

SEMINARIO DE PRÁCTICA DE INFORMÁTICA

INF275-11265



Trabajo Práctico 2

Módulo 2

Alumno: Emiliano Andrés Baum

Legajo: VINFO15483

Titular Experto: Ana Carolina Ferreyra

Titular Disciplinar: Pablo Alejandro Virgolini

Fecha de entrega: 02/10/2025

Período de cursada: 2025

Modalidad: Individual

Índice

Índice.....	2
Introducción.....	3
Justificación.....	4
Definiciones del proyecto y del sistema.....	4
Definiciones del Proyecto.....	5
Alcance.....	5
Objetivos del Proyecto:.....	5
Definiciones del Sistema (SATE).....	5
Descripción General.....	5
Funcionamiento.....	5
Elicitación.....	6
Métodos de Elicitación.....	6
Conocimiento del negocio.....	7
Propuesta de solución.....	8
Arquitectura propuesta.....	8
Capa de datos.....	8
Capa de negocio.....	9
Capa de presentación.....	9
Ventajas de la solución.....	10
Etapas de análisis.....	10
Funcionalidades y Requerimientos No Funcionales.....	10
Requerimientos Funcionales.....	10
Requerimientos No Funcionales.....	11
Casos de uso.....	12
Matriz de trazabilidad de requerimientos.....	20
Diagrama de Casos de Uso.....	23
Diagrama de Dominio.....	23
Diagrama de Secuencia.....	24
Etapas de diseño.....	30
Etapas de implementación.....	31
Definición de base de datos para el sistema.....	32
Fundamentos del Diseño del Modelo de Base de Datos Relacional (DER) para SATE.....	32
Diagrama entidad-relación de la base de datos.....	34
Explicación de las Relaciones.....	34
Bibliografía.....	35

Sistema de Alerta Temprana de Emergencias (SATE)

Introducción

El Sistema de Alerta Temprana de Emergencias (SATE) es una solución informática diseñada para colaborar frente a situaciones de emergencias y mitigar los daños en términos sociales, ambientales y económicos, proporcionando información crucial en tiempo casi real a organismos gubernamentales y no gubernamentales. La recurrencia de incendios forestales o inundaciones en distintas regiones del país y el mundo resalta la necesidad de herramientas tecnológicas que permitan una respuesta rápida y coordinada. Actualmente, la información sobre posibles focos de incendio o inundaciones puede ser fragmentada y de difícil acceso, lo que retrasa la toma de decisiones y la movilización de recursos.

Este proyecto se propone desarrollar una plataforma de **software libre y código abierto** que centralice y visualice datos satelitales y de otras fuentes públicas, transformándolos en alertas geo-referenciadas. De esta manera, se busca optimizar la gestión de emergencias, permitiendo una intervención temprana frente a catástrofes y minimizar los daños ambientales y materiales. El **SATE** servirá como una herramienta estratégica para la prevención y la respuesta, fortaleciendo la capacidad de los equipos de emergencia para proteger comunidades y ecosistemas y que, a diferencia de otras herramientas disponibles en el mercado, ponga a disposición del conjunto de la sociedad una herramienta libre, gratuita en su uso y soportada por la comunidad del software libre.

La recurrencia cada vez mayor de fenómenos asociados al cambio climático producto de la acción humana y ciclos naturales a nivel nacional e internacional subraya la urgente necesidad de herramientas tecnológicas avanzadas. Estos fenómenos no solo destruyen vastas extensiones de ecosistemas, sino que también ponen en peligro vidas humanas, infraestructuras y medios de subsistencia. *En la actualidad, uno de los mayores desafíos radica en la fragmentación y la difícil accesibilidad de la información sobre posibles focos de incendio o inundaciones. Esta carencia retrasa significativamente la toma de decisiones críticas y la movilización de recursos, lo que a menudo resulta en una propagación incontrolada del fuego y mayores pérdidas.*

En este contexto, el proyecto **SATE** propone el desarrollo de una plataforma de software libre y código abierto. Su función principal será la centralización y visualización de datos provenientes de diversas fuentes. Entre estas fuentes se incluyen datos satelitales, que ofrecen una perspectiva amplia y continua del territorio, así como otra información pública relevante que pueda indicar la presencia o el riesgo de incendios. El sistema procesará esta información para generar alertas geo-referenciadas, lo que significa que cada aviso estará asociado a una ubicación geográfica precisa. Esta precisión es fundamental para dirigir los esfuerzos de respuesta de manera eficiente.

Al optimizar la gestión de emergencias, el **SATE** facilitará una intervención temprana y coordinada. La capacidad de detectar y localizar focos de incendio o inundaciones en sus etapas iniciales es crucial para

contener su expansión y minimizar los daños ambientales y materiales. La plataforma no solo actuará como una herramienta reactiva, sino que también tendrá un papel estratégico en la prevención, al permitir la identificación de áreas de alto riesgo y la implementación de medidas preventivas.

Justificación

El Sistema de Alerta Temprana de Emergencias (**SATE**) se justifica por la urgente necesidad de modernizar y optimizar la gestión de emergencias de manera masiva frente a catástrofes naturales. La falta de una herramienta centralizada, accesible, de código abierto y gratuita que proporcione datos en tiempo casi real sobre nuestro territorio nacional impacta directamente en la capacidad de respuesta de los organismos encargados de actuar frente a estas situaciones.

El proyecto es de vital importancia por las siguientes razones:

- Desde el **punto de vista social** el sistema satisfará la necesidad de contar con una fuente de información única, precisa y en tiempo real sobre la ubicación y posible propagación de los focos de calor o el alcance o desarrollo de una inundación. Esto permitirá a los organismos gubernamentales, brigadas de bomberos y la sociedad civil acceder a datos cruciales que actualmente son dispersos, difíciles de interpretar y, a menudo, de acceso restringido. Al ofrecer alertas personalizadas, el sistema también cubrirá la necesidad de los usuarios de ser notificados proactivamente sobre riesgos en sus áreas de interés.
- Desde el punto de vista **tecnológico**, el proyecto integra y pone en práctica conceptos avanzados como la automatización del consumo de datos de fuentes externas (APIs), el procesamiento de grandes volúmenes de datos georreferenciados y su persistencia en bases de datos relacionales (MySQL). El desarrollo de un prototipo en Java y la aplicación del Proceso Unificado de Desarrollo (PUD) demostrará la capacidad de construir una solución robusta, escalable y mantenible.
- El **impacto social** del **SATE** es significativo. Los incendios forestales y otras catástrofes naturales no solo causan pérdidas económicas y ecológicas, sino que también ponen en riesgo vidas humanas. Una respuesta temprana, facilitada por la información del sistema, puede reducir drásticamente el tiempo de reacción, lo que se traduce en una menor extensión del fuego, menos daños materiales y, lo más importante, la protección de las comunidades. Lo mismo se podría indicar en el caso de las inundaciones.

En esencia, el **SATE** se podría convertir en un pilar fundamental para fortalecer la capacidad de los equipos de emergencia, equipándolos con los medios necesarios para proteger comunidades y ecosistemas vulnerables gracias a un aspecto distintivo y de gran valor como lo es su compromiso con el modelo de software libre. A diferencia de otras herramientas disponibles en el mercado, esta plataforma pondrá a disposición de toda la sociedad una solución gratuita en su uso y soportada activamente por la comunidad global del software libre. Esta filosofía no solo democratiza el acceso a tecnología vital para la gestión de desastres, sino que también fomenta la colaboración y la mejora continua, asegurando que el **SATE** evolucione y se adapte a las necesidades cambiantes en la lucha contra los incendios forestales.

Definiciones del proyecto y del sistema

En esta sección detallaremos cuestiones vinculadas a el alcance, objetivo y una descripción general del

Definiciones del Proyecto

Alcance

El proyecto abarca el análisis, diseño, desarrollo de un prototipo funcional (utilizando Java y MySQL), y despliegue inicial de un sistema de alerta temprana. Se incluirá la integración de fuentes de datos satelitales (como los EOS o JPSS de la NASA), la creación de una base de datos de usuarios y ubicaciones, y el desarrollo de una interfaz de visualización en un mapa georreferenciado. El prototipo incluirá la funcionalidad de registro de usuarios y la visualización de alertas.

Objetivos del Proyecto:

- Diseñar y desarrollar un sistema informático que procese datos satelitales y visualice datos de focos de calor (anomalías térmicas) e inundaciones (cuerpos de agua).
- Implementar una base de datos MySQL para gestionar los datos de usuarios, sus ubicaciones de interés y el histórico de alertas validadas.
- Desarrollar un prototipo en lenguaje Java que consuma datos de una fuente externa y los almacene de manera persistente en la base de datos.
- Crear una interfaz de usuario básica que muestre los eventos descritos en un mapa geo-referenciado.
- Definir una arquitectura de sistema escalable que permita la adición de nuevas fuentes de datos y funcionalidades a futuro.

Definiciones del Sistema (SATE)

Descripción General

El **SATE** será una sistema orientado a servicios que, mediante el procesamiento de datos satelitales de acceso público, identificará anomalías térmicas y cuerpos de agua. La detección de estas anomalías es algo que no recae en el software, sino que lo realizan los procesadores y son parte de los productos estándar de los procesadores. Una vez finalizada la adquisición de los datos estos quedan disponibles en diferentes fuentes públicas y se presentarán en un mapa georreferenciado al que podrán acceder los usuarios registrados. Los usuarios podrán definir áreas de interés para recibir alertas personalizadas vía correo electrónico.

Funcionamiento

Consumo de datos: Un módulo del sistema se conectará a fuentes de datos satelitales (como las de la NASA, ESA, CONAE) para obtener información sobre anomalías térmicas y cuerpos de agua.

- **Procesamiento:** Los datos brutos serán procesados para filtrar y validar los eventos, utilizando criterios como la intensidad y la persistencia de la señal.
- **Persistencia:** La información de los eventos validados así como la información de los usuarios y sus preferencias se almacenará en una base de datos relacional (MySQL).
- **Alerta y Visualización:** El sistema activará alertas para los usuarios cuyas áreas de interés coincidan

con los nuevos eventos. Simultáneamente, se actualizará el mapa accesible a través de la interfaz web, mostrando la ubicación, hora y otros datos relevantes de cada uno de los eventos.

Se pueden utilizar productos MODIS y VIIRS Level 2 provenientes de satélites abiertos como la serie EOS o JPSS. También se pueden utilizar fuentes de los satélites SAOCOM 1A y 1B, los cuales son operados por la agencia espacial Argentina (CONAE). Los datos de los satélites EOS/JPSS también son adquiridos por CONAE en su estación ubicada en Falda del Cañete y pueden ser accedidos rápidamente, brindando un valor agregado fundamental comparado con obtenerlos vía NASA-FIRMS, otra fuente de datos pública dedicada a focos de calor.

Elicitación

La fase de elicitación es crucial para el éxito del proyecto, ya que nos permite comprender en profundidad el dominio del problema y las necesidades de los usuarios. Para ello, se aplicará una combinación de técnicas de elicitación que permitan asegurar la obtención de *requerimientos funcionales y no funcionales* de manera integral. El objetivo es ir más allá de la simple descripción de lo que el sistema debe hacer, para entender el porqué y el cómo de cada funcionalidad.

Métodos de Elicitación

Los métodos que se utilizarán fueron seleccionados por su idoneidad para un proyecto que tendrá diferentes tipos de usuarios y un componente técnico avanzado-especializado:

- **Entrevistas con Expertos y Stakeholders Clave:** Se llevarán a cabo entrevistas semi-estructuradas¹ con figuras clave en el campo de la gestión de emergencias y la ciencia de datos. Esto incluye a:
 - **Representantes de Organismos Gubernamentales y de Emergencia:** Bomberos, miembros de Defensa Civil y personal de organismos como la CONAE. El foco estará en entender su flujo de trabajo actual, los desafíos que enfrentan para obtener información y qué tipo de datos les serían más útiles para la toma de decisiones
 - **Profesionales en el dominio del negocio:** Especialistas en geografía, meteorología y el estudio de los incendios e inundaciones. Su conocimiento técnico es vital para comprender la naturaleza de los datos satelitales y cómo deben ser procesados.
 - **Potenciales Usuarios Finales:** Miembros de la comunidad en zonas de riesgo que pueden ofrecer una perspectiva valiosa sobre cómo el sistema podría servirles para su seguridad personal.
- **Análisis de Documentos Existentes:** Se revisarán documentos técnicos, informes de incidentes previos, regulaciones gubernamentales sobre gestión de emergencias y la documentación de las APIs satelitales de agencias como la NASA, la ESA y la CONAE. Este análisis nos permitirá conocer las fuentes de información disponibles y las limitaciones técnicas que podría tener su uso.
- **Observación de Procesos:** Se buscará la oportunidad de observar cómo los organismos de emergencia actuales monitorean y responden a los eventos. Esta técnica es invaluable para descubrir requerimientos que los usuarios podrían no mencionar durante una entrevista. Por ejemplo, se podría observar cómo un analista usa múltiples pantallas o plataformas para

¹ Presentan un grado mayor de flexibilidad que las estructuradas, debido a que parten de preguntas planeadas, que pueden ajustarse a los entrevistados. Su ventaja es la posibilidad de adaptarse a los sujetos con enormes posibilidades para motivar al interlocutor, aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalismos. Bravo-García, 2013

correlacionar datos de diferentes fuentes, lo que justificaría la necesidad de una plataforma unificada.

- **Análisis de Sistemas Análogos (Benchmarking²):** Se estudiarán plataformas similares existentes, tanto comerciales como de código abierto, para identificar las mejores prácticas, las funcionalidades clave y las áreas de oportunidad. El objetivo no es copiar, sino aprender de sus éxitos y errores para ofrecer una propuesta de valor única y superior, especialmente en lo que respecta a la simplicidad y el acceso libre.

A partir de estos métodos no solo se facilitará la recolección de una lista de requisitos, sino que también permitirá una comprensión holística del problema de negocio, asegurando que la solución SATE sea efectiva, útil y factible.

Conocimiento del negocio

Para comprender la dinámica del negocio y los procesos de gestión de emergencias, se realizará un análisis detallado.

Actores Clave:

- *Organismos Gubernamentales:* Defensa Civil, Ministerios de Ambiente, Secretarías de Emergencia.
- *Organismos No Gubernamentales:* ONGs medioambientales, fundaciones.
- *Bomberos:* Voluntarios y profesionales.
- *Público en general:* Personas que viven en zonas de riesgo.

Flujo de Trabajo Actual:

- *Detección:* Se realiza a través de llamadas de emergencia, avistamientos visuales, o por la recepción de informes de satélites (a menudo en formatos crudos o que requieren conocimientos técnicos para su interpretación).
- *Validación:* Se confirma el punto de interés a través de llamadas o envío de equipos al lugar.
- *Coordinación:* La información se transmite por radio o teléfono a los equipos en campo.
- *Respuesta:* Se movilizan los recursos para combatir el evento.

Problemas y Desafíos:

- *Tiempo de respuesta lento:* La información no se centraliza ni se distribuye eficientemente.
- *Falta de coordinación:* Diferentes organismos pueden tener información fragmentada o poca interoperabilidad, lo que dificulta una respuesta unificada.
- *Acceso a la información:* Los datos satelitales son complejos y no están al alcance de todos los actores.
- *Adaptación al nuevo sistema:* si bien solo sería necesaria una navegador, adaptarse al nuevo

² Los puntos de referencia (*benchmarks*) son estándares predefinidos, mientras que el *benchmarking* es el proceso en el cual se establecen esos estándares. Para definir los puntos de referencia, debes comparar tu trabajo con otra línea de base. <https://asana.com/es/resources/benchmarking>

sistema requiere una capacitación y de mostrar las ventajas de su uso.

Propuesta de solución

La propuesta es desarrollar el **Sistema de Alerta Temprana Emergencias (SATE)**, un sistema informático que automatizará y mejorará el flujo de trabajo actual. La solución se basará en una arquitectura orientada a servicios que permitirá la integración de diferentes fuentes de datos y la visualización en una interfaz amigable.

Arquitectura propuesta

La solución se basará en una **arquitectura orientada a servicios** compuesta por tres capas principales:

1. capa de datos,
2. capa de negocios,
3. capa de presentación

Este diseño modular permitirá desarrollar el sistema de manera eficiente, ya que la **capa de negocio** expondrá una **API REST** que puede ser consumida por cualquier tipo de cliente (una aplicación de escritorio, una interfaz web o una aplicación móvil). Esto garantiza la flexibilidad y escalabilidad del proyecto, al cumplir con los requisitos de utilizar **Java y MySQL** para el *backend*.

Capa de datos

La capa de datos será responsable de la persistencia, el acceso y la gestión de toda la información del sistema SATE. Se construirá sobre una base de datos **relacional** robusta, como MySQL, que es ampliamente utilizada, bien documentada y ofrece las capacidades necesarias para un proyecto de esta envergadura.

La elección de una base de datos relacional se justifica por su capacidad para manejar la estructura de datos compleja de manera íntegra. La información del proyecto se puede organizar en tablas relacionadas, lo que garantiza la consistencia e integridad de los datos, algo fundamental para un sistema de emergencias.

Los datos se estructurarán de la siguiente manera:

- **Gestión de Usuarios:** Se crearán tablas para almacenar información de los usuarios, sus roles y los permisos de acceso. Esto incluye datos como nombre, correo electrónico, credenciales de acceso y la asignación de roles de **Usuario** y **Administrador**.
- **Gestión de Eventos y Datos Geoespaciales:** La información clave sobre los eventos (incendios, inundaciones) y los reportes manuales se almacenará en tablas específicas. Para manejar los datos de geolocalización, se aprovecharán las funciones **geoespaciales nativas** de la base de datos. MySQL cuenta con tipos de datos como **POINT**³, **LINESTRING**⁴ y **POLYGON**⁵, y ofrece un

³ [Point Reference](#)

⁴ [Linestring](#)

⁵ [Poligon](#)

conjunto de funciones SQL para realizar consultas eficientes sobre información geo-referenciada.

- **Gestión de Áreas de Interés y Notificaciones:** Las áreas que los usuarios definan en el mapa se guardarán también con tipos de datos geoespaciales. Esto permitirá que la capa de negocio realice consultas espaciales (como "¿qué eventos se encuentran dentro de esta área?") de forma directa en la base de datos, lo que optimiza la lógica de las notificaciones.

De esta manera, la capa de datos proporciona una solución unificada y consistente para almacenar tanto los datos estructurados tradicionales como la información geo-referenciada, cumpliendo con el requisito de utilizar una base de datos puramente relacional.

Capa de negocio

El **núcleo funcional del sistema** (el *core* del negocio) se desarrollará por completo en **Java**. Esta capa servirá como el cerebro del sistema, orquestando todas las operaciones y asegurando que la lógica de negocio se aplique de manera consistente y eficiente.

Sus responsabilidades clave incluyen:

- **Consumo y procesamiento de datos:** Se encargará de obtener datos de APIs externas (como las de la CONAE o NASA) y de procesar esa información en bruto para identificar los "eventos" (focos de calor o cuerpos de agua).
- **Lógica de negocio:** Validará la información entrante y ejecutará las reglas de negocio, como la validación de reportes manuales por parte del administrador o el cruce de datos geoespaciales para determinar si un evento ha ocurrido dentro de las áreas de interés definidas por los usuarios.
- **Gestión de la persistencia:** Aunque la base de datos es la que almacena los datos, la capa de negocio gestionará todas las interacciones con ella, tanto para guardar nueva información como para recuperar datos históricos o de usuario.
- **Comunicación con la capa de presentación:** Funcionará como un servicio o API que la interfaz de usuario (la **Capa de Presentación**) consumirá. Esto garantiza que la lógica del negocio esté desacoplada del frontend, permitiendo la escalabilidad y la futura expansión del sistema a múltiples plataformas (web, móvil, etc.).

Capa de presentación

Se implementará una **interfaz de usuario de escritorio** desarrollada en Java. Esta capa será la cara visible del sistema y se encargará de todas las interacciones con el usuario.

Sus responsabilidades clave incluyen:

- **Visualización de datos geo-referenciados⁶:** Mostrará el mapa y los eventos (incendios, inundaciones, reportes manuales) de manera clara y precisa. Para lograr esto, se utilizarán bibliotecas de visualización de mapas que permitan la representación de puntos y polígonos sobre un mapa base.
- **Gestión de la interacción:** Capturará las acciones del usuario, como el dibujo de áreas de interés, la selección de eventos o el ingreso de reportes manuales, y enviará estas solicitudes a la **capa de negocio** para su procesamiento.
- **Comunicación con la capa de negocio:** Esta capa actuará como un cliente que consume

⁶ Existen varias librerías como **GeoTools** o **JTS** para datos geoespaciales mientras que para mapas tenemos **JMapView** u **OpenMap**.

los servicios que expone la capa de negocio. Esto garantiza una arquitectura limpia, donde la lógica de la presentación está separada de la lógica del negocio.

- **Manejo de la lógica de presentación:** Será responsable de la representación visual, la navegación entre pantallas y de asegurar una experiencia de usuario fluida e intuitiva.

Ventajas de la solución

- **Automatización:** La solución reduce significativamente la carga de trabajo manual, ya que el sistema automatiza la detección de eventos (como focos de calor o inundaciones) a través del consumo continuo de datos satelitales. Esto permite que el personal se enfoque en la gestión de emergencias en lugar de en la recolección de información.
- **Información en tiempo casi real (Near Real Time⁷):** El sistema acelera el tiempo de respuesta ante un evento al proporcionar alertas oportunas y geo-referenciadas. La capacidad de reaccionar rápidamente ante una emergencia es crítica para minimizar los daños y proteger vidas.
- **Mejora de la coordinación:** Al servir como una fuente única y centralizada de información validada, el sistema facilita la comunicación y la coordinación entre distintos organismos y equipos de emergencia. Esto evita la fragmentación de datos y asegura que todos los actores trabajen con la misma información.
- **Accesibilidad y democratización:** Al ser un proyecto de software libre y código abierto, la solución es accesible para una mayor cantidad de usuarios y organizaciones, sin las barreras económicas de las herramientas comerciales. Esto permite que más personas se beneficien de la información para la prevención y la seguridad.
- **Escalabilidad y extensibilidad:** La arquitectura modular del sistema, basada en capas, facilita la integración de nuevas funcionalidades en el futuro. Esto incluye, por ejemplo, módulos de predicción de la propagación del fuego o la incorporación de nuevos tipos de eventos, lo que asegura la vida útil y la relevancia continua del proyecto.

Etapa de análisis

Funcionalidades y Requerimientos No Funcionales

En esta sección se establece la definición precisa del producto software, delimitando su alcance y sus principales características conforme a los objetivos del proyecto SATE. El análisis se articula en dos dimensiones clave: los **Requerimientos Funcionales**, que detallan el qué del sistema (las acciones y servicios que SATE debe ejecutar, como la gestión de eventos y la definición de áreas de interés), y los **Requerimientos No Funcionales**, que definen el cómo (las restricciones de calidad, rendimiento, seguridad y usabilidad) que aseguran la fiabilidad y el éxito operativo del sistema.

Requerimientos Funcionales

Requisitos	Descripción
------------	-------------

⁷ Los productos GPM casi en tiempo real (GMI y DPR) suelen estar disponibles a las pocas horas de la observación. [NASA](#)

Funcionales del Sistema	
RF-01	El sistema debe permitir el registro de nuevos usuarios con su información de contacto y ubicación.
RF-02	El sistema debe permitir a los usuarios definir una o varias áreas de interés en el mapa.
RF-03	El sistema debe procesar datos satelitales para publicar focos de calor georeferenciados .
RF-04	El sistema debe procesar datos satelitales para publicar cuerpos de agua (inundaciones) georeferenciados.
RF-05	El sistema debe enviar notificaciones por correo electrónico a los usuarios cuando se detecte un evento dentro de sus áreas de interés.
RF-06	El sistema debe permitir a los usuarios reportar una anomalía térmica - foco de calor (incendio) manualmente (entrada manual) y que el mismo sea distinguible de los reportados por satélite.
RF-07	El sistema debe permitir a los usuarios reportar un cuerpo de agua (inundación) manualmente (entrada manual) y que el mismo sea distinguible de los reportados por satélite.
RF-08	El sistema debe ofrecer una vista histórica de los eventos que fueron validados por el administrador.
RF-09	El sistema debe permitir a un administrador validar, editar y eliminar eventos (focos de calor o cuerpos de agua) reportados manualmente antes de que se hagan públicos. Esto garantiza la calidad y veracidad de la información.
RF-10	El sistema debe permitir a los usuarios elegir si desean recibir notificaciones solo sobre focos de calor, solo sobre inundaciones, o sobre ambos tipos de eventos.
RF-11	El sistema debe mostrar información detallada sobre cada evento (por ejemplo, fecha y hora de detección, fuente de datos, y en el caso de reportes manuales, el usuario que lo reportó).
RF-12	El sistema debe ser capaz de integrar datos de múltiples fuentes satelitales (por ejemplo, de diferentes agencias como la NASA, CONAE o la ESA) para una mayor cobertura y precisión.
RF-13	El sistema de administrador debe permitir al administrador la gestión de los usuarios del sistema

Requerimientos No Funcionales

Requisitos No	Descripción
---------------	-------------

Funcionales del Sistema	
RNF-01	El sistema debe procesar y mostrar los datos de los focos de calor con una latencia mínima para que la información sea "near real time". (Rendimiento)
RNF-02	El sistema debe proteger la información de los usuarios y garantizar la integridad de los datos. Se deben implementar mecanismos de autenticación y autorización.(Seguridad)
RNF-03	El sistema debe ser capaz de manejar un aumento en el volumen de datos satelitales y en la cantidad de usuarios.(Escalabilidad)
RNF-04	El sistema debe estar disponible 24/7, ya que los incendios pueden ocurrir en cualquier momento.(Disponibilidad)
RNF-05	La interfaz de usuario debe ser intuitiva y fácil de usar, incluso para personal no técnico.(Usabilidad)
RNF-06	El código fuente del sistema debe ser modular y estar bien documentado para facilitar futuras actualizaciones, correcciones de errores y la adición de nuevas funcionalidades. Esto es crucial para un proyecto de código abierto.

Casos de uso

El inicio del análisis se centra en la **definición de los casos de uso del sistema**, que describen las interacciones de los usuarios y el/los administradores con el mismo.

Caso de Uso 1: Registrarse en el Sistema	
CU-01	Registrarse en el Sistema
Actor(es)	Usuario No Registrado, Sistema
Referencias	RF-01, RNF-02
Descripción	Este caso de uso describe el proceso mediante el cual un nuevo usuario crea una cuenta en el sistema para acceder a todas las funcionalidades.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El usuario no tiene una cuenta activa en el sistema. El sistema está disponible y operativo
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> El usuario accede a la página de registro del sistema. El sistema presenta un formulario de registro. El usuario ingresa su nombre, apellido, dirección de correo electrónico, ubicación (opcional), y una contraseña. El sistema valida que los campos obligatorios estén completos y que la dirección de correo electrónico no

	<p>esté ya registrada.</p> <ol style="list-style-type: none"> Si los datos son válidos, el sistema encripta la contraseña y crea un nuevo registro de usuario en la base de datos. El sistema envía un correo electrónico de confirmación de registro al usuario. El sistema informa al actor que el registro se ha completado con éxito.
Flujos Alternativos	<ol style="list-style-type: none"> Correo Electrónico ya en uso: Si el correo electrónico ya existe, el sistema muestra un mensaje de error y no permite la creación de la cuenta. Campos Incompletos: Si falta algún dato obligatorio, el sistema resalta los campos faltantes y solicita que se completen.
Postcondiciones	El actor ahora es un Usuario Registrado y puede iniciar sesión en el sistema.
Excepciones	<ul style="list-style-type: none"> No llega el correo electrónico de registro. Opción de nuevo envío.

Caso de Uso 2: Autenticarse en el Sistema	
CU-02	Autenticarse en el Sistema
Actor(es)	Usuario Registrado, Sistema
Referencias	RF-01, RNF-02
Descripción	Este caso de uso describe el proceso mediante el cual un usuario se autentica en el sistema para acceder a todas las funcionalidades.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El usuario tiene una cuenta activa en el sistema. El sistema está disponible y operativo
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> El usuario accede a la página principal del sistema. El sistema presenta un formulario de autenticación. El usuario ingresa su usuario y contraseña. El sistema valida que los campos obligatorios estén completos y coincidan con los registrados. El sistema informa al actor que ingreso correctamente y lo lleva a la pagina inicial.
Flujos Alternativos	<ol style="list-style-type: none"> Correo Electrónico ya en uso: Si el correo electrónico ya existe, el sistema muestra un mensaje de error y no permite la creación de la cuenta. Campos Incompletos: Si falta algún dato obligatorio, el sistema resalta los campos faltantes y solicita que se completen.

Postcondiciones	El actor ahora es un Usuario Registrado y puede iniciar sesión en el sistema.
Excepciones	<ul style="list-style-type: none"> • Usuario o contraseña invalido. • Recupero de contraseña

Caso de Uso 3: Visualizar Mapa de Alertas	
CU-03	Visualizar Mapa de Alertas
Actor(es)	Usuario Autenticado, Sistema
Referencias	RF-01, RF-02, RF-03, RNF-02, RNF-04, RNF-05
Descripción	Este caso de uso permite a un usuario autenticado ver en un mapa los eventos o posibles eventos detectados por el sistema.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario ha iniciado sesión. • El sistema ha procesado datos satelitales y tiene eventos para mostrar.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor navega a la sección del mapa de alertas. 2. El sistema consulta la base de datos de eventos y recupera la información más reciente. 3. El sistema superpone los puntos de los eventos en un mapa georreferenciado en la interfaz de usuario. 4. El actor puede hacer clic en un foco para ver detalles, como la hora de detección, la fuente de datos y la intensidad. 5. El sistema actualiza el mapa periódicamente para mostrar nuevos eventos.
Flujos Alternativos	No hay eventos: Si la base de datos no contiene eventos recientes, el sistema muestra un mensaje indicando que no hay alertas activas en el momento.
Postcondiciones	El actor ahora es un Usuario Registrado y puede iniciar sesión en el sistema.
Excepciones	-

Caso de Uso 4: Definir Área de Interés	
CU-04	Definir Área de Interés
Actor(es)	Usuario Autenticado, Sistema

Referencias	RF-01,RF-02,RF-03, RNF-05
Descripción	Este caso de uso permite al usuario personalizar su experiencia al seleccionar una o más zonas geográficas de las que desea recibir alertas específicas.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ● El usuario ha iniciado sesión. ● La funcionalidad de geolocalización en el navegador está habilitada..
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor navega a la sección de configuración de alertas. 2. El sistema presenta un mapa interactivo con herramientas de dibujo. 3. El actor utiliza las herramientas para dibujar un polígono o seleccionar un radio alrededor de una ubicación. 4. El actor asigna un nombre a la nueva área de interés (ej., "Localidad X", "Parque Nacional"). 5. El actor confirma la creación del área de interés. 6. El sistema guarda las coordenadas geográficas del área y el nombre asociado en la base de datos MySQL, vinculándolas a la cuenta del usuario. 7. El sistema muestra un mensaje de confirmación.
Flujos Alternativos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Límite de Áreas Alcanzado: Si el sistema tiene un límite de áreas de interés por usuario, el sistema notifica al actor que no puede añadir más.
Postcondiciones	El usuario tiene una o más áreas de interés definidas, las cuales se usarán para enviar alertas personalizadas..
Excepciones	El sistema no envía notificaciones para el área seleccionada

Caso de Uso 5: Alerta de Evento	
CU-05	Alerta de Evento
Actor(es)	Usuario Registrado, Sistema
Referencias	RF-01, RF-10, RNF-04
Descripción	Describe el proceso automático por el cual el sistema notifica a un usuario cuando se detecta un nuevo foco de calor o inundación dentro de una de sus áreas de interés previamente definidas.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ● El usuario tiene al menos un área de interés definida. ● El sistema ha detectado un nuevo foco de calor. ● El sistema ha detectado un nuevo cuerpo de agua.

Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema detecta un nuevo foco de calor a través del procesamiento de datos satelitales. 2. El sistema valida que el foco o cuerpo de agua sea genuino. 3. El sistema ejecuta un proceso de geocercado⁸, comparando las coordenadas del nuevo evento con las áreas de interés guardadas en la base de datos de los usuarios. 4. Si el evento se encuentra dentro de un área de interés de un usuario, el sistema genera una notificación. 5. El sistema envía un correo electrónico al usuario con los detalles de la alerta (ubicación del evento, hora, área afectada). 6. El sistema muestra un mensaje de confirmación.
Flujos Alternativos	Foco fuera de las áreas de interés: Si el nuevo evento no coincide con ninguna área de interés, el sistema no envía una alerta personalizada, pero lo muestra en el mapa general.
Postcondiciones	El usuario ha sido notificado proactivamente de un riesgo potencial.
Excepciones	El sistema no detecta el evento y la alerta no es enviada.

Caso de Uso 6: Reportar Evento Manualmente	
CU-06	Reportar Evento Manualmente
Actor(es)	Usuario Registrado
Referencias	RF-01, RF-06, RF-07, RF-09, RF-10, RNF-05
Descripción	Este caso de uso permite a los usuarios con conocimiento directo de un incendio (ej. brigadistas, bomberos voluntarios, vecinos) ingresar la ubicación de un foco o inundación para que se integre al sistema y se muestre en el mapa.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario ha iniciado sesión.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor navega hacia la función de reporte manual. 2. El sistema presenta una interfaz para ingresar datos del foco (ubicación en el mapa, coordenadas, tipo de catástrofe). 3. El actor introduce los datos y, opcionalmente, una descripción o fotos. 4. El actor confirma el reporte. 5. El sistema valida los datos y guarda el reporte en la base de datos (por ejemplo, en una tabla de "Reportes Manuales").

⁸ <https://en.wikipedia.org/wiki/Geofence>

	6. El reporte queda pendiente de validación por un administrador. Una vez validado, se superpone en el mapa general. 7. El sistema informa al actor que el reporte ha sido recibido.
Flujos Alternativos	Datos incompletos: El sistema no permite enviar el reporte si faltan datos obligatorios, como la ubicación.
Postcondiciones	La información de un foco de incendio o inundación ha sido agregada al sistema para su posterior visualización y validación.
Excepciones	-

Caso de Uso 7: Gestionar Usuarios	
CU-07	Gestionar Usuarios
Actor(es)	Administrador del Sistema
Referencias	RF-01, RF-13, RNF-03
Descripción	Este caso de uso permite a un administrador gestionar las cuentas de usuario, incluyendo la creación, modificación y eliminación de perfiles. Esto es crucial para mantener la integridad y la seguridad del sistema.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El usuario administrador ha iniciado sesión.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> El administrador navega al panel de gestión de usuarios. El sistema muestra una lista de todos los usuarios registrados. El administrador selecciona un usuario para ver su perfil. El administrador puede modificar la información del perfil del usuario (nombre, correo electrónico, etc.). El administrador puede cambiar el estado de la cuenta (activar, desactivar). El administrador puede eliminar la cuenta de un usuario. El sistema confirma los cambios realizados.
Flujos Alternativos	No hay usuarios registrados: El sistema muestra un mensaje indicando que no hay usuarios para gestionar..
Postcondiciones	El perfil del usuario es actualizado, desactivado o eliminado del sistema.
Excepciones	-

Caso de Uso 8: Validar Reportes Manuales	
CU-08	Validar Reportes Manuales
Actor(es)	Administrador del Sistema
Referencias	RF-01, RF-06, RF-07, RF-09, RNF-03
Descripción	Este caso de uso describe el proceso mediante el cual un administrador verifica la veracidad de los reportes de incendios enviados manualmente por los usuarios antes de que se muestran en el mapa público.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El administrador ha iniciado sesión en el sistema. Existen reportes manuales pendientes de validación.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> El administrador accede al panel de reportes pendientes. El sistema muestra una lista de los reportes enviados por los usuarios, con detalles como la ubicación y la hora. El administrador revisa la información de cada reporte, usando herramientas externas si es necesario para verificar la autenticidad (por ejemplo, cruzar los datos con otras fuentes). El administrador tiene la opción de aprobar o rechazar el reporte. Si el reporte es aprobado, el sistema lo integra a la base de datos de focos de calor y lo hace visible en el mapa para todos los usuarios. Si el reporte es rechazado, el sistema lo descarta.
Flujos Alternativos	No hay reportes pendientes: El sistema informa al administrador que no hay reportes manuales para validar.
Postcondiciones	Los reportes manuales han sido procesados, y los que son válidos se han añadido al sistema.
Excepciones	La alerta no impacta en el sistema. No se envían notificaciones.

Caso de Uso 9: Integrar Nueva Fuente de Datos	
CU9	Integrar Nueva Fuente de Datos
Actor(es)	Administrador del Sistema
Referencias	RF-01, RF-12, RNF-03
Descripción	Este caso de uso se centra en la capacidad de escalar el sistema al permitir que un administrador conecte una nueva fuente de datos (por ejemplo, un nuevo servicio de la ESA,

	CONAE o privada).
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El administrador tiene los permisos para configurar fuentes de datos. Existe una nueva API o fuente de datos disponible para ser integrada
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> El administrador accede a la sección de configuración de fuentes de datos. El sistema muestra un formulario para añadir una nueva fuente. El administrador ingresa la URL de la API, las credenciales de acceso (si son necesarias), y otros parámetros de configuración. El sistema realiza una prueba de conexión a la nueva fuente de datos. Si la conexión es exitosa, el sistema guarda la configuración y habilita el módulo de consumo de datos para la nueva fuente. El sistema comienza a procesar los datos de la nueva fuente.
Flujos Alternativos	No hay reportes pendientes: El sistema informa al administrador que no hay reportes manuales para validar.
Postcondiciones	El sistema está configurado para consumir datos de una nueva fuente, mejorando la cobertura y la precisión de la detección.
Excepciones	La nueva fuente no puede agregarse

Caso de Uso 10: Suscribirse a Notificaciones	
CU10	Suscribirse a Notificaciones Específicas
Actor(es)	Usuario Registrado
Referencias	RF-01, RF-05, RF-10, RNF-04, RNF-05
Descripción	Este caso de uso describe cómo los usuarios pueden suscribirse para recibir notificaciones de eventos.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El usuario ha iniciado sesión.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> El actor navega a la sección de preferencias de notificaciones. El sistema presenta opciones de suscripción (por ejemplo, notificaciones para eventos confirmados por validación, alertas en un rango de distancia específico, etc.). El actor selecciona las opciones que le interesan. El actor guarda los cambios. El sistema actualiza las preferencias del usuario en la

	base de datos MySQL .
Flujos Alternativos	No se guardan los cambios: El sistema muestra un mensaje de error si no puede guardar las preferencias.
Postcondiciones	Las preferencias de notificación del usuario han sido actualizadas, y solo recibirá las alertas que cumplen con sus criterios.
Excepciones	El sistema no envía las notificaciones. Los eventos no corresponden al área de interés solicitada por el usuario.

Caso de Uso 11: Consultar Histórico de Alertas

CU-11	Consultar Histórico de Alertas
Actor(es)	Usuario Registrado
Referencias	RF-01, RF-11, RNF-04
Descripción	Este caso de uso permite a los usuarios revisar el historial de alertas y eventos en un período de tiempo determinado para analizar la recurrencia o la tendencia en una zona específica.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> El usuario ha iniciado sesión. El sistema tiene un registro histórico de eventos.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> El actor navega a la sección de historial de alertas. El sistema presenta una interfaz con opciones de búsqueda, como un rango de fechas y una ubicación geográfica. El actor ingresa los criterios de búsqueda. El sistema consulta la base de datos (Elasticsearch) para recuperar los datos históricos que coinciden con los criterios. El sistema muestra los resultados en un mapa y/o una tabla, permitiendo al usuario ver la evolución de los incendios en el tiempo.
Flujos Alternativos	No hay datos en el período seleccionado: El sistema muestra un mensaje indicando que no se encontraron eventos para la fecha o ubicación especificadas.
Postcondiciones	El usuario ha accedido a información histórica relevante para el análisis de tendencias.
Excepciones	El histórico se encuentra vacío.

Matriz de trazabilidad de requerimientos

ID Requisito	Requisito Funcional/No Funcional	Caso de Uso	Clases de Dominio	Artefacto de Implementación (Prototipo)
RF-01	El sistema debe permitir el registro de nuevos usuarios.	CU-01: Registrarse en el Sistema	Usuario	Módulo de Registro (Formulario y lógica Java)
RF-02	El sistema debe permitir a los usuarios definir áreas de interés.	CU-04: Definir Área de Interés	Usuario, ÁreaDeInteres	Módulo de Mapa Interactivo
RF-03	El sistema debe procesar datos satelitales de anomalías térmicas.	N/A (Proceso de fondo)	Evento, FuenteDeDatos	Módulo de Consumo de API Externa (Clase Java)
RF-04	El sistema debe procesar datos de inundaciones satelitales.	N/A (Proceso de fondo)	Evento, FuenteDeDatos	Módulo de Consumo de API Externa (Clase Java)
RF-05	El sistema debe enviar notificaciones por correo.	CU-05: Recibir Alerta de Incendio	Usuario, Notificacion, Evento	Módulo de Notificación (Lógica Java)
RF-06	El sistema debe permitir el reporte manual de incendios.	CU-06: Reportar Foco Manualmente	ReporteManual, Usuario	Formulario de Reporte Manual
RF-07	El sistema debe permitir el reporte manual de inundaciones.	CU-06: Reportar Foco Manualmente	ReporteManual, Usuario	Formulario de Reporte Manual
RF-08	El sistema debe ofrecer una vista histórica de eventos.	CU-10: Consultar Histórico de Alertas	Evento, Administrador	Módulo de Historial y Filtros
RNF-01	Rendimiento: Latencia mínima.	Todos los CU de visualización y procesamiento.	Evento, FuenteDeDatos	Optimización de consultas a la base de datos
RNF-02	Seguridad: Autenticación y autorización.	CU2: Iniciar Sesión, CU7: Gestionar Usuarios	Usuario, Administrador	Módulo de Autenticación y Perfiles
RNF-03	Escalabilidad: Manejar aumento de datos y usuarios.	Todos los CU.	Todas las Clases	Arquitectura del sistema (Java, MySQL)
RNF-04	Disponibilidad: Sistema 24/7.	Todos los CU.	Todas las Clases	Estrategia de despliegue y monitoreo del servidor

RNF-05	Usabilidad: Interfaz intuitiva.	Todos los CU con interacción de usuario.	N/A (UX/UI)	Diseño de interfaz de usuario
RF-09	Gestión: Validar/eliminar reportes manuales.	CU-07: Gestionar Usuarios, CU-08: Validar Reportes Manuales	ReporteManual , Administrador	Módulo de Administración
RF-10	Suscripción: Elegir tipo de eventos.	CU-09: Suscribirse a Notificaciones Específicas	Usuario, Notificación	Perfil de Usuario y Opciones
RF-11	Detalle: Mostrar información detallada de eventos.	CU-03: Visualizar Mapa de Alertas	Evento	Vistas de detalle en la interfaz del mapa
RF-12	Múltiples Fuentes: Integrar datos de múltiples fuentes.	CU-08: Integrar Nueva Fuente de Datos Satelitales	FuenteDeDatos , Administrador	Módulo de Configuración del Administrador
RNF-06	Interoperabilidad: Tener una API.	N/A (API externa)	Evento, Notificación	Módulo de API pública
RNF-07	Compatibilidad: Navegadores y dispositivos.	Todos los CU con interacción de usuario.	N/A	Diseño web responsivo
RNF-08	Mantenibilidad: Código modular y documentado.	N/A (Práctica de desarrollo)	Todas las Clases	Estándares de programación y documentación

Diagrama de Casos de Uso

Este diagrama te proporciona una visión general y completa del comportamiento del sistema, mostrando quién (actores) interactúa con cada funcionalidad (casos de uso) y cómo estas funcionalidades se relacionan entre sí.

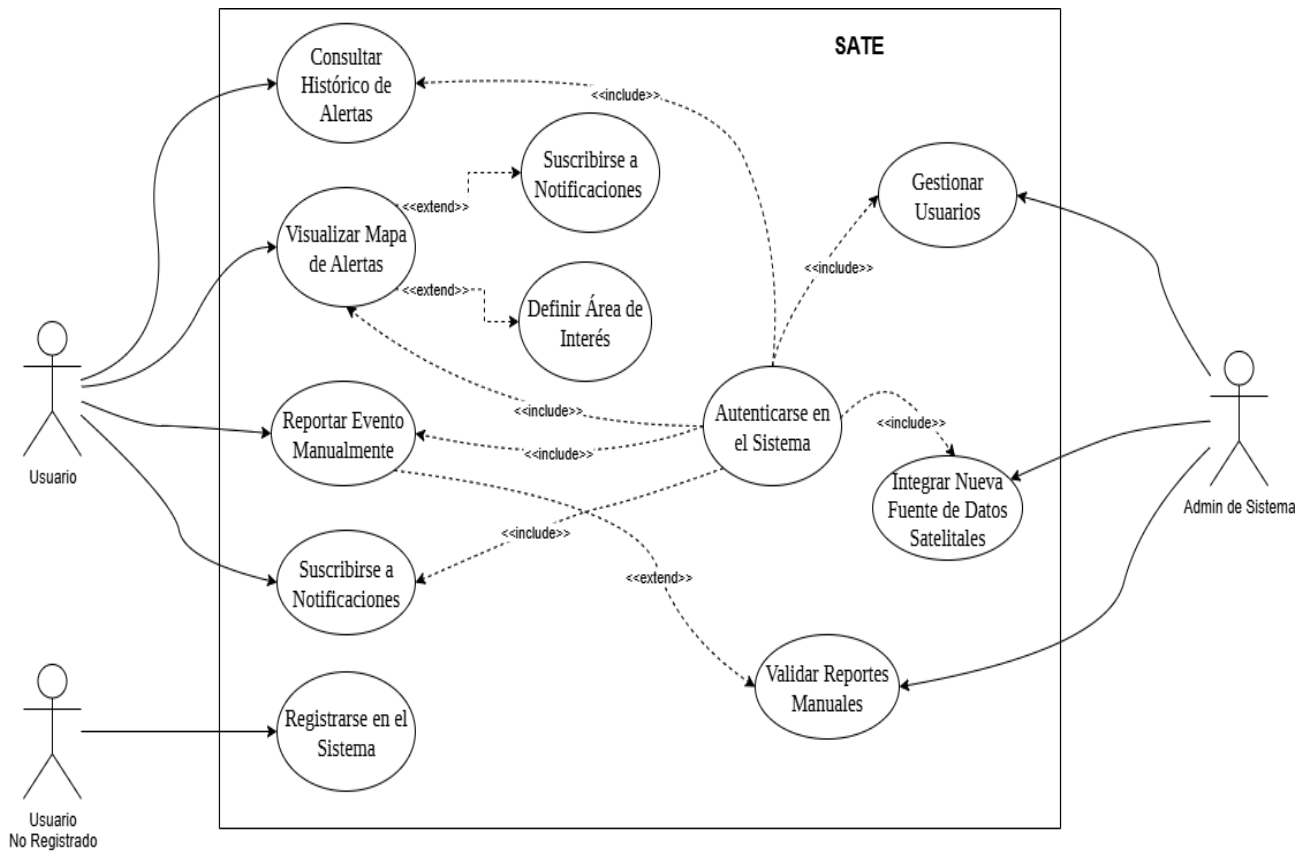


Diagrama de Dominio

Este diagrama representa el modelo conceptual de negocio del Sistema de Atención de Emergencias (SATE). Muestra las entidades principales del proyecto, sus atributos y las relaciones que existen entre ellas, sirviendo como fundamental para el diseño del sistema.

Diagrama de dominio para el SATE

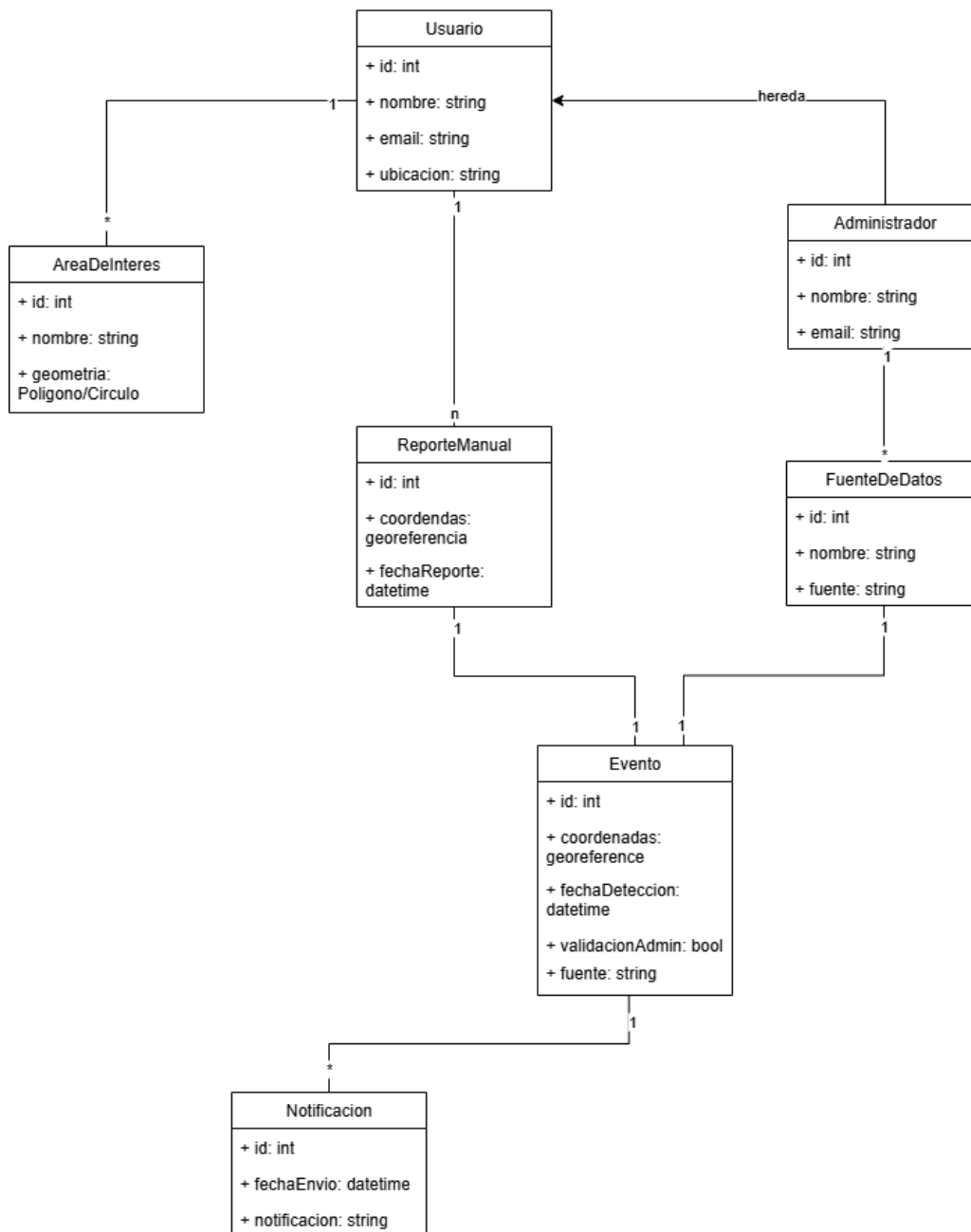


Diagrama de Secuencia

A continuación presento el diagrama de secuencia para la definición de un área de interés y suscribirse a notificaciones para dicha área.

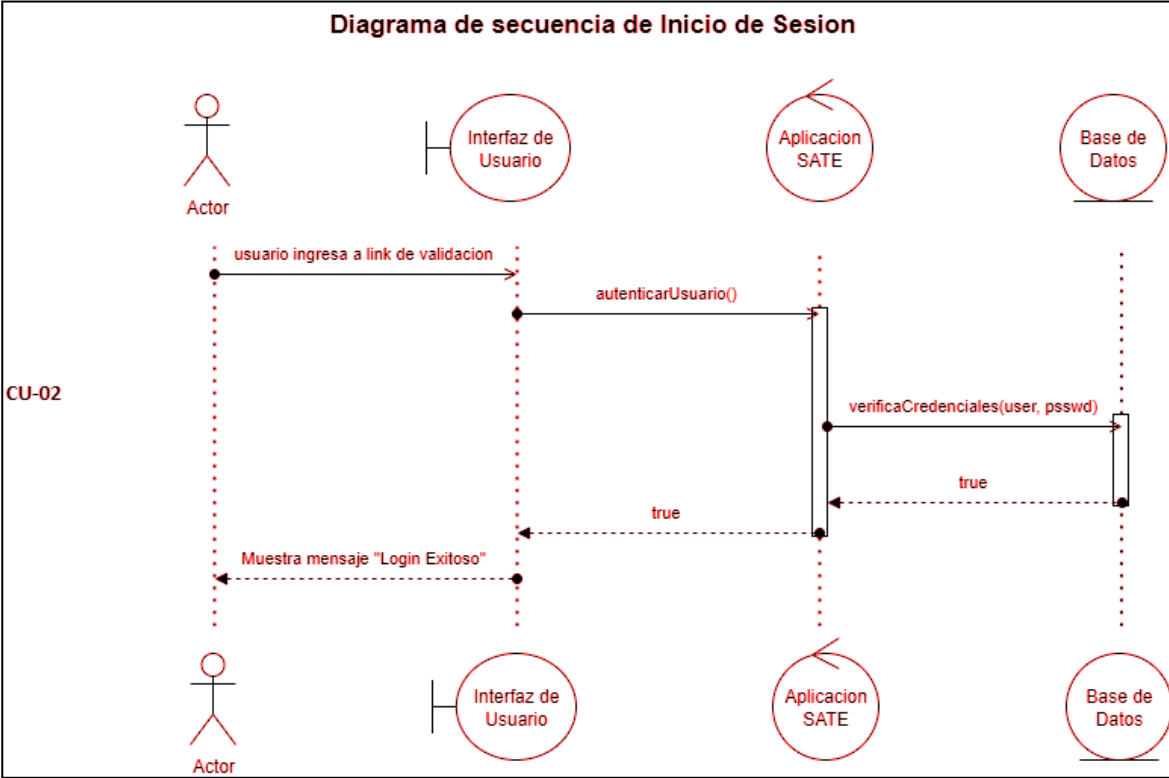
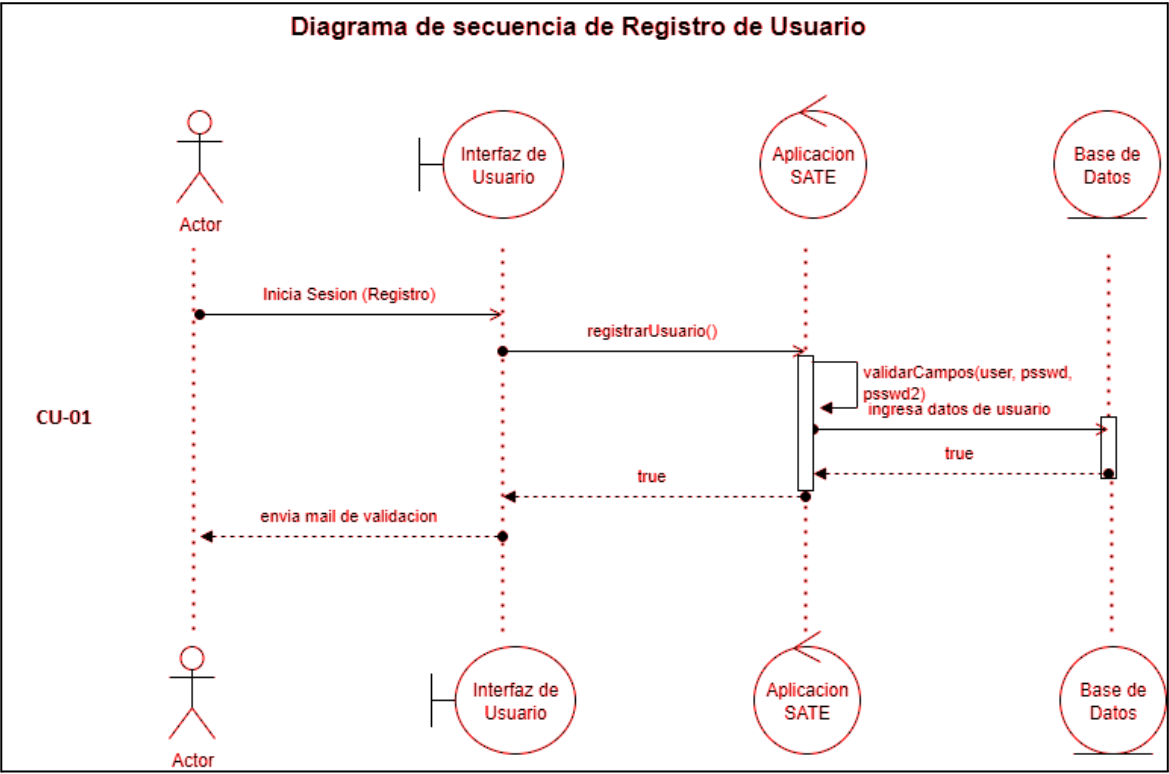


Diagrama de secuencia de Autenticacion de usuario

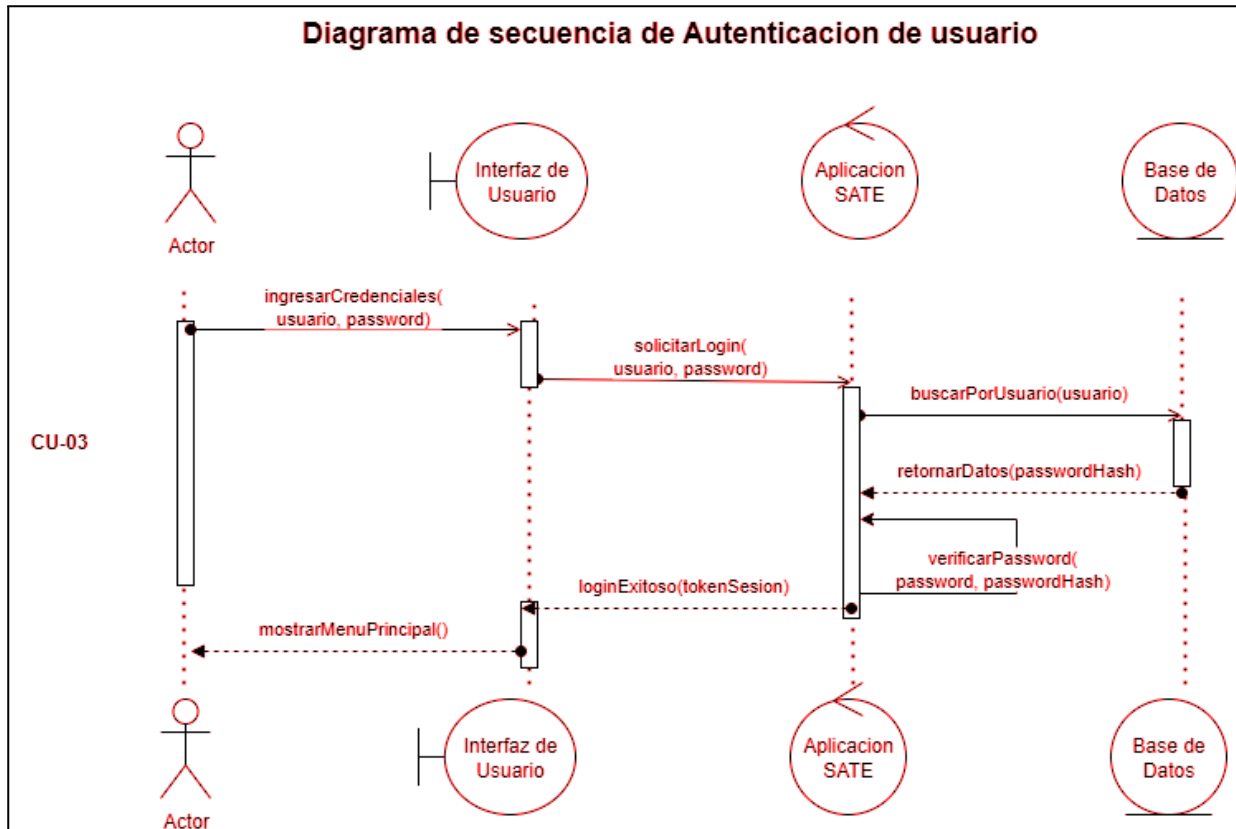


Diagrama de secuencia del caso de uso Definir Área de Interés

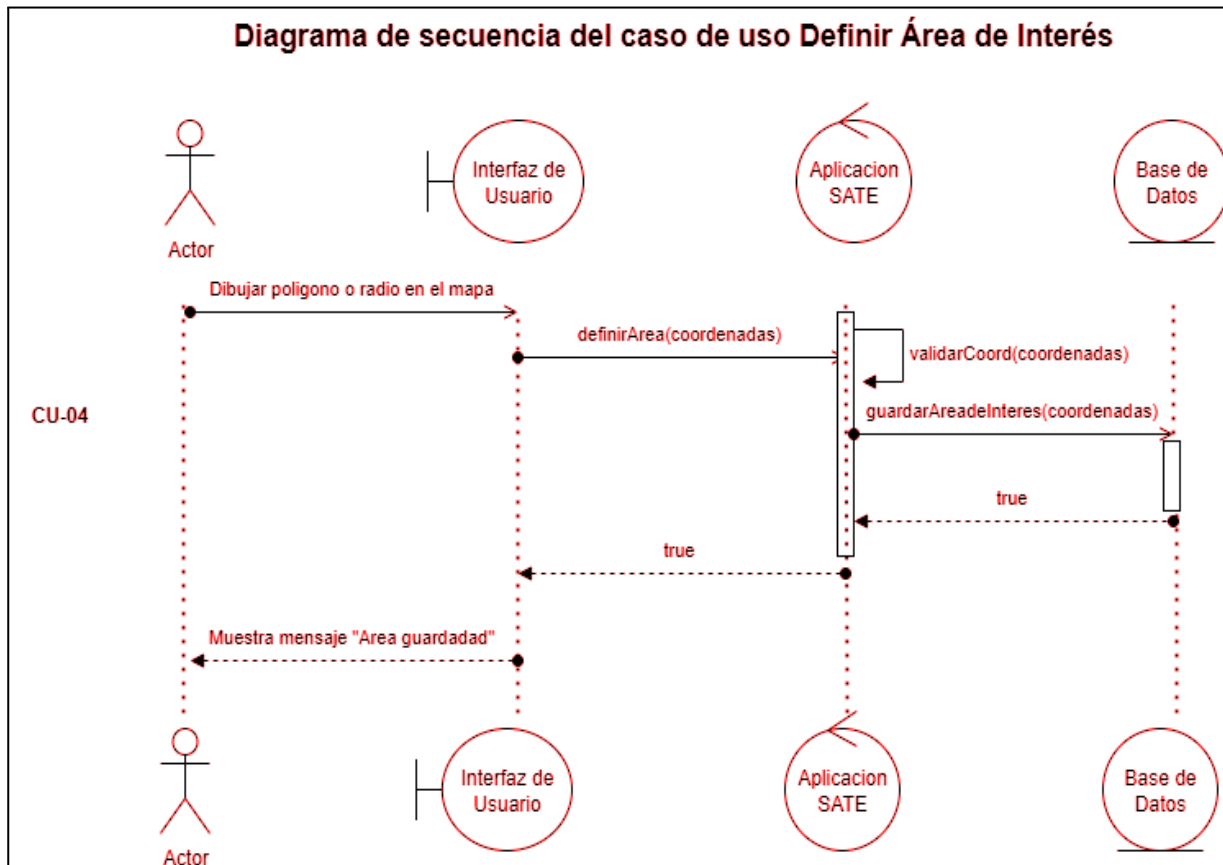


Diagrama de secuencia de Alerta de Evento

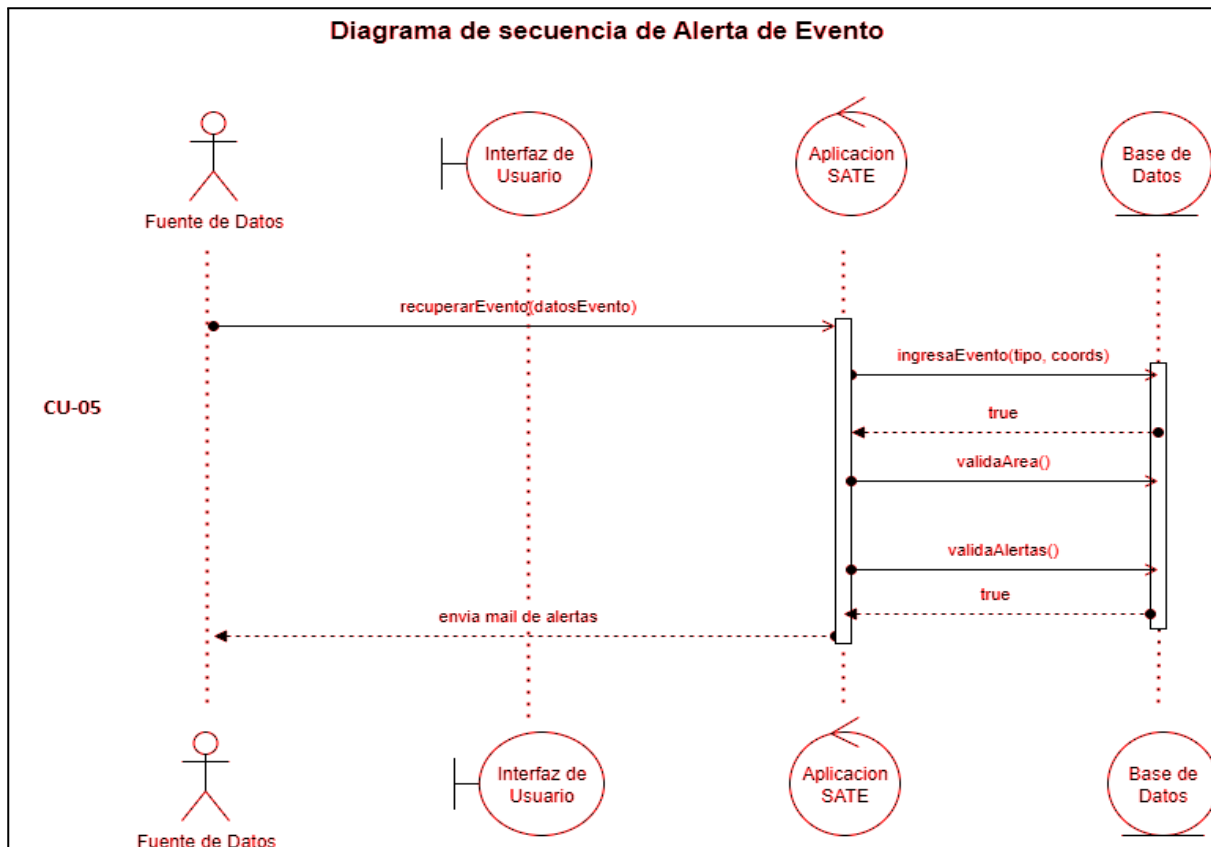


Diagrama de secuencia Reportar Evento Manualmente

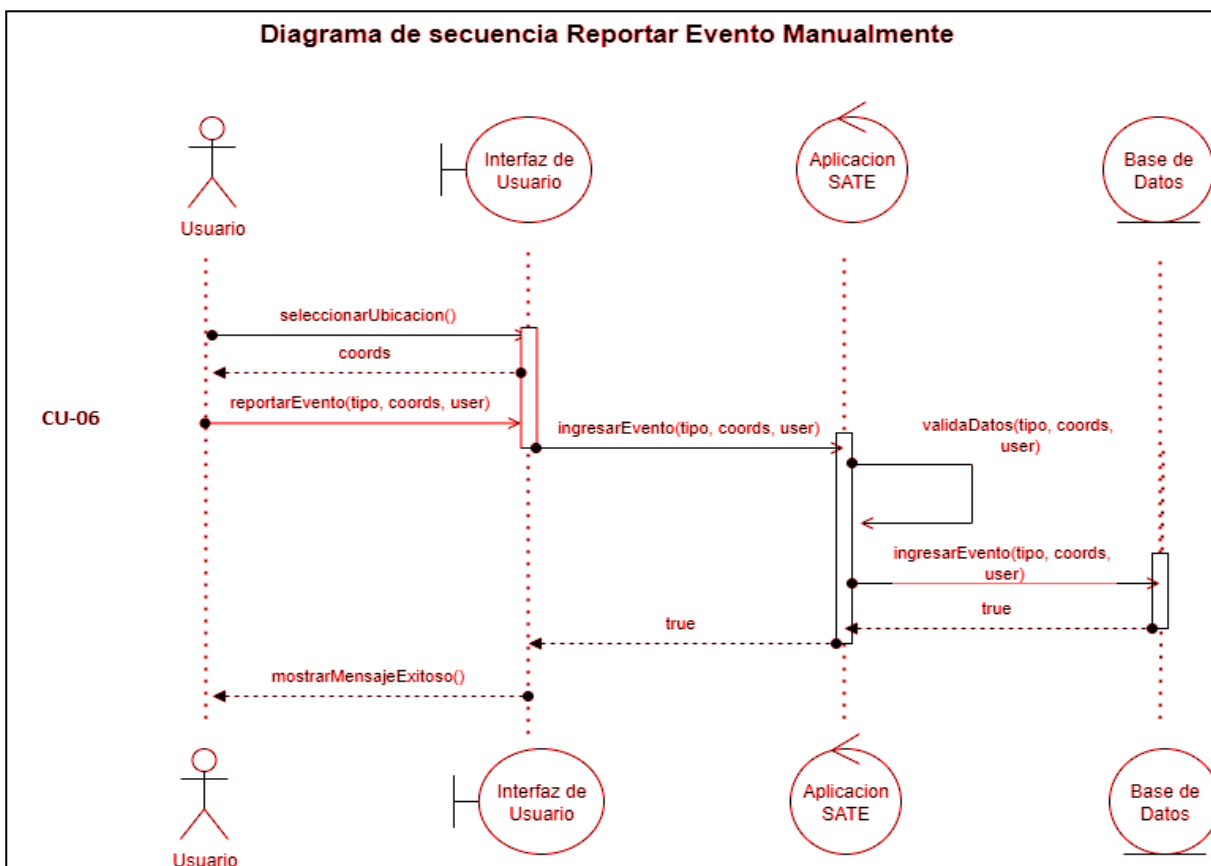


Diagrama de secuencia Gestionar Usuarios

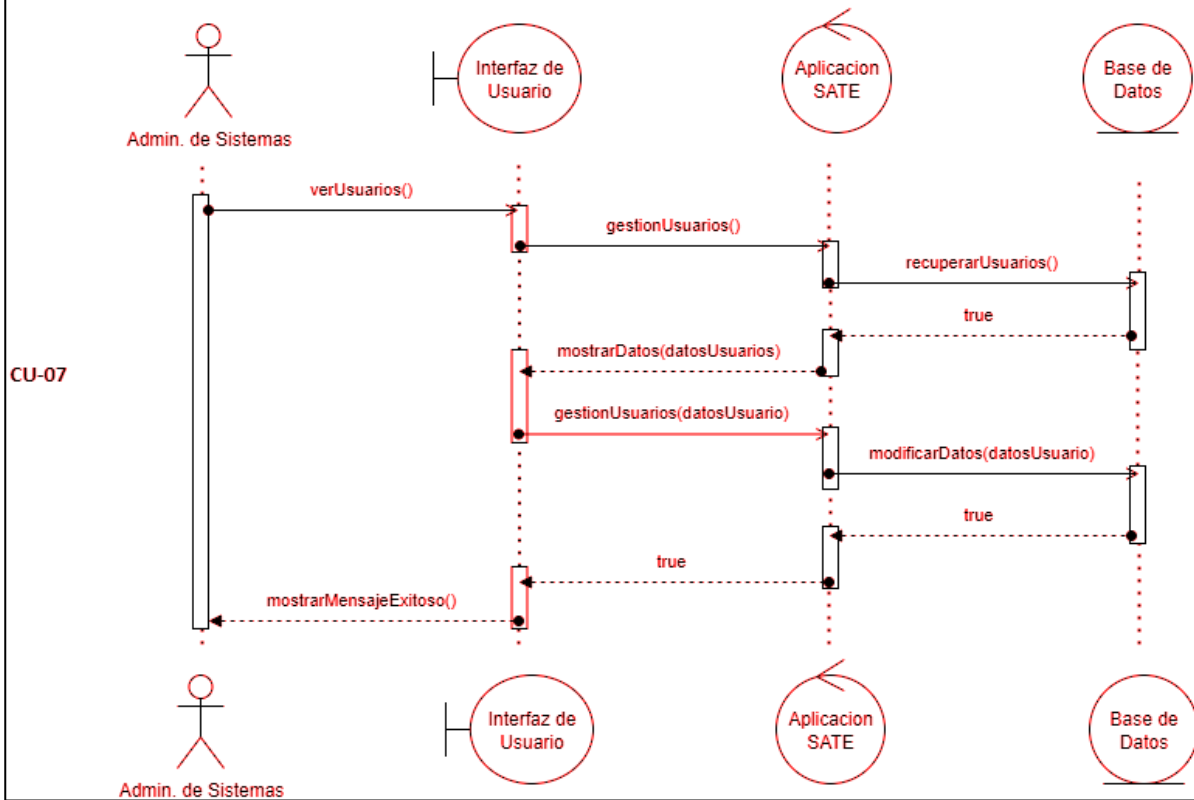


Diagrama de secuencia Validar Reportes Manuales

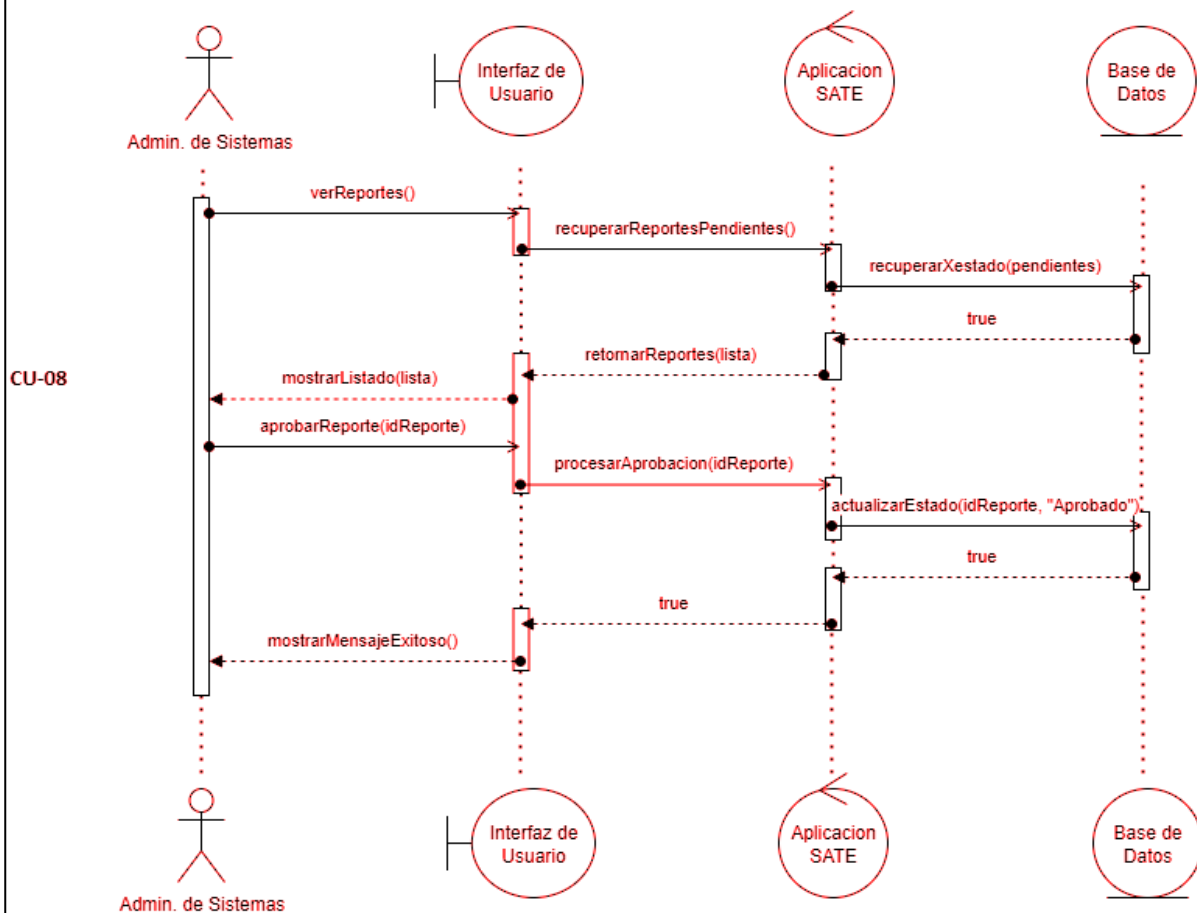


Diagrama de secuencia Integrar Nueva Fuente de Datos

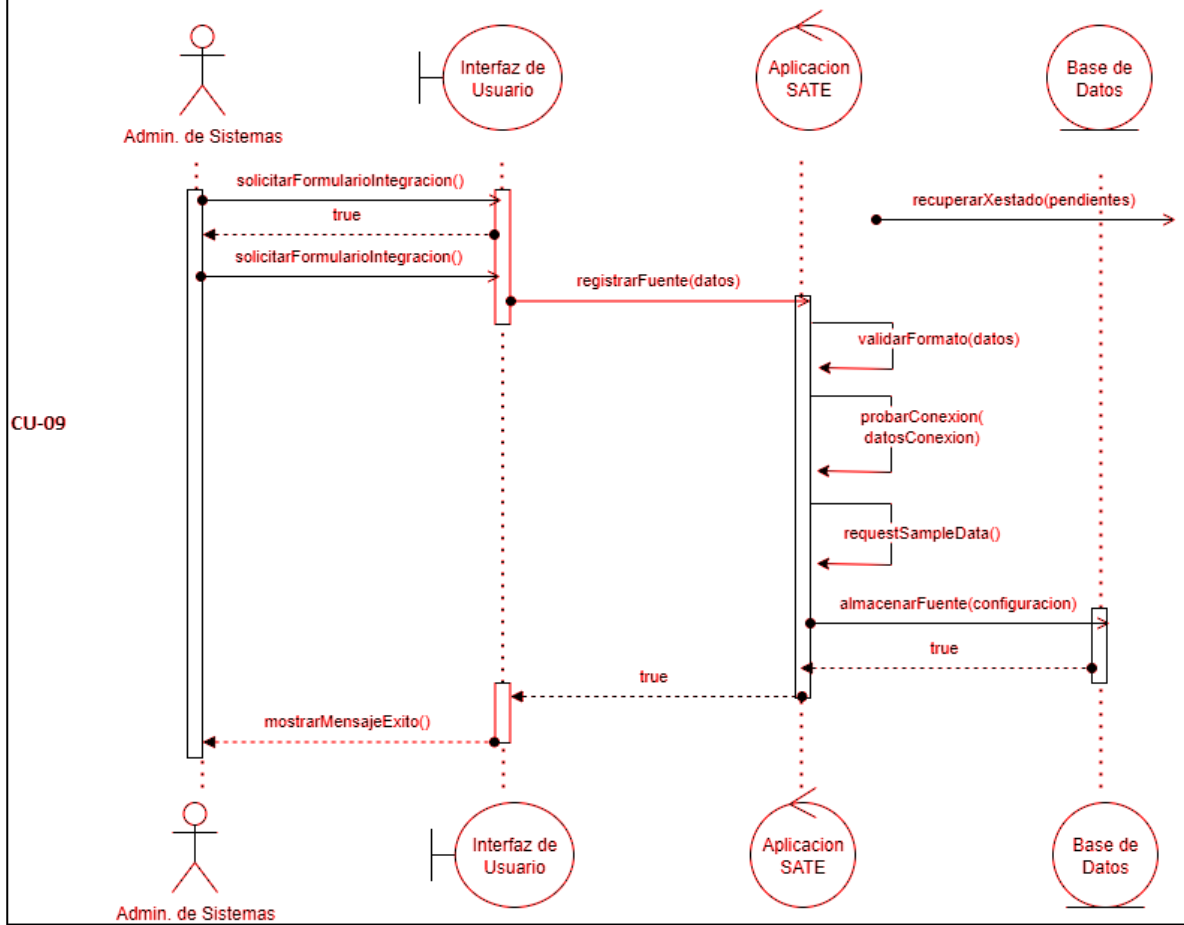
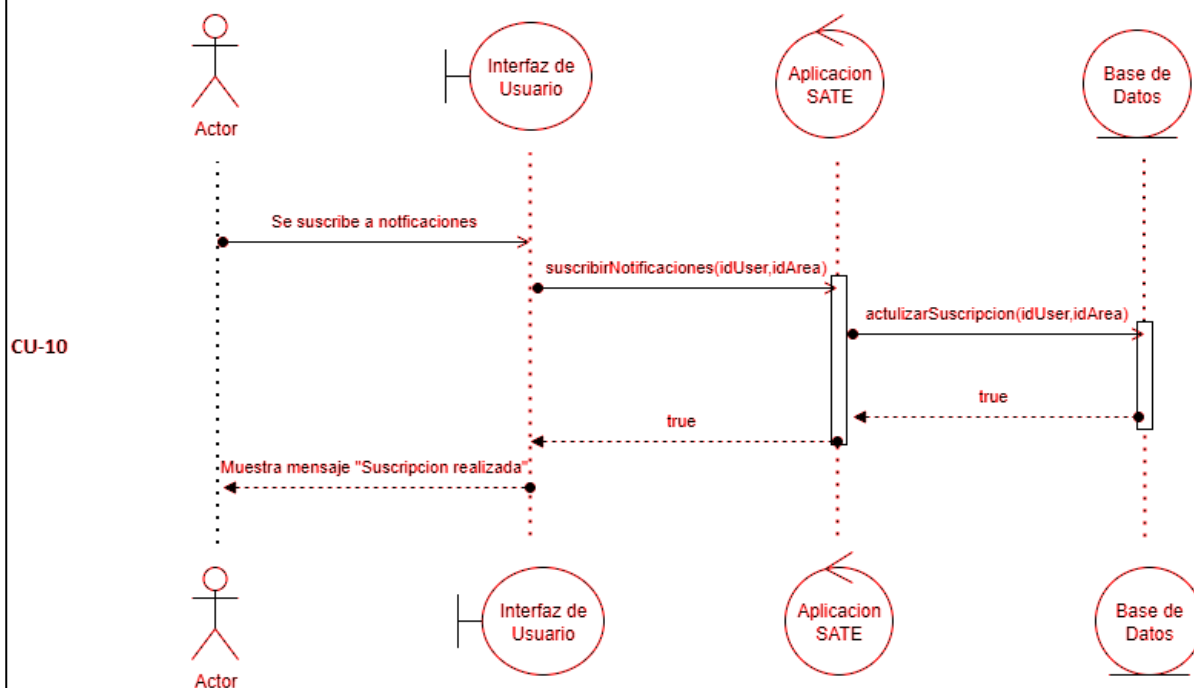
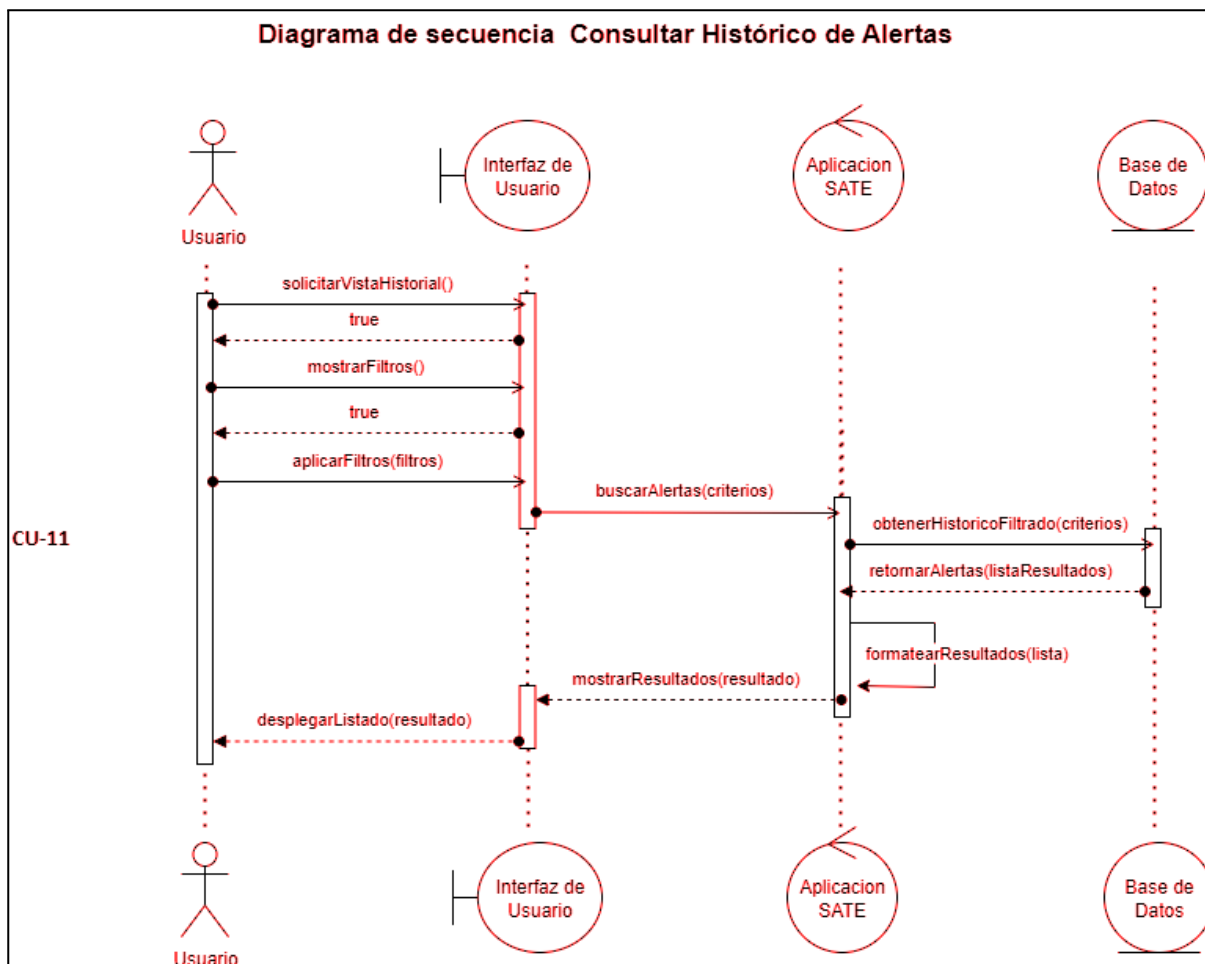


Diagrama de secuencia de la suscripcion a notificaciones

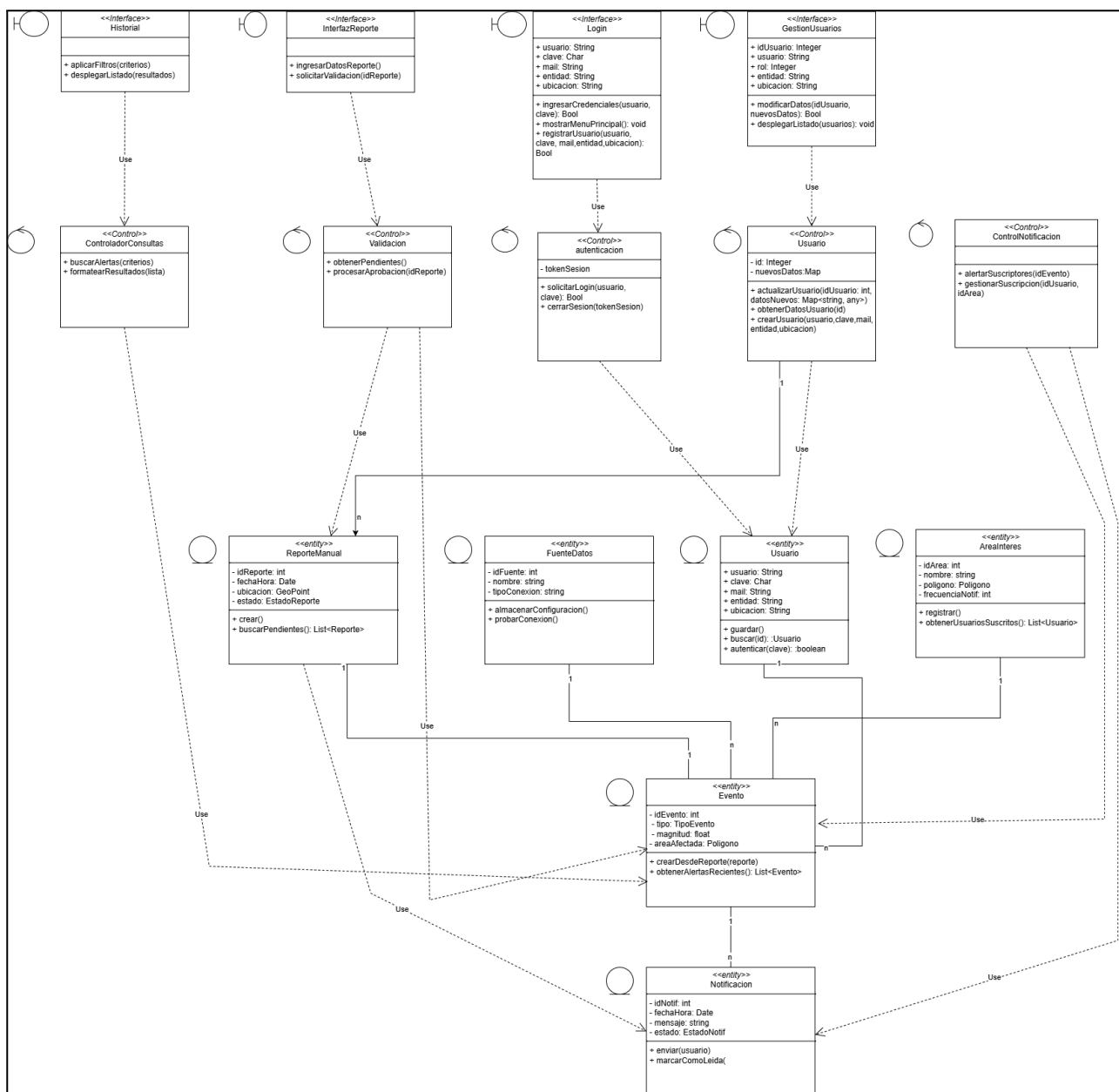




Etapa de diseño.

El siguiente diagrama es el establecimiento de la arquitectura general del software, las estructuras de datos y las interfaces que se traducirán en código. El Diagrama de Clases de Diseño detalla la organización interna del sistema, definiendo las clases, sus atributos, sus operaciones y las relaciones entre ellas.

Siguiendo las **mejores prácticas del diseño orientado a objetos y el Proceso Unificado de Desarrollo (PUD)**, las clases se han categorizado mediante estereotipos (*<<entity>>*, *<<control>>*, *<<boundary>>*) para garantizar la Separación de Responsabilidades y una alta cohesión. Esta estructura es totalmente consistente con el comportamiento dinámico definido previamente en los Diagramas de Secuencia,



Etapa de Implementación

El modelo de pruebas se estructurará siguiendo los principios de las pruebas de caja negra (basadas en los Casos de Uso) y las pruebas de caja blanca (basadas en las clases del DCD), enfocándose en la verificación y la validación del SATE.

Tipo de Prueba	Enfoque	Artefactos del Diseño Utilizados	Objetivo Principal
Pruebas de Unidad	Caja Blanca	Clases de Entidad y Métodos (Ej: Usuario.autenticar()).	Verificar que cada método y clase del DCD funcione de forma aislada.

Pruebas de Integración	Caja Blanca	Clases de Control (Ej: ControladorUsuarios, ControladorAutenticacion).	Verificar que los Controladores interactúen correctamente con las Entidades (conexión BBDD y lógica de negocio).
Pruebas de Sistema	Caja Negra	Casos de Uso (Ej: "Gestionar Reporte Manual").	Validar el cumplimiento de los Requerimientos Funcionales de extremo a extremo (desde la interfaz hasta la BBDD).
Pruebas de Regresión	Caja Negra	Conjunto de Casos de Prueba Críticos.	Asegurar que los cambios o correcciones no introduzcan nuevos errores en funcionalidades existentes.

Definición de base de datos para el sistema.

El proceso de normalización se aplicó para estructurar las tablas de manera eficiente, eliminando dependencias de datos que podrían causar anomalías en la inserción, actualización y eliminación. Se ha logrado una estructura que, al menos, cumple con la **tercera forma normal (3NF)**.

Fundamentos del Diseño del Modelo de Base de Datos Relacional (DER) para SATE

El Diagrama de Entidad-Relación (DER) del Sistema de Atención de Emergencias (SATE) representa el esquema lógico de la capa de persistencia, constituyendo la traducción directa de las clases de entidad definidas en el **Diagrama de Clases de Diseño (DCD)**. La estructura de este modelo ha sido definida para garantizar la **integridad de los datos**, la **trazabilidad** de la información y el soporte eficiente a todas las reglas de negocio identificadas en la etapa de análisis.

Coherencia y Trazabilidad con el Diseño Orientado a Objetos

La estructura del DER se basa en el principio de **coherencia del modelo**. Cada clase estereotipada como <<entity>> en el DCD (Usuario, Evento, ReporteManual, AreaInteres, etc.) se mapea a una tabla principal en el DER. Esta correspondencia directa facilita la **trazabilidad** entre el código de la aplicación (los Controladores y Entidades del DCD) y la base de datos, asegurando que las operaciones definidas en las clases de control (ej. Usuarios.crearUsuario()) encuentren el esquema de datos exacto y consistente que esperan.

Integridad Estructural a través de la Normalización

El esquema de la base de datos se ha diseñado adhiriéndose a los principios de **Normalización**, principalmente hasta la Tercera Forma Normal (3FN). Este proceso es crucial para la estabilidad del sistema, ya que logra dos objetivos fundamentales:

1. **Minimización de la Redundancia:** Almacenar datos solo una vez. Por ejemplo, la información de un usuario reside únicamente en la tabla **Usuario** y es referenciada en **ReporteManual** o **Notificacion** mediante su identificador único. Esto reduce el espacio de almacenamiento y elimina las inconsistencias que surgirían al actualizar un mismo dato en múltiples lugares.
2. **Mantenimiento de la Consistencia:** Las tablas están diseñadas para que los atributos dependan completamente de su **Clave Primaria (PK)**. Esto previene anomalías de inserción, actualización y

borrado, asegurando que cada fila de datos representa una entidad única y bien definida.

Aplicación de las Reglas de Negocio mediante Relaciones

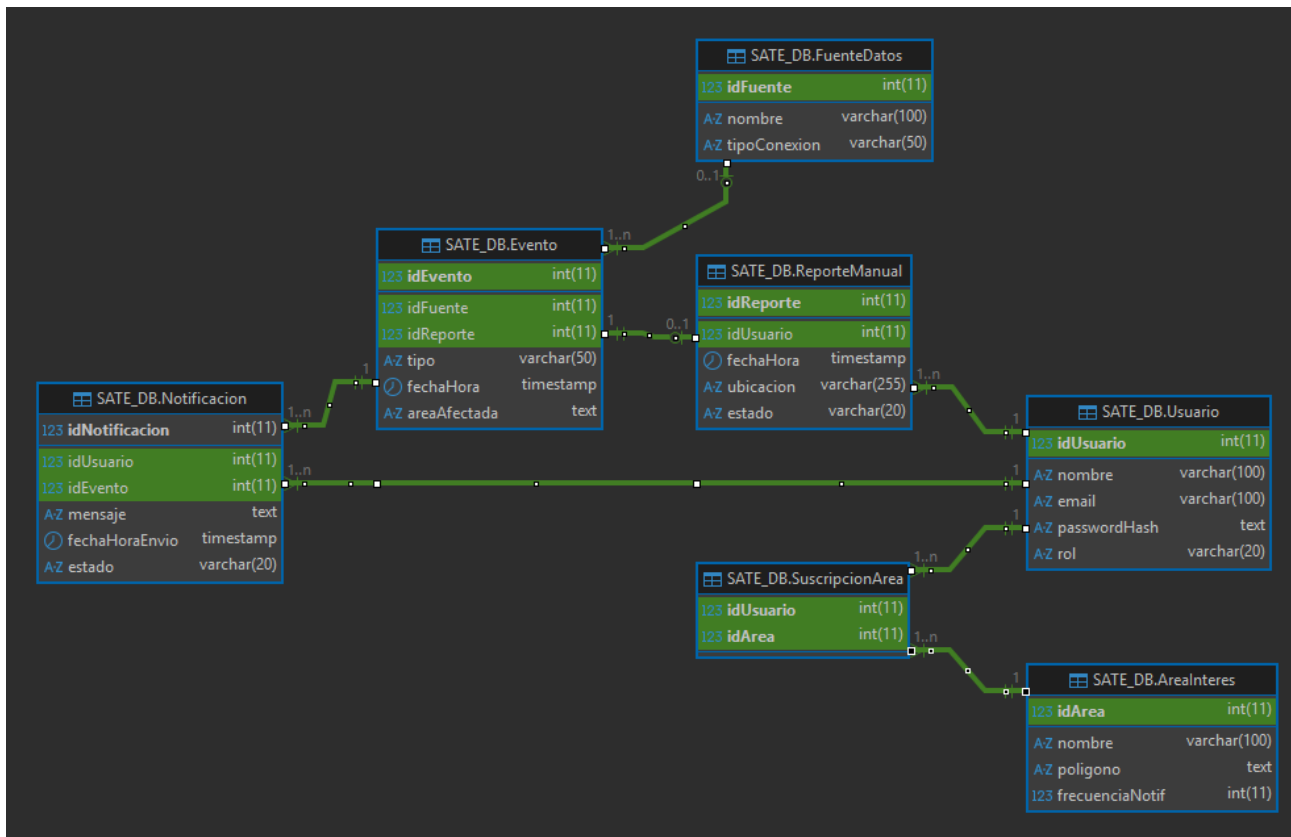
Las asociaciones entre las tablas del DER son una manifestación directa de las relaciones lógicas de los Casos de Uso del SATE, impuestas mediante **Claves Foráneas (FK)**. Estas claves garantizan la **Integridad Referencial**, lo que significa que una tabla relacionada solo puede hacer referencia a una fila existente en la tabla primaria, haciendo imposible la existencia de datos huérfanos o inválidos.

Por ejemplo:

- **Relación Uno a Muchos (1:N):** La relación entre **Usuario** y **ReporteManual** asegura, mediante una FK en la tabla de reportes, que todo reporte en el sistema esté siempre asociado a un único usuario responsable, apoyando directamente la funcionalidad de "Registrar Reporte" y la posterior trazabilidad de la autoría.
- **Relación Uno a Uno (1:1):** La relación entre **ReporteManual** y **Evento** (una vez validado) se implementa para reflejar la regla de que un reporte validado se convierte en un evento único y viceversa, manteniendo la distinción clara entre la entrada del usuario y el evento oficial del sistema.

Esta estructura asegura que, incluso ante la complejidad transaccional de un sistema de emergencias, la base de datos actuará como un repositorio de información consistente y altamente consultable.

Diagrama entidad-relación de la base de datos



Explicación de las Relaciones

- **Usuario a SuscripcionesArea**: Una relación **uno a muchos (1:N)**. Un usuario puede definir múltiples áreas de interés, pero un área de interés pertenece a un único usuario.
- **Usuario a Reporte_Manual**: Una relación **uno a muchos (1:N)**. Un usuario puede realizar múltiples reportes manuales, pero cada reporte es hecho por un solo usuario.
- **Usuario a Notificaciones**: Una relación **uno a muchos (1:N)**. Un usuario puede recibir múltiples notificaciones, pero cada notificación está destinada a un único usuario.
- **Fuentes_Datos a Eventos**: Una relación **uno a muchos (1:N)**. Una fuente de datos (ej. CONAE) puede detectar múltiples eventos.
- **Reportes_Manuales a Eventos**: Una relación **uno a uno (1:1)**. Un reporte manual, una vez validado, se convierte en un único evento.
- **Eventos a Notificaciones**: Una relación **uno a muchos (1:N)**. Un evento puede generar múltiples notificaciones, una por cada usuario suscrito en su área de interés.

Bibliografía

- (N.d.). Eos.org. Retrieved September 13, 2025, from <https://eos.org/editors-vox/seeing-surface-water-from-space>
- (N.d.-b). Mappinggis.com. Retrieved September 14, 2025, from <https://mappinggis.com/2024/05/openlayers-vs-leaflet-mejor/>
- Pressman, R. S. (2005). Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw Hill Higher Education
- Siglo XXI. (2025). Modulo 1-4 - Lectura 1-4. Análisis y Diseño de Software
- Siglo XXI. (2024). Modulo 1-4 - Lectura 1-4. Bases de Datos
- Siglo XXI. (2025). Modulo 1-2 - Lectura 1-2. Seminario de Practica Profesional
- Bravo, L. D., García, U., Hernández, M. M., & Ruiz, M. V. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162–167. [https://doi.org/10.1016/s2007-5057\(13\)72706-6](https://doi.org/10.1016/s2007-5057(13)72706-6)