



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones

**“Diseño e implementación de un prototipo para monitoreo veterinario de signos vitales y rastreo de mascotas empleando tecnología IoT en la ciudad de Quito”**

**Autor:** Lucio Inca Evelin Pamela

**Director:** Ing. Saénz Fabian

**Julio 2022**





01

INTRODUCCIÓN



02

OBJETIVOS



03

MATERIALES E IMPLEMENTACIÓN



04

RESULTADOS



05

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



06

TRABAJOS FUTUROS



### Red de área amplia de baja potencia o LPWAN

Diversos estándares y soluciones de

comunicación inalámbrica de IoT.

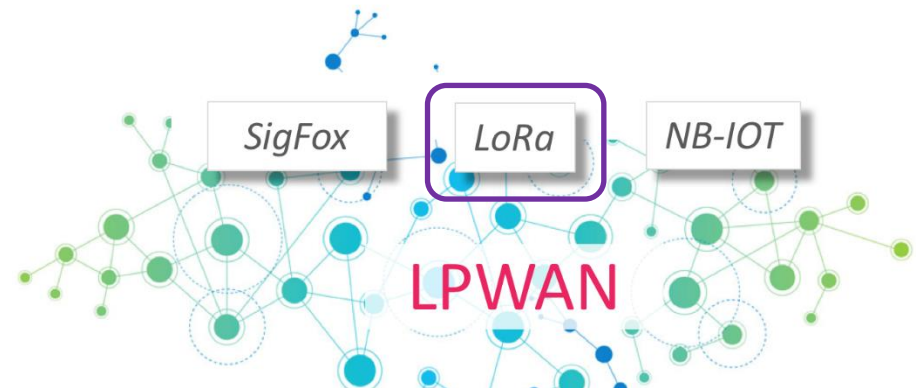
Grandes áreas de cobertura, bajas velocidades

de transmisión y una larga duración en la

operación de la batería.

Servicios sin licencia como Sigfox y LoRa, y

servicios con licencia como NB-IoT.



# OBJETIVOS

## Objetivo General

Desarrollar e implementar un prototipo haciendo uso de sensores que permitan realizar el monitoreo de signos vitales y rastreo de mascotas empleando tecnología Lora y que mediante una plataforma IoT se realice la visualización por parte del usuario.

## Objetivos Específicos

Realizar el estudio del estado del arte sobre la implementación de dispositivos de rastreo y monitorización de signos vitales en animales revisando artículos científicos, tesis y publicaciones para conocer la tecnología que se emplea actualmente.

Realizar una revisión de sensores que existen actualmente que permitan medir los parámetros fisiológicos de animales domésticos para determinar el que mejor se adapte a la solución del proyecto.

Diseñar la red de sensores empleando tecnología Lora que permita obtener los signos vitales y la ubicación de la mascota.

Integrar la red de sensores con una plataforma de IoT para la visualización de datos.



Concentración de  
O. y Ritmo cardiaco

Sensor MAX30102



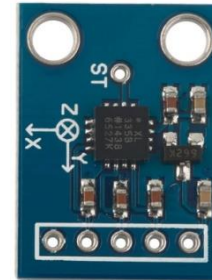
Temperatura

Sensor MLX90614



Pasos

Acelerómetro ADXL335



Ubicación

GMS-G9



### Transceptor LoRa

SX1278



### Módulo WiFi

ESP32

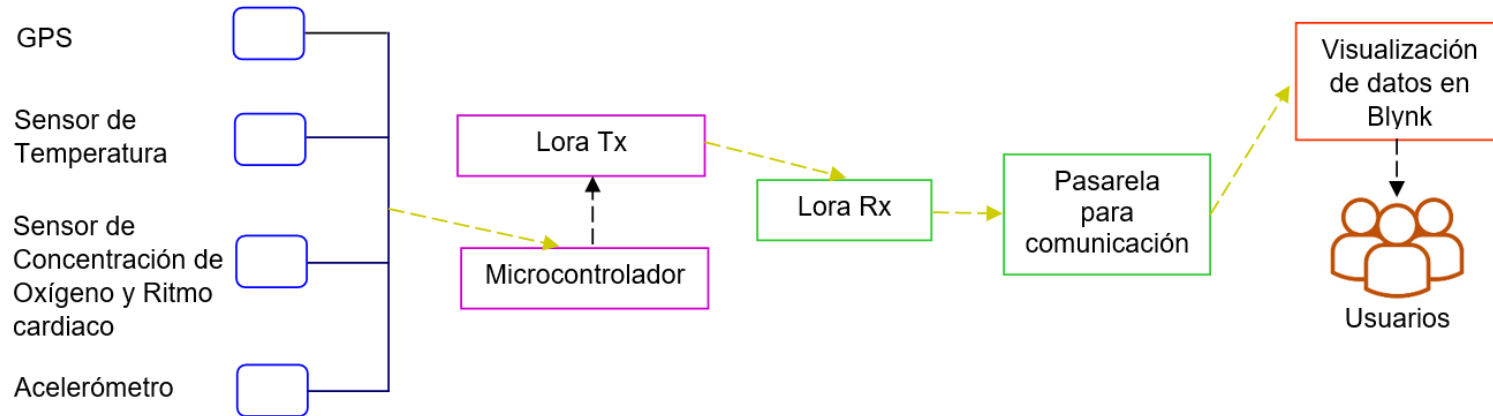


### Microcontrolador

ATMEGA328P



## DIAGRAMA DE BLOQUES



## TRANSCÉPTOR LoRa SX1278

Frecuencia: 525Mhz

Factor de Alcance o SF: 12

Ancho de Banda: 7.8kHz

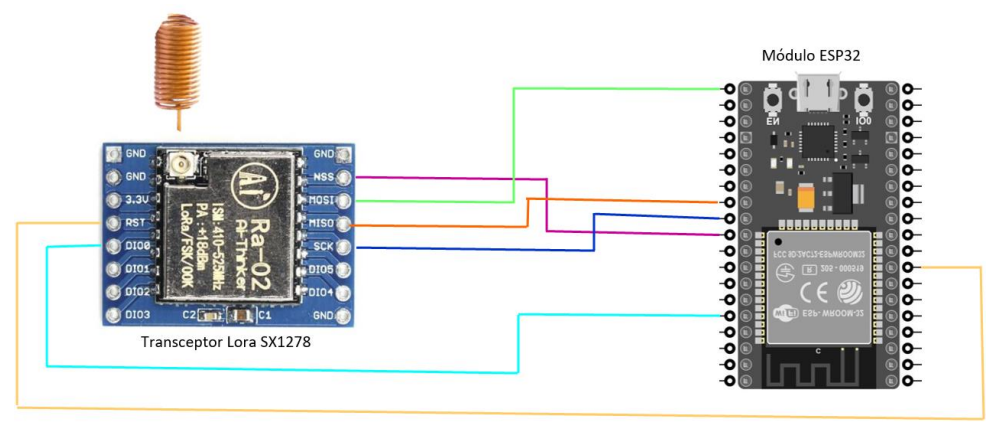
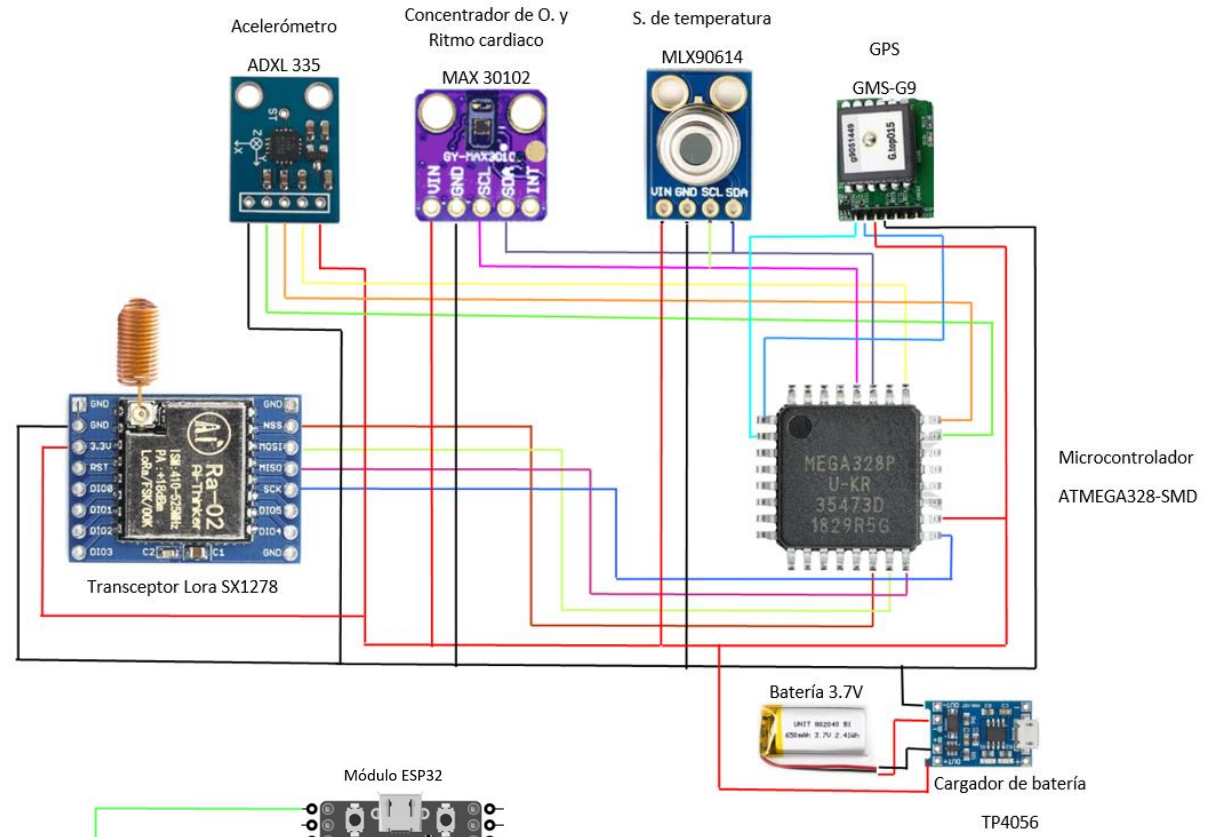
Tasa de codificación de errores o CR: 8

Ganancia antena: 5dBi



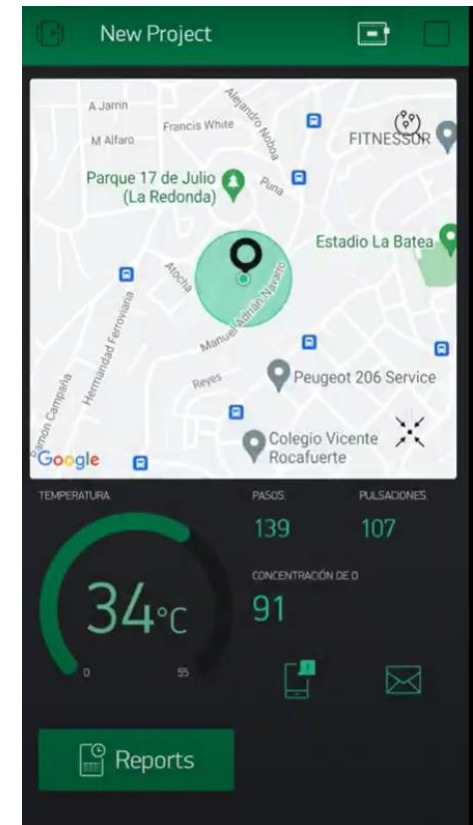
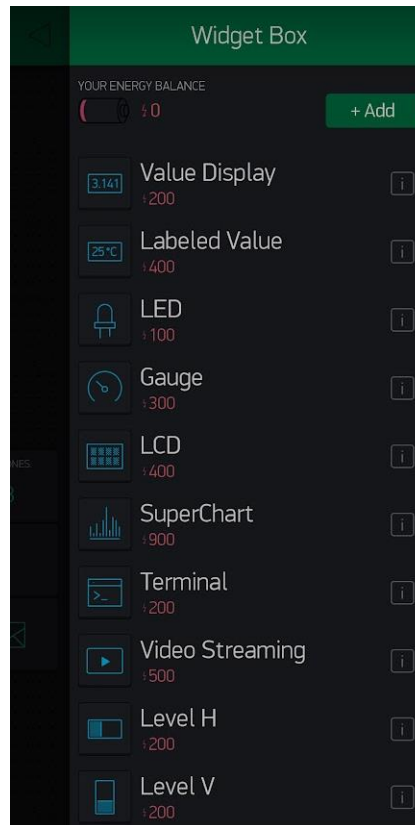
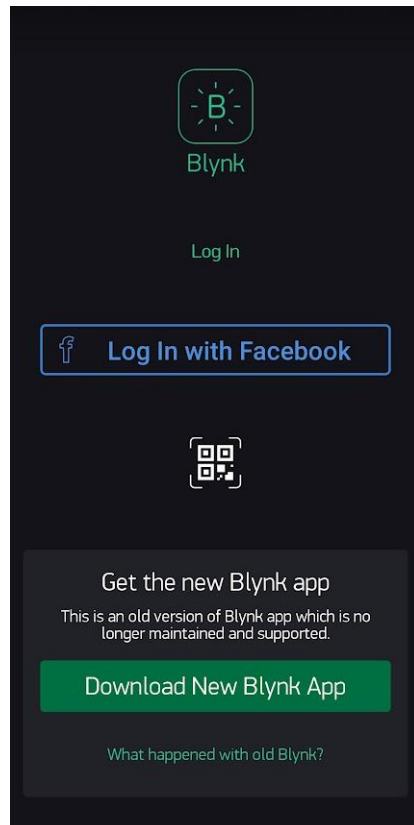


TRANSMISOR



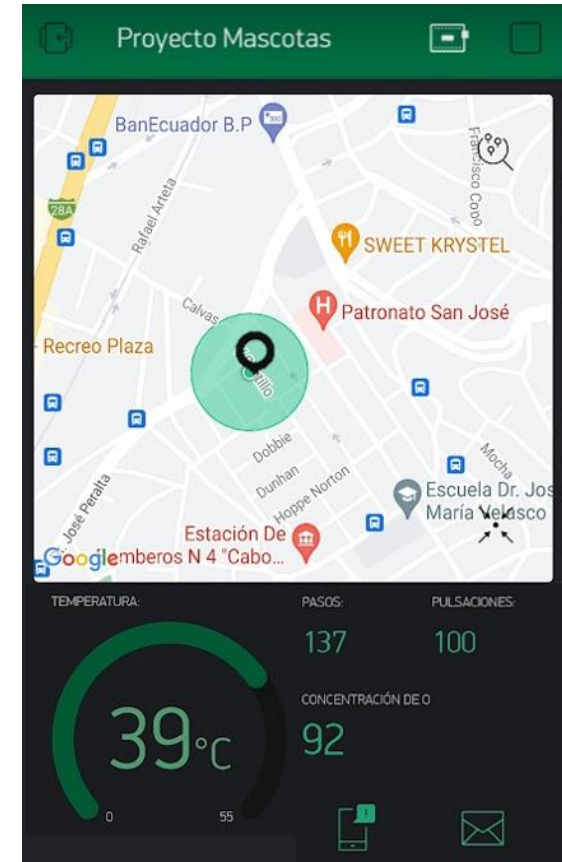
RECEPTOR

### PLATAFORMA BLYNK



# RESULTADOS

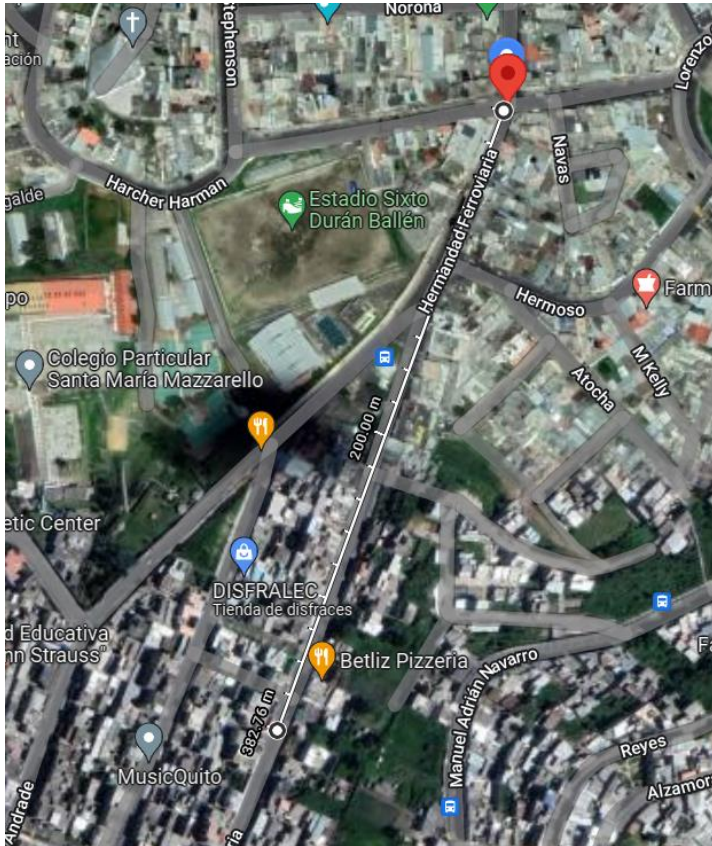
## Signos Vitales de la mascota



	Veterinaria	Sensores implementados	% Error
Temperatura (°C)	39.5	39	1.28
Concentración de Oxígeno	100	92	8.00
Pulsaciones cardiacas	108	100	7.40



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

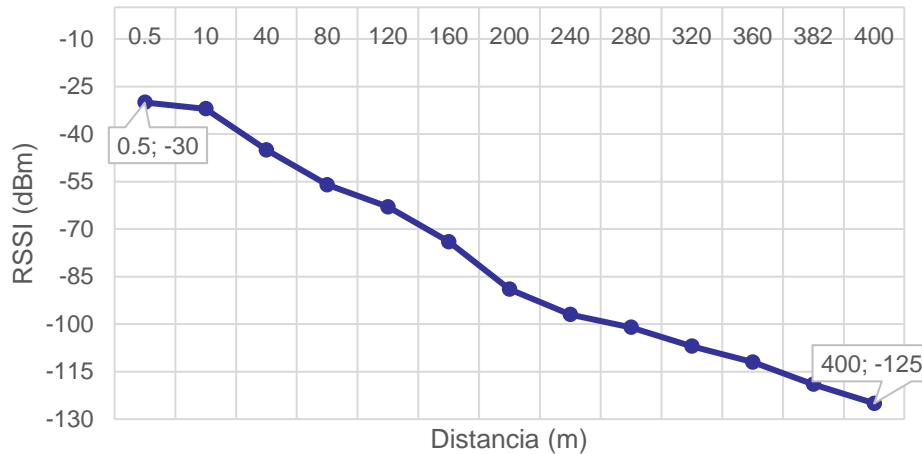


Distancia (m)	RSSI (dBm)	SNR (dB)
0.5	-30	10.02
10	-32	10.71
40	-45	10.15
80	-56	10.25
120	-63	9.18
160	-74	9.37
200	-89	8.16
240	-97	7.49
280	-101	6.09
320	-107	-1.52
360	-112	-4.25
382	-119	-11.43
400	-125	-13.12

Separación entre emisor y receptor 382m



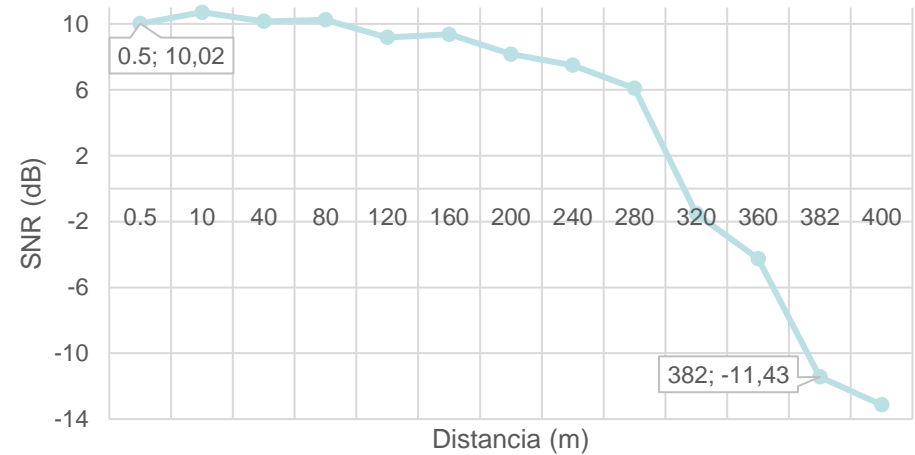
### RSSI vs Distancia

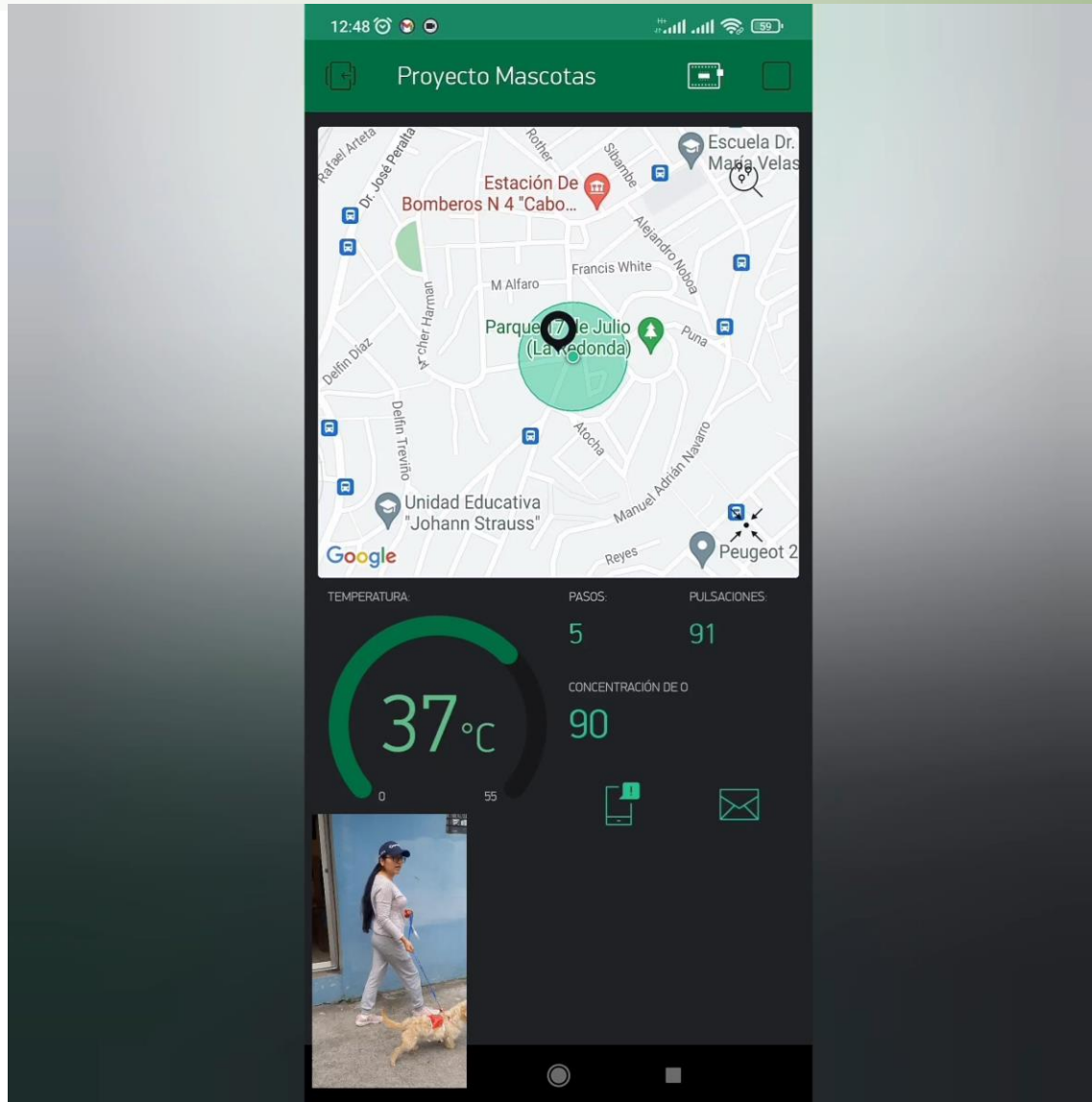


Valores para LoRa  
SNR de 10dB hasta -20dB

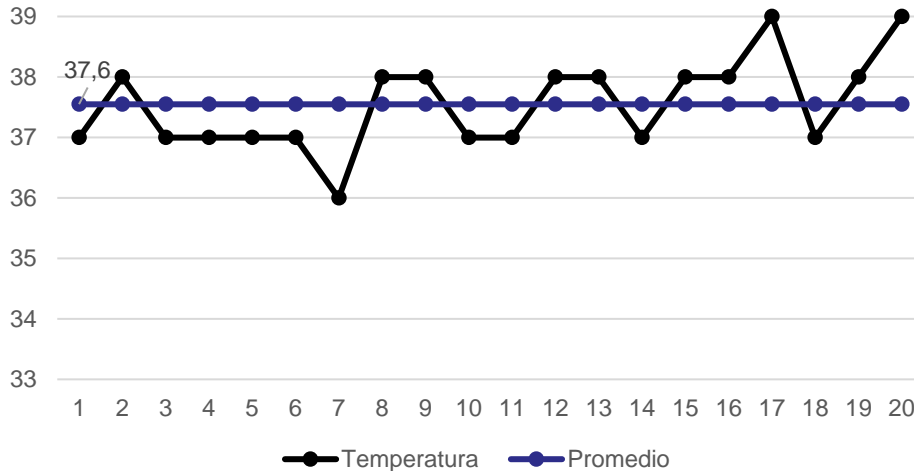
Valores para LoRa  
SNR de 10dB hasta -20dB

### SNR vs Distancia





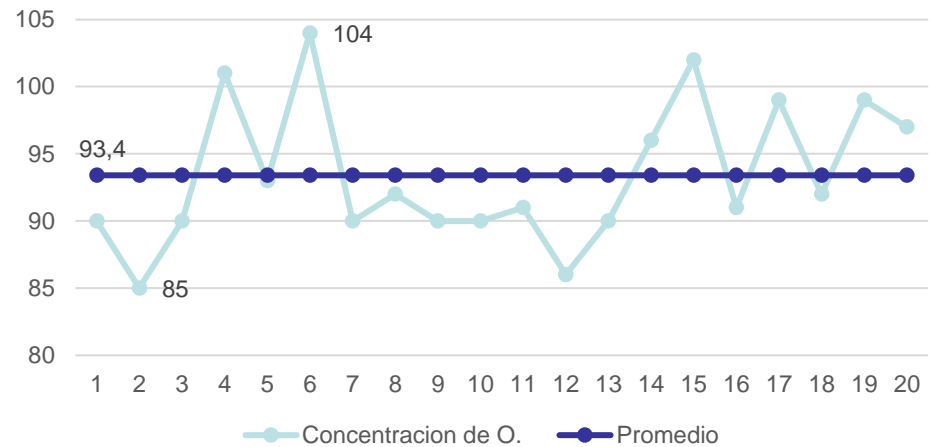
### Variación de temperatura



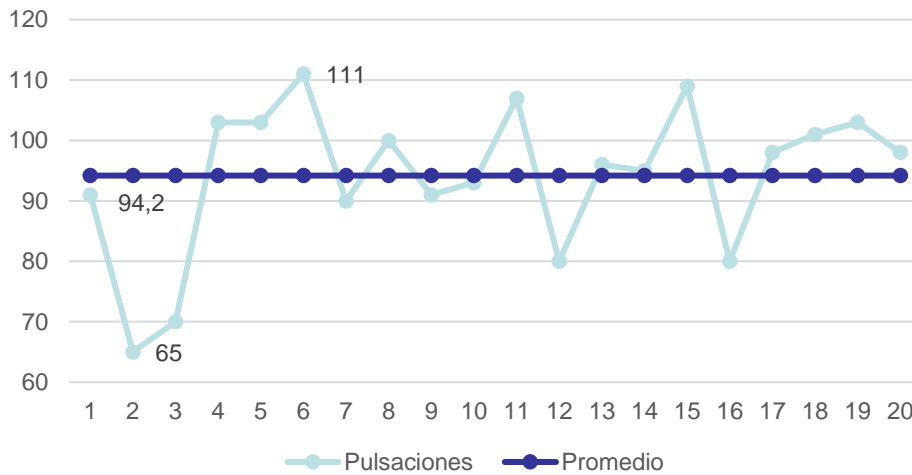
Temperatura normal de un perro es de 37 a 39°C.

La concentración de oxígeno normal de un perro es mayor a 96.

### Variación de Concentración de O.

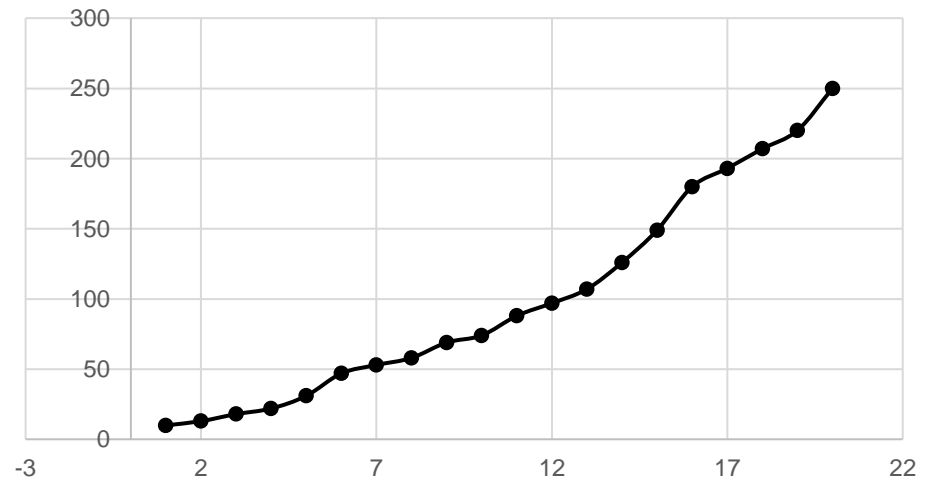


### Variación de pulsaciones



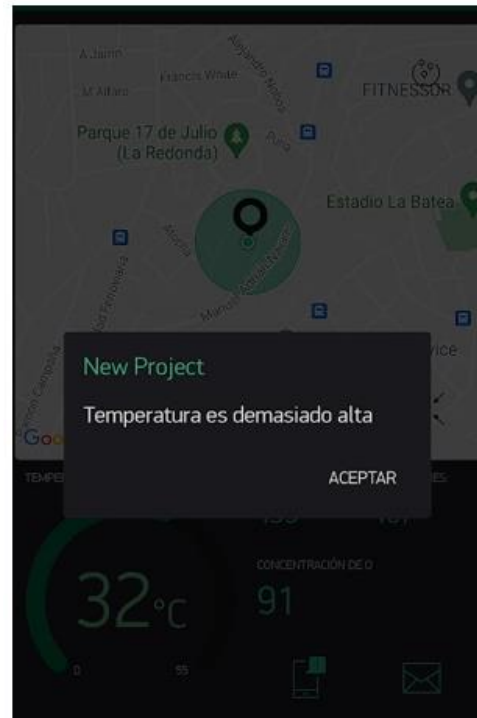
Número de pulsaciones normales de un perro entre 90 y 100.

### Variación de pasos

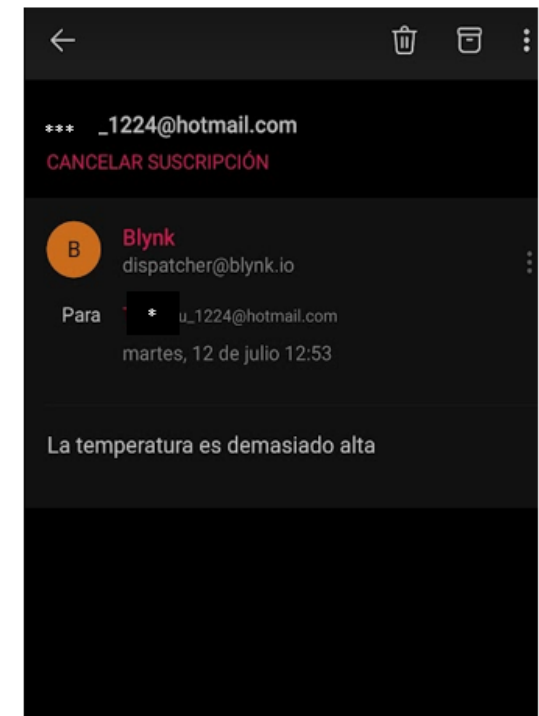




### Localización de la mascota



### Temperatura fuera de rango



Se diseñó una red de sensores para la monitorización de los principales signos vitales de las mascotas como son temperatura, concentración de oxígeno y ritmo cardiaco de una manera no invasiva, así también permite conocer el número de pasos y la ubicación, teniendo un control completo de la mascota y así estar al tanto si se presenta algún valor extraño o fuera de un rango establecido.

Esta red de sensores fue diseñada empleando tecnología LoRa que cuenta con grandes prestaciones como son envío de datos ilimitados, autonomía al momento de escoger un servidor, no es necesario una licencia para su utilización, su frecuencia de operación es en bandas libres y al ser una red LPWAN abarca grandes distancias con un bajo consumo de potencia.

Se realizó la comparación de diversos sensores con las mismas prestaciones y se escogió los que mejor se adaptan a la realización de este proyecto, ya sea por su tamaño o por su consumo energético, de esta manera para la medición de temperatura se empleó el sensor MLX90614, para la medición de concentración de oxígeno y ritmo cardiaco el sensor MAX30102, para el número de pasos el acelerómetro ADXL335 y para la localización se empleó el módulo GMS-G9.



Para la visualización de datos se emplea la aplicación IoT Blynk en la cual se observan los valores medidos en tiempo real y cuando algún parámetro se encuentra fuera del rango normal genera alertas permitiendo así conocer el estado actual de la mascota.

Al ser un proyecto enfocado en el rastreo de mascotas y a la medición de signos vitales se necesita que el dispositivo final sea del menor tamaño posible, por lo cual no se emplean las tarjetas de adquisición LoRa disponibles en el mercado pues cuentan con muchas otras prestaciones como LCD, WiFi, entre otros, lo cual aumenta su tamaño, entonces debido a esto se usó el transceptor de largo alcance y baja potencia Sx1278, cuya antena tiene una ganancia de 5dBi, por lo cual no se tiene un alcance muy grande ya que se sabe que en Telecomunicaciones cuando se gana en algún parámetro se pierde en otro. Como resultado de este análisis se obtuvo una caja de 7x4x4cm para ser colocada en el lomo de la mascota.



Al momento de medir los signos vitales en una mascota se debe tener en cuenta que constan de bastantes lanas por lo cual se debe cortar la mayor cantidad posible de las mismas justo en el lugar en donde van a ir los sensores para tener mediciones más exactas y acercadas a la realidad.

Para encender el dispositivo es aconsejable hacerlo en exteriores, pues el módulo GPS empleado necesita observar como mínimo cuatro satélites para poder calcular las coordenadas y de esta manera brindar la ubicación más precisa.

Se debe fijar los sensores de la mejor manera a la mascota pues como están en constante movimiento se pueden romper o dejar de medir, por lo cual se debe tener mucho cuidado con el manejo de los mismos y hacer uso de un arnés para mascotas o de alguna vestimenta.

Si se desea obtener los valores a una mayor distancia se puede emplear antenas de mayor ganancia para obtener mayor cobertura.



Obtener todos los datos mediante un reporte para realizar un análisis integral de los valores obtenidos de la monitorización de signos vitales y de esta manera crear diversos modelos de predicción para la prevención de enfermedades en las mascotas, por medio de herramientas de machine learning.

Establecer geocercas para delimitar un área en específico en la cual se pueda mover la mascota o un área en el que se encuentre segura, para de esta manera poder enviar una alerta al dueño o responsable cuando se salga del perímetro establecido, lo que ayudaría a evitar una posible pérdida de la mascota.

Implementar diversos Gateway a lo largo de la ciudad de Quito y realizar diversas pruebas para poder establecer un mapa de cobertura con tecnología LoRa.





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones

**“Diseño e implementación de un prototipo para monitoreo veterinario de signos vitales y rastreo de mascotas empleando tecnología IoT en la ciudad de Quito”**

**Autor:** Lucio Inca Evelin Pamela

**Director:** Ing. Saénz Fabian

**Julio 2022**

