



**Universidad Autónoma Metropolitana - Lerma**

**Samsung Innovation Campus´**

**Proyecto Capstone**

Sistema IoT para el monitoreo de variables fisicoquímicas de  
un cultivo de Limon

**Presenta:**

González Limón Habacuc

2172041139

López Ortega Fabian Andrés

2173072585

Martínez Flores Erick

2173072905

**Tutoría:**

Dra. Paloma A. Vilchis León

Enero 2022

## ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS .....	3
LISTA DE ANEXOS .....	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
INTRODUCCIÓN .....	6
ALINEACIÓN CON ALGUNO DE LOS OBJETIVOS DEL PNUD .....	7
JUSTIFICACIÓN.....	8
OBJETIVOS GENERALES .....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
MATERIAL.....	9
DESARROLLO .....	12
RESULTADOS.....	16
ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	18
CONCLUSIONES .....	18
REFERENCIAS .....	19
REFERENCIAS DE MATERIALES .....	20
ANEXOS.....	21

## Lista de figuras

Placa Raspberry Pi .....	9
Eliminador Raspberry Pi .....	9
Sensor DHT11 .....	9
Sensor de PH E201-BNC .....	10
Sensor BMP180 .....	10
Conversor analógico digital ADC ADS1115 .....	10
Placa célula solar 10x10 cm.....	11
Ejemplo de carcasa.....	11
Batería portátil de carga.....	11
Armado del circuito del prototipo .....	12
Instrucción de llamada, dentro del “main” .....	12
Ejemplo de ejecución para la generación del broker .....	13
Ejemplo de inicialización de Node-Red .....	13
Conexión de bloques en Node-Red .....	14
Inicialización de Grafana .....	15
Visualización de datos del primer testeo en Grafana .....	15
Ejecución y visualización de datos por medio del archivo main.....	16
Circuito funcionando .....	16
Recepción de datos y envío desde Node-red .....	17
Visualización de datos en Grafana.....	17

## Lista de anexos

Objetivos para el desarrollo sostenible .....	18
Armado de circuito DHT11 .....	18
Armado de circuito del sensor de PH E201-BNC Conversor analógico digital ADC ADS1115 .....	19
Circuito del sensor BMP180 .....	19
Conexión DHT11 .....	20
PINOUT Sensor de PH E201-BNC .....	20
PINOUT Sensor BMP180 .....	21
Panel de trabajo de Node-Red .....	22
Ingreso a la plataforma Grafana .....	22
Producción de limón por entidad federativa 2019-2021 (Toneladas) .....	26

## Agradecimientos

El diplomado “Curso del internet de las cosas “, ha sido preparado en colaboración con la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y Samsung, por medio de su iniciativa: Samsung Innovation Campus. Agradecemos el liderazgo técnico del Mtro. Nahim de Anda Ceo Martín (Especialista en servicios de Transformación Digital e Internet de las Cosas), al Ingeniero Hugo Vargas (director de Contenidos) por su orientación y enseñanza a lo largo del curso y en especialmente a la Mtra. Paloma Vilchis (Instructora IoT y electrónica) quien fue nuestra tutora de tiempo completo. De igual manera, agradecemos a toda la comunidad IoT de la UAM SIC GRUPO 2 y 4, por su apoyo durante el diplomado, en especial a los compañeros: Cesar Arturo Mejía Hernández y Gabriel Darío Gonzales Peñaloza que fueron de gran apoyo para el desarrollo del proyecto.

Finalmente, agradecemos a nuestro compañero y amigo, Yair Alejandro Pacheco Cruz, por permitirnos realizar el muestreo de un cultivo de limón en su propiedad.

## Introducción

La demanda de alimentos y productos agrícolas está sufriendo cambios sin precedentes. El crecimiento poblacional, perfiles de consumo, condiciones climáticas y escasez de recursos, deriva en un fuerte desequilibrio entre la oferta y demanda de insumos. Las Naciones Unidas proyectan un importante crecimiento poblacional que llevaría a la población mundial a más de nueve mil millones de personas en 2050, este hecho marca un reto de suma importancia para la supervivencia humana. Es importante mencionar que desde la firma de la Declaración Universal de Derechos Humanos (DUDH), el derecho humano a la alimentación está establecido como derecho fundamental y por lo tanto es inherente a todos los seres humanos e indivisibles de otros derechos vinculados a este (Calderón, 2019).

Los avances tecnológicos y la inmersión multidisciplinar, permitiría buscar nuevas soluciones para problemáticas previamente tratadas, un ejemplo son los bancos de alimentos y los sistemas agrícolas controlados, actualmente ya existen países que están invirtiendo por estas tecnologías, un ejemplo muy significativo son los Países Bajos que se colocan mundialmente como uno de los mayores exportadores de productos agrícolas a pesar de sus dimensiones territoriales y condiciones climáticas, esta nueva manera de preservar y mantener alimento se está construyendo en las ciudades más grandes del mundo, como son: Nueva York, Londres, Tokio y algunos proyectos en África.

México es uno de los países con más riqueza climática, colocándolo como uno de los mayores exportadores de productos agroalimentarios. Durante 2018, fue el octavo mayor exportador de alimentos, con ganancias 35 mil millones de dólares. Actualmente el limón es uno de los productos más exportados por el territorio mexicano, con dos variedades (limón persa 30% y mexicano 70%) (SIAP, 2018). El limón persa o “sin semilla”, aporta gran riqueza a México, en el 2017 la producción nacional fue de dos millones de toneladas, representando un crecimiento de 3.4% respecto al año previo y posicionándolo como principal exportador mundial.

El internet de las cosas es una interconexión entre dispositivos que transmiten información por medio de una red, la integración de sensores que nos proporcionen datos en tiempo real o en periodos cortos, nos ayuda a reaccionar adecuadamente y mantener un proceso preventivo, de tal forma que exista la posibilidad de mejorar los parámetros de un cultivo.

## **Alineación con alguno de los objetivos del PNUD**

El 25 de septiembre de 2015, más de 150 líderes mundiales asistieron a la cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. El escrito oficial se titula: “Transformar Nuestro Mundo: la agenda 2030 para el desarrollo sostenible”, dicho documento incluye 17 Objetivos (Ver Anexo: 1) de Desarrollo Sostenible (ODS) cuyos propósitos son poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático (PNUD MÉXICO, 2019).

La agenda 2030 contempla una serie de metas temáticas detalladas a exactitud, mediante un enfoque multidisciplinar que aborda el desarrollo sostenible, como una necesaria integración entre los sectores sociales, económicos y medioambientales. Asimismo, al ser una agenda de derechos, erige elementos transversales a su implementación, que implican en particular, asegurar el fortalecimiento de los derechos humanos mediante cualquier iniciativa de política pública, considerar en primer lugar a las poblaciones más vulnerables y asociar a los diferentes sectores de la población a su desarrollo (PNUD MÉXICO, 2019).

Atendiendo la invitación del proyecto capstone, dentro del PNUD nuestros objetivos, convergen con los puntos 2 y 11, que se refieren a:

- Poner fin al hambre.
- Ciudades y comunidades sostenibles.

## Justificación

La agricultura es el fundamento de la sociedad como la conocemos, desde tiempos inmemorables hemos buscado la forma de obtener alimentos y producirlos, actualmente los retos van desde la singularidad del individuo por el autoconsumo, hasta el reabastecimiento de insumos en futuros viajes espaciales que buscan el reabastecimiento del astronauta en periodos muy extensos y/o en la capacidad de producir alimento en la expansión humana en otros planetas.

La producción del limón en México tuvo un cierre preliminar en el año 2021, de 2 millones 965 mil toneladas, 4% más que el año pasado, Veracruz fue la principal entidad productora, contribuyendo con 27.3% del total nacional, correspondiente a 809 mil toneladas, seguido por Michoacán con 27% (800 mil toneladas); Oaxaca con 10.3% (306 mil toneladas); Colima 10.1% (300 mil toneladas); Tamaulipas 4.8% (142 mil toneladas) y Jalisco 3.6% (107 mil toneladas). En conjunto, estos estados, aportan 83% de la producción de limón en el país (Véase Anexo 10) (SIAP, 2022). Esta comercialización representa ganancias a nivel nacional de más de \$ 5 000 .00 millones de pesos. Este ingreso es un sustento fundamental para el país, y por tanto requiere una exigencia en su cuidado y atención.

Finalmente, este proyecto puede ser aplicado a pequeños y medianos agricultores, proporcionando un monitoreo constante dentro de sus cultivos, el dispositivo recolectará datos, para después convertirse en información que puede ser consultada, analizada y exportada de acuerdo a los requerimientos de cada agricultor.

## Objetivos generales




- Aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de diplomado para la construcción e implementación de un sistema de monitoreo IoT.

## Objetivos específicos

- Implementar IoT para el monitoreo de: Temperatura, Humedad, PH, Altitud y Presión.
- Desarrollar un dispositivo IoT, para la recolección de datos en tiempo real.
- Analizar y gestionar toda la información recolectada.



## Material

Material	Precio
Raspberry Pi 3B +	\$ 1324.00
 <p><i>Figura 1.- Placa Raspberry Pi.</i></p>	
Eliminador Raspberry Pi 3B +	\$ 135.00
 <p><i>Figura 2.- Eliminador Raspberry.</i></p>	
Sensor de humedad de tierra-suelo Arduino. DHT11	\$ 158.00
 <p><i>Figura 3.- Sensor DHT11.</i></p>	



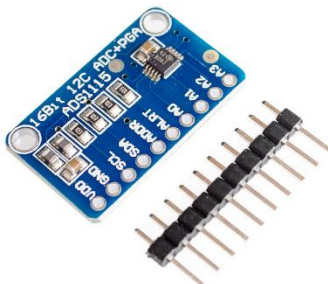
Sensor de PH liquido con electrodo E201-BNC	\$ 630.00
 <p><i>Figura 4.- Sensor de PH E201-BNC.</i></p>	
Sensor de presión Barométrica BMP180	\$ 28.00
 <p><i>Figura 5.- Sensor BMP180.</i></p>	
Conversor analógico digital ADC ADS1115	\$ 130.00
 <p><i>Figura 6.- Conversor analógico digital ADC ADS1115.</i></p>	
Célula solar 5V 280 mA	\$ 90. 00



Figura 7.- Placa Célula solar 10x10 cm.

Carcasa metálica (19\*20\*10) cm

\$ 200.00



Figura 8.- Ejemplo de carcasa.

Batería portátil de carga

\$ 600.00



Figura 9.- Batería portátil.

## Desarrollo

Antes que nada, necesitaremos implementar un interfaz de trabajo, en este caso estaremos utilizando Python 3 en nuestra Raspberry.

Posteriormente se verifica el estado de los sensores, realizando una codificación de 3 scripts para probar por separado cada uno de nuestros dispositivos (Consultar [Anexo](#)), así mismo un circuito correspondiente para realizar este testeo (Ver Anexo: 2, 3 y 4).

Una vez corroborado su funcionamiento es necesario realizar una integración entre sensores, tanto de manera eléctrica (figura 10), como de software.

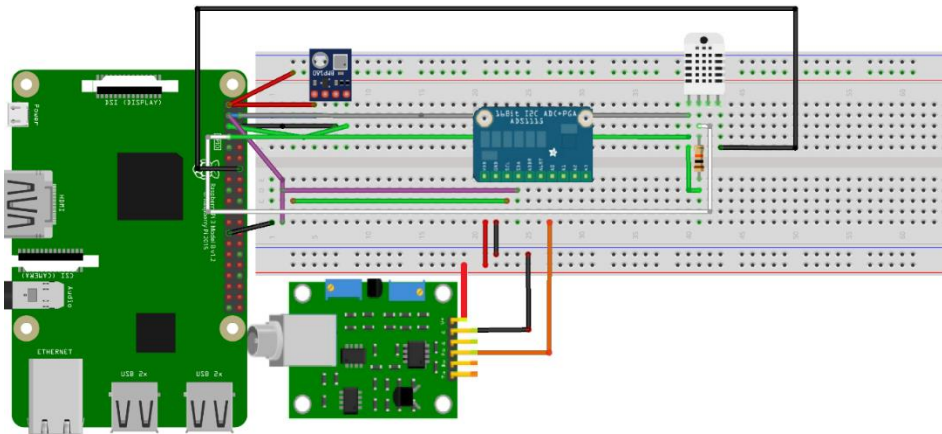


Figura 10.- Armado del circuito del prototipo.

Esta unión de códigos se realizó convirtiendo los 3 scripts en tres nuevos archivos con una estructura de función, para sí poder llamarlos dentro de un nuevo archivo denominado “main” (Consultar [Anexo](#)), que contendrá el cuerpo del programa y una línea de código que importara desde una carpeta llamada “sensores”, las tres nuevas funciones (Figura 11).

```
from sensores import dht11, bmp, sensorPH # impota los archivos
```

Figura 11.- Instrucción de llamada, dentro del “main”.

Para poder lograr una interconexión entre dispositivos, necesitamos hacer uso de distintas herramientas.

El primero es el protocolo de transmisión MQTT, o coloquialmente conocido como mosquito. Inicialmente debemos tener un Broker, que es la dirección IP, a la que le estaremos enviando nuestros datos. Para generar este bróker público, se necesita correr la siguiente instrucción, véase el ejemplo de la figura 12.

```
erick@erick-VirtualBox:~$ nslookup broker.hivemq.com
Server:          127.0.0.53
Address:         127.0.0.53#53

Non-authoritative answer:
Name:   broker.hivemq.com
Address: 35.157.158.119
Name:   broker.hivemq.com
Address: 18.193.126.219
```

Figura 12.- Ejemplo de ejecución para la generación de bróker.

Una vez generado el bróker público, se debe implementar otra herramienta llamada Node-Red, que es una interfaz gráfica que nos permite realizar una programación entre nodos, para inicializar este sistema, debemos ejecutar la siguiente instrucción (figura 13), esto generara una dirección IP, que copiaremos y pegaremos en cualquier navegador, para proceder a la ventana de trabajo del Node-Red (Ver Anexo 8).

```
erick@erick-VirtualBox:~$ node-red
28 Jan 23:43:26 - [info]

Welcome to Node-RED
=====

28 Jan 23:43:26 - [info] Node-RED version: v1.3.5
28 Jan 23:43:26 - [info] Node.js version: v14.17.2
28 Jan 23:43:26 - [info] Linux 5.13.0-27-generic x64 LE
28 Jan 23:43:27 - [info] Loading palette nodes
28 Jan 23:43:27 - [info] Settings file : /home/erick/.node-red/settings.js
28 Jan 23:43:27 - [info] Context store : 'default' [module=memory]
28 Jan 23:43:27 - [info] User directory : /home/erick/.node-red
28 Jan 23:43:27 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
28 Jan 23:43:27 - [info] Flows file : /home/erick/.node-red/flows_erick-VirtualBox.json
28 Jan 23:43:27 - [info] Creating new flow file
28 Jan 23:43:27 - [warn]
```

Figura 13.- Ejemplo de inicialización de Node-red.

Para la programación del Node-red utilizamos 4 diferentes tipos de nodos, cada variable cuenta con su nodo de transmisión, envío, almacenamiento y mensaje (Ver figura 14).

El primer bloque de nodos de lado izquierdo color morado, es una entrada del protocolo MQTT, que nos permitirá suscribirnos al tema del que estamos trabajando, es muy importante el buen manejo de tópicos, porque radica la buena conexión entre nodos, el siguiente bloque de color amarillo es un canal de envío, así como la configuración de una variable string a un número, esto con la finalidad de poder almacenarlo e interpretarlo en los siguientes nodos y posteriormente traspalarlos a nuestro Dashboard. el tercer bloque color rosa es una salida con la extensión influxdb, esta nos permitirá mandar nuestra información a nuestra base de datos. Influxdb es de suma importancia, ya que nos permitirá generar una base de datos para toda la información que recopilamos, el ultimo nodo de color verde, es solamente para mostrar un mensaje de envío de datos.

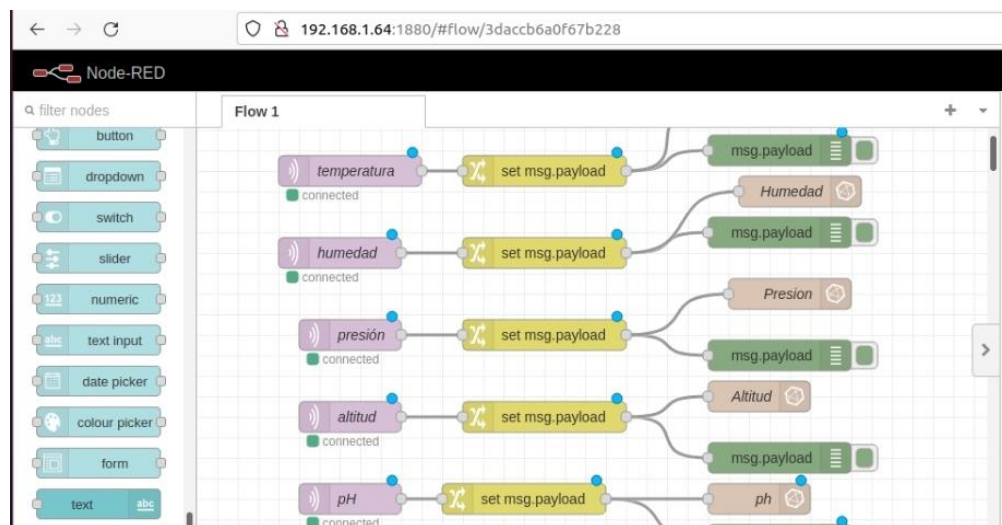


Figura 14.- Conexión de bloques en Node-Red.

Para continuar con el gestionamiento de datos se utilizó la herramienta Grafana, la cual nos permite tener una visualización más detallada de la información que recopilan los sensores, se debe inicializar y verificar el buen funcionamiento de esta herramienta, ejecutando las siguientes líneas de código dentro de una terminal (Véase figura 15).



```
erick@erick-VirtualBox:~$ sudo systemctl start grafana-server
erick@erick-VirtualBox:~$ sudo systemctl status grafana-server
● grafana-server.service - Grafana instance
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/grafana-server.service; disabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Sat 2022-01-29 00:39:39 CST; 19s ago
     Docs: http://docs.grafana.org
    Main PID: 6434 (grafana-server)
      Tasks: 13 (limit: 5739)
     Memory: 30.2M
    CGroup: /system.slice/grafana-server.service
            └─6434 /usr/sbin/grafana-server --config=/etc/grafana/grafana.ini

ene 29 00:39:49 erick-VirtualBox grafana-server[6434]: t=2022-01-29T00:39:49-06>
ene 29 00:39:49 erick-VirtualBox grafana-server[6434]: t=2022-01-29T00:39:49-06>
ene 29 00:39:49 erick-VirtualBox grafana-server[6434]: t=2022-01-29T00:39:49-06>
ene 29 00:39:49 erick-VirtualBox grafana-server[6434]: t=2022-01-29T00:39:49-06>
ene 29 00:39:49 erick-VirtualBox grafana-server[6434]: t=2022-01-29T00:39:49-06>
ene 29 00:39:49 erick-VirtualBox grafana-server[6434]: t=2022-01-29T00:39:49-06>
ene 29 00:39:50 erick-VirtualBox grafana-server[6434]: t=2022-01-29T00:39:50-06>
ene 29 00:39:50 erick-VirtualBox grafana-server[6434]: t=2022-01-29T00:39:50-06>
ene 29 00:39:50 erick-VirtualBox grafana-server[6434]: t=2022-01-29T00:39:50-06>
ene 29 00:39:50 erick-VirtualBox grafana-server[6434]: t=2022-01-29T00:39:50-06>
lines 1-20/20 (END)...skipping...
● grafana-server.service - Grafana instance
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/grafana-server.service; disabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Sat 2022-01-29 00:39:39 CST; 19s ago
     Docs: http://docs.grafana.org
    Main PID: 6434 (grafana-server)
```

Figura 15.- Inicialización de Grafana.

Para ingresar a Grafana podemos acceder directamente desde cualquier navegador e iniciar sesión (Ver Anexo 9), o colocar la dirección dirección IP con uso del puerto 3000 en cualquier navegador, (ejemplo: 192.100.168.4:3000). Esta última herramienta se usará para generar un Dashboard, todos los datos que recolecta el dispositivo se pueden analizar y digitalizar, en la figura 16, podemos observar los primeros datos de obtenidos.

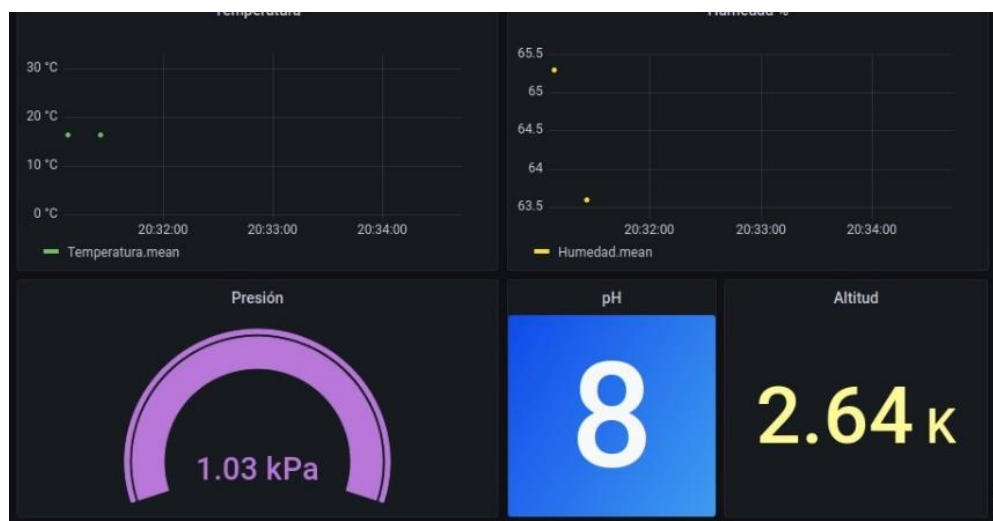
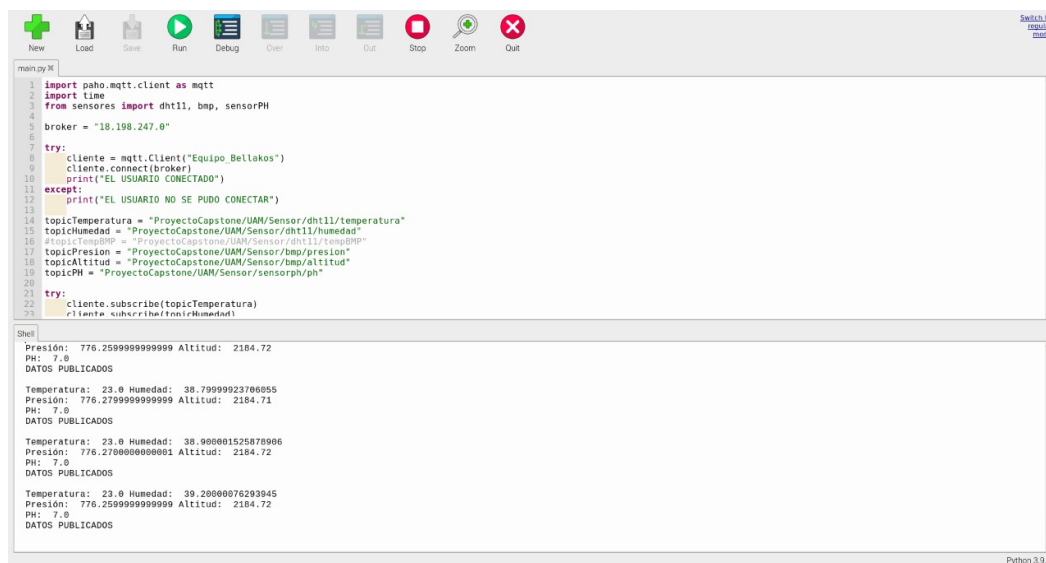


Figura 16.- Visualización de datos del primer testeo en Grafana.

## Resultados



```

1 import paho.mqtt.client as mqtt
2 import time
3 from sensores import dht11, bmp, sensorPH
4 broker = "18.198.247.0"
5
6 try:
7     cliente = mqtt.Client("Equipo_Bellakos")
8     cliente.connect(broker)
9     print("EL USUARIO CONECTADO")
10 except:
11     print("EL USUARIO NO SE PUDO CONECTAR")
12
13 topicTemperatura = "ProyectoCapstone/UAM/Sensor/dht11/temperatura"
14 topicHumedad = "ProyectoCapstone/UAM/Sensor/dht11/humedad"
15 topicPresion = "ProyectoCapstone/UAM/Sensor/bmp/presion"
16 topicAltitud = "ProyectoCapstone/UAM/Sensor/bmp/altitud"
17 topicPH = "ProyectoCapstone/UAM/Sensor/sensorph/ph"
18
19 try:
20     cliente.subscribe(topicTemperatura)
21     cliente.subscribe(topicHumedad)
22
23
24
25
26
27

```

Shell

```

Presión: 776.2599999999999 Altitud: 2184.72
PH: 7.8
DATOS PUBLICADOS
Temperatura: 23.0 Humedad: 38.79999923786055
Presión: 776.2799999999999 Altitud: 2184.71
PH: 7.0
DATOS PUBLICADOS
Temperatura: 23.0 Humedad: 38.900001525878906
Presión: 776.2700000000001 Altitud: 2184.72
PH: 7.0
DATOS PUBLICADOS
Temperatura: 23.0 Humedad: 39.20000076293945
Presión: 776.2599999999999 Altitud: 2184.72
PH: 7.8
DATOS PUBLICADOS

```

Python 3.9.2

Figura 17.- Ejecución y Obtención de datos por medio del archivo main.



Figuras 18 y 19.- Circuito funcionando



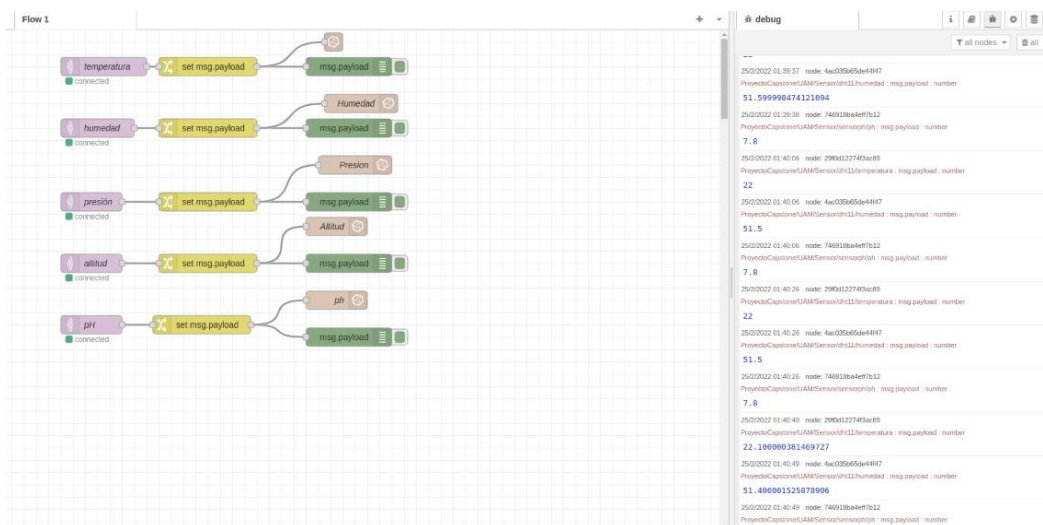


Figura 20.- Recepción de datos y envío desde Node-red.

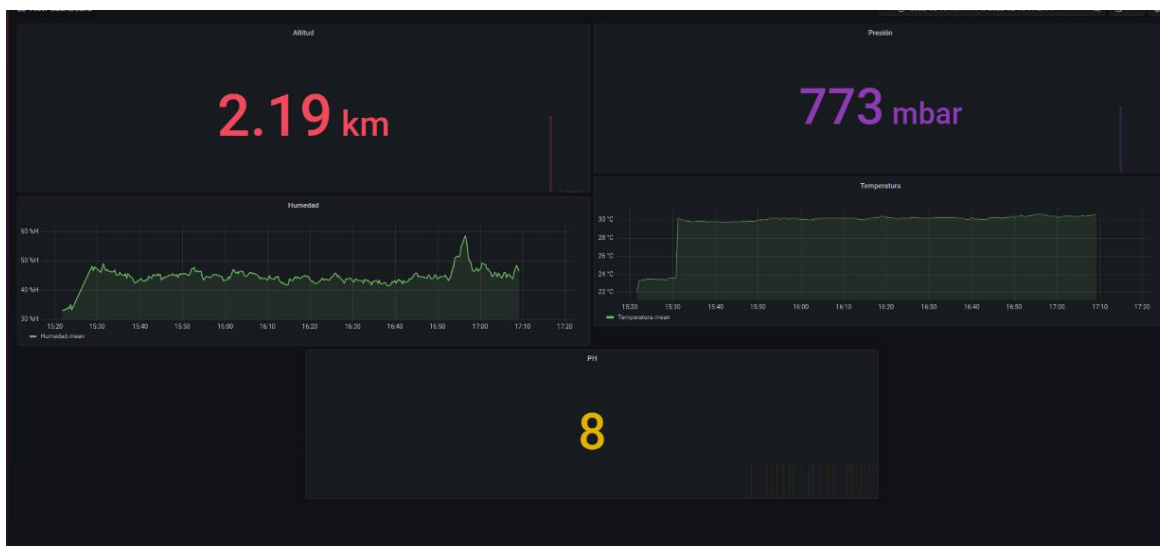


Figura 21.- Visualización de datos en Grafana.

## **Análisis de resultados**

En la figura 16, se observa la ejecución del código principal, primero se conecta con el servidor y después se suscribe a los temas que en este caso son cada una de nuestras variables, el programa muestra en pantalla los datos obtenidos por el dispositivo y solamente se detendrá si existe una interrupción directa a la interfaz, oh que llegará a fallar la raspberry Pi.

El prototipo se puede apreciar en las dos siguientes figuras (17 y 18), se encuentra montado en una carcasa metálica, que facilita su transporte y colocación en el área de estudio, el electrodo del módulo de pH va directamente al suelo, y la estructura de los sensores van conectados y soldados sobre la placa PCB, integramos una batería externa para poder alimentar a nuestra Raspberry Pi, así como una célula solar para obtener un flujo de carga, durante la ejecución, los datos serán enviados a la estructura de bloques Node-red, en donde podemos transportarlos y almacenarlos por medio del protocolo mqtt e influxdb, de lado derecho de la figura 19, se aprecia la recepción de datos, así como los Topics. Finalmente, los datos recolectados se transportan a nuestra herramienta de graficación, en donde podremos convertirla en información y analizarla, obteniendo un monitoreo en tiempo real y generando un dashboard (Figura 20).

## **Conclusiones**

Este proyecto representa una oportunidad para sobrellevar y prevenir problemáticas que se desarrollen dentro del sector agrícola, gracias a la recolección y análisis de datos logramos tener un historial respecto al comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en la zona de estudio, que nos permite cuidar y prevenir factores que alteren o dañen al cultivo.

En el proceso de desarrollo del proyecto los objetivos se lograron alcanzar, el limón cuenta con rangos específicos para un buen crecimiento, es por eso que los sensores utilizados fueron claves para obtener resultados más acercados a la realidad agrícola, consideramos que este sistema de monitoreo se puede mejorar resolviendo problemas como el suministro de energía, aspectos físicos para tener una mejor movilidad y adaptación a distintas condiciones, e incluso implementar algún dispositivo para la detección de plagas.

## Referencias

- Ricardo Domínguez García-Baquero. (2020). Agroindustria 4.0, la era de la información y la conectividad. 20/01/22, de SMART FLIGHT Sitio web: <https://www.mercacei.com/pdf/m104-digitalizacion.pdf>.
- Diego Hernando Flórez Martínez. (2021). Agroindustria 4.0: Mega tendencia para las actividades de Ciencia, Tecnología y Innovación en el sector agropecuario. 21/01/22, de Agrosavia corporación colombiana de investigación agropecuaria Sitio web: [https://www.researchgate.net/publication/343263423\\_Agroindustria\\_40](https://www.researchgate.net/publication/343263423_Agroindustria_40).
- Kate Pescadilla. (2019). Estos tomates holandeses pueden enseñarle al mundo sobre agricultura sostenible. 27/01/22, de WORLD ECONOMIC FORUM Sitio web: <https://www.weforum.org/agenda/2019/11/netherlands-dutch-farming-agriculture-sustainable/>.
- Marta Calderón Carvajal. (2019). DERECHO A LA ALIMENTACIÓN Y BANCOS DE ALIMENTOS ANÁLISIS DE LOS BANCOS DE ALIMENTOS A TRAVÉS DEL ENFOQUE BASADO EN DERECHOS HUMANOS. 22/01/22, de Universidad POLITÉCNICA, Universidad Complutense Madrid Sitio web: [https://www.derechoalimentacion.org/sites/default/files/pdf-materiales/TFM\\_Calder%C3%B3n\\_Carvajal\\_Marta.pdf](https://www.derechoalimentacion.org/sites/default/files/pdf-materiales/TFM_Calder%C3%B3n_Carvajal_Marta.pdf).
- Centro de noticias de la ONU. (2015). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. 22/01/22, de Objetivos de desarrollo sostenible Sitio web: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>.
- PNUD MÉXICO. (2019). EL ENFOQUE DE LA AGENDA 2030 EN PLANES Y PROGRAMAS PÚBLICOS EN MÉXICO. 17/01/22, de PNUD MÉXICO Sitio web: <file:///C:/Users/Easy%20E/Downloads/190305Gu%C3%ADaPIanear.pdf>.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, SIAP. (2022). Oferta nacional de Limón. 22-01-22, de secretaria de agricultura y desarrollo rural Sitio web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/694234/Nota\\_sobre\\_produccion\\_y\\_precio\\_de\\_limon\\_20ene22.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/694234/Nota_sobre_produccion_y_precio_de_limon_20ene22.pdf).
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Limón mexicano, único en el mundo. 18/01/22, de SIAP Sitio web: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/limon-mexicano-unico-en-el-mundo>.
- Carlos A. da Silva, Doyle Baker, Andrew W. Shepherd, Chakib Jenane y Sergio Miranda da Cruz. (2013). Agroindustrias para el desarrollo. 15/01/22, de ORGANIZACIÓN DE LAS

## Referencias de materiales

- UNIT ELECTRONICS. (2016-2021). Sensor de Presión Barométrica BMP180. 10/01/22, de UNIT ELECTRONICS Sitio web: <https://uelectronics.com/producto/sensor-de-presion-barometrica-bmp180/>.
- TECNEU TECHNOLOGY. (2020). Sensor De Humedad De Tierra Suelo Arduino, Pic. 10/01/22, de Mercado libre Sitio web: [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-602081436-sensor-de-humedad-de-tierra-suelo-arduino-pic-JM?matt\\_tool=54128181&matt\\_word=&matt\\_source=google&matt\\_campaign\\_id=14542140469&matt\\_ad\\_group\\_id=123709642021&matt\\_match\\_type=&matt\\_network=g&matt\\_device=c&matt\\_creative=544038483243&matt\\_keyword=&matt\\_ad\\_position=&matt\\_ad\\_type=pla&matt\\_merchant\\_id=164788322&matt\\_product\\_id=MLM602081436&matt\\_product\\_partition\\_id=1404886571218&matt\\_target\\_id=pla-1404886571218&gclid=Cj0KCQiA8vSOBhCkARIsAGdp6RQGvVqt9cdsAuMIdPKrvwlztVF9](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-602081436-sensor-de-humedad-de-tierra-suelo-arduino-pic-JM?matt_tool=54128181&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14542140469&matt_ad_group_id=123709642021&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=544038483243&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=164788322&matt_product_id=MLM602081436&matt_product_partition_id=1404886571218&matt_target_id=pla-1404886571218&gclid=Cj0KCQiA8vSOBhCkARIsAGdp6RQGvVqt9cdsAuMIdPKrvwlztVF9)
- UNIT ELECTRONICS. (2016-2021). PH-4502C Sensor de PH Liquido con electrodo E201-BNC. 10/01/22, de UNIT ELECTRONICS Sitio web: <https://uelectronics.com/producto/sensor-de-ph-liquido/>.
- [dMmm8WQI3\\_JQUGxcLWUxaN4hpxoaAuWuEALw\\_wcB](https://uelectronics.com/producto/sensor-de-ph-liquido/).
- UNIT ELECTRONICS. (2016-2021). Eliminador Raspberry Pi 3 5V-3A. 10/01/22, de UNIT ELECTRONICS Sitio web: <https://uelectronics.com/producto/cargador-raspberry-pi-3b-5-volts-3-ampers/>.
- Raspberry. (2019). 330ohms Raspberry Pi 3 Modelo B+. 10/01/22, de Amazon Prime Sitio web: [https://www.amazon.com.mx/ELEMENT-330ohms-Raspberry-Pi-Modelo/dp/B07PYFH69S?ref=ast\\_sto\\_dp](https://www.amazon.com.mx/ELEMENT-330ohms-Raspberry-Pi-Modelo/dp/B07PYFH69S?ref=ast_sto_dp)
- UNIT ELECTRONICS. (2016-2021). ESP32 CAM OV2640 Wifi Bluetooth. 10/01/22, de UNIT ELECTRONICS Sitio web: <https://uelectronics.com/producto/esp32-cam-ov2640-wifi-bluetooth/>.

## Anexo



Producido en colaboración con TROLLBÄCK + COMPANY | TheGlobalGoals@trollback.com | +1.212.529.1010  
Para cualquier duda sobre la utilización, por favor comuníquese con: dpicampaign@un.org

Figura 1.- Objetivos para el desarrollo sostenible.

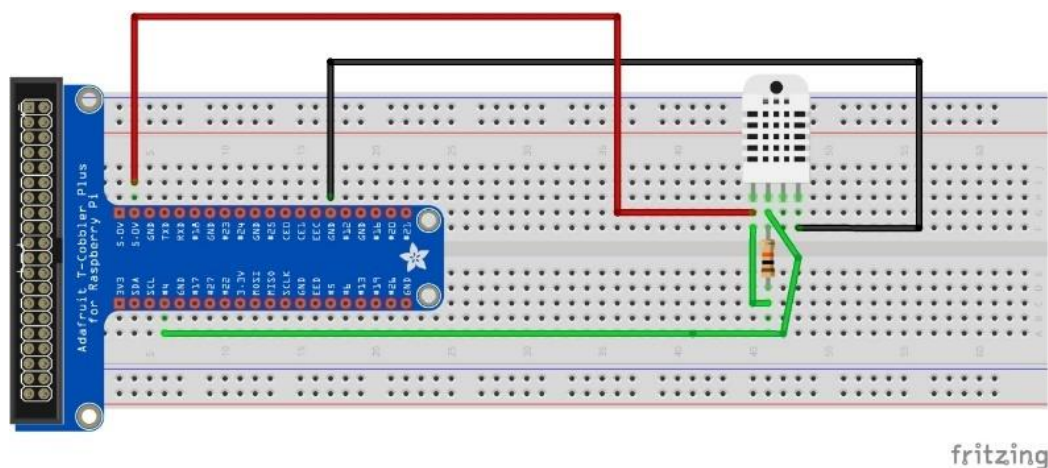
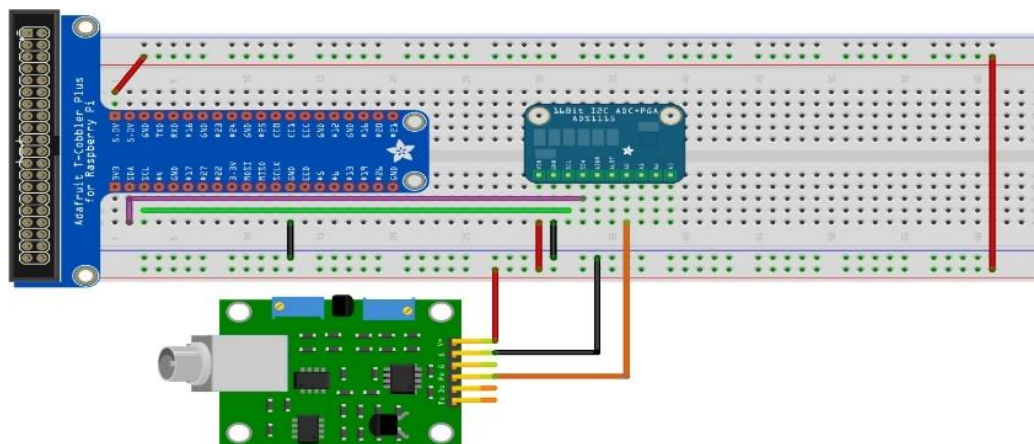


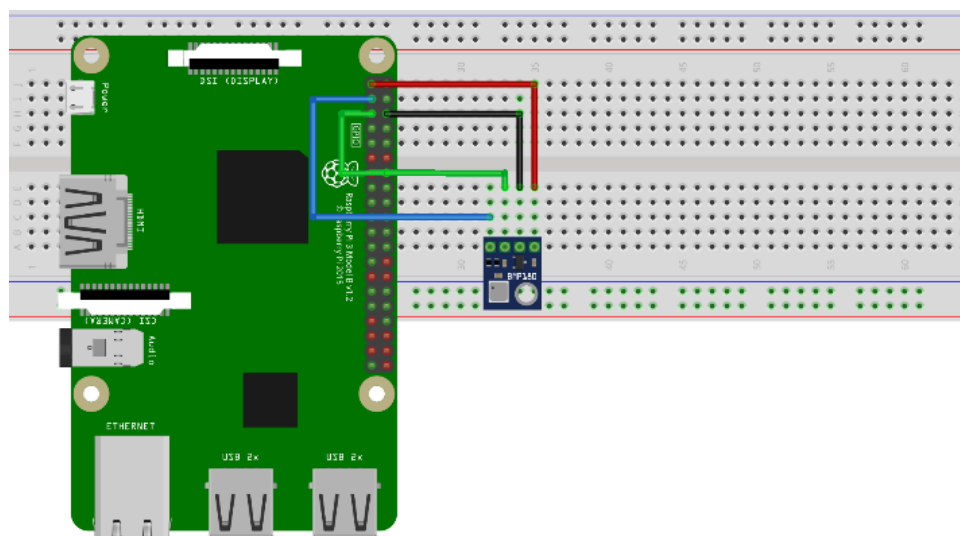
FIGURA 2.- Armado de circuito DHT11.





fritzing

FIGURA 3.-Armado de circuito del sensor de PH E201-BNC  
Convertor analógico digital ADC ADS1115



fritzing

FIGURA 4.- Circuito del sensor BMP180.

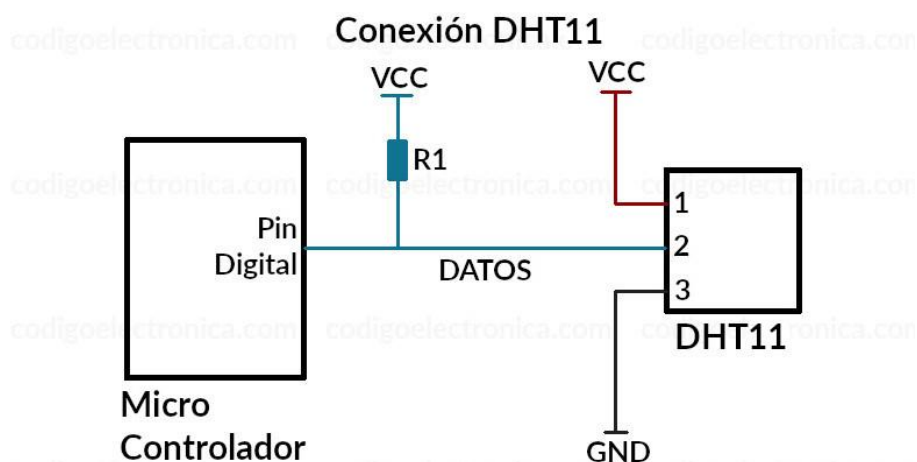


FIGURA 5.- Conexión DHT11.

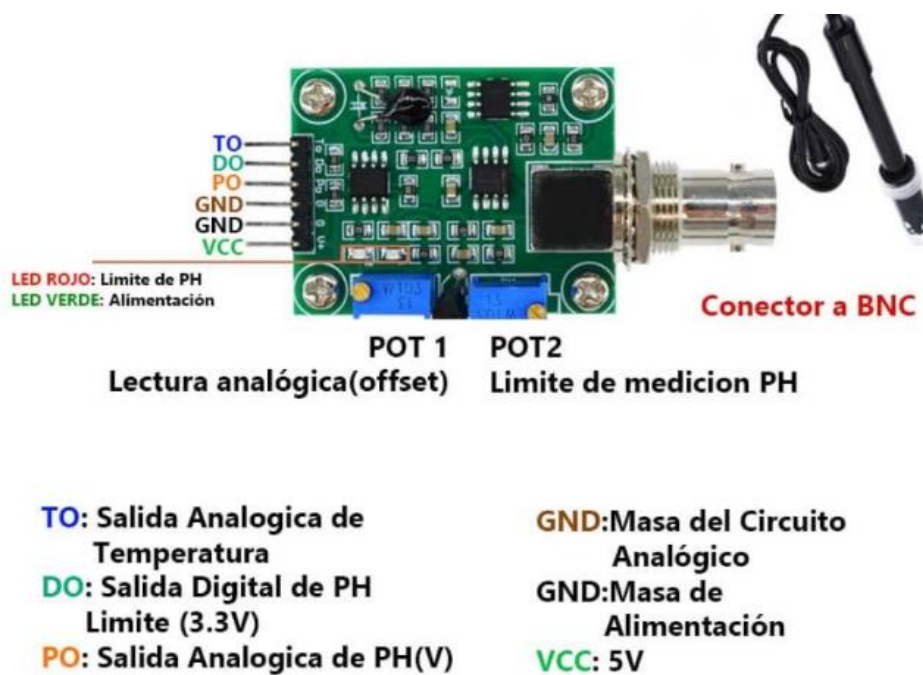


FIGURA 6.- PINOUT Sensor de PH E201-BNC.

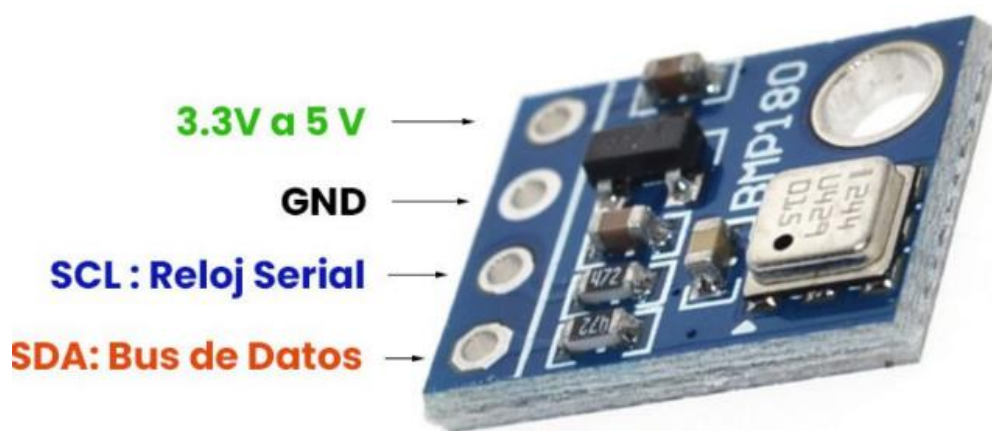


FIGURA 7.- PINOUT Sensor BMP180.

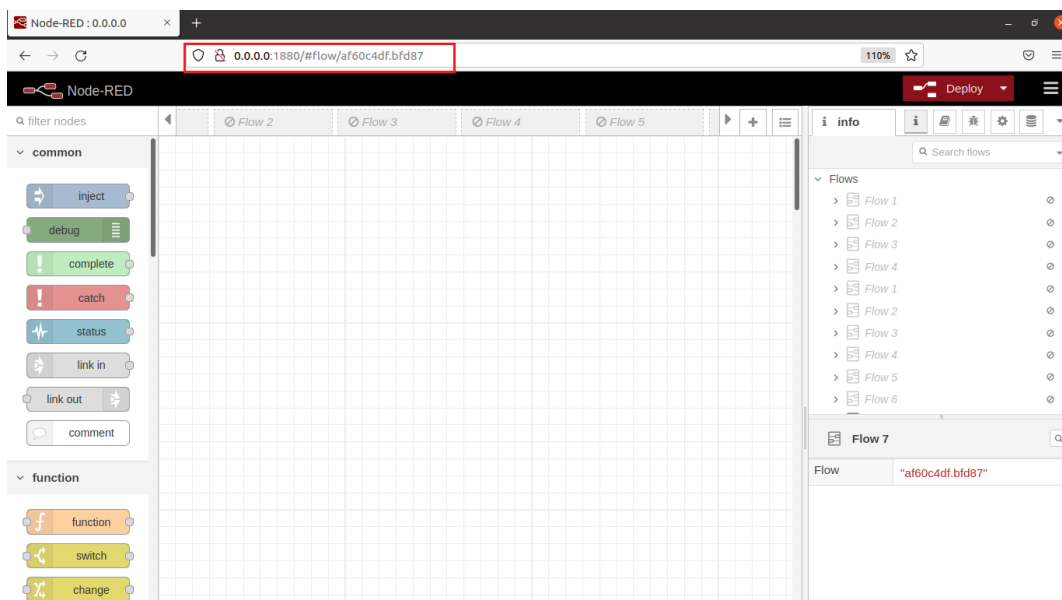


Figura 8.- Panel de trabajo de Node-Red



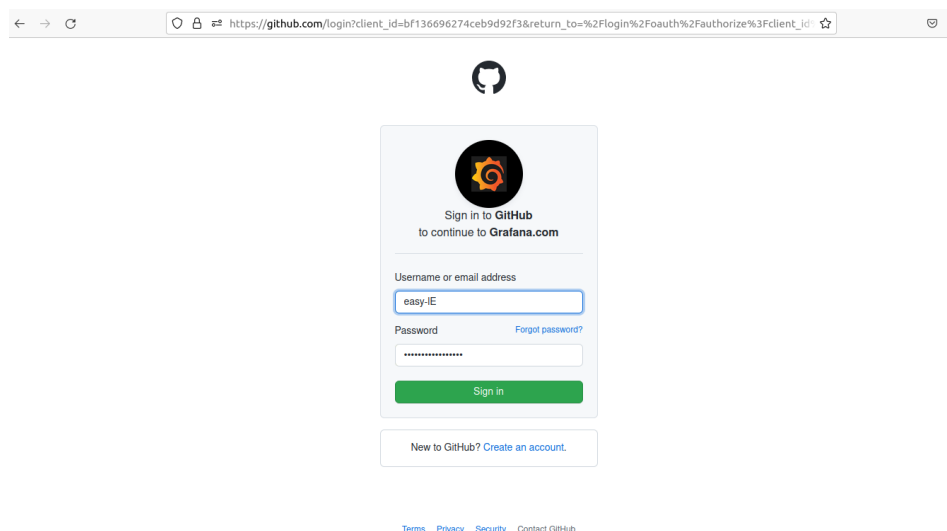


Figura 9.- Ingreso a la plataforma Grafana.

ESTADO	2019	2020	2021 <sup>1/</sup>	Variación (%) 2020/2021
Veracruz	702,876	788,555	808,601	2.5
Michoacán	782,375	798,252	800,313	0.3
Oaxaca	263,387	281,559	306,027	8.7
Colima	273,877	274,486	299,505	9.1
Tamaulipas	104,242	116,853	142,025	21.5
Jalisco	99,607	103,952	107,058	3.0
Yucatán	74,243	79,940	96,991	21.3
Tabasco	85,941	86,097	87,368	1.5
Guerrero	79,720	80,064	80,536	0.6
San Luis Potosí	36,880	45,630	45,296	-0.7
Puebla	33,719	36,860	39,895	8.2
Quintana Roo	32,505	43,177	39,127	-9.4
Nayarit	24,133	27,513	30,408	10.5
Sinaloa	14,023	24,866	23,910	-3.8
Chiapas	14,105	16,220	17,737	9.4
Campeche	16,918	17,518	16,393	-6.4
Zacatecas	5,553	5,316	6,243	17.4
Morelos	4,296	4,456	4,748	6.5
Sonora	3,215	2,852	3,091	8.4
Nuevo León	4,142	11,026	2,046	-81.4
Baja California	1,025	1,619	2,005	23.8
Hidalgo	1,824	1,846	1,868	1.2
Aguascalientes	171	641	1,250	95.2
México	1,038	1,061	1,079	1.7
Durango	798	722	728	0.9
Baja California Sur	303	252	253	0.5
Guanajuato	46	63	87	38.4
Querétaro	10	30	33	10.0
<b>TOTAL</b>	<b>2,660,971</b>	<b>2,851,427</b>	<b>2,964,621</b>	<b>4.0</b>

Figura 10.- Producción de limón por entidad federativa 2019-2021 (Toneladas).