

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Red Climática y de la Calidad del Aire

Texas-New Mexico-Chihuahua Grupo Regional de Trabajo

En las últimas dos décadas la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) ha estado trabajando en construir y expandir una red de monitoreo meteorológica en Ciudad Juárez, Chihuahua, la cual en la actualidad cuenta con 9 estaciones. En los últimos 5 años, algunas estaciones ubicadas alrededor de la ciudad (Ilustración 1) han sido ampliadas para incluir sensores que ayuden a medir el CO, ozono, Nox SO2 y PM. Estos monitores son adicionales a los que opera el municipio de Juárez. Todos los monitores puestos por la Universidad y por la Ciudad, forman parte de un esfuerzo binacional para entender la problemática que vivimos en relación a la calidad de aire y educar a los ciudadanos sobre la condición del aire que respiramos en nuestra región. Sin embargo, algunos de los retos a los que se han enfrentado estas dos entidades incluyen el costo de operaciones y de mantenimiento, pero aún más importante, la comunicación constante entre los sistemas de monitores y computadoras que analizan los datos y el poder de las estaciones, mucho de esto tiene que ver con las ubicaciones geográficas de las estaciones.

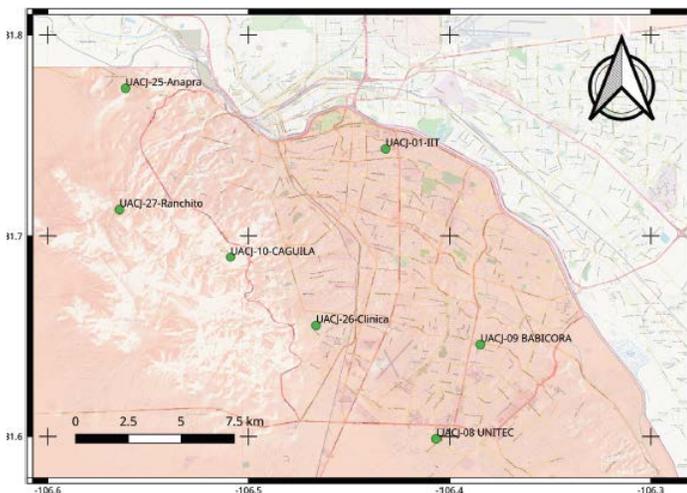


Ilustración 1. Ubicación de las nueve estaciones, UACJ opera en Ciudad Juárez, Chihuahua.

A finales del año 2017, la UACJ recibió un fondo del programa Border 2020 para evaluar y diseñar un prototipo de sensor de bajo costo para medir la calidad del aire y así recopilar datos y poder compartirlos de la manera más rápida con los ciudadanos. Otro objetivo del fondo era que la Universidad pudiera tener los datos en tiempo real disponibles para la opinión pública y así también, los datos históricos meteorológicos en una

plataforma. Los sensores de bajo costo no son para reemplazar los sensores oficiales, sin embargo, son una alternativa que además de ser más económica, proporcionan información en tiempo real sobre la calidad del aire y sobre datos meteorológicos.

El Proyecto se dividió en tres fases. Durante la primera fase, el equipo de trabajo encargado del Proyecto trabajó en la creación y programación del software en tres prototipos de sensores para ser colocados en la comunidad (Ilustración 2). Los sensores medirán el ozono, contaminantes de material particulado, monóxido de carbón, temperatura y humedad relativa.

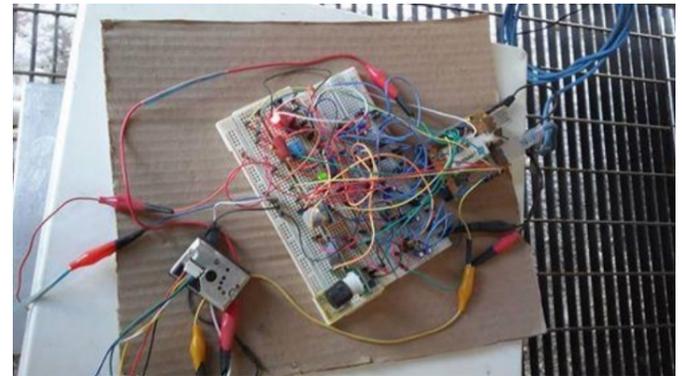


Ilustración 2. prototipo económico de un sensor para medir la calidad del aire.

En la segunda fase, que tuvo lugar en abril del 2019, incluyó la instalación de los prototipos. Dos sensores fueron colocados en dos diferentes propiedades de la Universidad, la ubicación de uno es conocida como Estación IIT-1 (Ilustración 3) y la segunda como la Clínica de Nutrición. El sensor final fue colocado en la estación de bomberos n.9 en Rancho Anapra. El objetivo de esta fase era obtener conocimiento acerca de qué tipo de hardware, software y comunicación se necesitan para operar de manera exitosa un sensor de bajo costo a largo plazo para poder obtener información importante y poderla compartir con la opinión pública.



Ilustración 3. Prototipo de sensor de bajo costo en UACJ Station IIT-1.

La fase final del proyecto fue el desarrollo de un sitio web, que pudiera demostrar visualmente la lectura de las estaciones, no solo de los prototipos si no que también de la red de estaciones de la UACJ, Ilustración 4. La página web desarrollada puede ser encontrada en la siguiente liga (link): (<http://cecatev.uacj.mx/>).

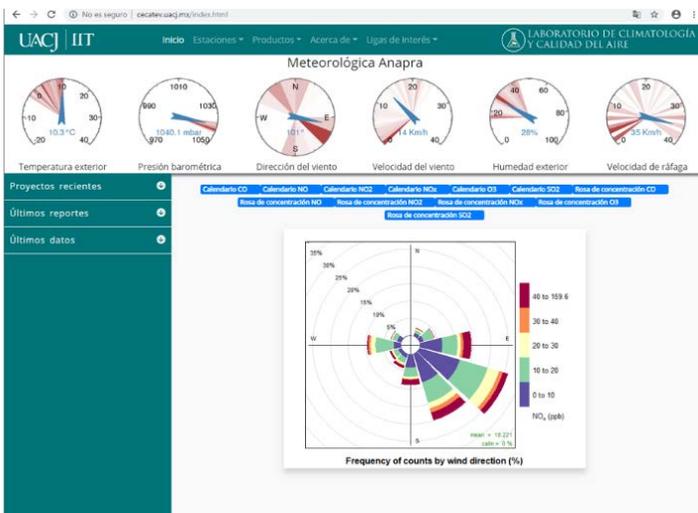


Ilustración 4. La página de internet mostrando la información de la estación meteorológica en Ciudad Juárez, Chihuahua.

Mientras se realizaban las pruebas de los sensores en abril y mayo del 2019, el equipo encontró varios problemas en la comunicación entre las estaciones y los sensores por medio del sitio web, tal y como protocolos de seguridad de la página que prevenían a los sensores de enviar información en tiempo real. Otros problemas fueron la falta de internet y energía para los sensores. Por causa de estos problemas, el equipo de trabajo tuvo que descargar físicamente la información de cada sensor para poderla llevar al laboratorio. Sin embargo, una cosa que se debe mencionar es que el equipo ya había prevenido un error en la comunicación y gracias a su

anticipación, un Sistema redundante fue colocado en el sensor para poder obtener la información y poderla llevar de vuelta al laboratorio.

En términos de qué tan bien funcionó el sensor, la Figuras 5, muestran el funcionamiento de cada sensor comparados con la estación existente en la UACJ que ya empezó a medir el ozono y el PM2.5 por el mes de noviembre. De los datos recolectados, el equipo de trabajo observó que los sensores necesitaban ser ajustados por una formula multivariante de regresión lineal, la cual usa valores de temperatura y humedad relativa para hacer correcciones.

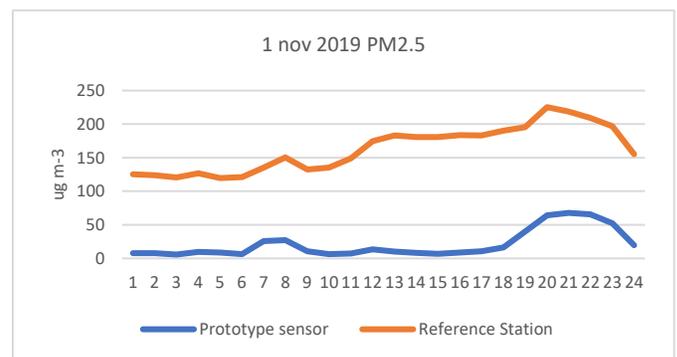
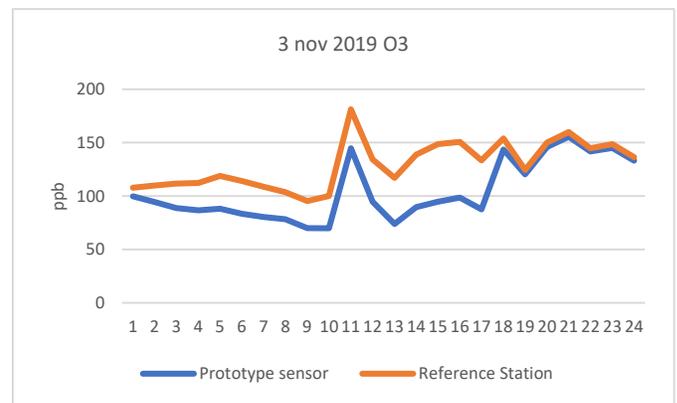
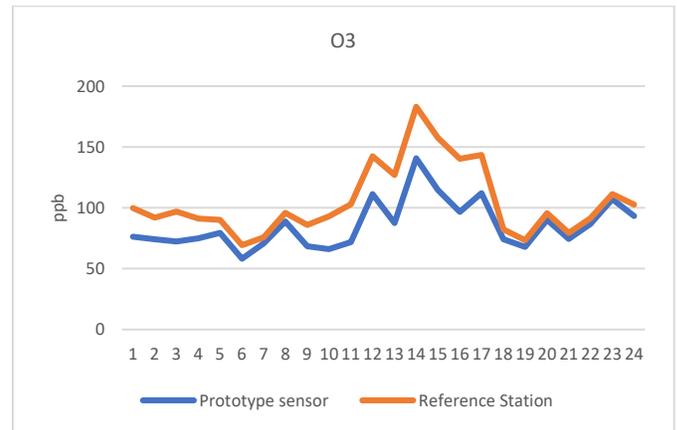


Ilustración 5. Mediciones comparativas entre el sensor prototipo y las estaciones de referencia en noviembre. (Arriba) Estación de UACJ Teledyne, medida de ozono, (Medio) Estación prototipo de Anapra, medida de ozono, (Inferior) Estación de UACJ Teledyne, medida de PM 2.5.

Otro objetivo del proyecto era archivar la información meteorológica existente de las nuevas estaciones que opera la UACJ y hacer la información pública. El equipo de trabajo utilizó el sitio web de la universidad para introducir los datos. La información archivada de las nueve estaciones se encuentra en: (<http://erecursos.uacj.mx/handle/20.500.11961/4199>).

Creando la página web y subiendo la información meteorológica, es la primera vez que la información meteorológica de diferentes décadas está disponible para usuarios académicos.

Durante el trayecto del Proyecto, más de 11 estudiantes de la Universidad de tres programas diferentes pudieron contribuir en las diferentes fases del Proyecto, ayudando a recopilar información, programando el software de los sensores, creando los sensores o archivando información meteorológica histórica. De los 11 estudiantes, 3 de ellos pudieron concluir con su tesis de maestría y uno de ellos un Proyecto de su carrera de licenciatura.



Ilustración 6. Foto de equipo de los estudiantes del proyecto.

Al final de Proyecto, el equipo de trabajo fue capaz de realizar un sensor de bajo costo para evaluar la calidad de aire de unos \$400-\$500. Adicionalmente, para entender mejor la existencia de los retos, con estos sensores para el uso de la Ciudad, el equipo de trabajo continúa desarrollando un segundo sensor, el cual este mejorado y se mantenga de bajo. También, están buscando la manera en la que el sensor pueda ser continuo mientras se pueda tener una comunicación solida con el sistema y también con la fuente de energía. El equipo de trabajo aprendió a confrontar el problema y saber que el no usar la plataforma de la Universidad, hubiera mejorado los problemas de comunicación. Adicionalmente es importante tener una persona dedicada a la programación de software de los sensores

para que puedan mejorar. Si los sensores pueden ser implementados en la comunidad (Ilustración 7), en los espacios públicos, logrando recopilar la información fácil, visual y lista para que pueda estar accesible en la aplicación, esto logrará un gran cambio en la educación en relación a la calidad del aire para así nuestros ciudadanos puedan tomar decisiones informados en sus actividades cotidianas.



Ilustración 7. Representación de un sensor económico de calidad del aire en el espacio público.