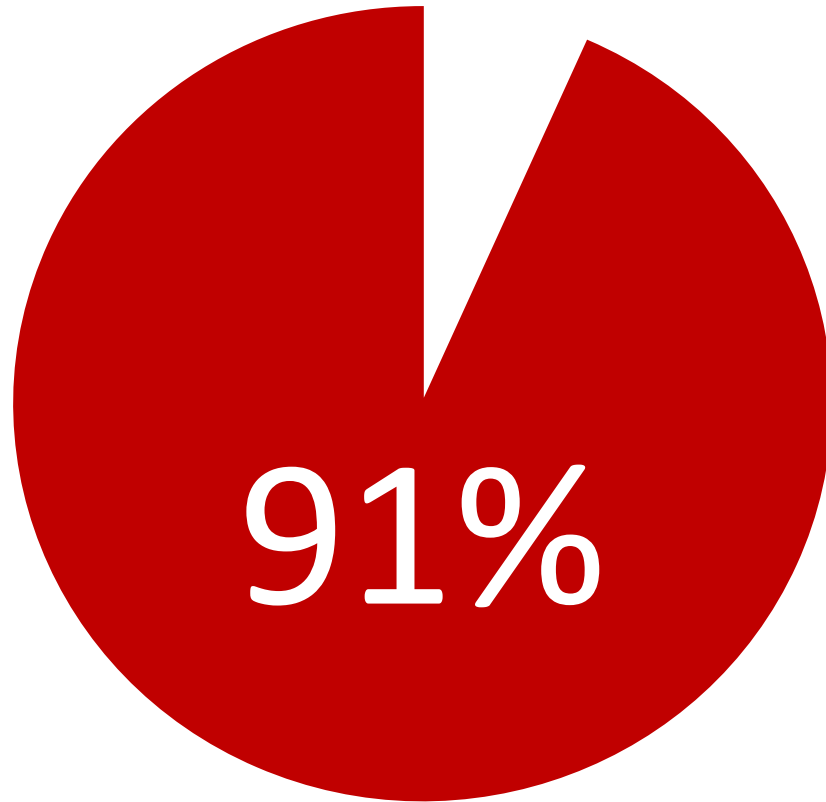




Analizando la calidad del aire con Herramientas de Data Science

Eduardo Ramírez, Ph.D.
eduardo@ensitech.com





La OMS estima que el 91% de la población vive en zonas con concentraciones de partículas superiores a las recomendadas

| | |
|--------------------------|---|
| PM_{2.5}: | 10 µg/m³ annual mean 25 µg/m³ 24-hour mean |
| PM₁₀: | 20 µg/m³ annual mean 50 µg/m³ 24-hour mean |

PM2.5 vs PM10

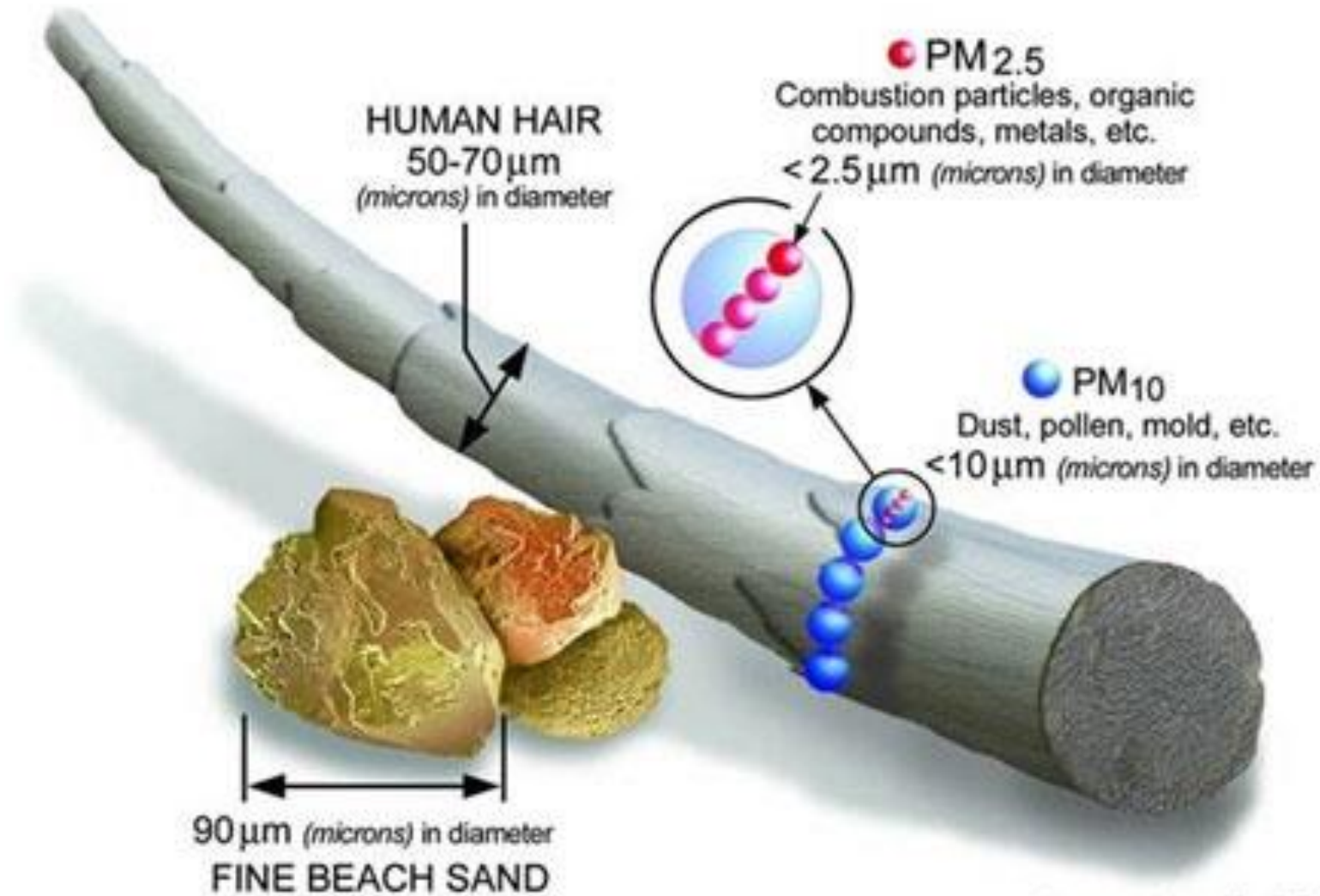
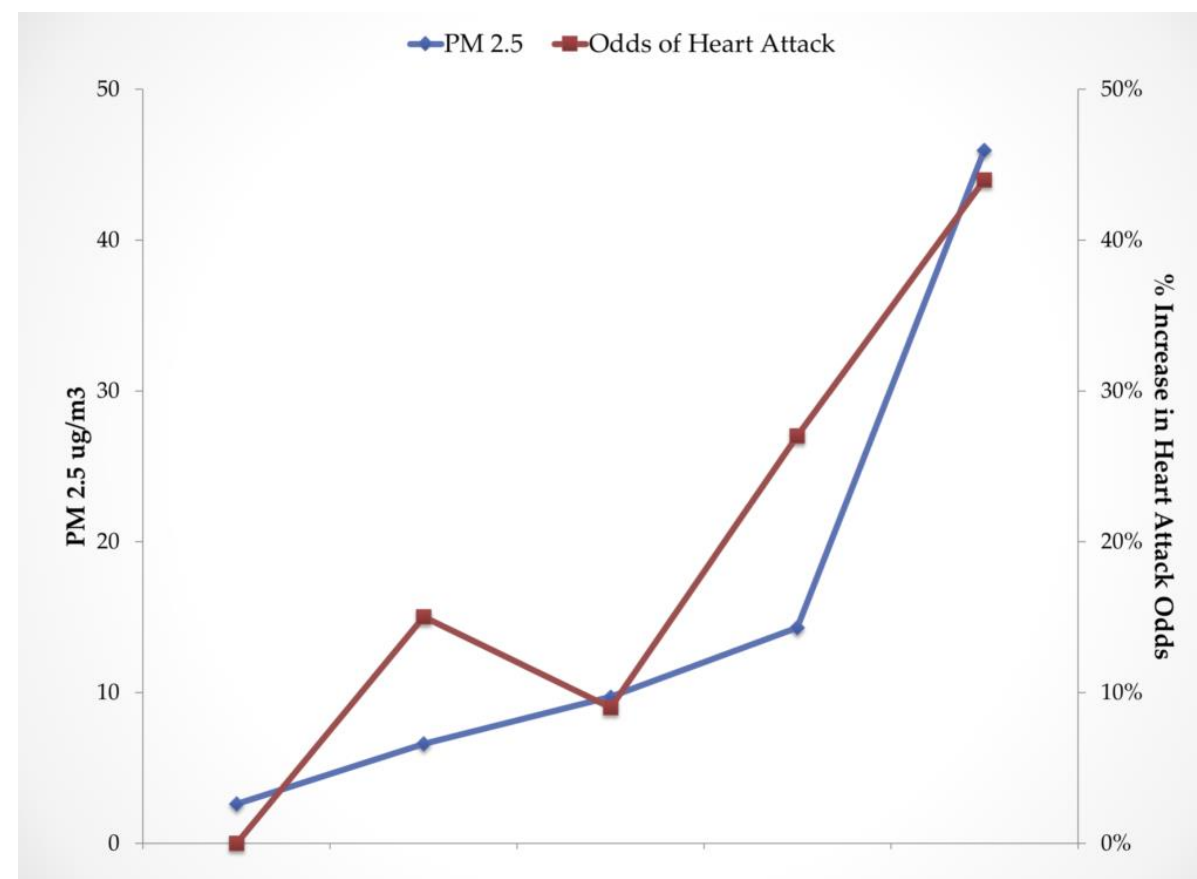
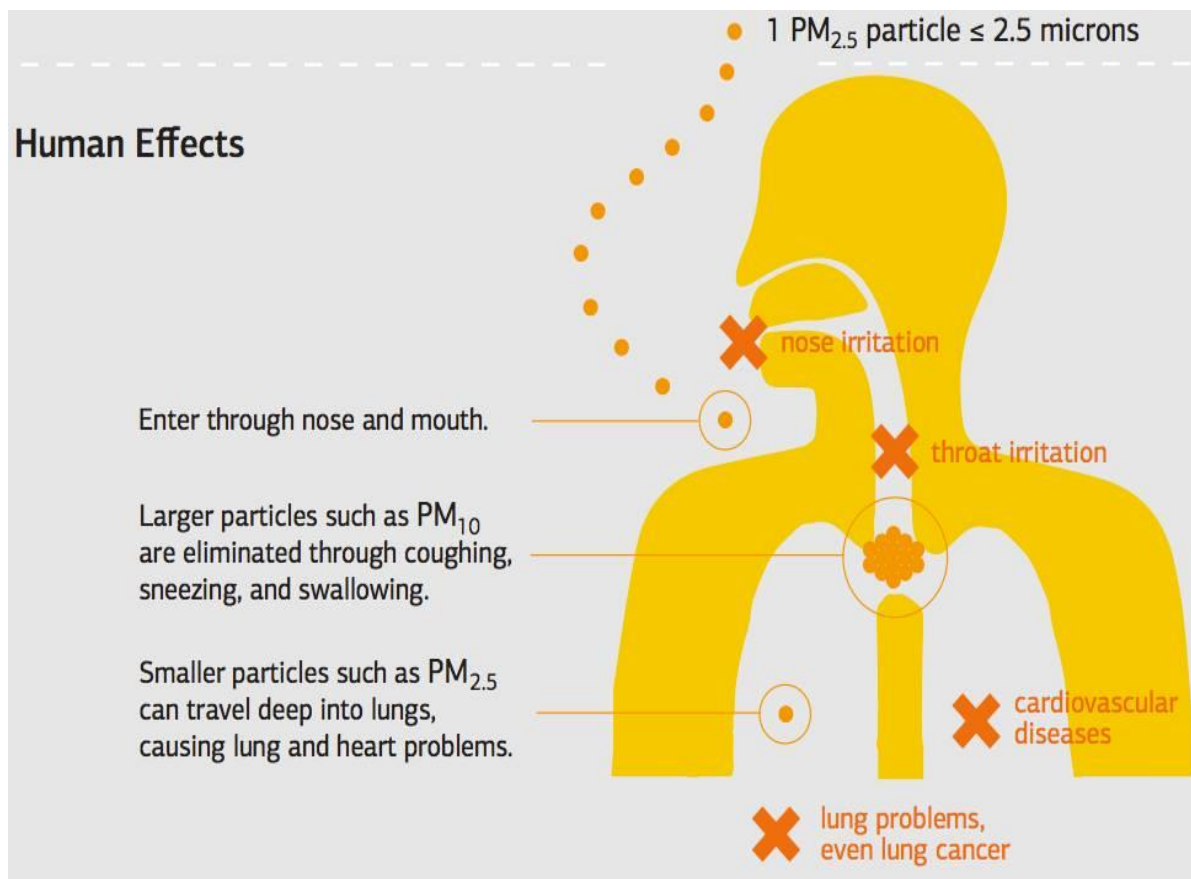


Image courtesy of the U.S. EPA

Las PM2.5 son más dañinas que las PM10



La probabilidad de infarto se incrementa en los días de mayor contaminación con PM2.5 (Kloog, Ridgway, et. al 2013, Epidemiology)

Conociendo los contaminantes del aire



- **Óxidos de azufre , SO_x**
- **Sulfuros y los mercaptanos**
- **Óxidos de carbono (CO_x)**
- **Ozono (O_3)**
- **Óxidos de nitrógeno (NO_x)**
- **Mercurio (Hg)**
- **Fluoruros**
- **Partículas suspendidas (PM_x)**
- **Sílice (SiO_2)**
- **Aromáticos Policíclicos**



¿Cómo se mide la calidad del aire?

Índices de calidad del aire

- Los sensores miden concentraciones de PM2.5 y PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Usualmente los datos reportados son índices (IMECA, AQI) para facilitar el entendimiento al público
- Los índices se mueven en un rango de 0 a 500 (sin unidades) y tienen códigos de color.
- El color es un indicativo de los efectos negativos en la salud.

Método de cálculo de puntos IMECA por contaminante

| INTERVALOS (IMECA) | | CONCENTRACIONES | ECUACIONES |
|---|---------|-------------------|--|
| Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀) | | | |
| PM ₁₀ | | | |
| | IMECA | µg/m ³ | Ecuaciones |
| | 0-50 | 0-60 | $I[PM_{10}] = C[PM_{10}] * 5/6$ |
| | 51-100 | 61-120 | |
| | 101-150 | 121-220 | $I[PM_{10}] = 40 + C[PM_{10}] * 0.5$ |
| | 151-200 | 221-320 | |
| | >200 | >320 | $I[PM_{10}] = C[PM_{10}] * 5/8$ |
| Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5}) | | | |
| PM _{2.5} | | | |
| | IMECA | µg/m ³ | Ecuaciones |
| | 0-50 | 0-15.4 | $I[PM_{2.5}] = C[PM_{2.5}] * 50/15.4$ |
| | 51-100 | 15.5-40.4 | $I[PM_{2.5}] = 20.50 + C[PM_{2.5}] * 49/24.9$ |
| | 101-150 | 40.5-65.4 | $I[PM_{2.5}] = 21.30 + C[PM_{2.5}] * 49/24.9$ |
| | 151-200 | 65.5-150.4 | $I[PM_{2.5}] = 113.20 + C[PM_{2.5}] * 49/84.9$ |
| | >200 | >150.4 | $I[PM_{2.5}] = C[PM_{2.5}] * 201/150.5$ |
| Ozono (O ₃) | | | |
| O ₃ | | | |
| | IMECA | ppm | Ecuaciones |
| | 0-50 | 0-0.055 | |
| | 51-100 | 0.056-0.110 | |
| | 101-150 | 0.111-0.165 | $I[O_3] = C[O_3] * 100/0.11$ |
| | 151-200 | 0.166-0.220 | |
| | >200 | >0.220 | |

| Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) | | | |
|---|---------|-------------|--|
| NO ₂ | | | |
| | IMECA | ppm | Ecuaciones |
| | 0-50 | 0-0.105 | $I[NO_2] = C[NO_2] * 50/0.105$ |
| | 51-100 | 0.106-0.210 | $I[NO_2] = 1.058 + C[NO_2] * 49/0.104$ |
| | 101-150 | 0.211-0.315 | $I[NO_2] = 1.587 + C[NO_2] * 49/0.104$ |
| | 151-200 | 0.316-0.420 | $I[NO_2] = 2.115 + C[NO_2] * 49/0.104$ |
| | >200 | >0.420 | $I[NO_2] = C[NO_2] * 201/0.421$ |
| Dióxido de Azufre (SO ₂) | | | |
| SO ₂ | | | |
| | IMECA | ppm | Ecuaciones |
| | 0-50 | 0-0.065 | |
| | 51-100 | 0.066-0.130 | |
| | 101-150 | 0.131-0.195 | $I[SO_2] = C[SO_2] * 100/0.13$ |
| | 151-200 | 0.196-0.260 | |
| | >200 | >0.260 | |
| Monóxido de Carbono (CO) | | | |
| CO | | | |
| | IMECA | ppm | Ecuaciones |
| | 0-50 | 0-5.50 | $I[CO] = C[CO] * 50/5.50$ |
| | 51-100 | 5.51-11.00 | $I[CO] = 1.82 + C[CO] * 49/5.49$ |
| | 101-150 | 11.01-16.50 | $I[CO] = 2.73 + C[CO] * 49/5.49$ |
| | 151-200 | 16.51-22.00 | $I[CO] = 3.64 + C[CO] * 49/5.49$ |
| | >200 | >22.00 | $I[CO] = C[CO] * 201/22.01$ |

Grados IMECA

| Categoría | Intervalo | Mensaje | Significado | Recomendaciones |
|---------------------|-----------|---|---|--|
| BUENA | 0-50 | Sin riesgo | La calidad del aire es satisfactoria y existe poco o ningún riesgo para la salud. | Se puede realizar cualquier actividad al aire libre. |
| REGULAR | 51-100 | Aceptable | La calidad del aire es aceptable, sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las personas que son inusualmente sensibles, pueden presentar síntomas moderados. | Las personas que son extremadamente sensibles a la contaminación deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre. |
| MALA | 101-150 | Daña a la salud de los grupos sensibles | Quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. El público en general usualmente no es afectado. | Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre. |
| MUY MALA | 151-200 | Daña a la salud | Todos pueden experimentar efectos en la salud; quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos graves en la salud. | Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre. La población en general debe limitar el esfuerzo prolongado al aire libre. |
| EXTREMADAMENTE MALA | >200 | Muy daña a la salud | Representa una condición de emergencia. Toda la población tiene probabilidades de ser afectada. | La población en general debe suspender los esfuerzos al aire libre. |

Índice de calidad del aire U.S. EPA PM_{2.5} AQI

| AQI Category | AQI Value | 24-hr Average PM _{2.5} Concentration (µg/m ³) |
|----------------|-----------|--|
| Good | 0 - 50 | 0 - 15.4 |
| Moderate | 51 - 100 | 15.5 - 40.4 |
| USG | 101 - 150 | 40.5 - 65.4 |
| Unhealthy | 151 - 200 | 65.5 - 150.4 |
| Very Unhealthy | 201 - 300 | 150.5 - 250.4 |
| Hazardous | 301 - 500 | 250.5 - 500.4 |

Método de cálculo PM2.5 AQI

Ej. Calcular AQI para una concentración de 31 mg/m3

| AQI Value | PM _{2.5} Breakpoints (µg/m ³) |
|-----------|--|
| 0 | 0 |
| 51 | 15.5 |
| 101 | 40.5 |
| 151 | 65.5 |
| 201 | 150.5 |

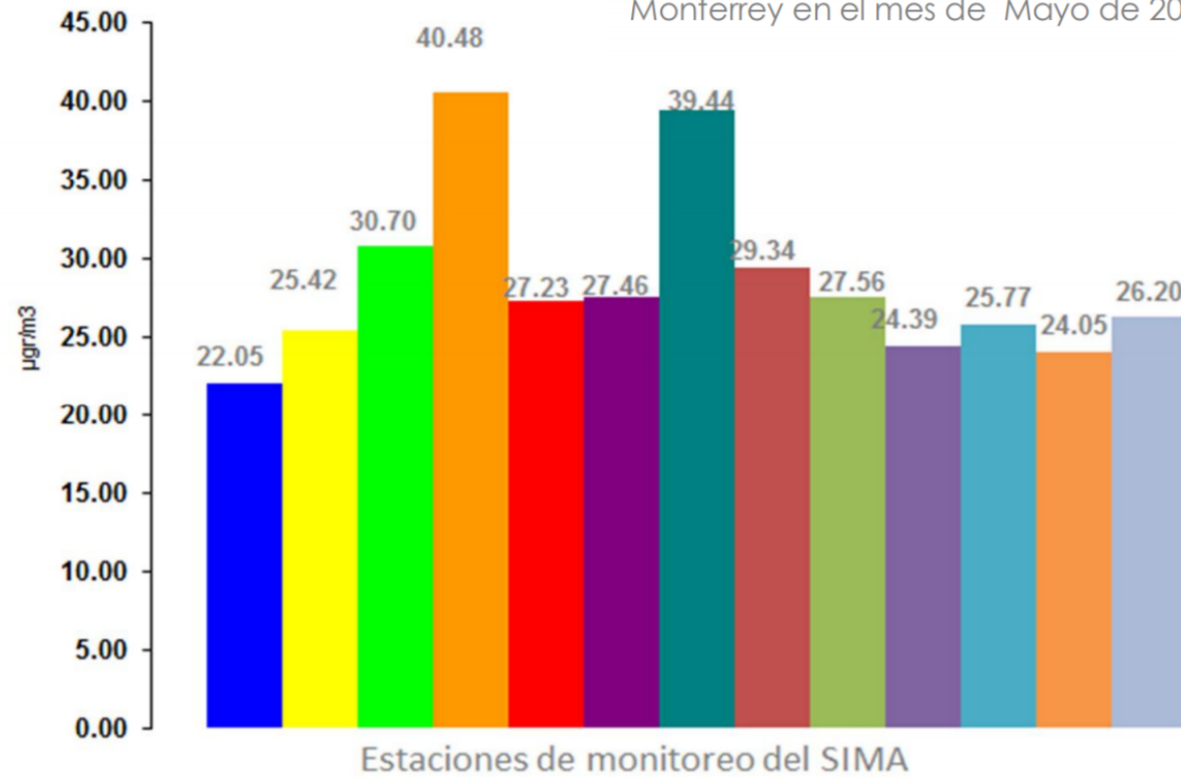
$$AQI = \left[\frac{(PM_{obs} - PM_{min})(AQI_{max} - AQI_{min})}{(PM_{max} - PM_{min})} \right] + AQI_{min}$$

$$AQI = \left[\frac{(31 - 15.5)(101 - 51)}{(40.5 - 15.5)} \right] + 51$$

$$AQI = 82$$

Promedios MTY (Mayo 2019)

Figura 24: Promedios de concentración de Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) por zona en el Área Metropolitana de Monterrey en el mes de Mayo de 2019.



— SURESTE — NORESTE — CENTRO — NOROESTE — SUROESTE — NOROESTE 2 — NORTE — NORESTE 2 — SURESTE 2 — SUROESTE 2 — SURESTE 3 — SUR — NORTE 2



¿Por qué
necesitamos
monitoreo
independiente de la
calidad del aire?



**Los sensores oficiales
son pocos**



**No permiten estudiar las
concentraciones en
zonas específicas**



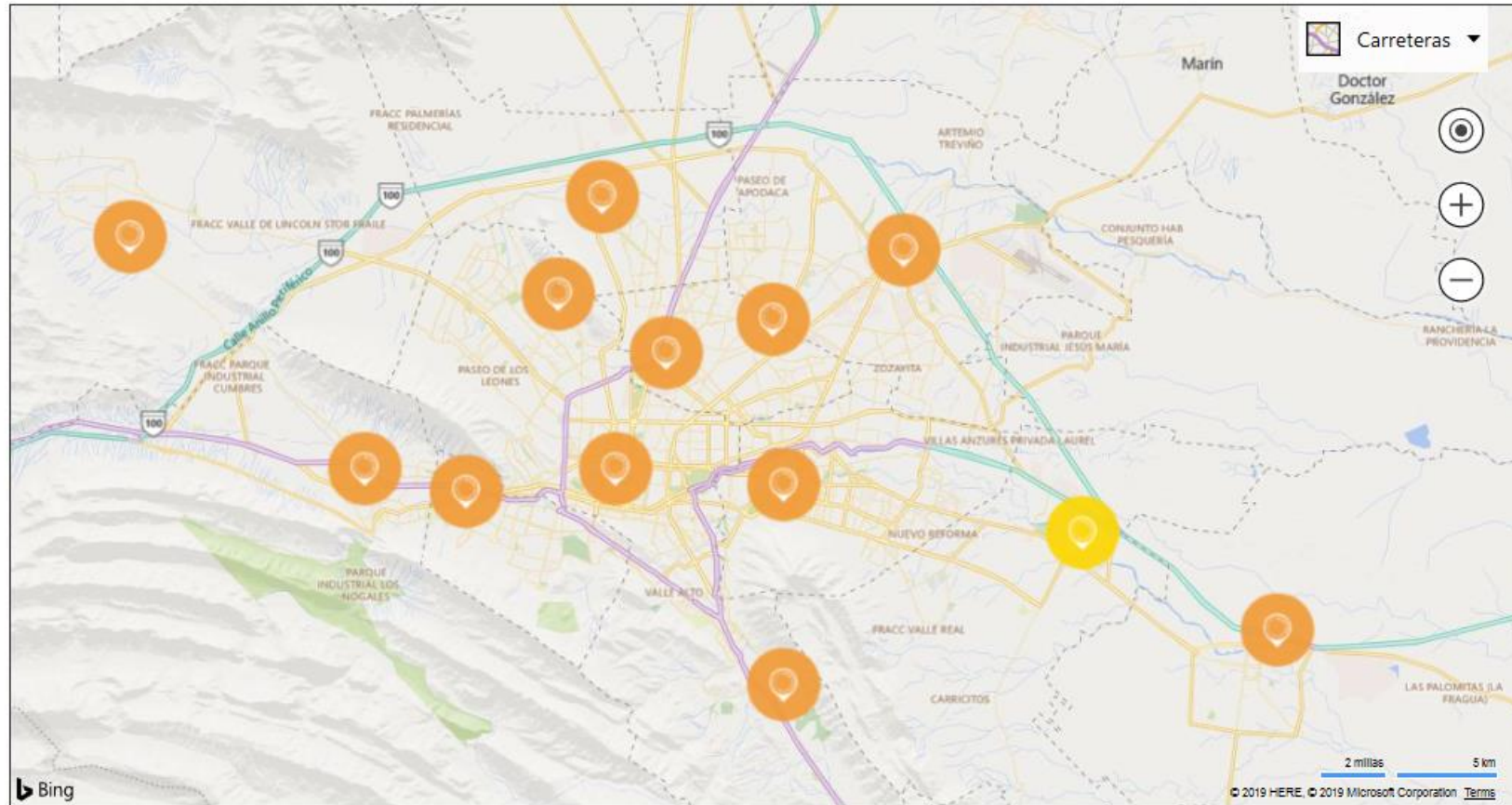
**Los datos detallados no
son de fácil acceso.**



**La cantidad de
contaminantes que se
miden es limitada.**

http://aire.nl.gob.mx/map_calidad.html

Fecha y Hora del Reporte de Calidad del Aire: **martes, 21 de mayo de 2019 a las 20:00 hrs.**



Valores generados por la red de monitoreo del Gobierno del Estado de Nuevo León



Buena
(0-50)



Regular
(51-100)



Mala
(101-150)



Muy Mala
(151-200)



Extremadamente
Mala(201-500)



Mantenimiento



PA-II: Dual Laser Air Sensor

- 1) Built in WiFi for logging to "the cloud".
- 2) Dual laser counters provide reliable particulate readings.
- 3) BME280 temperature, humidity and pressure sensor.
- 4) Automatic updates: Your sensor will update over WiFi when new firmware is available.

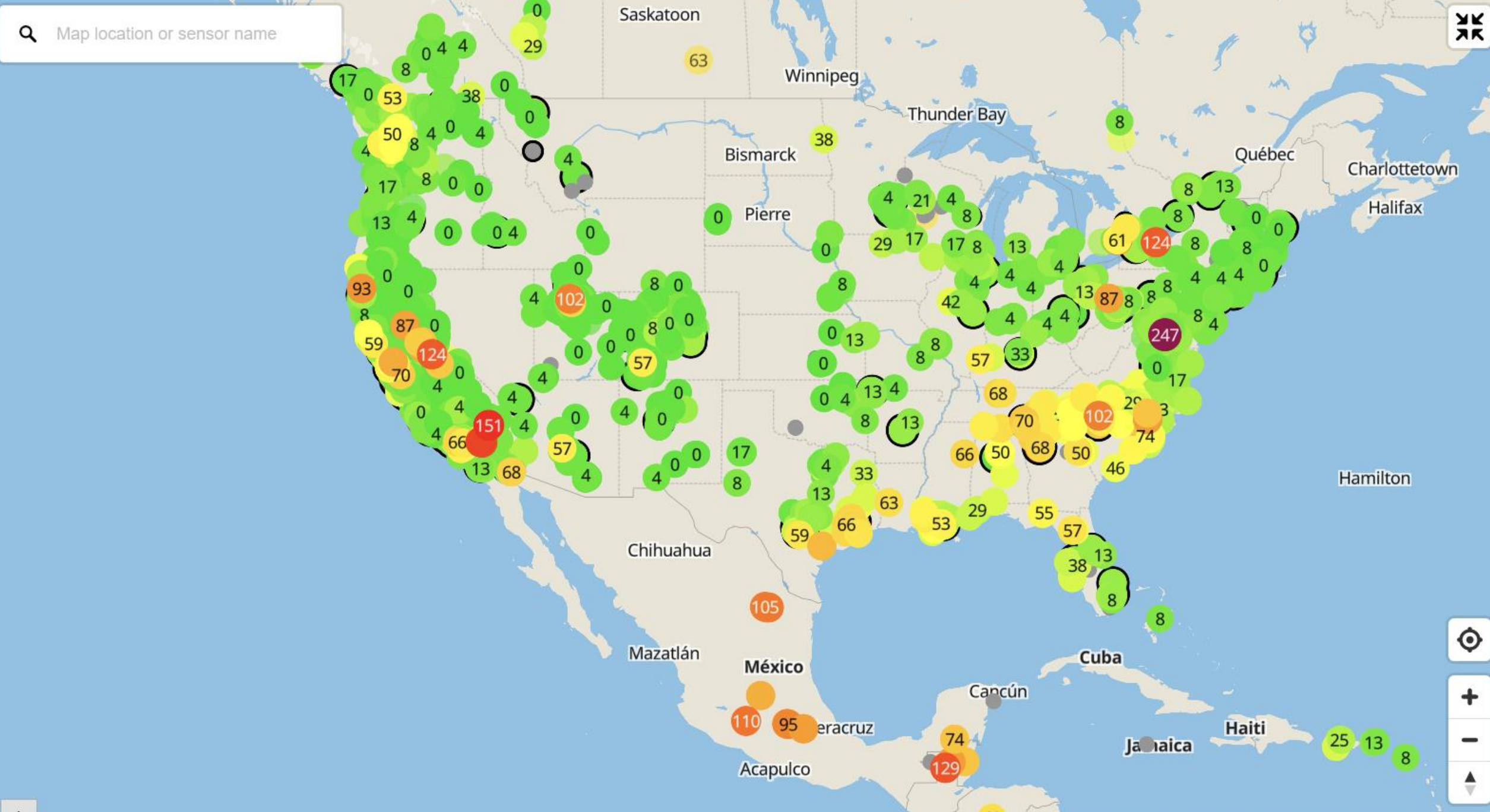
In The Box



¿Por qué PurpleAir?

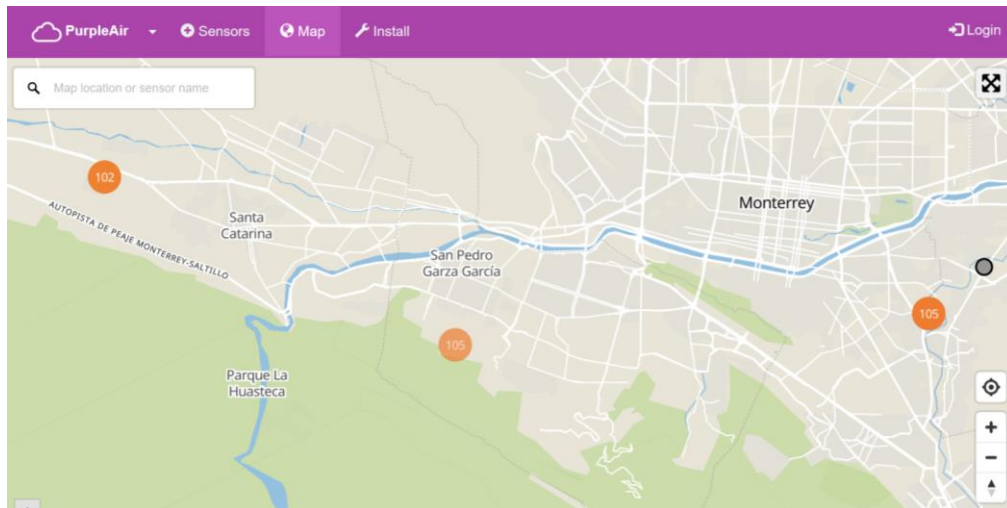
- Los sensores de alta precisión son muy costosos, hay muy pocos por ciudad.
- Los sensores PurpleAir se han comparado vs. los sensores certificados en EEUU (Air Quality Management District)
- Correlación de R^2 superior al 80% vs. sensor FEM (Federal Equivalent Methods) BAM (Beta-attenuation monitor) y FEM (Óptico) GRIMM para PM_{2.5}
- **OJO:** Baja correlación para PM₁₀

<http://www.aqmd.gov/docs/default-source/aq-spec/field-evaluations/purpleair---field-evaluation.pdf>



¿Qué estamos construyendo?

- Red de sensores independiente integrada a **PurpleAir** (Fase 2: **Luftdaten.info**)
- **Estación de monitoreo Móvil DIY** para contaminantes no monitoreados
- **Data Lake** para análisis de datos históricos



Julio Mesquita
Sociedad del
Cautín



Eden Candelas
Hackerspace /
Paradoxa Labs

A person in a dark jacket stands on a snowy bank, looking at a city skyline with industrial smokestacks emitting thick smoke.

¡Gracias!
¿Preguntas?

¿Cómo podemos participar?

- **Hackea sensores (Luftdaten.info)**
- **Adquiere un sensor PurpleAir (y conéctalo a nuestro data lake)**
- **Adopta un sensor**
Si estás en una zona sin sensores y puedes asegurar que tenga un buen lugar y wi-fi
- **Conecta con la comunidad y ayuda a solucionar problemas**
PurpleAir Users
<https://www.facebook.com/groups/purpleair/>

Wiki
<https://publiclab.org/wiki/purpleair>

Monitores ciudadanos de la calidad del aire / Usuarios PurpleAir MTY
<https://www.facebook.com/groups/1349828541852118/>