



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**

**INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**Tema:**

---

**“SISTEMA ELECTRÓNICO DE DETECCIÓN Y RASTREO DE MASCOTAS”**

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN:** Sistemas Embebidos.

**AUTOR:** Alvaro Javier Gavilanes Bayas

**TUTOR:** Ing. Víctor Santiago Manzano Villafuerte, Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

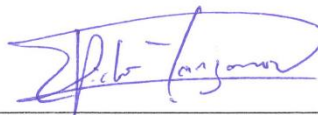
**Noviembre, 2018**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: “SISTEMA ELECTRÓNICO DE DETECCIÓN Y RASTREO DE MASCOTAS.”, del señor, ALVARO JAVIER GAVILANES BAYAS, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato noviembre, 2018

EL TUTOR



Ing. Víctor Santiago Manzano Villafuerte, Mg.

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA ELECTRÓNICO DE DETECCIÓN Y RASTREO DE MASCOTAS”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato noviembre, 2018



---

Alvaro Javier Gavilanes Bayas

CC: 1804193231

## **DERECHOS DEL AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato noviembre, 2018



Alvaro Javier Gavilanes Bayas

CC: 1804193231

## APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Phd. Carlos Diego Gordón Gallegos y Mg. Carmen de las Mercedes Beltrán Mesías, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “SISTEMA ELECTRÓNICO DE DETECCIÓN Y RASTREO DE MASCOTAS”, presentado por el señor Alvaro Javier Gavilanes Bayas de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



---

Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia Urrutia

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



---

Mg. Carmen de las Mercedes Beltrán M.

DOCENTE CALIFICADOR



---

Phd. Carlos Diego Gordón Gallegos

DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación va dedicado a Dios y a mis abuelitas, quienes desde el cielo guían mi camino. A mis padres, por ser los dos pilares fundamentales en mi vida, quienes me guiaron siempre por el buen camino, me brindaron su apoyo y consejos para forjarme como la persona que soy en la actualidad; les dedico tomo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pueda estudiar, se merecen esto y mucho más.

Alvaro Gavilanes.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi padre cuyo apoyo incondicional me ha ayudado a salir adelante y superarme cada día más.

A mi madre que me ha brindado todo su cariño y amor, estando pendiente de mí en todas las malas noches que la carrera amerita.

A mis profesores que contribuyeron con mi formación académica y profesional, especialmente a mi tutor Ing. Santiago Manzano por su valioso aporte en el desarrollo de este proyecto de investigación.

A la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, por haberme permitido pasar dentro de sus aulas viviendo buenos y difíciles momentos, que conlleva la carrera, por los conocimientos impartidos y por formarnos ética y profesionalmente.

Alvaro Gavilanes.

## ÍNDICE GENERAL

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>II</b>
<b>AUTORÍA</b> .....	<b>III</b>
<b>DERECHOS DEL AUTOR</b> .....	<b>IV</b>
<b>APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA</b> .....	<b>V</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VI</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS</b> .....	<b>XIV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XVI</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. DELIMITACIÓN.....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5. OBJETIVOS.....	4
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.5.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....	4
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>5</b>
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.2.1. Mascotas.....	7
2.2.2. Sistema Electrónico.....	7
2.2.3. Sistema Electrónico de Comunicaciones.....	8
2.2.4. Hardware y Software Libre.....	9
2.2.5. Sistemas Embebidos.....	9
2.2.6. Microcontrolador.....	10
2.2.7. Tecnología Celular GSM.....	10
2.2.8. Servicios de GSM.....	10



2.2.9.	Arquitectura del Sistema GSM .....	11
2.2.10.	Rango de Frecuencias GSM.....	12
2.2.11.	(GPRS) General Packet Radio Service .....	12
2.2.12.	Clase de Dispositivos GPRS .....	12
2.2.13.	Arquitectura de una red GPRS.....	12
2.2.14.	Protocolo GPRS .....	13
2.2.15.	Sistemas Globales de Navegación por Satélite. ....	14
	Radio Navegación por Satélite .....	15
2.2.16.	Dominio.....	25
2.2.17.	Hosting .....	25
2.2.18.	Protocolo HTTP .....	26
2.2.19.	Servicio Web.....	26
2.2.20.	Servidor Web LAMP en vez de apache .....	27
2.2.21.	Servidor Web Apache .....	27
2.2.22.	Lenguajes de programación para la Web.....	27
2.2.23.	Tecnologías de Rastreo de Mascotas existentes en el Mercado.....	28
2.3.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	32
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>33</b>	
3.1.	MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.2.	RECOLECCION DE INFORMACION.....	33
3.3.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	34
3.4.	DESARROLLO DEL PROYECTO .....	34
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>35</b>	
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	35
	Etapas del Sistema.....	36
4.2.	Análisis de los Dispositivos y Tecnologías .....	36
4.2.1.	Etapa del Medio de Comunicación .....	37
4.2.2.	Etapa de Rastreo.....	39
4.2.3.	Etapa de Almacenamiento.....	45
4.2.4.	Etapa de Monitoreo .....	46
4.3.	Diseño de la Etapa de Rastreo. ....	48
4.4.	Método de Envío de los Datos hacia el Servidor. ....	54
4.5.	Diseño de la Etapa de Almacenamiento. ....	55
4.6.	Diseño de la Etapa de Monitoreo .....	56

4.7.	Diseño del Prototipo.....	65
4.8.	Pruebas de Funcionamiento.....	66
4.9.	Consumo de Energía.....	69
4.10.	Margen de Error de Señal GPS.....	71
4.11.	Margen de error en el Almacenamiento de los datos.....	72
4.12.	Análisis Económico del Proyecto.....	73
4.12.1.	Presupuesto .....	73
4.12.2.	Costo del Diseño. ....	74
4.12.3.	Costo Total del Proyecto.....	75
4.12.4.	Análisis de Fiabilidad del Sistema. ....	75
<b>CAPITULO V.....</b>		<b>78</b>
5.1.	CONCLUSIONES.....	78
5.2.	RECOMENDACIONES .....	79
<b>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS .....</b>		<b>81</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>89</b>

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Figura 2.2.1.</b> Diagrama de bloques de un sistema electrónico.....	8
<b>Figura 2.2.2.</b> Diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones electrónicas...	8
<b>Figura 2.2.3.</b> Arquitectura de un sistema GSM.....	11
<b>Figura 2.2.4.</b> Arquitectura de una red GPRS. ....	13
<b>Figura 2.2.5.</b> Órbitas de los 21 satélites Navstar.....	18
<b>Figura 2.2.6.</b> Segmentos de Navstar. ....	20
<b>Figura 2.2.7.</b> Trilateración Satelital. ....	21
<b>Figura 2.2.8.</b> Medición del tiempo de viaje de la señal. ....	23
<b>Figura 2.2.9.</b> Servidor LAMP. ....	27
<b>Figura 2.2.10.</b> Rastreador GPS para Perros TRACTIVE.....	30
<b>Figura 2.2.11.</b> Monitoreo completo de posición y actividad. ....	31
<b>Figura 2.2.12.</b> Weenect Dogs 2.....	32
<b>Figura 4.1.1.</b> Esquema del Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas. .....	36
<b>Figura 4.2.1.</b> Porcentaje de RBS instaladas por Prestador y Tecnología.....	38
<b>Figura 4.2.2.</b> Módulo Xadow GSM+BLE .....	42
<b>Figura 4.2.3.</b> Definición de los Pines Xadow. ....	43
<b>Figura 4.2.4.</b> Módulo Xadow GPS v2.....	43
<b>Figura 4.2.5.</b> Módulo Xadow GSM Breakout.....	44
<b>Figura 4.2.6.</b> Conexión del Módulo GSM Breakout.....	44
<b>Figura 4.2.7.</b> Definición de los pines Breakout Pads para Arduino IDE. ....	44
<b>Figura 4.2.8.</b> Entornos de Desarrollo RePhone.....	45
<b>Figura 4.3.1.</b> Arduino IDE for RePhone .....	48
<b>Figura 4.3.2.</b> Conexiones del módulo Xadow GSM+BLE. ....	49
<b>Figura 4.3.3.</b> Administrador de Dispositivos. ....	49
<b>Figura 4.3.4.</b> Actualización de Controladores.....	50
<b>Figura 4.3.5.</b> Controlador Actualizado.....	50
<b>Figura 4.3.6.</b> Linklt Firmware Updater.....	51
<b>Figura 4.3.7.</b> Finalización del Flasheo. ....	51
<b>Figura 4.3.8.</b> Puertos COM. ....	52
<b>Figura 4.3.9.</b> RePhone Geo Kit.....	52

<b>Figura 4.3.10.</b> Secuencia de la Etapa de Rastreo. ....	53
<b>Figura 4.5.1.</b> Tablas de la Base de Datos. ....	55
<b>Figura 4.5.2.</b> Vista de la Base de Datos que Almacena la Etapa de Rastreo. ....	56
<b>Figura 4.5.3.</b> Vista de la Base de Datos que Almacena los Usuarios Registrados. ....	56
<b>Figura 4.6.1.</b> Logo del Prototipo. ....	57
<b>Figura 4.6.2.</b> Interfaz Web de Login. ....	58
<b>Figura 4.6.3.</b> Interfaz Web de Rastreo. ....	58
<b>Figura 4.6.4.</b> Interfaz Web Principal del Sistema. ....	59
<b>Figura 4.6.5.</b> Código QR de Aplicación Móvil. ....	59
<b>Figura 4.6.6.</b> Formato XML. ....	60
<b>Figura 4.6.7.</b> Mapa con Vista de Carreteras. ....	62
<b>Figura 4.6.8.</b> Mapa con vista Satelital. ....	62
<b>Figura 4.6.9.</b> Mapa con vista Nocturna. ....	62
<b>Figura 4.6.10.</b> Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema. ....	63
<b>Figura 4.6.11.</b> Interfaz Móvil. ....	64
<b>Figura 4.6.12.</b> Ventana de Historial y Mapa. ....	65
<b>Figura 4.7.1.</b> Carcasa del RePhone Geo Kit. ....	66
<b>Figura 4.7.2.</b> Prototipo Electrónico. ....	66
<b>Figura 4.8.1.</b> Prototipo Electrónico. ....	67
<b>Figura 4.8.2.</b> Prueba de Funcionamiento Interfaz Móvil. ....	67
<b>Figura 4.8.3.</b> Prueba de Funcionamiento Interfaz Web. ....	67
<b>Figura 4.8.4.</b> Notificación en cada Marcador. ....	68
<b>Figura 4.8.5.</b> Información Almacenada del Prototipo. ....	68
<b>Figura 4.8.6.</b> Alerta de Batería Baja en el Prototipo. ....	69
<b>Figura 4.10.1.</b> Localización de Coordenadas GPS. ....	72
<b>Figura 4.11.1.</b> Errores en el Almacenamiento de la Base de Datos. ....	72
<b>Figura 4.12.1.</b> Funcionalidad del Dispositivo en Espacio Libre. ....	76
<b>Figura 4.12.2.</b> Funcionalidad del Dispositivo en Espacios Cerrados. ....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4.2.1.</b> Comparación entre tecnologías inalámbricas.....	37
<b>Tabla 4.2.2.</b> Bandas de Frecuencias en las Operadoras Móviles. ....	38
<b>Tabla 4.2.3.</b> Sistemas Globales de Navegación por Satélite. ....	39
<b>Tabla 4.2.4.</b> Dispositivo Electrónico GSM / GPS.....	40
<b>Tabla 4.2.5.</b> Comparativa entre Base de Datos. ....	46
<b>Tabla 4.2.6.</b> Comparativa entre varios proveedores de Hosting. ....	47
<b>Tabla 4.2.7.</b> Comparación de Precios entre Dominios.....	48
<b>Tabla 4.12.1.</b> Presupuesto de Construcción del Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas. ....	73
<b>Tabla 4.12.2.</b> Presupuesto de los Servicios Contratados para el Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas. ....	74
<b>Tabla 4.12.3.</b> Costo Total el Proyecto.....	75

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

**AJAX:** Asynchronous JavaScript.

**Android:** Sistema operativo basado en el núcleo Linux.

**API:** Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones).

**APN:** Access Point Name (Nombre del Punto de Acceso).

**ARCOTEL:** Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

**BG:** Border Gateway

**BTS:** Estación Base de Telecomunicaciones.

**BSS:** Base Station Subsystem (Subsistema de Estación Base).

**BSC:** Base Station Controller (Base Station Controller).

**CEP:** Circular Error Probable (Probabilidad de Error Circular)

**CSS:** Cascading Style Sheets.

**GGSN:** Gateway GPRS Support Node.

**GLONASS:** Global Orbiting Navigation Satellite System (Sistema Satelital de Navegación en Órbita Mundial).

**GNSS:** Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite).

**GPRS:** (General Packet Radio Service) Servicio General de Paquetes Vía Radio.

**GPS:** Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global).

**GSM:** Global System for Mobile communications (Sistema Global de Comunicaciones Móviles).

**HTTP:** Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Hipertexto).

**IDE:** Integrated Development Environment (Entorno De Desarrollo Integrado).

**ISDN:** Red Digital de Servicios Integrados.

**LAMP:** Linux, Apache, MySQL, PHP.

**MCS:** Master Control Station (Estación Maestra de Control).

**MSC:** Mobile Switching Center (Centro de Conmutación Móvil)

**MySQL:** Es la base de datos de código abierto más popular del mundo, debido a su rendimiento comprobado, fiabilidad y facilidad de uso, se ha convertido en la principal opción de base de datos para aplicaciones basadas en la web.

**NSS:** Network and Switching Subsystem (Subsistema de Red y Conmutación).

**OSS:** Operational Support Subsystem (Subsistema de Soporte Operacional).

**PCU:** Packet Control Unit.

**PDP:** Packet Data Protocol.

**PDU:** Protocol Data Unit.

**PHP:** (Hypertext Pre-Processor) Es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML.

**PPS:** Servicio de Posicionamiento Preciso.

**QR code:** Quick Response Barcode.

**REST:** Representational State Transfer.

**SGSN:** Serving GPRS Support Node.

**SOAP:** Simple Object Access Protocol.

**SPS:** Servicio de Posicionamiento Normal.

**URL:** Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos).

**VPS:** Virtual Private Server.

**WWW:** World Wide Web (Red Informática Mundial).

## RESUMEN

En el presente proyecto de titulación, se implementa un sistema electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas. El cual fue elaborado partiendo del problema que genera la pérdida de las mascotas en la sociedad, para ello se propone un prototipo electrónico de bajo costo para la localización de las mismas en caso de pérdida. El sistema incluye un módulo Xadow GSM+BLE capaz de conectarse a la red móvil de cualquier operadora del país, permitiendo al prototipo tener un medio de comunicación para transmitir la información entre todo el sistema. Otro módulo que se incluye es el módulo Xadow GPS v2, el cual permite al prototipo capturar las coordenadas emitidas por el GPS desde cualquier punto de la Tierra en donde se encuentre dicho dispositivo. La información recolectada por el módulo GPS se transmite hacia un servidor que se encuentra alojado en un Hosting por medio del módulo GSM y dichos datos alojados se puede monitorear mediante una interfaz web y móvil utilizando las APIS de Google Maps, para generar marcadores en donde se detecte las coordenadas recibidas por todo el sistema. De esta manera se logra tener un monitoreo ya sea de fechas anteriores como en tiempo real dependiendo de la selección por parte del usuario que lo monitoree.

**Palabras claves:** Mascotas, Monitoreo, RePhone Geo Kit, Xadow, Servidor Web, Hosting, GPS, GSM.



## ABSTRACT

In the present titling project, an electronic system of Detection and Tracking of Pets is implemented. Which was developed based on the problem generated by the loss of pets in society, for it is proposed a low-cost electronic prototype for the location of the same in case of loss. The system includes a Xadow GSM + BLE module capable of connecting to the mobile network of any operator in the country, allowing the prototype to have a means of communication to transmit information between the entire system. Another module that is included is the Xadow GPS v2 module, which allows the prototype to capture the coordinates emitted by the GPS from any point on Earth where the device is located. The information collected by the GPS module is transmitted to a server that is hosted in a Hosting by means of the GSM module and this hosted data can be monitored through a web and mobile interface using the APIs of Google Maps, to generate bookmarks where detect the coordinates received by the entire system. In this way it is possible to have a monitoring either of previous dates or in real time depending on the selection by the user who monitors it.

**Keywords:** Pets, Monitoring, RePhone Geo Kit, Xadow, Web Server, Hosting, GPS, GSM.

## INTRODUCCIÓN

En este trabajo de investigación se elaboró el prototipo de un Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas utilizando la tecnología GPS y la red GSM, permitiendo localizar a las mascotas en tiempo real desde cualquier lugar siempre y cuando exista cobertura GSM, para dicha localización se ha implementado una interfaz web y móvil brindando la posibilidad al usuario de monitorear a su mascota desde cualquier dispositivo, además dicho sistema brinda la posibilidad de realizar una búsqueda de las rutas realizadas por la mascota de fechas anteriores.

Para el desarrollo del sistema se ha estructurado de manera que, en el Capítulo I, se describe el problema que genera la pérdida de mascotas en la sociedad, así como la justificación que sustenta la elaboración de dicho proyecto junto con sus objetivos a cumplir.

En el Capítulo II se detallan los antecedentes investigativos relacionados con el presente tema, es decir se analiza proyectos similares al tema propuesto, además se encuentra la fundamentación teórica que abarca los conceptos necesarios para la elaboración de dicho proyecto y finalmente se describe una propuesta de solución.

En el Capítulo III se especifica los tipos de modalidad de la investigación utilizados en el presente proyecto, además se muestran los pasos necesarios que se han realizado para cumplir con los objetivos propuestos anteriormente.

El Capítulo IV hace referencia a todo el proceso realizado para la implementación del Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas, así como la comparación entre distintos equipos y servicios para seleccionar el mejor de cada uno, logrando así cumplir con los objetivos propuestos en el Capítulo I.

En el Capítulo V se presentan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvo una vez finalizado el presente trabajo investigativo.

Como último punto se presenta la bibliografía que corresponde a la fuente de investigación utilizada en el proyecto y los anexos pertinentes al sistema elaborado.

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN**

SISTEMA ELECTRÓNICO DE DETECCIÓN Y RASTREO DE MASCOTAS

### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Según Valeria Sabater (2015) en su publicación “Mi Perro no es una mascota, es mi Familia”, se entiende el termino mascota como a ese animal domesticado que convive con los seres humanos [1]. En realidad, mascota tiene muchos enfoques. En ocasiones ayudan en los entornos psicológicos, fisiológicos, terapéuticos y sociales. También los animales domésticos forman parte de nuestra vida emocional logrando brindar un efecto beneficioso dentro de: Ámbitos terapéutico, protectores contra enfermedades cardiovasculares, reductoras del estrés, eliminan sensaciones de soledad e involucran al propietario en un medio social que los circunda [2].

Por lo tanto, la mascota requiere de cuidados, respeto y atención que, de expresarle amor, pero esto se opaca cuando este ser huye por situaciones adversas o se pierden llenando de angustia y preocupación a sus dueños.

Estudios realizados por GFK (2016) realizada a 27000 personas en 22 países revela que más de la mitad de la población mundial (56%) posee al menos una mascota siendo los perros las mascotas más populares en América Latina y los gatos son preferidos en Francia y Rusia, entre los países con una mayor población de dueños de mascotas se encuentran Brasil, Argentina y México, seguido de Estados Unidos y Rusia, así mismo la población asiática revela que tienen una menor probabilidad de tener mascotas [3].

La Dra. Becker (2017) en su artículo menciona que la probabilidad de que las mascotas se pierdan en algún momento de su vida, son bastante altos. Según la compañía PetHub que ofrece etiquetas de identificación, brinda algunas estadísticas con respecto a las mascotas extraviadas donde menciona que una de cada tres mascotas se extravían en algún momento de sus vidas, de los cuales, menos del 2% de gatos y solo del 15 al 20% de los perros extraviados logran regresar a su hogar [4], por lo que muchas personas al perder a su mascota utilizan las redes sociales para difundir información sobre el animal, ofrecen recompensas para que este pueda ser encontrado. La mayoría son engañados y extorsionados.

Otros raptos domésticos están relacionados con la reproducción forzosa de los animales, para la venta ilegal o la posibilidad de pedir recompensa, por tratarse de un miembro de la familia los propietarios hace lo que les piden.

En nuestro país estudios realizados por la Secretaria de Salud del Distrito Metropolitano de Quito menciona que 3 de cada 5 familias poseen una mascota en su casa, lo que conlleva a un aproximado de 600 mil perros identificados y con dueños, esta cifra abarca solo al área urbana de Quito [5].

Esto muestra que los cuidados no son suficientes, siempre existe la posibilidad que la mascota se extravíe en el momento menos esperado. Ahora las tecnologías de rastreo son un mercado que se encuentra en constante crecimiento, motivo por el cual se crea una necesidad de buscar productos o servicios los cuales permitan evitar el robo o pérdida de mascotas.

### **1.3. DELIMITACIÓN**

#### **DELIMITACIÓN DE CONTENIDOS:**

Área académica de la carrera: Física y Electrónica

Línea de investigación: Tecnologías de la Información y de la Comunicación.

Sub línea: Sistemas Embebidos

## **DELIMITACIÓN ESPACIAL**

La presente investigación se desarrollará en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

## **DELIMITACIÓN TEMPORAL**

El proyecto de investigación se desarrollará durante el periodo septiembre 2017 – agosto 2018, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Graduación para obtener el Título Terminal de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación se enfoca en la elaboración de un sistema electrónico para la detección y rastreo de mascotas en tiempo real para prevenir las pérdidas o robos y conocer en todo momento en que lugar específico se encuentran dichas mascotas.

Es común encontrarse con afiches pegados en postes o publicaciones en redes sociales las cuales muestran la foto de sus mascotas y con una recompensa para los que ofrezcan algún tipo de información sobre la misma, pero debido a que no existen personas honestas muchas de las veces estas logran estafar o extorsionar a los dueños de las mascotas extraviadas, la pérdida de las mascotas en ciertas ocasiones se debe a distracciones cuando se sale a pasear con la mascota por el parque o cuando se va de paseo llevando a la mascota ya que por una mínima distracción las mascotas salen corriendo, motivo por lo cual es muy difícil para las personas seguir el rastro de las mismas, o así mismo cuando se olvida las puertas del domicilio abiertas las mascotas suelen escaparse y muchas veces los dueños no saben en donde se encuentran sus mascotas por lo que salen a buscarlas sin éxito alguno.

Este proyecto mediante tecnologías de posicionamiento global permite a los dueños de las mascotas tener la ubicación desde cualquier dispositivo móvil o interfaz web lo que facilitara la búsqueda del mismo, al implementar estas tecnologías se logra tener un mejor control y cuidado de nuestras mascotas, permitiendo a las personas saber la ubicación exacta de dichas mascotas. Este sistema no solo servirá para mascotas ya que debido a su diseño y tamaño se lo puede implementar a: Ganados, mascotas o

inclusive se lo puede adaptar para personas que sufren alguna discapacidad mental, debido a que no logran regresar a sus casas.

Por todo lo expuesto anteriormente, el proyecto es factible y de mucha ayuda para las personas que necesiten encontrar a sus mascotas, ya que para su implementación se utilizara tecnología de bajo costo que se encuentran disponibles en el mercado, logrando así poner en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema electrónico de detección y rastreo de mascotas.

### **1.5.2. OBJETIVO ESPECIFICO**

- Analizar las tecnologías existentes en el mercado para la detección y rastreo de mascotas.
- Diseñar un prototipo electrónico de detección y rastreo de mascotas.
- Desarrollo de una interfaz de rastreo y monitoreo para el sistema electrónico de mascotas.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Para la elaboración de este proyecto se ha llevado a cabo una recopilación de varias fuentes de investigaciones bibliográficas, tales como: Repositorios digitales de varias universidades, artículos científicos, revistas científicas, etc., en busca de temas similares al propuesto en este proyecto de investigación los cuales han desarrollado trabajos que son esenciales para la elaboración de este proyecto.

En el 2010, Stanley M. Tomkiewicz, Mark R. Fuller, John G. Kie, Kirk K. Bates, desarrollaron un “Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research”, en este dispositivo se presentan alternativas para la fijación rápida en aplicaciones terrestres y aviares, para almacenar y recuperar datos mediante registradores de datos (biológicos), sistemas de descarga de radio frecuencia e integración de GPS con otros sistemas satelitales. El software utilizado es el Microsoft Data Access Components (MDAC), en hardware se utiliza un sistema GPS-SOB, transmisor de datos VHF. Este dispositivo se basa en la recuperación de datos a altas frecuencias, motivo por el cual este sistema es muy útil para interpretar los datos y verificar cómo funcionan los dispositivos GPS en animales que se desplazan libremente [6].

En el año 2013, Ángel René Canché UC y Jonathan Ismael Mukul Chi desarrollaron un “LocaPet. Localizador Satelital para Mascotas”, donde describe el desarrollo de un sistema que se encarga del monitoreo de una mascota dentro de un área específica. El hardware que se utiliza en este sistema consta de una placa Iduino UNO 328 modelo

MIC-06664, GPS GY-GPS6MV1 con el chip GPS NEO-6M, Placa GSM/GPRS SIM900 modelo WGW-06633. El software utilizado es de código abierto mediante la plataforma Arduino y códigos AT. Este sistema emite una alerta mediante un mensaje de texto con la ubicación geográfica, hora y fecha que es dirigida al dueño en el caso de que su mascota abandone el área indicada por un tiempo mayor al establecido, lo que permite saber la ubicación de la mascota en cualquier lugar siempre que exista cobertura de la red celular GSM [7].

En el año 2015, L.I. Adrián Castañeda Morfin desarrollo un “Cómputo ubicuo en el control canino para actividades de caza”, donde describe el desarrollo de un sistema para realizar actividades de caza mediante ayuda de los perros. El hardware que se utiliza es un Nokia Lumia (520 y 625) con S.O. Windows Phone, un sensor de ritmo cardiaco marca Zephyr HxM BT. El software utilizado para el desarrollo de las aplicaciones es Microsoft Visual Studio 2013 en C#. En este proyecto se elaboró un chaleco integrado con un teléfono celular Smartphone para el perro junto con un sensor de ritmo cardiaco, el cual se conecta mediante bluetooth con el Smartphone para proporcionar la ubicación y signos vitales del perro, a través de este sistema también se puede enviar ordenes mediante sonidos y vibraciones hacia el perro. El cazador tiene una aplicación en su Smartphone que le permite conocer la localización, dar órdenes y saber los signos vitales del perro. Estas instrucciones se transmiten mediante un servicio de datos de telefonía celular [8].

En el 2015, Ezequiel Gorandi, Nicolás Clemares y Andrés Moltoni, elaboraron un “Collar con tecnología GPS para monitoreo animal”, donde dicho sistema permite obtener las coordenadas instantáneas de la posición y se comunica a través del protocolo NMEA 0183 con un microcontrolador de 8 bits para procesar y almacenar la información en memoria no volátil, el lenguaje de programación utilizado es Python y dicha información es cargada a un servidor y se puede acceder mediante una aplicación web en la cual se puede modificar los tiempos entre muestras. Este sistema fue utilizado en el ganado bobino, caprino, ovino y también en perros pastores [9].

En el 2016, Santiago Ribero Vairo, desarrollo el “Uso de códigos bidimensionales y posicionamiento para el rencuentro de mascotas con sus dueños”, donde se elabora un sistema que une varias tecnologías como lo es el posicionamiento, los códigos



bidimensionales y los servicios de notificaciones. El software que se utiliza es Lenguaje C# de la plataforma .NET y el entorno Microsoft Visual Studio 2013, para el desarrollo web framework MVC.NET 3. Este sistema trabaja mediante los códigos QR los cuales al ser leído mediante un Smartphone con tecnología de posicionamiento envía alertas automáticas, las cuales dan a conocer al dueño la posición de la mascota extraviada [10].

En el 2016, Carlos Andrade Parreño elabora el “Diseño e implementación de un sistema cliente-servidor para el envío de posición y signos vitales de mascotas sobre dispositivos móviles en la plataforma Arduino”. Este proyecto se basa en la elaboración de un prototipo que permite evitar la pérdida de mascotas, enviando los signos vitales y su ubicación mediante un hardware que se encuentra ubicado en el pecho del animal con la ayuda de un arnés, este envía información a un servidor web y base de datos las cuales son procesadas y almacenadas para su visualización en un dispositivo móvil o interfaz web. El Hardware utilizado consta de una placa de Arduino Uno, Módulo SIM 908C, Módulo Transductor Acelerómetro MMA7361, Sensor de Temperatura Infrarrojo MLX90614. El Software para el desarrollo de la aplicación Android se lo hace mediante el lenguaje Java y en ciertas partes hacen uso del lenguaje XML, lenguaje Arduino [11].

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

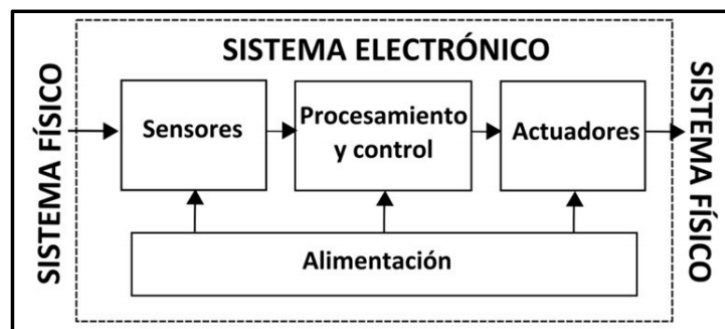
### **2.2.1. Mascotas**

Se denomina mascota a aquel animal doméstico, ya sea gatos y perros, los cuales sirven para brindar compañía al hogar, familia, pareja, adulto que vive solo, persona con discapacidad, entre otros. A las mascotas se las cría y reproduce con el objetivo de que convivan con los seres humanos, sin obtener alguna actividad lucrativa por parte de ellos, que compartan tiempo y se integren en las familias y hogares [12].

### **2.2.2. Sistema Electrónico**

Los sistemas electrónicos están conformados por un conjunto de sensores, circuitería de procesamiento y control, actuadores y fuente de alimentación. Donde los sensores se encargan de obtener la información del mundo físico para transformarla a una señal eléctrica y posteriormente ser controlado por la circuitería interna de control. Los

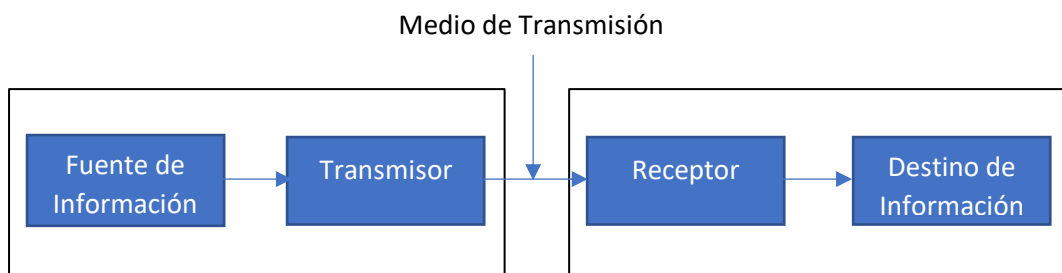
circuitos internos se encargan de procesar la señal eléctrica dependiendo del tipo de diseño de los diferentes componentes que se encuentren funcionando. Los actuadores se encargan de transformar la señal eléctrica que fue procesada por los circuitos internos en energía que funcionará en el mundo físico externo. La fuente de alimentación es la encargada de brindar energía suficiente para realizar todo el proceso descrito anteriormente. Todo el proceso se puede apreciar mejor en la Figura 2.2.1 [13].



**Figura 2.2.1.** Diagrama de bloques de un sistema electrónico.  
**Fuente:** Arduino Curso Practico de Formación [13]

### 2.2.3. Sistema Electrónico de Comunicaciones

Los sistemas electrónicos de comunicaciones tienen como objetivo principal transferir información de un lugar a otro, por ende, las comunicaciones electrónicas básicamente consisten en la transmisión, recepción y procesamiento de la información entre dos o más lugares, con ayuda de circuitos electrónicos. La fuente original de información puede ser de forma analógica o de forma digital, sin embargo, antes de poder propagar estas formas de información a través de un sistema electrónico de comunicaciones se deben convertir a energía electromagnética como se describe en la Figura 2.2.2 [14].



**Figura 2.2.2.** Diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones electrónicas.  
**Fuente:** Investigador

#### **2.2.4. Hardware y Software Libre**

##### **Hardware Libre**

Hardware libre hace referencia a la libertad que existe al utilizar cualquier dispositivo junto con toda su documentación. Un hardware se considera libre cuando toda la información de su hardware, diseños, medidas y herramientas utilizadas para la creación de dichos dispositivos son compartidas públicamente, de esta manera se ayuda a los desarrolladores para que puedan mejorar los diseños y aportar mucho más a este tipo de proyectos [15].

##### **Software Libre**

El software libre hace referencia a la libertad que poseen los usuarios para poder modificar, copiar, ejecutar, estudiar, distribuir y mejorar el software. Sin embargo, según Free Software Foundation un programa se considera software libre si los usuarios tienen acceso a las cuatro libertades esenciales como lo son:

- Libertad para poder ejecutar el programa como el usuario lo desee.
- Libertad para estudiar cómo funciona el programa y modificarlo de acuerdo a las necesidades del usuario.
- Libertad para distribuir copias del software al prójimo.
- Libertad de distribuir copias de versiones mejoradas de terceras personas [16].

#### **2.2.5. Sistemas Embebidos**

Es un sistema electrónico el cual permite realizar pocas o varias funciones específicas según las necesidades para lo que se requiera, generalmente estos sistemas funcionan en tiempo real ya que al trabajar con Linux y poseer un código abierto, otorga una gran cantidad de ventajas como lo son [17]:

- Permite utilizar el hardware para cualquier propósito que se lo requiera.
- Facilidad para estudiarlo y modificarlo.
- Poder distribuir varias copias sin la obligación de pagar por ello.
- Facilidad para elaborar nuevas versiones modificadas.

### 2.2.6. Microcontrolador

El microcontrolador es un “chip” o circuito integrado programable que en su interior posee un gran número de componentes encapsulados, el cual puede administrar uno o varios procesos y se lo emplea para el funcionamiento de una tarea específica. Una vez programado solo se encarga de administrar la tarea específica asignada. En sus líneas de entrada/salida son capaces de soportar la conexión de actuadores y sensores [13] [18].

Los componentes básicos del microcontrolador son:

- **Procesador o CPU (Unidad Central de Proceso):** Es el encargado de ejecutar cada instrucción y de controlar que todo el proceso se realice correctamente.
- **Diferentes tipos de memorias:** Se encargan de almacenar tanto las instrucciones como los distintos tipos de datos que estas necesitan. Existen dos tipos de memorias como lo son las memorias RAM y sus derivadas conocidas como memorias volátiles las cuales al dejar de recibir alimentación su contenido se pierde y las memorias ROM y sus derivados conocidas como memorias no volátiles las cuales al dejar de recibir alimentación siguen almacenando la información de forma permanente.
- **Líneas de Entrada/Salida:** Se encargan de establecer la conexión entre el microcontrolador con el exterior o viceversa [13] [18].

### 2.2.7. Tecnología Celular GSM

GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) es un sistema telefónico celular de segunda generación, el cual llego a ser muy popular al resolver todos los problemas que tenía la primera generación, siendo así el primer sistema telefónico celular que fue totalmente digital [19].

### 2.2.8. Servicios de GSM

El principal objetivo de la de GSM era ser compatible con ISDN (red digital de servicios integrados), pero debido a sus limitaciones en el ancho de banda del canal y de costo evitan que este servicio GSM trabaje a velocidades básicas de datos de 64 kbps de ISDN [19].

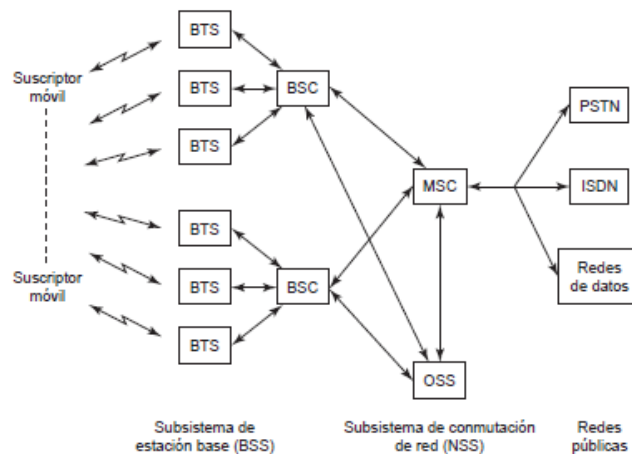
Estos servicios GSM se pueden clasificar en tres categorías como lo son [19]:

- Servicios de Portador.
- Tele servicios.
- Servicios Suplementarios.

Una de las funciones únicas que posee dicho servicio son los SMS (Short Message Service), los cuales permiten enviar mensajes cortos bidireccionalmente hasta 160 bytes de longitud [19].

### 2.2.9. Arquitectura del Sistema GSM

Esta arquitectura consiste en estar conformada por tres subsistemas interconectados como se muestra en la Figura 2.2.3, que se comunican entre sí y con los suscriptores mediante interfaces específicas de red. Entre los subsistemas principales que forman parte de la red GSM tenemos: Subsistema de Estación Base (BSS), Subsistema de Red y Conmutación (NSS) y Subsistema de Soporte Operacional (OSS) [19].



**Figura 2.2.3.** Arquitectura de un sistema GSM.

**Fuente:** Sistemas de Comunicaciones Electrónicas [19].

A pesar de que la estación móvil es otro subsistema se lo considera como parte del Subsistema de Estación Base. Al Sistema de Subestación Base (BSS) se lo conoce como el Subsistema de Radio, debido a que administra y proporciona rutas de transmisión en radiofrecuencia entre las unidades móviles y el centro móvil de conmutación (MSC) [19].

### **2.2.10. Rango de Frecuencias GSM**

La tecnología GSM opera en un cierto rango de frecuencias que depende del país en el que opera y del hardware que posea el dispositivo. Entre los rangos más utilizados se encuentran las bandas de 850, 900, 1800 y 1900 MHz [20].

### **2.2.11. (GPRS) General Packet Radio Service**

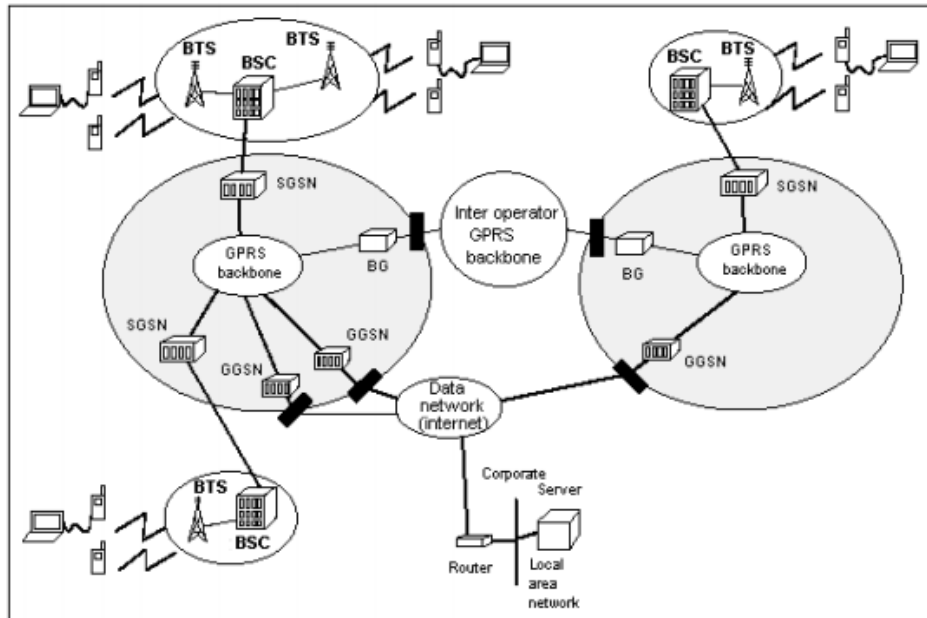
El Servicio General de Paquetes vía Radio (GPRS) es una tecnología inalámbrica que comparte el rango de frecuencias de la red celular GSM que utiliza una transmisión de datos por medio de paquetes [21]. Esta tecnología permite velocidades de transferencia de 56 a 114 kbps, lo que permite utilizar varios tipos de servicios como: Servicio de mensajes cortos (SMS), servicio de mensajería multimedia (MMS), Wireless Application Protocol (WAP), Internet y para los servicios de comunicación tales como el correo electrónico y la World Wide Web (WWW). Las operadoras para brindar el servicio de tecnología GPRS realiza sus cobros por megabyte de capacidad de transferencia de datos [22].

### **2.2.12. Clase de Dispositivos GPRS**

Los dispositivos que poseen conexión GPRS se dividen en tres clases. Estas se los conocen como Clase A (encargado conectar GSM y GPRS al mismo tiempo), Clase B (puede conectarse mediante GSM o GPRS, pero solo uno a la vez y el cambio se realiza automáticamente), Clase C (se conecta tanto a GSM como a GPRS, pero se lo debe cambiar manualmente entre uno y otro) [23].

### **2.2.13. Arquitectura de una red GPRS**

La red GPRS al ser una red superpuesta a GSM comparte con ella la red de acceso (GSM-IP). Para lograr esto, GPRS introduce dos nuevos nodos que son: GGSN y SGSN [24].



**Figura 2.2.4.** Arquitectura de una red GPRS.  
**Fuente:** Análisis y estudio de redes GPRS [24].

En el que GGSN (Gateway GPRS Support Node) es el encargado de actuar como una interfaz lógica hacia las redes de paquetes de datos externos [24].

SGSN (Serving GPRS Support Node) es un nodo de conmutación de paquetes el cual se encuentra jerárquicamente en el mismo nivel que las MSC y es el encargado de llevar los paquetes de datos hacia y desde BTS que se encuentran dentro del área de servicio.

PCU (Packet Control Unit) es introducido al nivel de BSC y se encarga de manejar la comunicación de paquetes.

BG (Border Gateway) es un nodo de pasarela el cual realiza la interfaz entre backbones y GPRS de las distintas operadoras [24].

#### 2.2.14. Protocolo GPRS

Este protocolo es conocido como protocolo de nivel tres, el cual se encarga de soportar el intercambio de informaciones de control como el de paquetes PDP-PDU (Packet Data Protocol – Protocol Data Unit) entre el móvil y el nodo al que este se encuentre conectado [24].

El formato de una trama GPRS consta de los siguientes campos:

- Identificador del protocolo GPRS
- Identificador del protocolo de los PDU
- Mensajes GPRS

### **2.2.15. Sistemas Globales de Navegación por Satélite.**

Los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS, Global Navigation Satellite System), son un conjunto de elementos, cuyo objetivo es permitir la localización en tiempo real de un usuario que se encuentre situado en cualquier parte de la Tierra [26]. Actualmente existen dos Sistemas Globales de Navegación por Satélite plenamente operacionales, los cuales son [25]:

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS, Global Positioning System) de los Estados Unidos.
- Sistema Orbital Mundial de Navegación por Satélite (GLONASS, Global Orbiting Navigation Satellite System) de la Federación de Rusia.

Así mismo, existen sistemas mundiales y regionales en evolución, tales como [25]:

- Sistema Europeo de Navegación por Satélite (Galileo).
- COMPASS/BeiDou de China.
- Sistema Regional de Navegación por Satélite de la India (IRMSS).
- Sistema de Satélites Cuasi Centales (QZSS) del Japón.

En el momento en que todos estos sistemas regionales y mundiales se encuentren en total funcionamiento, el usuario podrá tener acceso a señales de posicionamiento, navegación y cronometría procedente de más de 100 satélites [25].

### **Historia del GNSS**

El termino GNSS es relativamente reciente, debido a que su historia comienza en la década del 70 con el desarrollo del sistema GPS por parte de los Estados Unidos, originalmente fue de uso militar y controlado por el Departamento de Defensa de los EEUU, pero no fue hasta la década de los noventa, que esta tecnología fue empleada con fines civiles y alcanza un gran número de acuerdos entre el Gobierno de los Estados Unidos y con varios países de todo el mundo. Por este motivo el GPS fue el único sistema de navegación por satélite plenamente operativo, y debido a que el Gobierno Ruso decide no seguir adelante con su proyecto GLONASS, en ese entonces



los estadounidenses eran los únicos en tener el control de los sistemas de posicionamiento de sus satélites [26].

Toda esta situación planteo una gran inquietud a nivel internacional, debido a que EEUU al tener todo el control de los mismos, tenía la capacidad para emitir la señal civil GPS y así mismo tenía la capacidad para distorsionar o dejar de emitir la señal GPS en caso de conflictos o guerras entre países. Por este motivo surge la necesidad de los demás países de tener su propio sistema de navegación por satélite por lo que se crean nuevos sistemas de navegación por satélite que actualmente se encuentran en desarrollo como lo es Galileo que fue lanzado por la Unión Europea para uso civil, Rusia relanza su proyecto GLONASS y otros países como China que lanzan sistemas experimentales como COMPASS, la India con su sistema IRNSS y Japón con QZSS como sistemas regionales [26].

### **Radio Navegación por Satélite**

“Se define a la navegación como el arte o la ciencia de traza, definir o dirigir el curso de movimientos; en otras palabras, es conocer dónde está uno, y poder encontrar el camino”. A lo largo de los años se han implementado distintos métodos de navegación como el método de vagabundear, el cual consiste en continuar viajando hasta llegar a su destino siempre y cuando haya un destino, otro método es la navegación celeste en el cual incluye a la luna y las estrellas al determinar la dirección y la distancia mediante el seguimiento de los cuerpos celestes, aunque al ser un método primitivo funciona mejor en la noche y con el cielo despejado, otro método es la navegación de pilotaje el que se basa en fijar la posición y dirección con respecto a señas importantes como las vías del tren, montañas, granjeros, entre otros [27].

A pesar de los métodos descritos anteriormente los cuales han sido muy útiles a lo largo de los años hoy en día existe otro método de mayor precisión como lo es la radionavegación o navegación electrónica que consiste en determinar el tiempo que demora una onda electromagnética en dirigirse desde un transmisor hacia un receptor. Dentro de los sistemas de navegación electrónica más exactos y útiles se encuentran los siguientes: [27]

- Decca (emisión en la superficie terrestre)
- Omega (emisión en la superficie terrestre)

- Loran (emisión en la superficie terrestre)
- Sistemas de posicionamiento global Navy Transit (emisión de satélite en órbita baja)
- Sistemas de posicionamiento global Navstar (emisión de satélite en órbita intermedia)

De todos estos sistemas descritos los que más se utilizan en la actualidad son los sistemas Loran y Navstar [27].

### **Navegación Loran**

El sistema Loran cuyas siglas significan Long Range Navigation o Navegación a Larga Distancia se consideraba como el método más confiable, efectivo y exacto de navegación electrónica, el cual tenía dos tipos de navegación como lo es Loran A que se creó durante la Segunda Guerra Mundial y Loran C que su versión más actual se creó en 1980 y se lo utiliza hasta estos días en varias aplicaciones, aunque principalmente en aviones y barcos recreativos [27].

Loran posee ciertos errores que se deben a ciertos factores como problemas de propagación, la superficie de la tierra no es lisa ni perfectamente redonda, condiciones atmosféricas, múltiples trayectorias de transmisión y la desventaja más grave es que no brinda cobertura global. Debido a que Loran tenía ciertos errores, emerge una nueva tecnología que se llama GPS Navstar la cual utiliza transmisores basados en satélites [27].

### **GPS Navstar**

El sistema Navstar cuyas siglas significan Navigation System with Time And Ranging o conocido También como Sistema de Navegación con tiempo(horas) y telemetría y GPS corresponde a la abreviatura de Global Position System o Sistema de Posicionamiento Global. GPS Navstar es el sistema más actual y exacto de radio navegación que existe en la actualidad, se basa en satélites y es abierto lo que significa que permite el acceso a cualquier persona que posea un receptor de GPS. Este sistema fue desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos con el objetivo de tener información continua y precisa sobre la posición, velocidad y horas para usuarios en aire, mar, tierra y espacio. Por ende, GPS Navstar es un sistema basado en espacio de posicionamiento tridimensional y de distribución de tiempo, teniendo como

propósito utilizar una combinación de estaciones terrestres, satélites en orbitas y receptores especiales, para de esta forma permitir todas las posibilidades que existen de navegación en cualquier lugar del mundo [27].

### **Servicio de Posicionamiento Global (GPS)**

Este servicio ofrece dos niveles de precisión en el servicio como lo son:

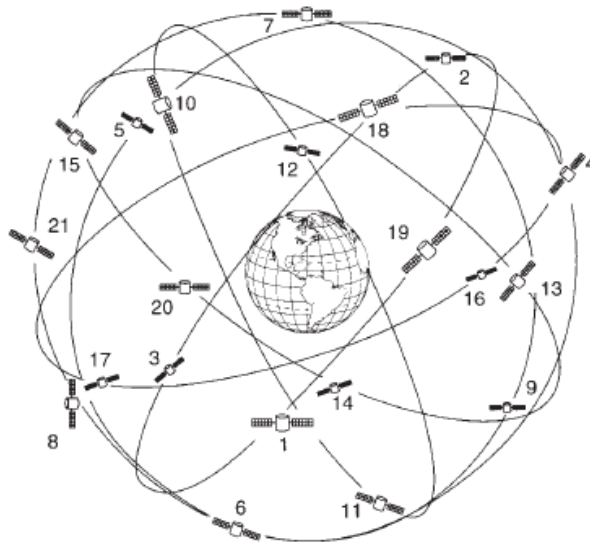
- **Servicio de Posicionamiento Normal (SPS).** Este servicio se encuentra disponible para todo tipo de usuarios de GPS ya sean militares, privados y comerciales. El servicio ofrece una exactitud predecible de posicionamiento en el que un 95% del tiempo permanece dentro de 100 m horizontales, 156 m verticales y 185 m en 3 dimensiones [27].
- **Servicio de Posicionamiento Preciso (PPS).** Este servicio es militar y posee una gran exactitud para posicionamiento, velocidad y tiempo. El servicio ofrece una exactitud predecible de posicionamiento en el que un 95% del tiempo permanece en 22 m horizontales, 27.7 m verticales y 34.5 m en 3 dimensiones. El acceso a este servicio es habilitado solo para personas autorizadas que posean equipos y claves criptográficas [27].

### **Segmentos de Navstar**

El GPS Navstar se basa en tres segmentos, los cuales son: espacial, control de tierra y usuario [27].

- **Segmento Espacial**

El satélite Navstar GPS se declaró totalmente operativo desde el 27 de abril de 1995, este segmento también es conocido como segmento satelital ya que consiste en 24 satélites operativos que giran alrededor de la tierra en seis planos orbitales a unos 60° entre sí, con cuatro satélites en cada plano. De los 24 satélites que se encuentran en órbita, existen 21 satélites activos y 3 reservados como espacio, así como se muestra en la figura 2.2.5. En la actualidad existen más de 24 satélites ya que los antiguos han sido remplazados por unos más modernos con nuevos sistemas de propulsión y guía [27].



**Figura 2.2.5.** Órbitas de los 21 satélites Navstar.  
**Fuente:** Sistemas de Comunicaciones Electrónicas.

Los satélites Navstar giran en torno a la Tierra en órbitas circulares inclinadas, con un ángulo de elevación en el nodo ascendente de  $55^\circ$  con respecto al plano ecuatorial y una elevación promedio de 20,200 km sobre la Tierra, estos satélites tardan alrededor de 12 horas en una revolución. La posición de estos satélites se ordena de tal forma que siempre existan a la vista entre cinco y seis satélites, para cualquier usuario, asegurando así la cobertura mundial. Para calcular la posición de un navegante en la superficie terrestre se requiere la información de tres satélites, y para saber la altitud, se requiere de un cuarto satélite encargado de generar dicha información necesaria [28].

Los satélites de la constelación Navstar transmiten dos señales de radio, las cuales son:

- Señal L1 cuya frecuencia es de 1.575,43 MHz y es modulada con dos códigos de ruido pseudoaleatorios (PRN, Pseudo Random Noise), denominado como Servicio de Posicionamiento Preciso (PPS) o código P o protegido, el cual es de uso militar y el código de adquisición grueso (Coarse/Adquisición C/A) conocido como Servicio estándar de Posicionamiento (SPS) [28].
- Señal L2 cuya frecuencia es de 1.227,6 MHz es modulada con el código protegido. Los receptores que poseen los usuarios utilizan el código C/A para acceder a la información de los sistemas GPS [28].

A parte de los códigos de ruido pseudoaleatorio, los satélites envían información repetitiva a los receptores en un paquete que contiene cinco diferentes bloques con duración de 30 segundos [28].

**Bloque I:** Posee los parámetros de corrección de tiempo y refracción ionosférica [28].

**Bloques II y III:** Posee información orbital y precisa para el cálculo de efemérides [28].

**Bloques IV y V:** Tiene información orbital aproximada de todos los satélites que se encuentran activos, información ionosférica y tiempo universal coordinado [28].

- **Segmento de Control.**

Este segmento de control es conocido como Sistema de Control de Operaciones, el cual incluye a todas las estaciones monitoras terrestres fijas que se encuentran en todo el mundo, una Estación Maestra de Control (MCS) y transmisores de enlace de subida [27].

Existen estaciones monitoras pasivas que se encuentran en:

- California
- Hawái
- Alaska
- Isla de Ascensión (frente a África Occidental)
- Diego García (Océano Indico)
- Kwajalein (Océano Pacifico), etc.

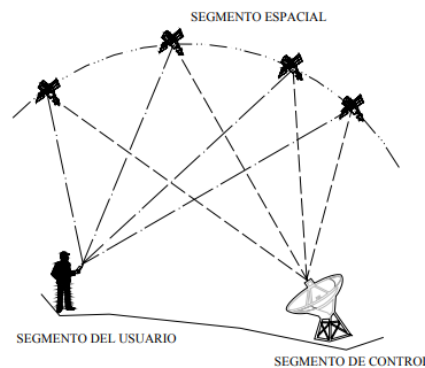
Estas estaciones son receptores GPS los cuales se encargan de rastrear a los satélites al momento en que estos pasan sobre ellos y acumulan información de telemetría y efemérides (orbitales) de ellos. Dicha información es enviada a la Estación de control maestro en la cual es procesada para determinar si la posición del satélite es real a la calculada por el GPS [27].

- **Segmento de Usuario.**

Con el desarrollo tecnológico que existe en la actualidad, una gran cantidad de fabricantes se encargan del desarrollo de varios dispositivos receptores GPS para los usuarios, de esta manera se pueden encontrar dispositivos GPS de alta calidad y precisión, lo que permite aplicarlos en distintas disciplinas [28].

Los receptores son los encargados de recibir y decodificar la señal recibida del satélite, analizando y calculando las coordenadas del punto deseado. Los componentes básicos que conforma un receptor GPS son [28]:

- Antena con preamplificación.
- Sección de radio frecuencia o canal.
- Microprocesador para el almacenamiento y procesamiento de los datos.
- Oscilador de precisión encargado de generar los códigos pseudoaleatorios que se utilizan en la medición del tiempo en que se demora viajando la señal.
- Fuente de energía.
- Interfaz de usuario.



**Figura 2.2.6.** Segmentos de Navstar.  
**Fuente:** Sistema de Posicionamiento Global (G.P.S.)

### **Funcionamiento del Sistema GPS**

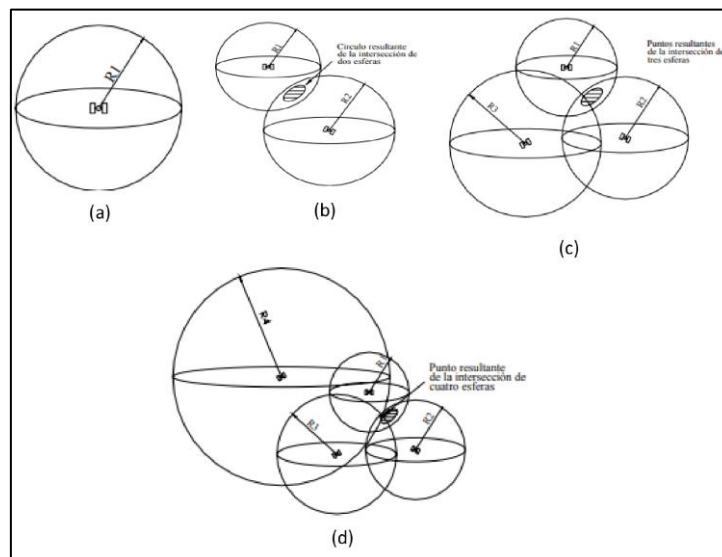
El sistema de posicionamiento global por satélite o GPS, tiene como objetivo principal medir la distancia que se genera desde una señal radio que es transmitida por medio de un grupo de satélites artificiales, de los cuales se conoce su órbita con precisión y estas señales son captadas y decodificadas mediante receptores que se encuentran ubicados en algún punto de la tierra donde se desea determinar dicha posición [28].

Para detallar el funcionamiento de un sistema GPS se lo resume en 5 pasos que son los siguientes:

- **Trilateración Satelital.**

Los satélites GPS se encuentran girando constantemente alrededor de la Tierra a una altura aproximada de 20.200 km, lo que permite conocer en todo momento la posición exacta de cada uno de ellos, lo que les conlleva a convertirse en puntos de referencia en el espacio [28].

Cuando un receptor GPS desde la Tierra capta la señal de un primer satélite, calcula solo la distancia que hay entre ambos. Esto quiere decir que el receptor se puede encontrar en cualquier lugar dentro de la superficie de una esfera de radio  $R_1$  creado por la distancia encontrada, así como se muestra en la figura 2.2.7 (a) [28].



**Figura 2.2.7.** Trilateración Satelital.

**Fuente:** Sistemas de Posicionamiento Global (G.P.S.)

En el momento en que el mismo receptor mide la distancia que hay entre un segundo satélite, se crea una segunda superficie esférica que se la denomina  $R_2$ , la cual al intersecarse con la esfera de radio  $R_1$ , se creará un círculo en cuyo perímetro pudiese estar el punto a encontrar como se muestra en la figura 2.2.7 (b) [28].

Ahora si se agrega la medición hacia un tercer satélite, esta nueva esfera va a generar una intersección sobre el perímetro de las dos esferas anteriormente

calculadas, reduciéndolo solo a dos puntos como se muestra en la figura 2.2.7 (c) [28].

Una vez que se obtiene esos dos puntos entre las tres esferas, se puede descartar fácilmente a uno de ellos debido a que es una respuesta incorrecta, ya sea porque se encuentra fuera del espacio o debido a que se mueve a una velocidad muy elevada.

Por último, es matemáticamente calcular una cuarta medición a otro satélite distinto para lograr calcular las cuatro incógnitas necesarias que son  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y el tiempo  $t$  así como se observa en la figura 2.2.7 (d) [28].

- **Medición de distancia desde los satélites.**

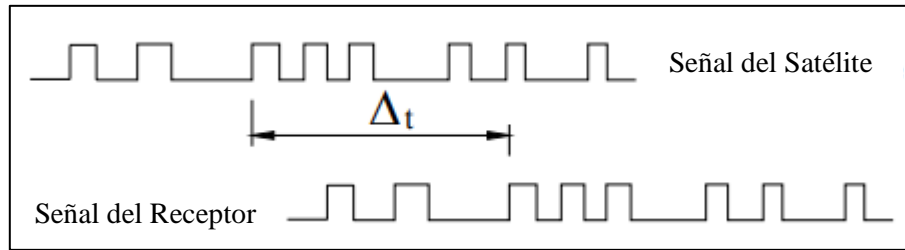
Para calcular la distancia desde un satélite hacia un receptor se lo realiza midiendo el tiempo de viaje de la señal de radio, que se genera al viajar desde un punto hacia el otro. Una vez conocida la velocidad de la señal de radio, para el cálculo de la distancia se lo determina aplicando la ecuación del movimiento con velocidad uniforme que es la siguiente [28]:

$$D = v \cdot t$$

Donde  $D$  corresponde a la distancia en kilómetros que se genera desde un receptor hacia un satélite,  $v$  es la velocidad de la señal de radio que se aproxima a la velocidad de la luz la cual es  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  y finalmente  $t$  es el tiempo de viaje de la señal de radio expresada en segundos [28].

Para calcular el tiempo de viaje de la señal, se debe conocer el momento exacto en el que la señal parte desde el satélite y esto se logra mediante la generación de códigos pseudoaleatorios tanto en el receptor como en el satélite y sincronizando ambas señales de tal forma que sean creadas al mismo tiempo, luego de sincronizar las dos señales se mide el desfase en tiempo ( $\Delta t$ ) en el que la señal del receptor y del satélite generan el mismo código. El tiempo de viaje de la señal se lo representa mediante la simbología  $\Delta t$ . Esto se lo puede apreciar mejor en la figura 2.2.8 [28].





**Figura 2.2.8.** Medición del tiempo de viaje de la señal.  
**Fuente:** Sistemas de Posicionamiento Global (G.P.S.)

- **Medición precisa del tiempo**

La medición del tiempo de viaje de la señal, es algo complicado de realizar, debido a que todas las señales de radio viajan a grandes velocidades y sus distancias son muy cortas. El tiempo promedio que se demora una señal en viajar desde un satélite hacia la Tierra es de 0,067 segundos, debido a esto es necesario utilizar relojes muy precisos [28].

Todos los satélites poseen relojes atómicos, lo que les da una precisión en nanosegundos, y colocar este tipo de relojes en los receptores sería demasiado costoso por lo que no saldría rentable su producción y en su lugar se ha optado por corregir los errores que se generan en la medición del tiempo mediante la medición al cuarto satélite [28].

- **Ubicación de los satélites en el espacio.**

Como se detalla anteriormente, en el sistema NAVSTAR se encuentran 24 satélites operacionales que se encuentran orbitando la Tierra cada 12 horas a una altura de 20.200 Km. Existen 6 orbitas distintas que se encuentran inclinadas 55° aproximadamente con respecto al Ecuador [28].

Alrededor de cada uno de estos planos giran 4 satélites, los mismos que se encuentran todo el tiempo monitoreados por el Departamento de Defensa de los EE.UU. En la Tierra existen cinco estaciones que se encargan del control y seguimiento, 3 estaciones se encargan de la alimentación de datos y una del control maestro, la misma que comparte los datos con la estación de seguimiento para calcular la posición de los satélites que están en órbita, coeficientes para corregir los tiempos y transmiten dicha información hacia los satélites [28].

- **Errores**

Luego de haber tratado varios puntos sobre el funcionamiento del GPS, en la vida real existen muchas cosas que le puede pasar a una señal GPS para transformarla en una señal matemáticamente no perfecta [29].

Para que un sistema GPS obtenga los mejores resultados se debe tener en cuenta una amplia variedad de posibles errores, entre los que destacan son:

- **Errores propios del satélite**

Errores Orbitales, afectan al momento de determinar la posición del satélite en un tiempo determinado con respecto al sistema de referencia dado, esto se origina debido a que no se sabe con precisión las orbitas de los satélites [28].

Errores del reloj, esto se origina debido a los relojes atómicos ya que se producen variaciones por la deriva del instrumento y a la acción de los efectos relativísticos que genera un diferencial de tiempo entre el satélite y el receptor, aunque estos errores son ajustados por el Departamento de Defensa de los EE.UU. [28].

Errores de configuración geométrica, se tiene una configuración geométrica pobre cuando los satélites se alinean o su posición relativa forma ángulos llanos, y para tener una configuración ideal se debe tener una posición relativa entre satélites que formen ángulos agudos [28].

- **Errores originados por el medio de propagación.**

Como se explicó anteriormente, los cálculos para realizar la medición del satélite asumen que la señal de radio se desplaza a una velocidad constante igual a la de la luz, a pesar de ello, la velocidad de la luz solo en el vacío permanece constante. En el momento que la señal de radio pasa por la ionosfera y troposfera, se generan refracciones ionosféricas y troposféricas debido a las variaciones que son causadas por las densidades que generan las distintas capas. A pesar de esto los receptores GPS realizan correcciones automáticamente tomando en cuenta estas demoras [28].

- **Errores de recepción**

Los errores que se generan en la recepción son el ruido, centro de fase de la antena, errores del reloj oscilador y el error de disponibilidad selectiva, la cual es un deterioro intencional causado por el Departamento de Defensa de los EEUU. [28]. Para corregir el error de disponibilidad selectiva se utiliza una técnica de corrección diferencial, la cual utiliza un receptor en una estación base cuya

posición se conoce con precisión y un receptor en el punto a ubicar para recolectar los datos de forma simultánea. Con dicha información obtenida se calcula los diferenciales o las correcciones que se deben aplicar a un receptor que se encuentra ubicando su posición [28].

#### **2.2.16. Dominio**

“Un dominio es el nombre único y exclusivo que se le da a un sitio web en internet para que cualquiera pueda visitarlo”. Los navegadores web para acceder a los sitios que se encuentran almacenados en los hostings requieren de una dirección IP para saber dónde se encuentra dicho servidor. La principal ventaja del dominio en un sitio web es permitir al usuario de una forma más fácil acceder a la dirección del servidor, antes que ingresar toda su extensa IP para acceder al servidor [30].

#### **2.2.17. Hosting**

Hosting u hospedaje web es un servicio que brinda a los usuarios de internet la posibilidad de almacenar información, imágenes, videos o cualquier tipo de contenido que sea accesible a través de la web [31]. Existen varios tipos de web hosting, entre ellos están:

- **Alojamiento Gratuito:** Este tipo de alojamiento tiene varias limitaciones comparado con un alojamiento de pago. Estos servicios al ser gratuitos agregan una gran cantidad de publicidad en los sitios lo que ocasiona un espacio y tráfico molesto y limitado [31].
- **Alojamiento Compartido:** En este tipo de servicio se hospedan varios clientes de distintos sitios en un mismo servidor, con ayuda de la configuración del programa del servidor web. Siendo una alternativa buena para pequeños y medianos clientes debido a su costo y rendimiento [31].
- **Servidores Virtuales:** Son conocidos como VPS (Virtual Private Server) debido al uso de una máquina virtual, la empresa ofrece un control total al seleccionar los programas que se ejecuten en el servidor y de esta manera administrar varios dominios de formas fáciles y económicas [31].
- **Servidores Dedicados:** Este término hace referencia a la forma avanzada de alojamiento web en la que se alquila a un cliente un ordenador completo, el cual

es el encargado de administrarlo en su totalidad, siendo la empresa de alojamiento la encargada del cuidado físico de la máquina y de la conectividad a internet [31].

- **Servidores Semi-Dedicados:** Consta del mismo servicio que el servidor dedicado, pero con un servidor compartido, esto permite a la empresa de alojamiento brindar varios tipos de planes para cubrir las necesidades de los clientes [31].

#### **2.2.18. Protocolo HTTP**

HTTP (HyperText Transfer Protocol o Protocolo de Transferencia de Hipertexto) es un protocolo que pertenece a la capa de aplicación del modelo TCP/IP, por lo que se convierte en el protocolo más importante de la web. HTTP está conformado por dos tipos de programas: un programa cliente y un programa servidor. Estos dos programas son ejecutados en diferentes hosts y su medio de comunicación es a través de intercambios de mensajes HTTP. [32]

#### **2.2.19. Servicio Web**

Según el consorcio W3C, a los Servicios Web se los define como sistemas de software diseñados para soportar una interacción interoperable máquina a máquina sobre una red. Estos Servicios Web generalmente son considerados como APIs Web y para acceder a ellas se requiere de una red conocida como internet y son ejecutadas en los sistemas que los alojan [33].

Los Servicios Web alojan varios tipos de sistemas, aunque el caso más común que se encuentra son los clientes y servidores los cuales se comunican mediante mensajes XML que se basan en el estándar SOAP (Simple Object Access Protocol), sin embargo, en los últimos años se ha hecho popular un estilo de arquitectura de software conocido como REST (Representational State Transfer) [33].

REST es un estilo de arquitectura de software para sistemas distribuidos tales como la web, siendo su principal función centrarse en los estándares HTTP y XML para enviar datos sin requerir de una capa adicional. Las operaciones se solicitarán mediante POST (encargado de crear un recurso en el servidor), GET (encargado de obtener un recurso), PUT (encargado de cambiar el estado de un recurso o actualizarlo) y DELETE (encargado de eliminar un recurso), de esta forma se puede evitar implementaciones especiales para consumir estos servicios. Aunque si se desea optimizar el rendimiento

y funcionar en dispositivos de bajos recursos se puede utilizar JSON en vez de XML como un contenedor de información [34].

### 2.2.20. Servidor Web LAMP en vez de apache

Un servidor LAMP está conformado por la unión de varios componentes Linux/Apache/MySQL/Perl-PHP-Python, en donde, Linux es el sistema operativo base que se encarga de hacer funcionar todos los componentes, Apache es un potente y flexible servidor web, MySQL es un servidor de base de datos relacionales “Open Source”, el cual es rápido, seguro y fácil de usar y Perl, PHP o Python corresponden a los intérpretes de lenguaje de programación [35].



**Figura 2.2.9.** Servidor LAMP.  
**Fuente:** Investigador

### 2.2.21. Servidor Web Apache

Apache es uno de los mejores servidores web ya que fue diseñado para funcionar con el protocolo HTTP, teniendo una participación del 60% en todos los servidores del mundo. Entre sus principales características tenemos que es: estable, multiplataforma, modular y altamente configurable, lo que le permite adaptarse a cualquier tipo de necesidad del usuario. Apache destaca entre los demás por ser un sistema Open Source totalmente gratuito [32].

### 2.2.22. Lenguajes de programación para la Web

Desde que surgió internet fueron existiendo ciertas demandas por parte de los usuarios y esto se solucionaba mediante lenguajes estáticos, pero a medida que pasaron los años y las tecnologías fueron en desarrollándose surgieron nuevas demandas por parte de

los usuarios por lo que se creó lenguajes de programación dinámicos, los cuales permitían realizar interacciones con usuarios y bases de datos [36]. Entre los lenguajes de programación web tenemos:

- **Lenguaje HTML**

HTML (Hyper Text Markup Language). Este lenguaje es uno de los primeros en aparecer ya que gracias a él se podía publicar sitios web. Fue desarrollado por la World Wide Web Consortium (W3C) y sus extensiones pueden ser (htm o html) [36].

- **Lenguaje JavaScript**

Este es un lenguaje interpretado ya que no requiere compilación, siendo utilizado principalmente en páginas web y su formato es similar a Java, aunque no es un lenguaje orientado a objetos y no dispone de herencias. Este lenguaje es soportado por la mayoría de los navegadores en sus últimas versiones [36].

- **Lenguaje PHP**

PHP (Hypertext Pre-processor), es un lenguaje de script interpretado en el lado del servidor y se lo utiliza para la creación de páginas web dinámicas, paginas embebidas en HTML que son ejecutadas en el servidor, PHP no requiere de compilación para ejecutarse y sus archivos tienen extensiones php [36].

- **Lenguaje Python**

Este lenguaje es comparado con Perl y los usuarios lo denominan como un lenguaje más limpio para programar lo que permite la creación de todo tipo de programas incluyendo páginas web y su código no requiere ser compilado [36].

### **2.2.23. Tecnologías de Rastreo de Mascotas existentes en el Mercado.**

Actualmente en el Ecuador no existe una empresa que se encargue de la elaboración de dispositivos de rastreo y detección de mascotas, por lo que existen dos alternativas para la detección de mascotas en el país las cuales son: Microchip de identificación de mascotas y una Placa de identificación inteligente con código QR.

Las dos opciones anteriormente mencionadas no son GPS, sino que mediante dispositivos externos se puede leer la información que lleva cada mascota como lo es en el caso del Microchip, el cual es un dispositivo muy pequeño del tamaño de un arroz y debe ser implantado únicamente por un veterinario, este dispositivo contiene un código de 15 números que son únicos a nivel mundial y este sistema contara con dos

simples pasos que son: Identificación de la mascota mediante el microchip y la incorporación de los datos de la mascota en una red online que se encuentra disponible todo el tiempo [37].

La siguiente forma es por medio de una Placa de identificación inteligente con código QR, este producto es realizado por la empresa nacional llamada Petnet.ec que poseen placas con códigos QR y una aplicación móvil para el registro de cada mascota, al escanear la placa de petnet.ec se envía un correo automático con la ubicación en la que fue escaneada al correo registrado en dicha aplicación y la persona que lo escanea obtendrá la información y el número de contacto del dueño de la mascota [38].

Estos dispositivos en si ayudan a que las personas puedan recuperar sus mascotas, pero siempre requieren de otra persona intermediaria que se encargue de leer el Microchip o la placa con el código QR, por lo que el dueño de la mascota tiene que esperar hasta que se le notifique de la ubicación de su mascota.

Debido a esto se ha investigado a las empresas que proveen este servicio de rastreo GPS en el mundo para saber el tipo de servicios que brindan a sus clientes. Entre los que se destacan son:

**Tractive:** Es un sistema GPS Rastreador de gatos y perros que utiliza la tecnología 3G por lo que permite rastrear a las mascotas solo en lugares donde se encuentre la cobertura 3G disponible. Entre sus especificaciones técnicas posee una batería recargable con duración de 2 – 5 días dependiendo del uso y la cobertura, posee certificado IPX7 el cual le hace resistente al agua y a los golpes, además es pequeño y ligero y se lo recomienda para mascotas de 4,5Kg [39].

Para poder utilizar dicho sistema se requiere de un plan de servicio mensual, los cuales pueden ser el servicio Básico que se lo puede contratar a \$6,99 / mes y el servicio Premium que se lo puede contratar a 6,25 / mes siempre y cuando se contrate durante un año [39].

Dentro del servicio básico ofrece:

- GPS Tracking con intervalo de 2 a 60 minutos
- LIVE Tracking ilimitado con intervalos de 2 a 3 segundos.

Dentro del servicio Premium ofrece:

- GPS Tracking con intervalos de 2 a 60 minutos.
- LIVE Tracking ilimitado con intervalos de 2 a 3 segundos.
- Cobertura Mundial.

- Historial de ubicaciones ilimitado.
- Exportar historial de ubicaciones en formato de archivo GPX & KML
- Acceso a través de múltiples cuentas.
- PREMIUM Servicio al Cliente.

El costo por cada dispositivo Tractive tiene un valor de \$74,99 el cual no incluye ningún plan de servicio.



**Figura 2.2.10.** Rastreador GPS para Perros TRACTIVE

**Fuente:** TRACTIVE [39]

**Kippy Vita:** Este dispositivo tiene un costo de 49,99 €, el cual se puede utilizar mediante la app Kippy Vita el cual permite controlar en tiempo real la ubicación de la mascota gracias al localizador GPS para animales, también permite controlar los parámetros de actividad como son carrera, juego, caminata, sueño y consumo calorífico [40].

Este dispositivo se encuentra limitado por las ubicaciones geográficas ya que funciona solo en Europa, India y South África. Para activar este dispositivo se debe contratar un paquete de servicios el cual consta con tres tipos de servicios [40], entre los cuales están:

Servicio Básico con precio de 7,99 € que ofrece:

- Conexión gratuita por 4 semanas
- Activity Tracking: trazado de las actividades motorias y del consumo calórico del propio animal
- Ningún coste extra de roaming para Europa, Turquía, India y Sudáfrica
- Mensajes Vita: contenidos basados en las actividades de tu animal.
- Historial con todas las posiciones y los recorridos registrados.
- 10000 localizaciones incluidas.



Servicio Premium con precio de 59,99 € que ofrece los mismos servicios que el Básico con las diferencias de:

- Conexión gratuita por 12 meses.
- Ilimitadas localizaciones incluidas.
- Primer servicio de Petsitting con PetMe gratis

Servicio Ultimate con un precio de 99,99 € que ofrece los mismos servicios que el Premium con las diferencias de:

- Conexión gratuita por 24 meses.
- Acceso directo al servicio al cliente con operador dedicado

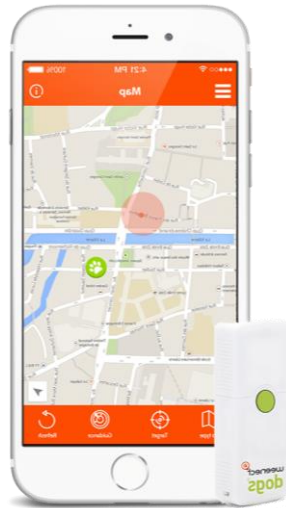


**Figura 2.2.11.** Monitoreo completo de posición y actividad.

**Fuente:** Kippy Vita [40]

**Weenect:** Esta empresa ofrece una gran variedad de localizadores gps para cada miembro de la familia como lo son niños, ancianos, perros y gatos. Este dispositivo con ayuda de su aplicación móvil transmite la posición en tiempo real cada 30 segundos desde cualquier distancia, este dispositivo envía una notificación si la mascota intenta salir de un área específica y permite establecer tantas áreas de seguridad como se desee. Otra función que posee el dispositivo es la posibilidad de enviar notificaciones de sonido y vibración lo que permite entrenar a la mascota para que identifique los tipos de sonidos para que realice una acción definida. El precio del dispositivo es de 79,99 € y funciona con una suscripción básica que se la puede conseguir desde 3,50 € cada mes y una suscripción con libertad y sin compromiso de 7,90 € cada mes durante un año [41].

Este dispositivo funciona en cualquier parte del mundo con una tarjeta SIM y no importa la operadora que se le incluya ya que esto no influye en su funcionamiento [41].



**Figura 2.2.12. Weenect Dogs 2.**  
**Fuente: WEENECT [41]**

### **2.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

La implementación de un prototipo electrónico para la detección y rastreo de mascotas permitirá tener un control en tiempo real de la mascota denominado tracking ya sea mediante un ordenador o un dispositivo móvil, el cual permite a los familiares de la mascota evitar pérdidas y robos de los mismos.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente proyecto se desarrolló utilizando los siguientes tipos de investigación:

##### **Investigación Aplicada.**

Se realizó investigación aplicada para poner en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, de esta forma, mediante el uso de tecnologías que existen en el mercado, se implementó un prototipo funcional, adecuado para solucionar el problema planteado.

##### **Investigación Bibliográfica.**

La investigación es bibliográfica, debido a que la información recopilada sobre el tema principal, fue obtenido mediante consultas en artículos científicos, artículos académicos, tesis de grados y publicaciones en el internet, gracias a esto se pudo ampliar conocimientos y obtener más información sobre el funcionamiento de los dispositivos que se utilizaron en el desarrollo del proyecto.

##### **Investigación de Campo.**

Investigación de campo, se utilizó para poder obtener información acerca de las mascotas extraviadas, creando un prototipo que sea cómodo para que no estorbe a las mascotas en sus actividades diarias y de esta forma evitar daños al prototipo.

#### **3.2. RECOLECCION DE INFORMACION**

Para la recolección de información se accedió a revistas científicas, artículos académicos, tesis relacionadas al tema los cuales permitieron acceder a la información pertinente del posicionamiento global mediante estadísticas, dispositivos existentes,

informaciones relevantes, las cuales lograron enriquecer el conocimiento acerca de las nuevas tecnologías para el rastreo de las mascotas.

Del mismo modo se realizó pruebas en mascotas al azar para generar un sistema funcional que ayude a las personas a saber en todo momento la ubicación de sus mascotas.

### **3.3. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Para el procesamiento y análisis de datos se procedió a realizar lo siguiente:

- Procesar la información recolectada de las investigaciones.
- Analizar la información obtenida para elaborar un sistema cómodo y funcional para las mascotas.
- Identificar la mejor tecnología que se encuentre en el mercado para la implantación del prototipo de detección y rastro para las mascotas.

### **3.4. DESARROLLO DEL PROYECTO**

Para desarrollar el siguiente proyecto fue necesario el desarrollo de las siguientes actividades:

- Analizar las principales causas de pérdidas o robos en las mascotas.
- Identificar las tecnologías que mejor se adapten al prototipo.
- Determinar el tipo de tecnologías a utilizar para el sistema electrónico de detección y rastreo de mascotas.
- Diseñar el prototipo electrónico de detección y rastreo de mascotas.
- Determinar el sistema de comunicación que mejor se adapte conforme a los requerimientos del proyecto.
- Diseñar el sistema de comunicación entre el prototipo y la base de datos.
- Elaborar una interfaz de rastreo y monitores para el sistema electrónico de mascotas.
- Implementar el prototipo electrónico de detección y rastreo de mascotas.
- Calibración del sistema electrónico de detección y rastreo de mascotas.
- Elaborar el informe final del proyecto.

## **CAPITULO IV**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

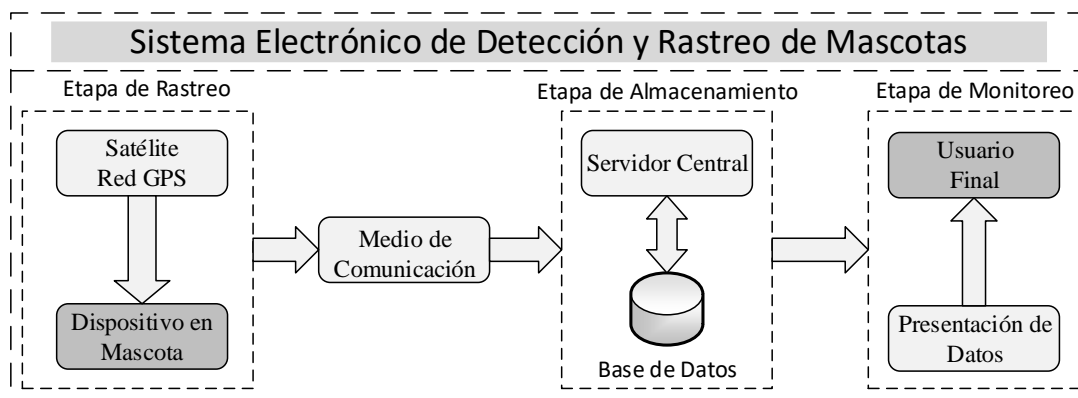
#### **4.1. INTRODUCCIÓN**

Es común encontrarse decenas de anuncios en redes sociales, en prensas escritas, en postes, etc. Los cuales piden ayuda para lograr encontrar a sus mascotas extraviadas, pero en muchos de los casos estas mascotas nunca más logran regresar a sus hogares. Por lo que para prevenir este tipo de inconvenientes se ha creado un sistema electrónico de detección y rastreo de mascotas, el cual permite informar al usuario la ubicación de sus mascotas en tiempo real mediante dispositivos GPS y GSM.

Este sistema electrónico se encarga de enviar la ubicación de dicha mascota a un servidor que se encuentra alojado en la nube, lo que permite al usuario a través de una interfaz web o móvil saber en todo momento el lugar exacto de su mascota, así como también accede al historial de ubicaciones realizadas por dicha mascota.

Para la implementación de dicho sistema se requiere de un dispositivo que sea pequeño y liviano para adaptarlo en un collar y de esta forma se puede prevenir daños en el dispositivo por parte de la mascota que lo use.

Con los requerimientos anteriormente mencionados, el proyecto de investigación plantea resolver el problema mediante el esquema que se encuentra en la figura 4.1.1 en la cual se basa el funcionamiento del prototipo, junto con sus respectivas etapas en las que se ha dividido el proyecto para una mejor comprensión.



**Figura 4.1.1.** Esquema del Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas.  
**Fuente:** Investigador

### Etapas del Sistema

A partir del esquema que se muestra en la figura 4.1.1 se observa que el Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas consta de 4 etapas, las mismas que se detallan a continuación:

La primera etapa corresponde al rastreo, la misma que por medio de un dispositivo receptor se encarga de obtener las coordenadas (latitud y longitud) de la mascota en cualquier parte donde se encuentre la misma.

La segunda etapa corresponde al medio de comunicación, la cual es la etapa más importante del sistema, debido a que es la encargada de transmitir toda la información obtenida del dispositivo hacia nuestro servidor central y también se encarga de enviar dicha información una vez procesada desde el servidor hacia el usuario final para su monitoreo.

La tercera etapa se encarga de almacenar, interpretar y procesar toda la información obtenida por parte de la etapa de rastreo, la misma que debe tener un servidor LAMP que permite tener un control de toda la información obtenida del sistema electrónico, así como también alojar una interfaz para su visualización.

La cuarta etapa es la que permite a todos los usuarios tener una interfaz ya sea web o móvil que se encargue de visualizar en todo momento la ubicación de la mascota, capturada por medio del dispositivo electrónico en la etapa de rastreo.

### 4.2. Análisis de los Dispositivos y Tecnologías






Para elaborar el desarrollo de este prototipo se realizó un análisis técnico a través de varias páginas web que proporcionen las mejores tecnologías y dispositivos que se

adapten a las necesidades preestablecidas por el investigador, tomando en cuenta sus parámetros, costos y tamaños.

#### 4.2.1. Etapa del Medio de Comunicación

Esta etapa es la que se encarga de la transmisión de la información, para ello se ha tomado en cuenta los requerimientos del prototipo, debido a que las mascotas no permanecen en un solo lugar durante todo el día se ha optado por escoger una tecnología inalámbrica, la cual comparta información entre todo el sistema, en la tabla 4.2.1 se ha realizado un análisis comparativo entre cinco tecnologías para conocer cuál de ellas es la que mejor se adapta al prototipo.

**Tabla 4.2.1.** Comparación entre tecnologías inalámbricas.

Parámetros Técnicos	Tecnologías Inalámbricas				
	Bluetooth	Red Móvil	WiMAX	Wi-Fi	Zigbee
					
<b>Estándar</b>	IEEE 802.15.1	GSM-GPRS	IEEE 802.16	IEEE 802.11	IEEE 802.15.4
<b>Alcance</b>	1 - 100 m	30 Km por celda	50 Km	10 – 300 m	100 - 300 m
<b>Modulación</b>	FHSS	GMSK	OFDM	DSSS y OFDM	DSSS
<b>Latencia</b>	14 ms	-	1 ms	1 ms	240 $\mu$ s
<b>Banda de Transmisión</b>	2.4 GHz	800 MHz 1800 MHz 1900 MHz	2.3 GHz 3.5 GHz	2.4 GHz 5 GHz	2.4 GHz
<b>Velocidad de transmisión de datos</b>	1 Mbps	100 Mbps	114 kbps	54 Mbps	250 kbps




**Fuente:** Investigador [42].

Después de analizar la tabla 4.2.1, se aprecia que la tecnología inalámbrica que mayor rango de cobertura ofrece corresponde a la tecnología GSM-GPRS, debido a que esta tecnología ofrece 30 Km por celda, se convierte en la solución perfecta para transmitir información, porque la cobertura de una red celular abarca gran parte de la superficie de un país, por ende las mascotas al escapar de sus hogares pueden alejarse varios kilómetros sin generar fallos en el sistema, por lo contrario las demás tecnologías perderían la ubicación de la mascota al momento de salir de un rango especificado, por este motivo se ha optado por la elección de esta tecnología como medio de información para transmitir los datos entre todo el sistema.

## Conexión a la Red Móvil

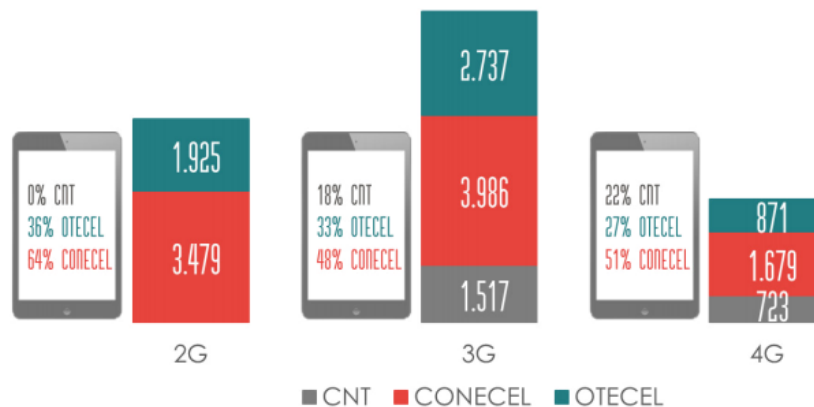
Para poder acceder a la transmisión de la información por parte de la red móvil GSM-GPRS se requiere seleccionar una Tarjeta SIM, para ello se investigó a las empresas que ofrecen este servicio en la República del Ecuador, las cuales son: Claro (CONECEL), Movistar (OTECEL) y CNT E.P, cuyas bandas de frecuencias se encuentra en la tabla 4.2.2.

**Tabla 4.2.2.** Bandas de Frecuencias en las Operadoras Móviles.

Operadoras	Claro (CONECEL) 	Movistar (OTECEL) 	CNT E.P. 
Tecnología	GSM	GSM	GSM
Frecuencia	850 / 1900 MHz	850 / 1900 MHz	1900 MHz
Red	2G – 3G	2G – 3G	2G – 3G
Servicio	Voz y Datos	Voz y Datos	Voz y Datos

**Fuente:** Investigador [43].

Para determinar la mejor operadora móvil se realizó una investigación en la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), que es la entidad encargada de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico en el país, la cual, en su boletín estadístico, analiza el despliegue de Radiobases (RBS) que se implementan para brindar el servicio móvil a través de las diferentes tecnologías 2G (CDMA, GSM), 3G (UMTS) y 4G (LTE). En la figura 4.2.1 se observa que existe un total de 16.917 Radiobases instaladas en todo el territorio nacional, de las cuales el 52,05% corresponde al operador CONECEL S.A., el 32,71% OTECEL S.A. y el 13,24% a CNT E.P [44].



**Figura 4.2.1.** Porcentaje de RBS instaladas por Prestador y Tecnología.

**Fuente:** ARCOTEL [44]







Una vez analizado estos porcentajes se escogió al operador de CONECEL S.A. (CLARO) debido a que posee el mayor número de RBS en el país, lo que significa que brinda mayor cobertura a nivel nacional.

#### 4.2.2. Etapa de Rastreo

Para elaborar esta etapa se ha realizado una búsqueda en el mercado sobre los distintos sistemas de posicionamiento global que existen actualmente en el mercado, para posteriormente seleccionar un sistema que se adapte para la elaboración del prototipo. A continuación, en la tabla 4.2.3 se aprecia una comparativa entre los sistemas de posicionamiento global que existen.

**Tabla 4.2.3.** Sistemas Globales de Navegación por Satélite.

<b>SISTEMAS GLOBALES DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE</b>				
	<b>GPS</b>	<b>GLONASS</b>	<b>GALILEO</b>	<b>BeiDou / Compass</b>
				
<b>Constelación</b>	24 satélites	24 satélites	30 satélites	30 satélites + 5 GEO
<b>Fechas de Funcionamiento</b>	Parcial en 1993, total en 1995	1995-2002 2010-actual	Parcial desde 2016, total previsto para 2019	Parcial desde 2011, total previsto para 2020
<b>Precisión</b>	7.8 m público (SPS) 5.9 m militar (PPS)	7.4 m público (SP) 4.5 m militar (HP)	1m publico 0.01 m avanzado	10 m publico 0.1 m militar
<b>Cobertura</b>	Global	Global	Global	China para BeiDou- 1 Global para BeiDou – 2 /COMPASS
<b>Planos Orbitales</b>	6 planos	3 planos	3 planos	3 planos MEO
<b>Satélites por plano</b>	4 satélites	8 satélites	10 satélites	9 satélites
<b>Inclinación</b>	55°	68.4°	56°	55.5°
<b>Período</b>	12h	11h 15m	14h	12h 53m
<b>Altura Orbita</b>	26650 km	19100 km	23222 km	21150 km
<b>Reloj</b>	Cesio y rubidio	Cesio	Hidrógeno y rubidio	Hidrógeno
<b>Propietarios</b>	Estados Unidos	Rusia	Unión Europea	China

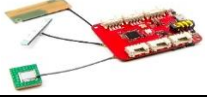


Fuente: Investigador [45].

Como se observa en la tabla mostrada anteriormente los sistemas GLONASS, GALILEO, BeiDou/Compass se encuentran todavía en desarrollo por lo que el sistema que se encuentra completamente activo y funcional es el Sistema GPS, debido a esto el prototipo se realizara con este sistema de posicionamiento global cuyos propietarios son los Estados Unidos y su cobertura es Global y de acceso libre para cualquier persona civil que posea un dispositivo receptor.

#### **Selección de Dispositivo Electrónico.**

Una vez que se ha determinado el tipo de sistema que se va a utilizar y el medio de comunicación por el cual se va a transmitir la información desde el prototipo hacia el servidor central, se procede a realizar una búsqueda de dispositivos existentes en el mercado, los cuales permitan tener acceso a las necesidades anteriormente mencionadas. Para ello se ha realizado un análisis comparativo, así como se muestra en la tabla 4.2.4, entre varios dispositivos los cuales incorporen la tecnología GSM y el sistema GPS en un mismo cuerpo, para obtener un sistema más compacto y de menor tamaño.

**Tabla 4.2.4.** Dispositivo Electrónico GSM / GPS.

<b>Dispositivo Electrónico GSM / GPS</b>			
<b>Parámetros Técnicos</b>	<b>Wio Tracker – GPS, BT3.0, GSM</b>	<b>LoNet 808</b>	<b>RePhone Geo Kit</b>
			
GSM			
<b>Procesador</b>	ATSAMD21G18A-MU, ARM Cortex-M0+, 48MHz	SIMCOM SIM808 GSM / GPS	MT2502 - 32-bit ARM7EJ-STM RISC
<b>Memoria</b>	256K Bytes Flash 32K Bytes SRAM	-	RAM 4MB Flash 16MB
<b>Fuente de Alimentación</b>	3.3 V	3.4V ~ 4.4V	3.3V ~ 4.2V(sin SIM) / 3.5V ~ 4.2V(con SIM)
<b>Consumo de Energía</b>	Bajo Consumo 1.2mA@DRX=5	1mA en Standby	20mW/30mW/52mW @ Standby(sin radio)/Standby(GSM)/Standby(BT)
<b>Bandas GSM</b>	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz
<b>Comandos AT</b>	GSM 07.07, 07.05 and enhanced	3GPP TS 27.007, 27.005 and SIMCOM enhanced	-

<b>GPRS</b>	Multi-slot Clase 12: Descarga 85.6kbps, Subida 85.6kbps	Multi-slot clase12: Descarga 85.6kbps, Subida 85.6kbps, Estación Móvil Clase B	Módem de Clase 12
<b>Conexiones</b>	GSM GPRS SMS Bluetooth 3.0	GSM GPRS	GSM GPRS SMS
<b>Interfaces</b>	UART, I2C, Análoga, Digital	-	I2C, SPI, UART, y GPIOs.
GNSS			
<b>Microcontrolador</b>	-	-	Kinetis KL02 ARM® 32-bit Cortex® - M0+CPU
<b>Sistema</b>	GPS L1 1575.42MHz BeiDou B1 1561.10MHz QZSS	GPS L1	GPS L1
<b>Velocidad de Reloj</b>	48 MHz	Real Time Clock (RTC)	48 MHz
<b>Precisión</b>	<2.5 m CEP (2.5m radius)	< 2.5m CEP	<2.5m CEP
<b>Tiempo de Captura - TTF</b>	EPOTM turns on Cold Start:<15s Warm Start:<5s	Cold Start: 30s Warm Start: 28s Hot Start: 1s	Cold Start: 15s Warm Start: 5s
<b>Consumo de energía</b>	-	Seguimiento: 24 mA, Adquisición: 42 mA.	Seguimiento: 18mA, Adquisición: 21 mA.
<b>Canales</b>	99 canales en 33 Canales	22 Satélites en 66 Canales	22 Satélites en 66 Canales
<b>Sensibilidad de Adquisición</b>	-	-	-145 dBm
<b>Sensibilidad de Seguimiento</b>	-167dBm	-165dBm	-163 dBm
<b>Protocolos</b>	NMEA(default)/UB X Binary	NMEA GPS	NMEA 0183/PMTK
<b>Tipo de Antena</b>	Antena GNSS Pasiva Cerámica	Mini antena pasiva Cerámica	Chip Incorporado
<b>Batería</b>	No	No	Celdas de litio / Baterías con equipo UN3481 -PI966 / 520mAh-3.7V
<b>Dimensiones</b>	54.7mm x 48.2mm x 6mm	90mm x 128mm x 7mm	25.37mm × 20.30mm / 1" × 0.8"
<b>Precio</b>	\$ 24,95	\$ 39,95	\$ 20

**Fuente:** Investigador [46] [47] [48].

Al realizar un análisis técnico de la tabla anterior se determinó que estos dispositivos poseen parámetros técnicos muy similares entre ellos, pero debido al bajo consumo de energía, tamaño del dispositivo, el tipo de antena que incorpora y precio, se ha seleccionado el dispositivo RePhone Geo Kit, inclusive este es el único dispositivo que en su interior incluye una batería como fuente de alimentación.

### **Descripción del Dispositivo RePhone Geo Kit.**

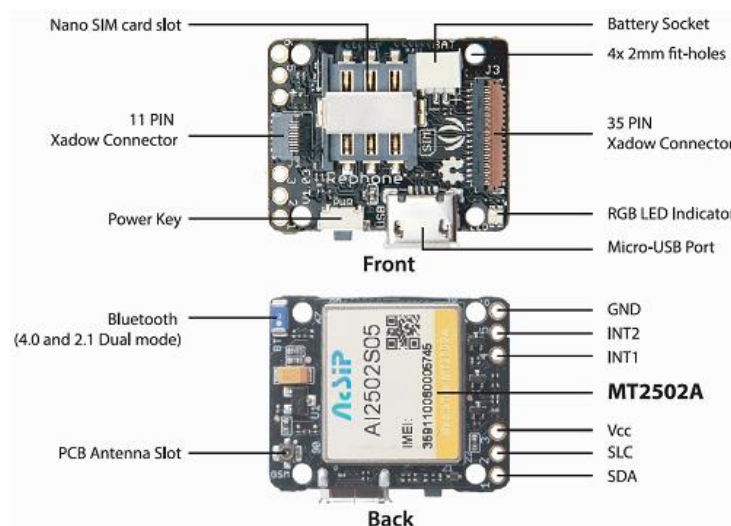
El dispositivo RePhone Geo Kit posee tres tipos de módulos Xadow los cuales: Xadow GSM+BLE, Xadow GPS v2 y Xadow GSM Breakout. Los mismos que se detallaran a continuación [48].

### **Xadow GSM+BLE**

El módulo Xadow GSM+BLE, es considerado como el corazón del dispositivo RePhone Geo Kit, el mismo que al ser un circuito programable se basa en un potente System-On-Chip (SOC) MT2502, el cual se encarga de realizar funciones específicas que estén grabadas en su memoria. Además, ofrece una amplia gama de protocolos de comunicación: GSM, GPRS y Bluetooth, siendo compatibles con las bandas cuádruples 850/900/1800/1900MHz que se encargan de cubrir cualquier red GSM que se encuentre en el mundo. Para conectarse a la red GSM, simplemente se debe insertar una tarjeta Nano SIM 2G para acceder a todos los servicios de la conectividad celular [49].

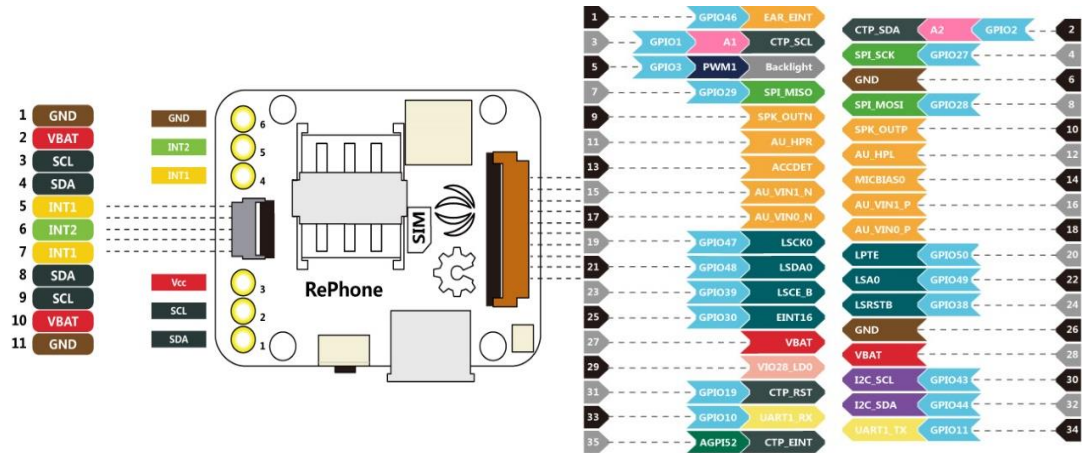
### **Descripción del Hardware**

En la figura 4.2.2 se visualiza la localización de cada elemento perteneciente al módulo Xadow GSM+BLE.



**Figura 4.2.2.** Módulo Xadow GSM+BLE  
Fuente: Wiki Seed Studio [49]

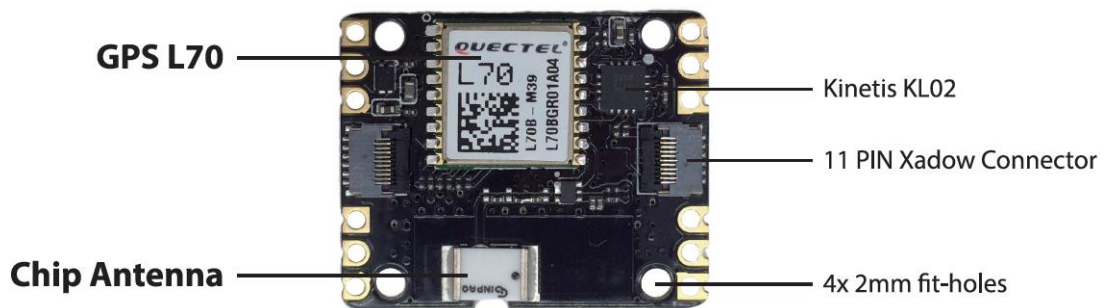
La figura 4.2.3 detalla la definición de los pines del conector Xadow de 11 pines, los pines que son aptos para la soldadura y el conector Xadow de 35 pines en secuencia de izquierda a derecha [49].



**Figura 4.2.3.** Definición de los Pines Xadow.  
Fuente: Wiki Seed Studio [49].

### Xadow GPS V2

Está basado en el módulo GPS L70 de Quectel®, el cual combina la avanzada tecnología AGPS EASYTM (Embedded Assist System) y la tecnología AlwaysLocate™ para lograr un alto rendimiento, un consumo de energía ultra baja y un posicionamiento rápido incluso en niveles de señal interiores. La placa también adopta el nuevo conector 11 Pines Xadow que permite mejorar la flexibilidad de las conexiones de los módulos. En la figura 4.2.4 se observar una descripción del hardware que lo conforma [50].



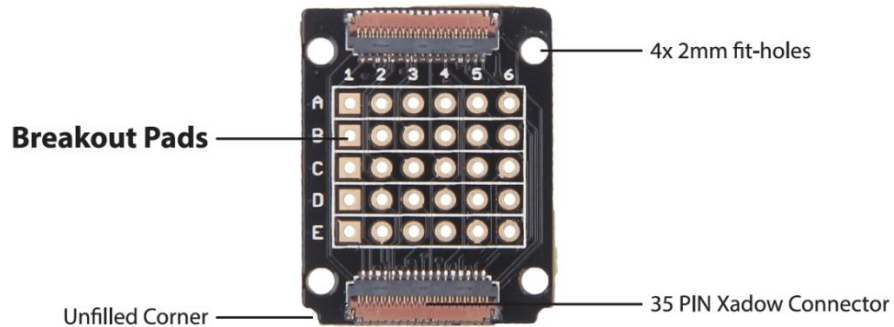
**Figura 4.2.4.** Módulo Xadow GPS v2.  
Fuente: Wiki Seed Studio [50]

### Xadow GSM Breakout

Este módulo extrae 30 pines del conector Xadow de 35 pines a cinco hileras de 0.1 orificios espaciados con 0.1 espacios entre hileras adyacentes. Al soldar cables directamente a las Breakout pads, se accede fácilmente a [51]:

- Hasta 16 entradas/salidas de uso general (GPIO).

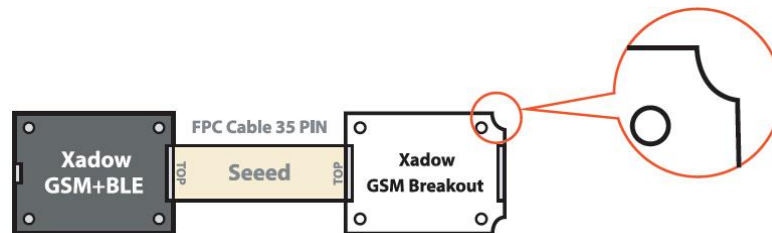
- Interfaces como SPI, I2C, UART, etc.
- Pin de salida relacionados con dispositivos periféricos como altavoz, audífonos y micrófonos.



**Figura 4.2.5.** Módulo Xadow GSM Breakout.

**Fuente:** Wiki Seed Studio [51].

Para utilizar este módulo, se debe conectarlo como se aprecia en la figura 4.2.6.



**Figura 4.2.6.** Conexión del Módulo GSM Breakout.

**Fuente:** Wiki Seed Studio [51].

La definición de cada pin para el entorno de Arduino IDE perteneciente al Breakout Pads se puede observar en la figura 4.2.7.

**Pinout Definitions for Arduino IDE**

	1	2	3	4	5	6	
<b>A</b>	D3 SPI_MISO	AU_HPL	AU_VINO_N	D14	D9 UART1_RX	D8 UART1_TX	<b>Xadow 1.54" Touchscreen</b> Touch Screen (2.8V) TFT Display (1.8V) Backlight (2.8V)
<b>B</b>	D1 PWM	AU_HPR	AU_VIN1_P	D13	D7 I2C_SDA	D6 I2C_SCL	<b>Xadow Audio</b> Speaker & Microphone
<b>C</b>	D2 SPI_SCLK	SPK_OUTP	AU_VIN1_N	D15	2V8	VBAT	<b>External Devices</b> Headphone & Microphone
<b>D</b>	A2	SPK_OUTN	MICBIAS0	D12	D5	E_INT4 (1.8V)	<b>Others</b> VBAT: 3.3V - 4.2V 2.8V Idle GPIOs (2.8V) GND
<b>E</b>	A3	D4 SPI_MOSI	ACCDET	AU_VINO_P	GND	GND	

**Figura 4.2.7.** Definición de los pines Breakout Pads para Arduino IDE.

**Fuente:** Wiki Seed Studio [51]

### Entorno de Desarrollo

Para la programación de este dispositivo, la empresa de Seeed Studio ha creado varias bibliotecas, las cuales permiten trabajar con varios entornos de programación, como lo es Arduino IDE, Lua y JavaScript, cada biblioteca ofrece ejemplos detallados, los cuales ayudan a los programadores de nivel inicial a desarrollar con los módulos RePhone de una manera fácil y rápida. Además, ofrece un SDK completo el cual está basado en Eclipse IDE para los desarrolladores de C / C++ para aplicaciones de alto nivel [49].






**Figura 4.2.8.** Entornos de Desarrollo RePhone.  
**Fuente:** Wiki Seeed Studio [52].

#### 4.2.3. Etapa de Almacenamiento.

Para el desarrollo de esta etapa se el proyecto requiere de una base de datos que se encargue de almacenar los datos transmitidos por medio del dispositivo que se encuentra en la etapa de rastreo, los datos que se deben almacenar en la base de datos corresponden a las coordenadas GPS, el identificador del dispositivo (ID), el nivel de la batería, la fecha y hora en que se ha enviado cada dato y finalmente se requiere también de un campo para almacenar los usuarios con sus respectivos credenciales para tener acceso a la visualización de toda el monitoreo. Para ello se ha realizado una comparativa entre las bases de datos más conocidas como se muestra en la tabla 4.2.5 para determinar cuál es la que más se adapta a las necesidades del prototipo.

**Tabla 4.2.5.** Comparativa entre Base de Datos.

Empresas	 <b>Sun Microsystem</b>	 <b>Microsoft</b>	 <b>PostgreSQL Global Development Group</b>
<b>Licencia</b>	Libre para usuarios y para empresas se debe adquirir una licencia.	Privado	Libre
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad al realizar operaciones.</li> <li>- Facilidad de instalación y tiene soporte para varios Sistemas Operativos</li> <li>- Baja probabilidad de Corromper datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de instalar y Configurar.</li> <li>- Permite administrar permisos a todo.</li> <li>- Consultas jerárquicas con Selectfrom.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de Administrar</li> <li>- Sentencia SQL es estándar y fácil de utilizar</li> <li>- Multiplataforma</li> <li>- Código fuente disponible para todos.</li> </ul>
<b>Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No tiene soporte.</li> <li>- Gran porcentaje de las utilidades MySQL no están documentadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere una gran capacidad de memoria RAM para su utilización.</li> <li>- Posee muchas restricciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al no ser tan popular su instalación debe ser manual.</li> <li>- Requiere administradores capacitados debido a su baja seguridad.</li> <li>- Lento en comparación a MySQL.</li> </ul>

**Fuente:** Investigador [53].

Después de analizar la tabla comparativa 4.2.5, se escoge como gestor de base de datos a MySQL, debido a que su licencia para los usuarios es libre y se encuentra instalada por defecto en la mayoría de los servidores web que existen actualmente en el mercado.




#### **4.2.4. Etapa de Monitoreo**

##### **Selección de Hosting.**

Para esta etapa es necesario contratar un servidor web, el cual disponga a MySQL como gestor de bases de datos, y así mismo que permita alojar todos los archivos que se encarguen del procesamiento y visualización de la información para emitirlos por internet. Para ello se ha realizado un análisis comparativo como se observa en la tabla 4.2.6 de varios servidores web para determinar qué tipo de servicio se adapta a las necesidades del prototipo.



**Tabla 4.2.6.** Comparativa entre varios proveedores de Hosting.

Características	 Infranetworking	 HostGator	 GoDaddy
Tipo de Plan	Beta	Hatchling Plan	Inicial
Almacenamiento	10 GB	Sin Medición	30 GB
Ancho de Banda Mensual	Sin Medición	Sin Medición	Sin Medición
Usuarios de FTP	Ilimitado	Ilimitado	50
Base de Datos Mysql	5	Ilimitado	1 x 1 GB
Copia de Seguridad y Restauración de Base de Datos	Respaldo Semanal	Instantáneas	Si
Dominios Externos	Si	Único	Ilimitado
Subdominios	Ilimitados	Ilimitado	25
PhpMyAdmin	Si	Si	Si
Servidor	Intel Core E5	Linux	Cloud Linux
Certificado SSL	Si	Gratuito	Si
Panel de Control	cPanel	cPanel	cPanel
PHP	Múltiples	PHP 5	PHP 7.2, 7.1, 7.0, 5.4-5.6
Administración de Archivos	Si	Si	Si
Asistencia Técnica	24 horas, los 7 días de la semana	24 horas, los 7 días de la semana	24 horas, los 7 días de la semana
Precio	\$8,25/mes	\$10,94/mes	\$2,49/mes




**Fuente:** Investigador [54] [55] [56].

El hosting que se ha contratado es GoDaddy, debido a que el precio por mes es muy conveniente en relación a los demás hostings y ofrece todo el software que se requiere para la elaboración del prototipo electrónico. En caso de que el prototipo se pretenda comercializar, se debería realizar la contratación de un servicio de hosting comercial que la misma plataforma de GoDaddy ofrece en sus planes como lo son el Económico, Deluxe y Ultimate.

### **Selección de Dominio.**

Una vez decidido el tipo de hosting que se va a contratar es necesario contratar un dominio web el cual permite mostrar un nombre único y exclusivo a la página web. Para ello se ha realizado una comparación entre varios tipos de dominios que ofrece la empresa de hosting GoDaddy, como se muestra en la tabla 4.2.7.

**Tabla 4.2.7.** Comparación de Precios entre Dominios.

Comparación de Dominios		
		
\$11.99*/primer año. Años adicionales a \$14.99*	\$0.99*/1º año	\$0.99*/1º año

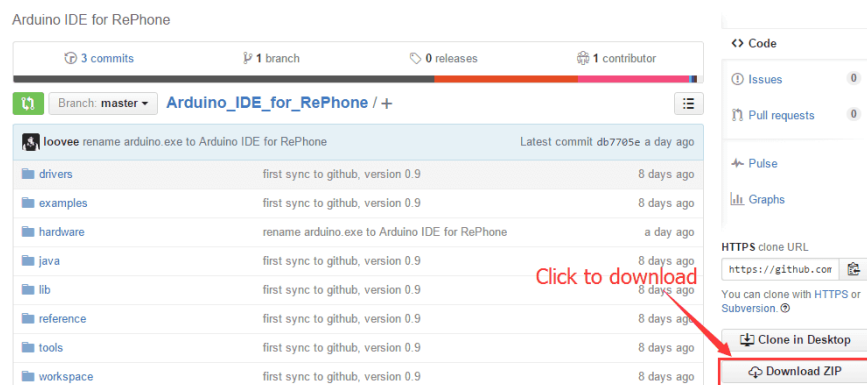
**Fuente:** Investigador [57] [58] [59].

Para desarrollo del proyecto se ha seleccionado el dominio “rastreodemascotas.xyz” el cual pertenece a una nueva generación de dominios y cuyo nombre es corto, fácil de recordar y reconocible en todo el mundo. Este tipo de dominio se impone en más 230 países y es utilizado por miles de nuevas y pequeñas empresas para sus direcciones web, así mismo algunas de las grandes empresas también poseen dominios de este tipo como lo es Alphabet Inc. la matriz de Google, la cual tiene como dominio abc.xyz [59].

### 4.3. Diseño de la Etapa de Rastreo.

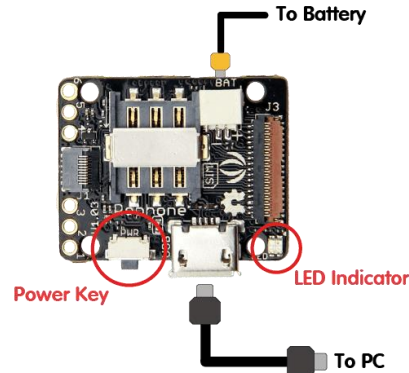
Una vez definido el dispositivo electrónico se procede a la programación del mismo, para lo cual se ha seleccionado la IDE de Arduino, donde al tener creado bibliotecas específicas para los dispositivos RePhone permite crear una programación sencilla y fácil de entender.

Para empezar con la programación del dispositivo RePhone Geo Kit se investigó en la página de Seeed Studio la guía de usuario que se encuentra publicada en la wiki de esta página. Como primer paso es necesario descargar el entorno de desarrollo para Arduino que se encuentra disponible en la página GitHub dentro del enlace: [https://github.com/Seeed-Studio/Arduino\\_IDE\\_for\\_RePhone](https://github.com/Seeed-Studio/Arduino_IDE_for_RePhone). Una vez dentro del enlace se procede a realizar la descarga del folder “Arduino IDE for RePhone” como se muestra en la figura 4.3.1.



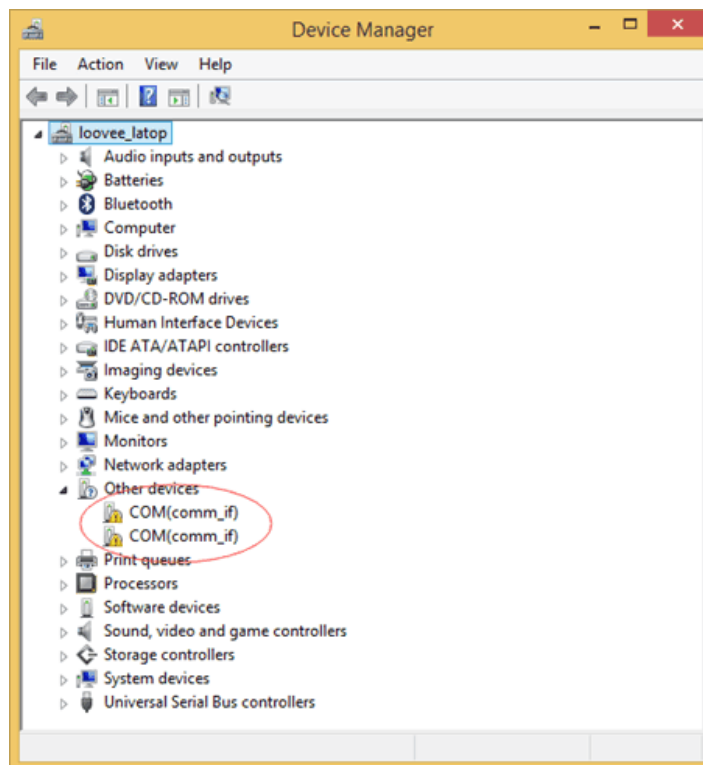
**Figura 4.3.1.** Arduino IDE for RePhone  
**Fuente:** Wiki Seeed Studio [60].

Una vez descargado el entorno de desarrollo de Arduino se procede a conectar la batería al módulo Xadow GSM+BLE y posteriormente se enciende el dispositivo presionando el botón de Power Key (PWR) durante 2 segundos hasta que el indicador LED muestre un color verde. A continuación, se conecta el módulo a la computadora para la respectiva configuración de drivers, así como se muestra en la figura 4.3.2.



**Figura 4.3.2.** Conexiones del módulo Xadow GSM+BLE.  
**Fuente:** Wiki Seeed Studio [60].

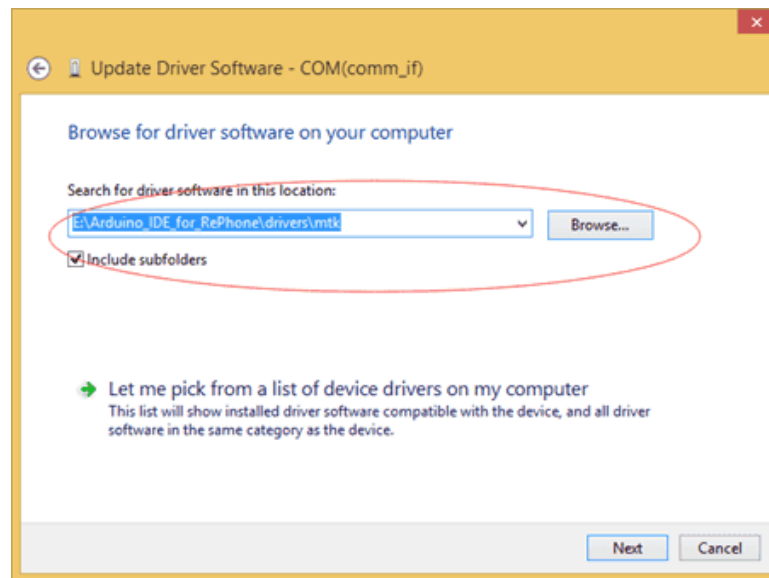
Para la configuración del driver se debe acceder al Administrador de Dispositivos en donde aparecerán dos nuevos drivers como se aprecia en la figura 4.3.3.



**Figura 4.3.3.** Administrador de Dispositivos.  
**Fuente:** Wiki Seeed Studio [60].

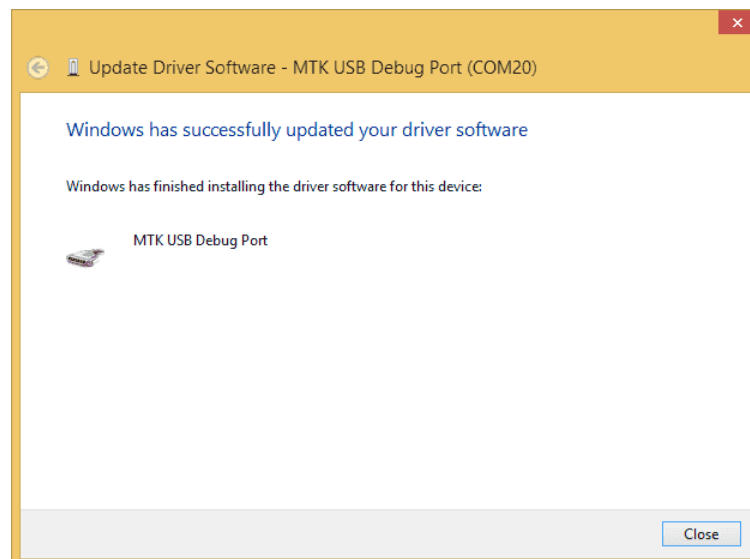
Una vez detectado los dos controladores desconocidos se procede a la actualización de los dos controladores de forma manual estableciendo la ruta hacia la carpeta de los

drivers que se encuentran dentro del folder descargado de la página de GitHub (Arduino\_IDE\_for\_RePhone\drivers\mtk) como se aprecia en la figura 4.3.4.



**Figura 4.3.4.** Actualización de Controladores.  
**Fuente:** Wiki Seed Studio [60].

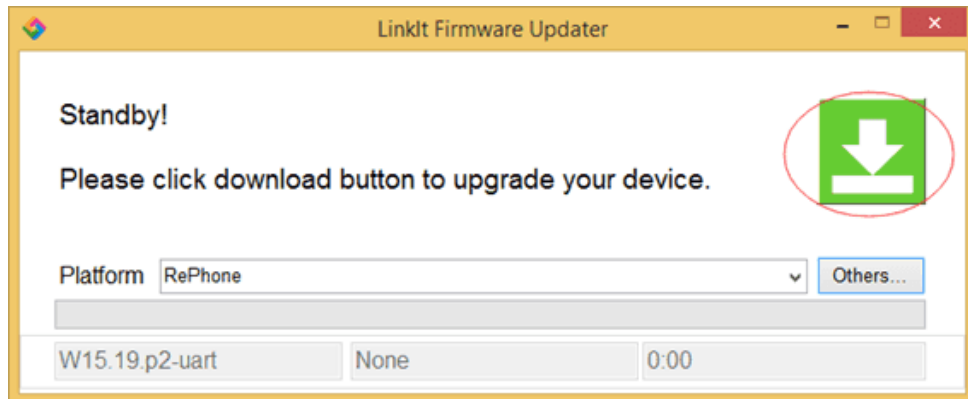
Finalmente, luego de haber actualizado los dos controladores se debe visualizar una ventana como se muestra en la figura 4.3.5, lo que significa que el nuevo controlador ya se encuentra instalado correctamente.



**Figura 4.3.5.** Controlador Actualizado.  
**Fuente:** Wiki Seed Studio [60].

Posterior a realizar la instalación de los controladores del dispositivo RePhone se procede a Flashear el Firmware para hacer uso del IDE de Arduino, para ello se debe desconectar el dispositivo de la computadora y apagarlo presionando el botón PWR durante 2 segundos hasta que se apague el indicador Led, a continuación, se debe

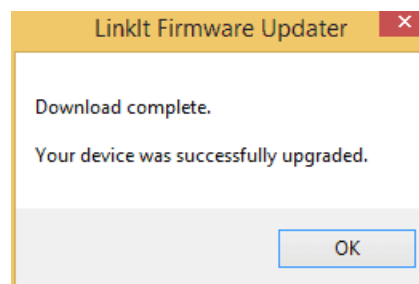
conectar el dispositivo apagado a la computadora y seguidamente se debe abrir el archivo **FirmwareUpdater.exe**, el mismo que se encuentra dentro del folder descargado en la ruta (Arduino\_IDE\_for\_RePhone\hardware\tools\mtk\FirmwareUpdater.exe) y se abrirá una ventana como la que se observa en la figura 4.3.6.



**Figura 4.3.6.** LinkIt Firmware Updater.

**Fuente:** Wiki Seeed Studio [60].

En esta ventana se debe seleccionar la plataforma como RePhone y se procede a la actualización al presionar en el botón verde de descarga como se ve en la figura 4.3.6, este proceso debe tomar alrededor de un minuto y al finalizar mostrará una nueva ventana como la que se puede apreciar en la figura 4.3.7.

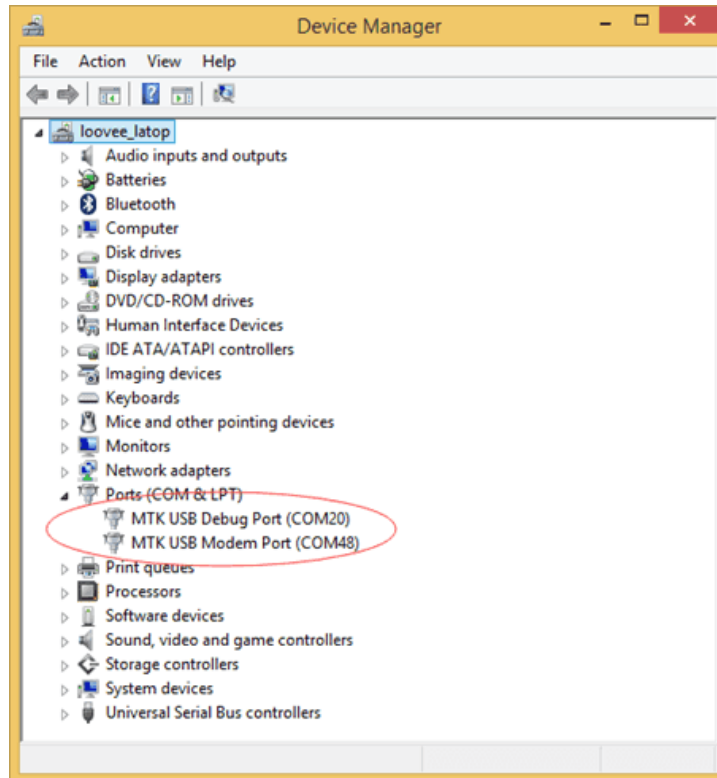


**Figura 4.3.7.** Finalización del Flasheo.

**Fuente:** Wiki Seeed Studio [60].

Realizado todo este proceso, el dispositivo RePhone Geo Kit ya se encuentra preparado para programar en él, pero antes se debe tener en cuenta que el dispositivo posee dos puertos COM como se muestra en la figura 4.3.8, y cada uno tiene una función única:

- **MTK USB Debug Port**, se utiliza para cargar el código en el dispositivo.
- **MTK USB Modem Port**, se utiliza para la visualización de registros como lo es la impresión de mensajes en el monitor serial.



**Figura 4.3.8.** Puertos COM.

**Fuente:** Wiki Seeed Studio [60].

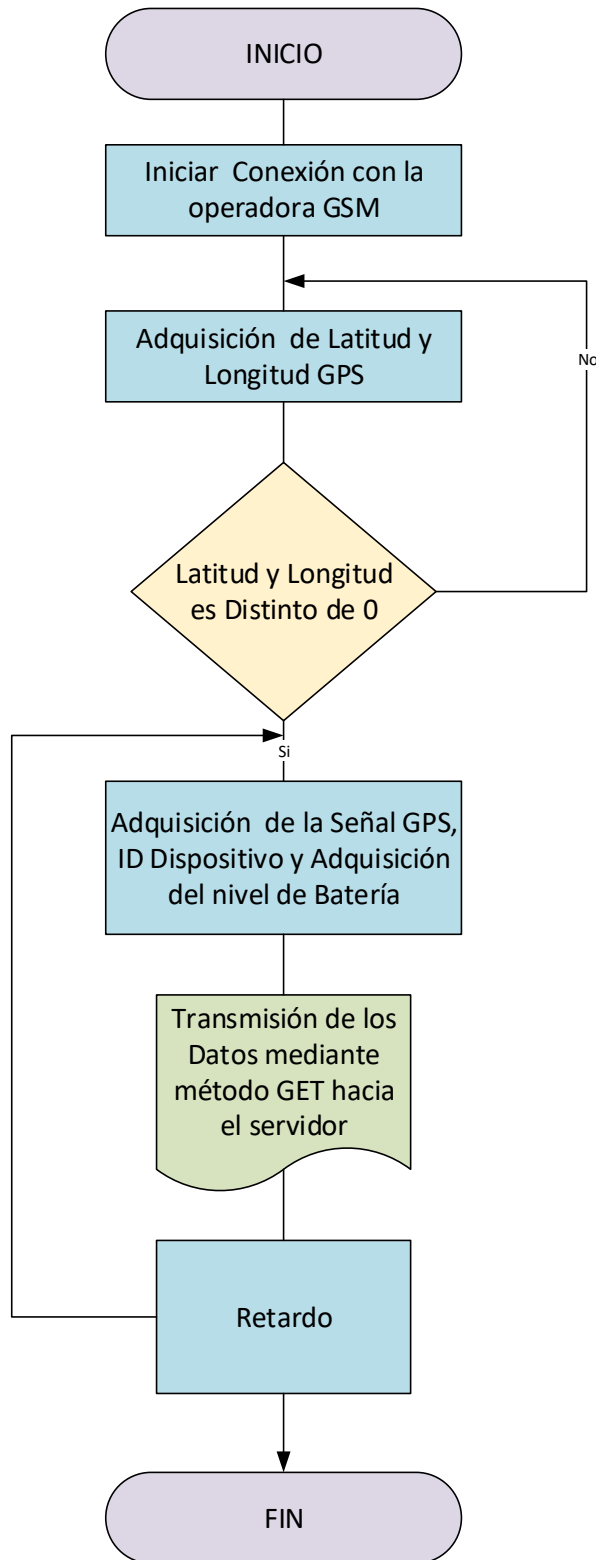
Después de que el dispositivo se encuentra listo para programar en él, se procedió a realizar la etapa de rastreo, teniendo en cuenta que el dispositivo debe brindar una mayor autonomía en la duración de la batería, se opta por no agregar el módulo Xadow GSM Breakout, debido a que al agregar más elementos la duración de la batería resultaría afectada, y lo que se necesita es el mayor tiempo posible. Debido a esto las partes del dispositivo RePhone Geo Kit que se va a utilizar serán las que se muestran en la figura 4.3.9.



**Figura 4.3.9.** RePhone Geo Kit

**Fuente:** Investigador

Para la programación de esta etapa, se ha creado un diagrama de flujo como se puede observar en la figura 4.3.10, el cual permite comprender de una mejor forma este proceso.



**Figura 4.3.10.** Secuencia de la Etapa de Rastreo.  
**Fuente:** Investigador

Para la programación de esta etapa es necesario incluir en el algoritmo de programación (que se encuentra en el Anexo A1), las librerías que ofrece la empresa de Sseed Studio, los cuales son:

**La librería “L\_https.h”**, la cual se encarga de realizar la conexión con la operadora GSM para generar las peticiones GET con nuestro servidor que se encuentra alojado en internet. Dentro de esta librería se debe acceder a otra sublibrería llamada “\_https.cpp” para agregar el APN y Contraseña de la operadora, en este caso el APN de la operadora CLARO es “internet.claro.com.ec” y no posee de una contraseña para esta APN.

**La librería “L\_GPS.h”**, es la que se encarga de acceder al módulo Xadow GPS v2 y obtiene toda la información acerca de las coordenadas GPS (que son de tipo FLOAT), el resultado que arroja esta librería son los puntos cardinales de tipo N, S, E, y W por lo que para obtener las coordenadas de latitud y longitud entendibles para Google Map se modificó la sublibrería llamada “L\_GPS.cpp” en la que el Sur (S) y el Oeste (W) se ha cambiado por el signo “-” y el Este (E) y Norte (N) se ha dejado con un espacio en blanco “ ”, de esta manera el resultado final arroja el formato de latitud y longitud correcto en el momento que se realice una búsqueda.

**La Librería “L\_Battery.h”**, es la encargada de obtener el nivel de la batería, generando 4 valores de retorno que son 0%, 33%, 66% y cuando esta total mente cargado el 100%.

Para poder realizar esta programación en el dispositivo y que no genere errores de sintaxis, es necesario en el mismo proyecto (sketch) agregar todas las librerías en nuevas pestañas para que al momento de compilar el programa no detecte ningún error en el código.

#### **4.4. Método de Envío de los Datos hacia el Servidor.**

Como se ha mencionado anteriormente en el apartado 4.2.1, el medio por el cual se transmite la información es mediante GSM, para lo cual dicha transmisión se realizará mediante el método GET, en donde se enviará las coordenadas GPS (Latitud, Longitud), ID del Dispositivo que se le ha asignado y el estado del nivel de la Batería. Para poder enviar las coordenadas GPS mediante el método GET se debe convertir dichas coordenadas de tipo FLOAT a STRING, y para ello se ha utilizado la “librería DTOSTRF”, la cual se puede encontrar en los repositorios de GitHub de manera gratuita. Una vez realizado este proceso se procede a la transmisión de la información



hacia el servidor mediante el método GET. El algoritmo de programación se puede apreciar en el Anexo A1.

#### 4.5. Diseño de la Etapa de Almacenamiento.

Esta esta es la más importante, debido a que es la encargada de almacenar toda la información que envía la “Etapa de Rastreo” y permite el monitoreo de la mascota mediante una página web o una interfaz móvil que acceda a la base de datos para recuperar la información almacenada.

Una vez seleccionado el gestor de base de datos MySQL para este proyecto como se puede ver en el Apartado 4.2.5, se procede a utilizar las líneas de código en lenguaje PHP que se encuentra en los Anexos B1-B6, los mismos que permiten almacenar los datos enviados desde la etapa de rastreo, así como también permiten verificar a usuarios existentes registrados en el sistema, agregar a nuevos usuarios y enviar una alerta mediante correo electrónico al usuario registrado en el sistema al momento en que el nivel de la batería este por agotarse. Para realizar este proceso se opta por la creación de una base de datos la cual se llamó “rastreo\_pruebas”, la misma que posee dos tablas como se observa en la figura 4.5.1.



**Figura 4.5.1.** Tablas de la Base de Datos.

**Fuente:** Investigador

La tabla de coordenadas, se encargará de almacenar toda la información que se envía desde la etapa de rastreo, por lo que se ha asignado 7 campos los mismo que corresponden a las coordenadas de la mascota, al nivel de la batería del dispositivo, a la fecha y hora que se ha almacenado la información y finalmente se ha optado por agregar un campo que permita agregar un ID para que cada dispositivo sea único, teniendo la posibilidad de agregar más dispositivos al sistema, cada parámetro anteriormente mencionado se puede observar en la figura 4.5.2.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
<input type="checkbox"/>	1	id 🗝️			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2	latitud			No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	3	longitud			No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	4	bateria			No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	5	fecha			No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	6	hora			No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	7	iddisp2	varchar(10)	latin1_spanish_ci	No	Ninguna		

**Figura 4.5.2.** Vista de la Base de Datos que Almacena la Etapa de Rastreo.  
**Fuente:** Investigador

La tabla de login, es la encargada de almacenar la información personal de cada usuario registrado en el sistema, para lo cual se ha creado 5 campos como se puede ver en la figura 4.5.3, los mismos que se encargan de almacenar el nombre de usuario para ingresar al sistema, correo electrónico, clave de acceso, y también se ha creado así como en la tabla de coordenadas un campo llamado id del dispositivo, el mismo que se encargara de verificar si el id del dispositivo corresponde al id registrado para tener un control optimo entre varios dispositivos.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
<input type="checkbox"/>	1	id 🗝️			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2	correo	varchar(123)	latin1_swedish_ci	No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	3	usuario	varchar(100)	latin1_swedish_ci	No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	4	clave	varchar(200)	latin1_swedish_ci	No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	5	iddisp	varchar(10)	latin1_swedish_ci	No	Ninguna		

**Figura 4.5.3.** Vita de la Base de Datos que Almacena los Usuarios Registrados.  
**Fuente:** Investigador

#### 4.6. Diseño de la Etapa de Monitoreo

Como ya se mencionó anteriormente en el Apartado 4.2.4, el hosting que se ha contratado ha sido del proveedor de GoDaddy, debido a que ofrece todos los recursos necesarios para el funcionamiento de este proyecto.

El hosting contratado dispone de una herramienta llamada cPanel, la misma que dispone de una interfaz web sencilla que permite a los usuarios administrar los servicios más importantes del hosting, entre los que se van a utilizar tenemos a:

- 1) MySQL Databases (Gestor de Base de Datos)
- 2) phpMyAdmin (Gestor Grafico para la Base de Datos)
- 3) Administrador de DNS, Dominios y Subdominios.
- 4) Medidor del Ancho de Banda Utilizado.

- 5) PHP, HTML, CSS, JavaScripts. (Lenguajes de Programación)
- 6) Administrador de Archivos.

Una vez especificado los recursos que se va a utilizar del hosting para dicho proyector, se procede con la creación de los archivos necesarios para poder almacenar y monitorear la información.

Después de mantener la información almacenada como se explicó en el Apartado 4.5 se procedió al monitoreo de todo el sistema para lo cual se creó dos formas de visualización, las cuales son mediante una interfaz web y una interfaz móvil.

#### **Desarrollo de la Interfaz Web.**

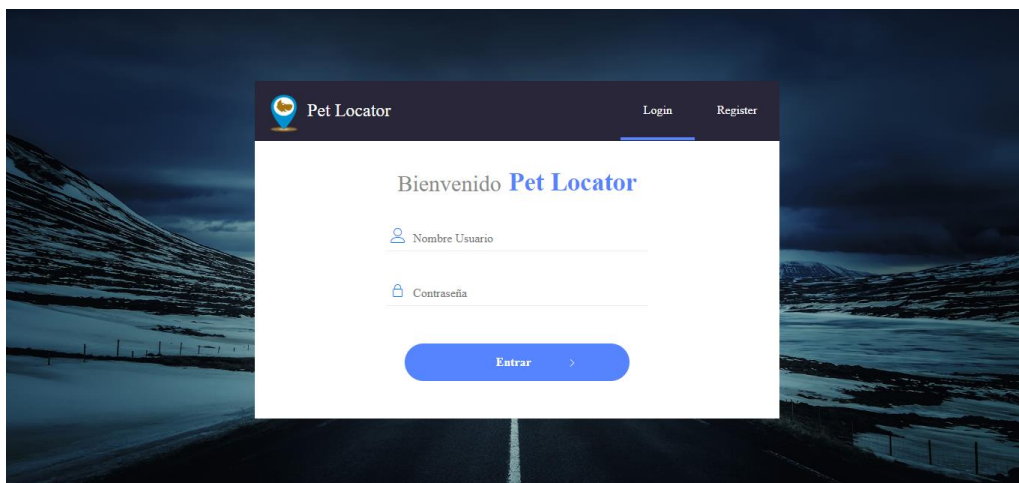
Para poder mencionar al sistema electrónico de detección y rastreo de mascotas de una forma más llamativa para los usuarios se asignó un logo al dispositivo el cual corresponde a “**PET LOCATOR**”, el mismo que será visualizado en toda la etapa de monitoreo del sistema. Dicho logo del sistema se puede apreciar en la figura 4.6.1.



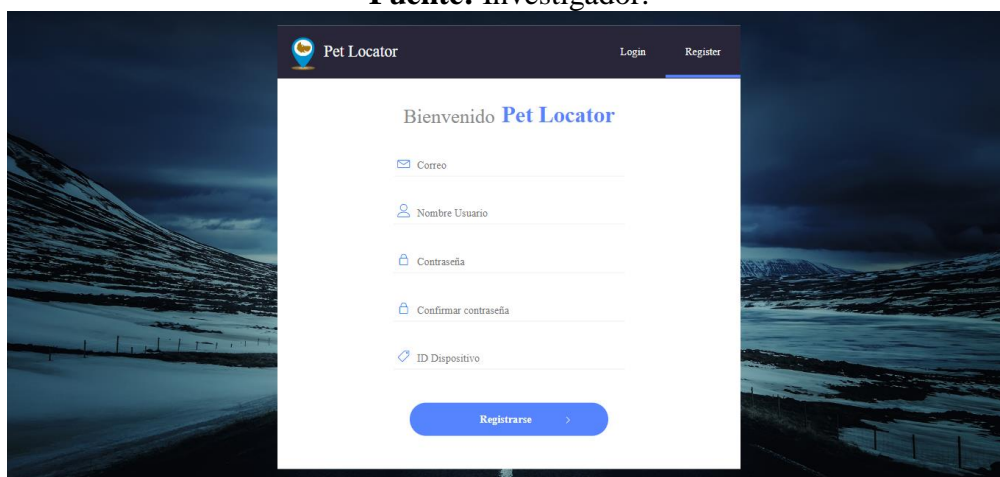
**Figura 4.6.1.** Logo del Prototipo.

**Fuente:** Investigador.

Por lo tanto, después de haber creado un logo para el sistema electrónico, se creó el diseño de una interfaz web, mediante la ayuda de los lenguajes de programación HTML, PHP y CSS, este diseño se vinculó con todas las etapas mencionadas anteriormente y cuyo código se puede encontrar en los Anexos C1-C4, dicho resultado de la programación se puede visualizar en las figuras 4.6.2 y 4.6.3.



**Figura 4.6.2.** Interfaz Web de Login.  
**Fuente:** Investigador.



**Figura 4.6.3.** Interfaz Web de Rastreo.  
**Fuente:** Investigador.

Para que la interfaz web sea segura, se han implementado en los archivos de programación una variable global de PHP (`$_SESSION`) la cual permite mantener sesiones abiertas y en caso de acceder a algún archivo sin tener la sesión abierta cada archivo se encarga de redireccionar al archivo principal del sistema. Después de haber mencionado esto se ha creado un archivo **index.php** (Anexo C5), el cual es el primero que se ejecuta al momento de acceder a la página web “rastreodemascotas.xyz”, y este se encarga de redireccionar a la página dependiendo del estado de la variable de la sesión ya sea abierta o cerrada, en el caso de estar cerrada la sesión lo redirige al archivo de **login.php** y si está abierta lo redirecciona a otro archivo llamado **principal.php** (Anexo C6), el cual permite acceder a la ventana principal de la interfaz de monitoreo llamado **intro.php** donde permite saber cuál es el ID del dispositivo que se ha registrado en el sistema y seleccionar el historial de paseo de la mascota ya sea

la fecha actual para saber la ubicación en tiempo real de la mascota o a su vez seleccionar una fecha anterior para visualizar el historial que ha realizado la mascota días anteriores, el algoritmo de programación que se utilizó se encuentra en el Anexo C7 y el resultado de la programación se visualiza en la figura 4.6.4.



**Figura 4.6.4.** Interfaz Web Principal del Sistema.  
**Fuente:** Investigador.

Posterior a seleccionar la fecha del historial de paseo que se desee ver, se ha creado un botón “Enviar” el cual se encarga de pasar la información del formulario hacia el siguiente archivo mediante el método **POST**. De la misma manera en esta interfaz web se ha creado dos botones en la parte superior los cuales permiten cerrar la sesión, cuyo algoritmo de programación se observa en el Anexo C8 y acceder a otro archivo llamado **Aplicación-movil.php** (Anexo C9) el cual posee un código QR para descargar la aplicación móvil como se visualiza en la figura 4.6.5 la cual es elaborada en Android Studio y su diseño se explicará más adelante.



**Figura 4.6.5.** Código QR de Aplicación Móvil.  
**Fuente:** Investigador

El archivo final de la interfaz web es el más importante del monitoreo, debido a que es el encargado de presentar el mapa y sus respectivos marcadores obtenidos desde la etapa de almacenamiento que se explica en el apartado 4.5 y para ello se ha creado una página llamada **mapa-gps.php** para lo cual se ha utilizado las API's de JavaScript de Google Maps, lo que permite personalizar los mapas con el propio contenido deseado al ofrecer cuatro tipos básicos de mapas los cuales son: Mapa de Carretera, Satélite, híbrido y Terreno, dicho mapa se puede modificar utilizando capas, estilos, eventos y varios servicios más.

El archivo **mapas-gps.php** que se encuentra en el Anexo C11 se encarga de recuperar información de la base de datos MySQL a través de un archivo XML, el mismo que se encarga de actuar como intermediario entre la base de datos y Google Map, lo que permite recuperar los marcadores almacenados.

El archivo XML se ha creado mediante el lenguaje de programación PHP y se lo ha denominado **phpconxml.php** cuyo algoritmo se encuentra en el Anexo C10, para la creación de este archivo se ha generado XML mediante la función echo y como función de ayuda se ha utilizado la función parseToXML, que se encarga de codificar correctamente algunos caracteres especiales (<,>, ", ') para poder incluirlo en el XML, este algoritmo se conecta a la base de datos MySQL mediante una consulta (**SELECT \***), la misma que permite realizar una búsqueda de todos los marcadores que existen almacenados, facilitando la depuración, para verificar de forma independiente el formato de salida XML de la base de datos, y el procesamiento del XML por parte de JavaScript, el archivo XML se aprecia en la figura 4.6.6.

```
This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.
<markers>
  <marker id="1" fecha="2018-05-09" hora="17:31:10" latitud="-1.322789" longitud="-78.631805" bateria="66"/>
  <marker id="2" fecha="2018-05-09" hora="17:31:46" latitud="-1.323223" longitud="-78.633171" bateria="66"/>
  <marker id="3" fecha="2018-05-09" hora="17:32:11" latitud="-1.323780" longitud="-78.634415" bateria="66"/>
  <marker id="4" fecha="2018-05-09" hora="17:32:52" latitud="-1.324850" longitud="-78.636314" bateria="66"/>
</markers>
```

**Figura 4.6.6.** Formato XML.

**Fuente:** Investigador.

Una vez generado el archivo XML se procedió a crear el mapa de Google, en el que se utilizó los lenguajes de programación HTML, JavaScript, PHP y CSS, el archivo tiene el nombre de **mapas-gps.php**, en este archivo se recibe los datos enviados del archivo **intro.php** vía método POST, los cuales se almacenan en variables locales para poder realizar consultas filtradas en las bases de datos con dichas variables, para generar el mapa se ha basado en las API de JavaScript para Mapas que ofrece Google

en su documentación, la cual se ha modificado a las necesidades que el proyecto demanda, mediante estilos CSS se ha generado una vista nocturna para obtener acceso a 3 tipos diferentes de vistas, las cuales son: Mapa, Satélite y Vista Nocturna. Además, se ha generado dos botones adicionales los que permiten establecer un centro del mapa y otro que al presionarlo posiciona al mapa en el centro establecido por el otro botón. Para cargar el archivo XML, se utiliza el objeto **XMLHttpRequest**, el cual recupera a un archivo que se encuentra alojado en el mismo dominio que la página web, donde realiza una solicitud HTTP cada vez que sea llamado y esto se conoce como la base de la programación de AJAX [61].

Para hacer uso del objeto **XMLHttpRequest**, se debe cargar el archivo y llamarlo mediante la función **downloadUrl()**, la función adopta 2 parámetros, los cuales son:

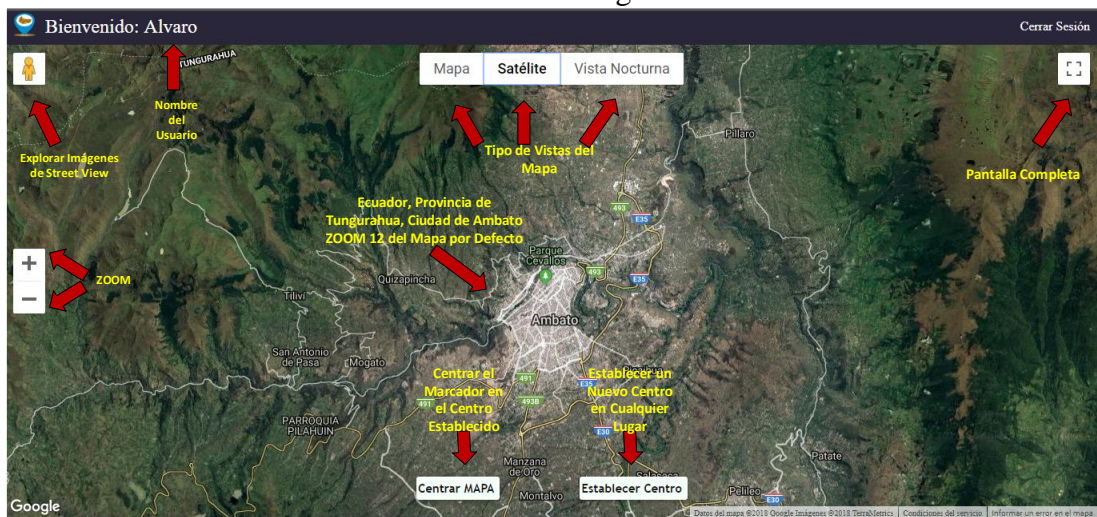
1. **URL** es el encargado de especificar la ruta de acceso hacia el archivo XML, para este proyecto se ha optado por especificar una ruta con el método GET, lo que permite enviar las variables locales hacia el archivo XML para que realice una búsqueda filtrada mediante el id del dispositivo y la fecha seleccionada en la ventana principal.
2. **Callback**, su función es llamar al script cuando el XML retorna al JavaScript.

Antes de que termine la ejecución de la función **downloadURL()**, se realiza un llamado a otra función llamada **triggerDownload()**, la cual es ejecutada dentro de un método **setInterval()**, que llama a una función en intervalos de tiempo específicos, en el rango de los milisegundos.

Dentro de la función **triggerDownload()**, se ha guardado el mismo código almacenado dentro de la función **downloadURL()**, de esta manera se puede meter dicho código a un bucle infinito que se va a mantener activo mientras la sesión del usuario permanezca activa, de esta forma cada que se agregue una coordenada nueva se podrá visualizar su marcador en tiempo real en el mapa. Concluida con la explicación se puede apreciar el resultado de la programación con sus respectivas capas de personalización en las figuras 4.6.7, 4.6.8 y 4.6.9.



**Figura 4.6.7. Mapa con Vista de Carreteras.**  
Fuente: Investigador



**Figura 4.6.8. Mapa con vista Satelital.**  
Fuente: Investigador



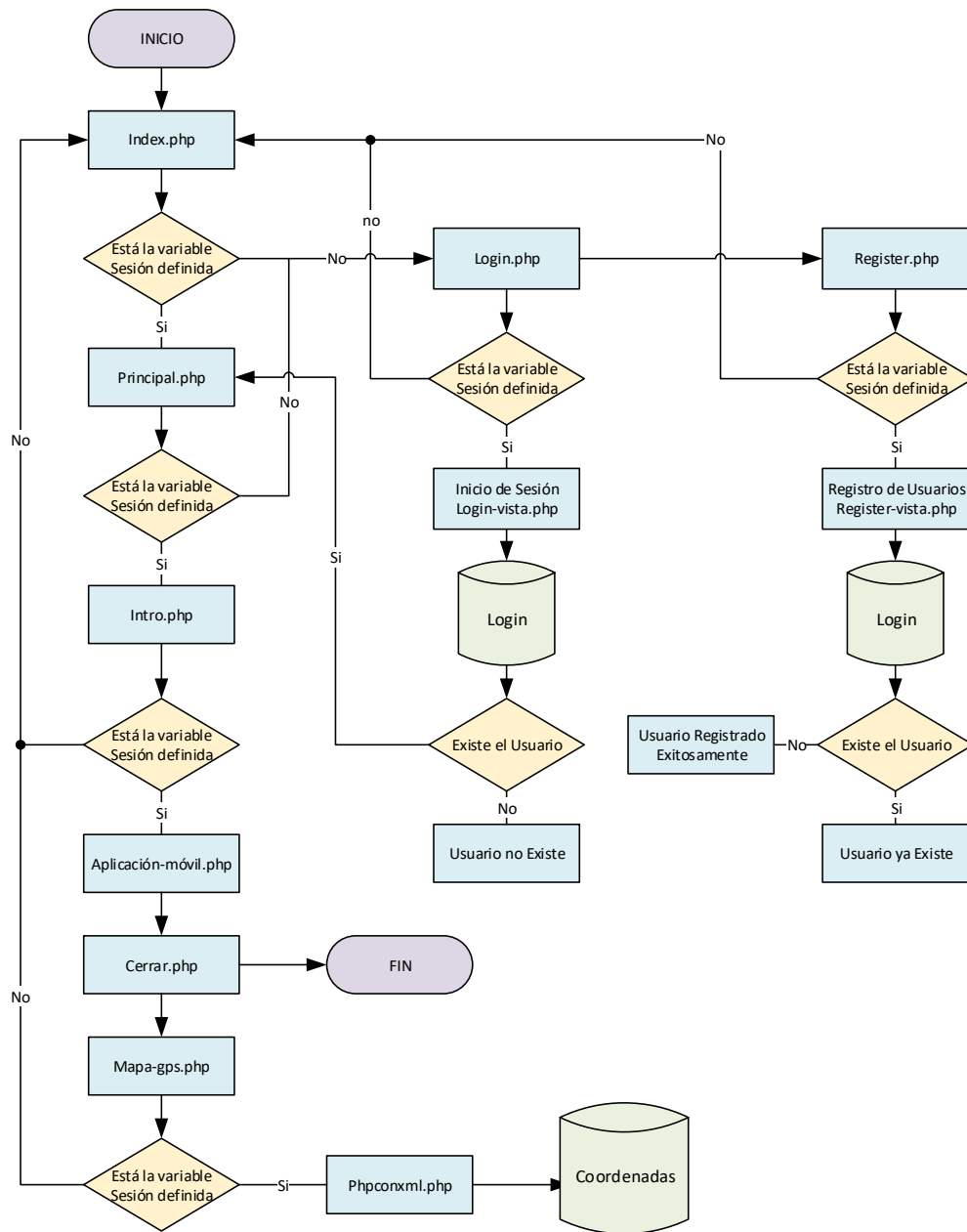
**Figura 4.6.9. Mapa con vista Nocturna.**



**Fuente:** Investigador

Concluido con el diseño de la interfaz web, para cerrar las sesiones desde cualquier ventana se ha generado un botón en cada uno de ellos de **Cerrar Sesión**, que se encuentran en la esquina superior derecha, el mismo que redirecciona hacia el archivo **cerrar.php** que se encuentra en el Anexo C8.

Para resumir el comportamiento de la página web se ha creado un diagrama de flujo que se encuentra en la figura 4.6.10, en el que muestra el proceso lógico que se rige la aplicación desde el inicio de sesión, registro de usuarios, consultas a la base de datos y visualización de coordenadas en el mapa.

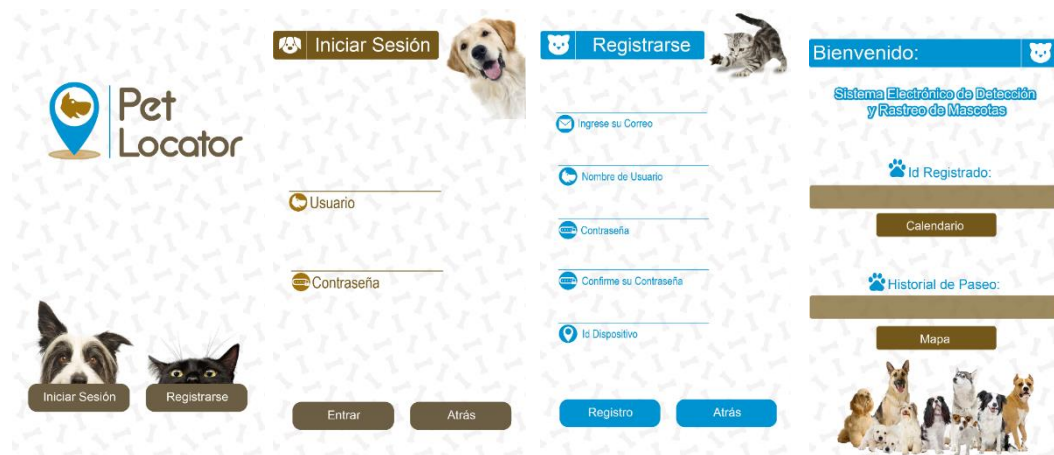


**Figura 4.6.10.** Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema.

**Fuente:** Investigador

### **Desarrollo de la Interfaz Móvil.**

Para la interfaz móvil se ha realizado otro diseño que se adapte a los dispositivos móviles mediante el software de Android Studio, permitiendo visualizar el mismo monitoreo que la interfaz web, como se visualiza en la figura 4.6.11, y cuyo algoritmo de programación se encuentra en los Anexos D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 y D8



**Figura 4.6.11.** Interfaz Móvil.

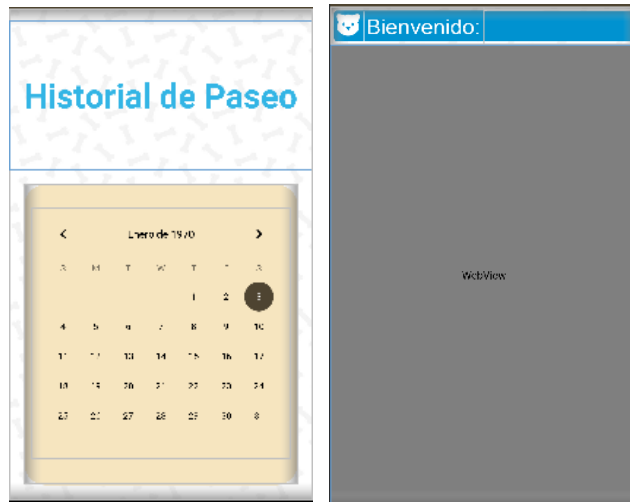
**Fuente:** Investigador

Para la programación de la aplicación móvil se ha utilizado la API 23, la cual corresponde a la versión de Android 6.0 (Marshmallow) que funcionamiento en dispositivos Android que soporten la misma versión o una superior, aclarando que que la última versión disponible corresponde a la beta de Android 9.0 (Pie).

En dicho código se ha utilizado la librería **Volley**, la misma que optimiza el envío de peticiones HTTP desde la aplicación Android hacia el servidor de GoDaddy, una vez realizado el diseño de la interfaz móvil se ha generado conexión con los archivos php que se encuentran alojados en el servidor web los mismos que permiten a la aplicación agregar nuevos usuarios, acceder al sistema mediante un usuario existente e identificar el id registrado por el usuario.

En la ventana principal de la aplicación se ha generado dos botones, de los cuales el botón denominado **Calendario**, se encarga de acceder a una ventana la cual se encarga de seleccionar una fecha anterior para visualizar el historial que ha realizado la mascota días anteriores o el rastreo en tiempo real, el segundo botón denominado **Mapa**, accede a otra nueva ventana la cual mediante **WebView**, muestra el contenido web como parte del diseño de la ventana, esto se ha utilizado para la conexión con el

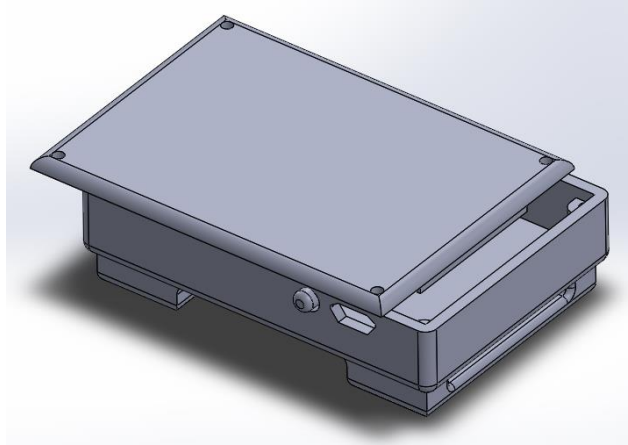
archivo que anteriormente se lo denominó **mapa-gps.php**, de esta forma se puede apreciar el mismo contenido tanto en la interfaz móvil, como en la interfaz web. El diseño de estas dos nuevas ventanas se aprecia en la figura 4.6.12, y su algoritmo de programación se encuentra en los Anexos D9, D10, D11 y D12.



**Figura 4.6.12.** Ventana de Historial y Mapa.  
**Fuente:** Investigador

#### **4.7. Diseño del Prototipo**

Concluido con la programación de todas las etapas se ha elaborado una carcasa en 3D para el dispositivo electrónico, para ello se ha utilizado el software de SolidWorks, el cual permite el modelado de piezas en 3D y planos en 2D. En la Figura 4.7.1 se observa el modelado de dicha carcasa para posteriormente realizar su respectiva impresión en una impresora 3D que permite a dicho dispositivo electrónico adaptarse al cuello de una mascota mediante cualquier tipo de collar. En el Anexo E1 se aprecia el plano en 2D de la carcasa realizada para dicho sistema.



**Figura 4.7.1.** Carcasa del RePhone Geo Kit.

**Fuente:** Investigador

Finalmente, después de haber impreso la carcasa para el dispositivo se ha incorporado un collar el cual permite adaptarse al cuello de cualquier mascota, la carcasa y el collar se aprecia en la figura 4.7.2.



**Figura 4.7.2.** Prototipo Electrónico.

**Fuente:** Investigador

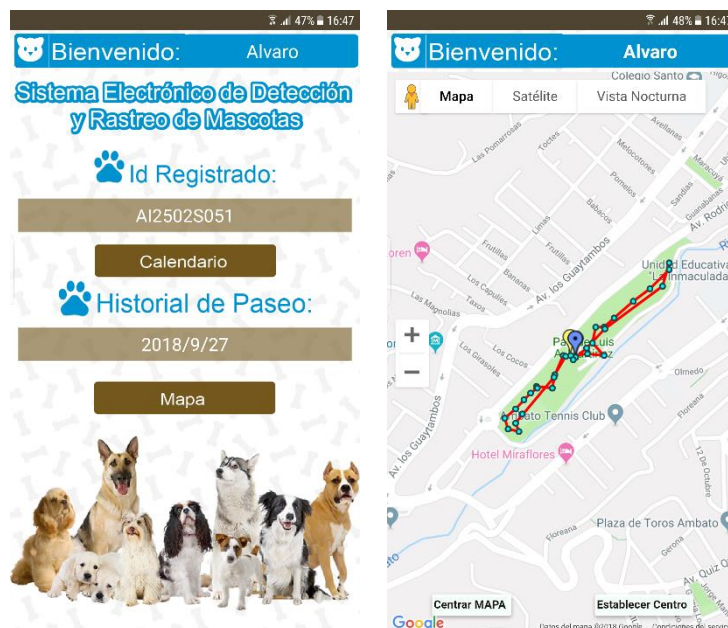
#### **4.8. Pruebas de Funcionamiento**

Para la prueba de funcionamiento del prototipo se colocó el prototipo del sistema electrónico de detección y rastreo de mascotas en el cuello de la mascota para sus respectivas pruebas de funcionamiento como se muestra en la figura 4.8.1.



**Figura 4.8.1.** Prototipo Electrónico.  
**Fuente:** Investigador.

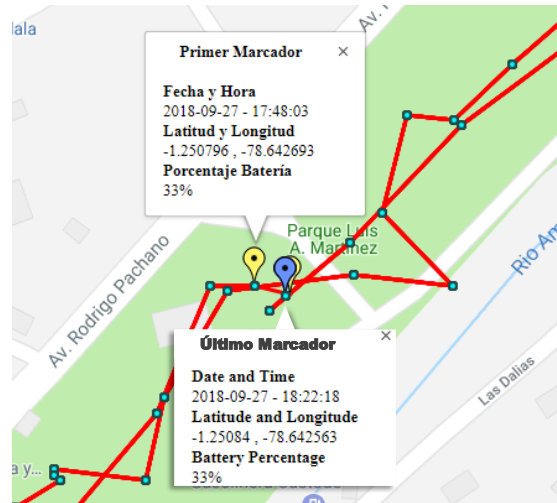
Una vez colocado el prototipo a la mascota se puso todo el sistema en ejecución en el parque Luis A. Martínez, en donde se puede apreciar el recorrido realizado por la mascota a lo largo de todo el parque, en la figura 4.8.2 se aprecia la interfaz móvil del sistema con los marcadores regados a lo largo del sitio que se ha movido la mascota, así mismo, en la figura 4.8.3 se muestra el mismo resultado en la interfaz web.



**Figura 4.8.2.** Prueba de Funcionamiento Interfaz Móvil.  
**Fuente:** Investigador.



Una vez visualizado los marcadores en el mapa, se puede presionar cualquier marcador para generar una pequeña notificación emergente, el cual muestra la fecha, hora, coordenadas y el nivel de la batería en el momento en que dicho marcador ha sido agregado a la base de datos como se muestra en la figura 4.8.4.



**Figura 4.8.4.** Notificación en cada Marcador.

**Fuente:** Investigador.

En la Figura 4.8.5 se aprecia el resultado de la información almacenada en la base de datos del hosting, proveniente del prototipo electrónico.

	Editar	Copiar	Borrar	ID	Latitud	Longitud	Batería	Fecha y Hora	ID Dispositivo
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1241	-1.252396	-78.644379	33	2018-09-27 17:56:50	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1242	-1.252163	-78.644096	33	2018-09-27 17:57:48	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1243	-1.251925	-78.643883	33	2018-09-27 17:58:50	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1244	-1.251758	-78.643730	33	2018-09-27 17:59:50	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1245	-1.251641	-78.643539	33	2018-09-27 18:00:44	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1246	-1.251618	-78.643562	33	2018-09-27 18:01:43	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1247	-1.251593	-78.643562	33	2018-09-27 18:02:44	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1248	-1.251641	-78.643166	33	2018-09-27 18:03:44	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1249	-1.251280	-78.643089	33	2018-09-27 18:04:40	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1250	-1.250818	-78.642815	33	2018-09-27 18:05:38	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1251	-1.250750	-78.642265	33	2018-09-27 18:06:36	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1252	-1.250796	-78.641838	33	2018-09-27 18:07:37	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1253	-1.250483	-78.642143	33	2018-09-27 18:08:35	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1254	-1.250058	-78.642036	33	2018-09-27 18:09:34	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1255	-1.250076	-78.641830	33	2018-09-27 18:10:35	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1256	-1.249836	-78.641579	33	2018-09-27 18:11:32	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1257	-1.249403	-78.641083	33	2018-09-27 18:12:33	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1258	-1.249073	-78.640656	33	2018-09-27 18:13:29	AI2502S051
<input type="checkbox"/>	Editar	Copiar	Borrar	1259	-1.248588	-78.640160	33	2018-09-27 18:14:30	AI2502S051

**Figura 4.8.5.** Información Almacenada del Prototipo.

**Fuente:** Investigador.

Al momento en que la batería del prototipo este por acabarse, se enviará una alerta mediante un correo electrónico al email de todos los usuarios que hayan registrado el ID del dispositivo, así como se visualiza en la figura 4.8.6.



**Figura 4.8.6.** Alerta de Batería Baja en el Prototipo.  
**Fuente:** Investigador.

#### 4.9. Consumo de Energía.

Una vez concluido con las pruebas tanto del dispositivo electrónico como del sistema de monitoreo, se procedió a realizar un análisis del tiempo de duración que ofrece la batería empleada en el prototipo como fuente de alimentación, para ello se ha utilizado la fórmula matemática establecida por Digi-Key Electronics que se aprecia en la ecuación (1).

$$Vida\ de\ la\ Batería = \frac{Capacidad\ de\ la\ Batería\ (mAh)}{Corriente\ de\ Carga\ (mA)} * 0,70 \quad (1)$$

En donde el factor de 0,7 permite tolerancias a factores externos que pueden afectar la vida útil de la batería [62].

La batería utilizada en el dispositivo está compuesta por 3,7 voltios, 520 mAh y 1,92 Wh; mientras que el prototipo posee un consumo de energía total de 36,1 mA, este valor se obtuvo al sumar las corrientes de los módulos que lo conforman los cuales son:

El módulo Xadow GPS v2 tiene un consumo de energía de seguimiento con 18mA y adquisición de 21mA, por lo cual se debe sumar estas dos corrientes para saber el consumo total dicho módulo como se muestra en la ecuación (2).

$$I_{GPSv2} = I_{Seguimiento} + I_{Adquisición}$$

$$I_{GPSv2} = 18mA + 21mA$$

$$I_{GPSv2} = 39mA$$

La corriente total que consume el módulo Xadow GPS v2 es de 39mA.

El módulo Xadow GSM+BLE al utilizarlo como GSM consume un total de 30mW en modo Standby.

Para utilizar la ecuación (1) se requiere que la corriente de carga este en miliamperios, debido a que el módulo Xadow GSM+BLE tiene el consumo energético en mili Watts, se procede a convertirlo en miliamperios utilizando la fórmula de la potencia de una carga la cual se encuentra en la ecuación (3).

$$W = V * I \quad (3)$$

Debido a que la incógnita a encontrar es amperios se procede a despejar la ecuación (3), generando una nueva ecuación (4).

$$I = \frac{W}{V} \quad (4)$$

Aplicando la ecuación (4) se procede a realizar el cálculo de amperios que consume el módulo Xadow GSM+BLE.

$$I_{GSM+BLE} = \frac{30 \text{ mW}}{3,7 \text{ V}}$$

$$I_{GSM+BLE} = 8,1 \text{ mA (en modo standby).}$$

Una vez calculado el consumo de corriente por parte del módulo Xadow GSM+BLE se procede a calcular el consumo total por parte del dispositivo, para ello se realiza una suma de las corrientes consumidas por parte de los dos módulos como se muestra en la ecuación (5).

$$\text{Corriente de Carga} = \text{Corriente GPSv2} + \text{Corriente GSM} + \text{BLE} \quad (5)$$

$$\text{Corriente de Carga} = 39\text{mA} + 8,1\text{mA}$$

$$\text{Corriente de Carga} = 47,1\text{mA}$$

Después de haber calculado la corriente de carga se procede a remplazar todos los valores dentro de la ecuación (1) lo cual da como resultado:

$$\text{Vida de la Batería} = \frac{520 \text{ (mAh)}}{47,1 \text{ (mA)}} * 0,70$$

$$\text{Vida de la Batería} = 11,04(h) * 0,70$$

$$\text{Vida de la Batería} = 7,72 \text{ (horas)}$$

Por lo tanto, la fuente de alimentación genera una autonomía cercana a las 8 horas en el prototipo electrónico, pero cabe recalcar que este cálculo esta realizado tomando el consumo de corriente del módulo Xadow GSM+BLE como modo Standby, motivo por el cual el tiempo de vida útil de la batería en constante funcionamiento se reduca, pero luego de varias pruebas realizadas al dispositivo, se obtuvo un valor practico por



parte del mismo el cual es cercano a las 6 horas de funcionamiento. Una vez obtenido estos valores se puede generar el porcentaje de eficiencia que genera el dispositivo, para ello se utiliza la ecuación (6) con los valores obtenidos anteriormente.

$$\text{Eficiencia del dispositivo} = \frac{\text{Valor Práctico}}{\text{Valor Teórico}} * 100 \quad (6)$$

$$\text{Eficiencia del dispositivo} = \frac{6 \text{ horas}}{8 \text{ horas}} * 100$$

$$\text{Eficiencia del dispositivo} = 0,75 * 100$$

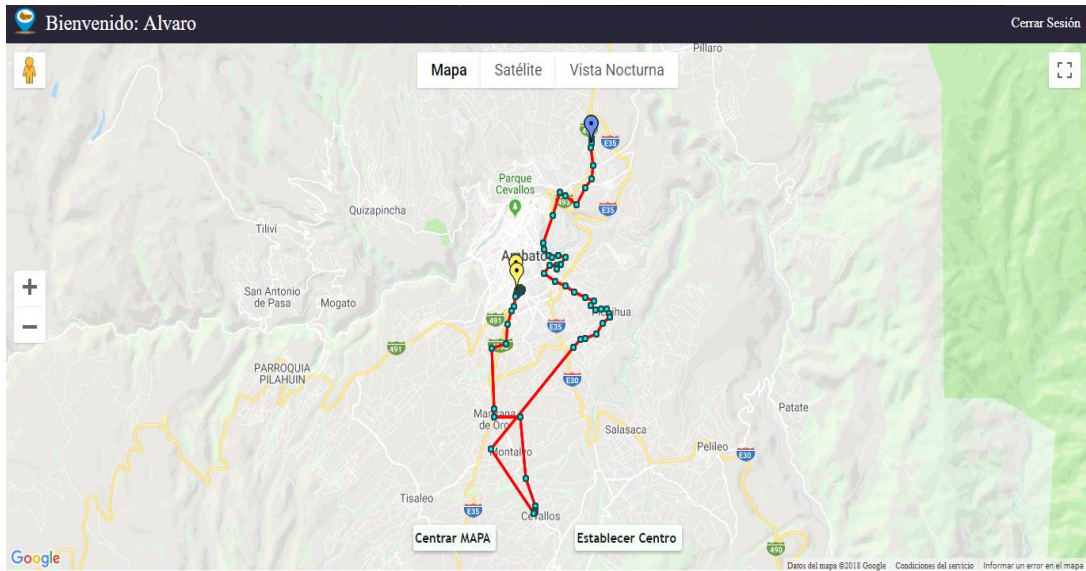
$$\text{Eficiencia del dispositivo} = 75\%$$

Al realizar este calculo se obtiene que el dispositivo genera una eficiencia del 75%.

#### **4.10. Margen de Error de Señal GPS.**

Para medir el margen de error que genera el módulo Xadow GPS v2, se ha basado en las características que ofrece el dispositivo, el mismo que tiene un valor menor a 2,5 CEP, cuyas iniciales corresponden a la probabilidad de error circular. CEP se refiere al radio de un circulo en el que se produce el 50% de los valores, en el caso del módulo Xadow GPS v2, tiene un valor menor a 2,5 CEP, lo que significa que el 50% de las posiciones de los puntos horizontales deben estar dentro de los 2,5 metros de la posición verdadera [63].

Después de haber capturados varios valores por parte del módulo Xadow GPS v2, se puede llegar a la conclusión de que el módulo genera ubicaciones bastantes precisas, siempre y cuando las mediciones sean en el exterior, debido a que el GPS en interiores presenta ciertas fallas de precisión, debido a que los satélites no son capaces de atravesar las estructuras de los edificios, a pesar de ello con este módulo se puede seguir capturando ubicaciones en interiores pero el margen de error de dichas mediciones aumenta considerablemente. En la figura 4.10.1, se puede apreciar un ejemplo de las coordenadas capturadas por el dispositivo electrónico.



**Figura 4.10.1.** Localización de Coordenadas GPS.

**Fuente:** Investigador.

#### 4.11. Margen de error en el Almacenamiento de los datos.

Para determinar cuántas coordenadas se pierden al momento de enviar la información desde el dispositivo hacia el servidor mediante el método GET, se ha realizado pruebas de funcionamiento durante 152 minutos, en dicho intervalo de tiempo se determinó que existe un total de 18 datos no recibidos por parte del servidor web, dichos datos se verifico en la base de datos como se muestra en la figura 4.11.1.

	id	latitud	longitud	bateria	fecha	hora	iddisp2
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	674	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:47:04	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	675	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:48:05	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	676	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:49:02	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	677	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:50:00	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	678	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:51:01	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	679	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:51:59	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	680	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:53:00	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	681	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:55:53	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	682	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:56:54	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	683	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:57:51	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	684	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:58:52	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	685	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	08:59:48	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	686	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	09:00:49	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	687	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	09:01:50	AI2502S051
<input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar	688	-1.233100	-78.631927	100	2018-09-06	09:04:45	AI2502S051

**Figura 4.11.1.** Errores en el Almacenamiento de la Base de Datos

**Fuente:** Investigador

Un ejemplo de cómo se analizó los datos perdidos se aprecia en la figura 4.11.1, donde se ha resaltado en un cuadro de color rojo el momento en que el servidor no detectó el dato que corresponde a la hora de 08:54 minutos, por lo que se anota como 1 dato perdido, en el cuadro de color azul se puede apreciar que existe una pérdida de 2 datos que corresponde a la hora de 09:02 minutos y 09:03 minutos por lo que se anota como 2 datos perdidos, una vez analizado todos los datos perdidos se utiliza la ecuación (7) para saber el porcentaje de error que se genera al almacenar las coordenadas.

$$Error_{Almacenamiento} = \frac{Errores\ registrados}{Muestras\ tomadas} * 100 \quad (7)$$

$$Error_{Almacenamiento} = \frac{18}{152} * 100$$

$$Error_{Almacenamiento} = 11,84\%$$

Una vez analizado los errores en el almacenamiento se obtiene una pérdida del 11,84% de datos enviados por el dispositivo hacia el servidor, lo que significa que el dispositivo tiene un 88,16% de efectividad al momento de almacenar las coordenadas en la base de datos.

## 4.12. Análisis Económico del Proyecto.

### 4.12.1. Presupuesto

Para realizar el cálculo total del proyecto se considera el costo de construcción para el prototipo que se encuentra detallado en la tabla 4.12.1 y el costo de los servicios contratados para las etapas de almacenamiento y monitoreo que se describen en la tabla 4.12.2.

**Tabla 4.12.1.** Presupuesto de Construcción del Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas.

Ítem	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	RePhone Geo Kit.	1	\$ 20	\$ 20
2	Diseño del Case en 3D.	2 horas	\$ 10	\$ 20
3	Impresión del Case en 3D.	2 horas y 14 minutos	\$ 0,05 / minuto	\$ 6,70
4	Papel adhesivo + Impresión.	1	\$ 1,50	\$ 1,50
5	Collar para mascota de color negro regulable.	1	\$ 4	\$ 4
			<b>Total:</b>	<b>\$ 52,20</b>

**Fuente:** Investigador.

**Tabla 4.12.2.** Presupuesto de los Servicios Contratados para el Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas.

Ítem	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Registro de dominio .XYZ en GoDaddy	1 año	\$ 1,17 / año	\$ 1,17
2	Hosting con cPanel para Linux Inicial.	2 mes	\$ 2,49 / mes	\$ 4,98
			<b>Total:</b>	<b>\$ 6,15</b>

**Fuente:** Investigador.

Por ende, una vez detallado el costo de construcción del prototipo y los servicios utilizados para su funcionamiento, se procede a calcular el presupuesto total para la elaboración del sistema electrónico, como se muestra en la ecuación (8).

$$\text{Costo Total} = \text{Costo de Construcción} + \text{Costo de Servicios Contratados. (8)}$$

$$\text{Costo Total} = \$52,20 + \$6,15$$

$$\text{Costo Total} = \$58,35$$

Por lo tanto, el presupuesto para la construcción del Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas corresponde a un total de \$ 58,35.

#### 4.12.2. Costo del Diseño.

Para realizar el cálculo del costo por diseño, se tomó en cuenta el número de horas invertidas en la elaboración del proyecto, el cual se hace una estimación de 40 horas distribuidas, tanto en el diseño, construcción del prototipo y pruebas de funcionamiento.

Otro punto que se debe analizar es el salario básico que corresponde a un Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones establecido por el Ministerio de Trabajo, el cual corresponde a \$858 dólares mensuales, lo que equivale a un promedio de 20 días laborables.

$$\text{Salario de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones} = \$858$$

$$\text{Salario diario} = \frac{\text{Salario Mensual}}{\text{Días Laborables}}$$

$$\text{Salario diario} = \frac{\$ 858}{20}$$

$$\text{Salario diario} = \$ 42,90$$

Debido a que el día laborable está constituido de 8 horas laborables, se procede a realizar el cálculo por hora de trabajo.

$$\text{Salario por hora} = \frac{\text{Salario Diario}}{\text{Horas Laborables}}$$

$$\text{Salario por hora} = \frac{\$ 42,90}{8}$$

$$\text{Salario por hora} = \$ 5,36.$$

Después de haber conocido el salario por hora se procede a realizar el cálculo del costo del diseño, el cual corresponde a:

$$\text{Costo por Diseño} = 40 \text{ horas} * \$ 5,36$$

$$\text{Costo por Diseño} = \$ 214,40$$

#### 4.12.3. Costo Total del Proyecto.

Para conocer el costo total del Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas, se realiza una sumatoria del presupuesto más el costo del diseño como se muestra en la tabla 4.12.3

**Tabla 4.12.3.** Costo Total el Proyecto.

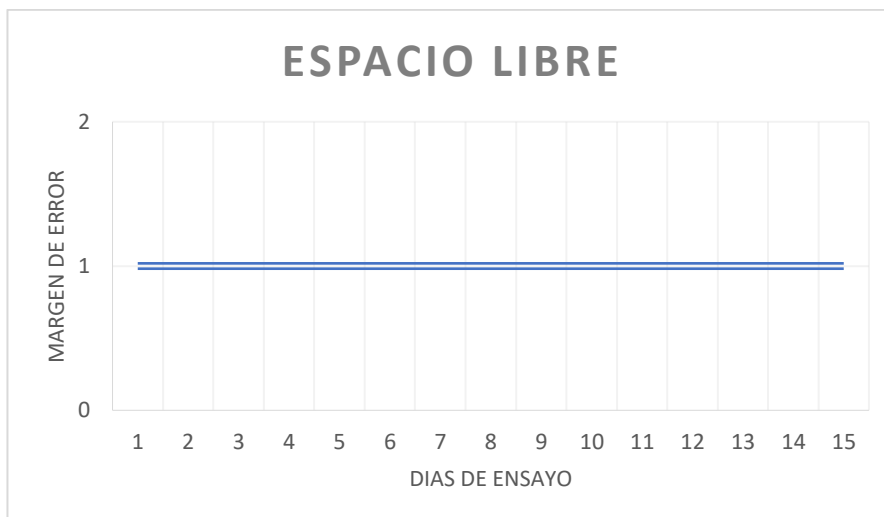
<b>Rubro</b>	<b>Valor</b>
Presupuesto de Construcción	\$ 58,35
Costo del diseño	\$ 214,40
<b>Total</b>	<b>\$ 272,75</b>

**Fuente:** Investigador.

Realizado la sumatoria del costo total del proyecto, se obtiene que el presupuesto total para la implementación del prototipo del Sistema Electrónico de Detección y Rastreo de Mascotas es de \$ 272,75 dólares, cabe recalcar que por ser el primer prototipo el costo de construcción es un poco inferior a los dispositivos similares que se encuentran actualmente en el mercado extranjero, en caso de que dicho sistema se desee comercializar el costo de construcción será aún más económico debido a que el costo de diseño y planos ya se encuentran elaborados, motivo por el cual, el diseño será el mismo para los demás dispositivos y será uno de los primeros sistemas electrónicos disponibles en el mercado ecuatoriano.

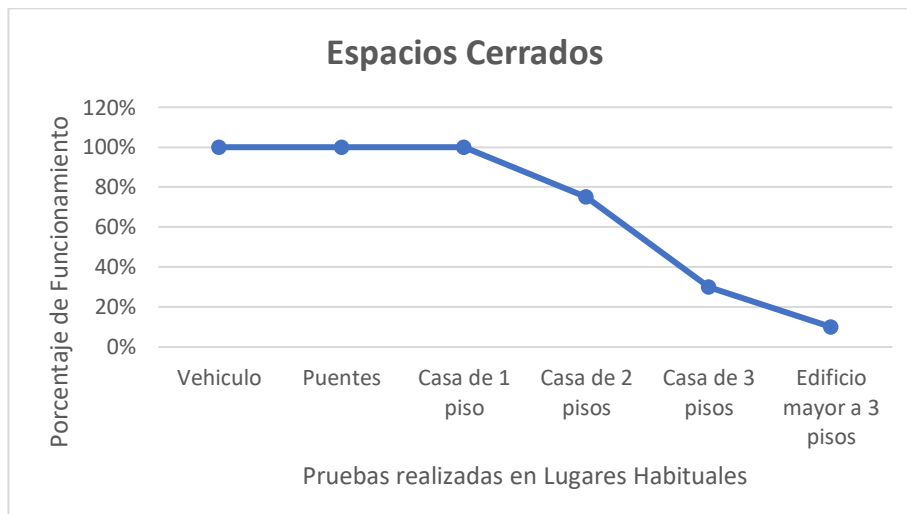
#### 4.12.4. Análisis de Fiabilidad del Sistema.

Para poder determinar la fiabilidad del sistema se ha realizado dos graficas para demostrar su funcionamiento. La primera grafica como se muestran en la figura 4.12.1, corresponde a las pruebas realizacas en los espacios libres.



**Figura 4.12.1.** Funcionalidad del Dispositivo en Espacio Libre.  
**Fuente:** Investigador

La figura 4.12.1, representa el estado de funcionamiento del dispositivo en espacios libres, donde 1 corresponde a una adecuada ejecución por parte del mismo. En esta grafica se visualiza que durante los 15 días que se puso en marcha al sistema, ha resultado de manera satisfactoria como lo esperado.



**Figura 4.12.2.** Funcionalidad del Dispositivo en Espacios Cerrados  
**Fuente:** Investigador

En la figura 4.12.2, representa el estado de operación del prototipo en espacios cerrados, donde se visualiza el porcentaje de funcionamiento correcto por parte del mismo para cada tipo de lugares que se frecuentan comúnmente. La grafica revela que en vehículos, puentes y casas de 1 piso ya sean de concreto o estructuras, el prototipo trabaja al 100%, pero en casas de 2 pisos su desempeño disminuye al 80%, en casas

de 3 pisos el dispositivo ya presenta ciertos inconvenientes ya que su funcionalidad disminuye a un 50%, esto se debe a que el prototipo genera problemas en establecer línea de vista directa con los satélites gps que se encuentran en órbita. Respecto al ultimo lugar de la tabla que corresponde a edificios que poseen mas de 3 pisos, el dispositivo presenta dos tipos de inconvenientes, los cuales son: perdida de vista con los satélites y poca cobertura GSM por parte de las operadoras móviles, ya que ambas señales sufren problemas en traspasar lugares cerrados. Al momento en que el dispositivo no captura correctamente la señal GPS entra en un bucle hasta encontrar la señal nuevamente, pero en otros casos si la señal GPS logra traspasar la informacion no se envía debido a que la cobertura GSM que hay en entornos cerrados es muy debil, motivo por el cual al salir de estos espacios el prototipo continúa trabajando con completa normalidad al recuperar la señal GPS y GSM.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Una vez concluido con la elaboración del trabajo investigativo, se llegó a las siguientes conclusiones:

- En conclusión, con la elaboración de este dispositivo se ha desarrollado un sistema de seguimiento y monitoreo económico, que permite un mayor control sobre las mascotas, evitando su pérdida debido a la alta precisión generada por la tecnología GPS que incorpora el prototipo, proporcionando al usuario un Interfaz con el acceso a la ubicación de sus mascotas desde donde se encuentren.
- Para determinar la precisión del prototipo se ha basado en los datasheets que muestran un margen de error de  $<2,5$  CEP, al realizar pruebas se determinó que dicho sistema ofrece datos muy precisos con respecto a la posición medida, pero al probarlo en interiores el margen de error aumenta considerablemente debido a la pérdida de vista directa con los satélites.
- El margen de error que genera el dispositivo al enviar la información al servidor corresponde a un total del 11,84% de error, dicho dato se ha obtenido de un análisis técnico realizado durante las pruebas de funcionamiento que se tomó determinando el número de paquetes perdidos al momento de enviar la información al servidor, demostrando que, de cada 152 coordenadas enviadas, el sistema pierde 18 paquetes y esto se debe a que en ciertas zonas de la ciudad existe menor cobertura GSM por parte de la operadora CLARO.



- El nivel de duración que ofrece la batería según los valores calculados que fueron tomados del datasheet del dispositivo, generan una duración cercana a 8 horas, pero al realizar varias pruebas de funcionamiento con el prototipo se obtuvo una duración de 5 horas con 30 minutos de funcionamiento real y continuo, esto se debe a que los datos tomados por parte del GSM corresponden al modo de Standby y en funcionamiento este módulo genera un mayor consumo de corriente.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- El prototipo se ha elaborado para ser implementado en mascotas con un contorno de cuello de 40 centímetros de diámetro como mínimo y hasta unos 60 centímetros como máximo, pero si se desea implementar en mascotas más pequeñas se puede adaptar el prototipo a un collar de menor tamaño que se ajuste al cuello de la mascota deseada.
- El sistema de monitoreo se desarrolló con las APIs de Google Maps, debido a que estas funciones se encuentran totalmente documentadas a comparación de otras APIs de mapas como lo son OpenLayers, OpenStreetMap, entre otras que a pesar de ser de código libre al no ser tan populares como la de Google Maps la información es algo escasa, creando barreras al momento de la programación.
- Al analizar las pruebas realizadas con el prototipo, se obtienen valores muy exactos, lo que permite a dicho sistema no solo implementarse en mascotas, sino que se puede adaptar dicho sistema hacia otro enfoque como lo es detección de vehículos, personas mayores con problemas de amnesia, entre otros.
- Para generar un funcionamiento correcto del dispositivo, es necesario encenderlo en el exterior, debido a que el dispositivo necesita observar al menos cuatro satélites en tiempo común para calcular las coordenadas X, Y, Z y el tiempo para brindar una ubicación precisa.

- Para el envío de las coordenadas capturadas hacia el servidor, es necesario que exista buena cobertura GSM de la operadora Claro, debido a que el sistema cuenta con este único medio de comunicación para enlazar conexión con el servidor y para el envío de datos hacia el mismo se debe realizar durante el intervalo de 1 minuto, de esta forma se da tiempo al sistema de realizar las peticiones http y evita saturación por parte del dispositivo, lo que garantiza un correcto funcionamiento del sistema.
- En el momento en que el nivel de la batería este por terminarse es necesario haber ingresado datos verdaderos en el registro, porque el sistema al detectar un nivel de batería bajo realizara una búsqueda en su base de datos hasta encontrar el correo electrónico registrado que corresponde al ID del dispositivo para emitir alertas necesarias al usuario.

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] V. Sabater, "Mi perro no es una mascota, es mi familia - La Mente es Maravillosa", La Mente es Maravillosa, (2015). [Online]. Available at: <https://lamenteesmaravillosa.com/perro-no-una-mascota-familia/>. [Accessed: 15 de enero del 2018].
- [2] L. F. Gómez, MV, Esp Clin; C. G. Atehortua, est de MV; S. C. Orozco P. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. "La influencia de las mascotas en la vida humana". (2007); 20: 377 - 386. [Online] Available at: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a16.pdf>. [Accessed: 15 de octubre del 2017].
- [3] "La mayoría de quienes tienen mascota radican en América Latina, Rusia y los EE.UU.", Gfk.com, (2016). [Online]. Available at: <http://www.gfk.com/es-co/insights/press-release/la-mayoria-de-quienes-tienen-mascota-radican-en-america-latina-rusia-y-los-eeuu-2/>. [Accessed: 15 de enero del 2018].
- [4] Dr. Becker, "Esta es la Causa por la que Muchas Mascotas Se Pierden", mascotas.mercola.com, (2017). [Online]. Available at: <https://mascotas.mercola.com/sitios/mascotas/archivo/2017/04/17/semana-de-etiquetas-de-identificacion-animal.aspx>. [Accessed: 15 de enero del 2018].
- [5] "3 de cada 5 familias tienen una mascota", El Telégrafo, (2015). [Online]. Available at: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/11/3-de-cada-5-familias-tienen-una-mascota>. [Accessed: 15 de enero del 2018].
- [6] Tomkiewicz, S., Fuller, M., Kie, J. and Bates, K. (2010). "Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research". *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1550), pp.2163-2176. [Online]. Available at: <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/365/1550/2163>. [Accessed: 29 de octubre del 2017].
- [7] A. R. Canché UC., J. I. Mukul Chi. "LocaPet. Localizador Satelital para Mascotas", Instituto Tecnológico de Mérida, Ingeniería Electrónica, Mérida, Yucatán, México,

(2013). [Online] Available at: <http://www.diee.net/wp-content/uploads/2014/11/LocaPet.-Canche-Uc-Mukul-Chi.-Taller-2.pdf>. [Accessed 29 de octubre del 2017].

[8] L.I. A. Castañeda Morfin, “Cómputo ubicuo en el control canino para actividades de caza”, Universidad de Colima, Facultad de Telemática, Colima, Col. (2015). [Online] Available at: [http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Casta%C3%B1eda%20Morfin%20Adri%C3%A1n.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Casta%C3%B1eda%20Morfin%20Adri%C3%A1n.pdf). [Accessed 29 de octubre del 2017].

[9] E. Gorandi, N. Clemares y A. Moltoni, “Collar con tecnología GPS para monitoreo animal”, Instituto de Ingeniería Rural, 01 Investigación y desarrollo en Electrónica, 2015, Año 1 - Numero 2. ISSN: 2468-9696. [Online]. Available at: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_laboratorio\\_de\\_agroelectronica\\_collar\\_con\\_gps.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_laboratorio_de_agroelectronica_collar_con_gps.pdf). [Accessed: 29 de octubre del 2017].

[10] S. Ribero Vairo. “Uso de códigos bidimensionales y posicionamiento para el reencuentro de mascotas con sus dueños”. Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Informática, (2016), [online]. Available at: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/59955/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/59955/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1). [Accessed: 29 de octubre del 2017].

[11] C. A. Andrade Parreño. “Diseño e implementación de un sistema cliente-servidor para el envío de posición y signos vitales de mascotas sobre dispositivos móviles en la plataforma Android”. Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Departamento de Eléctrica y Electrónica, (2016), [online]. Available at: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12016/3/T-ESPE-053447.pdf>. [Accessed: 01 de enero del 2017].

[12] Definición ABC. (2017). “Definición de Mascota”. [Online] Available at: <https://www.definicionabc.com/social/mascota.php> [Accessed 31 de octubre del 2017].

[13] O. Torrente Artero, Arduino Curso práctico de formación, 1st ed. México D.F.: Alfaomega, 2013, pp. 77-78.

- [14] W. Tomasi, *Sistemas de comunicaciones electrónicas* [recurso electrónico], 4th ed. México: Pearson Educación, 2003, pp. 1.
- [15] A. Delgado, ¿Qué es el hardware Libre? (2007). Eroski Consumer. [Online] Available at: <http://www.consumer.es/web/es/tecnologia/hardware/2007/11/20/171514.php>. [Accessed 30 de enero del 2018].
- [16] “¿Qué es el software libre? - Proyecto GNU - Free Software Foundation”, Gnu.org, (2018). [Online]. Available: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>. [Accessed: 30 de enero del 2018].
- [17] "Creación del sistema embebido Linux optimizado para la Raspberry Pi", raistech, 2017. [Online]. Available at: <https://raistech.wordpress.com/2015/06/12/creacion-del-sistema-embebido-linux-optimizado-para-la-raspberry-pi/>. [Accessed: 23 de octubre del 2017].
- [18] O. E. Castro Hernández, “Amperímetro digital de baja potencia implementado con microcontrolador PIC16F877A,” vol. 42, pp. 199–204, 2009.
- [19] W. Tomasi, *Sistemas de comunicaciones electrónicas* [recurso electrónico], 4th ed. México: Pearson Educación, 2003, pp. 898-900.
- [20] A. R. Oyarce Miño “Tarjeta de desarrollo para su uso sobre una red GSM con enfoque en telemetría”. Tesis para Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile. (2009). [Online]. Available at: [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103392/oyarce\\_a.pdf](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103392/oyarce_a.pdf). [Accessed: 25 de abril del 2018].
- [21] V. Núñez, C. Peña, L. Garzón, “Análisis comparativo de tecnologías para una solución de servicios de telemedicina”. (2009). [Online]. Available at: <http://www.redalyc.org/pdf/852/85212371012.pdf>. [Accessed: 05 de abril del 2018].
- [22] JMIndustrial Technology S.A. de C.V. “Diferencias entre GSM, GPRS, Bluetooth y Wi-Fi”. [Online]. Available at: [https://www.jmi.com.mx/documento\\_literatura/diferencia\\_GSM-GPRS-WiFi-Bluetooth.pdf](https://www.jmi.com.mx/documento_literatura/diferencia_GSM-GPRS-WiFi-Bluetooth.pdf). [Accessed: 05 de abril del 2018].

- [23] BlogElectrónica. “Las comunicaciones GPRS”. [Online]. Available at: <http://www.blogelectronica.com/que-es-la-tenologia-gprs/>. [Accessed: 26 de abril del 2018].
- [24] J. Sánchez Wevar. “Análisis y Estudio de Redes GPRS”. Universidad Austral de Chile. Tesis. (2005). [Online]. Available at: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcis211a/sources/bmfcis211a.pdf>. [Accessed: 27 de abril del 2018].
- [25] Naciones Unidas. “Sistemas Mundiales de Navegación por Satélite”. Nueva York. [2013]. [Online]. Available at: [http://www.unoosa.org/pdf/icg/2013/Ed\\_GNSS\\_S\\_ebook.pdf](http://www.unoosa.org/pdf/icg/2013/Ed_GNSS_S_ebook.pdf). [Accessed: 02 de agosto del 2018].
- [26] M. Ariel Edgardo. “GNSS: Descripción, Análisis y Comparación con los Sistemas de Navegación por Satélites”. Universidad Nacional de Córdoba. [2012]. [Online]. Available at: <http://www.bibliotecapca.org.ar/greenstone/collect/facagr/index/assoc/HASHa7ae.dir/doc.pdf>. [Accessed: 02 de agosto del 2018].
- [27] W. Tomasi, Sistemas de comunicaciones electrónicas [recurso electrónico], 4th ed. México: Pearson Educación, 2003, pp. 851-861.
- [28] L. Casanova, “Capitulo 10 SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (G.P.S.)” *Topogr. Plana*, 2002.
- [29] CIAT, “Capitulo 4 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL - GPS,” p. 29, 2007.
- [30] Mi Posicionamiento Web. “¿Qué es un dominio en Internet?”, [miposicionamientoweb.es](http://miposicionamientoweb.es), (2018). [Online]. Available at: <https://miposicionamientoweb.es/que-es-un-dominio/#-que-es-dominio-que-significa>. [Accessed: 26 de abril del 2018].
- [31] SQUADNetwork. “Web Hosting”, [Squad.com.ec](http://www.squad.com.ec), 2018. [Online]. Available at: <http://www.squad.com.ec/index.php/servicios/web-hosting>. [Accessed: 26 de abril del 2018].

- [32] C. E. Gómez, C. A. Candela, L. E. Sepúlveda. “Seguridad en la configuración del servidor web Apache”, INGE CUC, vol. 9, no. 2, pp. 31-38, 2013. [Online]. Available at: <http://revistascientificas.cuc.edu.co/index.php/ingecuc/article/view/3/72>. [Accessed: 27 de abril del 2018].
- [33] R. Navarro Marset. “REST Vs Web Service”. Modelado, Diseño e Implementación de Servicios Web 2006-2007. Universidad Politécnica de Valencia. [Online]. Available at: <http://users.dsic.upv.es/~rnavarro/NewWeb/docs/RestVsWebServices.pdf>. [Accessed: 27 de abril del 2018].
- [34] QodeBlog. “Web Services – REST vs SOAP”. 2013. [Online]. Available at: <http://qode.pro/blog/web-services-rest-vs-soap/>. [Accessed: 27 de abril del 2018].
- [35] D. Chaparro.” LAMP: Linux, Apache, MySQL y PHP/Perl”. (2006). [Online]. Available at: <http://viejo.dchaparro.net/doc/lamp.pdf>. [Accessed: 27 de abril del 2018].
- [36] Maestros del Web. “Los diferentes lenguajes de programación para la web”. 2007. [Online]. Available at: <http://www.maestrosdelweb.com/los-diferentes-lenguajes-de-programacion-para-la-web/>. [Accessed: 27 de abril del 2018].
- [37] Registro Nacional de Mascotas del Ecuador. “Registro nacional de mascotas del Ecuador.” 2017. [Online]. Available at: <http://www.registronacionaldemascotas.ec/somos/>. [Accessed: 11 de junio del 2018].
- [38] Petnet.ec. “Placas de identificación inteligente con código QR”. 2017. [Online]. Available at: <http://petnet.ec/inicio>. [Accessed: 11 de junio del 2018].
- [39] Tractive. “Tractive GPS Tracker para perros y Gatos”. 2018. [Online]. Available at: [https://tractive.com/int\\_es/pd/gps-tracker#/](https://tractive.com/int_es/pd/gps-tracker#/). [Accessed: 11 de junio del 2018].
- [40] Kippy. “GPS y monitor de actividad en un dispositivo”. 2018. [Online]. Available at: <https://www.kippy.eu/es/kippy-vita/>. [Accessed: 11 de junio del 2018].
- [41] Weenect. “Localizador GPS para perros”. 2018. [Online]. Available at: <https://www.weenect.com/shop-weenect-dogs.html#subscription>. [Accessed: 11 de junio del 2018].

- [42] C. Viloría Núñez, J. Cardona Peña, C. Lozano Garzón, “Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina”, *Ingeniería y Desarrollo*, núm. 25, 2009, pp. 200-217. ISSN: 0122-3461. [Online]. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85212371012>. [Accessed: 01 de agosto del 2018].
- [43] ARCOTEL, “Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones”, [Online]. Available at: <http://www.arcotel.gob.ec/espectro-radioelectrico/>. [Accessed: 08 de agosto del 2018].
- [44] ARCOTEL, “Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones – Boletín Estadístico”, [Online]. Available at: [http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Marzo-2018\\_f.pdf](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Marzo-2018_f.pdf). [Accessed: 08 de agosto del 2018].
- [45] I. Dopico Fernández. “Comparativa y representación en base a la precisión de un receptor en combinación con diferentes sistemas de transmisión GNSS”. *Tecnologías de Radiocomunicaciones*. Universidad Oberta de Catalunya. [2018]. [Online]. Available at: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/73765/7/idopicoTFM0118memoria.pdf>. [Accessed: 01 de agosto del 2018].
- [46] Seeed Studio – The IoT Hardware Enabler. “Wio Tracker - GPS, BT3.0, GSM, Arduino Compatible”. [Online]. Available at: [http://wiki.seeedstudio.com/wio\\_gps\\_board/](http://wiki.seeedstudio.com/wio_gps_board/). [Accessed: 26 de febrero del 2018].
- [47] Seeed Studio – The IoT Hardware Enabler. “LoNet 808 - Mini GSM y GPRS + GPS Breakout”. [Online]. Available at: <https://www.seeedstudio.com/LoNet-808-Mini-GSM%26amp%3BGPRS-%2B-GPS-Breakout-p-2493.html>. [Accessed: 26 de diciembre del 2018].
- [48] Seeed Studio – The IoT Hardware Enabler. “RePhone Geo Kit”. [Online]. Available at: [http://wiki.seeedstudio.com/RePhone\\_Geo\\_Kit/](http://wiki.seeedstudio.com/RePhone_Geo_Kit/). [Accessed: 26 de diciembre del 2018].



- [49] Seeed Studio – The IoT Hardware Enabler. “Xadow - GSM + BLE”. [Online]. Available at: [http://wiki.seeedstudio.com/Xadow\\_GSMPlusBLE/](http://wiki.seeedstudio.com/Xadow_GSMPlusBLE/). [Accessed: 10 de agosto del 2018].
- [50] Seeed Studio – The IoT Hardware Enabler. “Xadow - GPS V2”. [Online]. Available at: [http://wiki.seeedstudio.com/Xadow\\_GPS\\_V2/](http://wiki.seeedstudio.com/Xadow_GPS_V2/). [Accessed: 10 de agosto del 2018].
- [51] Seeed Studio – The IoT Hardware Enabler. “Xadow - GSM Breakout”. [Online]. Available at: [http://wiki.seeedstudio.com/Xadow\\_GSM\\_Breakout/](http://wiki.seeedstudio.com/Xadow_GSM_Breakout/). [Accessed: 10 de agosto del 2018].
- [52] Seeed Studio – The IoT Hardware Enabler. “RePhone Introduction”. [Online]. Available at: <http://wiki.seeedstudio.com/RePhone/>. [Accessed: 26 de diciembre del 2018].
- [53] “Motores de Bases de Datos”. 2014. [Online]. Available at: <https://pardodaniels.wordpress.com/2014/08/21/motores-de-bases-de-datos-ventajas-y-desventajas/>. [Accessed: 20 de agosto del 2018].
- [54] Infranetworking Ecuador. “Alojamiento Web Ecuador”. [Online]. Available at: <https://www.infranetworking.com/ecuador/web-hosting>. [Accessed: 10 de agosto del 2018].
- [55] HostGator. “Alojamiento Web Compartido”. [Online]. Available at: <https://www.hostgator.com/web-hosting>. [Accessed: 10 de agosto del 2018].
- [56] GoDaddy. “Web Hosting”. [Online]. Available at: <https://mx.godaddy.com/hosting/web-hosting>. [Accessed: 10 de agosto del 2018].
- [57] GoDaddy. “El dominio más popular del mundo”. [Online]. Available at: <https://mx.godaddy.com/tlds/com-domain>. [Accessed: 12 de agosto del 2018].
- [58] GoDaddy. “.website es su hogar en línea”. [Online]. Available at: <https://mx.godaddy.com/tlds/website-domain>. [Accessed: 12 de agosto del 2018].
- [59] GoDaddy. “Crea, innova y libera tu rebeldía interior.”. [Online]. Available at: <https://mx.godaddy.com/tlds/xyz-domain>. [Accessed: 12 de agosto del 2018].
- [60] Seeed Studio – The IoT Hardware Enabler. “Arduino IDE para RePhone Kit”. [Online]. Available at: [http://wiki.seeedstudio.com/Arduino\\_IDE\\_for\\_RePhone\\_Kit/](http://wiki.seeedstudio.com/Arduino_IDE_for_RePhone_Kit/). [Accessed: 15 de agosto del 2018].
- [61] Google Maps Platform. “Using MySQL and PHP with Google Maps”. 2018. [Online]. Available at: <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/mysql-to-maps>. [Accessed: 30 de agosto del 2018].
- [62] Digi-Key Electronics, “Calculador de vida útil de una batería”. [Online]. Available at: <https://www.digikey.com/es/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-battery-life>. [Accessed: 4 de septiembre del 2018].

[63] Novatel Positioning Leadership, “GPS Position Accuracy Measures”. 2003. [Online]. Available at: <https://www.novatel.com/assets/Documents/Bulletins/apn029.pdf>. [Accessed: 4 de septiembre del 2018].

# **ANEXOS**

## Anexo A1

### Algoritmo de Programación para el módulo Xadow GSM + BLE

Este algoritmo permite al dispositivo electrónico capturar las coordenadas GPS, obtener el nivel de la batería y establecer un ID para el dispositivo. Dicha información se envía al Servidor Web mediante el método GET para su respectivo procesamiento.

```
#include "L_https.h"
#include "L_GPS.h"
#include "L_Battery.h"
#include "string.h"
#include <stdio.h>

char server[80] = "http://rastreodemasotas.xyz/datos.php?";
char TEST_URL[128] = {0};
char part1[20] = "lat1=";
char part2[20] = "&lon1=";
char part3[20] = "&bat1=";
char part4[20] = "&id=AI2502S051";
float latitud;
float longitud;
int c;

void setup(void)
{
  Serial.begin(115200);
  //*****Inicio del Sistema GPS*****
  latitud=LGPS.get_latitude();
  longitud=LGPS.get_longitude();
  //Bucle
  while((latitud==0.000000)||(longitud==0.000000)){
    unsigned char *utc_date_time = 0;
    char buffer[50] = {0,};
    if(LGPS.check_online()){
      utc_date_time = LGPS.get_utc_date_time();
      sprintf(buffer, "GPS UTC:%d-%d-%d %d:%d:%d\r\n", utc_date_time[0],
utc_date_time[1], utc_date_time[2], utc_date_time[3],
utc_date_time[4],utc_date_time[5]);
      Serial.print(buffer);
      sprintf(buffer, "GPS status is %c\r\n", LGPS.get_status());
      Serial.print(buffer);
      latitud=LGPS.get_latitude();
      sprintf(buffer, "GPS latitude is %c:%f\r\n", LGPS.get_ns(), latitud);
      Serial.print(buffer);
      longitud=LGPS.get_longitude();
      sprintf(buffer, "GPS longitude is %c:%f\r\n", LGPS.get_ew(), longitud);
      Serial.print(buffer);
      sprintf(buffer, "GPS speed is %f\r\n", LGPS.get_speed());
      Serial.print(buffer);
    }
  }
}
```

```

    sprintf(buffer, "GPS course is %f\r\n", LGPS.get_course());
    Serial.print(buffer);
    sprintf(buffer, "GPS position fix is %c\r\n", LGPS.get_position_fix());
    Serial.print(buffer);
    sprintf(buffer, "GPS sate used is %d\r\n", LGPS.get_sate_used());
    Serial.print(buffer);
    sprintf(buffer, "GPS altitude is %f\r\n", LGPS.get_altitude());
    Serial.print(buffer);
    sprintf(buffer, "GPS mode is %c\r\n", LGPS.get_mode());
    Serial.print(buffer);
    sprintf(buffer, "GPS mode2 is %c\r\n", LGPS.get_mode2());
    Serial.print(buffer);
  }
  delay(1000);
}
}

void loop(void)
{
  delay(59000);
  //*****LGPS.get_ns() and LGPS.get_ew() return a char type '-'
  char ns = LGPS.get_ns();
  char ew = LGPS.get_ew();
  //*****Comprobar las coordenadas GPS*****
  latitud=LGPS.get_latitude();
  longitud=LGPS.get_longitude();
  while((latitud==0.000000)||(longitud==0.000000)){
    if(LGPS.check_online()){
      latitud=LGPS.get_latitude();
      longitud=LGPS.get_longitude();
    }
    delay(1000);
  }
  const int BUF_MAX = 128;
  char buf[BUF_MAX];
  const int VAL_MAX = 16;
  char lat[VAL_MAX];
  char lon[VAL_MAX];
  //Convierte de FLOAT a STRING
  dtostrf(latitud, 8, 6, lat);
  dtostrf(longitud, 8, 6, lon);
  //*****BATTERY*****
  c = LBattery.level();
  //*****Envio de los Datos*****
  while(Serial.available()){
    Serial.flush();
  }
  Serial.print("https test, GPS Test \r\n");
}

```

```

    sprintf(TEST_URL,
"%s%s%c%s%s%c%s%s%i%s",server,part1,ns,lat,part2,ew,lon,part3,c,part4);
    https.get_handle(print_url);
    https.connect(TEST_URL);
}

void print_url(char *content, unsigned long len)
{
    Serial.print(content);
}

//*****LIBRERIA dtostrf*****
char *dtostrf (double val, signed char width, unsigned char prec, char *sout)
{
    char fmt[20];
    sprintf(fmt, "%%%d.%df", width, prec);
    sprintf(sout, fmt, val);
    return sout;
}

```

## ANEXO B1

### Conexión con la Base de Datos (Conexión.php)

```
<?php
    require ("clave-mysql.php");
    //Para conectarme con PDO
    try{
        $conexion = new PDO('mysql:host='.$db_host.';dbname='.$db_nombre,
$db_usuario, $db_password);
        //$conexion->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE,
PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
        //echo "conectado ok";
    }catch(PDOException $prueba_error){
        echo "Error: " . $prueba_error->getMessage();
    }
?>
```

## ANEXO B2

### Almacenar información recibida por el dispositivo en la Base de Datos

#### (Datos.php)

```
<?php
//*****llama al php de conexion
require "clave-mysql.php";
//*****Establecer la zona horaria
date_default_timezone_set('Etc/GMT+5');
//**Obtiene la informacion enviada via metodo GET del Dispositivo Electrónico
$Latitud = $_GET['lat1'];
$Longitud = $_GET['lon1'];
$Bateria = $_GET['bat1'];
$iddisp2 = $_GET['id'];
$fecha = date("Y-m-d");
$hora = date("H:i:s");
$conexion = mysqli_connect($db_host, $db_usuario, $db_password, $db_nombre);
//**Ingresa los valores en la Base de Datos.
$query = "INSERT INTO coordenadas (latitud, longitud, bateria, iddisp2, fecha,
hora) VALUES ('$Latitud', '$Longitud', '$Bateria', '$iddisp2', '$fecha', '$hora)";
$result = mysqli_query($conexion, $query);
$correo = '';
while($fila = mysqli_fetch_array($result)){
    $correo .= $fila[1] . ',';
}
if($Bateria==33){
    $mail = "ALERTA DE PET LOCATOR <br> <br> !!!Cargue el
Dispositivo!!! <br> El porcentaje de la bateria es 33%";
    //Titulo
    $titulo = "Administrador de Pet Locator";
    //cabecera
    $headers = "MIME-Version: 1.0\r\n";
    $headers .= "Content-type: text/html; charset=iso-8859-1\r\n";
    //dirección del remitente
    $headers .= "From: Pet Locator Alerta < alvarogb91@outlook.com >\r\n";
    //Enviamos el mensaje al email registrado en el sistema.
    $bool = mail($correo,$titulo,$mail,$headers);
    if($bool){
        echo "Mensaje enviado";
    }else{
        echo "Mensaje no enviado";
    }
}
if (mysqli_query($conexion, $consulta)) {
    echo "<br>";
    echo "Datos ingresados correctamente";
    return true;
}?>
```



### ANEXO B3

#### Acceso a los Usuarios Registrados en la Base de Datos (Login.php).

```
<?php session_start();

if(isset($_SESSION['usuario'])) {
    header('location: index.php');
}

$error = "";

if($_SERVER['REQUEST_METHOD'] == 'POST'){

    $usuario = $_POST['usuario'];
    $clave = $_POST['clave'];
    $clave = hash('sha512', $clave);

    require("conexion.php");

    $statement = $conexion->prepare('
    SELECT * FROM login WHERE usuario = :usuario AND clave = :clave'
    );

    $statement->execute(array(
        'usuario' => $usuario,
        'clave' => $clave
    ));

    $resultado = $statement->fetch();

    if ($resultado !== false){
        $_SESSION['usuario'] = $usuario;
        header('location: principal.php');
    }else{
        $error .= '<i>Este usuario no existe</i>';
    }
}

require 'frontend/login-vista.php';

?>
```

## ANEXO B4 Registro para Nuevos Usuarios (Register.php)

```

<?php session_start();
//Para verificar si la sesion iniciada
if(isset($_SESSION['usuario'])) {
    header('location: index.php');
}
//Registro si los datos están enviados por post
if ($_SERVER['REQUEST_METHOD'] == 'POST'){

    $correo = $_POST['correo'];
    $usuario = $_POST['usuario'];
    $clave = $_POST['clave'];
    $clave2 = $_POST['clave2'];
    $iddisp = $_POST['iddisp'];
    //Para encriptar la clave
    $clave = hash('sha512', $clave);
    $clave2 = hash('sha512', $clave2);
    $error = "";
    if (empty($correo) or empty($usuario) or empty($clave) or empty($clave2) or
empty($iddisp)){
        $error .= '<i>Favor de rellenar todos los campos</i>';
    }else{
        require("conexion.php");
        $statement = $conexion->prepare('SELECT * FROM login WHERE usuario
= :usuario LIMIT 1');
        $statement->execute(array(':usuario' => $usuario));
        $resultado = $statement->fetch();
        if ($resultado != false){
            $error .= '<i>Este usuario ya existe</i>';
        }
        if ($clave != $clave2){
            $error .= '<i> Las contraseñas no coinciden</i>';
        }
    }
}
if ($error == ""){
    $statement = $conexion->prepare('INSERT INTO login (id, correo, usuario,
clave, iddisp) VALUES (null, :correo, :usuario, :clave, :iddisp)');
    $statement->execute(array(
        ':correo' => $correo,
        ':usuario' => $usuario,
        ':clave' => $clave,
        ':iddisp' => $iddisp
    ));
    $error .= '<i style="color: green;">Usuario registrado exitosamente</i>';
}
}
require 'frontend/register-vista.php';
?>

```

## ANEXO B5

### Acceso a los Usuarios Registrados en la Base de Datos vía Android (Login.php).

```
<?php

$username = filter_input(INPUT_POST, "username");
$password = filter_input(INPUT_POST, "password");
$password = hash('sha512',$password);

if(empty($username) or empty($password)){
    echo '0';
}
else{
    require "clave-mysql.php";
    $mysqli = new mysqli($db_host, $db_usuario, $db_password,
$db_nombre);

    $query = "SELECT * FROM login WHERE usuario='".$username.'"
AND clave='".$password.'";
    $result = mysqli_query($mysqli, $query);

    if($data=mysqli_fetch_array($result)){
        echo '1';
    }
}
?>
```

**ANEXO B6**  
**Registro para Nuevos Usuarios Android (Register.php)**

```
<?php
    //Mensajes
    //0'->Rellene todos los campos
    //1'->Usuario Agregado
    //2'->Usuario Existente
    //3'->Clave no Coincide
    $email = filter_input(INPUT_POST, "email");
    $username1 = filter_input(INPUT_POST, "user");
    $password1 = filter_input(INPUT_POST, "pass");
    $password1 = hash('sha512',$password1);
    $password2 = filter_input(INPUT_POST, "pass2");
    $password2 = hash('sha512',$password2);
    $iddisp = filter_input(INPUT_POST, "iddisp");

    require "clave-mysql.php";

    if(empty($email) or empty($username1) or empty($password1) or
empty($password2) or empty($iddisp)){
        echo '0';
    }else{
        $conexion = mysqli_connect($db_host, $db_usuario, $db_password,
$db_nombre);
        $consulta = "SELECT * FROM login WHERE usuario='$username1'
";
        $result = mysqli_query($conexion,$consulta);
        if(mysqli_num_rows($result)){
            echo '2';
        }else{
            if($password1==$password2){
                $query = "INSERT INTO login (iddisp, usuario,
correo, clave) VALUES ('$iddisp','$username1','$email','$password1')";
                $resultados = mysqli_query($conexion,$query);
                if($resultados){
                    echo '1';
                }
            }else{
                echo '3';
            }
        }
    }
?>
```

## ANEXO C1

### Vista de Interfaz Web para logueo de Usuarios (login-vista.php)

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head><meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=euc-jp">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
  <title>Login / Register</title>
  <meta name="viewport" content="width=device-width, user-scalable=no, initial-
scale=1.0, maximum-scale=1.0, minimum-scale=1.0">
  <link rel="stylesheet" href="icon/style.css">
  <link rel="stylesheet" href="css/style.css">
</head>
<body>
<div class="container-form">
  <div class="header">
    <div class="logo-title">
      
      <h2>Pet Locator</h2>
    </div>
    <div class="menu">
      <a href="login.php"><li class="module-login active">Login</li></a>
      <a href="register.php"><li class="module-register">Register</li></a>
    </div>
  </div>
  <form action="<?php echo htmlspecialchars($_SERVER['PHP_SELF']); ?>"
method="post" class="form">
    <div class="welcome-form"><h1>Bienvenido</h1><h2>Pet
Locator</h2></div>
    <div class="user line-input">
      <label class="lnr lnr-user"></label>
      <input type="text" placeholder="Nombre Usuario" name="usuario">
    </div>
    <div class="password line-input">
      <label class="lnr lnr-lock"></label>
      <input type="password" placeholder="Contraseña" name="clave">
    </div>
    <?php if(!empty($error)): ?>
    <div class="mensaje">
      <?php echo $error; ?>
    </div>
    <?php endif; ?>
    <button type="submit">Entrar<label class="lnr lnr-chevron-
right"></label></button>
  </form>
</div>
<script src="js/jquery.js"></script>
<script src="js/script.js"></script>
</body>
</html>
```

## ANEXO C2

### Vista de Interfaz Web para Registro de Usuarios (register-vista.php)

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head><meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=euc-jp">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
  <title>Login / Register</title>
  <meta name="viewport" content="width=device-width, user-scalable=no, initial-
scale=1.0, maximum-scale=1.0, minimum-scale=1.0">
  <link rel="stylesheet" href="icon/style.css">
  <link rel="stylesheet" href="css/style.css">
</head>
<body>
<div class="container-form">
  <div class="header">
    <div class="logo-title">
      
      <h2>Pet Locator</h2>
    </div>
    <div class="menu">
      <a href="login.php"><li class="module-login">Login</li></a>
      <a href="register.php"><li class="module-register
active">Register</li></a>
    </div>
  </div>
  <form action="<?php echo htmlspecialchars($_SERVER['PHP_SELF']); ?>"
method="post" class="form">
    <div class="welcome-form"><h1>Bienvenido</h1><h2>Pet
Locator</h2></div>
    <div class="user line-input">
      <label class="lnr lnr-envelope"></label>
      <input type="text" placeholder="Correo" name="correo">
    </div>
    <div class="user line-input">
      <label class="lnr lnr-user"></label>
      <input type="text" placeholder="Nombre Usuario" name="usuario">
    </div>
    <div class="password line-input">
      <label class="lnr lnr-lock"></label>
      <input type="password" placeholder="Contraseña" name="clave">
    </div>
    <div class="password line-input">
      <label class="lnr lnr-lock"></label>
      <input type="password" placeholder="Confirmar contraseña"
name="clave2">
    </div>
    <div class="user line-input">
      <label class="lnr lnr-tag"></label>
      <input type="text" placeholder="ID Dispositivo" name="iddisp">
    </div>
  </form>
</div>
</body>
</html>
```

```
</div>
<?php if(!empty($error)): ?>
<div class="mensaje">
    <?php echo $error; ?>
</div>
<?php endif; ?>
<button type="submit">Registrarse<label class="lnr lnr-chevron-
right"></label></button>
</form>
</div>
<script src="js/jquery.js"></script>
<script src="js/script.js"></script>
</body>
</html>
```

## ANEXO C3

### Vista Principal de la Interfaz Web del Sistema (Intro.php)

```

<?php
//Para verificar si la sesion iniciada
if(!isset($_SESSION['usuario'])) {
    header('Location: index.php');
}
$user=$_SESSION['usuario'];
?>
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=gb18030">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <title>Track Mascotas</title>
    <meta name="viewport" content="width=device-width, user-scalable=no,
initial-scale=1.0, maximum-scale=1.0, minimum-scale=1.0">
    <link rel="stylesheet" href="icon/style.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/style3.css">
</head>
<body>
    <div class="header">
        <div class="logo-title">
            
            <h2><?php echo "Bienvenido: ".$user?></h2>
        </div>
        <div class="menu">
            <a href="Aplicacion-Movil.php" class="module-login
active"><li>Aplicación Móvil</li></a>
            <a href="cerrar.php" class="module-register"><li>Cerrar Sesión</li></a>
        </div>
    </div>
    <?php
    require "clave-mysql.php";
    $connection = mysqli_connect($db_host, $db_usuario, $db_password,
$db_nombre);
    if (!$connection) {
        die('Not connected : ' . mysqli_error());
    }
    //Compruebo id dispositivo de login
    $sql = "SELECT * FROM login WHERE usuario='$user'";
    $result = mysqli_query($connection, $sql);
    while($fila=mysqli_fetch_array($result, MYSQLI_ASSOC)){
        $disp1=$fila['iddisp'];
    }
    date_default_timezone_set('Etc/GMT+5');
    $fecha = date("Y-m-d");
?>
    <div class="form" align="center">

```



```

        
    </div>
    <div class="info" align="center">
        <form action="mapa-gps.php" method="POST" class="send">
            
            <td><br><input align="center" type="text" name="dispo" id="dispo"
value="<?php echo$disp1;?>" readonly="readonly"></td> <br>
            
            <td><br><input type="date" required id="fecha"
name="fecha"/></td><br><br> <br>
            <div><input type="submit" title="enviar">
        </div>
    <div class="pets" align="center">
        
    </div>
</form>
</div>
</body>
</html>

```

## ANEXO C4

### Estilos CSS para la Interfaz Web (style.css)

```
*{
    margin: 0;
    padding: 0;
    box-sizing: border-box;
    font-family: 'Raleway';
    text-decoration: none;
}
body{
    background-image:
url(../image/bg5.jpg);
    background-position: center;
    background-attachment: fixed;
    background-size: cover;
}
.container-form{
    width: 100%;
    max-width: 700px;
    background: #fff;
    position: absolute;
    top: 50%;
    left: 50%;
    transform: translate(-50%, -50%);
    padding-bottom: 50px;
    overflow: hidden;
}
.header{
    width: 100%;
    height: 80px;
    padding: 10px;
    background: #282638;
    display: flex;
    position: relative;
}
.logo-title{
    display: flex;
    margin-top: 8px;
    margin-left: 10px;
}
.logo-title img{
    width: 40px;
    height: 50px;
}
.logo-title h2{
    margin-left: 10px;
    margin-top: 8px;
    color: white;
    font-weight: 300;
}
.menu{
    display: flex;
    position: absolute;
    right: 0px;
    top: 0px;
    color: white;
}
.menu li{
    list-style: none;
    padding: 30px;
    padding-bottom: 27px;
    font-weight: 300;
}
.line-li{
    border-bottom: 4px solid #5584FF;
}
.menu li:hover{
    border-bottom: 4px solid #fff;
    cursor: pointer;
}
a{
    color: white;
}
/*formulario Login*/
.form{
    width: 100%;
}
.form .welcome-form{
    display: flex;
    justify-content: center;
    margin-top: 40px;
}
.form .welcome-form h1{
    font-weight: 300;
    font-size: 30px;
    color: #898989;
}
.form .welcome-form h2{
    font-size: 34px;
    margin-left: 10px;
    margin-top: -4px;
    font-weight: bold;
    color: #5584FF;
}
```

```

.line-input{
  max-width: 350px;
  display: flex;
  border-bottom: 1px solid #efefef;
  margin: auto;
  margin-top: 40px;
  padding: 6px;
  position: relative;
}
.border-input{
  border-bottom: 1px solid #5584FF;
}
.line-input input{
  border-style: none;
  outline: 0px;
  margin-left: 10px;
  font-size: 16px;
  width: 100%;
  font-weight: 300;
}
.line-input label{
  font-size: 20px;
  position: relative;
  top: -4px;
  color: #0076ff;
}
.form button{
  width: 300px;
  height: 50px;
  display: block;
  margin: auto;
  margin-top: 50px;
  color: white;
  background: #5584FF;
  border-style: none;
  outline: 0px;
  border-radius: 50px;
  font-size: 16px;
  font-weight: bold;
  cursor: pointer;
}
.form button:hover{
  opacity: .9;
}

.form button label{
  position: relative;
  left: 50px;
  font-size: 10px;
  cursor: pointer;
}
.mensaje{
  width: 100%;
  max-width: 350px;
  margin: auto;
  margin-top: 20px;
  text-align: left;
  padding: 6px;
  color: red;
}
.active{
  border-bottom: 4px solid #5584FF;
}
/*Vista Principal*/
.welcome{
  width: 100%;
  max-width: 600px;
  margin: auto;
  margin-top: 100px;
  background: rgba(0,0,0,0.6);
  text-align: center;
  padding: 20px;
}
.welcome h1{
  font-size: 50px;
  color: white;
  font-weight: 100;
}
.welcome a{
  display: block;
  margin-top: 40px;
  font-size: 20px;
  padding: 10px;
  border: 1px solid white;
}
.welcome a:hover{
  color: black;
  background: white;
}

```

## ANEXO C5

### Algoritmo que Verifica el Inicio de Sesión del Sistema (index.php).

```
<?php session_start();  
//Seguridad Para mantener la sesion abierta  
if(isset($_SESSION['usuario'])) {  
    header('location: principal.php');  
}else{  
    header('location: login.php');  
}  
?>
```

**ANEXO C6**  
**(Principal.php)**

```
<?php session_start();

if(isset($_SESSION['usuario'])){
    //require 'frontend/principal-vista.php';
    require 'Intro.php';
}else{
    header ('location: login.php');
}

?>
```

## ANEXO C7

### Interfaz Principal del Sistema de Rastreo (Intro.php)

```
<?php
//Para verificar si la sesion iniciada
if(!isset($_SESSION['usuario'])) {
    header('Location: index.php');
}
$user=$_SESSION['usuario'];
?>
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=gb18030">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <title>Track Mascotas</title>
    <meta name="viewport" content="width=device-width, user-scalable=no,
initial-scale=1.0, maximum-scale=1.0, minimum-scale=1.0">
    <link rel="stylesheet" href="icon/style.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/style3.css">
</head>
<body>
    <div class="header">
        <div class="logo-title">
            
            <h2><?php echo "Bienvenido: ".$user?></h2>
        </div>
        <div class="menu">
            <a href="Aplicacion-Movil.php" class="module-login
active"><li>Aplicación Móvil</li></a>
            <a href="cerrar.php" class="module-register"><li>Cerrar Sesión</li></a>
        </div>
    </div>

    <?php
    require "clave-mysql.php";
    $connection = mysqli_connect($db_host, $db_usuario, $db_password,
$db_nombre);
    if (!$connection) {
        die('Not connected : ' . mysqli_error());
    }
    //Compruebo id dispositivo de login
    $sql = "SELECT * FROM login WHERE usuario='$user'";
    $result = mysqli_query($connection, $sql);
    while($fila=mysqli_fetch_array($result, MYSQLI_ASSOC)){
        $disp1=$fila['iddisp'];
    }
    date_default_timezone_set('Etc/GMT+5');
    $fecha = date("Y-m-d");
?>
```

```

<div class="form" align="center">
  
</div>
<div class="info" align="center">
  <form action="mapa-gps.php" method="POST" class="send">
    
    <td><br><input align="center" type="text" name="dispo" id="dispo"
value="<?php echo$disp1;?>" readonly="readonly"></td> <br>
    
    <td><br><input type="date" required id="fecha"
name="fecha"/></td><br><br> <br>
    <div><input type="submit" title="enviar">
    </div>
  <div class="pets" align="center">
    
  </div>
</form>
</div>
</body>
</html>

```

**ANEXO C8**  
**Algoritmo para Cerrar la Sesión en la interfaz Web. (Cerrar.php)**

```
<?php session_start();  
  
    session_destroy();  
    $_SESSION = array();  
  
    header('location: index.php');  
  
?>
```



**ANEXO C9**  
**Algoritmo para Visualizar el Código QR para Descargar la Aplicación Móvil**  
**(Aplicación-movil.php).**

```
<?php session_start();
//Para verificar si la sesion iniciada
if(!isset($_SESSION['usuario'])) {
    header('Location: index.php');
}
$user=$_SESSION['usuario'];

?>
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <meta charset="utf-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <title>Aplicacion Movil</title>
    <link rel="stylesheet" href="icon/style.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/style4.css">
</head>
<body>
    <div class="header">
    <div class="logo-title">
        
        <h2><?php echo "Bienvenido: ".$user?></h2>
    </div>
    <div class="menu">
        <a href="cerrar.php" class="module-register"><li>Cerrar Sesión</li></a>
    </div>
</div>
<div class="welcome">
    <h1><center>Aplicación Móvil</center></h1>
    <a><center></center></a>
</div>
</body>
</html>
```

**ANEXO C10**  
**Salida de Datos como XML mediante PHP (phpconxml.php)**

```
<?php
//Para verificar si la sesión iniciada
require "clave-mysql.php";
$fecha = $_GET['fecha'];
$dispositivo = $_GET['dispo'];

function parseToXML($htmlStr) {
    $xmlStr = str_replace('<', '&lt;', $htmlStr);
    $xmlStr = str_replace('>', '&gt;', $xmlStr);
    $xmlStr = str_replace('"', '&quot;', $xmlStr);
    $xmlStr = str_replace("'", '&#39;', $xmlStr);
    $xmlStr = str_replace("&", '&amp;', $xmlStr);
    return $xmlStr;
}

// Inicia una conexion con Mysql
$connection = mysqli_connect($db_host, $db_usuario, $db_password, $db_nombre);
if (!$connection) {
    die('Not connected : ' . mysqli_error());
}
// Selecciona todas las filas de la tabla coordenadas
$query = "SELECT * FROM coordenadas WHERE (iddisp2='$dispositivo') AND
(fecha='$fecha)";
$result = mysqli_query($connection, $query);
if (!$result) {
    die('Invalid query: ' . mysqli_error());
}
header("Content-type: text/xml");

// Inicia el archivo XML
echo '<markers>';

// Itere a través de las filas, imprimiendo nodos XML para cada
while ($row = @mysqli_fetch_assoc($result)) {
    // Agrega a XML los documentos del nodo
    echo '<marker ';
    echo 'id="" . parseToXML($row['id']) . "" ';
    echo 'fecha="" . parseToXML($row['fecha']) . "" ';
    echo 'hora="" . parseToXML($row['hora']) . "" ';
    echo 'latitud="" . $row['latitud'] . "" ';
    echo 'longitud="" . $row['longitud'] . "" ';
    echo 'bateria="" . parseToXML($row['bateria']) . "" ';
    echo '>';
}
// Fin del archivo XML
echo '</markers>';
?>
```

## ANEXO C11

### Algoritmo para la creación del Mapa (mapa-gps.php)

```
<?php session_start();
//Para verificar si la sesion iniciada
if(!isset($_SESSION['usuario'])) {
    header('Location: login.php');
}
$dispo = $_POST['dispo'];
$fecha = $_POST['fecha'];
$user = $_SESSION['usuario'];
?>
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<meta charset="utf-8">
<title>Track Mascotas</title>
<meta name="viewport" content="width=device-width, user-scalable=no, initial-scale=1.0,
maximum-scale=1.0, minimum-scale=1.0">
<style>
/* Establecer la altura del mapa para definir el elemento div
que tiene el mapa */
#map {
    height: 93%;
}
/* Opcional: Hace que la página se muestre completa por el mapa */
html, body {
    height: 100%;
    margin: 0;
    padding: 0;
}
/*CSS para el cuadro del Set Center*/
#goCenterUI, #setCenterUI {
    background-color: #F5FFFA;
    border: 2px solid #fff;
    border-radius: 3px;
    box-shadow: 0 2px 6px rgba(0,0,0,.3);
    cursor: pointer;
    float: left;
    margin-bottom: 22px;
    text-align: center;
}
/*CSS color Texto*/
#goCenterText, #setCenterText {
    color: rgb(25,25,25);
    font-family: Roboto,Arial,sans-serif;
    font:bold 12px "Trebuchet MS";
    font-size: 15px;
    line-height: 25px;
    padding-left: 0px;
    padding-right: 5px;
}
/*Espacio entre Set y Center Map*/
#setCenterUI {
    margin-left: 100px;
}
</style>
<link rel="stylesheet" href="css/style2.css">
</head>
```

```

<body>
  <div class="header">
    <div class="logo-title">
      
      <h2><?php echo "Bienvenido: ".$user?></h2>
    </div>
    <div class="menu">
      <a href="cerrar.php"><li class="module-register">Cerrar Sesión</li></a>
    </div>
  </div>

  <div id="map"></div>
  <script class>
    var map, infoWindow, intervalId;
    var ambato = {lat: -1.237773, lng: -78.624462};

    function CenterControl(controlDiv, map, center) {
      // Configuramos una variable para esto ya que estamos agregando detectores de eventos más
      // tarde
      var control = this;

      // Establecer la propiedad del centro en la construcción
      control.center_ = center;
      controlDiv.style.clear = 'both';

      // Establecer CSS para el control del borde
      var goCenterUI = document.createElement('div');
      goCenterUI.id = 'goCenterUI';
      goCenterUI.title = 'Presione para centrar el MAPA';
      controlDiv.appendChild(goCenterUI);

      // Establecer CSS para el control del interior
      var goCenterText = document.createElement('div');
      goCenterText.id = 'goCenterText';
      goCenterText.innerHTML = 'Centrar MAPA';
      goCenterUI.appendChild(goCenterText);

      // Establecer CSS para establecer el control del borde del setCenter
      var setCenterUI = document.createElement('div');
      setCenterUI.id = 'setCenterUI';
      setCenterUI.title = 'Presione para cambiar el centro del MAPA';
      controlDiv.appendChild(setCenterUI);

      // Establecer CSS para el control del interior
      var setCenterText = document.createElement('div');
      setCenterText.id = 'setCenterText';
      setCenterText.innerHTML = 'Establecer Centro';
      setCenterUI.appendChild(setCenterText);

      // Configura el evento listener del Click para 'Centrar Map':
      // Establece el centro del mapa en el centro actual del control
      goCenterUI.addEventListener('click', function() {
        var currentCenter = control.getCenter();
        map.setCenter(currentCenter);
      });

      // Configura el evento listener del Click para 'Establecer Centro':
      // Establece el centro del control en el centro actual del mapa
      setCenterUI.addEventListener('click', function() {

```

```

    var newCenter = map.getCenter();
    control.setCenter(newCenter);
  });
}

/*Define una propiedad para mantener el estado central*/
CenterControl.prototype.center_ = null;

/*Obtiene el centro del mapa.*/
CenterControl.prototype.getCenter = function() {
  return this.center_;
};

/*Establece el centro del mapa.*/
CenterControl.prototype.setCenter = function(center) {
  this.center_ = center;
};

/*Inicializa y agrega el mapa al cargar la pagina web*/
function initMap() {
  // Crea un nuevo objeto StyledMapType, pasándole una matriz de estilos
  // de vista nocturna y el nombre que se mostrará en el control del tipo de mapa.
  var styledMapType = new google.maps.StyledMapType([
    {elementType: 'geometry', stylers: [{color: '#242f3e'}]},
    {elementType: 'labels.text.stroke', stylers: [{color: '#242f3e'}]},
    {elementType: 'labels.text.fill', stylers: [{color: '#746855'}]},
    {
      featureType: 'administrative.locality',
      elementType: 'labels.text.fill',
      stylers: [{color: '#d59563'}]
    },
    {
      featureType: 'poi',
      elementType: 'labels.text.fill',
      stylers: [{color: '#d59563'}]
    },
    {
      featureType: 'poi.park',
      elementType: 'geometry',
      stylers: [{color: '#263c3f'}]
    },
    {
      featureType: 'poi.park',
      elementType: 'labels.text.fill',
      stylers: [{color: '#6b9a76'}]
    },
    {
      featureType: 'road',
      elementType: 'geometry',
      stylers: [{color: '#38414e'}]
    },
    {
      featureType: 'road',
      elementType: 'geometry.stroke',
      stylers: [{color: '#212a37'}]
    },
    {
      featureType: 'road',
      elementType: 'labels.text.fill',
      stylers: [{color: '#9ca5b3'}]
    }
  ]);
}

```

```

    },
    {
      featureType: 'road.highway',
      elementType: 'geometry',
      stylers: [{color: '#746855'}]
    },
    {
      featureType: 'road.highway',
      elementType: 'geometry.stroke',
      stylers: [{color: '#1f2835'}]
    },
    {
      featureType: 'road.highway',
      elementType: 'labels.text.fill',
      stylers: [{color: '#f3d19c'}]
    },
    {
      featureType: 'transit',
      elementType: 'geometry',
      stylers: [{color: '#2f3948'}]
    },
    {
      featureType: 'transit.station',
      elementType: 'labels.text.fill',
      stylers: [{color: '#d59563'}]
    },
    {
      featureType: 'water',
      elementType: 'geometry',
      stylers: [{color: '#17263c'}]
    },
    {
      featureType: 'water',
      elementType: 'labels.text.fill',
      stylers: [{color: '#515c6d'}]
    }
  ],
  {name: 'Vista Nocturna'});
//Busca el div del mapa en la pagina web
map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
  zoom: 12,
  center: ambato,
  gestureHandling: 'cooperative',
  //Tipos de visualizacion de mapas
  mapTypeControlOptions: {
    mapTypeIds: ['roadmap', 'satellite', 'hybrid', 'terrain', 'styled_map'],
    style: google.maps.MapTypeControlStyle.HORIZONTAL_BAR,
    position: google.maps.ControlPosition.TOP_CENTER
  },
  //Activar y posicionar el control para el zoom
  zoomControl: true,
  zoomControlOptions: {
    position: google.maps.ControlPosition.LEFT_CENTER
  },
  //Posicionar el streetview
  scaleControl: false,
  streetViewControl: true,
  streetViewControlOptions: {
    position: google.maps.ControlPosition.TOP_LEFT
  }
});

```

```

    },
    fullscreenControl: true
  });
  //Asociar el mapa con estilo con MapTypeId y configurarlo para mostrar.
  map.mapTypes.set('styled_map', styledMapType);
  //map.setMapTypeId('styled_map');

  // Crea el DIV para mantener el control y llama al CenterControl ()
  // constructor pasando en este DIV.
  var centerControlDiv = document.createElement('div');
  var centerControl = new CenterControl(centerControlDiv, map, ambato);

  centerControlDiv.index = 1;
  centerControlDiv.style['padding-top'] = '10px';
  map.controls[google.maps.ControlPosition.BOTTOM_CENTER].push(centerControlDiv);

  infoWindow = new google.maps.InfoWindow;
  //*****PRIMER MARKER*****+
  var fecha = "<?php echo $fecha;?>";
  var dispo = "<?php echo $dispo;?>";
  downloadUrl("phpconxml.php?dispo="+dispo+"&fecha="+fecha, function (data) {

    var xml = data.responseXML;
    var markers= xml.documentElement.getElementsByTagName("marker");
    var path = [];
    for (var i = 0; i < 2; i++) {
      var fecha = markers[i].getAttribute("fecha");
      var hora = markers[i].getAttribute("hora");
      var bateria = markers[i].getAttribute("bateria");
      var lat = parseFloat(markers[i].getAttribute("latitud"));
      var lng = parseFloat(markers[i].getAttribute("longitud"));
      var point = new google.maps.LatLng(lat,lng);
      path.push(point);
      var html = "<b><center>"+"Primer Marcador </center>"+<br> + "Fecha y Hora" + "</b>
<br> + fecha + " - " + hora +
        "<b><br> + "Latitud y Longitud" + "</b> <br> + lat + " , " + lng + "<b> <br>"
+ "Porcentaje Batería"+</b> <br>"+bateria+"% ";
      var marker = new google.maps.Marker({
        map: map,
        icon: 'http://maps.google.com/mapfiles/ms/icons/yellow-dot.png',
        position: point,
        draggable: false,
        animation: google.maps.Animation.DROP,
        //icon: 'map3.png'
      });
      bindInfoWindow(marker, map, infoWindow, html);
    }
    //Une los markers con lineas
    var polyline = new google.maps.Polyline({
      path: path,
      geodesic: true,
      strokeColor: "#FF0000",
      strokeOpacity: 1.0,
      strokeWeight: 3,
      clickable: false
    });
    //Grafica las lineas
    polyline.setMap(map);
  });

```

```

//*****
// Establece un Trigger downloadUrl en un intervalo de tiempo
intervalId = setInterval(triggerDownload, 10000);

} /*Fin de la funcion initMap */

function bindInfoWindow(marker, map, infoWindow, html) {
    google.maps.event.addListener(marker, 'click', function () {
        infoWindow.setContent(html);
        infoWindow.open(map, marker);
    });
}
function bindInfoWindow2(marker, map, infoWindow, html) {
    google.maps.event.addListener(marker, 'click', function () {
        infoWindow.setContent(html);
        infoWindow.open(map, marker);
    });
}
function triggerDownload() {
    // Llamamos a las coordenadas GPS en formato XML
    var fecha = "<?php echo $fecha;?>";
    var dispo = "<?php echo $dispo;?>";
    downloadUrl("phpconxml.php?dispo="+dispo+"&fecha="+fecha, function (data) {
        var xml = data.responseXML;
        var markers = xml.documentElement.getElementsByTagName("marker");
        var path = [];
        for (var i = 1; i < markers.length; i++) {
            var fecha = markers[i].getAttribute("fecha");
            var hora = markers[i].getAttribute("hora");
            var bateria = markers[i].getAttribute("bateria");
            var lat = parseFloat(markers[i].getAttribute("latitud"));
            var lng = parseFloat(markers[i].getAttribute("longitud"));
            var point = new google.maps.LatLng(lat,lng);
            path.push(point);
            var html = "<b><center>"+"Marcadores </center>"+"<br>" + "Fecha y Hora" + "</b> <br>" +
            fecha + " - " + hora + "<b> <br>" + "Latitud y Longitud" + "</b> <br>" + lat + " , " + lng + "<b>
            <br>" + "Porcentaje Batería"+"</b> <br>"+bateria+"%";
            var markertrack = new google.maps.Marker({
                map: map,
                position: point,
                draggable: false,
                icon: 'http://maps.google.com/mapfiles/ms/icons/blue-dot.png',
                animation: google.maps.Animation.DROP,
            });
            var markerpoint = new google.maps.Marker({
                map: map,
                position: point,
                draggable: false,
                icon: {
                    path: google.maps.SymbolPath.CIRCLE,
                    clickable: false,

                    fillColor: '#00f8fc',
                    fillOpacity: 1,
                    scale: 3,
                    strokeColor: '#224949',
                    strokeWeight: 2,
                }
            });
        }
    });
}

```



```

    },
    animation: google.maps.Animation.DROP,
    //icon: 'map3.png'
  });
  if(i==(markers.length-1)){
    markertrack.setMap(map);
  }else{
    markertrack.setMap(null);
    markerpoint.setMap(map);
  }
  bindInfoWindow(markerpoint, map, infoWindow, html);
}
bindInfoWindow2(markertrack, map, infoWindow, html);
//Une los markers con lineas
var polyline = new google.maps.Polyline({
  path: path,
  geodesic: true,
  strokeColor: "#FF0000",
  strokeOpacity: 1.0,
  strokeWeight: 3,
  clickable: false
});
//Grafica las lineas
polyline.setMap(map);
});
}
function downloadUrl(url, callback) {
  var request = window.ActiveXObject ?
  new ActiveXObject('Microsoft.XMLHTTP') :
  new XMLHttpRequest;
  request.onreadystatechange = function () {
    if (request.readyState == 4) {
      request.onreadystatechange = doNothing;
      callback(request, request.status);
    }
  };
  request.open('GET', url, true);
  request.send(null);
}
function doNothing() {}
</script>
<script async defer
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=YOUR_API_KEY&callback=initMap">
</script>
<script src="js/jquery.js"></script>
<script src="js/script.js"></script>
</body>
</html>

```

## ANEXO D1

### Actividad Inicial de la Interfaz Móvil (activity\_first.xml)

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:background="@drawable/fondo"
android:orientation="vertical"
android:visibility="visible"
tools:context=".FirstActivity">

    <LinearLayout
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="200dp"
        android:layout_weight="1"
        android:orientation="horizontal">

        <ImageView
            android:id="@+id/imageView3"
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="300dp"
            android:layout_margin="20dp"
            android:layout_weight="1"
            app:srcCompat="@drawable/logo" />
    </LinearLayout>

    <LinearLayout
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="70dp"
        android:layout_weight="1"
        android:gravity="end"
        android:orientation="horizontal">

        <ImageView
            android:id="@+id/imageView5"
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="200dp"
            android:layout_weight="1"
            app:srcCompat="@drawable/dog1" />

        <ImageView
            android:id="@+id/imageView6"
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="200dp"
            android:layout_weight="1"
            app:srcCompat="@drawable/cat1" />
    </LinearLayout>

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="50dp"
        android:layout_weight="1"
        android:gravity="top"
        android:orientation="horizontal">

        <Button
            android:id="@+id/btnini"
```

```

        style="@style/Widget.AppCompat.Button.Colored"
        android:layout_width="180dp"
        android:layout_height="80dp"
        android:layout_marginLeft="5dp"
        android:layout_weight="0"
        android:background="@drawable/boton1"
        android:textColor="@android:color/background_light"
        android:textSize="18sp"
        android:textStyle="bold"

    />

    <Button
        android:id="@+id/btnreg"
        android:layout_width="180dp"
        android:layout_height="80dp"
        android:layout_marginLeft="40dp"
        android:layout_weight="0"
        android:background="@drawable/boton2"
        android:textColor="@android:color/background_light"
        android:textSize="18sp"
        android:textStyle="bold" />

    <ImageView
        android:id="@+id/imageView18"
        android:layout_width="180dp"
        android:layout_height="80dp"
        android:layout_marginLeft="40dp"
        android:layout_weight="0"
        app:srcCompat="@drawable/boton2" />
</LinearLayout>

</LinearLayout>

```

## ANEXO D2

### Clase Inicial de la Interfaz Móvil (FirstActivity.java)

```
package com.example.alvaro.pet_locator;

import android.content.Intent;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.widget.Button;

public class FirstActivity extends AppCompatActivity {

    Button btnini, btnreg;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_first);

        btnini = findViewById(R.id.btnini);
        btnreg = findViewById(R.id.btnreg);

        btnini.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                Intent btnini = new Intent(FirstActivity.this,
LoginActivity.class);
                startActivity(btnini);
                finish();
            }
        });

        btnreg.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                Intent btnreg = new Intent(FirstActivity.this,
RegisterActivity.class);
                startActivity(btnreg);
                finish();
            }
        });
    }
}
```

## ANEXO D3

### Actividad de Logueo de la Interfaz Móvil (activity\_login.xml)

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:background="@drawable/fondo"
android:orientation="vertical"
tools:context=".LoginActivity">

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="horizontal">

    <ImageView
        android:id="@+id/imageView"
        android:layout_width="280dp"
        android:layout_height="70dp"
        android:layout_marginLeft="2dp"
        android:layout_marginRight="5dp"
        android:layout_marginTop="35dp"
        android:background="@drawable/inisesion1" />

    <ImageView
        android:id="@+id/imageView2"
        android:layout_width="80dp"
        android:layout_height="180dp"
        android:layout_weight="1"
        app:srcCompat="@drawable/dog2" />

</LinearLayout>

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="horizontal">

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"
        android:orientation="vertical">

        <EditText
            android:id="@+id/et_username"
            android:layout_width="300dp"
            android:layout_height="80dp"
            android:layout_marginLeft="30dp"
            android:ems="10"
            android:hint="Nombre de Usuario"
            android:inputType="textPersonName"
            android:textSize="28sp" />

        <ImageView
            android:id="@+id/imageView4"
            android:layout_width="300dp"
            android:layout_height="60dp"

```

```

        android:layout_marginLeft="30dp"
        app:srcCompat="@drawable/texto1" />

<EditText
    android:id="@+id/et_password"
    android:layout_width="290dp"
    android:layout_height="80dp"
    android:layout_marginLeft="30dp"
    android:ems="10"
    android:gravity="bottom"
    android:hint="Contraseña"
    android:inputType="textPassword"
    android:textSize="30sp" />

<ImageView
    android:id="@+id/imageView7"
    android:layout_width="300dp"
    android:layout_height="60dp"
    android:layout_marginLeft="30dp"
    app:srcCompat="@drawable/texto2" />

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:gravity="center"
    android:orientation="horizontal">

    <Button
        android:id="@+id/btn_login"
        android:layout_width="180dp"
        android:layout_height="80dp"
        android:layout_marginLeft="5dp"
        android:layout_weight="0"
        android:background="@drawable/boton5" />

    <Button
        android:id="@+id/btnatras"
        android:layout_width="180dp"
        android:layout_height="80dp"
        android:layout_marginLeft="5dp"
        android:layout_weight="0"
        android:background="@drawable/boton6" />

</LinearLayout>
</LinearLayout>
</LinearLayout>
</LinearLayout>

```

## ANEXO D4

### Clase del Logueo de la Interfaz Móvil (LoginActivity.java)

```
package com.example.alvaro.pet_locator;

import android.content.Intent;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.EditText;
import android.widget.Toast;

import com.android.volley.AuthFailureError;
import com.android.volley.Request;
import com.android.volley.Response;
import com.android.volley.VolleyError;
import com.android.volley.toolbox.StringRequest;
import com.android.volley.toolbox.Volley;

import java.util.HashMap;
import java.util.Map;

public class LoginActivity extends AppCompatActivity {

    Button btn_login, btnatras;
    EditText et_username, et_password;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_login);

        btn_login = findViewById(R.id.btn_login);
        btnatras = findViewById(R.id.btnatras);
        et_username = findViewById(R.id.et_username);
        et_password = findViewById(R.id.et_password);

        btn_login.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                login();
            }
        });

        btnatras.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                Intent btnatras = new Intent(LoginActivity.this,
                FirstActivity.class);
                startActivity(btnatras);
                finish();
            }
        });

        public void login() {
            StringRequest request = new
            StringRequest(Request.Method.POST,
            "http://rastreodemascotas.xyz/LoginApp/login.php",
            new Response.Listener<String>() {
                @Override
```

```

        public void onResponse(String response) {
            if(response.contains("0")){
                Toast.makeText(getApplicationContext(),
                    "Rellene Todos Los
Campos", Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }else if(response.contains("1")){
                Intent intent = new
Intent(LoginActivity.this, MainActivity.class);
                Bundle parametros = new Bundle();

parametros.putString("user", et_username.getText().toString());
                intent.putExtras(parametros);
                startActivity(intent);

            }else{
                Toast.makeText(getApplicationContext(),
                    "Usuario o Contraseña
Incorrecto", Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }
        }
    }, new Response.ErrorListener() {
        @Override
        public void onErrorResponse(VolleyError error) {

        }
    }
    ){
        @Override
        protected Map<String, String> getParams() throws
AuthFailureError {
            Map<String, String> params = new HashMap<>();

parametros.put("username", et_username.getText().toString());

parametros.put("password", et_password.getText().toString());
            return params;
        }
    };
    Volley.newRequestQueue(this).add(request);
}
}

```



## ANEXO D5

### Actividad de Registro de la Interfaz Móvil (activity\_register.xml)

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:background="@drawable/fondo"
android:orientation="vertical"
tools:context=".RegisterActivity">

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="horizontal">

    <ImageView
        android:id="@+id/imageView8"
        android:layout_width="280dp"
        android:layout_height="60dp"
        android:layout_marginLeft="2dp"
        android:layout_marginRight="5dp"
        android:layout_marginTop="15dp"
        android:layout_weight="0"
        app:srcCompat="@drawable/inisesion2" />

    <ImageView
        android:id="@+id/imageView9"
        android:layout_width="123dp"
        android:layout_height="80dp"
        android:layout_marginLeft="2dp"
        android:layout_weight="0"
        app:srcCompat="@drawable/cat2" />

</LinearLayout>

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:layout_weight="0"
    android:orientation="horizontal">

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"
        android:orientation="vertical">

        <EditText
            android:id="@+id/et_email"
            android:layout_width="290dp"
            android:layout_height="50dp"
            android:layout_marginLeft="30dp"
            android:ems="10"
            android:hint="Correo"
            android:inputType="textEmailAddress|textPersonName"
            android:textSize="24sp" />

        <ImageView
```

```

        android:id="@+id/imageView10"
        android:layout_width="300dp"
        android:layout_height="60dp"
        android:layout_marginLeft="30dp"
        app:srcCompat="@drawable/texto3" />

<EditText
    android:id="@+id/et_inuser"
    android:layout_width="290dp"
    android:layout_height="50dp"
    android:layout_marginLeft="30dp"
    android:ems="10"
    android:hint="Usuario"
    android:inputType="textPersonName"
    android:textSize="24sp" />

<ImageView
    android:id="@+id/imageView11"
    android:layout_width="300dp"
    android:layout_height="60dp"
    android:layout_marginLeft="30dp"
    app:srcCompat="@drawable/texto4" />

<EditText
    android:id="@+id/et_inpass"
    android:layout_width="290dp"
    android:layout_height="50dp"
    android:layout_marginLeft="30dp"
    android:ems="10"
    android:hint="Contraseña"
    android:inputType="textPassword"
    android:textSize="24sp" />

<ImageView
    android:id="@+id/imageView12"
    android:layout_width="300dp"
    android:layout_height="60dp"
    android:layout_marginLeft="30dp"
    app:srcCompat="@drawable/texto5" />

<EditText
    android:id="@+id/et_inpass2"
    android:layout_width="290dp"
    android:layout_height="50dp"
    android:layout_marginLeft="30dp"
    android:ems="10"
    android:hint="Confirmar Contraseña"
    android:inputType="textPassword"
    android:textSize="24sp" />

<ImageView
    android:id="@+id/imageView13"
    android:layout_width="300dp"
    android:layout_height="60dp"
    android:layout_marginLeft="30dp"
    app:srcCompat="@drawable/texto6" />

<EditText
    android:id="@+id/et_iddisp"
    android:layout_width="290dp"

```

```

        android:layout_height="50dp"
        android:layout_marginLeft="30dp"
        android:ems="10"
        android:hint="Id Dispositivo"
        android:inputType="textPersonName"
        android:textSize="24sp" />

<ImageView
    android:id="@+id/imageView14"
    android:layout_width="300dp"
    android:layout_height="60dp"
    android:layout_marginLeft="30dp"
    app:srcCompat="@drawable/texto7" />

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:gravity="fill_vertical|center"
    android:orientation="horizontal">

    <Button
        android:id="@+id/btn_save"
        android:layout_width="180dp"
        android:layout_height="50dp"
        android:layout_marginLeft="5dp"
        android:layout_weight="0"
        android:background="@drawable/boton3" />

    <Button
        android:id="@+id/btnatras"
        android:layout_width="180dp"
        android:layout_height="50dp"
        android:layout_marginLeft="5dp"
        android:layout_weight="0"
        android:background="@drawable/boton4" />

</LinearLayout>
</LinearLayout>
</LinearLayout>
</LinearLayout>

```

## ANEXO D6

### Clase de Registro de la Interfaz Móvil (RegisterActivity.java)

```
package com.example.alvaro.pet_locator;

import android.content.Intent;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.EditText;
import android.widget.Toast;

import com.android.volley.AuthFailureError;
import com.android.volley.Request;
import com.android.volley.Response;
import com.android.volley.VolleyError;
import com.android.volley.toolbox.StringRequest;
import com.android.volley.toolbox.Volley;

import java.util.HashMap;
import java.util.Map;

public class RegisterActivity extends AppCompatActivity {

    Button btn_save, btnatras;
    EditText et_email, et_inuser, et_inpass, et_inpass2, et_iddisp;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_register);

        btn_save = findViewById(R.id.btn_save);
        btnatras = findViewById(R.id.btnatras);
        et_email = findViewById(R.id.et_email);
        et_inuser = findViewById(R.id.et_inuser);
        et_inpass = findViewById(R.id.et_inpass);
        et_inpass2 = findViewById(R.id.et_inpass2);
        et_iddisp = findViewById(R.id.et_iddisp);

        btn_save.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                save();
            }
        });

        btnatras.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                Intent btnatras = new Intent(RegisterActivity.this,
FirstActivity.class);
                startActivity(btnatras);
                finish();
            }
        });
    }
    //*****SAVE*****
    public void save() {
        StringRequest request = new
```

```

StringRequest (Request.Method.POST,
"http://rastreodemascotas.xyz/LoginApp/register.php",
    new Response.Listener<String> () {
        @Override
        public void onResponse (String response) {
            if (response.contains ("0")) {
                Toast.makeText (getApplicationContext (),
                    "Rellene Todos Los Campos",
                    Toast.LENGTH_SHORT) .show ();
            } else if (response.contains ("1")) {
                Toast.makeText (getApplicationContext (),
                    "Usuario Agregado Correctamente", Toast.LENGTH_SHORT) .show ();
                et_email.setText ("");
                et_inuser.setText ("");
                et_inpass.setText ("");
                et_inpass2.setText ("");
                et_iddisp.setText ("");
            } else if (response.contains ("2")) {
                Toast.makeText (getApplicationContext (),
                    "Este Usuario Ya Existe", Toast.LENGTH_SHORT) .show ();
                et_email.setText ("");
                et_inuser.setText ("");
                et_inpass.setText ("");
                et_inpass2.setText ("");
                et_iddisp.setText ("");
            } else if (response.contains ("3")) {
                Toast.makeText (getApplicationContext (),
                    "Clave no Coincide", Toast.LENGTH_SHORT) .show ();
                et_inpass.setText ("");
                et_inpass2.setText ("");
            }
        }
    }, new Response.ErrorListener () {
        @Override
        public void onErrorResponse (VolleyError error) {
        }
    }) {
        @Override
        protected Map<String, String> getParams () throws AuthFailureError {
            Map<String, String> params = new HashMap<> ();
            params.put ("email", et_email.getText ().toString ());
            params.put ("user", et_inuser.getText ().toString ());
            params.put ("pass", et_inpass.getText ().toString ());
            params.put ("pass2", et_inpass2.getText ().toString ());
            params.put ("iddisp", et_iddisp.getText ().toString ());
            return params;
        }
    };
    Volley.newRequestQueue (this) .add (request);
}
}

```

## ANEXO D7

### Actividad Principal de la Interfaz Móvil (activity\_main.xml)

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:background="@drawable/fondo"
android:orientation="vertical"
tools:context=".MainActivity">

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="horizontal">

        <ImageView
            android:id="@+id/imageView15"
            android:layout_width="500dp"
            android:layout_height="50dp"
            android:layout_weight="1"
            android:contentDescription="@android:string/ok"
            app:srcCompat="@drawable/main1" />

        <TextView
            android:id="@+id/txt_user"
            android:layout_width="500dp"
            android:layout_height="46dp"
            android:layout_marginTop="2dp"
            android:layout_weight="1"
            android:background="@drawable/main2"
            android:gravity="center"

            android:textAppearance="@style/TextAppearance.AppCompat.Caption"
            android:textColor="@android:color/background_light"
            android:textSize="25sp"
            android:textStyle="normal" />
    </LinearLayout>

    <ImageView
        android:id="@+id/imageView16"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="80dp"
        android:layout_marginBottom="10dp"
        android:layout_marginTop="3dp"

        android:contentDescription="@android:string/VideoView_error_button"
        app:srcCompat="@drawable/titulo" />

    <ImageView
        android:id="@+id/imageView17"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="50dp"

        android:contentDescription="@android:string/VideoView_error_button"
        app:srcCompat="@drawable/main3" />

    <TextView
```

```

        android:id="@+id/txt_iddis"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="40dp"
        android:layout_margin="10dp"
        android:background="#9c73571d"
        android:enabled="false"
        android:gravity="center"
        android:textColor="@android:color/background_light"
        android:textSize="24sp" />

<Button
    android:id="@+id/btn_calendar"
    android:layout_width="220dp"
    android:layout_height="40dp"
    android:layout_gravity="center"
    android:layout_marginTop="5dp"
    android:background="@drawable/main5" />

<ImageView
    android:id="@+id/imageView19"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="50dp"

    android:contentDescription="@android:string/VideoView_error_button"
    app:srcCompat="@drawable/main4" />

<TextView
    android:id="@+id/txt_calendar"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="40dp"
    android:layout_margin="10dp"
    android:background="#9c73571d"
    android:enabled="false"
    android:gravity="center"
    android:text="aaaa/mm/dd"
    android:textColor="@android:color/background_light"
    android:textSize="24sp" />

<Button
    android:id="@+id/btn_map"
    android:layout_width="220dp"
    android:layout_height="40dp"
    android:layout_gravity="center"
    android:layout_marginTop="15dp"
    android:background="@drawable/main6" />

<ImageView
    android:id="@+id/imageView20"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"

    android:contentDescription="@android:string/VideoView_error_button"
    app:srcCompat="@drawable/main7" />

</LinearLayout>

```

## ANEXO D8

### Clase Principal de la Interfaz Móvil (MainActivity.java)

```
package com.example.alvaro.pet_locator;

import android.content.Intent;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.TextView;

import com.android.volley.AuthFailureError;
import com.android.volley.Request;
import com.android.volley.Response;
import com.android.volley.VolleyError;
import com.android.volley.toolbox.StringRequest;
import com.android.volley.toolbox.Volley;

import java.util.HashMap;
import java.util.Map;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {
    private static final String TAG = "MainActivity";
    private TextView txt_iddis, txt_calendar, txt_user;
    private Button btn_calendar, btn_map;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        txt_calendar = findViewById(R.id.txt_calendar);
        txt_user = findViewById(R.id.txt_user);
        txt_iddis = findViewById(R.id.txt_iddis);
        btn_calendar = findViewById(R.id.btn_calendar);
        btn_map = findViewById(R.id.btn_map);

        //*****ID del
        Dispositivo*****//
        StringRequest request = new
        StringRequest(Request.Method.POST,
        "http://rastreodemasotas.xyz/LoginApp/dispositivo.php",
        new Response.Listener<String>() {

            public void onResponse(String response) {
                txt_iddis.setText(response);
            }
        }, new Response.ErrorListener() {
            @Override
            public void onErrorResponse(VolleyError error) {

            }
        }
        ){
            @Override
            protected Map<String, String> getParams() throws
            AuthFailureError {
                Map<String, String> params = new HashMap<>();
```



```

params.put("username", txt_user.getText().toString());
        return params;
    }
};
Volley.newRequestQueue(this).add(request);

//*****

Intent incomingIntent = getIntent();
String user = incomingIntent.getStringExtra("user");
txt_user.setText(user);
String date = incomingIntent.getStringExtra("date");
txt_calendar.setText(date);

btn_calendar.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        Intent intent = new Intent(MainActivity.this,
CalendarActivity.class);
        Bundle parametros = new Bundle();

params.putString("user", txt_user.getText().toString());
        intent.putExtras(parametros);
        startActivity(intent);

    }
});

btn_map.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        Intent intent2 = new Intent(MainActivity.this,
MapActivity.class);
        Bundle parametros = new Bundle();

params.putString("calendar", txt_calendar.getText().toString());

params.putString("iddis", txt_iddis.getText().toString());

params.putString("user", txt_user.getText().toString());
        intent2.putExtras(parametros);
        startActivity(intent2);

    }
});
}
}

```

## ANEXO D9

### Actividad del Calendario para la Interfaz Móvil (activity\_calendar.xml)

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:background="@drawable/fondo"
    android:orientation="vertical">

    <TextView
        android:id="@+id/textView6"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="200dp"
        android:layout_gravity="center"
        android:layout_marginTop="15dp"
        android:layout_weight="0"
        android:gravity="center"
        android:text="Historial de Paseo"
        android:textColor="@android:color/holo_blue_light"
        android:textSize="45sp"
        android:textStyle="bold" />

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"
        android:layout_margin="20dp"
        android:layout_weight="0"
        android:background="@drawable/capsu_calen"
        android:gravity="center"
        android:orientation="horizontal">

        <CalendarView
            android:id="@+id/calendarView"
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:layout_gravity="center"
            android:background="@color/colorCrema"
            android:foregroundGravity="center" />
    </LinearLayout>
</LinearLayout>
```

## ANEXO D10

### Clase del Calendario para la Interfaz Móvil (calendarActivity.java)

```
package com.example.alvaro.pet_locator;

import android.content.Intent;
import android.support.annotation.NonNull;
import android.support.annotation.Nullable;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.util.Log;
import android.widget.CalendarView;

public class CalendarActivity extends AppCompatActivity {

    private static final String TAG = "CalendarActivity";
    private CalendarView mCalendarView;

    @Override
    protected void onCreate(@Nullable Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_calendar);

        mCalendarView = findViewById(R.id.calendarView);
        mCalendarView.setOnDateChangeListener(new
CalendarView.OnDateChangeListener() {
            @Override
            public void onSelectedDayChange(@NonNull CalendarView
view, int year, int month, int dayOfMonth) {
                Intent incomingIntent = getIntent();
                String user = incomingIntent.getStringExtra("user");
                String date = year + "/" + (month+1) + "/" +
dayOfMonth;
                Log.d(TAG, "onSelectedDayChange: dd/mm/yyyy: " +
date);
                Intent intent = new Intent(CalendarActivity.this,
MainActivity.class);
                intent.putExtra("date", date);
                intent.putExtra("user", user);
                startActivity(intent);
                finish();
            }
        });
    }
}
```

## ANEXO D11

### Actividad del Mapa para la Interfaz Móvil (activity\_map.xml)

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:background="@drawable/fondo"
android:orientation="vertical"
tools:context=".MapActivity">

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="horizontal">

        <ImageView
            android:id="@+id/imageView21"
            android:layout_width="500dp"
            android:layout_height="50dp"
            android:layout_weight="1"
            app:srcCompat="@drawable/main1" />

        <TextView
            android:id="@+id/txt_user"
            android:layout_width="500dp"
            android:layout_height="46dp"
            android:layout_marginTop="2dp"
            android:layout_weight="1"
            android:background="@drawable/main2"
            android:gravity="center"
            android:textColor="@android:color/background_light"
            android:textSize="25sp"
            android:textStyle="normal|bold" />

    </LinearLayout>

    <WebView
        android:id="@+id/webview"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent" />

</LinearLayout>
```

## ANEXO D12

### Clase del Mapa para la Interfaz Móvil (MapActivity.java)

```
package com.example.alvaro.pet_locator;

import android.content.Intent;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.util.Log;
import android.view.KeyEvent;

import android.webkit.WebView;
import android.webkit.WebViewClient;
import android.widget.TextView;

public class MapActivity extends AppCompatActivity {

    //private WebView webview;
    private TextView txt_user;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_map);

        txt_user = findViewById(R.id.txt_user);

        Intent thisform = getIntent();
        String fecha = thisform.getStringExtra("calendar");
        String iddis = thisform.getStringExtra("iddis");
        String user = thisform.getStringExtra("user");
        txt_user.setText(user);

        WebView webView = (WebView) this.findViewById(R.id.webview);
        webView.setWebViewClient(new WebViewClient());
        webView.getSettings().setJavaScriptEnabled(true);
        webView.loadUrl("http://rastreodemascotas.xyz/LoginApp/mapa-
gps.php?fecha="+fecha+"&dispo="+iddis);

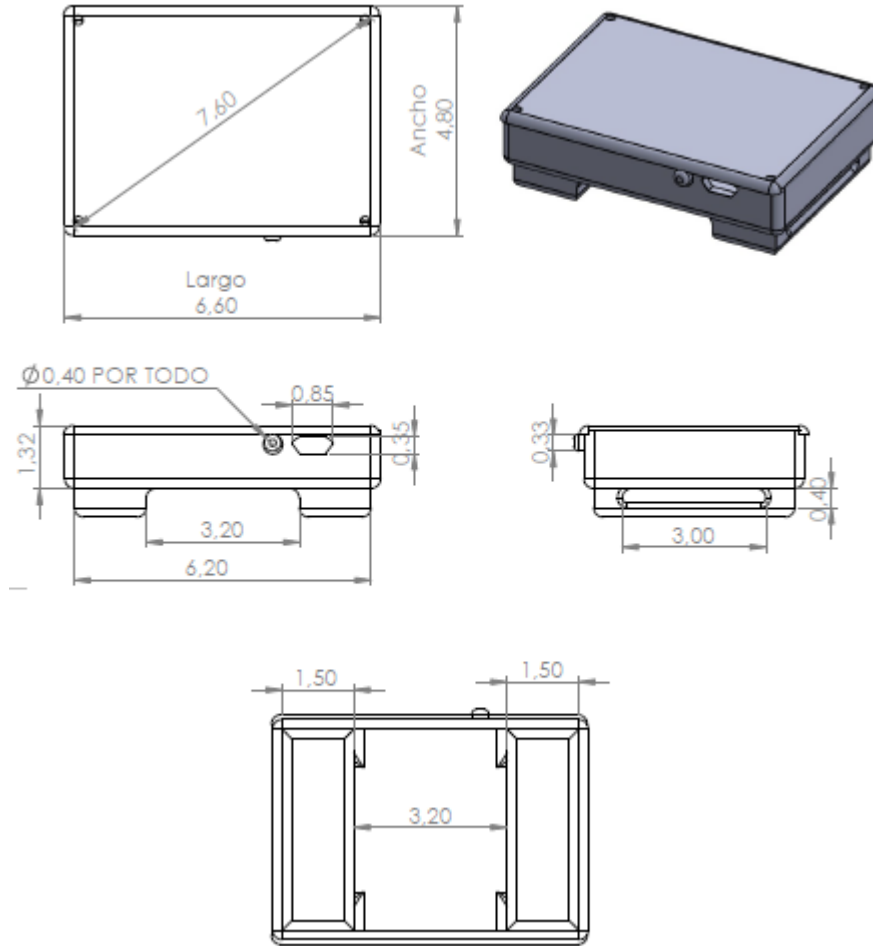
    }
    @Override
    public boolean onKeyDown(int keyCode, KeyEvent event) {
        Log.i("Ejemplo", "Se dio clic en la tecla: " + keyCode + " y
se ejecutara onBackPressed()");

        onBackPressed();
        finish();
        return super.onKeyDown(keyCode, event);
    }
}
```

## ANEXO E1

### Planos de la Carcasa para el Dispositivo Electrónico.


Planos con las medidas de la fabricación para la carcasa en 3D del Dispositivo Electrónico realizado en Solid Works.



# ANEXO E2

## Planos del módulo Xadow GSM+BLE

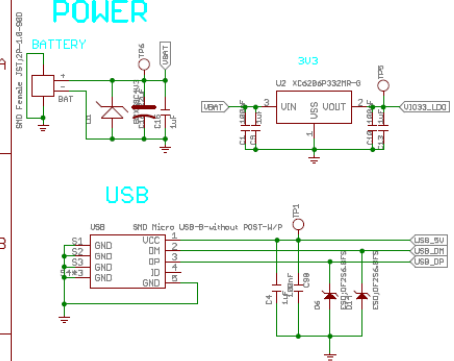
REV	Description	DATE	designer
U1.01	1 INITIAL RELEASE	2015/04/30	Vincent
U1.02	1 Change 11 PIN connector to FH35C-11S-0,3SHK50 2 Change 35 PIN connector to FH26-35S-0,3SH4 3 Relayout	2015/05/26	Vincent
U1.03	1 CTP_EINT to Pin 98	2015/08/07	Vincent



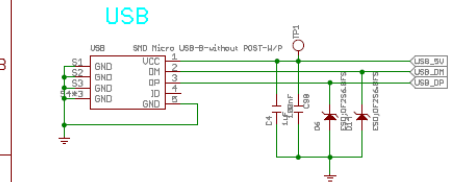
TITLE: Xadow GSM+BLE v1.0

CC-BY-SA Design: Vincent Check: Albert Date: 2015/8/19 19:09:41 Vision: v1.0 Sheet: 1/1

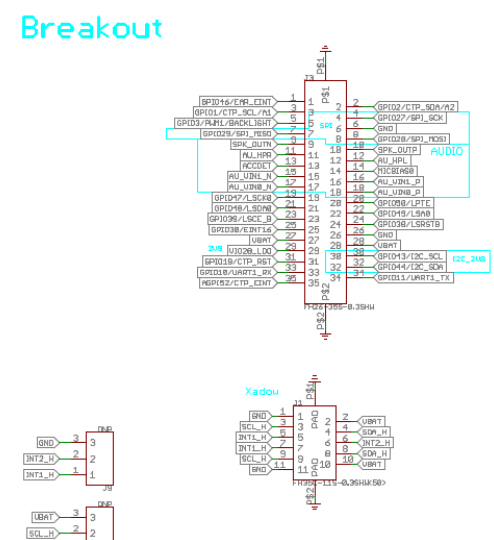
### POWER




### USB



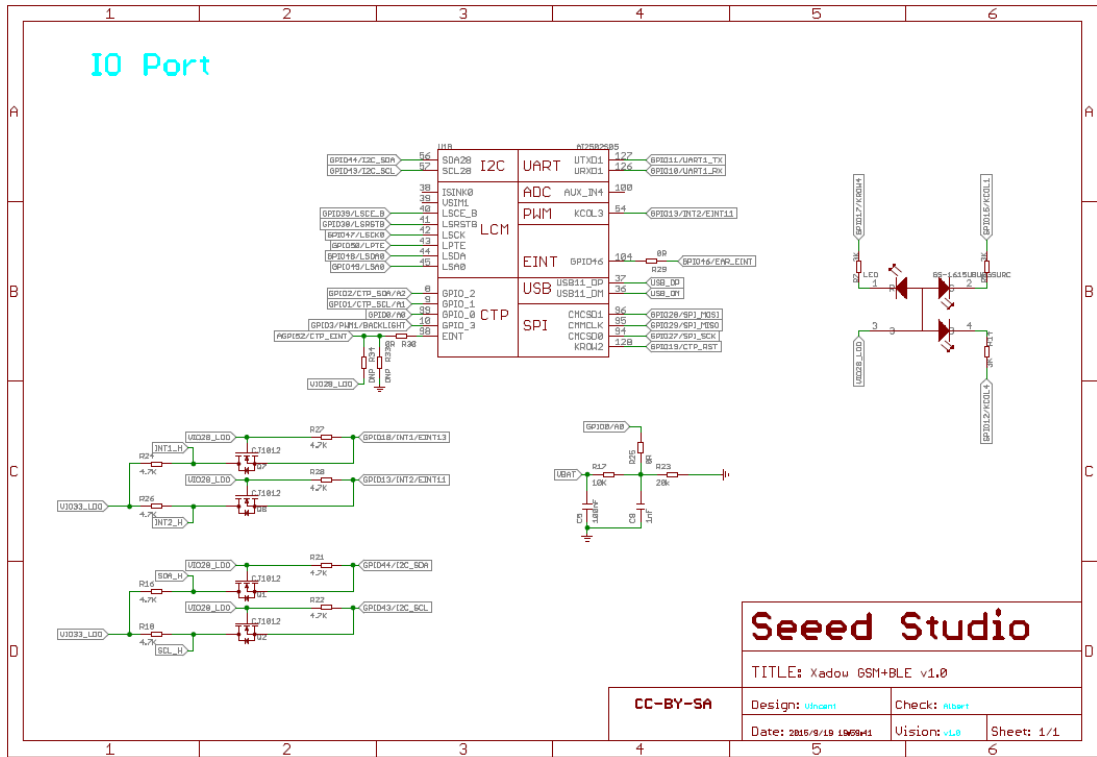
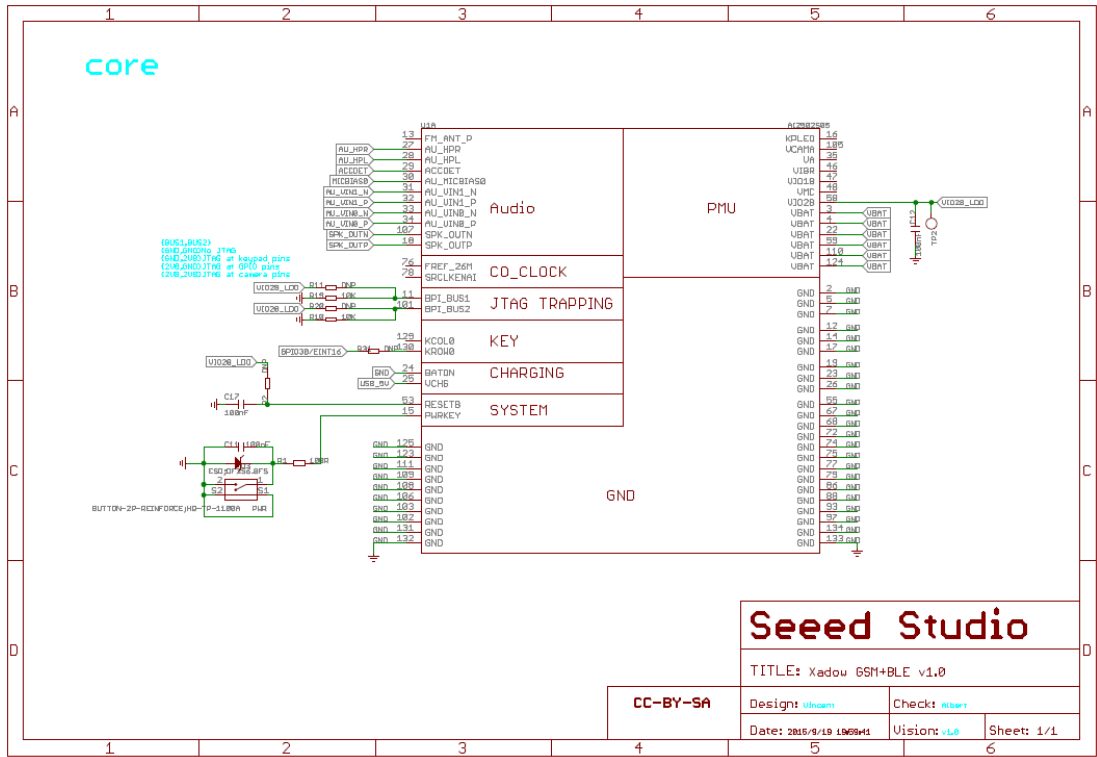
### Breakout



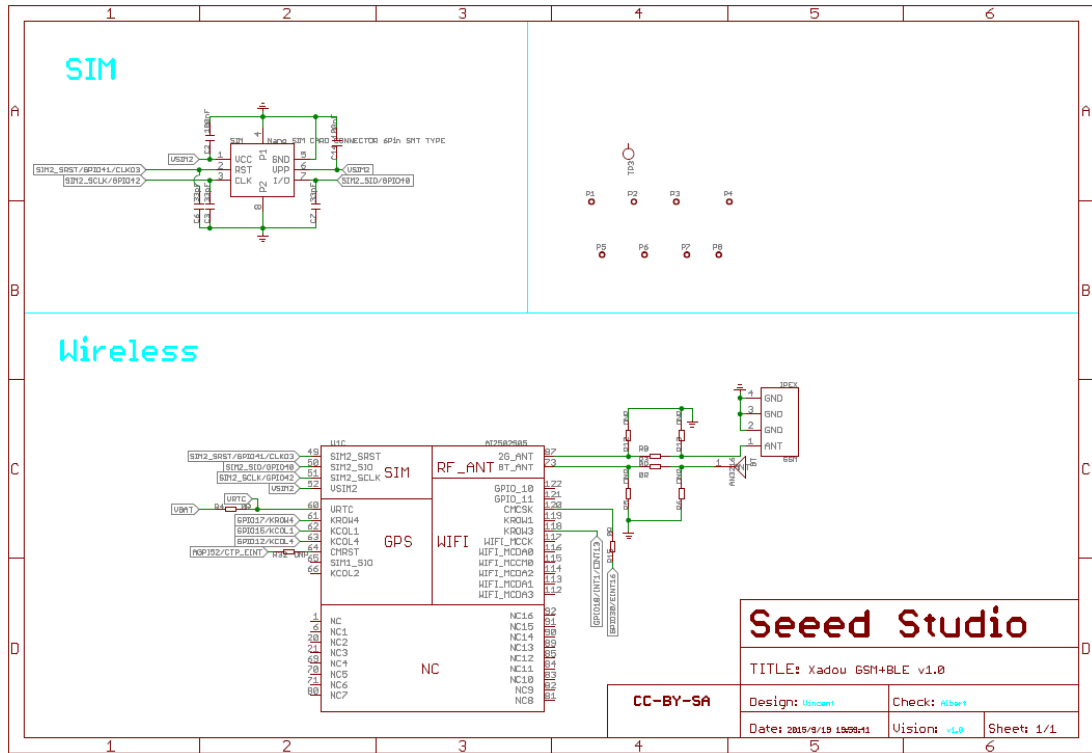


TITLE: Xadow GSM+BLE v1.0

CC-BY-SA Design: Vincent Check: Albert Date: 2015/8/19 19:09:41 Vision: v1.0 Sheet: 1/1







**Seed Studio**

TITLE: Xadow BSM+BLE v1.0

CC-BY-SA Design: [Upcent](#) Check: [Albert](#)

Date: 2015/5/19 15:05:41 Vision: v1.0 Sheet: 1/1

## ANEXO E3

### Planos del módulo Xadow GPS v2

