



**Proyecto Final de Carrera de Ingeniería Electrónica con O.S.D**

# **Prototipo Gateway Multiprotocolo para Aplicaciones IoT**

Autor: Federico Insaurralde.

Director: Sergio Fernando Hernández Velázquez.



# Contenidos



Universidad Nacional  
de San Luis

- Propósito del trabajo
- Motivaciones
- Objetivos
- Protocolo desarrollado
- Descripción del Gateway Multiprotocolo
- Implementación
- Pruebas
- Conclusiones
- Trabajos Futuros



# Propósito del trabajo



Universidad Nacional  
de San Luis

Enmarcado en trabajos ya desarrollados dentro del grupo de investigación **“Desarrollo de Sistemas Embebidos Interconectados para Aplicaciones AgroTICs”**, siguiendo los lineamientos del trabajo publicado **“Predicción del Alcance Teórico de Enlaces LoRa en Ambientes Rurales”** se desarrolló un Gateway Multiprotocolo que permite la interoperabilidad de tecnologías de comunicación IoT, enfocado en aplicaciones AgroTICs y que forma una base para futuros desarrollos.

# Motivaciones



Universidad Nacional  
de San Luis

- En la actualidad existe una gran cantidad de nuevas tecnologías de comunicación aplicables a IoT, acompañadas de una gran variedad de protocolos y soluciones.
- Se busca integrar estas tecnologías en una misma red. Para ello se plantea un protocolo que permita establecer esta comunicación.
- El objetivo es desarrollar las bases para realizar una red heterogénea enfocada en distintas tecnologías de comunicación aplicables a IoT, proveyendo tanto comunicación entre dispositivos como acceso a bases de datos.
- El desarrollo se realizó pensando en una red desplegada en un ambiente agrícola.

# Objetivo

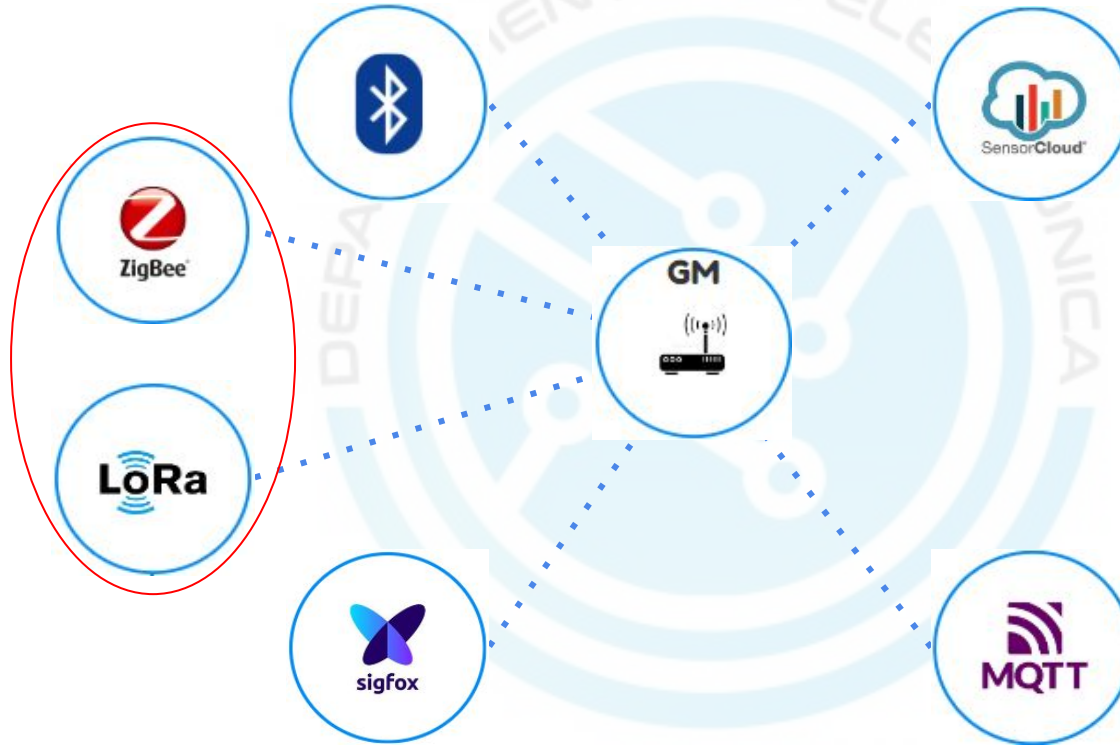


Universidad Nacional  
de San Luis

Red interna



Red externa

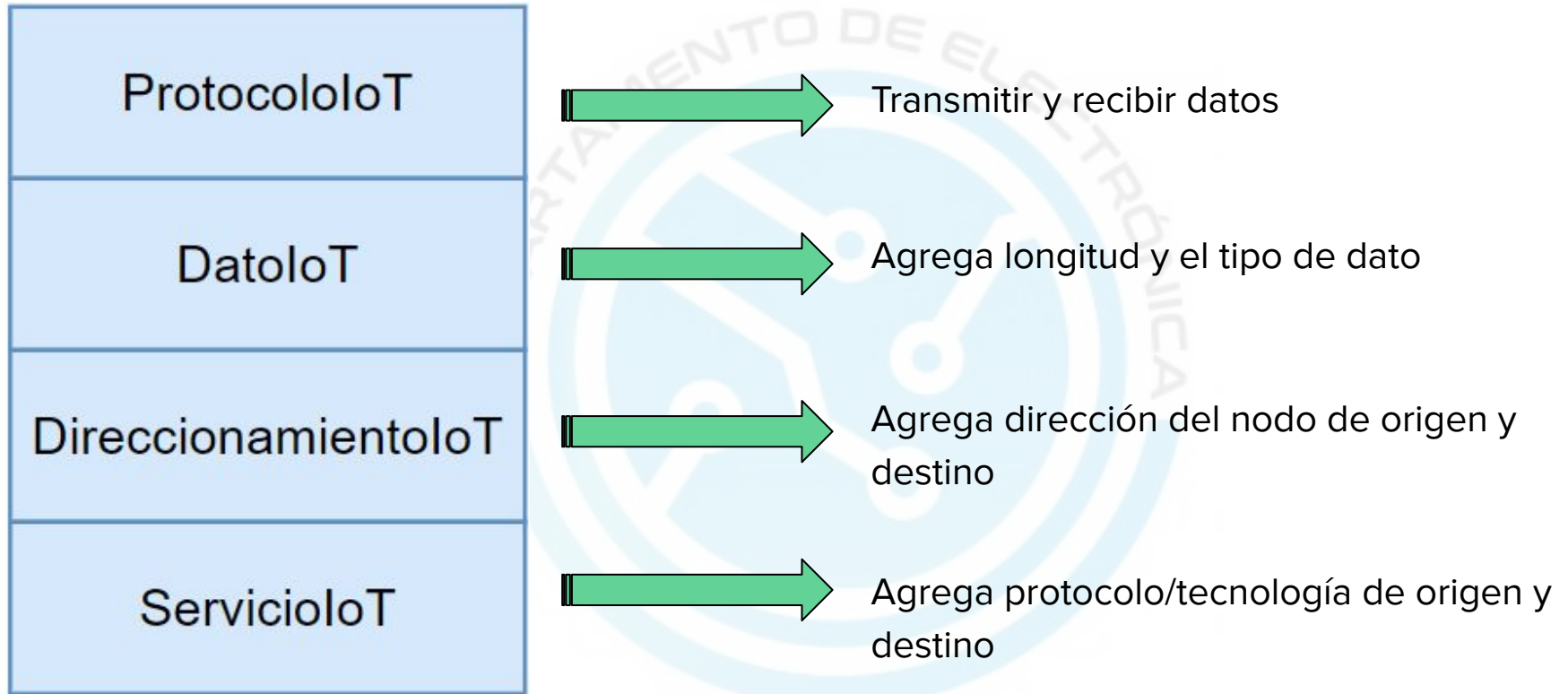


# Protocolo desarrollado

Modelo de capas del protocolo



Universidad Nacional  
de San Luis



# Protocolo desarrollado

## Capas y encabezados del protocolo

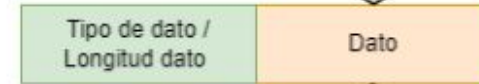


Universidad Nacional  
de San Luis

### Capa 4 - Protocolo T



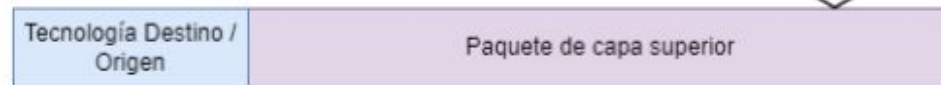
### Capa 3 - Datos T



### Capa 2 - Direccionamiento T



### Capa 1 - Servicio T

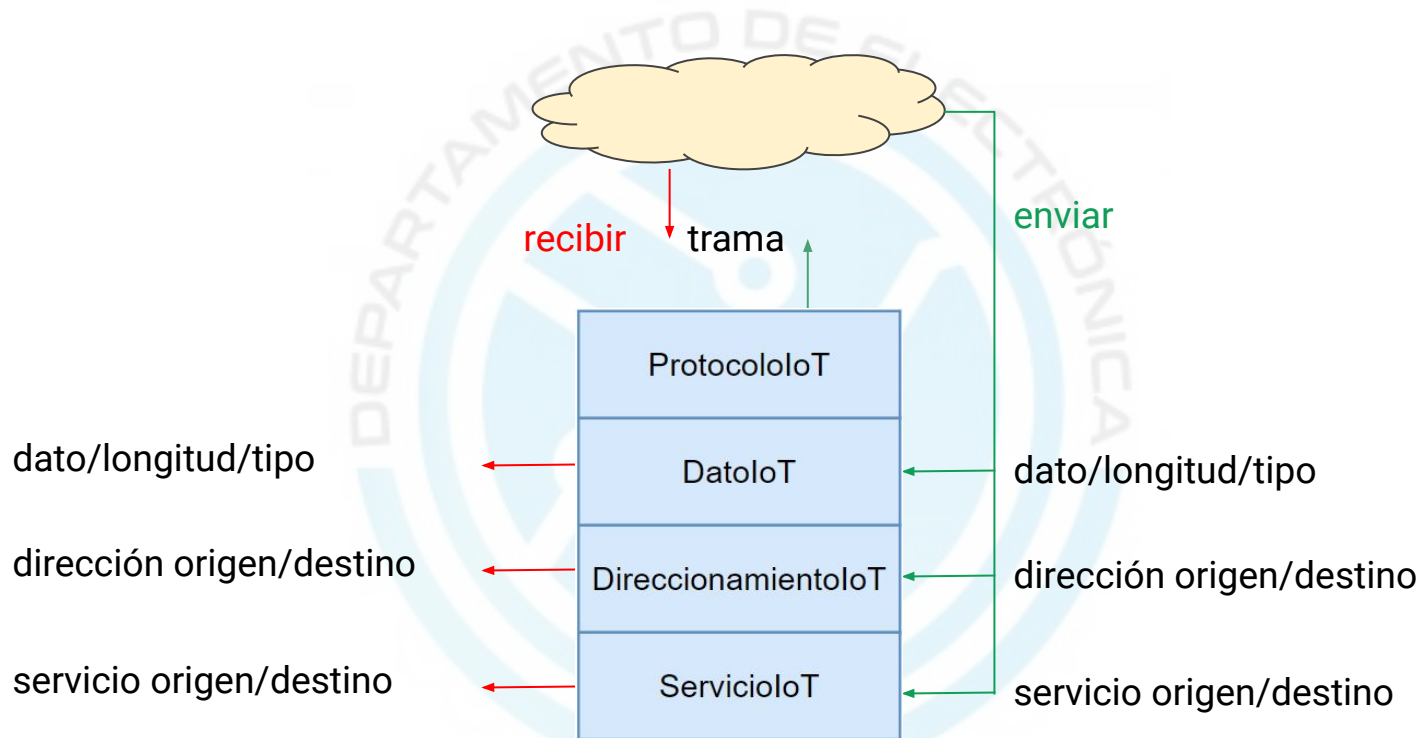


# Protocolo desarrollado

Interacción entre capas



Universidad Nacional  
de San Luis



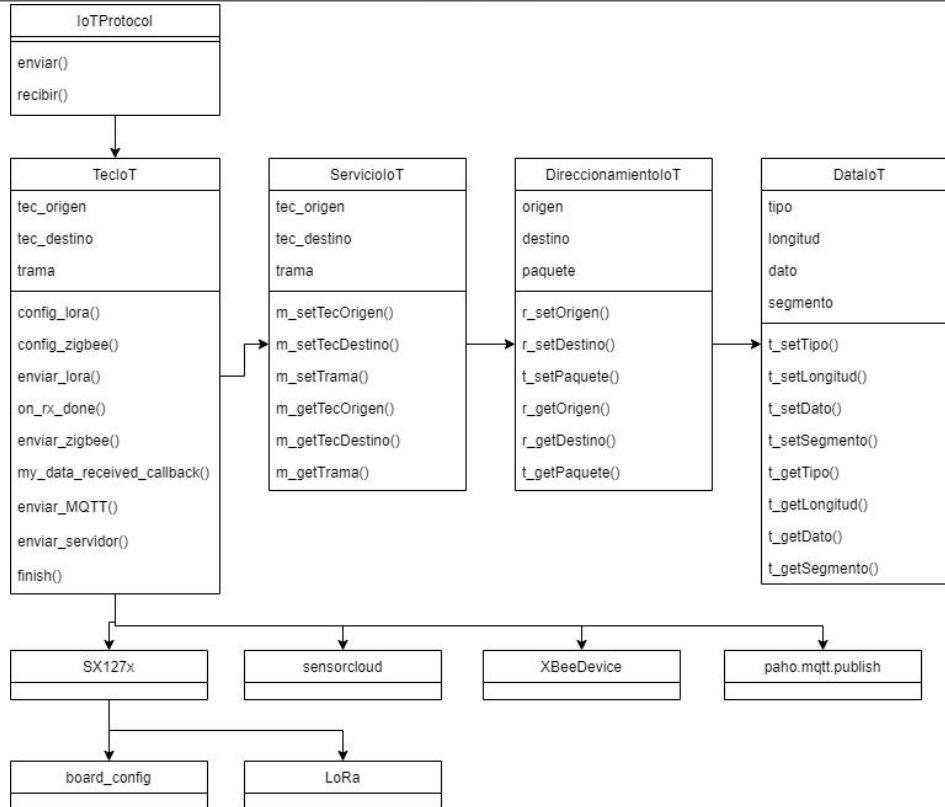


# Protocolo desarrollado

## Diagrama de clases del protocolo desarrollado



Universidad Nacional  
de San Luis



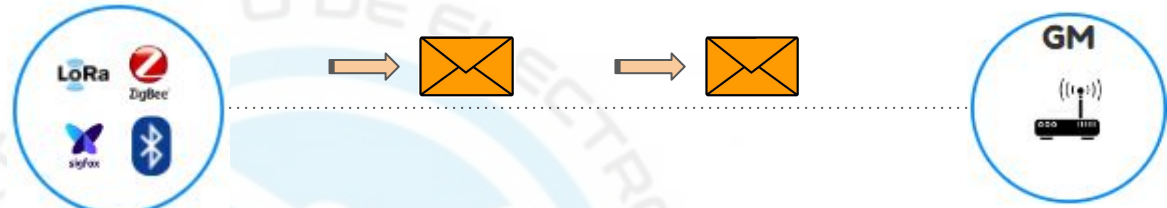
# Descripción del Gateway Multiprotocolo

Modos de funcionamiento de los nodos

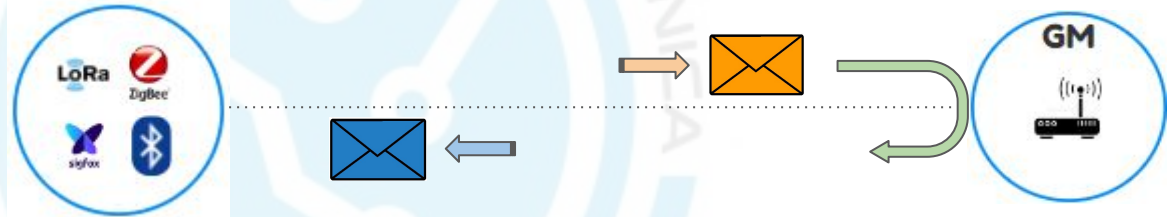


Universidad Nacional  
de San Luis

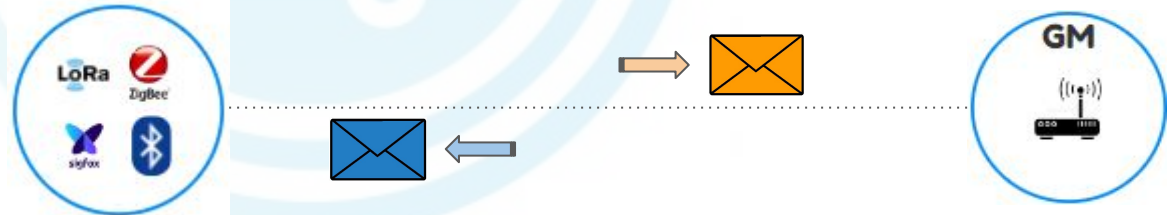
Sin control de datos:



Con control de datos:



Receptor continuo:



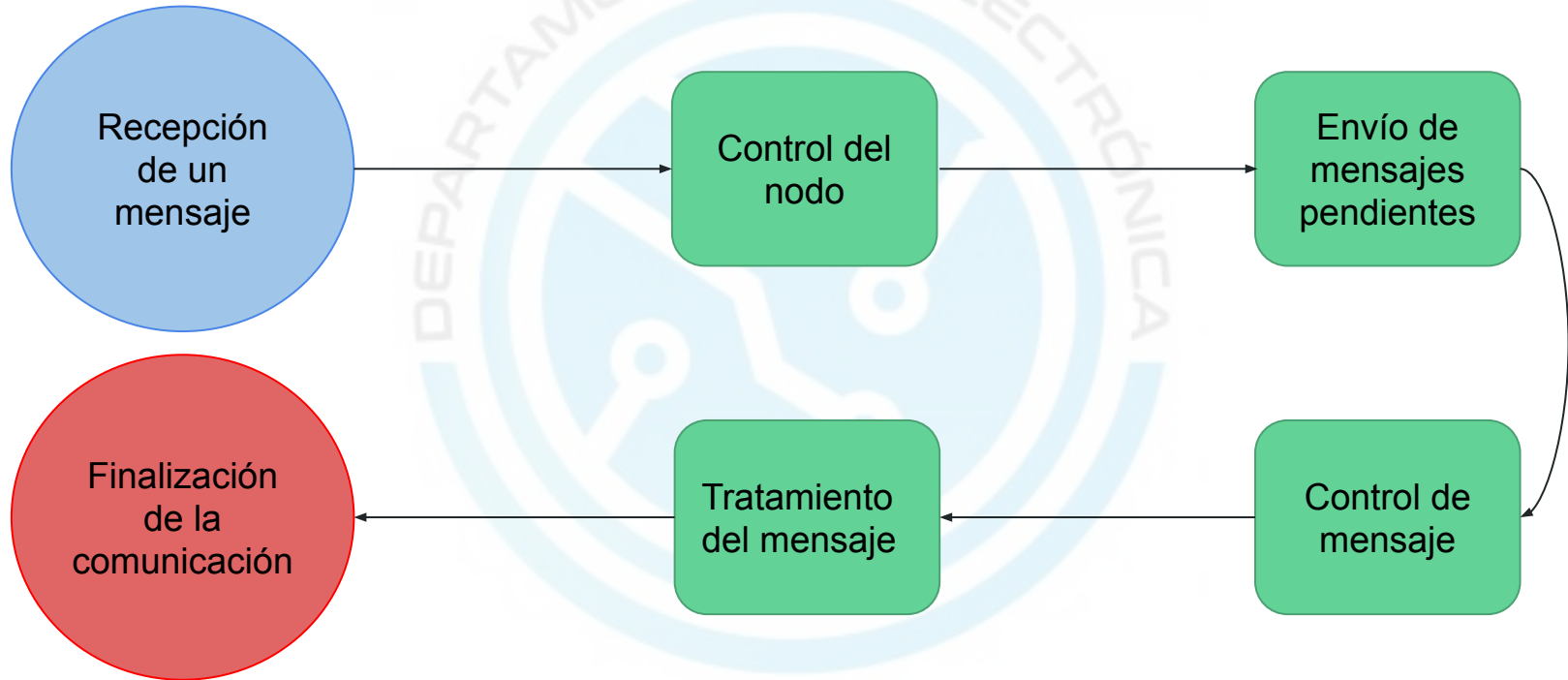
# Descripción del Gateway Multiprotocolo

Flujo de ejecución del GM



Universidad Nacional  
de San Luis

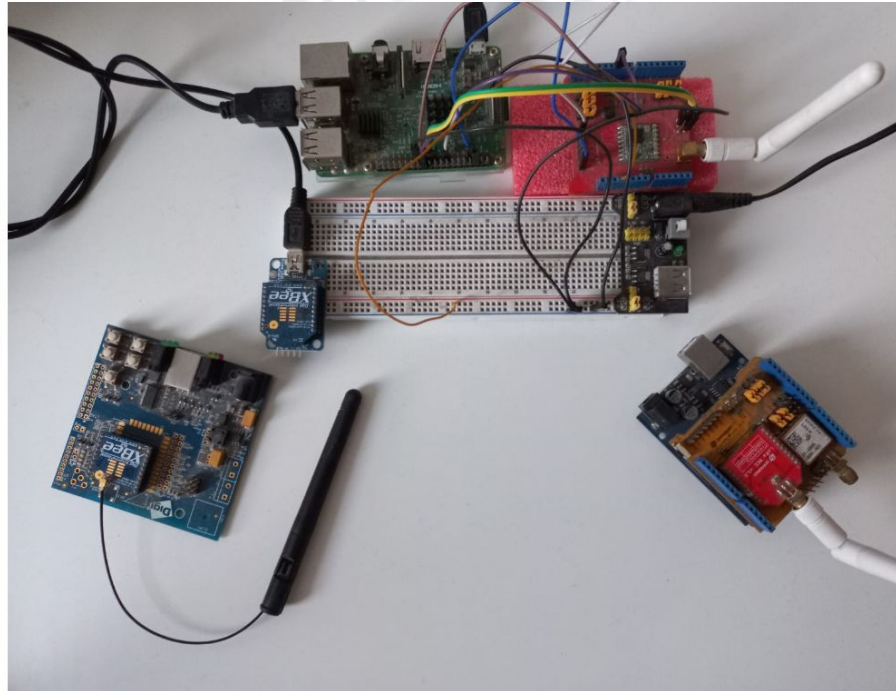
Se puede dividir en dos partes: control de nodos y control del mensaje



# Implementación



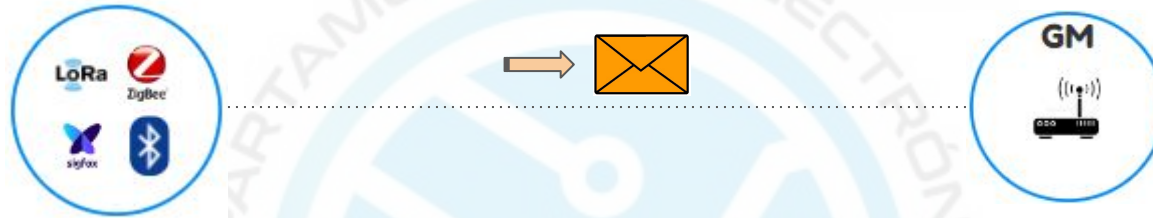
Universidad Nacional  
de San Luis



# Pruebas

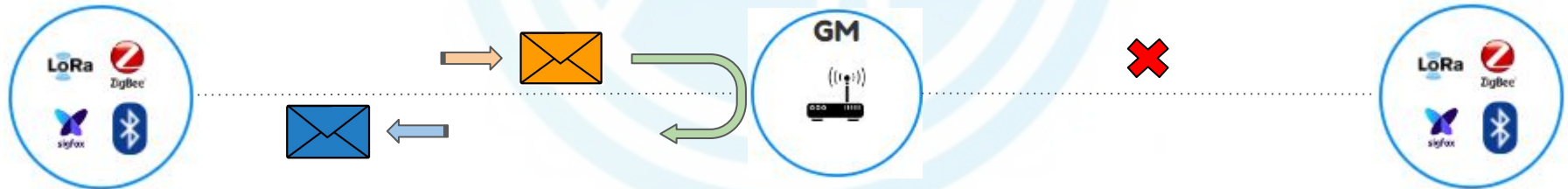


→ Registro de un nodo.



→ Envío de un mensaje desde un nodo a otro no registrado.

→ Envío de un mensaje a un nodo colocando incorrectamente la tecnología de destino.



# Pruebas



- Prueba de la comunicación de forma correcta entre dos nodos en el modo con control de datos.
- Prueba de la operación del GM con control de tiempo de tramas.



- Prueba de la comunicación de forma correcta entre dos nodos en el modo receptor continuo.

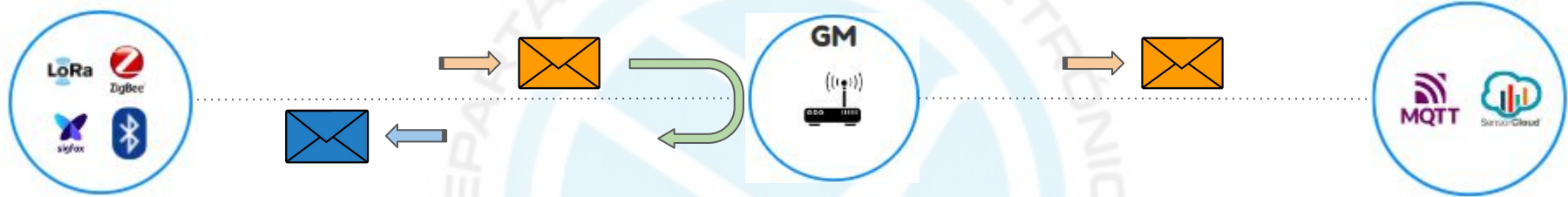


# Pruebas



Universidad Nacional de San Luis

→ Envío de datos de un nodo al servidor MQTT y Sensorcloud.



→ Comprobación de los modos sin control de datos.



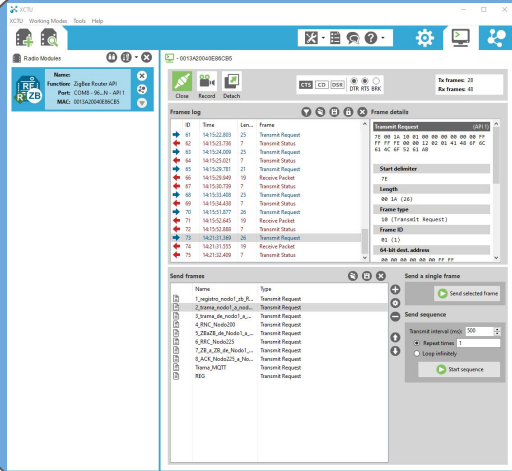


# Pruebas

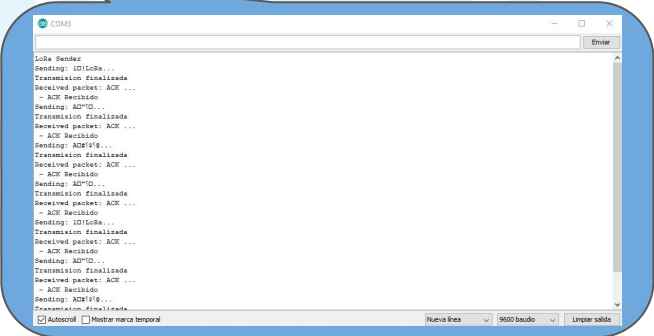
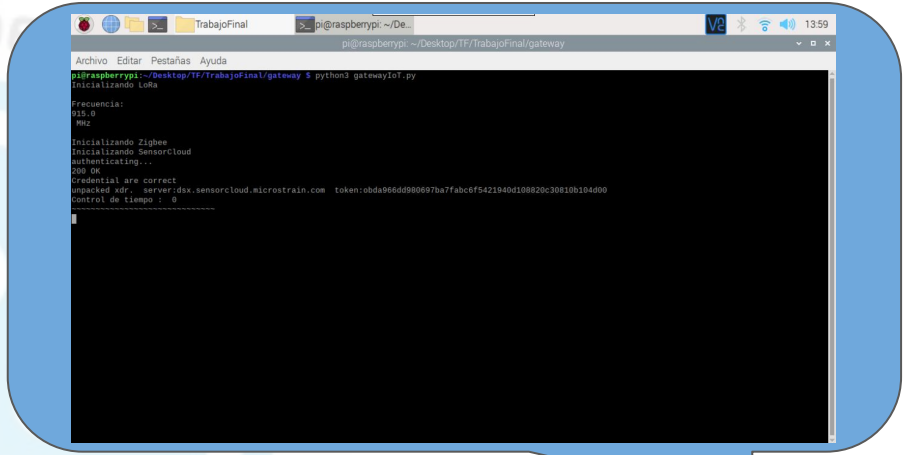


Universidad Nacional de San Luis

Envío de mensajes Zigbee desde XCTU



Visualización de mensajes por monitor serial de Arduino IDE



Vista de la terminal del GM al momento de la inicialización



# Pruebas



Universidad Nacional  
de San Luis

Envío y recepción de mensajes  
pendientes entre un nodo LoRa y el GM

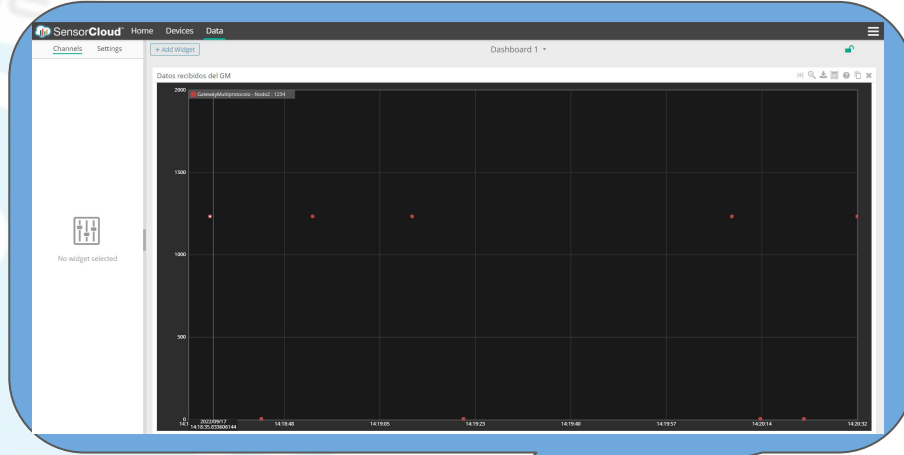
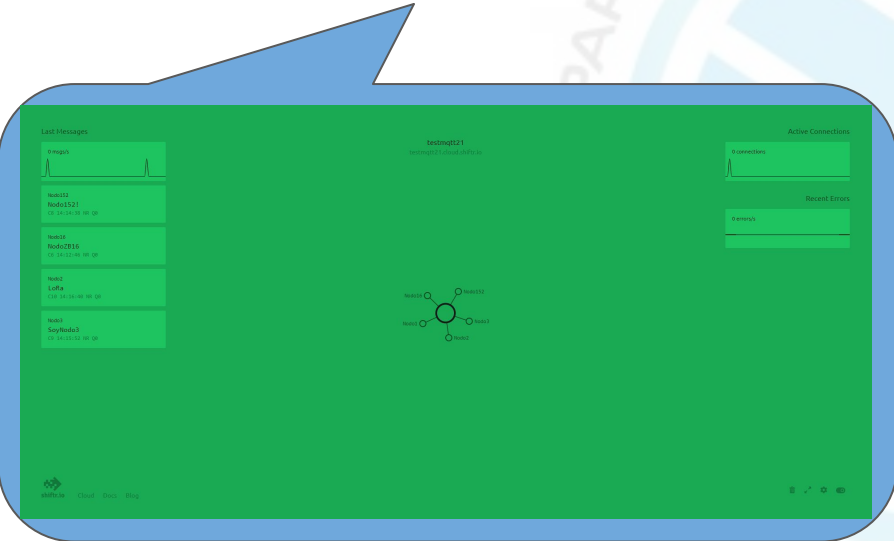
```
COM3
Sending: 10!LoRa...
Transmision finalizada
Received packet: HolaLoRa ...
Mensaje recibido
Enviando ACK del mensaje:
Received packet: ACK ...
~ ACK Recibido
```

Autosroll  Mostrar marca temporal Nueva línea 9600 baudio Limpiar salida

```
TrabajoFinal pi@raspberrypi: ~/De...
pi@raspberrypi: ~/Desktop/TF/TrabajoFinal/gateway
Archivo Editar Pestañas Ayuda
-----
Dato recibido:
[76, 111, 82, 97]
-----
Tecnologia destino:
2
Tecnologia origen:
1
Destino:
0
Origen:
2
Longittud del dato:
4
Tipo de dato:
1
Enviando trama pendiente sin control de tiempo
Trama: [10, 2, 1, 65, 72, 111, 108, 97, 76, 111, 82, 97]
-----
Enviando dato a dispositivo LoRa
[10, 2, 1, 65, 72, 111, 108, 97, 76, 111, 82, 97]
-----
Enviando dato [76, 111, 82, 97] a servidor MQTT
-----
Publicando en topic: Nod02
-----
Enviando dato a dispositivo LoRa
[16, 2, 0, 25, 65, 67, 75]
-----
Dato recibido:
[65, 67, 75]
-----
Tecnologia destino:
0
Tecnologia origen:
1
Destino:
0
```



Publicación de datos  
en servidor MQTT



Publicación de datos en  
servidor SensorCloud

# Conclusiones



Universidad Nacional  
de San Luis

- ❑ Cumplir con los objetivos planteados al inicio del proyecto.
- ❑ Implementar el registro, control e intercambio de mensajes entre nodos de diferentes tecnologías de comunicación IoT.
- ❑ Desarrollo de un protocolo modular y escalable.
- ❑ Proveer el acceso de los nodos a diferentes formas de resguardo y análisis de la información sin la necesidad de que los mismos manejen todo el protocolo utilizado por las bases de datos.
- ❑ Reconfiguración de parámetros del Gateway Multiprotocolo.
- ❑ Proveer un medio para hacer posible la comunicación asíncrona entre dispositivos.

# Trabajos futuros



Universidad Nacional  
de San Luis

- Ampliar la cantidad de tecnologías implementadas en el GM.
- Agregar encriptación de datos.
- Despliegue de la red en el ambiente de interés (entorno rural).
- Implementar mensajes de re-configuración para nodos.
- Implementación de una red con varios GM (topología estrella extendida).

# Trabajos futuros



Universidad Nacional  
de San Luis



**¿Preguntas?**



# Trabajos futuros



Universidad Nacional  
de San Luis



**¡Gracias!**