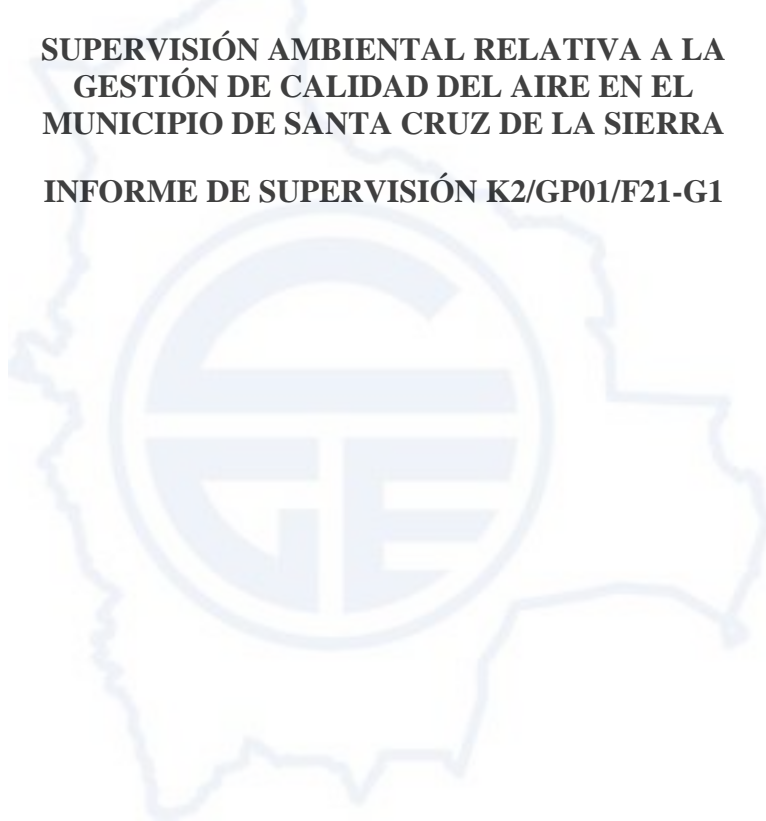


**GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE
SANTA CRUZ DE LA SIERRA**

**SUPERVISIÓN AMBIENTAL RELATIVA A LA
GESTIÓN DE CALIDAD DEL AIRE EN EL
MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA**

INFORME DE SUPERVISIÓN K2/GP01/F21-G1



ÍNDICE
INFORME DE SUPERVISIÓN K2/GP01/F21-G1

1. ANTECEDENTES.....	1
1.1 Contaminación atmosférica.....	1
1.2 La gestión ambiental relativa a la Calidad del Aire.....	3
1.3 La supervisión ambiental relativa a la contaminación atmosférica en Santa Cruz de la Sierra.....	5
2. ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN.....	7
2.1 Marco normativo referido a la Gestión de Calidad del Aire.....	8
2.2 Responsabilidades del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra en la gestión de Calidad del Aire y los aspectos específicos que fueron supervisados.....	29
3. RESULTADOS DE LA SUPERVISIÓN.....	30
3.1 Resultados de supervisión sobre la gestión operativa de la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire	31
3.2 Resultados de supervisión respecto de la implementación de los inventarios de emisiones.....	52
3.3 Resultados de supervisión sobre la difusión de los datos obtenidos por la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire a través del Índice de Calidad del Aire (ICA).....	61
3.4 Resultados de supervisión relativos a la planificación de acciones que aseguren la implementación de la gestión de Calidad del Aire.....	64
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN DE SUPERVISIÓN.....	72

GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA
SUPERVISIÓN AMBIENTAL RELATIVA A LA GESTIÓN DE CALIDAD DEL
AIRE EN EL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA
INFORME DE SUPERVISIÓN K2/GP01/F21-G1

1. ANTECEDENTES

1.1 Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica es uno de los principales problemas ambientales en los centros urbanos, la Calidad del Aire se ve afectada principalmente por las emisiones que provienen del parque automotor, la industria y el uso doméstico (cocina, calefacción). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹, alrededor de un millón de personas se exponen diariamente a niveles de contaminación por encima de los límites recomendados. En Latinoamérica, la contaminación atmosférica también repercute como problema y existen casos significativos estudiados en ciudades como Santiago de Chile, México D.F. y São Paulo.

A través del proyecto Ecología Urbana de la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (Swisscontact) se introduce en Bolivia, desde 1999, la línea de acción relativa a la "contaminación atmosférica", que dio origen al proyecto "AIRE LIMPIO BOLIVIA" a partir de julio de 2003, cumpliendo con numerosas actividades realizadas en áreas de sensibilización, educación ambiental, fortalecimiento de instituciones, desarrollo y aplicación de tecnologías adecuadas. A partir de la gestión 2006, el proyecto precitado entró a la segunda fase con la meta principal de consolidar la gestión de la Calidad del Aire bajo el paraguas de estrategias municipales, a ser elaboradas, socializadas y puestas en práctica por los Gobiernos Municipales.

Las actividades desarrolladas tenían una estrecha cooperación con los Gobiernos Municipales, quienes según la normativa aplicable son los actores principales que deben velar por un ambiente saludable dentro de su jurisdicción. El proyecto en lo relativo al gobierno central se centró en temas como el perfeccionamiento del marco legal y el ajuste a políticas con fuerte impacto en la Calidad del Aire, como por ejemplo la postura frente a la importación de vehículos usados al país.

El proyecto enfocó sus actividades principalmente en la contaminación ocasionada por el parque automotor, ya que estos generan un 70% de la contaminación atmosférica. Asimismo, fomentó el establecimiento de redes de monitoreo de la Calidad del Aire en cada ciudad, agrupadas en la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red

¹ Calidad del aire y salud (2018), [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).

MoniCA Bolivia), con el objeto de obtener una línea base en cuanto a la Calidad del Aire que respira la población urbana en Bolivia. La Red MoniCA fue introducida como una herramienta necesaria en la Gestión de la Calidad del Aire, que basó sus metas en el establecimiento de mecanismos jurídicos para poder controlar la eficiencia de las medidas encaminadas a mejorar la Calidad del Aire, tomando en cuenta criterios como la salud ambiental, normas y sistemas de medición.

En este sentido, los trabajos de monitoreo son importantes para contar con información de calidad y mayor cobertura, con el objetivo de diseñar políticas e implementar proyectos que efectivamente mejoren la Calidad del Aire, lo que también demanda el compromiso y responsabilidad de varios sectores de la población.

Los peligros de la mala Calidad del Aire son alarmantes si el aire exterior no se filtra y limpia de manera efectiva, existe el riesgo de que el aire interior contenga una gran cantidad de partículas dañinas que pueden llegar a las vías respiratorias y al sistema circulatorio de las personas. Estas partículas y otras sustancias pueden combinarse con las que ya están presentes dentro de los edificios y volverse más agresivas y dañinas, haciendo que la contaminación del aire interior muchas veces sea tan peligrosa como la contaminación del aire exterior².

Los contaminantes atmosféricos riesgosos para la salud humana son el material particulado inhalable (PM₁₀, PM_{2,5} y PM_{0,1})³ y compuestos químicos gaseosos tales como Dióxido de Nitrógeno, Ozono, Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono. Ahora bien la exposición a contaminantes del aire no solo puede aumentar la tasa de morbilidad y mortalidad⁴, también puede aumentar el número de ingresos hospitalarios de pacientes con síntomas respiratorios y cardiovasculares. La contaminación del aire es importante en la determinación de la calidad de vida de niños menores, ancianos y en pacientes con enfermedades respiratorias y cardiovasculares⁵. Debido a que durante la inhalación de oxígeno, muchas sustancias presentes en el aire pasan de forma libre a través del tracto respiratorio y se depositan en la tráquea, los bronquios, los bronquiolos y los alveolos, provocando obstrucción aérea o

² Programa Nacional de Gestión de Calidad del Aire, <http://snia.mmaya.gob.bo/web/modulos/PNGCA/#>

³ Partículas suspendidas, aeropartículas, material particulado y aerosoles, que son algunos de los términos utilizados para nombrar una mezcla de compuestos microscópicos o muy pequeños en forma de líquidos y sólidos suspendidos en el aire (por ejemplo hollín, polvo, humo y neblinas). PM se refiere a las partículas en suspensión que se encuentran en el aire. PM seguido de un número hace referencia a todas las partículas de un tamaño máximo determinado (diámetro aerodinámico). Las partículas de un rango inferior también quedan incluidas. PM_{0.1}: son partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 0.1 µm, denominadas partículas ultrafinas o fracción ultrafina. PM_{2.5}: son partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 2.5 µm, denominadas partículas finas o fracción fina (que por definición incluye a las partículas ultrafinas). PM₁₀: son partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 10 µm, es decir, comprende las fracciones fina y gruesa.

⁴ La morbilidad es un indicador epidemiológico que refleja cuántos individuos están enfermos, este dato hay que referirlo a un lugar y tiempo concretos, para poder determinar el impacto del problema de salud. La mortalidad estudia la frecuencia del número de defunciones ocurridas en una población, área geográfica y período determinado.

⁵ Oyarzún M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. Revista chilena de enfermedades respiratorias. V. 26, pp. 16-25. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482010000100004

problemas de toxicidad que incluyen desde la irritación hasta enfermedades pulmonar obstructiva crónica, tumores y mutagénesis⁶.

En Bolivia se realizó un estudio comparativo a niveles de contaminación por material particulado (PM₁₀), Ozono (O₃) y óxido de nitrógeno (NO₂) en tres ciudades capitales. El Alto (4.070 m.s.n.m.), La Paz (3.650 m.s.n.m.) y Cochabamba (2.570 m.s.n.m.); relacionadas con los casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) y Neumonías. Los resultados demostraron que los niveles de PM₁₀ están asociados con un mayor riesgo de IRA's y Neumonías en las tres ciudades estudiadas a comparación de los otros parámetros⁷.

1.2 La gestión ambiental relativa a la Calidad del Aire

Se entiende por gestión de la Calidad del Aire las acciones a realizar para conseguir la adecuación de los niveles de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que la produzcan, que garanticen que las materias o formas de energía, incluidos los posibles ruidos y vibraciones, presentes en el aire no impliquen molestia grave, riesgo o daño inmediato o diferido, para las personas y para los bienes de cualquier naturaleza⁸.

La implementación de un sistema integral de gestión de la Calidad del Aire que permita el control de emisiones e inmisiones contaminantes, imprescindiblemente deberá implicar actividades que puedan dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Quién contamina?; ¿Con qué contamina?; ¿Por qué contamina?, ¿Cuánto contamina?, ¿Cuáles son los efectos de esta contaminación?, ¿Cómo disminuir esta contaminación?, ¿Quiénes se benefician al reducir la contaminación?

Responder efectivamente a estas cuestiones implica el desarrollo de diferentes sistemas o herramientas que permitan efectuar con exactitud y confiabilidad la cuantificación de las cargas de contaminación del aire generadas por cada tipo de fuente (móviles, fijas, de área, naturales y otras) y por grupos de fuentes similares en el área afectada, para poder identificar la naturaleza, magnitud y causas de los problemas de contaminación existentes, así como para formular estrategias para reducir estos problemas, desarrollando métodos para obtener esta información, incluyendo el monitoreo directo e indirecto de las descargas, los sistemas de control relacionados, las técnicas de evaluación rápida, además del desarrollo de la normativa correspondiente.

⁶ Narváez JF, Castrillón E y Molina F. (2016). Problemas respiratorios en vías aéreas asociados a la contaminación atmosférica: Una revisión del análisis del riesgo potencial en el Valle de Aburrá. Actas de Ingeniería, V. 2, pp. 33-38. Recuperado de <http://fundacioniai.org/actas/Actas2/Actas2.4.pdf> el artículo forma parte de las referencias consultadas para la emisión de notas comunicativas de la OMS.

⁷ Lujan M y Gonzáles D. (2016). Determinación del impacto de varios contaminantes criterio sobre la salud de la población en ciudades capitales de Bolivia. ACTA NOVA, V. 7. N° 3. Pp. 303-333. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892016000100007

⁸ Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 9.

En vista que la contaminación atmosférica urbana se produce por varias fuentes de origen antropogénico, las suposiciones acerca del aporte de cada tipo de fuentes de contaminación pueden llevar a la elección de medidas que no son efectivas o cuyo impacto en la Calidad del Aire no es significativo, por lo tanto, es necesaria una aproximación sistemática para formular estrategias que realmente mejoren la Calidad del Aire.

La Gestión de la Calidad del Aire es una tarea permanente, que incluye varios actores a nivel local y nacional y se define como un conjunto de acciones estratégicas que se realizan en un área determinada (región, municipio, área metropolitana o país) para medir, controlar y reducir los contaminantes emitidos a la atmósfera, para cuidar la salud de la población⁹.

Para evaluar este factor, es importante considerar que una de las herramientas fundamentales es el monitoreo a través de metodologías especializadas con base científica que permitan realizar un diagnóstico básico para el desarrollo de políticas públicas efectivas. También se deben evaluar los daños en la salud a través de estudios epidemiológicos que permitan valorar el estado de salud de la población en general, pero, especialmente de la población con mayor vulnerabilidad. A partir de la consideración de estos aspectos, las diferentes instancias de gobierno deben elaborar planes que permitan la reducción de la contaminación del aire, el establecimiento de metas máximas de contaminación, políticas de educación y sensibilización además de un marco jurídico realista que defina los lineamientos básicos para mitigar la contaminación del aire.

Entre las actividades estratégicas que debe contener la Gestión de la Calidad del Aire para que brinde una solución integral y factible a la problemática de la contaminación atmosférica, se mencionan las siguientes, extractadas del Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, aprobado y emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

- **Inventarios de emisiones:** brinda un conocimiento confiable acerca de las fuentes que emiten contaminantes atmosféricos y la medida en que lo hacen, identifican el tipo de contaminantes emitidos, que al cuantificar e identificar proporciona la base justificativa para implementar medidas de control sobre los sectores involucrados. En Bolivia con estudios preliminares se ha identificado al parque automotor como la fuente de contaminación atmosférica más importante.
- **Seguimiento y control de emisiones:** pueden enfocarse inicialmente en los dos tipos de fuentes de emisión de contaminantes más controlables (móviles y fijas). En cuanto a las fuentes móviles es imprescindible contar con un sistema como los centros de diagnóstico vehicular, que cumplen doble función, al efectuar en una revisión técnica el estado mecánico de los vehículos, así como, el control de la cantidad y calidad de sus emisiones de escape. Un vehículo en buen estado de operación mecánica y adecuado mantenimiento preventivo es menos propenso a sufrir accidentes producidos por desperfectos, reduce su consumo de combustible y por ende las emisiones contaminantes.
- **Seguimiento y control de inmisiones:** las redes de monitoreo proporcionan datos de vital importancia con respecto a la Calidad del Aire presente en áreas determinadas, constituyéndose en el instrumento ideal que mide el efecto producido por cualquier actividad desarrollada a favor o en desmedro del

⁹ Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 9.

aumento o disminución de los niveles de contaminación atmosférica. Asimismo, identifica períodos críticos y zonas de mayor riesgo por exposición a contaminantes.

- **Legislación ambiental:** específica actualizada y a medida de la realidad de cada país es sin duda una parte fundamental del sistema, ya que proporciona los lineamientos y políticas que van a regir el comportamiento tanto de las autoridades, como de la población en cuanto al cuidado de la Calidad del Aire.
- **Participación inclusiva y responsabilidades:** el apoyo interinstitucional es de suma importancia para estructurar una red de control adecuada, que involucre a instituciones como Gobierno Nacional, Gobiernos Departamentales, Gobiernos Municipales, Policía Nacional, Universidades y ONGs, ya que cada uno de estos guarda estrecha relación con diferentes niveles de acción aplicables tanto de forma directa como indirecta hacia las instituciones y hacia la población.
- **Difusión, socialización, sensibilización y educación:** la participación y aceptación de la población es la que valida cualquier iniciativa o actividad propuesta por instancias gubernamentales, por lo que una constante e imprescindible.
- **Indicadores de impacto:** bajo la directriz de trabajar en beneficio de la población es necesario fundamentar las decisiones tomadas generando indicadores contundentes de los efectos a ser obtenidos con cualquier medida, en el caso de un sistema que este dirigido a controlar y disminuir los niveles de contaminación atmosférica causada por el parque automotor.
- **Mejoramiento de la calidad de vida:** el monitoreo atmosférico se constituye en un conjunto de metodologías que permiten tomar muestras del aire, analizarlas y procesarlas de forma permanente, con el fin de conseguir la información necesaria sobre las concentraciones de los contaminantes en el aire.
- **Contaminantes atmosféricos:** de acuerdo a la Norma Boliviana NB 62011:2008, Calidad del Aire - Contaminantes criterio exterior - Límites máximos permisibles del Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), se establecieron los siguientes contaminantes criterio.
 - ✓ *Monóxido de carbono (CO).*
 - ✓ *Ozono (O₃);*
 - ✓ *Dióxido de nitrógeno (NO₂).*
 - ✓ *Material particulado con diámetro equivalente menor a 10 micrómetros (PM₁₀)*
 - ✓ *Dióxido de azufre (SO₂).*
 - ✓ *Material particulado con diámetro equivalente menor a 2,5 micrómetros (PM_{2,5}).*
 - ✓ *Plomo (Pb).*
 - ✓ *Partículas totales en suspensión (PTS).*

1.3 La supervisión ambiental relativa a la contaminación atmosférica en Santa Cruz de la Sierra

En la gestión 2015, se emitió el informe de auditoría de desempeño ambiental sobre la contaminación atmosférica en el área metropolitana de Santa Cruz¹⁰, incluyendo al Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz y a los Gobiernos Autónomos Municipales de Colpa Bélgica, Cotoca, El Torno, Fernández Alonso, General Agustín Saavedra, La Guardia, Mineros, Montero, Okinawa Uno, Pailón, Porongo, Santa Cruz de la

¹⁰ El informe de auditoría se identifica con el código K2/AP03/M14, fue emitido el 28/05/2015.

Sierra y Warnes. La auditoría se centró en el logro de cinco objetivos, tres de ellos referidos al control, mitigación y prevención de las emisiones vehiculares y dos relacionados con el control, mitigación y prevención de emisiones de fuentes fijas (ladrilleras e industrias). De las setenta y tres recomendaciones formuladas en ese informe de auditoría, cinco fueron dirigidas y aceptadas por el Órgano Ejecutivo del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra¹¹, las cuales se resumen a continuación.

- **Recomendación 1.** Programar operaciones para alcanzar la verificación de emisiones vehiculares de forma gradual a todo su parque automotor.
- **Recomendación 2.** Actualizar el «Reglamento Municipal para el Control y la Verificación de Emisiones de Gases de Vehículos Motorizados», respecto de los límites permisibles vigentes y sobre aspectos relacionados con el control de las emisiones de vehículos automotores
- **Recomendación 39.** Adoptar un mecanismo de verificación de la adecuación ambiental vehicular de los automotores saneados en el marco de la Ley N° 133.
- **Recomendación 60.** Implementar un programa de seguimiento y control ambiental a las industrias que generan contaminantes atmosféricos.
- **Recomendación 72.** Identificar e implementar zonas o áreas de uso de suelo industrial para las industrias que se encuentran localizadas en áreas no apropiadas.

En la gestión 2019, se desarrolló el seguimiento a las cinco recomendaciones antes mencionadas, emitiéndose el informe correspondiente¹². En el caso del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra los resultados expuestos en dicho informe evidenciaron que la entidad cumplió con la recomendación 39, ya que adoptó un mecanismo de verificación de la adecuación ambiental vehicular, debiendo trabajar para lograr concluir con ese proceso (5.565 vehículos saneados en el marco de la Ley N° 133, de los cuales 3.624 vehículos se adecuaron ambientalmente). En el informe de seguimiento, se indicó que no cumplieron la recomendación 2 debido a que promulgaron la Ley Autonómica Municipal GAMSCS N° 1207, de 02 de octubre de 2019, «Ley de Conservación y Control de la Calidad del Aire », sin embargo, su reglamento no había sido elaborado; de igual manera tampoco lograron cumplir la recomendación 60, en vista que no lograron realizar el control a todas las unidades industriales de acuerdo a los cronogramas elaborados para tal efecto.

De forma posterior a la emisión del informe de seguimiento, el 12 de octubre de 2020, se recibió un informe sobre las recomendaciones 2 y 60. Indicaron de la emisión del Decreto Municipal 39/2020 del 09 de octubre de 2020, aprobando el Reglamento de la Ley Autonómica Municipal 1207/2019 de Conservación y Control de la Calidad del Aire, por lo que lograron cumplir la recomendación 2. Respecto de la recomendación 60, el informe

¹¹ No aceptaron las recomendaciones 44 y 49, relativas a la localización, adecuación ambiental y seguimiento y control de las ladrilleras del municipio, aunque se comprometieron a implementar un plan para el control y vigilancia del impacto ambiental que generan las ladrilleras, el cual debe continuar para mitigar los efectos negativos ambientales, en especial al aire, de esas actividades. Información recibida oficialmente de la entidad, indica que el plan fue implementado.

¹² Informe de seguimiento a las recomendaciones del informe de auditoría ambiental K2/AP03/M14, de desempeño ambiental sobre la contaminación atmosférica en Santa Cruz, identificado con el código K2/AP03/M14/E1 (PS19/1), emitido el 31/12/2019.

complementó la información sobre el control de las emisiones a la atmósfera de las industrias, por lo que se consideró que cumplieron la misma.

Respecto de las recomendaciones 1 y 72, en el primer caso el informe de seguimiento reportó un avance significativo, aunque se indicó que la verificación de las emisiones vehiculares debe realizarse a todo el parque automotor, por lo que debían planificar un aumento significativo en las verificaciones para lograr lo indicado. En el caso de la recomendación 72, el avance no fue positivo, la entidad trabajó en la identificación de unidades industriales ubicadas fuera del área de uso de suelo industrial, pero no elaboró cronogramas de reubicación de las mismas; asimismo, realizó acciones para la aprobación de los planes de cierre y abandono de 17 industrias de la 39 identificadas; sin embargo, no trabajó en la búsqueda de nuevas áreas de uso de suelo industrial para el traslado. Luego de recibido el informe de seguimiento, la entidad se comprometió a cumplir con ambas recomendaciones hasta el 31 de diciembre de 2023.

Resumiendo lo expuesto, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra cuenta con la normativa para realizar las verificaciones de las emisiones de vehículos, debiendo avanzar con las mismas, como control orientado a la reducción de la contaminación que producen. Asimismo, la entidad debe continuar con la adecuación ambiental de los vehículos saneados con la Ley 133 hasta concluir con el proceso. Debe asimismo, continuar con el control de las emisiones a la atmósfera de las industrias y ubicar adecuadamente a las que se encuentran en lugares inadecuados. La auditoría ambiental y sus recomendaciones se han constituido en instrumentos para mejorar los aspectos antes mencionados; sin embargo, es también necesario considerar de una manera más amplia y completa la Gestión de Calidad del Aire, lo que específicamente ha constituido el objetivo de la supervisión, para coadyuvar a su implementación.

Ahora bien, el Instituto Nacional de Estadística (INE) a partir del censo de 2012, estimó una población de 1.831.434 habitantes para la gestión 2020¹³ en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, lo que significa que se debe trabajar en una mejor Gestión de Calidad del Aire, reduciendo la contaminación y por consiguiente mejorando la salud de la población mencionada.

2. ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN

A continuación, se presenta el marco normativo relativo a la Gestión de Calidad del Aire y las responsabilidades correspondientes del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra. También se exponen los aspectos específicos que fueron supervisados. Estos elementos configuran el alcance de la supervisión.

¹³ Instituto Nacional de Estadística, <https://www.ine.gob.bo/index.php/censos-y-proyecciones-de-poblacion-sociales/>

2.1 Marco normativo referido a la Gestión de Calidad del Aire

Constitución Política del Estado, febrero de 2009

El artículo 33 de la Constitución vigente señala que «Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente». Al respecto, el artículo 299, parágrafo II, señala como una de las competencias ejercidas de forma concurrente por el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas el «Preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y fauna silvestre manteniendo el equilibrio ecológico y el control de la contaminación ambiental». La Constitución reconoce al aire como un: «recurso natural estratégico y de interés público para el desarrollo del país», en su artículo 348, parágrafo I.

Ley N° 1333, Ley del Medio Ambiente de 27 de abril de 1992

Por su parte la Ley de Medio Ambiente N° 1333, en su artículo 10, determina que los ministerios, organismos e instituciones públicas de carácter nacional, departamental, municipal y local, relacionados con la problemática ambiental, deben adecuar sus estructuras de organización a fin de disponer de una instancia para los asuntos referidos al medio ambiente y en coordinación con la Secretaría del Medio Ambiente correspondiente deben apoyar la ejecución de programas y proyectos que tengan el propósito de preservar y conservar el medio ambiente y los recursos naturales.

Su artículo 17, establece que «es deber del Estado y la sociedad, garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades». Además, el artículo 18 reconoce «El control de la calidad ambiental como necesidad y utilidad pública e interés social. La Secretaría Nacional y las Secretarías Departamentales del Medio Ambiente promoverán y ejecutarán acciones para hacer cumplir con los objetivos del control de la calidad ambiental».

En este sentido, en la estructura del actual de gobierno, el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, las secretarías departamentales a cargo de la Gestión Ambiental y las direcciones encargadas de medio ambiente de los municipios, son las que deben promover y ejecutar acciones para poder cumplir con los objetivos de la calidad ambiental de acuerdo al artículo 19, relativo a «Preservar, conservar, mejorar y restaurar el medio ambiente y los recursos naturales a fin de elevar la calidad de vida de la población» así como «Prevenir, controlar, restringir y evitar actividades que conlleven efectos nocivos o peligrosos para la salud y/o deterioren el medio ambiente y los recursos naturales». Esos objetivos tienen una relación directa con las acciones a realizar para lograr un ambiente sano y agradable.

Ahora bien, en el capítulo III, referido al aire y la atmosfera, instituye en su artículo 40, que «es deber del estado y la sociedad mantener la atmosfera en condiciones tales que permita la vida y su desarrollo en forma óptima y saludable». Por lo tanto, delimita en su artículo 41 que «el estado a través de los organismos correspondientes normará y controlara la descarga en la atmósfera de cualquier sustancia en la forma de gases, vapores, humos y polvos que puedan causar daños a la salud, el medio ambiente, molestias a la comunidad a sus habitantes y efectos nocivos a la propiedad pública o privada».

Decreto Supremo N° 24176, Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica del 08 de diciembre de 1995

El reglamento revisado, instituye el marco institucional para la Gestión de la Calidad del Aire, definiendo las funciones, atribuciones y competencias de todos los niveles de gobierno, de las cuales se resaltan las correspondientes a los gobiernos municipales como el ejecutar acciones de prevención y control de la contaminación atmosférica en el marco de los lineamientos, políticas y normas nacionales; identificar las fuentes de contaminación atmosférica, informando al respecto a los prefectos (ahora gobernadores); controlar la Calidad del Aire y velar por el cumplimiento de las disposiciones legales sobre contaminación atmosférica; dar aviso al Prefecto (ahora Gobernador) y coordinar con Defensa Civil para la declaratoria de emergencia en casos de contingencia o deterioro de la calidad atmosférica¹⁴.

Por su parte, el Título III del Reglamento que refiere a la evaluación y control de la contaminación atmosférica, en su primer capítulo, establece normas para la administración de la Calidad del Aire. El artículo 13, indica que «El MDSMA, los Organismos Sectoriales Competentes, Prefectos y Gobiernos Municipales llevarán adelante, en el área de su jurisdicción y competencia, las acciones de prevención y control de la contaminación atmosférica a partir de: a) evaluaciones planificadas de la contaminación atmosférica existente en distintas regiones y ciudades del país, las cuales podrán ser clasificadas progresivamente de acuerdo con su grado de contaminación atmosférica, según metodología a establecer; b) estudios para determinar los efectos de la contaminación atmosférica sobre personas, ecosistemas y materiales. Asimismo, el artículo 14, respecto de los mismos actores, estableció que de manera conjunta deben diseñar e implementar un programa permanente de monitoreo de la Calidad del Aire, debiendo también desarrollarse un proceso normado para la aplicación de sistemas de monitoreo por parte de los Gobiernos Municipales, proceso en el cual deberá participar activamente el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

El artículo 15, determina que el actual Ministerio de Medio Ambiente y Agua debe establecer los mecanismos necesarios para realizar el monitoreo de la Calidad del Aire, pudiendo para tal efecto acudir a instituciones técnicas, organizaciones públicas, privadas y

¹⁴ Artículo 11, incisos a, b, c y d, del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.

otras, cuyos laboratorios puedan ser autorizados a realizar y/o convalidar las mediciones respectivas. Asimismo, el artículo 16, señala que la información y los datos obtenidos a través del monitoreo de la Calidad del Aire deben ser convalidados, analizados y actualizados constantemente con el fin de definir medidas y acciones orientadas a evaluar y controlar la contaminación atmosférica, así como, informar a la población sobre el estado de la Calidad del Aire en lo que respecta a los contaminantes indicados en anexo de ese Reglamento, pudiendo recurrir a empresas de servicio y a laboratorios públicos y privados que cumplan con requisitos, procedimientos y normas reconocidas, de esta manera el ministerio dará el seguimientos a las investigaciones sobre contaminación atmosférica que se realicen por entidades públicas y privadas con el fin de promover la adecuada Calidad del Aire.

El artículo 28 señala que a fin de facilitar el seguimiento del cumplimiento de los planes de adecuación previstos en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental, como también para verificar el desempeño tecnológico-ambiental de las fuentes fijas, éstas deberán presentar, anualmente un Inventario de Emisiones al Prefecto correspondiente, bajo las especificaciones que establezca el ahora Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Tal inventario deberá contener, elementos como: datos de la fuente, ubicación, descripción del proceso, materias primas, insumos y/o combustibles utilizados, emisiones de contaminantes atmosféricos, equipos para el control de los contaminantes atmosféricos (...).

El reglamento incluye un acápite que se refiere a la evaluación y control de la contaminación atmosférica en fuentes fijas, en el cual determina entre los aspectos básicos más relevantes que las emisiones de ese tipo de fuentes no deben exceder los límites permisibles de emisión que especifican las normas técnicas, por lo que las fuentes fijas en su instalación, funcionamiento, modificación, ampliación y/o traslado, deben cumplir con los requerimientos fijados, además de contar con instalaciones dotadas de los medios y sistemas de control. En caso de que la fuente fija se localice en zonas urbanas o suburbanas, colinde con áreas protegidas o cause un impacto negativo en la Calidad del Aire deben llevar a cabo por cuenta propia un monitoreo perimetral de sus emisiones por lo que los responsables deben llevar un registro de operación¹⁵.

En cuanto a la evaluación y control de la contaminación atmosféricas en fuentes móviles, el reglamento establece las directrices para los programas de verificación vehicular que debe cumplirse, la elaboración de disposiciones reglamentarias referidas a la importación de vehículos, velando por que estos cumplan con normas técnicas, además del control, vigilancia y mantenimiento de la calidad de los combustibles y la verificación del cumplimiento de las normas técnicas relacionadas con la Ley de Hidrocarburos¹⁶. Por otro lado, también se reglamenta la evaluación y control de ruidos y olores contaminantes, la evaluación y control de la contaminación atmosférica en interiores, y la planificación urbana industrial¹⁷.

¹⁵Artículos del 21 al 38 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.

¹⁶Artículos del 39 al 51 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.

¹⁷Artículos del 52 al 62 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.

Decreto Supremo N° 28139 del 17 de mayo de 2005, Modificaciones en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA)

En cuanto a la modificación de acciones, el artículo 2, establece el siguiente reemplazo en el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica:

- I. Se reemplazó el contenido del Anexo 5, “Límites Permisibles Iniciales Bases de Emisión para fuentes móviles de Reglamento en Material de contaminación Atmosférica aprobado mediante el D.S. 24176, por la Norma Boliviana NB 62002 del IBNORCA, anexada al presente Decreto Supremo

Ley N° 031, Marco de Autonomías y Descentralización de 19 de julio de 2010

El artículo 7, en su párrafo segundo, numeral 7, indica dentro de los fines de los gobiernos autónomos, el preservar, conservar, promover y garantizar, en lo que corresponda al medio ambiente y los ecosistemas, contribuyendo a la ocupación racional del territorio y al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en su jurisdicción.

El artículo 88, sobre Biodiversidad y Medio Ambiente, en el párrafo V, numerales 2 y 3, distribuye las competencias de manera concurrente para los Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales, teniendo como finalidad el proteger y contribuir a la protección del medio ambiente y fauna silvestre, manteniendo el equilibrio ecológico y el control de la contaminación ambiental en su jurisdicción.

Ley N° 071 de Derechos de la Madre Tierra, de 21 de diciembre de 2010

El artículo 7, establece siete derechos de la Madre Tierra, entre los cuales incluye los siguientes relacionados a la Calidad del Aire:

2. ***Al aire limpio:*** Es 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.
6. ***A la restauración:*** Es el derecho a la restauración oportuna y efectiva de los sistemas de vida afectados por las actividades humanas directa o indirectamente.
7. ***A vivir libre de contaminación,*** entendido como el «derecho a la preservación de la Madre Tierra de contaminación de cualquiera de sus componentes, así como de residuos tóxicos y radioactivos generados por las actividades humanas».

El artículo 8, señala las obligaciones del Estado Plurinacional, indicando que en todos sus niveles y ámbitos territoriales y a través de todas sus autoridades e instituciones, tiene obligaciones, incluyendo el desarrollar de políticas públicas y acciones sistemáticas de prevención, alerta temprana, protección, precaución, para evitar que las actividades humanas conduzcan a la extinción de poblaciones de seres, la alteración de los ciclos y

procesos que garantizan la vida o la destrucción de sistemas de vida, que incluyen los sistemas culturales que son parte de la Madre Tierra.

Ley N° 300, Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, de 15 de octubre de 2012

En el artículo 4, la Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien establece los principios que rigen dicha norma, entre los cuales se destacan los siguientes:

- 6. Garantía de Regeneración de la Madre Tierra.** *El Estado Plurinacional de Bolivia y cualquier persona individual, colectiva o comunitaria con derechos de propiedad, uso y aprovechamiento sobre los componentes de la Madre Tierra, está obligada a respetar las capacidades de regeneración de los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra.*
- 7. Responsabilidad Histórica.** *El Estado y la sociedad asumen la obligación de impulsar las acciones que garanticen la mitigación, reparación y restauración de los daños de magnitud a los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra.*
- 8. Prioridad de la Prevención.** *Ante la certeza de que toda actividad humana genera impactos sobre los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra, se deben asumir prioritariamente las medidas necesarias de prevención y protección que limiten o mitiguen dichos impactos.*

Además se destaca el artículo 5, que incluye la siguiente definición relacionada con aspectos concernientes a la gestión ambiental de Calidad del Aire:

- 8. Funciones ambientales.** *Es el resultado de las interacciones entre las especies de flora y fauna de los ecosistemas, de la dinámica propia de los mismos, del espacio o ambiente físico (o abiótico) y de la energía solar. Son ejemplos de las funciones ambientales los siguientes: el ciclo hidrológico, los ciclos de nutrientes, la retención de sedimentos, la polinización (provisión de polinizadores para reproducción de poblaciones de plantas y dispersión de semillas), **la filtración, purificación y desintoxicación (aire, agua y suelo)**, el control biológico (regulación de la dinámica de poblaciones, control de plagas y enfermedades), el reciclado de nutrientes (fijación de nitrógeno, fósforo, potasio), la formación de suelos (meteorización de rocas y acumula de materia orgánica), **la regulación de gases con efecto invernadero (reducción de emisiones de carbono, captación o fijación de carbono)**, la provisión de belleza escénica o paisajística (paisaje).*

El artículo 10, menciona dentro de las obligaciones del Estado Plurinacional el formular, implementar, realizar el monitoreo y evaluar las políticas, normas, estrategias, planes, programas y proyectos para el cumplimiento de los objetivos, metas e indicadores, del Vivir Bien, a través del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra. Así como avanzar en la eliminación gradual de la contaminación, estableciendo responsabilidades y sanciones a quienes atenten contra sus derechos y especialmente al aire limpio y a vivir libre de contaminación¹⁸.

En lo relativo a las bases y orientaciones del Vivir Bien a través del Desarrollo Integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra, respecto a la calidad del aire, en el artículo 29 incluye lo siguiente:

¹⁸Artículo 10, numerales 3 y 7 de la Ley N° 300, Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien.

1. *Implementar medidas de control, prevención y mitigación para garantizar el aire limpio.*
2. *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.*
3. *Regular, monitorear y fiscalizar los niveles de contaminación electromagnética.*
4. *Regular, monitorear y fiscalizar la contaminación que resulta de las actividades extractivas y de la industria.*
5. *Establecer políticas para la preservación, conservación, mejoramiento y restauración de la calidad ambiental urbana y rural.*

Ley N° 777 del Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE), de 21 de enero de 2016

Esta Ley, en su artículo 5, define la Planificación Territorial de Desarrollo Integral y la Planificación Estratégica Institucional como sigue:

3. ***Planificación Territorial de Desarrollo Integral.*** *Consolida la planificación del desarrollo con la organización territorial, articulando en el largo, mediano y corto plazo, el desarrollo humano e integral, la economía plural y el ordenamiento territorial en las estructuras organizativas del Estado, e incluye la programación de la inversión, el financiamiento y el presupuesto plurianual. Se realiza en concordancia con la planificación nacional y en articulación con la planificación sectorial.*
4. ***Planificación Estratégica Institucional.*** *Determina las acciones institucionales específicas para alcanzar las metas y resultados definidos en la planificación de mediano plazo.*

La planificación de largo plazo, con un horizonte de hasta veinticinco (25) años, según el artículo 13, de esta Ley, está constituida por el Plan General de Desarrollo Económico y Social para Vivir Bien (PGDES). La planificación de mediano plazo, con un horizonte de cinco (5) años, está conformada por el Plan de Desarrollo Económico y Social en el marco del Desarrollo Integral para Vivir Bien (PDES) y los Planes Territoriales de Desarrollo Integral para Vivir Bien (PTDI), entre otros¹⁹.

Los Planes Territoriales de Desarrollo Integral para Vivir Bien, según establece el artículo 17²⁰, constituyen la planificación territorial de desarrollo integral de mediano plazo de los gobiernos autónomos departamentales, gobiernos autónomos regionales y gobiernos autónomos municipales. Estos planes se elaborarán en concordancia con el Plan de Desarrollo Económico y Social (PDES) y en articulación con los Planes Sectoriales de Desarrollo Integral para Vivir Bien (PSDI).

Norma Bolivia NB 62011, Calidad del Aire – Contaminantes criterio exterior – Límites permisibles, noviembre 2008

¹⁹Artículo 13, párrafo II, Numerales 1 y 3, y párrafo III de la Ley No 777 del Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE)

²⁰Artículo 17, párrafos I y II, de la Ley N° 300, Ley No 777 del Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE)

La norma define en el punto 4.1, los contaminantes atmosféricos criterio, indicando que son una sustancia o materia la presente en el ambiente que tiene un efecto tóxico sobre la salud de las personas y para el cual existe información toxicológica de respaldo que permite establecer un límite de concentraciones en un tiempo de exposición. La emisión o presencia de esta sustancia o materia está asociada con la existencia de otros contaminantes emitidos al aire.

Asimismo establece en el punto 6.1, los contaminantes criterio de referencia: el Monóxido de carbono (CO), el Ozono (O₃), el Dióxido de nitrógeno (NO₂) y el Material particulado con diámetro equivalente a 10 micrómetros (PM₁₀). Asimismo, determina como contaminantes criterio complementarios al Dióxido de Azufre (SO₂), al Material particulado con diámetro equivalente menor a 2.5 micrómetros (PM_{2,5}), al Plomo (Pb) y a las Partículas Totales en Suspensión (PTS). Establece los límites permisibles de estos contaminantes, los cuales estarían sujetos a revisión periódica de acuerdo a la información generada por las instancias correspondientes.

Norma Boliviana NB 62018, Calidad del Aire – Índice de la contaminación atmosférica, noviembre 2008.

La norma en su punto 4.1, define al índice de la contaminación atmosférica (ICA) como un valor adimensional calculado a partir de la información de la concentración de los contaminantes y de los límites permisibles especificados en la NB 62011. 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.

Para la comunicación, el punto 6.3, de riesgos indica que se asignará un color para el contaminante atmosférico criterio de mayor magnitud y un calificativo comprensible, como un mecanismo que facilite a la población el comprender el estado de la contaminación atmosférica, los calificativos serán de buena, regular, malo o muy malo. Asimismo, deben incorporar información sencilla de los riesgos para la salud. Por otra parte, indica que la información del ICA debe ser ágil y oportuna, de tal forma que permita adoptar medidas precautorias. Para cumplir con lo anterior deben utilizarse los medios y la tecnología disponible.

Resolución Administrativa VMABCCGDF N° 013/17, Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, del 15 de diciembre de 2017.

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través del Viceministro de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, emitió el Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire, aprobado por la Resolución Administrativa VMABCCGDF N° 013/17 de 15 de diciembre de 2017, estableciendo que los Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales en el marco de sus competencias deberán considerar las normas técnicas

aprobadas para la prevención y control de la contaminación atmosférica. En el manual en cuestión, se incluyen los siguientes aspectos relevantes a la gestión de Calidad del Aire:

Gestión de la Calidad del Aire²¹. Fundamentalmente se trata de controlar las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes que provoquen daños a la salud de la población y medio ambiente, por lo que básicamente es un conjunto de estrategias que se realizan en un área determinada para medir, controlar y reducir los contaminantes emitidos a la atmósfera a fin de precautelar la salud de la población. Para evaluar la Calidad del Aire es importante considerar las herramientas fundamentales, que prácticamente es el monitoreo a través de metodologías especializadas con base científica que permita realizar un diagnóstico básico para el desarrollo de políticas públicas efectivas.

El monitorear la Calidad del Aire²² está constituido por un conjunto de metodologías que permiten tomar muestras de aire, analizarlas y procesarlas de manera permanente con el fin de obtener información sobre las concentraciones de los contaminantes atmosféricos, este monitoreo debe ser realizado por los Gobiernos Municipales.

Ahora bien, una Red de Monitoreo de Calidad del Aire (Red MoniCA), es un conjunto de sitios representativos de una ciudad/región, en los cuales se instalan equipos de medición de calidad de aire y se utilizan parámetros de comparación estándar que permiten seguir la evolución de la Calidad del Aire y así determinar zonas de alta, y baja contaminación. Los tipos de redes pueden ser municipales o departamentales. En el caso que un Gobierno Municipal con una población menor a los 50.000 habitantes quiera realizar el monitoreo de la Calidad del Aire en su jurisdicción o tenga un problema específico de contaminación atmosférica deberá coordinar en primera instancia con la Red MoniCA de su departamento o contratar a un laboratorio, institución o empresa que brinde este tipo servicio. En cualquier caso deberá cumplir las disposiciones, lineamientos descritos en el manual reseñado. Para esto, el municipio debe asignar los recursos necesarios en su POA anual y establecer un convenio o contrato entre los actores involucrados. La definición del objetivo de la red MoniCA²³ para establecer el programa o proyecto de implementación puede variar de acuerdo al estudio que se quiera hacer. Ahora bien, los objetos pueden en el tiempo modificarse, añadirse, y/o actualizarse previa evaluación de los resultados alcanzados con los objetivos ya establecidos, pero a partir de ellos definirá las características, equipos y recursos.

En cuanto al diseño técnico de una red MoniCA²⁴, el manual establece que su creación debe cumplir con criterios y etapas técnicas que se observan en los diagramas de flujo 1 y 2, del anexo 1 del manual, en el primero se inician las actividades con la búsqueda de información para la definición de los criterios de diseño y el análisis para la implementación de la red. El segundo flujograma constituye a una segunda etapa, incluye el proceso del monitoreo en función al tipo de metodología seleccionada el cual se inicia con una fase de prueba, una posterior evaluación y finalmente el inicio del monitoreo permanente, durante el cual se genera la información y los reportes para el análisis y la ejecución de acciones.

Para el diseño de redes MoniCA, considera escalas espaciales de un sitio en una Red de Monitoreo como se muestra en la tabla 1, del manual. Ahora bien, los sitios o estaciones de monitoreo deben ser localizados donde el aire muestreado sea representativo del área de estudio. Por ello, las seis escalas espaciales típicas las asocia con los objetivos de monitoreo como se muestra en la tabla 2 del mencionado manual.

La definición de los contaminantes atmosféricos es de acuerdo a la presencia que tienen en la atmósfera, su concentración y el tiempo de permanencia. Son críticos al momento de evaluar el potencial daño y se

²¹Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 9-12.

²² Monitoreo de la Calidad del Aire: vigilar la evolución de los contaminantes del aire en un periodo de tiempo determinado para conocer el estado del aire que respiramos.

²³Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 15-16.

²⁴Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 17-47.

clasifican en: *primarios o precursores* los cuales se emiten directamente desde de fuentes antropogénicas o naturales y *secundarios* cuando el tiempo de residencia de estos contaminantes primarios en el aire es suficiente para producirse reacciones químicas que los transforman. Los más importantes según el manual son los llamados “contaminantes criterio” entre ellos están el Ozono troposférico (O₃), Material particulado (PM₁₀, PM_{2,5}), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NO_x), Dióxido de azufre (SO₂) y Plomo (Pb).

Para seleccionar el tipo y método de muestreo se debe considerar el objetivo de la Red de Monitoreo. Se pueden usar muestreos continuos o variables y su definición está en función de la disponibilidad de recursos económicos y humanos capacitados. Es importante considerar también programas de calibración y mantenimiento de los equipos para asegurar una operación sostenible. Para efectos prácticos el manual indica los principales parámetros técnicos a considerarse como la *especificidad, selectividad, sensibilidad exactitud, precisión, facilidad de verificación, calibración y ajuste del instrumento, disponibilidad de patrones de verificación, calibración y ajuste, volumen de gas patrón necesario para la determinación de la cantidad, tiempo de respuesta del equipo*:

Los parámetros operacionales a tomarse en cuenta son: disponibilidad de sensores, resolución espacial, mantenimiento, porcentaje de intervalo de tiempo fuera de operación, equipamiento adicional necesario, mano de obra especializada para operación y mantenimiento. Estos parámetros se evalúan en función a los tipos de muestreo y métodos de monitoreo de Calidad del Aire, pueden ser muestreo pasivo, activo y automático.

Sitios y/o estaciones de monitoreo²⁵. Una vez definida el área de estudio o municipio a evaluar, se deben determinar la ubicación y el número de los sitios y/o estaciones de monitoreo. Cabe aclarar que en el manual se denomina “sitios de monitoreo” a los lugares donde se miden contaminantes con metodologías manuales (activos y pasivos) y las “estaciones de monitoreo” se refieren al conjunto de analizadores automáticos que están instalados en un ambiente exclusivo. Para su distribución y ubicación es necesario conocer la ubicación de las actividades que potencialmente generan contaminantes atmosféricos, definir las zonas de estudio y cuántos sitios y/o estaciones de monitoreo deben instalarse. Para esto se utiliza métodos como la medición simplificada, simulación, muestreo a juicio o muestreo probabilístico.

Organización de la red MoniCA²⁶. Como se mencionó anteriormente, para operar una Red de Monitoreo de Calidad del Aire es preciso contar con recursos humanos debidamente calificados. El personal debe regirse bajo una estructura formal y organizada. Esta estructura incluye tanto coordinadores como técnicos. Según sea el modelo de gestión en la cual trabaja la red, con una o dos instituciones, es importante destacar que debe existir sólo un coordinador técnico que represente a la red. El mismo que deberá sistematizar la información generada, realizar su interpretación, proponer acciones de mejora en la red y organizar al equipo. Por otro lado el asesor académico, si está presente brindara su asesoramiento en la interpretación de la información generada por la red y puede capacitar y motivar para la realización de investigaciones relacionadas con el tema de la Calidad del Aire.

Finalmente, cabe aclarar que las funciones de cada miembro de esta estructura deberán se definidas por el equipo técnico para una buena operación, cumpliendo y/o mejorando al Sistema de Calidad de la Red MoniCA, en un manual de funciones que sea explícito. Es importante para asegurarla sostenibilidad y continuidad del monitoreo, que el coordinador técnico y los responsables de la Red MoniCA cuenten con un ítem y sean asignados los recursos necesarios en el POA anual correspondiente.

²⁵ Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 48-65.

²⁶ Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 70-73.

Operaciones y funcionamiento de la red MoniCA Bolivia²⁷. Los procedimientos de cada tipo de muestreo deberán estar escritos en un sistema de calidad de la Red Mónica Bolivia. El mismo que será estructurado según el modelo presentado que se basa en los manuales, procedimientos, instructivos que la Red de Monitoreo de Calidad del Aire debe emplear en sus operaciones, los mismos que deben estar acordes a la normativa actual vigente.

Ahora para el *almacenamiento de datos*, toda la información generada, (hojas de campo y laboratorio, resultados obtenidos de los análisis de laboratorio y de gabinete), deben ser almacenados física y digitalmente. Por normativa la información generada en la Red MoniCA se expresa en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)²⁸.

Elaboración de informe de Calidad del Aire²⁹. Toda la información generada por la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire debe ser interpretada, analizada y posteriormente plasmada en informes técnicos. Los datos generados y registrados deben ser analizados y evaluados frente a los límites permisibles, las condiciones de operación y los valores guías establecidos por la legislación boliviana vigente, y por la Norma Boliviana NB 62011 “Contaminantes Criterio exterior - Límites máximos permisibles”.

Capacitación y reuniones de técnicos³⁰. Para una óptima operación técnica de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire se debe prever programas de capacitación intensa en la etapa inicial y programas de actualización y mejora en las siguientes etapas del proceso de monitoreo continuo. Estas capacitaciones pueden ser gestionadas y financiadas por la Red MoniCA municipal o departamental o promovidas por el Programa Nacional de Calidad del Aire . Los técnicos deben aprender los procedimientos, instructivos, registros, cálculos y otros para la operación en cada método de monitoreo. El manual también propone una nómina de temas de capacitación como: Gestión de la Calidad del Aire , Diseño de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire , Operación y Mantenimiento de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire (teórico y práctico) (General y luego por tipo de muestreo), Aseguramiento y Control de Calidad, Actualizaciones (investigaciones).

Gestión, aseguramiento y control de la calidad de los datos de monitoreo³¹. La gestión de calidad es el conjunto de actividades a través de las cuales se determina e implementa una política de control y aseguramiento de la calidad de la red y sus procesos, que incluye objetivos de calidad, determinación e interacción de estos procesos, determinación de los criterios y métodos para el control eficiente de los mismos, asignación de recursos y compromiso de mejora continua y debe ser responsabilidad de todo el personal de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire y estar incluida dentro del Sistema de Calidad.

Para el aseguramiento de la calidad³² son indispensables el Manual de Calidad, el Manual de Organización y el Manual de Procedimientos. Siendo este manual parte del Sistema de Calidad existente en la Red MoniCA Bolivia. En el caso de Control de Calidad³³ incluye las actividades relacionadas directamente a las mediciones, su operación, su calibración, verificación, revisión, manejo de datos, entrenamientos y auditorías técnicas.

²⁷Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 73-77.

²⁸Unidad estandarizada a nivel internacional.

²⁹Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 77.

³⁰Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 78-79.

³¹Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 77-85.

³² Conjunto de actividades sistemáticas planeadas que lleva a cabo una organización, con el objeto de brindar la confianza apropiada para que un producto o servicio cumpla con los requisitos de calidad especificados (Decanini, 1997).

³³ Conjunto de métodos y actividades de carácter operativo que se utilizan para satisfacer el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos (Decanini, 1997).

La calibración³⁴ brinda validez a la medición, cuando se usan los equipos de manera permanente, la exactitud y la precisión de la medición varían gradualmente a causa del desgaste de sus partes o por otras interferencias, por lo que es necesario realizar esta calibración para corregir posibles errores o desviaciones en el proceso de medición y obtener resultados confiables. Ahora bien, cada equipo debe calibrarse según las condiciones de operación y los instructivos del Sistema de Calidad. Las calibraciones multipunto, junto con las calibraciones zero- span, para los analizadores automáticos, se usan en la evaluación del desempeño de los analizadores y durante el proceso de verificación de los datos. Para ello el manual indica aplicar estas acciones a intervalo máximos de tres meses y cuando las variaciones del span sean mayores al 10%.

La *Evaluación de la Calidad*³⁵ se aplica a través de auditorías externas e internas, comparaciones de laboratorios, las mismas que permiten conocer el estado de operación de una Red de Monitoreo, para comprobar su correcto funcionamiento o aplicar medidas correctivas, permitiendo que los datos generados sean comparables y se utilicen con un buen nivel de confianza dentro de los programas de Gestión de la Calidad del Aire. Se consideran tres tipos de auditorías, los cuales se nombra *auditoría técnica del sistema, auditoría de datos y auditoría del desempeño de componentes del sistema*.

Inversión para la implementación y operación de una Red de Monitoreo de Calidad del Aire³⁶. La inversión en capital de trabajo (ICT), asegura el funcionamiento normal del monitoreo durante el ciclo de operación. Para ello, se considera gastos de los reactivos y material complementario de los activos fijos.

El Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, cita dos normas técnicas bolivianas, las cuales se mencionan a continuación³⁷.

Resolución Administrativa VMABCCGDF N° 013/17, Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia del 15 de diciembre de 2017

Proceso de planeación de un inventario de emisiones³⁸. Para el proceso de planeación de un inventario es necesario un punto de partida, según el manual es la definición del propósito u objetivo del mismo, complementado por un alcance en el que se definan las principales características del mismo. Una vez establecido el propósito y alcance del inventario se puede proceder a la planificación de los demás elementos.

Contaminantes a considerar en un inventario de emisiones³⁹. En general el propósito es contar con información sobre los contaminantes primarios criterio que definen la Calidad del Aire, por ello será necesario incluir en el inventario de emisiones aquellos contaminantes criterio que representan un mayor riesgo para la población, tales como material particulado (PM₁₀ y PM_{2,5}), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x),

³⁴ Es la comparación de un estándar de medición, o de un equipo, con un estándar o un equipo de mayor exactitud, para detectar y cuantificar imprecisiones y reportarlas y eliminarlas mediante un ajuste” (INE, 2010).

³⁵ “Un conjunto de actividades de carácter externo que dan la certeza de que el funcionamiento del aseguramiento y control de calidad sea satisfactorio” (CARB, 2005).

³⁶ Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, Pág. 86-91

³⁷ El Decreto Supremo N° 23489, 29 de abril de 1993, creó el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad IBNORCA, que tiene a su cargo las actividades de normalización técnica, certificación de calidad, acreditamiento de laboratorios de ensayos industriales e información tecnológica.

³⁸ Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia, Pág. 5-7.

³⁹ Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia, Pág. 7-8.

monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos totales (HCT), adicionalmente se podrían considerar metales pesados como plomo y mercurio, según la relevancia de las fuentes. Si es relevante el analizar precursores de algún contaminante secundario como el Ozono (O₃), también se puede incluir en el inventario aquellos contaminantes que son precursores de la formación del mismo como: Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NOx) y otros. Para algunas fuentes particulares, sobre todo fuentes puntuales, puede incluirse en el inventario algunos contaminantes específicos que se sabe son generados por esta fuente y se los toma en cuenta por ser particularmente tóxicos y representar un serio riesgo para la salud.

Si dentro de los objetivos del inventario está el analizar las emisiones de gases de efecto invernadero, pueden incluirse en el inventario los principales Gases a Efecto Invernadero (GEI) como: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y otros que se considere necesarios como los clorofluorocarbonos (CFCs).

Una vez que se define la lista de contaminantes a incluir en el inventario, es necesario definir, sin ambigüedad los mismos, estableciendo su denominación formal e incluso identificando su número CAS (Chemical Abstract Service Registry Number), que es una identificación numérica única para compuestos orgánicos e inorgánicos, metales.

Categorías de fuentes de emisiones de contaminantes⁴⁰. Para fines de inventariación las fuentes de emisión de contaminantes se clasifican en los siguientes tipos, las tres primeras están asociadas a actividades antropogénicas:

1. Fuentes móviles: que incluye todo tipo de vehículos motorizados.
2. Fuentes fijas o puntuales: incluye toda fuente de emisión que es posible ubicar espacialmente.
3. Fuentes de área: son fuentes de emisión que se sabe que existen, pero no es posible ubicar espacialmente un punto específico de emisión y son emisiones pequeñas y dispersas.
4. Fuentes naturales: aquellas fuentes de emisión que no están asociadas a actividades antropogénicas.

En los inventarios se pueden incluir todas las fuentes de emisión o solamente algunas, dependiendo de los objetivos. En general se trata por separado las fuentes naturales de las fuentes antropogénicas, las cuales son principales en ambientes urbanos.

Características de un inventario de emisiones⁴¹. Según la Radian International LLC un inventario de emisiones posee diez características, las cuales son:

1. Tipos de contaminantes: se realiza inventarios dependiendo el tipo de contaminante que quiera ser estudiado, frecuentemente se realiza para los contaminantes criterios.
2. Tipos de fuentes: se pueden realizar inventarios para los diversos tipos de fuentes de emisión.
3. Año base: es el año para el cual se estiman las emisiones y se termina la posición del inventario en el tiempo.

⁴⁰Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia, Pág. 8-9.

⁴¹Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia, Pág. 9-10.

4. Características relacionadas con el tiempo: se divide en dos, periodo de tiempo (lapso representado por el inventario) y variabilidad temporal (describe la variabilidad de las emisiones en el tiempo).
5. Características espaciales: se divide en dos, el dominio del inventario (área de estudio) y la resolución espacial (definición de la localización geográfica de las fuentes de contaminación).
6. Resolución de especies: se refiere a la división de un contaminante en el inventario, ya sea por sus componentes químicos individuales o en grupos específicos. Es un propósito del inventario y se realiza mediante perfiles de especiación.
7. Aseguramiento de la calidad: es un elemento indispensable para el inventario debido a que su enfoque es variable y depende del propósito específico del inventario.
8. Manejo de datos: se realiza de manera electrónica, se debe analizar si el manejo de datos se realiza en una hoja de cálculo o en una base de datos.
9. Proyecciones: predicen un inventario para un año base, hacia adelante o hacia atrás en el tiempo; el uso de la proyección determina principalmente el propósito del inventario.
10. Estimación de la incertidumbre: se puede estimar cuantitativa o cualitativamente, generalmente se realiza de manera cualitativa, se centran en metodologías de los datos de actividad, datos relacionados con las emisiones, en las suposiciones subyacentes o en otros componentes del desarrollo de inventarios.

Etapas técnicas para la realización de un inventario de emisiones⁴². Las etapas técnicas para realizar un inventario de emisiones son:

1. Definir características necesarias del inventario de emisiones (tipos de contaminantes, tipos de fuentes y año base).
2. Determinar las fuentes de datos para el inventario y seleccionar las técnicas y métodos de estimación de las emisiones, la disponibilidad de datos determinará qué método de estimación son factibles.
3. Recopilación de datos relacionados con las emisiones y datos de actividad, estos datos incluyen factores de emisión, datos de muestreo de la fuente y parámetros de los modelos de factores de emisión.
4. Calcular las estimaciones de emisiones con los datos recopilados.
5. Aplicar la modelación necesaria, la modelación puede incluir la distribución espacial y temporal, la resolución de las especies y las proyecciones de las emisiones.
6. Aseguramiento de la calidad, el control de la calidad debe hacerse a lo largo de todo el proceso de elaboración del inventario de emisiones.
7. Evaluar la racionalidad y la incertidumbre de los resultados de los inventarios de emisiones, el inventario realizado debe ser examinado, evaluado y comparado con las expectativas de experiencias previas y con los inventarios similares que se hayan hecho con anterioridad para otras regiones geográficas.

Métodos de estimación de emisiones⁴³. Existen diferentes métodos para la estimación o mediciones de las emisiones de las diferentes fuentes de emisión de contaminantes. Cada una presenta ventajas y desventajas en cuanto a la exactitud, costos, dificultad de realización e instrumentación que se requiere. En general mientras más precisión se busca más caro será el método y más compleja su ejecución, por ello, es necesario evaluar la metodología a aplicar a cada tipo de fuente de emisión, en función a los objetivos del inventario de emisiones, el nivel de exactitud que se requiere y los recursos económicos disponibles para la inventariación. Entre los métodos que describe el manual se tiene:

⁴²Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia, Pág. 10-11.

⁴³Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia, Pág. 12-19.

muestreo en la fuente, modelos de estimación de emisiones de contaminantes, estimación de emisiones basadas en factores de emisión, estimación de emisiones sobre la base de balance de masas, estimación de emisiones por extrapolación, recolección de información mediante encuestas.

Evaluación de la calidad de la información⁴⁴. El manual determina como fuentes informativas estratégicas y la información que se debe tener para el desarrollo del inventario. La escasez de datos es una gran limitante para la estimación de la incertidumbre de los inventarios de emisiones, por lo que recomienda el uso de métodos de calificación semicuantitativos tales como el Datta Attribute Rating System (DARS). Como se muestra a continuación el método se basa en una calificación alfabética y colorimétrica de los factores de emisión y las tasas de actividad. Esta evaluación, presentada en la tabla siguiente sirve principalmente para priorizar a futuro aquellas fuentes con emisiones importantes y con niveles altos de incertidumbre.

Tabla 1
Matriz de clasificación de estimación de emisiones

Actividad	Factor de Emisión				
	A	B	C	D	E
A	A	A	B	C	C
B	A	B	B	C	D
C	B	B	C	C	D
D	C	C	C	D	D
E	C	D	D	D	E

Fuente: CORPAIRE, 2008

Donde las categorías son:

- Categoría A** calidad muy alta. El detalle de la información es suficiente para este y futuros inventarios.
- Categoría B** calidad alta. El detalle de la información es bueno, pero se podrían tomar acciones para disminuir la incertidumbre.
- Categoría C** calidad media. La estimación es medianamente fiable y se podría mejorar, en función del nivel de las emisiones del sector calificado y su peso en relación al valor total del inventario de emisiones. Se requiere información de mayor detalle cuando los recursos estén disponibles.
- Categoría D** calidad baja. Deben tomarse acciones o incorporarlas dentro del siguiente Plan Anual, para reducir la incertidumbre de éste y de los futuros inventarios. La estimación es poco fiable y se podría mejorar, en función del nivel de las emisiones del sector calificado y su peso en relación al total del inventario de emisiones.
- Categoría E** calidad muy baja. Deben tomarse acciones o incorporarlas dentro del siguiente Plan Anual, para reducir las incertidumbres de éste y de los futuros inventarios. La estimación es medianamente muy poco fiable y se recomienda mejorarla, en función del nivel de las emisiones del sector calificado y su peso en relación al total del inventario de emisiones. La estimación no ha sido corroborada con mediciones.

⁴⁴Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia, Pág. 19-20.

Los criterios para la clasificación de los factores de emisión son similares a los recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, (EPA, por sus siglas en inglés Environmental Protection Agency), para la evaluación semicuantitativa de la incertidumbre: desde excelente, para los factores desarrollados a partir de datos de calidad A, recogidos de un número de fuentes suficiente para minimizar la variabilidad; hasta E, pobre, para factores desarrollados con datos clasificados como C o D y donde hay razones para sospechar que no representan una muestra aleatoria. Por su parte, la clasificación de los datos se basa en el origen de los mismos, así: datos de actividad medidos con exactitud y precisión y verificados de manera complementaria con otra información, reciben una clasificación de A; y, datos de actividad extrapolados de alguna actividad medida o correspondiente a otro país o región.

Ahora, el manual para la elaboración de inventarios de emisiones delimita sobre las emisiones de fuentes puntuales, que estos casos pueden estimarse a diferentes niveles (niveles de planta, nivel de proceso, nivel de emisiones puntuales). La información requerida para las fuentes puntuales se la recolecta por lo general mediante entrevistas específicas diseñadas con este propósito y a partir de información que las industrias presentan a las autoridades ambientales como: licencias ambientales, manifiestos ambientales, y otros. A partir de esta información se puede recopilar información sobre cantidad de producción, consumo de combustibles, consumo de energía eléctrica, generación de residuos sólidos y líquidos y otros.

El éxito de un inventario de emisiones depende de una buena planificación, por ello es de suma importancia dedicarle el tiempo y esfuerzo necesario a elaborar una buena planificación del inventario. En la etapa previa a la elaboración del inventario de emisiones es necesario definir el alcance espacial del objeto de estudio, es decir tenemos que tener claro en qué área geográfica se realiza el inventario. Los inventarios pueden tener un alcance espacial muy variado, desde un alcance regional o local, hasta un alcance planetario. Los elementos básicos de un buen plan de inventariación son los siguientes: (Objetivo o propósito del inventario, tipos y fuentes de emisión a incluir, resolución temporal del inventario, resolución espacial del inventario, contaminantes a incluir, métodos de estimación de emisiones: codificación de las fuentes de emisión, elaboración del informe final.

Las emisiones de las fuentes puntuales se dividen principalmente en dos partes: la emisión por la combustión de combustible para la generación de calor o energía y la emisión por los procesos de elaboración del producto de una industria. Los dos tipos de emisión pueden tener un equipo de control, lo cual disminuye las emisiones totales del contaminante controlado.

Existen varios factores tales como la variabilidad en los procesos, equipo y materias primas utilizadas en la región donde se realiza el inventario de emisiones que pueden producir variaciones en las emisiones. Por otro lado, algunos procesos están despreciados sin quererlo. En el área de estudio no se ha podido considerar mucho estos procesos por la falta

de datos detallados, pero se debería mejorar donde es posible en los inventarios de los años siguientes. La siguiente sección da una breve introducción a factores que deberían considerarse en el futuro.

Los inventarios de fuentes de área comprenden aquellas fuentes que son numerosas y dispersas, por ello la inventariación en estos casos presenta dificultades particulares. En este tipo de fuentes se debe recurrir a metodologías asociadas a las características de los procesos que generan las emisiones. Por ello se pueden establecer subcategorías en las fuentes de áreas para poder aplicar metodologías de inventariación a cada subcategoría. Algunas subcategorías que se pueden considerar en estos casos son, por ejemplo:

- *Procesos de combustión: uso de combustibles en actividades domésticas, motores estacionarios, hornos comerciales, parrillas, restaurantes y otros.*
- *Emisiones evaporativas y gaseosas: uso de solventes, pinturas, hidrocarburos, plantas de tratamiento, rellenos sanitarios, etc.*
- *Emisiones mecánicas: Construcción de edificios, resuspensión de polvo, actividades Agrícolas, etc.*
- *Procesos biológicos: actividades pecuarias, plantas de tratamiento y otros.*

Se define a las fuentes de área como aquellas fuentes dispersas que emiten pequeñas cantidades de contaminantes, pero, al ser muy numerosas sus emisiones son significativas y tienen que ser consideradas en el inventario de emisiones de una región, sobre todo en el ámbito urbano. Ejemplos típicos de fuentes de área son: COV por el uso de solventes, gases de combustión por el uso de combustibles en la cocción de alimentos, HCV por las operaciones de carga en estaciones de servicio, rellenos sanitarios. Plantas de tratamiento, recubrimientos de superficies, panaderías, restaurantes, y otros servicios de restauración, sistemas de incineración descentralizada, uso de asfalto para las calles.

En algunos casos puede existir alguna ambigüedad en la categorización de una fuente como fuente de área o como fuente fija. En la práctica podemos decir que las fuentes fijas que son demasiado numerosas y se las puede analizar como fuentes de área. Esto es una aproximación que facilita el análisis de las fuentes, lo que aumenta la incertidumbre en el resultado obtenido, pero, en muchos casos, es la única opción para la estimación de las emisiones. Las fuentes de área se caracterizan por emitir contaminantes relacionados a: pérdidas evaporativas por transporte y distribución de solventes, pérdidas por evaporación de solventes en diferentes productos domésticos y comerciales.

Los contaminantes atmosféricos a considerar dentro del inventario de fuentes de área son: dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), partículas (PM), hidrocarburos (HC) y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Si se tiene alguna fuente de área con algún contaminante específico de importancia, hay que incluirlo en el inventario de emisiones. Si se desea inventariar las emisiones de GEI se incluirán: CO₂, CH₄ y N₂O.

Respecto a los inventarios de emisiones de fuentes móviles, son las más complejas al momento de hacer las estimaciones, generalmente se hace necesario subdividir estas fuentes en función de la característica de cada tipo de vehículo. Se puede diferenciar, por ejemplo: vehículos de transporte terrestre, trenes, botes y barcos, terminales de buses, aeropuertos, etc. En cada subcategoría se puede aplicar una metodología específica de estimación de emisiones. La complejidad de los modelos de estimación de emisiones de las fuentes móviles exige en general la aplicación de herramientas informáticas para el manejo de la información de entrada y de los cálculos que se requieren realizar, esto se explicará con más detalle más adelante.

En las emisiones de los vehículos es necesario diferenciar las emisiones por el mecanismo de emisión que las genera. Las emisiones de cada mecanismo de emisión son estimadas por una metodología específica. En general se consideran los siguientes tipos de emisión en los vehículos.

Resolución Administrativa VMABCCGDF N° 041/18, Norma Técnica sobre Planes de Contingencia para estados de alerta por contaminación del aire, del 28 de noviembre de 2018

El objeto de la norma técnica es definir la estructura y contenido básico del “Plan de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire” a aplicar en el Estado Plurinacional de Bolivia.

Planes de Contingencia de Calidad del Aire⁴⁵. De acuerdo al manual, los planes se deben realizar a efectos de activar, en forma inmediata, un conjunto de medidas predeterminadas de corta duración destinadas a prevenir el riesgo a la salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire durante episodios de contaminación aguda. Los mismos podrán, en determinados casos, establecer medidas eficaces para controlar el riesgo de superación de los valores límite o los umbrales de alerta. Asimismo, podrán incluir medidas relativas al tráfico de vehículos de motor, a obras de construcción, al funcionamiento de instalaciones industriales o el uso de productos y a la calefacción doméstica. En el marco de esos planes, también podrán preverse acciones específicas destinadas a proteger a los sectores vulnerables de la población.

Umbrales de información y alerta⁴⁶:

(1) *Umbral de prevención*: Se propone aplicar los actuales límites de Calidad del Aire establecidos en el Decreto Supremo N° 24176 como Umbrales de Prevención ya que son valores para los que, según la OMS, una exposición de breve duración ya supone un riesgo para la salud de los sectores especialmente vulnerables de la población y que requiere el suministro de información inmediata y apropiada. Estos umbrales de prevención son los

⁴⁵Norma Técnica Planes de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire. Pág. 8.

⁴⁶Norma Técnica Planes de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire. Pág. 10-17.

más bajos posibles para mantener la coherencia con los límites actuales de inmisión, ya que solo se declara el estado de Prevención si se superan o se prevé que se superen los límites de Calidad del Aire.

- **PM₁₀**: El límite de Calidad del Aire es de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 h, mientras que el “valor límite permisible” aplicado por para el cálculo del ICA según la Norma Boliviana NB 62018:2008 es de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24h, por lo que se descarta aplicar el ICA de riesgo moderado para el PM₁₀, ya que resultaría incoherente con el actual límite de Calidad del Aire.

Respecto al umbral de Prevención propuesto, la guía de Calidad del Aire de la OMS señala que “cabe suponer que una concentración de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM₁₀ dará lugar a un incremento aproximado de la mortalidad diaria del 5%, efecto que sería motivo de gran preocupación y para el cual se recomendarían medidas correctoras inmediatas”. El valor propuesto es el más restrictivo de los umbrales equivalentes aplicados en los países andinos analizados, y menos restrictivo que los umbrales empleados por las regiones europeas que han definido umbrales para PM₁₀.

- **NO₂**: Para el NO₂ se proponen umbrales asociados a 1 hora y a 24 horas para mantener la coherencia con los límites de Calidad del Aire y con el Índice de Calidad del Aire (ICA). El Umbral de prevención propuesto para 24 horas es coherente con la metodología del ICA y corresponde a un riesgo Moderado (Afecta al grupo sensible).

El Umbral de prevención propuesto para 1 hora coincide con el umbral de prevención aplicado en Colombia, y es el doble del valor guía recomendado por la OMS como límite de Calidad del Aire . Según se indica en la guía de Calidad del Aire de la OMS, en varios estudios experimentales de toxicología humana de corta duración se han notificado efectos agudos en la salud tras la exposición a concentraciones de más de 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO durante una hora. Aunque el nivel más bajo de exposición al NO que ha mostrado un efecto directo en la función pulmonar de los asmáticos en más de un laboratorio es de 560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, los estudios realizados sobre la capacidad de respuesta bronquial en los asmáticos parecen indicar que aumenta con niveles superiores a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- **Ozono**: Para el Ozono se proponen umbrales a asociados a 1 hora y a 8 horas para mantener la coherencia con los límites de Calidad del Aire y con el Índice de Calidad del Aire (ICA). El Umbral de prevención propuesto para 8 horas es coherente con la metodología del ICA y correspondería a un riesgo Moderado (Afecta al grupo sensible), y a su vez coincide con el valor guía de la OMS para 8 horas. El umbral de prevención propuesto para una hora es superior a los 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ considerado umbral de información en la Directiva europea, e inferior a los umbrales equivalentes de los países andinos analizados.

(2) *Umbral de alerta*: Para definir el umbral de Alerta se ha aplicado como criterio general el empleado en la Norma Boliviana NB 62018:2008, de manera que el riesgo de “alerta sanitaria” corresponde a niveles de concentración superiores al 151% del valor límite permisible del contaminante.

- **PM₁₀**: Para mantener la coherencia con la normativa en vigor, para el cálculo del umbral de alerta se ha empleado como “valor límite permisible” los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la normativa en vez de los 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que considera la Norma Boliviana NB 62018:2008. De esta manera se obtiene un umbral de Alerta de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que es menor que los umbrales equivalentes de los países andinos analizados. Este valor se superó en 2015 en estaciones de Trinidad, Quillacollo, Sacaba, Potosí, Santa Cruz y Tarija. Al igual que en el umbral de prevención, se propone declarar el estado de alerta cuando se produzcan superaciones del límite en al menos dos días consecutivos en dos o más estaciones.

- **NO₂**: Siguiendo el criterio general, el valor propuesto para 1h y para 24 h corresponden al 150% del valor límite permisible del contaminante. En 2014 y 2015 ninguna de las estaciones con medidor en continuo, superó el umbral de alerta propuesto, y los datos obtenidos por muestreo pasivo apuntan a posibles superaciones de los umbrales propuestos en el año 2014 en la estación de Tarija.10
- **Ozono**: Siguiendo el criterio general, el valor propuesto para 1h y para 8 h corresponden al 150% del valor límite permisible del contaminante. En el 2015, ninguna de las estaciones con medidor en continuo superó el umbral de alerta propuesto. Los datos obtenidos por muestreo pasivo apuntan a posibles superaciones de los umbrales propuestos en las estaciones de Tarija en 2014.

(3) *Umbral de emergencia*: Para definir el umbral de Emergencia se ha aplicado como criterio general el empleado en la Norma Boliviana NB 62018:2008, de manera que el riesgo “Muy Alto (población completamente afectada) corresponde a niveles de concentración superiores al 300% del valor límite permisible del contaminante.

- **PM₁₀**: En el año 2014 se superó el umbral de alerta propuesto en Quillacollo en una ocasión, y en Santa Cruz en 3 ocasiones. En 2015 se superó en Potosí en una ocasión, en Tarija en una ocasión y en Santa Cruz en 3 ocasiones.
- **NO₂**: En 2014 y 2015 ninguna de las estaciones con medidor en continuo superó el umbral de alerta propuesto, y los datos obtenidos por muestreo pasivo apuntan a posibles superaciones de los umbrales propuestos en el año 2014 en la estación de Tarija.10
- **Ozono**: En 2014 y 2015 ninguna de las estaciones con medidor en continuo superó el umbral de emergencia propuesto, y los datos obtenidos por muestreo pasivo tampoco revelan superaciones de estos umbrales.

Cuando se supere el umbral de prevención, alerta o emergencia los Gobiernos Municipales adoptarán todas las medidas necesarias para informar al público por radio, televisión, prensa o Internet. Además velarán por que se ponga periódicamente a disposición del público información oportuna sobre las superaciones registradas o previstas de los umbrales de prevención, alerta o emergencia.

Adicionalmente se propone que en el caso de que en el área de acción se deba declarar estados de alerta, el sistema debe suministrar información sobre los niveles de Calidad del Aire en tiempo real. En los sitios donde el programa de vigilancia cuenta con un programa de pronóstico de la Calidad del Aire, el sistema de información debería suministrar diariamente al público una predicción de la Calidad del Aire para las siguientes 24 horas.

Para levantar la declaratoria de los estados de prevención, alerta y emergencia y las medidas para la atención de estos episodios, la concentración del contaminante o contaminantes que originaron la declaratoria se deberá cumplir con los límites máximos permisibles en el aire establecidos en la normativa en vigor durante al menos las últimas 24 horas.

Ley Autónoma Municipal GAMSCS N° 1184/2019, Ley Especial de prohibición y sanción contra acciones de quema y prevención de incendios forestales, de fecha 29 de agosto de 2019.

Establece en su artículo 1, “la prevención, prohibición y sanción de las prácticas de quema de pastizales, basura, chaqueos y/o desechos sólidos, barbechos, maleza, restos de poda y cualquier otro material combustible y/o tóxico que provoque incendios forestales o de otra naturaleza en el municipio de Santa Cruz de la Sierra”. Y su artículo 2 parágrafo I: Son fines de la presente Ley: 1. Proteger y conservar la Calidad del Aire , la salud de la población y el medio ambiente, evitando el incremento de la contaminación atmosférica generada por las actividades de quemas e incendios.

Ley Autónoma Municipal GAMSCS N° 1207/2019 Ley de Conservación y Control de la Calidad del Aire, de fecha 02 de octubre de 2019.

Dentro de las atribuciones que tiene el Gobierno Municipal emite la norma de Conservación y Control de la Calidad del Aire, que en su artículo 1 determina: “Establecer las condiciones y obligaciones específicas respecto de las emisiones de gases y partículas provenientes de las fuentes emisoras, para conservar la Calidad del Aire a través de la regulación, control y monitoreo de las mismas, dentro de la jurisdicción municipal de Santa Cruz de la Sierra”. Para lo cual establece los fines en su artículo 2, de la siguiente manera:

1. *Conservar la Calidad del Aire, en el marco de las políticas municipales, conforme a las competencias establecidas en la Constitución Política del Estado y en la normativa ambiental vigente aplicable en materia de contaminación atmosférica.*
2. *Implementar mecanismos de información que permitan a la ciudadanía conocer la Calidad del Aire en la Jurisdicción municipal de Santa Cruz de la Sierra.*
3. *Ejecutar acciones de concienciación a la población sobre la importancia de conservar la calidad atmosférica en la jurisdicción territorial de Santa Cruz de la Sierra*
4. *Fortalecer los planes, programas, proyectos y acciones de prevención y control de emisiones de las fuentes generadoras de contaminantes atmosféricos.*

Asimismo, establece aspectos importantes que se establece en el artículo 7, sobre “La Institucionalización del Programa Municipal Aire Limpio”, que establecerá los mecanismos de información y control de las emisiones contaminantes a través del uso de tecnologías de producción más limpia y actividades enmarcadas en la Gestión Integral de la Calidad del Aire; promoverá la difusión y educación ciudadana, con la finalidad de generar una conciencia colectiva en la población, orientado a la prevención de la contaminación atmosférica para la conservación de la Calidad del Aire”, el artículo 8, que determina “Ampliar y garantizar el funcionamiento permanente de la Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire (REMMCA), con el equipamiento tecnológico óptimo, la cual se constituye en un instrumento preventivo y de alerta para detectar variaciones en las concentraciones de los contaminantes atmosféricos, respecto de los límites permisibles establecidos en la norma ambiental y en la reglamentación específica”.

Y por último, el título III artículos 10 y 11, de la Ley Municipal, que establecen el control , monitoreo y medidas ambientales en fuentes emisoras (fuentes fijas y fuentes móviles), a través de acciones de control, requerimiento de medidas de adecuación y si corresponde la sanción conforme a disposiciones que se establecen en la reglamentación específica, por

ejemplo la implementación del Sistema de Control de Emisiones de Gases Vehiculares, considerando que el mayor aporte de emisiones a la atmósfera provienen del parque automotor.

Reglamento a la Ley Autonómica Municipal GAMSCS N° 1207, de Conservación y Control de la Calidad del Aire, aprobado por el Decreto Municipal N° 39/2020 de 09 de octubre de 2020.

Que en su artículo 2 define “El objeto del presente Reglamento, es establecer las normas de aplicación de la Ley Autonómica Municipal GAMSCS N° 1207 de Conservación y Control de la Calidad de Aire, promulgada el 02 de octubre de 2019, en cumplimiento a su Disposición Transitoria Primera”, de igual forma, los procedimientos técnicos que se deberán realizar para el fortalecimiento y la aplicación gradual del Control Municipal de Emisiones Vehiculares (modalidades, frecuencia, requisitos, equipos, etc.), considerando que el mayor aporte de emisiones a la atmósfera provienen del parque automotor, además de realizar el Control Ambiental a las Fuentes Fijas, Red Municipal de Monitoreo de Calidad del Aire , aplicación del régimen sancionatorio y procedimiento administrativo correspondiente.

En su Capítulo II, artículo 45, indica que la Red de Monitoreo de Calidad del Aire , delimita que la Secretaría Municipal de Administración y Finanzas en coordinación con la Secretaría Municipal de Planificación asignarán a la Dirección General de Medio Ambiente los recursos económicos suficientes destinados al fortalecimiento técnico de la Red Municipal de Monitoreo de Calidad de Aire – REMMCA, tanto en términos de adquisición, mantenimiento y renovación de equipos de monitoreo, como en la asignación de recursos logísticos y humanos; (...). Que el artículo 46, que indica como parámetros de monitoreo: partículas menores a diez micras (PM₁₀), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (N₂O) y monóxido de carbono (CO).que adicionalmente y en base a los Informes Anuales de Calidad del Aire , se determinará la necesidad de incluir otros parámetros y la adición de nuevos puntos o sitios de monitoreo para ampliar la cobertura de medición.

En este sentido el artículo 47, designa a la Dirección General de Medio Ambiente coordinará con las Secretarías Municipales correspondientes la instalación de los equipos de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en predios del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, siendo la repartición municipal donde se hallen instalados, corresponsable de la custodia de dichos equipos. En cuanto a los episodios de alerta sobre el deterioro de la Calidad del Aire el artículo 49 establece que, si durante el funcionamiento de la Red Municipal de Monitoreo de Calidad de Aire – REMMCA, se identifica una variación en la concentración de contaminantes atmosféricos, que transformados a los valores del Índice de Calidad del Aire (ICA) igualen o excedan el rango de la categoría “Malo”, la Dirección General de Medio Ambiente a través de los mecanismos de información, alertará e informará a la población sobre las medidas de protección y restricción que deben adoptarse, mientras la Calidad del Aire presente valores de alerta.

Por último el artículo 50, determina que la Dirección General de Medio Ambiente remitirá a la Máxima Autoridad Ejecutiva hasta el 31 de marzo de cada gestión un Informe Anual de la Calidad del Aire de la jurisdicción municipal de Santa Cruz de la Sierra, informando sobre los monitoreos realizados a través de la Red Municipal de Monitoreo de Calidad de Aire – REMMCA.

2.2 Responsabilidades del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra en la gestión de Calidad del Aire y los aspectos específicos que fueron supervisados

De acuerdo a la normativa citada y revisada en el capítulo anterior, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra tiene como responsabilidad el gestionar el monitoreo de la Calidad del Aire. En base de la información y los datos obtenidos a través del monitoreo, debe informar a la población sobre el estado de la Calidad del Aire y también debe definir medidas y acciones orientadas a evaluar y controlar la contaminación atmosférica.

Para el monitoreo debe emplear el proceso normado, establecido por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Al respecto, de acuerdo al “Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia”, la Gestión de la Calidad del Aire es un conjunto de acciones estratégicas que se realizan en un área determinada para medir, controlar y reducir los contaminantes emitidos a la atmósfera a fin de precautelar la salud de la población.

En este entendido, para evaluar la Calidad del Aire es importante considerar que una de las herramientas fundamentales es el monitoreo, a través de metodologías especializadas con bases científica que permitan realizar un diagnóstico básico para el desarrollo de políticas públicas efectivas y la evaluación de los daños en la salud a través de los estudios correspondientes que permitan valorar la salud de la población en general pero con mayor énfasis con las personas con mayor vulnerabilidad a la contaminación del aire.

Al respecto, se deben elaborar planes que permitan la reducción de la contaminación del aire, el establecimiento de metas máximas de contaminación, políticas de educación y un marco normativo que defina los lineamientos básicos. Idealmente se deben involucrar las siguientes tareas: plan de gestión de la Calidad del Aire, monitoreo de la Calidad del Aire, desarrollo de inventarios de emisiones, modelación y simulación de la Calidad del Aire, identificación de medidas para mejorar la Calidad del Aire, educación ciudadana, revisión técnica vehicular, mejora de la movilidad urbana y combustibles limpios.

Cabe destacar que la base de los elementos antes señalados, son el monitoreo de la Calidad del Aire y el inventario de emisiones, los cuales permitirán desarrollar los otros elementos. Lo mencionado, que es la base de la gestión de Calidad del Aire, debe conducir a prevenir

la contaminación atmosférica y también a controlar la misma, debiendo destacarse que el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica indica que el control consiste en la aplicación de medidas o estrategias para la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera.

La gestión de Calidad del Aire debe ser parte de la planificación conforme la Ley N° 777 del Sistema de Planificación Integral del Estado, con participación y en coordinación con los actores sociales, para orientar la asignación óptima y organizada de los recursos financieros y no financieros, para el logro de las metas, resultados y acciones que se definan, buscando como antes se indicó, prevenir y reducir la contaminación del aire, para mejorar la salud de la población del municipio. En la mencionada planificación deben incluirse los planes de contingencia para estados de alerta por contaminación del aire.

Conforme lo indicado, se supervisaron los siguientes temas específicos que forman parte de la gestión de Calidad del Aire que debe ser implementada en el municipio de Santa Cruz de la Sierra⁴⁷:

- 1) La gestión operativa de la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire.**
- 2) La implementación de los inventarios de emisiones.**
- 3) La difusión de los datos obtenidos por la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire a través del Índice de Calidad del Aire (ICA).**
- 4) La planificación de acciones que aseguren la implementación de la gestión de la Calidad del Aire.**

3. RESULTADOS DE LA SUPERVISIÓN

La realización de la supervisión se informó oficialmente a la máxima autoridad ejecutiva del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz⁴⁸, solicitando información sobre los cuatro temas supervisados.

La evaluación de la información remitida oficialmente por la entidad, permitió obtener los siguientes resultados, expuestos por cada uno de los aspectos supervisados.

⁴⁷ La supervisión se ejecutó conforme el procedimiento PI-AU-032, para la «Supervisión de la gestión ambiental» aprobado mediante Resolución N.° CGE/159/2013 del 20 de diciembre de 2013 y el procedimiento PI/SL-103 para el ejercicio de la supervisión, aprobado mediante Resolución N° CGE/002/2019 del 03 de enero de 2019, que regula y describe las actividades y responsables en el ejercicio de la supervisión.

⁴⁸ Mediante nota CGE/SCAT/GAA-113/2021, recibida el 01 de marzo de 2021 y nota CGE/SCAT/GAA-113/2021, recibida el 14 de abril de 2021.

3.1 Resultados de supervisión sobre la gestión operativa de la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire

Para evaluar la gestión operativa de la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire (Red MoniCA) en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, se solicitó información⁴⁹ a la entidad supervisada de acuerdo al Manual Técnico Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, que constituye una norma técnica aprobada para la prevención y control de la contaminación atmosférica. De acuerdo al manual, la Red MoniCA comprende un conjunto de sitios representativos de un área, en los cuales se instalan equipos para la medición de la Calidad del Aire. Para ello se utilizan medidas y parámetros estandarizados⁵⁰.

Sobre lo antecedido, la entidad comunicó⁵¹ que el monitoreo de la Calidad del Aire inició sus operaciones en la gestión 2004, producto de un convenio suscrito entre el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra (GAMSCS), la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA) y la Fundación Swisscontact, contando con la implementación de 11 sitios (entre pasivos y activos), de monitoreo de contaminantes atmosféricos, como ser dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono troposférico (O₃) y material particulado menor a 10 micras (PM₁₀). Para la gestión 2006, el GAMSCS implementó una estación de monitoreo automático con el objeto de medir en tiempo real los contaminantes atmosféricos de PM₁₀, NO₂, O₃ y CO, y su administración fue a través de la Secretaría Municipal de Medio Ambiente. Entre las gestiones 2015 y 2016, adquirieron cinco equipos para medir en tiempo real concentraciones de CO, O₃ y NO₂ y, en vista que la universidad no tenía el presupuesto necesario para mantener la red, el Gobierno Municipal se hizo cargo incluyendo en su POA los recursos necesarios para el mantenimiento de la misma.

Durante la ejecución de la supervisión, en la gestión 2021, la entidad informó⁵² que contaba con 7 estaciones y/o sitios de monitoreo automáticos. El último equipo fue instalado en la gestión 2021, que a la fecha de reporte se encontraba en etapa de prueba y calibración. Adicionalmente, señalaron que contaban con dos equipos móviles para la medición de PM₁₀, los cuales sirven de apoyo constante para la medición de este parámetro y que se encuentran instalados de manera cuasi permanente, uno en el Centro de educación ambiental Municipal (THR – CE) y el otro ubicado en el Parque Industrial (THR-PI). Con los datos proporcionados por la entidad supervisada, se realizó el gráfico 1, en la cual se muestra la disposición de los nueve sitios y/o estaciones de monitoreo en la zona urbana del municipio, además, las fotografías muestran la zona de ubicación.

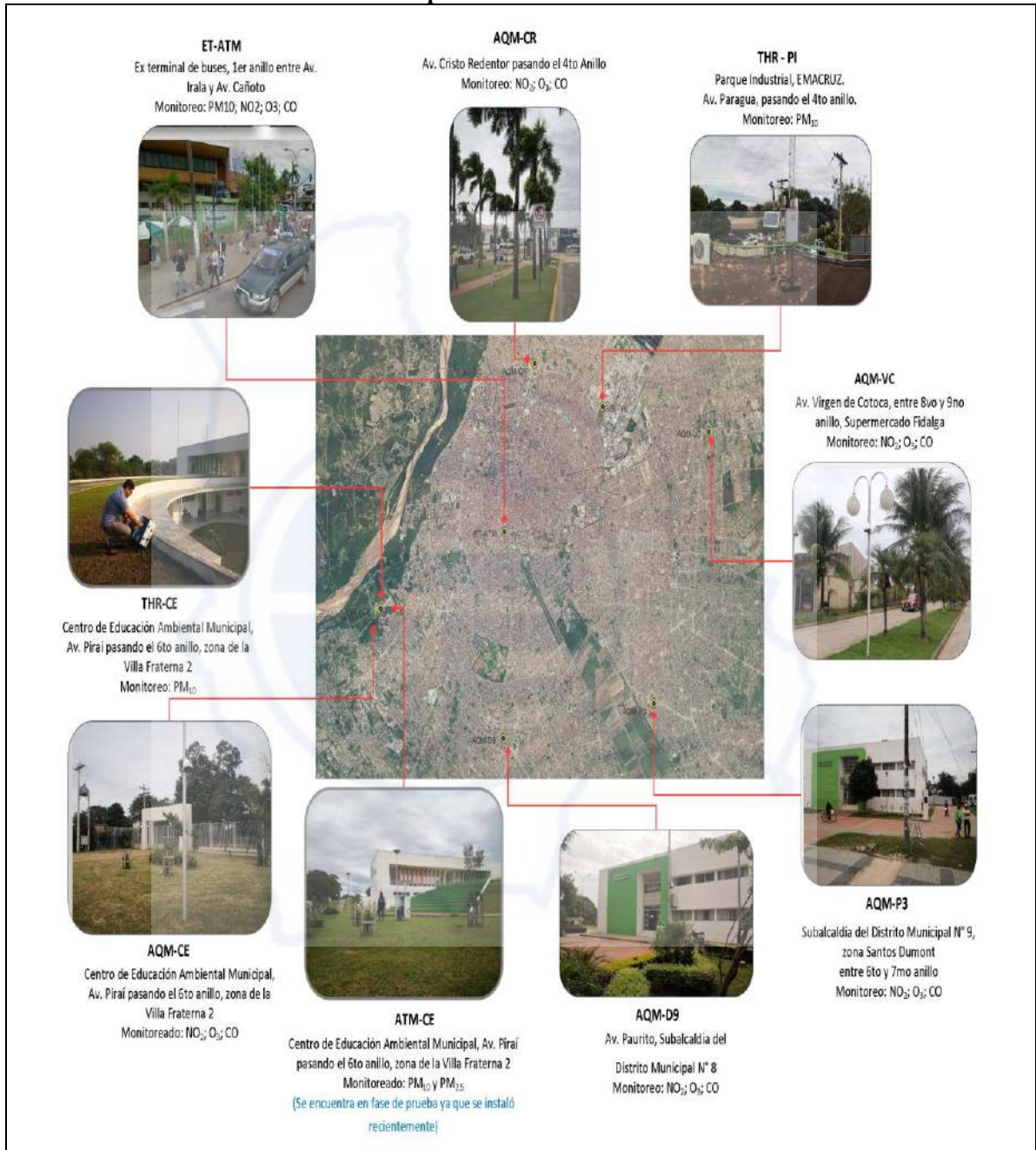
⁴⁹ <http://snia.mmaya.gob.bo/web/modulos/PNGCA/>

⁵⁰ Acápites 5 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁵¹ Mediante DGMAC.I. N°043/2021, adjunto a la nota Dirección General Municipal OF. N° 781/2021 recibida el 29 de abril de 2021.

⁵² Mediante DGMAC.I. N°087/2021, adjunto a la nota DIRECCIÓN GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021 recibida el 24 de junio de 2021.

Gráfico 1
Distribución de estaciones y/o sitios de la Red MoniCA
en el municipio de Santa Cruz de la Sierra



Fuente: Gráfico elaborado en base de los datos proporcionados por la entidad supervisada.

En la siguiente tabla se muestran los códigos de identificación de los sitios y/o estaciones de monitoreo, la ubicación y las coordenadas geográficas de distribución espacial en el municipio de Santa Cruz de la Sierra.

Tabla 2
Estaciones y/o sitios de la Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire

N°	Sitio o estación de monitoreo	Código	Coordenadas geográficas (UTM)
1	Ex terminal de buses	ET-ATM	X:480206 Y: 8032713
2	Av. Cristo Redentor	AQM-CR	X: 481438 Y: 8037664
3	Av. Virgen de Cotoca	AQM-VC	X: 488977 Y:8035769
4	Av. Paurito,	AQM-P3	X: 486711 Y:8027771
5	Subalcaldía del Distrito Municipal N° 9	AQM-D9	X: 480253 Y: 8026672
6	Centro de Educación Ambiental Municipal,	AQM-CE	X: 474918 Y: 8030396
7	Centro de Educación Ambiental Municipal	THR – CE*	X: 474862 Y: 8030367
8	Parque Industrial	THR – PI*	X: 484395 Y: 8036435
9	Centro de Educación Ambiental Municipal	ATM-CE	X: 474918 Y: 8030396

* Equipos móviles de apoyo para la medida de PM₁₀.

Fuente: Tabla elaborada en base de los datos proporcionados por la entidad supervisada.

De acuerdo con el Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia, correspondía establecer el programa o proyecto de implementación de la red, en el cual se debe definir los objetivos de la red⁵³. Al respecto, de acuerdo a lo consultado a la entidad⁵⁴, esta informó de los siguientes seis objetivos de la Red de Monitoreo⁵⁵:

1. Determinar el nivel de línea base de la contaminación atmosférica.
2. Determinar las concentraciones más altas y representativas en áreas de alta densidad poblacional y alto flujo vehicular dentro del área de estudio.
3. Determinar el grado de contaminación atmosférica para evaluarlo frente a las normas legales vigentes.
4. Proporcionar información acerca de los riesgos de la contaminación del aire y sus posibles fuentes de emisión.
5. Informar al público acerca de la Calidad del Aire.
6. Establecer bases científicas para definir políticas de control y reducción de la contaminación atmosférica.

Los objetivos que tomó en cuenta fueron seis de los ocho indicados en el Manual, el cual señala la importancia de que las autoridades analicen y determinen cuáles serán los objetivos que tiene la Red MoniCA de Santa Cruz de la Sierra, porque a partir de ellos se definen las características, equipos, recursos, etc. que requiere la red para el cumplimiento, cabe recalcar que la definición de los objetivos puede ser dinámica, es decir que pueden en el tiempo modificarse, añadirse, y/o actualizarse previa evaluación de los resultados

⁵³ Acápites 5 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁵⁴ Punto 5, de la nota CGE/SCAT/GAA-163/2021, recibida el 14 de abril del 2021.

⁵⁵ Mediante informe DGMAC.I. N°043/2021, adjunto a la nota DIRECCIÓN GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021 recibida el 24 de junio de 2021.

alcanzados con los objetivos previamente establecidos. No obstante, la información remitida por la Dirección de General de Medio Ambiente a cargo de la Red MoniCA, no presentó ningún tipo de documento que oficialice lo reportado, por lo cual los objetivos de la red no fueron establecidos formalmente.

En cuanto a los criterios de diseño para la instalación de una red, al iniciar un programa o proyecto para la creación de una Red de Monitoreo de Calidad del Aire, es necesario contar con información de base que ayude a concretar los objetivos perseguidos. Por ejemplo: bibliografía técnica, estudios preliminares de Calidad del Aire, datos meteorológicos, datos epidemiológicos, características topográficas y socioeconómicas, entre los más importantes, según la disponibilidad y el acceso que exista a esta información⁵⁶.

Al respecto, la entidad informó que para realizar la implementación de los sitios de monitoreo automático en la ciudad, consideraron 3 aspectos que se mencionan en el manual, los cuales son⁵⁷:

- *Actividades en el área de estudio, en el cual hicieron recorridos por las diferentes zonas aledañas a cada punto de monitoreo para poder verificar la existencia de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos o la influencia del parque automotor como principal aspecto aportante a los niveles de contaminación de la zona, de forma que se obtenga un muestreo representativo u homogéneo.*
- *Datos meteorológicos el cual consideraron fundamental para la implementación de una estación de una estación y/o sitio de monitoreo de la Calidad del Aire, son las condiciones meteorológicas de la zona de estudio. Por ello de acuerdo a la información meteorológica consideraron como factor importante los vientos predominantes en la ciudad, los cuales se originan desde el Noreste hacia el Suroeste, además de la velocidad que genera una dispersión significativamente rápida de los contaminantes atmosféricos.*
- *Información topográfica, dado que el municipio presenta una topografía llana, que permite la dispersión significativa de los contaminantes atmosféricos, ya que no se puede generar una inestabilidad atmosférica debido a este factor*

De acuerdo con el Manual, la entidad debía considerar los criterios técnicos citados en el mismo para todos los sitios y estaciones de monitoreo, incluyendo otros aspectos que no mencionaron como estudios preliminares de evaluación de la Calidad del Aire, epidemiología y exposición de la población y el inventario de emisiones, los cuales mejorarían la Red de Monitoreo de Calidad del Aire.

Respecto a las escalas para el diseño de redes de monitoreo, el Manual menciona que la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, (EPA, por sus siglas en inglés Environmental Protection Agency) proporciona una orientación del concepto de la representatividad de escalas espaciales, definiendo seis escalas como se muestra en la siguiente tabla⁵⁸.

⁵⁶ Acápite 6.1 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁵⁷ Punto 6, de la nota CGE/SCAT/GAA-163/2021, recibida el 14 de abril del 2021.

⁵⁸ Acápite 6.2 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

Tabla 3
Definición de escalas para una Red de Monitoreo de Calidad del Aire

CATEGORÍA DE LA ESCALA	DEFINICIÓN
Microescala	Define las concentraciones en volúmenes de aire asociados con dimensiones de área desde algunos metros hasta 100 metros.
Escala media	Define concentraciones típicas de áreas que pueden comprender dimensiones desde 100 metros hasta 0,5 kilómetros.
Escala local	Define concentraciones en un área con uso de suelo relativamente uniforme, cuyas dimensiones abarcan de 0,5 a 4 kilómetros.
Escala urbana	Define todas las condiciones de una ciudad con dimensiones en un rango de 4 a 50 kilómetros.
Escala regional	Define generalmente un área rural de geografía razonablemente homogénea y se extiende desde decenas hasta cientos de kilómetros.
Escala nacional o global	Las mediciones que corresponden a esta escala representan concentraciones características de la nación o del mundo como un todo.

Fuente: EPA, 1998, tomado del capítulo 6.2 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

En respuesta a consulta realizada⁵⁹, la entidad supervisada comunicó⁶⁰ que la escala de la Red MoniCA está clasificada como “Urbana”, en vista que define las condiciones de una ciudad, considerando que es la escala apropiada para el municipio de Santa Cruz de la Sierra. Asimismo, la medición de altas concentraciones de contaminantes en el aire de ciudades no industrializadas generalmente está asociada a una alta densidad poblacional que implica una mayor actividad económica y por ende mayor movimiento y flujo vehicular.

En cuanto a los contaminantes atmosféricos⁶¹, la presencia de estos en la atmósfera en concentraciones y tiempo suficiente constituyen episodios críticos de contaminación que pueden producir efectos en la salud de la población. Estos pueden clasificarse en dos grandes grupos: los primarios o precursores que se emiten directamente desde fuentes antropogénicas o naturales, cuando el tiempo de residencia de estos contaminantes en el aire es suficiente pueden producirse reacciones químicas que los transforman, dando lugar al segundo grupo de contaminantes, denominados contaminantes secundarios. En la mayor parte de los países del mundo se monitorean los llamados “contaminantes criterio”, los cuales son: Ozono troposférico (O₃); Material particulado (PM₁₀, PM_{2,5}); Monóxido de carbono (CO); Óxidos de nitrógeno (NO_x); Dióxido de azufre (SO₂) y Plomo (Pb). Además, la EPA, citada en el Manual, propone una lista de contaminantes a medir según la escala espacial definida. Para el caso de la escala urbana definida por la entidad, se deben medir los siguientes contaminantes: SO₂, O₃, NO₂, Pb, PM₁₀ y PM_{2,5}, asimismo, de acuerdo a la experiencia adquirida en la Red MoniCA, el manual no recomienda efectuar mediciones o evaluaciones de concentración de plomo (Pb), ya que no existen fuentes

⁵⁹ Punto 7, de la nota CGE/SCAT/GAA-163/2021, recibida el 14 de abril del 2021.

⁶⁰ Mediante informe DGMA C.I. N°043/2021 de la Dirección General de Medio Ambiente, adjunto a la nota DIRECCIÓN GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021 recibida el 24 de junio de 2021.

⁶¹ Partículas totales en suspensión.

importantes de emisión de este contaminante al haberse eliminado el tetraetilo de plomo como aditivo de la gasolina⁶². Ahora bien, la NB 62011, establece como contaminantes criterio de referencia al CO, NO₂, O₃, PM₁₀, del numeral de 6.1 y en el numeral 6.2 establece al PM_{2,5}, SO₂, Pb, PTS, como contaminantes criterio complementarios.

Sobre el tema se consultó a la entidad⁶³, la cual respondió⁶⁴ que monitoreaban los contaminantes criterio de referencia de acuerdo a la NB 62011⁶⁵. Indicaron que un estudio realizado en la gestión 2014, respecto a un monitoreo piloto de Dióxido de Azufre (SO₂) con el apoyo de Swisscontact, obtuvo un registro de valores menores a los 4µg/m³ en varios puntos de la ciudad, por lo que determinaron que no existía la necesidad de realizar el monitoreo de este parámetro. Es importante tomar en cuenta que el Dióxido de Azufre, es el principal causante de la lluvia ácida ya que en la atmósfera es transformada en ácido sulfúrico y liberado en muchos procesos de combustión (no informaron si los datos obtenidos en el estudio hubieran sido actualizados).

En la siguiente tabla se puede apreciar las estaciones y/o sitios de monitoreo y los parámetros que miden cada uno de estos.

Tabla 4
Estaciones de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire ,
Parámetros de monitoreo

N°	Estación, sitio y/o punto de monitoreo automático	Código	Parámetros monitoreados	Tipo de muestreo
1	Ex terminal de buses, 1er anillo entre Av. Irala y Av. Cañoto	ET-ATM	PM ₁₀ , CO, NO ₂ y O ₃	Automático
2	Av. Cristo Redentor pasando el 4to Anillo	AQM-CR	CO, NO ₂ y O ₃	Automático (Sensores)
3	Av. Virgen de Cotoca, entre 8vo y 9no anillo, Supermercado Fidalga	AQM-VC	CO, NO ₂ y O ₃	Automático (Sensores)
4	Av. Paurito, Subalcaldía del Distrito Municipal N° 8	AQM-P3	CO, NO ₂ y O ₃	Automático (Sensores)
5	Subalcaldía del Distrito Municipal N° 9, zona Santos Dumont entre 6to y 7mo anillo	AQM-D9	CO, NO ₂ y O ₃	Automático (Sensores)
6	Centro de Educación Ambiental Municipal, Av. Piraí pasando el 6to anillo, zona de la Villa Fraterna 2	AQM-CE	CO, NO ₂ y O ₃	Automático (Sensores)
7	Centro de Educación Ambiental Municipal, Av. Piraí pasando el 6to anillo, zona de la Villa Fraterna 2	THR – CE	PM ₁₀	Equipo Portátil (Automático)

⁶² Acápite 6.3 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁶³ Punto 8, de la nota CGE/SCAT/GAA-163/2021, recibida el 14 de abril del 2021.

⁶⁴ Mediante informe DGMAC.I. N°043/2021 de la Dirección General de Medio Ambiente, adjunto a la nota DIRECCIÓN GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021 recibida el 24 de junio de 2021.

⁶⁵ Punto 6.1 establecimiento de contaminantes criterio de referencia, NB 62011, noviembre 2008.

N°	Estación, sitio y/o punto de monitoreo automático	Código	Parámetros monitoreados	Tipo de muestreo
8	Parque Industrial, Av. Paragua, pasando el 4to anillo, atrás de la Universidad Privada de Santa Cruz, zona del Parque Industrial, instalaciones de la Empresa Municipal de Aseo Urbano de Santa Cruz (EMACRUZ)	THR - PI	PM ₁₀	Equipo Portátil
9	Centro de Educación Ambiental Municipal, Av. Piraí pasando el 6to anillo, zona de la Villa Fraternal 2	ATM-CE	PM ₁₀ y PM _{2,5}	Estación Compacta

Tabla elaborada en base de los datos proporcionados por la entidad supervisada.

Ahora bien, para seleccionar el tipo y método de muestreo el manual indica que se debe considerar el objetivo de monitoreo dado que existe una serie de parámetros técnicos y operacionales que deben ser considerados para evaluar la factibilidad y rendimiento de una técnica analítica o de un equipo de medición, los cuales se mencionan a continuación para analizadores automáticos⁶⁶: selectividad, especificidad, sensibilidad, exactitud, precisión, facilidad de verificación, disponibilidad de patrones de verificación, calibración y ajuste, volumen de gas patrón necesario para la determinación de la cantidad, tiempo de respuesta del equipo⁶⁷. Y los parámetros operacionales como disponibilidad de sensores, resolución espacial, mantenimiento, porcentaje de intervalo de tiempo fuera de operación, equipamiento adicional necesario, mano de obra especializada para operación y mantenimiento⁶⁸.

Al respecto la entidad informó⁶⁹ que la Red de MoniCA cuenta con una estación automática implementada desde el 2006, y equipos tecnológicos que se fueron incluyendo de manera progresiva a partir del año 2013, hasta contar con una estación de monitoreo automático (con 3 analizadores de gases y 1 analizador de partículas), 5 equipos de monitoreo automático (medición de gases), 2 equipos de monitoreo automático portátil (medición de partículas) y 1 estación compacta de monitoreo automático (medición de partículas), los cuales se encuentran instalados en sitios fijos, presentando fichas técnicas.

Respecto al área de estudio a evaluar, el manual señala que una vez definida, se deben determinar la ubicación y el número de los sitios y/o estaciones de monitoreo. Conocer la distribución de las actividades que potencialmente generan contaminantes atmosféricos es importante para definir las zonas de estudio y ubicar dónde y cuántos sitios y/o estaciones

⁶⁶ Acápites 6.4 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁶⁷ Acápites 6.4.1 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁶⁸ Acápites 6.4.2 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁶⁹ Mediante informe DGMAC.I. N°043/2021 de la Dirección General de Medio Ambiente, adjunto a la nota DIRECCIÓN GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021 recibida el 24 de junio de 2021.

de monitoreo deben instalarse, por ello describe algunos métodos para la ubicación de los mismos⁷⁰.

Se solicitó a la entidad que indique y justifique los contaminantes atmosféricos que miden mediante la Red MoniCA⁷¹, la misma fue respondida de la siguiente manera: considerando las características de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y en base a las directrices del Manual Técnico utilizaron la superposición de información, disponible para determinar la distribución y ubicación de los equipos tecnológicos automáticos (a través de sensores), donde se consideraron: condiciones topográficas, potenciales fuentes fijas emisoras de contaminantes a la atmosfera, asentamiento poblacional, condiciones de tráfico vehicular, vientos predominantes, seguridad de los equipos, accesibilidad de los equipos y condiciones que no representen interferencias (calles sin pavimentar, obstáculos naturales o estructurales, altura y distancias mínimas), datos que se pueden apreciar en el gráfico 2 (presentado más adelante), realizado en base a la distribución de los sitios y las imágenes satelitales proporcionadas por la alcaldía.

Para la determinación de sitios y/o estaciones de monitoreo, la EPA establece una relación entre ese número y la cantidad de población existente en el área de estudio como se observa en la tabla siguiente, en la cual se observa el número de estaciones de monitores por contaminantes clasificado por población urbana, enfocados a métodos automáticos de medición, además de incluir el número de estaciones meteorológicas que deberían disponer⁷².

Tabla 5
Número de estaciones de monitoreo en función al tipo de contaminante y cantidad de población

POBLACIÓN URBANA (x 10 ⁶)	PARÁMETROS ATMOSFÉRICOS					ESTACIONES METEOROLÓGICAS
	PARTÍCULAS	SO ₂	NO ₂	OXIDANTES	CO	
< 1	2	2	1	1	1	1
1 - 4	5	5	2	2	2	2
4 - 8	8	8	4	3	4	2
> 8	10	10	5	4	5	3

Fuente: Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

No obstante, el manual ajustó los criterios bajo la cantidad de población y nivel de tráfico vehicular como se muestra en la tabla siguiente:

⁷⁰ Acápites 7.1 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia

⁷¹ Punto 8, de la nota CGE/SCAT/GAA-163/2021, recibida el 14 de abril del 2021

⁷² Acápites 7.2 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia

Tabla 6
Número de sitios o estaciones de monitoreo en función a la cantidad de población y nivel de tráfico vehicular

Población (N° de habitantes)	Alto tráfico vehicular (1)	Mediano tráfico vehicular (2)	Bajo tráfico vehicular (3)
Mayor a 1 millón	Mayor a 4	Menor a 3	Menor a 3
Menor a 1 millón	4	2	2
Menor a 300 mil	3	1	2

Fuente: Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia- edición 2012

1: Zonas comerciales-industriales
 2: Zonas residenciales-comerciales
 3: Zonas residenciales-periurbanas

Al respecto, en respuesta a la consulta realizada⁷³ a la entidad, esta comunicó⁷⁴ que para poder cumplir con la cantidad requerida por las guías y manuales técnicos, se necesita de la priorización y asignación de recursos económicos y humanos. Por ello, la entidad habría realizado de manera progresiva la adquisición de equipos tecnológicos, en función de la cantidad de recursos económicos que se le asignaban al área ambiental responsable de la operación, la siguiente tabla muestra las estaciones y/o sitios de monitoreo automático en función del tipo de zona en el que se encuentran.

Tabla 7
Estaciones de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire y Tipos de Zona en la cual se instalaron

N°	Estación, sitio y/o punto de monitoreo automático	Código	Tipo de Zona
1	Ex terminal de buses, 1er anillo entre Av. Irala y Av. Cañoto	ET-ATM	Alto tráfico vehicular
2	Av. Cristo Redentor pasando el 4to Anillo	AQM-CR	Alto tráfico vehicular
3	Av. Virgen de Cotoca, entre 8vo y 9no anillo, Supermercado Fidalga	AQM-VC	Alto tráfico vehicular
4	Av. Paurito, Subalcaldía del Distrito Municipal N° 8	AQM-P3	Alto tráfico vehicular
5	Subalcaldía del Distrito Municipal N° 9, zona Santos Dumont entre 6to y 7mo anillo	AQM-D9	Mediano tráfico vehicular
6	Centro de Educación Ambiental Municipal, Av. Pirafá pasando el 6to anillo, zona de la Villa Fraterna 2	AQM-CE	Bajo tráfico vehicular (*)
7	Centro de Educación Ambiental Municipal, Av. Pirafá pasando el 6to anillo, zona de la Villa Fraterna 2	THR – CE	Bajo tráfico vehicular
8	Parque Industrial, Av. Paragua, pasando el 4to anillo, atrás de la Universidad Privada de Santa Cruz, zona del Parque Industrial, instalaciones de la Empresa Municipal de Aseo Urbano de Santa Cruz (EMACRUZ)	THR - PI	Alto tráfico vehicular

⁷³ Punto 10, de la nota CGE/SCAT/GAA-163/2021, recibida el 14 de abril del 2021.

⁷⁴ A través de nota DIRECCIÓN GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021, recibida el 24 de junio de 2021.

N°	Estación, sitio y/o punto de monitoreo automático	Código	Tipo de Zona
9	Centro de Educación Ambiental Municipal, Av. Pirafá pasando el 6to anillo, zona de la Villa Fraternal 2	ATM-CE	Bajo tráfico vehicular

Fuente: Tabla emitida por la entidad supervisada.

(*) Los sitios de muestreo instalados en el Centro de Educación Ambiental Municipal, representan el “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.

Tomando en cuenta que la población del municipio estimada para la gestión 2020, eleva la suma a más de 1.454.539 de habitantes,⁷⁵ según el manual deberían instalar más de cuatro estaciones y/o sitios para zonas comerciales – industriales (alto tráfico vehicular), en el caso de zonas residenciales – comerciales (medio tráfico vehicular) y zonas residenciales – periurbanas (bajo tráfico vehicular), deberían instalar menos de tres estaciones y/o sitios. Dado lo informado están realizando lo indicado en el manual.

Ahora, una vez determinada la ubicación y cantidad de sitios y/o estaciones de monitoreo, el manual considera los siguientes criterios para el inicio de la instalación física del equipamiento necesario⁷⁶: representatividad del área, comparabilidad de los datos con los demás sitios o estaciones, permanente accesibilidad, seguridad contra el vandalismo, infraestructura (electricidad, comunicación, etc.), disponibilidad de acondicionamiento (aire acondicionado para condiciones extremas de temperatura en el caso de equipos automáticos), libre de obstáculos y fuentes emisoras cercanas.

Al consultar sobre este punto al GAMSCS⁷⁷, la entidad respondió a través de la Dirección de Medio Ambiente, que los criterios de ubicación estaban señalados en las fichas ambientales en base a las cuales se elaboró la tabla siguiente, en la cual se describen los criterios de ubicación y el gráfico 2, en el cual se puede apreciar las imágenes de acercamiento satelital. Cabe aclarar que en el gráfico, existen 3 estaciones y/o sitios de monitoreo que se encuentran bastante cercanas entre sí, sin embargo, la entidad no emitió una justificación. Por otro lado, indicaron que la Red de MoniCA, compuesta por metodologías pasiva y activa, que se operaba de manera conjunta con la Universidad Privada de Santa Cruz (UPSA), dejó de funcionar, por lo que los dispositivos automáticos adquiridos por el GAMSCS, fueron remplazando a los equipos utilizados por la UPSA.

⁷⁵ Instituto Nacional de Estadística, http://censosbolivia.ine.gob.bo/censofichacomunidad/c_listadof/listar_comunidades.

⁷⁶ Acápites 7.3 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁷⁷ Punto 12, de la nota CGE/SCAT/GAA-163/2021, recibida el 14 de abril del 2021.

Tabla 8
Criterios de ubicación para cada sitio y/o estación

N°	Código	Criterios de ubicación
1	ET_ATM	<p>Condiciones topográficas: Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes: Se tiene el parque automotor que circula por las avenidas circundantes. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.</p> <p>Asentamiento poblacional: Frente a la estación de monitoreo automático se tiene el mercado “La Ramada”. donde existe una elevada afluencia de personas.</p> <p>Tráfico vehicular: Zona de alto tráfico vehicular, debido a la incidencia de mercado “La Ramada”.</p> <p>Vientos predominantes: Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p>Seguridad de los equipos: La estación de monitoreo se encuentra dentro de los predios de la Ex terminal de buses, donde opera la Secretaria Municipal de Seguridad Ciudadana.</p> <p>Accesibilidad de los equipos: Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p>Condiciones que no presenten interferencias: No se tienen calles sin pavimentar, se tienen individuos arbóreos alrededor y no se tienen edificaciones considerables que pueda interferir con la medición.</p>
2	AQM-CR	<p>Condiciones topográficas: Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes: 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>Asentamiento poblacional: Zona poblada, domicilios, residencia y actividades comerciales sobre la Av. Cristo Redentor y sobre el 4to anillo.</p> <p>Tráfico vehicular: Zona de alto tráfico vehicular.</p> <p>Vientos predominantes: Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p>Seguridad de los equipos: 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>Accesibilidad de los equipos: Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p>Condiciones que no presenten interferencias: 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>
3	AQM-VC	<p>Condiciones topográficas: Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes: 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>Asentamiento poblacional: Zona poblada, domicilios, residencia y actividades comerciales sobre la Av. Virgen de Cotoca.</p> <p>Tráfico vehicular: Zona de alto tráfico vehicular.</p> <p>Vientos predominantes: Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p>Seguridad de los equipos: 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>Accesibilidad de los equipos: Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p>Condiciones que no presenten interferencias: 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>
4	AQM-P3	<p>Condiciones topográficas: Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes: 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>Asentamiento poblacional: Zona poblada y con actividades comerciales. Mercado popular ubicado aproximadamente a 1.5 Km.</p> <p>Tráfico vehicular: Zona de tráfico vehicular permanente (Av. Paurito – Vía principal).</p> <p>Vientos predominantes: Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p>Seguridad de los equipos: El sitio de monitoreo se encuentra al lado de la Subalcaldía del Distrito Municipal N° 8.</p> <p>Accesibilidad de los equipos: Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p>Condiciones que no presenten interferencias: No se tienen calles sin pavimentar, no se tienen individuos arbóreos y no se tienen edificaciones considerables que puedan interferir con la medición.</p>
5	AQM-D9	<p>Condiciones topográficas: Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes: 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>Asentamiento poblacional: Zona poblada y con domicilios, residencia y actividades comerciales sobre la Av. Santos Dumont.</p> <p>Tráfico vehicular: Zona de mediano/bajo tráfico vehicular.</p>

N°	Código	Criterios de ubicación
6	AQM-CE	<p>Vientos predominantes: Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p>Seguridad de los equipos: El sitio de monitoreo se encuentra al lado de la Subalcaldía del Distrito Municipal N° 9.</p> <p>Accesibilidad de los equipos: Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p>Condiciones que no presenten interferencias: 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> <p>Condiciones topográficas: Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes: Potencial de medición de contaminación de fondo. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.</p> <p>Asentamiento poblacional: Zona residencial.</p> <p>Tráfico vehicular: Zona de alto tráfico vehicular.</p> <p>Vientos predominantes: Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p>Seguridad de los equipos: El sitio de monitoreo se encuentra dentro del Centro de Educación Ambiental Municipal.</p> <p>Accesibilidad de los equipos: Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p>Condiciones que no presenten interferencias: 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	THR – CE	<p>Condiciones topográficas: Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes: Potencial de medición de contaminación de fondo. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.</p> <p>Asentamiento poblacional: Zona residencial.</p> <p>Tráfico vehicular: Zona de alto tráfico vehicular.</p> <p>Vientos predominantes: Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p>Seguridad de los equipos: El sitio de monitoreo se encuentra dentro del Centro de Educación Ambiental Municipal.</p> <p>Accesibilidad de los equipos: Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p>Condiciones que no presenten interferencias: 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>
8	THR - PI	<p>Condiciones topográficas: Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes: 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>Asentamiento poblacional: Zona industrial.</p> <p>Tráfico vehicular: Zona de bajo tráfico vehicular.</p> <p>Vientos predominantes: Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p>Seguridad de los equipos: El sitio de monitoreo se encuentra dentro de las instalaciones de la Empresa Municipal de Aseo Urbano de Santa Cruz (EMACRUZ).</p> <p>Accesibilidad de los equipos: Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p>Condiciones que no presenten interferencias: 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>
9	ATM-CE	<p>Condiciones topográficas: Topografía plana que permite la circulación de las masas de aire.</p> <p>Potenciales fuentes emisoras de contaminantes: Potencial de medición de contaminación de fondo. No se registran actividades que puedan generar aportes significativos a los niveles de contaminación.</p> <p>Asentamiento poblacional: Zona residencial.</p> <p>Tráfico vehicular: Zona de alto tráfico vehicular.</p> <p>Vientos predominantes: Los vientos predominantes en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra son del Noroeste al Sureste.</p> <p>Seguridad de los equipos: El sitio de monitoreo se encuentra dentro del Centro de Educación Ambiental Municipal.</p> <p>Accesibilidad de los equipos: Se tiene buena accesibilidad a los equipos para su retiro y mantenimiento.</p> <p>Condiciones que no presenten interferencias: 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>

Elaborado en base de los datos proporcionados en las fichas técnicas por la entidad supervisada.

Gráfico 2
Distribución de los sitios y/o estaciones de la actual Red
MoniCA



Gráfico elaborado en base de los datos proporcionados en las fichas técnicas por la entidad supervisada.

En cuanto a algunos parámetros que se deben evitar en cada sitio y/o estación de la Red MoniCA de manera general, proporcionaron la información contenida en siguiente tabla.

Tabla 9
Estaciones y/o sitios de monitoreo automático y
criterios a evitar para su instalación y ubicación

N°	Código de la estación y/o sitio de monitoreo	Representatividad del área	Comparabilidad de los datos con los demás sitios o estaciones	Permanente accesibilidad	Seguridad contra el vandalismo	Infraestructura necesaria	Disponibilidad de acondicionamiento	Libre de obstáculos y fuentes emisoras	Altura de toma de muestra en función al tipo	Influencia de la topografía
1	ET_ATM	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
2	AQM-CR	SI	SI	SI	SI	NC*	NC	SI	SI	NO
3	AQM-VC	SI	SI	SI	SI	NC	NC	SI	SI	NO
4	AQM-P3	SI	SI	SI	SI	NC	NC	SI	SI	NO
5	AQM-D9	SI	SI	SI	SI	NC	NC	SI	SI	NO
6	AQM-CE	SI	SI	SI	SI	NC	NC	SI	SI	NO
7	THR – CE	SI	SI	SI		NC	NC	SI	SI	NO
8	THR - PI	SI	SI	SI		NC	NC	SI	SI	NO
9	ATM-CE	SI	SI	SI		NC	NC	SI	SI	NO

Tabla: Proporcionados por la entidad supervisada.

*No Corresponde.

Ahora bien, según el manual, cada sitio y/o estación debe contar con una base de datos a partir de la instalación y características de los sitios y/o estaciones de monitoreo para lo cual es necesario definir su codificación y contar con las “Fichas de Descripción de Sitios y Estaciones de Monitoreo”⁷⁸. Sobre este punto se solicitó información a la entidad con el objeto de verificar si contaban con un registro elaborado de acuerdo al anexo 4, del mencionado manual⁷⁹. El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra adjuntó⁸⁰ en formato digital las fichas técnicas de cada sitio.

En cuanto a la organización de la Red MoniCA⁸¹, el manual señala que para operar la red es preciso contar con recursos humanos debidamente calificados. El personal debe regirse bajo una estructura formal y organizada. Esta estructura incluye tanto coordinadores como técnicos, cuya propuesta para la operación de una red se muestra en la siguiente figura.

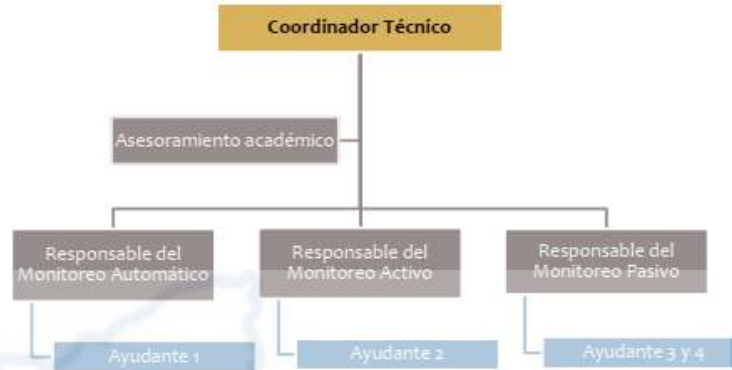
⁷⁸ Acápite 7.4 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁷⁹ Punto 15, de la nota CGE/SCAT/GAA-163/2021, recibida el 14 de abril del 2021.

⁸⁰ A través de nota DIRECCIÓN GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021, recibida el 24 de junio de 2021.

⁸¹ Acápite 9, del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

Figura 1
Estructura técnica de una Red de Monitoreo de Calidad del Aire



Fuente: Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia

Por otro lado, el coordinador técnico debe sistematizar la información generada, realizar su interpretación, proponer acciones de mejora en la red y organizar al equipo. El asesor académico, ayudará con la interpretación de la información generada por la red y puede capacitar y motivar para la realización de investigaciones relacionadas con el tema de la Calidad del Aire. Luego, los responsables de cada tipo de muestreo cuentan con ayudantes para realizar el trabajo de campo, en laboratorio y otros que se requieran. Las funciones de los responsables es cumplir con los procedimientos de operación de los monitoreos, coordinar con los ayudantes el trabajo rutinario conforme a un cronograma y presentar los resultados al coordinador técnico. Las funciones de cada miembro deberán ser definidas por el equipo técnico en un manual de funciones que sea explícito y que permita una coordinación adecuada del personal técnico a cargo. Es importante que el coordinador técnico y los responsables de la Red MoniCA cuenten con un ítem y sean asignados los recursos necesarios en el POA anual correspondiente⁸².

Consultada⁸³ la entidad supervisada, presentó la siguiente estructura, de las siguientes gestiones mencionadas en la tabla presentada a continuación⁸⁴.

Tabla 10
Estructura organizativa para el funcionamiento de la Red MoniCA

Año	Descripción
2017	Alcalde Secretaría Municipal de Medio Ambiente Dirección de Evaluación de Proyectos de Impacto Ambiental Departamento de Evaluación de Impacto Ambiental Unidad de Control de Contaminación Atmosférica Red de Monitoreo de la Calidad del Aire

⁸² Acápite 9, del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁸³ Punto 2, de la nota CGE/SCAT/GAA-113/2021, recibida de 01 de marzo de 2021

⁸⁴ A través de nota Dirección General Municipal OF. N° 1394/2021, recibida el 30 de abril de 2021.

Año	Descripción
2018	<i>1 Responsable de la Red; 2 Técnicos Auxiliares</i>
	Alcalde Secretaría Municipal de Planificación Dirección General de Medio Ambiente Dirección de Gestión y Control Ambiental Departamento de Gestión Ambiental <u>Red de Monitoreo de la Calidad del Aire</u> <i>1 Responsable de la Red; 1 Técnico Auxiliar</i>
2019	Alcalde Secretaría Municipal de Planificación Dirección General de Medio Ambiente Dirección de Gestión y Control Ambiental Departamento Gestión Ambiental <u>Red de Monitoreo de la Calidad del Aire</u> <i>1 Responsable de la Red</i>
	Alcalde Secretaría Municipal de Planificación Dirección General de Medio Ambiente Dirección de Gestión y Control Ambiental Departamento Gestión Ambiental <u>Red de Monitoreo de la Calidad del Aire</u> <i>1 Responsable</i>

Fuente: cuadro proporcionado por la entidad supervisada.

La estructura que se muestra en la tabla anterior fue emitida por la Dirección General de Medio Ambiente del GAMSCS, sin embargo, no adjuntaron el Manual de Organización de Funciones y Organigrama aprobado, por lo que se reiteró la solicitud⁸⁵ y la entidad emitió ambos documentos⁸⁶, en los cuales la unidad es clasificada como Unidad Organizacional Sustantiva, en el marco de lo establecido en las Normas Básicas del Sistema de Organización Administrativa, dado que sus funciones contribuyen directamente al cumplimiento de los objetivos de la entidad⁸⁷. Sin embargo, los documentos digitales enviados describen que la Dirección de Gestión y Control Ambiental (DGCA), dependiente de la Dirección General de Medio Ambiente cuenta con funciones generales, de las cuales se seleccionaron las que están relacionadas a la contaminación atmosférica, debiendo destacar que en los mismos no se menciona específicamente a la red MoniCA:

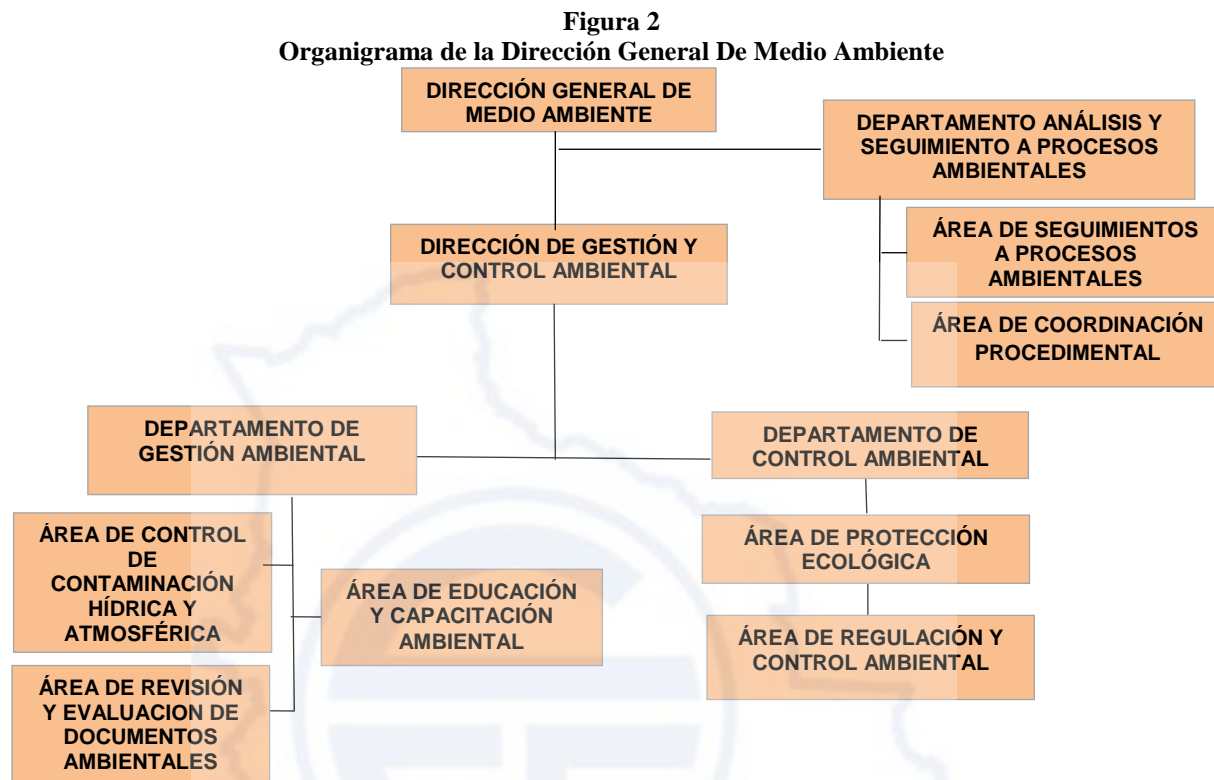
- a. Dirigir la ejecución de planes, proyectos, programas, estrategias y diagnósticos para la prevención y el control de la contaminación hídrica, atmosférica y visual.
- d. Elaborar informes técnicos ante su superior, para la formulación y reformulación de normativa ambiental, en lo relacionado a la protección de los recursos naturales y la biodiversidad, prevención y control de las fuentes de contaminación ambiental y conservación de la calidad atmosférica y los recursos hídricos.
- v. Revisar el reporte anual sobre la Calidad del Aire del municipio de Santa Cruz de la Sierra, para ser remitido a las Autoridades Competentes.

⁸⁵ Punto 2, de la nota CGE/SCAT/GAA-163/2021, recibida de 14 de marzo de 2021 y nota CGE/SCAT/GAA-184/2021, recibida de 20 de mayo de 2021.

⁸⁶ Documento digital emitido adjunto a nota DIRECCION GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021 recibida el 24 de junio de 2021.

⁸⁷ Se hizo el reclamo correspondiente ante el técnico mediante teléfono y correo institucional de fecha 01 de julio de 2021.

El organigrama⁸⁸ presentado por la unidad correspondiente mostró la siguiente estructura:



En la figura podemos observar la organización de la Dirección General de Medio Ambiente, la cual consta con una unidad específica, que sería la que se encarga del manejo de la Red MoniCA; sin embargo, no se observa un área dedicada a la red de monitoreo, solo se puede indicar que los recursos humanos responsables son parte del Departamento de Gestión Ambiental. Lo señalado no se enmarca en las directrices que se establecen en el manual de referencia, tanto en lo correspondiente a la estructura como en lo relativo a los recursos humanos.

El manual de referencia, en cuanto a la verificación de las condiciones de funcionamiento⁸⁹, empieza por la verificación del sitio, considerando todos los elementos que permitan un adecuado trabajo, para ello el sitio debe ser inspeccionado en relación a fuentes de emisión de contaminantes (presencia de humo o malos olores). En el exterior del sitio o estación debe verificarse las condiciones de infraestructura, mallas de protección y estructuras de soporte y en el interior de una estación automática debe haber un ambiente limpio y ventilado. En cuanto a la verificación de los equipos, es importante que de forma constante se realice una verificación del funcionamiento de los analizadores automáticos, por lo que

⁸⁸ Documento digital emitido adjunto a nota DIRECCION GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021 recibida el 24 de junio de 2021.

⁸⁹ Acápites 10.2 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para Bolivia.

una revisión exhaustiva de los manuales de operación y procedimiento e instructivos existentes, es imprescindible.

En cuanto a la verificación de las estaciones y/o sitios de monitoreo que se realizó a la entidad⁹⁰, respondieron que se realizaban visitas periódicas a la estación automática, los sitios de monitoreo automático y mantenimiento preventivo a los equipos de monitoreo móvil, para poder verificar las condiciones de funcionamiento, operatividad y registrar la información que se detalla en la tabla siguiente⁹¹:

Tabla 11
Estaciones y/o sitios de monitoreo automático, verificación a realizar y frecuencia

Estación de monitoreo automático	Verificación a realizar	Frecuencia
Equipos analizadores automáticos de PM₁₀, CO, NO₂, O₃	Bitácora de condiciones de funcionamiento	Cada visita
	Revisión de filtros de partículas	Cada visita
	Cambio de filtro de partículas	2 semanas o cuando sea necesario
	Verificación de diafragma de la bomba	Cada 12 meses de funcionamiento
	Verificación de flujo	Mensual o cuando sea necesario
	Limpieza de líneas automáticas	Mensual o cuando sea necesario
	Limpieza de filtro óptico	Cuando sea necesario
	Limpieza de cámara de reacción	Cada 12 meses o cuando sea necesario
	Prueba de fugas	Cada 2 meses
	Prueba de vacío	Cada 2 meses
	Verificación Zero/span	---
	Calibración Zero/span	---
Sitios de monitoreo automático	Verificación a realizar	Periodo
Equipo de monitoreo AQMesh (sensores)	Funcionamiento de sensores	1 vez al año
	Funcionamiento de la batería	Cada 3 meses
	Sistema de comunicación	1 vez al mes
	Seguridad de los equipos	1 vez a la semana
	Limpieza interna	Cada 12 meses
Equipo móvil de monitoreo automático	Verificación a realizar	Periodo

Fuente: información proporcionada por la entidad supervisada.

Asimismo, el GAMSCS informó que de manera anual asignaban recursos económicos en el Plan Operativo Anual (POA), para realizar la licitación del servicio de mantenimiento de la Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire, respecto de los equipos automáticos y estación automática, con la excepción del año 2020, debido a la priorización de recursos

⁹⁰ Punto 7, de la nota CGE/SCAT/GAA-113/2021, recibida de 01 de marzo de 2021.

⁹¹ A través de nota Dirección General Municipal OF. N° 1394/2021, recibida el 30 de abril de 2021.

económicos y acciones orientadas a combatir la pandemia por el COVID-19. Como medio de evidencia adjuntaron documentos digitales como las bitácoras de las gestiones 2018 – 2020 y las resoluciones administrativas para el “Servicio de Mantenimiento anual del equipo de la Red MoniCA para el proyecto prevención, monitoreo y difusión de la Calidad del Aire dependiente de la dirección de evaluación de proyectos de impacto ambiental”⁹².

Ahora bien, toda la información generada por la Red de MoniCA, referente a los datos técnico generados y registrados de acuerdo al manual, deben ser analizados y evaluados frente a los límites permisibles, las condiciones de operación y los valores guía establecidos por la legislación boliviana vigente, y por la Norma Boliviana NB 62011 (Contaminantes Criterio exterior - Límites máximos permisibles), para ello se deben elaborar informes⁹³, los cuales deben tener un contenido mínimo que muestre las características de toda la información generada. Para lo cual, el Manual ofrece un formato base de elaboración de informes de monitoreo de Calidad del Aire, en el cual se debe incluir información sobre: resultados del monitoreo por contaminantes, modificaciones a la Red MoniCA, Índice de Contaminación Atmosférica (ICA), análisis de la continuidad y calidad del monitoreo y de la evaluación del impacto de la contaminación del aire en la salud⁹⁴. Estos informes deberán presentarse física y/o digitalmente de acuerdo a la frecuencia que defina el Equipo Técnico y Administrativo de cada red; debiendo también ser elevado dicho informe al Gobierno Departamental y al Programa Nacional de Gestión de Calidad del Aire.

Realizada la consulta sobre las directrices que el manual menciona⁹⁵, la entidad señaló que emitieron Informes de la Calidad del Aire correspondientes a la gestión 2013 y 2017 a la Autoridad Ambiental Competente Departamental⁹⁶, de la cual obtuvieron una respuesta para el Informe de la Gestión 2013⁹⁷, pero no para la gestión 2017. De igual manera, remitieron la información de los promedios mensuales correspondientes a la gestión 2018, 2019 y 2020, a solicitud del Instituto Nacional de Estadística⁹⁸ para su conocimiento y difusión de los mismos. Asimismo, comunicaron que estarían elaborando un informe consolidado con las actividades generadas por la Red Municipal de Monitoreo de la Calidad del Aire de los últimos 5 años, para que sea remitido a las Autoridades Ambientales Competentes Departamental y Nacional.

Se revisó la documentación de respaldo de los mencionados informes, pudiendo observar que la estructura de los mismos no toma en cuenta lo mencionado por el manual y la forma de informar sobre los datos de la Red MoniCA, de manera que estos informes deben ser

⁹² Adjuntaron como medio de evidencia las Resoluciones Administrativas de Adjudicación D.A. N° 26/2018; D.A. N°43/2017 y D.A. N° 47/2016.

⁹³ Acápites 11, del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para Bolivia.

⁹⁴ Acápites 11, del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia.

⁹⁵ Punto 5, de la nota de la nota CGE/SCAT/GAA-113/2021, recibida de 01 de marzo de 2021.

⁹⁶ Adjuntaron el informe SMMA OF. N° 063/2014, recibida el 26 de marzo de 2014 e informe DGMA OF. N° 064/2014, recibida el 26 de marzo de 2014.

⁹⁷ Adjuntaron el informe OF SDSyMA N° 1401/2014, de fecha 03 de diciembre de 2014.

⁹⁸ Adjuntaron el informe DGMA OF. N° 052/2020, recibida el 05 de agosto de 2020, anexando el informe anual de calidad del aire gestión 2017.

entregados por lo menos al terminar cada gestión y trabajando de manera coordinada entre las instituciones correspondientes.

El manual señala que el equipo técnico debería realizar capacitación y reuniones⁹⁹, para una óptima operación técnica de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire, previendo programas de capacitación intensiva en la etapa inicial y programas de actualización y mejora en las siguientes etapas del proceso de monitoreo continuo. Estas capacitaciones pueden ser gestionadas y financiadas por la Red MoniCA local, Red MoniCA Departamental o promovidas por el Programa Nacional de Calidad del Aire. Los técnicos deben aprender los procedimientos, instructivos, registros, cálculos y otros para la operación en cada método de monitoreo además de proponer una nómina de temas de capacitación. Las actualizaciones deben ser parte de las etapas avanzadas en el proceso de monitoreo, sin dejar de lado las capacitaciones de repaso y/o auditorías internas como parte de la Mejora Continua del Sistema de Calidad. En casos de rotación o cambio de personal técnico es cuando se deben reiniciar los procesos de capacitación y actualización. Por otro lado las reuniones de técnicos o intercambio permanente entre los equipos técnicos (presencial y/o virtual). Como una forma de interactuar, intercambiar conocimientos y aprovechar las experiencias ganadas en las redes de monitoreo existentes de una región. En cuanto a este punto el responsable informó que realizaron algunas capacitaciones hasta la gestión 2017; sin embargo, indicó que no pudieron continuar por falta de coordinación y recursos económicos.

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de sobre el cumplimiento de los parámetros de acuerdo al Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para Bolivia y la información evaluada, proporcionada por la entidad, con el objetivo de resumir las acciones realizadas.

Tabla 12
Parámetros del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para Bolivia y el reporte de la entidad

Parámetro de acuerdo al manual	Reporte por parte de la entidad
TIPO DE RED MoniCA	El tipo de red de MoniCA, se restringe a la jurisdicción que tiene el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra.
MODELO DE GESTIÓN	El Modelo de Gestión se basa en que el Gobierno Autónomo Municipal asumió la responsabilidad de organizarse y gestionar tanto técnica como administrativamente la implementación, operación y mantenimiento de la red.
OBJETIVO DE LA RED MoniCA	El GAM SCS, tomó en cuenta 6 de los 8 que los objetivos de la Red MoniCA establece en el Manual, no obstante, no mostraron algún documento en el cual se oficializaba los objetivos estos fueron tomados en cuenta, por los técnicos a cargo.
DISEÑO TÉCNICO DE UNA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE	

⁹⁹ Acápite 12 del Manual Técnico para el Diseño, Implementación y Operación de Redes de monitoreo de Calidad del Aire para Bolivia.

Parámetro de acuerdo al manual	Reporte por parte de la entidad
CRITERIOS DE DISEÑO	<p>En cuanto, a los criterios de diseño la entidad consideró a tomar en cuenta la utilización de tres parámetros que son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actividades en el área de estudio. • Datos meteorológicos. • Información topográfica.
ESCALA PARA EL DISEÑO DE REDES MONICA	<p>La escala de la Red MoniCA está clasificada como “Urbana”, para el Municipio de Santa Cruz de la Sierra.</p>
CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	<p>La Dirección General de Medio Ambiente indicó que median el contaminante criterio (CO, NO₂, O₃, PM₁₀) de acuerdo al Manual y la NB 62011.</p> <p>Un estudio realizado en la gestión 2014, respecto a un monitoreo piloto de Dióxido de Azufre (SO₂) pero el registro de valores no fue significativo por lo que concluyeron que no existía la necesidad de realizar el monitoreo de este parámetro. En cuanto al parámetro de Plomo (Pb) la entidad no justificó por qué no miden este parámetro.</p>
TIPO Y MÉTODO DE MUESTREO	<p>Al respecto la entidad informó que la Red de MoniCA cuenta con una estación automática implementada desde el 2006, y equipos tecnológicos que se fueron incluyendo de manera progresiva a partir del año 2013, equipos de monitoreo automático (medición de gases), 1 estación compacta de monitoreo automático (medición de partículas), 2 equipos de monitoreo automático portátil (medición de partículas) los cuales se encuentran instalados en sitios fijos por lo que presentan fichas técnicas y sirven de apoyo para la medición de PM₁₀</p>
METODOLOGÍA DE MUESTREO	<p>En la actualidad la Red MoniCA de Santa Cruz de la Sierra cuenta con un “Muestreo automático”.</p>
NÚMERO DE SITIOS Y/O ESTACIONES DE MONITOREO	<p>Comunicaron que la Red MoniCA de Santa Cruz de la Sierra cuenta con siete equipos de monitoreo automáticos y dos equipos portátiles que sirven de apoyo para la medición de PM₁₀.</p>
DISTRIBUCIÓN Y UBICACIÓN DE SITIOS Y/O ESTACIONES DE MONITOREO	<p>La Red MoniCA, mantiene los puntos de ubicación de acuerdo a los que existían cuando empezó el proyecto.</p>
INSTALACIÓN DE LOS SITIOS DO ESTACIONES DE MONITOREO	<p>De acuerdo a la revisión de las fichas técnicas los criterios de ubicación se encontraban con dentro las directrices que el manual menciona.</p>
CODIFICACIÓN DE SITIOS Y ESTACIONES DE MONITOREO	<p>Ahora bien, cada sitio y/o estación cuenta con una codificación según el manual señala como se verificó en las “Fichas de Descripción de Sitios y Estaciones de Monitoreo”.</p>
ORGANIZACIÓN DE LA RED MONICA	
RECURSOS HUMANOS Y CAPACITACIÓN	<p>La estructura que presentaron de acuerdo al Manual de Organización de Funciones y el Organigrama que presentaron para la unidad de medio ambiente no presenta una unidad específica que maneje la Red MoniCA, como lo menciona el Manual.</p>
VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO EQUIPO	<p>En cuanto a la verificación de las estaciones y/o sitios de monitoreo respondieron que se realizaban visitas periódicas a la estación automática, los sitios de monitoreo automático y mantenimiento preventivo a los equipos por lo que de manera anual asignaron recursos económicos en el Plan Operativo Anual (POA). A excepción de la gestión 2020, que reasignaron los recursos por la Pandemia.</p>

Parámetro de acuerdo al manual	Reporte por parte de la entidad
ALMACENAMIENTO DE DATOS	Toda la información generada y los resultados obtenidos por la Red MoniCA Santa Cruz de la Sierra, son almacenados, en documentos digitales.
ELABORACIÓN DE INFORME DE CALIDAD DEL AIRE	La entidad emitió Informes de la Calidad del Aire correspondientes a la gestión 2013 y 2017 a la Autoridad Ambiental Competente Departamental. Obtuvieron una respuesta para el Informe de la Gestión 2013, pero, no para la gestión 2017. También, remitieron informes correspondientes a la gestión 2018, 2019 y 2020, a solicitud del Instituto Nacional de Estadística para su conocimiento y difusión de los datos. Aunque no todos los informes cumplen con el formato indicado en el manual.
CAPACITACIÓN Y REUNIONES DE TÉCNICOS	En cuanto a este punto el responsable informó que se realizó algunas capacitaciones, no obstante, hasta la gestión 2017, sin embargo no se pudo continuar por falta de coordinación y recursos económicos.

3.2 Resultados de supervisión respecto de la implementación de los inventarios de emisiones

El Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia, determina que la contaminación del aire constituye en uno de los principales problemas ambientales y de salud pública, manifestándose principalmente en las ciudades grandes donde el parque automotor es un factor preponderante, siendo uno de los problemas más difíciles de evaluar, normar y controlar, debido a que las fuentes emisoras son diversas y el comportamiento del contaminante es complejo por las transformaciones que éste sufre. En este contexto, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal elaboró y difundió el manual como guía técnica que permitiría a las instancias competentes identificar las fuentes más contaminantes, posibilitando el establecimiento de características temporales y espaciales de los flujos emitidos y características de los procesos y los sistemas de control de emisiones aplicados por las diferentes fuentes de emisión¹⁰⁰.

Los elementos básicos de un sistema de gestión de la Calidad del Aire son¹⁰¹: Monitoreo de la Calidad del Aire, Inventario de Emisiones y Modelos de Calidad del Aire. A partir de estos elementos y de la información estadística, en particular epidemiológica, se puede evaluar el impacto de la contaminación del aire en la salud de la población y también el impacto económico sobre la sociedad en general, generando la necesidad o no de elaborar un plan de acción para reducir los niveles de contaminación y mejorar la Calidad del Aire, el cual debe ser implementado por las autoridades competentes y sus resultados deben ser evaluados.

El inventario de emisiones es un elemento esencial para la gestión de la Calidad del Aire, puesto que establece las emisiones de contaminantes clave a partir de las diferentes fuentes

¹⁰⁰ Acápite 1.1 Contaminación Atmosférica y su impacto en la salud, Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones en Bolivia.

¹⁰¹ Acápite 1.3 La gestión de la calidad del aire, Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones en Bolivia.

de emisión, permitiendo identificar las fuentes que más contaminación emiten. Los inventarios también pueden establecer las características temporales y espaciales de los flujos emitidos y características de los procesos y los sistemas de control de emisiones aplicados por las diferentes fuentes de emisión. Un inventario de emisiones debe permitir:

- *Identificar posibles medidas para la reducción de emisiones a considerarse en los programas de gestión de la Calidad del Aire.*
- *Estimar la Calidad del Aire futura, a través de modelación y datos sobre distribución espacial y temporal de las emisiones.*
- *Determinar tendencias en los niveles de emisiones.*
- *Determinar los efectos de las medidas de control en las tasas de emisiones de una región.*
- *Dar a conocer el reporte de emisiones de las fuentes.*
- *Desarrollar modelos de Calidad del Aire.*

Un inventario completo, detallado y válido, hace más sencilla la tarea de identificar con mayor precisión las fuentes contaminantes y a su vez permite identificar e instrumentar acciones con metas cuantificables en la reducción de los contaminantes.

Ahora bien, para desarrollar un inventario de emisiones es necesaria una planificación, teniendo como punto de partida el objetivo del mismo complementado por un alcance en el que se definan las principales características. En el manual correspondiente, se ejemplifica los potenciales propósitos para desarrollar los inventarios de emisiones y establecer las características básicas del mismo, así como el método a ser utilizado¹⁰².

Un punto que se debe recalcar es que solo se pueden inventariar las emisiones de contaminantes primarios¹⁰³. En el caso de Bolivia, los contaminantes criterio primarios que representan mayor riesgo para la población son: material particulado (PM₁₀ y PM_{2,5}), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos totales (HCT), así también se podrían considerar metales pesados como Pb y Hg, según la relevancia de las fuentes. Por otro lado, si fuera relevante el analizar precursores de algún contaminante secundario, también se puede incluir en el inventario aquellos contaminantes que son precursores de la formación del Ozono como los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NO) y otros¹⁰⁴.

El manual considera inventariar las fuentes de emisión de contaminantes asociadas a actividades antropogénicas, que son fuentes móviles, fijas o puntuales y de área pero, también se pueden incluir todas las fuentes de emisión o algunas de las fuentes, en función a los objetivos del inventario de emisiones. En general se trata por separado las fuentes naturales de las fuentes antropogénicas. En ambientes urbanos, las principales fuentes son

¹⁰² Acápites 1.4 Proceso de planeación de un inventario de emisiones, Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones en Bolivia.

¹⁰³ Aquellas sustancias contaminantes que son emitidas a la atmósfera directamente por las fuentes de emisión.

¹⁰⁴ Acápites 1.5, Contaminantes a considerar en un inventario de emisiones, Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones en Bolivia.

las fuentes antropogénicas. Cabe resaltar que el documento indica que en general se trata por separado las fuentes naturales de las fuentes antropogénicas¹⁰⁵.

El manual también define la planificación, el objetivo o propósito, la metodología, las consideraciones que afectan las emisiones para fuentes fijas¹⁰⁶. En el caso de fuentes de área, se tomará en cuenta los contaminantes, los métodos de inventariación, la combustión de las fuentes estacionarias y las fuentes móviles que no circulan por carretera, el relevamiento de campo o datos proporcionados por los gobiernos municipales sobre número de hornos de ladrillos en la región¹⁰⁷. En cuanto a inventarios de emisiones de fuentes móviles, delimita los modelos de estimación de emisiones, la metodología la estimación de material particulado y las emisiones de vehículos fuera de ruta¹⁰⁸.

Además, prevé la verificación de la calidad del inventario de emisiones para saber si los valores obtenidos pueden ser verificados de alguna manera. Una opción es el uso de estos resultados en modelos de Calidad del Aire para estimar las inmisiones de diferentes contaminantes y compararlos con valores medidos por las redes de monitoreo, otra opción posible es aplicar un modelo sencillo de estimación de inmisiones que supone una tasa constante de emisión, de un volumen de aire que se mueve con una dirección y velocidad constante¹⁰⁹.

Al respecto de lo reseñado del manual, se realizó la consulta al Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra¹¹⁰, la respuesta emitida por la entidad¹¹¹, fue que no utilizaron el Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia¹¹². Al respecto, la Resolución Administrativa N° VMABCCGDF N° 013/17, del 15 de diciembre de 2017, que aprobó el Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia, en su segunda resolución estableció que, “Los Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales en el marco de sus competencias deberán considerar las normas técnicas aprobadas para la prevención y control de la contaminación atmosférica”.

¹⁰⁵ Acápites 1.6, Categoría de fuentes de emisiones de contaminantes, Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones en Bolivia..

¹⁰⁶ Acápites 2, Inventarios de Emisiones de Fuentes Fijas, Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones en Bolivia.

¹⁰⁷ Acápites 3, Inventarios de emisiones de fuentes de área, Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones en Bolivia.

¹⁰⁸ Acápites 4, Inventarios de emisiones de fuentes de móviles, Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones en Bolivia.

¹⁰⁹ Acápites 5, Verificación de la calidad del inventario de emisiones, Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones en Bolivia.

¹¹⁰ Mediante nota CGE/SCAT/GAA-184/2021, recibida de 20 de mayo de 2021, en la que se solicitó información sobre estos aspectos: se requirió que informen de los objetivos buscados con el inventario de emisiones, las características básicas del inventario de emisiones, como ser los contaminantes primarios que se tomaron en cuenta, el área de estudio y tipos de fuentes que se consideraron en el inventario; se solicitó que informen sobre el año base del estudio, las características de la información espacial y temporal de las emisiones, el sistema de aseguramiento de la calidad de la información recolectada y procesada, los métodos de procesamiento, la estructuración y publicación de los datos obtenidos, la decisión de definir si se elaborarían proyecciones de las emisiones estimadas y los principales factores de incertidumbre y las acciones que se implementaron para reducir la misma: se requirieron las fuentes de información que se utilizaron, las fuentes de información para recopilar los datos de actividad de las fuentes, los métodos de estimación y las herramientas de cálculo a utilizar para la estimación de las emisiones, el método de evaluación y validación de la información obtenida y los métodos y sistemas de almacenamiento y documentación de los datos obtenidos; se solicitó que informen sobre las fuentes de emisión de contaminantes que se consideraron en su inventario de emisiones y las razones por las cuales fueron consideradas; por último, se solicitó que de no haber aplicado el “Manual para la elaboración de inventarios de emisiones en Bolivia”, remitan una explicación de las razones y justificaciones correspondientes.

¹¹¹ A través de nota DIRECCION GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021 recibida el 24 de junio de 2021.

¹¹² Aprobado bajo Resolución Administrativa VMABCCGDF N° 013/17, el 15 de diciembre de 2017, en su segunda versión.

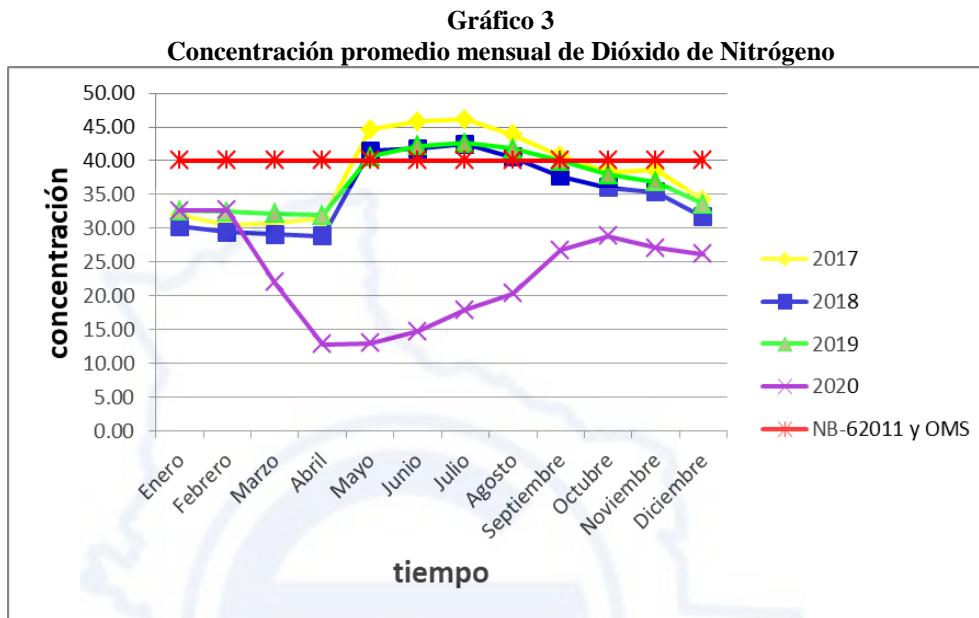
Ahora bien, el Gobierno Municipal de Santa Cruz de la Sierra comenzó el monitoreo de los contaminantes desde la gestión 2004 y comunicó que en la gestión 2014 realizó el estudio para la “Evaluación de Huella de Carbono y Huella Hídrica de la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra”, con el apoyo del Banco de Desarrollo para América Latina (CAF), Climate and Development Knowledge Network (CDKN) y la empresa consultora Servicios Ambientales, quienes desarrollaron el Proyecto Regional Huella de Ciudades – Fase 2, en el cual, comunicaron que establecieron un inventario de las emisiones de Gases de efecto invernadero (GEI), identificando entre los principales precursores de emisión de GEI, al parque automotor como responsable del 42%, seguido de un 23% correspondiente a la operación del Relleno Sanitario, un 16% del sector industrial, un 13% del sector residencial, 7% del sector comercial y 0,1% asociado a la emisión de disolventes en procesos industriales. Identificaron para el estudio los principales contaminantes como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso son gases generados en la quema de combustibles fósiles (gasolina, diésel, gas natural y GLP) y los compuestos orgánicos volátiles no son gases de efecto invernadero pero son precursores, es decir que tienen el potencial de convertirse en gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Cabe relevar que el mencionado estudio no fue realizado en el marco de la Resolución Administrativa VMABCCGDF N° 013/17, en vista de lo reseñado en el párrafo anterior y el hecho de que el mismo fue realizado de manera anterior a la promulgación de este manual; sin embargo, el estudio evidenció la existencia de una contaminación atmosférica y los principales actores que producían las emisiones de gas como se observa en el párrafo anterior. Cabe indicar que el estudio no presentó un inventario de contaminantes atmosféricos pero si las principales fuentes implicadas en aportar este efecto a la atmósfera.

En vista a esta observación, se solicitó al Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra que proporcione los promedios mensuales de la red de monitoreo, medidos de las gestiones 2017 al 2020, en vista que los datos obtenidos anualmente no fueron publicados en la plataforma del Programa Nacional de Gestión de Calidad del Aire (SNIA). A continuación, se presentan los resultados del análisis de esos datos respecto de los límites permisibles, los cuales demuestran la necesidad de proceder a implementar una gestión completa de la Calidad del Aire, que incluya todos sus elementos, entre ellos el inventario de emisiones.

Dióxido de Nitrógeno, este compuesto que se forma como subproducto por los procesos de combustión a altas temperaturas de carburantes, que son utilizados en el parque automotor e industrias y refinerías, por lo que es considerado un contaminante frecuente en zonas urbanas. En la atmósfera, los óxidos de nitrógeno (sobre todo el óxido nítrico y el dióxido de nitrógeno) son importantes porque participan en la formación de lluvia ácida, en la producción de smog fotoquímico y en la descomposición de ozono troposférico. Esas sustancias son las responsables de la irritación de tejidos, especialmente de ojos y otras mucosas, asociada con el smog fotoquímico, así como también irritación de los pulmones y la disminución de la resistencia a enfermedades infecciosas. Personas con enfermedades

como asma y bronquitis son especialmente sensibles a los efectos de este contaminante. Ahora bien, la entidad emitió las medias respecto a este parámetro para las gestiones 2017-2020, como se muestra a continuación.



De acuerdo a la gráfica, la concentraciones promedio de NO₂ para las gestiones 2017-2019, marca un patrón con un pico máximo en julio, superando el límite permisible, el cual va descendiendo de manera paulatina; sin embargo, el comportamiento de este contaminante para la gestión 2020, muestra una reducción de las concentración de manera evidente a partir de marzo, cambiando de patrón como se muestra en la gráfica, en vista que es un contaminantes relacionado principalmente con el parque automotor, dado que durante época de cuarentena la disminución del movimiento del parque automotor fue significativa.

Ozono troposférico. Es un gas que se produce en la tropósfera, en la cual también se emiten óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Los óxidos de nitrógeno se emiten principalmente por fuentes móviles, el uso de combustibles, procesos industriales, fuentes biogénicas e incendios, siendo las tres primeras las más importantes. Como la formación del ozono es catalizada por la luz solar, se esperan mayores concentraciones de ozono en días y estaciones soleadas aunque también es posible alcanzar niveles altos en estaciones más frías. Los precursores de ozono se generan principalmente en ambientes urbanos, pero el ozono puede transportarse a grandes distancias por efecto del viento por lo que también se le puede encontrar en escenarios rurales.

El ozono troposférico es un agente altamente oxidante y tiene efectos tanto en la salud de poblaciones humanas, como en la salud de plantas, animales y en general en la salud de ecosistemas. De acuerdo a los datos proporcionados se pudo graficar el patrón para el contaminante, el mismo que presenta promedios altos entre diciembre – marzo, para

posteriormente tener una disminución paulatina a partir de abril hasta julio, como se muestra en la siguiente gráfica. En cuanto a la gestión 2020 el patrón es similar a las anteriores gestiones pero los promedios son evidentemente menos elevados. Nótese que no se supera el límite permisible.

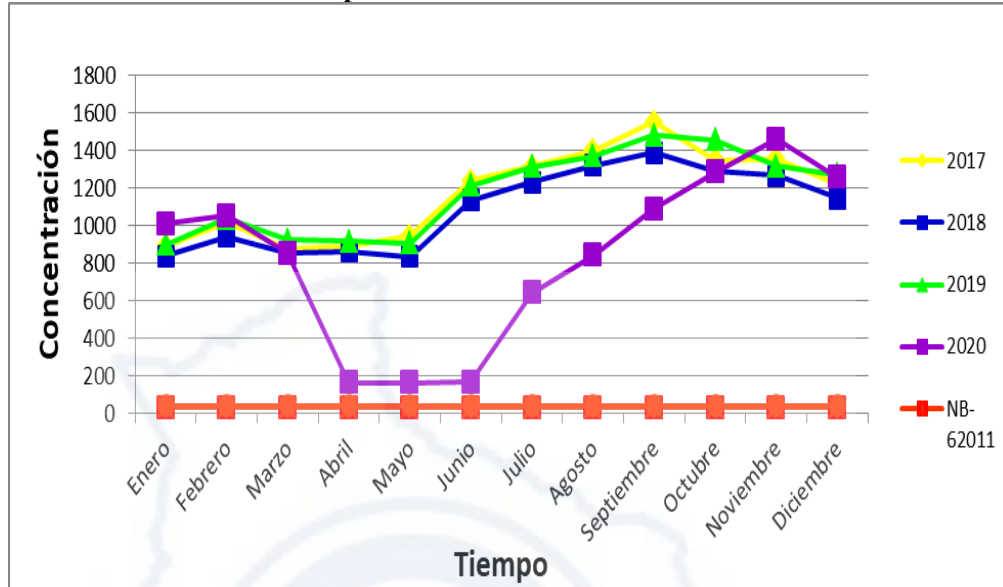
Gráfico 4
Concentración promedio mensual de Ozono



El monóxido de carbono (CO), es un gas incoloro e inodoro, constituyente natural de la atmósfera. Sin embargo, es también un contaminante del aire cuando se encuentra presente por encima de concentraciones normales.

Este compuesto en la atmósfera proviene de fuentes naturales como incendios forestales, la degradación de clorofila, animales marinos y descomposición de materia vegetal, pero mayormente de fuentes antropogénicas incluyendo la oxidación de metano, por procesos tecnológicos de combustión, procesos industriales, incendios urbanos, incineración de materia orgánica, uso de sistemas de calefacción, quema de biomasa, oxidación de hidrocarburos diferentes al metano, combustión de gasolina y diésel y, en general, de la combustión incompleta de materiales que contienen carbono. Debido a las emisiones de monóxido de carbono de los motores de combustión interna, los niveles más altos tienden a ocurrir en las áreas urbanas congestionadas, sobre todo en horas pico. La afinidad de la hemoglobina humana por el monóxido de carbono (CO) es aproximadamente 210 veces mayor que su afinidad por el oxígeno, por lo que, la intoxicación por CO ocurre con muy pocas señales de advertencia. En la siguiente gráfica se observa el comportamiento de este compuesto, debiendo destacar que en todos los casos se supera el límite correspondiente.

Gráfico 5
Concentración promedio mensual de Monóxido de Carbono



Material particulado (MP), contaminante del aire que incluye una mezcla compleja de una gran variedad de pequeñas partículas de sólidos, líquidos o sólidos y líquidos. El origen del material particulado es muy variado e incluye procesos combustión de material combustible sólido y líquido (naturales y antropogénicos), actividades agrícolas e industriales, tráfico de vehículos, erosión de suelo, erosión de vías caminos y carreteras, abrasión de llantas y frenos, volcanes, incendios forestales, tormentas de arena, y partículas originadas de organismos vivos incluyendo polen y microorganismos y restos de ellos.

En general, el material particulado tiene una composición diversa que varía en tiempo y espacio. Debido a su tamaño, esas partículas pueden estar suspendidas en el aire por periodos prolongados de tiempo (incluso meses) y pueden ser transportadas a grandes distancias de su punto de origen.

En general, y para propósitos de contaminación ambiental y efectos a la salud, el material particulado se clasifica de acuerdo a su tamaño expresado en micrómetros una forma común de referirse a esas partículas es la designación de material particulado grueso (PM 2.5-10), material particulado fino (PM 0.1-2.5) y material particulado ultrafino (PM <0.1). Esas clasificaciones son importantes desde el punto de vista de la composición, el comportamiento (transporte y eliminación) en la atmósfera y la toxicidad. El material particulado grueso usualmente contiene suelo y polvo derivado de la acción del viento que se produce resultado de actividades agrícolas, caminos sin pavimentar, construcciones, algunas actividades industriales o simplemente de la acción del viento en el suelo raso. También incluye partículas de polen, esporas de mohos y partes de plantas e insectos, partículas producidas por el aerosol marino. El material particulado fino se forma mayormente de gases. El material particulado ultrafino (<0.1 micrómetros) se forma por la

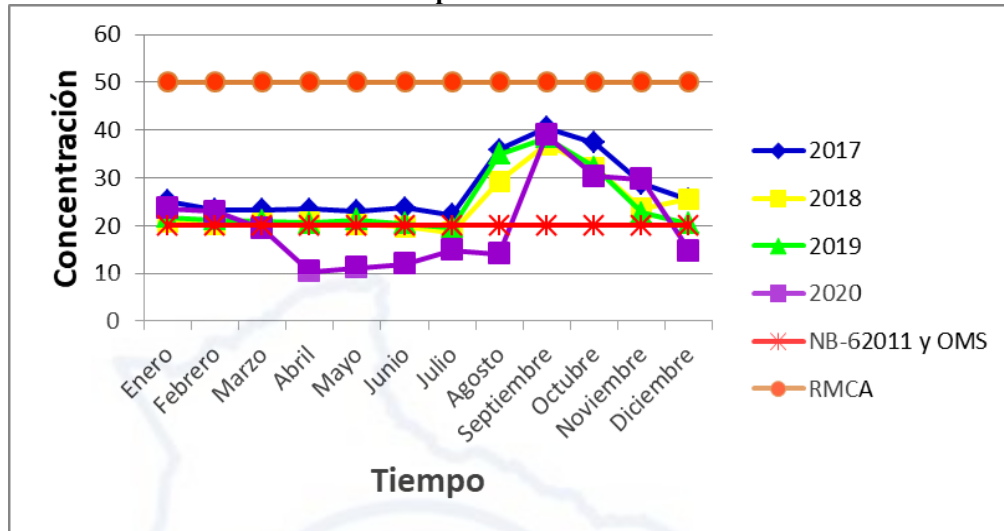
condensación de sustancias químicas de baja presión vapor formadas por volatilización a altas temperaturas o por reacciones químicas en la atmosfera. Desde el punto de vista toxicológico, no todos los tamaños de partículas son igualmente tóxicos y la diferencia en la toxicidad, además de su composición, es el tamaño de la partícula, aquellas mayores a 10 micrómetros son eficientemente retenidas por las vías respiratorias superiores, incluyendo la nariz, laringe y tráquea, pero las partículas de menor tamaño ($PM_{4.7}$ - $PM_{0.65}$), pueden penetrar hasta los bronquios e incluso hasta los alveolos y particular de menor tamaño ($PM_{0.65}$ - $PM_{0.43}$), la parte más profunda del aparato respiratorio.

En general, la contaminación con material particulado tiene efectos en el sistema respiratorio y cardiovascular. Algunas estimaciones indican que la polución con este contaminantes es la causa de alrededor de 2.1 millones de muertes al año en el planeta. También se considera que, en términos de efectos a la salud, el material particulado es más importante que otros contaminantes atmosféricos comunes y existe evidencia que la polución con material particulado causa muerte prematura en personas con enfermedades del corazón y pulmones, ataques al corazón no fatales, ritmo cardiaco irregular, irritación de vías respiratorias, toz, dificultad para respirar, agrava el asma y disminuye la función pulmonar. Más recientemente se han encontrado asociaciones que indican que exposición a altas concentraciones de material particulado produce con el bajo peso al nacer, hasta nacimientos prematuros.

Ahora bien, los resultados para este parámetro en el municipio de Santa Cruz de la Sierra para las gestiones 2017-2019, incluidos en la gráfica incluida a continuación, muestran un promedio casi constante durante los meses de diciembre a julio, a partir del cual comienza a elevarse de manera paulatina y generando un pico máximo para el mes de septiembre.

La gráfica para la gestión 2020, muestra una disminución del promedio de las concentraciones, no obstante, el patrón es similar a los anteriores años con un pico alto para el mes de septiembre, y un pico bajo para el mes de abril. En la gráfica se incluyen los límites del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica y el de referencia de la Norma Boliviana NB 62018, mucho más estricto y acorde con lo establecido a nivel internacional en muchos países, el cual es superado en todas las gestiones consideradas.

Gráfico 6
Concentración promedio mensual de PM 10



El Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, aprobó el Manual Técnico de Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire en ciudades de Bolivia, y el Manual Técnico para Inventario de Emisiones, a través de Resolución Administrativa de la Autoridad Ambiental Competente Nacional (AACN)¹¹³.

Estos Manuales Técnicos permiten a las instancias competentes identificar las fuentes con más contaminantes, posibilitando el establecimiento de características temporales y espaciales de los flujos emitidos y características de los procesos y los sistemas de control de emisiones aplicados por las diferentes fuentes de emisión, tomando en cuenta que entre los elementos básicos de un sistema de gestión de la Calidad del Aire el Inventario de Emisiones el cual debe ser implementado por las autoridades competentes. En vista que este instrumento hace más sencilla la tarea de identificar con mayor precisión las fuentes contaminantes y a su vez permite identificar e instrumentar acciones con metas cuantificables en la reducción de los contaminantes.

Considerando la importancia de implementar el inventario de emisiones, se realizó la consulta al Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, entidad que respondió a través de su Dirección General de Medio Ambiente, señalando que no implementaron lo establecido en el Manual Técnico para Inventario de Emisiones, la justificación comunicada se centraba en el estudio que realizaron en la gestión 2004 y el establecimiento de los contaminantes atmosféricos a monitorear por la Red MoniCA, así como en el estudio del año 2014, para la “Evaluación de Huella de Carbono y Huella Hídrica de la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra”, sobre el cual señalaron que con este estudio establecieron un inventario de las emisiones de Gases de efecto invernadero (GEI),

¹¹³ RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA VMABCCGDF N° 013/17, La Paz, 15 de diciembre de 2017.

e identificaron los principales precursores de los cuales tres fueron los más relevantes, el parque automotor, el relleno sanitario, el sector industrial. Cabe resaltar que este estudio no incluye un inventario de emisiones, tiene otros propósitos y fue realizado antes de que fuera emitida la resolución de aprobación del Manual para Inventarios de Emisiones en Bolivia.

Lo expuesto sobre las medias mensuales de los cuatro contaminantes criterio que son reconocidos por NB 62011, respecto de los límites correspondientes, demuestran la necesidad de proceder con el inventario de emisiones y una completa gestión de Calidad del Aire.

3.3 Resultados de supervisión sobre la difusión de los datos obtenidos por la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire a través del Índice de Calidad del Aire (ICA)

El Manual para el “Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia” en su acápite 11, indica que toda la información generada por la red de monitoreo de la calidad del aire debe ser interpretada, analizada y posteriormente plasmada en informes técnicos. Los datos generados y registrados deben ser analizados y evaluados frente a los límites permisibles, las condiciones de operación y los valores guía establecidos por la legislación boliviana vigente, y por la Norma Boliviana NB 62011 (Contaminantes Criterio exterior - Límites máximos permisibles). Estos informes deben tener un contenido mínimo que muestre las características de toda la información generada, incluyendo información sobre los resultados del monitoreo por contaminantes, las modificaciones a la red de monitoreo, el Índice de Contaminación Atmosférica (ICA), el análisis de la continuidad y calidad del monitoreo y la evaluación del impacto de la contaminación del aire en la salud. El capítulo 11 del Manual incluye como anexo 7, el modelo y propuesta del contenido mínimo que debe tener los informes de calidad del aire.

El anexo 7 titula “Guía para la realización de informe anual de monitoreo de calidad del aire”, establece que en el informe que deben preparar incluyan como capítulo 6 la información sobre los Índices de Contaminación Atmosférica, señalando que deben elaborar los cálculos respectivos y presentar en gráficas o cuadros los ICA's según la Norma Boliviana NB 62018, Calidad del Aire – Índice de la contaminación atmosférica, de noviembre de 2008.

La norma en su punto 4.1, define al índice de la contaminación atmosférica (ICA) como un valor adimensional calculado a partir de la información de la concentración de los contaminantes y de los límites permisibles especificados en la NB 62011. 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 realizar¹¹⁴.

¹¹⁴ Punto 4.1 de la Norma Boliviana 62018, aprobada en noviembre de 2008.

La Norma Boliviana 62018, propone los requisitos generales para el cálculo del ICA¹¹⁵, el mismo que debe ser reportado a la autoridad competente quien se encargaría de su difusión¹¹⁶. Por otra parte, señala que el ICA muestra de una manera cualitativa y cuantitativa las concentraciones y riesgos, con un calificativo comprensible, como un mecanismo que facilite a la población la comprensión del estado de la Calidad del Aire¹¹⁷, estableciendo que la información del ICA debe ser ágil y oportuna, de tal forma que permita adoptar medidas precautorias. Asimismo, establece las ecuaciones de cálculo del ICA a partir de las concentraciones de los contaminantes criterio, mencionados en la NB 62011¹¹⁸.

Una vez revisada la Norma Boliviana NB 62018, se consultó al Gobierno Municipal de Santa Cruz de la Sierra¹¹⁹. La entidad respondió¹²⁰ indicando que los datos de la red de monitoreo fueron utilizados para calcular el Índice de la Calidad del Aire¹²¹, debido a los riesgos que representan para la salud de las personas y grupos de vulnerables, y de esta manera poder establecer medidas de prevención y de control respecto a las afectaciones que se pudieran generar en una ciudad por consecuencia del incremento de la concentración de estos contaminantes, los cuales se producen de acuerdo a la época del año, aspecto que va relacionado con los chequeos y quemas de los municipios productores, que se realizan fuera de su jurisdicción municipal y logran deteriorar de manera temporal la Calidad del Aire en Santa Cruz de la Sierra.

La entidad supervisada informó que difundió los datos, presentando en medio digital las entrevistas en las redes televisivas UNITEL, ATB y RED UNO sobre la alerta de la Calidad del Aire del mes de agosto de la gestión 2020, que se vio afectado negativamente; asimismo, realizó el informe de cálculo del ICA, utilizando la NB 62018¹²², por día, en los meses abril a noviembre de 2020, mostrando una Calidad del Aire de regular a muy mala en los meses de septiembre a noviembre. También, comunicaron que difundieron estos datos mediante las plataformas digitales¹²³, aclararon que cada año publican los valores ICA, dando la alerta sobre los cambios en la contaminación atmosférica a causa de los chequeos que realizan los municipios aledaños, por lo general entre los meses de junio a agosto, lo que incrementa las concentraciones de los contaminantes criterios¹²⁴.

Por otra parte, la información proveniente de la Red MoniCA de Santa Cruz de la Sierra, les permitió establecer acciones de prevención y de control de la contaminación atmosférica, orientadas a desarrollar campañas de concientización con las Subalcaldías,

¹¹⁵ Punto 6.1 de la Norma Boliviana 62018, aprobada en noviembre de 2008.

¹¹⁶ Punto 6.1.6 de la Norma Boliviana 62018, aprobada en noviembre de 2008.

¹¹⁷ Punto 6.3 de la Norma Boliviana 62018, aprobada en noviembre de 2008.

¹¹⁸ Punto 6.2, de la Norma Boliviana 62018, aprobada en noviembre de 2008.

¹¹⁹ Punto 6, de la nota de la nota CGE/SCAT/GAA-163/2021, recibida de 14 de abril de 2021.

¹²⁰ A través de nota DIRECCION GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021 recibida el 24 de junio de 2021.

¹²¹ Cálculo por medio de la metodología establecida en la "Norma Boliviana 62018 – Índice de la Contaminación Atmosférica".

¹²² Aclaración emitida por el Ing. Rojas, en entrevista telefónica.

¹²³ Enlace de la página de facebook "Dirección General de Medio Ambiente"

<https://www.facebook.com/page/1011421815596110/search/?q=calidad%20de%20aire>. Enlace de la página de facebook "Gobierno

Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra", <https://www.facebook.com/page/261828750626422/search/?q=calidad%20del%20aire>.

¹²⁴ Información verbal emitida en entrevista telefónica por el Ing. Diego Rojas responsable de la Red MoniCA de Santa Cruz de la Sierra.

juntas vecinales y población en general, para informar sobre las prohibiciones existentes, los efectos de la contaminación en la salud y las sanciones pecuniarias en caso de incumplimiento, promoviendo alternativas como las fogatas ecológicas para un festejo sin contaminación. El control se desarrolla los días 21, 22 y 23 de junio, para lo cual despliegan personal de las diferentes reparticiones municipales para poder controlar el encendido de las fogatas y sancionar a los infractores. Además, registraron los niveles de contaminación para determinar la efectividad de las medidas de prevención y de control. En ese sentido, señalaron que lograron controlar el encendido de fogatas y/o quema de residuos sólidos de manera anual durante la festividad de San Juan, buscando mantener una calidad de aire buena¹²⁵.

En el marco de la Resolución Administrativa SEMURB N° 002/2018, la entidad estableció la emisión de la Roseta Ambiental como requisito obligatorio en el trámite para la otorgación del Certificado de Autorización de Parada en Vía Pública para sindicatos, cooperativas, asociaciones y empresas, que sean operadores urbanos. Y en cumplimiento a la Resolución Administrativa VMA N° 025/2011, la Secretaría Municipal de Recaudaciones, realizó el bloqueo administrativo para cualquier trámite relacionado al parque automotor que se pretenda realizar dentro del Gobierno Municipal con el fin de que los vehículos se adecuen ambientalmente.

Asimismo, a razón de los elevados niveles de contaminación atmosférica registrados por la red MoniCA a raíz de los incendios forestales producidos en la Chiquitanía en la gestión 2019, emitieron la Ley Autonómica Municipal GAMSCS N° 1184/2019, Ley Especial de prohibición y sanción contra acciones de quema y prevención de incendios forestales, a partir de la cual procedieron a realizar la concientización de la población de manera previa a la época de chaqueos y quemas (julio a noviembre), a través de difusión de contenido en redes sociales, campañas puerta a puerta, capacitaciones a estudiantes de unidades educativas y universitarios, además, del perifoneo en los diferentes Distritos Municipales donde generalmente había mayor cantidad de quemas.

De acuerdo con lo expuesto en lo relativo al ICA, la entidad supervisada ha trabajado en la implementación de lo señalado en la NB 62018, con base en los datos de la red de monitoreo, emitiendo asimismo algunas medidas. Conforme lo establecido en el capítulo 6.3 sobre comunicación de riesgos de la mencionada norma, la entidad no ha remitido datos que demuestren la efectividad y suficiencia de la comunicación realizada del ICA, que se ha realizado mediante entrevistas en prensa y la plataforma de “Facebook”, los cuales presentan el riesgo de no ser de acceso a toda la población del municipio de que debe realizar las acciones recomendadas conforme los riesgos asociados al calificativo de la calidad del aire según el ICA calculado¹²⁶.

¹²⁵ Información verbal emitida en entrevista telefónica por el responsable de la Red MoniCA de Santa Cruz de la Sierra.

¹²⁶ Punto 6.3.5. de la Norma Boliviana 62018, aprobada en noviembre de 2008.

3.4 Resultados de supervisión relativos a la planificación de acciones que aseguren la implementación de la gestión de Calidad del Aire

La contaminación del aire se constituye en uno de los principales problemas ambientales y de salud pública, siendo el parque automotor uno de los principales factores de contaminación. La contaminación del aire es uno de los problemas más difíciles de evaluar, normar y controlar, debido a que las fuentes emisoras son diversas y a que el comportamiento de los contaminantes es complejo por las transformaciones que éste sufre.

Los elementos señalados han sido considerados por el Plan de Desarrollo Económico y Social en el marco del Desarrollo Integral para Vivir Bien (PDES) del periodo 2016-2020, aprobado por Ley N° 786 del 09 de marzo de 2016, a través del Pilar 9: Soberanía ambiental con desarrollo integral, donde se propone avanzar en el modelo del Vivir Bien, dinamizando el desarrollo integral en el país respetando las capacidades de regeneración de los componentes de la Madre Tierra, en la meta 8 del citado pilar, se buscaba lograr “Aire Puro, ríos sin contaminación y procesamiento de residuos sólidos y líquidos”, planteando lograr el siguiente resultado: “Se ha restaurado y reducido significativamente la contaminación de aire, agua y suelos en cuencas y se ha restaurado las zonas de vida con mayor impacto ambiental”. La matriz de la estructura programática del PDES, emitida por los Ministerios de Economía y Finanzas Públicas y de Planificación del Desarrollo, respecto del pilar 8, la meta 8 y el resultado precitados, le asigna a este último el número 272. Se entiende que la gestión de Calidad del Aire debe ser considerada como parte del resultado 272 en el resto de planes del Estado, conforme la Ley N° 777 del Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE).

En este entendido, la planificación de largo, mediano y corto plazo debe tener un enfoque integrado y armónico, siendo el resultado del trabajo articulado de los niveles de gobierno, con participación y en coordinación con los actores sociales, permitiendo orientar la asignación óptima y organizada de los recursos financieros y no financieros del Estado Plurinacional, para el logro de las metas, resultados y acciones identificadas en la planificación¹²⁷.

Los Planes Territoriales de Desarrollo Integral para Vivir Bien (PTDI) constituyen la planificación territorial de desarrollo integral de mediano plazo de los gobiernos autónomos entre ellos los municipales¹²⁸. Los PTDI de los gobiernos municipales deben elaborarse en concordancia con el PDES y el PTDI del gobierno autónomo departamental que corresponda, en articulación con los planes sectoriales. En cuanto al contenido mínimo que debe tener estos planes son: el Enfoque Político; el Diagnóstico, las Políticas y Lineamientos Estratégicos, la Planificación y el Presupuesto total quinquenal¹²⁹.

¹²⁷ Artículo 3, inciso b), de la Ley 777, Ley de sistema de planificación integral del estado – SPIE, de 21 de enero de 2016.

¹²⁸ Artículo 17, parágrafo I, de la Ley 777, Ley de sistema de planificación integral del estado – SPIE, de 21 de enero de 2016.

¹²⁹ Artículo 17, parágrafo III, de la Ley 777, Ley de sistema de planificación integral del estado – SPIE, de 21 de enero de 2016.

Por el contrario los Planes Estratégicos Institucionales (PEI) permiten a cada entidad o institución pública establecer, en el marco de sus atribuciones, su contribución directa, para este caso, al PTDI del municipio de Santa Cruz de la Sierra, elaborándose de forma simultánea y coordinada. Su estructura y contenido mínimo como el enfoque político, el diagnóstico, los objetivos y estrategias institucionales, planificación y por último el presupuesto total quinquenal¹³⁰.

La formulación y coordinación del PEI se da en el marco de las atribuciones de la entidad con la participación de todas las áreas organizacionales de la misma, y su articulación al PTDI. La aprobación del PEI se realizará con la norma legal que corresponda a cada entidad. El seguimiento a la ejecución del PEI articulado al Subsistema de Seguimiento y Evaluación Integral de Planes, se realizará en coordinación con el Órgano Rector del SPIE¹³¹.

Conforme lo expuesto, se revisaron el PTDI y el PEI del municipio de Santa Cruz de la Sierra, del periodo 2016-2020, respecto a la gestión de Calidad del Aire. Los resultados de la revisión se exponen en los siguientes acápite.

3.4.1 El Plan Territorial de Desarrollo Integral 2016-2020 de Santa Cruz de la Sierra y la gestión de calidad del aire

El PTDI fue aprobado mediante Ley Autonómica Municipal GMASCS N° 539 de 14 de marzo de 2017. Respecto a la gestión de la Calidad del Aire, el PTDI menciona que contaban con una Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red MoniCA), con el objetivo general de monitorear la concentración de los contaminantes atmosféricos para determinar si estos superan los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente y en las normas de referencia que establece la OMS. Los parámetros principales monitoreados son los denominados contaminantes criterio como el Dióxido de Nitrógeno, Ozono y Partículas Menores a 10µs. También, señalaron que el monitoreo comenzó en la gestión 2004 y se realizaba hasta el 2015, año en el que los valores para contaminantes criterio como el Dióxido de Nitrógeno y Ozono no superaban los límite permisibles; sin embargo, para las Partículas Menores a 10µ, presentaron valores en ciertas épocas del año que superaban los límites máximos permisibles¹³². Como parte de reconocer otros contaminantes en la gestión 2014, realizaron un monitoreo piloto¹³³ de Dióxido de Azufre (SO₂), en el cual, los valores obtenidos estaban dentro los límites permisibles que establece el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica de la Ley N° 1333, Ley del Medio Ambiente.

¹³⁰ Artículo 19, párrafos I y II, de la Ley 777, Ley de sistema de planificación integral del estado – SPIE, de 21 de enero de 2016.

¹³¹ Artículo 19, párrafos I, II y IV, de la Ley 777, Ley de sistema de planificación integral del estado – SPIE, de 21 de enero de 2016.

¹³² Acápite 3.1.2.5.3 Vientos y calidad del aire del Plan de Territorial de Desarrollo Integral del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra. Pág. 47.

¹³³ Acápite 3.1.2.5.3 Vientos y calidad del aire del Plan de Territorial de Desarrollo Integral del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra. Pág. 48.

En el PTDI, también se mencionó el estudio sobre la Huella de Carbono (HC) de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, obteniendo un resultado de 3.787.848 ton CO₂, representando aproximadamente un cuarto del total de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), considerando al Dióxido de Carbono (CO₂), al Metano (CH₄), al Óxido nitroso (N₂O) y a los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC, por su sigla en inglés)¹³⁴. Identificaron los sectores con mayor aporte de los cuales se mencionaron los más importantes, como el sector de transporte (51%), seguido del sector de residuos (19%) y el industrial (13%)¹³⁵.

El capítulo 3.5¹³⁶ del PTDI, trata de la administración institucional del territorio y comprende la identificación del conjunto de las instituciones con presencia en el territorio y la identificación de sus capacidades para la implementación del desarrollo territorial integral, considerando a las instituciones públicas y coadyuvantes. En ese contexto, la Secretaria Municipal de Medio Ambiente, en el PTDI se indica que tuvo como objetivo proteger y conservar el medio ambiente y los recursos naturales, regulando las actividades antropogénicas, promoviendo el desarrollo sostenible y mejorar la gestión de preservación del medio ambiente a partir del cumplimiento de las leyes, reglamentos y procedimientos que permitan la preservación de las áreas de protección ambiental del municipio, detección de niveles de contaminación en el aire, agua y recursos naturales; además de la implementación de planes, proyectos y programas de reducción, perturbaciones y riesgos ambientales¹³⁷. En ese contexto, plantearon doce Desafíos Fundamentales que serían ejecutados, entre ellos se encontraba el Desafío 5 referido a la “*Protección, conservación y valorización del medioambiente: regulando las actividades ambientales, promoviendo el desarrollo sostenible y previniendo los efectos del cambio climático*”¹³⁸. En el Plan tomaron en cuenta la planificación y vinculación¹³⁹, por medio de la identificación de pilares, metas, resultados, acciones, competencias y presupuesto en medio ambiente, detallando lo siguiente:

Tabla 13
Vinculación de pilares, metas, resultados, acciones.

Pilar 9	Soberanía con desarrollo integral, respetando los derechos de la Madre Tierra
Meta 3	Desarrollo del conjunto de las actividades económico - productivas, en el marco del respeto y complementariedad con los derechos de la Madre Tierra.
Estructura Programática 2016-	Los planes e instrumentos de planificación integral sectorial, territorial y de inversión pública han incorporado la gestión de sistemas de vida, gestión de riesgos y cambio climático, y elementos de regeneración y restauración de zonas de vida, fortaleciendo los procesos económico - productivos

¹³⁴ Anexo 1, acápite 3.3.1 Gases de Efecto Invernadero identificados, Proyecto Huella de ciudades, Evaluación de la huella de carbono y huella hídrica, ciudad Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

¹³⁵ Acápite 3.1.2.5.3 Huella de Carbono, del aire del Plan de Territorial de Desarrollo Integral del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra. Pág. 287-290.

¹³⁶ Acápite 3.5 Administración territorial, Plan de Territorial de Desarrollo Integral del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra. Pág. 295.

¹³⁷ Acápite 3.5.1 Administración institucional del territorio, Plan de Territorial de Desarrollo Integral del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra. Pág. 297.

¹³⁸ Acápite 4.1 Desafíos de Gestión y lineamientos estratégicos, Plan de Territorial de Desarrollo Integral del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra. Pág. 339.

¹³⁹ Acápite 5 Planificación y Vinculación, Plan de Territorial de Desarrollo Integral del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra. Págs. 341, 378.

Resultado	con una visión integral.				
Acción	Planificación, seguimiento y evaluación integral con enfoque de sistemas de vida, cambio climático y gestión de riesgos				
Acciones	Línea base	Indicador de proceso 2016	Indicador de impacto 2020	de	Programación de acciones 2016-2020
Control y Monitoreo Técnico Ambiental Vehicular	Ciento veinte mil quinientas (120.500) mediciones realizadas a vehículos que circulan por la ciudad desde la Gestión 2005 a la fecha	Número de mediciones realizadas/número de mediciones programadas	Doscientos mil (200.000) mediciones realizadas a vehículos que circulan por nuestra jurisdicción en cinco años	mil	Capacitación y Difusión de los 10 Mandatos Ambientales Municipales
	Cuarenta y siete (47) empresas con parque automotor medido en la gestión 2015.	Número de empresas monitoreadas/ número de empresas programadas.	Trescientas (300) empresas con parque automotor medido en cinco años.		
Prevención, Monitoreo y Difusión de la Calidad del Aire	75% de los contaminantes criterios monitoreados a lo largo del año.	Número de contaminantes criterios Monitoreados	100% de los contaminantes criterios monitoreados hasta el 2020.		Prevención, Monitoreo y Difusión de la Calidad del Aire
	70% de reducción de fogatas en 5 años, debido a la ejecución anual del Plan San Juan, para controlar el encendido de fogatas	Plan realizado/ plan programado	75% de reducción de fogatas bajo aplicación del Plan San Juan anualmente		
	100% de mediciones de emisiones de gases de fuentes fijas realizadas a industrias programadas del Parque Industrial.	Mediciones de gases de fuentes fijas realizadas/mediciones de gases de fuentes fijas programada.	100% de mediciones de emisiones de gases de fuentes fijas realizadas a industrias programadas del Parque Industrial anualmente.		

Fuente: PTDI del periodo 2016-2020, del municipio de Santa Cruz de la Sierra.

Uno de los factores preponderantes de riesgo reconocido en el PTDI, fue los incendios forestales y las inundaciones, esto debido a que tienen un valor alto de amenaza por su alta probabilidad de ocurrencia con consecuencias en la salud de las personas, el medio ambiente, la agricultura y las infraestructuras de las zonas afectadas, así como pérdidas económicas considerables¹⁴⁰. La sequía es considerada un riesgo potencial, para el cual establecieron como acción principal la “Identificación y Conservación de Pulmones Verdes y Estimación Huella de Carbono en Función a Emisiones de CO₂”; pero también emitieron acciones propuestas para la reducción y mitigación del riesgo como “Los controles que

¹⁴⁰ Acápites 7.6 Gestión de riesgos y cambio climático del Plan de Territorial de Desarrollo Integral del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra.431-432

realizan en cumplimiento a la Ordenanza Municipal 048/2001 que prohíbe el encendido de fogatas en toda la jurisdicción de Santa Cruz de la Sierra, en el cual se constituyen en medidas de mitigación y control de riesgo, disminuyendo también las emisiones de gases tóxicos a la atmósfera y por ende la prevención de daños a la salud de la población y los riesgos de incendios”.

En diciembre de 2019, ajustaron el PTDI¹⁴¹, aunque, gran parte de este documento conservó sus directrices, el lineamiento a desarrollarse hasta el año 2020, fue el Equilibrio Ambiental y Cambio Climático. La política de desarrollo fue implementar acciones y mecanismos que coadyuven a la reducción y mitigación de los efectos ambientales negativos que habría generado el desequilibrio ecológico por consecuencia del cambio climático. Entre las acciones planteadas en el Lineamiento de Equilibrio Ambiental y Cambio Climático 2016-2020 se mencionó nuevamente el *Control y Monitoreo de la Contaminación Ambiental*¹⁴². Mencionaron también el monitoreo de emisiones de gases de vehículos automotores en vía pública y de las empresas que lo solicitaban. Entre los proyectos y/o programas estratégicos a efectuarse estaba la “*Prevención y difusión de la Calidad del Aire*”.

El PTDI ajustado, no incluyó la planificación y vinculación, por medio de la identificación de pilares, metas, resultados, acciones, competencias y presupuesto, que antes fue incluido como parte del plan inicialmente emitido, conforme lo expuesto en el cuadro 3, antes presentado en este informe.

De acuerdo con lo observado, en lo relativo a la gestión de Calidad del Aire, el PTDI del periodo 2016-2020, incluyó como resultados a lograr los relativos al monitoreo de los contaminantes criterio y tres controles orientados a prevenir y controlar la contaminación del aire: las mediciones de emisiones del parque automotor, la reducción de fogatas en San Juan y las mediciones de emisiones de gases de fuentes fijas realizadas a industrias. No incluyeron el resto de elementos que forman parte de la gestión de Calidad del Aire, conforme el proceso normado vigente.

3.4.2 El Plan Estratégico Institucional 2016-2020 y la gestión de calidad del aire

El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra elaboró su Plan Estratégico Institucional (PEI), aprobándolo mediante Decreto Edil N° 057/17 de 01 de marzo de 2017, en el cual determinó acciones institucionales específicas para alcanzar las metas y resultados definidos en la planificación de mediano plazo. En este contexto, el PEI del Órgano Ejecutivo del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, delimitó su enfoque político¹⁴³ en apego a la Ley N° 300 de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, con el objetivo de lograr un desarrollo equilibrado y armónico. El

¹⁴¹ Aprobado mediante Ley Autonómica Municipal GMASCS N° 1251, de fecha 17 de diciembre de 2019.

¹⁴² Acápites 5.3 Ámbito Ambiental del Plan de Territorial de Desarrollo Integral del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra 2016-2020 (PTDI) Ajustado, Pág. 340, 380-384.

¹⁴³ Plan Estratégico Institucional Santa Cruz de la Sierra (2016-2020). Pág. 11.

diagnóstico¹⁴⁴ determinó como política a mediano plazo el modernizar la gestión pública. Para ello contaban con una estructura orgánica de acuerdo a sus funciones y competencias, así como un soporte instrumental de documentos de gestión y planes institucionales debidamente articulados. En este sentido determinaron como funciones de la Secretaría Municipal de Medio Ambiente¹⁴⁵, el proteger y conservar el medio ambiente y los recursos naturales, regulando las actividades antropogénicas y promoviendo el desarrollo sostenible y mejorar la gestión de preservación del Medio Ambiente a partir del cumplimiento de las leyes, reglamentos y procedimientos que permitan la preservación de las áreas de protección ambiental del municipio, la detección de niveles de contaminación en el aire, agua y recursos naturales. Además de la implementación de planes, proyectos y programas de reducción, perturbaciones y riesgos ambientales.

Mencionaron entre las fortalezas el mejorar de manera continua de la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire (Red MoniCA) y como debilidad los escasos recursos humanos tanto operativos como administrativos para la atención de denuncias e inspecciones en el área medio ambiental¹⁴⁶. En el capítulo 5.4 del PEI, vincularon los pilares, metas, resultados, acciones, competencias y presupuesto, incluyeron como acciones a lograr respecto del pilar 9, las siguientes:

- Control y Monitoreo Técnico Ambiental Vehicular, para medir emisiones a los vehículos registrados y de las empresas del municipio.
- Prevención, Monitoreo y Difusión de la Calidad del Aire, en el que incluyeron el monitoreo de los contaminantes criterio, la reducción de fogatas en San Juan y las mediciones de emisiones de gases de fuentes fijas realizadas a industrias.

El PEI del periodo 2016-2020 fue ajustado, modificación aprobada por el Decreto Edil N° 737/2019 de 29 de noviembre de 2019, entre los ajustes realizados estaba la formulación del objetivo institucional en diferentes ámbitos, entre ellos el ámbito ambiental, en el cual determinaron ejecutar 494 proyectos y/o programas de inversión que se adecúen y compitan contra los efectos del cambio climático, lograr un medio ambiente habitable en todos sus aspectos, con una producción sostenible que genere abundancia de resultados en el territorio durante el periodo 2016 - 2020. El impacto esperado con el logro del objetivo institucional ambiental era “la disminución de contaminación ambiental urbana que influye directamente en el descenso de enfermedades causadas por daños ambientales, además, de beneficiar al equilibrio ambiental del municipio, como fruto de la ejecución de 494 programas y/o proyectos de inversión, sumándose las actividades que combaten los efectos negativos del cambio climático (Planes, monitoreos, capacitaciones, inspecciones, fiscalizaciones y otros)”.

¹⁴⁴ Plan Estratégico Institucional Santa Cruz de la Sierra. (2016-2020) Pág. 28.

¹⁴⁵ Plan Estratégico Institucional Santa Cruz de la Sierra. (2016-2020) Pág. 29

¹⁴⁶ Cuadro 8 del Plan Estratégico Institucional Santa Cruz de la Sierra. (2016-2020) Pag.63

Ahora bien, la vinculación de los pilares, metas, resultados, acciones, competencias y presupuesto en el PEI ajustado, se encontraba en la Matriz de Planificación, en el que se vincularon al pilar 9, meta 3, señalando como indicadores los únicos en los que se observó relación con la gestión de Calidad del Aire que son los siguientes:

- 190.609 acciones de control y monitoreo de calidad atmosférica y la contaminación visual.
- 14.457 acciones de control y seguimiento de actividades potencialmente contaminantes.

El PEI aprobado en marzo de 2017, guardó relación con el PTDI del municipio, ambos planes indicaban que se orientarían a lograr resultados relativos al monitoreo de los contaminantes criterio y tres controles orientados a prevenir y controlar la contaminación del aire: las mediciones de emisiones del parque automotor, la reducción de fogatas en San Juan y las mediciones de emisiones de gases de fuentes fijas realizadas a industrias. No incluyeron el resto de elementos que forman parte de la gestión de Calidad del Aire, conforme el proceso normado vigente. El PEI ajustado en noviembre de 2019, fue más general, no detalló los tres controles antes mencionados, por lo que la deficiencia detectada fue aún más notoria, respecto de los elementos que deben constituir la gestión de Calidad del Aire y que debieron ser considerados.

3.4.3 Planes de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire

El Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, la Autoridad Ambiental Competente Nacional, del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, emitió la Resolución Administrativa VMABCCGDF N° 041/118 de 28 de noviembre de 2018, aprobando la norma técnica para los Planes de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire, que se deben realizar a efectos de activar, en forma inmediata, un conjunto de medidas predeterminadas de corta duración destinadas a prevenir el riesgo a la salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire durante episodios de contaminación aguda. Indica también la mencionada resolución administrativa, que los Planes de Contingencia podrán establecer medidas eficaces para controlar el riesgo de superación de los valores límite o los umbrales de alerta y que en el marco de esos planes, también podrán preverse acciones específicas destinadas a proteger a los sectores vulnerables de la población. La citada resolución, estableció que los Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales en el marco de sus competencias deberán considerar las normas técnicas aprobadas para la elaboración o activación de los Planes de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire.

Al respecto, debe considerarse que el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, aprobado mediante Decreto Supremo N° 24176 del 8 de diciembre de 1995, en su artículo 8, inciso c), establece que la Autoridad Ambiental Competente Nacional,

tiene la función y atribución de emitir normas técnicas para la prevención y control de la contaminación atmosférica y que en el artículo 11, inciso a), determina que los Gobiernos Municipales deben ejecutar acciones de prevención y control de la contaminación atmosférica en el marco de los lineamientos, políticas y normas nacionales.

La norma técnica define al Plan de Contingencia como un instrumento que permite, planear, identificar y ejecutar acciones a nivel municipal, con el fin de prevenir y reducir los impactos negativos que implica la presencia de contaminación atmosférica tanto a la salud de la población como al medio ambiente, así como, asegurar la canalización de esfuerzos para reducir emisiones al aire que agraven la situación y/o detonen episodios críticos.

En su capítulo de introducción, la norma técnica menciona que las redes de monitoreo permitieron conocer la calidad del aire en 12 municipios prioritarios (incluyendo al de Santa Cruz de la Sierra), poniendo de manifiesto superaciones de los límites de calidad del aire definidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica y con mayor frecuencia, superaciones de las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire. Señala que existen superaciones de los límites de calidad del aire asociados a exposiciones crónicas (media anual) y superaciones de los límites de calidad del aire asociados a exposiciones breves. Estos dos tipos de superaciones requieren soluciones a corto y a mediano y largo plazo, indicando la necesidad de elaborar Planes de Contingencia a corto plazo que protejan a la población de los efectos adversos que tienen para la salud los periodos de exposición aguda, y planes de acción de mediano y largo plazo con medidas estructurales para reducir la emisión de contaminantes atmosféricos. Se entiende, por los mandatos de la Ley N° 777 del Sistema de Planificación Integral del Estado, que esos planes de acción corresponden a los planes del sistema mencionado.

En este contexto, se solicitó información al Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, entidad que respondió¹⁴⁷ que no realizó el Plan de Contingencia y argumentó lo siguiente: la ciudad de Santa Cruz de la Sierra registra durante la mayor parte del año niveles de contaminación dentro de los rangos de bueno y regular (aceptable), de acuerdo al Índice de Calidad del Aire, los periodos críticos ocurren durante los meses de agosto a octubre, por la mayor incidencia de chaqueos y quemas donde los niveles de contaminación se incrementan de manera considerable por encima de los límites permisibles, por las quemas e incendios forestales que se registran en otros municipios con vocación productiva, siendo un procedimiento permitido por ley nacionales y autorizaciones de otras entidades, el GAMSCS realizó representación ante las autoridades para que cesen a emisión de cualquier permiso o autorización¹⁴⁸. Indicó también que la época de chaqueos y quemas, los periodos críticos son breves y no suelen extenderse por más de cinco días de manera consecutiva.

¹⁴⁷ A través de nota DIRECCION GENERAL MUNICIPAL OF. N° 201/2021 recibida el 24 de junio de 2021.

La entidad supervisada concluyó indicando que durante la gestión 2021, realizará la estructuración de un Plan de Contingencias que sirva como instrumento de planificación y operación para los posibles periodos o deterioros de calidad del aire, que sean como consecuencia de actividades o episodios dentro de la jurisdicción municipal.

Por lo señalado, no elaboraron un Plan de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire, aunque declararon la necesidad de preparar y aprobar un plan de esa naturaleza, aspecto que es importante para activar, en forma inmediata, un conjunto de medidas predeterminadas de corta duración destinadas a prevenir el riesgo a la salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire durante episodios de contaminación aguda, los cuales pueden darse por hechos que ocurran dentro del municipio o en los alrededores, pero que pueden afectar a la población del mismo, por lo que es importante contar con el Plan de Contingencia elaborado y aprobado, listo para ser implementado ante circunstancias que ameriten la activación.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN DE SUPERVISIÓN

El Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica constituye la norma reglamentaria de la Ley N° 1333 del Medio Ambiente, que configura la manera en que debe llevarse a cabo la prevención y control de la contaminación atmosférica, entendiéndose al primero de esos dos componentes como las disposiciones, medidas y acciones anticipadas para evitar el deterioro del ambiente y al segundo, el control, como la aplicación de medidas o estrategias para la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera.

De acuerdo con las disposiciones del citado reglamento, se han desarrollado las redes de monitoreo de la calidad del aire. Como parte de la estructura del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, se tiene al Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, que cumple funciones como Autoridad Ambiental Competente Nacional, el cual ha emitido normas técnicas para establecer un proceso normado relativo a la prevención y control ambiental, aprobando en calidad de normas técnicas los manuales para el diseño, implementación y operación de redes de monitoreo de calidad del aire para ciudades de Bolivia, para el inventario de emisiones y para los Planes de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire.

En los mencionados manuales, se indica que la Gestión de la Calidad del Aire es un conjunto de acciones estratégicas que se realizan en un área determinada (en el caso supervisado, en el municipio de Santa Cruz de la Sierra) para medir, controlar y reducir los contaminantes emitidos a la atmósfera a fin de precautelar la salud de la población. La Gestión de Calidad del Aire, debe comprender la realización de los siguientes aspectos:

- Plan de Gestión de la Calidad del Aire.
- Monitoreo de la Calidad del Aire.

- Desarrollo de inventarios de emisiones.
- Modelación y Simulación de la Calidad del Aire.
- Identificación de medidas para mejorar la Calidad del Aire.
- Educación ciudadana.
- Revisión Técnica Vehicular.
- Mejora de la movilidad urbana.
- Combustibles limpios.

En ese marco, se han supervisado cuatro temas específicos que se relacionan con los manuales emitidos como normas técnicas de la Gestión de Calidad del Aire. En el cuadro siguiente, se muestra la relación de los cuatro temas supervisados con los nueve aspectos que se refieren a la implementación completa de la Gestión de Calidad del Aire.

Tabla 14
Relación entre los temas supervisados y los elementos básicos de la Gestión de Calidad del Aire

Temas supervisados	Aspectos de la Gestión de la Calidad del Aire relacionados
<ul style="list-style-type: none"> • La gestión operativa de la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire. • La difusión de los datos obtenidos por la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire a través del Índice de Calidad del Aire (ICA). • La planificación de acciones que aseguren la implementación de la gestión de la Calidad del Aire. • La implementación de los inventarios de emisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de la Calidad del Aire. • Plan de Gestión de la Calidad del Aire. • Identificación de medidas para mejorar la Calidad del Aire. • Mejora de la movilidad urbana. • Educación ciudadana. • Desarrollo de inventarios de emisiones. • Modelación y Simulación de la Calidad del Aire. • Revisión Técnica Vehicular y combustibles limpios.

Respecto de la revisión técnica vehicular y los combustibles limpios, son temas que se han contemplado de manera directa y de forma indirecta, respectivamente, en el informe de auditoría K2/AP03/M14, de desempeño ambiental sobre la contaminación atmosférica en el área metropolitana de Santa Cruz, emitido el 28 de mayo de 2015. En el mencionado informe se incluyó la recomendación 1, orientada a lograr la verificación de emisiones vehiculares de forma gradual a todo el parque automotor y la recomendación 39, referida a la adecuación ambiental vehicular de los automotores saneados en el marco de la Ley N° 133. Como resultado de las gestiones posteriores a la emisión del informe de seguimiento K2/AP03/M14/E1 (PS19/1), emitido el 31 de diciembre de 2019, el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra se ha comprometido a mejorar su trabajo respecto de la verificación de emisiones vehiculares hasta el 31 de diciembre de 2023, cumpliendo la recomendación 1. Respecto de la recomendación 39, que cumplió, como se indicó en el

informe de seguimiento, la entidad debe mejorar su desempeño y lograr concluir con la adecuación ambiental vehicular en el menor plazo posible, dado que ha adoptado un mecanismo que coadyuva a ese propósito.

Retomando lo indicado en el cuadro 4, en lo que concierne a los temas supervisados, los resultados alcanzados permiten concluir como se expone a continuación:

- Se ha revisado la gestión operativa de la Red de Monitoreo de la Calidad de Aire respecto del Manual para el Diseño, implementación y operación de redes de monitoreo de calidad del aire para ciudades de Bolivia, encontrando una razonable implementación de los principales aspectos contenidos en la mencionada norma técnica; sin embargo, existen debilidades que deben ser superadas, la entidad debe considerar la mejora de la situación de los equipos de medición, en especial de los dos equipos móviles que fueron ubicados en sitios fijos, y debe superar dos problemas relativos a la estructura organizacional de los encargados de la red de monitoreo y de los recursos humanos responsables de la misma (un solo profesional, habiéndose reducido el número respecto de gestiones anteriores).
- En lo relativo a la difusión de los datos obtenidos por la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire a través del Índice de Calidad del Aire (ICA), la entidad supervisada ha trabajado en la implementación de lo señalado en la NB 62018, con base en los datos de la red de monitoreo; sin embargo, se han detectado riesgos de que los medios de comunicación no sean plenamente efectivos para llegar con la información necesaria y con el diseño necesario, a toda la población del municipio, para que realice las acciones recomendadas conforme los riesgos asociados al calificativo de la calidad del aire según el ICA.
- La supervisión ha permitido detectar que no han implementado los inventarios de emisiones, lo que asimismo implica que no han trabajado en la modelación y simulación de la Calidad del Aire. El inventario de emisiones debe permitir identificar las medidas para la reducción de emisiones, estimar la calidad del aire futuro a través de modelación y datos sobre distribución espacial y temporal, determinar tendencias en los niveles de emisiones, establecer los efectos de las medidas de control, informar sobre el reporte de emisiones de las fuentes y desarrollar modelos de calidad del aire. Los inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos son por ello una herramienta fundamental para el desarrollo de los planes para la reducción de emisiones contaminantes, permitiendo establecer las acciones que tendrán un mayor impacto sobre la calidad del aire y hacer análisis de la relación costo/beneficio de las mismas. La entidad debe desarrollar los inventarios de emisiones, para lograr una completa Gestión de Calidad del Aire.

- La supervisión de la planificación de acciones que aseguren la implementación de la Gestión de la Calidad del Aire, ha permitido detectar que los planes de mediano plazo del municipio, del periodo 2016 – 2020, el Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien (PTDI) y el Plan Estratégico Institucional (PEI), no han incluido la Gestión de Calidad del Aire, conforme las normas técnicas emitidas por la Autoridad Ambiental Competente Nacional. Cabe indicar que esas normas técnicas están en vigencia desde la gestión 2018, por lo que debieron ser consideradas en el ajuste realizado a los mencionados planes. Debe señalarse que los planes revisados sí contenían algunos elementos que hacen parte de la Gestión de Calidad del Aire, así, en el PTDI y PEI incluyeron el monitoreo de la calidad del aire y tres controles orientados a prevenir y controlar la contaminación del aire: las mediciones de emisiones del parque automotor, la reducción de fogatas en San Juan y las mediciones de emisiones de gases de fuentes fijas realizadas a industrias. En el PEI ajustado, esos aspectos fueron considerados de forma general sin distinguirlos de forma específica. También se ha observado que no elaboraron un Plan de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire.

De acuerdo a las conclusiones anteriores, es importante, principalmente para la salud de la población del municipio de Santa Cruz de la Sierra, que se implemente una completa Gestión de Calidad del Aire, conforme la normativa técnica vigente. De acuerdo con lo señalado y conforme la normativa vigente para la gestión pública, el desarrollo de cualquier temática se inicia en la planificación integral de acuerdo con la normativa correspondiente a la Ley N° 777, del Sistema de Planificación Integral del Estado, vigente desde el 21 de enero de 2016. La implementación de lo planificado se realiza a través de los sistemas de administración y control de la Ley N° 1178, de Administración y Control Gubernamentales.

Por lo indicado, considerando asimismo que se debe planificar las gestiones posteriores al periodo 2016 – 2020, es importante que la implementación cabal y completa de la Gestión de Calidad del Aire, se planifique considerando la mejora de la organización administrativa, personal y equipos de la red de monitoreo, la mejora de la comunicación del Índice de Calidad del Aire (ICA), el inventario de emisiones y la preparación del Plan de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire. Los planes del Sistema de Planificación Integral, deben contemplar, asimismo, el desarrollo de todos los aspectos que son parte de la Gestión de Calidad del Aire, contemplando el monitoreo de la calidad del aire, el desarrollo de inventarios de emisiones, la modelación y simulación de la calidad del aire, la identificación de las medidas para mejorar esa calidad, la educación ciudadana, la verificación de emisiones vehiculares y la mejora de los sistemas de transporte urbanos.

De acuerdo con lo señalado, se presenta a continuación la correspondiente recomendación de supervisión:

El Órgano Ejecutivo del Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, debe incluir en la planificación de mediano plazo, es decir en el Plan Territorial de Desarrollo Integral y en el Plan Estratégico Institucional, el diagnóstico y la planificación de las acciones, en el marco de metas y resultados, necesarias para superar los problemas detectados en la supervisión y desarrollar una completa Gestión de Calidad del Aire, para lo cual, debe considerar lo establecido en la Ley N° 777 del Sistema de Planificación Integral del Estado, la Ley N° 1333 del Medio Ambiente y su reglamentación, así como las normas técnicas vigentes al respecto.

El cumplimiento de la recomendación de supervisión permitirá la implementación de una completa Gestión de Calidad del Aire en el municipio de Santa Cruz de la Sierra, así como el acatamiento de la normativa correspondiente. El propósito principal es coadyuvar a la mejora de la salud de la población del municipio.

La Paz, 05 de octubre de 2021.



Ing. Roberto E. Pérez Canepa

GERENTE DE AUDITORÍA AMBIENTAL



Ing. Luis Fernando Saavedra Morató

SUBCONTRALOR DE AUDITORÍAS TÉCNICAS