa y tamaño menor a 10 µm como diámetro aerodinámico. Las PM<sub>10</sub> son también llamadas partículas gruesas y se originan en procesos mecánicos, como erosión, o por quema incompleta de material orgánico, formando humos. Las PM<sub>10</sub> logran entrar al sistema respiratorio hasta la región traqueobronquial y se acumulan en los pulmones, contribuyendo al daño del tejido pulmonar y a la disminución de la función pulmonar. Los efectos de las PM<sub>10</sub> sobre la salud de las personas dependen de la composición química del material, por tanto, no existe un valor umbral único (IBNORCA, 2008).

- **Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** El NO<sub>2</sub> es un gas inflamable, pardo-rojizo, oxidante, con un fuerte olor desagradable que junto a las partículas en suspensión forman una capa entre rojiza y marrón que cubre muchas zonas urbanas (IBNORCA, 2008). La presencia de óxidos de nitrógeno en el aire de las ciudades se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y en las fábricas. Cuanto mayor sea la temperatura de la combustión, mayor es la probabilidad de que se formen estos compuestos. Contribuye al efecto invernadero (absorbe 200 veces más radiación infrarroja que el CO<sub>2</sub>) y afecta a la destrucción de la capa de ozono, incrementándose la presencia del mismo en la atmósfera como consecuencia de las emisiones procedentes de la descomposición de materia orgánica nitrogenada.
- **Ozono (O<sub>3</sub>):** El O<sub>3</sub> es el alótropo triatómico del oxígeno, es un gas azul pálido con un olor áspero y desagradable característico. El O<sub>3</sub> es un oxidante altamente reactivo, muy tóxico y en concentraciones mayores de 125 µg/m<sup>3</sup>, es considerado un contaminante importante. En la troposfera, el O<sub>3</sub> se forma principalmente debido a reacciones fotoquímicas con hidrocarburos y óxidos de nitrógeno. El O<sub>3</sub> es un gas relativamente insoluble en agua. Cuando el O<sub>3</sub> reacciona, causa efectos tóxicos en la superficie de las vías respiratorias menores. La dosis-respuesta es mayor en los bronquiolos terminales y respiratorios. En contraste con el NO<sub>2</sub> y el SO<sub>2</sub>, existe alteración en la función pulmonar, tanto en asmáticos, como en individuos sanos. No obstante, todavía no se ha llegado a comprender la gran variabilidad de las respuestas individuales (IBNORCA, 2008).
- **Monóxido de Carbono (CO):** El CO es un gas incoloro, casi inodoro, insípido e inflamable. El CO se produce, principalmente, a partir de la combustión incompleta de materiales orgánicos y normalmente está presente en cantidades traza en la atmósfera. En concentraciones mayores a 0,01 %, el CO es altamente tóxico. La afinidad del CO con la hemoglobina, con la que forma carboxihemoglobina, es de 200 veces a 300 veces mayor a la del oxígeno. Por lo tanto, el CO reduce la capacidad de transporte de oxígeno de la hemoglobina y, en concentraciones elevadas, el CO puede conducir a la muerte por hipoxia (IBNORCA, 2008).
- **Red de Monitoreo de Calidad del Aire:** Es un conjunto de sitios representativos de una ciudad-región, en los cuales se instalan equipos de medición de calidad del aire ambiente. Se

utilizan metodologías científicas y parámetros de comparación estándar que permiten seguir la evolución de la calidad del aire y así determinar zonas de alta, media y baja contaminación.

- **RMCA:** Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.

## **5. MARCO LEGAL DE CALIDAD DEL AIRE**

La Constitución Política del Estado en su artículo 33° establece que “*las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado*”. Asimismo, la Constitución Política del Estado en su artículo 108° indica que uno de los deberes de todas las personas en el país, es “*proteger y defender un medio ambiente adecuado para el desarrollo de los seres vivos*”.

Como se observa, la actual Constitución Política del Estado no menciona únicamente que se tiene derecho a un ambiente sano y agradable, sino que también debe ser “saludable, protegido y equilibrado”; lo cual incluye en este aspecto a la calidad del aire. Además de establecer competencias para los 3 niveles del estado en referencia al medio ambiente.

Asimismo, señala también que las políticas de gestión ambiental se basan en la aplicación de los sistemas de evaluación de impacto ambiental y el control de calidad ambiental, sin excepción y de manera transversal a toda actividad de producción de bienes y servicios que use, transforme o afecte a los recursos naturales y al medio ambiente (artículo 345° de la CPE). Esto supone la obligación de realizar acciones de prevención de la contaminación atmosférica y control de la calidad atmosférica en todo tipo de actividades.

De la Constitución Política del Estado se derivan leyes importantes como la Ley N° 071 de Derechos de la Madre Tierra y la Ley N° 300, Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para vivir Bien, siendo importante destacar que la Ley N° 071 entre los derechos de la Madre Tierra incluye al AIRE LIMPIO, definido como el derecho a la preservación de la calidad y composición del aire para el sostenimiento de los sistemas de vida y su protección frente a la contaminación, para la reproducción de la vida de la madre tierra y todos sus componentes.

Asimismo la Ley N° 300 incluyó cinco dedicatorias al aire y la calidad ambiental, de las cuales se destacan las siguientes: “*implementar medidas de control, prevención y mitigación para garantizar el aire limpio*” y “*regular, monitorear y fiscalizar los niveles de contaminación atmosférica por quemas, emisiones de gases de efecto invernadero, uso de aerosoles que afectan negativamente la*

capa de ozono y efectos del ruido y otros contaminantes atmosféricos para todos los sectores y actividades públicas y privadas, a fin de preservar y mantener la salud y el bienestar de la población”.

En el país se viene trabajando desde el año 1995 con el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, derivado de la Ley N° 1333 del Medio Ambiente, donde se establecen acciones que se deben realizar por parte de los 3 niveles de gobierno. Es así que, para el monitoreo de la calidad, en su Anexo 1 (*Límites Permisibles de Calidad del Aire*) del aire establece límites permisibles para los contaminantes atmosféricos en función a diferentes periodos de monitoreo, tal como se muestra en la tabla siguiente:

**Cuadro 1.** Límites Permisibles de Calidad del Aire (Anexo 1 – RMCA)

Contaminante	Valor de Concentración	Periodo y Caracterización Estadística
Monóxido de carbono (CO)	10 mg/m <sup>3</sup>	Media en 8 horas
	40 mg/m <sup>3</sup>	Media en 1 hora
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	80 µg/m <sup>3</sup>	Media aritmética anual
	365 µg/m <sup>3</sup>	Media en 24 horas
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	150 µg/m <sup>3</sup>	Media en 24 horas
	400 µg/m <sup>3</sup>	Promedio en 1 hora
Partículas Suspensas Totales (PST)	260 µg/m <sup>3</sup>	24 horas
	75 µg/m <sup>3</sup>	Media geométrica anual
Partículas Menores a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	150 µg/m <sup>3</sup>	24 horas
	50 µg/m <sup>3</sup>	Media geométrica anual
Ozono (O <sub>3</sub> )	236 µg/m <sup>3</sup>	Promedio horario máximo
Plomo (Pb)	1.5 µg/m <sup>3</sup>	Media aritmética trimestral

**Nota:** Los valores admiten una variación de hasta + 10%

Asimismo, se consideran las Normas Bolivianas como normas de cumplimiento voluntario, pero que establecen especificaciones técnicas para realizar el monitoreo de la calidad del aire, ya que establecen procedimientos para muestreos, límites permisibles y metodología para el cálculo del Índice de la Contaminación Atmosférica (ICA). Entre las más importantes se tienen:

- **NB 62011** Contaminantes criterio exterior – Límites máximos permisibles.
- **NB 62018** Índice de la Contaminación Atmosférica.

La Norma Boliviana 62011 establece los límites máximos permisibles para la concentración de los contaminantes criterios en el aire exterior, siendo utilizados para generar el Índice de la

Contaminación Atmosférica. Los contaminantes criterio se dividen en: referenciales, complementarios y específicos; priorizando siempre el monitoreo de los contaminantes criterio de referencia y complementarios, en función a los criterios para el diseño, implementación y operación de una red de monitoreo de calidad del aire. Para un mejor entendimiento se establecen los siguientes cuadros:

**Cuadro 2.** Límites Máximos de Contaminantes Criterio de Referencia

Contaminante	Concentración Limite $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Periodo de exposición		Método de Medición
Monóxido de carbono (CO)	30,000	1 h	Valor máximo del promedio móvil de 1 h en las 24 h precedentes	NB 62015
	10,000	8 h	Valor máximo del promedio móvil de 8 hora en las 24 horas precedentes	
Ozono (O <sub>3</sub> )	100	8 h	Valor máximo del promedio móvil de 8 h en las 24 h precedentes	NB 62013 NB 62017
	60	1 año	Promedio anual de los valores medios diarios	
NO <sub>2</sub>	200	1 h	Valor máximo del promedio móvil de 1 h en las 24 h precedentes	NB 62012 NB 62016
	150	24 h	Promedio de 24 horas precedentes	
	40	1 año	Promedio anual de los valores medios diarios	
Partículas Menores a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	50	24 h	Promedio de 24 h precedentes	NB 62014
	20	1 año	Promedio anual de los valores medios diarios	

**Fuente:** Norma Boliviana 62011 Contaminantes Criterio exterior – Límites máximos permisibles

**Cuadro 3.** Límites Máximos de Contaminantes Criterio Complementarios

Contaminante	Concentración Limite $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Periodo de Exposición	
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	20	24 h	Promedio de 24 horas precedentes
Partículas Suspendingas Totales (PST)	260	24 h	Promedio de 24 horas precedentes
	75	1 año	Promedio anual de los valores medios diarios
Partículas Menores a 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> )	25	24 h	Promedio de 24 horas precedentes
	10	1 año	Promedio anual de los valores medios diarios

Plomo (Pb)	0.5	1 año	Promedio anual de los valores medios diarios
Benceno (C6H6)	5	1 año	Promedio anual de los valores medios diarios

**Fuente:** Norma Boliviana 62011 Contaminantes Criterio exterior – Límites máximos permisibles

## 6. RED MUNICIPAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

La Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire (REMMCA), se encuentra estructurada por dispositivos tecnológicos que permiten efectuar el registro de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos criterios que se priorizan para el establecimiento de la calidad del aire de forma estratégica y tomando en cuenta los criterios establecidos en el *Manual Técnico Para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad de Aire en Bolivia*.

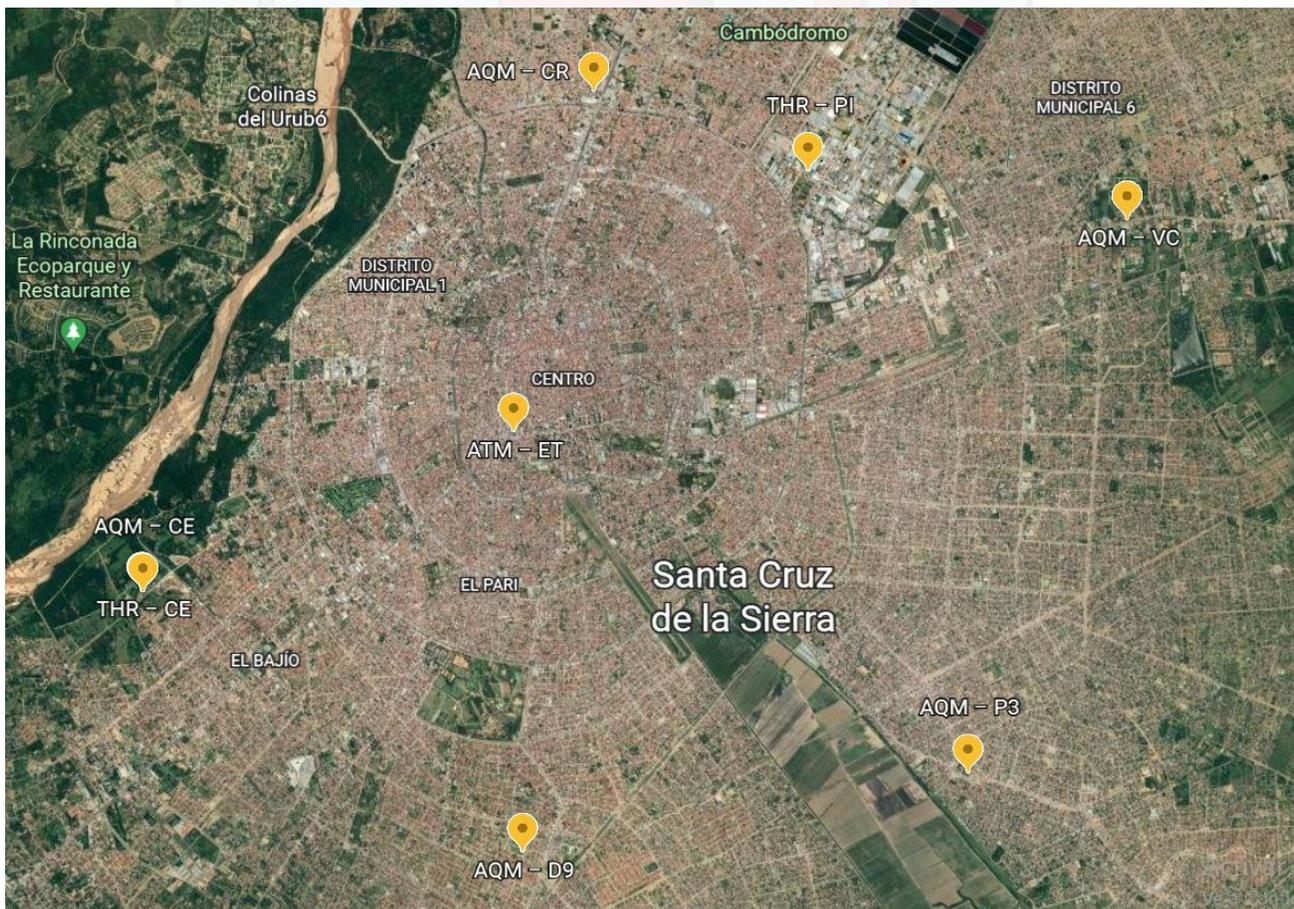
**Cuadro 4.** Ubicación georeferenciada de los puntos de la Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire

Nº	Estación, sitio y/o punto de monitoreo automático	Código	Caracterización	Coordenadas geográficas (UTM)	Parámetros monitoreados	Tipo de muestreo
1	Ex terminal de buses, 1er anillo entre Av. Irala y Av. Cañoto	ATM-ET	Estación	X: 480206 Y: 8032713	PM10, NO2 y O3	Automático
2	Av. Cristo Redentor pasando el 4to Anillo	AQM-CR	Sitio	X: 481437 Y: 8037662	CO, NO2 y O3	Automático (Sensores)
3	Av. Virgen de Cotoca, entre 8vo y 9no anillo, Supermercado Fidalga	AQM-VC	Sitio	X: 488987 Y: 8035769	CO, NO2 y O4	Automático (Sensores)
4	Av. Paurito, Subalcaldía del Distrito Municipal N° 8	AQM-P3	Sitio	X: 486711 Y: 8027777	CO, NO2 y O5	Automático (Sensores)
5	Subalcaldía del Distrito Municipal N° 9, zona Santos Dumont entre 6to y 7mo anillo	AQM-D9	Sitio	X: 480253 Y: 8026672	CO, NO2 y O6	Automático (Sensores)
6	Centro de Educación Ambiental Municipal, Av. Piraí pasando el 6to anillo, zona de la Villa Fraterna 2	AQM-CE	Sitio	X: 474918 Y: 8030396	CO, NO2 y O7	Automático (Sensores)

7	Centro de Educación Ambiental Municipal, Av. Piraí pasando el 6to anillo, zona de la Villa Fraterna 2	THR-CE	Equipo portátil	X: 474868 Y: 8030363	PM10	Automático
8	Empresa Municipal de Aseo Urbano de Santa Cruz (EMACRUZ), atrás de la Universidad Privada de Santa Cruz (UPSA)	THR-PI	Equipo portátil	X: 484395 Y: 8036435	PM10	Automático

Fuente: Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire (REMMCA)

**Imagen 1.** Ubicación espacial de las zonas donde operan ladrilleras artesanales



Fuente: Elaboración propia

## 6.1 Descripción de la Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire (REMMCA)

### 6.1.1 Punto de Monitoreo – Zona de la Ex Terminal de Buses (ATM-ET)

Es una estación que registra concentraciones de tres contaminantes (PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub> y NO<sub>2</sub>) de forma automática, las 24 horas. Se ubica en una zona de elevado tráfico vehicular y alta afluencia de personas durante todos los días de la semana, al encontrarse próximo al Mercado La Ramada. Los equipos de la estación se encuentran dentro de los predios de la ex terminal de buses, donde funciona las oficinas de la Secretaria Municipal de Seguridad Ciudadana y Medio Ambiente.

<b>Descripción del sitio de monitoreo</b>	<p><u>Zona en la que se ubica:</u> Zona central de la ciudad, dentro de un área con una afluencia de tráfico vehicular elevada.</p> <p><u>Altura de muestra:</u> 5.5m desde el punto de toma de muestra.</p> <p><u>Distancia a vías de alto tráfico vehicular:</u> 9m desde el cabezal de succión de aire.</p> <p><u>Obstáculos:</u> Una edificación a 8m en la parte posterior</p> <p><u>Clasificación EPA (1998):</u> B (Nivel del suelo)</p>
<b>Criterios de ubicación</b>	<p><u>Condiciones topográficas:</u> Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p><u>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes:</u> Se tiene el parque automotor que circula por las avenidas circundantes.</p> <p><u>Asentamiento poblacional:</u> Frente a la estación de monitoreo automático se tiene el mercado “La Ramada” donde existe una elevada afluencia de personas.</p> <p><u>Tráfico vehicular:</u> Zona de alto tráfico vehicular, debido a la incidencia de mercado “La Ramada”</p> <p><u>Vientos predominantes:</u> Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p><u>Seguridad de los equipos:</u> La estación de monitoreo se encuentra dentro de los predios de la Ex terminal de buses, donde opera la Secretaria Municipal de Seguridad Ciudadana, Medio Ambiente y Abastecimiento.</p> <p><u>Accesibilidad de los equipos:</u> Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p><u>Condiciones que no presenten interferencias:</u> No se tienen calles sin pavimentar, se tienen individuos arbóreos alrededor y no se tienen edificaciones considerables que pueda interferir con la medición.</p>

### 6.1.2 Punto de monitoreo – Zona del Plan 3000 (AQM-P3)

Los sensores AQMesh son equipos de tamaño reducido que se pueden instalar de forma práctica en el ambiente exterior y registran concentraciones de manera automática. Los contaminantes monitoreados a través de estos sensores son O<sub>3</sub>, CO y NO<sub>2</sub>.

El equipo ubicado en el punto denominado Plan 3000, se encuentra ubicado en la zona Sureste del municipio, próximo a las instalaciones de la Sub alcaldía del Distrito Municipal 8; con una topografía plana que permite la circulación de masas de aire y con una afluencia de tráfico vehicular permanente.

<b>Descripción del sitio de monitoreo</b>	<p><u>Zona en la que se ubica:</u> Zona sureste de la ciudad, dentro de un área con una afluencia de tráfico vehicular permanente.</p> <p><u>Altura de muestra:</u> 3m</p> <p><u>Distancia a vías de alto tráfico vehicular:</u> 14.5m desde el equipo</p> <p><u>Obstáculos:</u> Una edificación a 13.5 m (Subalcaldía Distrito Municipal N° 8) y un árbol a 12.5 m del equipo</p> <p><u>Clasificación EPA (1998):</u> B (Nivel del suelo)</p>
<b>Criterios de ubicación</b>	<p><u>Condiciones topográficas:</u> Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p><u>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes:</u> Se tiene el parque automotor que circula por la avenida circundante. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.</p> <p><u>Asentamiento poblacional:</u> Zona poblada y con actividades comerciales. Mercado popular ubicado aproximadamente a 1.5 Km.</p> <p><u>Tráfico vehicular:</u> Zona de tráfico vehicular permanente (Av. Paurito - Vía principal).</p> <p><u>Vientos predominantes:</u> Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p><u>Seguridad de los equipos:</u> El sitio de monitoreo se encuentra al lado de la Subalcaldía del Distrito Municipal N° 8.</p> <p><u>Accesibilidad de los equipos:</u> Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p><u>Condiciones que no presenten interferencias:</u> No se tienen calles sin pavimentar, no se tienen individuos arbóreos y no se tienen edificaciones considerables que puedan interferir con la medición.</p>

### 6.1.3 Punto de monitoreo – Zona Santos Dumont, Distrito Municipal N° 9 (AQM-D9)

Se encuentra en la zona Sur de la ciudad, dentro de un área con mediano tráfico vehicular y topografía plana. El sitio de monitoreo se encuentra al lado de la Subalcaldía del Distrito Municipal N° 9 es una zona poblada y con actividades comerciales sobre la Av. Santos Dumont. Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.

<b>Descripción del sitio de monitoreo</b>	<p><u>Zona en la que se ubica:</u> Zona sur de la ciudad, dentro de un área con mediano/bajo tráfico vehicular.</p> <p><u>Altura de muestra:</u> 3m</p> <p><u>Distancia a vías de alto tráfico vehicular:</u> 420m de distancia de la mayor arteria de tráfico vehicular del área (Av. Santos Dumont).</p> <p><u>Obstáculos:</u> Una edificación a 10.5m (Subalcaldía Distrito Municipal N° 9) y 3 individuos arbóreos a una distancia de aproximada de 10m.</p> <p><u>Clasificación EPA (1998):</u> D (Nivel del suelo)</p>
<b>Criterios de ubicación</b>	<p><u>Condiciones topográficas:</u> Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p><u>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes:</u> Se tiene el parque automotor que circulan por las avenidas (Av. Santos Dumont y 6to Anillo). No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.</p> <p><u>Asentamiento poblacional:</u> Zona poblada y con domicilios, residencia y actividades comerciales sobre la Av. Santos Dumont.</p> <p><u>Tráfico vehicular:</u> Zona de mediano/bajo tráfico vehicular.</p> <p><u>Vientos predominantes:</u> Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p><u>Seguridad de los equipos:</u> El sitio de monitoreo se encuentra al lado de la Subalcaldía del Distrito Municipal N° 9.</p> <p><u>Accesibilidad de los equipos:</u> Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p><u>Condiciones que no presenten interferencias:</u> No se tienen calles sin pavimentar, no se tienen individuos arbóreos significativos y no se tienen edificaciones considerables que puedan interferir con la medición.</p>

### 6.1.4 Punto de Monitoreo – Zona de la Av. Virgen de Cotoca (AQM-VC)

Este punto se encuentra en la zona Este de la ciudad, dentro de un área con alto tráfico vehicular y topografía plana, a 30 metros perpendicular a la Avenida Virgen de Cotoca. Al lado del sitio de monitoreo se encuentra un supermercado con una considerable afluencia de personas todos los días; además existen guardias de una

urbanización, quienes tienen conocimiento de las actividades que se realizan y que coadyuvan con la vigilancia.

<b>Descripción del sitio de monitoreo</b>	<p><u>Zona en la que se ubica:</u> Zona este de la ciudad, dentro de un área con alto tráfico vehicular.</p> <p><u>Altura de muestra:</u> 3m</p> <p><u>Distancia a vías de alto tráfico vehicular:</u> 30m de distancia a la Av. Virgen de Cotoca.</p> <p><u>Obstáculos:</u> Una edificación a 14m (Propiedad privada) y a 30 metros (Supermercado FIDALGA), se tienen algunas palmeras de porte medio sobre la jardinera central, las cuales no interfieren con la medición del equipo.</p> <p><u>Clasificación EPA (1998):</u> B (Nivel del suelo)</p>
<b>Criterios de ubicación</b>	<p><u>Condiciones topográficas:</u> Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p><u>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes:</u> Se tiene el parque automotor que circulan por la Av. Virgen de Cotoca. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.</p> <p><u>Asentamiento poblacional:</u> Zona poblada, domicilios, residencia y actividades comerciales sobre la Av. Virgen de Cotoca.</p> <p><u>Tráfico vehicular:</u> Zona de alto tráfico vehicular.</p> <p><u>Vientos predominantes:</u> Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p><u>Seguridad de los equipos:</u> El sitio de monitoreo se encuentra al lado del Supermercado FIDALGA, además existen guardias de una Urbanización, quienes tienen conocimiento de las actividades que se realizan y que coadyuvan con la vigilancia.</p> <p><u>Accesibilidad de los equipos:</u> Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p><u>Condiciones que no presenten interferencias:</u> No se tienen calles sin pavimentar, no se tienen individuos arbóreos significativos y no se tienen edificaciones considerables que puedan interferir con la medición.</p>

### 6.1.5 Punto de Monitoreo – Zona del Cristo Redentor (AQM-CR)

Ubicado en la zona Norte de la ciudad, dentro de un área con alto tráfico vehicular (se tiene el parque automotor que circulan por la Av. Cristo Redentor), topografía plana que permite la circulación de 11

masas de aire. El área está poblada por domicilios, residencias y actividades comerciales sobre la Av. Cristo Redentor y sobre el 4to anillo. El sitio de monitoreo se encuentra sobre la jardinera exterior de una urbanización privada, además existen guardias de una urbanización, quienes tienen conocimiento de las actividades que se realizan y que coadyuvan con la vigilancia.

<p style="text-align: center;"><b>Descripción del sitio de monitoreo</b></p>	<p><u>Zona en la que se ubica:</u> Zona norte de la ciudad, dentro de un área con alto tráfico vehicular.</p> <p><u>Altura de muestra:</u> 3m</p> <p><u>Distancia a vías de alto tráfico vehicular:</u> 34m de distancia a la Av. Cristo Reden.</p> <p><u>Obstáculos:</u> Se tiene un edificio a unos 60m aproximadamente (edificio del Banco Mercantil), se tienen algunas palmeras de porte medio sobre la jardinera central, las cuales no interfieren con la medición del equipo y no se tienen individuos arbóreos dentro del radio de 15m.</p> <p><u>Clasificación EPA (1998):</u> B (Nivel del suelo)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Criterios de ubicación</b></p>	<p><u>Condiciones topográficas:</u> Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p><u>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes:</u> Se tiene el parque automotor que circulan por la Av. Cristo Redentor. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.</p> <p><u>Asentamiento poblacional:</u> Zona poblada, domicilios, residencia y actividades comerciales sobre la Av. Cristo Redentor y sobre el 4to anillo.</p> <p><u>Tráfico vehicular:</u> Zona de alto tráfico vehicular.</p> <p><u>Vientos predominantes:</u> Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p><u>Seguridad de los equipos:</u> El sitio de monitoreo se encuentra sobre la jardinera exterior de una urbanización privada, además existen guardias de una Urbanización, quienes tienen conocimiento de las actividades que se realizan y que coadyuvan con la vigilancia.</p> <p><u>Accesibilidad de los equipos:</u> Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p><u>Condiciones que no presenten interferencias:</u> No se tienen calles sin pavimentar, no se tienen individuos arbóreos significativos y no se tienen edificaciones considerables que puedan interferir con la medición.</p>

**6.1.6 Punto de Monitoreo – Zona del Centro de Educación Ambiental Municipal (AQM-CE)**

Ubicado en la zona oeste de la ciudad, dentro de un área con muy bajo tráfico vehicular, que puede considerarse blanco de campo para generar registros de línea base y realizar comparativas con los resultados de otros sitios de monitoreo, permitiendo evaluar la contaminación de fondo o contaminación sin el impacto de las actividades antrópicas, ya que se encuentran en una zona aislada del tráfico vehicular y actividades que pudieran generar interferencias en la medición.

El sitio de monitoreo se encuentra dentro del Centro de Educación Ambiental Municipal. No se tienen calles sin pavimentar, no se tienen individuos arbóreos significativos y no se tienen edificaciones considerables que puedan interferir con la medición.

<b>Descripción del sitio de monitoreo</b>	<p><u>Zona en la que se ubica:</u> Zona oeste de la ciudad, dentro de un área con muy bajo tráfico vehicular, que puede considerarse blanco de campo para generar registros de línea base y realizar comparativas con los resultados de otros sitios de monitoreo, permitiendo evaluar la contaminación de fondo o contaminación sin el impacto de las actividades antrópicas, ya que se encuentran en una zona aislada del tráfico vehicular y actividades que pudieran generar interferencias en la medición.</p> <p><u>Altura de muestra:</u> 3m</p> <p><u>Distancia a vías de alto tráfico vehicular:</u> 620m de distancia a la Av. principal.</p> <p><u>Obstáculos:</u> Solo se tiene la infraestructura del CEAM que no interfiere con la medición del equipo.</p> <p><u>Clasificación EPA (1998):</u> D (Nivel del suelo)</p>
<b>Criterios de ubicación</b>	<p><u>Condiciones topográficas:</u> Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p><u>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes:</u> Potencial de medición de contaminación de fondo. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.</p> <p><u>Asentamiento poblacional:</u> Zona residencial.</p> <p><u>Tráfico vehicular:</u> Zona de alto tráfico vehicular.</p> <p><u>Vientos predominantes:</u> Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p><u>Seguridad de los equipos:</u> El sitio de monitoreo se encuentra dentro del Centro de Educación Ambiental Municipal.</p> <p><u>Accesibilidad de los equipos:</u> Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p><u>Condiciones que no presenten interferencias:</u> No se tienen calles sin pavimentar, no se tienen individuos arbóreos significativos y no se</p>

	tienen edificaciones considerables que puedan interferir con la medición.
--	---------------------------------------------------------------------------

### 6.1.7 Punto de Monitoreo – Zona del Centro de Educación Ambiental Municipal (TRH-CE)

Zona oeste de la ciudad, dentro de un área con muy bajo tráfico vehicular, que puede considerarse blanco de campo para generar registros de línea base y realizar comparativas con los resultados de otros sitios de monitoreo. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.

<b>Descripción del sitio de monitoreo</b>	<p><u>Zona en la que se ubica:</u> Zona oeste de la ciudad, dentro de un área con muy bajo tráfico vehicular, que puede considerarse blanco de campo para generar registros de línea base y realizar comparativas con los resultados de otros sitios de monitoreo, permitiendo evaluar la contaminación de fondo o contaminación sin el impacto de las actividades antrópicas, ya que se encuentran en una zona aislada del tráfico vehicular y actividades que pudieran generar interferencias en la medición.</p> <p><u>Altura de muestra:</u> 4m</p> <p><u>Distancia a vías de alto tráfico vehicular:</u> 620m de distancia a la Av. principal.</p> <p><u>Obstáculos:</u> Solo se tiene la infraestructura del CEAM que no interfiere con la medición del equipo.</p> <p><u>Clasificación EPA (1998):</u> D (Nivel del suelo)</p>
<b>Criterios de ubicación</b>	<p><u>Condiciones topográficas:</u> Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p><u>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes:</u> Potencial de medición de contaminación de fondo. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.</p> <p><u>Asentamiento poblacional:</u> Zona residencial.</p> <p><u>Tráfico vehicular:</u> Zona de alto tráfico vehicular.</p> <p><u>Vientos predominantes:</u> Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p><u>Seguridad de los equipos:</u> El sitio de monitoreo se encuentra dentro del Centro de Educación Ambiental Municipal.</p> <p><u>Accesibilidad de los equipos:</u> Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p>

	<p><u>Condiciones que no presenten interferencias:</u> No se tienen calles sin pavimentar, no se tienen individuos arbóreos significativos y no se tienen edificaciones considerables que puedan interferir con la medición.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 6.1.8 Punto de Monitoreo – Zona del Parque Industrial (TRH-PI)

Zona este de la ciudad, dentro del polígono correspondiente al “Parque Industrial”, establecido en una zona con muy bajo tráfico vehicular. Existe una distancia de 110 metros a una avenida de mediano tráfico vehicular y 430 metros de distancia al 4to. anillo, que es una avenida de alto tráfico vehicular. La topografía del lugar es plana lo que permite la circulación de las masas de aire. El sitio de monitoreo se encuentra dentro de las instalaciones de la Empresa Municipal de Aseo Urbano de Santa Cruz (EMACRUZ).

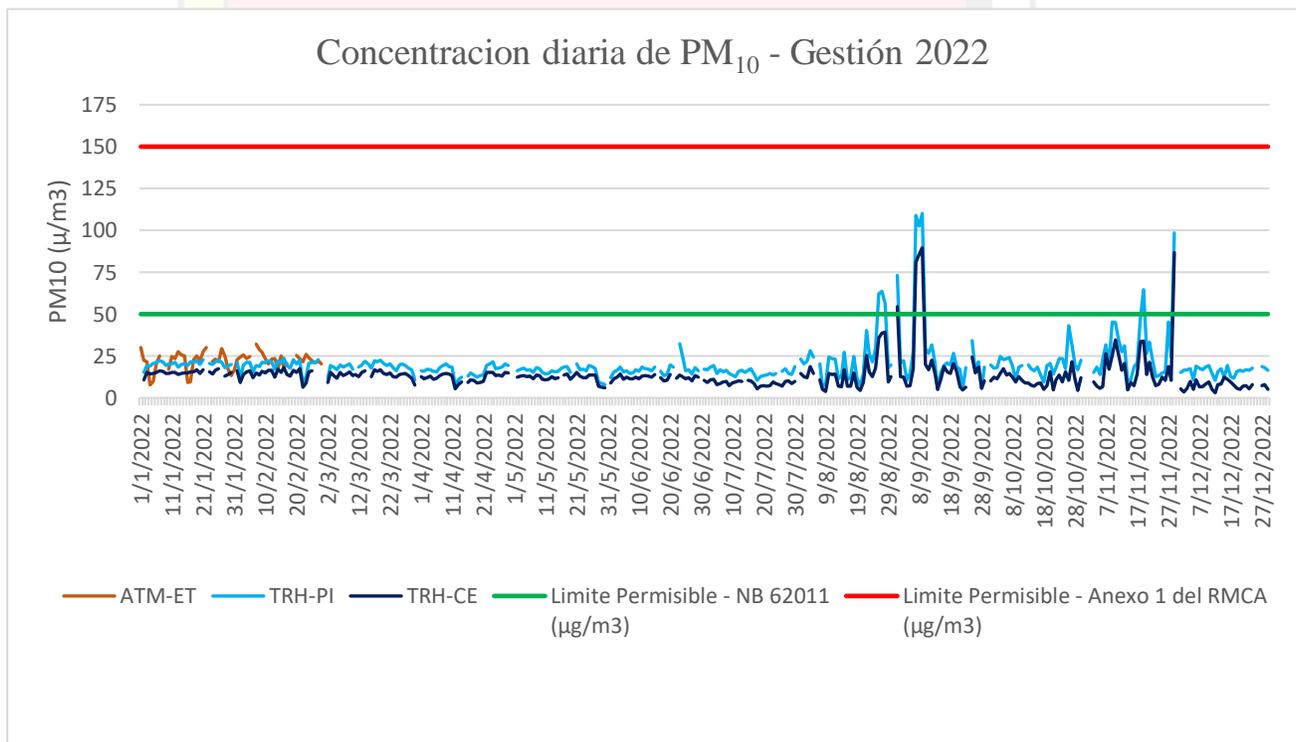
<p><b>Descripción del sitio de monitoreo</b></p>	<p><u>Zona en la que se ubica:</u> Zona este de la ciudad, dentro del polígono correspondiente al “Parque Industrial”, establecido en una zona con muy bajo tráfico vehicular.</p> <p><u>Altura de muestra:</u> 5.5m</p> <p><u>Distancia a vías de alto tráfico vehicular:</u> 110m de distancia a una avenida de mediano tráfico vehicular y 430 m. de distancia al 4to anillo, que es una avenida de alto tráfico vehicular.</p> <p><u>Obstáculos:</u> No se tienen obstáculos alrededor del punto de monitoreo.</p> <p><u>Clasificación EPA (1998):</u> D (Nivel del suelo)</p>
<p><b>Criterios de ubicación</b></p>	<p><u>Condiciones topográficas:</u> Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p><u>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes:</u> Baja concentración de contaminantes a pesar de encontrarse dentro del polígono del Parque Industrial. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación, pudiendo considerarse que las emisiones del parque automotor son las más significativas.</p> <p><u>Asentamiento poblacional:</u> Zona industrial.</p> <p><u>Tráfico vehicular:</u> Zona de bajo tráfico vehicular.</p> <p><u>Vientos predominantes:</u> Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p><u>Seguridad de los equipos:</u> El sitio de monitoreo se encuentra dentro de las instalaciones de la Empresa Municipal de Aseo Urbano de Santa Cruz (EMACRUZ).</p> <p><u>Accesibilidad de los equipos:</u> Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p><u>Condiciones que no presenten interferencias:</u> No se tienen calles sin pavimentar, no se tienen individuos arbóreos significativos y no se tienen edificaciones considerables que puedan interferir con la medición.</p>

## 7. RESULTADOS DEL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

### 7.1 Partículas menores a diez micras (PM<sub>10</sub>)

El monitoreo de este contaminante se realizó en tres lugares: Estación automática ubicada en la Ex Terminal (ATM-ET), zona del Parque Industrial (THR-PI) y en el Centro de Educación Ambiental Municipal (THR-CE). En la estación automática, se registró datos hasta el mes de febrero, mes en el que dejó de funcionar debido a problemas técnicos; mientras que, en los otros dos puntos mencionados, se monitoreó durante todo el año, con algunas interrupciones, por mantenimiento, falla técnica en los equipos o algún día feriado, dado que estos equipos son móviles. Los resultados obtenidos demuestran que en general, en los tres puntos monitoreados, la concentración diaria promedio, no supera el límite permisible de 50  $\mu\text{m}^3$  establecido en la NB 62011 (*ver gráfico 1*), desde los meses de enero a mediados de agosto. Desde mediados de agosto hasta finales de noviembre las concentraciones diarias promedio tienden a incrementarse por encima del límite permisible de la NB 62011 en los dos puntos monitoreados (TRH-PI y TRH-CE); llegando a registrarse hasta un promedio de 110,10  $\mu\text{m}^3$  en fecha 09 de septiembre del 2022.

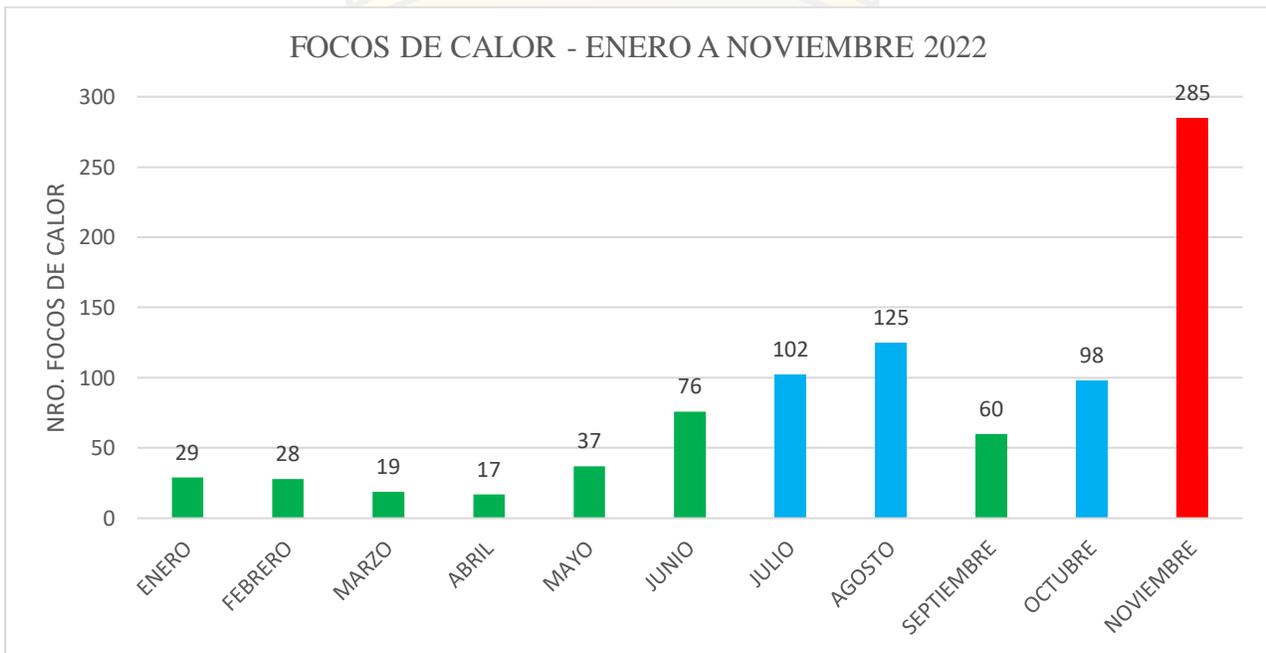
**Gráfico 1.** Concentración diaria promedio de PM<sub>10</sub> durante la gestión 2022



Fuente: Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire – REMMCA

Este incremento en las concentraciones diarias promedio, en los meses anteriormente mencionados se debe principalmente a los chequeos, quemas e incendios forestales, característicos de esta temporada, que se presentan en provincias y municipios cercanos. Así mismo, en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, los focos de calor tienden a incrementarse al igual que a nivel departamental, en comparación a los meses entre enero y junio (*ver gráfico 2*).

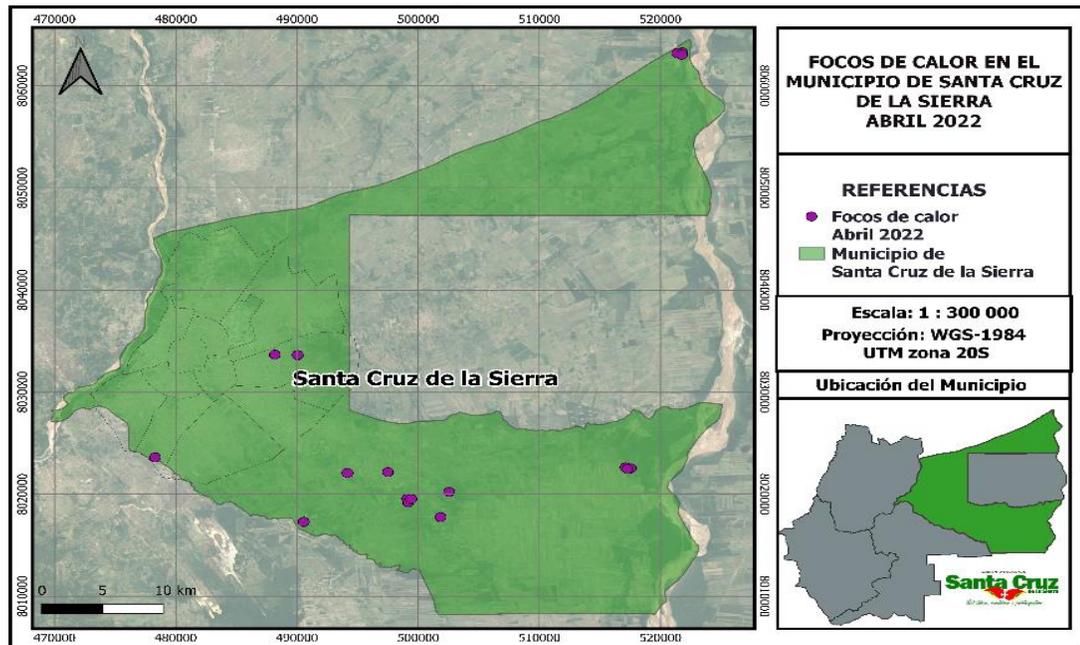
**Gráfico 2.** Cantidad de focos de calor en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, enero a noviembre 2022



**Fuente:** *Elaboración Propia - Secretaría Municipal de Medio Ambiente, Seguridad Ciudadana y Abastecimiento*

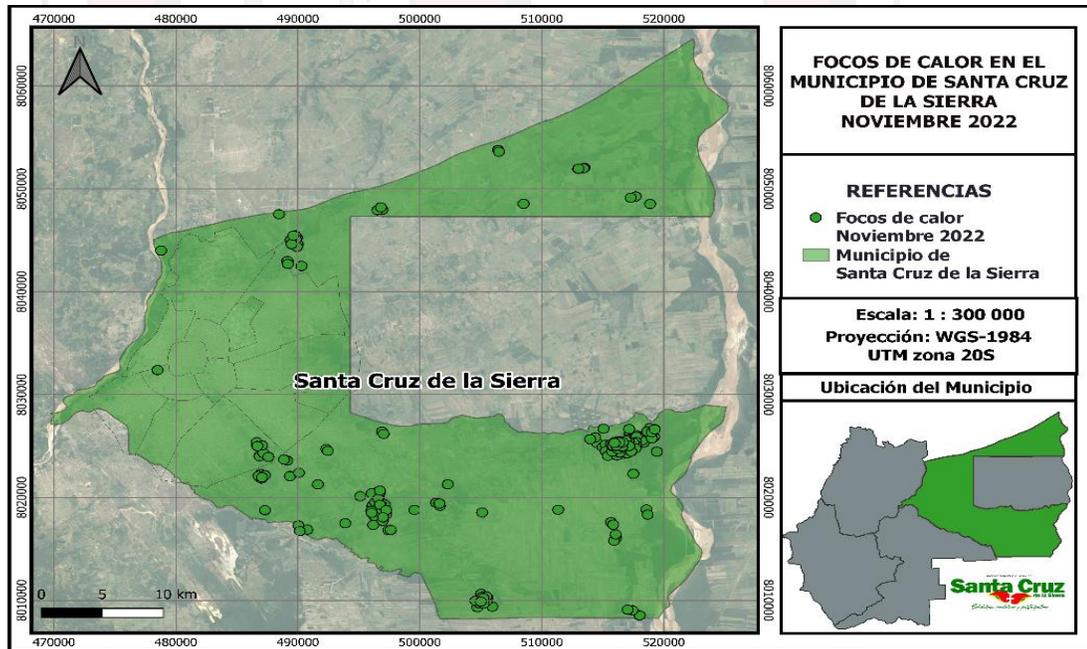
Visualizando mediante imágenes satelitales, la ubicación de los focos de calor, se puede apreciar la distribución de los mismos en el área del municipio (*ver imagen 2 y 3*). Comparando las cantidades, durante el mes de abril se registran solamente 17 focos de calor, mientras que en noviembre 285.

**Imagen 2.** Distribución de focos de calor registrados en el mes de abril



Fuente: *Elaboración Propia - Secretaría Municipal de Medio Ambiente, Seguridad Ciudadana y Abastecimiento*

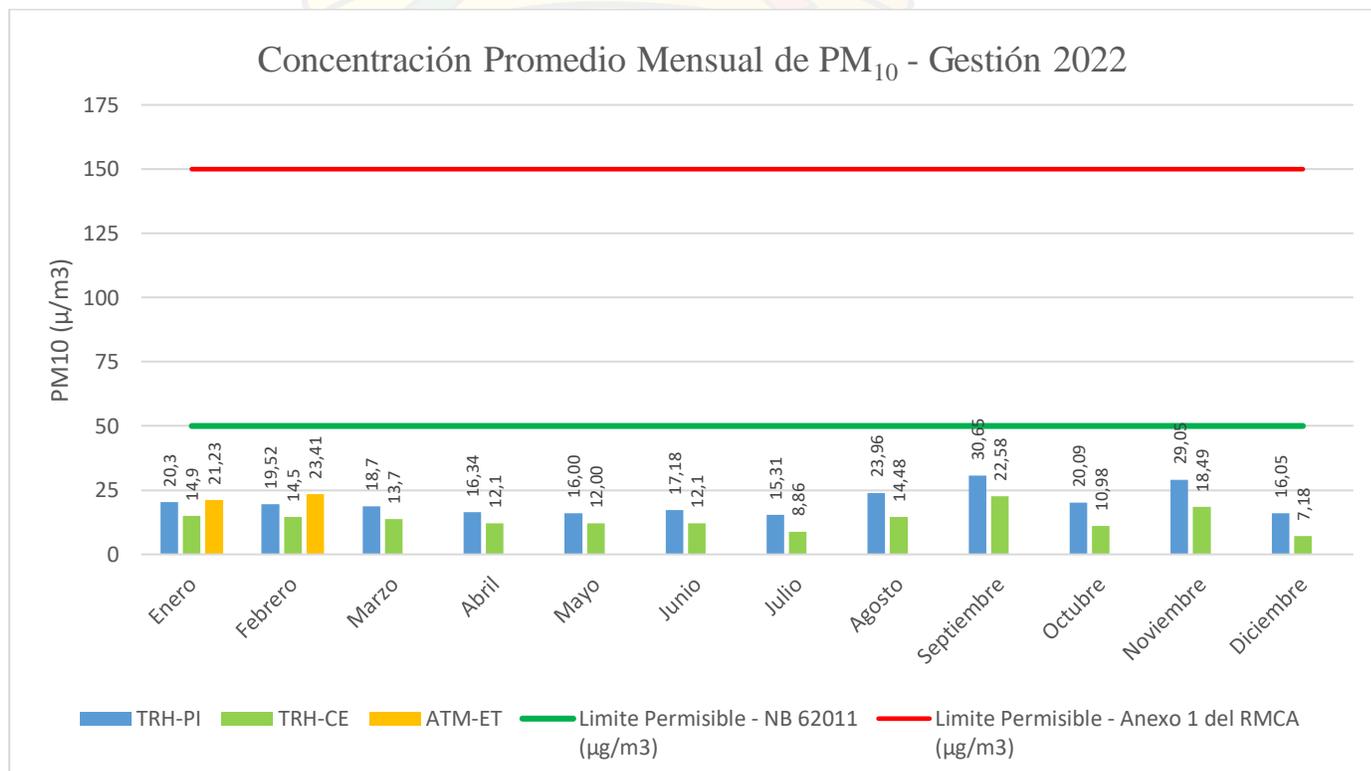
**Imagen 3.** Distribución de focos de calor registrados en el mes de noviembre



Fuente: *Elaboración Propia - Secretaría Municipal de Medio Ambiente, Seguridad Ciudadana y Abastecimiento*

Analizando promedios mensuales de PM<sub>10</sub> se puede apreciar que en ningún mes se logra superar los 50 µ/m<sup>3</sup> (ver gráfico 2). El Centro de Educación Ambiental Municipal, al ubicarse alejado del centro de la ciudad y en una zona rodeada de considerable masa arbórea, reporta siempre concentraciones bajas.

**Gráfico 3.** Concentración mensual promedio de PM<sub>10</sub> durante la gestión 2022



*Fuente: Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire – REMMCA*

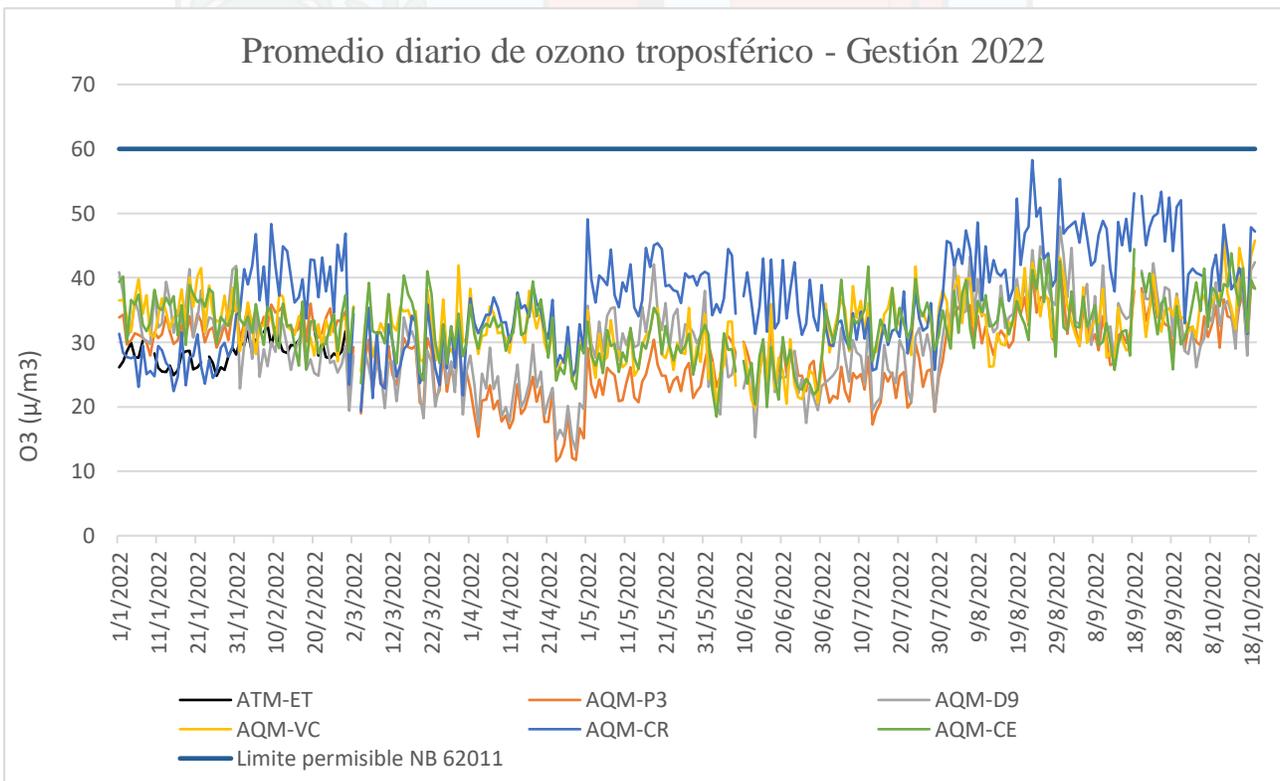
## 7.2 Ozono troposférico

El monitoreo de este contaminante se realizó a en la estación automática de la ex terminal (ATM-ET) y adicionalmente en cinco puntos de medición a través de sensores AQMesh ubicados en el Plan 3000 (AQM-P3), Sub Alcaldía del Distrito 9 (AQM-D9), Avenida Virgen de Cotoca (AQM-VC), Avenida Cristo Redentor (AQM-CR) y Centro de Educación Ambiental (AQM-CE). En la estación ATM-ET se registró concentraciones hasta el mes de febrero, mes en el que dejó de funcionar por problemas técnicos. En los puntos restantes, el registro se tuvo que interrumpir en fecha 19 de octubre de 2022 por fuerza mayor debido a los problemas sociales que se presentaron en la capital

cruceña (paro cívico); motivo por el cual se tuvo que desinstalar todos los sensores y ponerlos a buen recaudo precautelando su seguridad. Durante el periodo de monitoreo se presentaron interrupciones en algunos días de medición, debido a mantenimiento de los equipos y alguna falla técnica.

Los resultados obtenidos (*ver gráfico 3*) muestran que durante todo el periodo monitoreado durante la gestión 2022, en ninguno de los puntos de medición, las concentraciones de O<sub>3</sub> sobrepasan el limite permisible establecido en la NB 62011 que es de 60  $\mu/m^3$  como promedio anual de los valores diarios medidos. El punto de monitoreo ubicado en la Avenida Cristo Redentor (AQM-CR) es donde se registran las concentraciones mas altas durante todo el año, mientras que en el punto ubicado en el Plan 3000 (AQM-P3) es donde se registran los valores más bajos.

**Gráfico 4.** Concentración diaria promedio de O<sub>3</sub> Comparado con el Limite Permisible de la NB 62011



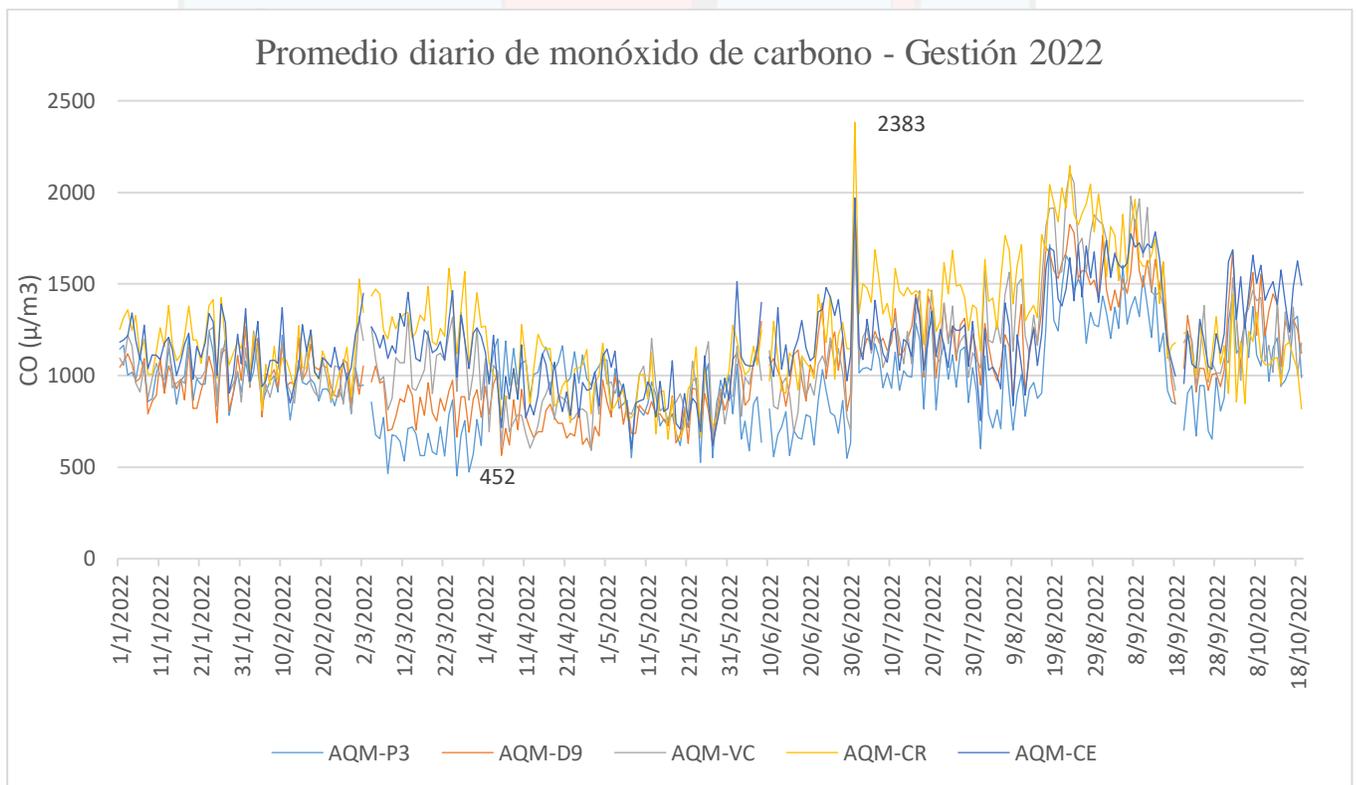
Fuente: Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire – REMMCA

### 7.3 Monóxido de carbono

Este contaminante se monitoreó en cinco puntos mediante sensores AQMesh y por los mismos motivos explicados en el punto 7.2 se registraron datos solo hasta fecha 19 de octubre del 2022

Los resultados del monitoreo durante el periodo antes mencionado, muestran que el punto de monitoreo ubicado en la Avenida Cristo Redentor (AQM-CR) es donde se registran las concentraciones más altas de CO durante todo el año, mientras que en el punto ubicado en el Plan 3000 (AQM-P3) se registran los valores más bajos; sin embargo, todos los resultados se encuentran muy por debajo del límite permisible establecido en la NB 62011 (*ver gráfico 4*).

**Gráfico 5.** Concentración diaria promedio de Monóxido de Carbono



**Fuente:** Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire – REMMCA

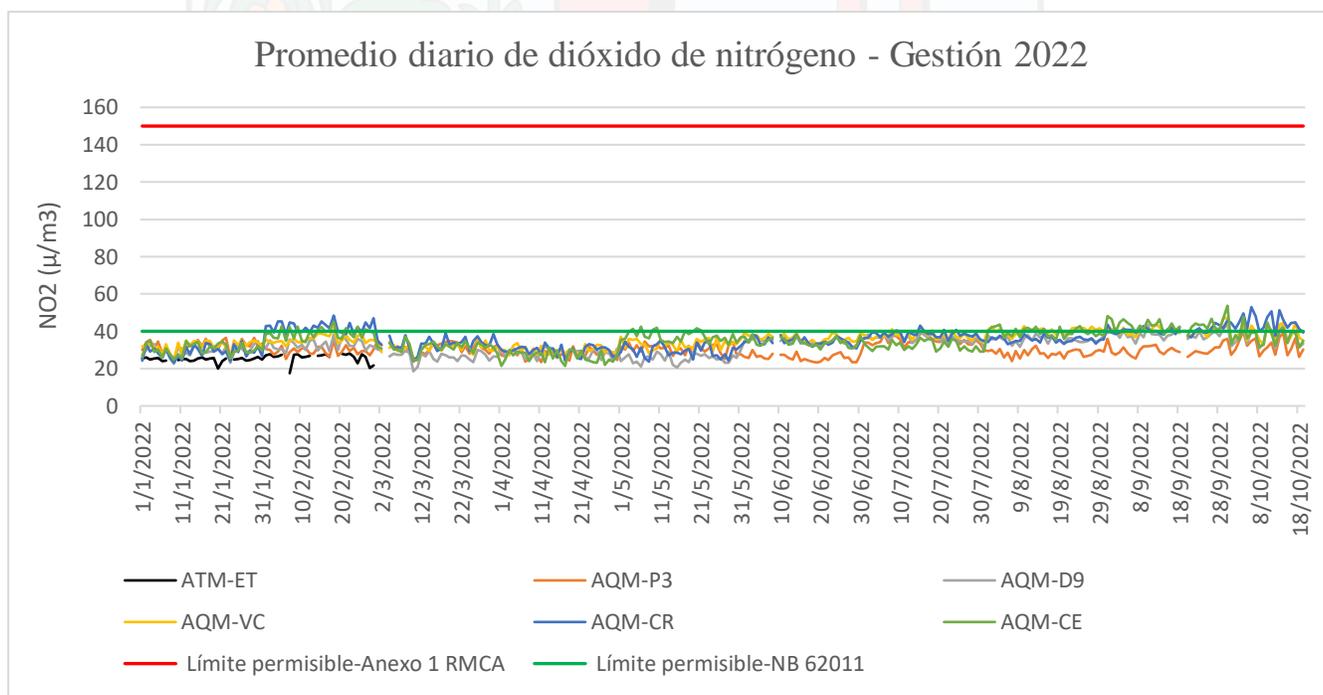
### 7.4 Dióxido de Nitrógeno

El monitoreo de este contaminante se realizó a en la estación automática de la ex terminal (ATM-ET) y adicionalmente en cinco puntos de medición a través de sensores AQMesh ubicados en el Plan 3000 (AQM-P3), Subalcaldía del Distrito Municipal N° 9 (AQM-D9), Avenida Virgen de Cotoca

(AQM-VC), Avenida Cristo Redentor (AQM-CR) y Centro de Educación Ambiental (AQM-CE). En la estación ATM-ET se registró concentraciones hasta el mes de febrero, mes en el que dejó de funcionar por problemas técnicos. A través de los cinco puntos restantes (sensores AQMesh), se realizó el monitoreo hasta el día 19 de octubre del 2022 debido a los mismos motivos explicados en el punto 7.2.

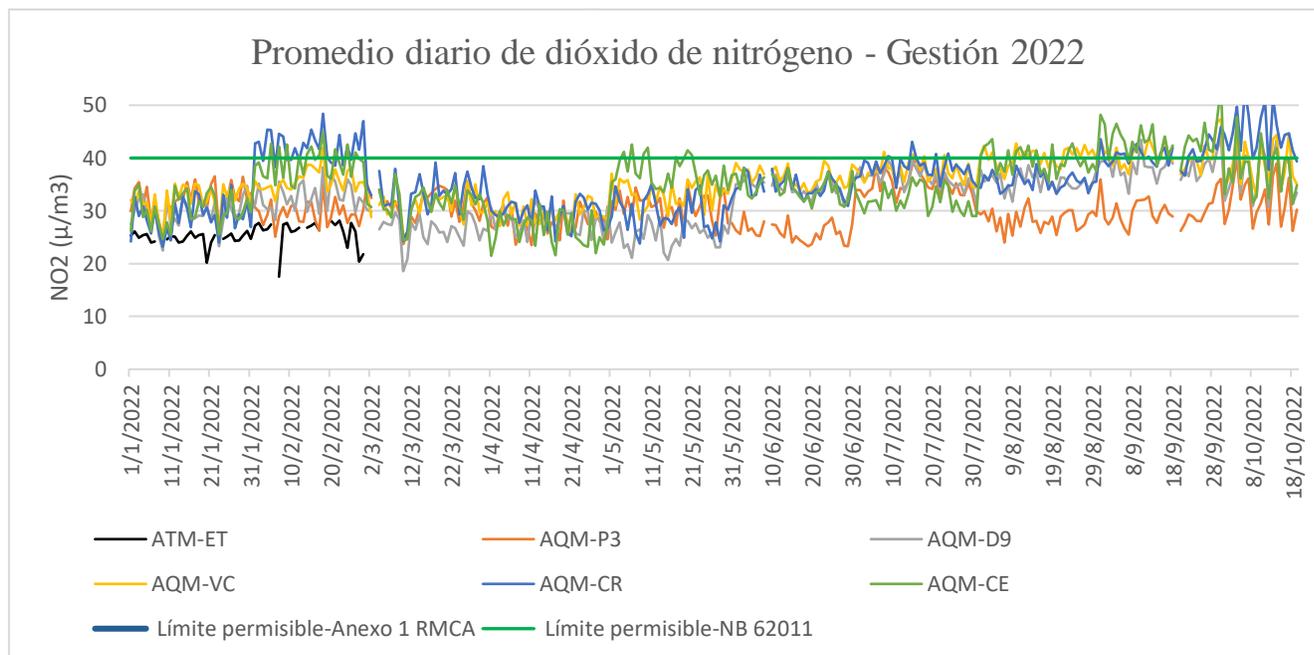
Los resultados de muestran que las concentraciones de NO<sub>2</sub> sobrepasan el límite permisible de **40 μ/m<sup>3</sup>** establecido en la NB 62011; en los intervalos de tiempo del (01 de febrero al 27 de febrero del 2022) y (31 de junio al 17 de octubre del 2022); en los puntos: AQM-CR, AQM-VC y AQM-CE, mientras que en el punto AQM-CE entre las fechas (4 de mayo al 21 de mayo del 2022) se reporta valores ligeramente por encima de 40 μ/m<sup>3</sup> (ver gráfico 5 y 6).

**Gráfico 6.** Concentración de NO<sub>2</sub> Comparado con Límites Permisibles del RMCA y NB 62011



**Fuente:** Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire – REMMCA

**Gráfico 7.** Concentración de NO<sub>2</sub> Comparado con Límite Permissible de la NB 62011



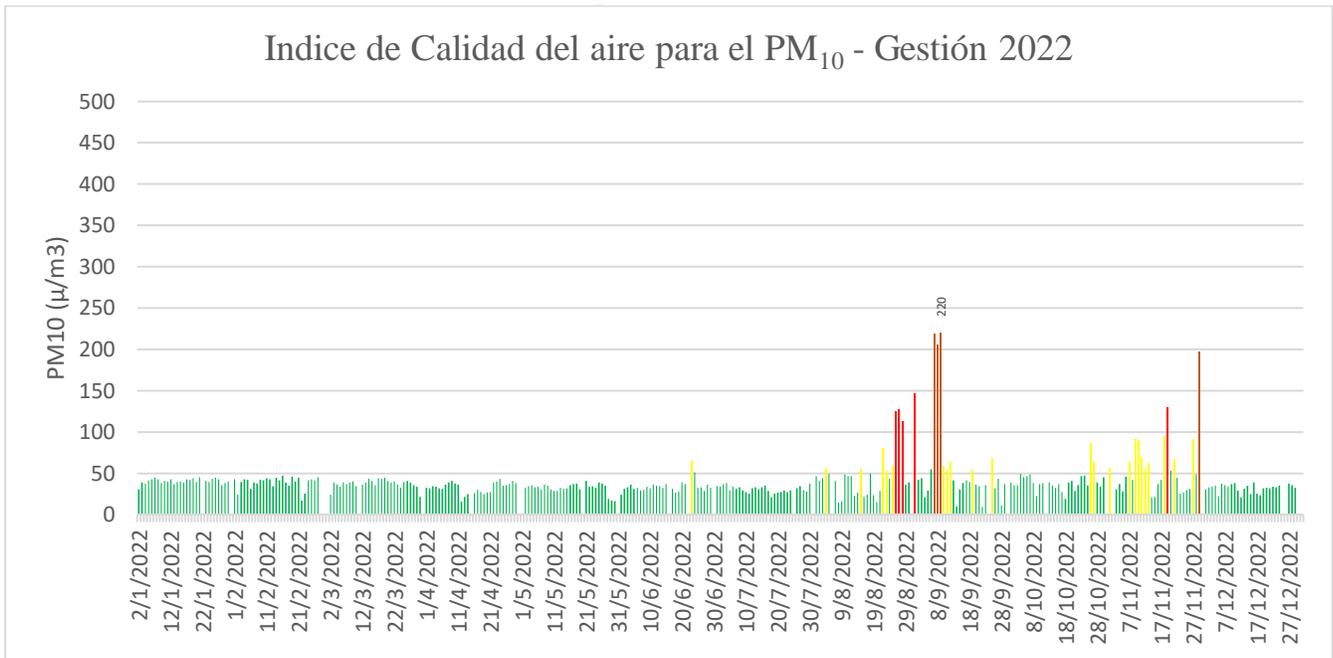
*Fuente:* Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire – REMMCA

### 7.5 Índice de Calidad del Aire (ICA) Gestión 2022

El Índice de Calidad del Aire del Municipio de Santa Cruz de la Sierra, se determinó en base a la concentración de PM<sub>10</sub>, dado de que es el contaminante que se ha monitoreado durante toda la gestión 2022 y también debido a que es el mas importante en términos de concentraciones generadas principalmente en época de seca y su efecto en la salud de la población, sobre todo los grupos de riesgo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede apreciar que durante la mayor parte de la gestión 2022 el Índice de Calidad del Aire, se encuentra en la categoría de “BUENO”, es decir no sobrepasa los 50 µ/m<sup>3</sup> de acuerdo a la Norma Boliviana 62011. Durante los meses de agosto a noviembre la calidad del aire tiende a deteriorarse llegando a reportar valores que van de “REGULAR” a “MUY MALO” en algunos días. Posteriormente, con la llegada de la época de lluvias en el mes de diciembre, la calidad del aire vuelve a tener una predominancia de valores aceptables.

**Gráfico 8.** Índice de Calidad del Aire Municipio de Santa Cruz de la Sierra



Fuente: Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire – REMMCA

**Imagen 4.** Índice de Calidad del Aire

CALIDAD DEL AIRE	RANGO	DESCRIPCIÓN	ACCIONES
Bueno	0 – 50	No se tienen efectos negativos en la salud de la población y grupos de riesgo	No se tienen recomendaciones
Regular	51 – 100	No se tienen efectos negativos en la salud de la población. Las personas más sensibles que pertenecen al grupo de riesgo pueden tener algún tipo de afectación leve.	Limitar las exposiciones prolongadas en espacios abiertos
Malo	101 – 150	Las personas que pertenecen al grupo de riesgo pueden experimentar efectos negativos en su salud (alergias, afecciones respiratorias, etc.). Sin embargo, las personas que no pertenecen al grupo de riesgo aún pueden desarrollar sus actividades normalmente.	Limitar la exposición prolongada en espacios abiertos y reducción de la actividad física. En algunos casos será necesario el uso de barbijo.
Muy malo	151 - 300	La población en general y las personas que pertenecen al grupo de riesgo experimentan efectos negativos en su salud (alergias, afecciones respiratorias, asma, conjuntivitis, etc.).	Limitar la exposición prolongada en espacios abiertos, reducción de la actividad física y uso de barbijo.
Extremadamente malo	Mayor 300	La población en general y las personas que pertenecen al grupo de riesgo experimentan efectos negativos en su salud (alergias, afecciones respiratorias, asma, conjuntivitis, etc.).	Limitar la exposición a espacios abiertos, reducción de la actividad física y uso obligatorio de barbijo. Permanecer en ambientes cerrados como domicilios, oficinas, etc.

**Grupo de riesgo:** Mujeres embarazadas, niños menores de 5 años, personas de la tercera edad, personas con enfermedad de base y/o afecciones respiratorias.

Fuente: NB 62011

## 8. CONCLUSIONES

- El Índice de la Calidad del Aire (ICA) en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, durante la gestión 2021, se mantuvo dentro de rangos aceptables en la mayor parte del año, exceptuando algunos días de los meses de época seca que va desde agosto a noviembre, debido a eventos de chaqueos e incendios forestales ocurridos en municipios vecinos.
- Las concentraciones diarias de monóxido de carbono no exceden los valores establecidos como límites permisibles en la Norma Boliviana 62011 y el Anexo 1 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA) en ninguno de los sitios de muestreo.
- Las concentraciones diarias de ozono troposférico no exceden los valores establecidos como límites permisibles en la Norma Boliviana 62011 y el Anexo 1 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA) en ninguno de los sitios de muestreo.
- La desviación de concentraciones de dióxido de nitrógeno por encima del límite permisible de la Norma Boliviana 62011 en los puntos AQM-CR y AQM-VC, durante algunos periodos de la gestión 2022, se debe presumiblemente a que se encuentran en zonas de alto tráfico vehicular con bastantes intersecciones entre sí, lo que incrementa el congestionamiento vehicular, favoreciendo la generación de este contaminante.

## 9. RECOMENDACIONES

- Continuar con el fortalecimiento a la Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire (REMMCA), a través de la inclusión de recursos económicos y financieros en el Plan Operativo Anual (POA), para que se garantice la detección, procesamiento, análisis y difusión de la información correspondiente al monitoreo de los niveles de contaminación atmosférica en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.
- Remitir el presente informe de monitoreo de la calidad del aire a las Autoridades Ambientales Competentes Nacional y Departamental, a fin de proporcionar información que permita la toma de decisiones de manera coordinada con respecto las quemadas e incendios forestales que se generan de forma permanente en municipios vecinos al nuestro, ya que por las condiciones meteorológicas y dinámica atmosférica (transporte de contaminantes) acaban deteriorando la

calidad del aire que se respira en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y afectando a los grupos de riesgo.

- Continuar con las acciones de prevención y control de la contaminación atmosférica en el marco de las competencias municipales, en aplicación concreta de la Ley Autonómica Municipal GAMSCS N° 1184 “*Ley Especial de Prohibición y Sanción Contra Acciones de Quema y Prevención de Incendios Forestales*”, y Ley Autonómica Municipal GAMSCS N° 1207 “*Ley de Conservación y Control de la Calidad del Aire*” y su Reglamento.

