



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
CTLab: Creative Technology Lab, Colegio de Posgrado

Área Académica de Computación y Electrónica

Análisis de contaminación del aire

Proyectos del CTLab

Dr. Alejandro Mendoza Gamiño
Mtro. Melecio Sánchez Ruiz
Lic. Miguel Rendón Lucas

Enero – Julio 2020

Air Pollution Analysis

Abstract: The development of a prototype capable of carrying out the Analysis of air pollution is carried out, using Internet of Things tools, a drone to obtain measurements of air quality at different heights in the Pachuca metropolitan area and in surrounding communities.

Keywords: Internet of things, Internet of intelligent things, environment, pollution, drone, data mining, API

Análisis de contaminación del aire

Resumen: Se lleva a cabo el desarrollo de un prototipo capaz de llevar a cabo el Análisis de la contaminación del aire, utilizando herramientas de Internet de las Cosas, un drone para la obtención de mediciones de la calidad del aire en diferentes alturas de la zona metropolitana de Pachuca y en comunidades aledañas.

Palabras clave: Internet de las cosas, Internet de las cosas inteligentes, medio ambiente, contaminación, drone, minería de datos, API

Índice

- Título del proyecto
- Objetivo
- Introducción
- Antecedentes
- Impacto social
- Estrategia
- Desarrollo del proyecto
- Conclusiones
- Trabajos futuros
- Referencias
- Datos de contacto

Análisis de contaminación del aire



Objetivo: Medir la contaminación del aire en lugares retirados de la ciudad de Pachuca, a través del uso de un drone y la integración de herramientas de IoT. Al mismo tiempo analizar cómo afecta la contaminación generada en la ciudad metropolitana y que, por los vientos, se desplaza a las distintas comunidades colindantes aledañas

Introducción

El **Prototipo de análisis de contaminación del aire** se desprende de una iniciativa del CTLab.

Dicho proyecto fue desarrollado en las instalaciones del laboratorio; el cual es útil para profesionales interesados en este campo, buscando que se beneficien conociendo a mayor profundidad dichas tecnologías, pero también para que los emprendedores locales, las empresas, y los socios estratégicos de la UAEH puedan aprovechar los espacios abiertos del laboratorio para la colaboración y el desarrollo de prototipos.

El CTLab está pensado para convertirse en un polo de formación especializada y de innovación.

Alumnos, investigadores, profesionales, emprendedores, organismos de los gobiernos municipales-estatales y federales; ciudadanos interesados y prácticamente cualquier persona que presente una idea innovadora y viable, podrá participar en el CTLab con previa valoración, para conocer de primera mano las potentes herramientas de tecnología con las que cuenta el laboratorio.

Antecedentes



Figura 1. plaza principal Pachuca

La contaminación del aire suele ser un problema ambiental que se ha ido agravando con el paso de los años; producto de la vida industrial de todo el planeta.

Se trata de la alteración de los gases suspendidos en la atmósfera. Cada uno de los problemas que involucran a la atmósfera; van dejando secuelas no solo en el ambiente sino también en todos sus habitantes, seres humanos; flora y fauna igualmente.

La contaminación atmosférica es el principal riesgo ambiental para la salud en las Américas. La Organización Mundial de la Salud estimó que una de cada nueve muertes en todo el mundo es el resultado de condiciones relacionadas con la contaminación atmosférica (WHO, 2016).

Impacto social

Se pretende conocer el impacto de la contaminación generada en el área de la ciudad de Pachuca, hacia zonas aledañas a este lugar. Para la búsqueda de posibles alternativas que favorezcan a la reducción de contaminantes en el aire, disminuyendo de esta manera el número de enfermedades producidas a causa de la contaminación del aire.

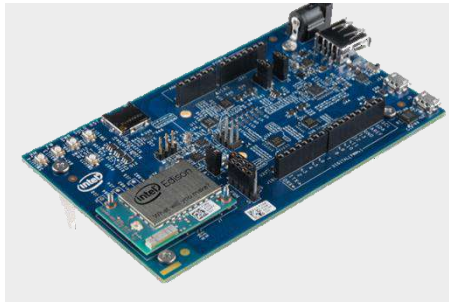
Estrategia

Bajo la metodología TRL Nasa, Utilizar sensores para medir la calidad del aire elevando los sensores con un drone, para automatizar y adoptar una nueva tecnología que permite incorporarse a la cuarta revolución industrial, obtener datos cuantitativos que se guardan en una base de datos para que con procesos de minería de datos generar información, de ser posible conocimiento.

Desarrollo del proyecto

El análisis de contaminación del aire se lleva a cabo gracias a la integración de sensores que permiten la lectura de dióxido de carbono presente en el aire, en la siguiente diapositiva se muestran los componentes principales empleados en el desarrollo de este proyecto, mientras que en la figura 2-3 se expone el proceso de integración de los dispositivos .

Componentes Principales



Tarjeta Arduino Edison



Modulo sensor mq135 para medir el dióxido de carbono en el aire y otros gases como Monóxido de Carbono, Benceno, amoniaco, alcohol y Humo.



Drone

Proceso

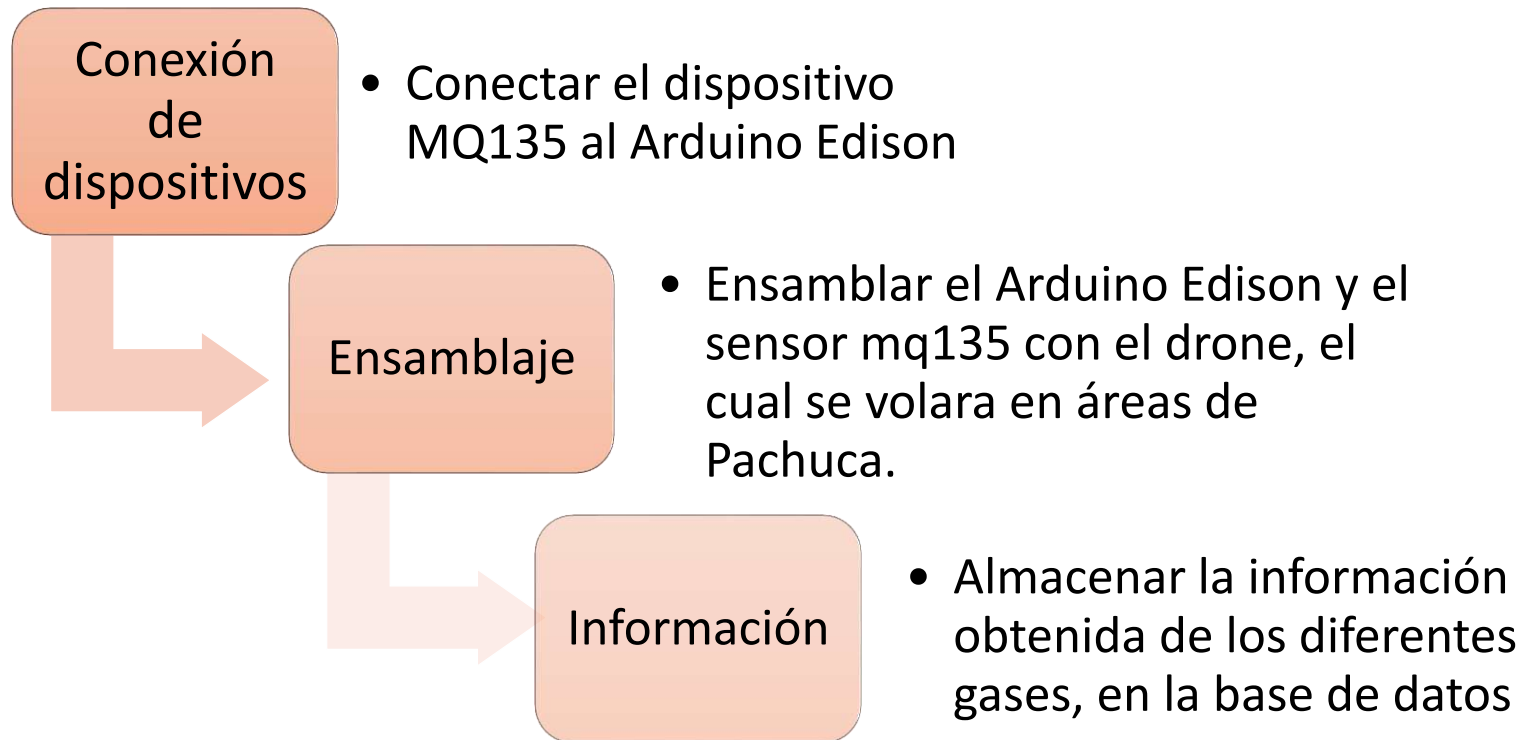
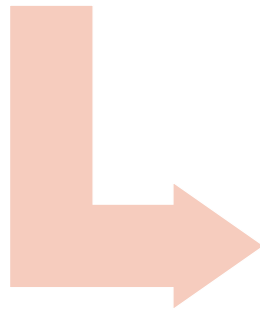


Figura 2 . Primera parte del proceso de elaboración

Procesamiento de información

- Análisis y comparación de la información para la detección de posibles patrones



Consulta

- Presentar los datos obtenidos para el asesoramiento y validez de la información obtenida

Figura 3 . Segunda parte del proceso de elaboración

Obtención de datos

Para la obtención de datos se hace uso de la herramienta Web Plot Digitizer, esta herramienta es capaz de extraer datos numéricos de imágenes de gráficos o mapas.

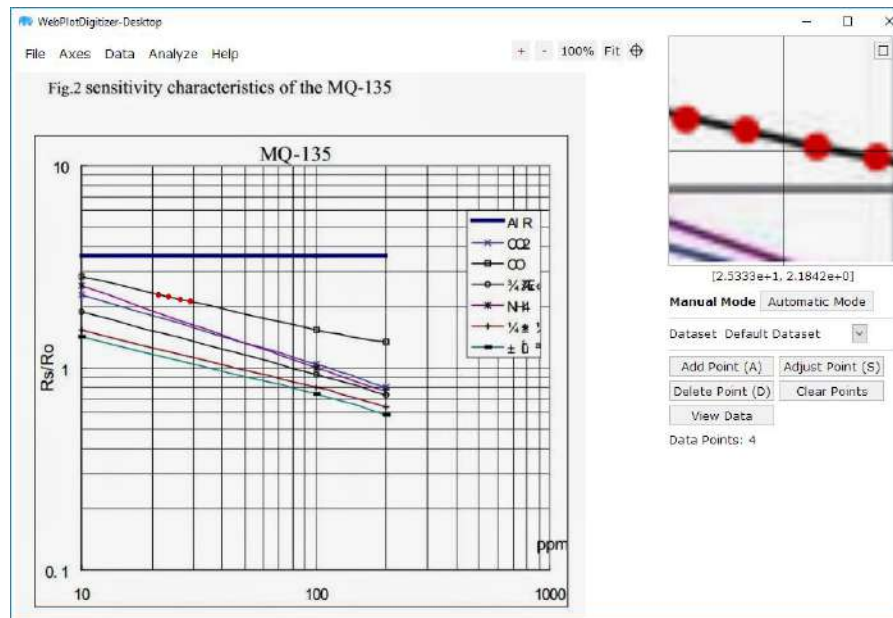


Figura 4 . Web Plot Digitizer

En la figura 4 se hace muestra de la grafica de las lecturas del sensor MQ135, al implementar la herramienta Web Plot Digitizer se obtiene la interpretación de la lectura de los datos registrados, figura 5.

The screenshot shows a web interface titled "Acquired Data". At the top, there is a yellow header bar. Below it, the text "Dataset: Default Dataset" is followed by a dropdown arrow. Underneath, it says "Variables: X, Y". A central text area contains four lines of data: "21.33333333333336, 2.33333333333335", "23.55555555555555, 2.2820512820512837", "25.33333333333333, 2.2307692307692326", and "27.55555555555555, 2.1794871794871797". To the right of the data area are controls for "Sort" (Sort by: Raw, Order: Ascending) and "Format" (Number Formatting: Digits: 5, Ignore, Column Separator: ,). Below the data area are buttons for "Select All", "Download .CSV", "Graph in Plotly*", and "Close". At the bottom, there is a note: "*Plotly is a secure data analysis and graphing site with data sharing and access controls. Visit [http://plot.ly](\"http://plot.ly\") for details."

Figura 5 . Datos obtenidos

En la figura 6 se muestra la obtención de la función polinomial de grado 6, tomado de los datos obtenidos en Web Plot Digitizer.

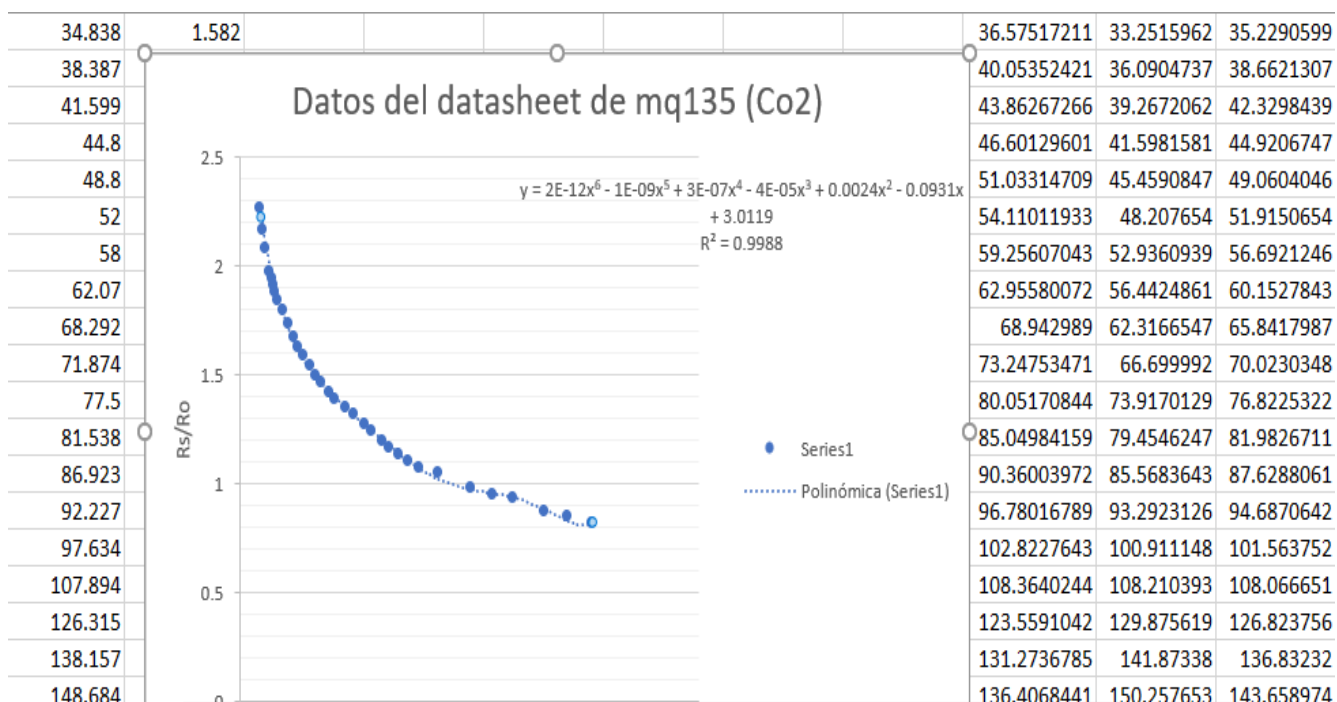


Figura 6. Función polinomial

En la siguiente figura se muestra la programación desarrollada para la obtención de información que llevara a cabo el sensor de dióxido de carbono.

```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
gases_mq135
}

void loop()
{
  int mq135_adc = analogRead(A0);
  double V = mq135_adc * (5.0 / 1024);
  double Rs = 1000*((5 - V) / V);
  double vout = 0.00488 * mq135_adc;
  double Ro = Rs / ((5/V)-1);
  double x = (5/V)-1; // (Vcc/Vout)-1

  //double dióxidoDeCarbono = 122.2812*pow(x, -2.839);
  //double monóxidoDeCarbono = 752.2641924*pow(x, -4.16414);
  //double amoniac = 161.7*pow(mq135_resistencia/5463, -2.26);
  double monóxidoDeCarbono = 196.49*pow(x, 6) - 2674*pow(x, 5) + 15123*pow(x, 4) - 45584*pow(x, 3) + 77451*pow(x, 2) - 70617*x + 27167;
  double dióxidoDeCarbono = -77.424*pow(x, 6) + 617.81*pow(x, 5) - 1841.8*pow(x, 4) + 2307*pow(x, 3) - 425.04*pow(x, 2) - 1626.8*x + 1166.6;
  //double monóxidoDeCarbono = 2561.6*pow(2.7182818281, -2.015344653*x);
  //double dióxidoDeCarbono = 891.5*pow(2.7182818281, -2.018822479*x);
  Serial.print("adc:");
  Serial.print(mq135_adc);
  Serial.print(" ");
  Serial.print(x);
  Serial.print(" voltaje:");
  Serial.print(V);
  Serial.print(" Resistencia Rs:");
  Serial.print(Rs);
  Serial.print(" CO2:");
  Serial.print(dioxidoDeCarbono);
}
```

Figura 7 . Código de programación

COM5 (Intel® Edison)

Enviar

adc:235	3.36	voltaje:1.15	Resistencia Rs:3357.45	CO2:-3135.25ppm	CO:238.48ppm
adc:174	4.99	voltaje:0.85	Resistencia Rs:4885.06	CO2:-130327.49ppm	CO:60096.96ppm
adc:135	6.59	voltaje:0.66	Resistencia Rs:6585.19	CO2:-1495779.96ppm	CO:1252277.05
adc:101	9.14	voltaje:0.49	Resistencia Rs:9138.61	CO2:-16854126.89ppm	CO:20552607.
adc:89	10.51	voltaje:0.43	Resistencia Rs:10505.62	CO2:-44851025.89ppm	CO:61164391
adc:81	11.64	voltaje:0.40	Resistencia Rs:11641.98	CO2:-90911143.83ppm	CO:13293243
adc:74	12.84	voltaje:0.36	Resistencia Rs:12837.84	CO2:-176400879.23ppm	CO:2733882
adc:72	13.22	voltaje:0.35	Resistencia Rs:13222.22	CO2:-215095317.04ppm	CO:3387892
adc:65	14.75	voltaje:0.32	Resistencia Rs:14753.85	CO2:-446637178.67ppm	CO:7433004
adc:66	14.52	voltaje:0.32	Resistencia Rs:14515.15	CO2:-400852230.18ppm	CO:6619705
adc:65	14.75	voltaje:0.32	Resistencia Rs:14753.85	CO2:-446637178.67ppm	CO:7433004
adc:64	15.00	voltaje:0.31	Resistencia Rs:15000.00	CO2:-498332150.65ppm	CO:8357254
adc:346	1.96	voltaje:1.69	Resistencia Rs:1959.54	CO2:15.78ppm	CO:43.79ppm
adc:787	0.30	voltaje:3.84	Resistencia Rs:301.14	CO2:687.48ppm	CO:11797.98ppm
adc:102	9.04	voltaje:0.50	Resistencia Rs:9039.22	CO2:-15591410.33ppm	CO:18828449.
adc:79	11.96	voltaje:0.39	Resistencia Rs:11962.03	CO2:-109358750.47ppm	CO:1626295
adc:68	14.06	voltaje:0.33	Resistencia Rs:14058.82	CO2:-324152634.86ppm	CO:5270287
adc:59	16.36	voltaje:0.29	Resistencia Rs:16355.93	CO2:-880968734.24ppm	CO:1534234
adc:64	15.00	voltaje:0.31	Resistencia Rs:15000.00	CO2:-498332150.65ppm	CO:8357254
adc:63	15.25	voltaje:0.31	Resistencia Rs:15253.97	CO2:-556795859.10ppm	CO:9409276
adc:61	15.79	voltaje:0.30	Resistencia Rs:15786.89	CO2:-698188022.73ppm	CO:1197860
adc:762	0.34	voltaje:3.72	Resistencia Rs:343.83	CO2:627.86ppm	CO:10388.84ppm
adc:805	0.27	voltaje:3.93	Resistencia Rs:272.05	CO2:729.82ppm	CO:12849.01ppm
adc:841	0.22	voltaje:4.11	Resistencia Rs:217.60	CO2:812.42ppm	CO:15031.06ppm
adc:856	0.20	voltaje:4.18	Resistencia Rs:196.26	CO2:845.83ppm	CO:15967.96ppm
adc:867	0.18	voltaje:4.23	Resistencia Rs:181.08	CO2:869.91ppm	CO:16664.18ppm
adc:872	0.17	voltaje:4.26	Resistencia Rs:174.31	CO2:880.73ppm	CO:16983.04ppm
adc:872	0.17	voltaje:4.26	Resistencia Rs:174.31	CO2:880.73ppm	CO:16983.04ppm
adc:877	0.17	voltaje:4.28	Resistencia Rs:167.62	CO2:891.47ppm	CO:17303.34ppm
adc:883	0.16	voltaje:4.31	Resistencia Rs:159.68	CO2:904.25ppm	CO:17689.52ppm
adc:884	0.16	voltaje:4.32	Resistencia Rs:158.37	CO2:906.37ppm	CO:17754.07ppm
adc:887	0.15	voltaje:4.33	Resistencia Rs:154.45	CO2:912.70ppm	CO:17948.05ppm
adc:883	0.16	voltaje:4.31	Resistencia Rs:159.68	CO2:904.25ppm	CO:17689.52ppm
adc:878	0.17	voltaje:4.29	Resistencia Rs:166.29	CO2:893.61ppm	CO:17367.57ppm
adc:214	3.79	voltaje:1.04	Resistencia Rs:3785.05	CO2:-11711.96ppm	CO:2021.01ppm

En figura se visualiza la lectura de datos obtenidos por el sensor MQ135, a través del monitor serial de Arduino ID

Figura 8 . Monitor serial

Cada una de las pruebas realizadas, se llevaron a cabo con la tarjeta Arduino Edison y el sensor de gas, montados en el drone, el cual fue volado en el área de Pachuca para lectura de la calidad del aire.



Figura 9 . Prototipo final

De forma complementaria, para la ejecución de este proyecto como herramientas indispensables son la utilización de un dron Phantom 3, el cual vuela alrededor vía control manual y puede estar en distintas alturas del suelo teniendo ensamblado un sensor MQ-135 para la medición de los distintos gases inertes que hay en aire.

El dron Phantom 3 tiene la oportunidad de vincularse con dispositivos móviles Android o iOS, cuenta con una cámara digital de 13 Mpx para visualizar lo que capta. Se puede manipular con el control a una distancia máxima de 5km o 3.1 millas (sin obstáculos ni interferencias) en un campo abierto según la norma marcado de conformidad europea (CE).

.

Conclusiones

El prototipo dedicado al análisis de contaminación de aire permite la lectura adecuada de las señales de información, recibidas por el sensor, ya que son procesadas por la base de datos de manera satisfactoria.

Llevando a cabo el análisis de los datos permitiendo la creación de patrones que permiten conocer el cambio significativo de los contaminantes en el aire, sin embargo es necesario afinar la interpretación de esta información para su adecuada implementación.

Trabajos futuros

Se pretende realizar mejoras en la base de datos, para tener un mejor procesamiento de la información, enriqueciendo dicho procesamiento con el asesoramiento de un experto en la medición de la calidad del aire; además de buscar obtener un menor margen de error en las la lectura de dióxido de carbono en el aire, por medio de sensores con mayor sensibilidad.

Referencias

Redacción (octubre 23, 2017). *Contaminación del aire: Que es, causas, consecuencias y soluciones. Cumbre pueblos.*

WHO (2016) *Quantifying environmental health impacts. World Health Organization.*

Sendler, U. (2018). *Internet of things. Springer Link*

CTLab (2020). *Creative Technology Lab. <http://ctlab.uaeh.edu.mx>*

Veneri, G., & Capasso, A. (2019). *Hands-On Industrial Internet of Things: Create a powerful Industrial IoT infrastructure using Industry 4.0*. Packt.

Hu, F. (2016). *Security and Privacy in Internet of Things (IoTs): Models, Algorithms, and Implementations*. CRC Press.

Zhou, Z.-H., Yang, Q., Gao, Y., & Zheng, Y. (2018). *Artificial Intelligence*. Springer Link.

Datos de Contacto

Dr. Alejandro Mendoza Gamiño

Coordinador del CTLab

Linkedin: <https://www.linkedin.com/in/alejandromendozagamino/>

Email: amendoza@uaeh.edu.mx

Mtro. Melecio Sánchez Ruiz

Coordinador Operativo del CTLab

Linkedin: <https://www.linkedin.com/in/meleciosanchezruiz/>

Email: mele@uaeh.edu.mx

CTLab: Creative Technology Lab, Colegio de Posgrado

Página Web: <http://ctlab.uaeh.edu.mx/>

Email: iot@uaeh.edu.mx



Proyectos del CTLAB: Análisis de contaminación del aire (2020) by [Alejandro Mendoza-Gamiño](#), [Melecio Sánchez-Ruiz](#), Miguel Rendon-Lucas is licensed under a [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](#).