



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Sistema de control y monitoreo de confort y consumo energético para viviendas y edificios

Autor:

Daniel Iván Cruz Flores

Director:

Mg. Ing. Matías Álvarez (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 25 de agosto de 2020 y el 13 de octubre de 2020.*

Índice

Registros de cambios	3
Acta de constitución del proyecto.	4
Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
Modelo canvas del negocio del proyecto	8
Identificación y análisis de los interesados.	10
1. Propósito del proyecto	11
2. Alcance del proyecto	11
3. Supuestos del proyecto.	11
4. Requerimientos	11
Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>)	14
5. Entregables principales del proyecto	14
6. Desglose del trabajo en tareas	14
7. Diagrama de Activity On Node	17
8. Diagrama de Gantt.	18
9. Matriz de uso de recursos de materiales	19
10. Presupuesto detallado del proyecto	19
11. Matriz de asignación de responsabilidades	20
12. Gestión de riesgos	20
13. Gestión de la calidad	21
14. Comunicación del proyecto	22
15. Gestión de compras	22
16. Seguimiento y control.	22
17. Procesos de cierre	23

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	27/06/2020
1.1	Entrega del documento hasta el punto 6 (sin incluir canvas e historias de usuarios)	07/09/2020
1.2	Entrega del documento completo hasta el punto 6	15/09/2020

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 25 de agosto de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Daniel Iván Cruz Flores que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Internet de las Cosas se titulará “Sistema de control y monitoreo de confort y consumo energético para viviendas y edificios”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sistema capaz de controlar y monitorear viviendas u otros ambientes mediante el protocolo MQTT para brindar una gestión inteligente y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 610 hs de trabajo y \$XXX, con fecha de inicio 25 de agosto de 2020 y fecha de presentación pública 31 de agosto de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Gabriela de la Cruz
ICF Network Eirl

Mg. Ing. Matías Álvarez
Director del Trabajo Final

Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

La tecnología de automatización orientada a viviendas y lugares de trabajo está tomando cada vez mayor relevancia en nuestras vidas, aunque existen muchas soluciones que ofrecen dotar de tecnología a ciertos elementos en un ambiente, su principal desventaja es que casi siempre la recolección de datos se realiza con sensores que dependen de una conexión a Internet para enviar sus valores a un servidor central para su gestión. Esto resulta práctico de usar sensores pero con la desventaja de que la gestión funciona solo si existe conexión a Internet, además los sensores más comerciales están destinados a un uso individual con su propia aplicación móvil, complicando la necesidad de tener una única solución centralizada ante el uso de múltiples sensores.

El presente proyecto se destaca especialmente por centralizar y unificar resultados de la red de sensores en un sistema web principal de monitoreo y control sin depender de la conexión a Internet para su funcionamiento. Para lograr esta tarea se trabajará con la recolección de datos de sensores ubicados en distintos puntos de estudio de una vivienda o ambiente conectados a una red local dedicada. Cada una de las lecturas de los sensores serán enviadas a una unidad central local mediante el protocolo MQTT por vía inalámbrica, dejando la dependencia del Internet solo para los accesos remotos. El módulo central local contará con la función para replicar los valores recolectados hacia un servicio en la nube, tarea que se realizará mientras tenga conexión a Internet.

Las funciones principales a implementar están orientados a confort (control de ventiladores y luces) y consumo energético (consumo de energía de tv, refrigerador y ventiladores). En la Figura 1 se presenta el diagrama de bloques del sistema.

El sistema a desarrollar contará de dos formas de acceso: la primera es vía red local y la segunda vía Internet desde cualquier dispositivo mediante un navegador.

A continuación se detalla brevemente cada componente que comprende el presente proyecto.

a) MÓDULO PRINCIPAL: unidad central local.

- Hardware: Raspberry Pi 4.
- Sistema operativo: Raspbian.
- Servidor web: Apache.
- Base de datos: MySQL.
- Lenguajes Backend: Python, PHP 7.
- Lenguajes Frontend: HTML5, CSS – Bootstrap 4 y Javascript.
- Broker MQTT: Eclipse Mosquitto.
- Interfaz - Monitor: Pantalla monitor/Pantalla touch.
- Importancia: Este es el módulo principal y el más complejo a desarrollar, es donde se podrá observar un dashboard (resumen) del sistema de control y monitoreo para su acceso en red local. La interfaz gráfica mostrará gráficos estadísticos así como un historial de las lecturas de los sensores y sus estados.

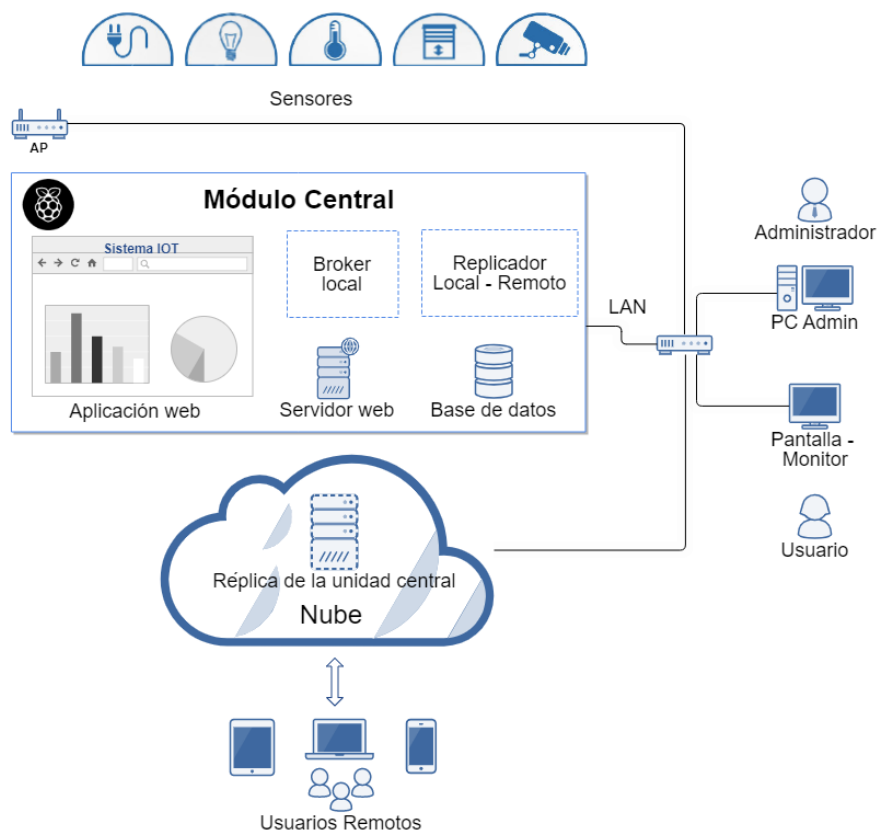


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

b) MÓDULO RÉPLICA: unidad remota.

- Servidor web: Apache (hosting o nube).
- Base de datos: MySQL.
- Lenguajes Backend: PHP 7.
- Lenguajes FrontEnd: HTML5 y CSS – Bootstrap 4 y Javascript.
- Importancia: Este es una réplica del módulo principal en la nube donde se podrá observar un dashboard del sistema de control y monitoreo para el acceso remoto.

c) MÓDULO CONSUMO: para medir consumo energético.

- Hardware base: NodeMCU esp8266.
- Lenguaje: Arduino.
- Protocolo de comunicación: MQTT.
- Sensor: Corriente AC max 100A no invasivo.
- Medio transmisión: Wireless.
- Cantidad: 2.

- Objetos de estudio: Tv y refrigerador.
- Importancia: Este módulo permite recoger muestras del valor del consumo diario para poder almacenarlos en la base de datos en el módulo principal. A su vez, sirve para estimar costos de consumo mensual; información relevante para el usuario porque permitirá saber el consumo detallado de los dispositivos de estudio.

d) MÓDULO TEMPERATURA: para medir temperatura - confort.

- Hardware base: NodeMCU esp8266.
- Lenguaje: Arduino
- Protocolo de comunicación: MQTT.
- Sensor: Temperatura ambiente.
- Medio de transmisión: Wireless.
- Cantidad: 2.
- Objetos de estudio: Sala y una oficina.
- Importancia: Este módulo permite recoger muestras del valor de la temperatura en determinados ambientes de estudio, dichos valores pueden ser almacenados y usados para estudio de patrones de variación de temperatura por horarios.

e) MÓDULO ACTUADOR: para control actuador - confort.

- Hardware base: NodeMCU esp8266.
- Lenguaje: Arduino.
- Protocolo de comunicación: MQTT.
- Actuador: Relay de un canal.
- Medio de transmisión: Wireless.
- Cantidad: 2.
- Objetos de estudio: Control de ventiladores (según datos del módulo temperatura).
- Importancia: Este actuador es un módulo complementario del "módulo temperatura"; permitirá saber el historial de uso y demanda de uso de ventiladores; patrones que pueden ser tema de estudio relacionado al consumo en aplicaciones futuras.

f) MÓDULO INTELIGENTE: para medir y controlar de forma inteligente - confort y salud.

- Hardware base: Raspberry Pi/Esp32 Cam/Otro.
- Lenguaje: Arduino y Python.
- Protocolo de comunicación: MQTT.

- Actuador: Real-Time Face Recognition.
- Sensor: Lectura de temperatura corporal.
- Medio de transmisión: Wireless.
- Cantidad: 1.
- Objeto de estudio: Seguimiento de posibles casos de fiebre.
- Importancia: Este módulo es el segundo módulo complejo a desarrollar por la forma a implementar para la identificación del individuo y la relación de lecturas de temperatura. Con los datos almacenados se puede usar para un estudio de patrones respecto de fechas y estaciones de fiebre. Por el momento se considera en este módulo el tema: "temperatura corporal", pero para trabajos futuros se puede extender las funcionalidades.

Modelo canvas del negocio del proyecto

Los elementos que describen la propuesta de negocio y los distintos puntos más importantes respecto a la orientación de mercado se muestra en el modelo canvas. En la Figura 2 se presenta el diagrama canvas.

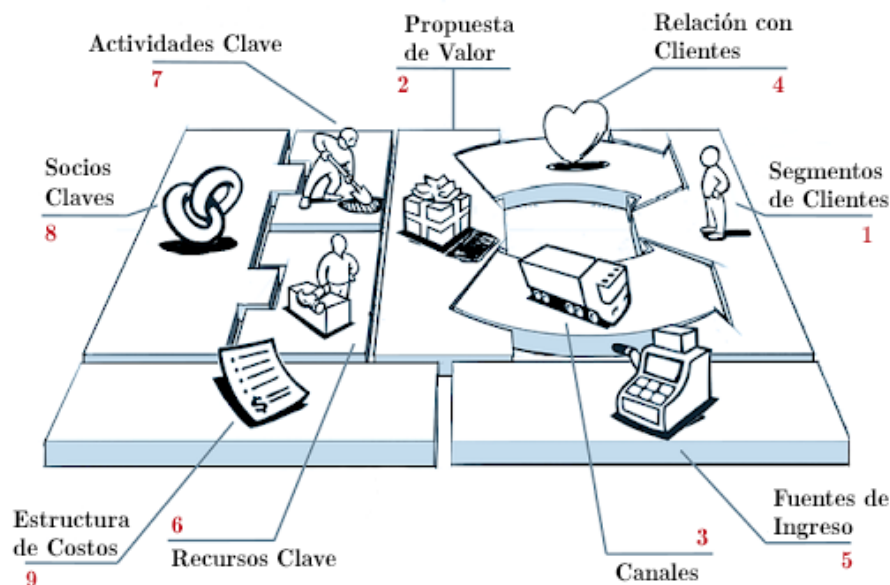


Figura 2. Diagrama del modelo canvas del negocio

1. Segmentos de cliente:

- Oficinas, centros educativos, hoteles, centros de salud, edificios de departamentos y centros comerciales.
- Familias de clase media y alta.

2. Propuesta de valor:

- Consumo energético detallado por componente eléctrico/electrodoméstico.
- Control y gestión de confort de distintos ambientes.

3. Canales:

- Pagina web del producto.
- Centros comerciales de tecnología.
- Tiendas de domótica.
- Empresas que ofrecen soluciones de automatización para hogares, oficinas, etc.

4. Relación con Clientes:

- Centro de información y soporte técnico mediante web.
- Central telefónica para atender emergencias relacionadas al uso del sistema IOT.
- Una App para dispositivos móviles para solicitar asesoría de uso de los productos o la visita de un técnico.

5. Fuentes de ingreso:

- Venta del módulo principal y módulos de sensores básicos.
- Venta del sistema IOT completo.
- Venta de módulos de sensado de energía individual con su respectiva App.
- Pago por servicio técnico.
- Pago por consumo de nuestro servicio en la nube.

6. Recursos clave:

- Diseño pequeño, tecnológico y elegante del módulo del sistema principal para usar en casa u otro ambiente.
- Bajo consumo energético del módulo principal y módulos.
- Interfaz de usuario amigable y de fácil uso.
- Sistema seguro y de fácil instalación.
- Sistema en nube para controlar los Brokers remotos de los clientes.
- Equipo de Investigación y desarrollo.
- Componentes electrónicos y partes necesarias para la fabricación de módulos.

7. Actividades clave:

- Estrategias de marketing.
- Investigación y desarrollo.
- Diseños de presentación de los módulos del sistema.
- Producción y pruebas de productos.
- Seguimiento del funcionamiento de los sistemas instalados a clientes.
- Atención rápida a solicitudes de soporte técnico y asesoría de los productos.

8. Socios claves:

- Proveedores de componentes electrónicos y partes necesarias para la fabricación de módulos.
- Empresas que ofrecen servicios de almacenamiento y gestión de recursos en nube.

- Tiendas de tecnología y automatización.
- Centros comerciales de tecnología.
- Empresas dedicadas a la instalación de soluciones domóticas.
- Organizadores de eventos y exposiciones de productos tecnológicos.

9. Estructura de costos:

- Costos del equipo de I+D.
- Costos de fabricación y producción.
- Costos de almacenamiento y servicios en la nube.
- Costos por estrategias y ejecución de marketing.
- Costos por el equipo de atención al cliente.
- Costos por actividades de desarrollo de negocios (alianzas y convenios).

Identificación y análisis de los interesados

En la siguiente tabla se muestra de forma resumida los stakeholders del presente proyecto.

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Gabriela de la Cruz	ICF Network Eirl	Administrativo
Responsable	Daniel Iván Cruz Flores	FIUBA	Alumno
Colaborador	Leoncio Moya Carranza	ICF Network Eirl	Ing. redes y servidores
Orientador	Mg. Ing. Matías Álvarez	pertenencia	Director trabajo final
Usuario final	Personas de clase media y alta. Empresas del sector hotelero, salud y cualquier sector comercial.	-	Propietario/Jefe

Principales características de cada interesado.

- Cliente: Gabriela de la Cruz, es rigurosa y observadora en los detalles.
- Responsable: Daniel Iván Cruz Flores, también es el único personal del equipo de desarrollo.
- Colaboradores: Leoncio Moya Carranza ayuda mucho en el diseño y la configuración de redes.
- Orientador: Mg. Ing. Matías Álvarez, va a poder ayudar mucho con la gestión y formulación del proyecto.
- Usuario Final: Hogares o empresas que desean tener información detallada para gestionar el consumo energético y contar con algunas características de confort.

1. Propósito del proyecto

El proposito de este proyecto es diseñar y desarrollar un sistema informático capaz de controlar y monitorear viviendas u otros ambientes mediante el protocolo MQTT para brindar una gestión inteligente respecto a confort y consumo energético.

2. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- Diseño y desarrollo del módulo principal.
- Diseño y desarrollo del módulo réplica.
- Diseño y desarrollo del módulo consumo.
- Diseño y desarrollo del módulo temperatura.
- Diseño y desarrollo del módulo actuador.

El presente proyecto no incluye el desarrollo del “módulo inteligente” y futuros módulos de interacción por voz Humano - Computador. Dichos módulos serán temas de desarrollo en trabajos futuros.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El cliente cuenta con una red LAN y con conexión a Internet.
- El cliente cuenta con los componentes básicos de red para la creación de una red LAN dedicada.
- El cliente cuenta con conocimientos mínimos de informática.
- Se dispondrá del tiempo y recursos para desarrollar los módulos de hardware.
- Los tiempos para el desarrollo de la aplicación web principal estará dentro de los márgenes establecidos.

4. Requerimientos

Los requerimientos se enumeran agrupados por afinidad:

1. Grupo de requerimientos asociados al “módulo principal”.

- #### 1.1. El módulo debe tener instalado un servidor web.

- 1.2. El módulo debe tener instalado un gestor de base de datos MySQL.
 - 1.3. El módulo debe tener instalado un Broker.
 - 1.4. El módulo debe tener instalado Python 3.x.
 - 1.5. El módulo debe tener un programa ejecutándose en segundo plano para detectar los valores que llegan al Broker y enviarlo a la base de datos local.
 - 1.6. El módulo debe tener ejecutándose en segundo plano un programa que replicará hacia la nube los datos que reciba el Broker local mientras tenga acceso a Internet.
 - 1.7. El módulo al ser encendido debe iniciar automáticamente el servidor web, el gestor de base de datos, el Broker, el programa de captura de datos para el envío a la base de datos y el programa que hace la réplica a la nube.
 - 1.8. El módulo debe tener una aplicación web para mostrar de forma amigable los datos capturados para permitir la gestión, control y monitoreo del sistema IOT.
 - 1.9. La aplicación debe leer los datos que llegan al Broker y mostrarlos vía web para comprobar que existe comunicación constante con el resto de módulos del sistema.
 - 1.10. La aplicación debe reportar los datos que llegan a la base de datos mediante AJAX (Asynchronous JavaScript and XML).
 - 1.11. La aplicación debe mostrar información resumida mediante gráficos estadísticos y tablas detalladas de los sensores y módulos del sistema.
 - 1.12. La aplicación debe permitir generar reportes detallados en PDF de los datos capturados en la base de datos.
 - 1.13. La aplicación debe mostrar reportes del consumo energético actual por sensor.
 - 1.14. La aplicación debe mostrar los estados de los sensores (conectado, encendido o apagado) en tiempo real.
 - 1.15. La aplicación debe permitir el acceso de 2 tipos de usuarios: el administrador con permisos totales del sistema y el usuario que solo desea ver información.
 - 1.16. La aplicación web deberá seguir funcionando correctamente si existiera algún corte de acceso a Internet.
 - 1.17. La aplicación debe contar con un protector de pantalla para cuando no se este interactuando (prioridad menor).
2. Grupo de requerimientos asociados al “módulo réplica”.
 - 2.1. El módulo debe tener una aplicación web para mostrar de forma amigable los datos replicados del sistema IOT.
 - 2.2. La aplicación web estará almacenada en un servicio de servidor web remoto (Hosting).
 - 2.3. La aplicación web debe leer todos los datos que llegan al Broker remoto de réplica.
 - 2.4. La aplicación web debe ser estructurada con la característica de adaptabilidad para su acceso desde dispositivos portátiles.
 - 2.5. La aplicación debe mostrar reportes del consumo energético actual por sensor.
 - 2.6. La aplicación debe mostrar los estados de los sensores (conectado, encendido o apagado) en tiempo real.
 - 2.7. La aplicación deberá mostrar un mensaje de alerta cuando el sistema principal local perdió conexión y no puede enviar los valores en tiempo real.
 - 2.8. La aplicación debe permitir el acceso de 2 tipos de usuarios: el administrador con permisos totales del sistema y el usuario que solo desea ver información.
3. Grupo de requerimientos asociados al “módulo consumo”.

- 3.1. El módulo debe usar una conexión Micro-USB para su fuente de alimentación de la placa principal.
- 3.2. El módulo debe leer cada 5 segundos los datos del sensor de corriente.
- 3.3. El módulo debe tener configurado los credenciales necesarios para unirse a la red local mediante Wifi.
- 3.4. El módulo debe enviar sus lecturas obtenidas mediante el protocolo MQTT hacia el Broker del módulo principal central.
- 3.5. El módulo debe estar funcionando 24/7.
- 3.6. El módulo debe tener un case para protección de sus componentes internos y para su mejor presentación (prioridad menor).
4. Grupo de requerimientos asociados al “módulo temperatura”.
 - 4.1. El módulo debe usar una conexión Micro-USB para su fuente de alimentación para la placa principal.
 - 4.2. El módulo debe leer cada 2 segundos los datos del sensor de temperatura.
 - 4.3. El módulo debe tener configurado los credenciales necesarios para unirse a la red local mediante Wifi.
 - 4.4. El módulo debe enviar sus lecturas obtenidas mediante el protocolo MQTT hacia el Broker del módulo principal central.
 - 4.5. El módulo debe estar funcionando 24/7.
 - 4.6. El módulo debe tener un case para protección de sus componentes internos y para su mejor presentación(prioridad menor)
5. Grupo de requerimientos asociados al “módulo actuador”.
 - 5.1. El módulo debe usar una conexión microUSB para su fuente de alimentación para la placa principal.
 - 5.2. El módulo debe recibir datos mediante el protocolo MQTT desde el Broker del módulo principal central.
 - 5.3. El módulo debe leer cada 1 segundos los datos que se le envían desde el módulo principal.
 - 5.4. El módulo debe tener configurado los credenciales necesarios para unirse a la red local mediante Wifi.
 - 5.5. El módulo debe estar funcionando 24/7.
 - 5.6. El módulo deberá estar conectado a un ventilador y actuara mediante un relé para su encendido o apagado del mismo.
 - 5.7. El módulo debe tener un case para protección de sus componentes internos y para su mejor presentación(prioridad menor)
6. Grupo de requerimientos asociados a la “red local”.
 - 6.1. La red local debe estar configurada con direcciones IP estáticas.
 - 6.2. La red local debe estar configurada con un access point para garantizar la fácil conexión entre módulos del sistema IOT así como extender el rango de la señal wifi.
 - 6.3. El access point de la red debe estar configurado en un canal de comunicación que no tenga solapamiento de canales wifi.
 - 6.4. La conexión a la red del pc del usuario administrador y de la pantalla monitor debe estar conectado vía cable Ethernet(prioridad menor).

Historias de usuarios (*Product backlog*)

Descripción: En esta sección se deben incluir las historias de usuarios y su ponderación (*history points*). Recordar que las historias de usuarios son descripciones cortas y simples de una característica contada desde la perspectiva de la persona que desea la nueva capacidad, generalmente un usuario o cliente del sistema. La ponderación es un número entero que representa el tamaño de la historia comparada con otras historias de similar tipo.

1. ...
2.
3.
4. ...
5.

5. Entregables principales del proyecto

- Manual de uso.
- Diagrama esquemático.
- Diagrama de los componentes que forman el sistema.
- Vídeo demostrativo de las pruebas de funcionamiento.
- Informe final.

6. Desglose del trabajo en tareas

Las tareas se muestran agrupados para una mejor comprensión:

1. Búsqueda de material bibliográfico. (40 hs)
 - 1.1. Búsqueda de soluciones similares en el mercado. (5 hs)
 - 1.2. Búsqueda de códigos fuente de ejemplos similares a los que se usará. (10 hs)
 - 1.3. Búsqueda de todos los componentes electrónicos a usar. (10 hs)
 - 1.4. Estudiar la forma de integración de componentes a la red. (10 hs)
 - 1.5. Estudiar cómo funciona cada uno de los componentes. (10 hs)
 - 1.6. Realizar un informe resumen con la lista de componentes, aspectos de red y configuraciones básicas a usar. (5 hs)
2. Adquisición de componentes. (20 hs)
 - 2.1. Cotizar los costos de cada componente electrónico con los proveedores. (10 hs)
 - 2.2. Realizar los pedidos a proveedores. (5 hs)

- 2.3. Realizar un informe de costos de los componentes adquiridos (5 hs)
3. Diseño y configuración de red local. (16 hs)
 - 3.1. Instalación del modem/router en el lugar más adecuado. (2 hs)
 - 3.2. Instalación del access point en el lugar más adecuado. (2 hs)
 - 3.3. Configuración interna del modem/router y el access point. (2 hs)
 - 3.4. Verificación e instalación de los puntos de donde se conectarán los módulos sensores de muestreo. (5 hs)
 - 3.5. Realizar un informe de la configuración de red local instalada. (5 hs)
4. Desarrollo del módulo principal. (239 hs)
 - 4.1. Instalación del sistema operativo en la Raspberry Pi (2 hs)
 - 4.2. Instalación y configuración del servidor web (5 hs)
 - 4.3. Instalación y configuración de Python 3 (2 hs)
 - 4.4. Instalación y configuración del Broker local (5 hs)
 - 4.5. Creación del programa para leer datos que llegan al Broker y enviarlo a la base de datos. (10 hs)
 - 4.6. Creación del programa para verificar constantemente el acceso a Internet (5 hs)
 - 4.7. Creación del programa para leer datos que llegan al Broker y replicarlos a la nube. (10 hs)
 - 4.8. Creación y configuración del script lanzador que iniciará automáticamente los programas al encender el módulo. (5 hs)
 - 4.9. Testeo del funcionamiento y conexión del módulo a la red local. (5 hs)
 - 4.10. Diseño y creación de la base de datos. (10 hs)
 - 4.11. Diseño y maquetación de la aplicación web principal. (40 hs)
 - 4.12. Desarrollo de todas las funcionalidades backend de la aplicación. (40 hs)
 - 4.13. Integración de todas las funcionalidades backend con el fronted de la aplicación web (20 hs)
 - 4.14. Creación de los tipos de reportes que ofrecerá la aplicación. (40 hs)
 - 4.15. Testeo y depuración del funcionamiento de los roles de acceso al sistema. (10 hs)
 - 4.16. Testeo y depuración del funcionamiento de la aplicación web en el pc del administrador. (5 hs)
 - 4.17. Testeo y depuración del funcionamiento de la aplicación web en el monitor informativo. (10 hs)
 - 4.18. Testeo y depuración del funcionamiento del sistema del módulo principal en situaciones de corte del acceso a Internet. (10 hs)
 - 4.19. Realizar un informe resumen de las características del módulo, aspectos de red, configuraciones a usar, credenciales de acceso del usuario root, versiones del software, credenciales de acceso a la administración a la base de datos y a la aplicación web. (5 hs)
5. Desarrollo del módulo réplica. (95 hs)
 - 5.1. Creación y configuración del Broker remoto (5 hs)
 - 5.2. Integración del Broker remoto con el módulo principal local para las replicas (10 hs)

- 5.3. Verificación y testeo de enlace del Broker local con el Broker remoto. (10 hs)
- 5.4. Creación de la base de datos replica en la nube. (5 hs)
- 5.5. Adaptación de la aplicación web local para su funcionamiento en remoto (25 hs)
- 5.6. Configuración de recepción de datos del Broker remoto hacia la aplicación en nube. (10 hs)
- 5.7. Testeo y depuración del funcionamiento de los roles de acceso al sistema. (5 hs)
- 5.8. Testeo y depuración del funcionamiento de la aplicación web desde el pc del administrador. (10 hs)
- 5.9. Testeo y depuración del funcionamiento de la aplicación en diferentes dispositivos portátiles. (10 hs)
- 5.10. Realizar un informe resumen de las configuraciones a usar y credenciales de acceso a la cuenta de administración. (5 hs)
6. Desarrollo del módulo de consumo. (55 hs)
 - 6.1. Construcción del módulo e integración de componentes, sensor de corriente con placa Esp8266. (15 hs)
 - 6.2. Creación del programa de lectura para el microcontrolador. (10 hs)
 - 6.3. Testeo de conexión del módulo a la red y al módulo principal central. (5 hs)
 - 6.4. Testeo y depuración del envío de datos al módulo principal en la red local. (5 hs)
 - 6.5. Verificación y formateo de datos capturados por el sensor para su envío al módulo central. (10 hs)
 - 6.6. Instalación del módulo en un ambiente determinado para su funcionamiento. (5 hs)
 - 6.7. Realizar un informe resumen de las configuraciones a usar, código fuente e información respecto al formato de envío de datos. (5 hs)
7. Desarrollo del módulo temperatura. (40 hs)
 - 7.1. Construcción del módulo e integración de componentes, sensor de temperatura con placa Esp8266. (10 hs)
 - 7.2. Creación del programa de lectura para el microcontrolador. (5 hs)
 - 7.3. Testeo de conexión del módulo a la red y al módulo principal central. (5 hs)
 - 7.4. Testeo y depuración del envío de datos al módulo principal en la red local. (5 hs)
 - 7.5. Verificación y formateo de datos capturados por el sensor para su envío al módulo central. (5 hs)
 - 7.6. Instalación del módulo en un ambiente determinado para su funcionamiento. (5 hs)
 - 7.7. Realizar un informe resumen de las configuraciones a usar, código fuente e información respecto al formato de envío de datos. (5 hs)
8. Desarrollo del módulo actuador. (55 hs)
 - 8.1. Construcción del módulo e integración de componentes, actuador con placa Esp8266. (15 hs)
 - 8.2. Creación del programa de lectura para el microcontrolador. (10 hs)
 - 8.3. Testeo de conexión del módulo a la red y al módulo principal central. (5 hs)
 - 8.4. Testeo y depuración de la recepción y envío de datos al módulo principal en la red local. (5 hs)

- 8.5. Verificación y formateo de datos capturados de la red para su manipulación y transformación en ordenes de la placa hacia el relé.(10 hs)
- 8.6. Instalación del módulo en un ambiente determinado para su funcionamiento. (5 hs)
- 8.7. Realizar un informe resumen de las configuraciones a usar, código fuente e información respecto al formato de recepción de datos. (5 hs)
9. Verificación y testeo del sistema IOT. (50 hs)
 - 9.1. Verificación y depuración del funcionamiento completo del sistema IOT en un ambiente de red local controlado (laboratorio) con acceso a Internet (5 hs)
 - 9.2. Verificación y depuración del funcionamiento de los roles de acceso del sistema IOT en un ambiente de red local controlado (laboratorio) con acceso a Internet (5 hs)
 - 9.3. Verificación y depuración del funcionamiento completo del sistema IOT en un ambiente real con acceso a Internet vía red local(5 hs)
 - 9.4. Verificación y depuración del funcionamiento completo del sistema IOT en un ambiente real sin acceso a Internet vía red local (10 hs)
 - 9.5. Verificación y depuración del funcionamiento completo del sistema replica IOT remoto desde un dispositivo portátil (10 hs)
 - 9.6. Verificación y depuración del funcionamiento completo del sistema replica IOT remoto desde un dispositivo portátil cuando el módulo principal local se desconecta de Internet (10 hs)
 - 9.7. Realizar un informe resumen con las correcciones de las nuevas configuraciones a usar y todas las nuevas consideraciones de funcionamiento. (5 hs)

Cantidad total de horas: (610 hs)

7. Diagrama de Activity On Node

Armar el AoN a partir del WBS definido en la etapa anterior.

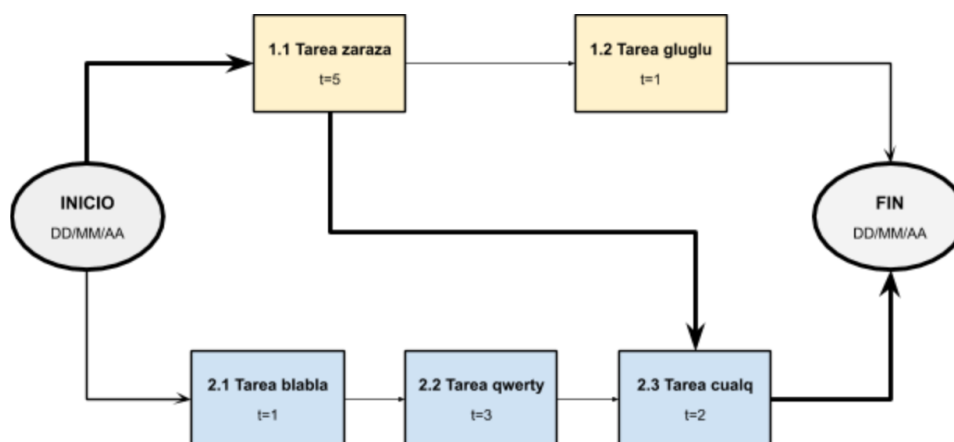


Figura 3. Diagrama en *Activity on Node*

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semicríticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color, como se muestra en el siguiente ejemplo:

8. Diagrama de Gantt

Utilizar el software Ganttter for Google Drive o alguno similar para dibujar el diagrama de Gantt.

Existen muchos programas y recursos *online* para hacer diagramas de gantt, entre las cuales destacamos:

- Planner
- GanttProject
- Trello + *plugins*. En el siguiente link hay un tutorial oficial:
<https://blog.trello.com/es/diagrama-de-gantt-de-un-proyecto>
- Creately, herramienta online colaborativa.
<https://creately.com/diagram/example/ieb3p3ml/LaTeX>
- Se puede hacer en latex con el paquete *pgfgantt*
<http://ctan.dcc.uchile.cl/graphics/pgf/contrib/pgfgantt/pgfgantt.pdf>

Pegar acá una captura de pantalla del diagrama de Gantt, cuidando que la letra sea suficientemente grande como para ser legible. Si el diagrama queda demasiado ancho, se puede pegar primero la “tabla” del Gantt y luego pegar la parte del diagrama de barras del diagrama de Gantt.

Configurar el software para que en la parte de la tabla muestre los códigos del EDT (WBS).
Configurar el software para que al lado de cada barra muestre el nombre de cada tarea.
Revisar que la fecha de finalización coincida con lo indicado en el Acta Constitutiva.

En la figura 4, se muestra un ejemplo de diagrama de gantt realizado con el paquete de *pgfgantt*. En la plantilla pueden ver el código que lo genera y usarlo de base para construir el propio.

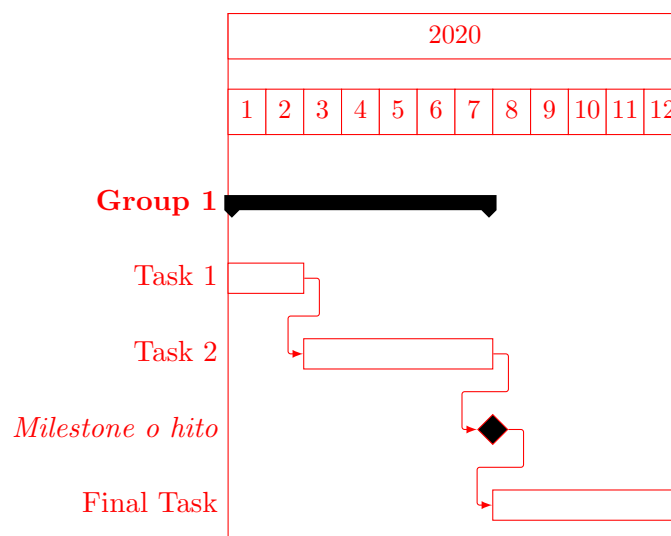


Figura 4. Diagrama de gantt de ejemplo

[illegible]

9. Matriz de uso de recursos de materiales

10. Presupuesto detallado del proyecto

Si el proyecto es complejo entonces separarlo en partes:

- Un total global, indicando el subtotal acumulado por cada una de las áreas.
- El desglose detallado del subtotal de cada una de las áreas.

IMPORTANTE: No olvidarse de considerar los **COSTOS INDIRECTOS**.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
TOTAL			

11. Matriz de asignación de responsabilidades

Establecer la matriz de asignación de responsabilidades y el manejo de la autoridad completando la siguiente tabla:

Código WBS	Nombre de la tarea	Listar todos los nombres y roles del proyecto			
		Responsable Daniel Iván Cruz Flores	Orientador Mg. Ing. Matías Álvarez	Equipo Nombre de alguien	Cliente Gabriela de la Cruz

Referencias:

- P = Responsabilidad Primaria
- S = Responsabilidad Secundaria
- A = Aprobación
- I = Informado
- C = Consultado

Una de las columnas debe ser para el Director, ya que se supone que participará en el proyecto. A su vez se debe cuidar que no queden muchas tareas seguidas sin “A” o “I”.

Importante: es redundante poner “I/A” o “I/C”, porque para aprobarlo o responder consultas primero la persona debe ser informada.

12. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos)

- Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).

- Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10).
Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

Riesgo 3:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN=S \times O$)

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*

Criterio adoptado: Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a...

Nota: los valores marcados con (*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Riesgo 1: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación). Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación: - Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S). - Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

Riesgo 3: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

13. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- Req #1: copiar acá el requerimiento.
Verificación y validación:

- Verificación para confirmar si se cumplió con lo requerido antes de mostrar el sistema al cliente. Detallar
- Validación con el cliente para confirmar que está de acuerdo en que se cumplió con lo requerido. Detallar

Tener en cuenta que en este contexto se pueden mencionar simulaciones, cálculos, revisión de hojas de datos, consulta con expertos, mediciones, etc.

14. Comunicación del proyecto

El plan de comunicación del proyecto es el siguiente:

PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO					
¿Qué comunicar?	Audiencia	Propósito	Frecuencia	Método de comunicac.	Responsable

15. Gestión de compras

En caso de tener que comprar elementos o contratar servicios: a) Explique con qué criterios elegiría a un proveedor. b) Redacte el Statement of Work correspondiente.

16. Seguimiento y control

Para cada tarea del proyecto establecer la frecuencia y los indicadores con los se seguirá su avance y quién será el responsable de hacer dicho seguimiento y a quién debe comunicarse la situación (en concordancia con el Plan de Comunicación del proyecto).

El indicador de avance tiene que ser algo medible, mejor incluso si se puede medir en % de avance. Por ejemplo, se pueden indicar en esta columna cosas como “cantidad de conexiones ruteadas” o “cantidad de funciones implementadas”, pero no algo genérico y ambiguo como “%”, porque el lector no sabe porcentaje de qué cosa.

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.
1.1	Fecha de inicio	Única vez al comienzo	Daniel Iván Cruz Flores	Gabriela de la Cruz, Mg. Ing. Matías Álvarez	email

Continúa

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.
2.1	Avance de las sub-tareas	Mensual mientras dure la tarea	Daniel Iván Cruz Flores	Gabriela de la Cruz, Mg. Ing. Matías Álvarez	email

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.

17. Procesos de cierre

Establecer las pautas de trabajo para realizar una reunión final de evaluación del proyecto, tal que contemple las siguientes actividades:

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento a aplicar.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se utilizaron, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento para dejar registro.
- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores: - Indicar esto y quién financiará los gastos correspondientes.