





San Agustín Tlaxiaca												
Zapotlán de Juárez												
Zempoala												

FUENTE: Elaboración propia con base a la definición de Línea Base del INECC, teniendo como base el algoritmo diseñado por el Laboratorio de Análisis Territorial para la cuantificación de emisiones de fuentes antropogénicas del municipio (López, 2021).

### Cumplimiento de las NOMs de protección de la salud en 2018.

Municipio	Clave	<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>		<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>		<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>		<sup>(3)</sup> CO	<sup>(4)</sup> NO <sub>2</sub>	<sup>(5)</sup> SO <sub>2</sub>		
		24 hrs	Anual	24 hrs	Anual	1 hr	8 hrs	8 hrs	1 hr	8 hrs	24 hrs	Anual
		Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	Máximo ≤ 0.095 ppm	Máximo ≤ 0.070 ppm	Máximo ≤ 11 ppm	Máximo ≤ 0.210 ppm	Máximo ≤ 0.200 ppm	Máximo ≤ 0.110 ppm	Promedio ≤ 0.025 ppm
Tula de Allende	CSA	59	31	34	18	DI	0.075	2	DI	0.104	0.031	0.007
Atitalaquia	ATI	118	63	38	19	0.089	0.069	4	DI	0.122	0.037	0.009
Atotonilco	ATO	156	69	58	32	0.089	0.068	2	0.063	0.103	0.045	0.006
Tepetitlán	TPT	DI	DI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tepeji del Río	TPJ	79	49	DI	DI	0.090	0.077	2	0.065	0.150	0.059	0.015
Tlaxcoapan	TCP	63	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-

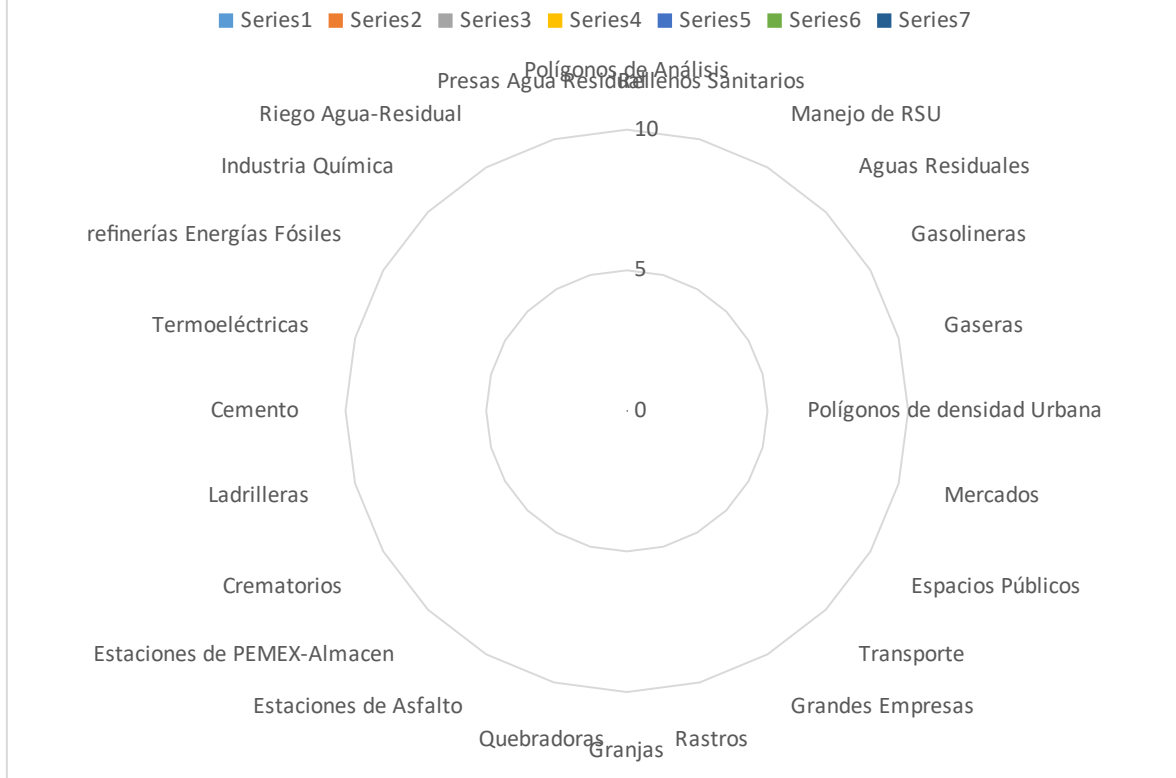
- Cumple con el límite normado
- No cumple con el límite normado

Informe Nacional de Calidad del Aire 2018  
Fuente: INECC, 2018

DI = Datos insuficientes;  
- = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante;  
**Nota: La estación Tepetitlán fue reubicada.**

Y se analizará con base al siguiente esquema:

## SISTEMA DE EVALUACIÓN MUNICIPIO MEDICIONES POR UNIDAD DE EMISIÓN



## CONDICIÓN DE JERARQUIZACIÓN Programa de Mitigación y Adaptación Municipal

## **MATRIZ DEL MARCO LÓGICO**

## **ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN MUNICIPAL**

## **AGENDA DE INTERVENCIÓN POR UNIDAD (Cronograma de actividades para mitigación sobre inventario)**

## **AGENDA DE INTERVENCIÓN POR UNIDAD (Cronograma de actividades para adaptación según Sistema)**

## **CONCLUSIONES**

## **EMISIONES CYGEI - PDMCA V1.0.**

### **Prototipo de mediciones de calidad del aire V1.0.**

La contaminación del aire se ha convertido en uno de los principales problemas de México y del mundo; hoy en día se sabe que está directamente relacionado a problemas de salud y disturbios ambientales. En las grandes ciudades y las zonas industriales del territorio nacional se identifican como algunas de las fuentes principales en el país. La variedad de las fuentes emisoras, la dinámica y características físico químicas de los contaminantes en la atmósfera, los efectos sobre la salud y los ecosistemas, vuelven muy difícil la evaluación y norma de los mismos. Tener programas, sistemas y modelos adecuados de medición de la calidad del aire se vuelve clave para tener un control y una herramienta con la cual se pueda incidir y mitigar.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que los datos de calidad del aire que se generan en el país, tanto en las redes de monitoreo urbanas como en las estaciones fijas deben tener una administración integral de los datos de calidad del aire que se generan en el país, sin importar si son de gobierno o de iniciativa privada.

#### **Equipo y método.**

El equipo utilizado en las pruebas de campo es el sensor Sniffer 4d v2 en su versión terrestre montada en un vehículo y su versión aérea montada en un drone Mavic 3 o Matrice 300. De igual forma se utiliza el software Sniffer4DMapper V2.3.07.20.



**Imagen 1.** Software Sniffer4DMapper V2.3.07.20.



**Imagen 3.** Sniffer montado en dron e Matrice 300. Imagen tomada del acervo fotográfico del Laboratorio de Análisis territorial Ambiente y Ciencia de Datos.

### **Método automático.**

El equipo Sniffer se clasifica de acuerdo al Manual 1 de; “Principios de Medición de la Calidad del Aire”; como automático, este permite llevar a cabo mediciones de forma continua para concentraciones horarias y menores. El espectro de contaminantes que se pueden determinar van desde los contaminantes criterio (PM10-PM2.5, CO, SO2, NO2, O3, CO2) y algunos compuestos orgánicos volátiles. Este método tiene como ventaja que una vez cargada la muestra al sistema nos da las lecturas de las concentraciones de manera

automática y en tiempo real. Los equipos disponibles se clasifican en: analizadores automáticos y monitores de partículas. Siendo el Sniffer una combinación de ambos determinando concentraciones de gases y a su vez midiendo la concentración de materia particulada (PM).

### Especificaciones técnicas.

Las especificaciones del equipo y el informe de calibración se incluyen en los siguientes PDF:



Calibración Sniffer  
2022.pdf



Sniffer4D\_V2\_Compo  
nents-Specs.pdf

### Índice de Calidad del Aire utilizada por el Software4DMapper.

ICA-U.S, estándar.	SO2 µg/m3	NO2 µg/m3	PM 10 µg/m3	CO mg/m3	O3 µg/m3	PM 2.5 µg/m3	Color de referencia.
0	0	0	0	0	0	0	Verde
50	100	108	54	5	116	12	Amarillo
100	214	205	154	11	150	35	Naranja
150	529	739	254	15	182	55	Rojo
200	869	1333	354	19	225	150	Violeta
300	1726	2556	424	38	429	250	Granate

Color de referencia.
Verde (Bueno)
Amarillo (Medio)
Naranja (Afecta a grupos vulnerables)
Rojo (Malo)
Violeta (Insalubre)
Granate (Peligroso)

### Incidencia sobre la salud de cada contaminante.

Contaminante.	Efectos sobre la salud.
---------------	-------------------------



<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>	Formación de carboxihemoglobina provoca apnea.
<b>Materia Particulada (PM)</b>	Síntomas respiratorios aumentados, como irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar.
<b>Dióxido de Azufre (SO2)</b>	Irritación de piel y membranas mucosas de los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones.
<b>Ozono (O3)</b>	Irritación de vías respiratorias y epitelios oculares.
<b>Nitrógeno (N2)</b>	Disminución del desarrollo de la función pulmonar.

## Uso de equipo y plataforma.

### Sniffer.

El Sniffer4D V2 no cuenta con un botón de encendido en su versión individual, debe conectarse directamente a una fuente por medio de un cable tipo C y USB el cual está incluido dentro de la maleta del mismo. En su versión montada en un vehículo incluye una fuente externa y un cable que va conectado directamente al arnés. Debe verificarse que los botones LED que tiene en la parte superior se encuentren encendidos y debe de esperarse un aproximado de 40 segundos antes de comenzar la operación. Una vez encendido el equipo, puede conectarse el cable tipo C de telemetría en el puerto denominado “Telem.”, que se encuentra a un costado del Sniffer, mientras que la conexión USB va directamente en un puerto de una computadora que tenga el software S4D mapper. Para conectarse de forma inalámbrica debe verificarse el LED “4g” que de igual forma se encuentra en la parte superior, se encuentre parpadeando continuamente; en caso contrario debe verificarse si cuenta con un plan de datos de internet activo.

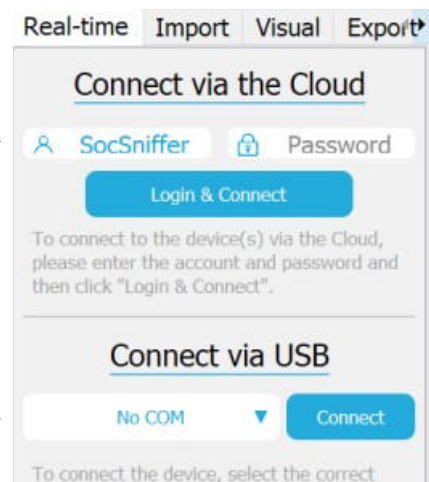
### Conexión al software.

#### Conexión inalámbrica.

Debe pedirse el nombre de usuario y la contraseña para poder enlazar el dispositivo.

#### Conexión alámbrica.

Debe verificarse que el cable telemétrico esté conectado y que aparezca el dispositivo disponible “COM3”.



## **Protocolo de muestreo y diagnóstico.**

### **- Selección de sitio y ruta a evaluar.**

Para el trazado de ruta en el sitio de interés, puede utilizarse Google Earth Pro, Google maps o algún software disponible de mapeo, tal como se muestra a continuación:



**Imagen 4.** Las líneas rojas representan las rutas de medición móvil en este estudio.

### **- Creación de carpeta y bitácora de control.**

Debe crearse una carpeta específica la cuál contendrá; el archivo ejecutable en el software Sniffer 4D V2 y la bitácora de muestreo que se muestra a continuación:



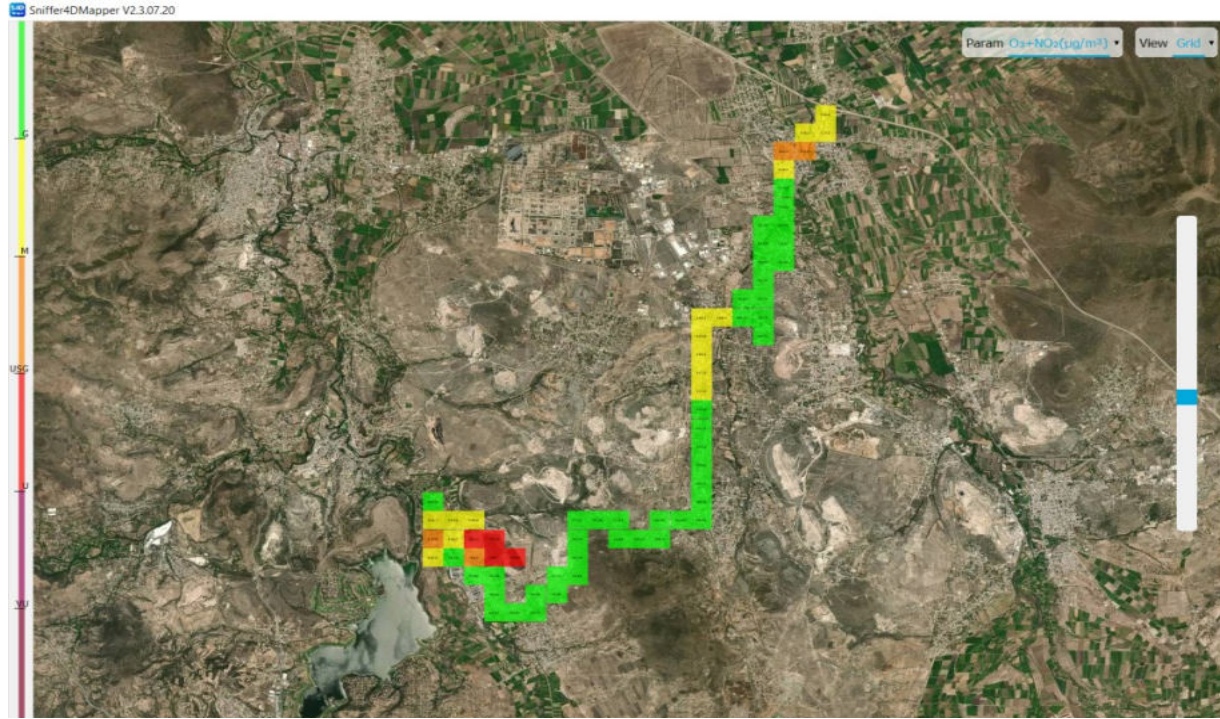
Bitácora de  
muestreo..docx

### **- Finalización de las misiones.**

Al finalizar la misión debe generarse el reporte en PDF de cada contaminante, al igual que el Excel que contenga la base de datos y guardarlo en la carpeta creada específica del sitio de muestreo.

**Evaluación de cada misión.**





**Ejemplo, misión Tula de Allende – PTAR Atotonilco de Tula.**







**Imagen 5.** Mapeo final de contaminantes en plataforma Sniffer4DMapper, Tula de Allende – PTAR Atotonilco de Tula.

Contaminantes	SO2 µg/m³	CO mg/m³	O3+NO2 µg/m³	PM1.0 µg/m³	PM2.5 µg/m³	PM10 µg/m³	CxHy/ Flammabl e Gases %	CO2 mg/m³
<b>Valor medido</b>	3.03657 708	0.39787 704	104.100 518	30.2964 878	40.4866 506	42.8494 551	0.031946 92	888.601 111

**Reporte de cada contaminante.**

SO2	CO	O3+NO2	PM1.0
 Tula de Allende - PTAR Atotonilco de Tu	 Tula de Allende - PTAR Atotonilco de Tu	 Tula de Allende - PTAR Atotonilco de Tu	 Tula de Allende - PTAR Atotonilco de Tu

PM2.5	PM10	CxHy	CO2
 Tula de Allende - PTAR Atotonilco de Tu	 Tula de Allende - PTAR Atotonilco de Tu	 Tula de Allende - PTAR Atotonilco de Tu	 Tula de Allende - PTAR Atotonilco de Tu

