Universidad del Rosario | Escuela de Ingeniería, Ciencia y Tecnología | MACC Matemáticas Aplicadas y Ciencias de la Computación

Entrega 2 Proyecto Cornerstone

Huerta Inteligente

Integrantes:

Angel García

David Alsina

Fabio Rizo

Juan Esteban Velandia

Juan Manuel Uribe

Laura Valentina González

Laura Valentina Hernández

Sofia Marín

Fecha:
Marzo 2022

Tabla de Contenidos

1 Diseño detallado **2**

1.1 Hardware 2

1.1.1 Módulo de condiciones ambientales 2

1.1.2 Módulo de medición de electroconductividad 3

1.1.3 Módulo de medición de ph 4

1.1.4 Módulo de bombas peristálticas 5

1.1.5 Módulo de bombas circuladora de agua 6

1.1.6 Relación de los requerimientos con el diseño detallado. . . . 6

1.2 Software 7

1.2.1 Detalles del desarrolo de aplicación web 7

1.2.2 Mockup 7

1.2.3 Relación de los requerimientos con el diseño detallado. . . . 8

1.3 Prototipado 9

1.3.1 Materiales y cantidades. 9

1.3.2 Diagrama detallado de dimensiones. 10

1.3.3 Relación de los requerimientos con el diseño detallado. . . . 11

1.4 Coherencia entre la propuesta, la realidad y la problemática. 12

2 Presentación de avances parciales **13**

2.1 Avances en hardware 13

2.2 Avances en software 13

2.3 Avances en prototipado 14

SECTION 1

Diseño detallado

Ahora trataremos el diseño detallado de los elementos a desarrollarse en el proyecto, elementos tanto de la rama de desarrollo en hardware, como en software y desarrollo estructural del área de cultivo.

1.1 Hardware

A continuación veremos los esquemáticos de las conexiones y elementos de los módulos de medición.

1.1.1 Módulo de condiciones ambientales

El sensor BH1750 es un sensor que mide la intensidad lumínica, que es la cantidad de luz que cae sobre una superficie, $lx = \frac{lm}{mt^2}$ *(lumen sobre metro cuadrado)*. Este sensor soporta comunicación por protocolo I2C *(que es el que usaremos)*, con un margen de sensibilidad de $[1lx, 65535lx]$. Su voltaje de entrada máximo es 3.6 v *(igual que el bme280)* y su temperatura operativa oscila en el intervalo $[-40C°, 85C°]$. Más información específica sobre el módulo se puede hallar aquí.
Respecto al módulo bme280 podemos ver algunas de sus principales características acá.

Variable	Rango de medicion
Temperatura	[0, 65] $C°$
Humedad	[0, 100]% HR
Presión Atm.	[300, 1100] hPa

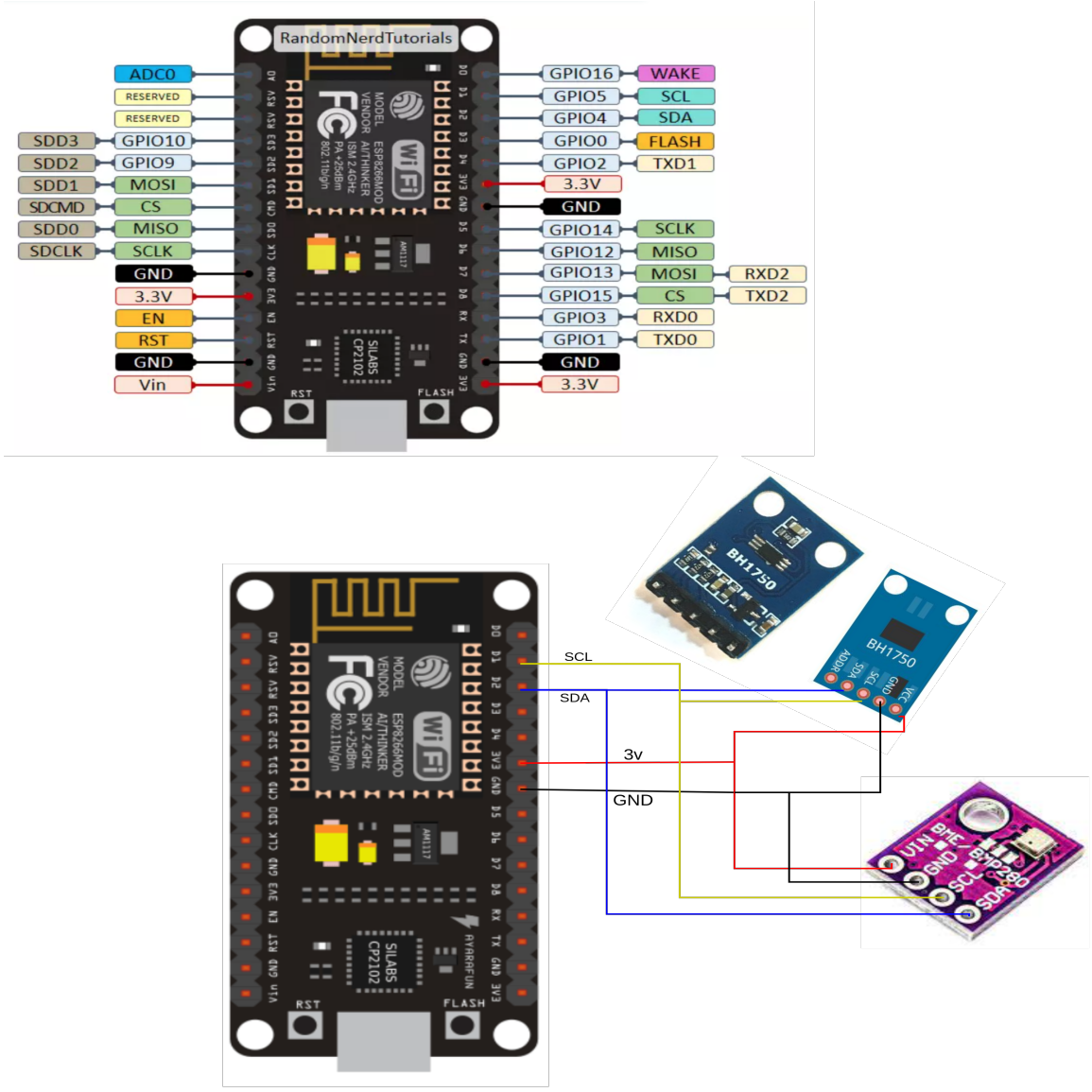

Figure 1: Caption

1.1.2 Módulo de medición de electroconductividad

La conductividad eléctrica mide la concentración de sales disueltas en el agua, determinando la capacidad del agua para transmitir la electricidad. En el caso de los cultivos, estas sales se encuentran en los nutrientes que las plantas requieren. Midiendo así, la cantidad de nutrientes disueltos en una solución.

Para la medición se utilizan el sensor de temperatura DS18B20 y un cable de alimentación de dos puntas. Se requieren estos dos instrumentos, puesto que la electroconductividad es inversamente proporcional a la temperatura.
La unidad de medida de la electroconductividad es $\frac{milisiemens}{cm}$

Para el sensor de temperatura se hace uso de una resistencia de 4.7 *k ohms* que hace la función de una resistencia pull-up. Se usan tres pines (positivo, negativo, datos) para cada una de las funciones del DS18B20.

Para la parte del cable de dos pines, se usan también tres pines(positivo, negativo y datos) y una resistencia pull-up de 1 *k ohms*. El pin de datos es una entrada análoga para recibir información más precisa. Esto funciona de modo que se pasa corriente por el cable, se hace la lectura por el pin de datos y luego se deja de pasar corriente. Así se conoce cómo está pasando la electricidad después del contacto con la disolución.

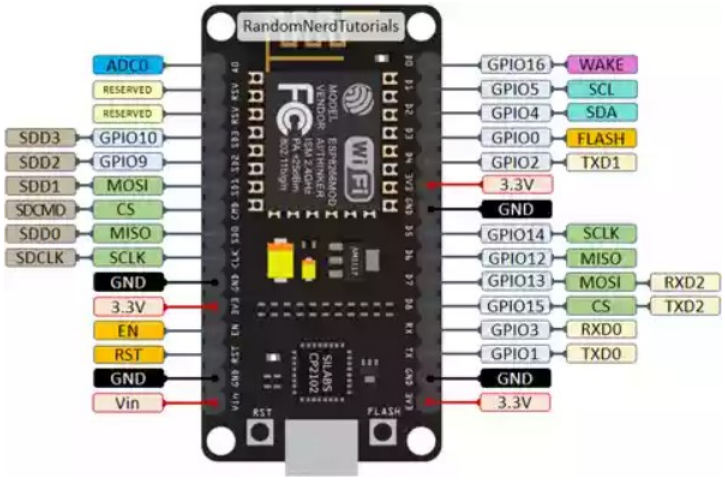

Figure 2: ESP8266

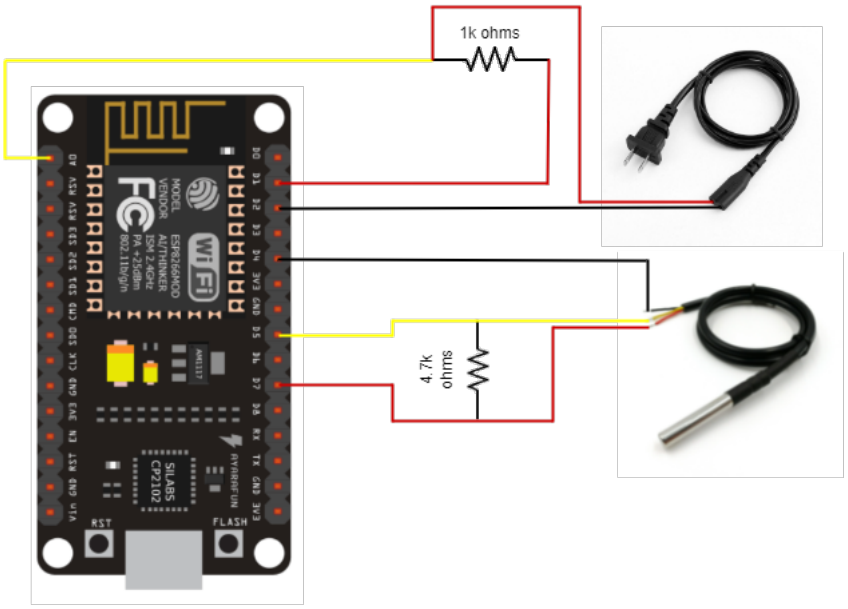

Figure 3: Diagrama sensor EC

1.1.3 Módulo de medición de ph

El ph es una medición que determina la acidez o alcalinidad de una solución en un rango de 0 a 14 siendo 0 lomas ácido posible. En la huerta esta medición es útil para regular la concentración de nutrientes en la solución que se le administra a las plantas Para las mediciones se utiliza el sensor de pH V1.1 con su respectiva sonda de medición. Se inserta la sonda en la solución a medir y se convierte la medida análoga a milivoltios

y luego a pH.
Para el montaje, solo se utiliza el microcontrolador esp32, la cantidad deseada de pines para la conexión del modulo de pH que requiere una entrada positiva, una salida negativa y una salida análoga y finalmente, el sensor y su sonda.

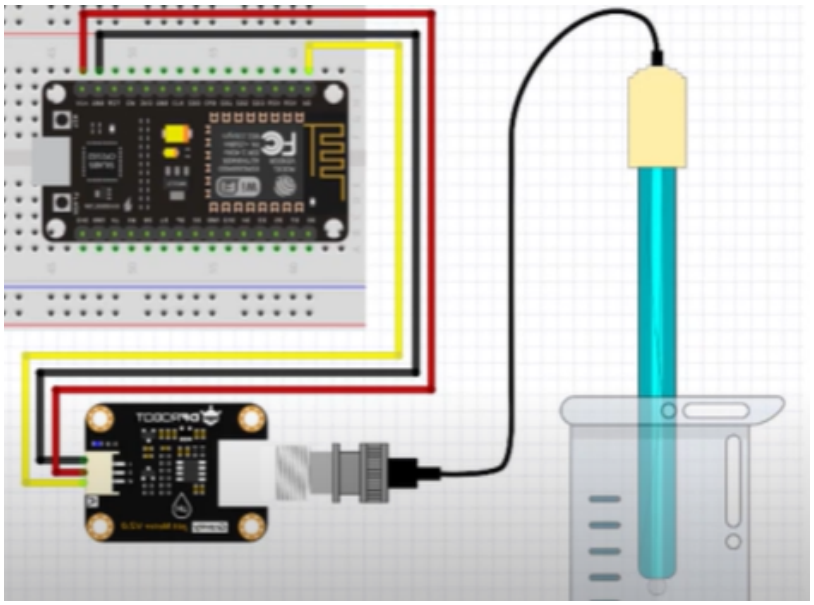

Figure 4: Diagrama sensor de pH

1.1.4 Módulo de bombas peristálticas

El movimiento y la mezcla del agua en el prototipo de huerta inteligente es vital para el funcionamiento óptimo del proyecto. El poder de cambiar la composición del agua que irriga las plantas de forma rápida y precisa nos garantiza una solución óptima para nutrir los cultivos de la huerta y reponer los nutrientes perdidos en este proceso.

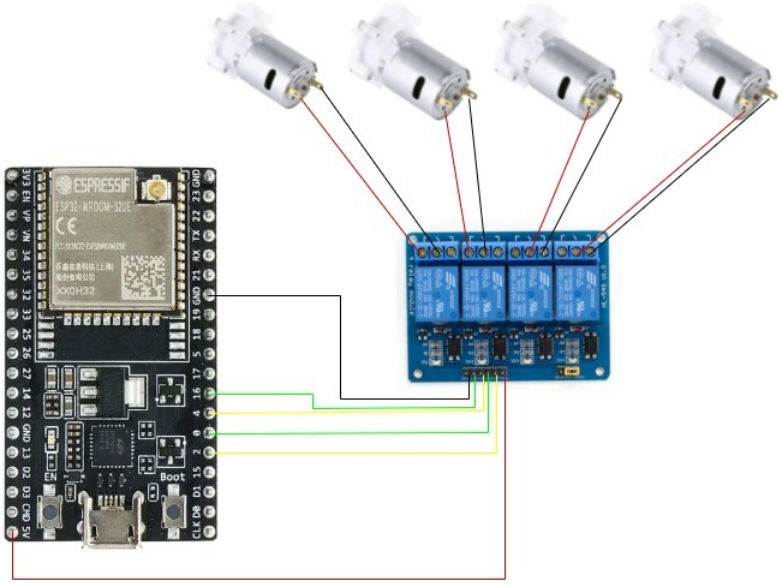

Figure 5: Digrama de bombas peristálticas.

1.1.5 Módulo de bombas circuladora de agua

De misma forma, el poder controlar cuanta agua circula a través del sistema en un determinado punto es importante, pues se puede ajustar el volumen del agua teniendo en cuenta niveles de temperatura y humedad. Así podemos evitar ahogar o secar las plantas y suministrar la cantidad correcta de agua a las plantas de la huerta inteligente.

Figure 6: Diagrama bombas de agua

1.1.6 Relación de los requerimientos con el diseño detallado.

A modo de poder cumplir con los requerimientos finales propuestos se realizaron los anteriores diseños detallados.
Cada uno de los diseños realizan un monitoreo continuo de ciertas variables ambientales. Se está midiendo la temperatura, intensidad lumínica, humedad, presión atmosférica, electroconductividad y ph. Se está cumpliendo con el monitoreo continuo de las variables ambientales con cada una de las funciones de los sensores.
Por otro lado, los sensores y sus respectivos circuitos funcionan de forma automática. Se requiere solamente de encender los sensores para que todas sus funciones sean automatizadas. Cada uno de ellos, por medio del broker, mandan los datos sin necesidad de intervención durante el proceso. Permitiendo así, una conexión de sensores con servidores de forma inmediata.
Aparte de la automatización por parte del hardware, se cumple con facilitar el crecimiento de los cultivos. Gracias a la captación de los datos proporcionados por los sensores, se pueden optimizar los tiempos de crecimiento de las plantas, de mismo modo con la calidad. Con esta información se llegan a realizar acciones para mejorar los cultivos, consiguiendo adecuar las variables ambientales a su estado más óptimo.

1.2 Software

1.2.1 Detalles del desarrolo de aplicación web

El lenguaje que se va a utilizar es Python con el framework Flask. Y como framework para el estilo *(css)* vamos a utilizar bootstrap. Ambas elecciones fueron tomadas dado la facilidad de uso que ofrecen estas librerías. Y la gran calidad de sus widgets y estilos *(muestra de esto es que bootstrap fue creada por twitter originalmente y ahora es de uso abierto)*.

1.2.2 Mockup

Ahora el mockup de la página y los elementos que tendrá.

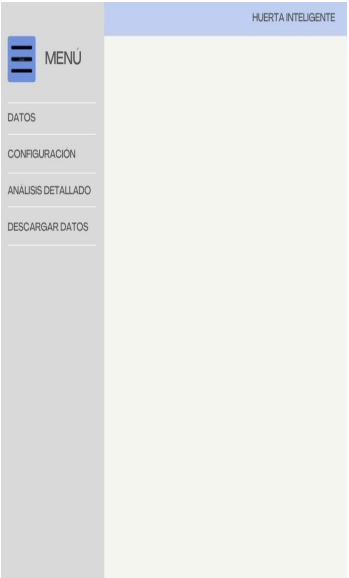

Figure 7: *Menú tipo hamburguesa para navegar entre vistas.*

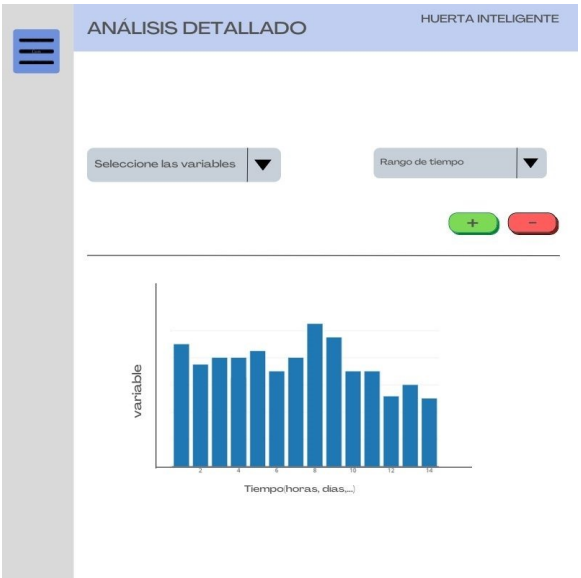

Figure 8: *Página de análisis detallado.*

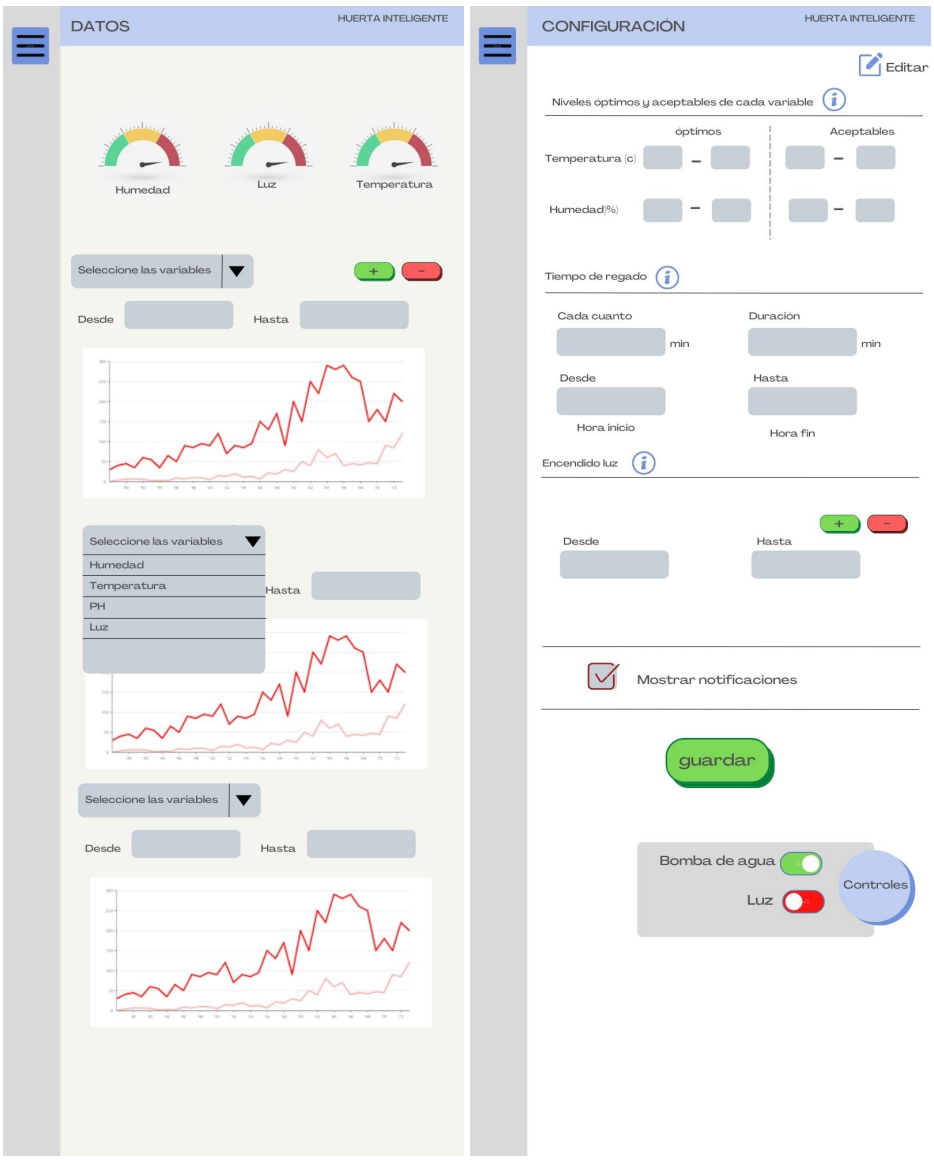

Figure 9: *Página de vista de datos* (a la izquierda), *página de configuración* (a la derecha).

1.2.3 Relación de los requerimientos con el diseño detallado.

Nuestras elecciones para el estilo de la página y el contenido de esta la hacen una página bastante directa de usar y sencilla. Para esta ideación hemos tenido muy encuenta al usuario y las dudas que podría tener, por ello no solo añadimos los típicos botones de información o ayuda sino que planeamos agregar eventos *"on hover"* que en el momento en que el mouse se quede quieto sobre una parte de la gráfica o texto la web muestre un pequeño letrero explicando la visualización o el enunciado. De esta forma y con el diseño simple pero estético, planeamos que la aplicación web sea fácil de usar y de entender para el usuario final.

1.3 Prototipado

1.3.1 Materiales y cantidades.

En cuanto a la versión inicial del producto, se clasificaron los materiales en términos de si tiene forma circular o si posee las medidas convencionales. Teniendo esto en cuenta, la tabla muestra el material empleado, el largo representado con la 'x', la anchura representada con la 'y', su altura representada con la 'z' y finalmente la cantidad necesaria.

Material	**x (cm)**	**y (cm)**	**z (cm)**	**Cantidad (ud.)**
Lana de roca	2	2	3	22
Base de sensores 3D	10	20	20	1
Ménsula 3D	6	20	20	4
Rectángulo de madera	5	5	70.4	4
Tabla de madera	75.4	75.4	5	1
Soporte de soluciones 3D	5	20	20	1

Así mismo, se tiene la tabla donde se agrupan los materiales en función de su diámetro, las unidades necesarias y el alto del objeto.

Material	**Diámetro (in.)**	**Cantidad (ud.)**	**Alto**
Manguera	0.5	2	1 m
Recipiente	10	1	0.6 m
Rejilla de piso	4	1	4,5 cm
Ruedas	3	4	5 cm
Tapa de PVC	4	2	4,5 cm
Tubo de PVC	2 4	2 2	0.85 m 0.85 m
Unión de PVC	2.2 4.2	1 2	2,5 cm 4,5 cm
Vasos de rejilla	2	22	3

Ahora bien, es necesario considerar que los materiales fueron seleccionados por su disponibilidad y precios. El tubo de PVC es la base principal del sistema, por lo cual un diámetro de 4 in fue la opción más económica y funcional (para cultivos pequeños).

Posterior a esto, fueron seleccionados los vasos de rejilla, los cuales tienen aberturas a los lados para permitir el fácil ingreso y salida del agua. Estos por las deformaciones del tubo, no podían medir mas de la mitad del diámetro, dando como resultado un diámetro de 2 in. Esto es importante, pues se suele utilizar 5-10% de la capacidad de la maceta. Por lo cual, tenemos que:

Volumen de la maceta: $\pi \cdot 2.54^2 \cdot 3 \approx 60.80 cm^3 = 60.8 mL$.
Considerando el 5%: $\frac{60.8 \cdot 5}{100} = 3.04 ml$.
Considerando el 10%: $\frac{60.8 \cdot 10}{100} = 6.08 ml$.

Sabiendo que se tienen 22 macetas se tiene entre 66.88 y 133.76 ml de agua.

Teniendo en cuenta lo anterior, se tiene que un balde con mínimo 133.76 ml seria suficiente para las plantas, pero hay que tener en cuenta la cantidad de agua que se va a evaporar, la cantidad que las plantas observaran y demás. Por lo cual, se decidió tomar un recipiente de 10 in de diámetro y con una altura de 60 cm. Dando como resultado el volumen del balde: $\pi \cdot 12.7^2 \cdot 60 \approx 30402cm^3$. De lo cual solo se utilizara $\frac{1}{3}$ para el agua, teniendo finalmente un aproximado de $10L \approx 10134mL \approx \frac{30402}{3}$
Por otra parte, pensando en la base del sistema, es necesario tener 4 ménsulas para sostener el balde y evitar que este se salga de su base. Para lo cual, se decide que estas estén a $\frac{1}{3}$ de la altura, teniendo que su altura y ancho sea de $20cm = \frac{60}{3}$. Para estas se piensa en tener un ángulo de 90°, para mayor estabilidad.

Finalmente, se tiene el diseño de la base, para el cual, se considera: h1 = el tamaño de las ménsulas, r = radio del balde, A= ancho del marco de madera y l = tamaño del lateral de la base . Por lo cual, se tiene la ecuación: $l = 2r + 2h1 + 2A$. Al reemplazar los valores, obtenemos: $l = 2 \cdot 12.7 + 2 \cdot 20 + 2 \cdot 5$=75.4cm.

1.3.2 Diagrama detallado de dimensiones.

En primer lugar, en la figura 9 se puede observar el primer diseño general del sistema de cultivo y el diseño modificado a una versión más realista, que cumple con las medidas anteriormente mencionadas. En segundo lugar, se tienen las dimensiones finales de los tubos PVC junto al diseño de la base de madera del cultivo. Finalmente, se tiene el bosquejo de los soportes para el balde, y su relación con las dimensiones del balde.

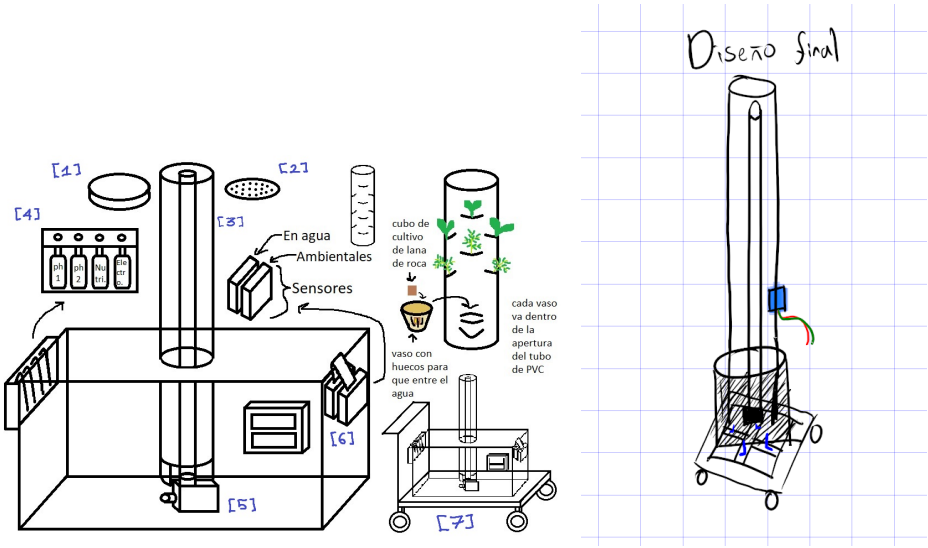

Figure 10: *Diseño inicial* (a la izquierda), *diseño modificado* (a la derecha).

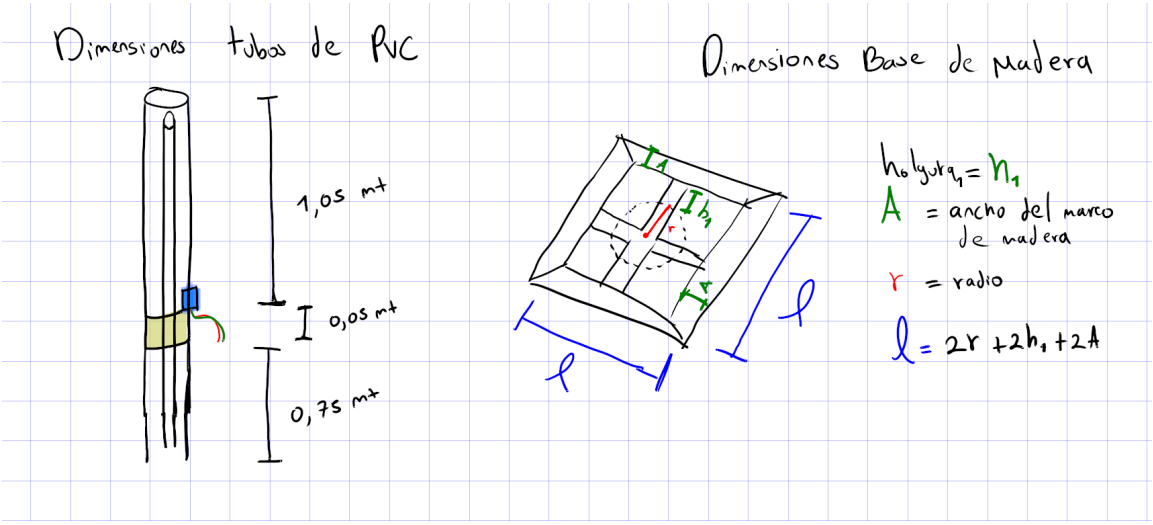

Figure 11: *Dimensiones del PVC* (a la izquierda), *dimensiones de la base* (a la derecha).

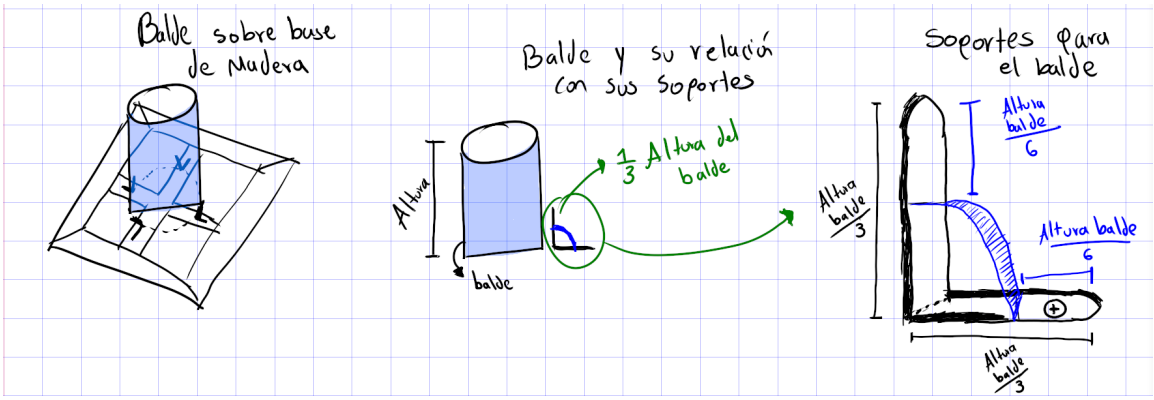

Figure 12: *Diseño de la base y la ménsula para el balde.*.

1.3.3 Relación de los requerimientos con el diseño detallado.

Buscando que el diseño facilitara la cosecha de varias plantas, los espacios donde se sitúan cada una de las materas tienen un tamaño de 2 pulgadas (5.08 cm aproximadamente), esta medida es perfecta para lograr cosechar hortalizas como la zanahoria la cual cuando su tallo alcanza una dimensión de 5mm está lista para poder ser consumida, el perejil el cual se puede utilizar arrancando de su delgado tallo las hojas que se necesiten y así mismo hierbas como el Tomillo, el Cilantro, la Hierba Buena entre otras.

Avanzando con que la huerta tenga una fácil entrada de luz natural, el diseño vertical trajo bastantes ventajas en la estructura pues evita con sencillez una obstrucción de luz ya que, si consideramos la trayectoria natural del sol, la luz entraría de una forma bastante cómoda. Aparte de esto, las aperturas del tubo de PVC fueron realizadas de forma simétrica alrededor del mismo, lo cual permite una entrada uniforme de luz a cada uno

de los espacios asignados para la cosecha y por último si la huerta se encuentra en un espacio cerrado, cuenta con una base móvil la cual le facilitara al usuario trasladarla.

El diseño ya cuenta con un lugar adecuado para reposar las plantas, estas aperturas permiten un espacio seguro con la suficiente estabilidad de sostenerlas. Así mismo ya se tiene el campo apropiado para el paso de agua con nutrientes a través del tubo de ½ pulgada de ancho que se instalara ahí

La huerta evita con éxito acciones que puedan significar inestabilidad o sobrepeso iniciando por la base que tendrá la estructura, una base de madera (expuesta en el numeral anterior) la cual proporciona firmeza al sistema, añadida a esta base contamos con unos soportes que unen el balde con la base con bastante solidez (expuesto en el numeral anterior), de igual manera escogimos trabajar con tubos de PVC, un material bastante grueso que añade soporte a la estructura.

1.4 Coherencia entre la propuesta, la realidad y la problemática.

La propuesta que desarrollamos es una coherente con la realidad del proyecto, para el desarrollo del proyecto de la materia hay un periodo de tiempo de alrededor de 3 meses, el cual tenemos muy encuentra a la hora de seleccionar que vamos a hacer. Escogemos esta solución como un progreso en el camino de contribuir a la solución del problema de seguridad alimentaria y revolución agroindustrial en el país. Este sistema de cultivo está pensado para funcionar en las urbes, donde las restricciones de comunicación para los sensores son menos complejas. Sin embargo esta solución urbana permitirá ir haciendo pruebas de concepto sobre el funcionamiento del sistema, comprobando y analizando cómo las plantas crecen y cuáles crecen. También permitirá desarrollar el algoritmo de adquisición y procesamiento de los datos. Y dará las bases para otras estructuras de cultivo que se podrán usar en el caso agroindustrial. Contribuyendo así efectivamente al desarrollo de la revolución agroindustrial y subsanando el tema de inseguridad alimentaria en las urbes inicialmente.

SECTION 2

Presentación de avances parciales

2.1 Avances en hardware

A continuación puede dar click aquí para acceder a un video que muestra los avances logrados en la sección de hardware. Como puede observar ya se presenta un desarrollo en la parte de obtención de las mediciones e incluso ya se tiene desarrollada la conexión entre los sensores *(hardware)* y el computador *(software)*. Lo anterior se hace gracias a un servicio de broker mqtt que se encarga de recibir los mensajes por protocolo mqtt y después los envía hacia los computadores que estén conectados.

2.2 Avances en software

En software presentamos 2 avances principalmente, la creación del modelo de la base de datos y la creación de esta base de datos usando un servicio de Azure en la nube. Para desarrollar la base de datos optamos por usar postgres, la razón es que es más rápido que mysql y se está usando este semestre por muchos de nuestros compañeros por lo que esto permitiría un más rápido desarrollo y colaboración.

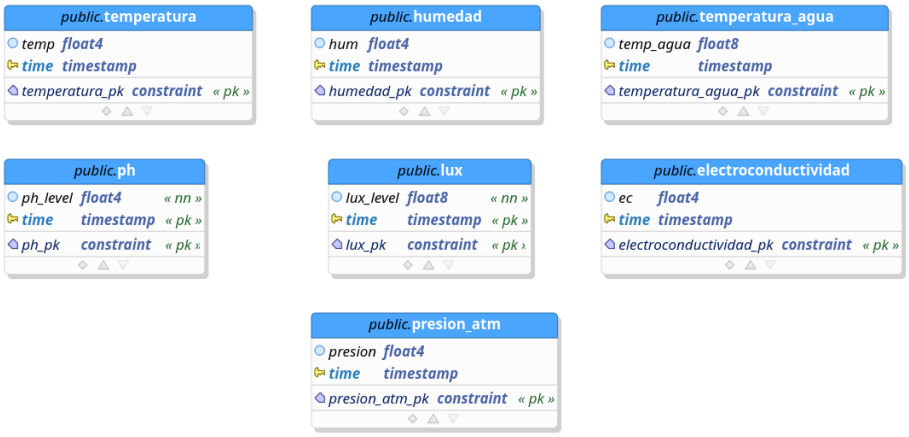

Figure 13: Modelo de la base de datos.

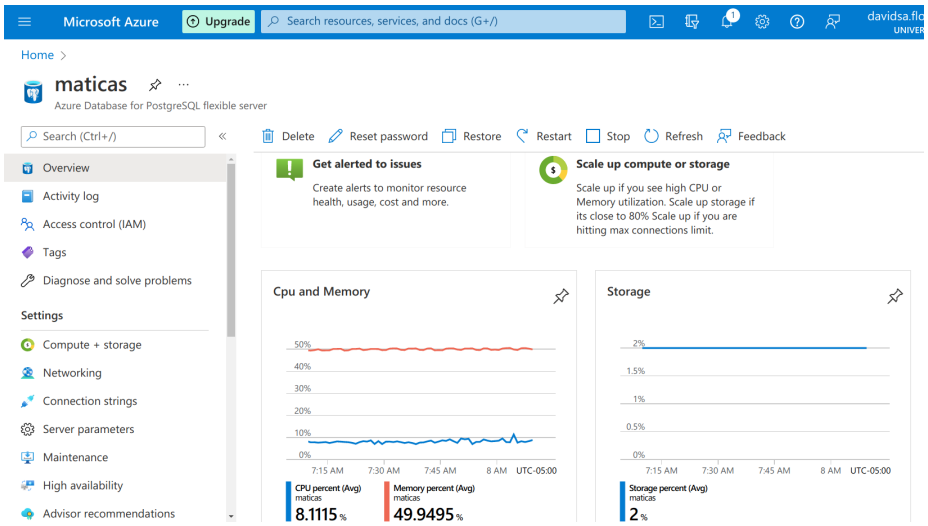

Figure 14: Base de datos activa en Azure.

2.3 Avances en prototipado

Desde esta área, tenemos el corte y la deformación de los tubos PVC. Estos tubos presentan separaciones de 10 cm entre cada división de 5 cm, realizadas de forma alterna. Los cortes fueron realizados con un Mototool. Las deformaciones fueron realizadas con una pistola de calor y una botella, con lo cual, es posible ingresar los vasos de rejilla. Una vez terminada esta tarea, faltaría los diseños 3D, la creación de la base con ruedas y la integración de lo anteriormente mencionado.

Figure 15: *Aproximación cercana*

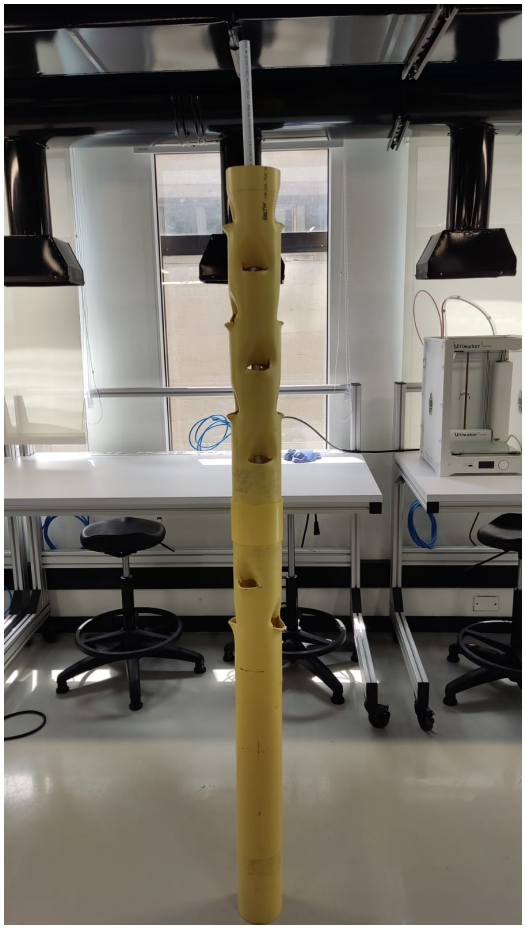

Figure 16: *Foto del tubo final*