

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL GRADO
DE INGENIERO AMBIENTAL**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA PARA LA
INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA RED DE MONITOREO DE
CALIDAD DEL AIRE DEL MUNICIPIO DE COBIJA -PANDO
GESTIÓN 2023”**

POSTULANTE: Univ. Patricia Chura Quispe

ASESOR: Ing. Dennis Flores Torricos

**COBIJA- BOLIVIA
2024**

HOJA DE APROBACIÓN

Firmantes:

Msc. Nancy Acuña Álvares

DIRECTORA ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

Ing. Zeila Meneses Quisbert

TRIBUNAL

Ing. Luisa Virginia Franco Riguera

TRIBUNAL

Ing. Pedro Gómez Montero

TRIBUNAL

Ing. Dennis Flores Torricos

ASESOR

Univ. Patricia Chura Quispe

POSTULANTE

Cobija, 19 de julio de 2024

DEDICATORIA

Dedico el presente Trabajo a las que fueron mi inspiración y estarán siempre en mi corazón, mis preciosas gemelas Jandy y Shandy. A Matías quien es mi hijo arcoíris para toda la vida. Y en especial a la compañera de mi vida y mi primer amor mi hija Sayuri.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme un día más de vida para realizar el sueño de ser Ingeniera.

A mis padres Hugo Chura y Flora Quispe por confiar y apoyarme siempre en mis proyectos de vida.

A mi esposo Iván y a mi hija Sayuri por ayudarme en mis trabajos de la carrera Universitaria.

A mis Docentes por inculcarme conocimientos esenciales para la vida Profesional.

A mis compañeros de la carrera por las experiencias vividas durante los 5 años de estudio.

RESUMEN

El presente Proyecto titulado “Implementación de una Herramienta para la Interpretación de datos de la red de Monitoreo de Calidad del Aire Del Municipio de Cobija -Pando en el año 2023” tiene como objetivo general Aplicar una herramienta de interpretación de Calidad del Aire (ICA) a través del procesamiento de datos del punto de monitoreo de la Av. Nazaria de la Red MoniCA para la generación de reportes mensuales del parámetro de material particulado (PM 10mm) en el municipio de Cobija departamento de Pando gestión 2023. Tiene 3 objetivos específicos, Diagnosticar el tipo de información de calidad del aire generada por la red MoniCA en el municipio de Cobija-Pando, Realizar un tratamiento de los datos generados en la red MoniCA gestión 2023 en el Municipio de Cobija-Pando, Procesar los datos generados en el punto de monitoreo de la Av. Nazaria para una mejor lectura de la red MoniCA en el Municipio de Cobija-Pando.

Para el marco teórico se utiliza conceptos sobre calidad del aire a nivel nacional internacional, y todo el proceso de generación de datos y tratamiento hasta obtener resultados de acuerdo a normativa vigente.

ABSTRACT

This Project entitled “Implementation of a Tool for the Interpretation of data from the Air Quality Monitoring network of the Municipality of Cobija -Pando in the year 2023” has as its general objective Apply an Air Quality Interpretation Tool (AQI) through the processing of data from the Nazaria Avenue monitoring point of the MoniCA Network for the generation of monthly reports of the particulate matter parameter (PM 10mm) in the municipality of Cobija, department of Pando, management 2023. It has 3 specific objectives, Diagnose the type of air quality information generated by the MoniCA network in the municipality of Cobija-Pando, Carry out a treatment of the data generated in the MoniCA network management 2023 in the Municipality of Cobija-Pando, Process the data generated at the point monitoring of Av. Nazaria for a better reading of the MoniCA network in the Municipality of Cobija-Pando.

For the theoretical framework, concepts on air quality at a national and international level are used, and the entire process of data generation and treatment until results are obtained in accordance with current regulations.

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	NOMBRE DE LA ENTIDAD BENEFICIARIA	3
3.	REFERENCIA GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	3
4.	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO	5
5.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
6.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
7.	JUSTIFICACIÓN.....	8
8.	OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	10
8.1.	OBJETIVO GENERAL.....	10
8.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	10
9.	MARCO TEÓRICO	11
9.1.	RED MONICA EN EL MUNICIPIO DE COBIJA.....	11
9.1.1.	Red de monitoreo de la calidad del aire.....	11
9.1.1.2.	Número de puntos de muestreo requerido	15
9.2.	MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE A NIVEL INTERNACIONAL Y NACIONAL.....	18
9.2.1.	PAÍSES CON BUENA CAPACIDAD DE MONITOREO	19
9.2.1.1.	Brasil Porto Alegre:	19
9.2.1.2.	Chile Santiago:.....	19
9.2.1.3.	México	20
9.2.2.	PAÍSES CON LIMITADA CAPACIDAD DE MONITOREO	20
9.2.2.1	Argentina	21
9.2.2.2.	Colombia.....	21
9.2.2.3.	Costa Rica.....	21
9.2.2.4.	Cuba.....	22
9.2.2.5.	Ecuador	22
9.2.2.6.	Perú	23
9.2.2.7.	Venezuela.....	23
9.2.3.	PAÍSES CON MÍNIMA CAPACIDAD DE MONITOREO.....	23
9.2.3.1.	Bolivia.....	23
9.2.3.2.	Guatemala.....	24
9.2.4.	A NIVEL NACIONAL	25
9.2.4.1.	FÓRMULAS PARA INTERPRETAR DATOS	26
9.2.4.2.	Datos de Calidad del Aire	26

9.2.4.3.	Índice de Calidad del Aire.....	27
9.3.	CLASIFICACIÓN DEL ICA.....	28
9.3.1.	Índice de la contaminación atmosférica en Bolivia.....	28
9.3.2.	Normas de Calidad del Aire internacional.....	29
9.3.3.	Normas de Calidad del Aire Nacional.....	29
10.	MARCO REFERENCIAL	32
10.1.	Normas Bolivianas	32
10.2.	Metodologías de muestreo	37
10.3.	Metodología pasiva.....	38
10.4.	Metodología automática.....	39
10.5.	Sensores de bajo costo	39
10.6.	Sensores.....	40
10.7.	Equipos de Medición.....	40
10.7.1.	Parámetros a Medir:.....	40
11.	DIAGNOSTICO DE LA INFORMACIÓN GENERADA POR LA RED MONICA SOBRE CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE COBIJA-PANDO.	43
11.1.	DATOS DEL INFORME NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOLIVIA GESTIONES 2012-2014 RED MONICA... ..	43
11.2.	ESTACIÓN DE MONITOREO	44
11.3.	Descripción de la Presión Absoluta Estandar Pstd (MmHg), Temperatura Absoluta Estandar Tstd(*K), Presión en Condiciones Locales PI (Mm Hg), Temperatura en Condiciones Locales TI (*K) en Base a Limite RMCA, Limite NB 62011, Limite OMS	48
11.3.1.	Como se realiza la Transformación del Cuadro csv a Excel para Interpretar la Información	51
11.3.2.	Describir el Guía y Manual de Usuario	54
12.	TRATAMIENTO DE DATOS GENERADOS EN LA RED MONICA	55
12.2.	Recolección de información.....	55
12.3.	Análisis del comportamiento de los datos de calidad del aire periodo 2023	55
13.	IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA	58
14.	FACTIBILIDAD.....	59
14.1.	TÉCNICA	59
14.2.	ECONÓMICA	59
14.3.	OPERACIONAL	60
15.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO	60
15.1.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	60
15.2.	EVALUACIÓN SOCIAL.....	61
15.3.	EVALUACIÓN AMBIENTAL	62
16.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64

TABLAS

Figura N°1 MAPA DE COBIJA	4
Figura N°2 Interpretación del ICA (Índice de la Contaminación Atmosférica	28
Figura N°3 Estandares de Calidad del Aire	29
Figura N°4 RMCA Contaminante Valor de Concentración Periodo caracterización	30
Figura N°5 Límites permisibles recomendados por la ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud OMS y la Norma Boliviana NB 62011	31
Figura N°6 Punto de los cuatro sensores en el municipio de Cobija	41
Figura N° 7 Sensor 1 plaza principal Cobija	46
Figura N° 8 Sensor 2 plaza Humber Terrazas	46
Figura N° 9 Sensor 3 monumento 3 cabezas	47
Figura N° 10 Sensor 4 Nazaria	48
Figura N°11 Formulario de reporte de monitoreo red MonICA	48
Figura N°12 Datos en cvs del punto Nazaria	50
Figura N°13 Foto de Excel pm 10 A y pm10 B	52
Figura N°14 Foto de Excel pm 10 A y pm10 B	52
Figura N°15 Límites permisibles recomendados por la ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud OMS y la Norma Boliviana NB 62011	52
Figura N° 16 Interpretación del ICA.....	58

FIGURAS

Tabla 1 Límites permisibles.....	56
Tabla 2 Datos mensuales de calidad del aire pm10.....	56
Tabla 3 Datos semestrales y mensuales	57

1. INTRODUCCIÓN.

A nivel Latinoamericano años atrás se podía hablar que la preocupación por el medioambiente era un lujo que podían permitirse los países ricos, pero no así los países pobres. Y por eso es que la implementación de políticas públicas inadecuadas ha hecho de que no haya cambios sustanciales en favor del medio ambiente. Hoy en día se reconoce la urgencia de cuestiones ambientales por varias razones; la consciencia del público ha aumentado, basándose en los conocimientos que han surgido de los estudios y análisis ecológicos y además se reconoce ampliamente que la contaminación del aire y del agua no es un problema estético si no que perjudica a la salud.

Los mayores centros urbanos han sido los primeros en enfrentarse en esta problemática. Ciudades como Santiago de Chile, México D.F. y Sao Paulo vienen luchando contra la contaminación del aire desde hace más de una década; por lo tanto, diversos gobiernos nacionales y locales han implementado estrategias de control de la contaminación del aire (Bascope,2001).

La calidad del aire de una región está fuertemente influenciada por parámetros meteorológicos como la temperatura ambiente, la magnitud y la dirección del viento, la cobertura nubosa, y la lluvia/nieve/ granizo, etc. incluyendo la naturaleza del suelo, la biota y las diferentes actividades que se realizan en un territorio. Para definir la calidad del aire de una región, se establece un índice de calidad del aire (AQI) en una escala que va de buena a mala. Cuando se incrementa el valor de AQI, un porcentaje creciente de la población podría verse afectada por los efectos adversos de los contaminantes estudiados. El principal problema es que no hay ningún valor de AQI unificado, y diferentes países

tienen sus propios índices de calidad del aire, que corresponden a diferentes normas nacionales de calidad del aire (Porta, 2018, p.40).

Un índice de calidad del aire “ICA” (AQI, por sus siglas en inglés) es un número utilizado por las agencias gubernamentales para comunicar al público lo contaminado que se encuentra el aire en un determinado sitio. A medida que aumenta el ICA, es probable que un porcentaje cada vez mayor de la población experimente efectos adversos a la salud. Diferentes países tienen sus propios índices de calidad del aire, que corresponden a diferentes normas nacionales de calidad del aire. Algunos de estos son el Índice de Salud de Calidad del Aire (Canadá), el índice de calidad de aire de la USEPA y el índice de calidad de aire diario del Reino Unido (Porta, 2018, p.42).

A nivel nacional es importante indicar, que a inicios de esta nueva década 2021, para conocer los niveles de Calidad Atmosférica, a nivel nacional se aplica la Norma Boliviana 620018, en todas las estaciones de monitoreo automática, que, por motivos de evaluación atmosférica luego de seguir un patrón histórico que data del 2020 y dejando de aplicar los parámetros de caracterización del contaminante criterio según la Ley 1333(Ley de Medio Ambiente), en la evaluación del ICA (Teran, 2022;p9).

La calidad atmosférica constituye uno de los principales problemas ambientales en los centros urbanos. La importancia de evaluar continuamente la calidad del aire, nos sirve para saber qué tipo de aire respiramos y si existe algún grado de contaminación. Para el año 2001 con el apoyo de la Cooperación Suiza implementan en Bolivia la Red de monitoreo de Calidad del Aire. La Paz, El Alto, Cochabamba, Santa Cruz, Quillacollo, Oruro, Potosí, Sucre y Tarija hasta el 2013.

Para el año 2022 el municipio de Cobija adquirió importantes equipos para determinar la calidad de aire en el municipio, la red MoniCA. Sin embargo, la falta de personal, el poco

conocimiento del manejo hace que sea difícil una lectura mensual de los datos arrojados por esta red.

2. NOMBRE DE LA ENTIDAD BENEFICIARIA

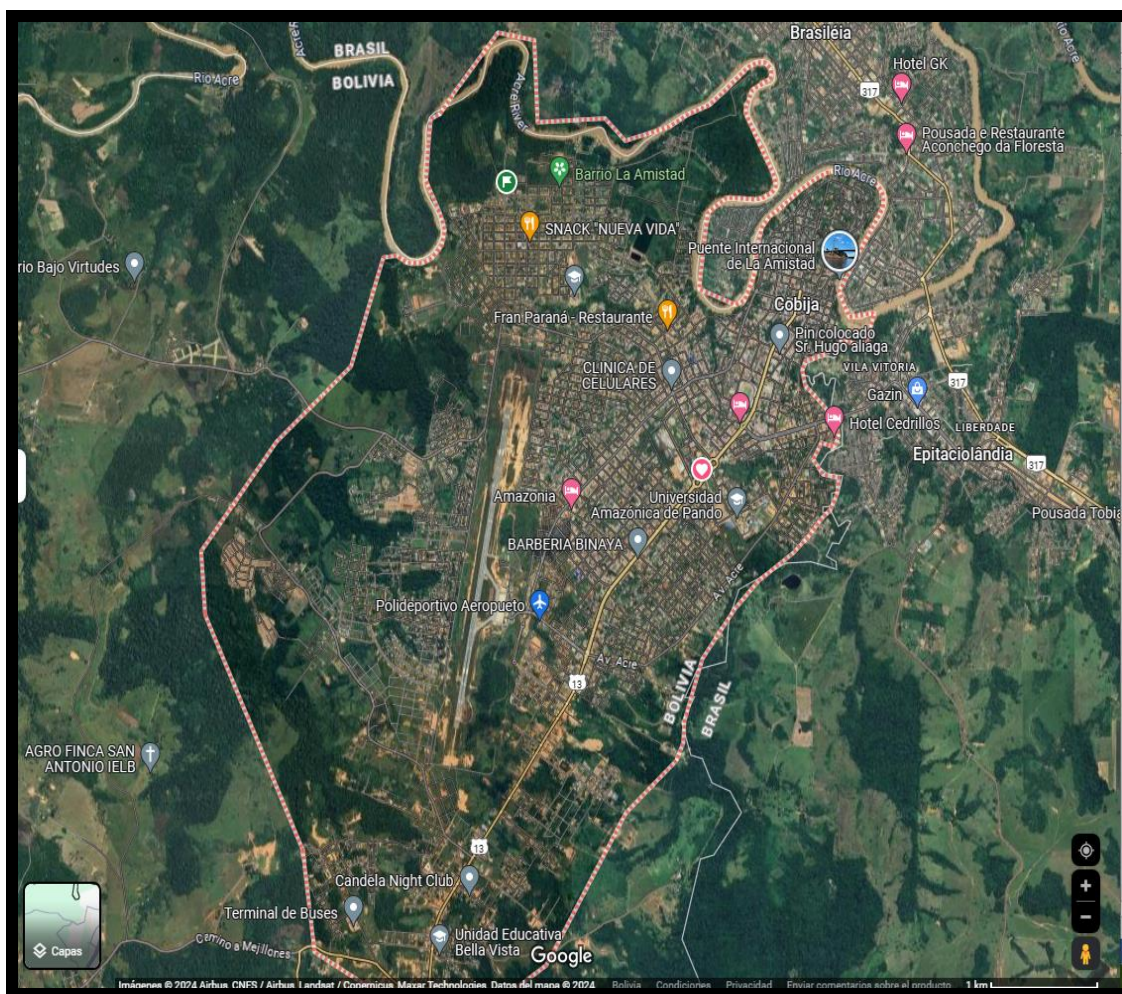
La entidad beneficiaria del proyecto es el Gobierno Autónomo Municipal de Cobija (GAMC), relacionado con la Unidad de Medio Ambiente quienes podrán contar con una herramienta base para la lectura de datos y toma de decisiones. A su vez los beneficiarios indirectos serán todas las personas interesadas en obtener datos de calidad del aire en el municipio de Cobija.

3. REFERENCIA GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El presente proyecto está destinado para el Municipio de Cobija, capital del departamento de Pando, esta fue fundada a orillas del río Acre y se ubica en la provincia Nicolás Suárez al Noroeste del Departamento, a nivel nacional se sitúa en el extremo Norte de Bolivia. Ubicada en el extremo noroccidental de Bolivia, sobre la orilla derecha del río Acre, Geográficamente de la ciudad de Cobija se encuentra a 11° 01' 50" latitud sur y 68 ° 44' 05" latitud este. Su extensión territorial es de 440 Km², abarcando el 0,8 % del departamento de Pando. El municipio de Cobija limita con los municipios brasileños del Estado de Acre, Brasileia y Eptaciolandia.

El Municipio de Cobija cuenta con 28 Barrios Urbanos en cuatro distritos y 15 comunidades rurales en un distrito.

Figura N°1 Mapa de Cobija



Fuente google earth 13/06/2024

Según los datos del censo del 2001, la mitad de la población de Cobija tiene menos de 20 años, la composición por grupos de edad muestra que hay mayor concentración en el rango de 0-4 años. Una de las causas de crecimiento poblacional de la ciudad es debido al proceso migratorio.

El uso de suelo según los datos del Plan de Desarrollo Urbano (Cobija. 2003), el espacio urbano comprende una superficie de 1.042 Has, de las cuales están ocupadas 452,71 has y existe

aproximadamente 274,70 has que a pesar de estar registrada en la alcaldía no está ocupada, indicando de esta forma una baja densidad de ocupación urbana. Las superficies de la ciudad están distribuidas en áreas verdes (16%) y áreas destinadas a vías (24%) siendo la mayor parte ocupada de orden residencial. (Geo Bolivia, 2023)

4. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA PARA LA INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DEL MUNICIPIO DE COBIJA -PANDO GESTIÓN 2023”

5. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el municipio de Cobija se ha identificado la necesidad de realizar mediciones y evaluaciones de la calidad del aire ya que actualmente no se dispone de información al respecto. La última medición conocida se llevó a cabo en el año 2016 a través de la Red moniCA. (Terán, 2022)

A pesar de que Cobija es un municipio donde no predominan las fábricas, industrias, empresas, tránsito de movilizaciones de 4 ruedas (que son las más contaminantes), la última medición realizada el 2016 por la Red MoniCA indicó que la calidad del aire es muy deficiente. PPM: 82 y el ICA: 164ppm. El ICA es un indicador establecido por la NB 62018, el mismo a su vez depende de los límites permisibles de concentración de contaminación establecidos en la NB 62011.

Por esta razón el Gobierno Municipal de Cobija implementa la Red MoniCA en el municipio, sin embargo, las deficiencias técnicas en la interpretación de los datos generados diariamente impiden su difusión y la información a la población sobre los niveles de contaminación.

Las herramientas adecuadas para la recolección e interpretación de datos son esenciales para mostrar los resultados de la implementación de la red MoniCA en el municipio de Cobija. Actualmente la falta de personal calificado y capacitado para administrar esta red, así como la falta de conocimiento en el manejo de estas herramientas, resulta en una deficiencia en la publicación de datos mensuales o trimestrales sobre la calidad del aire en el municipio.

6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el municipio de Cobija se evidencia la falta de un diseño de herramienta para la interpretación de ICA a través del procesamiento de los datos de los 4 puntos generados por la red MoniCA para su socialización y toma de decisiones en el municipio de Cobija departamento de Pando generados desde enero 2022 a 2023.

La falta de manejo de esta herramienta hace que el tiempo de socialización de los datos obtenidos en la red sea más largo.

Desde el momento de la implementación de estas estaciones de monitoreo en los 4 puntos del municipio de Cobija, han estado generando datos, pero no pudieron ser agrupados para una socialización de manera comprensiva para la población en general. También afectan factores como la falta de personal calificado, también estas estaciones de monitoreo necesitan estar conectados frecuentemente por internet y se tiene a veces los inconvenientes de que como son prestadas las redes de internet y con eso se pierde información importante para lectura de datos.

Por lo que también es necesario replantear si los lugares donde están estos 4 equipos son factibles para la generación eficaz de datos.

Por lo que llegamos a preguntarnos las siguientes interrogantes:

Pregunta general:

¿Cómo la implementación de una herramienta permitirá la interpretación de datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (Red MoniCA) para su socialización y toma de decisiones en el municipio de Cobija departamento de Pando?

Preguntas Específicas:

¿Qué tipo de información genera la red MoniCA en el Gobierno Autónomo Municipal de Cobija -Pando?

¿Se puede realizar un tratamiento de los datos generados desde enero 2023 a diciembre de 2023?

¿Qué se requiere para mejorar la lectura de datos de los 4 puntos generados por la red MoniCA en el Municipio de Cobija-Pando?

7. JUSTIFICACIÓN

Frente a este problema de la necesidad de implementar una herramienta para la interpretación de datos para el Gobierno Autónomo Municipal de Cobija resulta importante buscar métodos sencillos para la lectura de datos que logren evaluar la calidad del aire para tener medidas que permitan controlar las emisiones de sustancias tóxicas al medio ambiente, esto nos permite buscar medidas de protección a la atmósfera.

El reglamento en materia de contaminación atmosférica en su Capítulo I. Artículo 1.- La presente disposición legal, reglamenta la ley del Medio Ambiente N° 1333 del 27 de abril de 1992 en lo referente a la prevención y control de la contaminación atmosférica, dentro del marco del desarrollo sostenible. Y Artículo 2.- Toda persona tiene el derecho a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y el ejercicio de sus actividades, por lo que el Estado y la sociedad tienen el deber de mantener y/o lograr una calidad de aire tal, que permita la vida y su desarrollo en forma óptima y saludable.

El monitoreo que se debe realizar es una manera preventiva y hacer prevalecer el derecho a poder disfrutar de un ambiente sano. Los datos registrados que se tiene acerca del material particulado PM10 que causa daños a la salud: Tos, dificultad para respirar, Agravamiento del asma, Daño al pulmón (incluyendo la disminución de la función del pulmón y enfermedades respiratorias de por vida) Muerte prematura en individuos con enfermedades del corazón y del pulmón. (Rosas,2013)

Es por esto que es necesario realizar el monitoreo y evaluación de calidad del aire en nuestro municipio para saber la calidad de aire que respiramos y saber cuáles son los meses que aumenta o disminuye de acuerdo a los límites permisibles establecidos en nuestro País.

En lo ambiental, la justificación de este proyecto nos sirve en la mejora de la calidad de vida, salud y minimizar la contaminación de los ecosistemas a través un conocimiento científico más preciso de los procesos que tienen lugar en la atmósfera gracias a la capacidad de disponer de una herramienta para evaluar y gestionar la calidad del aire en Cobija.

La contaminación del aire en áreas urbanas a nivel estatal, regional o local es un problema que requiere de la aplicación de herramientas de modelización basadas en el conocimiento científico y tecnológico actual. Estas herramientas permiten predecir la evolución de la calidad del aire y tomar decisiones para proteger la salud humana en relación a los niveles de óxidos de nitrógeno y material particulado que se superan en estas zonas. La implementación de este proyecto de una manera significativa va a contribuir en el conocimiento científico y de la tecnología actual en modelización de la calidad del aire.

La implementación de este proyecto de una manera significativa va a contribuir en el conocimiento científico y de la tecnología actual en modelización de la calidad del aire. La implementación de modelos de última generación es básica para poder realizar tareas de evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente. A su vez, esto también ayudará a un mejor aprovechamiento de las redes de control de la calidad del aire existente, y en la optimización del diseño de futuras redes.

En lo social el constante monitoreo de la calidad del aire en el municipio permitirá alertar a futuras enfermedades y así poder implementar acciones anticipadas a los hechos.

8. OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS

8.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar la herramienta de interpretación de Calidad del Aire (ICA) a través del procesamiento de datos del punto de monitoreo de la Av. Nazaria de la Red MoniCA para la generación de reportes mensuales del parámetro de material particulado (PM 10mm) en el municipio de Cobija departamento de Pando gestión 2023.

8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diagnosticar el tipo de información de calidad del aire generada por la red MoniCA en el municipio de Cobija-Pando.
- Realizar un tratamiento de los datos generados en la red MoniCA gestión 2023 en el Municipio de Cobija-Pando.
- Procesar los datos generados en el punto de monitoreo de la Av. Nazaria para una mejor la lectura de la red MoniCA en el Municipio de Cobija-Pando.

9. MARCO TEÓRICO

9.1. RED MONICA EN EL MUNICIPIO DE COBIJA

9.1.1. Red de monitoreo de la calidad del aire

El proyecto aire limpio de la cooperación Suiza ejecutado por Swisscontact junto con Universidades y Gobiernos Municipales del eje troncal de Bolivia han implementado desde el año 2001 Redes de Monitoreo de la calidad del Aire (RED MONICA) en las ciudades de La Paz, El Alto, Cochabamba y Santa Cruz y en la ciudad de Trinidad, Quillacollo, Oruro, Potosí, Sucre, y Tarija durante 2012- 2013, con el objetivo de medir los niveles de contaminación atmosférica a la que está expuesta la población boliviana, estas redes conforman la denominada Red de Monitoreo de la Calidad del Aire- Red MoniCA de Bolivia. (MMAyA, 2012)

El objetivo general de la Red MoniCA es monitorear los niveles de contaminación atmosférica en la ciudad, proporcionando información confiable y actualizada sobre la calidad del aire. Esta información es fundamental para respaldar las acciones y políticas destinadas a mejorar la calidad del aire y proteger la salud de los habitantes. Los datos recopilados por la red MoniCA alimentan una base de datos que apoya el proceso de toma de decisiones en materia de gestión ambiental y promueve cambios positivos en beneficio de la salud y bienestar de la población:

- Determinar el nivel de línea base de la contaminación atmosférica. El monitoreo de la calidad del aire permite conocer los niveles de concentración de los contaminantes presentes en la atmósfera, principalmente de los contaminantes atmosféricos denominados “criterio”.
- Proporcionar información acerca de los riesgos de la contaminación del aire y sus posibles fuentes de emisión. Existe normativa nacional como internacional, que cuentan con valores límites permisibles de concentración de contaminantes, los mismos que tienen como objetivo el

de proteger la salud de la población por lo que la información obtenida por la Red MoniCA debe ser comparada con estos estándares.

- Estimar los efectos de la contaminación del aire en la población y en otros elementos bióticos y abióticos. Los efectos de la contaminación atmosférica en la salud son diversos, éstos dependen del tipo de contaminantes y las características de la población afectada, es por ello que, para comprender los verdaderos alcances de estos efectos sobre la salud, es preciso y necesario analizar el impacto específico de cada contaminante.
- Informar al público acerca de la calidad del aire. La información obtenida y generada por la Red MoniCA debe ser difundida a la población en un lenguaje sencillo, claro y oportuno. Así también estar disponible en un formato adecuado y útil para futuras investigaciones que pueden ser realizadas en el ámbito académico.
- Evaluar modelos de dispersión de contaminantes en el aire. Los modelos de dispersión nos permiten relacionar las emisiones de un contaminante producida por las diferentes fuentes con las concentraciones medidas del mismo contaminante en una Red MoniCA en una determinada área de estudio. Es por ello que los datos de calidad del aire pueden ayudar a evaluar, validar los modelos de dispersión.
- Establecer bases científicas para definir políticas de control y reducción de la contaminación atmosférica. Una vez definido el o los objetivos, según sea el caso, se debe proseguir con el análisis de los criterios de diseño. Es oportuno aclarar que las redes de monitoreo de calidad del aire tienen como propósito fundamental medir la inmisión de contaminantes.
- Proporcionar información acerca de los riesgos de la contaminación del aire y sus posibles fuentes de emisión. Existe normativa nacional como internacional, que cuentan con valores

límites permisibles de concentración de contaminantes, los mismos que tienen como objetivo el de proteger la salud de la población por lo que la información obtenida por la Red MoniCA debe ser comparada con estos estándares.

- Estimar los efectos de la contaminación del aire en la población y en otros elementos bióticos y abióticos. Los efectos de la contaminación atmosférica en la salud son diversos, éstos dependen del tipo de contaminantes y las características de la población afectada, es por ello que, para comprender los verdaderos alcances de estos efectos sobre la salud, es preciso y necesario analizar el impacto específico de cada contaminante.
- Informar al público acerca de la calidad del aire. La información obtenida y generada por la Red MoniCA debe ser difundida a la población en un lenguaje sencillo, claro y oportuno. Así también estar disponible en un formato adecuado y útil para futuras investigaciones que pueden ser realizadas en el ámbito académico.
- Evaluar modelos de dispersión de contaminantes en el aire. Los modelos de dispersión nos permiten relacionar las emisiones de un contaminante producida por las diferentes fuentes con las concentraciones medidas del mismo contaminante en una Red MoniCA en una determinada área de estudio. Es por ello que los datos de calidad del aire pueden ayudar a evaluar, validar los modelos de dispersión.
- Establecer bases científicas para definir políticas de control y reducción de la contaminación atmosférica. Una vez definido el o los objetivos, según sea el caso, se debe proseguir con el análisis de los criterios de diseño. Es oportuno aclarar que las redes de monitoreo de calidad del aire tienen como propósito fundamental medir la inmisión de contaminantes.

- Determinar el grado de contaminación atmosférica para evaluarlo frente a las normas legales vigentes. Las diferentes metodologías de monitoreo generan datos de la concentración de los contaminantes en el aire en un determinado tiempo horario, diario y/o semanal y al ser procesados deben ser comparados con la normativa legal vigente.
- Proporcionar información acerca de los riesgos de la contaminación del aire y sus posibles fuentes de emisión. Existe normativa nacional como internacional, que cuentan con valores límites permisibles de concentración de contaminantes, los mismos que tienen como objetivo el de proteger la salud de la población por lo que la información obtenida por la Red MoniCA debe ser comparada con estos estándares.
- Estimar los efectos de la contaminación del aire en la población y en otros elementos bióticos y abióticos. Los efectos de la contaminación atmosférica en la salud son diversos, éstos dependen del tipo de contaminantes y las características de la población afectada, es por ello que, para comprender los verdaderos alcances de estos efectos sobre la salud, es preciso y necesario analizar el impacto específico de cada contaminante.
- Informar al público acerca de la calidad del aire. La información obtenida y generada por la Red MoniCA debe ser difundida a la población en un lenguaje sencillo, claro y oportuno. Así también estar disponible en un formato adecuado y útil para futuras investigaciones que pueden ser realizadas en el ámbito académico.
- Evaluar modelos de dispersión de contaminantes en el aire. Los modelos de dispersión nos permiten relacionar las emisiones de un contaminante producida por las diferentes fuentes con las concentraciones medidas del mismo contaminante en una Red MoniCA en una determinada

área de estudio. Es por ello que los datos de calidad del aire pueden ayudar a evaluar, validar los modelos de dispersión

- Establecer bases científicas para definir políticas de control y reducción de la contaminación atmosférica. Una vez definido el o los objetivos, según sea el caso, se debe proseguir con el análisis de los criterios de diseño. Es oportuno aclarar que las redes de monitoreo de calidad del aire tienen como propósito fundamental medir la inmisión de contaminantes.

Esta red llega a Bolivia como una herramienta necesaria para la gestión de Calidad de Aire.

En el año 2009 el ministerio de Medio Ambiente y agua impulsó la elaboración de un informe a nivel nacional pero donde solo las capitales de los departamentos del eje troncal son consideradas.

9.1.1.2. Número de puntos de muestreo requerido

Las estaciones de monitoreo se seleccionan en función de los objetivos específicos del estudio. Por ejemplo, si el objetivo es evaluar la calidad del aire en una determinada área, se seleccionarán estaciones en puntos clave que representen diferentes fuentes de contaminación. La distribución geográfica es importante ya que las estaciones de monitoreo estén distribuidas de manera homogénea en la zona de estudio, de modo que se pueda captar de manera representativa la variabilidad espacial de los parámetros a medir. Para las características del entorno se deben tener en cuenta las características físicas y ambientales de cada sitio de monitoreo, como la presencia de fuentes de contaminación, la cercanía a zonas urbanas o industriales, o la topografía del terreno. Y la disponibilidad de recursos en relación al número de estaciones de monitoreo también dependerá de los recursos disponibles, es importante asegurarse de que se cuenta con el equipamiento y el personal necesario para realizar el monitoreo de manera efectiva.

Por lo tanto la selección de las estaciones de monitoreo se basa en una combinación de criterios técnicos y logísticos que permitan obtener datos representativos y confiables, en cuanto a los criterios para determinar el número de estaciones o puntos de muestreo, que se aplican dependiendo de la información con que se cuenta cuando se va a implementar un estudio de monitoreo, estas estaciones de monitoreo se las elije en función de:

-La población que habita en el área que se pretende vigilar.

-La problemática existente en el área que se define con base al tipo de zonas que conforman el área y de los resultados obtenidos de tomar en cuenta los factores y consideraciones para elegir localizaciones de la zona de muestreo.

-Los recursos económicos humanos y tecnológicos disponibles.

Antes de definir el número de la localización de los sitios de muestreo cuando se pretende instalar una red permanente de monitoreo de calidad del aire, esto se puede lograr con una campaña piloto de monitoreo atmosférico por lo menos un año antes de definir la ubicación final de las estaciones libres de influencias urbanas.

Una vez definidas las localidades o áreas donde se van a llevar a cabo los muestreos, se dividen estas en zonas y se señala el número de los sitios de muestreo requerido en cada zona de a ser monitoreada. Se deberá tomar en cuenta, al seleccionar la ubicación de los sitios de muestreo y principalmente cuando se pretendan instalar muestreadores activos o automáticos, algunas consideraciones prácticas que necesitan tener estos sitios son las siguientes:

-Fácil acceso

-Seguridad contra vandalismos

-Infraestructura

-Libre de obstáculos

Martines (1997) refiere que el sitio tenga fácil acceso debido a que se realizará visitas regulares al mismo para recolectar muestras, inspeccionarlo, calibrarlo o para su mantenimiento. Pero a su vez deberá estar protegido de posibles actos de vandalismo u otros que alteren la toma de muestras. Se recomienda que el sitio cuente con la infraestructura necesaria como la electricidad y líneas de teléfono para poder operar cualquier tipo de equipo de muestreo en el sitio. En caso de contar con muestreadores automáticos el uso de líneas telefónicas es posible para el envío de datos.

Además, estas estaciones ahora no solo necesitan de líneas telefónicas ahora se requiere una línea de internet estable para su buen funcionamiento.

Los problemas de la contaminación del aire es mediante la medición de los contaminantes. En América Latina, sólo Brasil, Chile y México tienen ciudades con buena capacidad de monitoreo. Sin embargo, dentro de estos mismos países hay una gran diferencia en la capacidad de monitoreo entre una ciudad y otra. En estos estudios se deben llevar a cabo las siguientes tareas:

-Comparar las normas nacionales con las recomendaciones internacionales.

- Identificar los episodios de alta contaminación.

- Identificar los escenarios meteorológicos que conducen a episodios de alta contaminación.

-Identificar la distribución espacial y temporal de los contaminantes de alta concentración.

-Desarrollar un modelo conceptual de transporte y transformación de los contaminantes.

- Identificar y cuantificar las fuentes de contaminaciones fijas y móviles.

Determinar la distribución de la población actual y las zonas de crecimiento acelerado (Saenz, 1999, p16).

El monitoreo del aire es el resultado de los procedimientos de muestreo y análisis de los contaminantes atmosféricos. Los contaminantes atmosféricos importantes que se monitorean comúnmente son: SO₂, CO, PST, PM₁₀, ozono y óxidos de nitrógeno (NO_x). Estos contaminantes son conocidos como contaminantes criterio, para los cuales existen normas de calidad del aire. La finalidad de las normas es proteger la salud humana (normas primarias), así como el bienestar del ser humano y los ecosistemas (normas secundarias). Los hidrocarburos sin metano (HSM) también son contaminantes atmosféricos importantes por sus potenciales efectos en la salud y por ser, junto con NO_x, los precursores del ozono. (Saenz, 1999, p16).

9.2. MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE A NIVEL INTERNACIONAL Y NACIONAL

Marcelo E. Korc (1999) en el Programa de Control de Contaminación del Aire en América Latina presenta un breve resumen por país de los esfuerzos realizados en varias ciudades de la Región en el monitoreo de la calidad del aire. Este resumen está dividido en tres secciones: países con buena capacidad de monitoreo: Brasil, Chile y México; países con limitada capacidad de monitoreo: Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Perú y Venezuela; y países con mínima capacidad de monitoreo: Bolivia, Guatemala, Nicaragua y Uruguay.

9.2.1. PAÍSES CON BUENA CAPACIDAD DE MONITOREO

Se presentan países que tienen ciudades con buena capacidad de monitoreo. Dentro de estos mismos países, hay una gran diferencia en la capacidad de monitoreo entre una ciudad y otra.

9.2.1.1. Brasil Porto Alegre:

El monitoreo de la calidad del aire en Porto Alegre está a cargo de la Secretaría Municipal de Medio Ambiente (SMAM), en colaboración con la Refinería Alberto Pasqualini de Petrobrás, el Centro de Ecología y el Departamento de Geografía de la Universidad Federal de Río Grande del Sur, y el Departamento Municipal de Agua y Aguas Servidas. Desde junio de 1992, se han instalado cuatro estaciones equipadas para medir diariamente SO₂ y semanalmente NO₂. En 1997, se amplió la red para incluir la medición de CO y PTS en las estaciones existentes, así como la medición de SO₂ y NO₂ en una nueva estación.

9.2.1.2. Chile Santiago:

La Comisión Nacional del Medio Ambiente, a través de su organismo encargado, el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA) perteneciente al Sistema Nacional de Servicios de Salud, es responsable de supervisar la calidad del aire en la Región Metropolitana de Santiago. Para llevar a cabo esta tarea, se ha implementado una red de ocho estaciones automáticas de monitoreo distribuidas estratégicamente en el área metropolitana. Estas estaciones están equipadas para medir de forma continua hasta nueve contaminantes atmosféricos, así como diversos parámetros meteorológicos. Además, en todas las estaciones se realizan tomas de muestras para la medición de partículas suspendidas (PS) (Saenz, 1999).

9.2.1.3. México

La Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, a través de la Red Automatizada de Monitoreo del Aire (RAMA) está a cargo del monitoreo de la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). El Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM consta de una red manual y una automática. La red manual cuenta con 19 estaciones de muestreo para la medición de las concentraciones de PTS. En cinco estaciones también se toman muestras para la medición de las concentraciones de PM10 y formaldehído. La red automática cuenta con 32 estaciones de monitoreo de ozono, SO₂, NO_x, CO y PM10, 10 estaciones micrometeorológicas, una torre meteorológica, un radar acústico y un ecosonda. El sistema también cuenta con dos laboratorios móviles con equipo de monitoreo de ozono, NO_x, SO₂, CO, PM10, dirección y velocidad del viento, temperatura ambiente y radiación solar y un sistema óptico de camino largo llamado DOAS por sus siglas en inglés - Differential optical absorption spectrometry - para el monitoreo de benceno, tolueno, formaldehído, ozono, SO₂ y NO₂ (Saenz, 1999).

9.2.2. PAÍSES CON LIMITADA CAPACIDAD DE MONITOREO

En esta sección se presentan países que tienen ciudades con limitada capacidad de monitoreo. Cabe anotar que, dentro de estos mismos países, hay una gran diferencia en la capacidad de monitoreo entre una ciudad y otra.

9.2.2.1 Argentina

La Dirección de Promoción y Protección del Ministerio de Salud, a través del Departamento de Salud Ambiental, comenzó la gestión del Programa Nacional de Calidad del Aire y Salud en 1993. El monitoreo de la calidad del aire se lleva a cabo conjuntamente con instituciones provinciales y organismos municipales que integran la Red Nacional de Calidad del Aire y Salud.

9.2.2.2. Colombia

El Ministerio de Salud está a cargo del monitoreo de la calidad del aire en Colombia. Hasta 1996, la red de monitoreo consistía de cuatro estaciones ubicadas en la ciudad de Cali, la red de vigilancia de la calidad del aire localizada en los Valles de Aburrá y San Nicolás en la ciudad del Medellín, y las estaciones situadas en el corredor minero de la Guajira. Estas estaciones han tomado muestras de 24 horas cada seis días para la medición de las concentraciones de PTS y PM10.

9.2.2.3. Costa Rica

El Ministerio de Salud, a través del Sistema de Ordenamiento Ambiental de la Gran Área Metropolitana (SOAGAM), está a cargo del monitoreo de la calidad del aire en Costa Rica. En julio de 1996 la empresa consultora PROGAM S.A. entregó la red del Sistema de Monitoreo del Aire al Departamento de Control Ambiental del Ministerio de Salud. Esta red consta de cinco estaciones fijas ubicadas en la Gran Área Metropolitana. Los dispositivos básicos son captadores de SO₂, humos, PTS, PM10. La estación de San José dispone además de analizadores automáticos de CO y ozono. La duración del muestreo de SO₂ y humos es de 24 horas, siete días

por semana; la duración del muestreo de PTS y PM10 es de 24 horas, dos días por semana. Estas muestras son analizadas en el Laboratorio de Química de la Atmósfera de la Universidad Nacional (Saenz, 1999).

9.2.2.4. Cuba

El Ministerio de Salud Pública está a cargo del monitoreo de la calidad del aire en Cuba. En 1970, el Ministerio estableció la vigilancia de la calidad del aire con la instalación de varias estaciones en La Habana y otras provincias del país. A fin de perfeccionar este sistema y en el marco de las acciones de vigilancia de la salud del Ministerio de Salud Pública, se reconsideró en 1996 un Programa Nacional de Prevención y Control de la Calidad del Aire Atmosférico con un enfoque integrador. Como parte de este programa se fiscalizarán las fuentes emisoras y se instalará una red de monitoreo para mantener una constante vigilancia de los niveles de contaminación del aire (Saenz, 1999).

9.2.2.5. Ecuador

La Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA) del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda comenzó un programa de monitoreo de la calidad del aire a nivel nacional a partir de 1976 y estableció la Red Ecuatoriana de Muestreo Normalizado de la Calidad del Aire Red Ecuair. Asimismo, la SSA, a través de la Dirección de Auditoría Ambiental, brinda asesoramiento técnico y apoyo a los municipios. (Saenz, 1999)

9.2.2.6. Perú

La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), órgano de línea técnico-normativa del Ministerio de Salud, viene desarrollando una serie de programas de monitoreo de la calidad del aire en el Perú.

9.2.2.7. Venezuela

La Dirección General Sectorial de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, a través de la Dirección de Calidad del Aire, opera la Red Nacional de Evaluación de Calidad del Aire desde 1981. Esta red está constituida por 11 estaciones fijas: cuatro en Caracas (El Silencio, El Cementerio, Los Ruices y Bello Campo); tres en el Estado Anzoátegui (Barcelona, Guanta y Puerto La Cruz); una en Valencia; dos en San Cristóbal y una en Puerto Ordaz.

9.2.3. PAÍSES CON MÍNIMA CAPACIDAD DE MONITOREO

En esta sección se presentan países que tienen ciudades con mínima capacidad de monitoreo. Son ciudades en las cuales se han realizado mediciones. Sin embargo, no existe una red de monitoreo permanente.

9.2.3.1. Bolivia

La Dirección de Impacto Ambiental de la Subsecretaría del Medio Ambiente está a cargo del monitoreo de la calidad del aire en Bolivia. El programa de monitoreo se inició a finales de 1992.

En 1995, operaban tres estaciones fijas en La Paz: Zona Central (Casa de Cultura), Zona Media (Ministerio de Planeamiento) y Zona Baja (Zona de San Jorge). Se tomaron muestras de 24 horas cada seis días para medir las concentraciones de PTS, plomo, cadmio, níquel, cobre, hierro, sulfatos y nitratos. Para las mediciones se utilizaron tres muestreadores de alto volumen, Grasby Metal Works GL 2000 que cumplen especificaciones de la USEPA (Saenz, 1999).

9.2.3.2. Guatemala

La Dirección General de Servicios de Salud a través de la División de Saneamiento del Medio, está a cargo del monitoreo de la calidad del aire en Guatemala. En los días 22 y 23 de julio de 1996 se realizó un muestreo de aire en ocho puntos de la zona central de la ciudad del Guatemala. Se tomaron muestras de 24 horas para la medición de las concentraciones PTS y SO₂. No existe un programa de gestión de la calidad del aire en Nicaragua. Sin embargo, en 1998, el INAA inició un programa de muestreo en la ciudad de Managua. Bajo este programa se hizo un muestreo de NO₂, O₃, PM₁₀, PTS en siete estaciones fijas: MARENA, Subasta, UNI, Centroamérica, Villa Libertad, G. De Camino y Sur. d. Uruguay. El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, a través de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), está a cargo del monitoreo de la calidad del aire en Uruguay. La DINAMA se encuentra en el proceso de desarrollar la prevención y evaluación de la calidad del aire. Otras instituciones que han abordado el tema son la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM), la Dirección Nacional de Meteorología (DINAME), la Administración Nacional de Cemento, Alcohol y Portland (ANCAP) y las Usinas Transmisiones Eléctricas (UTE). (Saenz, 1999).

9.2.4. A NIVEL NACIONAL

La polución atmosférica del país andino se debe, principalmente, a emisiones producidas por el parque automotor y las industrias de las grandes ciudades, como La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. En las zonas rurales, en cambio, la calidad de vida de la población se ve afectada por el uso de leña y carbón.

La contaminación ambiental se ha convertido en un problema de salud pública para Bolivia: Santa Cruz, Cochabamba y La Paz son algunas de las ciudades con mayor polución de América Latina.

“La elevada contaminación del aire está alcanzando niveles que ponen en peligro la salud de la población, tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo”, advirtió la Organización Mundial de la Salud (OMS). Actualmente, la polución ambiental provoca la muerte de más de dos millones de personas por año.

A pesar de que es un requisito básico de la salud, Bolivia tiene dificultades con la calidad del aire. Durante el período agosto-noviembre, por ejemplo, el país suele superar los niveles de toxicidad permitida, fijada en 200 microgramos de las partículas contaminantes grandes por metro cúbico.

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia, el parque automotor es responsable del 70% de la contaminación nacional. Las industrias, los incendios forestales y la quema indiscriminada profundizan la problemática. En las zonas rurales, en cambio, la polución se produce por el uso de leña y carbón para cocinar. Contaminación del aire, artículo (2018).

9.2.4.1. FÓRMULAS PARA INTERPRETAR DATOS

El PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), en colaboración con la iniciativa IQAir, desarrolló la primera calculadora de exposición a la contaminación del aire en tiempo real en 2021, la cual combina lecturas globales de monitores de calidad del aire validados en 6,475 ubicaciones en 117 países, territorios y regiones. La base de datos prioriza las lecturas del MP₁₀ y aplica inteligencia artificial para calcular la exposición de la población de casi todos los países a la contaminación del aire cada hora (ONU, 2022).

9.2.4.2. Datos de Calidad del Aire

Los modelos de calidad del aire emplean métodos matemáticos y numéricos para replicar los procesos físicos y químicos que influyen en los contaminantes del aire mientras se dispersan y reaccionan en la atmósfera. Estos modelos se fundamentan en datos meteorológicos y detalles acerca de las fuentes de emisión y las características del terreno, con el propósito de describir los contaminantes primarios emitidos directamente a la atmósfera y, en ocasiones, los contaminantes secundarios que se generan como resultado de reacciones químicas complejas en el entorno. Dichos modelos son herramientas clave en los sistemas de gestión de la calidad del aire, ya que permiten identificar las contribuciones de las fuentes y ofrecen resultados para el desarrollo de estrategias eficaces dirigidas a la reducción de los contaminantes. Asimismo, estos modelos pueden prever posibles concentraciones de contaminantes originados en diversas fuentes para prevenir y minimizar los impactos en la salud y el medio ambiente.

9.2.4.3. Índice de Calidad del Aire

De acuerdo al reglamento en materia de contaminación atmosférica de Bolivia de 1995 nos indica que la calidad del aire son Concentraciones de contaminantes que permiten caracterizar el aire de una región con respecto a concentraciones de referencia, fijadas con el propósito de preservar la salud y bienestar de las personas.

Un índice de calidad del aire “ICA” (AQI, por sus siglas en inglés) es un número utilizado por las agencias gubernamentales para comunicar al público lo contaminado que se encuentra el aire en un determinado sitio. A medida que aumenta el ICA, es probable que un porcentaje cada vez mayor de la población experimente efectos adversos a la salud. Diferentes países tienen sus propios índices de calidad del aire, que corresponden a diferentes normas nacionales de calidad del aire. Algunos de estos son el Índice de Salud de Calidad del Aire (Canadá), el índice de calidad de aire de la US EPA y el índice de calidad de aire diario del Reino Unido. El cálculo del ICA requiere una concentración de contaminante del aire durante un período de promedio especificado, obtenido de un monitor o modelo. En conjunto, la concentración y el tiempo representan la dosis del contaminante en aire. Los efectos en la salud correspondientes a una dosis dada se establecen mediante investigaciones epidemiológicas. Los contaminantes varían en potencia, y la función utilizada para convertir de concentración de contaminante a ICA varía según el contaminante. (Porta, 2018, p42)

Los valores del índice de calidad del aire se agrupan generalmente en rangos. A cada rango se le asigna un descriptor, un código de color y un aviso de salud pública estandarizado.

El Índice de la contaminación atmosférica es un valor adimensional calculado a partir de la información de la concentración de los contaminantes y de los límites permisibles especificados en la norma 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 (IBNORCA, 2008)

De acuerdo a La norma NB 62011:2018 establece los límites máximos permisibles para la concentración de contaminantes atmosféricos en el exterior en todo el territorio nacional de Bolivia. Estos valores límite se utilizan como guía para calcular el índice de contaminación atmosférica. El objetivo de esta norma es proteger la salud de la población y preservar el medio ambiente. (Norma NB 62011:2018 de IBNORCA)

9.3. CLASIFICACIÓN DEL ICA

9.3.1. Índice de la contaminación atmosférica en Bolivia

Figura N°2

Interpretación del ICA (Índice de la Contaminación Atmosférica)

Valor	Color	Cualitativo de la calidad del aire	Riesgo	Efectos y acciones recomendadas
0-50	Verde	Bueno	Muy bajo (adecuado para llevar a cabo actividades al aire libre).	Ninguna.
51-100	Amarillo	Regular	Bajo (se puede llevar a cabo actividades al aire libre).	Acciones de precaución en grupos de riesgo (niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardiorrespiratorias).
101-150	Rojo	Malo	Moderado (afecta al grupo de riesgo).	El grupo de riesgo evitar ambientes abiertos (niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardiorrespiratorias). Causante de efectos adversos a la salud de la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
151-300	Café marrón	Muy malo	Alto (alerta sanitaria).	El grupo de riesgo evitar ambientes abiertos (niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardiorrespiratorias). Causante de mayores efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
Mayor a 300	Negro	Extremadamente malo	Muy alto (población completamente afectada).	Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. No exponerse al aire libre, mantenerse en ambientes cerrados como la casa,

9.3.2. Normas de Calidad del Aire internacional

Se define lo que es una norma y su importancia, asimismo se muestra una tabla comparativa de las normas actuales y guías que han sido establecidas tanto por diferentes organismos que se encargan de las recomendaciones de estándares de calidad de aire, como por diferentes países. (Weitzenfeld, 2000, p.156)

Figura N°3
Estándares de Calidad del Aire

ESTÁNDARES DE CALIDAD DE AIRE PARA DIFERENTES COMUNIDADES EN $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)

Contaminante	Tiempo promedio	BRASIL	CHILE	COLOMBIA	MÉXICO	PERÚ	VENEZUELA
Partículas Suspendidas Totales (PST).	Anual ^a 24 Horas	80 240	75 260	76.8 400	75 ^b 260	300	75 260
Partículas Fracción (PM10).	Anual ^a 24 Horas	50 150	150		50 ^b 150		
Bióxido de Azufre (SO ₂).	Anual ^b 24 Horas 1 Hora	80 (0.03) 365 (0.14)	80 (0.03) 365 (0.14)	100 (0.04) 400 (0.15)	79 (0.03) 341 (0.13)	160 (0.06)	80 (0.03) 365 (0.14)
Bióxido de Nitrógeno (NO ₂).	Anual ^b 24 Horas 1 Hora	100 (0.05) 320	100 (0.05) 470 (0.25)	100 (0.05)	395 (0.21)		100 (0.05)

Nota : Todos los valores horarios y de 24 horas, no deberán excederse más de una vez por año.

^a Media Geométrica.

Fuente: Weitzenfeld- Introducción al Monitoreo Ambiental

9.3.3. Normas de Calidad del Aire Nacional

En Bolivia la norma que establece la calidad del aire es la NB62002, la cual tiene por objetivo establecer la clasificación de los límites permisibles para las emisiones generadas por las diferentes fuentes de contaminantes.

Los límites permisibles de acuerdo al reglamento en contaminación atmosférica es la Concentraciones de contaminantes atmosféricos durante un periodo de exposición establecido, por debajo de las cuales no se presentarán efectos negativos conocidos en la salud de las personas según los conocimientos y/o criterios científicos prevalecientes.

De acuerdo al artículo 11 del reglamento en materia de contaminación atmosférica en su capítulo III de los gobiernos municipales, en el inciso “c” nos indica que una de las jurisdicciones de los gobiernos autónomos municipales es el controlar la calidad del aire y velar por el cumplimiento de las disposiciones legales sobre contaminación atmosférica. Dentro del anexo 1 de este reglamento tenemos el siguiente cuadro.

Las normativas vigentes en Bolivia de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire, referente a la prevención y control de la contaminación atmosférica, Ley N° 1333 (Ley de Medio Ambiente) a través del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica RMCA, anexo 1, límites permisibles de Calidad del Aire son las siguientes:

Figura N°4

Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica RMCA Contaminante Valor de Concentración Periodo Caracterización

Contaminante	Valor de Concentración	Periodo Caracterización Estadística
Monóxido de Carbono	10 mg/m ³	Media 8 hr.
	40 mg/m ³	Media 1 hr.
Dióxido de Azufre	80 ug/m ³	Media aritmética anual
	365 ug/m ³	Media 24 hr.
Bióxido de Nitrógeno	150 ug/m ³	Media 24 hr.
	400 ug/m ³	Promedio 1 hr.
Partículas Suspendidas Totales (PST)	260 ug/m ³	24 hr.
	75 ug/m ³	Media geométrico anual
Partículas Menores 10 Micras (PM10)	150 ug/m ³	24 hr.
	50 ug/m ³	Media geométrica anual
Ozono	236 ug/m ³	Promedio Horario máximo
Plomo	1.5 ug/m ³	Trimestral

Fuente: anexo 1 RMCA

9.3.4. OMS (Organización Mundial de la Salud)

Las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire ofrecen orientaciones a escala mundial sobre los umbrales y límites de los principales contaminantes atmosféricos que entrañan riesgos para la salud. Estas Directrices son de una elevada calidad metodológica y se elaboran a través de un proceso decisorio transparente basado en la evidencia. Además de determinarse valores para los contaminantes, en las Directrices Mundiales de la OMS sobre la Calidad del Aire se establecen también metas intermedias para promover una reducción gradual desde concentraciones altas a otras más bajas. (OMS,2024)

Figura N°5

Límites permisibles recomendados por la ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud OMS y la Norma Boliviana NB 62011

Contaminante Criterio	Concentración Limite ug/m ³	Periodo de Exposición	
O ₃ (Ozono Troposférico)	100	8 hr	Valor máximo del promedio móvil de 8 hr en las 24 hr precedentes
	60	1 año	Promedio geométrico anual
NO ₂ (Dióxido de Nitrógeno)	200	1 hr	Valor máximo del promedio móvil de 1 hr en las 24 hr precedentes
	150	24 hr	Promedio 24 hr precedentes
	40	1 año	Promedio geométrico anual
PM ₁₀ (Partículas Menores a 10 micras)	50	24 hr	Promedio 24 hr precedentes
	20	1 año	Promedio geométrico anual

Fuente: OMS

10. MARCO REFERENCIAL

10.1. Normas Bolivianas

En Bolivia se conoce que se realizó el Proyecto Aire Limpio que inició su trabajo en Bolivia a finales de 2003 con el objetivo de proteger la salud de la población urbana de los efectos adversos provocados por la contaminación del aire. En aquel entonces, en Bolivia existían, aunque pocos vehículos (medio millón aproximadamente), altamente contaminantes; por lo tanto, el proyecto se inició con carácter preventivo y visionario, estimando que el país debía prepararse para un exponencial crecimiento del parque automotor que ocasionaría todos los problemas mencionados. El proyecto cumplió también un rol de facilitador de procesos y asistencia técnica especializada, dirigida a los diferentes actores protagonistas de la implementación de medidas destinadas a la reducción de la contaminación atmosférica. En este sentido, el proyecto se enfoca en apoyar a los municipios y el gobierno central para completar un marco legal referido a calidad del aire y movilidad urbana y asistir técnicamente al sector público y privado para que, en función de los roles asignados en el marco legal, puedan aplicar medidas de reducción y prevención de la contaminación del aire. Este enfoque de intervención no generó dependencia, permitiendo más bien al proyecto dejar instaladas capacidades técnicas y poder salir del sistema una vez que éste funcione adecuadamente. El trabajo se inició con la implementación de redes de monitoreo de la calidad del aire en las ciudades. Actualmente existen en Bolivia 101 estaciones de monitoreo, distribuidas en 11 redes locales en las ciudades principales del país. Una medida concreta para mejorar la calidad del aire es la gestión y control

de la flota vehicular para asegurarse que los vehículos están en condiciones técnico-mecánico adecuadas y que no contaminan más de lo que establece la norma boliviana. En esta línea, el proyecto ha logrado incidir en la creación de un nuevo marco legal nacional sobre el tema. A finales de 2017 se envió a la Asamblea Plurinacional el Anteproyecto de Ley de Revisión Técnica Vehicular, que aún no fue tratada. Paralelamente, el proyecto apoyó a los municipios del país en la implementación de las plantas de revisión técnica vehicular piloto. Al cierre de este informe, 4 ciudades contaban con sus centros piloto (La Paz, Santa Cruz, Tarija y Sucre) y 3 estaban en construcción (El Alto, Cochabamba y Potosí). (AIRE LIMPIO, 2017)

A partir del 2009 el Ministerio de Medio Ambiente y Agua impulsó la elaboración de los Informes Nacionales de Calidad del Aire, con los datos recopilados de las redes MoniCA existentes. Es importante para las instituciones reguladoras como el Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través de sus instancias respectivas, monitorear las condiciones y la cobertura del área estudiada para determinar el comportamiento de los contaminantes e implementar políticas de reducción de la contaminación atmosférica. Se han realizado cuatro campañas de medición de la calidad del aire a nivel nacional en gestiones anteriores: la primera en capitales principales y las tres últimas en capitales principales y ciudades secundarias. En base a estas experiencias, se ha visto la necesidad de mantener un monitoreo continuo en los municipios donde se cuentan con datos de calidad del aire, de modo que sea posible implementar políticas de gestión de control de la contaminación atmosférica (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2021).

El Laboratorio de Referencia de Calidad del Aire (LRCA) se especializa en el monitoreo de calidad del aire, modelación de la contaminación atmosférica e implementación de inventario de

emisiones. El LRCA recibió el apoyo del Proyecto Aire Limpio de la Fundación Swisscontact y es el encargado del control de calidad de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bolivia (Red MoniCA) realiza además investigación en metodologías y procesos de medición de la calidad del aire ambiente.

El LRCA se especializa en servicios relacionados con monitoreo atmosférico y control de calidad laboratorial, entre estos se destaca:

- Producción de tubos pasivos patrones de ozono y dióxido de nitrógeno para control de calidad interlaboratorial (ensayos de aptitud).

- Control de calidad de ensayos de análisis de tubos pasivos bajo la norma NB 62012 y NB 62013.

- Servicios de monitoreo de calidad del aire (fuentes fijas, móviles y fuentes de área) e intramuros (estudios de exposición).

- Calibración de equipos o sistemas de monitoreo (automáticos, activos y pasivos).

- Modelado y simulación de la contaminación atmosférica (modelos EPA, modelo WRF, modelos de dispersión de polvo fugitivo y otros).

- Planificación y desarrollo de inventarios de emisiones municipales. Estos inventarios pueden comprender tantas fuentes fijas, vehiculares, de área u otras fuentes de interés de acuerdo a las necesidades y características de los municipios y sus principales actividades. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2021).

En términos de gestión de calidad del aire el monitoreo ambiental de la calidad del aire es una herramienta fundamental que en cierta manera establece los niveles de contaminación y los impactos que pueden ocasionar a la salud de las personas y el medio ambiente en su conjunto.

La contaminación atmosférica principalmente en las ciudades es imprescindible aplicar medidas para proteger y mejorar la calidad del aire por la salud. Es necesario realizar monitoreos constantes y en lugares estratégicos de las ciudades de toda Bolivia. El monitoreo atmosférico es el conjunto de metodologías que realizan la toma de muestras de aire para analizarlas, procesarlas permanentemente con el fin de conseguir la información necesaria sobre las concentraciones de los contaminantes en el aire.

Además, se cuenta con otras Normas Bolivianas para la determinación del contaminante criterio y el índice de la contaminación atmosférica.

- NB 62001 Calidad del aire - Vocabulario, abreviaturas y clasificación

- NB 62012 Calidad del aire - Determinación de dióxido de nitrógeno - Muestreo pasivo - Método espectrofotométrico visible.

- NB 62013 Calidad del aire - Determinación de ozono troposférico - Muestreo pasivo –
• Método espectrofotométrico visible.

- NB 62014 Calidad del aire - Determinación de material particulado en suspensión con un diámetro aerodinámico equivalente menor a 10 micrómetros (PM10) - Muestreo activo - Método gravimétrico.

- NB 62015 Calidad del aire - Determinación de monóxido de carbono - Muestreo activo - Método espectrofotométrico no dispersivo en el rango infrarrojo.

- NB 62016 Calidad del aire - Determinación de dióxido de nitrógeno - Muestreo activo - Método de quimioluminiscencia.

- NB 62017 Calidad del aire - Determinación de ozono troposférico - Muestreo activo - Método fotométrico ultravioleta.

- NB 62018 Calidad del aire - Índice de la contaminación atmosférica

La Red MoniCA se introduce como una herramienta necesaria dentro del marco de la gestión de la calidad del aire y proporciona la base del conocimiento y criterios para la implementación de políticas de reducción de la contaminación atmosférica. Los contaminantes que actualmente se monitorean continuamente es el dióxido de nitrógeno NO₂, el ozono troposférico O₃, monóxido de carbono CO, óxidos de nitrógeno NO_x, material particulado PM-10 y material particulado PM-2.5 utilizando tanto la tecnología automática, activa y pasiva. Estos contaminantes no son necesariamente monitoreados en su conjunto en cada municipio dependiendo esto de la capacidad de equipamiento y de personal. Desde el año 2009, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua impulsó la elaboración de los Informe Nacional de Calidad del Aire a través de la recopilación de datos de las Redes MoniCA existentes en coordinación con los Gobiernos Municipales y así tener una base de datos enfocados para la toma de decisiones de políticas ambientales, plantear estrategias para la prevención y control a nivel local y departamental (MMAyA, 2016).

Los sensores tienen una resolución temporal de hasta 10 minutos, dicha información puede ser visualizada en la plataforma del fabricante en tiempo real, para este fin es necesario que en cada punto energía eléctrica y cobertura de internet mediante una red wifi en la zona para poder transmitir los datos y poder ser visualizados en la ya mencionada plataforma. Dado que el equipamiento de la Red de Cobija se ha instalado recién en la gestión 2022; no se cuentan con datos de las gestiones pasadas 2019, 2020 y 2021. Promedio diario de concentración de PM-10, método automático (Sensor Purple Air), Red MoniCA Cobija. Gestión 2022. Límite permisible: Ley 1333 – 150 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]. Límites recomendados: NB 62011 - 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] y OMS – 45 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Es generado automáticamente por el servidor de conexión de Purple Air:

<https://www2.purpleair.com>. Puede visualizarse los puntos de ubicación de los sensores dentro de la zona central del municipio de Cobija. Debido a que los sensores están en proceso de evaluación, los puntos definitivos de ubicación aún no han sido determinados por el Municipio.

10.2. Metodologías de muestreo

Los métodos de monitoreo específicos deben ser seleccionados tomando en consideración los objetivos de monitoreo y el presupuesto disponible. La red de Monitoreo de la Calidad del Aire se implementó inicialmente bajo tres metodologías: tubos pasivos (Ozono y Dióxido de Nitrógeno), método activo (Material Particulado PM10 para mediciones de 24 horas) y método automático (Monóxido de Carbono, Ozono y Dióxido de Azufre). Posteriormente también se incluyó Material Particulado con equipos automáticos. (MMAyA. (2021).

10.3. Metodología pasiva

El análisis del contaminante por muestreo pasivo utiliza el fenómeno de la difusión de un gas en un gradiente de concentración dado por la ley de Fick. Para establecer la concentración de un contaminante en el ambiente, se utiliza tubos pasivos que se exponen al aire ambiente en contenedores de PVC especialmente diseñados que los protegen de la luz solar, vientos y lluvia. Estos tubos tienen un largo y una sección bien definida. Esta geometría establece una ruta de difusión de un extremo del tubo que se abre al ambiente, hasta el otro extremo en el que se coloca una sustancia que reaccionará de manera selectiva y rápida con el contaminante que se desea monitorear. (IBNORCA, 2008).

Esta metodología necesita de equipos que necesitan energía eléctrica, estos equipos bombean el aire muestreado durante un determinado tiempo usando filtros como medio de colección a un flujo definido. En la Red MoniCA se muestrea material particulado PM10 y PM2.5 con exposiciones de 24 horas por muestra. Estas muestras son llevadas a laboratorio para su pesaje en condiciones de temperatura y humedad controladas. Para determinar la concentración del contaminante se utiliza el método gravimétrico según la NB 62014. (IBNORCA, 2008) Aunque los muestreadores activos son más complejos que los pasivos, son relativamente fáciles de operar y confiables. En la Red MoniCA Bolivia se usan dos tipos de equipos para esta metodología: el Impactador Harvard MiniVol y el equipo MiniVol TAS (Tactical Air Sampler), ambos de bajo volumen.

10.4. Metodología automática

Los equipos automáticos de monitoreo son los equipos en los cuales la recolección y el análisis de la muestra están combinados en un solo instrumento, que realiza mediciones de concentraciones de contaminantes de forma continua. Los analizadores automáticos pueden detectar la concentración de los contaminantes con resoluciones temporales altas, su frecuencia de registro de datos es programable y puede variar desde segundos hasta horas (MMAyA & Swisscontact, 2016).

Este tipo de tecnología es necesaria cuando se pretenden detectar situaciones de alerta para implementar medidas. La Red MoniCA Bolivia dispone de este tipo de analizadores en la mayor parte de las ciudades para el monitoreo de diferentes contaminantes como PM10, NO2, O3, CO, entre otros. (MMAyA. (2021)

10.5. Sensores de bajo costo

Medir la calidad del aire que respiramos se ha convertido en un asunto primordial en nuestras ciudades. A corto plazo, de esos datos depende la toma de decisiones con respecto al tráfico: restricciones y cortes que alteran la vida diaria. A largo plazo, hay que diseñar políticas ambientales que protejan la salud de los ciudadanos. Los expertos no dudan de la validez de los datos oficiales, recogidos en estaciones homologadas que siguen la normativa europea, con equipamientos caros y especializados en la medición de cada uno de los parámetros necesarios: ozono (O3), dióxido de nitrógeno (NO2), monóxido de carbono (CO) o partículas en suspensión, entre otros. Por eso, ha surgido un nuevo mercado: los sensores ‘low cost’ (sensores de bajo costo) de medición de la contaminación. Aparentemente recogen los mismos datos, pero tienen

un precio tan bajo y son tan pequeños y manejables que se pueden repartir decenas por cualquier localidad y crear una red que nos dé información global sobre qué respiramos, pero tienen menor fiabilidad. Los sensores de bajo costo son una alternativa viable que aún está en etapa de investigación y prueba y que conforme se vayan conociendo sus limitaciones de monitoreo en condiciones reales de operación, se podrán mejorar su aplicabilidad y desempeño. El tiempo de vida útil de las celdas y sensores utilizados para la medición de contaminantes atmosféricos en equipos de bajo costo aún es limitado (entre 1 y 2 años), lo cual podría limitar su aplicabilidad (Centro Mario Molina, 2018).

10.6. Sensores

Los sensores más populares son los sensores de PurpleAir que miden el material particulado (PM). Los sensores de PurpleAir utilizan una nueva generación de contadores láser de partículas para proporcionar medición en tiempo real de PM1.0, PM2.5 y PM10. Los sensores de PurpleAir son fáciles de instalar y solo requieren una toma de corriente y WiFi. Usan WiFi para actualizar en tiempo real al mapa de PurpleAir (sensores de calidad del aire, 2024).

10.7. Equipos de Medición

10.7.1. Parámetros a Medir:

Partículas Gruesas o de Diámetro Aerodinámico (PM₁₀= 10 μ m) Suelen tener un importante componente de tipo natural, siendo contaminantes básicamente primarios que se generan por procesos mecánicos o de evaporación: minerales locales o transportados, aerosol marino, partículas biológicas (restos vegetales) y partículas primarias derivadas de procesos industriales o del tráfico (asfalto erosionado y restos de neumáticos y frenos generados por

abrasión); de entre los pocos contaminantes secundarios que entran a formar parte de su estructura destacan los nitratos.

Partículas Finas o de Diámetro Aerodinámico (PM_{2.5} = 2.5 µm) Su composición es más tóxica, ya que su principal origen es antropogénico, especialmente las emisiones de los vehículos diésel, estando fundamentalmente formadas por partículas secundarias: nitratos y sulfatos (originados por oxidación de NOX y SOX), aerosoles orgánicos secundarios, como el peroxiacetil nitrato (PAN) y los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA). (Aguirre, 2006 pg 15).

Humedad (H) La palabra humedad denota la presencia de vapor de agua en el aire u otro gas. El valor cuantitativo de la humedad es determinado por la medición de la cantidad de vapor de agua en el aire. El aire de la atmósfera se considera normalmente como una mezcla de dos componentes: aire seco y agua. El agua es la única sustancia de la atmósfera que puede condensar (pasar de vapor a líquido) o evaporarse (pasar de líquido a vapor) a condiciones ambientales: este hecho justifica la división del aire atmosférico es aire seco y agua, y además provocan una gran cantidad de fenómenos meteorológicos como la lluvia, el rocío y las nubes. Además de todo esto, el estudio del agua en el aire atmosférico es esencial para la sensación de bienestar.

El aire tiene una capacidad limitada para absorber vapor de agua. Esta capacidad depende principalmente de la temperatura, se podría decir que entre más caliente este el aire más vapor de agua puede contener. Cuando el aire está a cierta temperatura y su capacidad de absorción de

vapor de agua está al límite, entonces se dice que el aire este “Saturado”. La “humedad relativa” del aire expresa cuan saturado esta de vapor de agua.

En los últimos años, el aumento en los requerimientos de mediciones más precisas y confiables con respecto a los niveles de humedad que intervienen en los procesos industriales y científicos a llevado al diseño de nuevas técnicas para la generación y medición de humedad, siendo esta una de las áreas más confusas y complicadas por la cantidad de términos y definiciones que describen la humedad. Así como la dificultad que se genera en la medición de humedad por la dependencia de factores variables como la presión y la temperatura. (ARTÍCULOS, 2022)

Presión

La presión atmosférica o presión barométrica es la fuerza que ejerce el conjunto de gases mezclados que constituyen la atmósfera, sobre la superficie terrestre y los elementos que se encuentren sobre ella. Dicha fuerza se da por unidad de superficie, o sea, es equivalente al peso de la columna de aire que se extiende desde un punto de la superficie de la Tierra, hasta los límites superiores de la atmósfera.

La presión atmosférica y sus variaciones a lo largo de un período de tiempo constituyen un dato usual en el estudio del clima atmosférico. Sin embargo, el aire varía de densidad conforme se aleja del suelo y además se ve afectado por la temperatura, por lo que no suele ser fácil calcular la presión atmosférica de un punto determinado con un alto margen de certeza. (CONCEPTO, 2021)

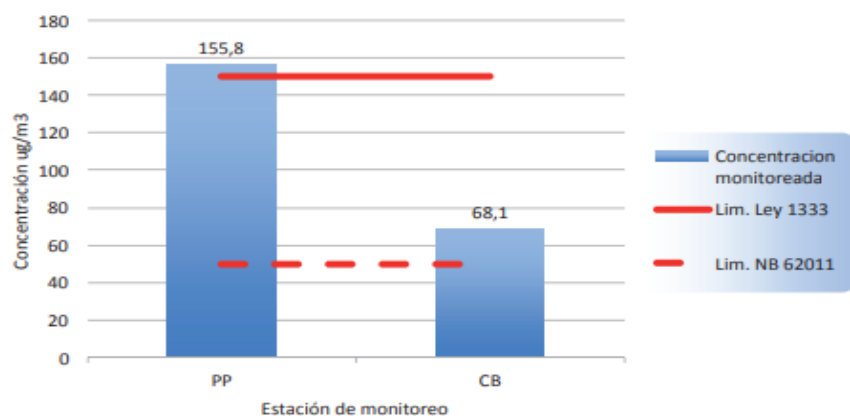
11. DIAGNOSTICO DE LA INFORMACIÓN GENERADA POR LA RED MONICA SOBRE CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE COBIJA-PANDO.

11.1. DATOS DEL INFORME NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOLIVIA GESTIONES 2012-2014 RED MONICA

De acuerdo a la medición de concentraciones de PM10 realizadas en la ciudad de Cobija, se encontró que en el punto de Plaza Potosí (PP) el valor supera tanto el límite máximo permisible establecido en la Norma Boliviana NB 62011:2008 de IBNORCA como el límite máximo permisible establecido por el Anexo 1 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA) de la Ley de Medio Ambiente N° 1333, mientras que el valor medido en el punto de Clínica Burgos solo supera el límite máximo permisible establecido en la Norma Boliviana NB 62011:2008 de IBNORCA. Ambos puntos de monitoreo se constituyen en vías principales de alto tráfico vehicular, con un alto porcentaje de circulación de motocicletas. (MMAyA, 2016)

Las fechas de realización de este monitoreo son del 13/11/2014 a 20/11/2014

Figura N° 6
Resultados de muestreo activo de PM10, 24 h, Cobija



Fuente: INFORME NAL. DE CALIDAD DEL AIRE GESTIONES 2012-2014 RED MONICA pg 93

En el municipio de Cobija, durante el año 2014, se realizaron mediciones de los niveles de PM10, los datos sobrepasan los límites recomendados, sin embargo, se identificaron que las fechas en los períodos en los que los niveles de PM10 superaron los límites establecidos, principalmente durante la época seca y de mayor tráfico vehicular, estos datos fueron tomados solo durante una semana.

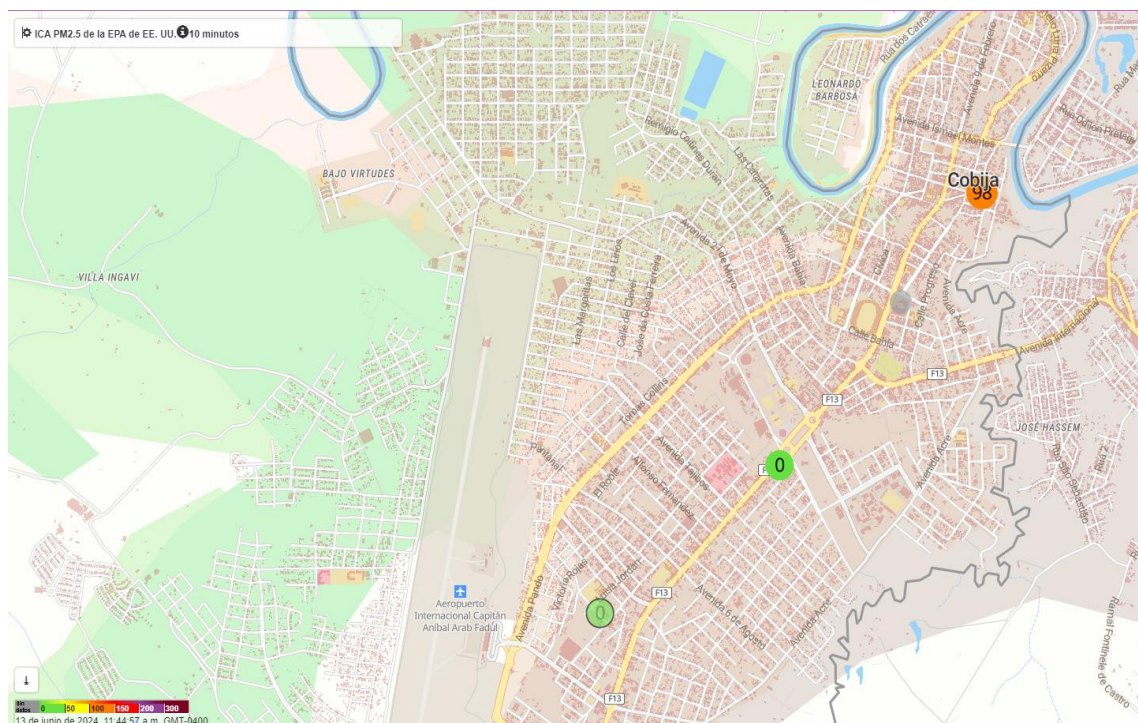
Estos resultados sugieren que, si bien la calidad del aire en el municipio de Cobija en el año 2014 en general fue mala, se debe considerar el tiempo de la medición que es solo una semana y la época en la que se realiza la toma de datos.

11.2. ESTACIÓN DE MONITOREO

El municipio tiene cuatro sensores de monitoreo, que se pueden ver desde Google visitando la página Purple Air.

De los cuatro sensores ubicados en el municipio, el primero se encuentra en la plaza principal de Cobija, el segundo está inactivo y se encuentra en la plaza Umber Terrazas, el tercero se encuentra en el monumento tres cabezas y el cuarto en la Av. Nazaria.

Figura N° 7
Punto de los cuatro sensores en el municipio de Cobija

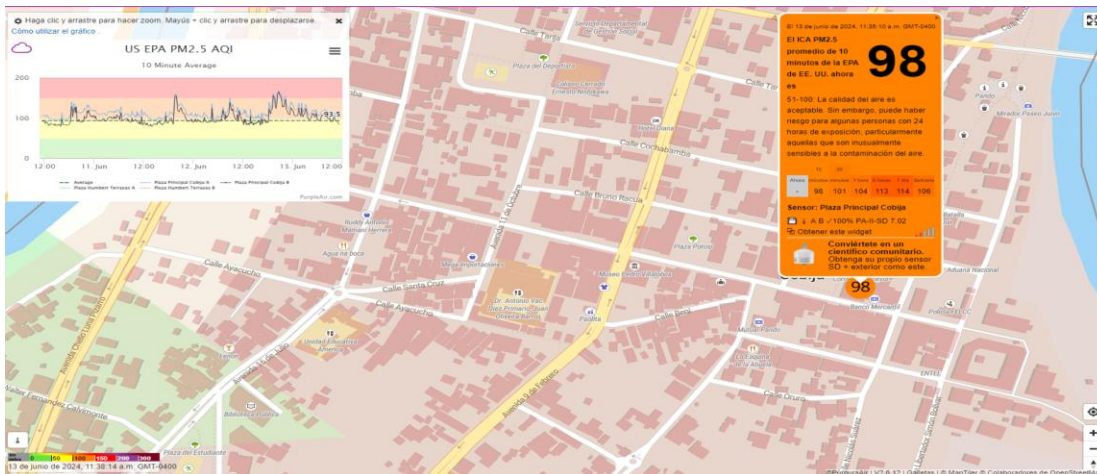


Fuente: purple Air 13/06/2024

SENSOR N°1. PLAZA PRINCIPAL

Este sensor está ubicado en la plaza principal de Cobija, instalado en el edificio principal del GAMC. Cuenta con conexión WiFi disponible las 24 horas, lo que asegura una generación continua de datos sin interrupciones.

Figura N° 8
Sensor N°1 Plaza principal Cobija

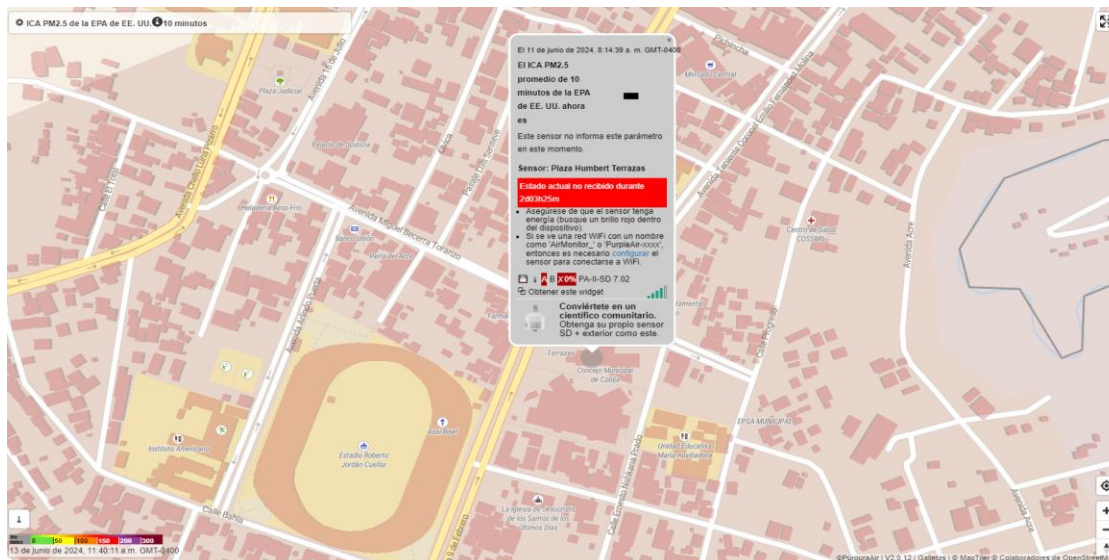


Fuente: purple Air 13/06/2024

SENSOR N°2. PLAZA HUMBER TERRAZAS

Este sensor se encuentra ubicado en la plaza y el equipo está instalado en el edificio principal del Honorable Consejo Municipal de Cobija y actualmente no cuenta con Wifi por lo que tiene problemas al generar datos.

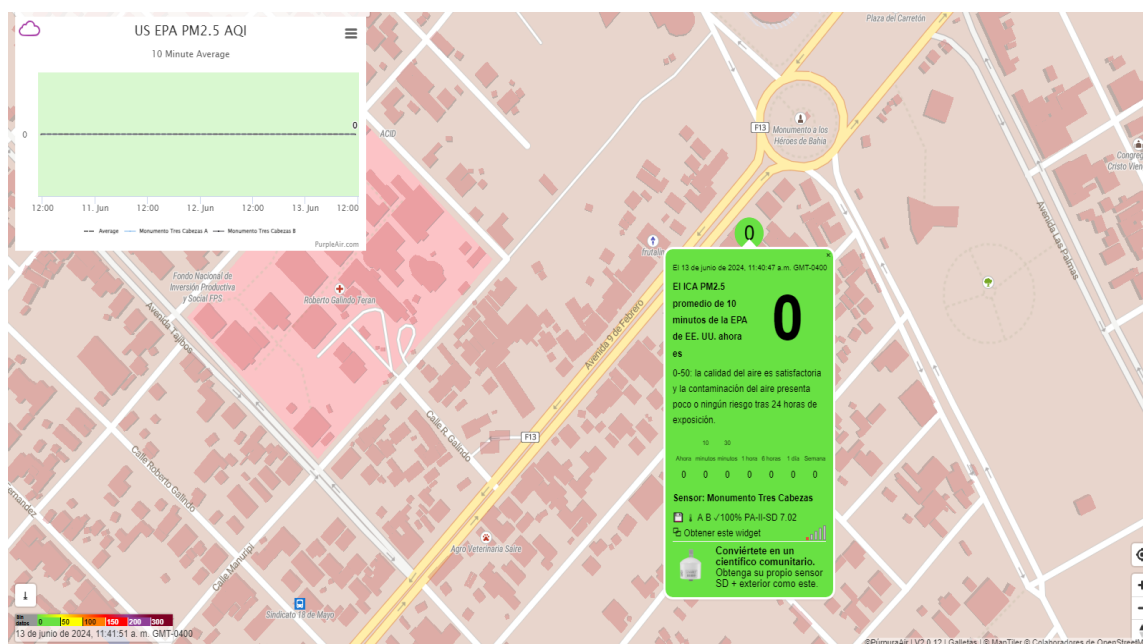
Figura N° 9
Sensor N°2 Plaza Humber Terrazas



Fuente: purple Air 13/06/2024

Este sensor se encuentra ubicado cerca al monumento tres cabezas el equipo está instalado en un domicilio particular cerca al monumento y cuenta con Wifi disponible todo el día por lo que no tiene problemas al generar datos.

Figura N° 10
Sensor N°3 Monumento 3 cabezas

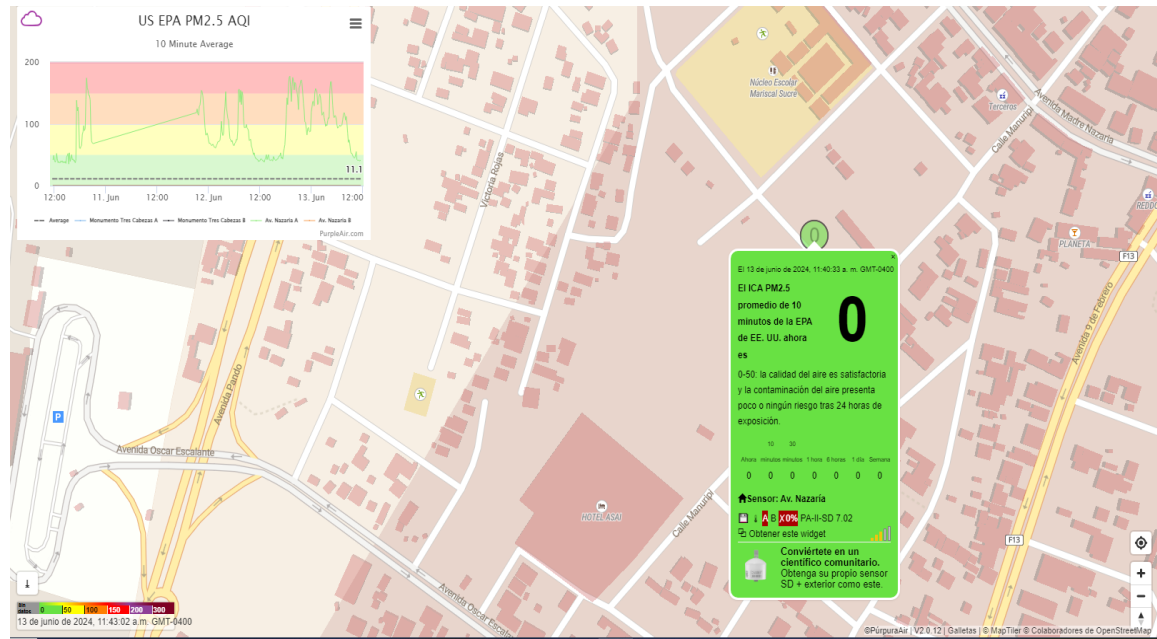


Fuente: purple Air 13/06/2024

Sensor N°4. Nazaria

Éste sensor se encuentra ubicado en el barrio Nazaria, el equipo está instalado en un domicilio particular y cuenta con Wifi disponible todo el día por lo que no tiene problemas al generar datos.

Figura N° 11
Sensor N°4 Nazaria



Fuente: purple Air 13/06/2024

11.3. Descripción de la Presión Absoluta Estandar Pstd (MmHg), Temperatura Absoluta Estandar Tstd(*K), Presión en Condiciones Locales Pl (Mm Hg), Temperatura en Condiciones Locales Tl (*K) en Base a Limite RMCA, Limite NB 62011, Limite OMS

Figura N°12
Formulario de reporte de monitoreo red MoniCA

FORMULARIO DE REPORTE DEL MONITOREO DE LA CALIDAD AIRE AL SNIA MÉTODO AUTOMÁTICO -SENSORES PURPLEAIR - PARAMETRO PM10				ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA		Red MoniCA														
Red MoniCA:	Cobija	Pstd (mm Hg):	760	Limite RMCA:	150															
Site:	CBJ	Tstd (°C):	298	Limite NB 62011:	50															
		Pl (mm Hg):	733	Limite OMS:	50															
		Tl (°C):	303																	
				Exportar Datos para el SNIA																
Punto de Monitoreo	Latitud	Longitud	Fecha del Equipo UTC	Fecha convertida	Concentración Std A mg/m ³	Concentración Std B mg/m ³	Concentración promedio	Fecha	Hora	Prom. Movil Std 1 h	Prom. Movil Std 8 hrs	Prom. Movil Std 24 hr	Concentración Local	Prom. Movil Local 1 h	Prom. Movil Local 8 hr	Prom. Movil Local 24 h	ICA MÓVIL Local (RMCA)	ICA MÓVIL Local (NB)	ICA MÓVIL Std (RMCA)	ICA MÓVIL Std (NB)

Fuente: Excel Red MoniCA

Presión Absoluta Estandar Pstd (Mm Hg): Se conoce como presión absoluta a la suma de la presión atmosférica, que se puede medir con un calibrador o manómetro, y la presión manométrica del fluido. En ingeniería, la presión absoluta es la presión de un sistema en relación con la presión de un vacío absoluto.

Temperatura Absoluta Estandar Tstd(*K): La temperatura absoluta es el valor de la temperatura medida con respecto a una escala que comienza en el cero absoluto (0 K o $-273,15$ °C).

Presión en Condiciones Locales Pl (Mm Hg): El dato variará dependiendo al territorio al que pertenezca la red.

Temperatura en Condiciones Locales Tl (*K): El dato variará dependiendo al territorio al que pertenezca la red.

Estos parámetros son considerados por la Red MoniCA para determinar la calidad del aire y permite monitorizar la concentración de partículas PM2.5 y PM10 con gran precisión y fiabilidad gracias a su tecnología de luz láser, al filtrado y promediado digital de las mediciones. Estos parámetros son esenciales para determinar y gestionar la calidad del aire, con el objetivo de proteger la salud pública y el medio Ambiente.

Para el presente Proyecto se realiza la lectura de datos sólo del pm10 por tener una característica importante de las partículas es su diámetro, ya que cuanto más pequeño sea este diámetro, menos partículas hay y más pueden penetrar en el sistema respiratorio, lo que aumenta su peligrosidad para la salud.

Debido a su pequeño tamaño, las partículas PM10 (con un diámetro aerodinámico menor de $10 \mu\text{m}$) pueden inhalarse por el sistema respiratorio. Como resultado, se les conoce también como fracciones respirables o inhalables, además para realizar una comparación del año 2016 en la última toma de datos por la Red MoniCA solo se realizó la toda de datos del pm 10 y solo se

podrá comparar este parámetro. Se tomará datos generados solo del sensor de Nazaria porque es el único sensor que no tuvo problemas en generar datos durante la gestión 2023.

Datos en Formato CSV, son datos emitidos directamente de los sensores, se emiten cada tres minutos y cada día genera un archivo de 24hs, este formato no se puede trabajar directamente es necesario transformarlo en formato Excel para su mejor lectura. Los datos que arroja este formato son:

UTCDateTime,mac_address,firmware_ver,hardware,current_temp_f,current_humidity,current_dewpoint_f,pressure,adc,mem,rssi,uptime,pm1_0_cf_1,pm2_5_cf_1,pm10_0_cf_1,pm1_0_atm,pm2_5_atm,pm10_0_atm,pm2.5_aqi_cf_1,pm2.5_aqi_atm,p_0_3_um,p_0_5_um,p_1_0_um,p_2_5_um,p_5_0_um,p_10_0_um,pm1_0_cf_1_b,pm2_5_cf_1_b,pm10_0_cf_1_b,pm1_0_atm_b,pm2_5_atm_b,pm10_0_atm_b,pm2.5_aqi_cf_1_b,pm2.5_aqi_atm_b,p_0_3_um_b,p_0_5_um_b,p_1_0_um_b,p_2_5_um_b,p_5_0_um_b,p_10_0_um_b,gas.

Figura N°13
Datos en cvs del punto Nazaria

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	UTCDateTime,mac_address,firmware_ver,hardware,current_temp_f,current_humidity,current_dewpoint_f,pressure,adc,mem,rssi,upt											
2	2023/02/28T00:00:44z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,985.79,0.02,22480,-81,1047060,4.51,6.67,7.00,4.51,6.67											
3	2023/02/28T00:02:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,985.84,0.02,22480,-82,1047178,5.43,8.29,8.69,5.43,8.29											
4	2023/02/28T00:04:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,985.92,0.02,22480,-76,1047298,5.21,7.96,9.23,5.21,7.96											
5	2023/02/28T00:06:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,985.92,0.02,22480,-76,1047418,5.32,8.05,9.50,5.32,8.05											
6	2023/02/28T00:08:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,985.94,0.02,22480,-76,1047538,4.47,7.48,10.55,4.47,7.4											
7	2023/02/28T00:10:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,985.94,0.02,22480,-82,1047658,4.64,6.97,7.44,4.64,6.97											
8	2023/02/28T00:12:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,985.90,0.02,22480,-78,1047778,7.30,9.61,11.72,7.30,9.6											
9	2023/02/28T00:14:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,985.86,0.02,22480,-84,1047898,5.04,8.09,9.87,5.04,8.09											
10	2023/02/28T00:16:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,985.90,0.02,22480,-79,1048018,5.44,7.61,10.73,5.44,7.6											
11	2023/02/28T00:18:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,985.94,0.02,22480,-72,1048138,5.38,7.95,8.55,5.38,7.95											
12	2023/02/28T00:20:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,985.90,0.02,22224,-80,1048258,5.14,7.28,9.12,5.14,7.28											
13	2023/02/28T00:22:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,985.90,0.02,22480,-74,1048378,4.91,7.55,8.68,4.91,7.55											
14	2023/02/28T00:24:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,985.97,0.02,22224,-76,1048498,4.68,6.33,7.14,4.68,6.33											
15	2023/02/28T00:26:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.05,0.02,22480,-79,1048618,4.25,5.93,6.39,4.25,5.93											
16	2023/02/28T00:28:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,986.12,0.02,22480,-80,1048738,5.17,7.07,9.05,5.17,7.07											
17	2023/02/28T00:30:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,986.14,0.02,22480,-79,1048858,4.80,6.66,8.21,4.80,6.66											
18	2023/02/28T00:32:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,986.19,0.02,22480,-77,1048978,4.73,6.89,8.62,4.73,6.89											
19	2023/02/28T00:34:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,986.30,0.02,22480,-78,1049098,4.19,6.05,7.45,4.19,6.05											
20	2023/02/28T00:36:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,986.37,0.02,22480,-79,1049218,3.72,5.65,6.40,3.72,5.65											
21	2023/02/28T00:38:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,986.42,0.02,22224,-76,1049338,4.37,6.68,7.35,4.37,6.68											
22	2023/02/28T00:40:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,986.44,0.02,22480,-79,1049458,4.34,6.76,7.98,4.34,6.76											
23	2023/02/28T00:42:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,986.48,0.02,22480,-80,1049578,5.19,7.09,8.16,5.19,7.09											
24	2023/02/28T00:44:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.51,0.02,22480,-77,1049698,5.05,6.78,8.00,5.05,6.78											
25	2023/02/28T00:46:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.49,0.02,22480,-77,1049818,5.00,7.28,11.72,5.00,7.28											
26	2023/02/28T00:48:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.48,0.02,22312,-78,1049938,4.41,6.77,7.36,4.41,6.77											
27	2023/02/28T00:50:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.49,0.02,22312,-77,1050058,4.88,7.47,8.62,4.88,7.47											
28	2023/02/28T00:52:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.50,0.02,22480,-75,1050178,5.02,7.16,7.71,5.02,7.16											
29	2023/02/28T00:54:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.50,0.02,22480,-77,1050298,5.64,7.46,8.46,5.64,7.46											
30	2023/02/28T00:56:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.54,0.02,22480,-79,1050418,5.10,7.76,9.22,5.10,7.76											
31	2023/02/28T00:58:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.65,0.02,22480,-79,1050538,5.05,7.78,11.68,5.05,7.78											
32	2023/02/28T01:00:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.75,0.02,22480,-76,1050658,4.70,6.47,6.96,4.70,6.47											
33	2023/02/28T01:02:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,72,72,986.81,0.02,22480,-75,1050778,6.38,10.14,10.96,6.38,10.14											
34	2023/02/28T01:04:42z,a8:48:fa:ca:c8:58,7.02,2.0+OPENLOG+15476 MB+DS3231+BME280+PMSX003-B+PMSX003-A,82,73,72,986.81,0.02,22480,-76,1050898,8.45,11.79,14.09,8.45,11.79											

Fuente: formato csv emitido directamente por el punto de monitoreo Nazaria

11.3.1. Como se realiza la Transformación del Cuadro csv a Excel para Interpretar la Información

Se puede realizar de dos maneras, una directamente mediante un programa de convertidor de archivos descargando de internet y la otra manualmente transformando de csv a Excel paso a paso.

Como podemos observar en la siguiente imagen los datos pueden ser tratados individualmente porque ya están transformados a Excel, de estos datos nos interesa sólo el pm10 atm y el pm10 atm b que están marcados con amarillo y verde.

Figura N°14
Foto de Excel pm10 A y pm10 B

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
1	UTCTime	mac_addr	firmware	hardware	current_t	current_h	current_d	pm10_a	pm10_b	pm2.5_aq	pm2.5_aq	p_0_3_ump	p_0_5_ump	p_1_0_ump	pm10_0_atm_b	pm2.5_aq	pm2.5_aq									
2	2023/01/07T00:01:46z	a8:48:fa:cc:82:66:69:5	7,02	2.0+OPEN	82	66	69	6	8,02	9,28	33	33	1168,63	299,3	49,61	16,57	57	57								
3	2023/01/07T00:03:45z	a8:48:fa:cc:82:66:69:5	7,02	2.0+OPEN	82	66	69	5	7,26	8,34	30	30	1125,52	290,72	42,79	15,86	57	57								
4	2023/01/07T00:05:45z	a8:48:fa:cc:82:66:68:6	7,02	2.0+OPEN	81	66	68	6	8,67	11,59	36	36	1217,59	305,48	55,21	15,66	58	58								
5	2023/01/07T00:07:45z	a8:48:fa:cc:82:67:70:5	7,02	2.0+OPEN	82	67	70	5	7,73	12,36	32	32	1129,07	286,61	53,9	18,57	61	61								
6	2023/01/07T00:09:45z	a8:48:fa:cc:82:67:69:6	7,02	2.0+OPEN	82	67	69	6	8,61	10,7	36	36	1242,75	322,71	54,45	18,19	59	59								
7	2023/01/07T00:11:45z	a8:48:fa:cc:82:66:69:7	7,02	2.0+OPEN	82	66	69	7	9,59	13,12	40	40	1352,95	359,75	62,79	17,97	62	62								
8	2023/01/07T00:13:45z	a8:48:fa:cc:81:66:68:7	7,02	2.0+OPEN	81	66	68	7	9,88	13,18	41	41	1394,95	370,52	62,75	17,46	61	61								
9	2023/01/07T00:15:45z	a8:48:fa:cc:81:66:68:6	7,02	2.0+OPEN	81	66	68	6	7,79	8,9	32	32	1192,55	311,6	42,34	16,43	59	59								
0	2023/01/07T00:17:45z	a8:48:fa:cc:81:66:68:7	7,02	2.0+OPEN	81	66	68	7	8,79	10,84	37	37	1379,17	358,38	54,52	18,82	64	64								
1	2023/01/07T00:19:45z	a8:48:fa:cc:81:66:68:6	7,02	2.0+OPEN	81	66	68	6	9,7	11,46	40	40	1403,3	360,75	63,16	19,17	65	65								
2	2023/01/07T00:21:45z	a8:48:fa:cc:81:67:69:7	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	7	10,1	14,26	42	42	1504,89	392,84	69,81	19,29	66	66								
3	2023/01/07T00:23:45z	a8:48:fa:cc:81:67:69:7	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	7	11,4	12,83	47	47	1569,46	417,58	74,32	20,86	66	66								
4	2023/01/07T00:25:45z	a8:48:fa:cc:81:66:69:9	7,02	2.0+OPEN	81	66	69	9	13,7	18,46	55	55	1813,74	497,19	96,61	23,81	72	72								
5	2023/01/07T00:27:45z	a8:48:fa:cc:81:66:68:9	7,02	2.0+OPEN	81	66	68	9	12,4	18,24	52	52	1763,72	470,35	78,67	21,26	69	69								
6	2023/01/07T00:29:45z	a8:48:fa:cc:81:67:69:8	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	8	10,8	14,84	45	45	1495,53	399,68	72,79	21,69	66	66								
7	2023/01/07T00:31:45z	a8:48:fa:cc:81:67:69:8	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	8	10,9	14,66	46	46	1524,67	410	68,33	19,84	65	65								
8	2023/01/07T00:33:45z	a8:48:fa:cc:81:67:69:8	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	8	11	16,33	46	46	1622,33	437,36	77,5	20,36	67	67								
9	2023/01/07T00:35:45z	a8:48:fa:cc:81:67:69:7	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	7	10,9	13,91	46	46	1462,42	395,11	72,33	20,1	64	64								
0	2023/01/07T00:37:45z	a8:48:fa:cc:81:67:69:10	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	10	13,6	18,82	55	55	1840,5	498,07	85,75	21,15	66	66								
1	2023/01/07T00:39:45z	a8:48:fa:cc:82:67:70:10	7,02	2.0+OPEN	82	67	70	10	14,6	21,79	57	57	1910,07	516,1	104,8	20,64	66	66								
2	2023/01/07T00:41:45z	a8:48:fa:cc:81:67:69:13	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	13	18,9	23,05	66	66	2411,64	662,97	114,6	28,56	84	84								
3	2023/01/07T00:43:45z	a8:48:fa:cc:81:66:69:15	7,02	2.0+OPEN	81	66	69	15	21,5	30,65	71	71	2746,58	744,89	140	29,74	85	85								
4	2023/01/07T00:45:45z	a8:48:fa:cc:81:66:68:9	7,02	2.0+OPEN	81	66	68	9	12,6	13,5	52	52	1790,25	473,55	77,21	22,49	72	72								
5	2023/01/07T00:47:45z	a8:48:fa:cc:81:66:68:9	7,02	2.0+OPEN	81	66	68	9	13,4	18,28	54	54	1728,88	465,6	96,47	22,19	71	71								
6	2023/01/07T00:49:45z	a8:48:fa:cc:81:67:69:9	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	9	12,9	14,47	53	53	1769,95	460,58	74,54	23,59	71	71								
7	2023/01/07T00:51:45z	a8:48:fa:cc:81:67:69:10	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	10	13,9	18,18	55	55	1884,11	512,48	82,98	23,11	72	72								
8	2023/01/07T00:53:45z	a8:48:fa:cc:81:66:68:9	7,02	2.0+OPEN	81	66	68	9	12,2	13,42	51	51	1644,38	449,76	68,98	22,22	67	67								
9	2023/01/07T00:55:45z	a8:48:fa:cc:81:66:68:9	7,02	2.0+OPEN	81	66	68	9	12,2	20,79	51	51	1705,02	459,32	88,32	21,25	68	68								
0	2023/01/07T00:57:46z	a8:48:fa:cc:81:66:69:8	7,02	2.0+OPEN	81	66	69	8	11,3	14,4	47	47	1686,57	441,4	67,4	21,67	68	68								
1	2023/01/07T00:59:46z	a8:48:fa:cc:81:67:69:8	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	8	11,1	13,58	46	46	1620,53	428,54	69,88	20,82	66	66								
2	2023/01/07T01:01:46z	a8:48:fa:cc:81:67:69:7	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	7	10,6	13,88	44	44	1511,36	390,07	74,25	20,22	65	65								
3	2023/01/07T01:03:47z	a8:48:fa:cc:81:67:69:7	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	7	10,9	14,93	45	45	1544,63	403,33	72,28	20,44	66	66								
4	2023/01/07T01:05:47z	a8:48:fa:cc:81:67:69:7	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	7	10	11,93	42	42	1410,52	370,98	58,69	19,64	65	65								
5	2023/01/07T01:07:47z	a8:48:fa:cc:81:67:69:7	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	7	9,95	11,86	41	41	1394,42	358,75	61,02	19,05	62	62								
6	2023/01/07T01:09:47z	a8:48:fa:cc:81:67:69:6	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	6	9,21	10,75	38	38	1376,26	355,3	56,96	19,68	63	63								
7	2023/01/07T01:11:47z	a8:48:fa:cc:81:67:69:6	7,02	2.0+OPEN	81	67	69	6	8,3	11,95	35	35	1253,84	322,93	54,3	16,68	59	59								

Fuente excel datos del día 20230107

Posteriormente abrimos un cuadro nuevo en Excel donde se copia los datos por hora de pm10 atm y el pm10 atm b que están marcados con amarillo y verde. Al final está suma automática y programamos para que salga automáticamente su promedio. Este cuadro nos sirve para generar automáticamente datos semanales, mensuales, semestrales para su mejor lectura como podemos observar en el siguiente cuadro.

Figura N °15
Datos transformados a excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1				20230101									
2		A		pm10_0_atm									
3		22,49	66,6	84,05	20,7	42,19	32,89	29,64	11,65	9,42	4,8	5,81	6,14
4		23,96	65,14	82,35	23,17	64,11	27,41	25,83	11,02	11,38	5,35	8,07	7,19
5		28,28	69,32	76,82	25,05	108,38	27,68	29,2	13,93	9,48	5,68	7,44	6,39
6		23,81	60,76	78,18	28,18	111,7	29,09	35,71	10,59	11,98	6,53	6,91	8,43
7		25,56	64,38	73,83	36,98	93,4	34,6	50,33	9,07	9,38	4,7	7,03	7
8		23,4	60,6	63,91	40,25	79,02	50,02	52	8,45	8,81	4,67	6,95	8,71
9		38,45	54,03	59,68	36,54	85,66	43,84	45,51	6,88	9,07	7,76	8,98	10,1
10		44,48	52,46	55,37	30,82	104,26	33,65	41,91	7,32	8,04	5,08	6,44	5,63
11		47,47	52,95	55,24	29,71	104,19	32,63	41,24	9,59	6,54	5,86	9,07	10,44
12		37,98	54,81	52,7	31,53	100,31	34,58	34,59	7,63	5,36	4,92	7,93	5,97
13		48,24	56	52,96	37,85	78,82	27,69	37,48	8,37	5,51	3,93	8,46	8,73
14		40,35	53,82	45,74	31,09	69,88	28,51	26,53	11,42	4,86	8,18	7,97	7,25
15		33,78	50,48	38,28	36,05	72,61	30,89	16,34	8,76	4,6	5,4	8,26	5,48
16		34,58	47,76	44,02	38,73	73,43	27,5	14,33	7,14	5,82	4,72	10,47	6,31
17	DATOS	54,49	47,82	51,66	33,52	77,21	33,59	11,66	8,73	5,59	5,45	6,3	4,82
18	POR HORA	52,19	50,91	54,34	29,8	86,59	30,95	13,21	8,66	6,41	4,93	7,55	4,82
19		49	45,19	48,66	25	93,77	37,84	18,38	11,48	4,34	4,3	7,24	4,89
20		64,16	54,12	49,96	26,82	98,96	32,72	16,6	10,19	5,93	4,36	6,32	4,56
21		82,36	54,06	47,74	35,11	83,29	31,88	13,68	7,14	6,42	6,25	6,89	4,44
22		84,36	59,2	41,97	45,89	71,71	37,31	20,36	7,47	11,21	5,56	7,17	4,62
23		103,51	62,18	37,37	42,18	75,27	40,71	15,29	8,15	9,69	6,2	8,9	4,47
24		112,96	63,98	40,7	34,69	78,02	32,6	17,38	8,76	8,98	5,23	8,47	5,12
25		113,04	67,57	33,61	36,09	79,91	32,4	12,49	16,18	6,75	5,55	10,95	3,36
26		90,34	76,36	28,73	30,75	99,45	37,68	16,68	12,67	8,4	5,79	7,96	4,58
27		90,2	84,73	21,66	40,74	72,39	41,96	16,43	15,4	5,55	6,8	8,75	5,78
28		92,72	100,19	18,98	41,79	52,96	33,08	16,15	13,41	8,14	4,95	7,48	3,84
29		84,91	108,88	20,81	37,46	50,04	30,66	13,12	16	5,44	7,98	10,34	5,38
30		76,75	93,44	20,55	37,36	36,14	30,75	16,91	15,09	5,63	14,32	7,51	5,38
31		73,02	98,96	23,76	44,79	28,26	32,36	12,22	10,89	5,19	7,42	7,42	4,78
32		72,04	96,74	26,53	40,28	28,96	38,68	10,98	17,49	3,98	6,16	6,39	4,71
33	TOTAL	1768,88	1973,44	1430,16	1028,92	2300,89	1016,15	722,18	319,53	217,9	178,83	235,43	179,32
34													
35	PROMEDIO	58,96267	65,78133	47,672	34,29733	76,69633	33,87167	24,07267	10,651	7,263333	5,961	7,847667	5,977333
36													
37													
38													
39		B											
40													
41		31,09	65,18	82,11	26,49	42,83	33,86	35,06	18,84	14,67	10,49	12,4	13,8
42		29,72	62,33	79,67	30,61	58,59	28,16	31,95	18,95	17,86	11,75	12,46	14,21
43		31,25	67,42	75,67	30,78	104,58	27,23	32,75	16,35	15,21	11,96	12,84	14,15
44		31,18	61,32	76,45	31,95	108,46	33,88	35,65	15,91	14,53	10,84	14,43	13,81
45		31,04	61,84	73,58	40,84	93,15	37,63	49,7	16,64	14,4	10,21	12,77	12,98
46		32,46	59,4	63,18	43,32	77,37	51,32	49,11	14,52	14,71	10,46	13,45	13,9
47		38,54	55,06	58,31	38,82	84,22	43,65	47,25	13,84	14,28	12	13,84	12,61
48		44,78	50,05	51,71	36,14	102,42	35,12	43,04	14,96	13,19	12,46	14,43	13,12
49		45,78	52,12	55,2	33,25	103,11	33,6	39,44	14,07	13,14	12,68	15,25	11,81
50		44,65	53,04	52,88	33,31	96,45	32,81	41,11	14,42	11,81	11,35	15,14	12,75
51		45,51	54,55	52,2	36,47	77,42	30,3	36,95	16,38	12,73	10,56	16,21	12,05
52		42,13	53,72	47,12	36,45	68,76	31,29	29,04	14,71	11,33	11,72	15,02	13,51
53		34,36	49,91	44,38	36	70,78	31,58	22,56	15,07	12,04	11,37	13,5	12,02
54		39,21	49,41	47,07	32,8	74,92	32,12	30,02	15,69	12,02	12,51	13,98	11,61

Fuente propia, cuadro excel

Una vez que tenemos los datos por hora procedemos a subir al formulario de reporte del monitoreo de la calidad del aire - sensor purpleair – parámetro pm10 el cual arrojará de manera directa el color correspondiente a la calidad de aire. Es decir verde si es de buena calidad amarillo si es regular, rojo si es mala calidad, café si es muy malo o negro que es extremadamente de mala calidad.

Figura N°16
Formulario de reporte de monitoreo de calidad del aire

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet used for reporting air quality monitoring data. The spreadsheet is titled "FORMULARIO DE REPORTE DEL MONITOREO DE LA CALIDAD AIRE AL SNIA MÉTODO AUTOMÁTICO -SENSORES PURPLEAIR - PARAMETRO PM10". It contains several sections:

- Form Header:** Includes the Red MoniCA logo and the text "ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA".
- Location and Equipment Info:** Fields for "Red MoniCA" (Cobija), "Sigla" (CEJ), "PAlt (mmsHg)", "Tat (°C)", "P (mmsHg)", and "Tl (°C)".
- Limites (Limits):** A table showing "Limite RMCA" (150), "Limite WHO" (50), "Limite OMS" (50), "Limite WHO" (50), and "Limite OMS" (50).
- Data Table:** A large table with columns for "Punto de Monitoreo", "Latitud", "Longitud", "Fecha del Equipo UTC", "Fecha convertida", "Concentración Std A", "Concentración Std B mg/m³", "Concentración promedio", "Fecha", "Hora", "Prom. Movil Std 1hr", "Prom. Movil Std 8 hrs", "Prom. Movil Std 24 hrs", "Concentración Local", "Prom. Movil Local 1", "Prom. Movil Local 2", "Prom. Movil Local 3", "ICA Móvil Local", "ICA Móvil Local 1", "ICA Móvil Local 2", "ICA Móvil Local 3".
- Footer:** Shows "LISTO" and a zoom level of "70%".

Fuente: Excel Red MoniCA

11.3.2. Describir el Guía y Manual de Usuario

El Programa Nacional de Gestión de Calidad del Aire (PNGCA), desarrolló y diseñó las planillas de reporte estandarizados e implementación de un Sistema Web para el procesamiento de los datos de monitoreo de Calidad del Aire obtenidos de todos los nodos que conforman la Red MoniCA a nivel nacional, en afán de que el Gobierno Nacional, Entidades Territoriales Autónomas y la población en general, tengan acceso a esta información.

Dentro del Manual de Usuario - Estandarización de los Formularios de Reportes de la Calidad del Aire de los Municipios de la Red MoniCA, está constituido por cuatro puntos:

- 01 PLANILLAS ESTANDARIZADAS - MÉTODO ACTIVO
- 02 PLANILLAS ESTANDARIZADAS - MÉTODO AUTOMÁTICO CONTINUO
- 03 PLANILLAS ESTANDARIZADAS - MÉTODO PASIVO

04 MÓDULO INFORMÁTICO DEL PNGCA EN EL SNIA

En la Guía de Instalación y Mantenimiento - Estandarización de los Formularios de Reportes de la Calidad del Aire de los Municipios de la Red Monica – Módulo PNGCA

01 generalidades de las herramientas

02 funciones - planillas estandarizadas guía de instalación y mantenimiento

03 implementación – módulo web en el SNIA

12. TRATAMIENTO DE DATOS GENERADOS EN LA RED MONICA

12.1. Recolección de información

Durante el proceso de recolección de información se han recopilado datos correspondientes a la gestión 2023 provenientes del monitoreo ubicado en la av. Nazaria.

12.2. Análisis del comportamiento de los datos de calidad del aire periodo 2023

Según las normas bolivianas se establece los siguientes límites permisibles:

Tabla 1
Límites permisibles

N°	Límites permisibles para pm10	Valores en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas
1	Límite RMCA	150
2	Límite NB 62011	50
3	Límite OMS	50

Fuente elaboración propia

Para el análisis de datos de calidad del aire utilizamos el método de promedio el cual obtendremos de la línea base de datos de Excel.

Tabla 2
Datos mensuales de calidad del aire pm10 sensor Nazaria

Mes	Semana	Promedio por semana
ENERO	1	18,77
	2	12,07
	3	16,77
	4	35,35
FEBRERO	1	22,47
	2	12,21
	3	26,42
	4	14,53
MARZO	1	13,41
	2	13,02
	3	19,65
	4	35,19
ABRIL	1	10,44
	2	15,04
	3	23,2
	4	25,48
MAYO	1	20,41
	2	26,83
	3	10,58
	4	9,76
JUNIO	1	11,88
	2	24,36
	3	37,34
	4	49,34
JULIO	1	55,58
	2	50,02
	3	46,00
	4	68,45
AGOSTO	1	55,46
	2	65,70
	3	57,84
	4	64,89
SEPTIEMBRE	1	50,53
	2	68,02
	3	53,17

	4	72,7
OCTUBRE	1	65,00
	2	63,08
	3	75,59
	4	54,721
NOVIEMBRE	1	53,19
	2	47,2
	3	31,94
	4	19,90
DICIEMBRE	1	12,24
	2	10,94
	3	9,46
	4	12,61

Fuente: elaboración propia en base a los datos del sensor Nazaria

En la tabla N°2 podemos observar de acuerdo a los límites permisibles el color verde indica que el riesgo de respirar el aire es bueno, los meses que contemplan el color amarillo el aire que se respira es regular.

Tabla 3
Datos semanales y mensuales



Elaboración propia

Como podemos observar en la tabla 3 los meses de julio, agosto, septiembre y octubre sobre pasan los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por lo que de acuerdo a los límites permisibles de calidad del aire RMCA,

NB 62011 y OMS tenemos una calidad del aire regular en el municipio de Cobija, de acuerdo a la revisión de noticias¹ esto se debe al incremento de quemas se dan en el municipio por época seca. Hay días que llega a superar los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ debido a incendios en barrios cercanos al sensor. Los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre son épocas de lluvia donde se puede observar que el promedio llega máximo hasta 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura N° 17
Interpretación del ICA (Índice de la Contaminación Atmosférica)



Fuente: NB 6218

13. IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA

La implementación de esta herramienta para la lectura de datos de la red de monitoreo ambiental es fácil de usar y permite a los usuarios visualizar de manera clara y ordenada los datos recopilados por la red de monitoreo ambiental. Además, cuenta con un manual paso a paso para el análisis para facilitar la interpretación de la información (ANEXO1).

¹ **Cobija, Pando, 29 de agosto de 2023 (ABI).** – La Dirección de Bomberos de la Policía Boliviana sofocó el incendio estructural registrado en el Barrio 27 de Mayo, en la ciudad de Cobija. El fuego consumió tres viviendas, informó el comandante departamental de la Policía de Pando, coronel Hernán Romero.

14. FACTIBILIDAD

14.1. TÉCNICA

Una alternativa factible para la solución a este problema es el de contratar más personal que esté calificado para llevar a cabo específicamente este trabajo desde el análisis de datos, lectura y socialización hacia la población.

Otra solución factible es realizar una capacitación a los funcionarios del gobierno municipal de Cobija de la dirección de medio ambiente por un especialista en manejo de herramientas y lectura de datos de la red MoniCA.

Esta herramienta es factible técnicamente ya que el personal necesario para su implementación serán los mismos funcionarios del Gobierno municipal además del seguimiento y monitoreo.

Por otra parte, la implementación en cuanto al material requerido es mínima y accesible para todo el personal ya que la distancia y los puntos de monitoreo en comparación con otras ciudades con mayor población son cercanas, solo se necesita un equipo de computadora para generar los datos.

14.2. ECONÓMICA

Invertir recursos económicos para saber el tipo de aire que respiramos es necesario para poder implementar acciones que coadyuven a minimizar la contaminación.

Los gastos económicos en el proyecto solo implican capacitación y monitoreo para que la lectura de datos sea frecuente.

Es por eso que la relación costo – beneficio serán óptimos en comparación a su inversión inicial, haciendo de este trabajo factible económicamente.

14.3. OPERACIONAL

Contratar servicios de profesionales entendidos en el tema de procesamiento de datos, remitir los datos a la central nacional de la red MoniCA para que allá los procesen y pagar los servicios de un programador para tener un software en línea.

El manejo y monitoreo, será dirigido por profesionales calificados con conocimientos referente según el Reglamento en Contaminación atmosférica.

Este personal conjuntamente con otros dará lugar a la implementación y puesta en marcha del presente proyecto. También la presente herramienta garantiza un adecuado manejo tanto para las personas que trabajan en la Dirección de Medio Ambiente, así como también al personal que se encuentra encargado específicamente del monitoreo de la red (ANEXO 1).

15. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

15.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Lo que significa en cuanto a costos, el proyecto se lo realiza de manera digital por lo que el único costo que generara es el de contratación de personal para trabajar directamente con el llenado del formulario para la emisión de datos de calidad del aire en el municipio de cobija y de acuerdo al criterio de evaluación, el presente documento ingresa dentro de los criterios de viabilidad, siendo así viable económicamente.

Ya que si bien el proyecto requerirá inversiones por parte del municipio, los beneficios que se obtendrán del mismo no se contemplan como ganancias económicas siendo los datos obtenidos

según datos numéricos lo que significa que no puede rendir un porcentaje de ganancia, ya que son más los gastos que la ganancias económicas, es por eso que no es favorable económicamente pero si ambientalmente.

15.2. EVALUACIÓN SOCIAL

El presente proyecto definirá la situación actual del municipio de Cobija en relación a la contaminación producida por la contaminación atmosférica. De esta manera los beneficios sociales que se darán en relación a la inversión del proyecto serán de gran importancia para el bienestar social de toda la población del municipio, entre estos podemos destacar:

De acuerdo a toda la información recabada se tiene que el municipio de Cobija está debajo de los límites permisibles en cuanto a la calidad del aire, por lo que aún no afecta de gran manera la salud. Pero es necesario tomar precauciones porque aumentó significativamente desde la última vez que se realizó la toma de muestras de calidad de aire en el año 2016.

Por otra parte, el presente proyecto contribuirá para tener datos que sirvan de parámetros para otras investigaciones y para publicar en la página oficial de la Red MONICA en cuanto a calidad del aire pm10. Es un punto de partida para futuras investigaciones y proyectos direccionados a la calidad del aire en el municipio de Cobija.

La implementación de esta herramienta mejorará la lectura de datos de la red de monitoreo de calidad del aire siendo ésta es una medida crucial para garantizar la salud y el bienestar de la población, así como para proteger el medio ambiente. A través de esta red, se puede llevar a cabo un seguimiento continuo de los niveles de contaminación atmosférica en diferentes barrios, lo

que permite identificar fuentes de contaminación, evaluar el impacto de políticas y medidas de mitigación, y tomar acciones preventivas en caso de niveles peligrosos de contaminantes.

Además, la implementación de esta red de monitoreo proporcionará información objetiva y actualizada sobre la situación ambiental en la región. Esto permitirá a las autoridades y a la sociedad en general tomar decisiones informadas y orientadas a la protección del medio ambiente y la salud pública.

En este sentido, es fundamental que la red de monitoreo de calidad del aire sea gestionada de manera transparente y eficiente, garantizando la fiabilidad y la precisión de los datos recopilados. Asimismo, es importante que la información generada por esta red sea accesible para la población, de modo que pueda utilizarse para sensibilizar y concienciar sobre la importancia de la calidad del aire y la necesidad de adoptar medidas para mejorarla.

15.3. EVALUACIÓN AMBIENTAL

Por tal motivo de acuerdo a toda la información recabada se plantea esta propuesta por el hecho que el ambiente es de gran importancia para la vida humana, es necesario contar con esta herramienta que permita la lectura de datos generados por las estaciones para saber día a día la calidad de aire que se respira en el municipio y poder generar alternativas cuando estas pasen del nivel establecido, orientándolos hacia nuevas metodologías que faciliten estar en constate evolución permitiendo dar una solución rápida y beneficiando a la protección del medio ambiente.

Por otra parte, al contar con un documento base como propuesta, servirá para futuras investigaciones en relación a esta problemática de calidad del aire y tomar medidas de mitigación frente a este problema, así contar con una ciudad mucho más limpia mejorando la calidad de vida.

Para llevar a cabo una evaluación ambiental de la red de monitoreo de calidad del aire (como la red MoniCA) se deben considerar varios aspectos clave:

1. Cobertura geográfica: Es importante evaluar si la red de monitoreo abarca las áreas clave de la ciudad donde se concentran fuentes de contaminación, como lugares cercanos a carreteras transitadas porque no existe industrias ni fabricas al rededor.

2. Calidad de los datos: La precisión y fiabilidad de los datos recopilados por la red de monitoreo es fundamental para una evaluación ambiental efectiva. Se debe analizar la precisión de los instrumentos de medición, la frecuencia de muestreo y la calibración de los equipos para asegurar la calidad de los datos obtenidos y que siempre cuente con wifi el lugar donde esté conectado el equipo.

3. Parámetros medidos: La red de monitoreo debe ser capaz de medir una amplia gama de contaminantes atmosféricos, como partículas suspendidas (PM10 y PM2.5), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), monóxido de carbono (CO), ozono (O3), entre otros. Evaluar si la red de monitoreo es capaz de medir estos contaminantes es crucial para determinar su eficacia en la evaluación de la calidad del aire.

4. Análisis de datos: Además de la recolección de datos, es importante evaluar si la red de monitoreo realiza un análisis adecuado de los datos recopilados. La interpretación correcta de los datos y la generación de informes periódicos sobre la calidad del aire son aspectos esenciales para una evaluación ambiental completa. En general, una red de monitoreo de calidad del aire

efectiva y bien diseñada, como la red MoniCA, puede proporcionar información valiosa sobre la calidad del aire en una ciudad y contribuir a la adopción de medidas de control de la contaminación atmosférica para proteger la salud pública y el medio ambiente.

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es por eso que mediante el presente trabajo podemos concluir que el municipio de Cobija se beneficiara con este proyecto tanto ambientalmente como socialmente, de acuerdo a la investigación que se realizó frente a esta gran problemática ambiental de calidad del aire, por ser un proyecto viable y de muy poca inversión es apto para nuestro municipio, respondiendo a todos los lineamientos necesarios establecidos en el presente documento, ya que contribuirá de gran manera a reducir los efectos negativos que trae la contaminación atmosférica en la salud como en el medio ambiente, enmarcado en base a las leyes y reglamentos establecidos en Bolivia referente a la calidad del aire, es cierto que en la actualidad no contamos con documentos específicos que permitan el control y manejo de calidad del aire en el municipio, es por eso que las personas que manejan directamente e indirectamente cuentan con muy poco conocimiento sobre los efectos negativos que ocasiona la contaminación atmosférica.

Por tanto, de acuerdo a toda la información obtenida en el trabajo de campo, se planteó y se fomenta una herramienta con medidas preventivas y las características necesarias para la toma de acciones respecto a la contaminación atmosférica, ya que el departamento de Pando específicamente su capital Cobija cuenta con muy pocas industrias que son las que más contaminan.

Es por eso que una de las principales recomendaciones para la puesta en marcha del presente proyecto es:

- La aplicación de esta herramienta facilita el trabajo y la lectura de datos, pero es necesario la aplicación de otra herramienta que transforma automáticamente los datos de cvs directo al formulario, si bien la aplicación de esta herramienta facilita el trabajo sigue siendo moroso la transformación de datos generados cvs a Excel.
- Se recomienda brindar información necesaria mediante talleres de capacitación a las personas que trabajan en la dirección de medio ambiente del municipio de Cobija quienes están a cargo de las estaciones, que fomente en la población sobre las quemadas, uso de materiales como aerosoles, uso de vehículos que botan hollín dependiendo exclusivamente del departamento de gestión ambiental.
- Se recomienda seguir realizando mediciones periódicas de la calidad del aire en el municipio de Cobija y tomar acciones preventivas para reducir la emisión de partículas contaminantes, como fomentar el uso de transporte público, promover la adopción de tecnologías limpias y la creación de zonas peatonales y ciclovías. De esta manera, se podrá garantizar un ambiente más saludable para todos los habitantes de Cobija.
- El gobierno municipal debe contratar a personal específicamente para transformar los datos para que se pueda dar lectura diaria sobre la calidad del aire en el municipio por su importancia vital en la salud.
- El gobierno municipal debe invertir en más estaciones para tener un mejor control de calidad del aire en lugares estratégicos ya que la población está creciendo desmedidamente.
- Plantear futuros proyectos que promuevan y mejoren los lineamientos establecidos.

- Identificar los escenarios meteorológicos que conducen a episodios de alta contaminación.
- Identificar la distribución espacial y temporal de los contaminantes de alta concentración.
- Identificar y cuantificar las fuentes de contaminación fija y móvil.

BIBLIOGRAFÍA

- Aire Limpio (2017), Informe 2003- 2017; Cooperacion Suiza; visto en Aire_Limpio_Final_Report_COMPLETO.pdf
- Artículos (2022), Equipos y laboratorio; visto en <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/medicion-de-humedad>
- Aguirre, I. et al. (2006) Estudio de los Niveles de PM10 y PM2.5 en un Área Urbana con influencia Industrial Siderometalúrgica – Besain, Guipúzcoa.
- Alaín, M. Terán M.(2022), Contaminación Atmosférica Gestión 2021 Red de Monitoreo de Calidad del Aire RED MoniCA Sistema Automático Elaborado por: Cochabamba - Bolivia
- Bascopé Moscoso, Dennis. (2001). La Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Cochabamba (Red MoniCA). *Acta Nova*, 1(3), 282-291. Recuperado en 08 de julio de 2024, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892001000300008&lng=es&tlng=es.
- Balbi, Karina Beatriz; Mellado, Daniela ; Sánchez, Érica Yanina; Calidad del aire: Monitoreo y modelado de contaminantes atmosféricos. Efectos en la salud pública; 2018
- Contaminación del aire en Bolivia, artículo publicado el 9 del 11 de 2018
- Visto en <https://psa.com.ar/psa-es-salud/notas-de-interes/contaminacion-aire-bolivia>
- CONCEPTOS (2021); Presión atmosférica; Editorial ETC. Fuente: <https://concepto.de/presion-atmosferica/#ixzz8FgBcuQye>

Cuidemos el planeta (2018). “contaminantes”. Disponible en:

<https://cuidemoselplaneta.org/contaminacion-ambienta/>

<https://www.cuidemoselplaneta.org/2018/04/contaminacion-oceano.html>

<https://www.cuidemoselplaneta.org/2010/11/contaminacion-por-metales-pesados.html>

Diseño, implementación y operación de redes de monitoreo de calidad del aire para ciudades de Bolivia 2012

Geinford, 2020; Proyectos de innovación apoyados por Ivace “7 herramientas estadísticas para el control”; Unión Europea

GeoBolivia. (2023). *Catálogo_GeoBolivia*. Obtenido de

<https://geo.gob.bo/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/09faec46-c965-45b7-9308-0a75eedd51d6>

Informe anual, 2021, red de monitoreo de calidad del aire, Gobierno Autónomo municipal de

Sacaba – Cochabamba visto en:

<http://snia.mmaya.gob.bo/web/modulos/PNGCA/publicaciones/items/15052023/2021SACABA.pdf>

IBNORCA. (2008). NB62011 Contaminantes criterio exterior – límites permisibles.

Informe Nacional de Calidad del Aire de Bolivia Gestión 2012- 2014

Ley N° 1333, del 27 de abril de 1992, ley del medio ambiente; Bolivia.

Marcelo E. Korc (1999) Asesor en Contaminación del Aire, CEPIS Programa de Control de Contaminación del Aire.

Marcelo E. Korc (1999) MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN AMÉRICA
LATINA Programa de Control de Contaminación del Aire. LIMA

MMAyA. (2016). INFORME NACIONAL DE LA CALIDAD DEL AIRE DE BOLIVIA ,
GESTIONES 2014 – 2015

[http://snia.mmaya.gob.bo/web/modulos/PNGCA/publicaciones/items/
15052023/CALIDAD%20DEL%20AIRE%20final%20impreso.pdf](http://snia.mmaya.gob.bo/web/modulos/PNGCA/publicaciones/items/15052023/CALIDAD%20DEL%20AIRE%20final%20impreso.pdf)

MMAyA & Swisscontact. (2016). Manual Técnico - Diseño, Implementación y Operación de
Redes de Monitoreo de Calidad del Aire para ciudades de Bolivia. Bolivia: Proyecto Aire
Limpio.

Norma Boliviana NB 62018: 2008 Calidad del Aire- Índice de la contaminación atmosférica

OMS, 2024 visto en [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)

OPS. 2023; Calidad del Aire Ambiente visto en: [https://www.paho.org/es/temas/calidad-
aire/calidad-aire-ambiente](https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire/calidad-aire-ambiente)

ONU, 2022; Programa para el medio Ambiente ¿Cómo se mide la calidad del aire? Visto en
¿Cómo se mide la calidad del aire? (unep.org) 22 de septiembre 2022

Porta, Andrés, (2018), Erica Yanina Sanchez y Esteban Colman Lerner. Calidad del aire
Monitoreo y modelado de contaminantes atmosféricos. Efectos en la salud pública;
Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires Argentina

ROJO, Aguirre Gonzalo Rafael; Seguridad y medio ambiente en planta química. QUIE018; 2014

Reglamento en materia de contaminación Atmosférica de la Ley de medio Ambiente 1333, 1995

ROSAS, U. 2013; Medición y evaluación de la calidad del aire en el sector tam, de la ciudad de

El Alto. - propuesta de un método de monitoreo de aire con material particulado”

Simioni, Daniela (2003); Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana Compiladora

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Santiago de Chile.

Sáenz Rodolfo (1999); MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN AMÉRICA LATINA

Sensores de calidad del aire 13/06/2024 <https://aircentraltexas.org/es/acerca-de-act/la-semana->

[de-la-calidad-del-aire/ciencia-ciudadana-sensores-de-calidad-del-aire](https://aircentraltexas.org/es/acerca-de-act/la-semana-de-la-calidad-del-aire/ciencia-ciudadana-sensores-de-calidad-del-aire)

Weitzenfeld ,Henyk ; 2000; manual de Introducción al Monitoreo Atmosférico. México

ANEXOS

Manual para llenado de datos

Los datos generados por la estación o sensor son emitidos en formato cvs. Por lo que se tiene que seguir los siguientes pasos para realizar una buena lectura.



















1. Convertir los datos de formato cvs a Excel ingresando a cualquiera de los siguientes

links: <https://convertio.co/es/csv-xlsx/>

<https://documento.online-convert.com/es/convertir/csv-a-excel>

1. Ingresar a la carpeta de tatos generados por el sensor en cvs e identificar la fecha

que queremos convertir a Excel de la siguiente manera:

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 20230519	1/1/2000 01:00	Archivo de valores...	209 KB
 20230519	1/1/2000 01:00	Documento de te...	0 KB
 20230520	1/1/2000 01:00	Archivo de valores...	211 KB
 20230520	1/1/2000 01:00	Documento de te...	0 KB
 20230521 clic en una carpeta Xa	1/1/2000 01:00	Archivo de valores...	204 KB
 20230521	1/1/2000 01:00	Documento de te...	0 KB
 20230522 	1/1/2000 01:00	Archivo de valores...	203 KB
 20230522	1/1/2000 01:00	Documento de te...	0 KB
 20230523	1/1/2000 01:00	Archivo de valores...	199 KB
 20230523	1/1/2000 01:00	Documento de te...	0 KB
 20230524	1/1/2000 01:00	Archivo de valores...	199 KB
 20230524	1/1/2000 01:00	Documento de te...	0 KB
 20230525	1/1/2000 01:00	Archivo de valores...	199 KB
 20230525	1/1/2000 01:00	Documento de te...	0 KB
 20230526	1/1/2000 01:00	Archivo de valores...	204 KB
 20230526	1/1/2000 01:00	Documento de te...	0 KB
 20230527	1/1/2000 01:00	Archivo de valores...	208 KB

Después de hacer clic automáticamente ingresará a una hoja Excel. Este proceso se debe realizar hoja por hojas pero dependiendo del convertidor se puede ingresar varias hojas de cvs para convertir a Excel.

2. Abrir una carpeta de Excel para guardar todo lo que se vaya a convertir y automáticamente se guardará con la fecha de emisión de datos del sensor :

20230101 - Excel

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	firmware	hardware	current_t	current_h	current_d	pressure	adc	mem	rss	uptime	pm1_0_cf	pm2_5_cf	pm10_0_c	pm10_0_atm	pm2_5_at	pm10_0_atm	pm2_5_aq	pm2_5_at
2	7,02	2.0+OPEN	81	71	70	982,33	0,02	22480	-76	349298	15,25	20,14	22,49	15,25	20,14	22,49	68	68
3	7,02	2.0+OPEN	81	71	70	982,41	0,02	22480	-76	349416	14,32	19,88	23,96	14,32	19,88	23,96	68	68
4	7,02	2.0+OPEN	81	71	70	982,43	0,02	22480	-77	349536	16,82	23,88	28,28	16,82	23,88	28,28	76	76

3. Copiar la fila de **pm10_0_atm** que se encuentra en la fila R y para copiar al formulario de la Red MoniCA es “A” y **pm10_0_atm_b** que se encuentra en la fila AF y para copiar al formulario de la Red MoniCA es “B” de la siguiente manera:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	UTCDate	mac_addr	firmware	hardware	current_t	current_h	current_d	pressure	adc	mem	rss	uptime	pm1_0_cf	pm2_5_cf	pm10_0_c	pm10_0_atm	pm2_5_at	pm10_0_atm	pm2_5_aq	pm2_5_aq	p_0_3_umm	p_0_5_umm
2	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	81	71	70	982,33	0,02	22480	-76	349298	15,25	20,14	22,49	15,25	20,14	22,49	68	68	2729,79	735,46
3	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	81	71	70	982,41	0,02	22480	-76	349416	14,32	19,88	23,96	14,32	19,88	23,96	68	68	2693,16	728,7
4	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	81	71	70	982,43	0,02	22480	-77	349536	16,82	23,88	28,28	16,82	23,88	28,28	76	76	2929,84	817,33
5	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	81	70	70	982,47	0,02	22480	-77	349656	15,71	21,41	23,81	15,71	21,41	23,81	71	71	2874,15	766,12
6	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	81	70	70	982,48	0,02	22480	-77	349776	15,51	20,98	25,56	15,51	20,98	25,56	70	70	2845,84	768,3
7	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	70	69	982,55	0,02	22480	-76	349896	15,71	20,84	23,4	15,71	20,84	23,4	70	70	2761,85	765,85
8	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	81	71	70	982,54	0,02	22480	-76	350016	16,82	23,88	28,28	16,82	23,88	28,28	89	89	3758,84	1040,23
9	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	81	71	70	982,56	0,02	22480	-77	350136	16,82	23,88	28,28	16,82	23,88	28,28	102	102	4628,04	1291,79
10	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,61	0,02	22312	-75	350256	16,82	23,88	28,28	16,82	23,88	28,28	106	106	4843,66	1350,02
11	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	70	69	982,67	0,02	22312	-76	350376	16,82	23,88	28,28	16,82	23,88	28,28	100	100	4490,79	1248,79
12	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	70	69	982,67	0,02	22480	-77	350496	16,82	23,88	28,28	16,82	23,88	28,28	109	109	4775,74	1326,45
13	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,67	0,02	22480	-76	350616	16,82	23,88	28,28	16,82	23,88	28,28	98	98	4340	1198,23
14	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,64	0,02	22480	-73	350736	19,95	26,55	33,78	19,95	26,55	33,78	82	82	3466,64	950,16
15	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,65	0,02	22480	-75	350856	22,23	29,51	34,58	20,91	29,04	34,58	88	87	3825,05	1061,35
16	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,67	0,02	22224	-76	350976	33,75	47,69	61,49	27,09	39,75	54,49	132	113	5685,11	1615,55
17	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,7	0,02	22480	-77	351096	30,26	44,81	57,79	25,4	38,33	52,19	125	109	5205,83	1465,74
18	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,76	0,02	22224	-86	351216	29,5	42,59	52,48	24,84	37,04	49	120	106	4989,7	1426,43
19	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,82	0,02	22480	-79	351336	50,51	73,02	81,13	35,15	51,71	64,16	160	142	8170,04	2356,09
20	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,85	0,02	22480	-80	351456	73,62	101,91	121,39	48,82	67,96	82,36	175	158	11846,41	3396,7
21	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,86	0,02	22480	-83	351576	75,48	106,2	124,77	49,61	70,05	84,36	177	159	12024,54	3479,05
22	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,94	0,02	22480	-73	351696	99,02	139,16	156,4	65,24	92,02	103,51	194	170	15540,65	4511,8
23	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	982,99	0,02	22480	-79	351816	109,82	154,63	170,91	72,47	102,21	112,96	206	175	17356,53	5032,25
24	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	983,05	0,02	22480	-82	351936	108,74	154,65	170,77	71,81	102,3	113,04	206	175	17498	5026,86
25	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	983,06	0,02	22480	-75	352056	84,95	119,54	136,79	55,84	78,91	90,34	184	163	13609,82	3928,62
26	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	983,06	0,02	22480	-76	352176	86,64	122,11	136,49	57,02	80,6	90,2	186	164	13770,44	3987,35
27	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	80	71	69	983,08	0,02	22480	-74	352296	84,67	124	140,24	55,72	82	92,72	187	165	13409,11	3875,28
28	2023/01/0 a8:48:fa:cc:11:11:11		7,02	2.0+OPEN	81	71	70	983,09	0,02	22480	-75	352416	77,29	112,66	127,96	50,77	74,34	84,91	181	161	12294,86	3566,61

20230101 - Excel

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA Nitro Pro 7

Calibri 11 Fuente Ajustar texto General Celda de co... Celda vincul... Entrada Hipervínculo Hipervínculo...

AF1 : pm10_0_atm_b

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	
1	pm1_0_cf	pm2_5_cf	pm10_0_c	pm1_0_atm	pm2_5_at	pm10_0_atm	pm2_5_eq	pm2_5_eq	p_0_3_urr	p_0_5_urr	p_1_0_urr	p_2_5_urr	p_5_urr	p_10_0_urr	pm1_0_cf	pm2_5_cf	pm10_0_c	pm1_0_atm	pm2_5_at	pm10_0_atm_b	pm2_5_eq	pm2_5_eq	p_0_3_urr	p_0_5_urr
2	15,25	20,14	22,49	15,25	20,14	22,49	68	68	2729,79	735,46	110,19	11,26	2,56	2,42	20,32	28,34	31,09	19,8	28,3	31,09	86	86	6760,71	1
3	14,32	19,88	23,96	14,32	19,88	23,96	68	68	2693,16	728,7	114,74	13,05	5,44	4,95	20,67	28,4	29,72	20,02	28,23	29,72	86	86	6802,05	1
4	16,82	23,88	28,28	16,82	23,88	28,28	76	76	2929,84	817,33	149,79	15,89	5,54	4,88	22,32	30,32	31,25	21,18	29,79	31,25	90	89	7077,53	1
5	15,71	21,41	23,81	15,71	21,41	23,81	71	71	2874,15	766,12	130,03	8,24	2,81	2,81	21,8	29,71	31,18	20,64	29,27	31,18	89	88	6891,38	1
6	15,51	20,98	25,56	15,51	20,98	25,56	70	70	2845,84	768,3	137,11	10,81	5,86	5,86	22,2	29,5	31,04	21	29,09	31,04	88	87	6858,27	1
7	15,71	20,84	23,4	15,71	20,84	23,4	70	70	2761,85	765,85	133,73	7,13	3,09	2,47	21,4	29,72	32,46	20,49	29,18	32,46	89	88	6952,95	1
8	21,39	29,71	38,75	20,52	28,93	38,45	89	87	3758,84	1040,23	186,61	24,18	10,89	10,14	27,15	37,08	38,61	23,81	33,81	38,54	106	97	7764,25	1
9	26,62	35,46	46,75	23,18	32,64	44,48	102	95	4628,04	1291,79	214,8	23,29	14,64	13,68	33,98	45,55	46,82	27,24	38,31	44,78	127	109	8824,55	1
10	28,09	37,22	50,66	24,17	33,86	47,47	106	98	4843,66	1350,02	219,07	25,88	17,34	16,41	33,73	46,09	47,36	27,2	39	45,78	128	111	8814,44	1
11	26,11	34,84	38,09	23,38	32,62	37,98	100	95	4490,79	1248,79	190,82	13,79	4,46	2,5	32,25	44,11	45,4	26,69	38,05	44,65	123	108	8660,56	1
12	27,57	38,41	50,84	24,12	34,84	48,24	109	100	4775,74	1326,45	236,78	31,26	15,59	14,14	33,24	45,08	46,85	26,95	38,75	45,51	127	110	8813,62	1
13	24,67	34,09	41,77	22,42	31,86	40,35	98	93	4340	1198,23	196	24,56	10	8,39	30,15	42,08	43,58	25,49	36,79	42,13	118	105	8102,32	1
14	19,95	26,55	33,78	19,42	26,55	33,78	82	82	3466,64	950,16	162,29	17,75	9,13	8,04	24,91	33,19	34,36	22,55	31,53	34,36	96	93	7360,97	1
15	22,23	29,51	34,58	20,91	29,04	34,58	88	87	3825,05	1061,35	175,35	16,26	6,61	5,8	27,19	37,24	39,31	23,97	34,09	39,21	106	98	7681,5	1
16	33,75	47,69	61,49	27,09	39,75	54,49	132	113	5685,11	1610,55	318,96	33,98	17,87	16,47	38,07	55,24	56,22	29,19	43,44	52,8	151	122	9387,83	1
17	30,26	44,81	57,79	25,4	38,33	52,19	125	109	5205,83	1465,74	310,48	33,31	16,55	14,72	34,55	51,45	54,13	27,8	41,82	50,35	141	118	8708,16	1
18	29,5	42,59	52,48	24,84	37,04	49	120	106	4989,7	1426,43	290,39	27,52	12,5	11,46	34,62	49,47	51,41	27,79	40,93	48,72	136	116	8771,59	1
19	50,51	73,02	81,13	35,15	51,71	64,16	160	142	8170,04	2356,09	505,49	28,67	10,07	8,91	55,46	83,65	85,59	37,41	56,76	66,19	166	152	12425,56	1
20	73,62	101,91	121,39	48,82	67,96	82,36	175	158	11846,41	3396,7	671,86	31,05	24,27	21,05	75,73	114,45	117,32	49,86	75,86	79,84	182	162	15576,91	3
21	75,48	106,2	124,77	49,61	70,05	84,36	177	159	12024,54	3479,05	732,27	48,88	23,27	21,77	75,63	114,84	118,65	49,59	75,76	81,69	182	162	15536,88	3
22	99,02	139,16	156,4	65,24	92,02	103,51	194	170	15540,65	4511,8	929,6	58,44	22,44	19,24	100,16	152,54	157,41	66	100,91	104,27	204	175	19452,11	4
23	109,82	154,63	170,91	72,47	102,21	112,96	206	175	17356,53	5032,25	1032,72	57,11	20,56	17,72	112,16	171,41	175,46	73,88	113,55	116,09	222	181	21096,32	1
24	108,74	154,65	170,77	71,81	102,3	113,04	206	175	17438	5026,86	1019,96	65,54	20	17,19	111,14	168,96	173,56	73,26	111,88	114,89	220	180	21048,16	5
25	84,55	119,54	136,79	55,84	78,91	90,34	184	163	13609,82	3928,62	804,45	54,48	21,18	19,64	84,2	129,02	132,89	55,41	85,38	87,96	189	167	16839,7	1
26	86,64	122,11	136,49	57,02	80,6	90,2	186	164	13770,44	3987,35	822,13	48,36	19,09	15,42	86,98	129,69	134,54	57,3	85,65	88,94	190	167	16995,95	4
27	84,67	124	140,24	55,72	82	92,72	187	165	13409,11	3875,28	867,3	65,44	19,96	17,81	81,75	127,88	131,95	57,32	84,47	87,46	189	166	16571,21	4
28	77,29	112,66	127,96	50,77	74,34	84,91	181	161	12294,86	3566,61	763,46	57,34	19,43	16,89	78,18	120,61	124,61	51,46	79,7	82,95	185	164	15838,12	3
29	69,93	92,84	110,09	42,16	61,88	76,75	171	155	10395,63	2985,56	643,86	50,65	21,51	19,44	67,4	104,93	108,25	44,62	69,58	76,15	177	159	14004,82	1
30	60,35	86,16	101,07	39,47	56,85	73,02	167	152	9780,87	2792,76	585,45	45,84	18,91	16,51	62,41	97,06	100,57	40,7	63,85	72,43	173	156	13398,67	3
31	56,3	81,43	98,45	36,94	53,94	72,04	165	147	9173,21	2621,06	565,49	50,89	21,13	19,74	59,89	89,14	92,43	39,21	58,66	69,62	169	153	12878,95	2
32	49,42	71,11	85,45	33,73	50,04	66,6	159	138	8101,04	2306,4	498,02	39,36	17,45	16,47	51,45	78,71	82,07	34,45	52,86	65,18	163	145	11681,09	2
33	47,61	66,44	82,12	33,04	48,07	65,14	157	133	7622,63	2193,12	458	39,05	19,82	17,12	49,35	73,2	76,37	33,65	50,48	62,33	160	139	11221,44	2

4. Para el informe que solicitan normalmente en la red Mónica se realiza de manera semanal, mensual y trimestral. El sensor emite datos cada 3 minutos por lo que se debe copiar filas por hora es decir cada 60 minutos. Este trabajo es necesario para copiar a la herramienta que estamos generando porque para el informe que se debe entregar a la red MoniCA se debe entregar la base de datos en formato Excel en una carpeta datos por hora, por día y por mes como podemos observar en el siguiente cuadro :