

# Diseño de un prototipo de un sistema integrado para control de aforo y distanciamiento social en el edificio CTI mediante el uso de la red inalámbrica

## PROBLEMA

Una de las necesidades que surgieron durante la pandemia COVID 2019 fue la determinación o el control del distanciamiento entre las personas para evitar el esparcimiento del virus. Esto nos motivó a implementar un sistema de posicionamiento en interiores usando infraestructura existente.

## OBJETIVO GENERAL

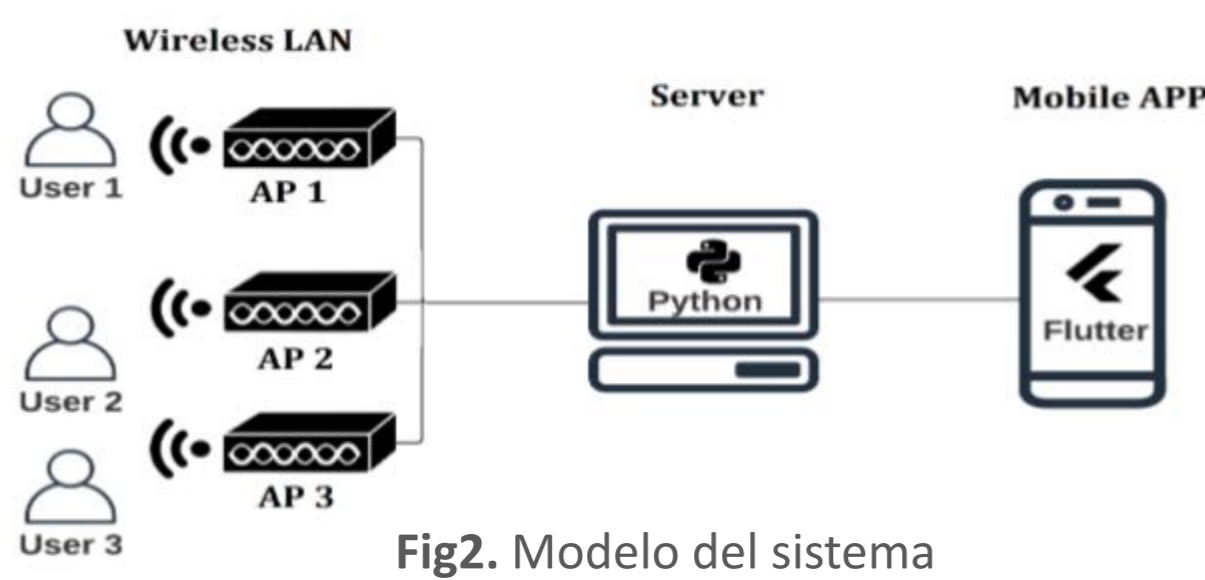


Fig2. Modelo del sistema

Desarrollar un sistema de posicionamiento en interiores utilizando puntos de acceso y métricas de rendimiento de señal WiFi para la estimación de la distancia entre los dispositivos móviles y cada punto de acceso, mostrando en tiempo real la posición de los dispositivos móviles en un mapa y la posición de los dispositivos móviles cercanos.

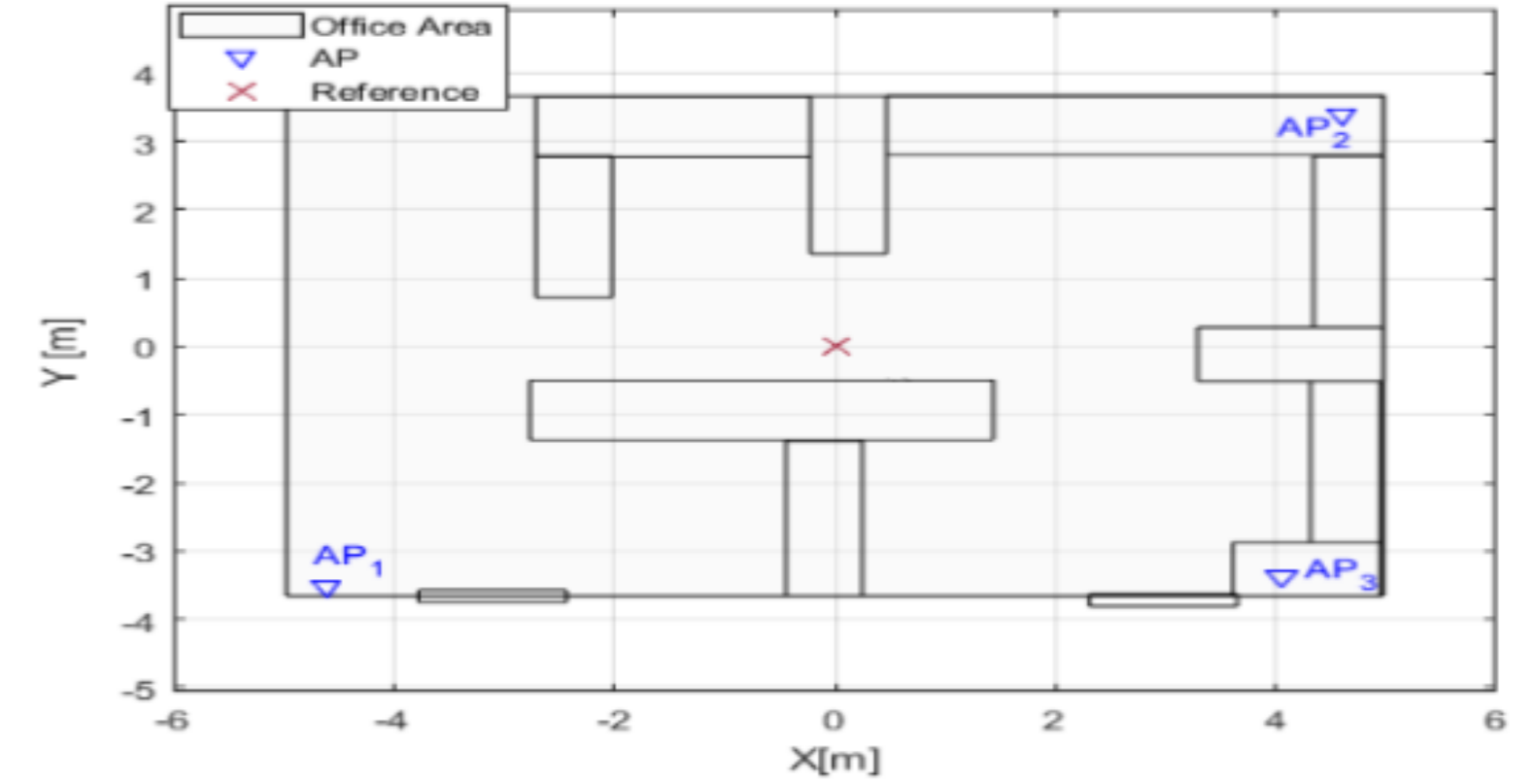


Fig1. Mapa de oficina: Visualización de mobiliario y equipos

## PROPUESTA

Se ha desarrollado un sistema de posicionamiento basado en la recolección de valores RSSI medidos desde tres routers inalámbricos estratégicamente desplegados como estaciones base. El proceso de posicionamiento comienza midiendo los valores RSSI de los dispositivos a través de estos routers. A partir de dichos valores, se calculan las distancias entre el dispositivo a ser localizado y los routers utilizando el modelo de pérdida de señal. Luego, se emplean técnicas de trilateración, como el método Min-Max, para determinar con precisión las coordenadas 2D del dispositivo y se comparan los errores que se obtienen en cada uno de los métodos.

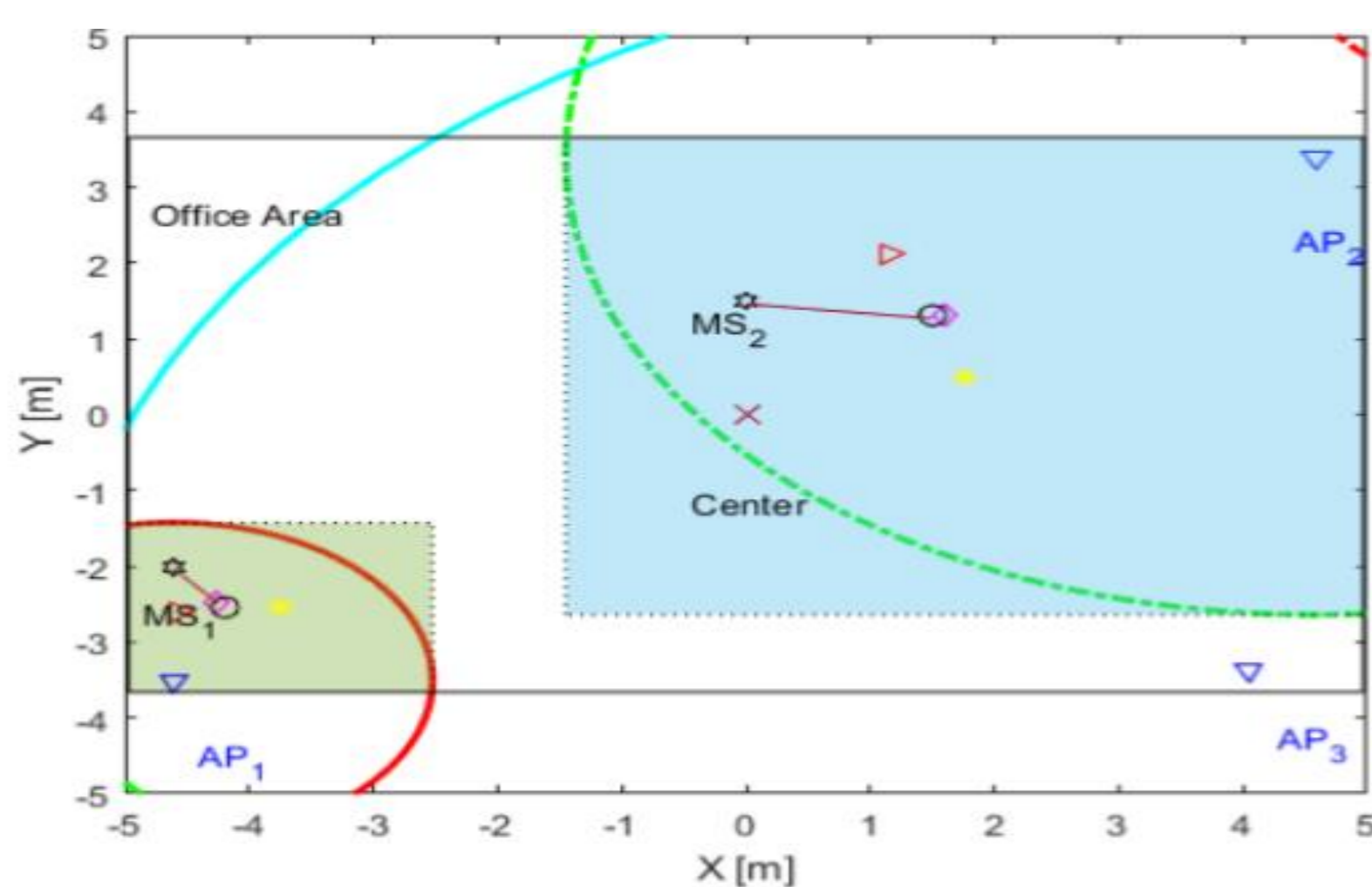


Fig3. Intersección de círculos para dos dispositivos móviles

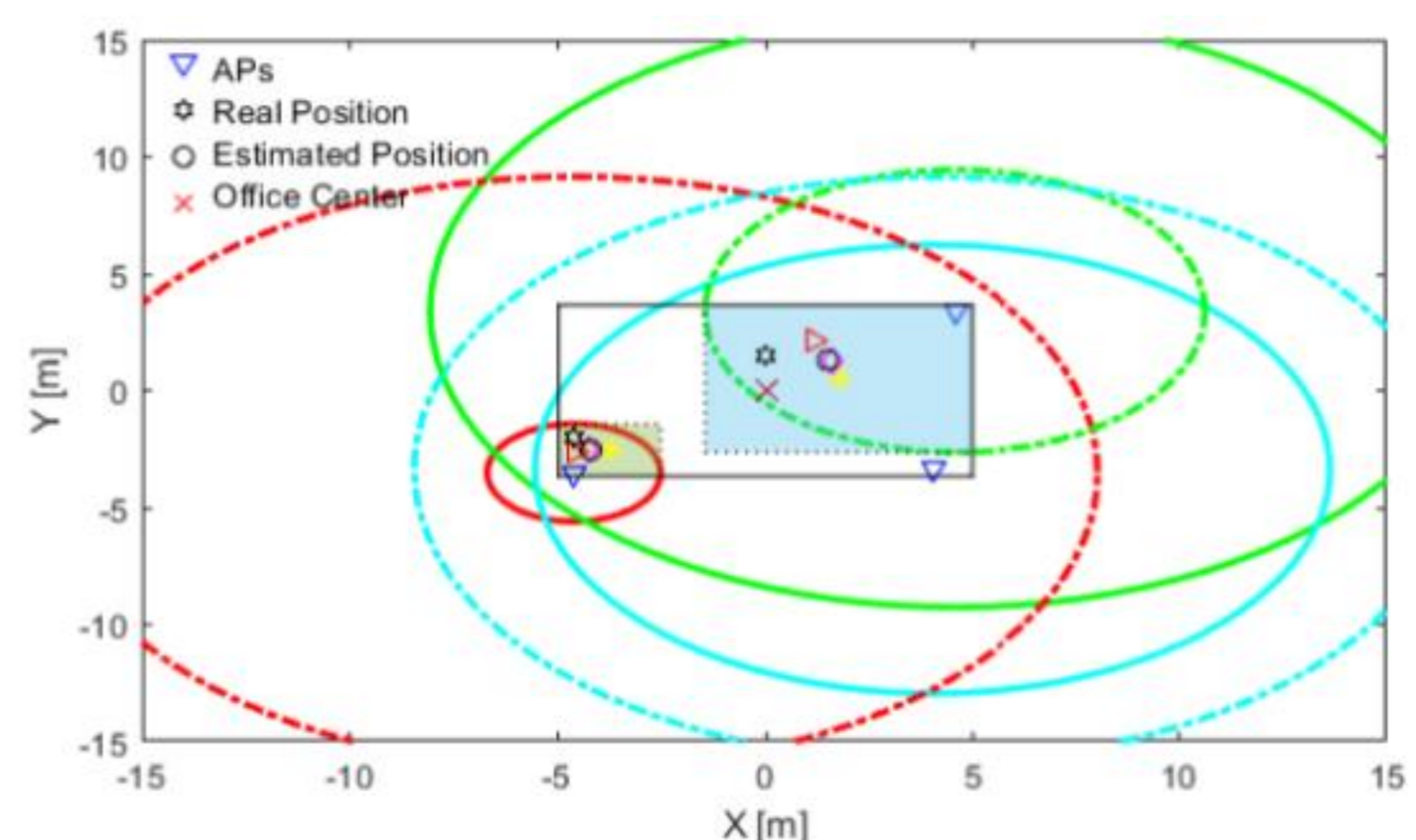


Fig4. Errores entre posiciones estimadas y reales

## RESULTADOS

Se asume que el modelo de propagación es como el modelo de línea de visión (LOS). Utilizamos Path Loss, ecuación (1 - 2). Para seleccionar el exponente de pérdida de trayectoria realizamos 10 mediciones de RSSI y promediamos, esto desde varias estaciones móviles ubicadas a distancias de 1 a 6 m. Luego, determinamos el exponente de pérdida de trayectoria,  $\gamma$ , que minimiza el error entre los valores teóricos y experimentales. Este valor fue 1.66 y la Tabla I resume los valores experimentales y teóricos de RSSI así como RMSE.

| Distancia (m) | Promedio RSSI(dB) | Modelo de Prop.<br>$\gamma = 1.66$ (dB) | RMSE(dB) |
|---------------|-------------------|---|----------|
| 1             | -41.7             | NA                                      | NA       |
| 2             | -48.6             | -46.7                                   | 1.9      |
| 3             | -50.8             | -49.62                                  | 1.18     |
| 4             | -53.2             | -51.69                                  | 1.51     |
| 5             | -51.5             | -53.3                                   | 1.8      |
| 6             | -54.6             | -54.62                                  | 0.02     |

Tabla I. Mediciones RSSI

Para el posicionamiento se propuso el método Min-Max y dos versiones extendidas. El error RMSE para la posición estimada promediada de todos los métodos propuestos es menor que los individuales, aunque el tiempo de ejecución requerido aumenta. Sin embargo, sigue siendo adecuado para sistemas de posicionamiento en tiempo real.

$$RSSI_{i,j} = RSSI_o - 10 * \gamma * \log\left(\frac{d_{i,j}}{d_o}\right) \quad (1)$$

$$d_{i,j} = 10^{\frac{RSSI_o - RSSI_{i,j}}{10\gamma}} \quad (2)$$

| Metodo                | RMSE (m) | Realtime |
|-----------------------|----------|----------|
| Min-Max               | 2.45     | 0        |
| Extended Min-Max (W1) | 2.45     | 0.011    |
| Extended Min-Max (W2) | 2.45     | 0.011    |
| Averaged Estimation   | 2.43     | 0.022    |

Tabla II. RMSE y tiempo real

## CONCLUSIONES

- Se implementó una infraestructura LAN inalámbrica, un servidor Ubuntu que ejecuta una aplicación back-end y una base de datos MySQL, y una aplicación móvil que permite al usuario y administrador del edificio para ver la posición actual de los usuarios en la oficina.
- Los resultados numéricos de la tabla II muestran que nuestra propuesta tiene un error RMSE de 2.43 metros, mientras que los otros modelos presentan un valor de 2.45 metros.
- El RMSE mejora al utilizar el promedio de 3 algoritmos min-max como se muestra en la tabla II.