EVALUACIÓN INTEGRAL DE EMISIONES DE CyGEI Y CALIDAD DEL AIRE EN EPAZOYUCAN
(Inventario por unidades de emisiones)

Con base a los elementos anteriores de Línea Base e inventario de CyGEI de Epazoyucan, y a partir del modelo de mediciones en tiempo real con el equipo del Sniffer 4D-V2, y Medidor Manual de CEM, uso de Plataforma, SIG y la metodología y equipo del Laboratorio de Análisis territorial, en la cual se hace el análisis por unidades de emisiones municipales. Y siguiendo un plan de levantamiento de información en coordinación con las autoridades municipales y estatales del medio ambiente.

Se desarrollará bajo el siguiente cuadro:

ACTIVIDAD/GAS	CO_2	CH_4	NOx	SO_2	O_3	PM1	PM2.5	PM10	EVALUACIÓN CyGEI	CALIDAD-AIRE	INCIDENCIA
Polígonos de Análisis											
Rellenos Sanitarios											
Manejo de RSU											
Aguas Residuales											
Gasolineras											
Gaseras											
Polígonos de densidad Urbana											
Mercados											
Espacios Públicos											
Transporte											
Grandes											

Empresas											
Rastros											
Granjas											
Quebradoras											
Estaciones de Asfalto											
Estaciones de PEMEX-Almacen											
Crematorios											
Ladrilleras											
Cemento											
Termoeléctricas											
Refinerías Energías Fósiles											
Industria Química											
Riego Agua-Residual											
Presas Agua Residual											
Transporte											
Móviles											
Comercio											
Otras unidades											

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).

ESCALA DE ANÁLISIS

	PM_{10}		**$PM_{2.5}$**		**O_3**		**CO**	**NO_2**	**SO_2**		
	24hrs	Anual	24hrs	Anual	1hr	8hrs	8hrs	1hr	8hrs	24hrs	Anual
Municipio	Máximo ≤ 75 µg/m^2	Promedio ≤ 40 µg/m^2	Máximo ≤ 45 µg/m^2	Promedio ≤ 12 µg/m^2	Máximo ≤ 0.095 ppm	Máximo ≤ 0.070 ppm	2° Máximo ≤ 11 ppm	2° Máximo ≤ 0.210 ppm	2° Máximo ≤ 0.200 ppm	Máximo ≤ 0.110 ppm	Promedio ≤ 0.025 ppm
Epazoyucan											
Pachuca de Soto											
Mineral de la Reforma											

Mineral del Monte											
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.

		[1]PM_{10}		[1]$PM_{2.5}$		[2]O_3		[3]CO	[4]NO_2	[5]SO_2		
		24 hrs	Anual	24 hrs	Anual	1 hr	8 hrs	8 hrs	1 hr	8 hrs	24 hrs	Anual
Municipio	**Clave**	**Máximo ≤ 75 µg/m³**	**Promedio ≤ 40 µg/m³**	**Máximo ≤ 45 µg/m³**	**Promedio ≤ 12 µg/m³**	**Máximo ≤ 0.095 ppm**	**Máximo ≤ 0.070 ppm**	**2° Máximo ≤ 11 ppm**	**2° Máximo ≤ 0.210 ppm**	**2° 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-

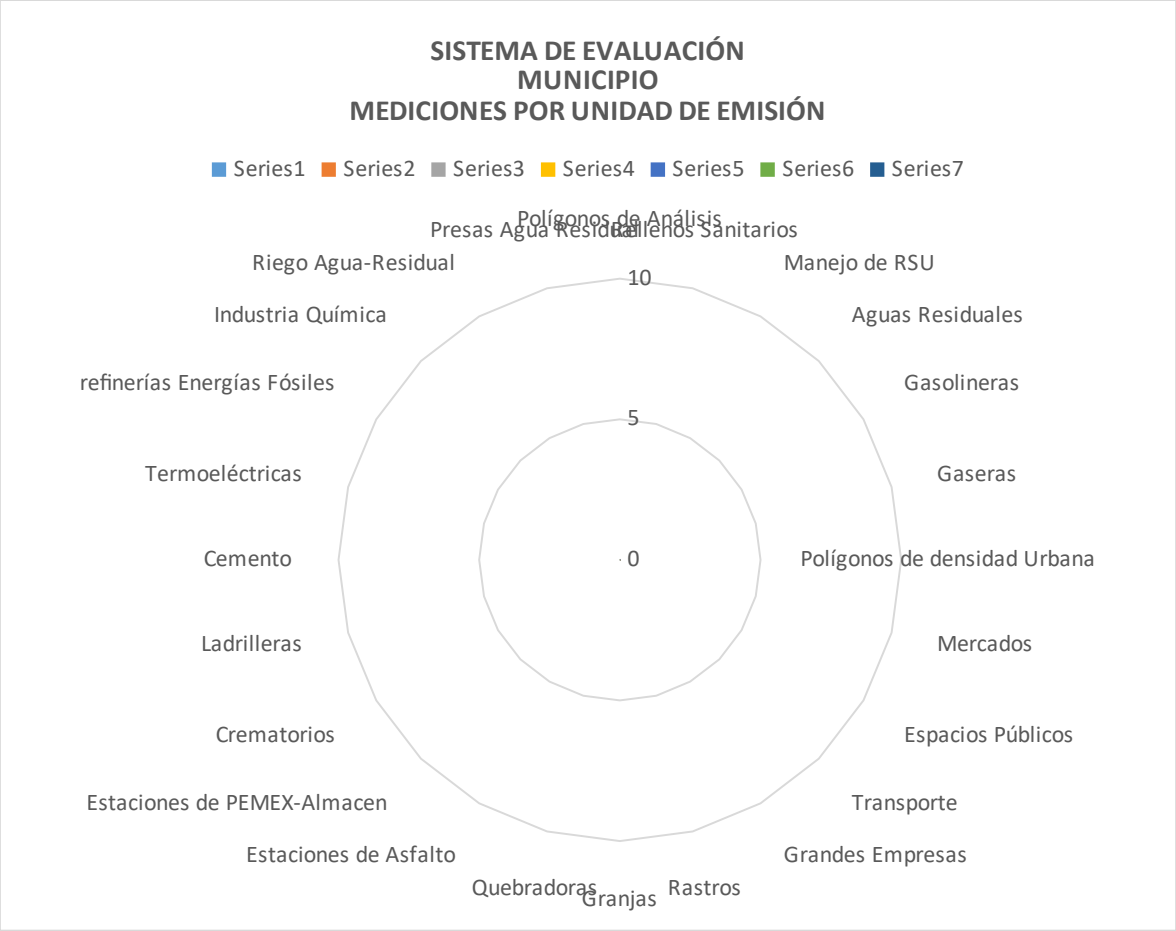
Cumple con el límite normado

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:



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 2. Sniffer montado en vehículo. Imagen tomada del acervo fotográfico del Laboratorio de Análisis territorial Ambiente y Ciencia de Datos.

Imagen 3. Sniffer montado en drone 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_Components-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.

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

Uso de equipo y plataforma.

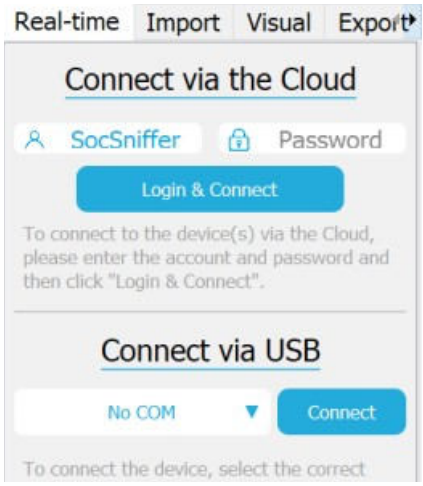
Sniffer.

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.

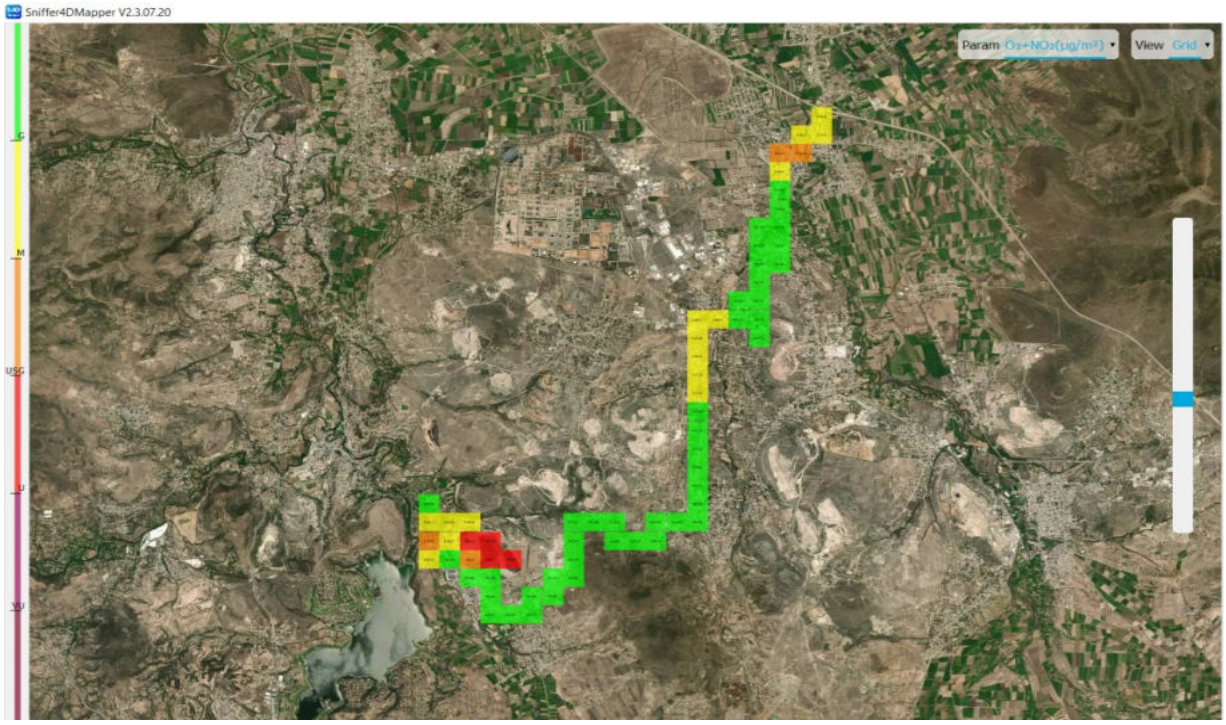


Imagen 5. Mapeo final de contaminantes en plataforma Sniffer4DMapper, Tula de Allende – PTAR Atotonilco de Tula.

Contaminantes	SO2 µg/m³	CO mg/m³	O3+NO2 µg/m³	PM1.0 µg/m³	PM2.5 µg/m³	PM10 µg/m³	CxHy/ Flammable Gases %	CO2 mg/m³
Valor medido	3.03657708	0.39787704	104.100518	30.2964878	40.4866506	42.8494551	0.03194692	888.601111

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