




# Lora Things

Connects the World

Trabajo Fin de Grado



# Índice

- 
- **Introducción - Motivación, necesidad, idea**
  - 
  - 
  - **Estado del arte . IoT y Smart Cities - Tecnologías destacadas - Lora, gsm, sigfox**
  - **Estructura del proyecto**
  - **Pruebas de rendimiento**

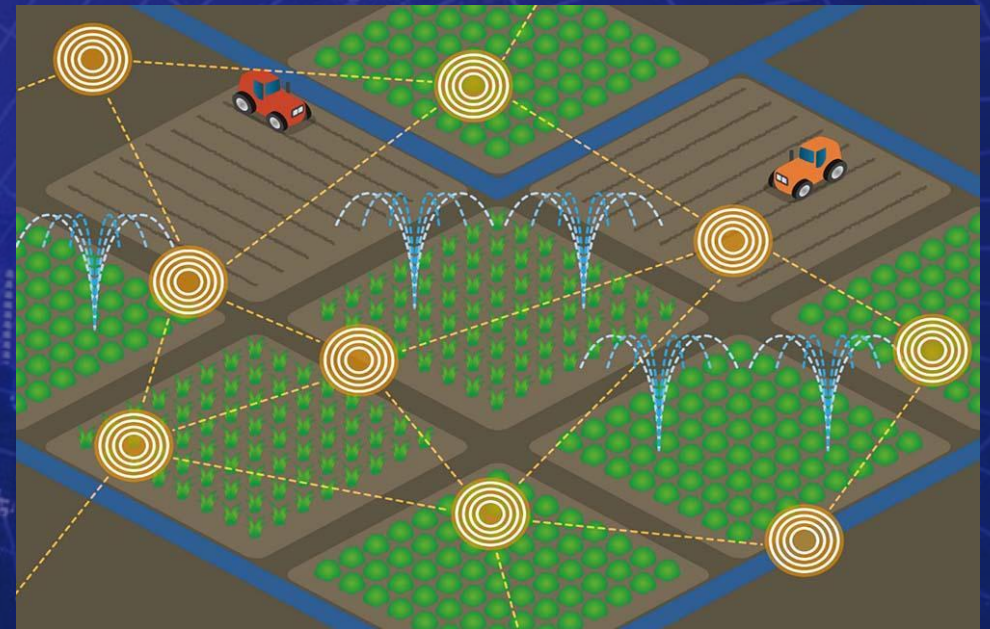
# Introducción





# Motivación

- El IoT es un concepto relativamente nuevo.
- Es de gran interés entre los diferentes sectores como: *fabricas, transporte, agricultura, smart cities, sanidad, y otros*
- El monitoreo ambiental es de gran importancia en la actualidad. Nos ayuda a *predecir el tiempo, prevenir desastres, disminuir la contaminación ambiental*





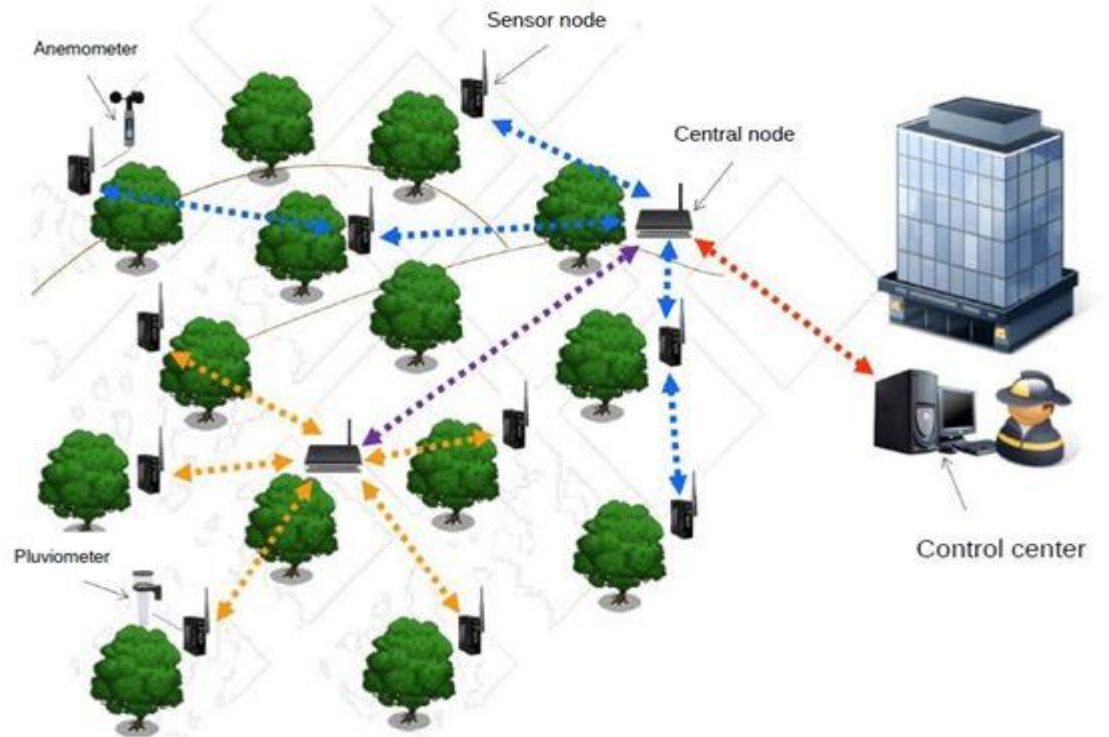
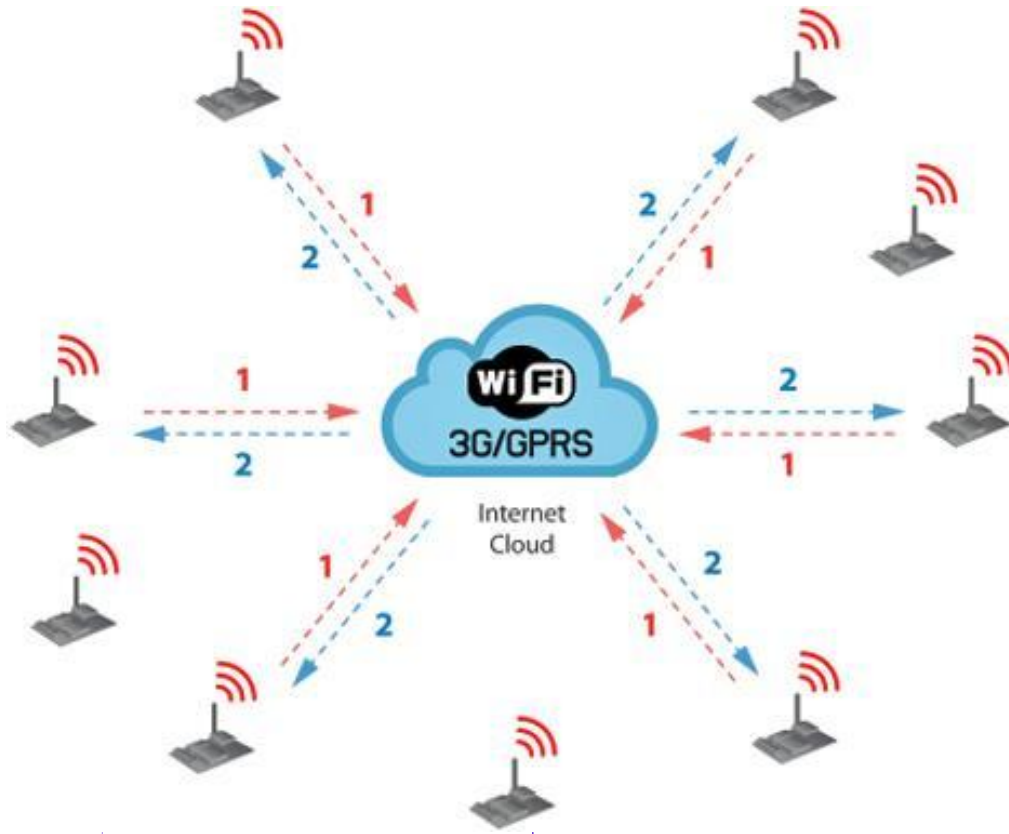
# Necesidad

- En la actualidad existen sistemas de monitoreo ambiental
- Es importante disponer de un sistema de monitoreo **robusto**



# Idea

- Construir redes de sensores inalámbricas





# Estado del arte

**IOT**

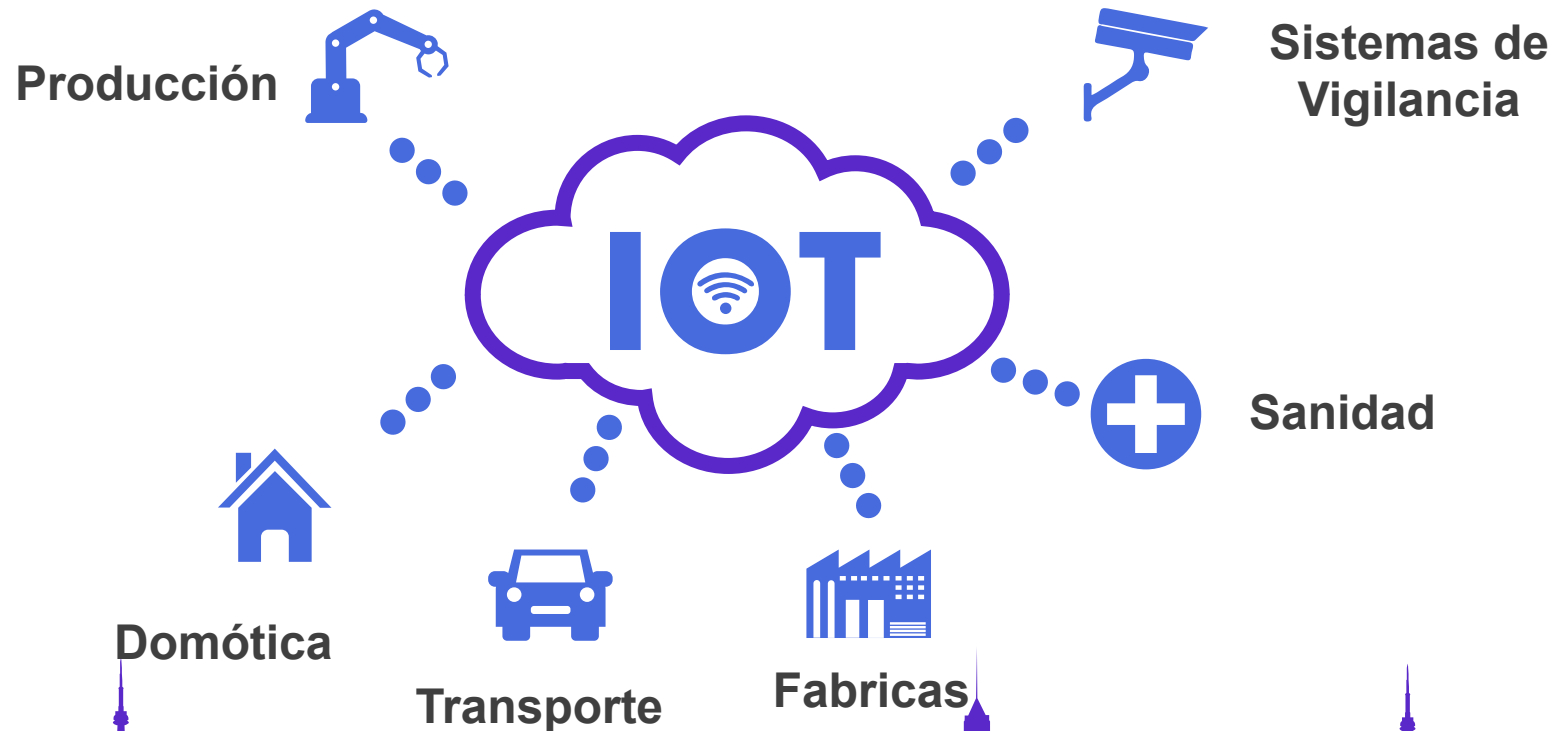
**Smart Cities**

**Tecnologías  
Inalámbricas**



# Internet de las Cosas

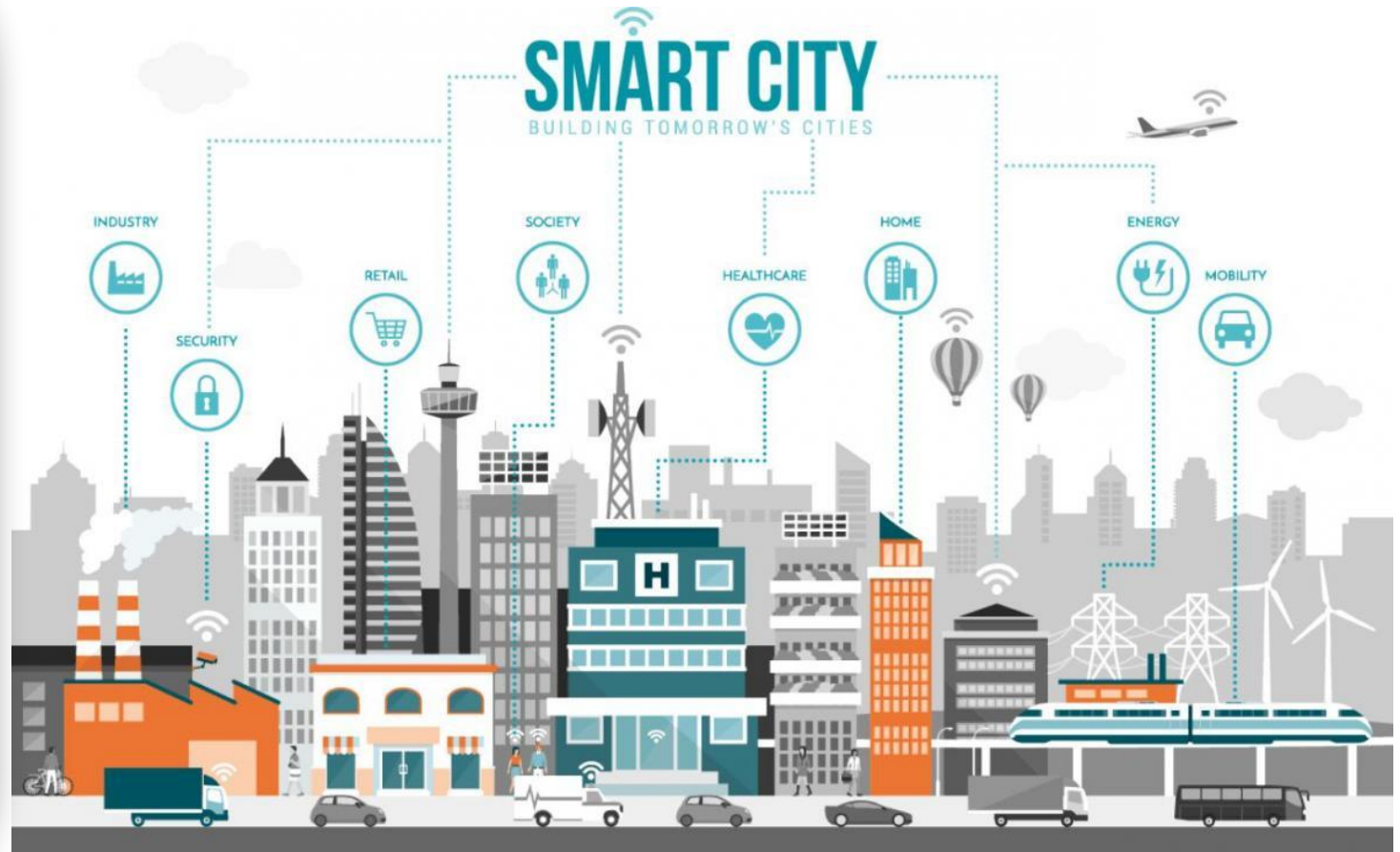
- ¿Qué es el IoT?
- IoT tiene múltiples aplicaciones en el mundo real





# Smart Cities

- ¿Qué son las Smart Cities?
- Características:
  - 1
  - 2
  - 3





# Tecnologías Destacadas





# Análisis Comparativo

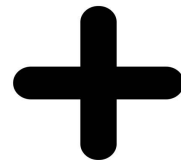
Tecnologia	Cobertura Mundial	Conectividad por países	Tamaño de paquete	Alcance(km)	Limite mensajes
LORA	No	167	255 bytes	10 - 20	30sec uplink/day
Sigfox	No	70	12 bytes	30 - 50	4/día
GSM	Sí	mundial	ilimitado	<10km.Según la operadora móvil.	ilimitado





# Analisis Comparativo

- ¿Qué tecnologías usar?
- ¿Cual es la solución óptima?
- Usar una sola tecnología **no es rentable**
- ¿Por qué no usar únicamente GSM?
  - La concentración de múltiples dispositivos puede colapsar la red



# Desarrollo del proyecto



```
graph TD; A[Plataforma IoT] --- B[Prototipo]; A --- C[Protocolo];
```

**Plataforma IoT**

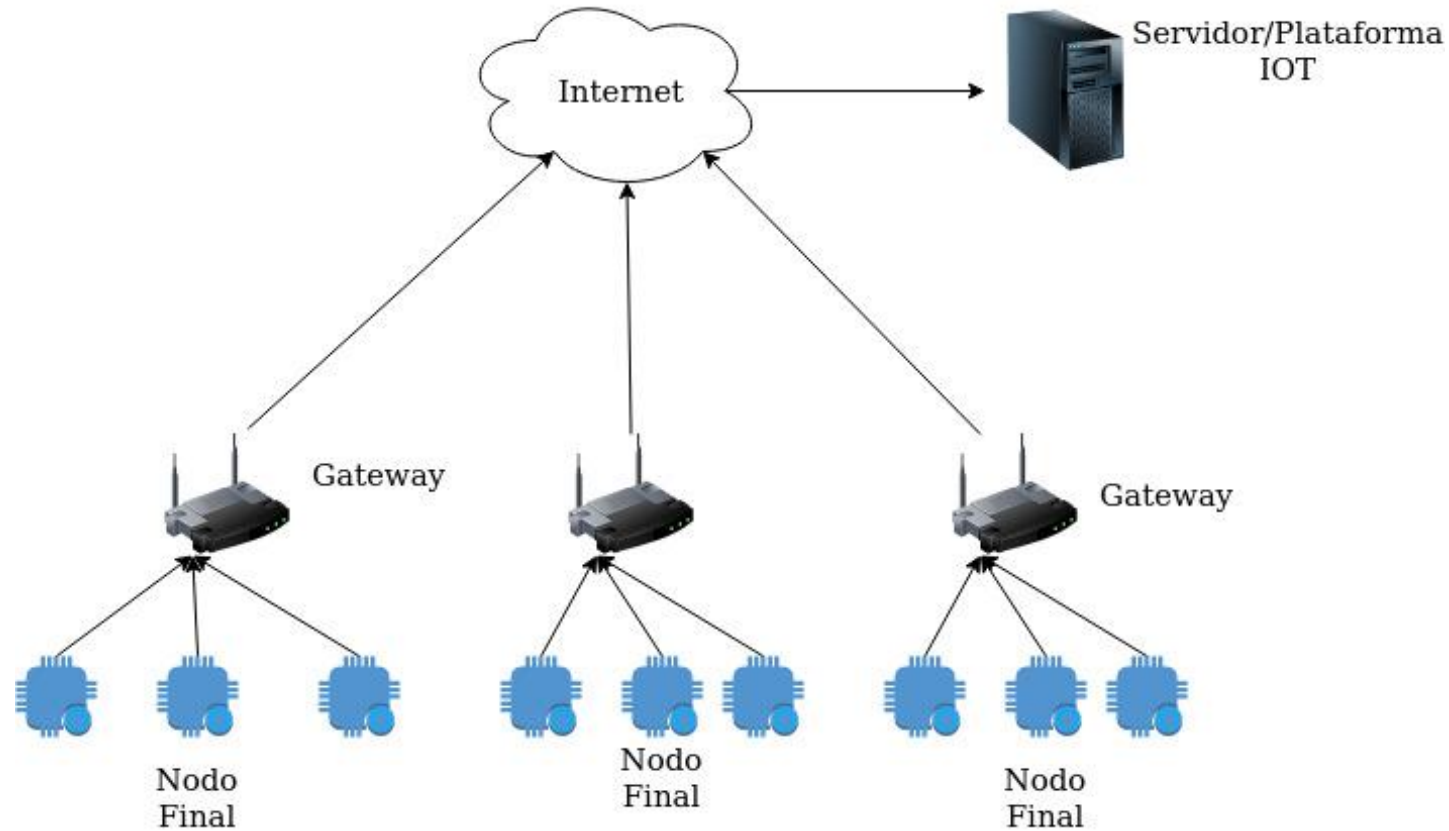
**Prototipo**

**Protocolo**

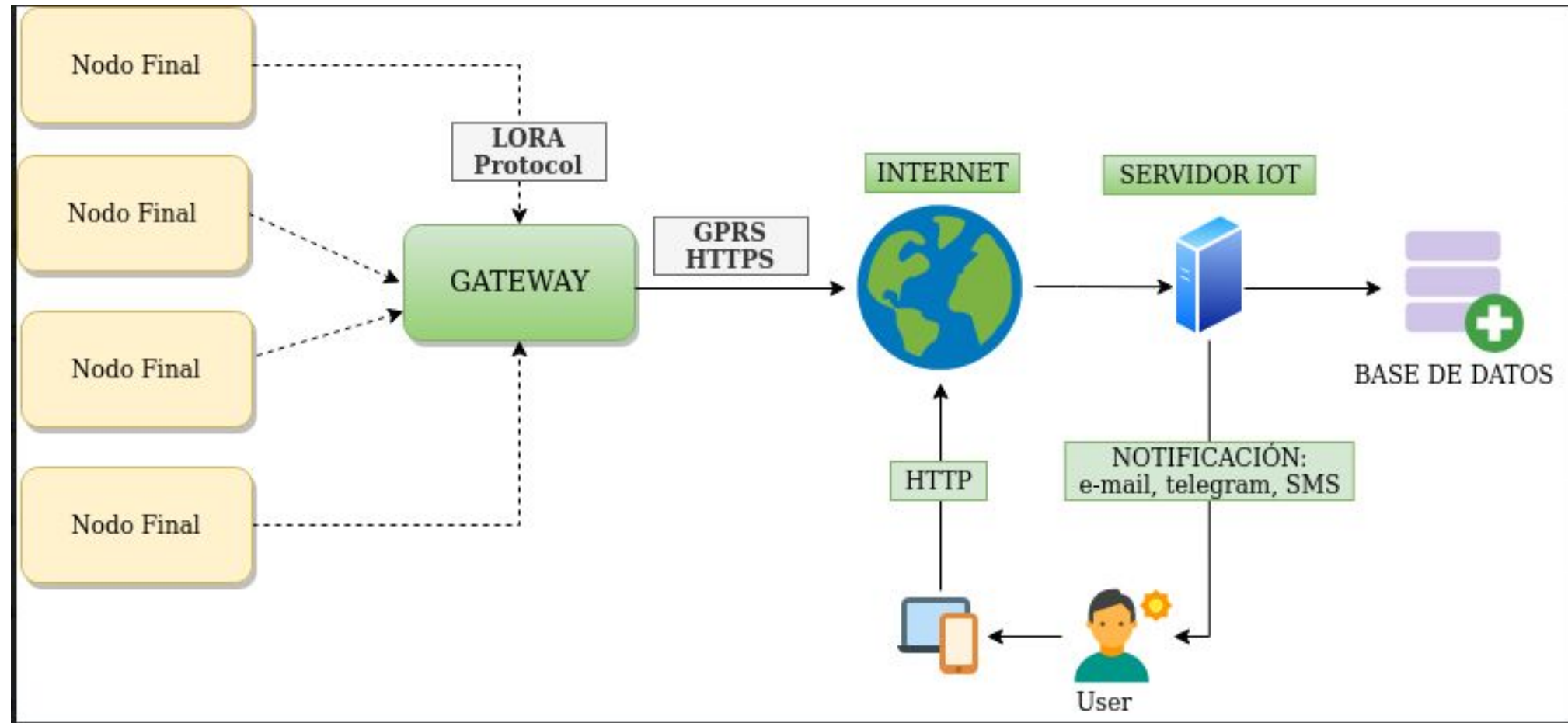


# Estructura del prototipo

- Topología de red: tipo **estrella**
- Redes independientes entre si
- No hay comunicación entre nodos finales
- Comunicación tipo cliente - servidor
- Uso de multiples protocolos



# Estructura del prototipo





# Protocolo

- Encapsular los datos
- Mejor gestión de paquetes
- Permite escalabilidad de las redes
- Mejor agilidad en la transmisión de paquetes
- Payload:  
{“payload”:[0,0,0,0,0,2,10,20]}

## Fase 1

Trama del nodo final

DATA FRAME								
HEADER				PAYLOAD				
DEV_ID	DEV_STAT	GR_ID	LEN	V0	V1	V2	...	Vn
0	1	2	3	4	5	6	...	N

## Fase 2

Trama del Gateway

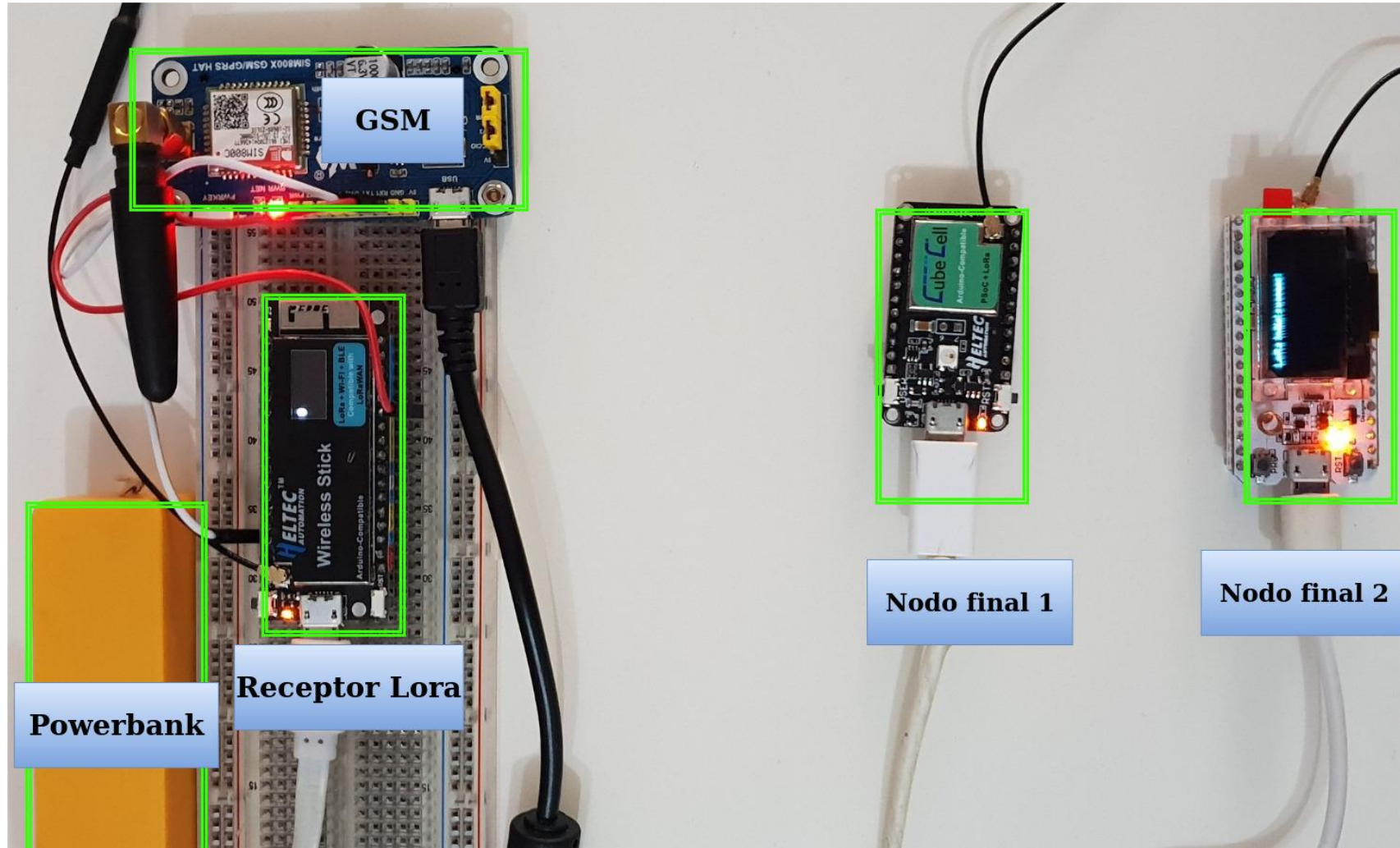
HEADER		PAYLOAD
GAT_ID	G_STAT	
0	1	2 – N

## Fase 3

Estructura JSON

JSON DATA

# Prototipo





# Plataforma IoT - thingsboard

- Ventajas

- Almacenar los datos enviados por cada gateway
- Accesible a nivel mundial
- No requiere mantenimiento o instalación
- Comunicación a través de una API
- Almacenar, procesar y visualizar los datos

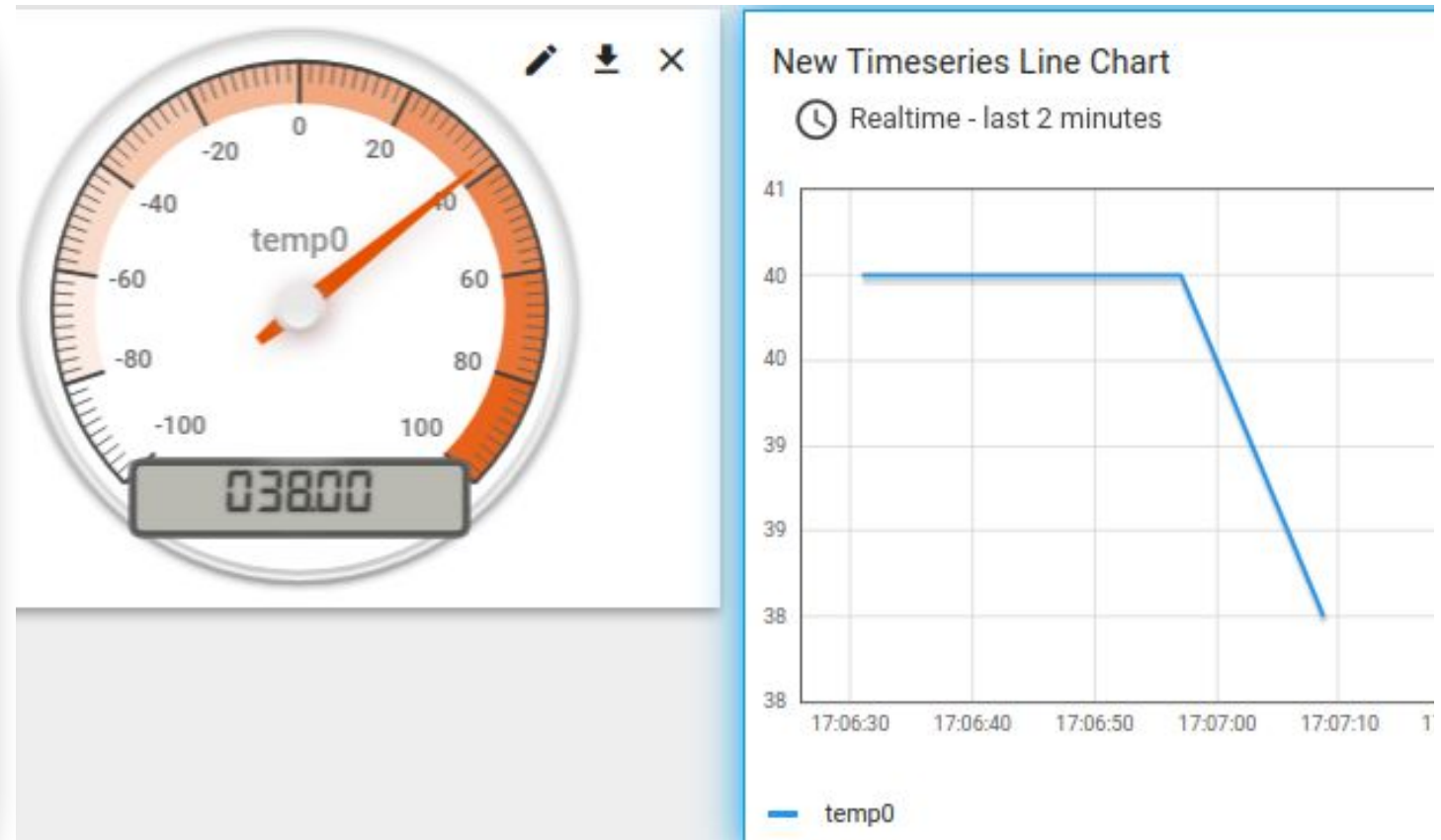
- Limitaciones

- Personalización limitada según el plan
- No tenemos acceso completo: BBDD, ficheros config, etc.



# Plataforma IoT - Dashboard

- Permite visualizar los datos almacenados
- Utiliza *widgets* de diferentes tipos
- Permite filtrar los datos según diferentes criterios
- Permite exportar los datos a un fichero **excel**





# Plataforma IoT - limitaciones

- El plan básico está muy limitado
- Es poco personalizable
- No permite la exportación de datos

	Community Edition	Professional Edition	Cloud
Asset management & Data collection	✓	✓	✓
End-user real-time dashboards	✓	✓	✓
Customizable rule chains, widgets	✓	✓	✓
MQTT, HTTP, CoAP, OPC-UA transport	✓	✓	✓
Integrations with BigData systems	✓	✓	✓
NB-IoT, SigFox, LoRaWAN support	Basic	Advanced	Advanced
Rule Engine: Components <sup>®</sup>	Basic	Advanced	Advanced
Entity groups <sup>®</sup>	✗	✓	✓
Advanced RBAC for IoT <sup>®</sup>	✗	✓	✓
Scheduler <sup>®</sup>	✗	✓	✓
Reporting <sup>®</sup>	✗	✓	✓
White-labeling <sup>®</sup>	✗	✓	✓
CSV/XLS data export <sup>®</sup>	✗	✓	✓

# Problemas de integración

- GSM

- **Conectividad** - ¿Qué protocolo usar? Http/Https
- **Tarjeta SIM:** Falta de credito o cobertura
- **Consumo:** Muy elevado, hasta 2A

- LoRa

- Parámetros de comunicación: elegir los parámetros óptimos
- Consumo elevado de la batería
- Problema de comunicación: Entre diferentes modelos de placas LoRa. A veces la comunicación es muy difícil o imposible.





# Análisis de rendimiento



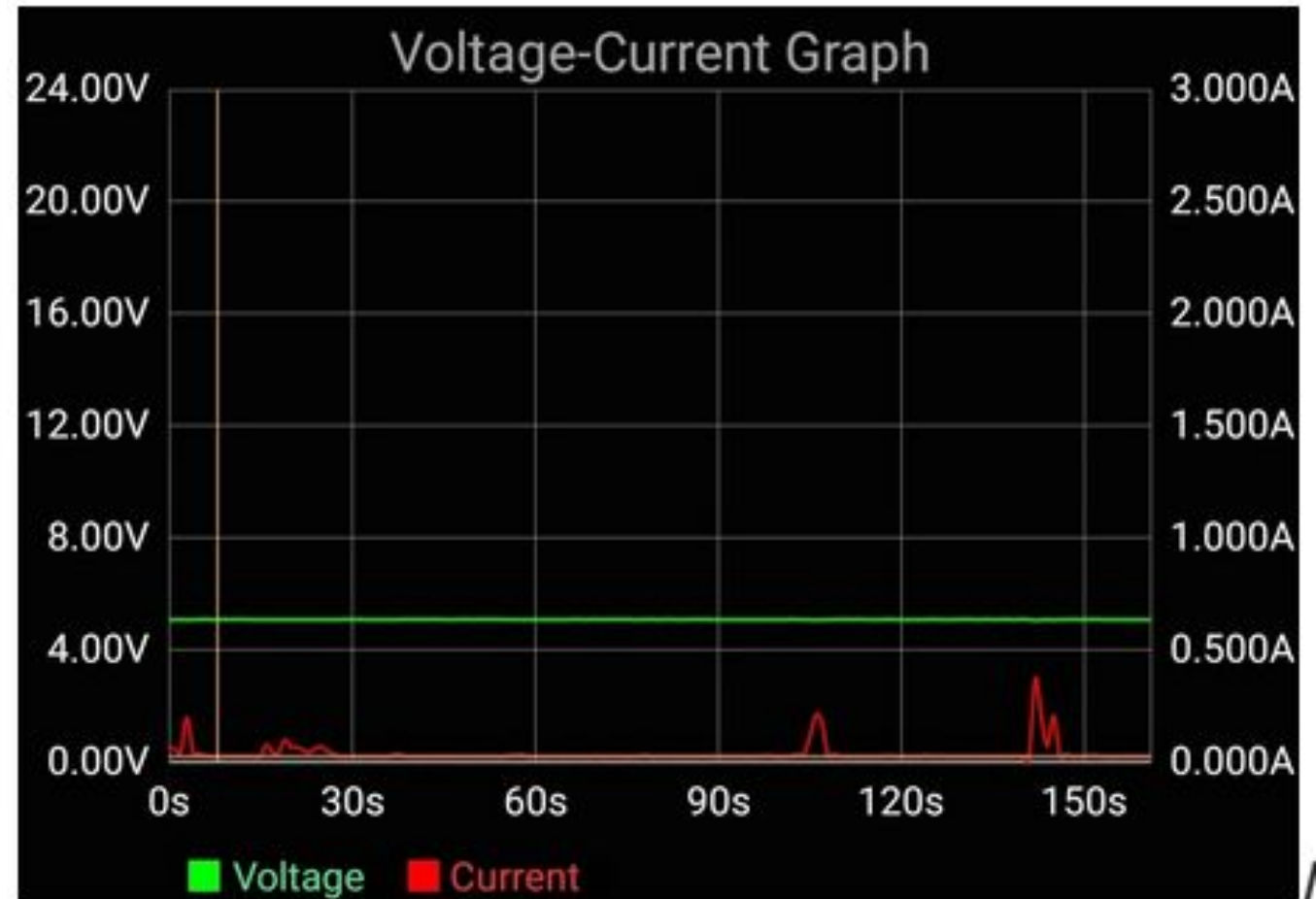
**Análisis del consumo**  
**Tiempo de envío de paquetes**

**Sistema de  
notificaciones**



# Consumo de energía - Módulo GSM

- Consumo elevado durante:
  - Búsqueda de señal/operadora
  - Envío de datos por GPRS
- El consumo puede llegar hasta 2A
- Posibles apagones debido a la falta de potencia
- Recomendable usar una capaz de alimentar el módulo(>2A)





# Consumo de energía - Emisor LoRa

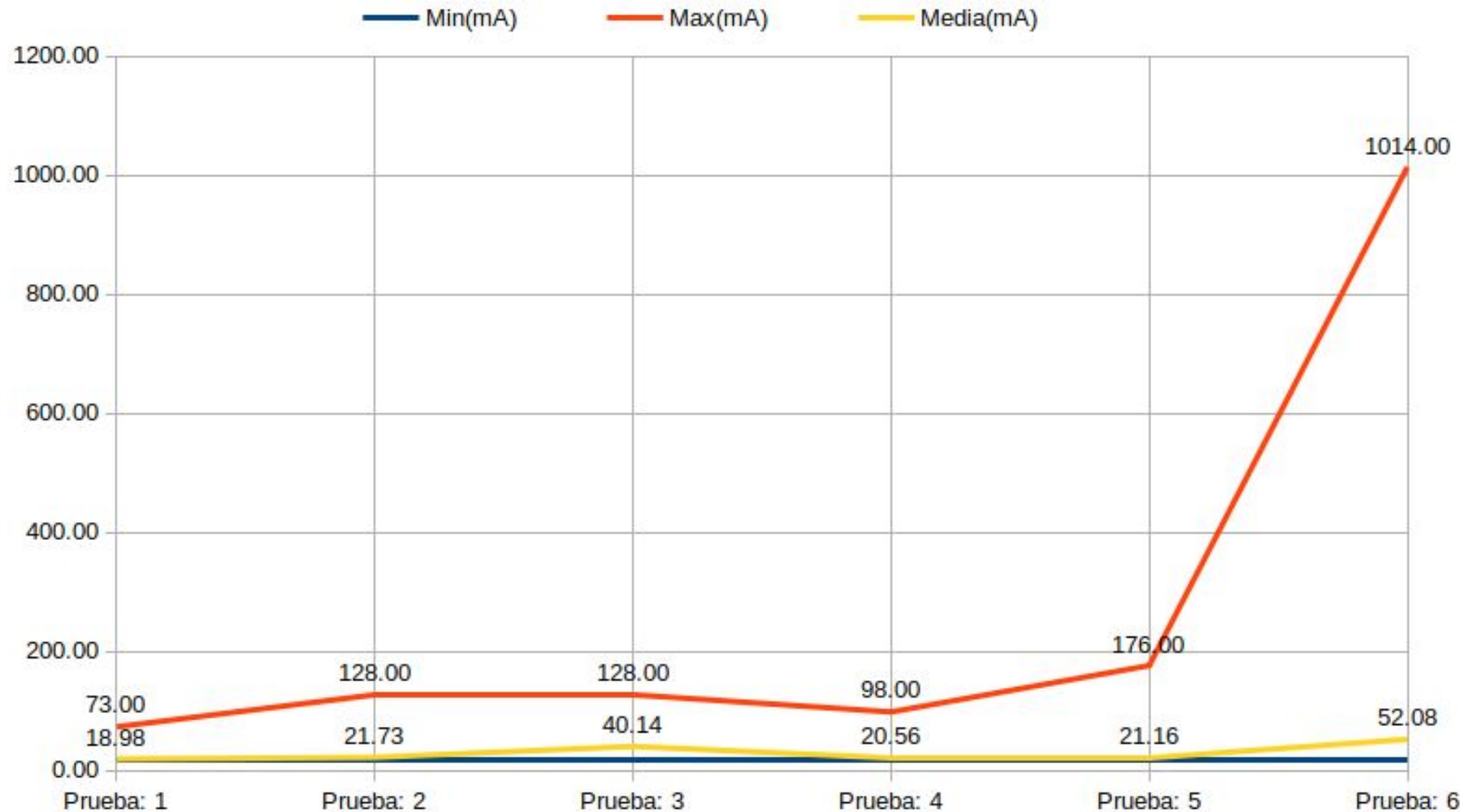
- Emisor LoRa
- Al aumentar el Spreading Factor(SF),aumenta el alcance de la señal, pero también el consumo de batería
- La potencia de transmisión afecta al consumo.
- Cada país define un límite máximo de potencia.

Prueba N°	SF	BW (kHz)	Potencia de Transmisión (dBm)	CR	Frecuencia de envío de paquetes(s)	Consumo (mA)
1	7	125	10	5	10	73
2	9	125	10	5	10	128
3	12	125	10	5	10	128
4	7	125	20	5	10	98
5	9	125	20	5	10	176
6	12	125	20	5	10	1014



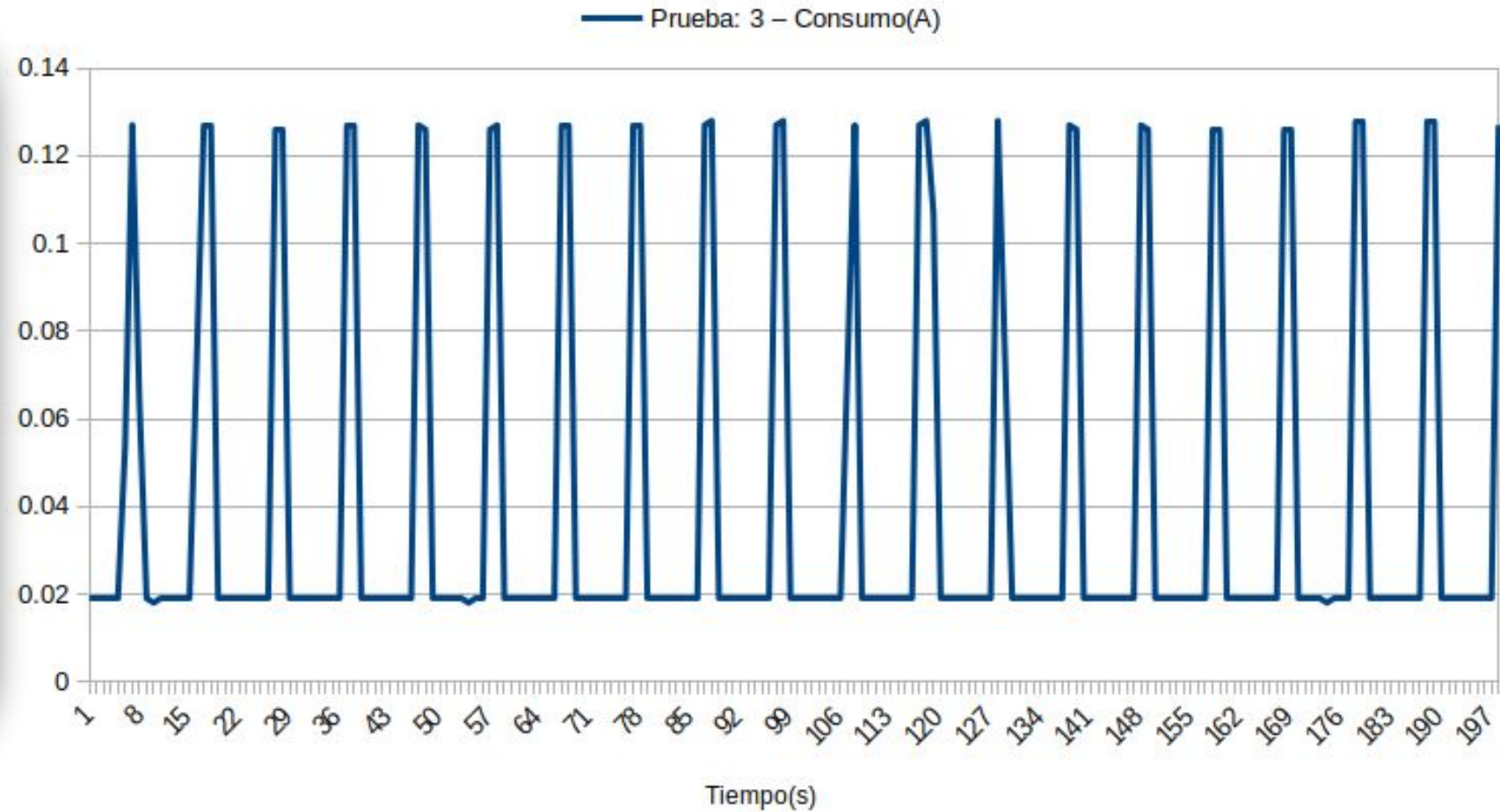
# Consumo de energía - Emisor LoRa

- SF7, SF9, SF12
- TX Power: 10 dBm y 20 dBm
- Capacidad de batería: 1200 mAh



# Consumo de energía - Emisor LoRa

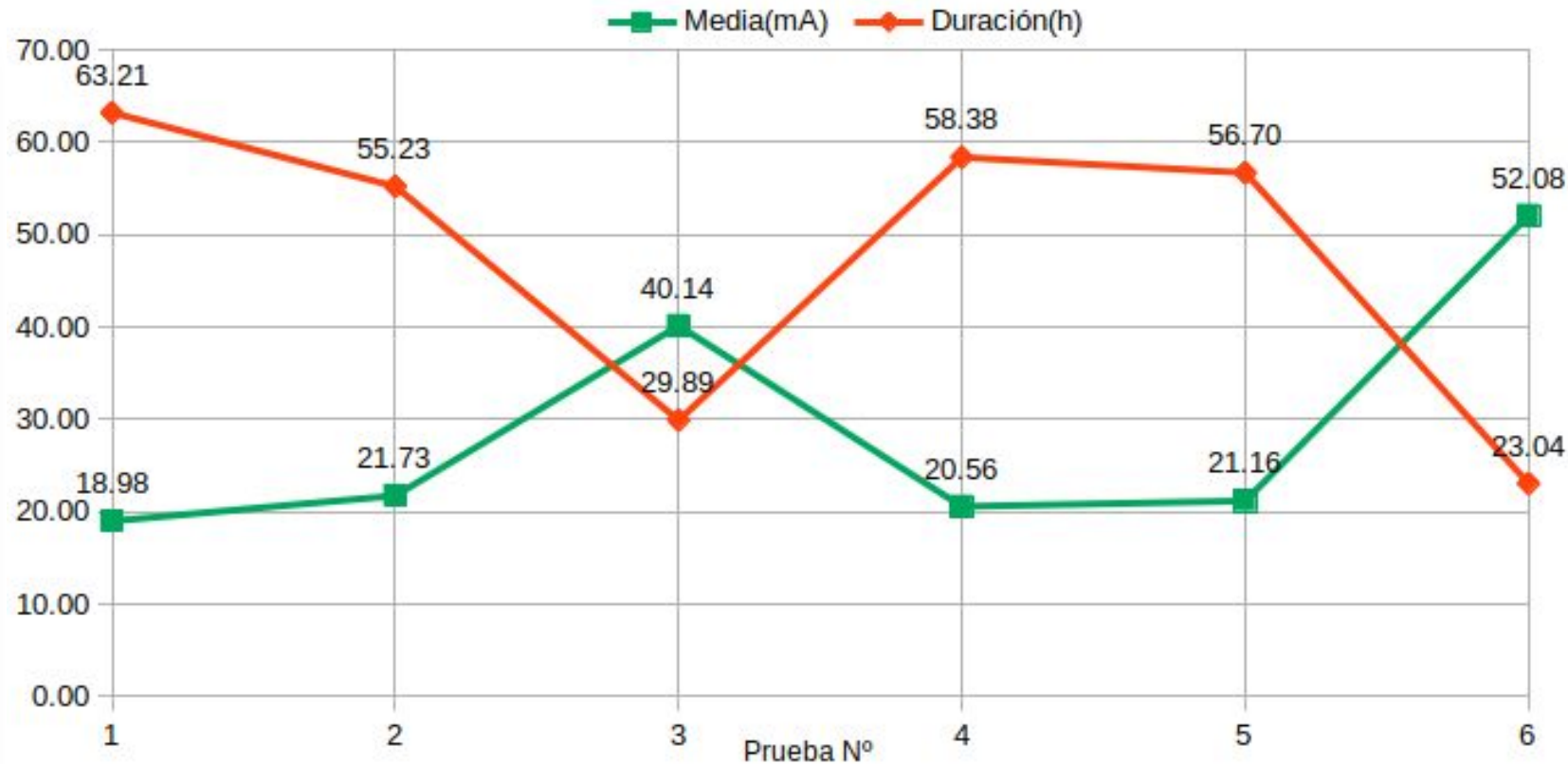
- Picos de consumo por cada envío
- No siempre es simétrico
- Ocurren aumentos bruscos





# Consumo de energía - Duración de batería

- La duracón depende de:
  - Capacidad
  - Frecuencia de envío de paquetes
  - Parámetros de transmisión:
    - SF
    - TX Power



# Tiempo de envío - Emisor LoRa

- Tiempo de envío - varía según el **SF, Coding Rate, Tamaño Payload**
- Mayor SF = Mayor alcance, pero mayor tiempo en el aire(ToA)

Prueba Nº	SF	Payload(bytes)	Time on Air(ms)	TX Power(dBm)
1	7	100	388	7
2	9	100	867	7
3	12	100	9251	7
4	7	100	388	14
5	9	100	867	14
6	12	100	9251	14
7	7	50	231	7
8	12	50	7560	7



# Sistema de notificaciones

- Gestionado por la plataforma IOT
- Permite enviar notificaciones por: *SMS, Telegram, e-mail*
- Permite notificar al usuario si ocurre alguna anomalía:
  - Paquetes dañados o incompletos
  - Contenido invalido o datos fuera de un rango definido





# Conclusiones

- Conclusiones a partir de los resultados
- Futuras mejoras

# Conclusiones

- Conclusiones



# Futuras mejoras

- Mejoras.....







Gracias!