



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACUTAD DE SISTEMAS Y  
TELECOMUNICACIONES**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN**

**“Desarrollo de aplicación web, dispositivo de monitoreo y  
localización basado en los protocolos GPS/GSM/GPRS para  
embarcaciones en el amarradero del puerto de Santa Rosa.”**

**AUTOR**

ALEXANDER WLADIMIR CHELE ALVIA

**PROFESOR TUTOR**

ING. CARLOS CASTILLO YAGUAL

LA LIBERTAD – ECUADOR

2021

## AGRADECIMIENTO

Agradezco al Dios sublime y Todopoderoso, por la vida y mucho más por las adversidades que se presentaron en el día a día, pero que a pesar de todo se logró el objetivo.

A mi Padre Evelio F. Chele Ch., que me infundió consejos para llegar hacer ejemplo de bien en la sociedad, siendo esto una gran estimulación para alcanzar mi objetivo.

A mi madre Carmen Z. Alvia R., por ser un pilar fundamental en mi formación, ya que gracias a sus consejos me han servido de gran ayuda durante mis estudios universitarios.

A los docentes de la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, por impartir sus conocimientos que han hecho posible alcanzar el objetivo.

Alexander Wladimir Chele Alvia

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor/Tutora del trabajo de titulación denominado: “**Desarrollo de aplicación web, dispositivo de monitoreo y localización basado en los protocolos GPS/GSM/GPRS para embarcaciones en el amarradero del puerto de Santa Rosa**”, elaborado por la estudiante **Chele Alvia Alexander Wladimir**, de la carrera de Informática/Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes y autorizo al estudiante para que inicia los trámites legales correspondientes.

La libertad, agosto del 2021



.....

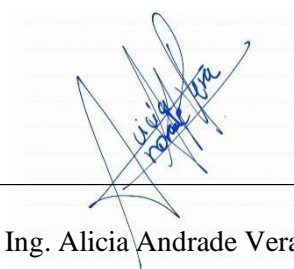
**Ing. Carlos Castillo Yagual**

**TRIBUNAL DE GRADO**



Ing. Torres Guin Washington, MSc

**DIRECTOR DE CARRERA DE  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**



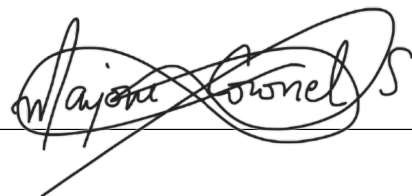
Ing. Alicia Andrade Vera, Mgt

**DOCENTE ESPECIALISTA**



Ing. Carlos Castillo Yagual, Mis

**PROFESOR TUTOR**



Ing. Marjorie Coronel Suárez, Mgti..

**PROFESOR DE ÁREA**

## RESUMEN

En el puerto de Santa Rosa cuneta con personal privado de seguridad de embarcaciones conocidos como guardias y personal de Guarda Costa dirigidas por la Capitanía de Salinas. En el puerto ha existido índices de robo, a pesar de que existe seguridad por parte del guarda Costa y los Guardias. En la presente propuesta se desarrolla un dispositivo para el monitoreo constante de la embarcación, así como una aplicación web para la gestión de usuarios, embarcaciones, dispositivos y la geocercas.

La metodología utilizada para el desarrollo del trabajo fue la metodología incremental. Esta metodología permite dividir el trabajo realizado en fases para el desarrollo y mejora del mismo. Mediante el uso de mensajería tales como SMS, correo electrónico permiten la notificación al personal de guarda costa de Santa Rosa cuando una embarcación sale de la geocercas asignada sin una previa desactivación por parte del propietario. El dispositivo que enviara las coordenadas, mediante GPS esta desarrollado con las placas Arduino Uno, SIM900 y GT-U7.

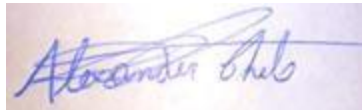
## ABSTRACT

In the port of Santa Rosa there is a gutter with private security personnel for vessels known as guards and Guarda Costa personnel directed by the Captaincy of Salinas. In the port there have been rates of theft, despite the fact that there is security by the Coast Guard and the Guards. In this proposal, a device is developed for the constant monitoring of the vessel, as well as a web application for the management of users, vessels, devices and geofences.

The methodology used for the development of the work was the incremental methodology. This methodology allows dividing the work carried out into phases for its development and improvement. Through the use of messaging such as SMS, email, they allow notification to the Santa Rosa coast guard staff when a vessel leaves the assigned geofences without prior deactivation by the owner. The device that will send the coordinates, using GPS, is developed with the Arduino Uno, SIM900 and GT-U7 boards.

## DECLARACIÓN

El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored surface. The signature is cursive and appears to read "Alexander Chele".

-----  
ALEXANDER WLADIMIR CHELE ALVIA

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>I</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b>	<b>II</b>
<b>TRIBUNAL DE GRADO</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>V</b>
<b>DECLARACIÓN</b>	<b>VI</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b>	<b>VII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>2</b>
<b>1. FUNDAMENTACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES</b>	<b>2</b>
<b>1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>5</b>
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
<b>1.3.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>9</b>
<b>1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>9</b>
<b>1.4 JUSTIFICACIÓN</b>	<b>10</b>
<b>1.5 METODOLOGÍA</b>	<b>12</b>
<b>1.5.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>12</b>
<b>1.5.2 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO</b>	<b>13</b>
<b>1.5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>	<b>13</b>
<b>1.5.4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>15</b>
<b>2 LA PROPUESTA</b>	<b>15</b>
<b>2.1 MARCO CONTEXTUAL</b>	<b>15</b>
<b>2.1.1 CONSTITUCIÓN DE LA ARMADA DEL ECUADOR</b>	<b>15</b>
<b>2.1.2 INTERVENCIÓN DEL CUERPO DE GUARDACOSTAS A TRAVÉS DEL MARCO JURÍDICO DEL ECUADOR</b>	<b>16</b>
<b>2.1.3 GENERALIDADES DEL RETÉN NAVAL DEL PUERTO SANTA ROSA</b>	<b>17</b>
<b>2.1.4 UBICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN</b>	<b>18</b>
<b>2.1.5 FUNCIONES DEL COMANDO DE GUARDACOSTAS</b>	<b>18</b>
<b>2.2 MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>19</b>



<b>2.2.1 VISUAL CODE</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2 SERVIDOR WEB</b>	<b>20</b>
<b>2.2.4 FIREBASE</b>	<b>21</b>
<b>2.2.5 TWILIO</b>	<b>22</b>
<b>2.2.6 APLICACIÓN WEB</b>	<b>22</b>
<b>2.2.7 ANGULAR</b>	<b>22</b>
<b>2.2.8 CHART.JS</b>	<b>23</b>
<b>2.2.9 API DE GOOGLE MAPS</b>	<b>23</b>
<b>2.2.10 TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN MÓVIL</b>	<b>23</b>
<b>2.2.11 SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)</b>	<b>24</b>
<b>2.2.12 ARDUINO IDE</b>	<b>24</b>
<b>2.2.13 COMANDOS AT</b>	<b>25</b>
<b>2.2.14 MODELO INCREMENTAL</b>	<b>25</b>
<b>2.3 MARCO TEÓRICO</b>	<b>25</b>
<b>2.3.1 LA ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS OAS Y PROGRAMAS DE MONITOREO DE EMBARCACIONES</b>	<b>25</b>
<b>2.3.2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO ALARMA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DEL VEHÍCULO A TRAVÉS DEL SISTEMA GSM Y GPS</b>	<b>26</b>
<b>2.3.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL CENTRO DE OPERACIONES GUARDA COSTA PARA LA NEUTRALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ILÍCITAS EN LOS ESPACIOS ACUÁTICOS</b>	<b>27</b>
<b>2.4 COMPONENTES DE LA PROPUESTA</b>	<b>27</b>
<b>2.4.1 APLICACIÓN WEB</b>	<b>28</b>
<b>2.4.2 DISPOSITIVO ELECTRÓNICO</b>	<b>29</b>
<b>2.5 REQUERIMIENTO DEL SISTEMA</b>	<b>30</b>
<b>2.5.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES</b>	<b>30</b>
<b>2.6 DISEÑO DE LA PROPUESTA</b>	<b>33</b>
<b>2.6.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA</b>	<b>33</b>
<b>2.6.2 DIAGRAMAS DE CASO DE USO DEL SISTEMA</b>	<b>33</b>
<b>2.6.3 CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS Y CIRCUITO</b>	<b>40</b>
<b>2.6.4 CONFIGURACIÓN</b>	<b>44</b>
<b>2.6.5 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS</b>	<b>50</b>
<b>2.6.6 DISEÑO DE INTERFACES</b>	<b>52</b>
<b>2.6.7 DICCIONARIO DE DATOS</b>	<b>55</b>
<b>2.7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD</b>	<b>55</b>
<b>2.7.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA</b>	<b>55</b>

<b>2.7.2 FACTIBILIDAD FINANCIERA</b>	<b>56</b>
<b>2.8 RESULTADOS</b>	<b>58</b>
<b>2.8.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	<b>58</b>
<b>2.8.2 RESULTADOS FINALES</b>	<b>72</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>73</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Figura 1	Gráfico de metodología cascada.....	15
Figura 2	Jurisdicción de la capitanía de Salinas y retenes navales .....	16
Figura 3	Ubicación del retén de Santa Rosa .....	18
Figura 4	Arquitectura del sistema .....	33
Figura 5	Diagrama de caso de uso general del sistema.....	34
Figura 6	Diagrama de asignar embarcación.....	35
Figura 7	Diagrama de asignar dispositivos .....	36
Figura 8	Diagrama de monitorear embarcación.....	37
Figura 9	Diagrama de monitorear embarcación.....	38
Figura 10	Diagrama de generar reportes .....	38
Figura 11	Diagrama de registrar posiciones.....	39
Figura 12	Arduino Uno R3 [19].....	40
Figura 13	Modulo GPS GT-U7[21] .....	41
Figura 14	Modulo GSM/GPRS SIM900 [20] .....	42
Figura 15	Batería de 5v con salida de 1 Amperio y 2 Amperio.....	43
Figura 16	Diagrama de conexión de los módulos y circuito.....	43
Figura 17	Aplicación web localizada en el servicio de Hosting .....	45
Figura 18	Grafica de las conexiones del módulo GT-U7.....	46
Figura 19	Variación de posiciones del módulo GT-U7 .....	47
Figura 20	Trama obtenida del módulo GT-U7.....	48
Figura 21	Vista del envío de datos desde el puerto serial del ide de Arduino .....	50
Figura 22	Modelo físico de la base de datos .....	51
Figura 23	Interfaz de monitoreo del sistema.....	53
Figura 24	Interfaz de registro de embarcaciones .....	53
Figura 25	Interfaz de registro de dispositivo.....	54
Figura 26	Interfaz de reporte.....	54
Figura 27	Factibilidad Técnica – Hardware.....	55
Figura 28	Factibilidad Técnica-Software.....	56
Figura 29	Factibilidad Técnica-Servicios .....	56
Figura 30	Factibilidad Técnica-Recurso Humano .....	56
Figura 31	Factibilidad Financiera-Hardware .....	57
Figura 32	Factibilidad Financiera-Software.....	58
Figura 33	Factibilidad Financiera-Desarrollo .....	58
Figura 34	Mapa geográfico de la cobertura de CNT en la provincia de Santa Elena .....	68
Figura 35	Registro de los datos enviado por el dispositivo a la base de datos.....	69
Figura 36	Prueba del dispositivo mar a fuera.....	69
Figura 37	Captura de pantalla de la recepción de SMS .....	71
Figura 38	Captura de pantalla de la recepción de Correo electrónico.....	71
Figura 39	Obtención de las key para conexión .....	84
Figura 40	Configuración del tipo de autenticación.....	84
Figura 41	Configuración para el mensaje de autenticación.....	85

Figura 42	Uso del software U-Center .....	86
Figura 43	Trama enviada por el dispositivo.....	104
Figura 44	Pruebas con el dispositivo en entorno de desarrollo.....	104
Figura 45	Manual de usuario - Pantalla de inicio de sesión.....	105
Figura 46	Manual de usuario - Inicio de sesión por primera vez.....	105
Figura 47	Manual de usuario - Envió de correo de verificación.....	106
Figura 48	Manual de usuario - correo electrónico de verificación .....	106
Figura 49	Modulo de usuario - Verificación del correo electrónico.....	107
Figura 50	Modulo de usuario - Interfaz de monitoreo .....	107
Figura 51	Manual de usuario - Interfaz de monitoreo del usuario armador.....	109
Figura 52	Manual de usuario - lista de usuarios .....	110
Figura 53	Manual de usuario - lista de usuarios Vista desde un móvil.....	110
Figura 54	Manual de usuario - formulario de registro para usuarios.....	111
Figura 55	Manual de usuario - Formulario de registro para embarcaciones.....	111
Figura 56	Manual de usuario - Formulario de registro para dispositivos .....	112
Figura 57	Manual de usuario - Formulario de la geo cerca .....	112
Figura 58	Manual de usuario - mensaje de eliminación.....	113
Figura 59	Manual de usuario - Representación de incidentes.....	113
Figura 60	Manual de usuario - Modulo de reporte .....	114
Figura 61	Manual de usuario - Reporte generad por la aplicación web.....	114
Figura 62	Manual de usuario - Grafica de incidente y nivel de batería .....	115
Figura 63	Manual de usuario - Vista de posiciones en el mapa.....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Tabla 1	Caso de uso asignar embarcación .....	35
Tabla 2	Caso de uso de asignar dispositivo .....	36
Tabla 3	Caso de uso de generar reportes.....	39
Tabla 4	Caso de uso de registrar posiciones .....	40
Tabla 5	Detalle del consumo energético del módulo SIM900 [48] .....	42
Tabla 6	Comandos para el desarrollo de la aplicación web .....	44
Tabla 7	Comando para el desarrollo del api, cloud functions.....	45
Tabla 6	Comandos para la obtención de las coordenadas GPS .....	48
Tabla 7	Comandos utilizados para el envío y recepción de SMS .....	49
Tabla 8	Comandos utilizados para la conexión con el servidor web .....	49
Tabla 9	Interfaz para el inicio de sección .....	52
Tabla 10	Prueba N.º 1: Iniciar sesión.....	59
Tabla 11	Prueba N.º 2: Gestión de usuario .....	60
Tabla 12	Prueba N.º 3: Gestión de embarcaciones .....	61
Tabla 13	Prueba N.º 4: Gestión de geo cerca.....	62
Tabla 14	Prueba N.º 5: Gestión de dispositivos .....	63
Tabla 15	Prueba N.º 6: Visualización de embarcaciones en el mapa.....	64
Tabla 16	Prueba N.º 7: Visualización de reporte .....	66
Tabla 17	Prueba N.º 8: Envío de coordenadas .....	67
Tabla 18	Dispositivo de geolocalización parte frontal.....	67
Tabla 19	Dispositivo de geolocalización parte trasera.....	67
Tabla 20	Prueba N.º 9: Notificaciones SMS y correo electrónico .....	70
Tabla 21	Diccionario de datos -- colección usuario.....	87
Tabla 22	Diccionario de datos -- colección usuarioTelefono .....	88
Tabla 23	Diccionario de datos -- colección embarcación .....	89
Tabla 24	Diccionario de datos -- colección dataNotificacion .....	90
Tabla 25	Diccionario de datos -- colección geocerca .....	90
Tabla 26	Diccionario de datos -- colección dispositivo .....	91
Tabla 27	Diccionario de datos -- colección posicion .....	91
Tabla 28	Diccionario de datos -- colección alarmasTodas .....	92
Tabla 29	Diccionario de datos -- colección desconexion.....	93
Tabla 30	Diccionario de datos -- colección bateriaBaja .....	93
Tabla 31	Diccionario de datos -- colección notificacionDFGeocerca .....	94
Tabla 32	Diccionario de datos -- colección posicionesTodas .....	95

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>N</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PAGINA</b>
Anexo 1	Entrevista realizada al Cabo segundo Joe Soria a cargo del retén naval de Santa Rosa	81
Anexo 2	Entrevista realiza a Lino González Gabriel uno de los guardianes del puerto de Santa Rosa	82
Anexo 3	Configuración del servidor y aplicación web	83
Anexo 4	Vista general de la interacción del módulo GT-U7 y el software U-Center	86
Anexo 5	Diccionario de datos	86
Anexo 6	Programación del dispositivo	95
Anexo 7	Trama enviada por el dispositivo	104
Anexo 8	Manual de usuario	104



## **INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto tiene como propósito el desarrollo de una aplicación web y dispositivo para el monitoreo de embarcaciones en el amarradero del puerto de Santa Rosa, permitiendo localizar la ubicación de la embarcación con el uso de la red telefónica.

La aplicación permitirá a los usuarios administradores o guarda costa asignar propietarios de embarcaciones, ingreso de dispositivos y asignación de geocercas a los mismo. Debido a que la placa SIM900 es una placa para comunicación móvil permitirá la conexión a la red celular. Enviando coordenadas al servidor el cual procesara la información y verificara que el dispositivo este en un rango menor a la geocercas asignada.

En el capítulo 1 se halla toda la información sobre la problemática que presenta el puerto de Santa Rosa respecto al robo de embarcaciones, herramientas utilizadas, descripción del proyecto, objetivos, justificación metodología utilizada.

En el capítulo 2 se centra en la solución que se utilizó para el desarrollo de la propuesta, así como el marco contextual, legislación de Guardacostas del puerto, diagramas, estudio de factibilidad, pruebas y resultados obtenidos.



# **CAPÍTULO I**

## **1. FUNDAMENTACIÓN**

### **1.1 Antecedentes**

En el Ecuador en las provincias costeras existe índices de delincuencia, a partir del año 2014 se registraron 110 denuncias de robo, para septiembre del 2019 aumento a 611 denuncias. En la provincia de Santa Elena el 2016 se registró 221 denuncias y para el 2019 se registra 72 denuncias. El robo de embarcación, equipos de navegación, motores y materiales de pesca representa perdida aproximadamente de \$30.000 [1]. Afectando directamente a los dueños de las embarcaciones, de los cuales pocos solventaran la perdida con el seguro pesquero.

Dentro de la provincia de Santa Elena, se encuentra el puerto de Santa Rosa considerado como uno de los puertos con mayor índice de delincuencia e inseguridad [2]. Existe aproximadamente 1200 embarcaciones activas de las cuales la mayoría es de vidrio con motores 75hp de potencia y pocos barcos de tipo nodrizas. El puerto está dedicado a la actividad pesquera y comercial, realizada por aproximadamente 2.125 pescadores y 752 embarcaciones registradas para la extracción de peses entre de las especies más comercializadas son: Albacora, Corvina, Dorado, Pez Espada, entro otras especies [3].

El Cabo segundo Joe Soria del retén naval de Santa Rosa, perteneciente a la capitanía de Salinas ha indicado en la entrevista (ver Anexo 1), que los patrullajes son realizados cuatro días en una semana y en dos periodos de tiempo: de 21:00 a 8:00 el primer patrullaje y el segundo es de las 13:00 a 17:00, las horas de patrullaje pueden variar dependiendo de los sectores de los puertos. Además, indico que en el mes de diciembre se intensifica los patrullajes de control debido a

las distintas festividades aprovechada por los piratas para cometer actos delictivos. A pesar de los patrullajes indico que en los últimos cinco años se han robada cien embarcaciones aproximadamente del amarradero del puerto de Santa Rosa.

En los controles se solicita documentación de zarpe y matrícula del personal a las embarcaciones que salen del puerto, en el ingreso se les pide zarpe e información del combustible llevado para la faena. Para la verificación de la documentación se utiliza el sistema “SIGMAP”, verificando si es robada la embarcación. Existiendo tres casos que pueden suceder al momento de solicitar la documentación: En la que el personal no cuenta en el zarpe, pero si con sus matrículas personales se realiza una multa. La segunda que el personal no cuenta con la matrículas personales y como último caso en el que la embarcación no cuenta con el zarpe, es detenida hasta verificar la documentación del propietario.

El guardia Lino González Gabriel ha indicado en la entrevista (ver Anexo 2), que realiza la guardia los siete días a la semana, en horarios de 18:00 a 06:00. A cargo de ocho embarcaciones, para comenzar a realizar la guardia se suben a un bote que lo traslada a las embarcaciones a cuidar, luego revisa que los cabos de todas estén bien amarrados. También revisan que se encuentre el material e implementos de pesca en la fibra. Al momento de acabar la guardia realiza una llamada al dueño de la embarcación. Utiliza dispositivos como: linterna, teléfono celular y un pito.

Además, describe que en los robos que han sucedido son perpetuados en grupo y con el uso de armas de fuego realizando disparos en el aire, sorprendiendo a los guardias los cuales hacen poco al intentar usar el pito o el celular para pedir ayuda siendo amarrados y dejados en la embarcación en la que se encuentran haciendo la guardia. Luego los delincuentes proceden a llevarse el motor y dejando la embarcación a la deriva en el mar o en el amarradero. Y en el peor de los casos se

roban la embarcación con todo lo que se encuentra en esta, una vez que los delincuentes se alejan el guardia procede a realizar llamadas para avisar al dueño de la embarcación y en otros casos a las autoridades del puerto de Santa Rosa.

En el presente trabajo se creó un circuito embebido utilizando la tarjeta TIVA TM4C123GH6PM, módulos de: GNSS/GSN, microSD, WIFI y una fuente de alimentación, para la creación de un dispositivo que envíe información de la posición. La información es enviada mediante el protocolo http y visualizada en tiempo real por el software u-center [4]. Este trabajo solo abarca la creación del dispositivo de rastreo y almacenamiento de las posiciones en archivos CSV para visualizar en otros softwares libres de vehículos terrestres, sin la capacidad de realizar otros tipos de acciones como la de gestionar información de los que dispositivo e incidentes en los que ocurra ciertos problemas.

Este sistema de rastreo fue creado para el rastreo vehicular con alimentación por medio del vehículo y externa por una batería. Además de contar con sensores de abrir puertas, golpes y temperatura. Y una aplicación en la que permite realizar la consulta de la ubicación del vehículo cada vez que se ejecute la aplicación [5]. Esta aplicación es una aplicación móvil dirigida para el control por parte del usuario la cual no se podría utilizar, para que un solo usuario controle la ubicación de varios vehículos limitándose solo al monitoreo de un vehículo.

En la siguiente investigación se enfatizó en la realización del sistema de visualización de los datos del posicionamiento con los protocolos GPS/GSM/GPRS. Implementando e instalando un servidor, creación de base de datos y desarrollo de las API. Permitiendo así generar un mapa con la visualización en tiempo real del vehículo con la utilización de la técnica AJAX. [6].

Luego de la revisión de los trabajos realizados anteriormente, se destaca que las distintas soluciones de dispositivos y aplicación o software utilizados. Las cuales están enfocadas al rastreo y control vehicular terrestre las cuales no reúnen las características requeridas para este proyecto. En los que no se realiza la gestión de usuarios y embarcaciones, así como alarmas que se generen cuando los vehículos acuáticos salgan de una zona delimitada, generación de reportes de incidencia. Debido a esto se propone el desarrollo de una aplicación web y dispositivo de localización para que se realice el monitoreo de las embarcaciones en el amarradero de Santa Rosa. Permitiendo generar alarmas al administrador del sistema y reportes de incidencia con los datos almacenados en la nube.

## **1.2 Descripción del proyecto**

Debido a la poca seguridad proporcionada por los guardas, patrullajes regulares, e índices de robo conlleva a un impacto económico hacia el propietario, por el robo de la embarcación. Por estas razones que se desarrollara un dispositivo y una aplicación web, que permitan el monitoreo y localización de embarcaciones en el amarrador del puerto de Santa Rosa. Para generar alertas al momento de que la embarcación salga de la geo-cerca asignada y visualizar en el mapa su trayectoria.

El proyecto constara con el:

### **Desarrollo de Software**

**Módulo de seguridad:** Se diseñará la estructura para la base de datos de acuerdo al análisis de los requerimientos, estableciendo los permisos del usuario administrador y propietario. El usuario dispondrá de privilegios para la navegación de acuerdo al rol establecido, para el acceso se solicitará el correo electrónico y la contraseña. También constara con la recuperación de contraseña, mediante él envío de un correo electrónico desde FIREBASE al usuario para el ingreso de la nueva contraseña. La autenticación de las credenciales será realizada por el servicio de Firebase Authentication.

**Módulo de registro:** Este módulo está dedicado al administrador del sistema en el que se permitirá leer, registrar, modificación, y eliminar: usuarios, embarcación, datos del dispositivo. En cada uno del ítem se muestra una tabla que permitirá el filtrado mediante los campos de estos. En el caso de que se eliminen o modifiquen usuarios, embarcación, dispositivo se realizara el cambio en las distintas colecciones utilizando el SDK de firebase

- **Usuario:** El administrador podrá registrar al usuario con información personal como cedula, nombres, apellidos, correo electrónico, número telefónico convencional o celular, el rol del usuario y foto del usuario.
- **Embarcación:** En este apartado permitirá el ingreso del nombre de la embarcación, matricula, una descripción, estado, fotos frontal, lateral, trasera de la misma, y la asignación del usuario propietario. Para la lectura se mostrará los datos de la embarcación con el nombre, matrícula y datos del propietario.
- **Geo-cerca:** Se registrará código único del dispositivo, estado del dispositivo, datos de la embarcación en el que estará ubicado, la asignación de la posición en la que se encontrará y el tamaño de la geo-cerca.

**Módulo de monitoreo:** Este módulo permitirá la visualización de la ubicación de la embarcación con la geo-cerca que se le asigno respecto a la fecha. El módulo estará disponible para ambos usuarios con la diferencia que el Administrador tendrá la visualización de todas las embarcaciones, mientras que el propietario solo podrá ver sus embarcaciones. Además de ver las alarmas generadas por el sistema, mediante alertas que se presentaran en la pantalla y mensaje de texto enviado a ambos usuarios cuando salga la embarcación de la geo-cerca.

El propietario podrá cambiar el estado del dispositivo para que no emita notificación, ni mensaje de texto al momento de salir de pesca. Para la visualización se utilizará las Api de Google Map, SDK de Firebase Admin en la que se creará una función que envié los mensajes mediante Twilio.

**Módulo de reporte:** Presentara consultas estadísticas en un dashboard con un gráfico de barras y líneas, de la salida de embarcación de la geo-cerca sin la autorización del propietario. Además, permita la visualización en el mapa marcando la ruta de la embarcación afectada filtrando por el rango de dos fechas con los campos días, meses y año en la salieron estas embarcaciones. También el nivel de la batería del dispositivo. Además de la generación de las consultas en un documento pdf más detallado con los datos, fecha, hora y estado este módulo está dedicado al usuario Administrador.

Herramientas a utilizar:

- **Diaw:** Programa para dibujar diagramas estructurados [7].
- **Visual Code:** Editor de código fuente optimizado para crear aplicaciones web y en la nube [8].
- **Postman:** Software utilizado para el testing de API REST, en la que se realizar peticiones a las API de manera sencilla [9].
- **Firestore Authentication:** Es un servicio de autenticación para correo electrónicos, números telefónicos, credenciales de redes sociales flexible y segura [10].
- **Firestore Realtime Database:** Base de dato NoSQL permite almacenar y sincronización datos en tiempo real [11].
- **SDK de Firestore Admin:** Es un conjunto de bibliotecas que permite la interacción con Firestore desde entornos con privilegio como un servidor [12].
- **Twilio:** Es una plataforma que permite la creación de aplicaciones con comunicación en la nube y sistemas web [13].
- **Firestore Hosting:** Permite la implementación de página de destino de una app, aplicación web o aplicación web progresiva [14].
- **Angular:** Es un framework para el desarrollo de aplicaciones web de una sola página, separando el frontend y el backend [15].

- **API de Google Maps:** Es una interfaz de programación de las APIs para acceder a los servicios de Google Map, permitiendo implementar mapas entre otras funciones [16].
- **Chart.js:** Es una biblioteca de JavaScript, usado para la visualización de graficas de manera gratuita [17].

## Desarrollo de Hardware

**Módulo del prototipo:** En este módulo se establecieron los recursos a utilizar, el diseño del diagrama de conexión de los módulos y circuito que permitirán el envío de la ubicación al servidor. Y se configura el módulo GPRS y GPS para el correcto funcionamiento, también se codificará la tarjeta Arduino para la transmisión de datos al servidor de la ubicación: latitud, longitud, fecha, código identificador, fecha del dispositivo, fecha del servidor y nivel de batería del dispositivo.

El dispositivo de rastreo no funcionara en lugares donde no exista señal celular, debido a limitaciones del hardware. Además, no asegurara la recuperación de la embarcación al momento de un robo, sino que generara alarma y visualización de la trayectoria de este evento para una actuación rápida por parte del propietario o de las autoridades.

Las herramientas a usar son:

- **Arduino IDE:** Es un software de código abierto, permite realizar la escritura de código y cargarla en la placa Arduino [18].
- **Arduino Uno R3:** Es una tarjeta de desarrollo o placa de micro controlador basada en el chip Atmega328, con 14 pines de entrada y salida [19].
- **Modulo GSM Sim 900:** Es una tarjeta que permite transmitir y recibir datos, mediante GPRS/GSM utilizando una tarjeta SIM [20].

- **Modulo GT-U7:** Es un módulo GPS para Arduino, el cual necesita como mínimo la conexión de tres satélites para obtener la longitud y latitud [21].

Este proyecto contribuirá a la línea de investigación de Tecnologías y Gestión de la Información aplicada en, sensores eléctricos y sistemas informáticos, sistemas de información geográfica, sub línea del internet de las cosas debido al dispositivo y desarrollo de software por la aplicación web [22]. En las pruebas de funcionamiento del dispositivo se tomará el tiempo en el que la embarcación sale de la geo-cerca y la alerta es presentada en la aplicación web. También el tiempo que las autoridades del retén naval acuden a realizar el patrullaje, y cuando son notificados a una emergencia a las afuera del puerto de Santa Rosa.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar un sistema de rastreo mediante Arduino usando tecnología GSM, GPS en conjunto con framework angular para realizar el monitoreo y localización de embarcaciones en el puerto de Santa Rosa.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la información recolectada en las entrevistas para establecer los requerimientos del sistema.
- Modelar el diseño de la base de datos, arquitectura, interfaces, prototipo utilizando herramientas open source para el desarrollo de las estructuras que componen el sistema.
- Desarrollar dispositivo de geolocalización, aplicación web que permita recibir notificaciones cuando una embarcación salga de la geo-cerca mediante el uso de Arduino y framework Angular.
- Disminuir el tiempo de notificación a las autoridades del retén naval de Santa Rosa al momento que la embarcación salga de la geo-cerca sin autorización del propietario.



## 1.4 Justificación

En el Ecuador en las provincias costeras debido a los índices de robo de embarcaciones a partir del año 2013, el MAGAP junto con otras instituciones como Vistaspac y la estadounidense Vehsmart, realizaron la adquisición de 4000 dispositivos GPS de rastreo satelital, los cuales se distribuyeron e instalaron de forma gradualmente por las diferentes autoridades como la DIRNEA [23], estos dispositivos envían información de la ubicación para que los guarda costa se dirijan a socorrer al afectado. Hasta el momento no se cubre las 17000 embarcaciones que se encuentran en el país [24], además de que el sistema es activado de forma manual, también al momento de separar el motor de la embarcación y mientras no ocurran estos eventos el sistema de monitoreo de la embarcación no se activara.

La organización de los estados americanos OAS considera un aporte importante de las tecnologías en las áreas relacionadas a la acuicultura y pesca, dedicadas a el monitoreo satelital de embarcaciones pesqueras para una gestión pública efectiva de las flotas pesqueras [25], permitiendo el control de la realización de pesca en veda, ingreso a aguas restringidas, ayuda en caso de incidentes entre otros beneficios. El presente proyecto tiene como beneficiarios directos a las autoridades del puerto de Santa Rosa a combatir el robo de embarcaciones [26] e indirectos los armadores (propietarios) de embarcaciones al contar con un sistema que permita indicar al usuario cuando exista el movimiento no autorizado se la embarcación.

El geofencing utiliza tecnología como identificación de radio frecuencia, GPS, antenas de telefonía celular para establecer el perímetro geográfico virtual. Mediante esto se puede configurar notificaciones mediante push, mensaje de texto u otro tipo de alertas para las embarcaciones que crucen el perímetro asignado. Es

muy utilizado en el campo del monitoreo de flotas o equipos externos, es útil para el rastreo, así como envío de mensajes para las alertas. El gofencing brinda tranquilidad cuanto a los vehículos del propietario [27], permitiendo monitorear el vehículo en un paradero y este modelo funciona igual a un amarradero en donde se encuentran embarcaciones paradas hasta que se van de pesca.

Además, el sistema de monitoreo estará ayudando a las autoridades del retén a una actuación rápida permitiendo así evitar un posible robo de la embarcación en el amarradero e identificando la trayectoria en la que se dirige hasta donde lo permita la red GSM/GPRS, por inmovilización del guardia o tal vez por no encontrarse en patrullaje los marinos del puerto de Santa Rosa. Además, permite realizar consultas para conocer las fechas en la que ocurrieron mayores incidentes al momento de salir una embarcación la geo-cerca y así determinar las fechas en las que se debe mejorar la seguridad en el puerto de Santa Rosa. También monitorear si la embarcación se está moviendo lejos de su amarradero en momento de aguaje, en el que se pueda romper o desatar los cabos debido a la fuerza de las olas.

El tema propuesto está alineado a los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo en los ejes.

### **Eje 1: Derechos para Todos Durante Toda la Vida**

**Objetivo 1.-** Garantizar una vida con igualdad de oportunidades para todas las personas [28].

**Política 1.11.-** Impulsar una cultura de gestión integral de riesgos que disminuya la vulnerabilidad y garantice a la ciudadanía la prevención, la respuesta y atención a todo tipo de emergencias y desastres originados por causas naturales, antrópicas o vinculadas con el cambio climático [28].

### **Eje 2. Economía al servicio de la sociedad**

**Objetivo 5.-** Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistribuida y solidaria [28].

**Política 5.6.-** Promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades [28].

## **1.5 Metodología**

### **1.5.1 Metodología de Investigación**

Al contar con poca información referente a la presente propuesta tecnológica para el control y monitoreo mediante el uso de tecnología GPS/GSM/GPRS, en cuanto a embarcaciones pesqueras, se utilizará la metodología de investigación de tipo exploratorio [29]. Para indagar respecto al tema y recolectar información de trabajos relacionados, comparando las funciones que estos ofrecen con lo que se plantea realizar.

Para conocer los procesos o situaciones que se presenta tanto en el retén naval de Santa Rosa realizando una entrevista al Cabo segundo y otra entrevista a un guardia del amarradero, a través de preguntas dirigidas en el proceso patrullaje para la identificación de embarcaciones y el proceso de notificación de incidente en el caso de un robo de la misma. Por lo tanto, se utilizará la metodología de investigación de tipo diagnóstica [30].

Por medio del desarrollo de la propuesta se pretende mejorar el proceso de notificación a las autoridades del retén naval, mediante la reducción del tiempo de notificación al momento que la embarcación salga de la geo-cerca sin autorización

del propietario, ayudando para que actúen rápidamente las autoridades del retén Naval.

### **1.5.2 Beneficiarios del Proyecto**

El desarrollo del sistema beneficiara de forma directa, al reten navales de Santa Rosa con aproximadamente 4 personas, dirigidas por la capitanía de Salinas. Por otra parte, los beneficiarios indirectos son los propietarios de embarcaciones del puerto de Santa Rosa.

### **1.5.3 Técnicas de recolección de información**

Se utilizará técnica de entrevista para conocer y analizar los procesos que realizar en el retén naval dirigida al Cabo segundo (ver

# ANEXOS

Anexo 1 ) al momento de realizar patrullaje al entrar y salir embarcaciones del puerto, para obtener información del proceso y situaciones dentro del amarradero de embarcaciones se realizará otra entrevista al guardia resaltando el problema que el encuentra al realizar dicha labor (ver **Anexo 2** ).

## **1.5.4 Metodología de desarrollo de software**

Para el desarrollo de la propuesta tecnológica se utilizará el modelo incremental, debido a que con cada incremento que se realiza se genera un prototipo funcional del sistema y a medida que aumentan los incrementos, permite agregar nuevas

funcionalidades al sistema. De esta manera se verifica e integran las últimas versiones del sistema de acuerdo a cada etapa. Cada incremento que se realiza cuenta con el las fases de análisis, diseño, programación y ejecución [31]. Esta metodología permite corregir cualquier error que se detecte al avanzar en el desarrollo de cada módulo, siendo dinámica y flexible para realizar mejoras en las distintas etapas en la que se desarrollan el sistema.

**Fase de Análisis.** – En esta fase se realiza el levantamiento de información para conocer los requerimientos, procesos que se realiza en el monitoreo y control de embarcaciones. Además, en esta etapa se establece el hardware a utilizar y las herramientas de software libre para el sistema a desarrollar.

**Fase de Diseño.** – En la fase de diseño se establecerá el diagrama de proceso, de acuerdo al análisis posteriormente realizado para la base de datos, también las interfaces de la aplicación web y para el dispositivo el diagrama de conexión de los módulos.

**Fase de Programación.** – En esta fase se realiza la codificación del diseño anteriormente planteado, tanto para la aplicación web como para el dispositivo electrónico.

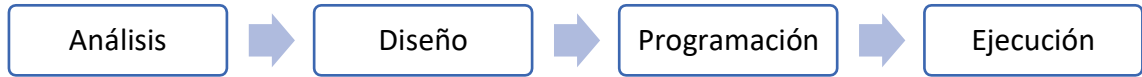
**Fase de ejecución.** – Esta fase permite encontrar problemas y errores, verificar la funcionalidad del sistema y en esta fase realizar la corrección y solución de los posibles errores que se encuentren.

## **Desarrollo de Software**

Incremento 1: Módulo de seguridad



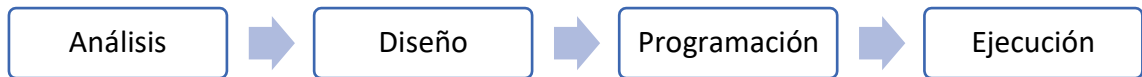
Incremento 2: Módulo de registro



Incremento 3: Módulo de monitoreo



Incremento 4: Módulo de reporte



### **Desarrollo de Hardware**

Incremento 5: Módulo del prototipo



Figura 1 Gráfico de metodología cascada

## **CAPÍTULO II**

### **2 LA PROPUESTA**

#### **2.1 MARCO CONTEXTUAL**

##### **2.1.1 Constitución de la armada del Ecuador**

En la Constitución del Ecuador mediante los Guardacostas garantizan la seguridad de los pescadores de Santa Rosa de los actos delincuenciales, como robo de embarcaciones y motores. En el marco legal y jurídico que respalda a la Armada del Ecuador para brindar seguridad abarca el artículo 158 de la Constitución

vigente de la Republica del Ecuador Capitulo trece, función Ejecutiva sobre las Fuerzas Armadas y Policía Nacional dice:

**Art. 158.-** - Las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional son instituciones de protección de los derechos, libertades y garantías de los ciudadanos. Las Fuerzas Armadas tienen como misión fundamental la defensa de la soberanía y la integridad territorial. La protección interna y el mantenimiento del orden público son funciones privativas del Estado y responsabilidad de la Policía Nacional. Las servidoras y servidores de las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional se formarán bajo los fundamentos de la democracia y de los derechos humanos, y respetarán la dignidad y los derechos de las personas sin discriminación alguna y con apego irrestricto al ordenamiento jurídico [32].

En el artículo expuesto se observan las obligaciones de la Armada del Ecuador la cual es precautelar la protección de los derechos, libertades y garantías de los ciudadanos, el comando de Guardacostas se ejecuta el cumplimiento de este artículo mediante patrullaje, control y defensa de nuestro mar territorial.

### **2.1.2 Intervención del cuerpo de Guardacostas a través del marco jurídico del Ecuador**

**Art. 4.-** Las capitanías de puerto tendrán los siguientes límites geográficos; la Capitanía Menor de Salinas, desde la Punta de Ayanpe, por el norte, hasta la punta Chopoya, por el sur [33].





Figura 2 Jurisdicción de la capitanía de Salinas y retenes navales

## Sección II

De la jurisdicción de la Policía Marítima y de su competencia

**Art 18.-** La jurisdicción de la Policía Marítima alcanza, además del mar territorial, de la plataforma o zócalo continental y de las playas del mar, cuya extensión se determina o indica en el Título III del Libro II del Código Civil, a todas las aguas interiores de los golfos, bahías, ensenadas, estrechos y canales de la República, ya del Archipiélago de Colon o de las Galápagos [33].

**Art. 19.-** La jurisdicción naval o marítima se ejerce por las capitanías de puerto, el Jurado de Capitanes y la Corte de Justicia Militar [33].

**Art. 347.-** Es deber del capitán de puerto, a la vez que concurrir en auxilio al lugar del siniestro, valerse de los medios más expeditos para hacer llegar lo acaecido a conocimiento de la superioridad naval, del gobernador de la provincia, de la autoridad aduanera y, si la nave es ecuatoriana, de los armadores y agentes, o, caso de ser extranjera, de los agentes del seguro, consignatarios y cónsul respectivo; y cesar en toda acción de salvamento desde el instante en que conozca que su notificación fue recibida por los interesados (armadores, agentes o

cónsules). En este caso, dejará al cuidado de aquéllos y al de las autoridades aduaneras todo lo salvado, y limitará su acción posterior a lo prescrito en el Art. 90 [33].

### **2.1.3 Generalidades del retén naval del puerto Santa Rosa**

El retén naval del puerto de Santa Rosa se encuentra ubicado en la parroquia del mismo nombre, es uno de los distintos retenes asociados a la capitanía de Salinas, organización la cual está encargada de cumplir objetivos institucionales y control de área de jurisdicción del espacio acuático asignado. El retén de Santa Rosa trabaja en coordinación con los distintos retenes bajo las directrices de la capitanía de Salinas, para la realización de controles de documentación de las distintas embarcaciones en el puerto.

### **2.1.4 Ubicación de la institución**

La propuesta planteada se efectuó en el retén naval de Santa Rosa, ubicado en la parroquia Santa Rosa al lado derecho de Frioyugcha Fish S.A, Cantón Salinas, provincia de Santa Elena.

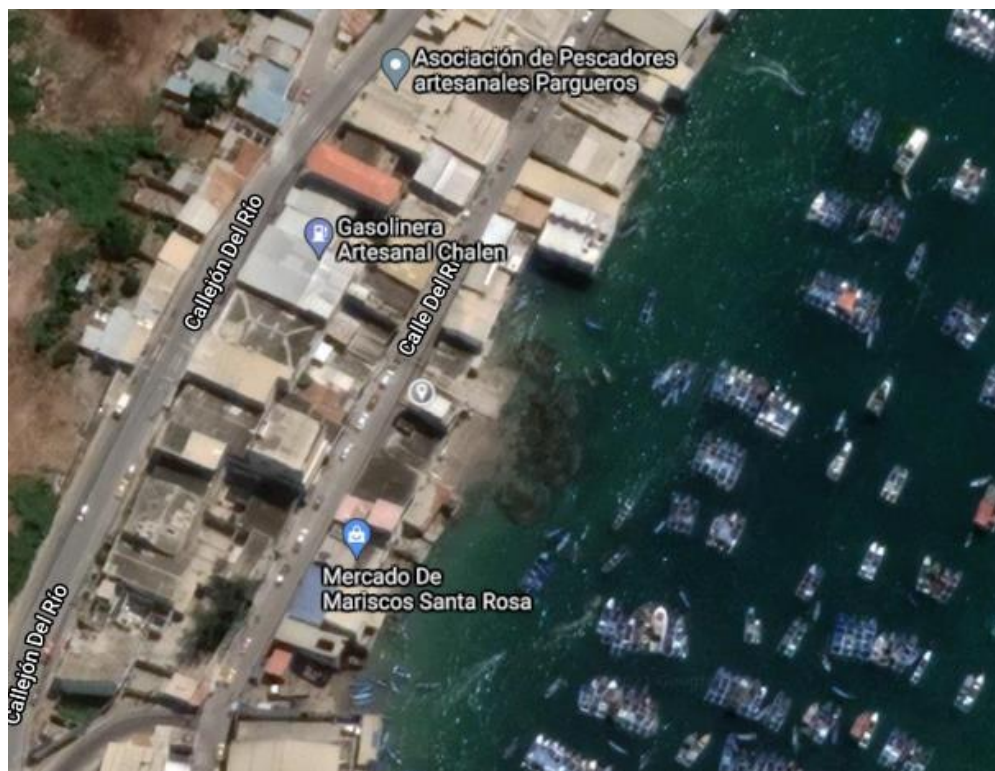


Figura 3 Ubicación del retén de Santa Rosa

### 2.1.5 Funciones del comando de Guardacostas

La función principal está constituida por el control de actividades marítimas en las aguas jurisdiccionales, para la protección de la vida humana en el mar, neutralización de actividades ilícitas y prevención del ambiente marino costero.

El cuerpo de Guardacostas para cumplir con las obligaciones determinadas en el artículo anterior tendrá las funciones y atribuciones siguientes:

- Salvaguardar la vida humana en el mar;
- Funcionar como Centro Coordinador de Búsqueda y Salvamento Marítimo Nacional;
- Controlar el tráfico marítimo, para precautelar la soberanía en las áreas de control de pesca, contrabando y otras actividades ilícitas, contribuyendo a minimizar con su acción la pérdida de vidas humanas, daños personales y a la propiedad en aguas jurisdiccionales;

- Precautelar la seguridad para buques, puertos, vías marítimas y facilidades inherentes a estos;
- Mantener y mejorar la calidad del ambiente marino y contribuir a la reducción de daños en caso de contaminación;
- Resguardar la moral y el orden en buques, puertos, muelles y playas;
- En caso de conflicto, pasar a formar la fuerza de defensa de costas, juntamente con la reserva movilizada y la Infantería de Marina, encargadas de la defensa de costas, en coordinación con la Fuerza Terrestre y con el apoyo de la Fuerza Aérea [34]

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Visual Code**

Es un editor de código desarrollado por Microsoft el cual soporta distintos lenguajes de programación. Programa gratuito al cual se pueden instalar extensiones para el soporte de atajos, autocompletado para lenguajes de programación. Disponible para los sistemas operativos de Windows, Linux y Mac [8].

### **2.2.2 Servidor web**

Es un ordenador potente el cual está encargada de transmitir información de las peticiones realizadas por los clientes, uno de los principales usos es alojar sitios web y cuenta con otras capacidades como soporte para aplicaciones, almacenamiento de datos y gestión de copias de seguridad. El uso de servidores externos a aumentado a la racionalización de los precios del hardware y las mejoras en sistemas operativos del servidor [35].

### **2.2.3 Bases de datos NoSQL**

Las bases de datos NoSQL no utilizan esquemas organizacionales y se ejecutan en ambientes distribuidos, la popularidad de estas bases de datos es la de almacenar grandes volúmenes de datos y la facilidad de distribuir datos mediante técnicas de escalado horizontal. Son un reflejo de los distintos paradigmas de modelado de datos [36]:

**Clave-valor:** Es el modelo más popular, cada elemento está identificado por una llave única para una recuperación rápida, frecuentemente esta almacenada como objeto binario (BLOB)

**Basado en documentos:** Se realiza el almacenamiento de la información en forma de documento, generalmente como archivos JSON o XML, utilizando una clave única para cada registro. Este tipo de paradigma permite realizar búsquedas por clave-valor dentro del contenido del documento

**Familias de columnas:** La información es representada mediante objeto tales como se realiza en los lenguajes de programación orientado a objetos (POO)

**Basados en grafos:** La información es representada como un grafo y las relaciones como aristas, para un óptimo funcionamiento es recomendado una correcta normalización en la cual cada tabla tiene columna y cada relación dos

#### 2.2.4 Firebase

Firebase es una herramienta desarrollada por Google en 2016, brindando servicios comunes como base de datos back-end, autenticación segura, mensajería entre otros. Ahorrando la necesidad de crearlos, permitiendo enfocarse al desarrollo de la aplicación. Facilitando el desarrollo de aplicaciones web o móviles, de manera rápida y sencilla. Muchas de las tecnologías que ofrece están disponibles sin costo alguno, con límites de utilización [37]. Dentro de los servicios de Firebase se encuentran:

**Firestore Authentication:** Facilita la creación de sistemas de autenticación seguro, compatible con correo electrónicos, número telefónico, Google, Twitter,

Facebook, GitHub entre otros. Facilitando el SDK y bibliotecas de IU, integrado a otros servicios aprovechando estándares de la industria como OAuth 2.0 y OpenID Connect [10].

**Firestore Realtime Database:** Base de dato NoSQL alojada en la nube, permite almacenar y sincronizar datos JSON en tiempo real. El envío de datos se realiza mediante el SDK para aplicaciones móviles y web, utiliza el cache local cuando el dispositivo se desconecta. Permite integración con Firebase Authentication para el manejo de acceso a los diferentes usuarios [11].

**SDK de Firebase Admin:** El SDK de Admin es un conjunto de bibliotecas de servidor que permiten realizar acciones de lectura, escritura en Realtime Database con privilegios de administrados, envío de mensajes con Cloud Messaging, generación y verificación de tokens de autenticación para servidores con PHP versión 7.4 o superiores [12].

**Firebase Hosting:** Servicio el cual permite publicar una web o app web progresivas, los archivos implementados en Firebase Hosting se almacenan en cache en SSD ubicado en servidores perimetrales de un CDN en todo el mundo. Además de ofrecer certificado SSL gratuito [14].

### 2.2.5 Twilio

Es una plataforma que permite el envío de mensaje de texto, correo electrónico, llamadas telefónicas o video, chatbots, entre otras. Twilio cuenta con una red global de telecomunicaciones, proporcionando API, permitiendo el envío de mensajes personalizados a los usuarios. Entre los productos más destacados son la mensajería SMS, que permite enviar y recibir mensajes de toda parte del mundo, llamada de voz con un sistema de voz interactiva IVR y video llamada en tiempo real [13].

### **2.2.6 Aplicación web**

La aplicación web son un tipo de software que se codifica con lenguajes soportado por el navegador web, se suelen distinguir en tres niveles como la arquitectura cliente/servidor: nivel superior la interacción desde el navegador, el nivel inferior que proporciona los datos y el nivel intermedio que procesa los datos. Se ejecutan en internet, intranet y extranet [38].

### **2.2.7 Angular**

Angular es una plataforma de desarrollo, construida sobre mecanografía, incluyendo marcos basados en componentes, colecciones de bibliotecas con características de enrutamiento, administración de formularios, comunicación cliente/Servidor entre otras. Cuenta con componentes denominados bloques con clases de TypeScript, plantilla HTML y CSS [15].

### **2.2.8 Chart.js**

Es una biblioteca JavaScript gratuita, simple, flexible que utiliza canvas de HTML5 para mostrar graficas en aplicaciones web, cuenta con ocho tipos de graficas de los cuales pueden ser personalizables y animados. El proyecto puede ser obtenido desde npm [17].

### **2.2.9 API de Google Maps**

Es un servicio de mapas de Google que ofrece diversos servicios como: Mapas estáticos, dinámicos, imágenes se Street View y vista de 360 grados, Rutas, Lugares, seguimiento de recursos en tiempo real. Permitted integrando una imagen estática a sitios web con pocas líneas de código [16].

### **2.2.10 Tecnologías de comunicación móvil**

Las comunicaciones móviles inalámbricas el radio de acción es limitado, tanto el transmisor como el emisor deben estar situados en zonas geográficas cercanas para un correcto funcionamiento. A diferencia de las comunicaciones celulares las cuales cuentan con una red definida, protocolos, algoritmo de corrección de errores, bajo nivel de ruido las cuales tiene una mayor distancia de conexión [39]. Debido a esto el sistema a desarrollar se basa en la comunicación celular la cual ya cuenta con una red establecida de las telefonías celular privada, permitiendo así una implementación rápida, eficiente y de bajo costo.

**Sistemas globales para las comunicaciones móviles (GSM)** de segunda generación 2G basada en células de radio que opera con una frecuencia de 900 MHZ, prestando servicios como transmisión y recepción de voz, datos, SMS, servicios de llamada en espera, multifrecuencia, identificación de llamadas entre otros. Cuenta con arquitectura: de Mobile Station (MS): basada en la terminal móvil y el SIM, Base Station Subsystem (BSS): consta con la Base Transceiver Station (BTS) la cual usa una antena en el dispositivo móvil y la Base Station Controller (BSC) para el control de la frecuencia del BTS, Network and Switching Subsystem (NSSS) para la administración de diferentes usuarios en la red [40].

**Paquete general de Radio servicio (GPRS)** de generación 2.5G es una red paralela a GSM orientada a la transmisión de datos, conocida como GSM-IP usando la tecnología IP para el acceso a proveedores de contenido en internet. El uso de esta tecnología se basa en la tarifa de envío y recepción del volumen de datos, con velocidad de transferencia de 144Kbps y conexión permanente inferior a un segundo [41].



### **2.2.11 Sistemas de posicionamiento global (GPS)**

Sistema que permite determinar las coordenadas espaciales respecto al sistema de referencia mundial, estos puntos pueden ser estáticos o estar en movimiento para esto se necesita de la longitud y latitud para así conocer la posición en la que se encuentra. Cuenta con partes fundamentales: espacial (satélites), control (estaciones terrestres) y el usuario (receptores) [42]. Las 5 estaciones distribuidas a alrededor de la línea ecuatorial: Isla Ascension, Diego Garcia, Kwajalainy, Hawaii y Colorado Spring las cuales están encargadas del monitoreo de los satélites y la realización de pequeños ajustes de la órbita, posición del satélite [42].

Dentro de este sistema GPS se encuentra GLONASS el cual fue lanzado a la órbita en 1982 mediante la federación rusa con aproximadamente 24 satélites, con pesos de 1400kg la primera generación y de 700kg la segunda generación, ubicados a una altura orbital de 23616km [42].

### **2.2.12 Arduino IDE**

Es un entorno de desarrollo integrado proporcionado por Arduino disponible para sistemas operativos Windows, Linux y Mac. Mediante el uso del IDE se realiza operaciones de escritura, validación, compilación y carga de código a la placa Arduino. Además, ofrece una interfaz de entrada para el ingreso de datos y salida para mostrar mensajes. Basado en el lenguaje C/C++ y permite la inclusión de librerías para el manejo de otros módulos de Arduino [18].

### **2.2.13 Comandos AT**

Los comandos AT denominados así por la abreviatura de attention desarrollados en 1977 como interfaz de comunicación con un MODEM, las cuales son instrucciones codificadas conformando el lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal MODEM. La telefonía móvil GSM a optado por el uso como estándar para la comunicación con sus terminales, permitiendo configurar y

dar instrucciones a los terminales tales como llamada de datos, voz, envío y recepción de SMS entre otros [43].

#### **2.2.14 Modelo Incremental**

Presenta la ventaja de ser dinámica y flexible, facilitando corregir errores detectados o generar mejoras en el sistema. Las metodologías existentes están basadas en la metodología clásica o en cascada. Esta metodología para el desarrollo incremental de sistemas de información abarca estudio de factibilidad, acciones preliminares, análisis, diseño, programación e implementación del desarrollo de un sistema [31].

### **2.3 Marco teórico**

#### **2.3.1 La organización de los estados americanos OAS y programas de monitoreo de embarcaciones**

La Organización de Estados Americanos OAS otorgo en un premio para la gestión pública, con la temática de programas de monitoreo satelital de embarcaciones pesqueras, para el cumplimiento de actividades de inspección y vigilancia en el ámbito pesquero [25]. En el que se procura aprovechar las tecnologías de la información y comunicación, apoyando con información de la ubicación de embarcaciones a las autoridades encargadas de la salvaguarda [25].

La información proporcionada por el programa de monitoreo permite establecer operativos de búsqueda y rescate, cuando estos generen una señal de emergencia emitido por la embarcación registrada en el sistema. Los costos del programa de monitoreo son contratados con los beneficios que ofrece siendo un apoyo a la vigilancia con eficiencia y eficacia [25].

### **2.3.2 Diseño e implementación de un módulo alarma para el monitoreo y control del vehículo a través del sistema GSM y GPS**

El sistema de localización de vehículos surge de acuerdo a la problemática de robo de los mismos en Colombia, estos sistemas se adaptaron a las distintas situaciones las cuáles generalmente eran utilizados en teléfonos móviles [44]. El funcionamiento de estos sistemas es la de obtener las coordenadas satelitales para luego ser enviadas mediante una red telefónica usando GPRS. El sistema desarrollado consta con la alimentación del circuito mediante la batería del automóvil, este circuito es capaz de enviar SMS de acuerdo a eventos como abandono de límite geográfico, petición realizada por el usuario, botón de auxilio activado y al rebasar la velocidad máxima establecida [44].

El circuito está constituido desarrollado permite la transferencia de los datos de sensores, adaptados a modelos matemáticos para una aproximación de coordenadas con el área geográfica delimitada, entre los puntos a recalcar es el uso de red telefónica. Concluyendo la consideración de la cobertura de red de la operadora, el costo y recepción de la información enviada a través de mensajes SMS [44].

### **2.3.3 Sistema de información del centro de operaciones guarda costa para la neutralización de las actividades ilícitas en los espacios acuáticos**

Para las operaciones de neutralización de actividades ilícitas se utilizan los sistemas de información del Centro de Operaciones Guardacostas, aplicaciones como el Sistema Integrado de Gestión Marítima SIGMAP con el módulo Gis y Thermis. Estas aplicaciones presentan la situación de las embarcaciones en tiempo real, pero solamente son utilizadas por embarcaciones con tamaño mayor o igual a 20 Tonelaje de Registro Bruto Toneladas (TRB) las cuales son obligadas a llevar dispositivo de monitoreo satelital [45].

Las embarcaciones artesanales no disponen de dispositivo de monitoreo satelital, debido a esto no pueden ser rastreadas por el Comando Guardacostas limitando el control marítimo y actividades ilícitas [45]. La propuesta de sistema de información del centro de operaciones de guardacostas concluye con la adquisición de dispositivos SPOT Trace y SPOT Gen 3 los cuales utilizan red satelital de GLOBALSTAR para el envío de mensaje y coordenada GPS [45].

De los dos dispositivos el que presenta mayor beneficio es el SPOT Gen 3 el cual permite un seguimiento personalizado, alerta y confirmación de que todo va según lo planeado. Estos dispositivos tienen un costo de \$200 el SPOT Trace y de \$223 el SPOT Gen 3 [45].

## **2.4 Componentes de la propuesta**

La aplicación web para las embarcaciones en el puerto de Santa Rosa constara con la sección de la aplicación web y del dispositivo electrónico.

### **2.4.1 Aplicación web**

La sección de la aplicación web consta con los módulos de:

**Módulo de seguridad:** Permite la navegación de los usuarios de acuerdo al permiso asignado por el administrador del sistema, para el acceso se solicitará el correo electrónico y la contraseña. También constara con la recuperación de contraseña, mediante el envío de un correo electrónico desde FIREBASE al usuario para el ingreso de la nueva contraseña.

**Módulo de registro:** Permite al administrador del sistema leer, registrar, modificación, y eliminar: usuarios, embarcación, datos del dispositivo. En el caso de que se eliminen o modifiquen usuarios, embarcación, dispositivo se realizara el cambio en las distintas colecciones utilizando el SDK de Firebase.

- **Usuario:** El administrador podrá registrar al usuario con información personal como cedula, nombres, apellidos, correo electrónico, número telefónico convencional o celular, el rol del usuario y foto del usuario.
- **Embarcación:** En este apartado permitirá el ingreso del nombre de la embarcación, matricula, una descripción, estado, fotos frontal, lateral, trasera de la misma, y la asignación del usuario propietario. Para la lectura se mostrará los datos de la embarcación con el nombre, matrícula y datos del propietario.
- **Geo-cerca:** Se registrará código único del dispositivo, estado del dispositivo, datos de la embarcación en el que estará ubicado, la asignación de la posición en la que se encontrará y el tamaño de la geo-cerca.

**Módulo de monitoreo:** Este módulo permitirá la visualización de la ubicación de la embarcación con respecto a la geo-cerca mediante las Api de Google Map, SDK de Firebase Admin. Disponible para ambos usuarios con la diferencia que el Administrador tendrá la visualización de todas las embarcaciones, mientras que el propietario solo podrá ver sus embarcaciones. Además de ver las alarmas generadas por el sistema, mediante alertas que se presentaran en la pantalla y mensaje de texto enviado a ambos usuarios cuando salga la embarcación de la geo-cerca. El propietario podrá cambiar el estado del dispositivo para que no emita notificación, ni mensaje de texto al momento de salir de pesca.

**Módulo de reporte:** Presentara consultas estadísticas en un dashboard con un gráfico de barras y líneas, de la salida de embarcación de la geo-cerca sin la

autorización del propietario, con el fin de brindar soporte a la toma de decisiones para el usuario Administrador:

- Historial de incidentes de la embarcación: Muestra la salida de embarcación de la geo-cerca, baterías baja del dispositivo respecto a la selección de un rango de fecha.
- Dashboard del nivel de batería y salida de la embarcación, rango de fecha seleccionada en el formulario
- Visualización en el mapa marcando la ruta de la embarcación afectada filtrando por el rango de dos fechas con los campos días, meses y año en la salieron estas embarcaciones.

#### **2.4.2 Dispositivo electrónico**

La sección del dispositivo electrónico consta con el módulo de:

**Módulo del prototipo:** Modulo dedicado al dispositivo programando la tarjeta Arduino, módulo GPRS y GPS para el correcto funcionamiento. Permitiendo que el dispositivo envíe los parámetros de: latitud, longitud, fecha, código identificador, fecha del dispositivo y nivel de batería del dispositivo. El dispositivo se conectará a la red telefónica para él envió de datos al servido.

#### **2.5 Requerimiento del sistema**

Mediante las entrevistas realizadas al cabo segundo y a un guardia de embarcaciones se obtuvieron los requerimientos (funcionales y no funcionales) detallados a continuación:

### 2.5.1 Requerimientos funcionales y no funcionales

Código	Requerimiento
RF-01	Los usuarios recientemente registrados tendrán una sección dentro del Loguin en el cual se le solicitara el correo electrónico y contraseña, para él envío de un enlace para verificar el correo electrónico.
RF-02	Al momento de iniciar sesión con el correo electrónico y contraseña, las credenciales serán verificados en la base de datos y se enviara un token al usuario si las credenciales son correctas.
RF-03	Cuando un usuario administrador elimine usuarios, embarcaciones, dispositivos, geocercas se mostrará un mensaje de alerta para verificar la eliminación de dato.
RF-04	La aplicación web deberá validar las cédulas de usuarios ecuatorianos, matrícula de la embarcación, IME del dispositivo y nombre de la geo-cerca.
RF-05	Los usuarios administradores podrán gestionar embarcaciones en el proceso de creación, edición, listar, eliminar.
RF-06	La aplicación web permitirá registrar datos del usuario en el que constará con los campos cédula, primer nombre, segundo nombre, primer apellido, segundo apellido, teléfono celular, teléfono convencional, imagen del usuario, tipo de usuario.
RF-07	La aplicación web permitirá registrar datos de embarcaciones en el que contará el código identificador del usuario o propietario, nombre, matrícula, descripción, estado, tres imágenes de las posiciones frontal, lateral y trasera.
RF-08	La aplicación web permitirá registrar datos de los dispositivos con los campos del código identificador de la embarcación, ime, número telefónico, fecha de la última modificación y estado.
RF-09	La aplicación web permitirá el registro de las geocercas con

	los campos de nombre, latitud, longitud, radio, fecha de creación.
RF-10	La aplicación web deberá notificar al momento que el dispositivo salga de la geo cerca asignada.
RF-11	La aplicación web tendrá un apartado para el usuario administrador, para el monitorear de todas las embarcaciones mostrando la ubicación dentro del mapa.
RF-12	Los usuarios propietarios podrán visualizar dentro de la aplicación web sus embarcaciones dentro del mapa.
RF-13	Los usuarios administradores mediante la aplicación web visualizaran en la sección de reporte un dashboard salida de geo-cerca, respecto a la embarcación y a el rango de fecha.
RF-14	La aplicación web generara repostes de las embarcaciones, con sus distintas alarmas en base a la selección de rango de fecha de inicio y fin.
RF-15	Generar un archivo Excel con la ubicación de la embarcación mediante rangos de fecha de inicio y fin.
RF-16	Los usuarios administradores podrán ver en el mapa la ruta en la que se dirigió la embarcación seleccionada respecto a un rango de fecha.
RF-17	El dispositivo enviara la ubicación y se verificara que esta ubicación este dentro de la geo-cerca que se le estableció por el usuario Administrador.
RF-18	El dispositivo enviara los datos de latitud, longitud, nivel de batería, fecha y hora.
RF-19	Las alarmas generadas por la salida del dispositivo constando con los campos de tipo de alarma, longitud, latitud, fecha, código identificador del dispositivo y la matrícula de la embarcación.
RF-20	Las notificaciones serán guardadas con los parámetros del identificador del usuario, embarcación y un contador.
RF-21	La base de dato enviara un mensaje de texto al usuario

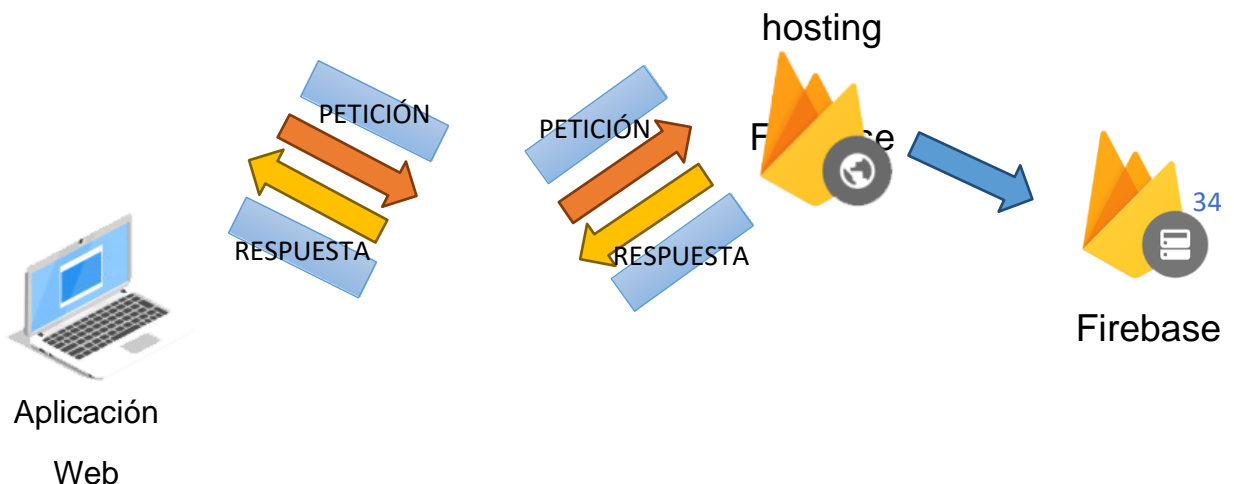


	propietario y administrador cuando salga la embarcación de la geo-cerca.
RNF-01	La información del usuario, embarcación dispositiva, geo-cerca, alarmas, notificaciones, será almacenada en Realtime Database servicio ofrecido por Firebase.
RNF-02	Las imágenes de los usuarios y embarcaciones estarán almacenadas en Storage servicio de almacenamiento de imágenes ofrecido por Firebase.
RNF-03	Las autenticaciones de los correos electrónicos serán verificadas por Authentication servicio ofrecido por Firebase.
RNF-04	Los datos del dispositivo serán enviados mediante la red de telefonía celular al servidor en la nube.
RNF-05	Los datos (altitud, latitud, fecha, hora, nivel de batería, código identificador o Ime) del dispositivo será enviada a Realtime Database cada diez segundo del día, mientras no esté desactivado el dispositivo.

## 2.6 Diseño de la propuesta

### 2.6.1 Arquitectura del Sistema

La arquitectura de los sistemas son un conjunto de normas o reglas, procedimientos los cuales determinan las conexiones, que deben existir entre los elementos físicos y lógicos de un sistema. La arquitectura empleada fue la de cliente-servidor para el consumo de información del cliente en la aplicación web y el almacenamiento de datos.



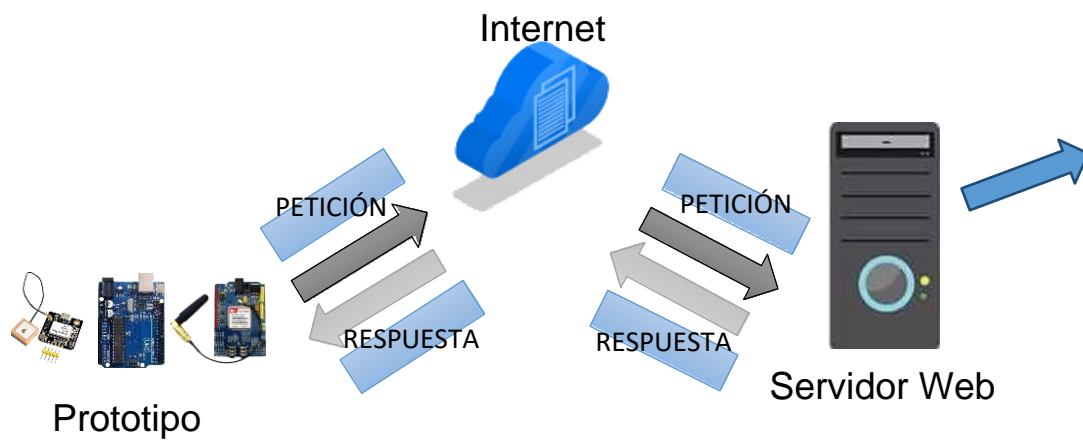


Figura 4 Arquitectura del sistema

### 2.6.2 Diagramas de caso de uso del sistema

Los diagramas de caso de uso permiten una descripción de los procesos que se realizan dentro del sistema desde la perspectiva del usuario utilizando la representación gráfica [46].

**Caso de uso: General**

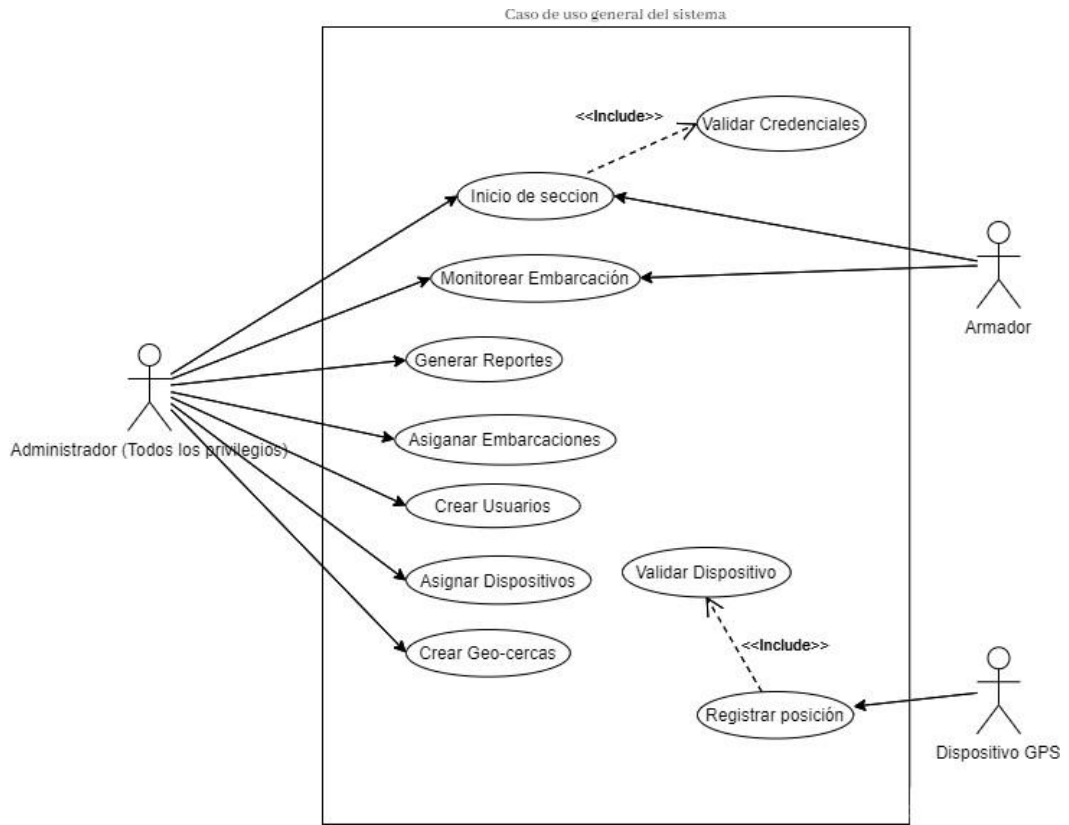


Figura 5 Diagrama de caso de uso general del sistema.

**Caso de uso: Asignar embarcación**

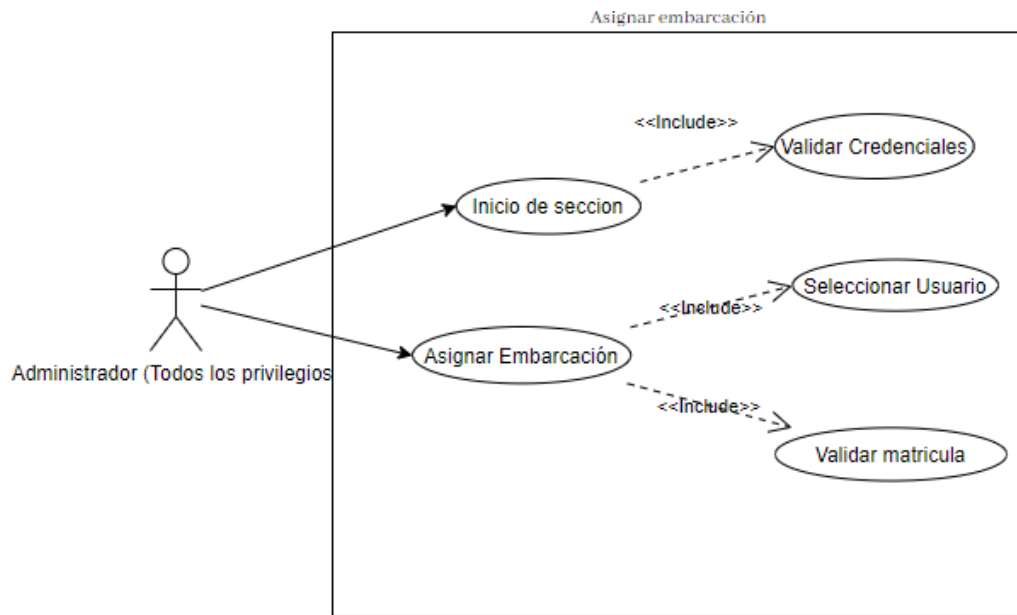


Figura 6 Diagrama de asignar embarcación

Caso de uso	Asignar embarcación
Actores	Administrador
Tipo	Flujo Básico
Objetivo	Asignar embarcaciones a los propietarios.
Resumen	Creación de embarcación mediante la asignación de un propietario.
Precondiciones	El usuario administrador debe registrar los datos de la embarcación cuando esta no esté registrada asignando un propietario a la misma
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario inicia sesión</li> <li>2. Registra los datos de la embarcación y el número de cedula del propietario para la asignación</li> <li>3. Se realiza la validación de la matrícula de la embarcación, si está ya existe no se registra</li> </ol>
Subflujos	Ninguno
Excepciones	Solo el usuario con el rol de administrador, es el único que puede realizar la asignación de embarcaciones, el usuario propietario puede contar con varias embarcaciones y esta solo con un propietario

Tabla 1Caso de uso asignar embarcación

### Caso de uso: Asignar Dispositivo

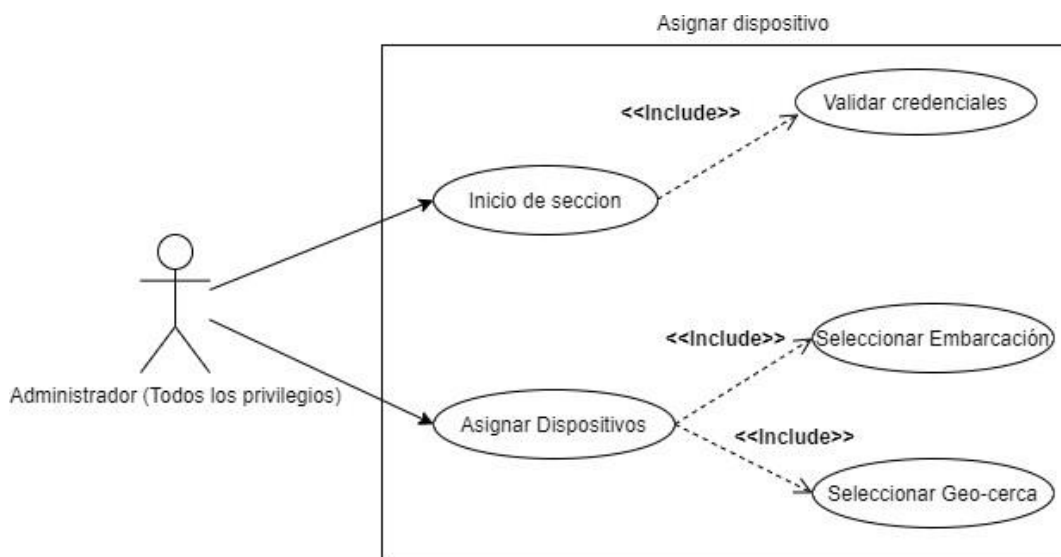


Figura 7 Diagrama de asignar dispositivos

Caso de uso	Asignar dispositivo
Actores	Administrador
Tipo	Flujo Básico
Objetivo	Realizar la asignación de dispositivo en la aplicación web
Resumen	Asignar un dispositivo a la embarcación con la respectiva geo-cerca
Precondiciones	El usuario administrador debe registrar los datos del dispositivo y asignación de la embarcación, geo-cerca.
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario inicia sesión</li> <li>2. Registra datos del dispositivo como el IME, número telefónico, estado, matrícula de embarcación y el nombre de la geo-cerca</li> <li>3. Si el IME del dispositivo ya existe, se presenta un mensaje en pantalla notificando la existencia</li> <li>4. Si la embarcación ya tiene un dispositivo asignado se mostrará un mensaje y no se podrá registrar con dicha embarcación</li> </ol>
Subflujos	1. La embarcación y geo-cerca utilizada para la asignación debe estar previamente registrada
Excepciones	Solo el usuario con el rol de administrador, es el único que puede realizar el registro de dispositivo, asignación de la embarcación y geo-cerca

Tabla 2Caso de uso de asignar dispositivo

### Caso de uso: Monitorear embarcación

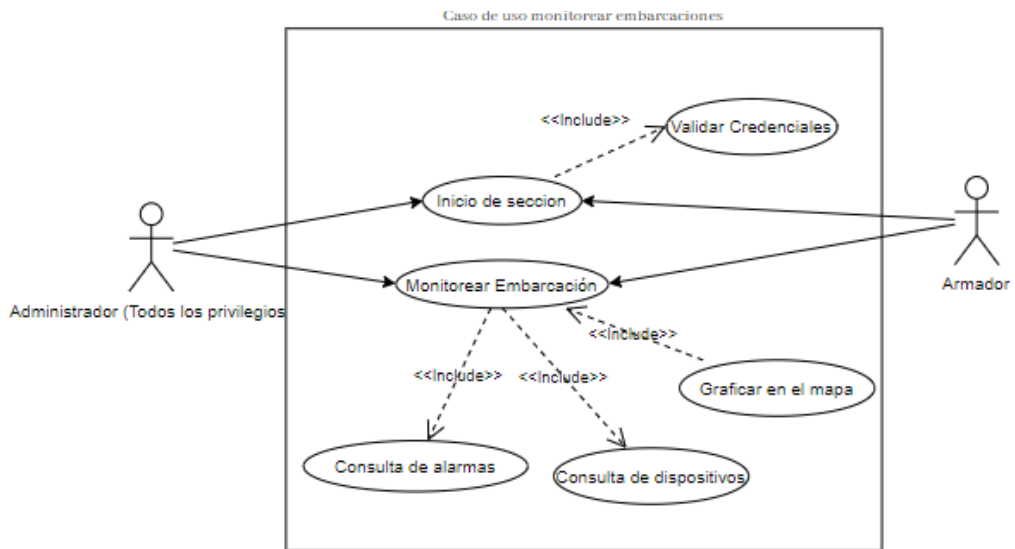


Figura 8 Diagrama de monitorear embarcación

Caso de uso	Monitorear embarcación
Actores	Administrador y Propietario
Tipo	Flujo Básico
Objetivo	Visualización en la aplicación web las posiciones de las embarcaciones
Resumen	Mediante la lectura de los dispositivos asignados a una embarcación se podrá visualizar en el mapa su ubicación, también la de los dispositivos que presentaron alarmas
Precondiciones	Los dispositivos deben estar asignados a la embarcación para poder visualizarlo en el mapa
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inicio de sección de usuario</li> <li>2. Consulta de dispositivos asignados a embarcaciones</li> <li>3. Ubicación de los dispositivos en el mapa con sus respectivas coordenadas</li> <li>4. Consulta de los dispositivos con incidentes, mostrándolos en una tabla</li> <li>5. Visualización de notificaciones si existen dispositivos fuera de la geo-cerca, batería baja</li> </ol>
Subflujos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si se llega a presentar incidentes como salida de geo-cerca de alguna embarcación o batería baja del dispositivo se generará alertas mediante el servidor en el módulo del dispositivo</li> </ol>
Excepciones	El usuario administrador y el propietario deben haber iniciado sesión, para ver la ubicación de las embarcaciones. El usuario propietario solo para ver sus

	embarcaciones mientras que el usuario administrador todas.
--	--

Figura 9 Diagrama de monitorear embarcación

### Caso de uso: Generar reportes

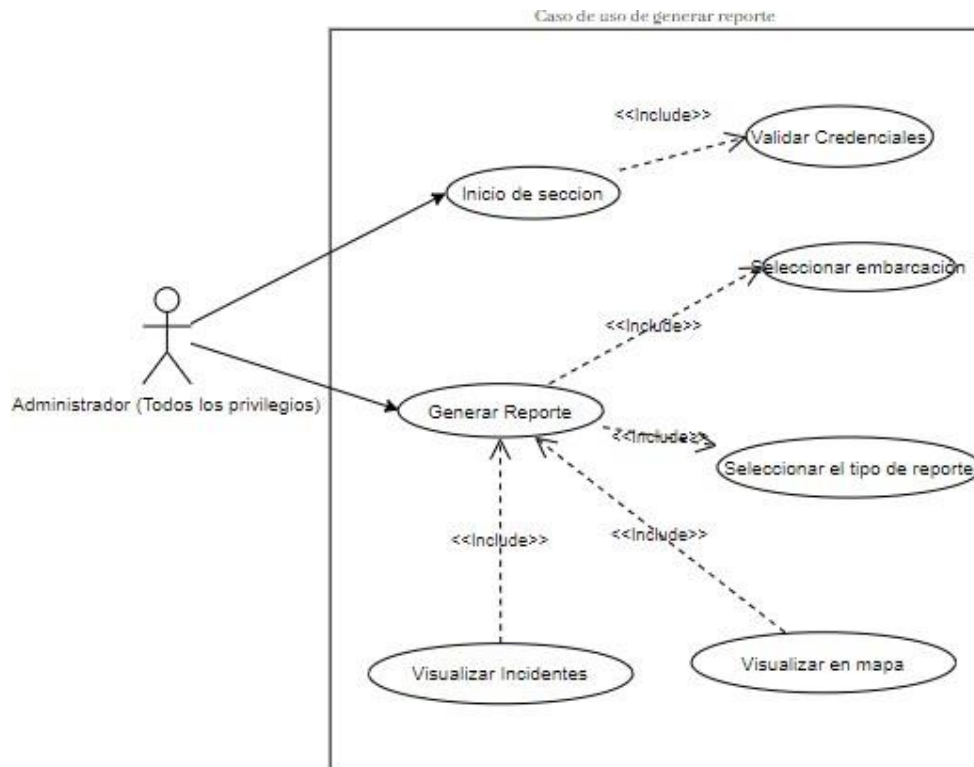


Figura 10 Diagrama de generar reportes

Caso de uso	Generar reporte
Actores	Administrador
Tipo	Flujo Básico
Objetivo	Generar archivos pdf con los incidentes de salida de geo-cerca, batería baja, además visualizar en graficas estos datos
Resumen	Este módulo permitirá generar reportes, archivos Excel de las coordenadas de la embarcación de acuerdo a la selección de un rango de fecha
Precondiciones	La embarcación debe estar registrada previamente para la generación de reportes
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario debe haber iniciado sesión</li> <li>2. Digitar la matrícula de la embarcación</li> <li>3. Seleccionar lo que quiere generar ya sea reporte,</li> </ol>

	<p>Excel, dashboard o vista de ruta en el mapa</p> <p>4. Selección del rango de fecha</p> <p>5. Presionar botón para generar la selección escogida previamente</p>
Subflujos	1. La embarcación debe estar previamente registrada y asignada a un dispositivo
Excepciones	El usuario administrador solo podrá visualizar esta sección y generar reportes, archivos Excel o ver la ruta en el mapa

Tabla 3 Caso de uso de generar reportes

**Caso de uso: Registrar posiciones**

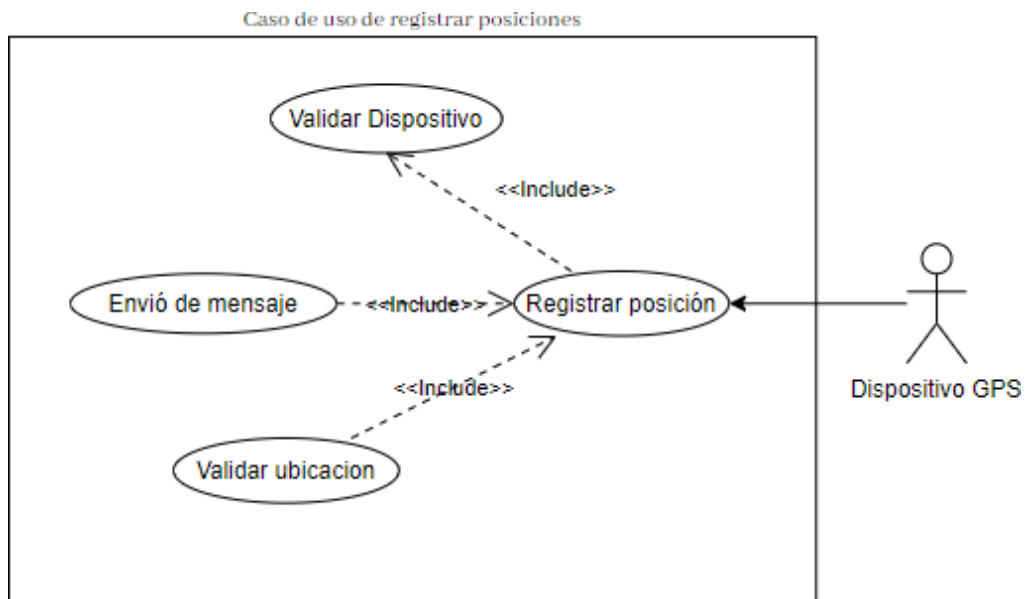


Figura 11 Diagrama de registrar posiciones

Caso de uso	Registrar posiciones
Actores	Dispositivo
Tipo	Flujo Básico
Objetivo	Registrar las coordenadas del dispositivo para previa visualización en el módulo de monitoreo
Resumen	Envío de datos del dispositivo electrónico al servidor para realizar las respectivas validaciones y registro
Precondiciones	El dispositivo debe estar previamente registrado para el envío de datos
Flujo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obtención de datos del dispositivo para el registro en la base de datos</li> <li>2. Validar que el dispositivo este registrado</li> <li>3. Verificar que se encuentre dentro de la geo-cerca si no es así se enviara un mensaje al administrado</li> </ol>



	<p>y al propietario</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Verificar que el dispositivo este con un nivel de batería superior a 10%, caso contrario se enviara un mensaje de texto al administrador y al propietario</li> <li>5. Actualización de datos en la base de datos y registro históricos de los mismos</li> </ol>
Subflujos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Envío de mensajes de texto si el dispositivo se encuentra fuera de la geo-cerca o batería baja.</li> </ol>
Excepciones	<p>Para el registro de los datos obtenidos por el dispositivo, se validará que el IME asignado este registrado en la base de datos.</p>

Tabla 4 Caso de uso de registrar posiciones

### 2.6.3 Conexión de los módulos y circuito

El diseño del dispositivo de monitoreo está enfocado a las embarcaciones artesanales del puerto de Santa Rosa, el dispositivo cuenta con las siguientes partes:

#### Arduino Uno

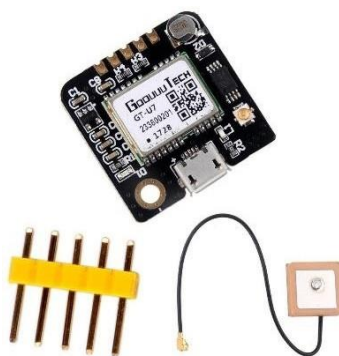
Es una tarjeta de desarrollo o placa de microcontrolador basada en el chip Atmega328, con 14 pines de entrada y salida, 6 entradas analógicas, un cristal de 16Mhz, conexión USB, conector Jack de alimentación, terminales para conexión ICSP y un botón de reseteo [19].



Figura 12 Arduino Uno R3 [19].

## Modulo GT-U7

Es un módulo GPS para Arduino, el cual necesita como mínimo la conexión de tres satélites para obtener la longitud y latitud, módulo de alto rendimiento con antena cerámica y chip integrado de memoria [21]. El módulo funciona de manera óptima en áreas despejadas para la obtención de coordenadas y necesita al menos estar conectados a 3 satélites [21].



*Figura 13 Modulo GPS GT-U7[21]*

Especificaciones:

- Cuenta con antena IPEX
- Voltaje de funcionamiento de 3.6 V a 5 V
- Velocidad de transmisión de 9600 baudios
- Memoria E2PROM
- Formato de salida NEMA
- Cuenta con pines TX, RX, GND, VCC

## Modulo GSM Sim 900

Es una tarjeta que permite transmitir y recibir datos, mediante GPRS/GSM utilizando una tarjeta SIM, funciona en frecuencias GSM 850MHz, EGSM 900MHz, DCS 1800MHz y PCS 1900MHz [20]. Este módulo utiliza comandos AT, conexión a red 2G, envío y recepción de SMS, llamadas, datos GPRS (TCP/IP, HTTP, etc.), conectores U.FL y SMA para antena celular, tarjeta SIM [47].



Figura 14 Modulo GSM/GPRS SIM900 [20]

Tabla de consumo energético

Modos	Frecuencia	Consumo actual
Corriente cortada		60 uA
Sleep mode		1 mA
Stand by		18 mA
Llamadas	GSM850	199 mA
	EGSM900	216 mA
	DCS1800	146 mA
	PCS1900	131 mA
GPRS		453 mA
Ráfaga de transmisión		2 A

Tabla 5 Detalle del consumo energético del módulo SIM900 [48]

### Batería

Para la selección de la batería se tomó en cuenta el consumo de Amperios y Voltaje necesario de funcionamiento de los dispositivos, los cuales el voltaje de la palca Arduino y SIM900 son de 5 voltios. La corriente para la alimentación del Arduino es de 1 Amperio y la del SIM900 es de 2 Amperios debido a que se enviara constante mente la ubicación al servidor web. El módulo GT-U7 no se consideró debido a que se alimentara mediante el Arduino.

Considerando estos puntos se adquirió una batería con dos puertos de salida USB de 5 Voltios con la salida 1 de 1 Amperio y a salida 2 de 2,1 Amperio con una capacidad de 150000 miliamperios.



Figura 15 Batería de 5v con salida de 1 Amperio y 2 Amperio

### Diagrama de conexión

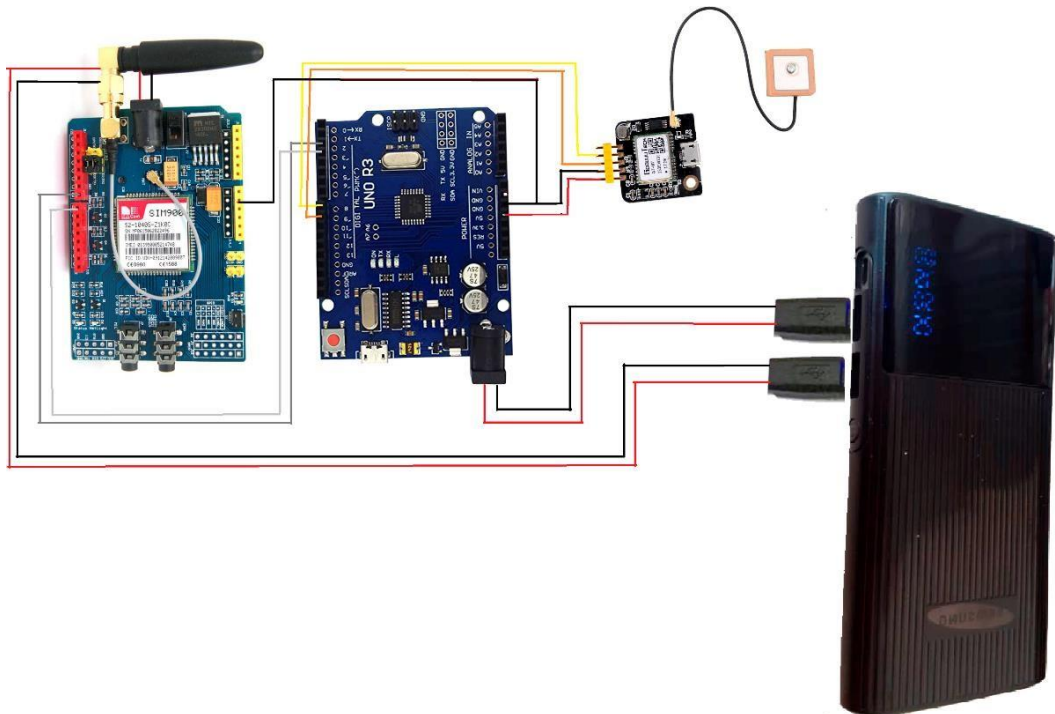


Figura 16 Diagrama de conexión de los módulos y circuito

## 2.6.4 Configuración

### Configuración del servidor, aplicación web

Configuraciones iniciales del servidor y ejecución de comandos en el Anexo 3, comandos utilizados para establecer la conexión con el servidor:

Comandos	Funciones
nvm-windows	Software para el manejo de varias versiones de Nodejs
nvm install 8 nvm install 12	Instalar versiones de Nodejs debido a incompatibilidad de librerías tanto de angular y las cloud functions
nvm use 8 nvm use 12	Comando para establecer la versión de Nodejs a utilizar
npm install -g @angular/cli	Instalación de firewall angular
ng add @angular/material	Componente web para el diseño
npm install firebase @angular/fire - -save	SDK de Firebase el cual proporcionar una experiencia de desarrollador en Angular.
npm install @agm/core	Componente de angular para el uso de mapas de Google Map
npm install chart.js --save	Visualizar datos en graficas
npm i pdfmake npm i pdfmake-wrapper	Biblioteca de generación de documentos PDF
ng build	Copilar aplicación en Angular
firebase deploy	Selección del servicio hosting para la transferencia del archivo

Tabla 6 Comandos para el desarrollo de la aplicación web

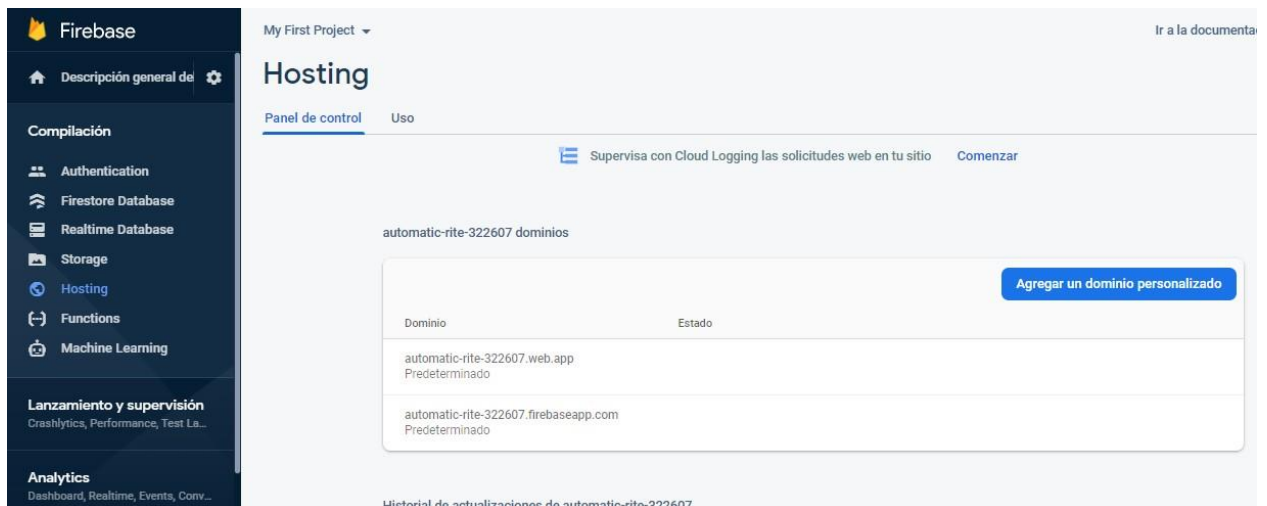


Figura 17 Aplicación web localizada en el servicio de Hosting

Comandos	Funciones
npm install -g firebase-tools	Instala Firebase CLI para el acceso a los servicios de Firebase
firebase login	Inicio de sesión
firebase init	Crea un archivo de configuración Firebase.json en la raíz del directorio de tu proyecto
firebase deploy	Selección del servicio cloud function para la transferencia del archivo

Tabla 7 Comando para el desarrollo del api, cloud functions

## Modulo GT-U7

Se estableció la conexión de los pines TX, RX, VCC y GND a la placa Arduino la cual suministrara el voltaje necesario para el funcionamiento y transmisión de datos en los pines 8 y 9. Mediante la librería AltSoftSerial.h la cual emula un puerto serial adicional para la comunicación para flujo de datos simultáneos [48]. Para la obtención de las coordenadas por parte de la placa Arduino se utiliza la librería

TinyGPS++.h permitiendo leer, extraer la posición, la fecha, la hora, la altitud, la velocidad y el rumbo en segundo plano [49].

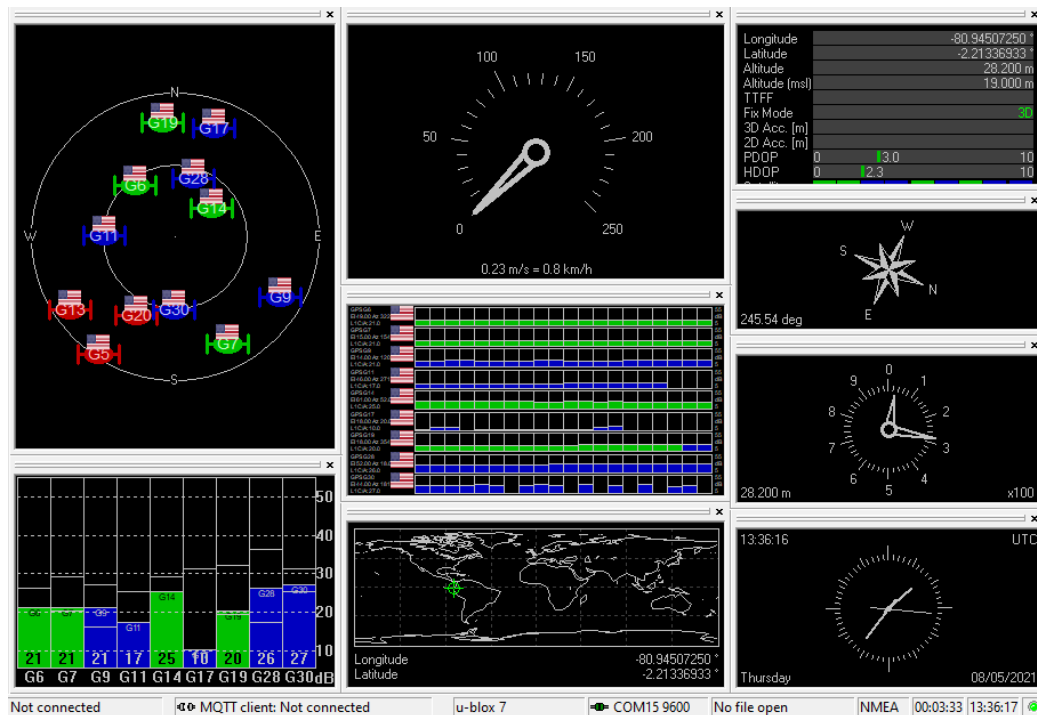


Figura 18 Grafica de las conexiones del módulo GT-U7

En (ver ) se aprecia un de forma gráfica los datos obtenidos por el módulo GT-U7, en la Figura 18 se aprecia la cantidad de satélites a la que está conectado la cual es de cuatro satélites de color verde en el momento de la captura, los de color azul y rojo significa que la conexión no es estable. Además, se aprecia la velocidad a la que se mueve el dispositivo la cual es de 0,23 m/s en reposo es aproximadamente de 0,20 m/s y también muestra un mapa en la que se encuentra ubicado el dispositivo la cual es en Ecuador. Se puede apreciar la obtención de fecha y hora, pero esta cuenta con un des fase de 5 horas.

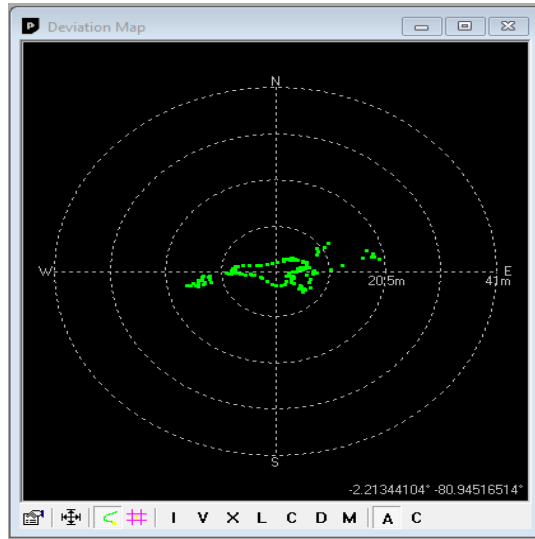


Figura 19 Variación de posiciones del módulo GT-U7

En la Figura 19 se aprecia como el dispositivo aparentemente se encuentra en movimiento esto se debe a que necesita obtener constantemente la posición en la que se encuentra y esta puede variar, en la gráfica se aprecia que de las distintas posiciones obtenidas el módulo de sobrepasa los 21m, debido a esto se considera la creación de la geocercas de un tamaño no menor a 25 m. Para que no se generen falsas alarmas.

Mediante el software u-center el cual es utilizado para la configuración y testeo de las coordenadas obtenidas por el dispositivo se observa en la gráfica el deface en metros que puede llegar a tener el dispositivo, esto dependerá mucho de factores externos como el clima.

En la Figura 20 se aprecia la trama obtenida del módulo GT-UT mediante la librería TinyGPS++, al apilar los comandos de la Tabla 8 para ser almacenados en variables.



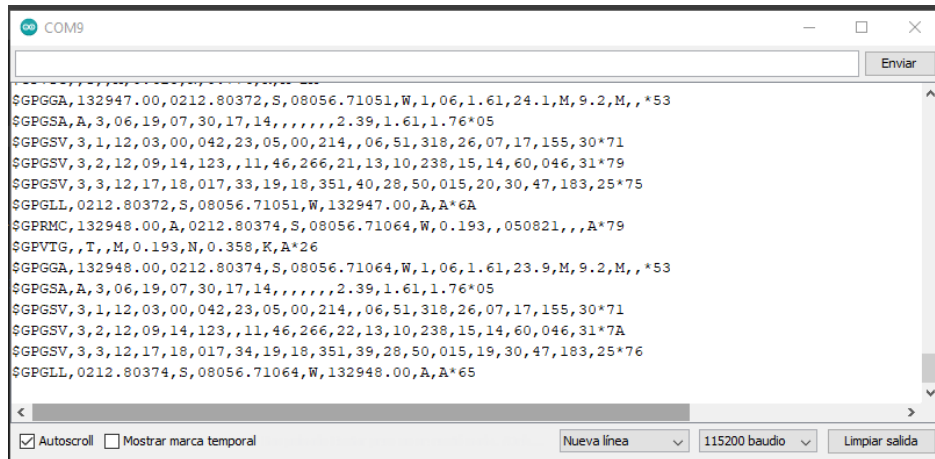


Figura 20 Trama obtenida del módulo GT-U7

Para obtención de datos del módulo se utilizó la librería TinyGPS++, definiendo la variable TinyGPSPlus GPS

Comandos	Funciones
gps.location.lat()	Obtención de la latitud
gps.location.lng()	Obtención de la longitud
gps.date.year()	Obtención del año
gps.date.month()	Obtención del mes
gps.date.day()	Obtención del día
gps.time.hour()	Obtención de la hora
gps.time.minute()	Obtención del minuto
gps.time.second()	Obtención de la segundo

Tabla 8 Comandos para la obtención de las coordenadas GPS

A pesar de que es dispositivo proporciona la fecha y hora esta es convertida a la zona horaria de Ecuador mediante el procesamiento de la información en el servidor web <http://csim900.000webhostapp.com>

### Modulo GSM Sim 900

Para la configuración del módulo se establece la conexión de los pines TX y RX a los pines de la placa Arduino 2 y 3, mediante la librería SoftwareSerial.h la cual

permite la comunicación en serie de otros pines con los pines digitales del Arduino, pero solo puede estar activo uno a la vez [50]. Para la configuración del módulo Sim 900 se utilizará el IDE de Arduino para cargar las configuraciones.

Comandos AT	Funciones
AT	Se comprueba que el módulo esté funcionando
AT+CMGF=1	Modo mensaje de texto
AT+CMGS=" número"	Envío SMS al número que esta entre comillas
AT+CBC	Devuelve el estado de carga de la batería
AT+CGSN	Devuelve el IMEI del móvil

Tabla 9 Comandos utilizados para el envío y recepción de SMS

Comandos AT	Funciones
AT+CGATT = 1	Conexión del módulo a una red GPRS
AT+SAPBR=3,1,Conty pe,GPRS	Configuración de punto de acceso (APN) para el proveedor de red
AT+SAPBR=3,1,APN," + apn	Establecer el APN: internet.cnt.net.ec ya que se usó una tarjeta SIM CNT
AT+SAPBR=3,1,USER, " + apn_u AT+SAPBR=3,1,PWD, " + apn_p	Declarar usuario y contraseña del APN
AT+SAPBR =1,1	Habilitar el GPRS del Módulo SIM900
AT+HTTTPINIT	Iniciar el servicio HTTP
AT+HTTTPARA=CID, 1	Establecer parámetros para la sesión HTTP
AT+HTTTPARA=URL," + url1 + variable	Establecer parámetros para la sesión HTTP
AT+HTTTPARA=CONTENT,application/xwww-form-urlencoded	Establecer parámetros para la sesión HTTP
AT+HTTTPACTION=0	Terminar el servicio HTTP
AT+CIPSHUT	Finaliza la conexión GPRS

Tabla 10 Comandos utilizados para la conexión con el servidor web

Una vez los datos son recolectados del Módulo GPS son enviados al servidor web <http://csim900.000webhostapp.com> en el cual se procesa la información.

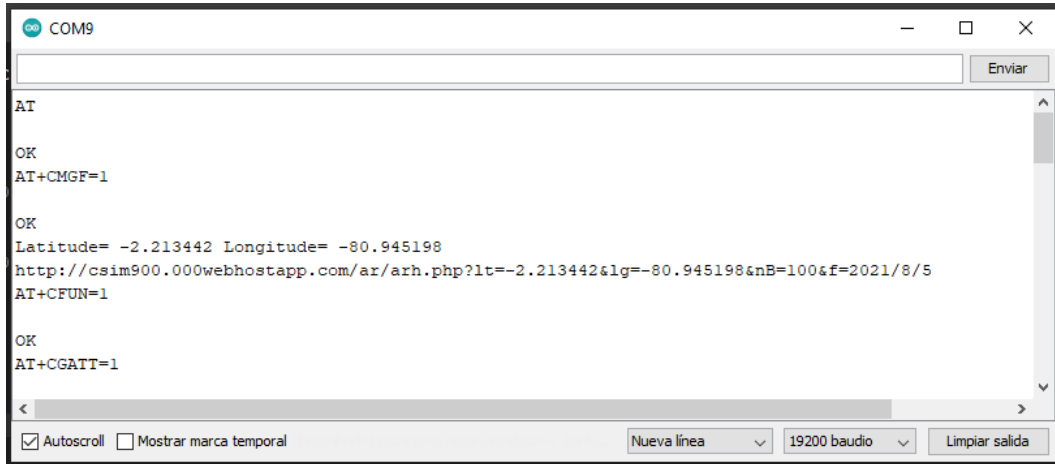


Figura 21 Vista del envío de datos desde el puerto serial del ide de Arduino

## 2.6.5 Diseño de la base de datos

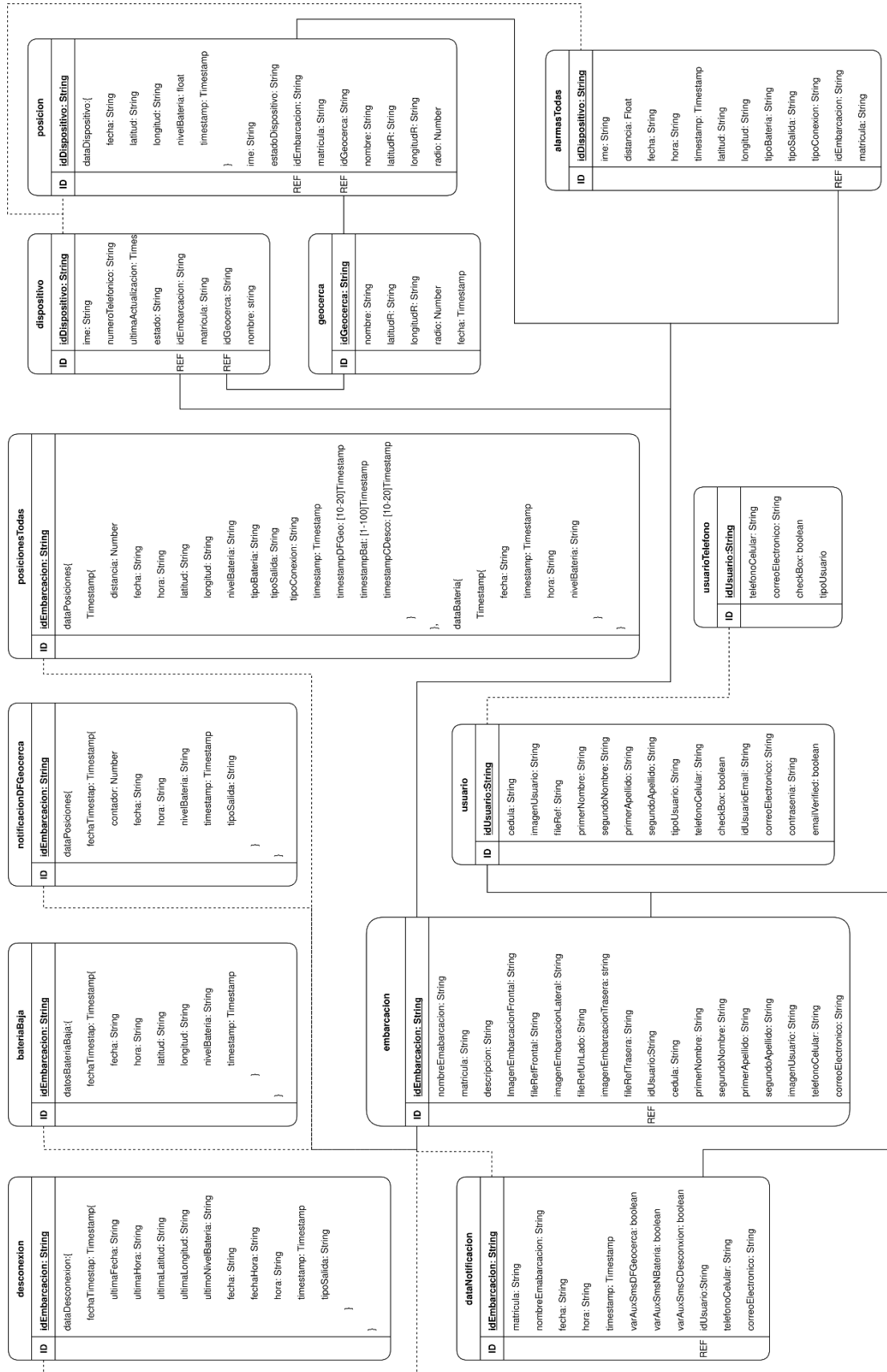


Figura 22 Modelo físico de la base de datos

## 2.6.6 Diseño de interfaces

### Bosquejo de la interfaz de inicio de sesión

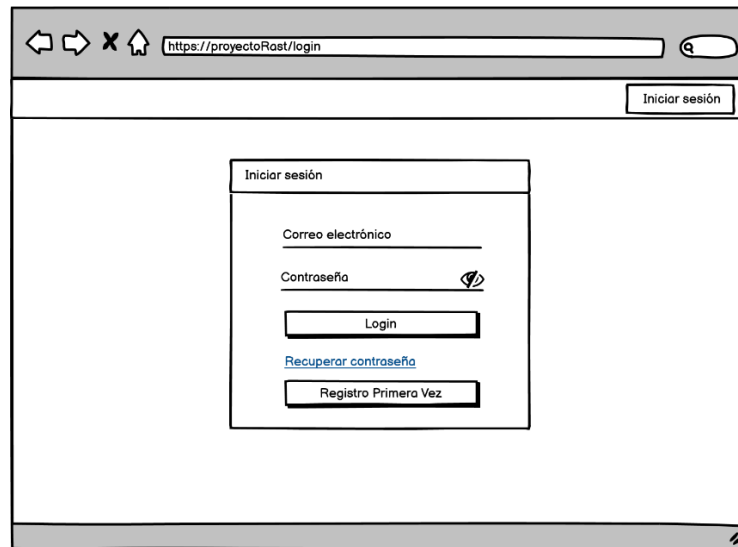


Tabla 11 Interfaz para el inicio se sección

La interfaz de inicio de sección permite al usuario administrador o armador acceder al sistema, el acceso dependerá si fue registrado por el usuario Administrador y cuenta con la verificación del email. La interfaz requiere que el usuario digite el correo electrónico y contraseña dependiendo del rol asignado accede al sistema. Además, permite la recuperación de contraseña y la verificación del email accediendo al botón registro primera vez.

### Bosquejo de la interfaz de monitoreo del sistema

La presente interfaz tiene como finalidad la presentación de la posición de las embarcaciones en el mapa, lista de las embarcaciones ubicadas en el mapa en la cual se puede marcar para posicionar en el mapa, así como ver el detalle de la misa. Además de presentar una lista de las embarcaciones que han generado alertas debido a problemas como niveles bajo de batería, desconexión o salida de la geocercas.

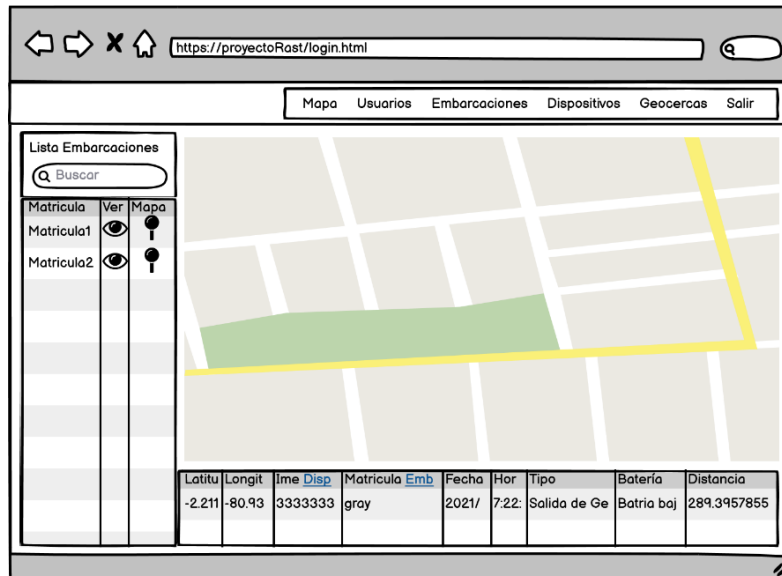


Figura 23 Interfaz de monitoreo del sistema

### Bosquejo de la interfaz de registro de embarcaciones

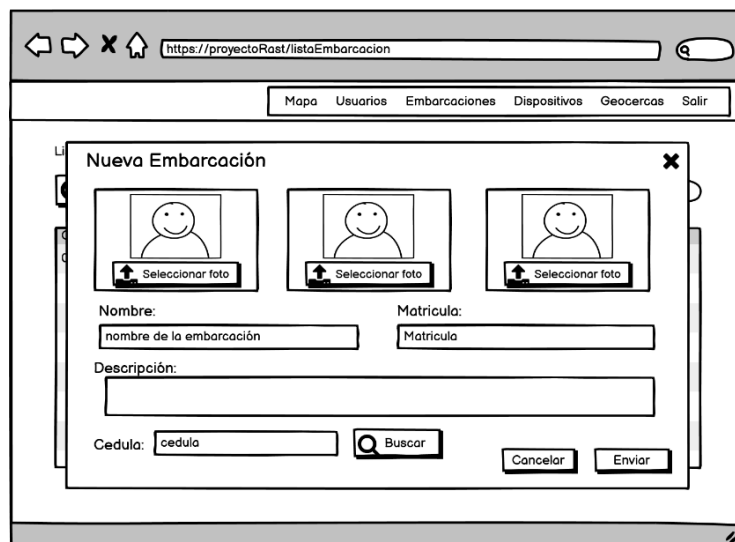


Figura 24 Interfaz de registro de embarcaciones

Para realizar el registro de la embarcación la interfaz presenta la subida de imágenes de la embarcación, selección de usuario previamente registrado en la que se presentara el detalle del usuario una vez completado los campos se registra la embarcación.

## Bosquejo de la interfaz de registro de dispositivo

La interfaz de registro de dispositivo permite el registro del ime y numero celular que tendrá, así como la selección de la embarcación en la que se presentará una alerta si está siendo ocupada por otro dispositivo. Y la selección de la geocercas mediante la búsqueda por el nombre.

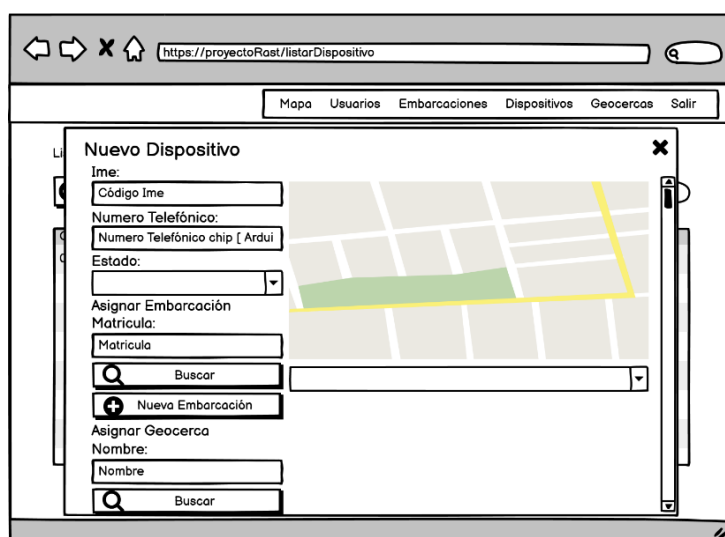


Figura 25 Interfaz de registro de dispositivo

## Bosquejo de la interfaz de reporte



Figura 26 Interfaz de reporte

La interfaz de reporte se visualizará los distintos registros como nivel de batería, grafica de incidentes y ruta en el mapa de acuerdo a la selección de lo que se

desea generar, embarcación y el rango de fechas. Además, permite generar reportes de niveles de batería, desconexión del dispositivo, salida de geocercas y un archivo Excel de todos los datos de la coordenada respecto a el rango de fecha seleccionado.

### 2.6.7 Diccionario de Datos

En el diccionario de datos se visualizará la información necesaria que se utiliza en el sistema y sus atributos, con el objetivo de entender como interactúan dentro del sistema [51]. Siendo este un listado de datos organizados para evitar la mala interpretación con características lógicas y puntuales. Para visualizar el detalle de cada una de las tablas del diccionario de datos (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

## 2.7 Estudio de factibilidad

### 2.7.1 Factibilidad Técnica

En la factibilidad técnica se establece mediante el análisis de los recursos necesarios para el desarrollo tanto hardware y software para la implementación de la aplicación web y el dispositivo. Entre otros recursos detallados a continuación:

- **Hardware**

Componentes	Cantidad
Laptop Hp	1
Arduino Uno R3 con su cable	1
Cargador de 5V y 1A	2
Modulo GSM Sim 900	1
Modulo GT-U7	1
Cables Jumper	10
Banco de batería USB de 5V	2

Figura 27 Factibilidad Técnica – Hardware



- **Software**

Componentes	Cantidad
Arduino IDE	1
Diaw	1
Visual Code	1
Postma	1
Firebase Realtime Database	1
Firebase Authentication	1
Twilio	1
Firebase Hosting	1
Angular Framework	1
API de Google Maps	1
Chart.js	1

Figura 28 Factibilidad Técnica-Software

- **Servicios**

Componentes	Cantidad
Servicio de internet	1
Servicio de luz eléctrica	1

Figura 29 Factibilidad Técnica-Servicios

- **Recurso humano**

Componentes	Cantidad
Analista	1
Desarrollador	1

Figura 30 Factibilidad Técnica-Recurso Humano

Luego del estudio realizado se obtiene que el proyecto es técnicamente factible, debido a que se cuenta con todo el hardware, software, recurso humano, servicios para el desarrollo de la aplicación web y el dispositivo.

### 2.7.2 Factibilidad Financiera

En la factibilidad financiera se estableció los costos del hardware, software, recursos administrativos para la implementación de la aplicación. Los cuales son detallados a continuación:

- **Hardware**

Componentes	Cantidad	Costo \$	Detalle	Subtotal	Total
Laptop Hp	1	\$350	Procesador Intel Celeron N3060	\$350	\$350.00
Arduino Uno R3 con su	1	\$10	Interfaz para la	\$10	\$10.00

cable			conexión de los módulos Sim 900 y GT-U7		
Cargador de 5V y 1A	2	\$3.5	Cargador para el Arduino y el Sim 900	\$7	\$7.00
Modulo GSM Sim 900	1	\$35	Modulo para envío y recepción de peticiones http	\$35	\$35.00
Modulo GT-U7	1	\$18	Modula para la obtención de la posición GPS	\$18	\$18.00
Cables Jumper	40		Cables para la conexión de los módulos	\$3	\$3.00
Banco de batería USB de 5V	1	\$12	Para la alimentación del Arduino y el Sim 900	\$12	\$12.00
<b>Total</b>					\$435.00

Figura 31 Factibilidad Financiera-Hardware

El estudiante ya dispone de la laptop para el desarrollo de la aplicación web. Para el desarrollo del dispositivo solo se tomó en cuenta un dispositivo para su ejecución. Para el hardware de cada dispositivo costaría \$85.00.

- **Software**

Componentes	Plan de producción	Detalle	Costo \$
<b>Arduino IDE</b>		Software libre	\$0.00
<b>Diaw</b>		Software libre	\$0.00
<b>Visual Code</b>		Software libre	\$0.00
<b>Postman</b>		Software libre	\$0.00
<b>Firestore Realtime Database</b>	Conexiones simultáneas	Limitado a 200.000 por base de datos, usuarios realizando consultas	\$0.00
	GB almacenados	USD 5 por GB	\$5.00
	GB descargados	USD 1 / GB	\$1.00
<b>Firestore Authentication</b>	USD 0.01 por verificación de email	Se realizará 100 al mes aproximadamente	\$1.00
<b>Tiwilio</b>	Costo por uso		\$10.00
<b>Firestore Hosting</b>	Almacenamiento	0,026 USD / GB	\$0.026
	Transferencia de datos	0,15 USD / GB	\$0.15
	Dominio personalizado y SSL	Sin cargo	\$0.00
<b>Angular Framework</b>		1	\$0.00

<b>API de Google Maps</b>	Dynamic MAPS	Muestra mapas interactivos y personalizables por cada 1000 solicitudes	\$7.00
	API de geofencing, Geolocation	Envía una notificación a la aplicación cuando el dispositivo cruza una geocercas, por cada 1000 solicitudes	\$5.00
<b>Chart.js</b>		Librería de uso gratuito	\$0.00
<b>Total</b>			<b>\$29.17</b>

Figura 32 Factibilidad Financiera-Software

El cálculo esta realizado en base a la ocupación de los servicios en un mes calendario de 30 días, alguno de los servicios de Firebase son gratuitos en el plan de desarrollo con ciertas limitaciones, aunque para el servicio con mayor uso de recursos, es necesario el uso de tarjeta de crédito en la cual si se excede las consultas establecidas se comienza a cobrar [51].

- **Costo presupuestario para el desarrollo de la aplicación web**

<b>Presupuesto para la aplicación web y el dispositivo</b>	
<b>Hardware</b>	\$435.00
<b>Software</b>	\$29.17
<b>Recurso humano</b>	\$7000.00
<b>Gastos Varios</b>	\$200.00
<b>Total</b>	<b>\$7664.17</b>

Figura 33 Factibilidad Financiera-Desarrollo

Anqué el costo del proyecto es de \$7664.17, se excluye el gasto de recurso humano puesto que este valor será asumido por el desarrollador, ensamblador de un dispositivo. El costo de desarrollo sería de \$663.94. Además, tener en cuenta que en proyecto solo se está desarrollando un solo dispositivo.

## 2.8 Resultados

### 2.8.1 Pruebas de funcionamiento

Las pruebas realizadas tienen como fin e encontrar errores en el funcionamiento tanto de la aplicación web como el dispositivo, tomando como referencia los

resultados esperados de los siguientes casos de prueba dividido en la aplicación web y el dispositivo de monitoreo.

### Pruebas de funcionamiento Aplicación web

<b>Prueba N.º 1: Iniciar sesión</b>	
<b>Objetivo:</b>	Los datos serán validados correctamente momento de iniciar sesión.
<b>Descripción</b>	Verificar correo electrónico y contraseña
<b>Nivel de complejidad:</b>	Baja
<b>Caso N.º 1: Ingreso de credenciales correctas</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Ingreso de correo electrónico y contraseña	Visualizar la interfaz principal del sistema, junto con el menú del rol del usuario seleccionado
Dar click en el botón “Login”	
<b>Caso N.º 2: Ingreso de credenciales no verificadas</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Ingreso de correo electrónico y contraseña	Presenta mensaje “usuario no este verificado”.
Dar click en el botón “Login”	
<b>Caso N.º 3: Ingreso de credenciales erróneas</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Ingreso de correo electrónico y contraseña validos	Presenta mensaje “correo electrónico o contraseña incorrecto”.
Dar click en el botón “Login”	
<b>Caso N.º 4: Ingreso de credenciales nulos</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Caja de texto de correo electrónico o contraseña vacíos	No permite se habilita la selección del botón Login
Dar click en el botón “Login”	
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>Defectos Obtenidos</b>	<b>Veredicto</b>
Proceso correcto en el caso 1.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 2.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 3.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 4.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores

Tabla 12 Prueba N.º 1: Iniciar sesión

<b>Prueba N.º 2: Gestión de usuario</b>	
<b>Objetivo:</b>	Realizar el registro, modificación y eliminación de datos de los usuarios
<b>Descripción</b>	Verificar proceso de éxito.
<b>Nivel de complejidad:</b>	Media
<b>Caso N.º 1: Ingreso de nuevo tipo de dato</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación se selecciona la opción del menú correspondiente y en la ventana que se abre se da clic en “Agregar Usuario”.	Presenta un mensaje de “Registro guardado con éxito”. Al regresar a la lista presenta el nuevo dato ingresado.
Ingresa datos en el formulario correspondiente al menú seleccionado.	
Clic en el botón “Guardar”	
<b>Caso N.º 2: Edición de datos almacenados.</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación en el menú se escoge la opción correspondiente y en la lista que aparece seleccionamos un registro y clic en “Editar”.	Presenta un mensaje de “Registro modificado con éxito”.
Editar dato en el formulario de la ventana modal correspondiente del menú seleccionado	
Clic en el botón “Guardar”	
<b>Caso N.º 3: Eliminar datos almacenados.</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación se escoge una opción en el menú y en la lista que aparece clic en eliminar en el registro correspondiente.	Presenta un mensaje de “Registro eliminado correctamente”. Al verificar la lista ya no aparece el dato eliminado.
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>Defectos Obtenidos</b>	<b>Veredicto</b>
Proceso correcto en el caso 1.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 2.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 3.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores

Tabla 13 Prueba N.º 2: Gestión de usuario

<b>Prueba N.º 3: Gestión de embarcaciones</b>	
<b>Objetivo:</b>	Realizar el registro, modificación y eliminación de datos de embarcaciones
<b>Descripción</b>	Verificar proceso de éxito.
<b>Nivel de complejidad:</b>	Media
<b>Caso N.º 1: Ingreso de nuevo tipo de dato</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación se selecciona la opción del menú correspondiente y en la ventana que se abre se da clic en “Agregar Embarcación”.	Presenta un mensaje de “Registro guardado con éxito”. Al regresar a la lista presenta el nuevo dato ingresado.
Ingresa datos en el formulario correspondiente al menú seleccionado.	
Clic en el botón “Guardar”	
<b>Caso N.º 2: Edición de datos almacenados.</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación en el menú se escoge la opción correspondiente y en la lista que aparece seleccionamos un registro y clic en “Editar”.	Presenta un mensaje de “Registro modificado con éxito”.
Editar dato en el formulario de la ventana modal correspondiente del menú seleccionado	
Clic en el botón “Guardar”	
<b>Caso N.º 3: Eliminar datos almacenados.</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación se escoge una opción en el menú y en la lista que aparece click en eliminar en el registro correspondiente.	Presenta un mensaje de “Registro eliminado correctamente”. Al verificar la lista ya no aparece el dato eliminado.
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>Defectos Obtenidos</b>	<b>Veredicto</b>
Proceso correcto en el caso 1.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 2.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 3.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores

Tabla 14 Prueba N.º 3: Gestión de embarcaciones

<b>Prueba N.º 4: Gestión de geocerca</b>	
<b>Objetivo:</b>	Realizar el registro, modificación y eliminación de datos de la geocercas.
<b>Descripción</b>	Verificar proceso de éxito.
<b>Nivel de complejidad:</b>	Media
<b>Caso N.º 1: Ingreso de nuevo tipo de dato</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación se selecciona la opción del menú correspondiente y en la ventana que se abre se da clic en “Agregar Geocercas”.	Presenta un mensaje de “Registro guardado con éxito”. Al regresar a la lista presenta el nuevo dato ingresado.
Ingresa datos en el formulario correspondiente al menú seleccionado.	
Clic en el botón “Guardar”	
<b>Caso N.º 2: Edición de datos almacenados.</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación en el menú se escoge la opción correspondiente y en la lista que aparece seleccionamos un registro y clic en “Editar”.	Presenta un mensaje de “Registro modificado con éxito”.
Editar dato en el formulario de la ventana modal correspondiente del menú seleccionado	
Clic en el botón “Guardar”	
<b>Caso N.º 3: Eliminar datos almacenados.</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación se escoge una opción en el menú y en la lista que aparece click en eliminar en el registro correspondiente.	Presenta un mensaje de “Registro eliminado correctamente”. Al verificar la lista ya no aparece el dato eliminado.
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>Defectos Obtenidos</b>	<b>Veredicto</b>
Proceso correcto en el caso 1.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 2.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 3.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores

Tabla 15 Prueba N.º 4: Gestión de geo cerca

<b>Prueba N.º 5: Gestión de dispositivos</b>	
<b>Objetivo:</b>	Realizar el registro, modificación y eliminación de datos de dispositivos
<b>Descripción</b>	Verificar proceso de éxito.
<b>Nivel de complejidad:</b>	Media
<b>Caso N.º 1: Ingreso de nuevo tipo de dato</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación se selecciona la opción del menú correspondiente y en la ventana que se abre se da clic en “Agregar Dispositivo”.	Presenta un mensaje de “Registro guardado con éxito”. Al regresar a la lista presenta el nuevo dato ingresado.
Ingresa datos en el formulario correspondiente al menú seleccionado.	
Clic en el botón “Guardar”	
<b>Caso N.º 2: Edición de datos almacenados.</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación en el menú se escoge la opción correspondiente y en la lista que aparece seleccionamos un registro y clic en “Editar”.	Presenta un mensaje de “Registro modificado con éxito”.
Editar dato en el formulario de la ventana modal correspondiente del menú seleccionado	
Clic en el botón “Guardar”	
<b>Caso N.º 3: Eliminar datos almacenados.</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación se escoge una opción en el menú y en la lista que aparece clic en eliminar en el registro correspondiente.	Presenta un mensaje de “Registro eliminado correctamente”. Al verificar la lista ya no aparece el dato eliminado.
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>Defectos Obtenidos</b>	<b>Veredicto</b>
Proceso correcto en el caso 1.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 2.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 3.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores

Tabla 16 Prueba N.º 5: Gestión de dispositivos



<b>Prueba N.º 6: Visualización de embarcaciones en el mapa</b>	
<b>Objetivo:</b>	Verificar el correcto funcionamiento de la interfaz de monitoreo
<b>Descripción</b>	Verificar proceso de éxito.
<b>Nivel de complejidad:</b>	Media
<b>Caso N.º 1: Visualización de embarcaciones</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Inicio de sesión correcto, a continuación se selecciona la opción del menú mapa	Se visualizará datos de las posiciones de las embarcaciones dentro del mapa, Lista de embarcaciones y lista de las alarmas generadas.
Clic en los botones con el icono de ver o el de un marcador	Al dar clic en el icono de ver se mostrará un modal con información de la embarcación. Al dar clic en el icono del marcador se ubicará la embarcación dentro del mapa
<b>Caso N.º 2: Visualización de alarmas</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Datos de la posición de las embarcaciones	Cálculo de la posición de la embarcación respecto a la geocerca asignada y se presentara una alerta en la aplicación de la alarma generada
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>Defectos Obtenidos</b>	<b>Veredicto</b>
Proceso correcto en el caso 1.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 2.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores

Tabla 17 Prueba N.º 6: Visualización de embarcaciones en el mapa

<b>Prueba N.º 7: Visualización de reporte</b>	
<b>Objetivo:</b>	Verificación del correcto funcionamiento de la generación de reporte y graficas
<b>Descripción</b>	Verificar proceso de éxito.
<b>Nivel de complejidad:</b>	Media
<b>Caso N.º 1: Generación de graficas de incidentes</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Al acceder al menú de reporte como usuario administrador para el envío de	Generación de grafica en barras de las alarmas generadas de incidentes de

datos del dispositivo de las alarmas	salida de geocercas, batería baja
Selección de la embarcación	
Selección del rango de fecha	
<b>Caso N.º 2: Generación de nivel de batería</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Al acceder al menú de reporte como usuario administrador para el envío de datos del dispositivo de las alarmas	Se presenta la gráfica del nivel de batería de acuerdo al rango de la fecha
Selección de la embarcación	
Selección del rango de fecha	
<b>Caso N.º 3: Visualización de ruta</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Al acceder al menú de reporte como usuario administrador para el envío de datos del dispositivo fuera de la geocercas	Presenta la ruta en el mapa la posición en forma de marker dentro del mapa
Selección de la embarcación	
Selección del rango de fecha	
<b>Caso N.º 4: Generación de Excel</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Al acceder al menú de reporte como usuario administrador para el envío de datos del dispositivo	Genera un archivo Excel en el cual se encuentran los datos generados por el dispositivo tanto dentro y fuera de la geocercas
Selección de la embarcación	
Selección del rango de fecha	
<b>Caso N.º 5: Generación de Reporte de alarma de batería</b>	
Al acceder al menú de reporte como usuario administrador para el envío de datos del dispositivo fuera de la geocercas	Genera un archivo pdf con información de la embarcación, el usuario y los datos de las alarmas de batería baja
Selección de la embarcación	
Selección del rango de fecha	
<b>Caso N.º 6: Generación de Reporte de alarma de salida de geocercas</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Al acceder al menú de reporte como usuario administrador para el envío de datos del dispositivo fuera de la geocercas	Genera un archivo pdf con información de la embarcación, el usuario y los datos de las alarmas de salida de geocercas
Selección de la embarcación	
Selección del rango de fecha	
<b>Caso N.º 7: Generación de Reporte de alarma de desconexión</b>	
Al acceder al menú de reporte como usuario administrador para el envío de datos del dispositivo fuera de la geocercas	Genera un archivo pdf con información de la embarcación, el usuario y los datos de las alarmas de desconexión
Selección de la embarcación	
Selección del rango de fecha	

<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>Defectos Obtenidos</b>	<b>Veredicto</b>
Proceso correcto en el caso 1.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 2.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 3.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 4.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 5.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 6.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 7.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores

Tabla 18 Prueba N° 7: Visualización de reporte

### Pruebas de funcionamiento Dispositivo

<b>Prueba N.º 8: Envío de coordenadas</b>	
<b>Objetivo:</b>	Verificar el correcto funcionamiento del dispositivo
<b>Descripción</b>	Verificar la conexión del módulo a la red y obtención de señal GPS
<b>Nivel de complejidad:</b>	Baja
<b>Caso N.º 1: Modulo GPS coordenadas</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Velocidad de transmisión 9600	Obtención de datos: Latitud Longitud Año Mes Dia Hora Minuto Segundo
<b>Caso N.º 2: Modulo Sim900 conexión a la red telefónica</b>	

Datos de entrada:	Datos esperados de salida:
Velocidad de transmisión 19200	Respuesta enviada por el servidor AT+HTTPREAD 200
Apn Nombre del punto de acceso	
Comandos AT para realizar consulta al servidor	
RESULTADOS DE LA PRUEBA	
Defectos Obtenidos	Veredicto
Proceso correcto en el caso 1.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 2.	X_ Ejecución correcta (100%) ___ Ejecución fallida Detección de errores

Tabla 19 Prueba N° 8: Envío de coordenadas

Al realizar las pruebas del dispositivo y la aplicación se comprueba el correcto funcionamiento, a continuación, se presenta el funcionamiento y las notificaciones emitida.

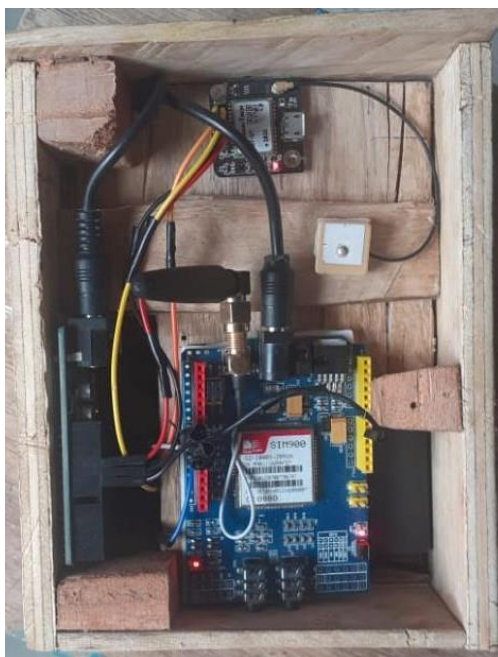


Tabla 20 Dispositivo de geolocalización parte frontal



Tabla 21 Dispositivo de geolocalización parte trasera

El dispositivo se colocó en la parte delantera de la embarcación, para la realización de la prueba se realizó un pequeño recorrido. El chip colocado al dispositivo fue de la operadora CNT de acuerdo al siguiente mapa de cobertura, se presenta el alcance del envío de coordenadas por parte del dispositivo a la base de datos. Se selecciono el mapa de 4G debido a una mejor vista, además de que el dispositivo SIM900 soporta 2G, 3G Y 4G siendo esta ultima la que tiene mayor alcance.

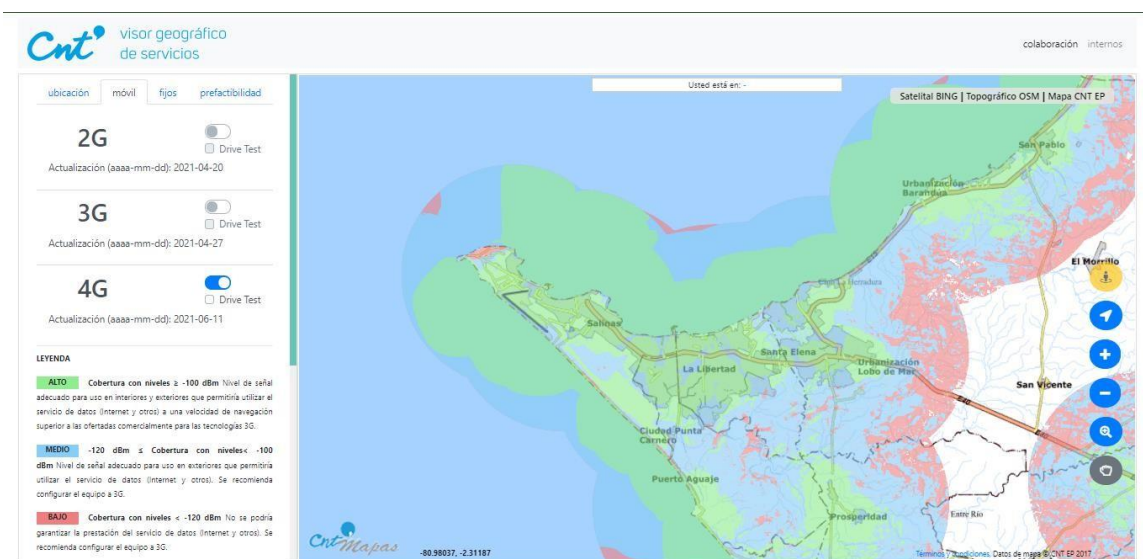


Figura 34 Mapa geográfico de la cobertura de CNT en la provincia de Santa Elena

En la figura se aprecia el alcance de la cobertura de CNT la cual fue realizada mediante la propagación, sirviendo como referencia del alcance que podrá tener el dispositivo hasta la pérdida de conexión a la red telefónica.

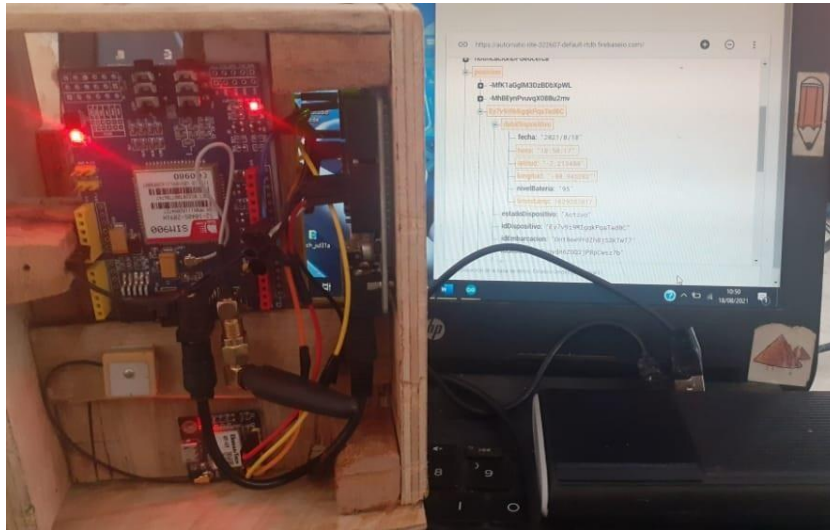


Figura 35 Registro de los datos enviado por el dispositivo a la base de datos



Figura 36 Prueba del dispositivo mar a fuera

### Pruebas de reducción de tiempo de notificación

<b>Prueba N.º 9: Notificaciones SMS y correo electrónico</b>	
<b>Objetivo:</b>	Verificar el correcto funcionamiento del dispositivo
<b>Descripción</b>	Verificar la conexión del módulo a la red y obtención de señal GPS
<b>Nivel de complejidad:</b>	Baja

<b>Caso N.º 1: Guardia no se percata de evento de robo</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Coordenadas enviadas por el dispositivo	Envió de SMS y correo electrónico a los usuarios administradores y al propietario de la embarcación
<b>Caso N.º 2: Guardia inmovilizado</b>	
<b>Datos de entrada:</b>	<b>Datos esperados de salida:</b>
Coordenadas enviadas por el dispositivo	Envió de SMS y correo electrónico a los usuarios administradores y al propietario de la embarcación
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>	
<b>Defectos Obtenidos</b>	<b>Veredicto</b>
Proceso correcto en el caso 1.	X_ Ejecución correcta (100%) ____ Ejecución fallida Detección de errores
Proceso correcto en el caso 2.	X_ Ejecución correcta (100%) ____ Ejecución fallida Detección de errores

Tabla 22 Prueba N° 9: Notificaciones SMS y correo electrónico

Para la prueba de notificación mediante SMS y correo electrónico se consideró situaciones críticas en la que el guardia no está vigilando embarcaciones o en el caso de que este haya sido inmovilizado, el servidor consulta los números telefónicos y correo electrónico para el envío de notificaciones al usuario propietario y a los administradores. Tomando en cuenta que en la entrevista el guardia que relato los eventos indico que alrededor **de unas dos a tres horas se reportó el evento ocurrido** al propietario y por ende a las autoridades.

#### **Toma del tiempo desde que sucede el evento hasta que envía la notificación**

Como se puede apreciar en las imágenes se realizó el evento de salida de la geo cerca asignada y se envió las notificaciones en un tiempo aproximado de 3 a 5 minutos, aunque Twilio da una garantía en un periodo no mayor a 10 minutos.

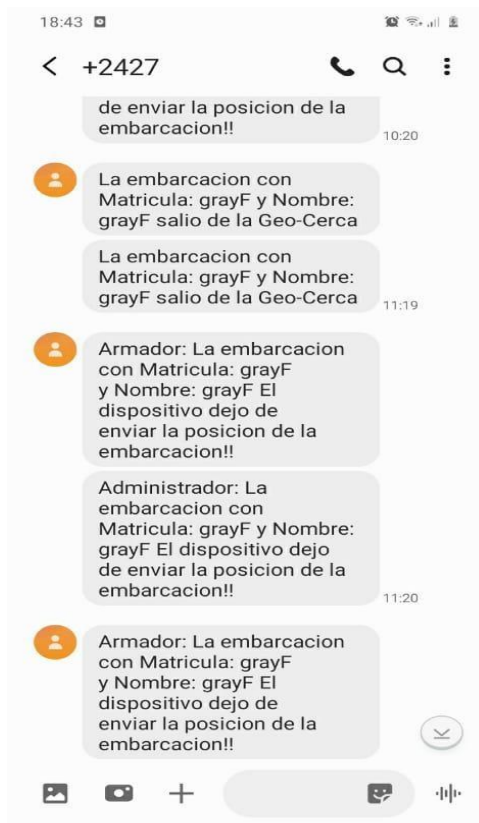


Figura 37 Captura de pantalla de la recepción de SMS

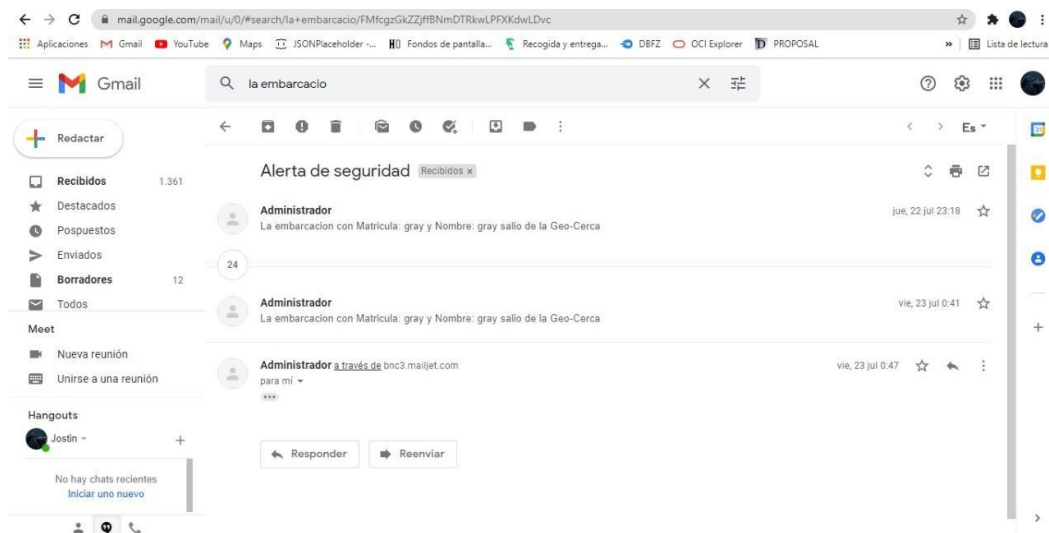


Figura 38 Captura de pantalla de la recepción de Correo electrónico

Para el envío del SMS se utilizaron los servicios de Twilio y PHP, el dispositivo constantemente envía la ubicación en un rango de aproximadamente 10 a 20



segundos, la verificación del dispositivo si se encuentra de dentro de la geo cerca o fuera se realiza mediante la siguiente formula:

```
private function calcularDentroFueraGeo(string $latitudDispo=", string
$longitudDispo=",string $latitudGeocerca=", string $longitudGeocerca=",
string $radioGeocerca="){

    //transformar a radianes
    $rlat0=deg2rad($latitudDispo);
    $rln0=deg2rad($longitudDispo);
    $rlat1=deg2rad($latitudGeocerca);
    $rln1=deg2rad($longitudGeocerca);
    $latDelta=$rlat1-$rlat0;
    $lnDelta=$rln1-$rln0;
    //Formula de Haversine
    $distance2=(6371000) * 2 * asin(
        sqrt(
            cos($rlat0)* cos($rlat1)*pow(sin($lnDelta/2),2)+
            pow(sin($latDelta/2),2)
        )
    );
    return $distance2;
}
```

propietarios Figura 37.

## 2.8.2 Resultados finales

### Gestión de usuario

- La aplicación mostrara una lista de los usuarios creados
- El usuario con el rol administrador tendrá las opciones de agregar, editar, eliminar usuarios

### Gestión de embarcaciones

- Los usuarios administradores asignaran a los propietarios de embarcaciones

- La aplicación permitirá seleccionar al usuario mediante una búsqueda por cedula del usuario

### **Gestión de geocercas**

- La aplicación web permitirá la creación de geo cerca estableciendo el centro o posición de esta, con el respectivo tamaño

### **Gestión de dispositivos**

- El usuario podrá asignar dispositivos a embarcaciones siempre que este registrado

### **Visualización de embarcaciones en el mapa**

- Las embarcaciones serán colocadas en el mapa de acuerdo a los datos proporcionado por el dispositivo
- Se presentará las notificaciones en la aplicación web si el usuario se encuentra en la sección de monitoreo.

### **Envío de coordenadas**

- El dispositivo enviara las coordenadas al servidor, si está conectado a la red celular y conexión con al menos tres satélites para la longitud y latitud.
- Una vez establecida la conexión el dispositivo envía los datos al servidor

## **CONCLUSIONES**

Mediante la utilización de técnicas de recolección se identificó los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, el análisis de la entrevista concluye con el desarrollo de un dispositivo el cual obtiene y envía las coordenadas a un servidor el cual procesará la información y presentará la misma en la aplicación web.

El modelo de la base de datos se realizó considerando los requerimientos previamente obtenidos, así como la infraestructura del sistema, con datos almacenados en Firebase, las interfaces modeladas en Balsamiq Wireframes, el circuito del dispositivo y programación mediante el IDE Arduino. La arquitectura de utilización de un servidor de archivos php para el procesamiento por separado de la base de datos, se consideró debido a los costos del envío de datos y conexión a Firebase.

Se desarrollo el dispositivo de geolocalización que permite el envío de coordenadas usando la red telefónica cuando tenga una buena recepción tanto de satélites como de la red celular, las notificaciones son presentadas dentro de la aplicación web y también mediante correos electrónicos enviado al usuario administrador y al propietario.

Se realizaron pruebas que demuestran la eficacia y eficiencia del envío de notificaciones, debido a esto el tiempo de alerta se disminuyó de acuerdo a las pruebas realizadas considerando casos en los que el guardia no se percata de dicha acción o guardia inmovilizado, las notificaciones se generan alrededor de nos 2 a 5 minutos que la embarcación sale de la geocercas.

## **RECOMENDACIONES**

- Si en el futuro el sistema se expande es importante considerar el factor de señal del dispositivo Sim900, ya que el envío de datos depende de la existencia o conexión a la red celular de la operadora.

- En el diseño, modelado y el desarrollo de la aplicación web se utilizaron herramientas de código libre se recomienda revisar las versiones de las mismas ya que puede existir incompatibilidad de la misma como es el caso de la librería AngularFire y angular/core.
- Debido a que la base de dato NoSQL permite agregar datos extras a las colecciones se sugiere actualizar la ampliación para la visualización de cambios ya que está limitada al uso de interfases establecidas.
- Mediante el almacenamiento de la gran cantidad de datos históricos de las coordenadas y las diferentes notificaciones almacenadas en la base de datos se sugiere realizar la eliminación de datos cuando alcance un límite permitido por la institución, ya que de acuerdo al modelo de cobro de Firebase en el almacenamiento puede elevar los costos del sistema
- Cuando se realiza la adquisición del módulo SIM900 se debe realizar la homologación del dispositivo para un que pueda transmitir datos, esto dependerá de la legislación del país.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] D. Barreto P., J. Imbaquingo, A. Ribadeneira, G. Tipanluisa, M. Orozco y A. Ribadeneira, «El Comercio,» 28 9 2019. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/asaltos-mar-inseguridad-pescadores-ecuador.html>. [Último acceso: 10 12 2021].
- [2] W. F. Vela Abad, Las principales víctimas de la piratería en los espacios marítimos, Unidad de las fuerzas armadas, Departamento de seguridad y defensa, 2014.

- [3] A. Benavides, J. Cedeño, H. Álvarez y E. Pico, «Diagnóstico de la captura de la pesca blanca del sector pesquero artesanal en la parroquia Santa Rosa, cantón Salinas, provincia de Santa Elena,» *Espiraes Revista Multidisciplinaria de investigación*, vol. 3, nº 26, pp. 112-120, 5 03 2019.
- [4] G. Felipe Avalos y O. A. Alva Garcés, Diseño y Construcción de un Sistema de Rastreo Vehicular por Satélite Activo Mediante el uso de las tecnologías GPS/GLONASS, GSM/GPRS y WiFi, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de ingeniería, 2017.
- [5] E. C. Marchán González, Diseño de un sistema de localización y alarmas de seguridad para vehículos mediante tecnologías GPRS/GSM., Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería industrial, 2017.
- [6] J. P. Astudillo León y E. G. Delgado Tello, Sistema de localización monitoreo y control vehicular basado en los protocolos GPS/GSM/GPRS, Universidad Politécnica Salesiana , Carrera de Ingeniería Electrónica, 2012.
- [7] S. Macke, «dia-installer,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <http://dia-installer.de/index.html.en>. [Último acceso: 2021 02 21].
- [8] Microsoft, «Microsoft,» 14 04 2016. [En línea]. Available: <https://code.visualstudio.com/>. [Último acceso: 18 12 2020].
- [9] s.f., «Postman,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://www.postman.com/>. [Último acceso: 18 12 2020].
- [10] s.f., «Firebase,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/products/auth?authuser=0>. [Último acceso: 2021 02 21].
- [11] s.f., «Firebase,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/products/realtime-database?authuser=0>. [Último acceso: 2021 02 21].
- [12] s.f., «Firebase,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: [https://firebase.google.com/docs/admin/setup#add\\_firebase\\_to\\_your\\_app](https://firebase.google.com/docs/admin/setup#add_firebase_to_your_app). [Último acceso: 2021 02 21].
- [13] twilio, «twilio,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://www.twilio.com/>. [Último acceso: 2021 02 21].
- [14] s.f., «Firebase,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/products/hosting?authuser=0>. [Último acceso: 2021 02 21].
- [15] s.f., «Angular,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://angular.io/guide/what-is-angular>. [Último acceso: 17 12 2020].

- [16] Google Maps Platform, «Google Cloud,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: [https://cloud.google.com/maps-platform/?\\_ga=2.81007319.1735324238.1608341839-353679428.1599531848&\\_gac=1.48584020.1608341890.Cj0KCQiAw\\_H-BRD-ARIsALQE\\_2OetFA4-xDn2xcPOsx7smEw\\_eTVaePNkct5FLw0ZSgBb4V4QIzIPPoAn2-EALw\\_wcB](https://cloud.google.com/maps-platform/?_ga=2.81007319.1735324238.1608341839-353679428.1599531848&_gac=1.48584020.1608341890.Cj0KCQiAw_H-BRD-ARIsALQE_2OetFA4-xDn2xcPOsx7smEw_eTVaePNkct5FLw0ZSgBb4V4QIzIPPoAn2-EALw_wcB). [Último acceso: 18 12 2020].
- [17] s.f., «chartjs,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://www.chartjs.org/>. [Último acceso: 18 12 2020].
- [18] Arduino, «arduino,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/software>. [Último acceso: 2021 01 19].
- [19] arduino, «store.arduino.cc,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3..> [Último acceso: 18 12 2020].
- [20] designthemes, «prometec,» 25 10 2019. [En línea]. Available: <https://www.prometec.net/gprs-llamar-enviar-sms/>. [Último acceso: 18 12 2020].
- [21] C. Tutoriales, «rogerbit,» 22 09 2020. [En línea]. Available: <http://rogerbit.com/wprb/2020/09/como-usar-el-modulo-gps-u7-con-arduino-y-display-oled/>. [Último acceso: 18 12 2020].
- [22] I. Coronel, «facistel.upse.edu.ec,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: [http://facistel.upse.edu.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=58&Itemid=463](http://facistel.upse.edu.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=463). [Último acceso: 18 12 2020].
- [23] Ministerio de acuacultura y pesca, «agricultura.gob.ec,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://www.agricultura.gob.ec/pescadores-reciben-indemnizaciones-por-perdidas-en-sus-embarcaciones/>. [Último acceso: 27 12 2020].
- [24] eltelegrafo, «el telegrafo,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://www.elfeografo.com.ec/noticias/judicial/12/chips-gps-se-instalan-en-embarcaciones-y-motores>. [Último acceso: 27 12 2020].
- [25] Comision nacional de acuacultura y pesca, «OAS,» 17 06 2015. [En línea]. Available: <https://www.oas.org/es/sap/dgpe/innovacion/Banco/2015/COORDINACION/Programa%20de%20Monitoreo%20Satelital%20de%20Embarcaciones%20Pesqueras.pdf>. [Último acceso: 27 12 2020].
- [26] Fiscalía General del Estado, «Fiscalía General del Estado,» 20 02 2015. [En línea]. Available: <https://www.fiscalia.gob.ec/prision-preventiva-contra-10-personas-por-robo-en-embarcaciones-en-canton-duran/>. [Último acceso: 27 12 2020].
- [27] C. Pope, «Quartix,» 21 12 2020. [En línea]. Available: <https://www.quartix.com/es-es/blog/tres-formas-en-las-que-su-empresa-se-beneficia-de-la-geovalla/>. [Último acceso: 21 02 2021].

- [28] S. N. d. P. y. D. -.. S., «Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021. Toda una Vida,» Quito, 2017.
- [29] F. G. Arias, de *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*, Episteme, 2012, p. 23.
- [30] R. A. Martínez González, de *La investigación en la práctica educativa: guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes*, MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA, 2007, p. 51.
- [31] L. castellanos, *Desarrollo de Sistemas de Información bajo un enfoque incremental bajo un enfoque incremental*, Maracaribe, 2010.
- [32] Constitución Política de la República del Ecuador, Constitución Política de la República del Ecuador, 2008.
- [33] Código de policía marítima, «Código de policía marítima,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.gob.ec/regulaciones/codigo-policia-maritima>. [Último acceso: 2021 08 03].
- [34] Armada del Ecuador, «[www.armada.mil.ec](http://www.armada.mil.ec),» 04 14 2019. [En línea]. Available: [https://www.armada.mil.ec/?page\\_id=39122](https://www.armada.mil.ec/?page_id=39122). [Último acceso: 21 07 2021].
- [35] J. Romero, *Instalación y configuración del software de servidor web. ifct0509 - administración de servicios de internet*, Alianza Editorial, 2015.
- [36] A. Hernández Chillón, S. Feliciano Morales, J. García Molina y D. Sevilla Ruiz, *Visualización de Esquemas en Bases de Datos NoSQL basadas en documentos*, Sevilla: JORNADAS DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE Y BASES DE DATOS, 2017.
- [37] L. Moroney, *The Definitive Guide to Firebase*, Apress, 2017, pp. 1-2.
- [38] S. Luján-Mora, *Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web*, Editorial Club Universitario, 2002.
- [39] J. C. Meza Romero y V. G. Leño Pariona, *SISTEMA DE MONITOREO DE UNA RED DE BUSES DE TRANSPORTE PÚBLICO E INFORMACIÓN PARA USUARIOS EMPLEANDO TRANSCPTORES GPS/GSM*, Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ; FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA, 2017.
- [40] T. Halonen, J. Romero y J. Melero, *Gsm, Gprs and Edge Performance: Evolution Towards 3g/Umts*, Wiley, 2003.
- [41] T. Rappaport, *Wireless Communications: Principles and Practice*, Prentice Hall PTR, 1995.
- [42] J. Fallas, «SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL,» Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre y Escuela de Ciencias Ambiental; Universidad Nacional.

Heredia, Costa Rica, 2002, pp. 1-6.

- [43] E. V. Ramirez y M. Weisspag, «Introducción a los microprocesadores: Equipo y sistemas,» Mexico, Editorial LIMUSA, 1986, p. 183.
- [44] J. D. Reyes Huertas y M. F. Huertas Vitery, Diseño e implementación de un módulo alarma para el monitoreo y control del vehículo a través del sistema GSM y GPS, Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas; Departamento de energía y mecánica; Ingeniería automotriz, 2014.
- [45] M. R. Carvajal Contreras, Sistema de información del centro de operaciones guarda costa para la neutralización de las actividades ilícitas en los espacios acuáticos, Salinas: Universidad de las Fuerzas Armadas; Departamento de seguridad y defensa; Carrera de licenciatura en ciencias navales, 2016.
- [46] R. S. Pressman, Ingeniería del Software. Un Enfoque Practico, McGraw-Hill Education, 2010.
- [47] L. Engineers, «Last Minute Engineers,» 18 12 2020. [En línea]. Available: <https://lastminuteengineers.com/sim900-gsm-shield-arduino-tutorial/>. [Último acceso: 01 07 2021].
- [48] AltSoftSerial Library, «AltSoftSerial Library,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: [https://www.pjrc.com/teensy/td\\_libs\\_AltSoftSerial.html](https://www.pjrc.com/teensy/td_libs_AltSoftSerial.html). [Último acceso: 03 07 2021].
- [49] M. Hart, «TinyGPS++ | Arduiniana,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <http://arduiniana.org/libraries/tinygpsplus/>. [Último acceso: 03 07 2021].
- [50] arduino, «arduino,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SoftwareSerial>. [Último acceso: 02 07 2021].
- [51] s.f, «Firebase,» s.f. s.f. s.f.. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/pricing>. [Último acceso: 2021 02 21].
- [52] A. L. C. Cabello, Implantación de aplicaciones web en entornos internet, intranet y extranet, IC Editorial, 2014.



# ANEXOS

*Anexo 1 Entrevista realizada al Cabo segundo Joe Soria a cargo del retén naval de Santa Rosa*

**Fecha:**

**Hora:**

**Lugar:** Retén naval del puerto de Santa Rosa

**Entrevistador:**

**Entrevistado:**

**Objetivo:** El objetivo de esta entrevista es realizar el levantamiento de información acerca de los robos de embarcaciones en el puerto de Santa Rosa. Su finalidad es exclusivamente pedagógica, los resultados serán usados con fine a la presente investigación. Es muy importante que responda con sinceridad.

1. ¿Cuántos días a la semana realizan el patrullaje en el puerto Santa Rosa?

.....  
...

2. ¿En qué mes se intensifican los patrullajes de control?

.....  
.....

3. En los últimos cinco años ¿Cuántas embarcaciones fueron robada del amarradero del puerto de Santa Rosa?

.....  
.....

4. ¿Cuál es la documentación que se solicita en los controles a las embarcaciones que salen y entran al puerto?

.....  
.....

5. ¿Cómo realizan la verificación de los documentos solicitados?

.....  
.....

6. En el caso de que dicha información no sea correcta o falte alguna de esta,  
¿Cuáles son las medidas a seguir?

.....  
.....

7. ¿Cómo identifican si una embarcación ha sido robada recientemente?

.....  
.....

*Anexo 2 Entrevista realiza a Lino González Gabriel uno de los guardianes del puerto de Santa Rosa*

**Fecha:**

**Hora:**

**Lugar:** Parroquia Santa Rosa

**Entrevistador:**

**Entrevistado:**

**Objetivo:** El objetivo de esta entrevista es realizar el levantamiento de información del proceso de guardia de embarcaciones en el puerto de Santa Rosa. Su finalidad es exclusivamente pedagógica, los resultados serán usados con fine a la presente investigación. Es muy importante que responda con sinceridad.

1. ¿Cuáles son los pasos que realiza para la guardia de las embarcaciones?

.....  
.....

2. ¿Cuál es su horario de trabajo?

.....  
.....

3. ¿Cuántas embarcaciones cuida?

.....  
.....

4. ¿Qué dispositivos electrónicos o de seguridad utiliza para realizar la guardia?

.....  
.....

5. Usted ha experimentado o escuchado de robo de embarcaciones en el amarradero de Santa Rosa: ¿Si es así podría describir cómo sucedió?

.....  
.....

6. ¿Cómo identifica usted si se acerca un delincuente o un pescador a la embarcación?

.....  
.....

7. Si se realizara un robo de la embarcación a la cual está a cargo de realizar la guardia: ¿Cuál es el procedimiento a seguir?

.....  
.....

*Anexo 3 Configuración del servidor y aplicación web*

Para la conexión del servidor con la aplicación web se utilizaron las siguientes credenciales, accediendo en la configuración del proyecto:

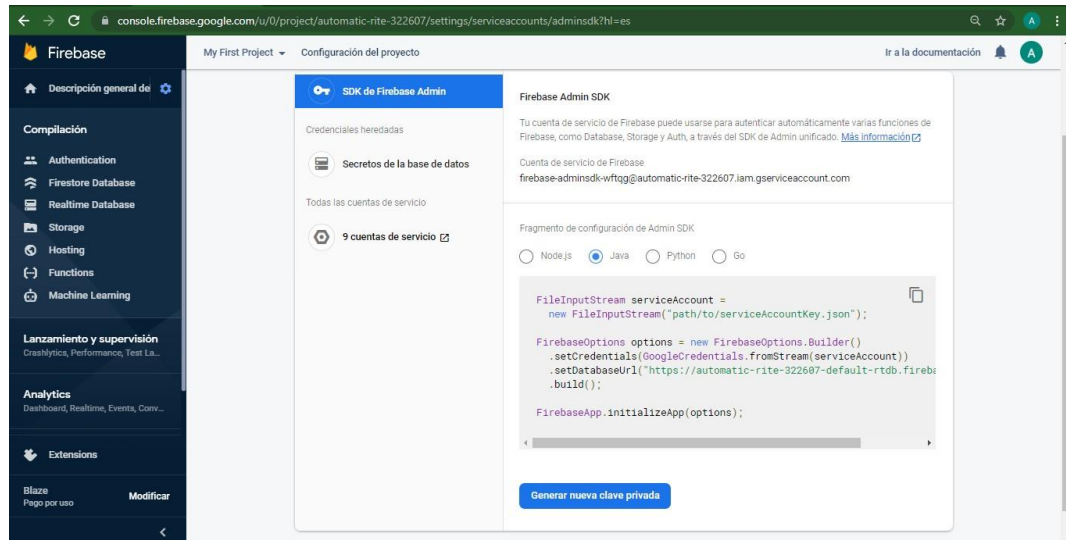


Figura 39 Obtención de las key para conexión

Se obtuvo las credenciales para el acceso de la aplicación y el servidor, las credenciales las cuales se colocaron dentro del archivo environment.ts, link de acceso para el almacenamiento de archivos de Firebase Storage, habilitación de la api de Google map.

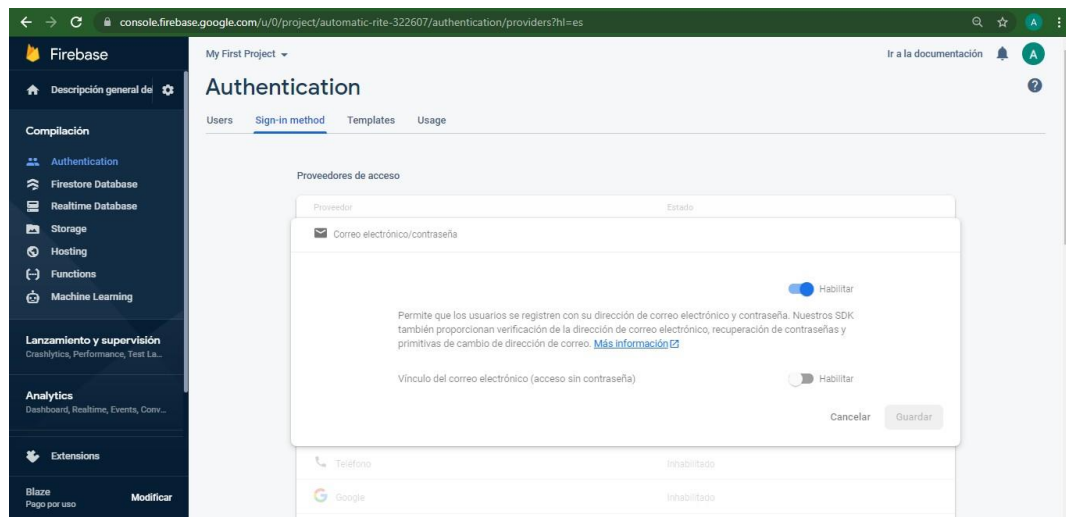


Figura 40 Configuración del tipo de autenticación

Se estableció el método de autenticación para el acceso a los usuarios mediante correo electrónico.

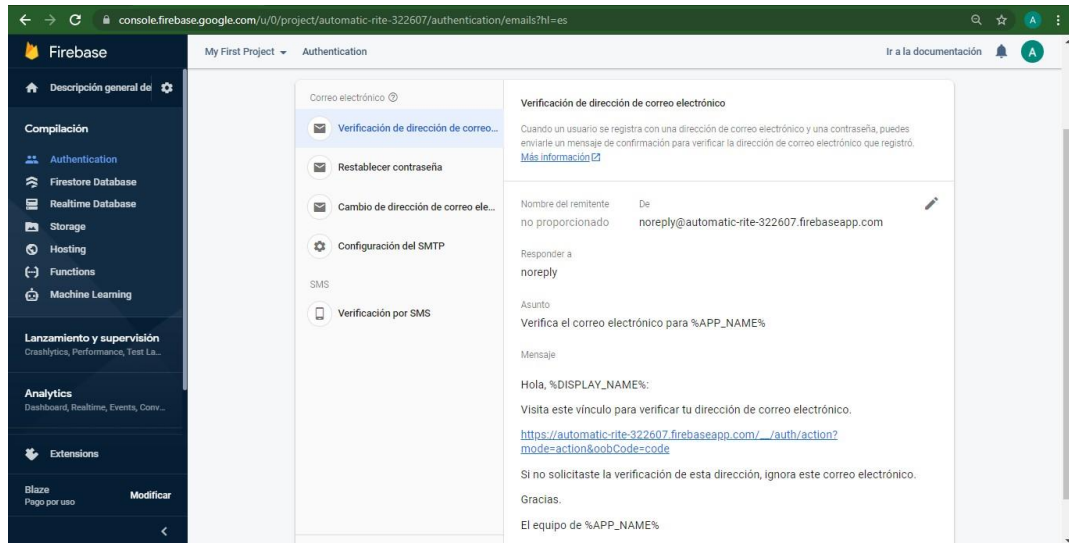


Figura 41 Configuración para el mensaje de autenticación

Configuración del mensaje enviado al email del usuario al momento de verificar el correo electrónico, para el acceso a

Transferencia del api desarrollada en javascript a firebase mediante el uso del sdk

```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
? Are you ready to proceed? (Y/n)
PS C:\kk> firebase deploy

=== Deploying to 'automatic-rite-322607'...

i deploying functions
Running command: npm --prefix "$RESOURCE_DIR" run lint

> functions@ lint C:\kk\functions
> eslint

+ functions: Finished running predeploy script.
! functions: package.json indicates an outdated version of firebase-functions.
Please upgrade using npm install --save firebase-functions@latest in your functions directory.
i functions: ensuring required API cloudfunctions.googleapis.com is enabled...
i functions: ensuring required API cloudbuild.googleapis.com is enabled...
+ functions: required API cloudbuild.googleapis.com is enabled
+ functions: required API cloudfunctions.googleapis.com is enabled
i functions: preparing functions directory for uploading...
i functions: packaged functions (37.63 KB) for uploading
+ functions: functions folder uploaded successfully
i functions: creating Node.js 12 function actualizarTipoUsuario(us-central1)...
i functions: updating Node.js 12 function actualizarPrimerNombre(us-central1)...
i functions: updating Node.js 12 function actualizarSegundoNombre(us-central1)...
+ functions[actualizarTipoUsuario(us-central1)]: Successful create operation.
+ functions[actualizarSegundoNombre(us-central1)]: Successful update operation.
+ functions[actualizarPrimerNombre(us-central1)]: Successful update operation.

```

Anexo 4 Vista general de la interacción del módulo GT-U7 y el software U-Center

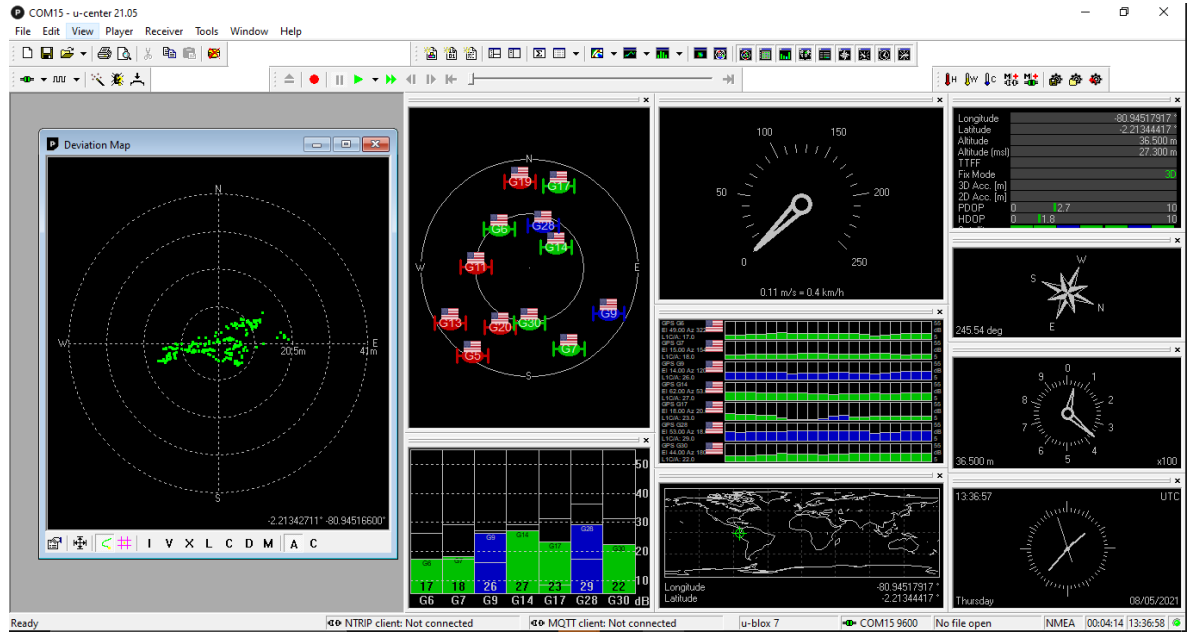


Figura 42 Uso del software U-Center

Debido a que el dispositivo no se encontraba en movimiento el rango en e que se obtenía las coordenadas variaba con la aproximación de 0 a 25 metros, cuando el dispositivo se encuentra en movimiento este desfase mejora reduciendo la diferencia de coordenadas. En la imagen se aprecia la conexión a los satélites cabe recalcar que los satélites de color azul significan que no se puede establecer conexión solo a los de color verde, así como la fecha y hora las cuales están desfasadas a la del Ecuador.

Anexo 5 Diccionario de datos

<b>COLECCIÓN: usuario</b>			
<b>Detalle</b>	Almacena los datos del usuario		
<b>No. Campos</b>	15		
<b>Descripción de campos</b>			
<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>
idUsuario	String		Identificador de los documentos
cedula	String		Cedula del usuario
imagenUsuario	String		Dirección URL de la

			imagen
fileRef	String		Directorio de la imagen del usuario
primerNombre	String		Primer nombre del usuario
segndoNombre	String		Segundo nombre del usuario
primerApellido	String		Primer apellido del usuario
segundoApellido	String		Segundo apellido del usuario
tipoUsuario	String		Tipo de usuario: Administrador, Armador
telefonoCelular	String		Teléfono celular del Usuario
checkBox	boolean		Registrar si el usuario es administrador y permite el envío de notificaciones (verdadero) o (falso)
idUsuarioEmail	String		Identificador del correo electrónico
correoElectronico	String		Correo electrónico del usuario
contrasenia	String		Contraseña del usuario
emailVerified	boolean		Registrar si el usuario verifico el correo electrónico (verdadero) o (falso)

Tabla 23 Diccionario de datos -- colección usuario

COLECCIÓN: usuarioTelefono			
<b>Detalle</b>	Almacena los correo electrónico y números celulares de los usuarios administradores		
<b>No. Campos</b>	5		
<b>Descripción de campos</b>			
Nombre del Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
idUsuario	String		Identificador de los documentos de la colección de usuario
telefonoCelular	String		Teléfono celular del Usuario Administrador
correoElectronico	String		Correo electrónico del usuario Administrador
checkBox	boolean		Registrar si el usuario es administrador y permite el envío de notificaciones (verdadero) o (falso)
tipoUsuario	String		Tipo de usuario:



			Administrador
--	--	--	---------------

Tabla 24 Diccionario de datos -- colección usuarioTelefono

<b>COLECCIÓN: embarcacion</b>			
<b>Detalle</b>	Almacena los datos de la embarcación y el usuario		
<b>No. Campos</b>	19		
<b>Descripción de campos</b>			
<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>
idEmbarcacion	String		Identificador de los documentos
nombreEmbarcacion	String		Nombre de la embarcación
matricula	String		Matricula de la embarcación
descripcion	String		Breve descripción de la embarcación
imagenEmbarcacionFrontal	String		Dirección URL de la imagen frontal de la embarcación
fileRefFrontal	String		Directorio de la imagen frontal
imagenEmbarcacioLateral	String		Dirección URL de la imagen lateral de la embarcación
fileRefUnLado	String		Directorio de la imagen lateral
imagenEmbarcacionTrasera	String		Dirección URL de la imagen trasera de la embarcación
fileRefTrasera	String		Directorio de la imagen trasera
idUsuario	String		Identificador de los documentos de la colección de usuario
cedula	String		Cedula del usuario
primerNombre	String		Primer nombre del usuario
segndoNombre	String		Segundo nombre del usuario
primerApellido	String		Primer apellido del usuario
segundoApellido	String		Segundo apellido del usuario
imagenUsuario	String		Dirección URL de la imagen
telefonoCelular	String		Teléfono celular del

			Usuario
correoElectronico	String		Correo electrónico del usuario

Tabla 25 Diccionario de datos -- colección embarcación

<b>COLECCIÓN: dataNotificacion</b>			
<b>Detalle</b>	Almacena datos para las notificaciones de los propietarios de las embarcaciones		
<b>No. Campos</b>	12		
<b>Descripción de campos</b>			
<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>
idEmbarcacion	String		Identificador de los documentos de la colección de Embarcación
nombreEmbarcacion	String		Nombre de la embarcación
matricula	String		Matricula de la embarcación
Fecha	String		Obtension de fecha
Hora	String		Obtención de hora
timestamp	Timestamp		Fecha y hora en formato numérico timestamp
varAuxSmsDFGeocerca	boolean		Registrar si el usuario si ya se le notificó al usuario la salida de l geocercas (verdadero) o (falso)
varAuxSmsNBateria	boolean		Registrar si el usuario si ya se le notificó al usuario del bajo nivel de la bateria (verdadero) o (falso)
varAuxSmsDFDesconexion	boolean		Registrar si el usuario si ya se le notificó al usuario de la desconexión (verdadero) o (falso)
idUserario	String		Identificador de los documentos de la colección de usuario
telefonoCelular	String		Teléfono celular del Usuario
correoElectronico	String		Correo electrónico del usuario

Tabla 26 Diccionario de datos -- colección dataNotificacion

<b>COLECCIÓN: geocerca</b>			
<b>Detalle</b>	Almacena los datos del usuario		
<b>No. Campos</b>	6		
<b>Descripción de campos</b>			
<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>
idGeocerca	String		Identificador de los documentos
nombre	String		Nombre de la geocerca
latitudR	String		Latitud de la geocerca
longitud	String		Longitud de la geocerca
radio	Number		Se registra el tamaño de la geocerca
fecha	Timestamp		Se guarda la fecha en formato timestamp

Tabla 27 Diccionario de datos -- colección geocerca

<b>COLECCIÓN: dispositivo</b>			
<b>Detalle</b>	Almacena los datos del dispositivo		
<b>No. Campos</b>	9		
<b>Descripción de campos</b>			
<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>
idDispositivo	String		Identificador de los documentos
ime	String		IME de la placa sm900
numeroTelefonico	String		Número telefónico del CHIP utilizado en el sim900
ultimaActualizacion	Timestamp		Se guarda la fecha en formato timestamp de la última actualización realizada
estado	String		Estado del dispositivo: Activo, Inactivo
idEmbarcacion	String		Identificador de los documentos de la colección de embarcación
Matricula	String		Matricula de la embarcación
idGeocerca	String		Identificador de los documentos de la colección de la geocerca
nombre	String		Nombre de la geocerca

Tabla 28 Diccionario de datos -- colección dispositivo

<b>COLECCIÓN: posicion</b>			
<b>Detalle</b>	Almacena los datos de la posición actual de las embarcaciones		
<b>No. Campos</b>	15		
<b>Descripción de campos</b>			
<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>
idDispositivo	String		Identificador de los documentos de la colección de dispositivo
fecha	String		Fecha del envío de la posición
latitud	String		Longitud obtenida desde e dispositivo
longitud	String		Latitud obtenida desde e dispositivo
nivelBateria	String		Nivel de la batería del dispositivo
timestamp	Timestamp		Se guarda la fecha en formato timestamp
Ime	String		IME de la placa sm900
estadoDispositivo	String		Estado del dispositivo: Activo, Inactivo
idEmbarcacion	String		Identificador de los documentos de la colección de embarcación
matricula	String		Matricula de la embarcación
idGeocerca	String		Identificador de los documentos
nombre	String		Nombre de la geocerca
latitudR	String		Latitud de la geocerca
longitud	String		Longitud de la geocerca
radio	Number		Se registra el tamaño de la geocerca

Tabla 29 Diccionario de datos -- colección posicion

<b>COLECCIÓN: alarmasTodas</b>			
<b>Detalle</b>	Almacena los datos de las ultima alarmas de las embarcaciones		
<b>No. Campos</b>	13		
<b>Descripción de campos</b>			
<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>

idDispositivo	String		Identificador de los documentos de la colección de dispositivo
ime	String		IME de la placa sm900
distancia	Float		Diferencia que existe entre la posición de la geocerca asignada y la embarcación
fecha	String		Fecha de la alarma
hora	String		Hora de la alarma
timestamp	Timestamp		Fecha y hora en formato numérico timestamp
latitud	String		Latitud de la embarcación
longitud	String		Longitud de la embarcación
tipoBateria	String		Descripción del nivel de la batería
tipoSalida	String		Registra el estado de la embarcación: Dentro de geocerca, Fuera de la Geocerca
tipoConexion	String		Registra el estado del dispositivo: Conectado, Desconectado
idEmbarcacion	String		Identificador de los documentos de la colección de embarcación
matricula	String		Matricula de la embarcación

Tabla 30 Diccionario de datos -- colección alarmasTodas

COLECCIÓN: desconexion			
<b>Detalle</b>	Almacena los datos de las embarcaciones que fueron desconectados sus dispositivos		
<b>No. Campos</b>	13		
<b>Descripción de campos</b>			
Nombre del Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
idEmbarcacion	String		Identificador de los documentos de la colección de embarcación
matricula	String		Matricula de la embarcación
fechaTimestap	Timestamp		Fecha y hora en formato numérico timestamp
ultimaFecha	String		Ultima fecha que se detectó la desconexión
ultimaHora	String		Ultima hora que se detectó

			la desconexión
ultimaLatitud	String		Ultima latitud que se detectó la desconexión
ultimaLongitud	String		Ultima longitud que se detectó la desconexión
ultimoNivelBateria	String		Ultimo nivel de bateria que se detectó la desconexión
Fecha	String		Fecha del dispositivo extraído de los documentos de la colección de posición
fechaHora	String		Feca y hora del dispositivo extraído de los documentos de la colección de posición
hora	String		Hora del dispositivo extraído de los documentos de la colección de posición
timestamp	Timestamp		Fecha en formato Timestamp
tipoSalida	String		Tipo de salida de la embarcación

Tabla 31 Diccionario de datos -- colección desconexion

<b>COLECCIÓN: bateriaBaja</b>			
<b>Detalle</b>	Almacena los datos de las embarcaciones que generaron alertas de batería baja		
<b>No. Campos</b>	9		
<b>Descripción de campos</b>			
<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>
idEmbarcacion	String		Identificador de los documentos de la colección de embarcación
matricula	String		Matricula de la embarcación
fechaTimestap	Timestamp		Fecha y hora en formato numérico timestamp
fecha	String		Fecha de la alarma
hora	String		Hora de la alarma
latitud	String		Longitud obtenida desde e dispositivo
longitud	String		Latitud obtenida desde e dispositivo
nivelBateria	String		Nivel de la batería del dispositivo
timestamp	Timestamp		Se guarda la fecha en formato timestamp

Tabla 32 Diccionario de datos -- colección bateriaBaja

<b>COLECCIÓN: notificacionDFGeocerca</b>			
<b>Detalle</b>	Almacena los datos de las embarcaciones que generaron alertas de salida de la geocercas asignadas		
<b>No. Campos</b>	9		
<b>Descripción de campos</b>			
<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>
idEmbarcacion	String		Identificador de los documentos de la colección de embarcación
matricula	String		Matricula de la embarcación
fechaTimestap	Timestamp		Fecha y hora en formato numérico timestamp
fecha	String		Fecha de la alarma
hora	String		Hora de la alarma
latitud	String		Longitud obtenida desde e dispositivo
longitud	String		Latitud obtenida desde e dispositivo
tipoSalida	String		Tipo de salida de la embarcación
timestamp	Timestamp		Se guarda la fecha en formato timestamp

*Tabla 33 Diccionario de datos -- colección notificacionDFGeocerca*

<b>COLECCIÓN: posicionesTodas</b>			
<b>Detalle</b>	Almacena los datos históricamente de las coordenadas de los dispositivos		
<b>No. Campos</b>	9		
<b>Descripción de campos</b>			
<b>Nombre del Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>
idEmbarcacion	String		Identificador de los documentos de la colección de embarcación
timestamp	Timestamp		Se guarda la fecha en formato timestamp
fecha	String		Fecha de la alarma
hora	String		Hora de la alarma
latitud	String		Longitud obtenida desde e dispositivo
longitud	String		Latitud obtenida desde e dispositivo
nivelBateria	String		Nivel de la batería del dispositivo

tipoSalida	String		Tipo de salida de la embarcación
tipoBateria	String		Descripción del nivel de la batería
tipoSalida	String		Registra el estado de la embarcación: Dentro de geocerca, Fuera de la Geocerca
tipoConexion	String		Registra el estado del dispositivo: Conectado, Desconectado
timestampDFGeo	Timestamp		Registra la fecha en formato timestam con la adición del número 10 Dentro de geocerca, 20 Fuera de geocerca al inicio
timestampBat	Timestamp		Registra la fecha en formato timestam con la adición del número 1 al 100 de acuerdo al nivel de batería al inicio
timestampCDeco	Timestamp		Registra la fecha en formato timestam con la adición del número 10 conectado, 20 Desconectado

*Tabla 34 Diccionario de datos -- colección posicionesTodas*

*Anexo 6 Programación del dispositivo*

```
#include <TinyGPS++.h>
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
#include <AltSoftSerial.h>
```

```
SoftwareSerial sim900(2, 3);
```

```
AltSoftSerial gtu; //RX 9 TX 8
```

```
TinyGPSPlus gps;
```

```
unsigned long previousMillis = 0;
```

```
long interval = 90000;
```



```

//variables para descomponer SMS

//pasar sms a char
char recibir = 0, recibir2 = 0;
String cadena, cadena2;
char charCadena[100];

//descomponer el char
char *descomponer;
char *p, *i;
String numero, dato1, dato2, fecha;
char cNumero[50], cDato1[50], cDato2[50], cFecha[50], hora[15], fech[15];
boolean fin = false;
boolean mensaje = false;
int x = 0;
int z = 0;
int a = 0;

unsigned long tActual = 0;
unsigned long tPrevio = 0;
unsigned long tEsperado = 10000;//10s

#define ime "012207007706747" //ime del dispositivo

void setup() {

  Serial.begin(19200);

  //Begin serial communication with Arduino and sim900
  sim900.begin(19200);

```

```

//delay(25000);//Retardo para que encuentra a una RED
//Begin serial communication with Arduino and sim900
gtu.begin(9600);

sim900.println("AT+CPIN?");
delay(1000);
sim900.println("AT+CNMI=2,2,0,0,0");
sendATcommand("AT", "OK", 2000);

while (!sim900);

//Configuracion inicial del SIM900
while ( (sendATcommand("AT+CREG?", "+CREG: 0,1", 1000) ||
sendATcommand("AT+CREG?", "+CREG: 0,5", 1000)) == 0 );

sendATcommand("AT+CMGF=1", "OK", 2000);
sendATcommand("AT+CSQ", "OK", 2000);
sendATcommand("AT+SAPBR=0,1", "OK", 2000);
sendATcommand("AT+CMGD=1,4", "OK", 1000); //Borra todos los
mensajes
sendATcommand("AT+CMGL=\"ALL\",0", "OK", 1000); //Borra todos los
mensajes

sendATcommand("AT+CNMO=1", "OK", 2000);
sendATcommand("AT+CNMI=,1", "OK", 2000);//Notificaciones Activas
sendATcommand("AT+CNMI=1", "OK", 2000);//Notificaciones Activas

//while (sim900.available() != 0) {
//sim900.read();
//}

```

```

delay(10000);
//sim900.println("at+cmgd=1,1");
}

char incoming_char;

void loop() {

    tActual = millis();
    if ((unsigned long)(tActual - tPrevio >= tEsperado)) {
        Serial.print(F("An pasado 20s Enviando datos\t"));
        sendGpsToServer();//llamar a la funcion
        if (sim900.available()) { //Verificar si hay datos disponibles
            Serial.write(sim900.read());//Escribir datos
        }
        tPrevio = tActual;
    }
}

```

```

int sendGpsToServer() {
    //Can take up to 60 seconds
    boolean newData = false;
    for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 2000;) {
        while (gtu.available()) {
            if (gps.encode(gtu.read())) {
                newData = true;
            }
        }
    }
}

```

```

    }
}

//If newData is true
if (true) {
    newData = false;
    String latitude, longitude, fecha, horaf, anio, mes, dia, hora, minuto, segundo;
    int nivelBateria = get_battery();

    latitude = String(gps.location.lat(), 6); // Latitude in degrees (double)
    longitude = String(gps.location.lng(), 6); // Longitude in degrees (double)

    anio = gps.date.year();
    mes = gps.date.month();
    dia = gps.date.day();
    hora = gps.time.hour();
    minuto = gps.time.minute();
    segundo = gps.time.second();
    fecha = anio + "/" + mes + "/" + dia;
    horaf = hora + ":" + minuto + ":" + segundo;

    Serial.print(F("Latitude= "));
    Serial.print(latitude);
    Serial.print(F(" Longitude= "));
    Serial.println(longitude);

    //if (latitude == 0) {return 0;}

    String url, temp;

```

```

url = "http://csim900.000webhostapp.com/ar/arh.php?lt=";
url += latitude;
url += "&lg=";
url += longitude;
url += "&nB=";
url += nivelBateria;
url += "&f=";
url += fecha;
url += "&h=";
url += horaf;
url += "&i=";
url += ime;

//url =
"http://csim900.000webhostapp.com/ar/arh.php?lt="+String(latitude)+"&lg="+String(longitude)+"&nB="+String(nivelBateria)+"&f="+String(fecha)+"&h="+String(horaf)+"&i="+String(idPosicion);

//
Serial.println(url);
delay(300);

sendATcommand("AT+CFUN=1", "OK", 2000);

//AT+CGATT = 1 El módem de conexión está conectado a GPRS a una red
//AT+CGATT = 0, el módem no está conectado a GPRS a una red
sendATcommand("AT+CGATT=1", "OK", 2000);

//Connection type: GPRS - bearer profile 1
sendATcommand("AT+SAPBR=3,1,\"Contype\",\"GPRS\"", "OK", 2000);

//establece la configuración de APN para su proveedor de red
sendATcommand("AT+SAPBR=3,1,\"APN\",\"internet.cnt.net.ec\"", "OK",
2000);

```

```

//Habilitar el GPRS - habilitar portadora 1
sendATcommand("AT+SAPBR=1,1", "OK", 2000);

//Iniciar servicio HTTP
sendATcommand("AT+HTTPIPINIT", "OK", 2000);

sendATcommand("AT+HTTTPARA=\CID\",1", "OK", 1000);

//Establecer la URL HTTP
sim800.print("AT+HTTTPARA=URL", "http://ahmadssd.000webhostapp.com/gp
sdata.php?lat=222&lng=222\r");

sim900.print("AT+HTTTPARA=URL\", \"\");

sim900.print(url);

sendATcommand("\", "OK", 1000);

delay(2000);

//Configurar la acción HTTP
sendATcommand("AT+HTTTPACTION=0", "0,200", 1000);

//lee lo que se retorno de la peticion
sim900.print("AT+HTTTPREAD");

//Terminar el servicio HTTP
sendATcommand("AT+HTTTPTERM", "OK", 1000);

//cierra la conexión GPRS. Esto devuelve "SHUT OK".
sendATcommand("AT+CIPSHUT", "SHUT OK", 1000);

}

return 1;

}

```

```

int8_t sendATcommand(char* ATcommand, char* expected_answer, unsigned int
timeout) {

uint8_t x = 0, answer = 0;

char response[310];

unsigned long previous;

memset(response, '\0', 100); // Inicializa la cadena

```

```

delay(100);
while ( sim900.available() > 0) sim900.read();
if (ATcommand[0] != '\0') {
    //Send the AT command
    sim900.println(ATcommand);
}
x = 0;
previous = millis();// Limpie el buffer de entrada
do {
    // Si hay datos en el búfer de entrada de UART, léalo y verifica la respuesta
    if (sim900.available() != 0) {
        response[x] = sim900.read();//Serial.print(response[x]);
        x++;
        // Verificar si la respuesta deseada (OK) está en la respuesta del módulo
        if (strstr(response, expected_answer) != NULL) {
            answer = 1;
        }
    }
    // Espera la respuesta con tiempo de espera
} while ((answer == 0) && ((millis() - previous) < timeout));
Serial.println(response);
return answer;
}

```

```

int get_battery() {
    String buff;
    //buff = "+CBC: 0,99,4190";
    unsigned int index1, index2, timeout = 0;

```

```

sim900.println("AT+CBC");
for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 2000;) {
  while (sim900.available())
  {
    buff = sim900.readString();
    timeout = 1;
    break;
  }
}
if (timeout == 0)
{
  return 0;
}
//Serial.println(buff);
//Remove sent "AT Command" from the response string.
index1 = buff.indexOf("\r");
buff.remove(0, index1 + 2);
buff.trim();
//Busca la primera (,) = index1
//Busca la segunda (,) = index2
index1 = buff.indexOf(",");
index2 = buff.indexOf(",", index1 + 1);
String result = buff.substring(index1 + 1, index2);
result.trim();

Serial.println(result);
//buff.remove(0, index+2);
return result.toInt();
}

```



## Anexo 7 Trama enviada por el dispositivo



```
AT+HTTPURL=0,1,"contype",0,0
OK
AT+SAFBR=0,1,"APN","internet.cnt.net.ec"
OK
AT+SAFBR=1,1
+CHE ERROR: operation not allowed
AT+HTTPIINIT
+CHE ERROR: operation not allowed
AT+HTTTPARA="CID",1
OK
-
OK
AT+HTTFACTION=0
OK
AT+HTTFTERM
ERROR
AT+CIPSHUT
SHUT OK
An pasado 20s Enviando datos 95
Latitude= -2.213469 Longitude= -80.945236
http://csims900.000webhostapp.com/az/azh.php?lt=-2.213469&lg=-80.945236&nB=95&f=2021/8/18&h=15:45:57&e=012207007706747
AT+CFUN=1
OK
AT+CGATT=1
```

Figura 43 Trama enviada por el dispositivo

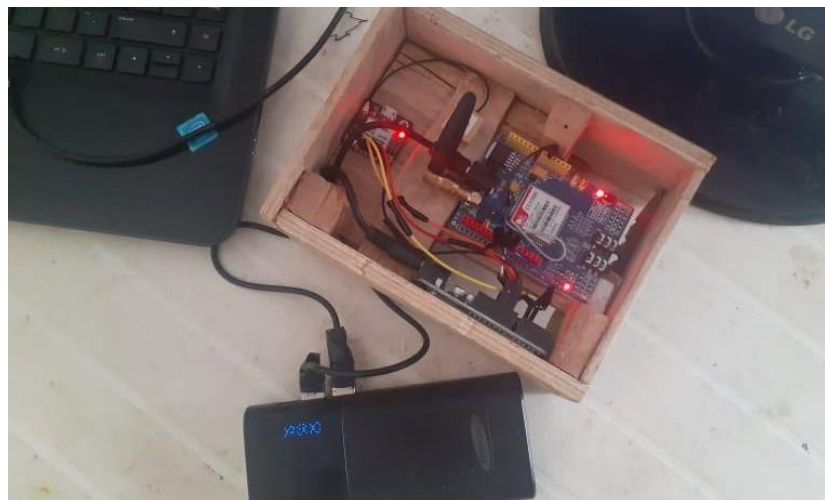


Figura 44 Pruebas con el dispositivo en entorno de desarrollo

## Anexo 8 Manual de usuario

El manual de usuario detallado a continuación muestra las funcionalidades y la interfaz gráfica de la aplicación web. Se detalla los pasos que debe seguir el usuario final, destacando las funcionalidades de cada icono con los que cuenta.

## Requerimientos

- Pc o dispositivo móvil
- Conexión a internet

## Aplicación web

**Pantalla de inicio de sesión:** La pantalla de inicio de sesión contiene correo electrónico, contraseña donde el usuario dará click en el botón Login, esta interfaz está disponible tanto para el usuario administrador como el armador.

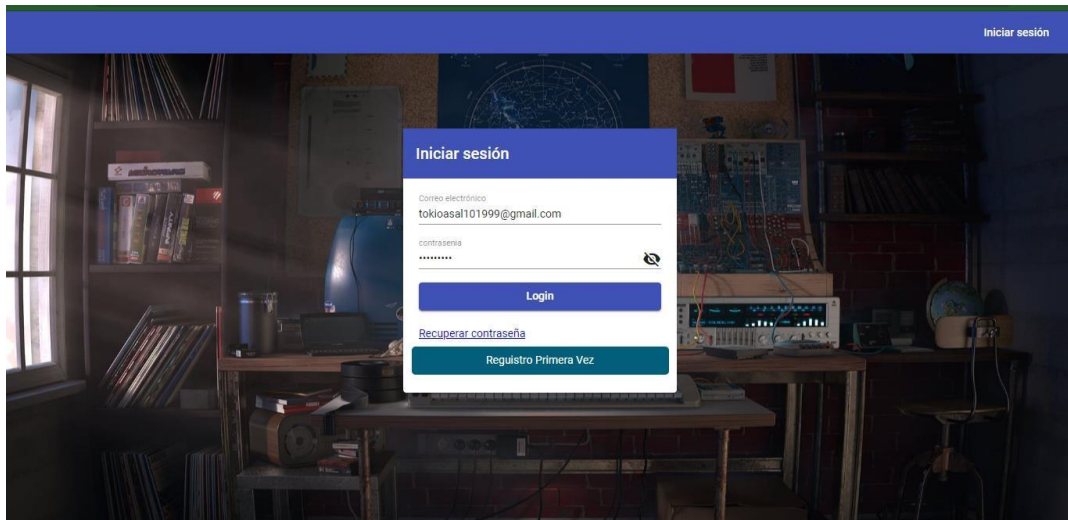


Figura 45 Manual de usuario - Pantalla de inicio de sesión

En el caso de que el usuario ingrese por primera vez, se deberá registrar ingresando el numero de cedula, correo electrónico y contraseña.

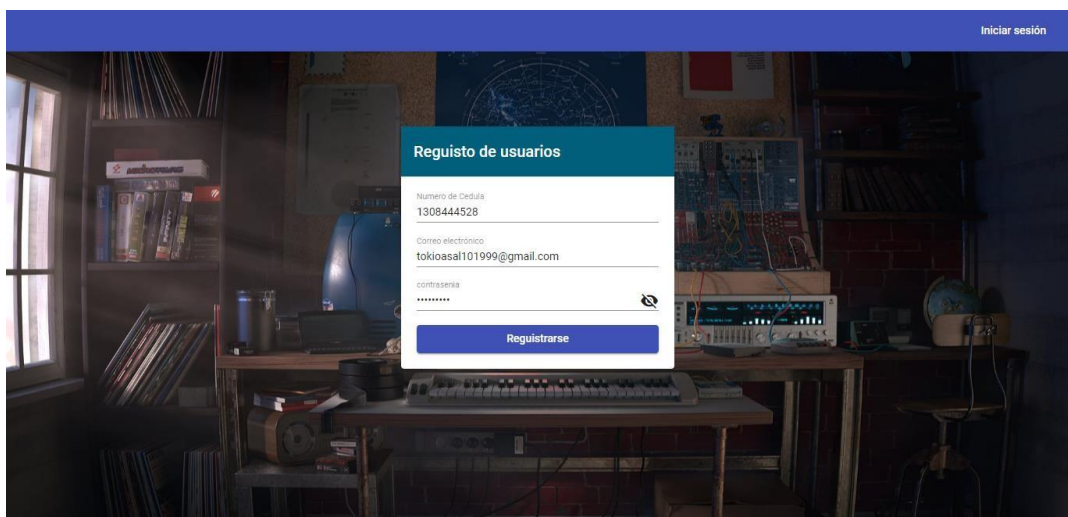


Figura 46 Manual de usuario - Inicio de sesión por primera vez

Se envía un enlace para verificar el correo electrónico del usuario, en el caso de que el correo electrónico no fue recibido se presionara el botón de Reenviar correo electrónico.

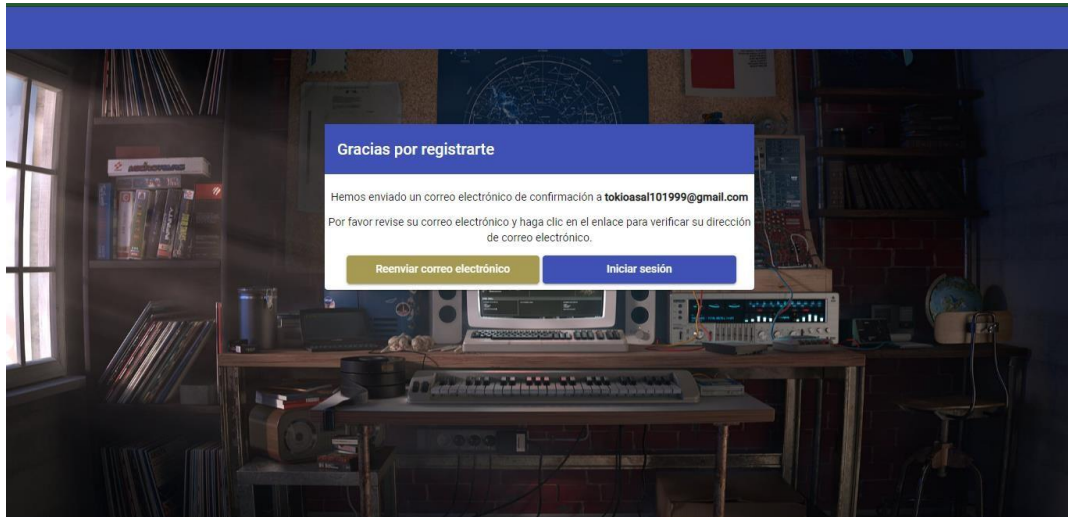


Figura 47 Manual de usuario - Envío de correo de verificación

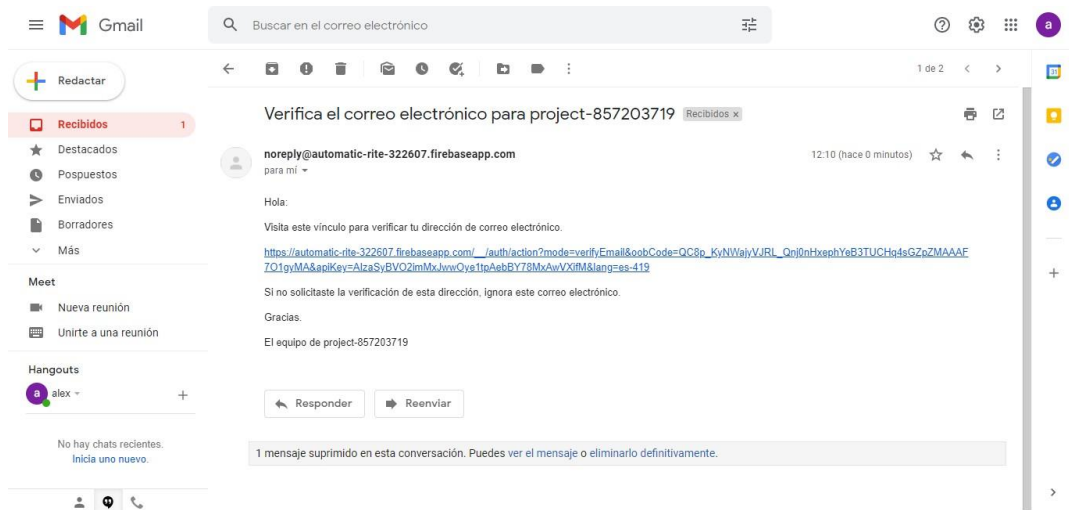


Figura 48 Manual de usuario - correo electrónico de verificación

Se verificó tu correo electrónico

Ahora puedes acceder con tu cuenta nueva

Figura 49 Modulo de usuario - Verificación del correo electrónico

Al ingresar el usuario administrador se mostrará la interfaz de monitoreo, en la cual se presenta la lista de las embarcaciones, las alarmas registradas y posiciones de las embarcaciones.

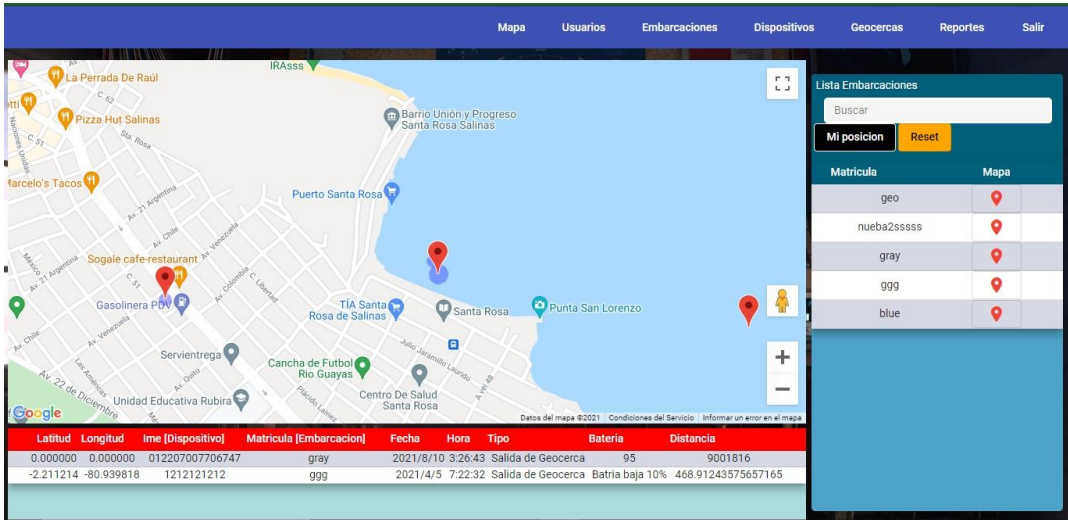







Figura 50 Modulo de usuario - Interfaz de monitoreo

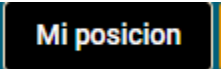

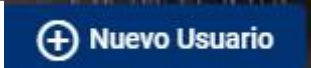


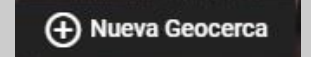



**Opciones de la apicacion web**





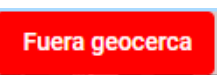
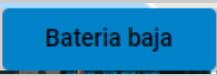
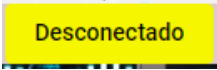
Opciones		Descripcion
Web Pc	Web Movil	
		Permite el acceso a la interfaz de monitoreo
		Permite el acceso a la seccion de listar, registrar, modificar y eliminar usuarios

<b>Embarcaciones</b>	 Embarcaciones	Permite el acceso a la seccion de listar, registrar, modificacar y eliminar embarcaciones
<b>Dispositivos</b>	 Dispositivos	Permite el acceso a la seccion de listar, registrar, modificacar y eliminar dispositivos
<b>Geocercas</b>	 Geocercas	Permite el acceso a la seccion de listar, registrar, modificacar y eliminar geocercas
<b>Reportes</b>	 Reportes	Permite el acceso a la seccion de reporte, graficas
<b>Salir</b>	 Cerrar sesión	Permite cerrar la seccion del usuario

## Mensajes de la aplicación Web

### Botones aplicación Web

Opciones	Descripcion
	<b>Interfaz de Monitoreo</b>
	Permite obtener la posicio del usuario y colocarla en el mapa para la selección de otra embarcacion, ubicación mostrando la distancia que existe entre estos dos pntos
	Borra el icono de la ubicación actual del dispositivo y la posicion seleccionada para el calcuo de la diferencia de distancia
	Permite crear un nuevo usuario
	Permite crear una nueva embarcacion
	Permite crear un nuevo dispositivo
	Permite crear una nueva geocerca
<b>Seleccion a generar</b>	Permite generar graficas, reportes, excel, posiciones en el mapa
	Permite buscar dentro de la base de datos
	Permite cancelar las operaciones
	Permite seleccionar una imaien

	Permite enviar datos para guardar en al base de datos
	Permite acceder a datos de la lista para la edición
	Permite eliminar elementos dentro de una lista
	Permite posicionar embarcaciones dentro del mapa
	Permite la presentación de las ubicaciones de las embarcaciones en el mapa que estuvieron fuera de la geocerca
	Permite la presentación de las ubicaciones de las embarcaciones en el mapa que estuvieron con batería baja.
	Permite la presentación de las ubicaciones de las embarcaciones en el mapa que se desconectaron

La sección de monitoreo está restringida y cuenta con las mismas características para el usuario administrador como armador, el usuario administrador cuenta con un botón para desactivar el dispositivo perteneciente a sus embarcaciones, listadas dentro de esta interfaz.

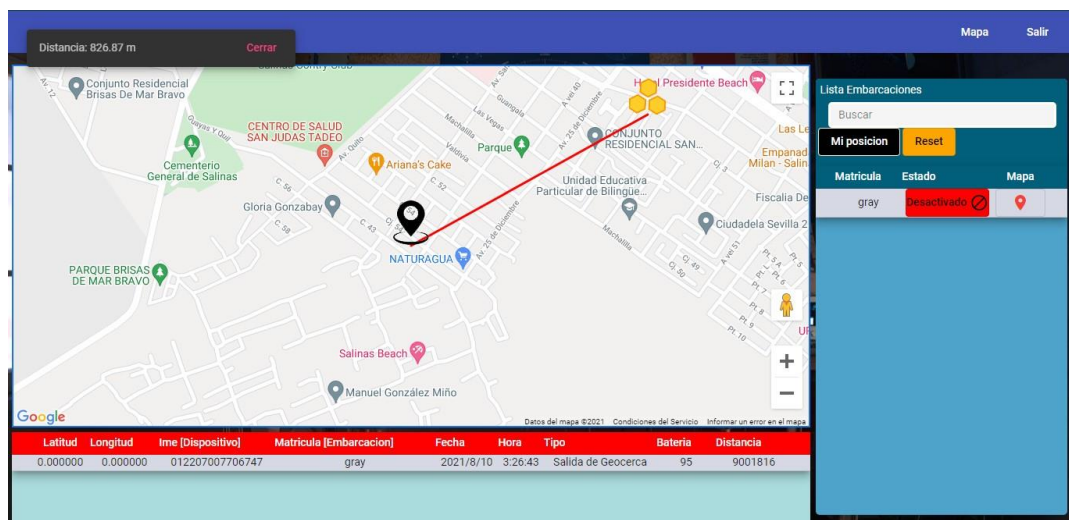


Figura 51 Manual de usuario - Interfaz de monitoreo del usuario armador

El usuario solo podrá activar la embarcación una vez conectado el dispositivo de localización a la red celular, lo cual permitirá enviar la ubicación cambiando el estado del dispositivo a activo.

En cada una de las secciones tanto de usuario, embarcacion, dispositivo, geocerca se presentara listas con los datos, en la version web lsodatos se acoplan a la pantalla del dispositivo.

Cedula	Nombres	Apellidos	Tipo Usuario	Telefono Celular	Opciones
0922697214	Carlos a	Castillo a	Administrador	0911111111	[Edit] [Delete]
0928141076	tes tes	sas ss	Administrador	0111111111	[Edit] [Delete]
1308444528	el pepe aa	sss dddd	Administrador	0989898821	[Edit] [Delete]
0801426156	Jhostin Ricardo	gggggg Malave	Administrador	0909090909	[Edit] [Delete]

Figura 52 Manual de usuario - lista de usuarios

CEDULA	0922697214
NOMBRES	Carlos a
APELLIDOS	Castillo a
TIPO USUARIO	Administrador
CELULAR	0911111111
OPCIONES	[Edit] [Delete]
CEDULA	0928141076

Figura 53 Manual de usuario - lista de usuarios Vista desde un móvil

Al acceder a registrar usuarios se presentará un formulario en el cual debe ingresar información en cada una del cuadro de texto y además permite el ingreso de una imagen.

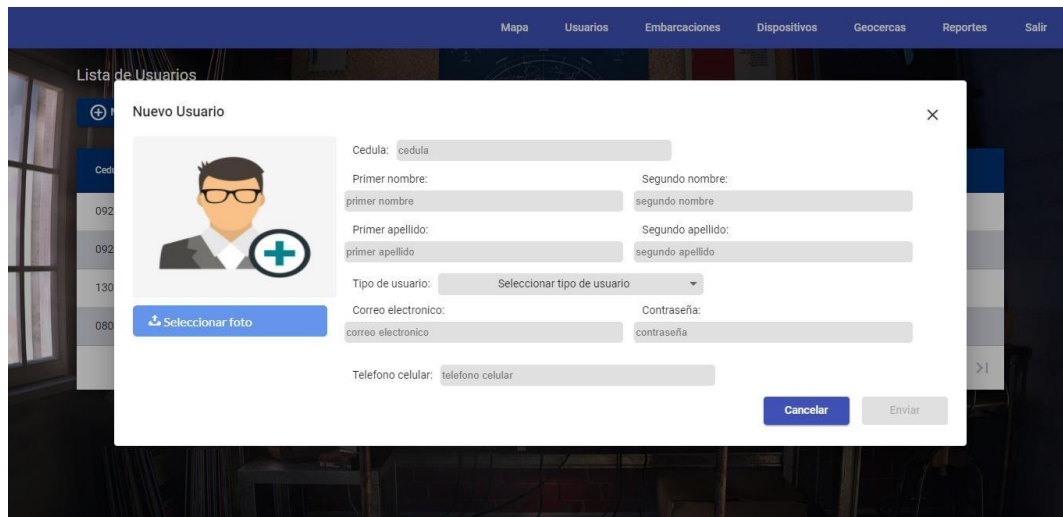
The image shows a web application interface with a dark blue header containing navigation links: Mapa, Usuarios, Embarcaciones, Dispositivos, Geocercas, Reportes, and Salir. A modal window titled 'Nuevo Usuario' is open, featuring a user icon placeholder on the left with a '+ Seleccionar foto' button. The form fields on the right are: Cedula (cedula), Primer nombre (primer nombre), Segundo nombre (segundo nombre), Primer apellido (primer apellido), Segundo apellido (segundo apellido), Tipo de usuario (dropdown menu labeled 'Seleccionar tipo de usuario'), Correo electrónico (correo electronico), Contraseña (contraseña), and Telefono celular (telefono celular). At the bottom right of the modal are 'Cancelar' and 'Enviar' buttons.

Figura 54 anual de usuario - formulario de registro para usuarios

En el registro de embarcaciones, el formulario solicitara tres imágenes de la embarcación y los respectivos datos como la matrícula, nombre, breve descripción y el usuario propietario de la misma.

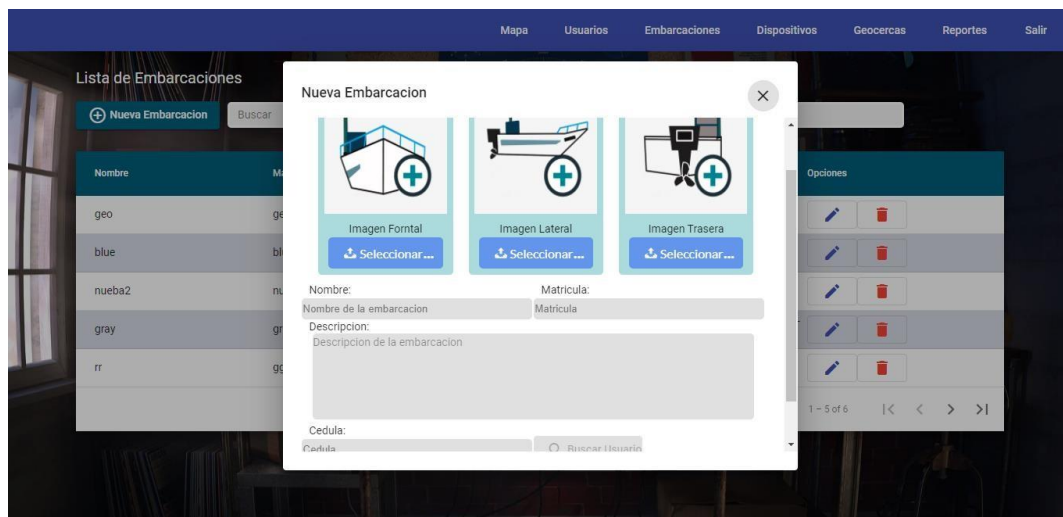
The image shows the same web application interface. A modal window titled 'Nueva Embarcacion' is open. It features three image upload sections: 'Imagen Frontal', 'Imagen Lateral', and 'Imagen Trasera', each with a 'Seleccionar...' button. Below these are form fields for: Nombre (Nombre de la embarcacion), Matricula (Matricula), Descripcion (Descripcion de la embarcacion), and Cedula. At the bottom right, there is a 'Seleccionar Usuario' button.

Figura 55 Manual de usuario - Formulario de registro para embarcaciones

Para el registro de dispositivos se debe constar con la cedula del usuario, matrícula de la embarcación y el nombre de la geo cerca, el formulario permite



realizar una representación dentro del mapa de donde estará ubicada la embarcación, así como una perspectiva de acuerdo a la geo cerca que es asignada.

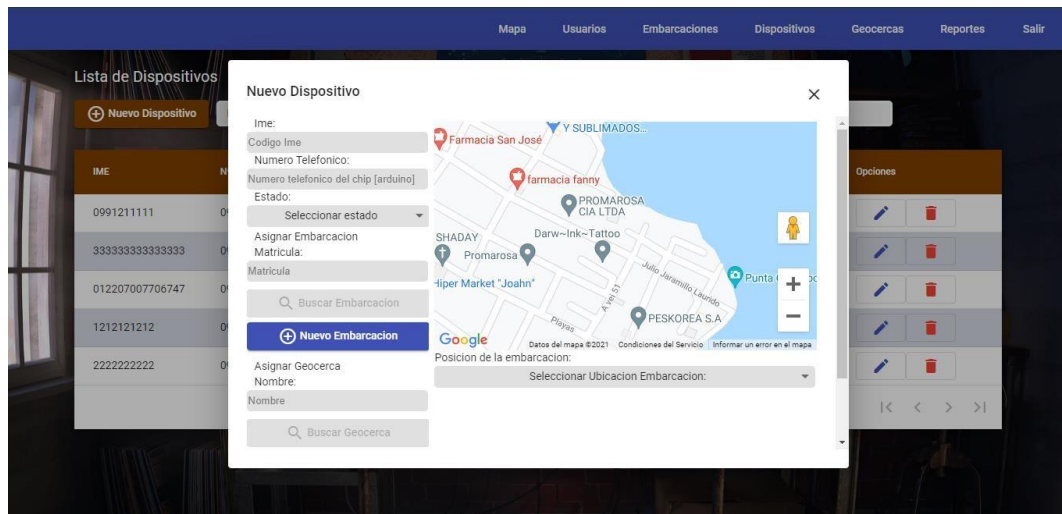


Figura 56 Manual de usuario - Formulario de registro para dispositivos

El formulario de la geo cerca permite el ingreso de datos como el nombre, tamaño o radio y la ubicación, mediante la selección de posición actual o el ingreso de la longitud y altitud de la misma.

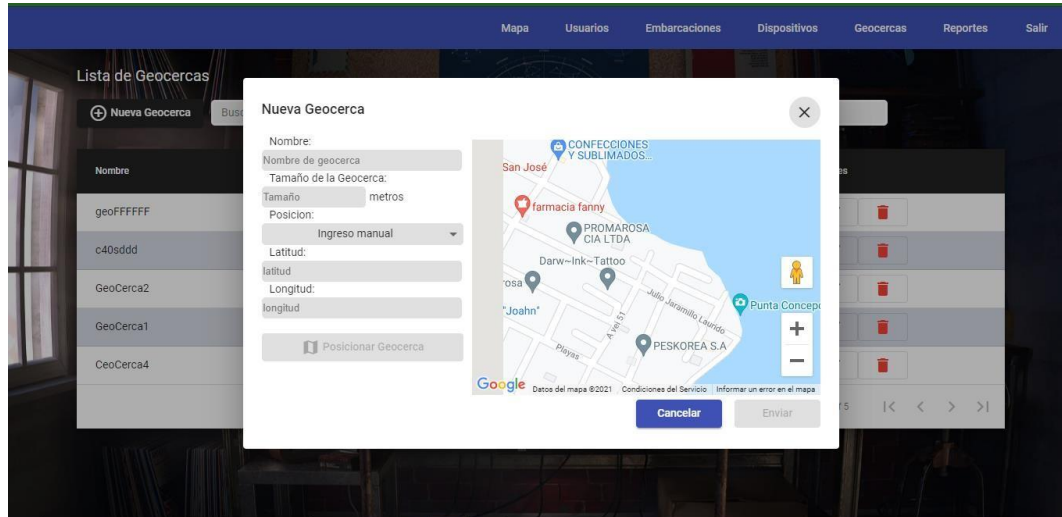


Figura 57 Manual de usuario - Formulario de la geo cerca

La opción de eliminación de estas cuatro instancias ya sean usuario, embarcación, dispositivo o geo cerca se realizará mediante un pequeño mensaje el cual preguntara si desea eliminar o cancelar la operación.



Figura 58 Manual de usuario - mensaje de eliminación

Dentro del módulo de reporte se presenta una gráfica de los incidentes de las embarcaciones, representados mediante burbujas.



Figura 59 Manual de usuario - Representación de incidentes

En la interfaz de reporte se encuentra un pequeño formulario para consultar información de alguna embarcación específica, mediante la selección del tipo de operación y la selección de fecha.

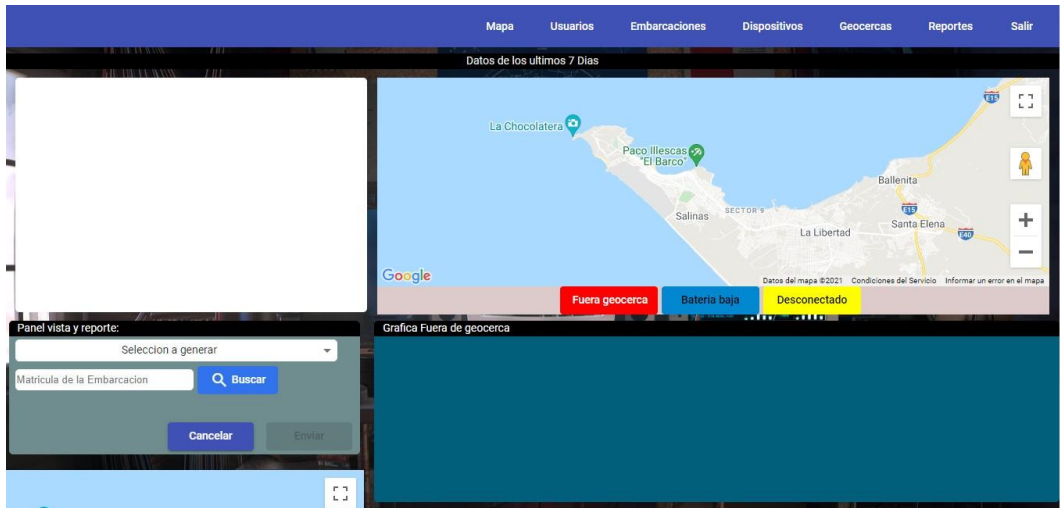


Figura 60 Manual de usuario - Modulo de reporte

Informe generado de embarcación fuera de geo cerca por la aplicación de web, presentando datos del propietario y la embarcación.

**Reporte de embarcación: gray**

Fecha: miércoles 18° agosto 2021

**Datos del Propietario**

Cedula:  
 Nombre: Primer nombre Segundo nombre  
 Apellido: Primer apellido Segundo apellido  
 Correo Electronico:

**Datos de la Embarcacion**

Matricula: gray	Nombre: gray
Descripción: Embarcación de color gray con un motor 75hp	
Fecha Dese: 2021-03-01T01:52 Fecha Hasta: 2021-04-02T01:52	

**Salio de la Geocerca**

Fecha	Hora	Nivel de Batería	Tipo de Alarma
2021/3/31	7:22:32	10	Salida de Geocerca
2021/3/31	12:22:45	12	Salida de Geocerca
2021/3/31	12:22:48	12	Salida de Geocerca
2021/3/31	12:22:58	12	Salida de Geocerca
2021/3/31	15:32:34	10	Salida de Geocerca

Figura 61 Manual de usuario - Reporte generad por la aplicación web

Grafica de los incidentes de la embarcación con la respectiva fecha y el nivel de batería en el rango de fecha seleccionado, mediante el ingreso de a matricula de la embarcación y el rango de fecha.

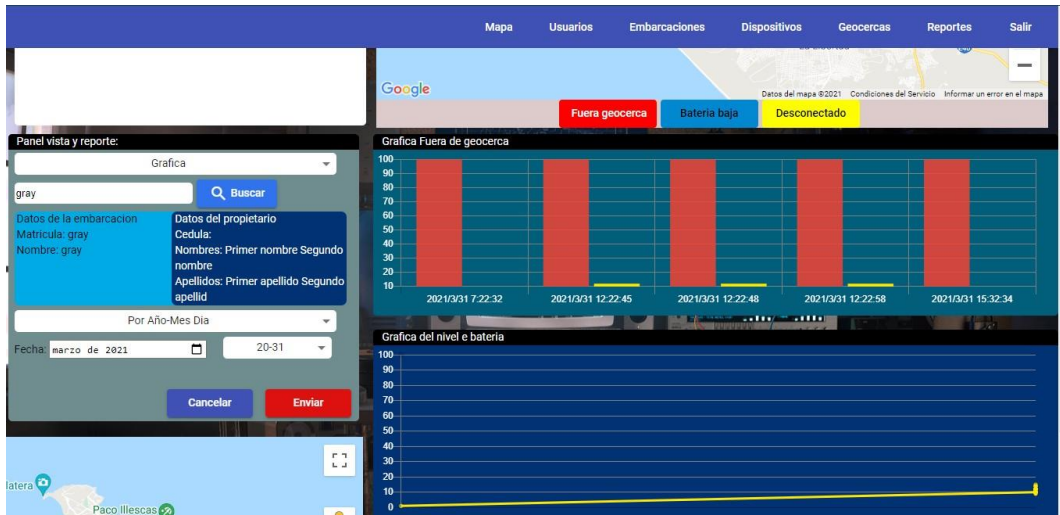


Figura 62 Manual de usuario - Grafica de incidente y nivel de batería

Selección de ver en mapa, ingreso de matrícula, y selección del rango de fecha para la representación gráfica en el mapa.

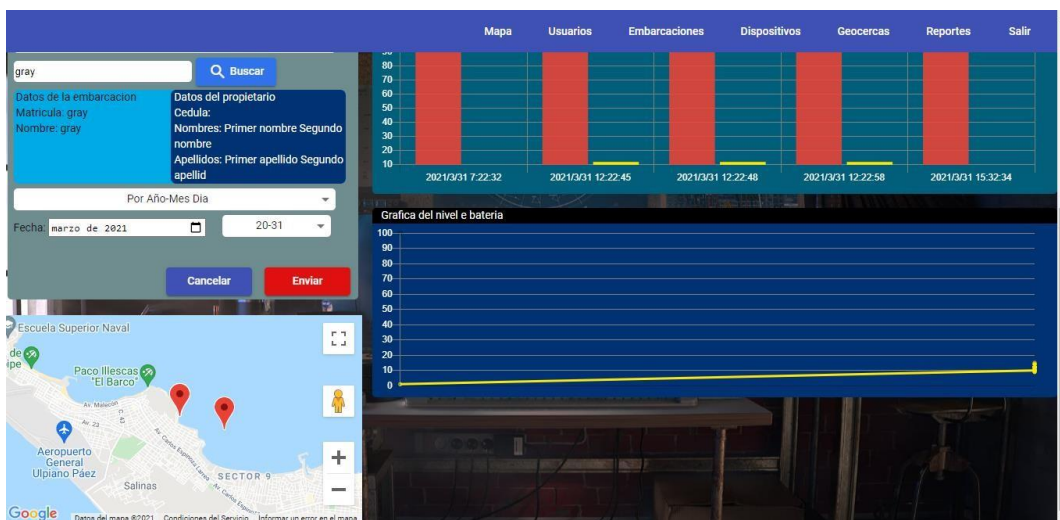


Figura 63 Manual de usuario - Vista de posiciones en el mapa