UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Facultad de Ingeniería
Ingeniería electrónica

ANTEPROYECTO DE GRADO MODALIDAD DE PASANTÍA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA PARA LA TOMA DE DIVERSAS MAGNITUDES FÍSICAS Y QUÍMICAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN RESERVORIO DE TRUCHAS.

Autor:

Edgar Yesid Quiroga Caro

Director Interno:

Julián Rolando Camargo López

Director Externo:

Samuel Raúl López Blanco

Bogotá D.C., Colombia
Enero 2022

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN **1**

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **3**

3. OBJETIVOS **4**

3.1. Objetivos generales 4

3.2. Objetivos específicos 4

4. Desarrollo y Resultados **5**

4.1. Fase 1 5

4.2. Fase 2 8

4.3. Fase 3 9

4.4. Fase 4 12

4.5. Fase 5 12

4.6. Fase 6 14

4.7. Fase 7 14

4.8. Fase 8 16

4.9. Fase 9 17

4.10. Fase 10 19

4.11. Fase 11 23

5. Conclusiones **24**

6. REFERENCIAS **25**

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

La meteorología es la ciencia que se encarga de estudiar los fenómenos atmosféricos de un lugar o zona en particular, esto con la idea de extraer información de dichos fenómenos y poder describir las características climáticas de dicha zona [1]. Esto ultimo es lo que permite a los meteorólogos realizar predicciones del clima, es decir, determinar por medio de probabilidades lo que pasara en las siguientes horas o como podría ser el clima en una región en especifico, por ejemplo, se sabe que en las zonas montañosas hay una gran concentración de nubes, nieve y lluvia, ya que el aire se enfría porque se tiene que elevar para pasar por encima de las mismas. En el caso de las ciudades, también conocidas como islas de calor, la temperatura suele ser mas alta porque lugares como parranderos, carreteras o los techos de casas, se calientan cuando están en contacto con el sol generando tormentas en dicha ciudad o afectando el clima de otras [2]. La predicción del clima es algo muy fiable a corto plazo (12/24 horas), sin embargo, a largo plazo es algo mas difícil, ya que estas predicciones incluyen el concepto matemático al que se le conoce como teoría del caos o efecto mariposa, el cual establece que hasta la variación mas pequeña puede terminar cambiando todo un análisis a largo plazo [2]. Por lo tanto, la mayoría de especialistas aseguran que una predicción meteorológica superior a los 5 días posteriores tendrá demasiadas suposiciones y posiblemente sera errónea. Existen varias herramientas que permiten realizar las predicciones mencionadas anteriormente, entre ellas se encuentran los satélites meteorológicos, los globos y radares meteorológicos y las estaciones meteorológicas, las cuales cuentan con instrumentos como termómetros para medir la temperatura, barómetros para medir la presión, pluviómetros para medir la cantidad de agua que cae cuando llueve, anemómetros para medir la velocidad del viento, veletas para la dirección de este ultimo, higrómetros para medir la humedad, entre otros instrumentos que también permiten medir el ozono, el dióxido de carbono, la calidad del aire, etc [1].

BD Guidance es una empresa que surgió en el 2005 en San Francisco, CA y posteriormente, en 2013, abre un hub de negocios en Colombia e inicia operaciones con sedes en Bogotá y Medellin [3]. El objetivo de esta compañía es el de ejecutar las oportunidades de un negocio

o proyecto, por medio de opciones que hagan uso de la las TIC fortaleciendo la educación de las empresas de dichos negocios, para que las partes interesadas produzcan retornos de inversión. Al ser una empresa enfocada en las TIC y el IoT, la misma da ejemplo en su oficina, en la cual se encuentran diversos sensores de temperatura, humedad, movimiento y cámaras en distintos puntos estratégicos, los cuales envían información a la base de datos de la compañía con el fin de que posteriormente puedan ser analizados. Todos estos sensores envían esta información a una base de datos en influxDB, la misma permite hacer mapas de calor o de movimiento y con estos datos determinar si hay demasiadas personas en la oficina, cuales son las horas del día en las que hay un mayor flujo de gente, entre otras cosas. La empresa cuenta con una estación meteorológica de la compañía Switch Doc Labs que puede ser consultada en [4], la misma permite tener datos como temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, la cantidad de agua que cae cuando llueve, un detector de rayos, entre otras cosas. Dichos datos pueden ser observados en una pantalla que incorpora el dispositivo o por medio de internet haciendo uso de una pagina de la compañía. BD Guidance tiene como proyecto, primeramente, enviar estos datos a su base de datos para que dichos datos puedan ser analizados o estudiados. Posteriormente, se desea crear una estación meteorológica propia que pueda sensar las medias anteriormente mencionadas y que adicionalmente se puedan agregar otro tipo de sensores para lagos, es decir, sensores de pH, sensores de temperatura para el agua, sensores de oxigeno disuelto, entre otros. Este proyecto sera utilizado para desarrollar la modalidad de grado y el cual desarrollara, en el estudiante, nuevos conocimientos en los campos de: sistemas embebidos, programación, acondicionamientos de sensores, bases de datos y otros mas.

Capítulo 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

BD Guidance cuenta con varios sensores los cuales envían información a la base de datos de la compañía, además cuentan con una estación meteorológica que es capaz de mostrar datos de temperatura, humedad, presión, precipitación, velocidad y dirección del viento en tiempo real, sin embargo, esta no es capaz de almacenar dicha información en la base datos así como los otros sensores. Adicionalmente, la empresa quiere implementarle otro tipo de sensores a la estación, pero la tarjeta en la que esta montado el circuito no permite dicha implementación.
Es por esto que es necesario realizar la modificación de la estación de la empresa para que envíe la información a la base de datos y adicionalmente, el diseño de un dispositivo que sea capaz de medir lo valores que ya mide la estación pero que también pueda sensar otras magnitudes, enviando toda esta información a la base de datos.

Capítulo 3

OBJETIVOS

3.1. Objetivos generales

Modificar la estación meteorológica con la que cuenta la empresa para que la información que esta midiendo pueda ser enviada a la base de datos de al empresa. Adicionalmente, elaborar un dispositivo que permita la medición de otro tipo de magnitudes como, por jemplo, pH, conductividad, oxigenación del agua, etc. Tenido en cuenta que dichas magnitudes también deben ser enviadas a la base datos de la compañía.

3.2. Objetivos específicos

- Investigar acerca del funcionamiento del código que utiliza la estación meteorológica de Switch Doc Labs.
- Definir el intervalo de tiempo prudente para que la estación envié datos a la base de datos y que la misma no se llegue a saturar de información redundante o innecesaria.
- Modificar el código de la estación meteorológica proporcionado por Switch Doc Labs para que esta pueda enviar información la base de datos.
- Investigar sobre el funcionamiento de los sensores utilizados en la estación meteorológica de Switch Doc Labs y de esta manera buscar sensores similares que puedan llegar a ser mas económicos, que puedan prestar funcionalidades como medición de pH, oxigeno o temperatura del agua o que hagan uso de la tecnología LoraWan.
- Haciendo uso de un microcontrolador, como un esp32 o una tarjeta con tecnología LoraWan, realizar el diseño de un producto que tenga las cualidades de una estación meteorológica y además sirva para extraer información de un reservorio o lago.

Capítulo 4

Desarrollo y Resultados

Como se menciono anteriormente el proyecto esta dividido en dos partes, cada uno con sus respectivas fases, por lo que a continuación se mostrará como fue el desarrollo de cada fase.

4.1. Fase 1

En esta fase nos dirigimos directamente a la pagina de Switch Doc labs [4] en donde podemos encontrar toda la información y documentación del dispositivo "WeatherRack - Anemometer/Wind /Rain for WeatherPiArduino/WeatherPlus/Raspberry Pi/Arduino"(figura 4.1), cuya fabricación esta descontinuada y ha sido reemplazado por el "WeatherRack2". Esta estación hace uso de diversos sensores como, por ejemplo, un sensor AM2325 que es un sensor tanto de temperatura como de humedad relativa (figura 4.2), un sensor BMP180 que mide Presión atmosférica y un kit meteorológico que incluye veleta, pluviómetro y anemómetro (figura 4.3).

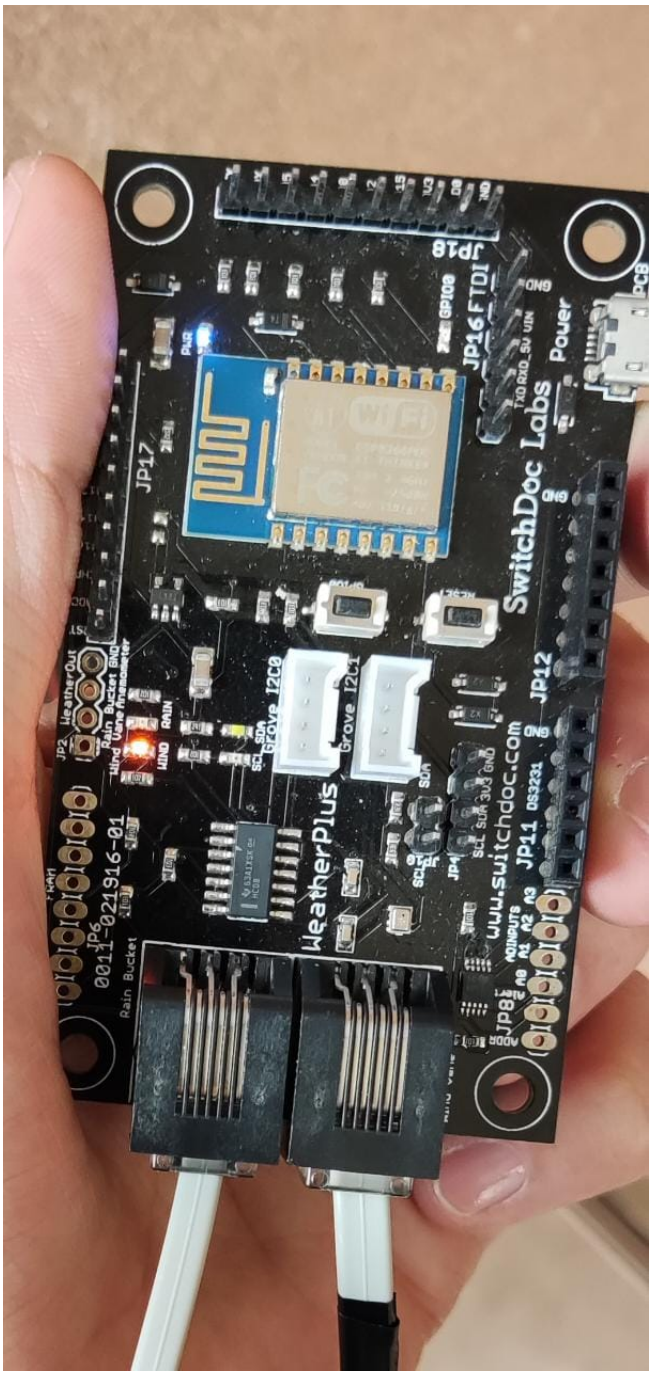

Figura 4.1: WeatherRack - Anemometer/Wind /Rain for WeatherPiArduino/WeatherPlus/Raspberry Pi/Arduino. Elaboración propia.

Figura 4.2: Sensor AM2315. Elaboración propia.

Figura 4.3: Kit meteorológico. Elaboración propia.

En dicha pagina es posible encontrar el enlace a github en donde se encuentra el código que se utilizo en la board, la cual hace uso de un ESP8266 para poder funcionar. Se procedió a descargar el IDE de arduino con el fin de verificar el correcto funcionamiento del programa que se encontraba en github, después de haber descargado el IDE fue necesario instalar la versión de la board para el ESP8266 versión 2.7.4, ya que la versión mas actualizada producía un error de compilación. Adicionalmente, se leyó toda la documentación que había en la pagina acerca del funcionamiento de la estación meteorológica la board y sus componentes, además de la información correspondiente a la base de datos que tiene la empresa la cual es InfluxDB.

4.2. Fase 2

Una vez finalizada la investigación del código, comienza la siguiente fase, la cual se basa en la definición de los tiempos para no llenar de información innecesaria la base de datos.

En la tabla 4.1 se pueden observar los diversos parámetros establecidos para cada sensor.

Sensor	Tiempo de sensado [s]	Tiempo base de datos [m]	Δ
Velocidad del viento	20	60	1
Dirección del viento	20	60	1
Lluvia	20	60	no
Temperatura AM2315	20	60	1
Temperatura BMP280	20	60	10
Humedad	20	60	5
Presión	20	60	1

Tabla 4.1: Tabla de parámetros

En la tabla anterior se tienen los distintos tiempos de sensado que se creyeron prudentes para la obtención de datos de los mismos, además, se tienen los tiempos en los cuales se enviaran dichos datos a la base de datos. Se agrego el parámetro del delta, ya que los valores de un sensor pueden ser enviados ya sea por que se acabo el **Tiempo base de datos** o por que superaron el delta, es decir, la diferencia entre el valor medido anteriormente y el actual es mayor a dicho Δ.

4.3. Fase 3

Se realizo la modificación del código para que de esta manera se pudiera conectar con blynk y se pudieran visualizar los datos en tiempo real. En esta pagina se configuro un dashboard el cual permite visualizar los datos de temperatura, humedad, presión, velocidad y dirección del viento, lluvia, etc. En la figura 4.4 se puede observar una imagen de dicho dashboard.

Figura 4.4: Dashboard elaborado en blynk. Elaboración propia.

Posteriormente, se incluyeron las librerías necesarias para que la conexión con influx DB se pudiera realizar, se implementaron las funciones necesarias para el envió a la base de datos. Influx DB hace uso de unos tokens los cuales cumplen la función de dar seguridad, ya que para que el dispositivo pueda enviar la información a la base de datos debe tener dicho token o de lo contrario la base de datos no recibirá dicha información. En la base datos se tienen varios "Bucketsüno de ellos se llama prueba sensores y este se utilizo para enviar los datos y ver que todo funcionara de manera correcta y como se deseaba, una vez terminado dicho tiempo se cambio al bucket de "brechas", el cual sirve para empezar la información cuanto ya se tiene certeza de que la misma es correcta y que la base de datos no se llenara de datos no necesarios. InfluxDB también tiene la característica de que se pueden crear dashboards con la información almacenada en al base datos, por lo que se realizo un dashboard el cual puede mostrar información como la temperatura, la humedad, la velocidad y dirección del viento, la cantidad de lluvia y la presión. Dicho dashboard puede ser observado en la figura 4.5.

Figura 4.5: Dashboard en la base de datos influxdb. Elaboración propia.

Por motivos de confidencialidad con la empresa, no se agrego el código utilizado para elaboración de la primera parte, sin embargo, en la figura 4.6 se puede apreciar un diagrama de flujo, el cual se elaboro con el fin de representar gráficamente la estructura del código elaborado.

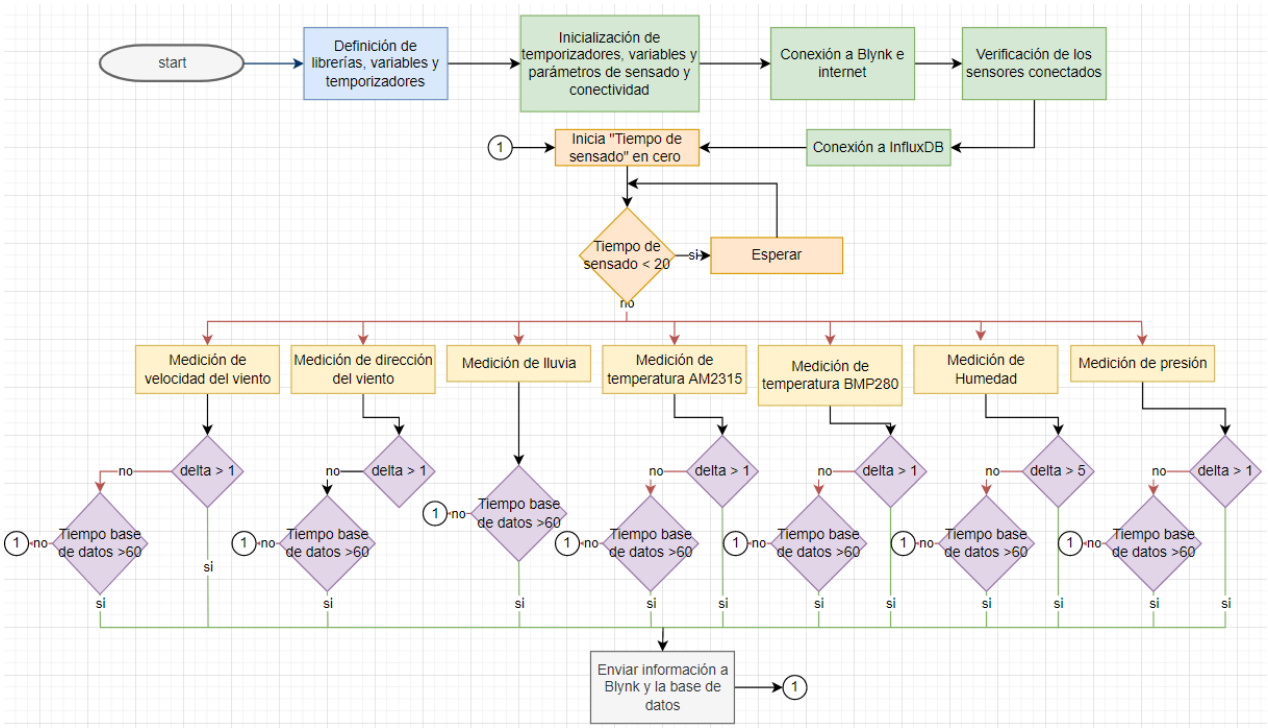

Figura 4.6: Diagrama de flujo del código utilizado para la primera parte. Elaboración propia.

En este punto se daría por terminada la primera parte del proyecto por lo que empezarían las fases para la parte numero dos.

4.4. Fase 4

La segunda parte se comenzó con la investigación de nuevos sensores que pudieran aportar algo mas a la estación ya existente. La información de estos sensores puede ser revisada en el marco teórico del anteproyecto, por ejemplo, se tienen sensores que se pueden usar para medir la temperatura del agua como el DS18B20 o el SHT30. Se tienen sensores de pH, Oxigeno disuelto y conductividad, los cuales pueden dar un gran plus a la estación, toda esta información esta mucho mas detallada en el marco teórico.

4.5. Fase 5

Con los sensores encontrados se realizo un excel en el que se mostraba el costo de los mismos, sus repuestos, sus sustancias para re-calibrar, etc.

Sensor	Comunicación	Descripcion	Link	Precio	Moneda	Respuestos	Precio	Moneda	Vin (V)	Precision	Tiempo de respuesta	Rango de medida	Tiempo de vida	Recalibracion	Mantenimiento	Rango temperatura	Profundidad	Presion maxima
Kit oxigeno disuelto	I2C/UART	El kit incluye:• 1x EZO™ Dissolved Oxygen Circuit • 1x Lab Grade Dissolved Oxygen Probe • 1x 30ml bottle of Electrolyte Solution • 3x 20ml Zero Dissolved Oxygen calibration solution pouches (used to confirm that the D.O. probe is working properly) • 1x Electrically Isolated EZO™ Carrier Board • 1x Syringe	https://atlas-scientific.com/kits/dissolved-oxygen-kit/	292,99	USD	Repuesto de solucion electrolitica	22,99	USD	3,3-5	±0,05 mg/L	Board=1 lectura por segundo sonda=0,3 mg/L/segundo	0,01-100 mg/L	4 años	1 año	18 meses	1– 60 °C	352m	3,447 kPa (500 PSI)
						Repuesto de la membrana	56,,99											
Kit oxigeno disuelto	Analogo	El kit incluye:• 1x Gravity™ Analog Dissolved Oxygen Meter() • 1x Mini Lab Grade Dissolved Oxygen Probe (sonda) • 1x 30ml bottle of Electrolyte Solution • 1x Replacement Membrane Cap • 1x Syringe	https://atlas-scientific.com/kits/gravity-analog-do-kit/	144,99	USD	Repuesto de solucion electrolitica	22,99	USD	3,3-5	±0,2 mg/L	~0,5 mg/L/segundo	Sonda 1-50 mg/L Board 0-100% (solo mide porcentaje)	2,5 años	6 meses	6 meses	1– 50 °C	70m	689 kPa (100PSI)
						Repuesto de la membrana	53,99											
Meter Kit For Arduino	Analogo	Galvanic Dissolved Oxygen Probe with Membrane Cap x1 Spare Membrane Cap x1 Signal Converter Board x1 Gravity Analog Sensor Cable x1 Waterproof Gasket x2 Screw Cap for BNC Connector x1 Plastic Dropper x2	https://www.dfrobot.com/product-1628.html	169	USD	Repuesto de la membrana	14,9	USD	3,3-5	——	Up to 98% full response, within 90 seconds (25°C)	0~20 mg/L	Electrode Service Life: 1 year (normal use)	Filling Solution Replacement Period: Once every month	Membrane Cap Replacement Period: 1~2 months (in muddy water); 4~5 months (in clean water)	0~40 °C	——	0~50 PSI
						No incluye solucion de NaOH												

Figura 4.7: Presupuesto para el sensor de oxigeno. Elaboración propia.

Kit pH	I2C/UART	El kit incluye:• 1x EZO™ pH Circuit • 1x Double junction silver / silver chloride Lab Grade pH Probe • 6x 20ml calibration solution pouches (2x pH 4, 2x pH 7 and 2x pH 10) • 1x 20ml pH storage solution pouch • 1x Electrically Isolated EZO™ Carrier Board	https://atlas-scientific.com/kits/ph-kit/	162,99	USD	pH calibration	6,99	USD	3,3-5	±0,002	Board=1 lectura por segundo sonda=95% en un segundo	0– 14	~2.5 Years +	~1 Year	——— –	-5– 99 °C	70m	100 PSI
Kit pH	Analogo	El kit incluye:• 1x EZO™ pH Circuit • 1x Double junction silver / silver chloride Lab Grade pH Probe • 6x 20ml calibration solution pouches (2x pH 4, 2x pH 7 and 2x pH 10) • 1x 20ml pH storage solution pouch • 1x Electrically Isolated EZO™ Carrier Board	https://atlas-scientific.com/kits/gravity-analog-ph-kit/	69,99	USD	pH calibration	6,99	USD	3,3-5	±0,1	95% en 4segundos	2– 13	~3 Years	para acidos y bases fuertes, cada mes. Hidroponicos cada año por dos años y despues cada 6 meses	——— –	1– 60 °C	35m	50 PSI
Kit Meter Pro V2	Analogo	Sonda de pH (grado industrial) x1 Placa de conversión de señal de pH V2 x1 Cable de sensor analógico de gravedad x1 Junta impermeable x2 Tapón roscado para conector BNC x1 Pilar de nailon M3 * 10 x4 M3 * 5 tornillos x	https://www.dfrobot.com/product-2069.html	64,9	USD	pH calibration (mercado libre)	6300	COP	3,3-5	±0.1@25°C	<1min	0~14	7*24hours >0.5 years (depending on the water quality)	——	——— –	0~60°C	——	——

Figura 4.8: Presupuesto para el sensor de pH. Elaboración propia.

Conductividad	K 0,1	• 1x EZO™ Conductivity Circuit • 1x Conductivity Probe: 0.07 µS/cm to 50,000 µS/cm • 1x Electrically Isolated EZO™ Carrier Board • 2x 125ml (4oz) calibration solutions K 0.1 – This set includes 1 (84µS) and 1 (1,413µS) • mide salinidad y TDS	https://atlas-scientific.com/kits/conductivity-k-0-1-kit/	247,99	USD	Conductivity Calibration K 0.1 Set	18,99	USD	3,3-5	±2%	Board=1 lectura por segundo sonda=90% en un segundo	0.07 – 50,000 µS/cm	~10 years	No es necesaria	_	1– 110 °C	352m	3,447 kPa (500 PSI)
						Probe cleaner	13,99											
Conductividad	K 1	• 1x EZO™ Conductivity Circuit • 1x Conductivity Probe: 5 µS/cm to 200,000 µS/cm • 1x Electrically Isolated EZO™ Carrier Board • 2x 125ml (4oz) calibration solutions K 1.0 – This set includes 1 (12,880µS) and 1 (80,000µS) mide salinidad y TDS	https://atlas-scientific.com/kits/conductivity-k-1-0-kit/	223,99	USD	Conductivity Calibration K 1 Set	12,99	USD	3,3-5	±2%	Board=1 lectura por segundo sonda=90% en un segundo	0.07 – 50,000 µS/cm	~10 years	No es necesaria	_	1– 110 °C	352m	3,447 kPa (500 PSI)
						Probe cleaner	13,99											
Conductividad	K 10	• 1x EZO™ Conductivity Circuit • 1x Conductivity Probe: 10 µS/cm to 1S • 1x Electrically Isolated EZO™ Carrier Board • 2x 125ml (4oz) calibration solutions K 10 – This set includes 1 (12,880µS) and 1 (150,000µS) mide salinidad y TDS	https://atlas-scientific.com/kits/conductivity-k-10-kit/	253,99	USD	Conductivity Calibration K 10 Set	18,99	USD	3,3-5	±2%	Board=1 lectura por segundo sonda=90% en un segundo	0.07 – 50,000 µS/cm	~10 years	No es necesaria	_	1– 110 °C	352m	3,447 kPa (500 PSI)
						Probe cleaner	13,99											

Figura 4.9: Presupuesto para el sensor de conductividad. Elaboración propia.

Temperatura/humedad	AM2315	Sensor de temperatura y humedad	https://listado.mercadolibre.com.co/sensor-am2315#D[A:sensor%20am2315]	137000	COP				3,3-5	±2% humedad ±0.1°C temperatura	<5s	0-99,9 % humedad -40-125 °C				
Temperatura/humedad	SHT30	Sensor a prueba de agua SHT30	https://shop.watchfox.com/products/sht	19,95	USD				2.4 V to 5.5	± 3% humedad ±0.3°C	8 s y se puede emjorar a 4 s	0-100 % humedad -40-125 °C				
Temperatura	Pt100	Sensor para medir agua	https://www.sigmaelectronica.net/produ	24990	COP				3,3-5	± 0,3°		-200 a 800 º C				
Temperatura	DS18B20	Sensor de solo temperatura temperatura resistente al agua	https://listado.mercadolibre.com.co/sensor-de-temperatura-para-agua#D[A:sensor%20de%20temperatura%20para%20agua]	7000	COP				3,3-5	± 0,5 °	750 ms	-55 a 125 º C				
Kit metereologico		Anemometro, veleta, pluviometro	https://www.amazon.com/-/es/Kit-medidor-clima-ane	79,95	USD											

Figura 4.10: Presupuesto para los sensores de temperatura y el kit meteorológico. Elaboración propia.

El excel mostrado en las figuras anteriores fue presentado a la empresa, la cual termino escogiendo los siguientes materiales:

Sensor	Cantidad	Costo U [COP]	Costo [COP]
ESP32	1	28400	28400
Sensor de DS18B20	3	7000	21000
Kit meteorológico	1	308389	308389
Sensor de conductividad	1	885795	885795
Sensor de oxigeno	1	1158664	1158664
Sensor de pH	1	276784	276784
Sensor de AM2315	1	137000	137000
Carcasa	1	10000	10000
Adaptador	1	12000	12000
Otros	1	20000	20000

Tabla 4.2: Tabla materiales escogidos

Se decidió escoger el ESP32 como microcontrolador a utilizar, ya que este es una versión mas actualizada del ESP8266. Adicionalmente, se contacto con una empresa encargada de fabricación 3D y se realizo al cotización de la carcasa para el ESP32, la cual dio un precio de aproximadamente 10000 pesos. En total el proyecto saldría por unos 2858032 pesos. Se entiende que el costo de la estación puede llegar a ser algo elevado, por lo que

se decidió realizar un dispositivo modular, de tal manera que si no se quiere alguno de los sensores, pues simplemente no se conecte y que se envíen los otros datos.

4.6. Fase 6

Para esta fase se tomaron los casi los mismos parámetros que en la tabla 4.1, solo que ahora se incluyo un promedio y a los 4 sensores nuevos de pH, temperatura, conductividad y oxigeno disuelto en el agua. Adicionalmente, se utilizara Platform.io como IDE en visual studio code, esto con el fin de usar una herramienta mas profesional a la hora de programar el ESP32.

Sensor	Tiempo de sensado [s]	Tiempo base de datos [m]	Promedio	Δ
Velocidad del viento	20	60	si	no
Dirección del viento	20	60	no	1
Lluvia	20	30	no	no
Temperatura AM2315	20	60	si	no
Temperatura DS18B20	20	60	si	no
Humedad	20	60	no	5
PH	20	60	si	no
Oxigeno disuelto	20	60	si	no
Conductividad eléctrica	20	60	si	no

Tabla 4.3: Tabla de parámetros

En la tabla anterior se observa que se dejaron los mismos tiempos de sensado que en la tabla de la fase anterior, al igual, que los tiempos en los cuales se enviaran dichos datos a la base de datos. La parte del promedio hace referencia a aquellas variables en las cuales se almacenaron los datos medidos durante una hora y se les realizo un promedio, el cual es enviado a la base de datos cuando finaliza el "Tiempo base de datos". También hay variables que siguen contando con un delta, cuya función sigue siendo la misma, que los valores de un sensor puedan ser enviados ya sea por que se acabo el **Tiempo base de datos** o por que superaron el delta, es decir, la diferencia entre el valor medido anteriormente y el actual es mayor a dicho Δ.

4.7. Fase 7

Se comenzó con el desarrollo del código implementando primeramente todas librerías necesarias para la conexión bluethoot, de internet, con las base datos, además de las librerías necesarias para el funcionamiento de cada uno de los sensores. Posteriormente, se definieron todas la variables que se iban a utilizar en el programa, al igual que diversas funciones tales como, funciones para los sensores, conexión a internet y a la base de datos,

para ingresar datos, la configuración inicial (setup) y la función cíclica (loop) para el sensado de los sensores, ver figura 4.11.

```
186   //funcion para el ingreso de datos por parte del usuario
187 > void InputUsuario() ···
206   //funcion para poder ingresar datos nuevamente
207 > void ResetearEntrada() ···
212   //funcion para conectarse a internet
213 > void ConexionInternet() ···
281   //funcion para la coneexion de la base de datos
282 > void ConexionInflux() ···
301   //funcion para enviar datos a la base de datos
302 > void Enviar_Centinelia(String measure_string, String Field_String, float value) ···
383   // funcion para od
384 > void serialEvent() ···
390 > void string_pars() ···
434   //funcion para simualcion
435 > float DatosRandom(int a, int b) // simulacion de datos si se quiere desde, por ejemplo, 15 escribir 1500 ···
441   // funcion para conductividad
442 > void senec() ···
543   // funcion para oxigeno disuelto
544 > void sendo() ···
639   // funciones para PH
640 > void parse_cmd(char *string) ···
664 > void senph() ···
711   //funcion temperatura del agua
712 > void senDS18B20() ···
753   // funcion temperatura y humedad
754 > void senAM2315() ···
811   //funcion anemometro, veleta, lluvia
812 > void senEstacion() ···
879   //funcion para toda la configuracion inicial
880 > void setup() ···
1121  //funcion ciclica para el sensado
1122 > void loop() ···
```

Figura 4.11: Funciones utilizadas en el programa. Elaboración propia.

Así como en la primera parte de este proyecto, por motivos de confidencialidad con la empresa, no se agrego el código utilizado para elaboración de esta segunda parte, de igual manera, en la figura 4.12 se puede apreciar un diagrama de flujo, el cual se elaboro con el fin de representar gráficamente la estructura del código elaborado. Adicionalmente, se puede observar que a pesar de ser muy parecidos, hay diversos cambios que hacen de este código un programa mucho mas flexible.

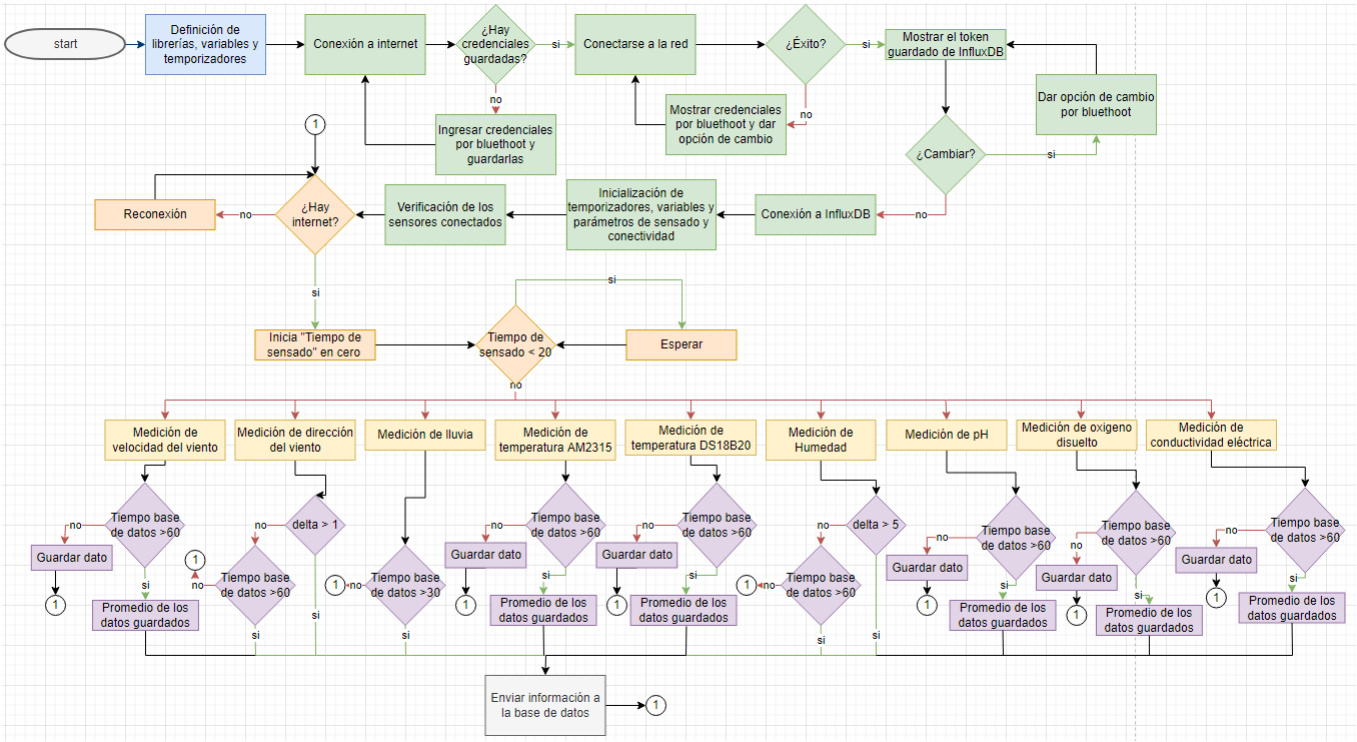

Figura 4.12: Diagrama de flujo del código utilizado para la segunda parte. Elaboración propia.

4.8. Fase 8

Se realizo la solicitud de los sensores al área encargada en la empresa, sin embargo, no se contaba con el presupuesto, ya que la empresa lo tenia destinado a otros proyectos en ese momento. Por lo tanto, se procedió a simular los sensores de tal manera que se pudiera verificar su correcto envio a la plataforma de la base de datos. Adicionalmente, se dejo todo el código comentado, de tal manera que si en algún momento la empresa decide reanudar el proyecto, puedan hacerlo de mañera sencilla. En la plataforma de InfluxDB, se realizaron varios dashboards los cuales permiten mostrar los diversos sensores, en la figura 4.13 se tienen los sensores de pH, oxigeno disuelto, conductividad eléctrica, temperatura del ambiente, humedad y temperatura del agua. En la figura 4.14, se tienen los dashboards para la variables del kit meteorológico que serian dirección del viento, velocidad del viento y lluvia.

Figura 4.13: Dashboard en InfluxDB. Elaboración propia.

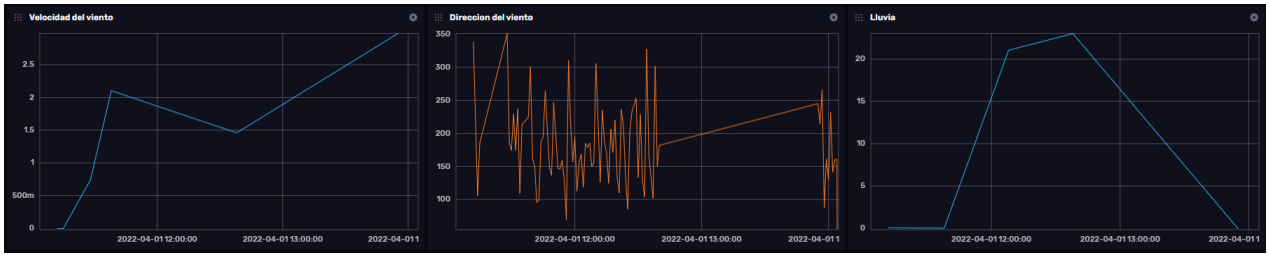

Figura 4.14: Dashboard en InfluxDB. Elaboración propia.

4.9. Fase 9

En la fase 7 se desarrollo un código donde se tenia fijo el nombre y la contraseña de la red a la cual se iba a conectar el ESP32, por lo que una mejora que se implemento en esta fase fue utilizar el modulo bluethoot de tal manera que, desde un aplicación externa, el usuario pudiera ingresar hasta tres redes con sus respectivas contraseñas e incluso el Token que permite la conexión con influxDB. En la figura 4.15, se puede observar la conexión por medio de Bluethoot al celular y como a través de la misma es posible agregar la red, contraseña y token al microcontrolador ESP32.

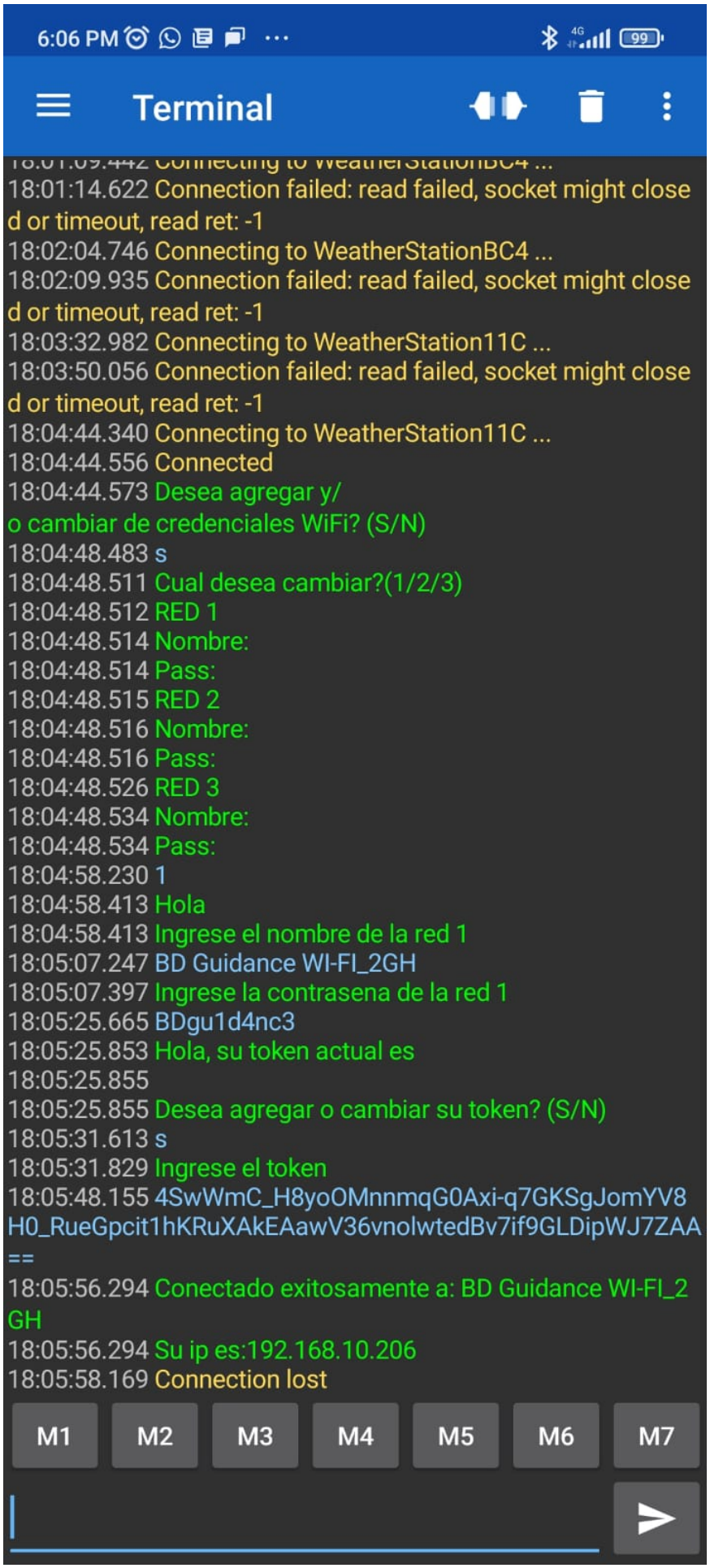

Figura 4.15: Implementación bluethoot. Elaboración propia.

4.10. Fase 10

En esta fase, se utilizo el programa Eagle para la elaboración y diseño del circuito impreso. Para esto primero se realizo un esquemático en el software de tal manera que se pudieran agregar todos los componentes deseados (ver figura 4.16), una vez colocados se procedió a realizar la conexión de las pistas en la board y la conexión de los componentes (ver figura 4.17).

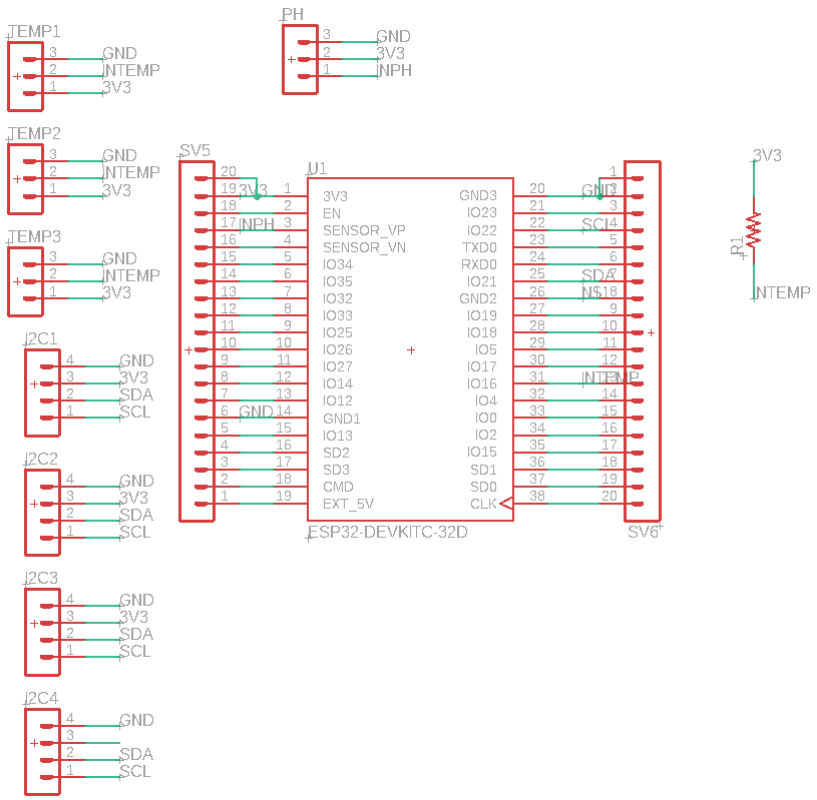

Figura 4.16: Esquemático de la PCB en Eagle. Elaboración propia.

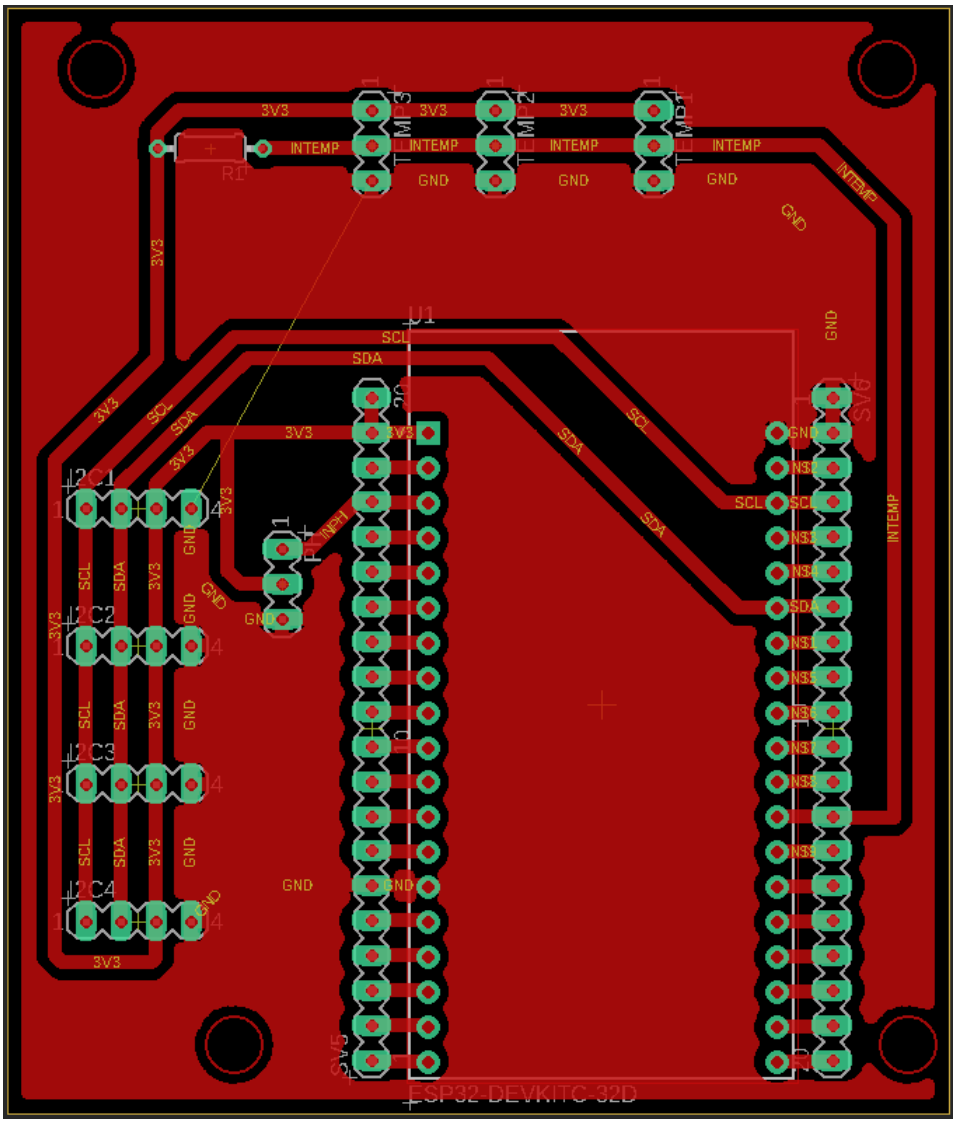

Figura 4.17: Diseño de la board para la estación en Eagle. Elaboración propia.

Para la realización de la carcasa se tuvo en cuenta varios factores, por ejemplo, una condición de diseño es que se pudieran conectar varios sensores al dispositivo, en caso de que no se quisieran usar todos los sensores bastaría con solo desconectar los cables del ESP32 y seguir con los sensores que se desee, por lo tanto, la carcasa debe permitir el ingreso de varios cables para la conexión de los diversos sensores. Adicionalmente, se tuvo en cuenta el hecho de que fuera un diseño compacto y minimalista.

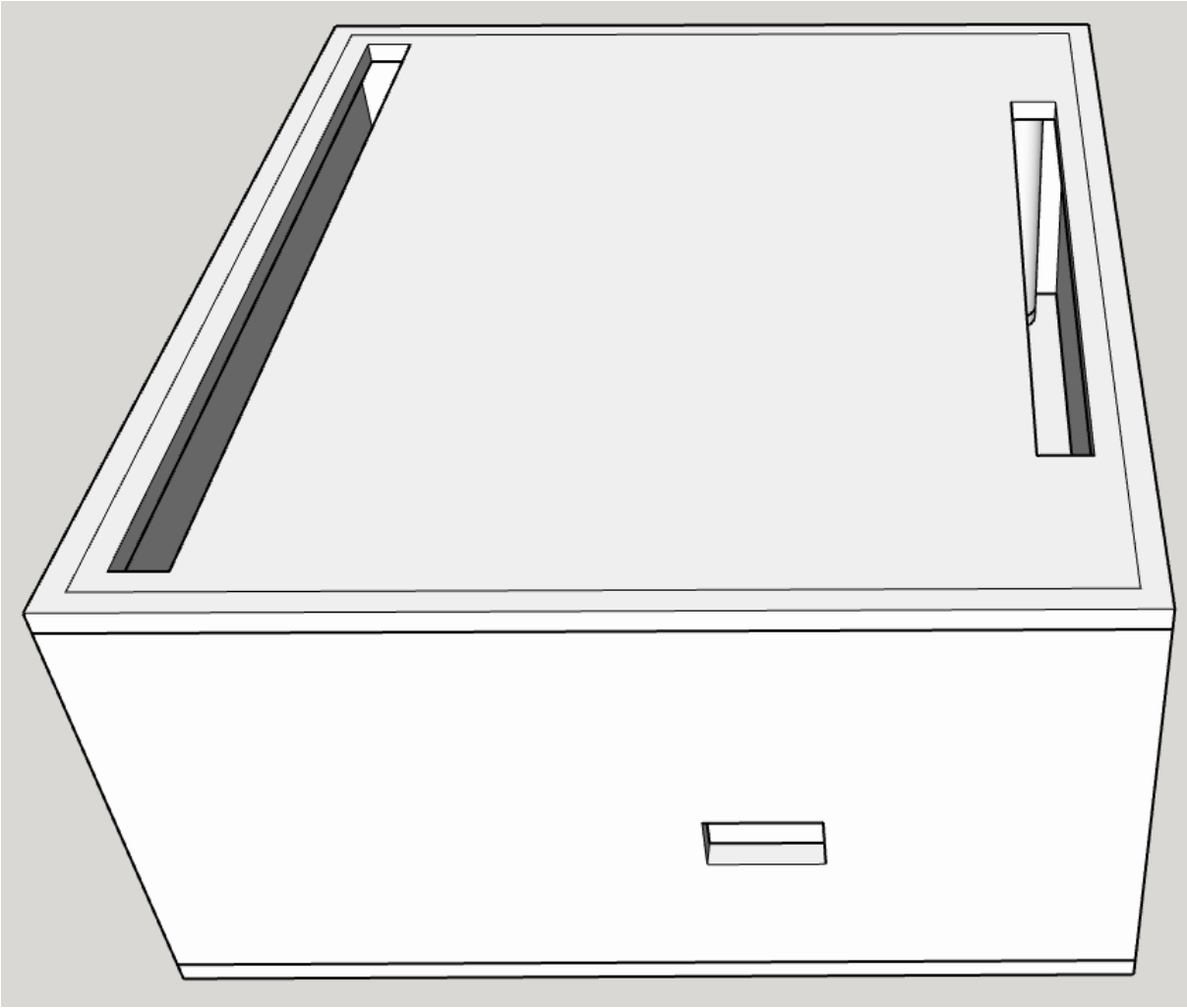

Figura 4.18: Vista general en SketchUp. Elaboración propia.

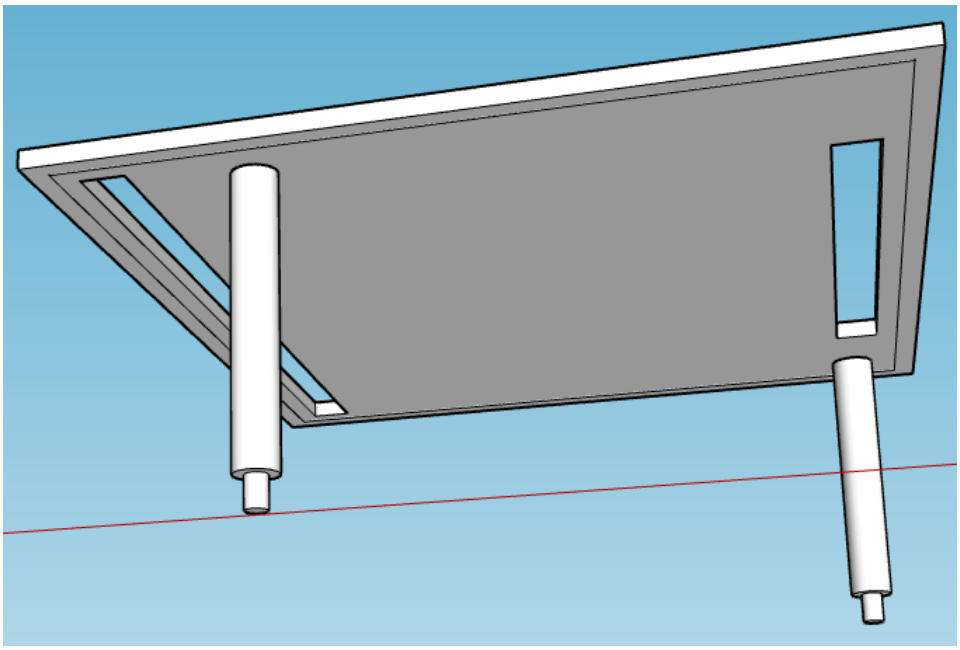

Figura 4.19: Carcasa superior en SketchUp. Elaboración propia.

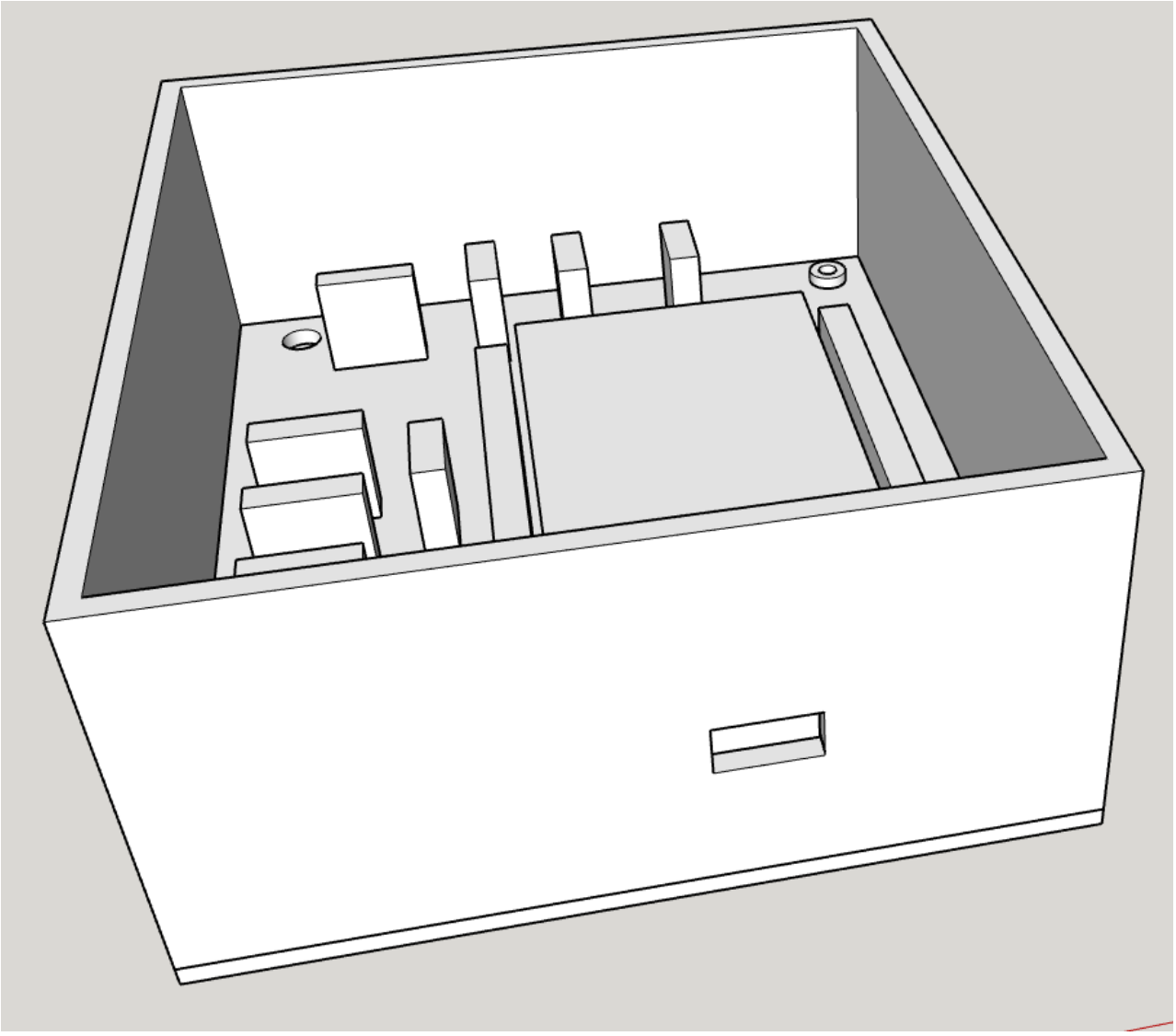

Figura 4.20: Carcasa inferior en SketchUp. Elaboración propia.

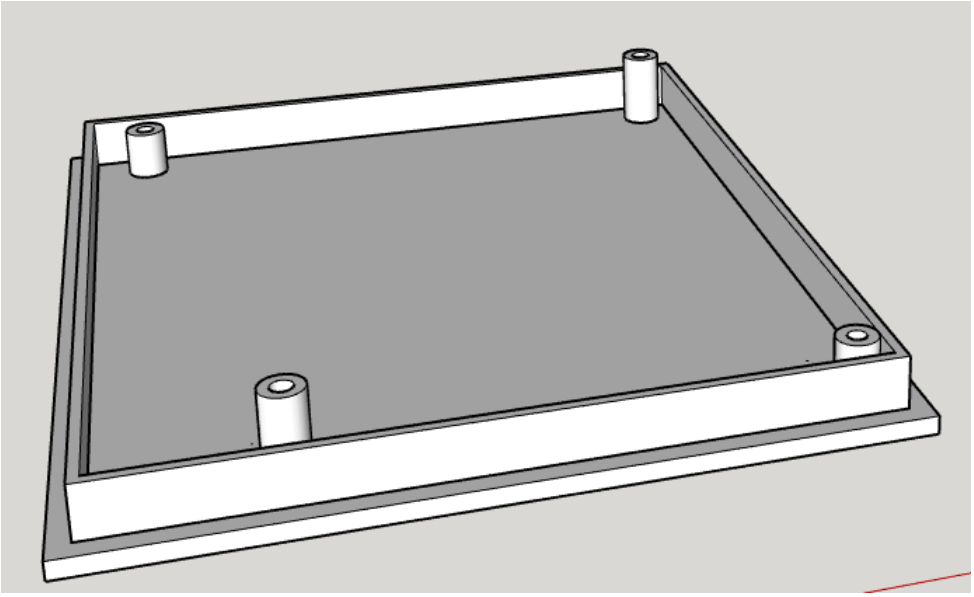

Figura 4.21: Base en SketchUp. Elaboración propia.

4.11. Fase 11

Para finalizar, se realizaron dos carpetas en el drive de la compañía donde quedo todo documentado, la información de los sensores, el presupuesto, los diseños tanto del circuito en la PCB como de la carcasa en SketchUp para su impresión 3D y los códigos de los programas para cada una de las etapas. Adicionalmente, se subieron los códigos al git compartido que tiene la compañía para que así, si se desea, se puedan realizar modificaciones para incluir nuevos sensores o cambiar los tiempos de los sensores ya existentes.

Capítulo 5

Conclusiones

En el presente informe se detallaron las distintas fases dedicadas a la modificación de una estación meteorológica y a la planificación, diseño y desarrollo de un sistema embebido que permita el uso de diversos sensores para la medición de diversas magnitudes físicas y químicas para el funcionamiento de un reservorio de truchas.

Es importante tener en cuenta los parámetros, como tiempo de sensado, de envío, promedio o delta, para el envió de datos a una base de datos, ya que de los mismos dependerá la cantidad de información que llega a la misma. Si dicha información no es relevante se estaría desperdiciando el almacenamiento de la base datos y por lo tanto dinero.

El acompañamiento y asesoramiento del director externo, fue clave para la culminación de las dos partes del proyecto, ya que el mismo realizaba reuniones diarias en las que se mencionaba lo que se había realizado el día anterior, lo que no se pudo realizar con su respectivo motivo, posibles soluciones para dicho problema y los objetivos para ese día. Esto permitió la realización del proyecto de una manera mas rápida y eficiente.

Capítulo 6

REFERENCIAS

Referencias

[1] Significado de Meteorología. Recuperado de https://www.significados.com/meteorologia/

[2] La Meteorología. Recuperado de https://www.nationalgeographic.es/ciencia/la-meteorologia

[3] BD GUIDANCE. Recuperado de https://bdguidance.com/

[4] WeatherRack - Anemometer/Wind /Rain for WeatherPiArduino/WeatherPlus/Raspberry Pi/Arduino. Recuperado de https://shop.switchdoc.com/products/weatherrack-anemometer-wind-rain-for-weatherpiarduino-weatherplus-raspberry-pi-ardu _pos=3&_sid=c401a90ae&_ss=r

[5] Tienda BD GUIDANCE. Recuperado de https://store.bdgcity.com/

[6] MANUAL PRÁCTICO PARA EL CULTIVO DE LA TRUCHA ARCOÍRIS. Recuperado de https://www.fao.org/3/bc354s/bc354s.pdf

[7] WeatherPlus Board. Recuperado de http://www.switchdoc.com/wp-content/uploads/2016/05/WeatherPlus_CurrentSpecification.pdf

[8] Pro1020 Dissolved Oxygen and pH Meter. Recuperado de https://www.ysi.com/pro1020

[9] Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá - RMCAB. Recuperado de https://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/red-de-monitoreo-de-calidad-del-aire-de-bogota-rmcab

[10] OpenAQ. Recuperado de https://openaq.org/#/locations?page=1&countries=CO&sources=secretaria-distrital-de-ambiente

[11] Calidad del aire en Bogotá. Recuperado de https://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/calidad-del-aire

[12] ESP8266. Recuperado de https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266

[13] ESP8266EX Datasheet. Recuperado de https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf

[14] ESP32-DevKitC. Recuperado de https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/hw-reference/esp32/get-started-devkitc.html

[15] ESP32 Series. Recuperado de https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf

[16] WeatherRack Weather Sensors. Recuperado de http://www.switchdoc.com/wp-content/uploads/2015/01/WeatherRack-011514-V1.0.pdf

[17] Pluviometro. Recuperado de https://definicion.de/pluviometro/

[18] DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. Recuperado de https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/DS18B20.pdf

[19] AM2315 temperature and humidity sensor. Recuperado de http://www.aosong.com/en/products-37.html

[20] Pressure sensor BMP280. Recuperado de https://www.bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors/pressure-sensors/bmp280/

[21] Atlas Scientific. Recuperado de https://atlas-scientific.com/