



# PRACTICA 2

# PROYECTO 2



Arquitectura de Computadores y Ensambladores 2  
GRUPO 9

## SISTEMA DE RIEGO DÓMESTICO AUTOMÁTIZADO

201900042

Rodrigo Alejandro  
Hernández de León

201901604

Ana Belén  
Contreras Orozco

201901772

Daniel Reginaldo  
Dubón Rodríguez

202004745

Allen Giancarlo  
Román Vásquez

202010918

Andrea María  
Cabrera Rosito

## **INTRODUCCIÓN:**

En este proyecto se propone el diseño y desarrollo de un producto de Internet de las cosas para automatizar la gestión de un invernadero. La implementación de sensores de humedad del suelo y de temperatura permitirá monitorear las condiciones ambientales del invernadero en tiempo real. De esta manera, se podrá determinar si es necesario regar las plantas de forma automática y eficiente.

El uso de una bomba de agua y un sistema de riego estratégicamente ubicado permitirá regar las plantas de manera uniforme y sin desperdiciar agua. Este proyecto no solo optimizará el proceso de riego, sino que también permitirá un mayor control y supervisión del entorno de las plantas, lo que aumentará la calidad de los cultivos y su rendimiento.

El objetivo de este proyecto es crear una solución tecnológica innovadora y eficiente que ayude a mejorar la producción en el sector agrícola, ofreciendo una alternativa sostenible y amigable con el medio ambiente.



## FUNCIONAMIENTO:

Este sistema de riego automatizado es un prototipo a pequeña escala diseñado para ser aplicado en invernaderos. La configuración consta de una bomba de agua que impulsa el agua almacenada en un tanque a través de una manguera que tiene varios orificios. De esta manera, el líquido es dispersado en forma de aspersión para regar la tierra. La bomba es activada gracias a los datos recopilados por los sensores, que monitorean las condiciones de la planta y del invernadero.

Este prototipo está equipado con un sensor de humedad que se inserta en la tierra y recopila datos sobre la cantidad de humedad presente en el sustrato. También cuenta con dos sensores de temperatura: uno para medir la temperatura interna del invernadero y otro para medir la temperatura externa. Además, el tanque de agua incorpora un sensor ultrasónico que permite medir el nivel de agua presente en su interior.

Este sistema se complementa con una aplicación móvil que permite controlar y monitorear el sistema de riego de forma remota. La aplicación permite activar o desactivar el riego en cualquier momento, configurar el tiempo de riego y programar horarios específicos para regar. Además, se puede ajustar la cantidad de agua que se utiliza y observar la humedad del sustrato en tiempo real.

Asimismo, se ha desarrollado un dashboard web que permite visualizar los datos de los sensores en tiempo real, así como generar informes detallados sobre cada parámetro de manera histórica. Cabe destacar que este sistema cuenta con tecnología IoT, lo que permite una conexión fluida entre los distintos componentes del sistema y una gestión más eficiente del mismo.

## USOS:

### USOS GENERALES:

- **Agricultura inteligente:** el uso de sensores IoT en la agricultura permite una mejor gestión y control del cultivo, asegurando su crecimiento y aumentando su productividad.
- **Ahorro de agua:** el control automático del riego permite optimizar el uso del agua, evitando su desperdicio y promoviendo su uso responsable.
- **Control y monitoreo:** la implementación de un dashboard y una aplicación móvil permite supervisar el invernadero y monitorear el estado de los cultivos en tiempo real, facilitando la toma de decisiones.

- **Automatización:** la automatización del sistema de riego permite ahorrar tiempo y recursos, evitando la necesidad de una supervisión constante.
- **Investigación:** este proyecto podría ser utilizado para la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas y tecnologías para la agricultura, con el objetivo de mejorar la producción y reducir los costos.
- **Producción:** aumento de la producción y calidad de los cultivos, gracias a la gestión eficiente de las condiciones ambientales del invernadero.

### **USOS POR AREA DE APLICACIÓN:**

Este prototipo de sistema esta diseñado concretamente para un invernadero, pero este mismo prototipo puede ser reutilizado y escalable logrando poder aplicarlo distintas áreas y entornos, como, por ejemplo:

- **Hogar:** Este es uno de los usos más comunes que se le puede dar a este tipo de sistemas, debido a que es útil para automatizar y llevar un control del riego de las plantas de tipo ornamental, huertos, jardines, gramas etc.
- **Sector agrícola:** Este es uno de los usos más esperados debido a que este puede ser utilizado óptimamente en invernaderos, también puede ser utilizado en las diversas plantaciones de cultivos de mayor escala.

En resumen, este sistema tiene múltiples aplicaciones y usos en distintas áreas, como lo puede ser el sector agrícola siendo utilizado tanto por pequeños agricultores como por empresas dedicadas a la producción de cultivos, también una aplicación más común y local lo es en nuestros hogares.

### **BENEFICIOS:**

- **Ahorro de agua:** el uso de sensores para el control automático del riego permite optimizar el uso del agua en la agricultura, evitando su desperdicio y promoviendo su uso responsable.
- **Mejora de la eficiencia en la gestión del invernadero:** la automatización del sistema de riego permite ahorrar tiempo y recursos en la supervisión y gestión del invernadero, lo que puede traducirse en una mayor productividad y rentabilidad.
- **Reducción de costos:** al mejorar la eficiencia en la gestión del invernadero y optimizar el uso del agua, se pueden reducir los costos de producción.

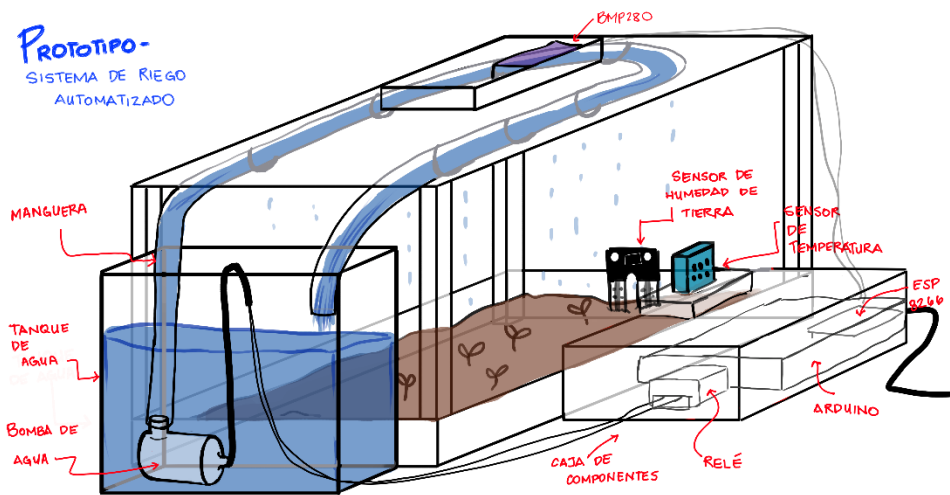
- **Mayor calidad y rendimiento de los cultivos:** el control automático del riego y la monitorización en tiempo real del estado de los cultivos pueden contribuir a mejorar su calidad y rendimiento.
- **Contribución a la sostenibilidad ambiental:** al promover el uso responsable del agua y mejorar la eficiencia en la gestión del invernadero, se puede contribuir a la sostenibilidad ambiental de la actividad agrícola.

### IMPACTO AMBIENTAL:

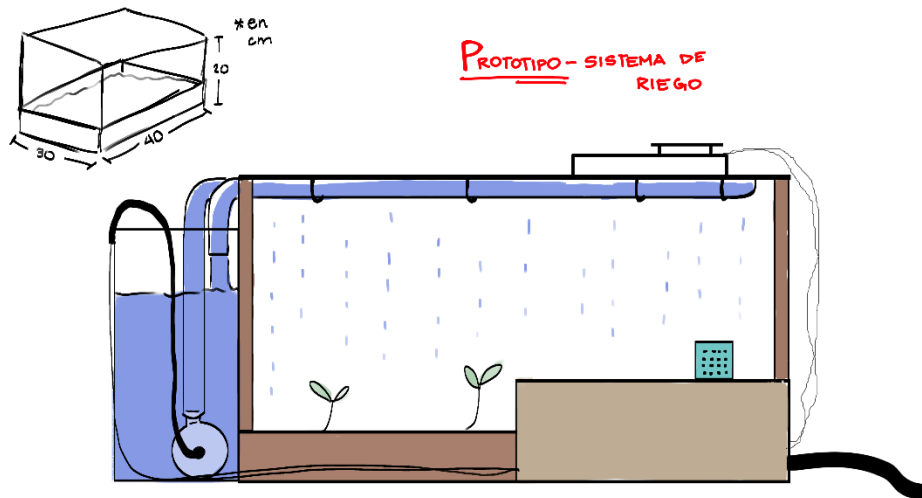
El impacto ambiental de este proyecto puede ser muy positivo, ya que se enfoca en optimizar el uso del agua en la agricultura, una de las actividades que más recursos naturales consume y que puede tener un gran impacto en el medio ambiente. Algunos de los impactos ambientales positivos que se pueden esperar son:

- **Reducción del desperdicio de agua:** al optimizar el uso del agua en el riego de cultivos, se puede reducir el desperdicio de agua y promover su uso responsable y sostenible.
- **Menor consumo de energía:** al automatizar el sistema de riego y monitorear en tiempo real los cultivos, se pueden reducir los costos energéticos asociados a la actividad agrícola.
- **Mayor eficiencia en la gestión del invernadero:** al reducir el tiempo y los recursos necesarios para la gestión del invernadero, se pueden reducir los impactos ambientales asociados a esta actividad.
- **Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero:** al optimizar el uso del agua y la energía en la agricultura, se pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a mitigar el cambio climático.
- **Promoción de prácticas agrícolas sostenibles:** al implementar tecnologías y prácticas agrícolas más sostenibles, se puede promover una agricultura más responsable y sostenible a largo plazo.

## BOCETOS DEL PROTOTIPO:

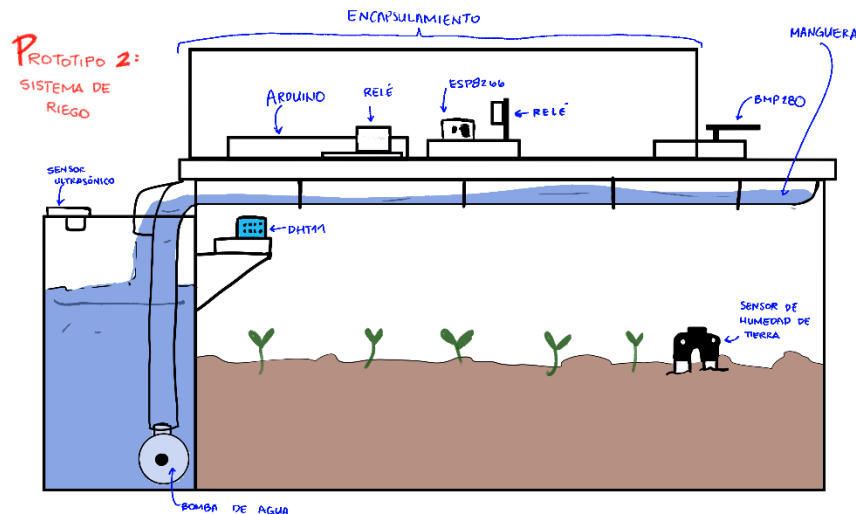


*Boceto del prototipo del sistema de riego, donde se describen los componentes a utilizar.*



*Boceto de vista lateral del prototipo del sistema de riego*

Se llegó a un acuerdo de cambiar el boceto y diseño del prototipo por disponibilidad de materiales, por lo que tomando como una idea general el boceto anteriormente presentado se ideó uno nuevo, que fue el que se utilizó para la construcción.



*Boceto actualizado del sistema de riego*

### **EXPLICACIÓN:**

En el boceto del prototipo se detallan los componentes a utilizar junto con su posicionamiento para su posterior funcionamiento en el sistema de riego automático. Los componentes principales para utilizar son:

- Bomba de agua sumergible
- Arduino Mega 2560
- 2 Relé
- ESP8266
- Sensor Ultrasónico
- Sensor de Temperatura DHT11
- Sensor de humedad del suelo
- BMP280

Para la estructura del sistema se utilizará una caja de plástico como base, donde se tendrá una manguera que dirigirá por el camino de riego y se encontrará en el techo – en la parte superior de la caja se tendrán todos los componentes encapsulados, teniendo solamente afuera un BMP280 utilizado para obtener el dato de la temperatura externa, el agua que será bombeada por la bomba sumergible desde un tanque que se utilizará para guardar dicho líquido – en este caso, un pichel. Igualmente, adentro de la caja se tendrá la tierra y plantas al igual que un sensor de humedad del suelo, esto para poder

activar dicho sistema cuando se llegue a un porcentaje de humedad definido y el sensor DHT11 que medirá la temperatura interna – dicho sistema podrá manejarse más a fondo por medio de una aplicación lo cual será explicado más adelante. Dentro de la caja de encapsulamiento superior, se guardarán los demás circuitos tal como el Arduino Mega 2560, el módulo ESP8266 para poder mandar los datos por medio de WiFi a una base de datos, y otros componentes, como un relé que será de apoyo para el suministro de energía hacia la bomba de agua y otro relé para el funcionamiento del sensor de temperatura del suelo. La estructura principal donde el sistema de riego actuará tendrá un tamaño de 57.2cm x 41cm x 32cm – siendo la altura de 32cm y la base de 52cm x 41cm. El tanque para utilizar será de 2 Litros aproximadamente, mientras que la caja de componentes será de 30cm x 30cm con una altura de 15cm.



## IMÁGENES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO



Instalación de la manguera con la caja junto con la medida del posicionamiento de la manguera.



Instalación completa de la manguera amarrada a la caja con conexión al pichel.



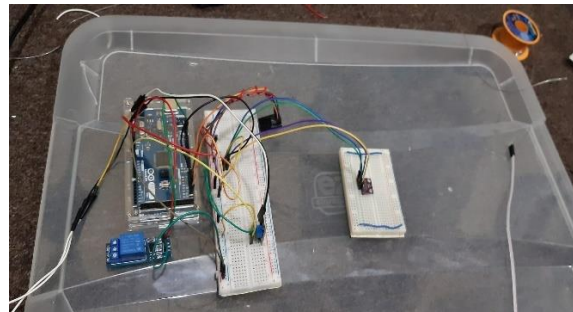
Agregando tierra a la caja.



Agregando una base para el sensor de Temperatura interior.



Creando hoyos a la manguera.



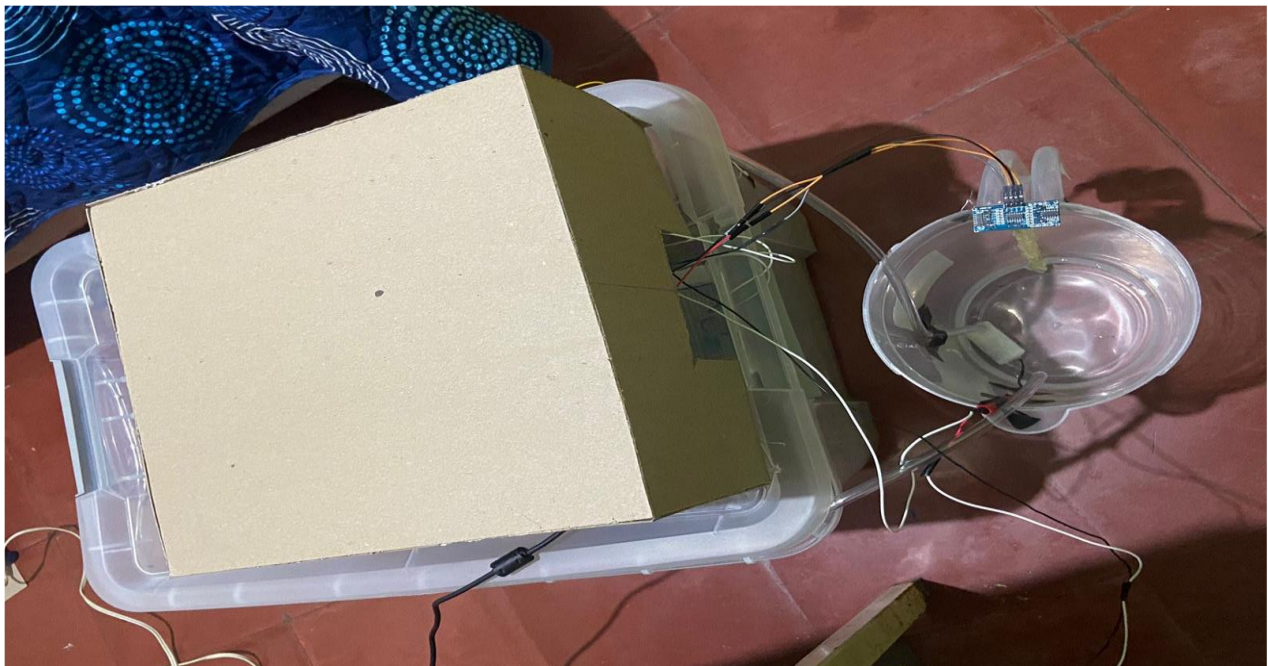
Agregando los componentes en la tapa de la caja como el sensor de temperatura exterior, la conexión de la bomba, módulo wifi, sensor de humedad de tierra y el Arduino Mega.

## PROTOTIPO FINAL SIN FUNCIONAMIENTO

Vista interior sin encapsulado:



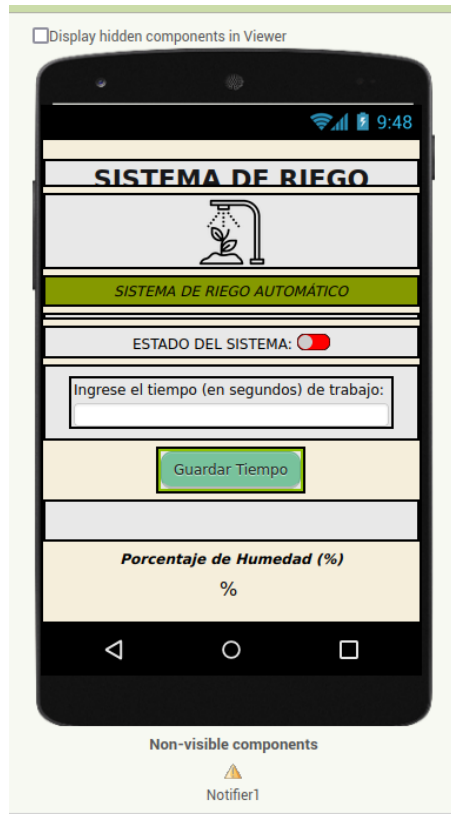
Vista con encapsulado:





## APLICACIÓN MÓVIL

Fotos de la aplicación móvil:



*Planificación de la aplicación móvil –  
Utilizando App Inventor.*



*Vista de la aplicación en iOS*

### **EXPLICACIÓN:**

Se tiene una aplicación móvil simple que se comunicará con el sistema de riego automatizado y la base de datos que guardará la información recolectada por mencionado sistema. La aplicación tendrá 3 características principales:

- Estado del sistema: En este, el usuario podrá controlar si el sistema será apagado o encendido – si se apaga, el switch tendrá un color rojo y el campo de texto se encontrará desbloqueado, mientras que, si se encuentra encendido, es decir, trabajando, el cuadro de texto inferior estará bloqueado – esta funcionalidad se describirá en el siguiente punto. Igualmente, esta opción podrá ser cambiar de activo o no en cualquier momento.
- Ingreso de tiempo de trabajo: Esta opción se refiere a que el usuario podrá ingresar un número en el área de texto que describirá por cuánto tiempo el

sistema de riego trabajará - su disponibilidad será descrita por el estado del sistema, esto para evitar conflictos de cambio de tiempo de trabajo mientras el sistema está activo. Igualmente, se trabajará con un botón de “Guardar Tiempo” para que la cantidad de segundos ingresada por el usuario quede registrada en la base de datos.

- Porcentaje de humedad: en esta será mostrada en tiempo real el porcentaje de agua en una etiqueta – dicho dato será recolectado por el sistema de riego y se actualizará siempre que existan cambios para que el usuario lleve un mejor control sobre esta información.

Cabe mencionar que cuando la aplicación muestre un porcentaje del 80% de humedad de la tierra, al usuario se le mostrará en pantalla un aviso – el cuál recomendará cortar el flujo de agua.

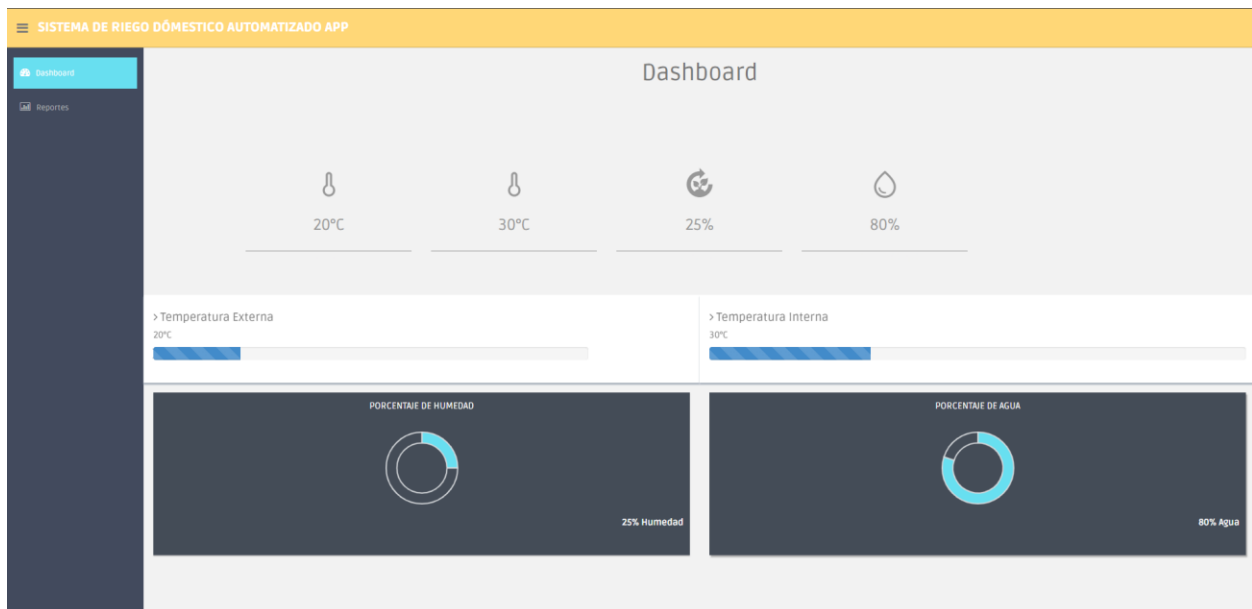
## APLICACIÓN WEB

En el siguiente apartado se encuentran las capturas de la aplicación web junto con la explicación de su uso:

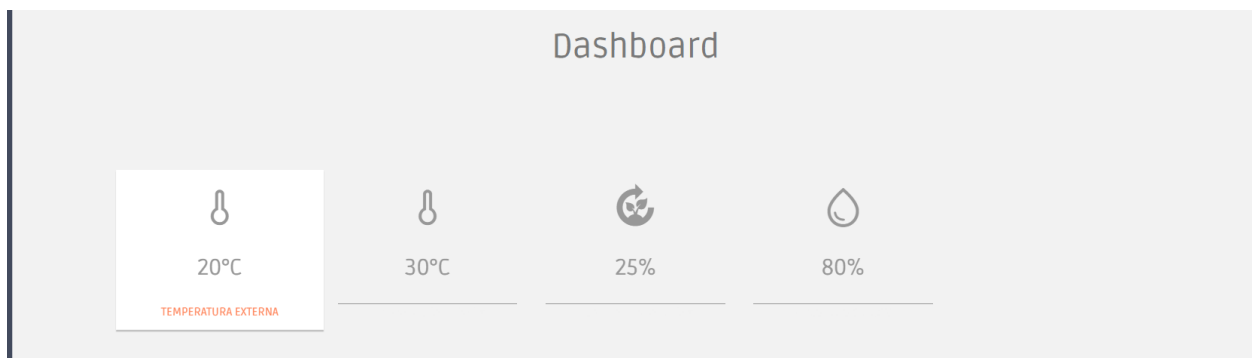
### - DASHBOARD

En este apartado se encuentra el dashboard de la aplicación donde se encuentra inicialmente los valores a tiempo real de:

1. Temperatura externa
2. Temperatura interna
3. Humedad de la tierra
4. Porcentaje de agua



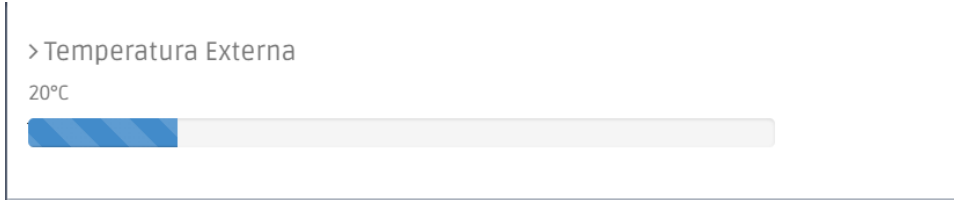
Si se quiere saber que significa cada icono entonces se posiciona el cursor encima del ícono para saber que significa ese valor:



Posteriormente en la parte de abajo se encuentran las siguientes gráficas:

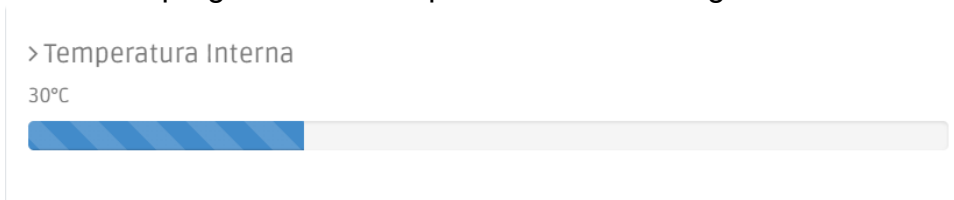


1. Gráfica de progreso de la temperatura externa en grados Celsius:



Donde muestra el valor de la temperatura externa representada en una grafica de barra de progreso en grados Celsius.

2. Gráfica de progreso de la temperatura interna en grados Celsius:



Donde muestra el valor de la temperatura interna representada en una gráfica de barra de progreso en grados Celsius.

3. Gráfica de dona del porcentaje de humedad:



Donde se muestra el valor del porcentaje de humedad de la tierra en una gráfica de anillo.

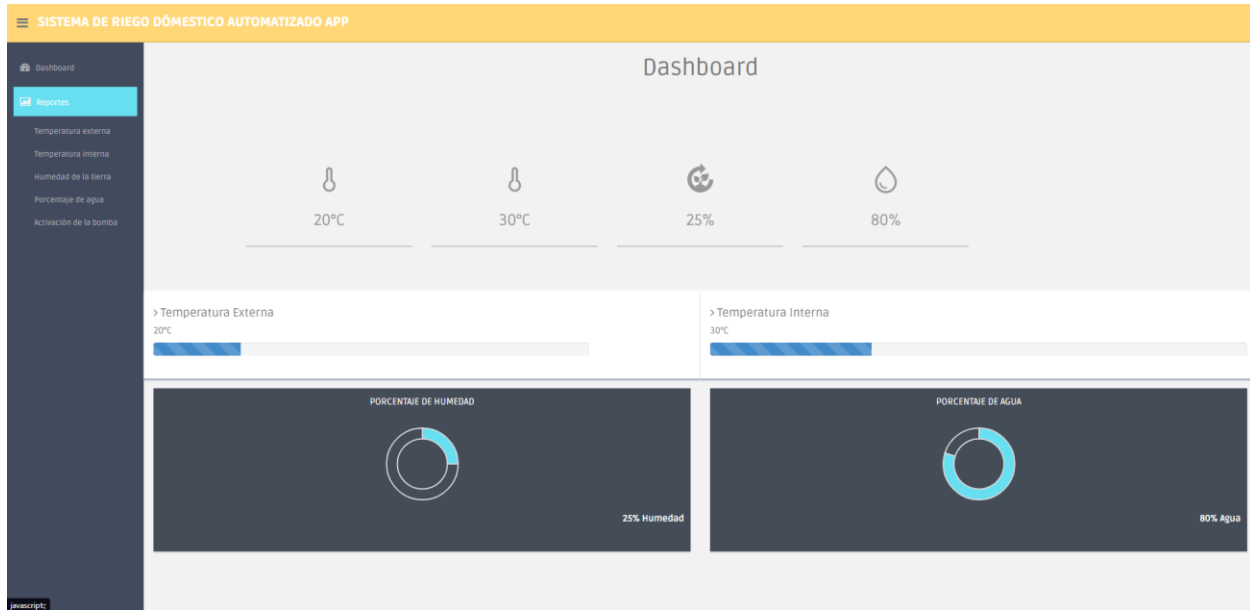
4. Gráfica de dona del porcentaje de agua:



Donde se muestra de color celeste el valor del porcentaje de agua del tanque en una gráfica de anillo.

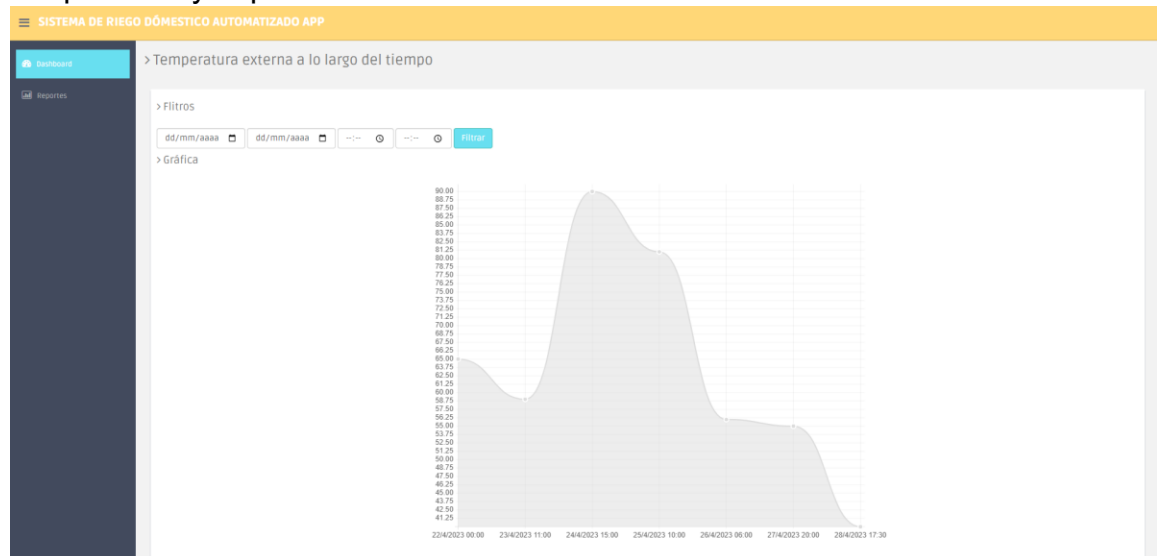
## - REPORTES

Para poder visualizar cada gráfica en la barra azul izquierda al seleccionar la opción de reportes se muestran las distintas opciones de reportes que se quieren visualizar:

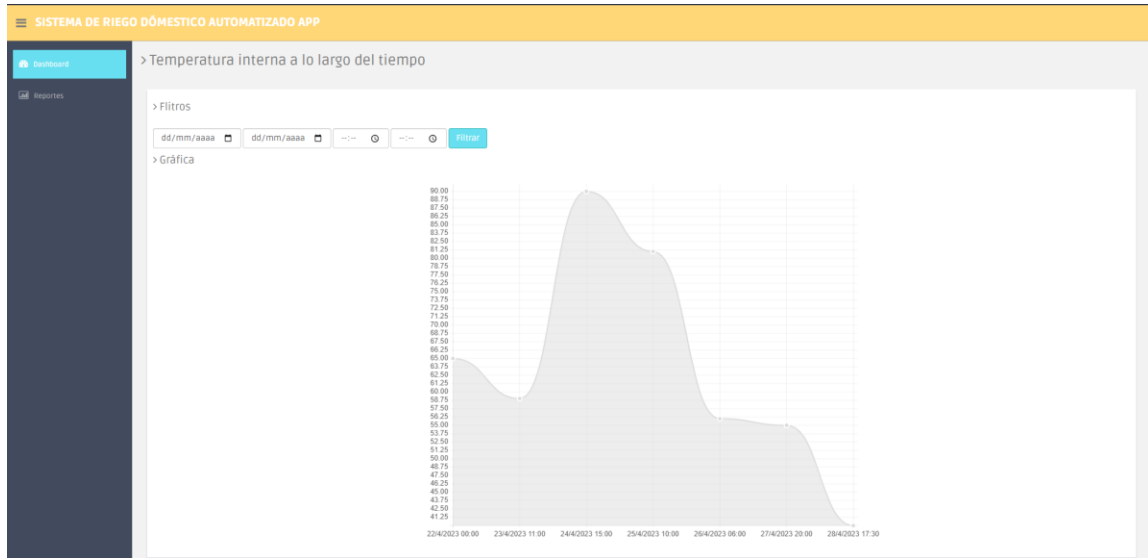


En esta opción se pueden encontrar las siguientes métricas:

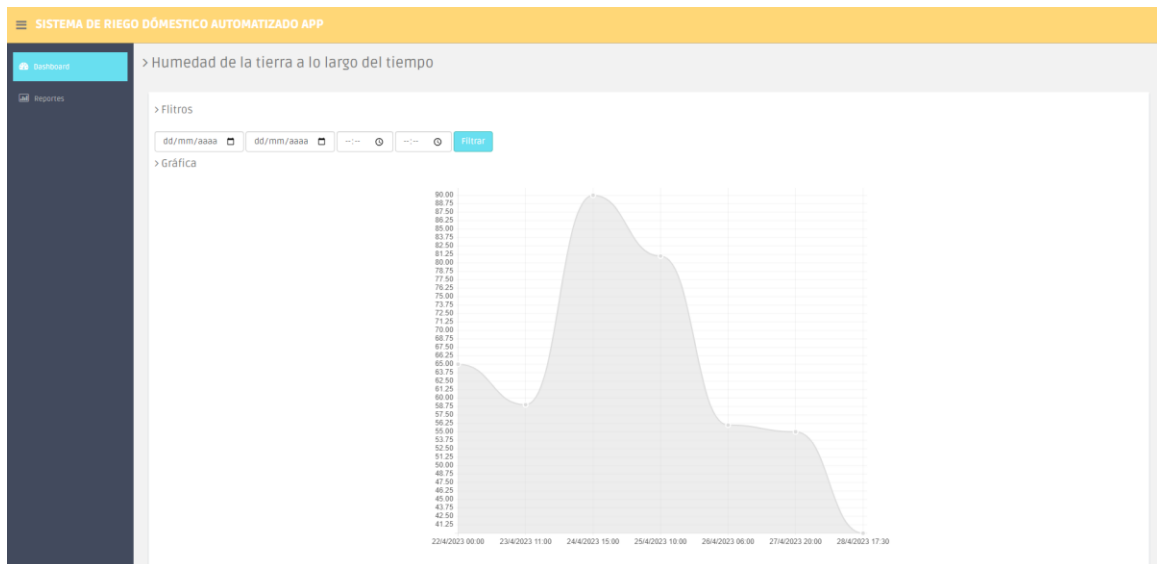
1. Gráfica de temperatura externa a lo largo del tiempo: En este apartado se puede filtrar por fecha de inicio, fecha fin, hora de inicio y hora de finalización, siendo utilizado una gráfica lineal. Donde en la parte vertical se muestra los datos de temperatura y la parte horizontal se muestra las fechas.



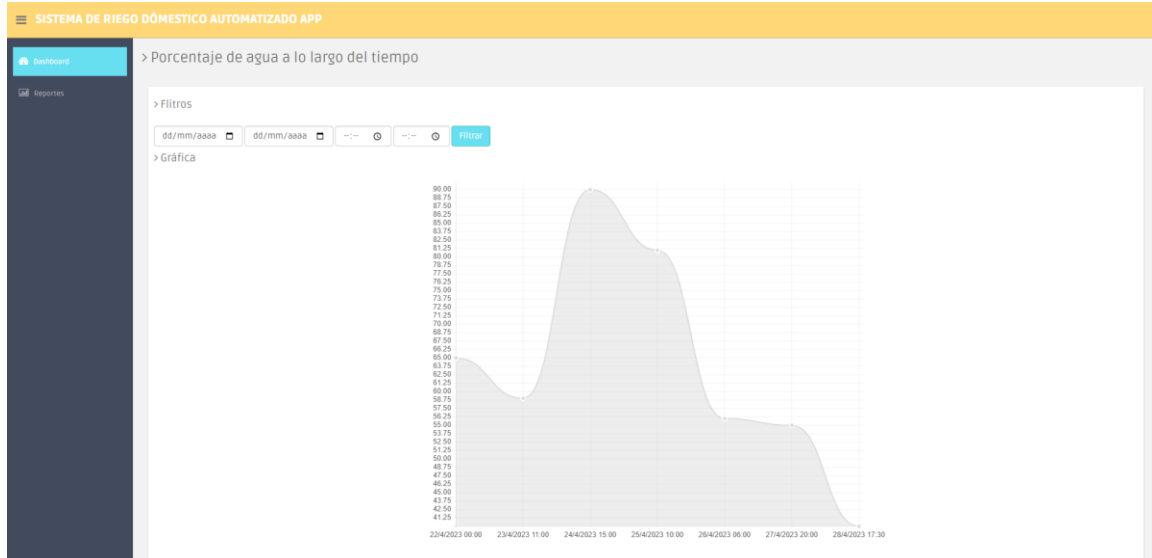
2. Gráfica de temperatura interna a lo largo del tiempo: En este apartado se puede filtrar los datos por fecha de inicio, fecha fin, hora de inicio y hora de finalización, esta se representa por medio de una gráfica de tipo lineal. Donde en la parte vertical se muestra los datos de temperatura y la parte horizontal se muestra las fechas.



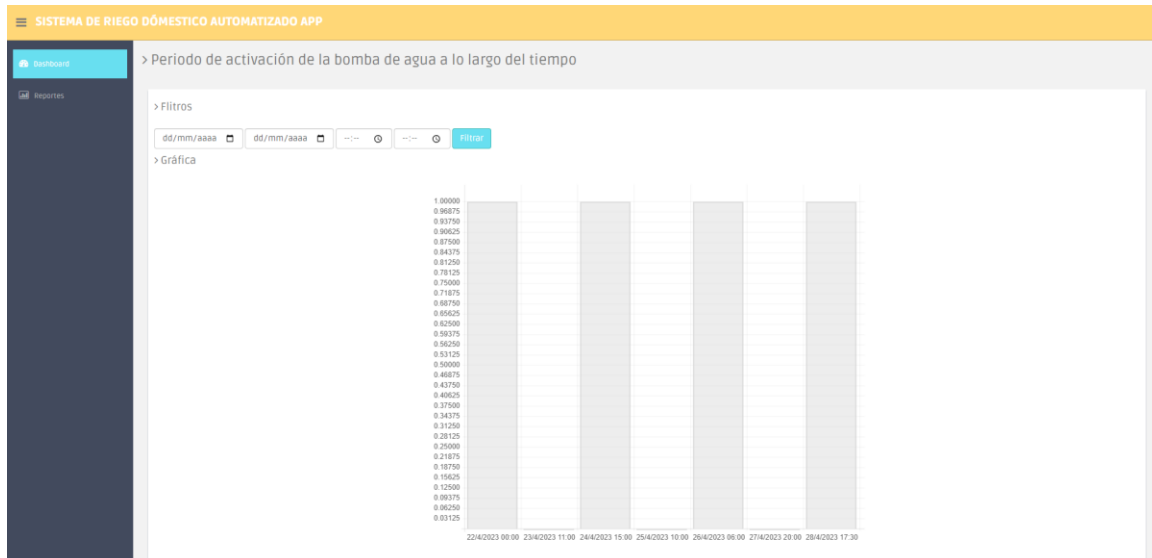
3. Gráfica de humedad de la tierra a lo largo del tiempo: En este apartado se puede filtrar los datos por fecha de inicio, fecha de finalización, hora de inicio y hora de finalización y se representa por medio de una gráfica de tipo lineal. Donde en la parte vertical se muestra los datos de humedad de la tierra y la parte horizontal se muestra las fechas.



4. Gráfica de porcentaje de agua a lo largo del tiempo: En este apartado se puede filtrar los datos por fecha de inicio, fecha de finalización, hora de inicio y hora de finalización y se representa por medio de una gráfica de tipo lineal. Donde en la parte vertical se muestra los datos de porcentaje y la parte horizontal se muestra las fechas.



5. Gráfica de periodo de activación de la bomba a lo largo del tiempo: En este apartado se puede filtrar los datos por fecha de inicio, fecha de finalización, hora de inicio y hora de finalización y se representa por medio de una simulación de una gráfica de tipo señal digital. Donde en la parte vertical se muestra los datos de 1 donde significa encendido y 0 donde significa apagado, y la parte horizontal se muestra las fechas.

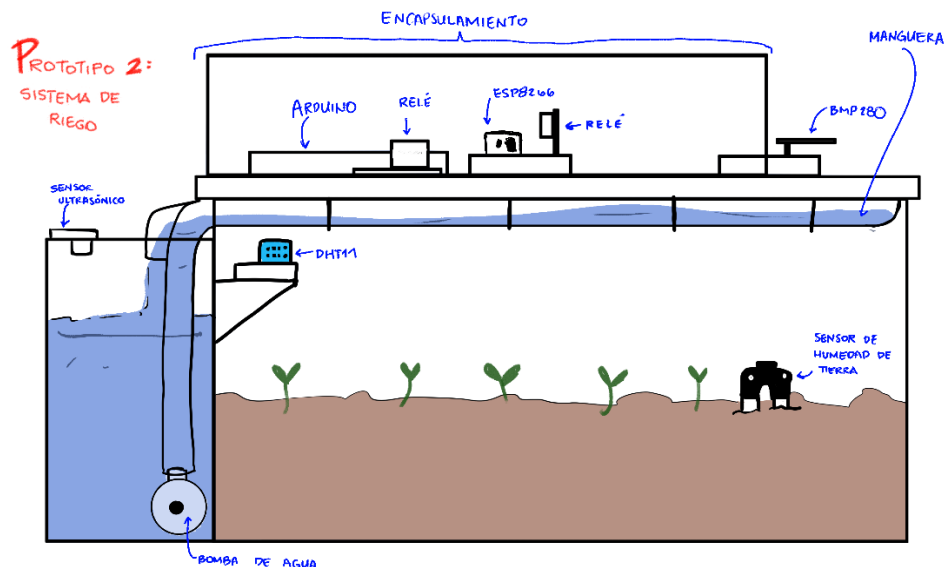


## Infraestructura del producto

### Lista de materiales

- **Hardware**
  - Bomba de agua sumergible
  - Termoencogible
  - Modulo WiFi
  - Cables
  - Fuente de poder
  - Palos de madera
  - Pajillas o tubos
  - Caja para el invernadero
  - Arduino
  - Caja para almacenar el Arduino
  - Plantas
  - Pichel con agua
  - Cintas plásticas
  - Módulo relé
  - Cargador de 5V
- **Software**
  - Dashboard en tiempo real
  - Pantalla donde se muestren las graficas
  - Aplicación móvil

### Dibujo del prototipo



Dimensiones del invernadero: 57.5 x 41 x 32 cm



## Sensores

### Sensor de Temperatura Interna: DHT11

Tamaño	Lectora sensor	Instalación	Rango de medición	Unidad de medida
16*12*5 mm	Temperatura	Medio ambiente o espacios interiores	0 a 50 °C	Grados °C

<https://electronicarych.com/shop/product/dht11-dht11-sensor-de-humedad-dht11-10849?search=dht11>



### Sensor de Humedad de Suelo: YL-69

Tamaño	Lectora sensor	Instalación	Rango de medición	Unidad de medida
60 x 20 x 05 mm	Humedad	Medio ambiente o espacios interiores	0 a 100 %HR	Humedad relativa (%HR)

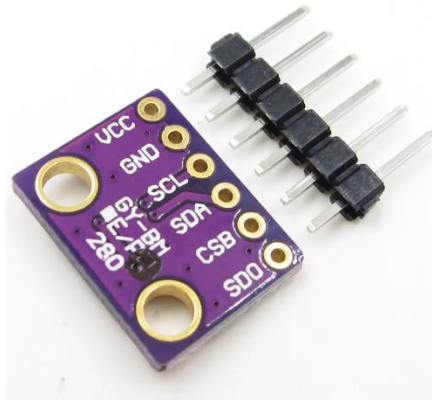
<https://www.electronicadiy.com/products/sensor-de-humedad-de-suelo-higrometro?variant=33523039633547>



**Sensor de Temperatura Externa: BMP280**

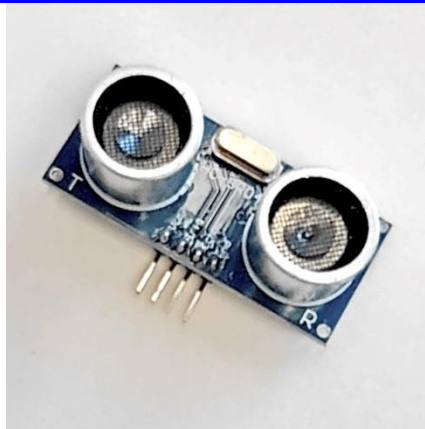
Tamaño	Lectora sensor	Instalación	Rango de medición	Unidad de medida
11.5*15mm	Temperatura	Medio ambiente o espacios interiores	-40°C a +85°C	Grados °C

<https://electronicarych.com/shop/product/md-bmp280-md-bmp280-modulo-de-sensor-de-presion-atmosferica-gy-bmp280-3-3-8623?search=bmp>

**Sensor de distancia Ultrasónico: Hc-Sr04**

Tamaño	Lectora sensor	Instalación	Rango de medición	Unidad de medida
45*15*20mm	Distancia	Medio ambiente o espacios interiores	-2 a 400 cm	cm

<https://megacefelectronicas.com/sensor-ultra-sonico-de-mov-hc-sr04/>



## Conectividad

### Tamaño del Objeto

El prototipo del invernadero tiene medidas de 30\*40\*20 cm.

El prototipo cuenta con un depósito de 30 cm de alto y un radio de 8 cm.

### Entorno del Objeto

Dentro de los lugares donde se va a utilizar el objeto se tiene pensado en:

- HOGAR
- JARDÍN

<b>Se enciende el riego desde la app</b> Activa el sistema de riego. Inicia el tiempo establecido en la aplicación. Lee los sensores para todas las métricas que pueden ser consultadas inmediatamente o con su gráfica.	<b>Se apaga el sistema de riego</b> Se puede apagar el sistema al llegar a cierto nivel de humedad del suelo o al terminar el tiempo establecido en la aplicación.
S1	S2

### Consumo de Energía

El producto quiere llegar a una dependencia energética de entre 3V y 5V de consumo para su funcionamiento, consumiendo directamente de un cargador con entrada USB tipo B, para la bomba de agua se utiliza otra fuente de poder igualmente de 5V.

### Conclusión

Se utilizará el **protocolo de comunicación WiFi** para conectar con aplicaciones (API), dispositivos como un Smartphone o Tablet que trabajan con sistema operativo Android y aplicación web.

Se utilizará la siguiente conexión para el proceso de comunicación del producto con los diferentes dispositivos:

### **Conexión entre los sensores, Arduino, modulo WiFi y API:**

```
Loop (1 segundo) {
    Sensor (señal de recepción)
```

Arduino Mega (Memoria-> registros limitados)

Módulo WiFi

```
}
```

### **API:**

```
Serial.get(InfoArduino){  
    EnviarBD(InfoArduino);  
    EnviarAppWeb(InfoArduino);  
    EnviarAppAndroid(InfoArduino);  
}  
  
Serial.get(InfoAndroid){  
    EnviarArduino(InfoAndroid);  
}
```

### **Programa en el cel:**

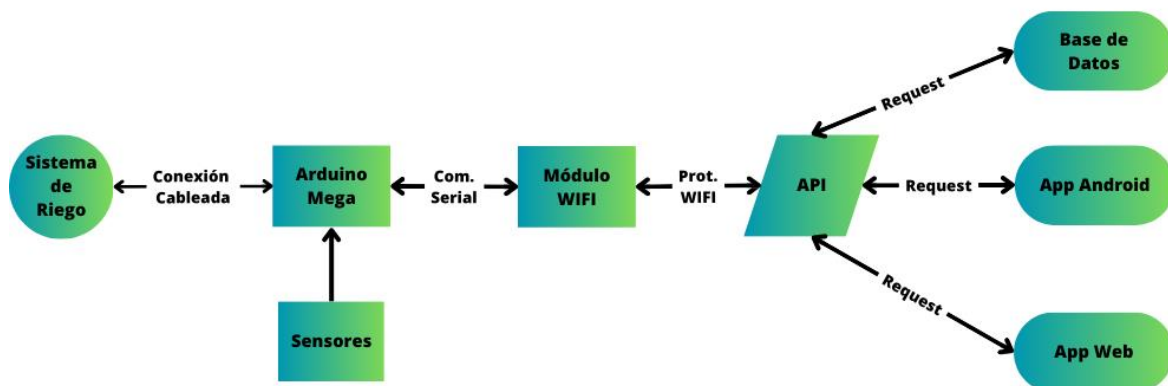
Programa en el cel <- conexión WiFi del módulo WiFi

Teléfono celular (Datos para el Arduino)

### **Base de Datos:**

Persistencia de los datos obtenidos por Arduino y las configuraciones establecidas en el dispositivo y en el producto donde lo llevará a una tabla que será descrita en el apartado de Analítica.

### **Diagrama de conectividad:**



## Analítica

Base de datos:

Tabla: sensores

Dato	Tipo de dato
id	int
humedad	int
tmp_ext	int
tmp_int	int
pr_agua	int
est_bomba	int
tiempo	date

Tabla: control

Dato	Tipo de dato
id	int
est_bomba	int
tmp_conf	int
tmp_act	int
alerta	int

Librerías utilizadas:

Librerías utilizadas	Descripción
WiFiESP	La librería WiFiESP se utilizó para poder configurar el módulo ESP8266-01 específicamente, este permitió crear la conexión a internet para poder realizar las consultas necesarias hacia la API que se comunicó con la base de datos.
Adafruit_BMP280	Es la que permite la comunicación con los sensores BMP280, sensores de presión barométrica/temperatura, muy útiles para proyectos con Arduino.
Adafruit_Sensor	Ayuda a muchos sistemas integrados pequeños para recopilar datos de los sensores, analizar los datos y tomar una acción adecuada o enviar los datos del sensor a otro sistema para su procesamiento.

Métodos aplicados en la API:

Método	Descripción
setSensors	Toma los valores de humedad, temperatura interna, temperatura externa, presión de agua y estado de la bomba de agua de un objeto de solicitud
filtrarTmpInt	Toma la temperatura interna entre las fechas de inicio y finalización



filtrarTmpExt	Toma la temperatura externa entre las fechas de inicio y finalización
filtrarHumedad	Toma los valores de humedad entre las fechas de inicio y finalización
filtrarAgua	Toma los valores de presión de agua entre las fechas de inicio y finalización

### Análisis descriptivo

- ¿Cuáles son las características principales de los sensores de humedad del suelo y temperatura que se utilizarán?
- ¿Cómo se va a implementar la bomba de agua y el sistema de riego?
- ¿Qué tipo de control se tendrá sobre el entorno de las plantas?
- ¿Cómo se va a monitorear y registrar la información que recopilen los sensores?

### Análisis de diagnostico

- Mejor horario para regar la tierra
- ¿Cuánto tiempo de riego es necesario para alcanzar una humedad optima en la tierra?
- ¿Cuáles son las posibles limitaciones y restricciones a tener en cuenta en el diseño y desarrollo del producto?
- ¿Qué tipo de desafíos técnicos y de implementación se pueden presentar durante el desarrollo del proyecto?

### Conocimiento

Se obtiene conocimiento por medio de las siguientes funcionalidades:

- Smart App -> Tiempo de riego óptimo para humedecer la tierra

Cómo obtiene el conocimiento:

**SELECT** humedad

**FROM** sensores

**WHERE** (tiempo BETWEEN *inicio* AND *final*)

### **LINK DEL REPOSITORIO**

[https://github.com/rodrialeh01/ACE2\\_1S23\\_G9](https://github.com/rodrialeh01/ACE2_1S23_G9)