



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS  
INGENIERIA DE SISTEMAS**

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TITULO DE  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**TITULO:**

**PROPUESTA DE SISTEMA WEB INTEGRADO A SISTEMA DE ALERTAS  
TEMPRANA (SAT) PARA EL MONITOREO DE INESTABILIDAD DE  
LADERAS EN NICARAGUA.**

**AUTORES:**

<b>Br. Cinthia Carolina González Pérez.</b>	<b>2005-20212</b>
<b>Br. Scarleth Patricia Núñez Fornos.</b>	<b>2005-20851</b>

**TUTOR:**

**Msc. Ariel Eduardo Chávez Toruño.**

**Managua, Enero del 2018**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ciencias y Sistemas**  
**Decanatura**

Managua, 14 de Febrero de 2012

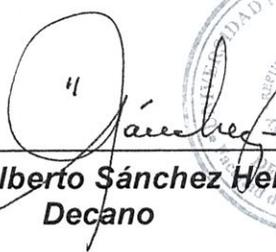
**Br. Cinthia Carolina González Pérez**  
**Br. Scarleth Patricia Núñez Fornos**  
**Sus manos**

*Apreciables Bachilleres.*

*Tengo a bien comunicarles que el Tema Monográfico titulado: “PROPUESTA DE SISTEMA WEB INTEGRADO AL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA SAT PARA EL MONITOREO DE LA INESTABILIDAD DE LADERAS EN NICARAGUA” cumple con los requisitos y normativas establecidos como forma de culminación de estudios por lo que queda oficialmente aprobado por la Decanatura de la Facultad de Ciencias y Sistemas.*

*En base a la normativa de Formas de culminación de estudios capítulo II, Arto. 10 la tutora responsable es el Ing. Ariel Chávez Toruño.*

*Atentamente,*

  
**Lic. Carlos Alberto Sánchez Hernández**  
**Decano**



*Cc: Ing. Ariel Chávez Toruño. – Tutor, Archivo FCyS 2012*

Managua, 09 de enero de 2018.

Lic. Carlos Sánchez.

Decanatura FCyS.

Su despacho:

Estimado Lic. Sánchez.

Reciba de mi parte un cordial saludo. Por este medio hago constar que he revisado y avalado el trabajo monográfico titulado “Propuesta de sistema web integrado a sistema de alertas temprana (SAT) para el monitoreo de inestabilidad de laderas en Nicaragua” elaborado por: Br. Cinthia Carolina González Pérez. 2005-20212 y Br. Scarleth Patricia Núñez Fornos. 2005-20851.

---

MSC. Ariel Eduardo Chávez Toruño

Tutor

Docente Departamento de Informática

Facultad de Ciencias y Sistemas



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS**  
**SECRETARIA DE FACULTAD**

**F-8: CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS** hace constar que:

**GONZALEZ PEREZ CINTHIA CAROLINA**

Carne: **2005-20212** Turno **Diurno** Plan de Estudios 2000 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA DE SISTEMAS**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los 20 días del mes de Octubre del año dos mil diecisiete.

Atentamente



*Claudia Benavidez*

Msc. Claudia Lucía Benavidez Rugama  
Secretario de Facultad



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS  
SECRETARIA DE FACULTAD**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**F-8: CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS** hace constar que:

**NUÑEZ FORNOS SCARLETH PATRICIA**

Carne: **2005-20851** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2000** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA DE SISTEMAS**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y cuatro días del mes de abril del año dos mil diecisiete.

Atentamente,



*Claudia Benavidez R.*

**MSc. Claudia Lucía Benavidez Rugama**  
**Secretario de Facultad**

## **Agradecimientos**

*A Dios por guiar mis pasos durante este tiempo, a mis padres por su apoyo incondicional, a mi esposo por estar a mi lado en todo momento y a mis hijos Isabel y Andrés por ser el pequeño motor que impulsa mi vida. A mi Tutor Msc. Ariel Chavez Toruño por todo su tiempo y apoyo en todo el proceso de culminación de estudios.*

**Scarleth Patricia Nuñez Fornos.**

*Quiero agradecer a Dios por permitirme llegar a culminar esta meta, a mis padres por siempre motivarme y estar ahí para mí, mi hermana por su comprensión y a mi tutor Msc. Ariel Chavez Toruño que nos guio a través de este proceso de culminación de estudios.*

**Cinthia Carolina González Pérez**

## RESUMEN

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), dispone de un área que se encarga de monitorear fenómenos relacionados con geología. Dentro de estos fenómenos se encuentran los deslizamientos.

Los datos que se obtienen de estos fenómenos quedan registrados manualmente en fichas que son guardadas en un archivo, por lo que cuando sucede un evento o se solicita información de deslizamientos anteriores, hay que hacer una búsqueda tardada de dichos datos y no se cumple en tiempo con la entrega de ellos, lo que puede traducir en pérdidas de vidas humanas.

Por tanto, es una prioridad en el área poder llevar los registros automatizados para que puedan ser consultados por las instituciones involucradas en cualquier momento, ayudando a tomar decisiones oportunas. Este estudio detalla la viabilidad, análisis y diseño de un sistema de información web que cumpla con las necesidades analizadas.

En el desarrollo del proyecto se emplean la entrevista, técnicas de recolección de datos y revisión documental, logrando abstraer la información necesaria para analizar los procedimientos actuales de gestión de datos.

En el análisis y diseño del sistema de información, se realizó el enfoque de ingeniería de software para la web mediante UWE que en conjunto con UML desarrollaron los diagramas que describen los requisitos y componentes funcionales del sistema, dando lugar a la construcción del sistema haciendo uso de tecnologías de lado del servidor como Postgres SQL y del lado del cliente con Ruby on Rails.

## ÍNDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Planteamiento de la situación problemática.....	4
Objetivos.....	5
Justificación.....	6
Marco teórico.....	8
1. Definición de sistema.....	8
2. Definición de información.....	9
3. Sistema de información.....	9
3.1 Tipos de sistema de información.....	10
4. Definición de web.....	11
5. Sistemas de información web.....	11
5.1 Atributos de las webapps.....	12
5.2 Arquitectura de las webapps.....	13
6. Frameworks CMV.....	14
7. Aplicaciones web y su importancia actual.....	14
8. Ingeniería de software.....	15
9. Metodología para el desarrollo del sistema de información.....	15
9.1 RUP(Proceso Unificado de Rational).....	16
9.2 UML.....	17
9.3 UWE-UML(UML-Based Web Engineering).....	18
Ciclo de vida del software.....	20
10. Herramientas informáticas a utilizar.....	21
10.1 Postgre SQL.....	21
10.2 Ruby.....	22
10.3 Rails.....	23
10.4 Gemas.....	23
11. Alerta temprana.....	24

12. Inestabilidad de laderas.....	24
Factores condicionantes.....	24
Factores desencadenantes.....	24
12.1 Clasificaciones de inestabilidad de ladera.....	26
Deslizamientos.....	26
CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....	30
1.1 Estudio organizacional.....	30
1.1.1 Giro de la institución.....	30
1.1.2 Misión.....	30
1.1.3 Visión.....	30
1.2. Estudio técnico.....	31
1.2.1 Arquitectura cliente servidor.....	31
1.2.2 Ventajas de la arquitectura cliente servidor .....	32
1.2.3 Red de comunicación.....	32
1.2.4 Acceso al sistema y volumen de transferencia mensual.....	33
1.2.5 Ancho de banda.....	34
1.2.6 Requerimientos básicos del sistema.....	35
1.3 Estudio operacional.....	35
1.3.1 Dirección general de geología y geofísica.....	35
1.3.2 Descripción del modelo del negocio actual.....	36
1.3.2.1 Recolección de datos.....	36
1.3.2.2 Descripción de los procesos del sistema propuesto.....	38
1.3.3 Beneficios tangibles.....	40
1.3.4 Beneficios intangibles.....	41
1.3.5 Análisis de requerimientos.....	41
1.3.5.1 Identificación de requerimientos funcionales.....	42
1.3.5.2 Identificación de requerimientos no funcionales.....	44
1.4 Estudio económico.....	46
CAPÍTULO II: DISEÑO DEL SISTEMA.....	47
Metodología UML.....	47
2.1 Modelo de casos de uso .....	47

2.2 Diagrama de clases.....	57
2.3 Diagrama de estado.....	59
2.4 Diagrama de actividad.....	59
2.5 Diagramas de secuencia.....	61
METODOLOGÍA UWE.....	61
2.6 Modelo conceptual.....	61
2.7 Modelo de navegación.....	62
2.8 Modelo de procesos.....	64
2.8.1 Modelo de estructura de procesos.....	64
2.8.2 Modelo de flujo de procesos.....	66
2.9 Modelo de presentación.....	68
2.10 Diagrama de despliegue.....	70
Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	72
Bibliografía.....	73
Glosario.....	75
Anexos.....	77

## ÍNDICE DE ANEXOS

I. Estructura organizacional actual.....	1
II. Entrevista.....	2
III. Arquitectura MVC.....	4
IV. Estudio económico COCOMO.....	5
V. Diagramas de actividad del sistema.....	9
VI. Diagramas de secuencia.....	16
VII. Diagramas de modelo navegacional.....	25
VIII. Diagramas de modelo de procesos.....	27
VIII.I. Modelo de estructuras de procesos.....	27
VIII.I. Modelo de flujo de procesos.....	37
IX. Diagramas de modelo de presentación.....	55

## **INTRODUCCIÓN.**

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales) es el organismo técnico y científico relevante del Estado de Nicaragua, generando y poniendo a disposición de toda la sociedad, información básica ya sea cartográfica, catastral, meteorológica, hidrológica, geológica y los estudios de investigaciones del medio físico que contribuyan al desarrollo socioeconómico y a la disminución de la vulnerabilidad ante desastres naturales y vigilando permanentemente a los fenómenos naturales peligrosos. (Memoria Institucional INETER. 1998, pág. 12)

Dentro de INETER se encuentra la dirección de Geofísica encargada de monitorear fenómenos relacionados con Vulcanología, Sismología y Geología; esto con el fin de asegurar la generación de datos básicos y su aplicación en sistemas de alerta temprana ante la incidencia de fenómenos geológicos que sean peligrosos. (Memoria Institucional INETER, 1999, pág. 41.)

Entre estos fenómenos geológicos que monitorea Geofísica, están los deslizamientos o derrumbes, los cuales son fenómenos de la naturaleza que se definen como el movimiento pendiente abajo de una ladera de forma súbita o lenta, formado por materiales naturales (roca, suelo, vegetación) o bien de rellenos artificiales.

Los deslizamientos son amenazas latentes en muchas partes de nuestro país debido al relieve montañoso que posee. Un ejemplo de esto es el deslizamiento que ocurrió en el volcán Casita en el año 1998. Estos fenómenos ocurren con mucha incidencia, quizás no a gran escala como el caso mencionado anteriormente, pero si suficientemente riesgosos como para afectar pequeñas poblaciones o parte de ellas.

Desde el año 2005 se han hecho esfuerzos para monitorear estos eventos, sin embargo los resultados de estos esfuerzos se almacenan como informes, sin tener dichos datos almacenados en una estructura informática organizada que serían de fácil acceso para períodos de incremento de riesgos de estos fenómenos como la época lluviosa.

Por la cual se ha considerado la realización de un sistema que almacene esta información en una base de datos con el objetivo de poder contar con información para cálculos de vulnerabilidad de territorios expuestos a este fenómeno entre otros estudios, al que puedan acceder las diferentes instancias tomadoras de decisiones que participan en la vigilancia y alerta de estos fenómenos, tomando en cuenta la estrecha relación que estas tienen con INETER y la relación en caso de eventualidades de esta índole.

Para la creación de una propuesta de sistema, la primera etapa de análisis de requerimientos que comprende describir los rasgos generales de la dirección de Geología y Geofísica encargada de la recolección y almacenamientos de los datos. Se documenta como realizan las actividades actualmente mediante modelo de negocio para comprender la estructura de la información y los requerimientos que permitirá conocer los elementos del sistema que definirá actores, entidades, requerimientos funcionales y no funcionales.

Luego del análisis de requerimientos, se inicia la etapa de diseño del sistema. De acuerdo con los requisitos y modelo de negocio, se describen los componentes del sistema mediante metodología UWE y UML que nos permitirá armar, visualizar y documentar dichos componentes del sistema a través de modelos.

Dicho estudio concluirá en una propuesta que solventará las necesidades en la administración de la información de estos fenómenos geológicos, específicamente los deslizamientos.

## **ANTECEDENTES.**

Después del paso del Huracán Mitch por el territorio de Nicaragua en las fechas del 22 de octubre al 05 de noviembre de 1998, que dejó a su paso el trágico evento de deslizamiento del volcán casitas, se iniciaron estudios a nivel nacional para identificar y evaluar las áreas inestables en Nicaragua con ayuda del Proyecto U.S. Geological Survey (USGS), Metodologías para el análisis y manejo de riesgos naturales y Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Alarn-Cosude) en 1999.

En este mismo año, se crea el Inventario Nacional de Inestabilidad de Laderas, creándose una base de datos para almacenar registros de deslizamientos ocurridos según datos históricos recientes, datos de pendiente y datos obtenidos del análisis geomorfológico de la Unidad de Geología Aplicada de INETER.

Este inventario se creó debido a la necesidad de tener información estadística para identificar las áreas de amenazas. La base de datos contenía información general acerca de la ubicación espacial del evento (tipo de amenaza, nombre, fecha, hora, latitud y longitud) al igual que parámetros propios de cada fenómeno (estado, profundidad, extensión, volumen, tipo, características y morfometría.)

Con esta base de datos se logró hacer una aplicación de escritorio que facilitaba el ingreso de los datos a los técnicos y la generación de reportes. Sin embargo la aplicación dejó de recibir soporte y presento ciertos problemas de ejecución y se dejó de utilizar.

Desde 2005 se siguen haciendo esfuerzo por controlar y monitorear lugares propensos a la amenaza de deslizamientos sin embargo no se ha podido realizar un sistema que facilite el almacenamiento de la información y que alerte cuando ocurren incidencias de estos fenómenos en determinados lugares del país.

## **PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLÉMICA.**

Cada vez que se presenta un evento relacionado a deslizamientos en alguna parte del país, los técnicos de INETER se encargan de recolectar los datos de dichos eventos y buscar en los archivos e información geográfica digital relacionada, para generar estadísticas u otro tipo de reporte importante que informan sobre la situación y sea de ayuda en la toma de decisiones.

Se debe contar con el conocimiento del técnico especialista para detectar si una zona notificada con riesgo de deslizamiento cuenta con un estudio de incidencias. Esta situación es desventajosa para la dirección si el especialista no se encuentra al momento de la notificación o la decisión de comprobación del evento. También se hace más lenta la generación de estadísticas y reportes en casos de emergencias.

En estos momentos no se está publicando información acerca de los estudios. Y una de las prioridades de la institución es facilitar el acceso de esta información a la población e instituciones involucradas.

No existe sistema que pueda relacionar la información disponible de dichos fenómenos para la gestión de información actualizada, veraz y objetiva. Por lo tanto el esfuerzo en recursos al ir a campo a recolectar la información, tiempo en realización de informes no tiene el impacto que merece en eficiencia de tiempo de respuesta y disponibilidad de información en caso de incidencias de estos eventos.

## **OBJETIVOS.**

### **General**

Desarrollar un sistema web que administre datos de fenómenos de inestabilidad de laderas a nivel nacional.

### **Específicos**

1. Elaborar un análisis organizacional, técnico, operacional y económico para determinar la viabilidad del proyecto.
2. Analizar los procedimientos actuales de gestión de datos de fenómenos de inestabilidad de laderas en Nicaragua para obtener requerimientos del sistema.
3. Diseñar el sistema web para la administración de datos de fenómenos de inestabilidad de laderas en Nicaragua según requerimientos recopilados.
4. Implementar el sistema web para la administración de datos de inestabilidad de laderas en Nicaragua.

## **JUSTIFICACIÓN.**

Con el avance de las disciplinas meteorológicas, se ha descubierto la influencia que posee el cambio climático en los fenómenos geológicos por lo que es necesario contar con Sistemas de Alerta Temprana que ayuden a la prevención y mitigación de desastres naturales de índole geomorfológico como son los deslizamientos.

De acuerdo con el informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres de las Naciones Unidas “El objetivo último del pronóstico de las amenazas y de los sistemas de alerta temprana es proteger la vida y los bienes” (EIRD/ONU, 2004, p397.)

La propuesta del sistema administrará los datos de los fenómenos de inestabilidad de laderas de forma ordenada y precisa, de modo que permita el procesamiento rápido y eficaz de dicha información, aprovechando los recursos tecnológicos de la institución y proveyendo a los especialistas de una herramienta tecnológica que satisfaga sus requerimientos y facilite su gestión presentando resultados seguros y precisos y en menor tiempo.

Teniendo un sistema que permita la búsqueda de eventos por lugar en caso de incidencias de eventos de deslizamiento, ya no se dependerá directamente de la experiencia los especialistas, sino que el sistema será una herramienta que facilite el acceso a la información y ayude al desempeño del personal que labora recopilando datos de dichos fenómenos, haciendo el trabajo eficaz.

Por medio de este sistema se presentará información procesada y actual compartiéndola con la población y entidades correspondiente en las tomas de decisiones en cualquier momento. De esta manera la población se podrá mantener informada, lo que permitirá a las entidades involucradas del país

tomar las medidas necesarias para evitar pérdidas humanas que es la razón por la cual se estudian estos fenómenos.

## MARCO TEÓRICO

El marco teórico es una parte fundamental en una investigación, ya que la teoría constituye la base donde se sustentará cualquier análisis o propuesta de desarrollo de un trabajo de tipo académico o científico. Según Bernal(2010) “Es la fundamentación teórica dentro de la cual se enmarca la investigación a realizar”.

A continuación se presentan los conceptos, tecnología, métodos y metodología más importantes que ayudarán en la comprensión y en los cuales estará sustentada esta propuesta de sistema web.

### 1. Definición de Sistema.

Un sistema es “un conjunto de componentes que interactúan entre sí para lograr un objetivo en común” (Domínguez, 2012, p.10.)

Todos los sistemas y subsistemas están interrelacionados y son interdependientes. Cuando se modifica o elimina algún elemento de un sistema, también se afecta considerablemente al resto de los elementos y subsistemas de ese sistema. “Todos los sistemas procesan entradas provenientes de sus entornos. Por definición, los procesos cambian o transforman las entradas en salidas” (Kendall y Kendall,2011, p.25.)

Un sistema tiene tres funciones básicas:

- **Entrada:** Implica capturar e integrar elementos que ingresan al sistema para ser procesados.
- **Procesamiento:** Comprende los procesos de transformación que convierten las entradas en salidas.

- **Salida:** Incluye la transferencia de los elementos que se han producido en un proceso de transformación hasta su destino final.

Hay dos componentes adicionales que se le pueden agregar a un sistema y lo hacen más completo y útil, estos son la retroalimentación y el control. “Un sistema con componentes de retroalimentación y control recibe a veces el nombre de cibernético, es decir, un sistema que se monitorea y se regula a sí mismo.” (O’Brien y Marakas, 2012.)

- **Retroalimentación:** Se trata de información acerca del desempeño de un sistema.
- **Control:** Involucra el monitoreo y evaluación de la retroalimentación para determinar si el sistema se dirige al cumplimiento de su objetivo, y de esta manera realizar los ajustes necesarios para que este produzca el resultado deseado.

## 2. Definición de información.

“Nos referimos a los datos que se han modelado en una forma significativa y útil para los seres humanos” (Laudon y Laudon, 2012). Actualmente la información ha encontrado su lugar como recurso clave en las empresas u organizaciones, incluso puede constituir el factor decisivo para determinar el éxito o fracaso de un negocio. Es por ello que debe ser administrada de manera apropiada.

Ahora que se conoce que es sistema y que es información, se puede deducir lo que es un sistema de información y sus tipos.

## 3. Sistema de información.

“Un sistema de información puede definirse técnicamente como conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan,

almacenan y distribuyen información para apoyar los procesos de toma de decisiones y de control en una organización” (Laudon&Laudon, 2014, p. 45.)

También Whitten y Bentley (2008) dice que un “Sistema de Información es un conjunto de personas, datos, procesos y tecnología de la información que interactúan para recopilar, procesar, guardar y proporcionar como salida la información necesaria para brindar soporte a una organización”. En otras palabras el término sistema de información describe todos los componentes y recursos necesarios para proveer su información y sus funciones a la organización. Esto para ayuda de la toma de decisiones.

### 3.1 Tipos de sistemas de información.

Los sistemas de información se desarrollan para distintos fines, dependiendo de las necesidades de los usuarios, humanos y la empresa. “Puesto que hay distintos intereses, especialidades y niveles en una organización, hay distintos tipos de sistemas” (Laudon y Laudon,2012 ,p.45.) Por tanto, estos pueden estar clasificados de acuerdo con las funciones que atienden en:

- **Sistemas de procesamiento de transacciones (TPS):** Sistemas de información el que se capturan y procesan los datos relativos a las transacciones de negocios.
- **Sistemas de información administrativa (MIS):** Sistema de información que provee informes orientados a la administración basado en el procesamiento de las transacciones y operaciones de la organización.
- **Sistema de soporte de decisiones (DSS):** Sistema de información que ayuda a identificar oportunidades de toma de decisiones o proporciona información que ayuda a tomarlas.
- **Sistemas de información ejecutiva (EIS):** Sistema de información que brinda soporte a las necesidades de planeación y evaluación de los administradores de nivel ejecutivo.

- **Sistemas expertos:** Sistema de información en el cual se captura la experiencia de los expertos humanos y luego simula esa experiencia para beneficios de quienes no son expertos.
- **Sistemas de comunicación y colaboración:** Sistema de información que posibilita la comunicación más efectiva entre los empleados, socios, clientes y proveedores, para mejorar su capacidad de colaboración.
- **Sistemas de automatización de oficina:** Sistema de información que brinda soporte a la amplia gama de actividades de oficina de los negocios

#### **4. Definición de web.**

“La web hace referencia a la arquitectura lógica de la información que ha sido posible construir sobre esa red física”. (Como funciona la web, 2008, p.10.)

Además se dice también que “El concepto de la web integró muchos sistemas de información diferentes, por medio de la formación de un espacio imaginario abstracto en el cual las diferencias entre ellas no existían. La web tenía que incluir toda la información de cualquier tipo en cualquier sistema”. (Como funciona la web, 2008, p.11.) Es así como la web hoy día es un gran espacio de información universal.

#### **5. Sistemas de información web.**

Una aplicación web llamada también “webapps” son “poco más que un conjunto de archivos de hipertexto vinculados que presentan información con uso de información y gráficas limitadas”(Pressman, 2010, p.7.)

“En la actualidad, las webapps se han convertido en herramientas sofisticadas de cómputo que no solo proporcionan funciones aisladas al usuario final, sino que también se han integrado con bases de datos corporativas y aplicaciones de negocios”. (Pressman, 2010, p.9.)

## 5.1 Atributos de las webapps.

La mayoría de las webapps presentan los siguientes atributos:

- **Uso intensivo de redes:** Reside en un red y debe atender las necesidades de una comunidad diversa de clientes. Pueden tener acceso y comunicaciones mundiales o limitadas.
- **Concurrencia:** Pueden acceder un gran número de usuarios a la vez.
- **Carga impredecible:** El número de usuarios cambia en varios órdenes de magnitud de un día a otro.
- **Rendimiento:** Si el usuario debe esperar demasiado, puede elegir irse a otra parte.
- **Disponibilidad:** Es frecuente que los usuarios populares demanden acceso las 24 horas y los 365 días del año.
- **Orientada a los datos:** La función principal es el uso de hipermedios para presentar al usuario final contenido en forma de texto, graficas, audio y video. Además, se utilizan en forma común para acceder a la información que existe en base de datos que no son parte integral del ambiente basado en la web.
- **Contenido sensible:** La calidad y naturaleza estética del contenido constituye un rasgo importante de la calidad.
- **Evolución continua:** A diferencia del software de aplicación convencional que evoluciona a lo largo de una serie de etapas planeadas y separadas cronológicamente, las aplicaciones web evolucionan en forma continua.
- **Inmediatez:** Es frecuente que las webapps tengan plazos de algunos días o semanas para llegar al mercado.
- **Seguridad:** Debido a que las webapps se encuentran disponibles con el acceso a una red, es difícil o imposible limitar la población de usuarios finales que pueden acceder a la aplicación.

- **Estética:** Parte innegable del atractivo de una webapp es su apariencia y percepción.

## 5.2 Arquitectura de las webapps.

Una webapp es proporcionada por un servidor web y utilizada por usuarios que se conectan desde cualquier punto. La arquitectura de un sitio web tiene tres componentes principales: un servidor web, una conexión de red y los clientes.

Las aplicaciones web están basadas en el modelo cliente servidor utilizando arquitecturas de múltiples capas, ya que los modelos de dos capas a menudo sufren problemas de desempeño asociados con la ineficiencia de ejecutar toda la lógica de aplicación en los clientes.

“Un sistema de datos y aplicación distribuidos de cliente servidor es una solución en la cual: los datos y las capas de manipulación de datos se colocan en sus propios servidores, la lógica de aplicación se coloca en su propio servidor y solo la lógica de presentación y la presentación se colocan en los clientes. Esto se llama también cómputo de cliente servidor de tres capas o n capas” (Whitten y Bentley, 2008, p.388.)

“La arquitectura de una webapp describe una infraestructura que permite que un sistema o aplicación basados en web alcance sus objetivos empresariales” (Pressman, 2010, p.328.)

Se sugiere una arquitectura del diseño en tres capas que desacopla la interfaz de la navegación y del comportamiento de la aplicación. Plantean que mantener separadas la interfaz, la aplicación y navegación, simplifica la implementación y mejora la reutilización.

“La arquitectura **Controlador de la vista del modelo(CVM)** es uno de varios modelos sugeridos para la infraestructura de las webapps que desacoplan la interfaz de usuario de sus funciones y contenido informativo”. (Pressman, 2010, p.328.) Ver anexo III.

- **Modelo:** Contiene todo el contenido y la lógica de procesamiento específicos de la aplicación, incluso todos los objetos de contenido, acceso a fuente de datos o información externos y todas las funciones de procesamiento que son específicas de la aplicación.
- **Vista:** Contiene todas las funciones específicas de interfaz y permite la presentación de contenido y lógica de procesamiento, incluidos todos los objetos de contenido, el acceso a fuentes de datos o información del exterior y todas las funciones de procesamiento que requiere el usuario final.
- **Controlador:** Administra el acceso al modelo y la vista, y coordina el flujo de datos entre ellos.

## **6. Frameworks MVC.**

“Un framework MVC es una estructura de software compuesta de componentes personalizables e intercambiables para el desarrollo de una aplicación web. Es considerada una aplicación genérica incompleta y configurable a la que el desarrollador le puede añadir las piezas restantes para construir una aplicación web completa”.(García Martínez, 2013, p. 19.)

## **7. Aplicaciones web y su importancia actual.**

Las aplicaciones web son populares debido a lo práctico del navegador web como cliente ligero, a la independencia del sistema operativo, así como a la facilidad para actualizar y mantener aplicaciones web sin distribuir e instalar software a miles de usuarios potenciales.

Es importante mencionar que un sitio web puede contener elementos que permiten una comunicación activa entre el usuario y la información. Esto permite que el usuario acceda a los datos de modo interactivo, gracias a que la página responderá a cada una de sus acciones, como por ejemplo rellenar y enviar

formularios, participar en juegos diversos y acceder a gestores de base de datos de todo tipo.

## **8. Ingeniería de Software.**

Ingeniería de Software es “la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento del software, es decir, la aplicación de la ingeniería al software”. (Pressman, 2010,p.11.)

Esta ingeniería trata con áreas muy diversas de la informática y de las ciencias de la computación, tales como construcción de compiladores, sistemas operativos, o desarrollos Intranet/Internet, abordando todas las fases del ciclo de vida del desarrollo de cualquier tipo de sistemas de información y aplicables a infinidad de áreas: negocios, investigación científica, medicina, producción, logística, banca, control de tráfico, meteorología, derecho, Internet, Intranet, etc.

## **9. Metodología para el desarrollo del sistema de información.**

La ingeniería de software incluye el Proceso Unificado de Rational(Rational Unified Process en Inglés, habitualmente resumido como RUP), es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.

Es importante resaltar que UML es un "lenguaje de modelado" para especificar o para describir métodos o procesos. Se utiliza para definir un sistema, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir. En otras palabras, es el lenguaje en el que está descrito el modelo.

Junto con las metodologías antes mencionadas, la Ingeniería de Software ofrece una serie de etapas para el análisis, diseño, desarrollo y prueba del software a construir.

## 9.1 RUP (Proceso Unificado de Rational.)

“Proceso Unificado (PU), es un modelo de proceso impulsado por el caso de uso centrado en la arquitectura, iterativo e incremental y orientado a objetos dando la sensación evolutiva que resulta esencial en el desarrollo moderno y satisfaciendo las necesidades específicas del software. El modelo hace énfasis en la importancia de la arquitectura del software permitiendo cambios futuros y la reutilización”.(Pressman, 2015, pp. 55-56.)

Según (Pressman, 2010, p. 46-47) las fases del proceso unificado son:

- **Fase de concepción:** Agrupa actividades de comunicación con el cliente como planeación y se identifican los requerimientos del negocio. Los requerimientos fundamentales del negocio se describen por medio de un conjunto de casos de uso preliminares que detallan las características y funciones que desea cada clase principal de usuarios.
- **Fase de elaboración:** Incluye las actividades de comunicación y modelo general del proceso. Mejora y amplía los casos de uso preliminares como parte de la fase de concepción y aumenta la representación de la arquitectura para incluir cinco puntos de vistas distintos del software: los modelos de caso de uso, de requerimientos, del diseño, de la implementación y del despliegue.
- **Fase de construcción:** Identifica la actividad de construcción definida para el proceso general del software. Con el caso de uso del modelo de arquitectura como entrada, la fase de construcción desarrolla o adquiere los componentes del software que harán que cada caso de uso sea operativo para los usuarios finales.
- **La fase de transición:** Incluye las últimas etapas de la actividad general de construcción y la primera parte de la actividad de despliegue general. Se da el software a los usuarios finales para las pruebas beta.

- **La fase de producción:** La fase de producción del proceso unificado coincide con la actividad de despliegue del proceso general. Durante esta fase, se vigila el uso que se da al software, se brinda apoyo para el ambiente de operación (infraestructura) y se reportan defectos y solicitudes de cambio para su evaluación.

Esta metodología RUP le permite mayor productividad en equipo y la realización de mejores prácticas de software a través de plantillas y herramientas que lo guían en todas las actividades de desarrollo crítico del software.

## 9.2 UML.

UML(UnifiedModelingLanguage) “es el estándar en la industria para modelar sistemas orientados a objetos, provee un conjunto de herramientas de UML incluyendo diagramas que permiten visualizar la construcción de un sistema orientado a objetos. Cada iteración aborda de manera cada vez más detallada el diseño del sistema hasta que las cosas y las relaciones en el sistema estén definidas con claridad y precisión. Es considerada como una herramienta que puede mejorar considerablemente la calidad de nuestro análisis y diseño de sistemas”. (Kendall y Kendall, 2011, p.281.)

UML provee un conjunto estandarizado de herramientas para documentar el análisis y diseño de un sistema de software. El conjunto de herramientas de UML incluye diagramas que permiten a las personas visualizar la construcción de un sistema orientado a objetos.

Según (Kendall y Kendall, 2011, p.287), los diagramas de UML que se utilizan con más frecuencia son:

1. Un diagrama de casos de uso, que describe la forma en que se utiliza el sistema.

2. Un escenario de caso de usos. Este escenario es una articulación verbal de excepciones para el comportamiento principal descrito por el caso de uso principal.
3. Un diagrama de actividad, que ilustra el flujo de actividades en general.
4. Los diagramas de secuencia, que muestran la secuencia de las actividades y las relaciones entre las clases.
5. Los diagramas de clases, que muestran las clases y sus relaciones.
6. Los diagramas de estados, que muestran la transición de estado.

UML brinda los diagramas necesarios para apoyar la práctica de la Ingeniería de Software orientada a objetos, pero no da la estructura de proceso que sirva de guía para aplicar la tecnología, por lo cual RUP utiliza como herramienta de modelado UML que ofrece un conjunto de diagramas, plantillas y formatos para construir los modelos y productos de cada fase del proceso unificado.

### **9.3 UWE UML (UML-Based Web Engineering).**

Los enfoques de modelado web se basan en la separación de las preocupaciones que describen un sistema web, como el contenido, estructura de hipertexto, presentación y procesos. El enfoque basado en UWE proporciona un conjunto de elementos de modelo de dominio web específicos para modelar estas diferentes preocupaciones. Estos elementos del modelo y las relaciones entre ellos se especifican mediante un metamodelo. (Kroiß& Koch, 2008, p. 5.)

*“El metamodelo UWE se define como una extensión conservadora del metamodelo UML 2.0. Conservador significa que los elementos del modelo del metamodelo UML no se modifican. En su lugar, todos los nuevos elementos del modelo del metamodelo UWE están relacionados por herencia con al menos un elemento de modelo del metamodelo UML.” (Kroiß& Koch, 2008, p. 5.)*

En requisitos separa las fases de captura, definición y validación. Hace además una clasificación y un tratamiento especial dependiendo del carácter de cada requisito.

El método consta de varios modelos:

- **Modelo de requerimientos:** Este modelo identifica los requisitos para el desarrollo del sistema web. Estos requisitos se dividen en dos niveles, en primer lugar es la descripción aproximada de las funcionalidades mediante casos de uso UML y en un segundo paso, una descripción más detallada de los casos de uso mediante diagramas de actividad UML.
- **Modelo de navegación:** Con base en el modelo de análisis de requisitos y el modelado de contenidos, el modelo de navegación representa los nodos navegables de la estructura de hipertexto; enlaces de navegación y rutas de navegación toda la lógica de negocio de los procesos deben integrarse en la estructura de navegación.
- **Modelo de proceso:** Consiste en un flujo de proceso y opcionalmente de una estructura de proceso de modelo. Es el resultado de un proceso de refinamiento que se inicia a partir del flujo de trabajo en el modelo de requisitos.
- **Modelo de presentación:** El modelo de presentación ofrece una visión abstracta de la interfaz de usuario (UI) de una aplicación web. Se basa en el modelo de navegación y los resúmenes de aspectos concretos de la interfaz de usuario, como colores, fuentes y donde los elementos de interfaz de usuarios se colocan en la página web.

## **Ciclo de vida del software.**

La metodología para el desarrollo de software es un modo sistemático de realizar, gestionar y administrar un proyecto para llevarlo a cabo con altas posibilidades de éxito.

Esta sistematización indica cómo dividir un gran proyecto en módulos más pequeños llamados etapas, y las acciones que corresponden en cada una de ellas, ayuda a definir entradas y salidas para cada una de las etapas y, sobre todo, normaliza el modo en que administra el proyecto.

Entonces, una metodología para el desarrollo de software son los procesos a seguir sistemáticamente para idear, implementar y mantener un producto software desde que surge la necesidad del producto hasta que cumple el objetivo por el cual fue creado. A estas etapas le llaman ciclo de vida de un software.

Existen varias metodologías de ciclos de vida de un software, a continuación se mencionan algunas de ellas:

- Ciclo de vida lineal.
- Ciclo de vida en cascada puro.
- Ciclo de vida en V.
- Ciclo de vida Sashimi.
- Ciclo de vida iterativo.
- Ciclo de vida incremental.
- Ciclo de vida en espiral.

De los mencionados se utilizará el ciclo de vida en espiral. El modelo se basa en una serie de ciclos repetitivos para ir ganando madurez en el producto final. A medida que el ciclo se cumple (el avance del espiral), se van obteniendo

prototipos sucesivos que van ganando la satisfacción del cliente o usuario. A menudo, la fuente de incertidumbres es el propio cliente o usuario. En este modelo hay cuatro actividades que envuelven a las etapas.

- **Planificación:** Relevamiento de requerimientos iniciales o luego de una iteración.
- **Análisis de riesgo:** De acuerdo con el relevamiento de requerimientos se decide si se continúa con el desarrollo.
- **Implementación:** se desarrolla un prototipo basado en los requerimientos.
- **Evaluación:** El cliente evalúa el prototipo, si da su conformidad, termina el proyecto. En caso contrario, incluimos los nuevos requerimientos solicitados por el cliente en la siguiente iteración.

## 10. Herramientas informáticas a utilizar.

Como lenguaje de programación base se utilizará Ruby onRails y como gestor de base de datos Postgres SQL. A continuación se dará una breve reseña de los conceptos básicos de estas herramientas.

### 10.1 PostgreSQL.

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD y con su código fuente disponible libremente.

PostgreSQL utiliza un modelo cliente/servidor y usa multiprocesos en vez de multihilos para garantizar la estabilidad del sistema. Un fallo en uno de los procesos no afectará al resto y el sistema continuará funcionando.

Según el sitio oficial de PostgreSQL son varias las características de este software, las cuales se detallan a continuación:

- Integridad referencial.
- Espacios de tablas.
- Transacciones anidadas..
- Replicación asincrónica/sincrónica / Streaming replication – Hot Standby.
- Protocolo Commit de dos fases.
- Recuperación puntual.
- Copias de seguridad en caliente (Online/hotbackups).
- Estándar de codificación.
- Juego de caracteres internacionales.
- Regionalización por columna.
- Control de concurrencias mediante versiones múltiples(MVCC).
- Múltiples métodos de autenticación.
- Acceso encriptado via SSL.
- Actualización in si-tu integrada (pg\_upgrade).

## **10.2 Ruby.**

Ruby es un lenguaje interpretado multiplataforma el cual tiene muchas características en común con otros lenguajes de programación de escritura como Perl y Python. Es a fondo un lenguaje de programación orientado a objeto. Se dice que el lenguaje que más ha influenciado la creación de ruby fueron: Perl, Smalltalk, Eiffel, Ada and Lisp. El lenguaje de programación Ruby fue creado por Yukihiro Matsumoto y fue liberado por primera vez en 1995. (Collingbourne, 2011, p.17.)

### 10.3 Rails.

Rails puede ser atribuido como un framework de desarrollo web – popularmente conocido como ‘Ruby on Rails’. Comprender Ruby es un requisito previo necesario para entender Rails. (Collingbourne, 2011, p.17.)

Algunas características:

- Ruby es case sensitive. Una variable llamada myvar es diferente a una variable myVar. Una variable como un nombre en un proyecto debe iniciar con carácter en minúscula. Si inicia con un carácter en mayúscula, Ruby la tratará como una constante.
- En Ruby una clase es el modelo para un objeto. Define los datos que un objeto contiene y la forma en que se comporta. Se pueden crear muchos objetos diferentes a partir de una sola clase. Así que, usted puede que tenga una clase gato pero tres objetos de gato: tiddles, cuddles, y flossy. Un método es como una función o subrutina que se define dentro de la clase.

### 10.4 Gemas.

Ruby trabaja con gemas, “El software RubyGems le permite descargar, instalar y usar fácilmente paquetes de software ruby en su sistema. El paquete de software se llama “gema” (gem en inglés) que contiene una aplicación o biblioteca Ruby empaquetada. Las gemas se pueden utilizar para ampliar o modificar la funcionalidad en las aplicaciones Ruby. Comúnmente se utilizan para distribuir la funcionalidad reutilizable que se comparte con otros usuarios de Ruby para su uso en sus aplicaciones y bibliotecas.

Algunas gemas proporcionan utilidades de línea de comandos para ayudar a automatizar tareas y acelerar su trabajo. Gabe Berke et al. RubyGemsBasics recuperado de <http://guides.rubygems.org/rubygems-basics/>

## **11. Alerta temprana.**

El objetivo último del pronóstico de las amenazas y de los sistemas de alerta temprana es proteger la vida y los bienes. Para satisfacer adecuadamente las necesidades de la gente, los sistemas deben ser integrados y vincular a todos los actores en la fase inicial de la cadena de alerta temprana, incluyendo a la comunidad científica y técnica, alas autoridades públicas y a las comunidades locales. Es esencial que la comunicación sea precisa, oportuna, confiable e integral. Los procedimientos de alerta temprana en vigor deberían formar parte del sistema nacional, institucional y legal de gestión de los desastres e incluir mecanismos para eliminar la duplicación de información. (Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres, 2004, Naciones Unidas).

## **12. Inestabilidad de laderas.**

Basado en la propuesta elaborado en el marco del proyecto MET-ALARN ejecutado en forma conjunta con INETER y COSUDE, se les proporcionó a los especialistas encargados de producir mapas de amenazas por inestabilidad de laderas, las pautas mínimas a considerar para la elaboración de estos mapas con el fin de generar documentos comparables, mediante la utilización de los mismos criterios y simbologías.

Debido a que esta fue una propuesta de estandarización de conceptos a nivel regional, se ha vuelto base de los conceptos y parámetros de clasificación de los fenómenos de inestabilidad de laderas.

La inestabilidad de laderas se define como el movimiento de masas de roca, detritos, o tierra a favor de la pendiente, bajo la influencia directa de la gravedad.

Los factores que contribuyen a crear una situación de inestabilidad en una ladera son múltiples; rara vez actúa uno solo, estos se dividen en factores condicionantes y factores desencadenantes.

**Factores condicionantes (Intrínsecos):** Existe una variedad de factores condicionantes que inciden en los procesos de inestabilidad de laderas y son relativos a la propia naturaleza o características de las laderas, esos factores pueden ser:

- **Geológicos:** Representan un factor de inestabilidad permanente: la litología, la estratigrafía de la roca (orientación y ángulo de inclinación), discontinuidades estratigráficas y estructurales y la alteración de las rocas (alteración hidrotermal o meteorización).
- **Hidrológicos e hidrogeológicos:** Cambio en las presiones de poros o hidrostáticas y el comportamiento geomecánico (resistencia a la deformabilidad, compresibilidad, cohesión, etc).
- **Geomorfológicos:** Áreas con altas pendientes, geometría de los taludes, topografía irregular.
- **Climáticos:** También constituyen factores condicionantes.

**Factores desencadenantes (externos):** Son aquellos que disparan o detonan la inestabilidad en la ladera. Una causa desencadenante pequeña puede ser suficiente para provocar la inestabilidad, esos factores pueden ser:

- **Naturales:** Las precipitaciones pluviales normales y extraordinarias, la filtración de agua pluvial en el terreno, las variaciones de temperatura, sismos.
- **Antrópicos:** Están la deforestación, quemas e incendios forestales, cortes de taludes para construcción de carreteras u otra infraestructura, el

asentamiento humano en las laderas, la actividad minera, el uso indebido del suelo, entre otros.

## 12.1 Clasificaciones de inestabilidad de laderas.

Una de las clasificaciones de inestabilidad de laderas más utilizadas en la actualidad es la de Varnes:

- Clasificación de la inestabilidad
- 1- Derrumbes y caídas de bloques
  - 2- Avalanchas de rocas/ de detritos
  - 3- Volcamiento o basculamiento
  - 4- Reptación de Suelos
  - 5- Deslizamientos**
  - 6- Coladas de flujos
  - 7- Deslizamientos Compuestos
- Fuente: www.usgs.gov

### Deslizamientos.

#### Deslizamientos peculiares o particulares.

Presentan una superficie de deslizamiento y provoca cambios notables de la estructura del suelo. Es un fenómeno abundante en Centroamérica, en laderas empinadas con amplias (pero no muy profundas) cubiertas eluviales y regolíticas, utilizadas para agricultura (cultivos anuales de surco) o pastoreo del ganado (ganadería extensiva.)

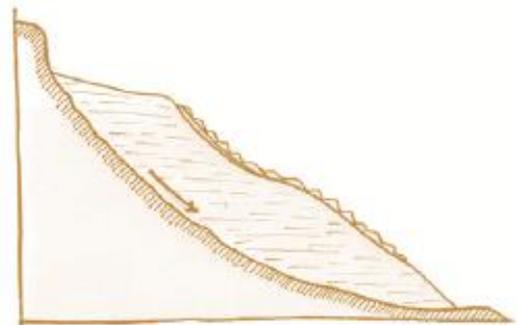


Figura #1 Deslizamiento (Fuente: www.usgs.gov)

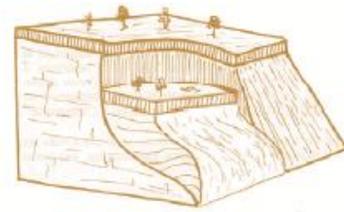
La principal característica de estos deslizamientos es la morfología de cáscara de naranja, lo que se conoce como caminos de vaca, con ondulaciones pequeñas que corresponden a pequeños deslizamientos rotacionales, con diámetro promedio (profundidad máxima) de hasta uno o dos metros. Esta forma de cáscara de naranja forma escalones que son aprovechados por el ganado y la gente, evolucionando hacia una forma de escalones en trama enrejada o en rombos, que, en algunos casos, progresivamente se desploman, formándose

gradas en las laderas, desapareciendo estas posteriormente, en otros casos son removidos de forma abrupta.

El material afectado son horizontes terrosos, cubierta de suelo, depósitos eluviales y coluviales finos, preferentemente sobre pendientes iguales o mayores a los 20° con profundidades en promedio de un metro hasta dos metros. Involucra volúmenes pequeños de material, y velocidades de 1 a 2 centímetros al año en promedio.

### **Deslizamientos rotacionales o circulares.**

Movimiento relativamente lento de una masa de suelo, roca o ambos, a lo largo de una superficie de ruptura en forma circular (que coincide con la de transporte) sobre la cual se mueve una masa. En su fase inicial, existe poca distorsión de los materiales.



**Figura #2:** Deslizamiento rotacional (Fuente: [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov))

En algunos casos, a medida que la masa se desplaza, los materiales se dislocan progresivamente y el mecanismo de inestabilidad deviene complejo.

Eventualmente se da en terrenos homogéneos, isotrópicos, cohesivos. Su ocurrencia en la naturaleza es rara en estado puro o efímera pues rápidamente evoluciona hacia mecanismos combinados.

Este tipo de movimientos pueden involucrar volúmenes pequeños como volúmenes grandes de material. Y las velocidades de propagación de la masa desplazada pueden ser también muy variables.

### **Deslizamiento transaccionales (Dipslope.)**

Movimiento lento o rápido de un bloque de suelo o roca a lo largo de una superficie de deslizamiento planar. Se originan en zonas que presentan superficies de discontinuidad, de niveles poco competentes; también en bloques tabulares o paquetes de estratos dentro de estructuras conformes de

estratificación o esquistosidad; sobre capas poco competentes o niveles de alteración; sobre planos de fallas o sistemas de diaclasas conformes (a favor de la pendiente.)

El material afectado es rocoso, estratificado o diaclasado, formando placas o paquetes cuyas bases quedan desprovistas de soporte, ya sea por erosión natural o por cortes artificiales en un talud (es tal vez el problema geodinámico más comúnmente desencadenado por la intervención humana, cuando se hacen cortes para carreteras, canales, etc.).

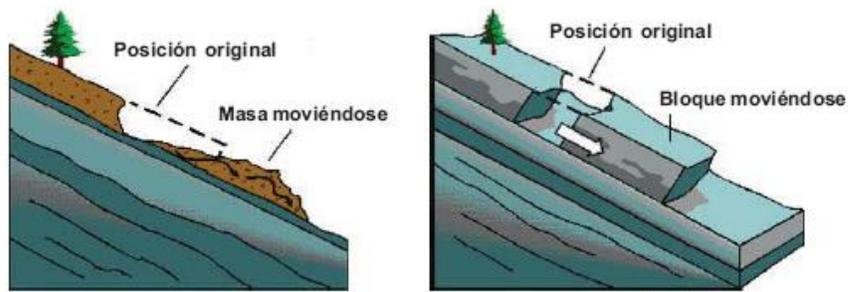


Figura #3 Deslizamiento Transaccional (Fuente: www.usgs.gov)

Este tipo de movimientos pueden involucrar tanto volúmenes pequeños como volúmenes grandes de material. Y las velocidades de propagación de la masa desplazada pueden ser también muy variables.

### Deslizamientos Complejos.

Se aplica a grandes deslizamientos donde aparecen mecanismos combinados, debido a una larga evolución. Por lo general se trata de deslizamientos de edad milenaria, de gran talla y de evolución muy lenta,

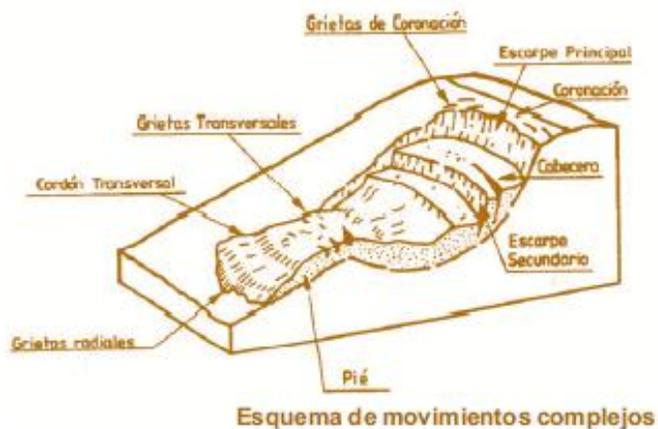


Figura #4: Deslizamientos Complejos (Fuente: www.usgs.gov)

con periódicos episodios de aceleración. Puede decirse que son deslizamientos permanentes, regidos por la acción de los esfuerzos residuales posteriores a la fase de ruptura. Pueden llegar a cubrir varios kilómetros cuadrados de superficie, involucrando cientos y hasta miles de millones de metros cúbicos de masa en movimiento y hasta algunas centenas de metros de profundidad.

En la región centroamericana existen cientos de deslizamientos de este tipo, casi todos con relación genética estructural y que ocupan vertientes enteras (caso de San José de los Remates, San Dionisio, Esquipulas.)

## **CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

### **1.1 Estudio organizacional.**

#### **1.1.1 Giro de la institución.**

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, (INETER) es el órgano encargado de la investigación meteorológica, geológica, cartográfica, catastral, hidrológica y la agencia encargada de la evaluación de recursos físicos de Nicaragua. Ver organigrama de la institución en Anexo I.

Fuente: [www.ineter.gob.ni](http://www.ineter.gob.ni)

#### **1.1.2 Misión.**

INETER como el organismo técnico y científico relevante del estado, generando y poniendo a disposición de toda la sociedad, información básica (Cartográfica, Catastral, Meteorológica, Hidrológica, Geológica y otras) y los estudios e investigaciones del medio físico que contribuyan al desarrollo socioeconómico y a la disminución de la vulnerabilidad ante desastres naturales y vigilando permanentemente a los fenómenos naturales peligrosos. Fuente: [www.ineter.gob.ni](http://www.ineter.gob.ni)

#### **1.1.3 Visión.**

INETER con un catastro físico moderno y con cobertura nacional; con un sistema de alerta temprana ante fenómenos naturales peligrosos y con mapificación de multiamenazas para la reducción de la vulnerabilidad ante desastres naturales; con sistemas altamente tecnificados suministrando la información que requiere el desarrollo económico; produciendo la mapificación cartográfica y temática actualizada; pronosticando el tiempo atmosférico con alta eficacia; contribuyendo

a una gestión óptima de los recursos hídricos y estableciendo el ordenamiento territorial para apoyar el desarrollo sostenible.

La organización que desea ser:

INETER como un organismo al servicio de toda la sociedad, sectores público y privado, organizado según las técnicas modernas de gestión con equipamiento moderno y metodologías de trabajo acordes con la demanda de sus servicios.

Fuente: [www.ineter.gob.ni](http://www.ineter.gob.ni)

Conformado por personal debidamente capacitado y especializado, entusiasta y honesto, en proceso permanente de superación profesional y debidamente motivado; trabajando en equipo y con enfoque integral y multidisciplinario.

INETER dotado con los recursos humanos y físicos necesarios para realizar una gestión exitosa que contribuya efectivamente al desarrollo socioeconómico del país y a la reducción de la vulnerabilidad ante desastres naturales.

## **1.2 Estudio técnico.**

### **1.2.1 Arquitectura cliente servidor.**

Para el desarrollo de un sistema de información es necesario definir la arquitectura sobre la que estará basado, para ello se ha seleccionado la arquitectura cliente – servidor, utilizada por ser una aplicación para Internet.

Esta arquitectura cuenta con un servidor que gestiona los datos a través de la red a una cantidad de clientes que desde un navegador acceden a esta información.

Los usuarios ingresan al sistema en el servidor a través de Internet en las máquinas clientes y los datos que ingresen, modifiquen o eliminen estarían en la base de datos del mismo. En cada uno de los clientes se hacen peticiones a través del navegador, en el cual se ejecutarán los lenguajes de programación. Esta petición se hace por medio de Internet (protocolo http), y es gestionada por el servidor web, haciendo uso del lenguaje de programación Ruby OnRails y el gestor de bases de datos Postgre SQL.

En este caso los clientes son las municipalidades con acceso a Internet. Ineter actualmente cuenta con un área de datos básicos, donde administran servidores para aplicaciones y publican a través de su sitio web, diferentes servicios de mapas e información.

### **1.2.2 Ventajas de la arquitectura cliente-servidor.**

Una de las ventajas es que la interacción con el sistema del lado del cliente se hará a través de los navegadores, los cuales ya vienen incorporados en cada una de las computadoras que se usarán, por lo cual no hay que instalar ningún software adicional.

En la institución se cuenta con servidores que usan Apache Server como software para servicios web, que permite hacer gestión de páginas web dinámicas y PostgreSQL como gestor de bases de datos, por lo cual no hay que hacer una inversión adicional al respecto. Es importante mencionar que los lenguajes a utilizar son software libre, por lo que no incurrirá en costos.

### **1.2.3 Red de comunicación.**

La red de comunicaciones utilizada en este sistema de información web es Internet por lo cual no se considera la instalación de una nueva red. La conexión a ella se realiza mediante los puntos de acceso de las instituciones, y cada

terminal que tenga acceso a la misma, lo cual no conllevaría dificultad técnica alguna.

#### 1.2.4 Acceso al sistema y volumen de transferencia mensual.

La cantidad de usuarios que accederán al sistema web será la cantidad de municipalidades con acceso a Internet y personal de INETER que tienen la tarea de monitorear movimientos en las laderas de los volcanes.

Según estadísticas de la Cámara Nicaragüense de Internet y Telecomunicaciones CANITEL, de los 153 municipios solo 122 tienen cobertura de internet.

La cantidad de usuarios que accederán al sistema de información web es de 130, en sus correspondientes equipos de cómputo. Aparte de ellos, cualquier persona puede consultar el área de notificaciones finales.

**Tabla 1.1** Estaciones de Trabajo con acceso a internet.

<i>Estaciones de trabajo</i>	<i>Cantidad</i>
Municipalidades.	122
Dirección general de geología y geofísica.	1
Personal geología aplicada.	3
Personal vulcanología.	1
Personal SIG.	3
Total.	130

**Fuente:** Elaboración propia con datos obtenidos de INETER y CANITEL.

En las estaciones de trabajo tendrían acceso a un total de 4 páginas por cada acceso. Cada página pesará un promedio de 130 kb, la actividad de la página será permanente, 30 días al mes.

**Tabla 1.2** Descripción de accesos al sistema.

Descripción	Cantidad
Total de días.	30
Visitas por día.	30
Páginas accedidas en promedio por entrada.	4
Peso promedio de las páginas accedidas.	130Kb

**Fuente:** Elaboración propia)

Fórmula = Total de días \* cantidad de visitas por día \* páginas accedidas en promedio \* peso promedio de las páginas.

Resultado = 30 \* 30 \* 4 \* 130 = 468,000 Kb/mes ≈ 0.446 Gb/mes

Teniendo en cuenta la cantidad de veces que se podrá acceder, se podría decir que la transferencia de datos sería de 0.446 Gb por mes.

### 1.2.5 Ancho de banda.

El sistema de información web tiene una transferencia mensual de 0.446 Gb(bytes) en un lapso de 30 días.

#### - Volumen de transferencia por día.

$$\text{Resultado} = \frac{\text{Volumen de transferencia en gb}}{30 \text{ días}}$$
$$\text{Resultado} = \frac{0.446 \text{ gb}}{30 \text{ días}} = 0.0148 \frac{\text{gb}}{\text{dia}} = 15.223 \frac{\text{mb}}{\text{dia}}$$

#### - Volumen de transferencia por hora.

El sistema estará disponible las 24 horas del día, pero la mayor cantidad de solicitudes se estima entre las 8 am y las 8 pm.

$$\text{Resultado} = \frac{15.223 \text{ mb}}{12 \text{ horas}} = 1.2686 \text{ mb/hora}$$

### - Volumen de transferencia en mb/s

$$\text{Resultado} = \frac{1.2686 \text{ mb}}{3600 \text{ seg}} = 0.0003523 \text{ mb/seg}$$

El volumen de transferencia es de 0.0003523 mb/s y el sistema de información web en línea necesitaría al menos un ancho de banda de 1 Mbps. Actualmente en la dirección de Geología y Geofísica se dispone de 5Mbps.

### 1.2.6 Requerimientos básicos del sistema.

Debido a que el sistema es web, no habrá que instalar aplicaciones, por lo que solo se utilizará el navegador que tenga la computadora.

**Tabla 1.3:** Requisitos de memoria y sistema operativo de los navegadores

<i>Navegador</i>	<i>Ram</i>	<i>Sistema Operativo</i>
<i>Explorer 9</i>	<i>512 MB</i>	<i>Windows vista o posterior.</i>
<i>Firefox</i>	<i>512 MB</i>	<i>Windows 7 o posterior.</i>
		<i>Linux 2.2.14 o posterior.</i>
<i>Chrome</i>	<i>512 MB</i>	<i>Windows 7 o superior.</i>
		<i>Linux 2.4 o superior.</i>

**Fuente:** Elaboración propia.

### 1.3. Estudio operacional.

#### 1.3.1 Dirección General de Geología y Geofísica.

La dirección general de geología y geofísica (DGGG) se especializa en estudiar fenómenos geológicos tales como deslizamientos, erupciones volcánicas, sismos y tsunamis, para ello cuenta con tres direcciones y una unidad.

Las direcciones con las que cuenta DGGG son:

- **Dirección de Geología Aplicada:** Se encarga del estudio de las fallas, inestabilidad de laderas y apoyo a emergencias.
- **Dirección de Vulcanología:** Se encarga del monitoreo de los volcanes activos nacionales.
- **Dirección de Sismología:** Se encarga de la permanente vigilancia de la actividad sísmica del país.
- **Unidad SIG Geo-Riesgos:** Maneja la base de datos geográfica de la dirección enfocada a geo-riesgos, además de la salida de toda la información a manera de mapas y servicios de mapas web.

Este estudio se enfoca en una de las actividades primordiales de la Dirección de Geología Aplicada que es la recolección de información sobre inestabilidad de laderas a nivel nacional.

### **1.3.2 Descripción del modelo del negocio actual.**

La descripción del modelo del negocio actual fue recopilada gracias a una entrevista que fue realizada a técnicos del Ineter. Anexo II.

#### **1.3.2.1 Recolección de datos.**

Actualmente la recolección de datos de eventos de inestabilidad de laderas inicia con la notificación de dicho evento, esta notificación se puede dar por medio de periódicos nacionales, por medio de personas que llaman a INETER para notificar el evento o por medio de las alcaldías que también notifican a la institución. De acuerdo con el paraje notificado se buscan incidencia de eventos anteriores para de esta manera controlar el avance de algunos deslizamientos históricos. También se consulta el reporte de lluvias por ser un factor desencadenante crucial.

De acuerdo con la gravedad del evento se solicita la gira de campo como emergencia y se notifica a SINAPRED del peligro, en caso contrario se programa para el calendario de giras del mes próximo. Ya en campo se toman las coordenadas exactas y los respectivos datos según la ficha de recolección de inestabilidad de laderas.

Modelo del negocio y sus acciones asociadas a los actores:

**Técnicos INETER.**

- Buscar incidencias del evento.
- Comprobar datos de lluvias en la zona.
- Validar notificaciones.
- Programar gira de campo.
- Notificar peligro.
- Realizar gira de campo.
- Recolectar datos de campo con ficha.

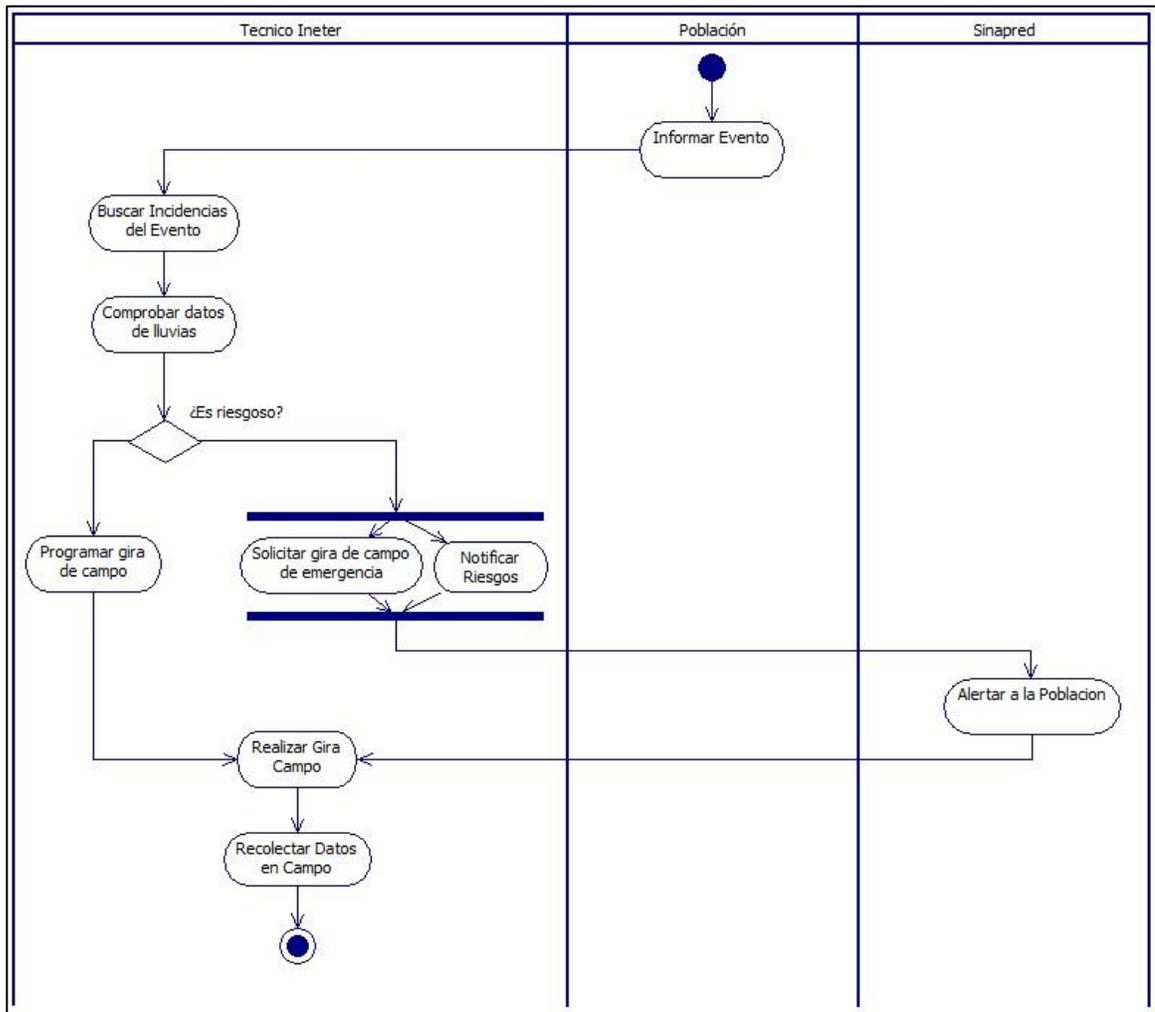
**Población.**

- Notificar evento.

**SINAPRED.**

- Alertar a la población.

Figura 1.1: Diagrama de actividad de recolección de datos.



Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.2.2 Descripción de los procesos del sistema propuesto.

A continuación se describen cada una de las actividades que realizará el sistema en conjunto con el usuario.

**Estas actividades son:**

- Registrar notificaciones y parajes de eventos ocurridos.
- Administrar las notificaciones ingresadas, aprobarlas o denegarlas.
- Gestionar historial de eventos ocurridos por área geográfica, época del año (lluviosa o seca).
- Control y seguimiento de eventos, llenado de los datos de la ficha de campo.
- Control de información por niveles.
- Generar reportes de deslizamiento y zonas afectadas.

**Informes que el sistema proporcionará:**

1. Informe de notificaciones de eventos por mes, por semana, por días.
2. Informe de notificaciones de eventos por año y época (lluviosa o seca.)
3. Informe de notificaciones aprobadas y rechazadas por zona de interés o época (lluviosa o seca) y por año.
4. Informe de deslizamiento por mes, por año, por zona de interés, por época (lluviosa o seca.)
5. Reporte de zonas afectadas por deslizamientos incidentes.
6. Reporte urgente de deslizamiento (emergencia.)
7. Reporte de umbrales por departamento, municipio o zona de interés.

Tabla de cantidad de informes por usuarios.

**Tabla 1.4** Usuarios finales de los reportes del sistema.

<i>Usuarios</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Usuario local	X	x	X	X	X	X	x
Usuario externo				X	X	X	
Población				X	X	X	
Tomadores de decisiones	X	x	X	X	X	X	x

*(Fuente: Elaboración propia.)*

Como se mencionaba en la descripción del proceso actual, unas de las mayores dificultades es la notificación de eventos, ya que el técnico de INETER, encargado de la temática es quien tiene que buscar las incidencias por medios de comunicación o algún contacto en áreas de interés. Con el sistema propuesto, habrá contacto con las alcaldías que están al tanto de las ocurrencias de cualquier evento que ponga en peligro a la población, sobre todo en la zonas urbanas, ellos podrán notificar inmediatamente que se enteren de cualquier evento o incluso si prevén algún peligro por lluvias constantes.

El historial actualmente se lleva en informes en papel, que toma tiempo buscar sobre todo en los momentos de emergencias. Al tener esta información en base de datos, facilita considerablemente la búsqueda de historiales por zona afectada, ya sea para momentos de emergencia o estudios de interés.

Con la facilidad de consultar el historial de eventos, se podrá contribuir a la mejor planificación de trabajo de campo, así cuando una notificación se recibe, dependiendo de las incidencias de ese evento, o la amenaza que este implique a la población se planificará la gira de campo a manera de emergencia o la programación mensual.

Compartir la información a los tomadores de decisiones y la población será una de las facilidades del sistema, se publicarán los informes en línea, para que los pobladores y los tomadores de decisiones puedan consultarlos, con la seguridad que es información actualizada y verás.

### **1.3.3 Beneficios tangibles:**

Son aquellas ventajas económicas cuantificables que obtiene la organización a través del uso del nuevo sistema. Estas son:

- Historial de eventos actualizado y disponible con fácil acceso.
- Se podrá analizar la información para estudios de mitigación de riesgos en zonas específicas.
- Reducción en los gastos de mano de obra empleados en las labores de obtención y procesamiento de la información y gestión de cursos, debido al incremento en la velocidad del proceso y a su precisión.
- Generación de informes actualizados para todos los involucrados.

#### **1.3.4 Beneficios intangibles.**

- Se apoyará a los técnicos de Ineter con la obtención de la información ya que las alcaldías se involucran en el proceso de notificación.
- Se podrá conocer de una manera más práctica cual es la situación de los eventos registrados.
- Exactitud y precisión en la información procesada.
- Mejora del tiempo de respuesta hacia usuarios.
- Disponibilidad de la información en cualquier momento y desde cualquier lugar que disponga conectividad a Internet.
- Mejor utilización de los recursos de la institución.
- Mayor competitividad.
- Incremento de la satisfacción de los usuarios, sobre todo tomadores de decisiones al tener la información disponible y accesible de manera fácil y rápida.

#### **1.3.5 Análisis de requerimientos.**

Conociendo los actores del sistema y estando claro de la amplia ubicación demográfica de estos, el sistema debe ser en línea. Además de fácil acceso y comprensible a la población.

### 1.3.5.1 Identificación de requerimientos funcionales.

Los requerimientos funcionales definen las funciones que el sistema será capaz de realizar. De igual manera, explican la manera en la que el sistema debe reaccionar a entradas particulares y como debe comportarse en situaciones particulares.

Los requerimientos funcionales de SIMOLAD son los siguientes:

**Tabla 1.5.** *Requisitos funcionales preliminares del sistema.*

Código	Descripción del requisito	Usuario
RF-001	Debe permitir a los usuarios ingresar su usuario y contraseña para acceder al sistema.	Todos.
RF-002	Permitir registrar nuevos usuarios al sistema con roles especificados para el acceso al mismo.	Administrador.
RF-003	Validar si ya existe un usuario con los datos que se ingresen.	Administrador.
RF-004	Dar de baja cualquier usuario registrado en el sistema.	Administrador.
RF-005	Debe permitir modificar datos de cualquier usuario.	Administrador.
RF-006	SIMOLAD debe permitir que los usuarios ingresen a la página principal, para registrar los datos recolectados en la ficha correspondiente.	Todos.
RF-007	El usuario interno de INETER revisará las notificaciones recibidas, para dar orden de prioridad de visita y comprobar la notificación del lanzamiento.	Usuario interno.
RF-008	SIMOLAD guardará todos los datos ingresados por los usuario externos e internos, así como permitir al usuario interno actualizar cada uno de los catálogos existentes en la base de datos.	Todos.
RF-009	Una vez confirmada la notificación se deberá ir a una gira de campo para comprobar y recopilar la información en la ficha técnica del deslizamiento, la cual será guardada en SIMOLAD para su posterior procesamiento.	Usuario externo.

Código	Descripción del requisito	Usuario
RF-010	SIMOLAD permitirá obtener reportes de deslizamientos por época del año, etc.	Administrador.
RF-011	SIMOLAD no permitirá a los usuarios externos al INETER el ingreso y modificación de información contenida en los catálogos y datos técnicos de los eventos.	Administrador.
RF-012	SIMOLAD brindará información necesaria e imprescindible al momento de toma de decisiones en cualquier evento de esta índole a instituciones como el SINAPRED, INETER Y COMISIONES en alcaldías.	Todos.
RF-013	SIMOLAD brindará reportes de eventos por zonas de interés a los usuarios internos y externos.	Todos.
RF-014	Poseer un manual de ayuda, mediante el cual el usuario puede guiarse para un mejor uso del sistema.	Administrador.
RF-015	Dar de baja algún registro de usuario en caso de retiro o reemplazo.	Administrador.
RF-016	Mostrar un mensaje de autenticación fallida cada vez que el alias y la contraseña sean incorrectos.	Desarrollador
RF-017	El sistema deberá generar reportes específicos para los usuarios.	Desarrollador
RF-018	Validar la información contenida en los formularios. Durante este proceso, se deben tener en cuenta aspectos tales como la obligatoriedad de campos, longitud permitida de caracteres por campo, etc.	Desarrollador

**Fuente:** Elaboración propia.

### 1.3.5.2 Identificación de requerimientos no funcionales.

Los requerimientos no funcionales son aquellos requerimientos que no se refieren directamente a las funciones específicas que proporciona el sistema, sino a las propiedades emergentes de este, tales como fiabilidad y tiempo de respuesta. De forma alterna, también definen las restricciones del sistema.

Los requerimientos no funcionales pueden venir de las características requeridas del software(requerimiento del producto), de la organización que desarrolla el software(requerimientos organizacionales) o de fuentes externas.

- Requisitos del producto: Especifican el comportamiento del producto, tales como: requisitos de rendimiento en la rapidez de ejecución del sistema, memoria requerida, fiabilidad, portabilidad y usabilidad.
- Requisitos organizacionales: Derivan de políticas y procedimientos existentes en la organización del cliente y en la del desarrollador. Entre ellos están los requerimientos de entrega y de implementación.
- Requisitos externos: Incluye los requerimientos que se derivan de los factores externos al sistema y de su proceso de desarrollo.

De acuerdo con esta definición los requerimientos no funcionales de SIMOLAD son las siguientes:

**Tabla 1.6:** *Requisitos no funcionales del sistema.*

<b>Código</b>	<b>Descripción del requisito</b>	<b>Usuario</b>	<b>Medio</b>
RNF-001	El sistema debe ser diseñado según la arquitectura cliente-servidor.	Desarrollador	En línea
RNF-002	El sistema debe tener interfaces gráficas de administración y de operación en idioma Español y totalmente en ambiente web.	Desarrollador	En línea
RNF-003	Ser de fácil uso y entrenamiento por parte de los usuarios, así como de fácil adaptación de la entidad con el mismo.	Desarrollador	En línea

<b>Código</b>	<b>Descripción del requisito</b>	<b>Usuario</b>	<b>Medio</b>
RNF-004	La base de datos para el almacenamiento de los datos de la aplicación, debe ser el sistema gestor de bases de datos Postgre SQL.	Desarrollador	En línea
RNF-005	El sistema debe presentar mensajes de error de fácil comprensión.	Desarrollador	En línea
RNF-006	La aplicación deberá desarrollarse bajo software libre, utilizando el lenguaje de programación Ruby 2.3.6 y utilizar el estándar para HTML 5 y CSS 3 en el diseño de las páginas web.	Desarrollador	En línea
RNF-007	Imprimir los reportes consultados.	Todos	En línea
RNF-008	El sistema debe poseer botones estándar de navegación (nuevo, modificar, salir, guardar, imprimir, consultar, eliminar.)	Todos	En línea
RNF-009	Cada usuario del sistema tendrá asignado un determinado perfil, con el cual se podrá activar las funciones u opciones que se pueda realizar dentro del sistema.	Todos	En línea
RNF-010	Debe garantizarse la disponibilidad para que el usuario pueda registrar los datos.	Desarrollador	En línea
RNF-011	SIMOLAD, será diseñado de tal manera que pueda ser modificado.	Desarrollador	En línea
RNF-012	Debe ser de fácil mantenimiento, con el fin de corregir defectos y atender demandas del entorno.	Desarrollador	En línea
RNF-013	El sistema debe captar la información que le es introducida desde el teclado.	Desarrollador	En línea
RNF-014	Debe ser fácil de usar y accesible al personal que lo usará.	Todos.	En línea
RNF-015	Podrá ser ejecutado en navegadores web como Internet Explorer 7.0, Mozilla Firefox 56.0, Google Chrome 61.0.3163.100, Opera 48, etc.	Desarrollador	En línea

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **1.4. Estudio económico.**

Para el estudio de evaluación económica se utilizó el modelo de estimación de costos COCOMO, por medio del cual se calculó el esfuerzo, tiempo y recursos necesarios para el desarrollo del sistema.

Con el COCOMO se obtuvo un tiempo de desarrollo del sistema en 6 meses y 18 días según anexo IV, y de igual manera se determinó la cantidad de personas siendo el resultado 2 personas para ejecutar el proyecto. El costo de este proyecto sería de C\$131,962.

## CAPÍTULO II: DISEÑO DEL SISTEMA.

Al lograr identificar los requerimientos necesarios para construir el sistema de información, se procede a elaborar el modelo funcional del sistema propuesto.

De acuerdo con la metodología UML y UWE se realizaron los siguientes diagramas y modelos, que sirven para describir el sistema desarrollado.

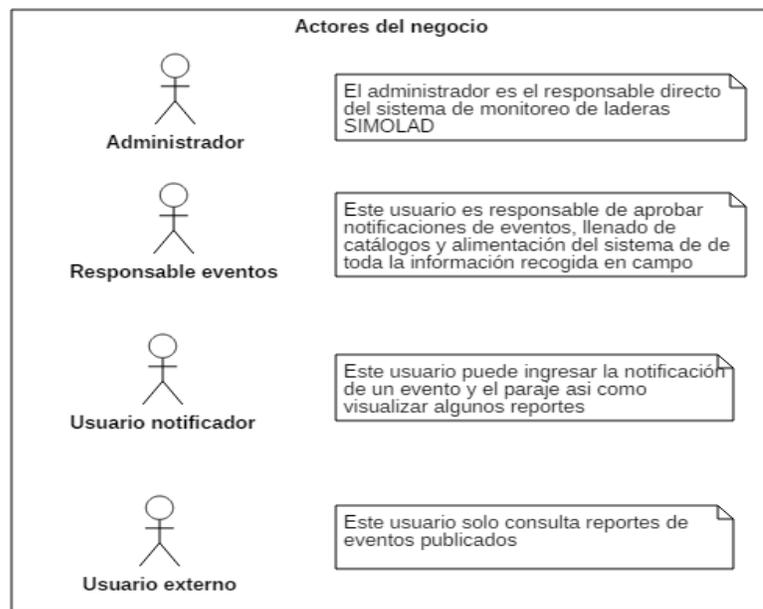
### METODOLOGIA UML

#### 2.1 Modelo de casos de uso.

En este modelo se representan las diferentes pantallas a las que el usuario tendrá acceso. El usuario podrá acceder a las diferentes opciones basándose en el tipo de permiso que posea, cada una de estas opciones se tomó en cuenta como un caso de uso diferente.

Los usuarios involucrados en el sistema, se describen a continuación como actores del negocio:

**Figura 2.1.** Actores del sistema.



**Fuente:** Elaboración propia

Esto se hizo para:

1. Identificar los actores o interesados que están involucrados en el sistema.
2. Definir los roles y responsabilidades de aquellos actores que integrarán el equipo de trabajo.

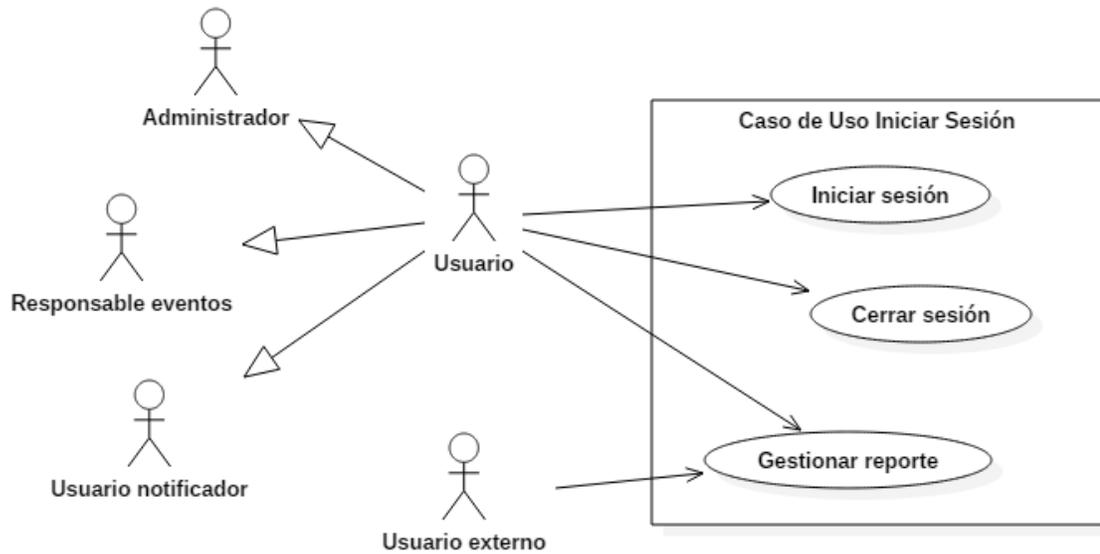
Los actores son usuarios del sistema en desarrollo. Cada actor tendrá un rol bien definido, y en el contexto de ese rol tendrá iteraciones con diferentes pantallas del sistema. Una persona puede realizar el rol de más de un actor, a pesar de que sólo asume un rol durante una interacción de caso de uso.

El administrador del sistema administra usuarios, roles y perfiles de usuarios. El responsable de eventos está encargado de ingresar y validar notificaciones así como ingresar los datos que se recolecten en campo del evento, estos dos primeros usuarios pertenecen estrictamente a la institución.

El usuario notificador, son usuarios que abarcan personas fuera de la institución, como las municipalidades, estos se encargarán de notificar eventos en sus jurisdicciones y dar ubicaciones próximas, el usuario responsable de eventos valida estas notificaciones. Y como último usuario tenemos al usuario externo, este es cualquier persona que consulte el sistema en busca de la información que este pública, no necesita tener un perfil en el sistema.

Como se puede ver en la figura 2.2 Los usuarios pueden iniciar sesión en el sistema a excepción del usuario externo que es un usuario que solo puede consultar la información pública de sistema.

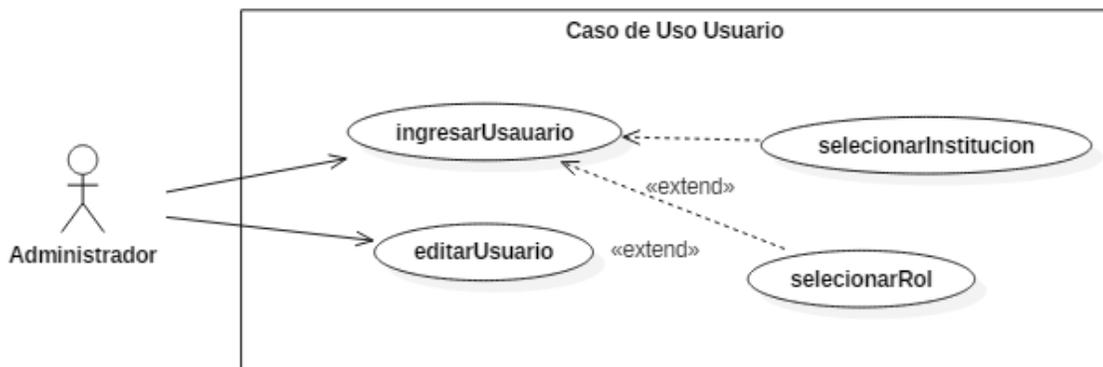
**Figura 2.2:** Caso de uso iniciar sesión



**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 2.3, se observa que el administrador del sistema gestiona los usuarios, los roles y los asigna a ellos; además edita su información en caso necesario. En caso de inhabilitar el usuario, en edición se le puede dar de baja.

**Figura 2.3:** Caso de uso Usuario.

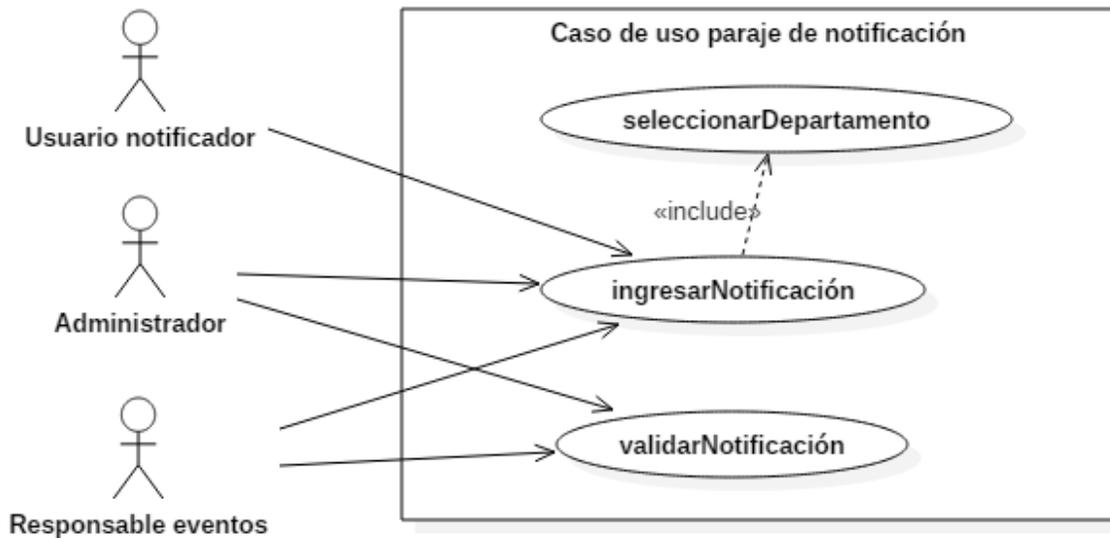


**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 2.4 está el caso de uso para la notificación de eventos de deslizamiento. Este caso es la primordial en el sistema ya que este dato es un identificador de cada evento. En este caso pueden registrar notificaciones el administrador del sistema, el usuario notificador y el usuario responsable de

eventos de los cuales los dos últimos pueden validar la notificación para que esta pueda estar disponible para el llenado de la información de la ficha de recolección de datos. La condición para que la notificación pueda validarse es que esta tenga información de paraje.

. **Figura 2.4:** Casos de uso notificación.

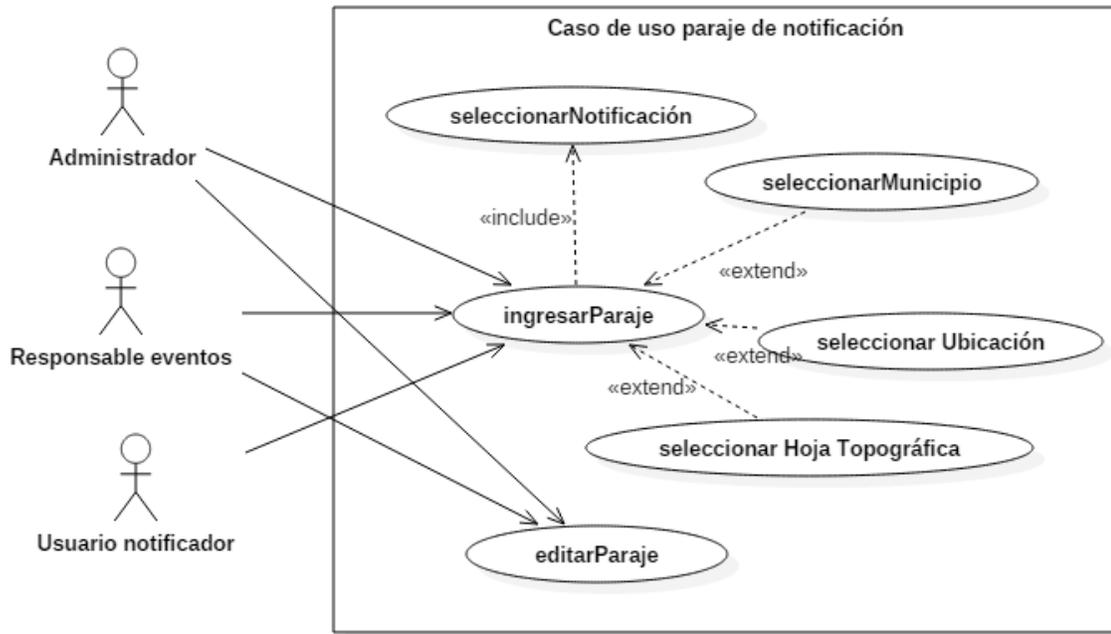


**Fuente:** Elaboración propia.

Los siguientes casos de uso son para el llenado de la ficha, una vez que se ingresó la notificación de evento y se validó la notificación, se procede a ir a campo a recolectar los datos para alimentar al sistema. De los siguientes casos de uso el usuario notificador solo tendrá acceso al ingreso del paraje de la notificación. De ahí los siguientes casos de uso solo pueden ser relacionados al usuario administrador y responsable de eventos.

En la figura 2.5 se observa el caso de uso paraje de notificación, el paraje se entiende como los detalles de la ubicación del evento, ejemplo de ellos son coordenadas geográficas, municipio, ubicación y vías de acceso.

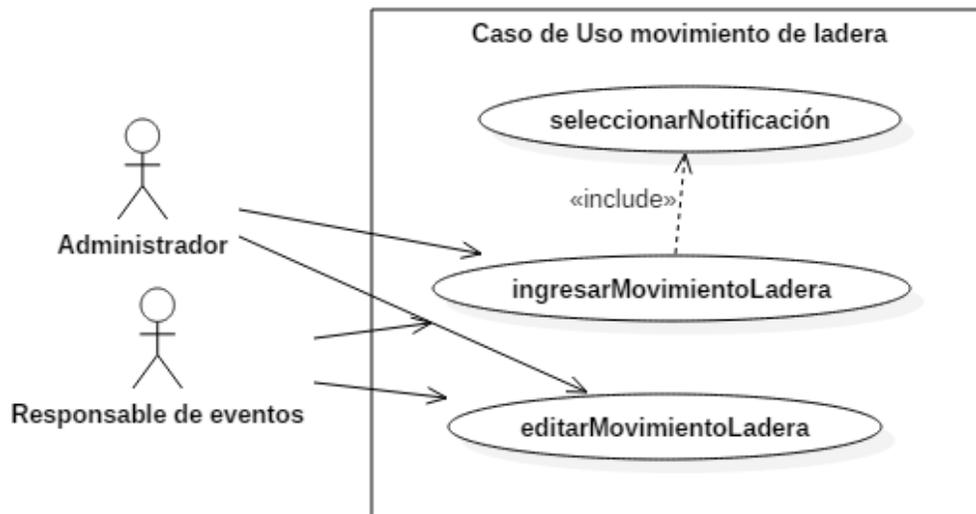
**Figura 2.5:** Casos de uso paraje de notificación



. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.6 podemos ver el caso de uso movimiento de ladera. Para ingresar la característica del movimiento del evento, es necesario seleccionar un tipo de movimiento, la edad del movimiento si se tiene datos de este, el grado de actividad y el grado de desarrollo y la velocidad.

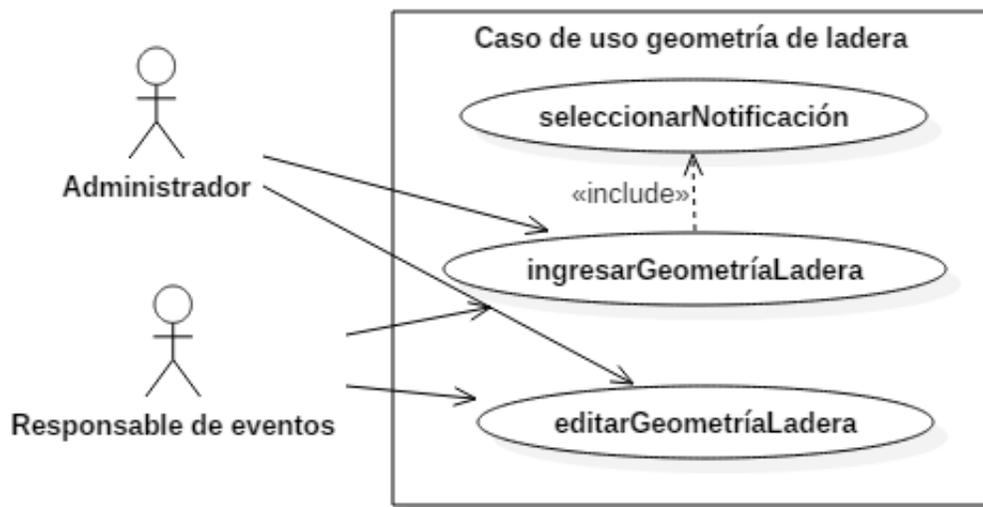
**Figura 2.6:** Casos de uso movimiento de ladera.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.7 se observa el caso de uso geometría de ladera. Se selecciona la notificación previamente validada para ingresar los datos correspondientes de dicho evento. Se selecciona la forma y ubicación de la rotura de la ladera presente en la geometría del área inestable, además de grados, longitudes y volúmenes estimados de material.

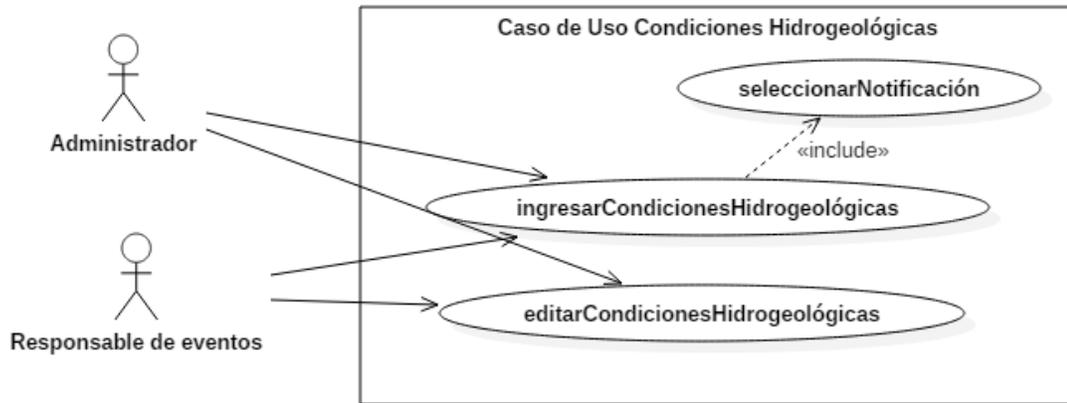
**Figura 2.7:** Casos de uso geometría de ladera.



**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 2.8 está el caso de uso condiciones hidrogeológicas. En este caso de uso se ingresa la geometría de la ladera del evento seleccionado, entre estos datos está el comportamiento hidrogeológico de materias y las condiciones de drenaje además de otras características presentes.

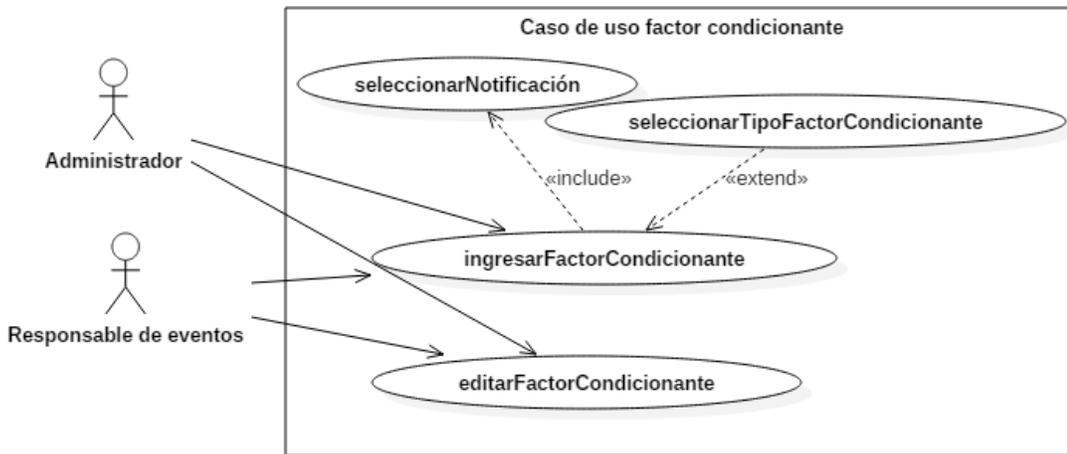
**Figura 2.8:** Caso de uso Condiciones Hidrogeológicas.



**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 2.9 podemos ver el caso de uso factor condicionante. Para ingresar el factor condicionante de dicho evento se selecciona el tipo de factor condicionante presente en dicho evento y observaciones presentes en el evento.

**Figura 2.9:** Casos de uso factor condicionante.

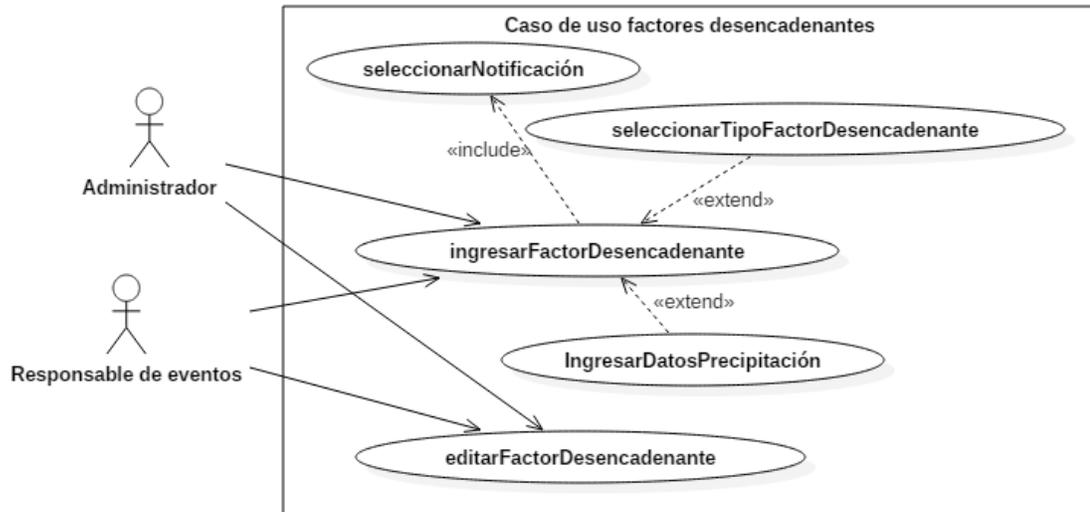


**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 2.10 está el caso de uso factor desencadenante. Para ingresar el factor desencadenante de dicho evento se selecciona el tipo de factor desencadenante que generó dicho evento. En caso que no se presente un factor desencadenante se selecciona la opción no aplica. Si el factor desencadenante

tiene que ver con precipitación, está la opción para agregar el dato de dicha precipitación.

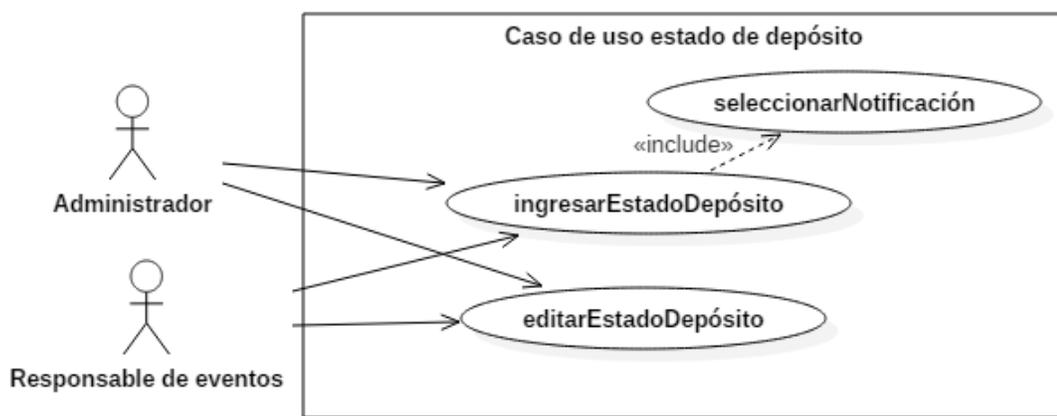
**Figura 2.10:** Casos de uso factor desencadenante.



. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.11 tenemos el caso de uso estado del depósito. Características del depósito y la cabecera del deslizamiento.

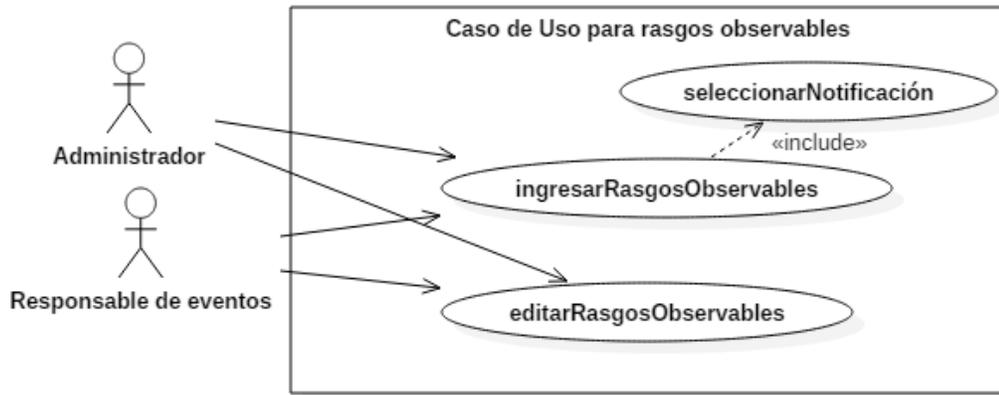
**Figura 2.11:** Casos de estado de depósito.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.12 está el caso de uso rasgos observables sobre del depósito, en este caso de uso los usuarios ingresan los datos como cobertura de vegetación.

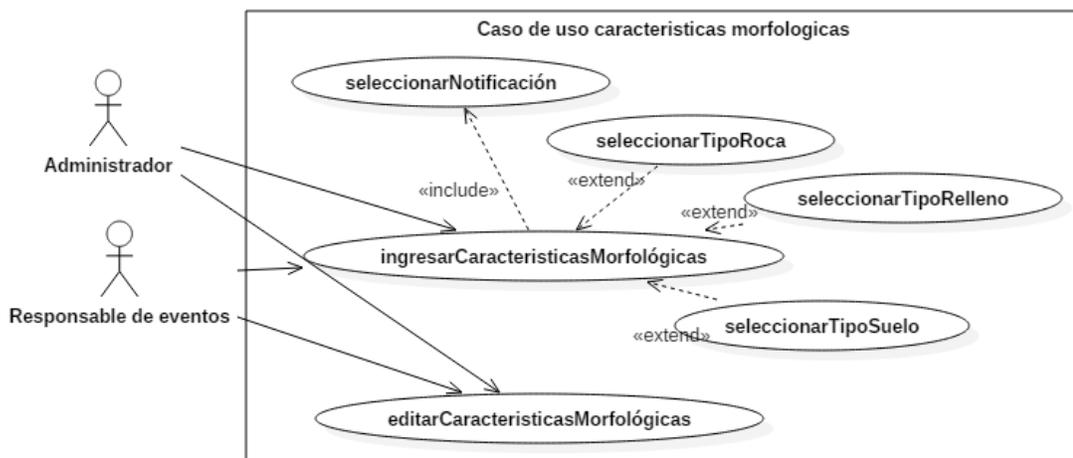
**Figura 2.12:** Casos de uso rasgos observables.



**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 2.13 está el caso de uso características morfológicas, en este caso de uso se ingresan datos como tipo de roca, tipo de relleno y tipo de uso de suelo, además de datos como grados de fracturación observados en el deslizamiento.

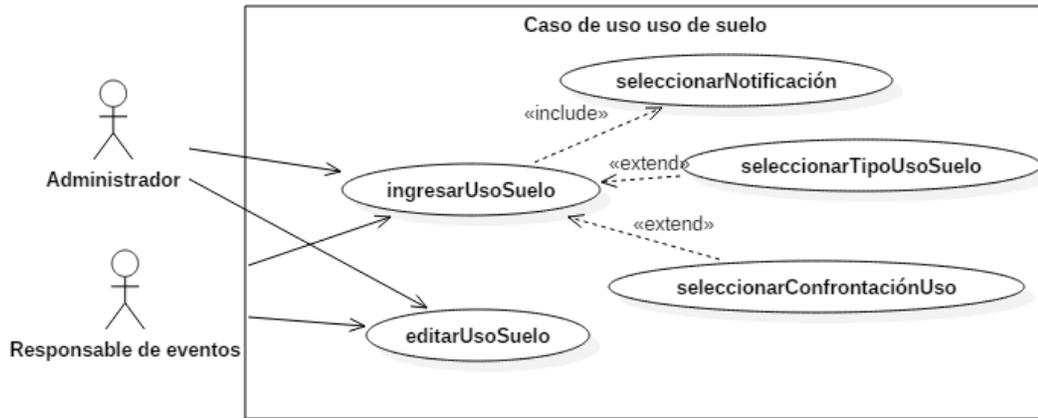
**Figura 2.13:** Casos de uso características morfológicas



**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 2.14 está el caso de uso, uso de suelo, en este caso de uso, se guardan características del suelo donde ocurrió el evento de deslizamiento y el uso que ese suelo estaba teniendo como ejemplo sombra o ganadería.

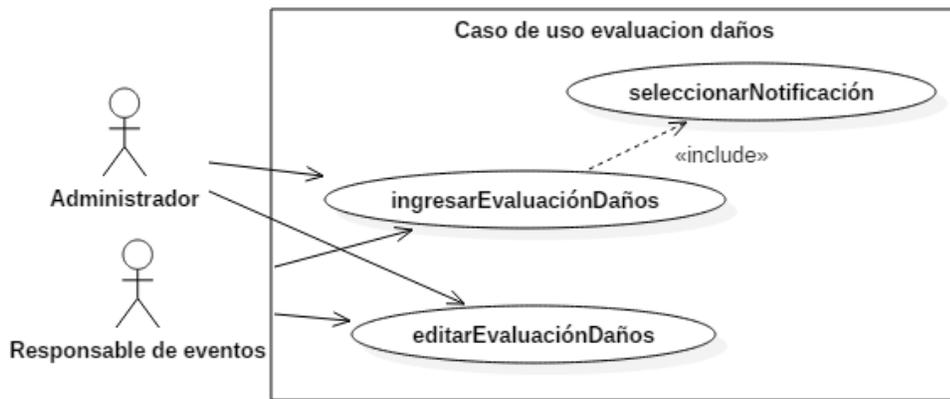
**Figura 2.14:** Casos de uso, uso de suelo



. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.15 tenemos el caso de uso evaluación de daños, si el deslizamiento fue cerca de alguna infraestructura se puede registrar.

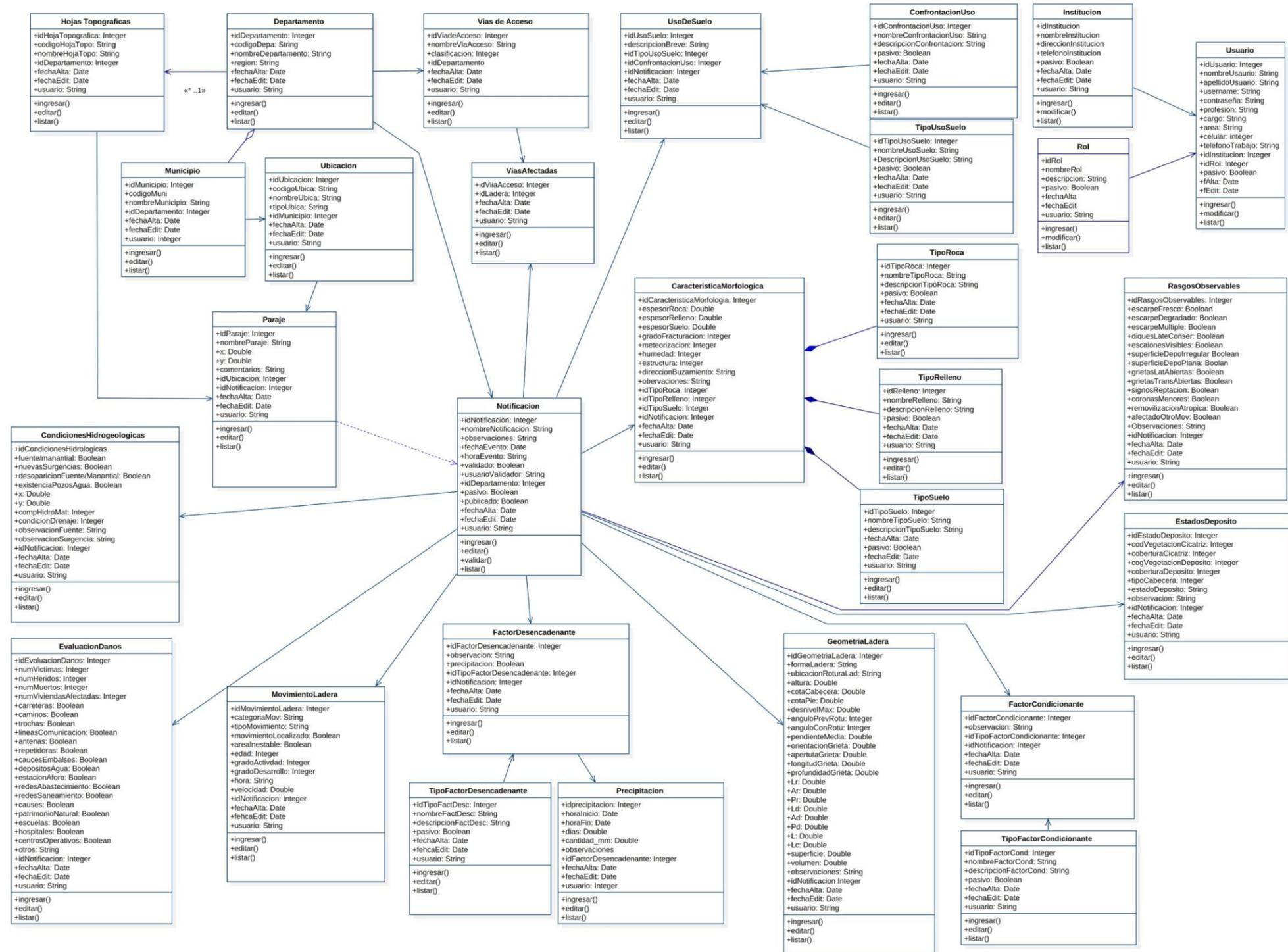
**Figura 2.15:** Casos de uso evaluación de daños.



Fuente: Elaboración propia.

## **2.2 Diagrama de clases**

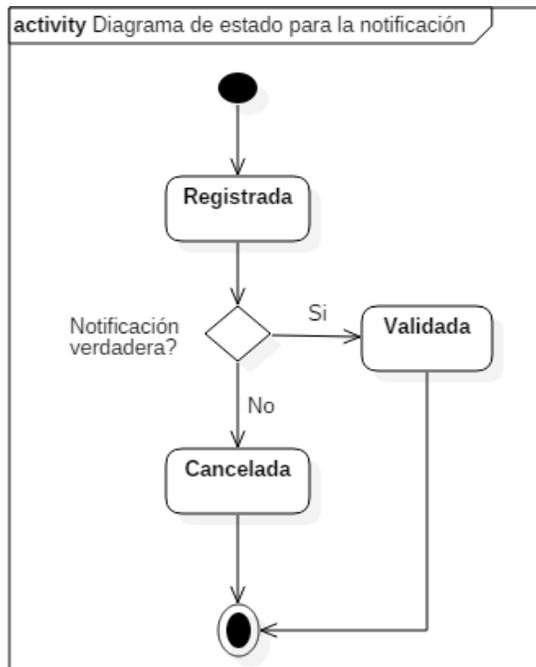
Para construir el diagrama de clases (ver la siguiente ilustración, figura 2.16), se realizó el análisis de clases para comprender cada una de las clases que surjan, identificando las responsabilidades que tienen asociadas, sus atributos y la relación entre ellas.



## 2.3 Diagrama de estado

La notificación es la única que tendrá una variación de estados en el sistema, ya que de ser registrada puede pasar a estar cancelada si no es verdadera, de lo contrario pasa a validarse y a registrarse las características al evento guardado.

**Figura 2.17.** Diagrama de estado para la notificación.



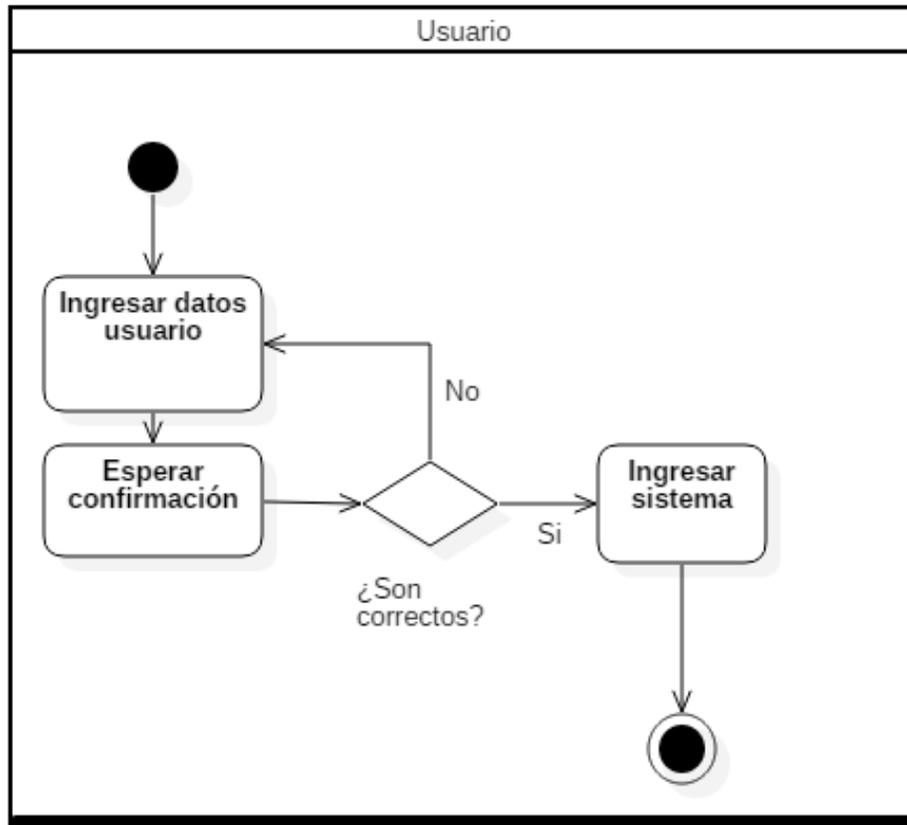
**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.4 Diagrama de actividad

Un diagrama de actividad muestra un proceso de software como un flujo de trabajo a través de una serie de acciones. Las personas, los componentes de software o los equipos pueden realizar estas acciones.

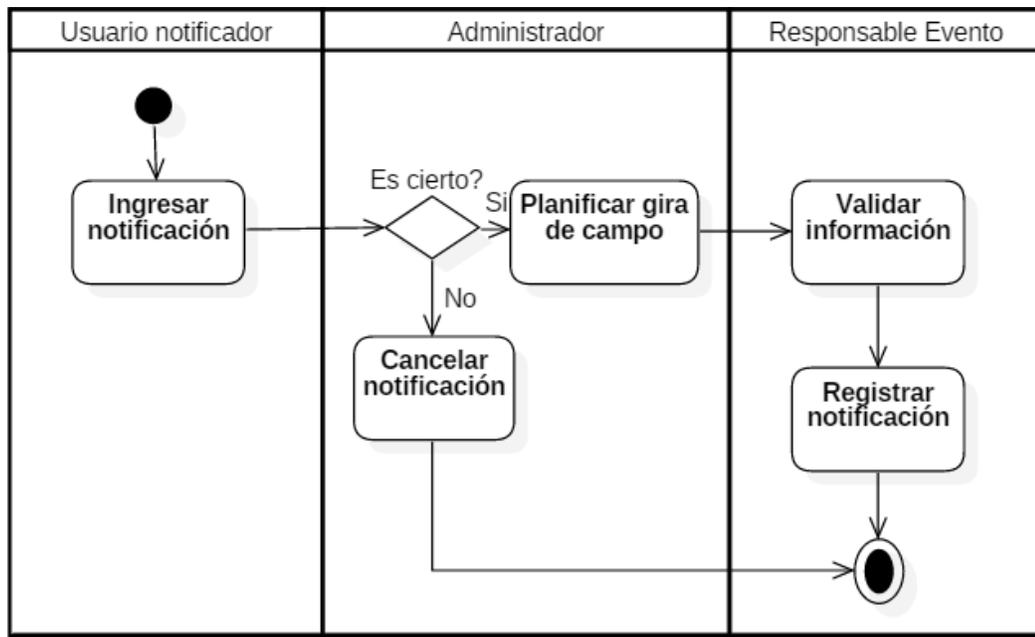
Se utilizó el diagrama de actividad para describir los pasos que se realizan en un caso de uso. Ver anexo V.

Figura 2.18 Diagrama de actividad para el inicio de sesión.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.19 Diagrama de actividad para el ingreso de notificación.



Fuente: Elaboración propia.

## 2.5 Diagramas de secuencia.

El diagrama de secuencia es un tipo de diagrama usado para modelar interacción entre objetos en un sistema. Muestra la forma en que los objetos se comunican entre sí al transcurrir el tiempo. (Ver anexo VI)

## METODOLOGÍA UWE.

## 2.6 Modelo Conceptual

Es un diagrama de clases necesarias para conceptualizar el dominio de información de la aplicación, da pauta para las relaciones en el diagrama de navegación

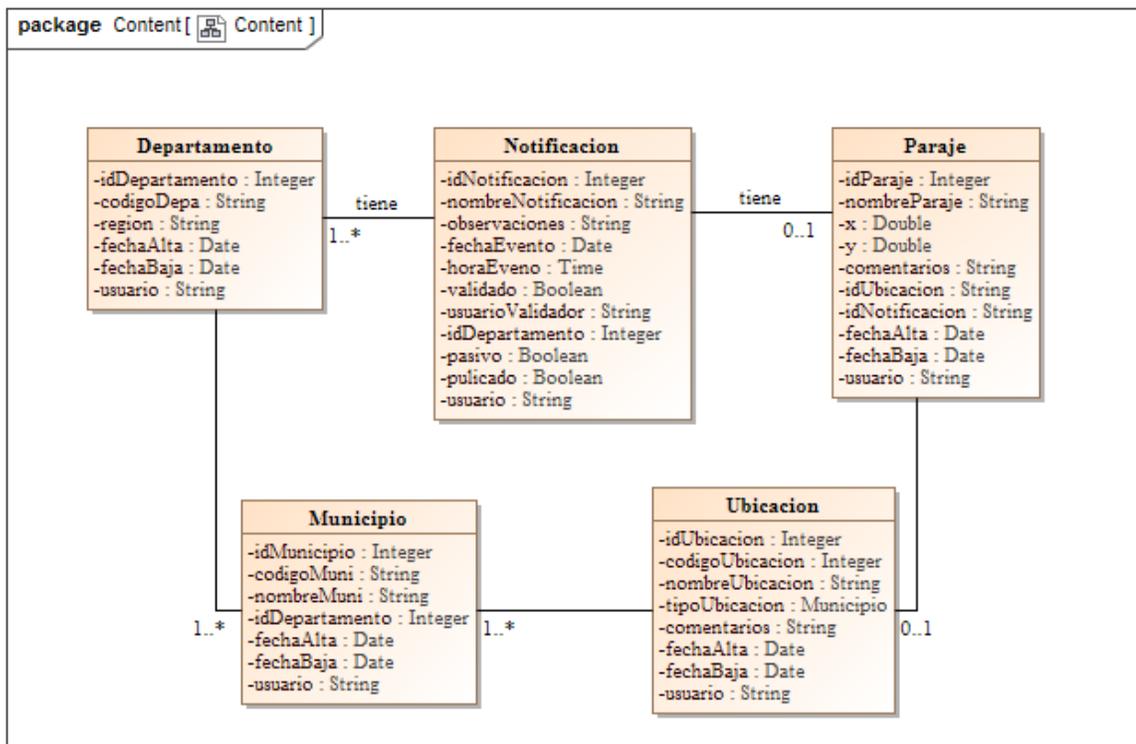


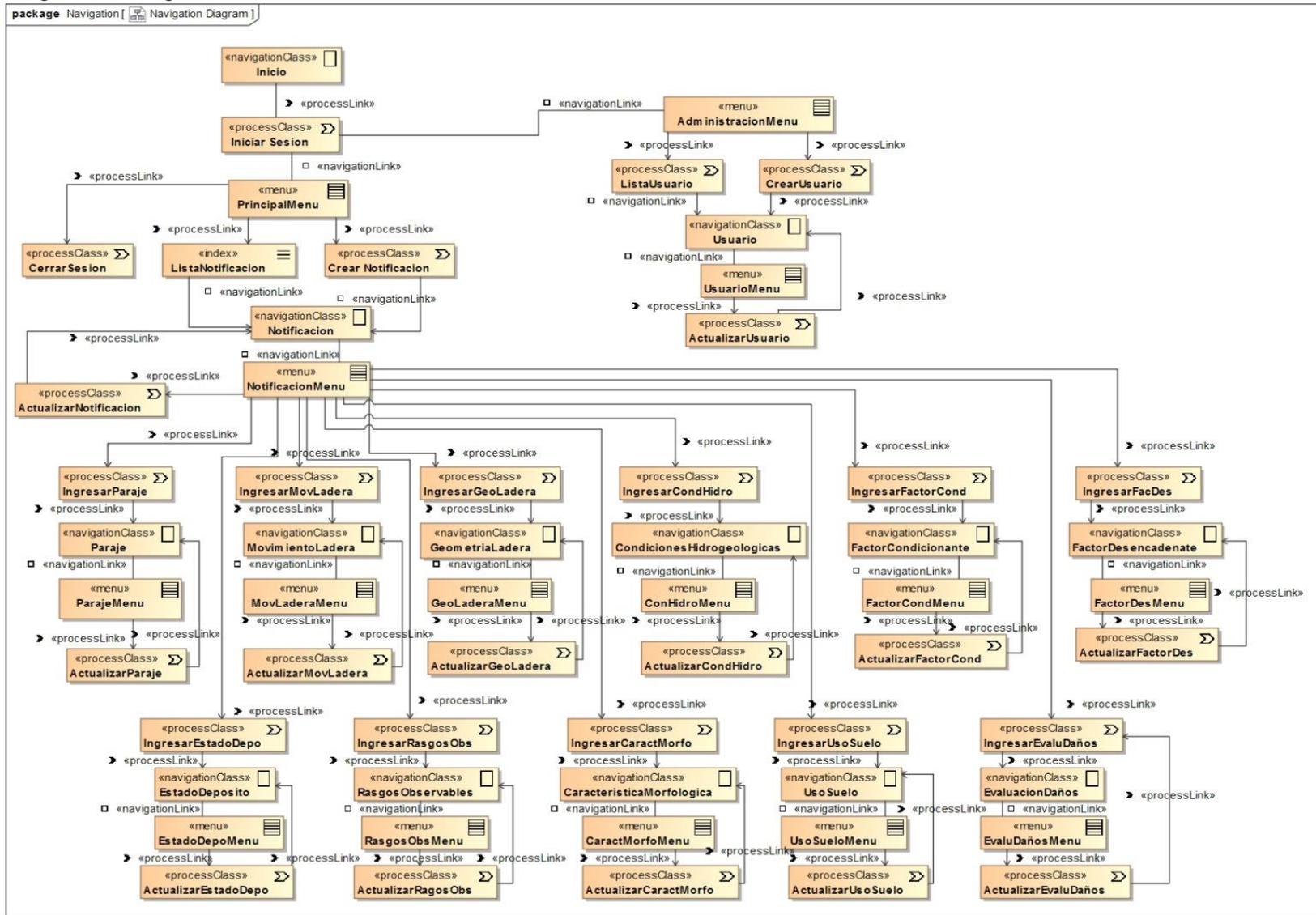
Figura 2.20 Diagrama conceptual.

## **2.7. Modelo de navegación**

En los sistemas de información web se necesita saber cómo se enlazarán las páginas, mediante un diagrama de navegación se especifican los nodos y enlaces que el sistema contiene.

La siguiente figura muestra el diagrama navegacional del administrador que accede a la mayoría de las pantallas. El diagrama navegacional para los demás usuarios están en los anexos VII.

Figura 2.20 Diagrama navegacional del administrador.

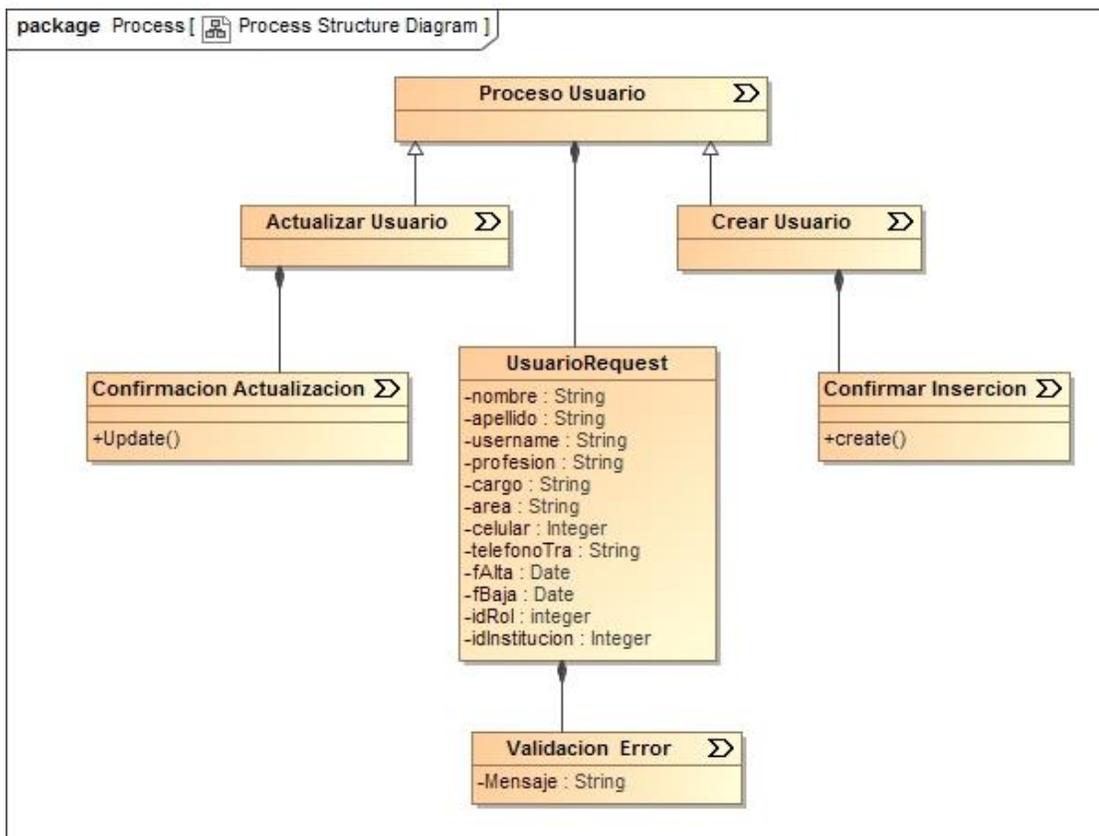


## 2.8 Modelo de procesos.

En la comprensión de los aspectos que tienen las acciones de las clases de proceso en el sistema de información se desarrolló el modelo de proceso, donde está comprendido el modelo de estructura de proceso describiendo las relaciones entre las diferentes clases de proceso y el modelo de flujo de proceso que especifica las actividades de cada clase de proceso. Ver anexo VIII.

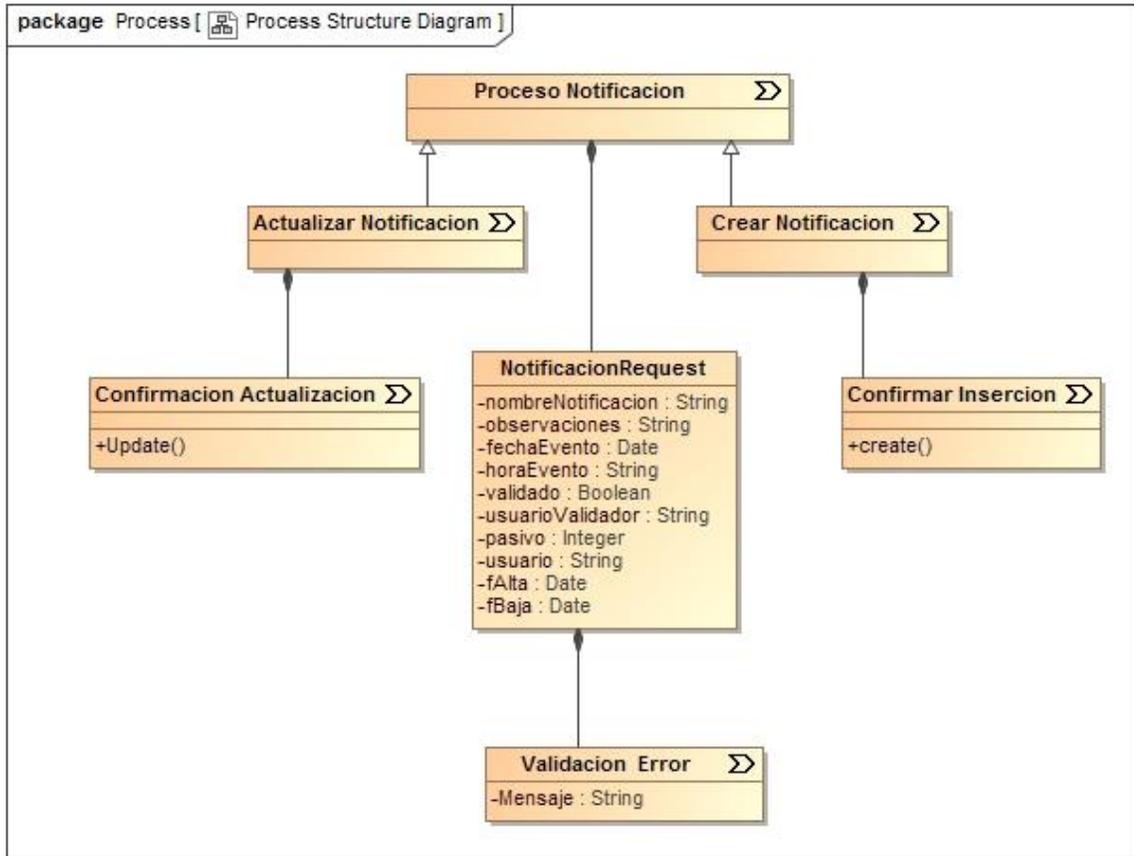
### 2.8.1 Modelos de estructura de procesos.

**Figura 2.22** Diagrama de estructura de proceso para el usuario.



**Fuente:** Elaboración propia.

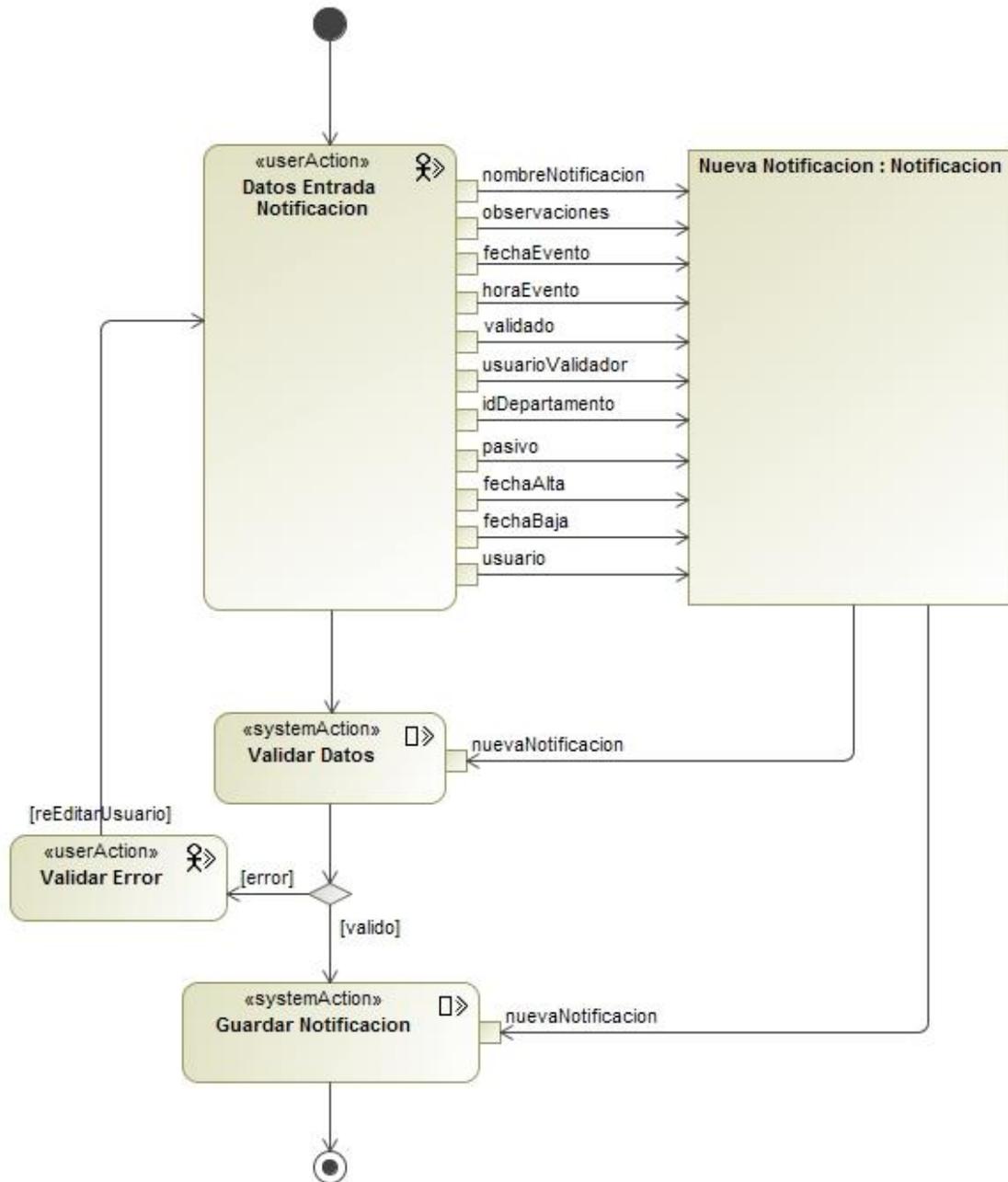
**Figura 2.23** Diagrama de estructura de proceso para el ingreso de la notificación.



**Fuente:** Elaboración propia.

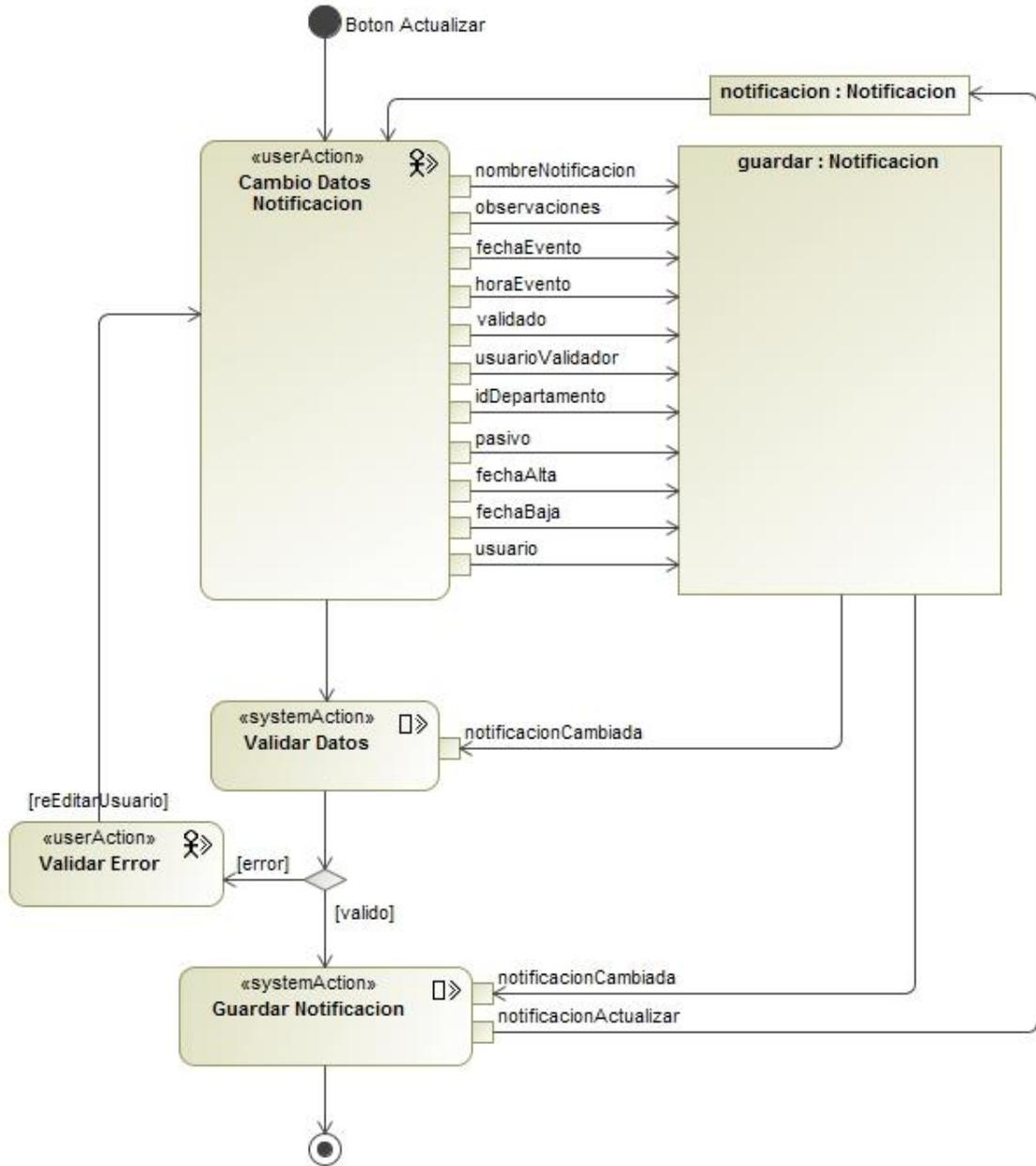
## 2.8.2 Modelos de flujo de procesos.

Figura 2.24 Diagrama de flujo de proceso para crear notificación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.25 Diagrama de flujo de proceso para actualizar notificación.

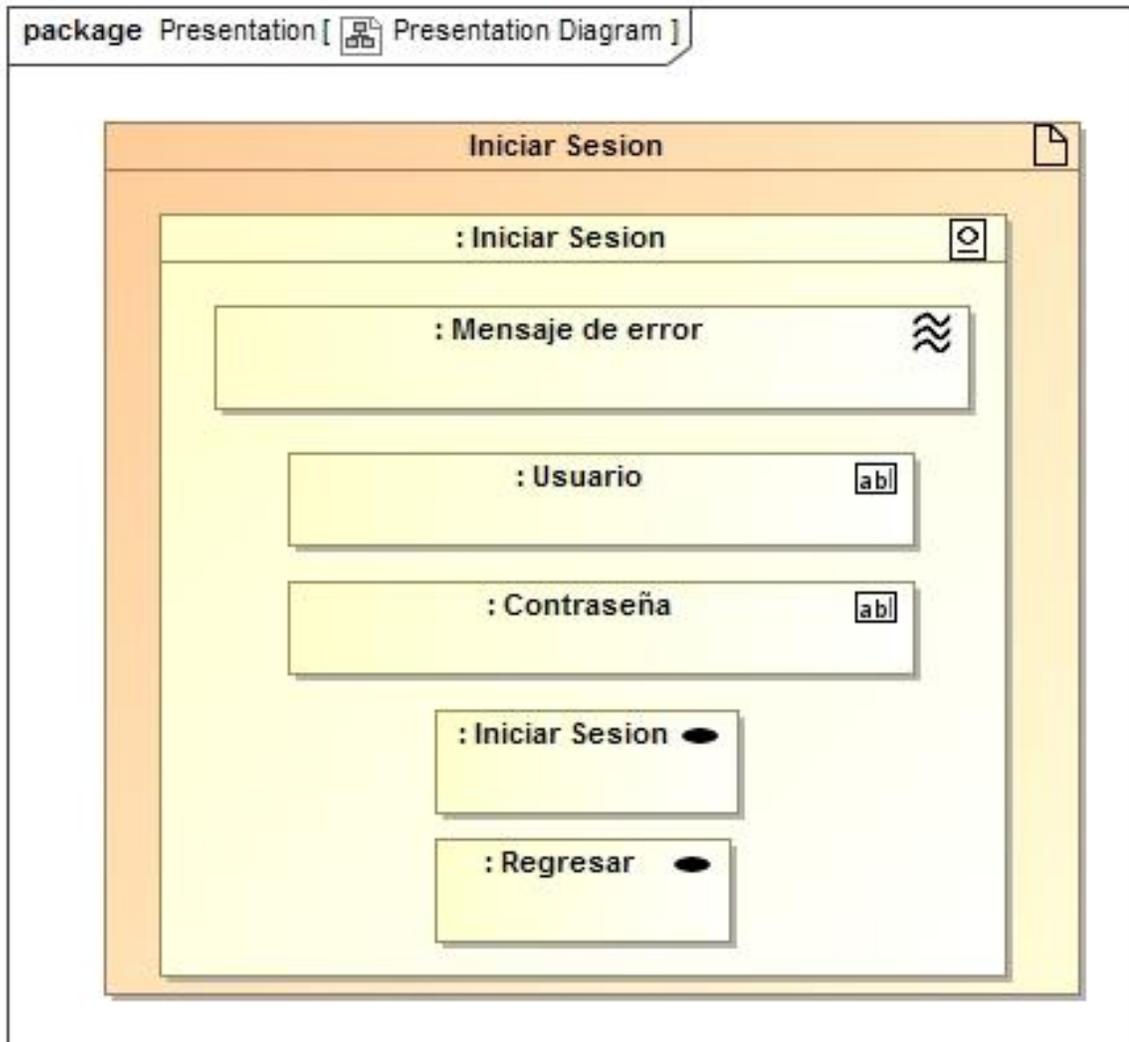


Fuente: Elaboración propia.

## 2.9 Modelo de presentación

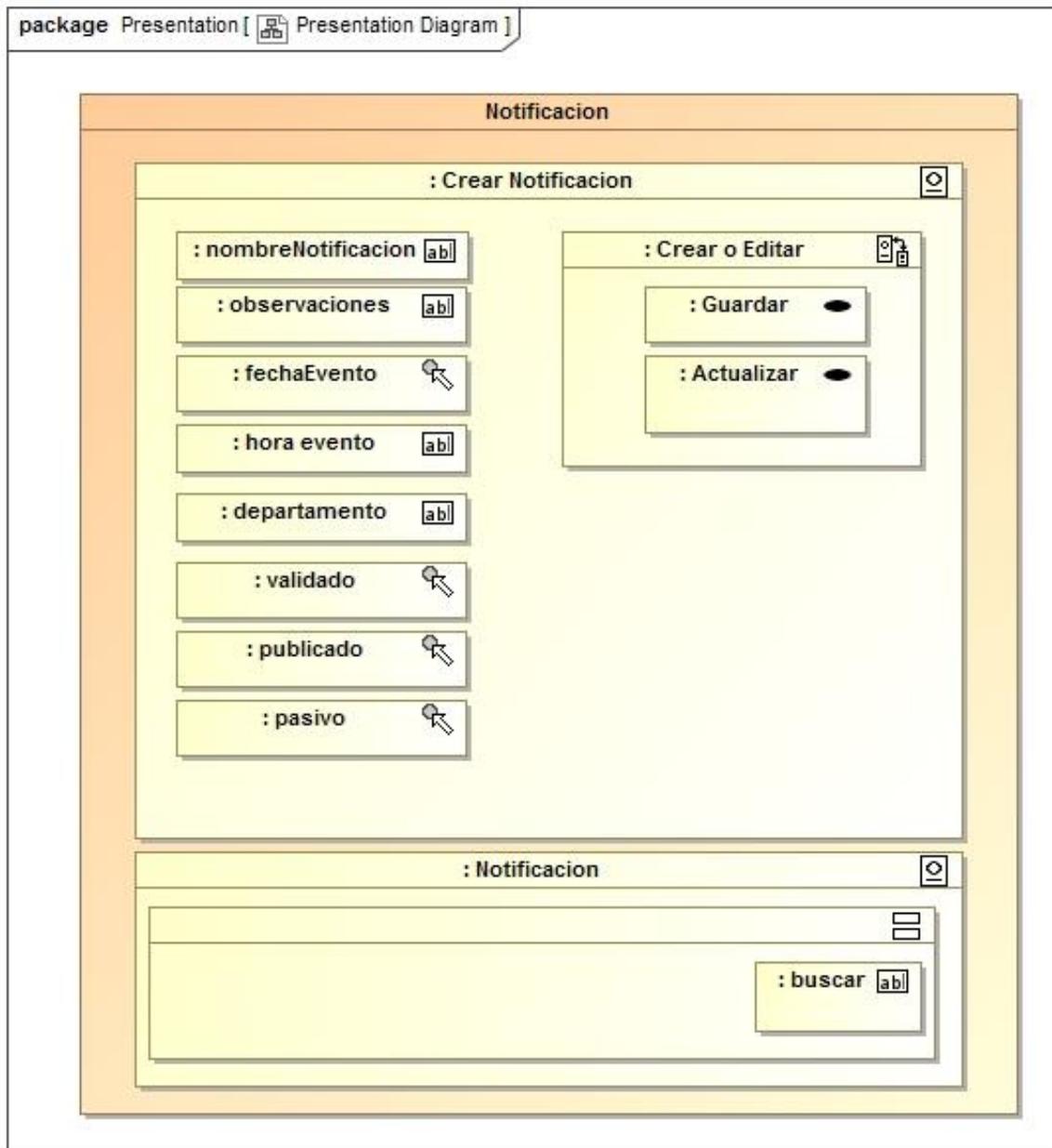
El modelo de navegación indica cuales son las clases de navegación que pertenecen al sistema de información web; para poder representar cada una de las clases y expresar los elementos ubicados en el sistema, se elaboraron los diagramas de presentación. Ver anexo IX.

**Figura 2.26** Diagrama de presentación para el inicio de sesión.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 2.27** Diagrama de presentación para el ingreso de notificación.

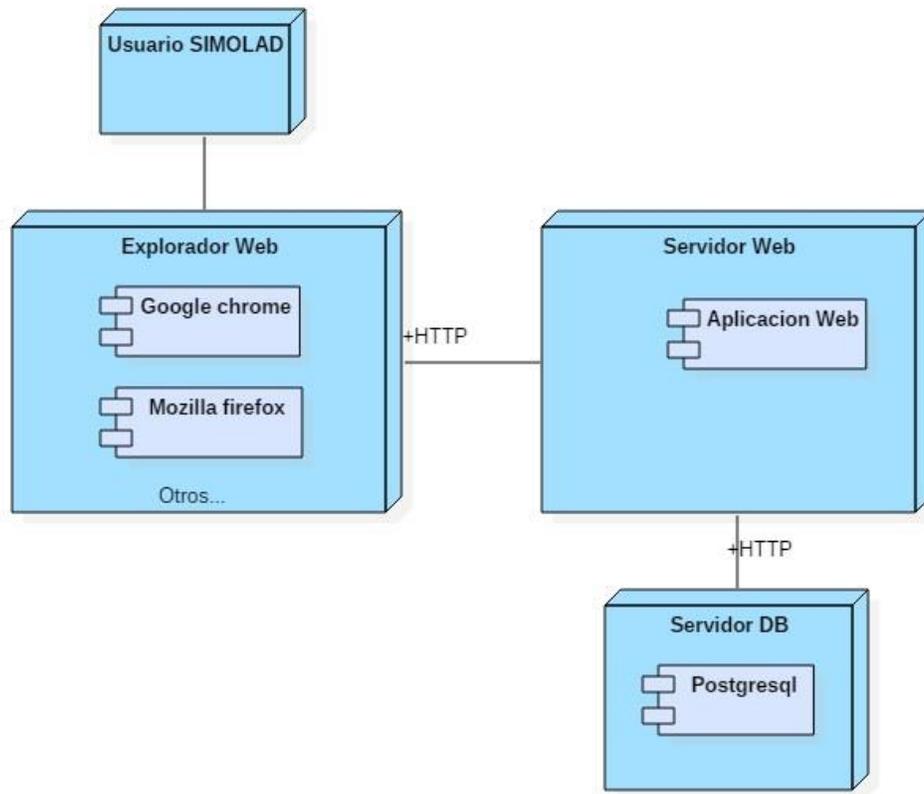


**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.10 Diagrama de despliegue.

Para modelar la disposición física de los artefactos del sistema de información mediante nodos o plataformas de hardware, se representó gráficamente con un diagrama de despliegue.

**Figura 2.28** Diagrama de despliegue.



**Fuente:** Elaboración propia.

## **Conclusiones.**

Mediante la realización de este proyecto se llegó a las siguientes conclusiones:

- Por medio de entrevistas, revisión documental y observación directa se obtuvo la información necesaria para construir el sistema de información de acuerdo con los requerimientos y necesidades del modelo de negocio.
- Se determinó con los datos analizados en el modelo constructivo de costo (COCOMO) que para llevar a cabo el desarrollo del sistema se necesitan 2 personas en un tiempo de 6 meses y 18 días, con un costo total de C\$131962.
- Logrando una correcta implementación del Proceso Unificado de Racional (RUP) se obtuvo la definición, diseño y modelado para definir y explicar la arquitectura del sistema
- El diseño del sistema utilizando la extensión UWE del lenguaje unificado de modelado UML, permitió tener una mejor visualización de la estructura del sistema, puesto que ayudó a especificar el funcionamiento del mismo, a través de los diferentes diagramas que proporciona dicho modelado.

### **Recomendaciones.**

- Realizar una ficha orientada al paraje que es la información que los colaboradores de las municipalidades aportarían al sistema.
- Actualizar formato de la ficha de recolección en uno más compacto y fácil de llevar a campo.
- Continuar con el mejoramiento de esta herramienta pues será de gran ayuda en el proceso de recolección de datos actuales y futuros de inestabilidad de laderas.

## Bibliografía.

CANITEL. (17 de 05 de 2017). Estadísticas sobre el sector de internet y telecomunicaciones en Nicaragua. Recuperado en 09 de 2017 de <http://canitel.org.ni/estadisticas/>

Collingbourne, Huw. (2009). *The book of Ruby*.

Cómo funciona la Web, 1. E. (2008). Santiago de Chile: LOM.

Dominguez, L. A. (2012). *Análisis del sistema de información*. Mexico.

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). (2004). *Vivir con el riesgo : Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres*. Recuperado en 09 de 2017 de <http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc16481/doc16481.htm>

Flanagan, D., & Matsumoto, Y. (2008). *The Ruby Programming Language [El lenguaje de programación de Ruby]*. Sebastopol, CA: O'Reilly.

Gabe Berke et al. *RubyGemsBasics* recuperado en septiembre de 2017 de <http://guides.rubygems.org/rubygems-basics/>

García Martínez, A. C. (2013). *Estudio del estado del arte sobre frameworks MVC para el desarrollo de aplicaciones web cliente, caso de estudio EMBER.js*. Madrid: Universidad Politécnica.

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES.(2017). Recuperado el 20 de mayo de 2017 de <http://www.ineter.gob.ni/>

Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2011). *Análisis y diseño de Sistemas 8 Ed*. México, D.F: Prentice Hall.

Kroiß, C., & Koch, N. (2008). *UWE Metamodel and Profile - User Guide and Reference [UWE Metamodelo y Perfil - Guía del usuario y manual de consulta]*. München: LMU.

Laudon, Kenneth C. & Laudon, Jane P. (2012). *Sistemas de información gerencial*. 12 Ed. Mexico. Pearson Educación.

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2014). *Management Information Systems [Sistemas de Información Gerencial] - Managing the Digital Firm 13 Ed*. Edinburgh Gate: Pearson.

O'brien, J.A & Marakas, G.M. (2012). *Sistemas de Información gerencial*. 10 Ed. McGraw-Hill.

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software un enfoque práctico* 7 Ed. México, D. F.: McGraw-Hill.

Pressman, R. S. (2015). *Software Engineering - A PRACTITIONER'S APPROACH [Ingeniería de Software - Un enfoque práctico]* 8 Ed. New York, NY: McGraw-Hill.

Proyecto MET-ALARN & INETER & COSUDE.(2005). *Recomendaciones técnicas para la elaboración de mapas de amenaza por: Inestabilidad de Laderas*. Managua.

Whitten, J. L., & Bentley, L. D. (2008). *Análisis de Sistemas, Diseño y Métodos*. 7Ed. México, D.F: McGraw-Hill.

Zea, Mariuxi., & Molina, Jimmy., & Redrován, Fausto. (2017). *Administración de base de datos con PostgreSQL*. Area de innovación y desarrollo, S.L.

## **Glosario.**

**SIG:** Sistema de información geográfica.

**SINAPRED:** Sistema nacional de atención y prevención de desastres.

**SIMOLAD:** Sistema de monitoreo de inestabilidad de laderas.

**CANITEL:** Cámara nicaragüense de internet y telecomunicaciones.

**TALUD:** Acumulación de fragmentos de roca partida en la base de paredes de roca, acantilados de montañas o cuencas de valles.

**COSUDE:** Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación.

**MET-ALARN:** Metodologías para el análisis local de amenazas naturales y riesgos en Nicaragua.

**AMENAZA:** Son aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas.

**VULNERABILIDAD:** Susceptibilidad de los sistemas naturales, económicos y sociales al impacto de un peligro de origen natural o inducido por el hombre.

**RIESGOS:** Es una medida de la magnitud de los daños frente a una situación peligrosa.

**DETRITOS:** es el llamado material suelto o sedimento de rocas.

**LITOLOGÍA:** es la parte de la geología que estudia las características de las rocas que aparecen constituyendo una determinada formación geológica, es decir una unidad litostratigráfica, en la superficie del territorio, o también la caracterización de las rocas de una muestra concreta.

**METEORIZACIÓN:** Es la descomposición de minerales y rocas que ocurre sobre o cerca de la superficie terrestre cuando estos materiales entran en contacto con la atmósfera, hidrosfera y la biosfera.

**HIDROTHERMAL:** es un adjetivo que se refiere a procesos, sustancias y fenómenos naturales vinculados a agua caliente.

**PRECIPITACION:** es la caída de agua sólida o líquida debido a la condensación del vapor sobre la superficie terrestre

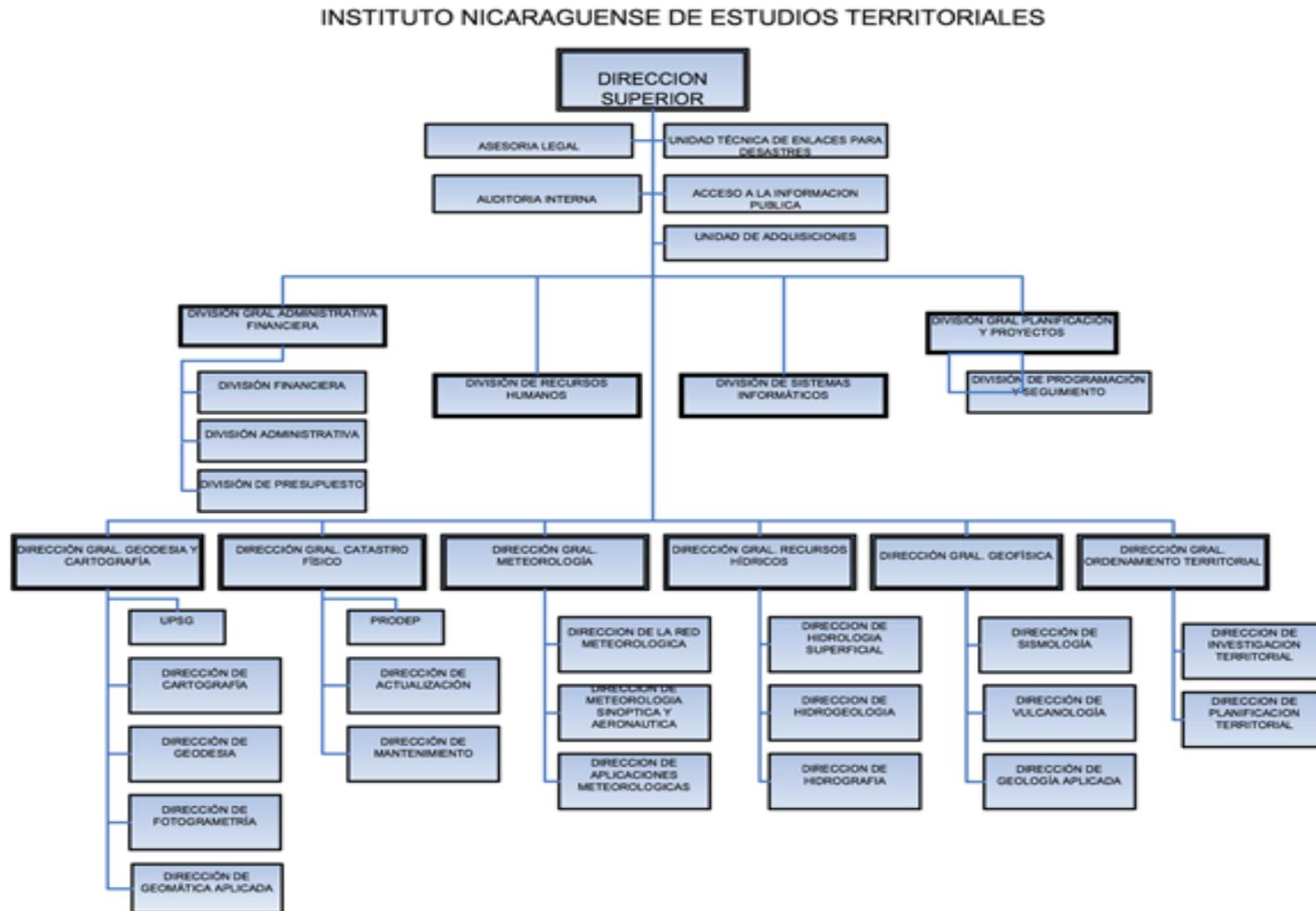
**PLUVIAL:** Se refiere a la lluvia.

**LADERA:** Es una pendiente, un declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal.

**MORFOLOGÍA:** rama de la geografía física que estudia las formas de la superficie terrestre.

# **ANEXOS**

Anexo I. Estructura organizacional actual



Fuente: Página oficial INETER.

Anexo II. Entrevista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
RECINTO UNIVERITARIO PEDRO ARAUZ  
PALACIOS  
FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS  
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS

Entrevista dirigida a los especialista geólogos de INETER con el objetivo de conocer el proceso de recolección de datos de los fenómenos de inestabilidad de laderas y los diferentes procedimientos para procesar la información.

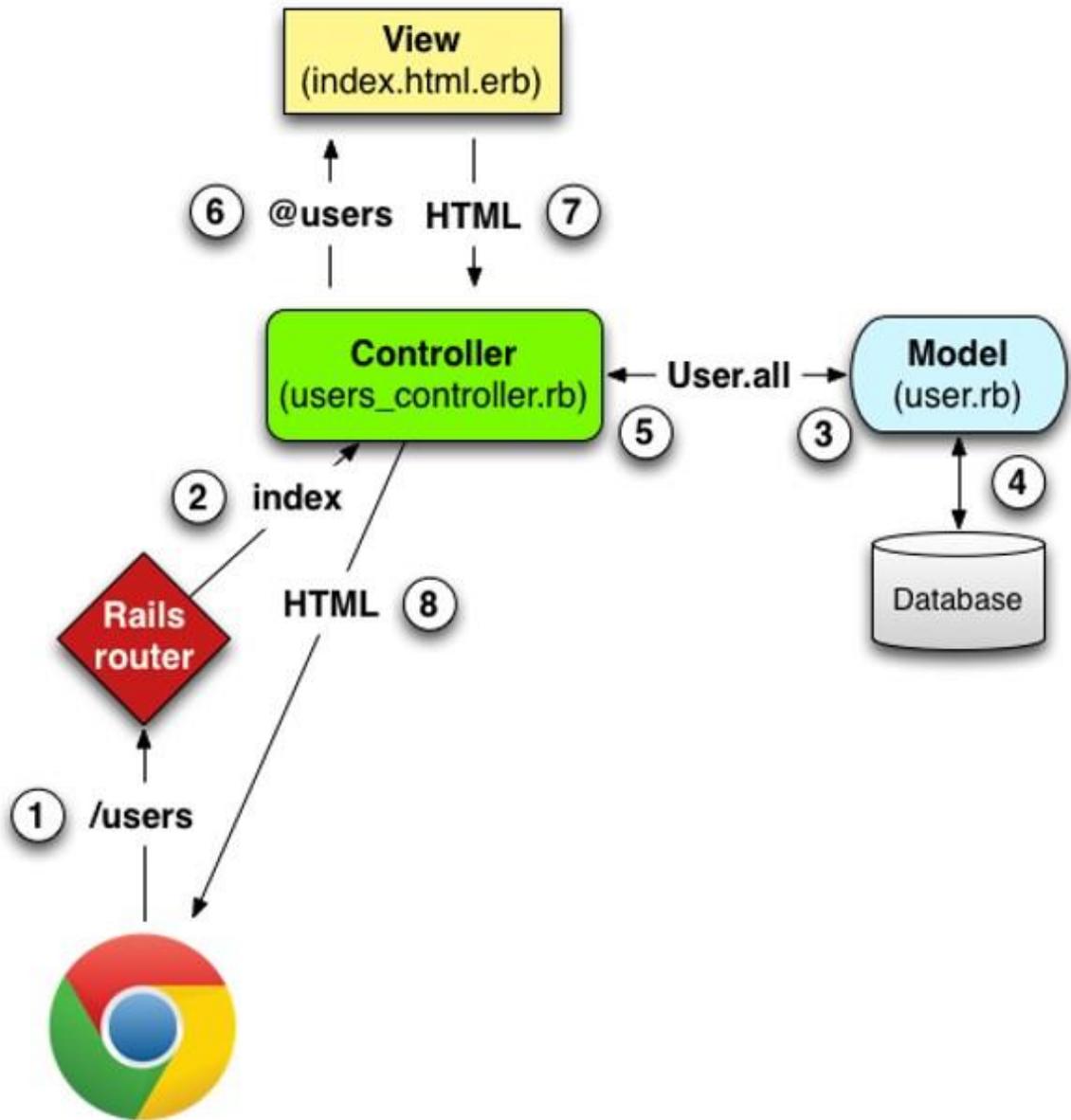
Nombre del especialista: \_\_\_\_\_.

Fecha de Aplicación: \_\_\_\_\_.

- 1- ¿Qué representa la amenaza por deslizamientos a la población de Nicaragua? Explique.
- 2- ¿Qué áreas se ven más afectadas por este fenómeno? Explique.
- 3- ¿Qué han hecho hasta ahora para recolectar esta información? Explique.
- 4- ¿Cuáles son los pasos para traer esa información a campo? Explique.
- 5- ¿Como procesan la información? Explique.
- 6- ¿Cuáles son los métodos o herramientas actuales para este proceso? Explique.
- 7- ¿Quiénes son los encargados de este proceso? Explique.
- 8- ¿Cuáles son las ventajas de estos métodos? Explique.

- 9- ¿Cuáles son las desventajas de estos métodos? Explique.
- 10- ¿Que se ha hecho hasta ahora para mitigar esta amenaza? Explique.
- 11- ¿Qué tipo de información es necesaria almacenar? Explique.
- 12- ¿Qué fin darían para esta información? Explique.
- 13- ¿Qué tipo de información necesitan presentar al público? Explique.
- 14- ¿En que ayudaría presentar esta información procesada al público? Explique.
- 15- ¿De qué manera necesita presentar esta información? Explique.
- 16- ¿Además de las personas civiles que entidades necesitan esta información? Explique.

Anexo III. ARQUITECTURA MVC



Fuente: Elaboración propia.

Anexo IV. COCOMO

Tabla 01. Factores de ponderación.

Complejidad				
Descripción	Baja	Media	Alta	Total
Entradas		21x4	12x6	156
Salidas		4x5		20
Consultas				0
Archivos	20x7	14x10	3x15	325
Interfaces de Programa		29x7	3x10	233
Total de puntos de función sin ajustar				734

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la tabla 02 contiene valores del (1-5) a cada una de las preguntas, estos valores son estimaciones realizadas por los analistas.

Tabla 02. Puntos de función.

Preguntas.	Rango(0-5)
Copias de seguridad y de recuperación fiables.	4
Comunicación de datos.	2
Funciones de procesamientos distribuidos.	0
Rendimiento crítico.	3
Entorno operativo existente y fuertemente utilizado.	4
Entrada de datos interactiva.	5
Transacciones sobre múltiples pantallas.	2
Actualización interactiva de archivos maestros.	3
Entradas, salidas, archivos o peticiones complejas.	2
Procesamiento interno complejo.	2
Código reutilizado.	3
Conversión e instalación.	0
Múltiples instalaciones en diferentes organizaciones.	4
Facilitar cambios y ser fácilmente reutilizados.	4
Nivel de influencia	38

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido los valores de los puntos de función sin ajustar y las características generales del sistema, se procede a sustituir los valores en las fórmulas de factor de ajuste.

1- Factor de ajuste.

$$FA = 0.65 + 0.01 \times \sum Fi$$

$$FA = 0.65 + 0.01(38)$$

$$FA = 1.03$$

2- Puntos de función ajustados.

$$PFA = PF * FA$$

$$PFA = 734 * 1.03$$

$$PFA = 756.02$$

3- Estimación de líneas de código.

$$TLDC = LDC * PFA$$

$$TLDC = 30 * 756.02$$

$$TLDC = 22,680.2 = 22,608$$

El TLDC expresado en miles es de 22.6

## FACTORES DE ESFUERZO

Factores de escala.

Tabla 03. Factores de escala.

Indicador	Nivel	Valor
PREC	Nominal	1.24
FLEX	Alto	4.05
RESL	Nominal	2.83
TEAM	Alto	2.19
PMAT	Bajo	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 04. Factor de esfuerzo compuesto.

Indicador	Nivel	Valor
RELY	Nominal	1
DATA	Nominal	1
DOCU	Nominal	1
CPLX	Nominal	1
RUSE	Bajo	0.91
TIME	Nominal	1
STOR	Nominal	1
PVOL	Bajo	0.87
ACAP	Bajo	0.22
PCAP	Alto	0.87
PCON	Nominal	1
AEXP	Nominal	1
PEXP	Nominal	1
LTEX	Nominal	1
TOOL	Alto	0.86
SITE	Nominal	1
SCED	Nominal	1

El  $\pi E M_i$  es obtenido a partir de 17 drivers de costos contenidos en el COCOMO II del cual se obtuvo el valor de 0.1303.

#### 4- Estimación del Esfuerzo.

$$E = A * (TLDC)^B \pi E M_i$$

A es una constante derivada de la calibración igual a 2.94.

$B = 0.91 + 0.01 \times \sum S F_i$ , donde  $S F_i$  es un factor para cada uno de los indicadores de escala (5)

$$B = 0.91 + 0.01 \times 11.31$$

$$B = 1.0231$$

$$\pi E M_i = 0.1303$$

$$E = A * (TLDC)^B \pi E M_i$$

$$E = 2.94 * (22.6)^{1.0231} (0.1303)$$

$$E = 9.3$$

El esfuerzo será de 9 personas por mes,

5- Estimación del tiempo de desarrollo.

$$TDES = 3.67 * (E)^{0.28+0.002*\sum SFi}$$

$$TDES = 3.67 * (9.3)^{0.28+0.002*11.31}$$

$$TDES = 6.5981$$

Lo que equivale a un tiempo estimado de 6 meses y 18 días en el desarrollo del software.

6- Estimación cantidad de personas.

$$CH = E/TDES$$

$$CH = 9.3 / 6.5981$$

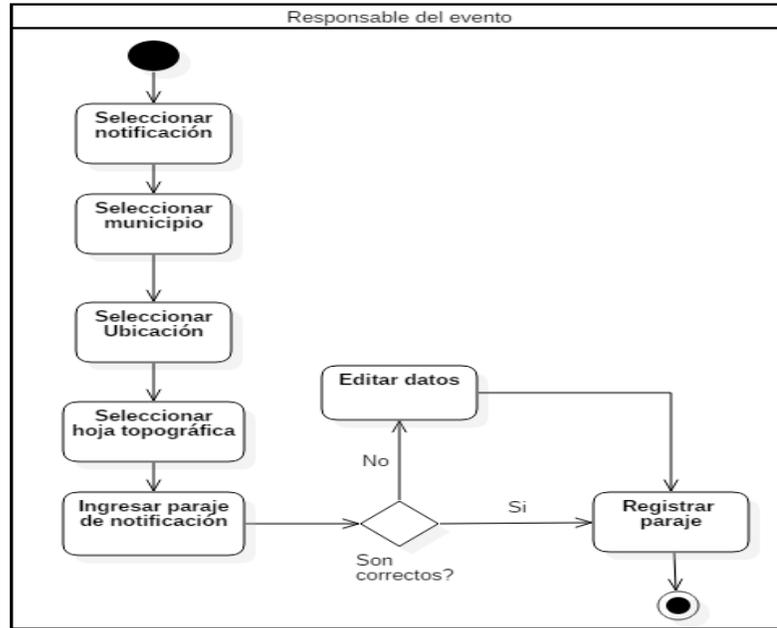
$$CH = 1.4094$$

A partir del dato anterior, se considera necesario 2 analistas programadores para el desarrollo del sistema.

Con esta información se puede calcular el costo de fuerza de trabajo, sabiendo que en la unidad de desarrollo del INETER el pago mensual a cada analista es de C\$ 10,000. Por tanto, el costo de este proyecto sería de C\$131,962.

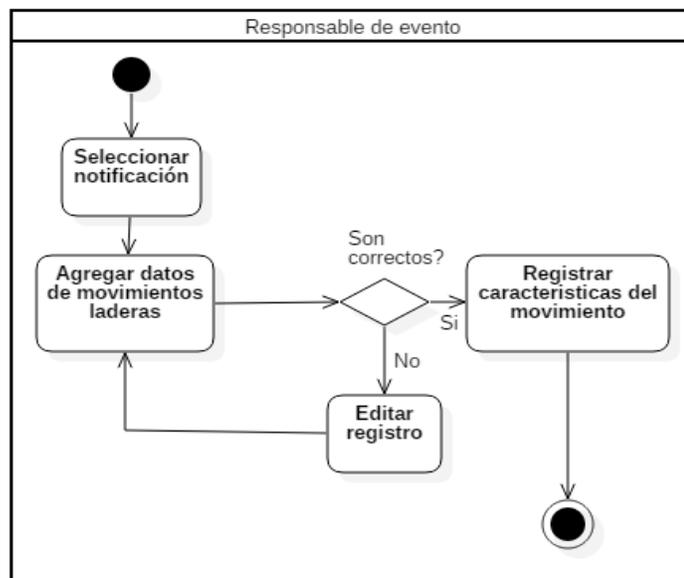
ANEXO V. DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES DEL SISTEMA.

Figura 1. Diagrama de actividad para el registro de paraje.



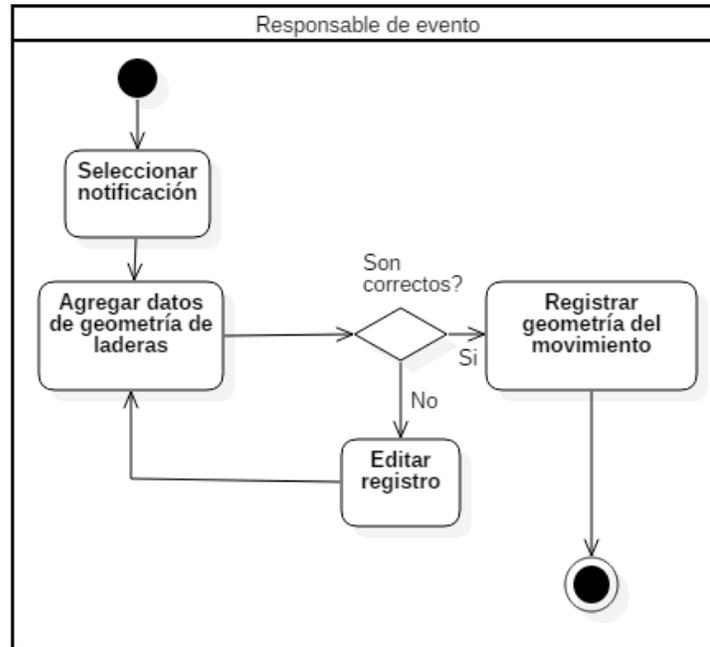
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Diagrama de actividad para el registro características del movimiento de ladera.



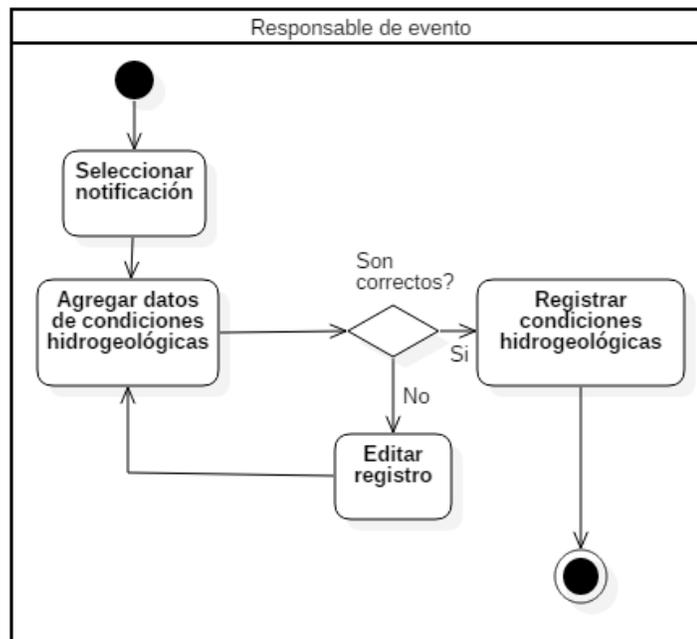
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Diagrama de actividad para el registro de la geometría de ladera.



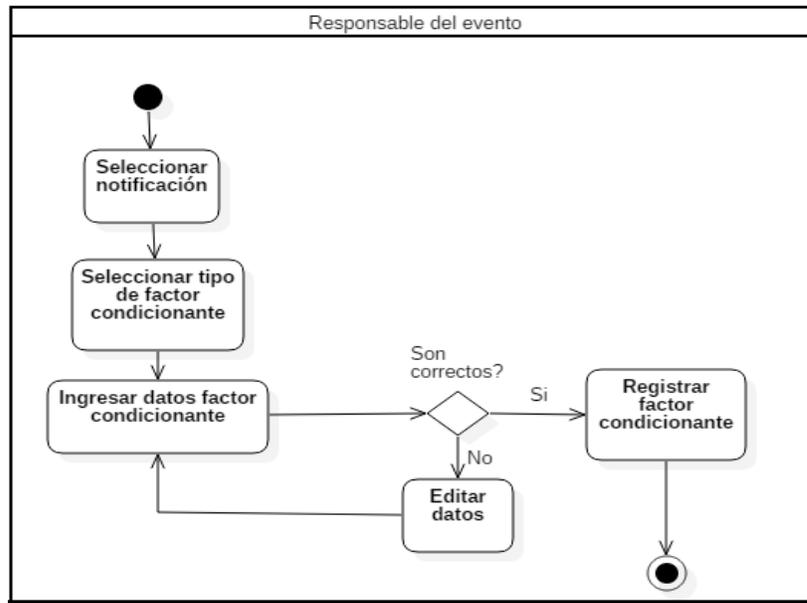
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Diagrama de actividad para ingresar datos de condiciones hidrogeológicas del evento.



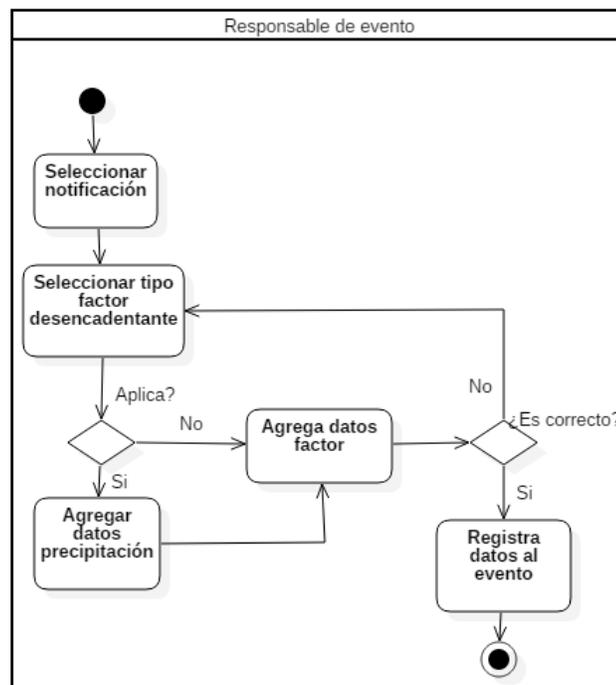
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Diagrama de actividad para ingresar datos de factor condicionante del evento.



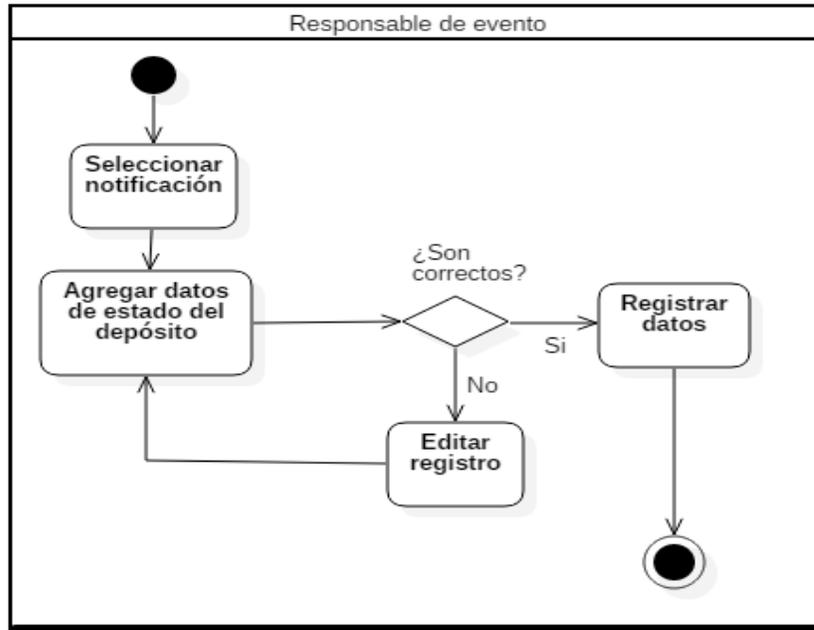
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Diagrama de actividad para el registro del factor desencadenante.



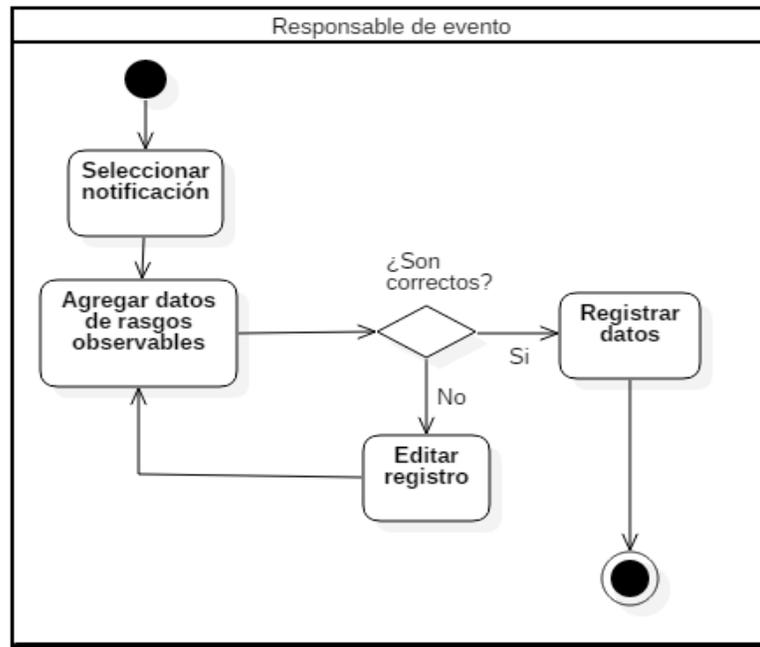
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de actividad para el registro del estado del depósito.



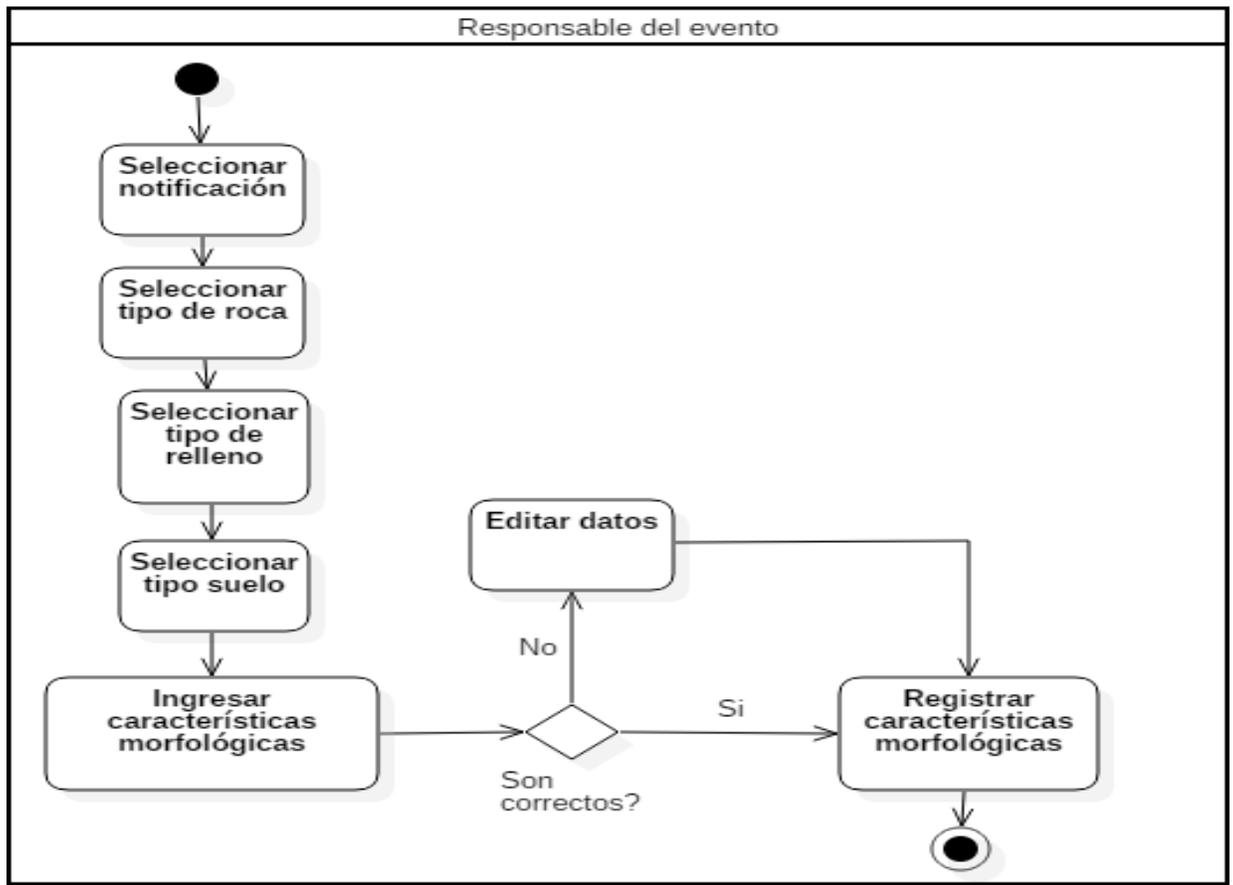
Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de actividad para el registro de rasgos observables sobre el depósito.



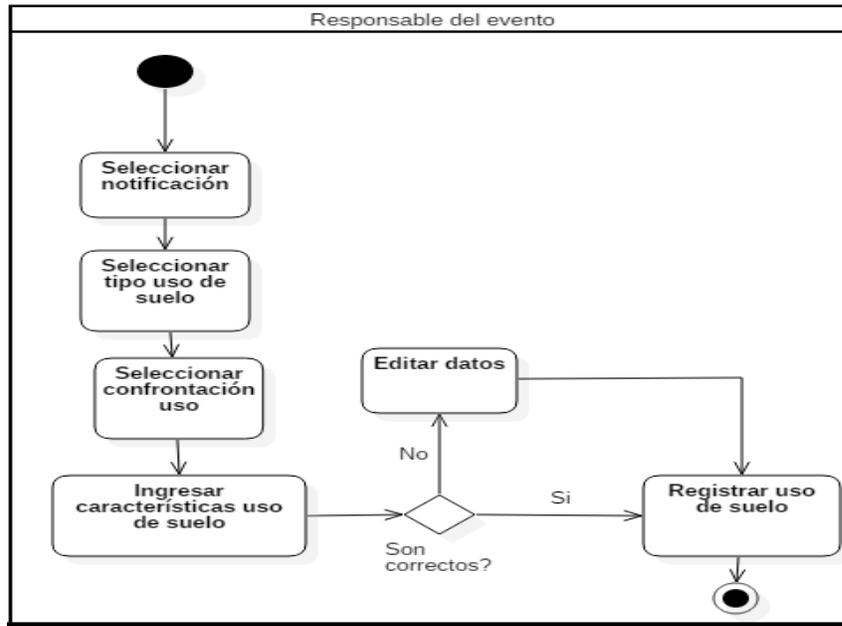
Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Diagrama de actividad para el ingreso de características morfológicas al evento.



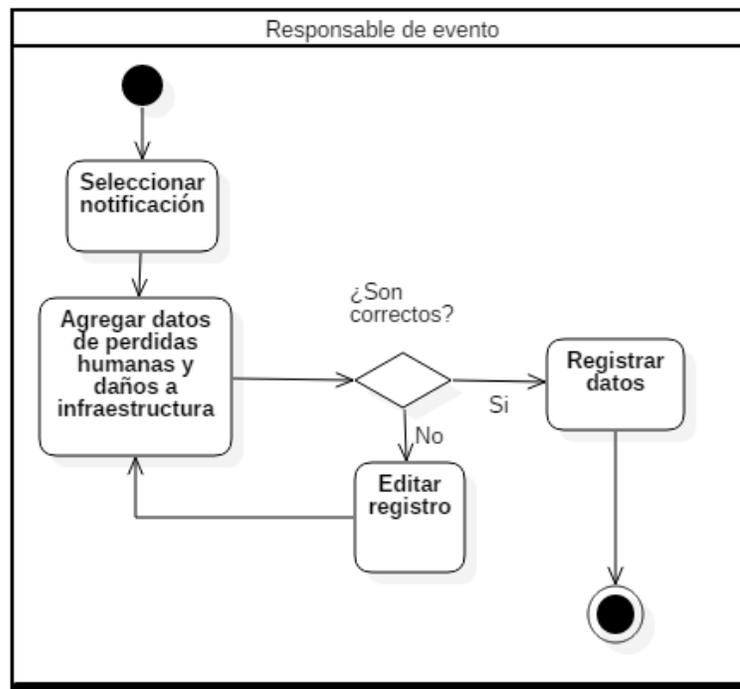
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de actividad para el ingreso del uso del suelo al evento.



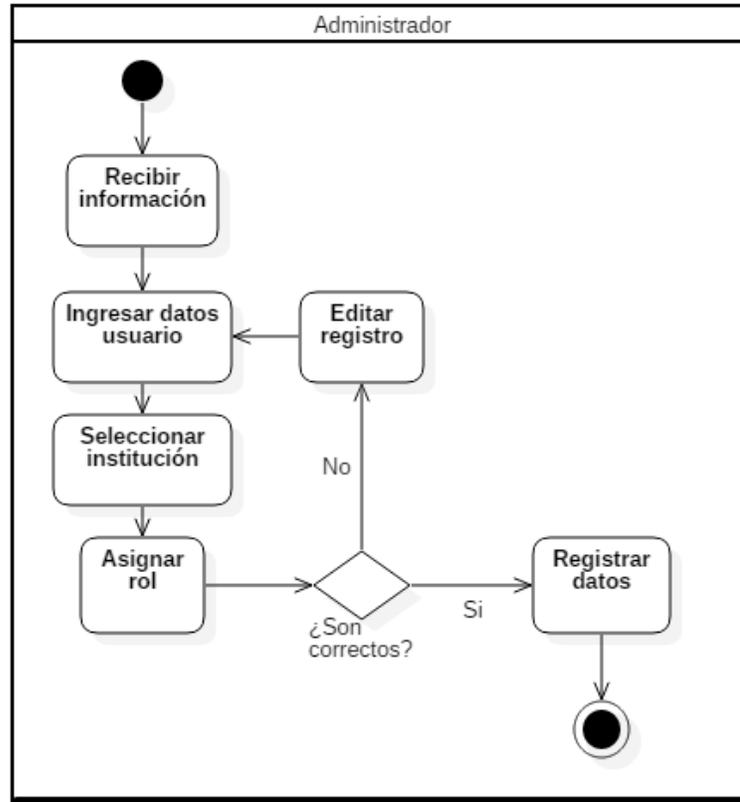
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de actividad para ingresar datos de evaluación de daños.



Fuente: Elaboración propia.

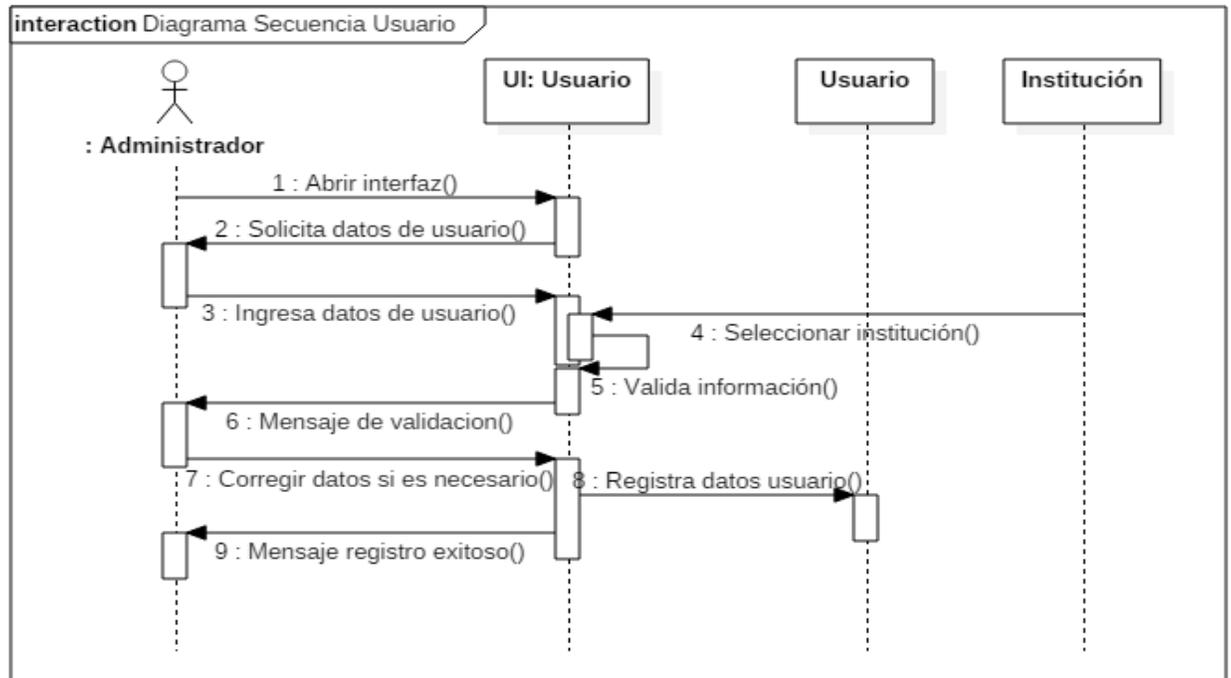
Figura 12. Diagrama de actividad para el registro de usuarios.



Fuente: Elaboración propia.

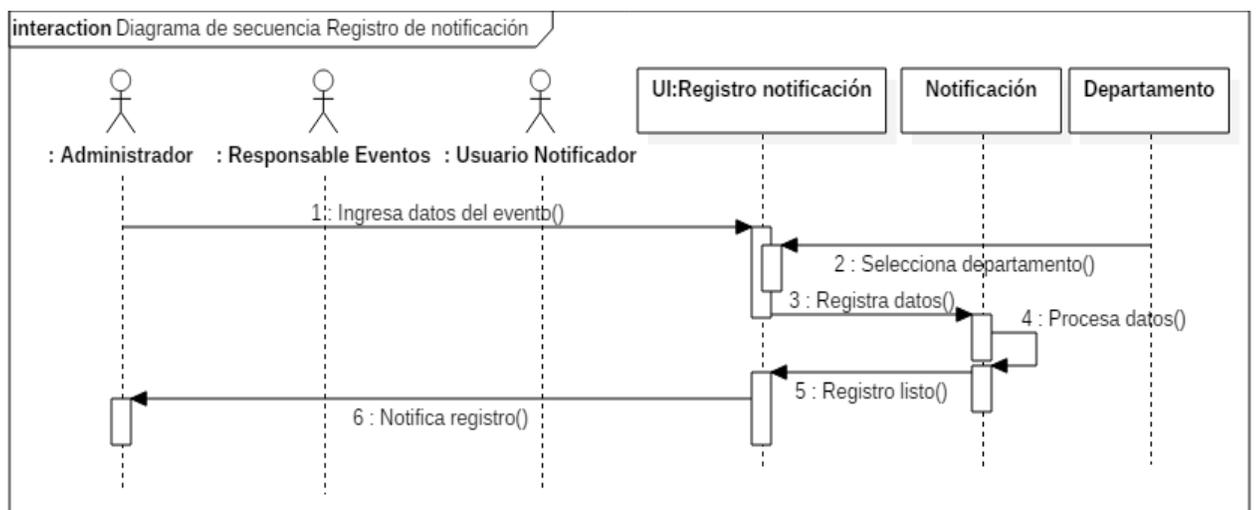
Anexo VI. DIAGRAMAS DE SECUENCIA.

Figura 01. Diagrama de secuencia para el registro de usuarios.



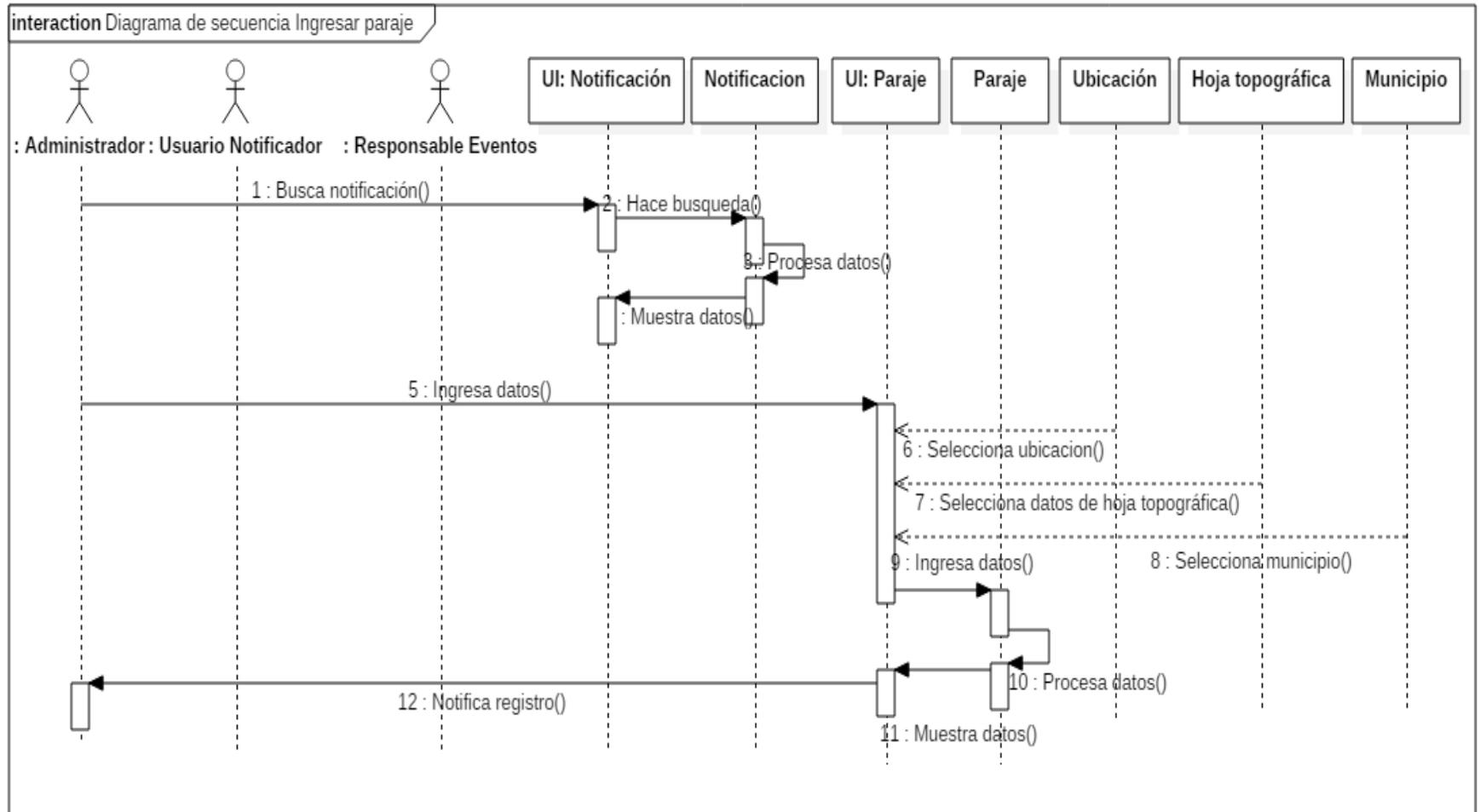
Fuente: Elaboración propia.

Figura 02. Diagrama de secuencia para el registro de notificaciones.



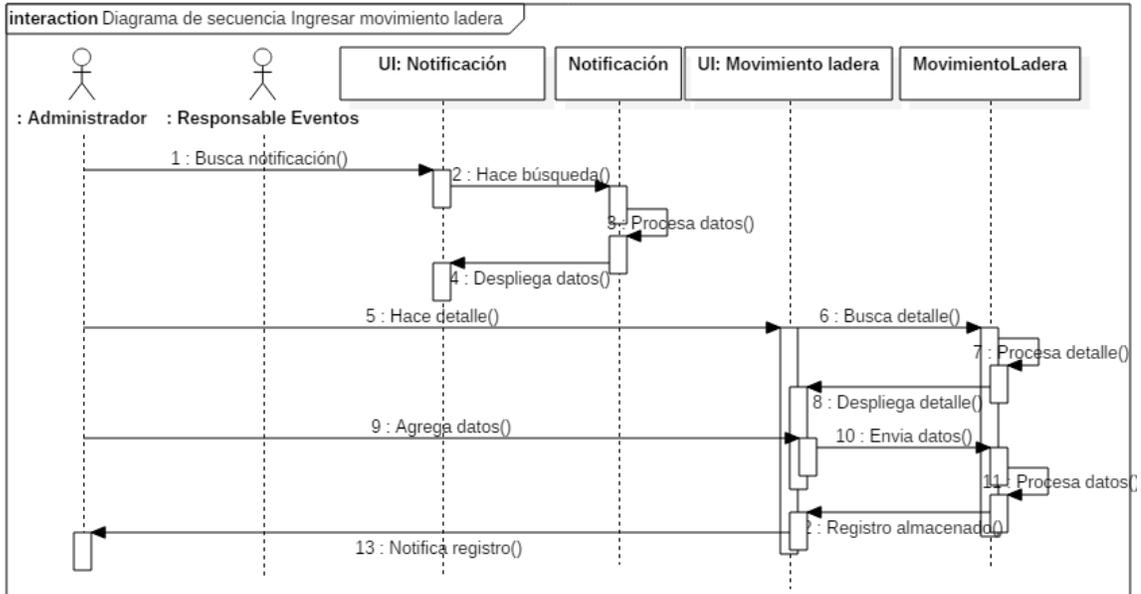
Fuente: Elaboración propia.

Figura 03. Diagrama de secuencia para el registro de notificación del paraje del evento.



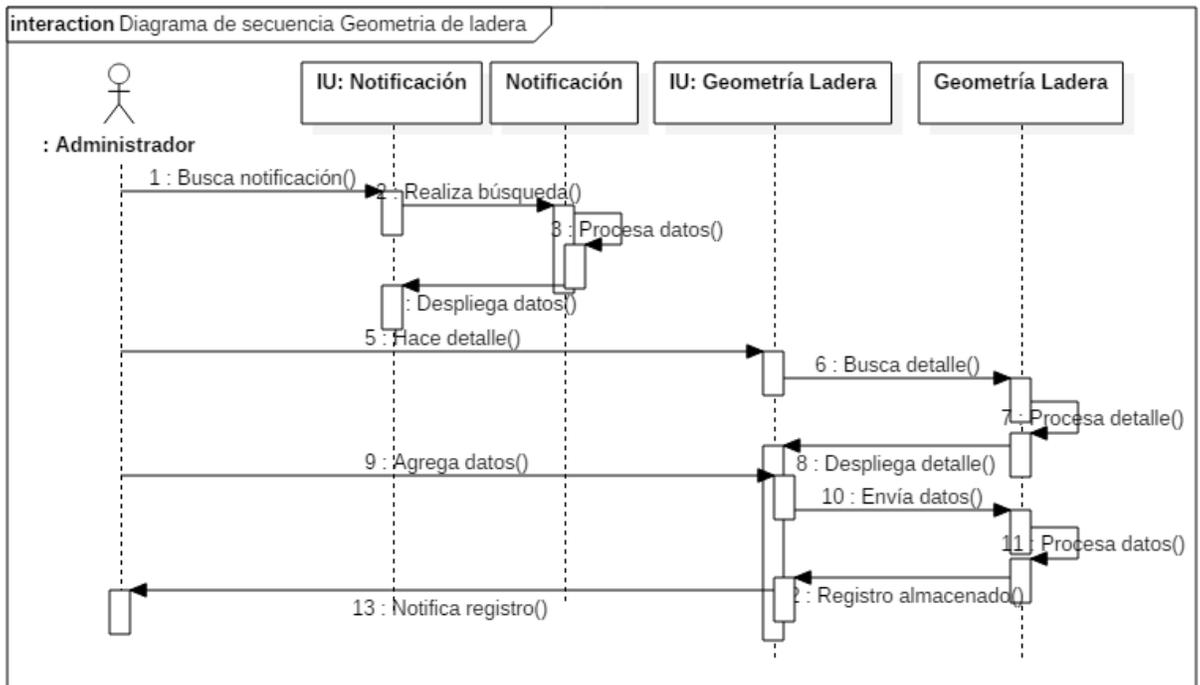
Fuente: Elaboración propia.

Figura 04. Diagrama de secuencia para el ingreso de las características del movimiento del evento. Fuente: Elaboración propia.



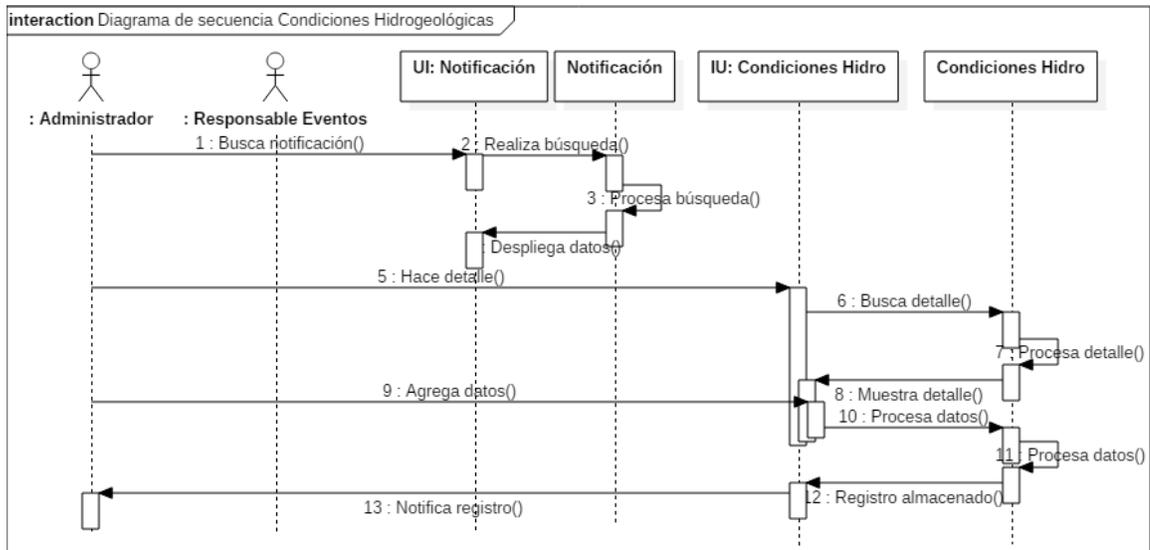
Fuente: Elaboración propia.

Figura 05. Diagrama de secuencia para el ingreso de la geometría de la ladera del evento seleccionado.



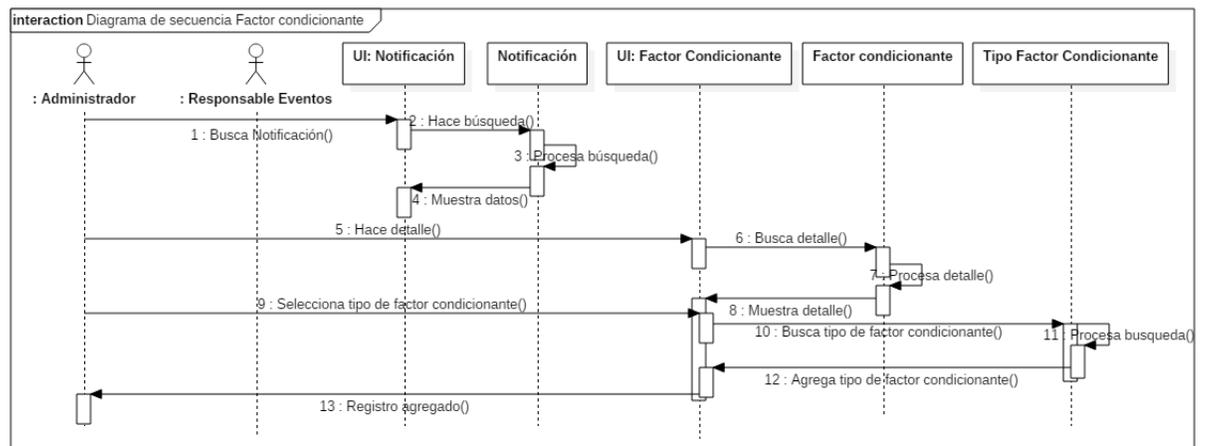
Fuente: Elaboración propia.

Figura 06 Diagrama de secuencia para el ingreso de las condiciones hidrogeológicas del evento seleccionado.



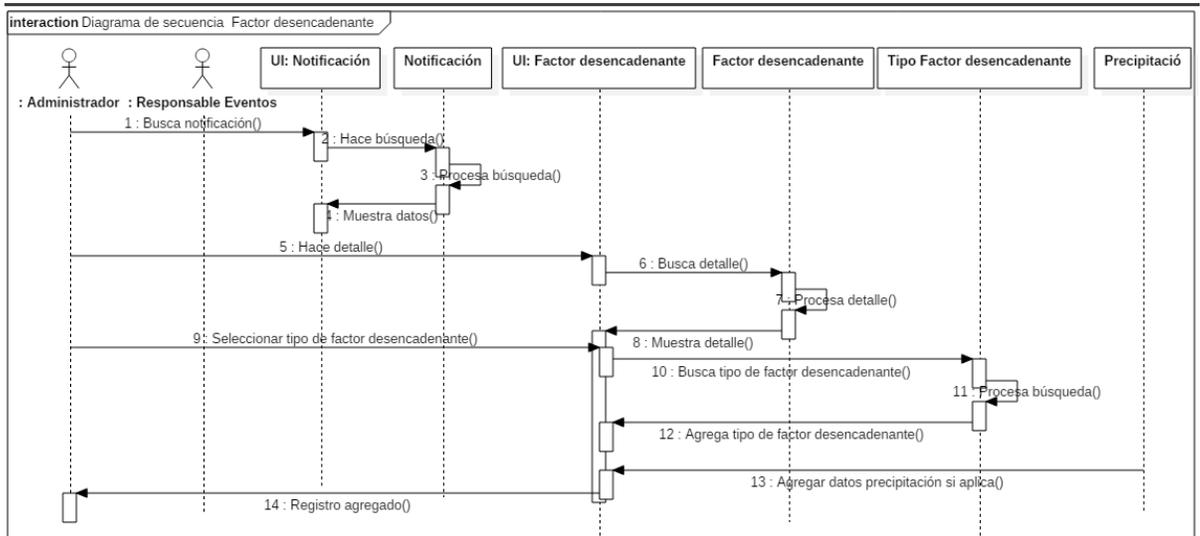
Fuente: Elaboración propia.

Figura 07. Diagrama de secuencia para el ingreso del factor condicionante al evento seleccionado.



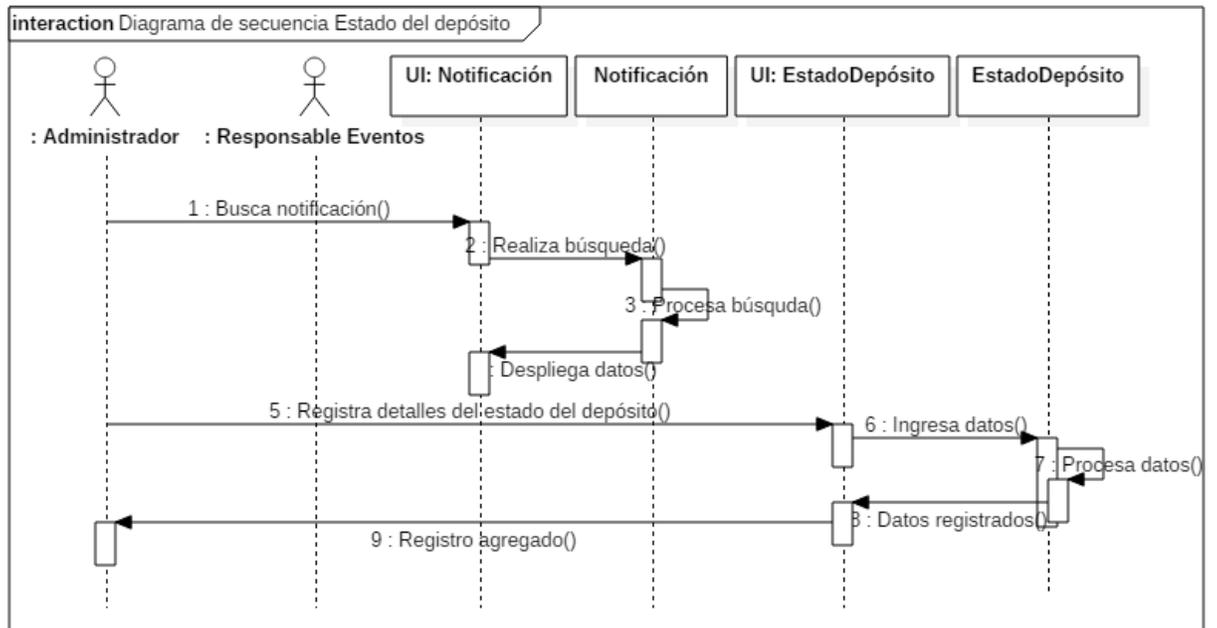
Fuente: Elaboración propia.

Figura 08. Diagrama de secuencia para el ingreso del factor desencadenante al evento seleccionado.



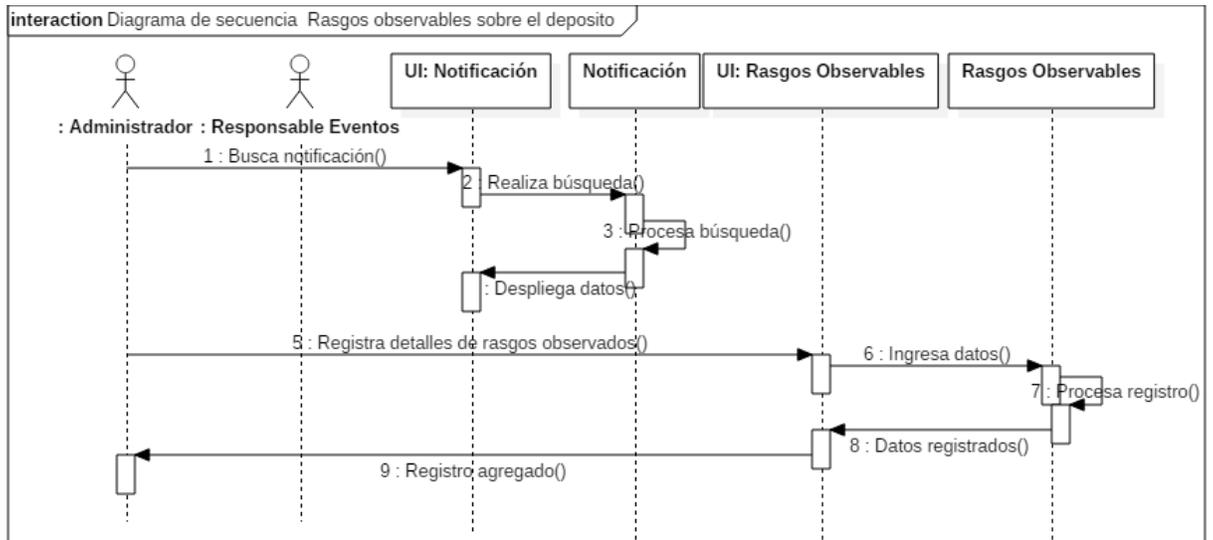
Fuente: Elaboración propia.

Figura 09. Diagrama de secuencia para el ingreso del estado del depósito al evento seleccionado.



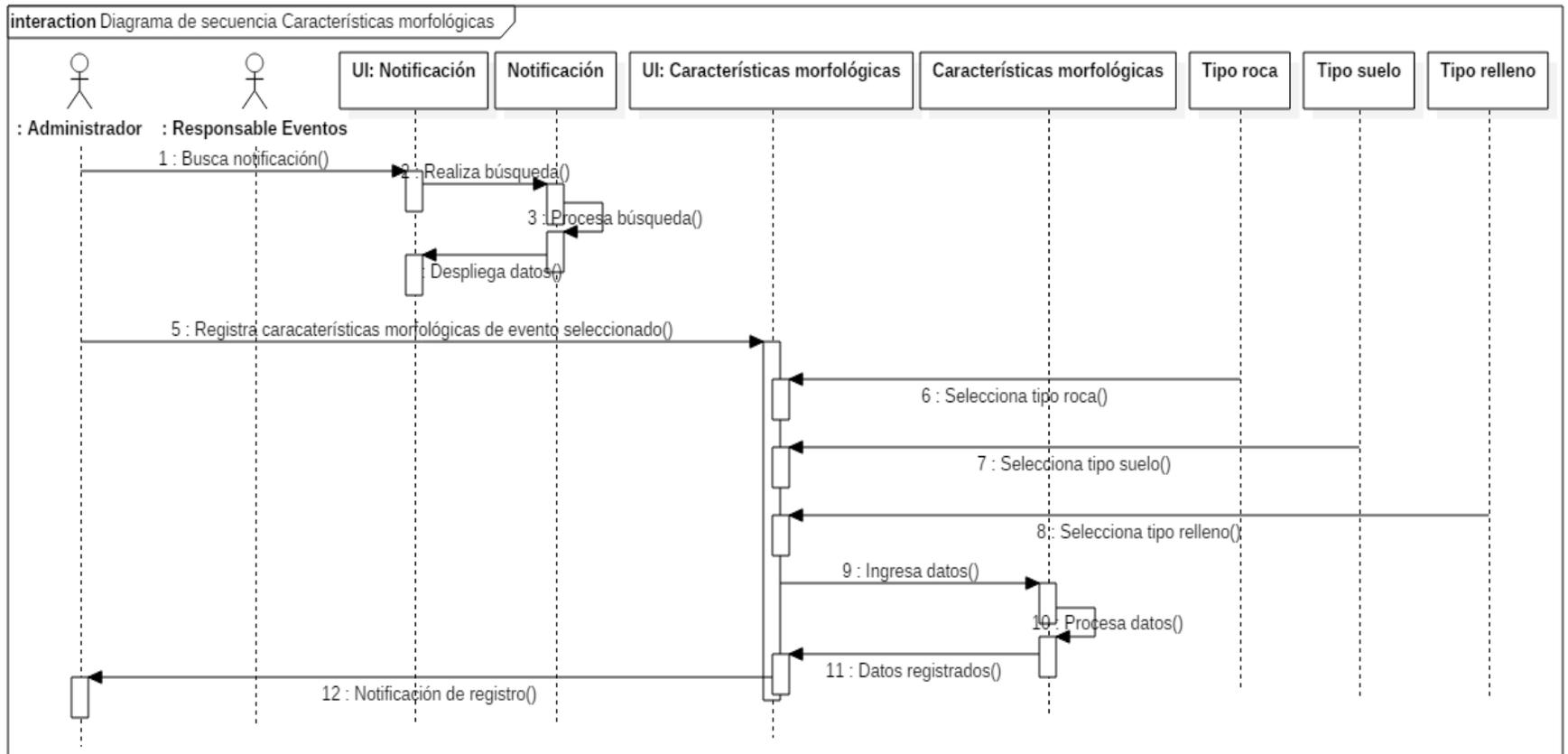
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de secuencia para el ingreso de rasgos observables sobre depósito al evento seleccionado.



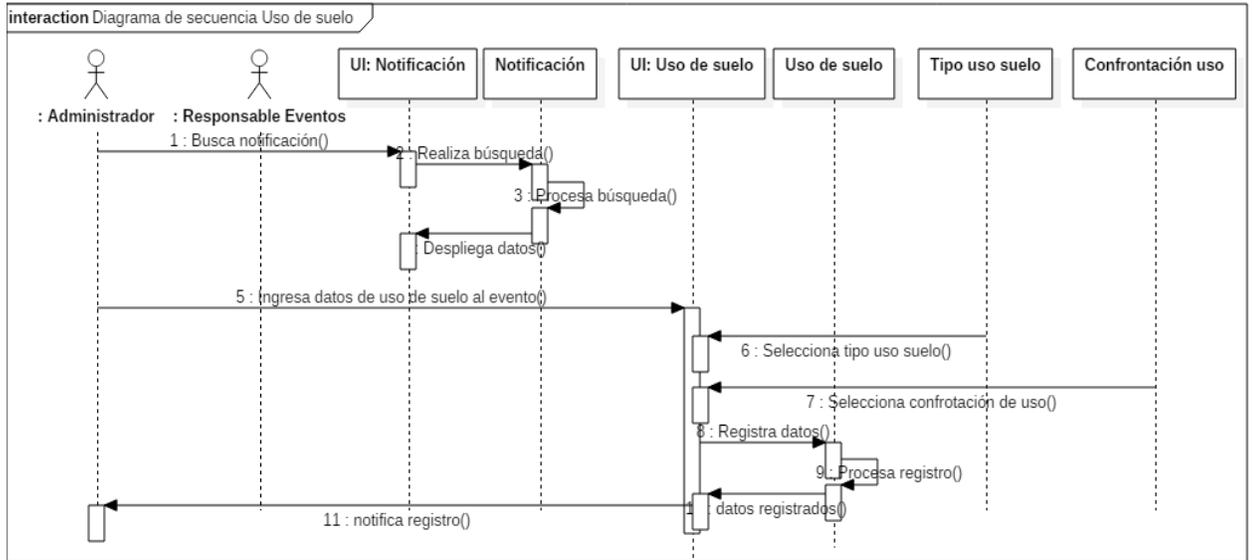
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de secuencia para el ingreso de características morfológicas al evento seleccionado.



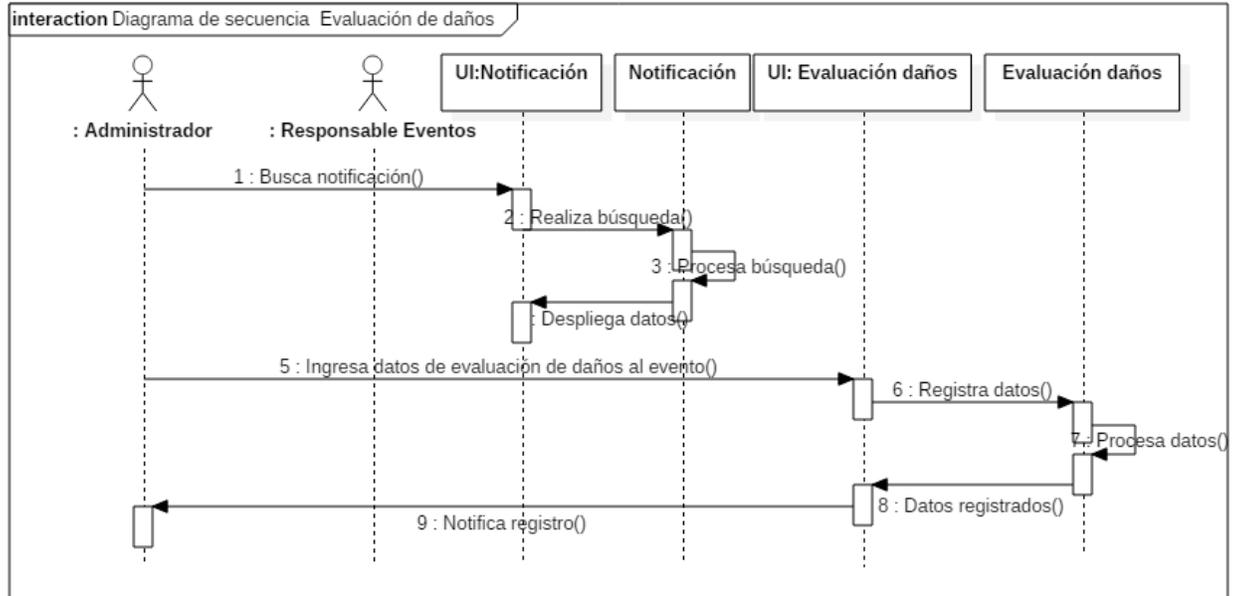
Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de secuencia para el ingreso de características de uso de suelo presente en el evento seleccionado.



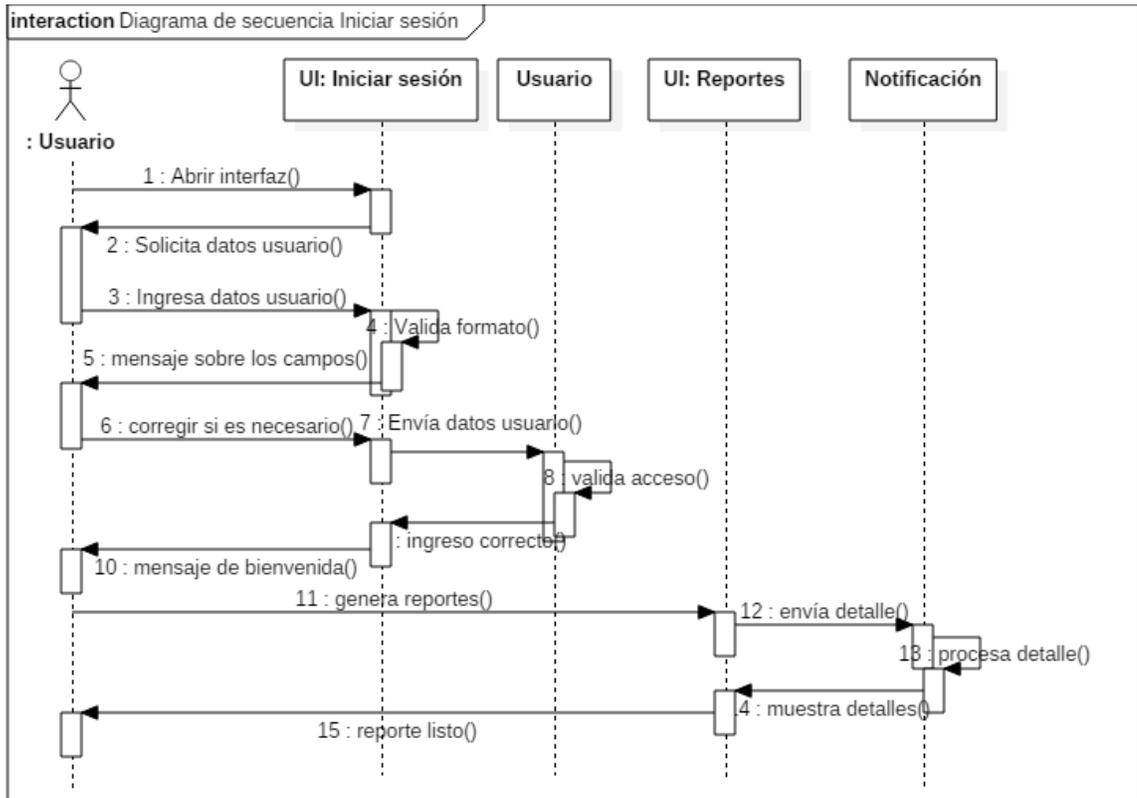
Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Diagrama de secuencia para la evaluación de daños en el evento seleccionado.



Fuente: Elaboración propia.

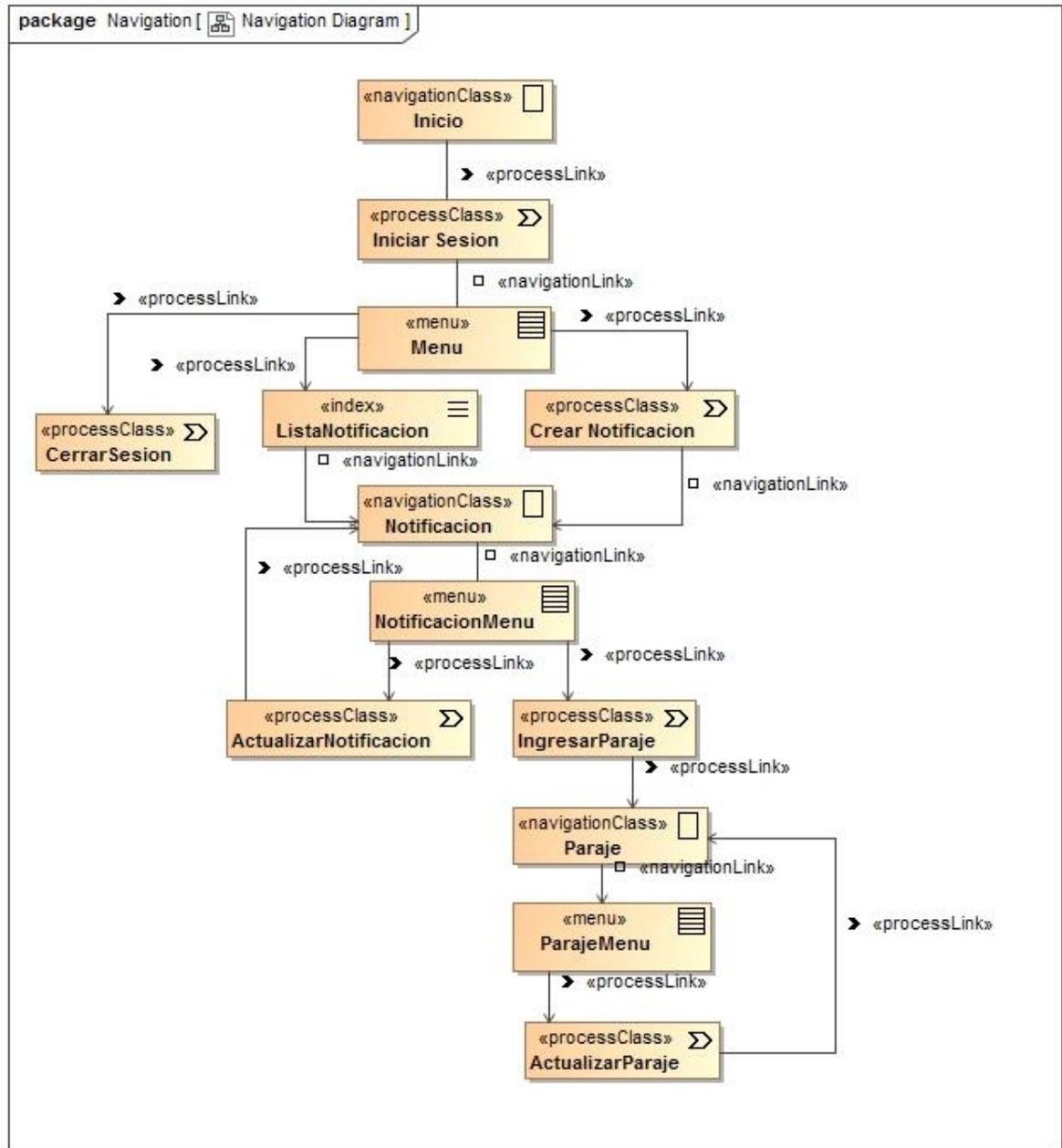
Figura 14. Diagrama de secuencia para el inicio de sesión.



Fuente: Elaboración propia.

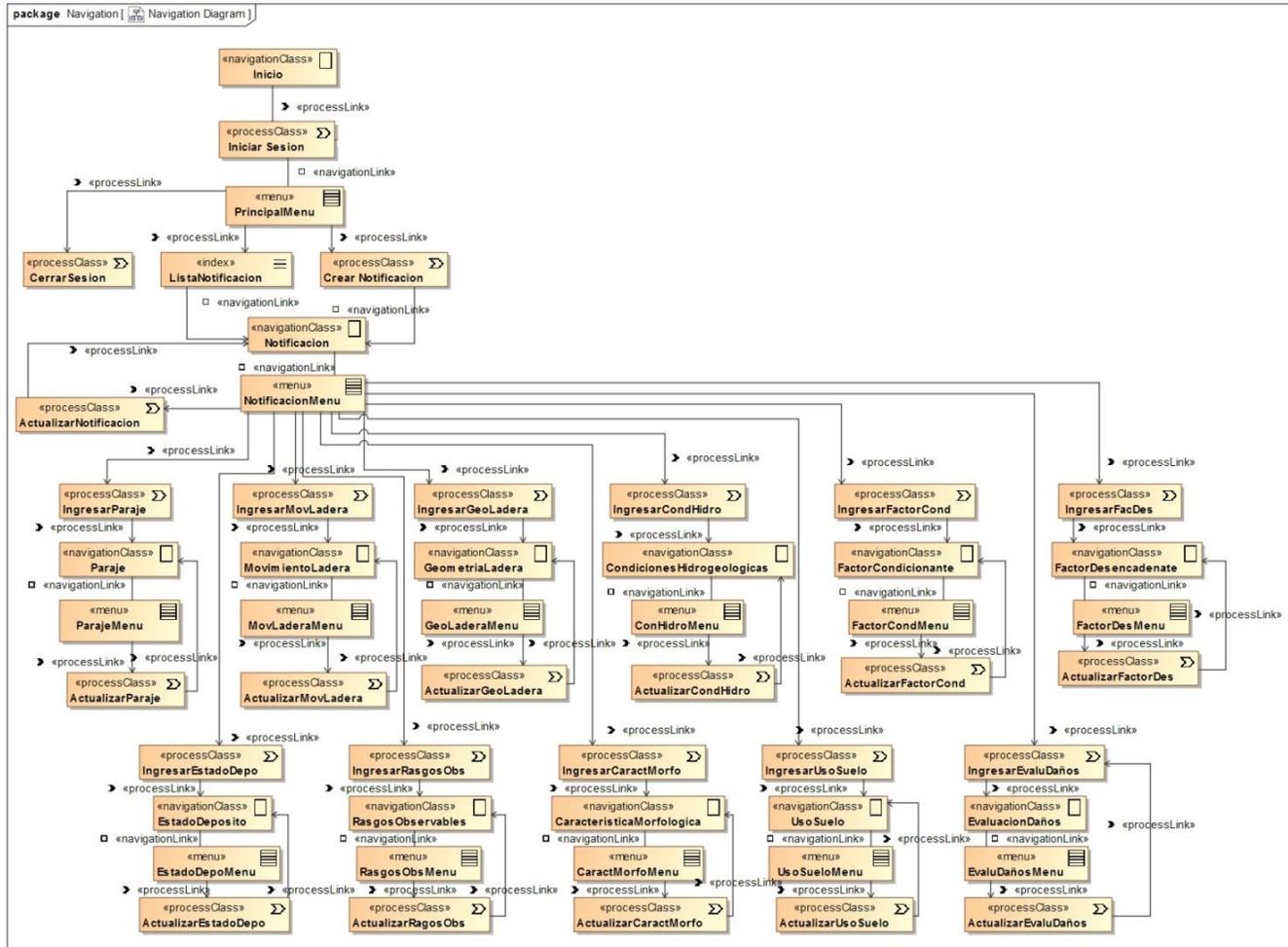
Anexo VII. DIAGRAMAS DE MODELO NAVEGACIONAL.

Figura 01. Diagrama de navegación del usuario.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 02. Diagrama de navegación del responsable de eventos.

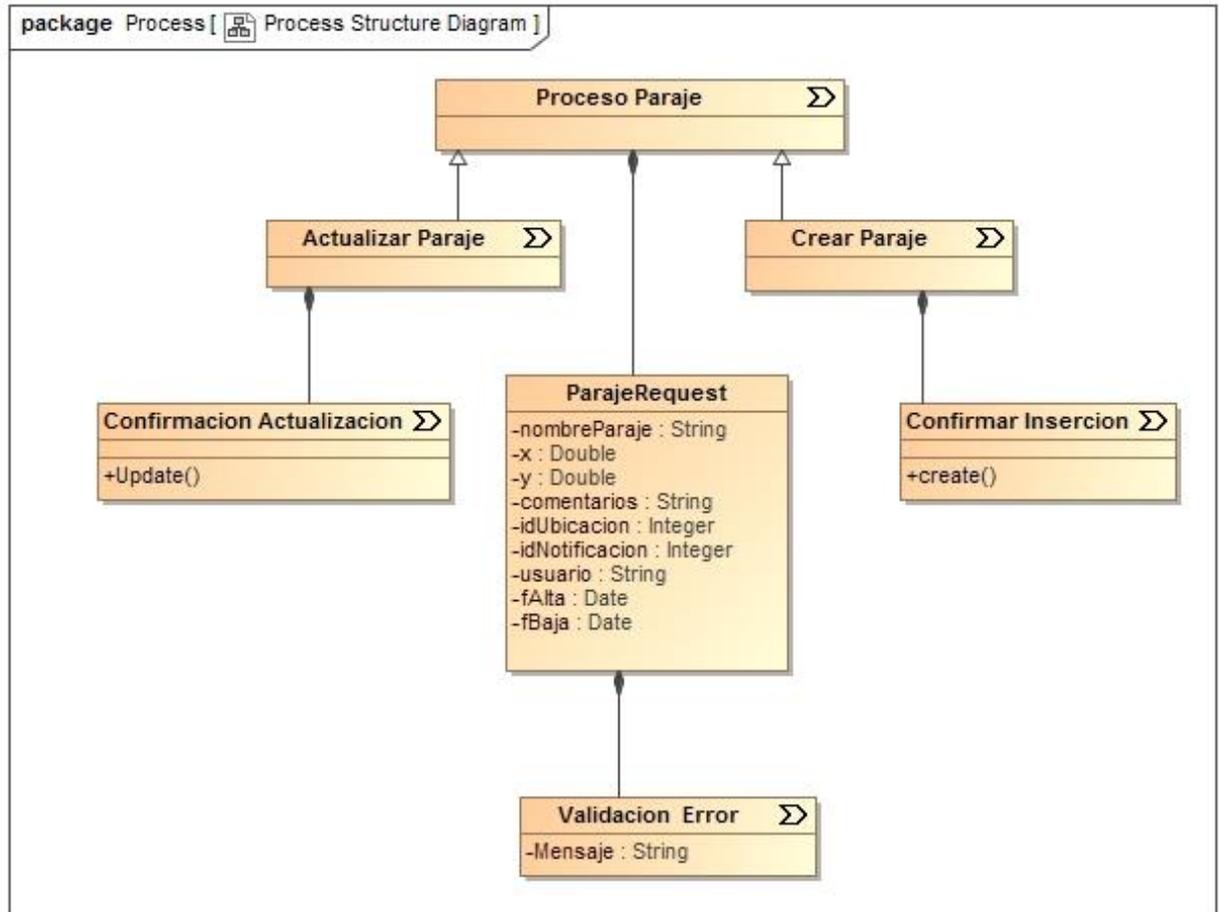


Fuente: Elaboración propia.

Anexo VIII. DIAGRAMAS DE MODELO DE PROCESOS.

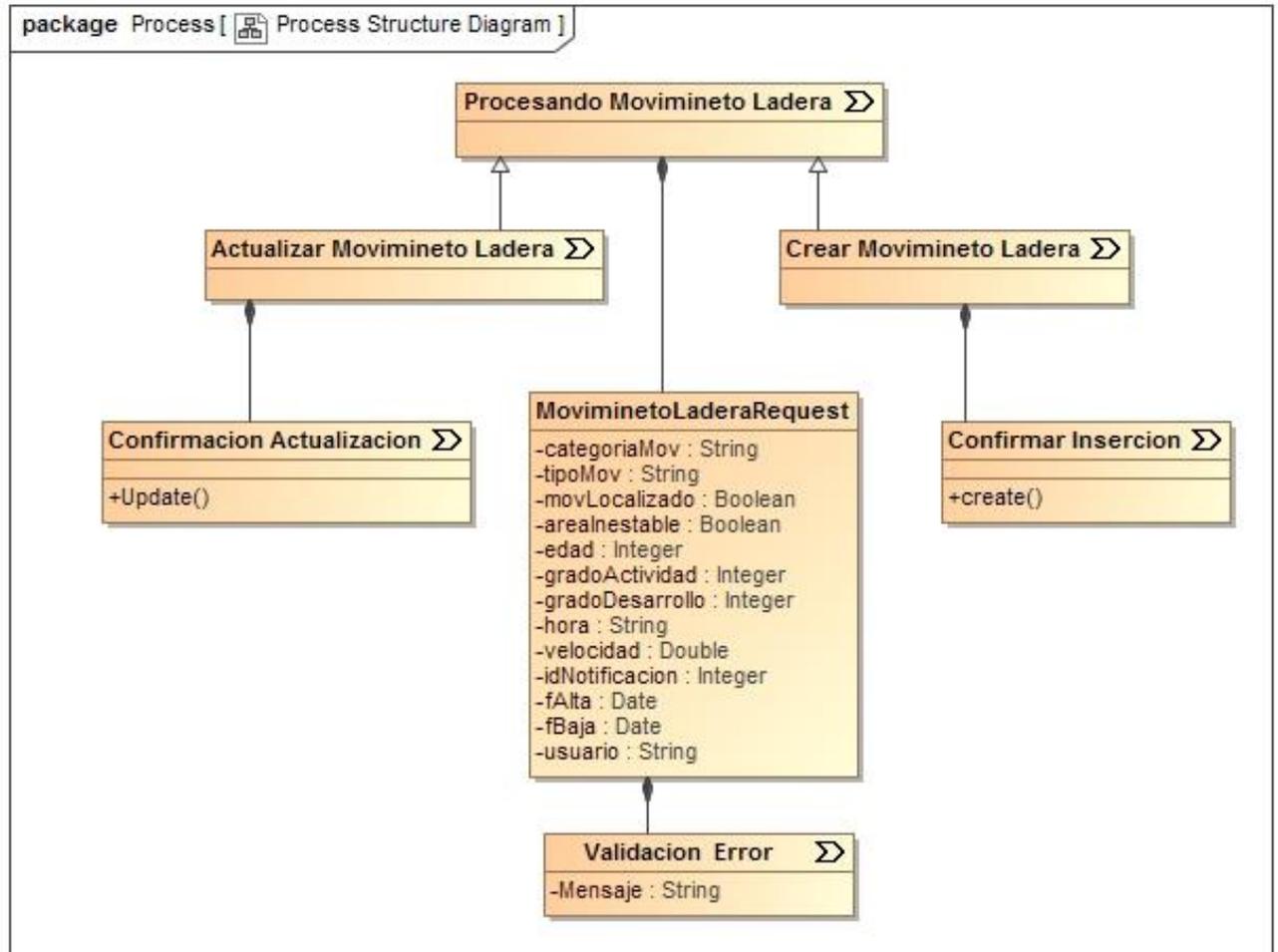
VIII. I. Modelo de estructura de procesos.

Figura 01. Modelo de estructura para el proceso de ingresar paraje.



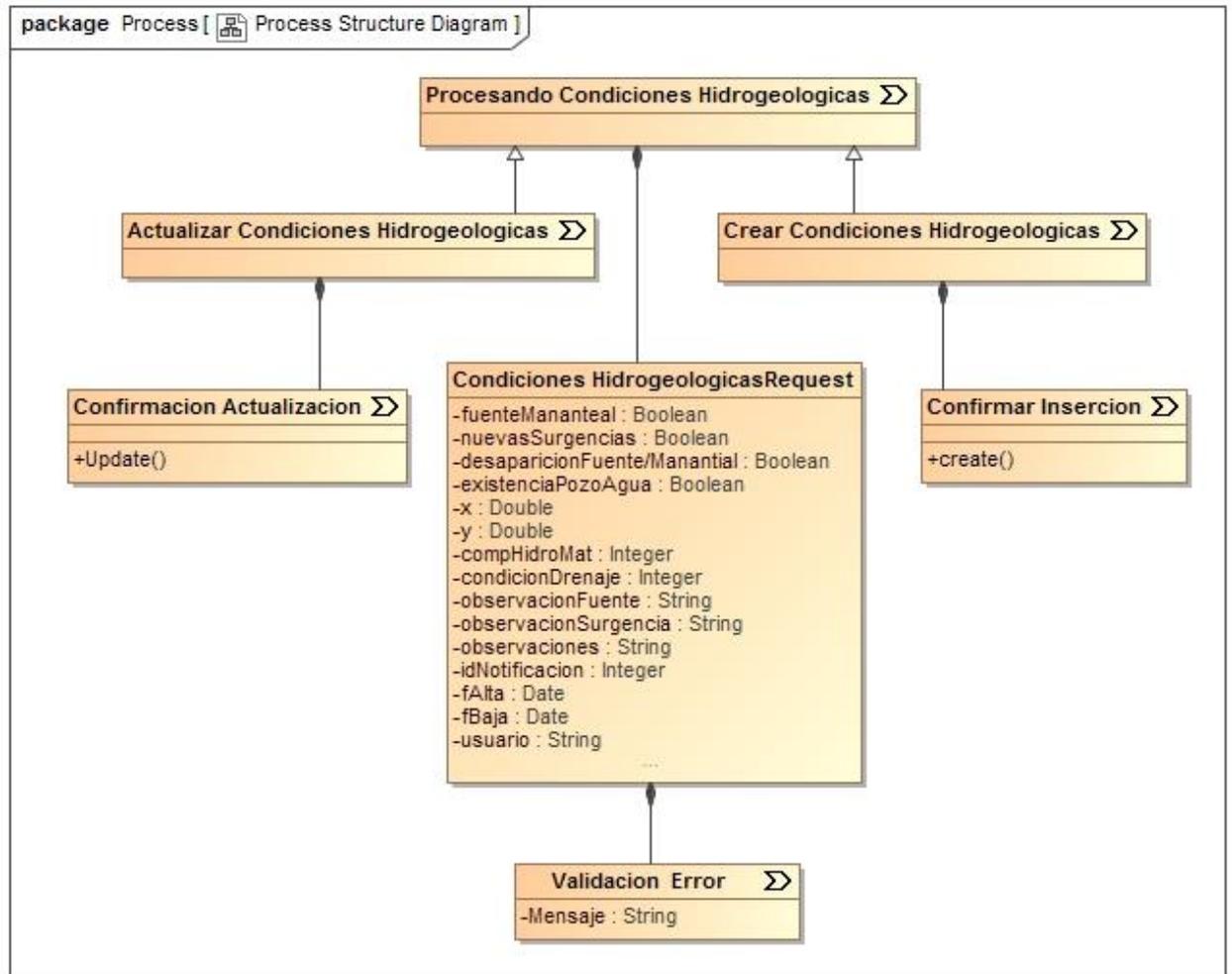
Fuente: Elaboración propia.

Figura 02. Modelo de estructura para el proceso de registro de datos de movimiento de ladera.



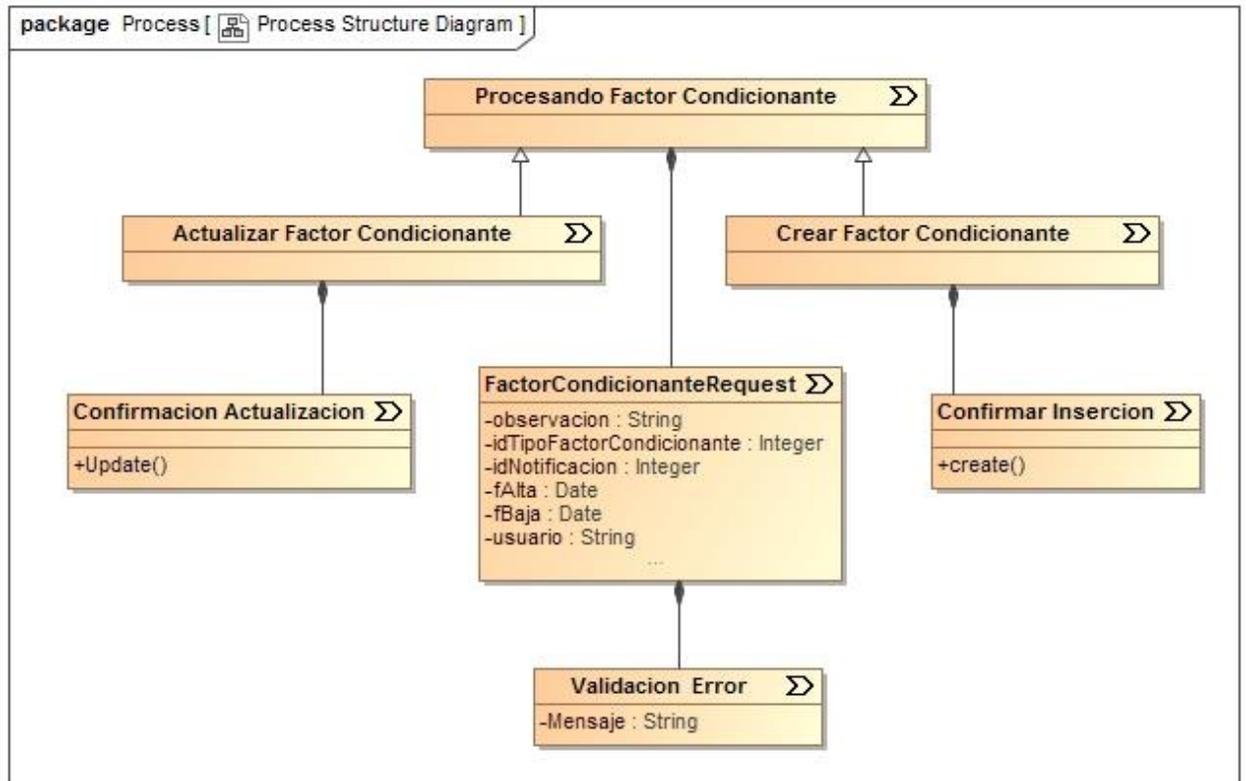
Fuente: Elaboración propia.

Figura 03. Modelo de estructura para el proceso de ingreso de condiciones hidrogeológicas al paraje.



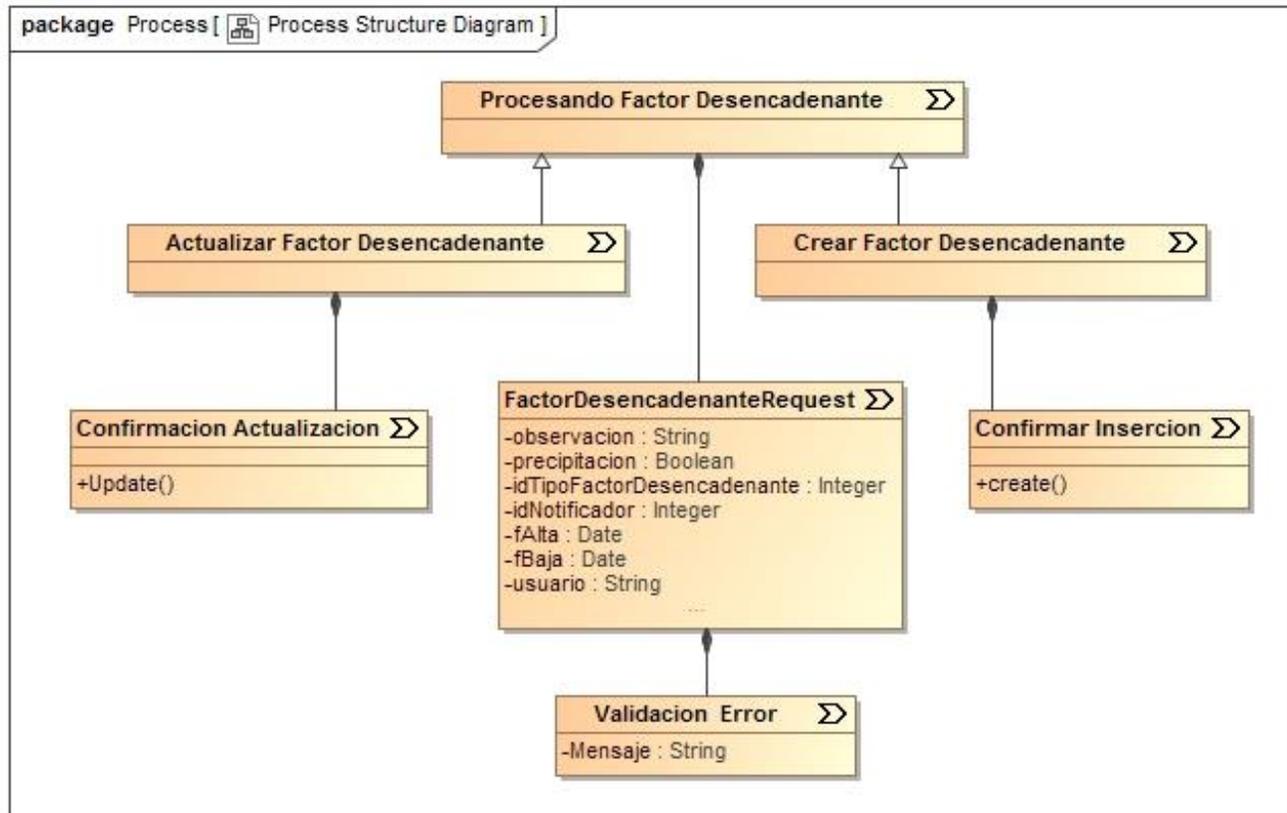
Fuente: Elaboración propia.

Figura 04. Modelo de estructura para el proceso de ingreso de factores condicionantes al evento.



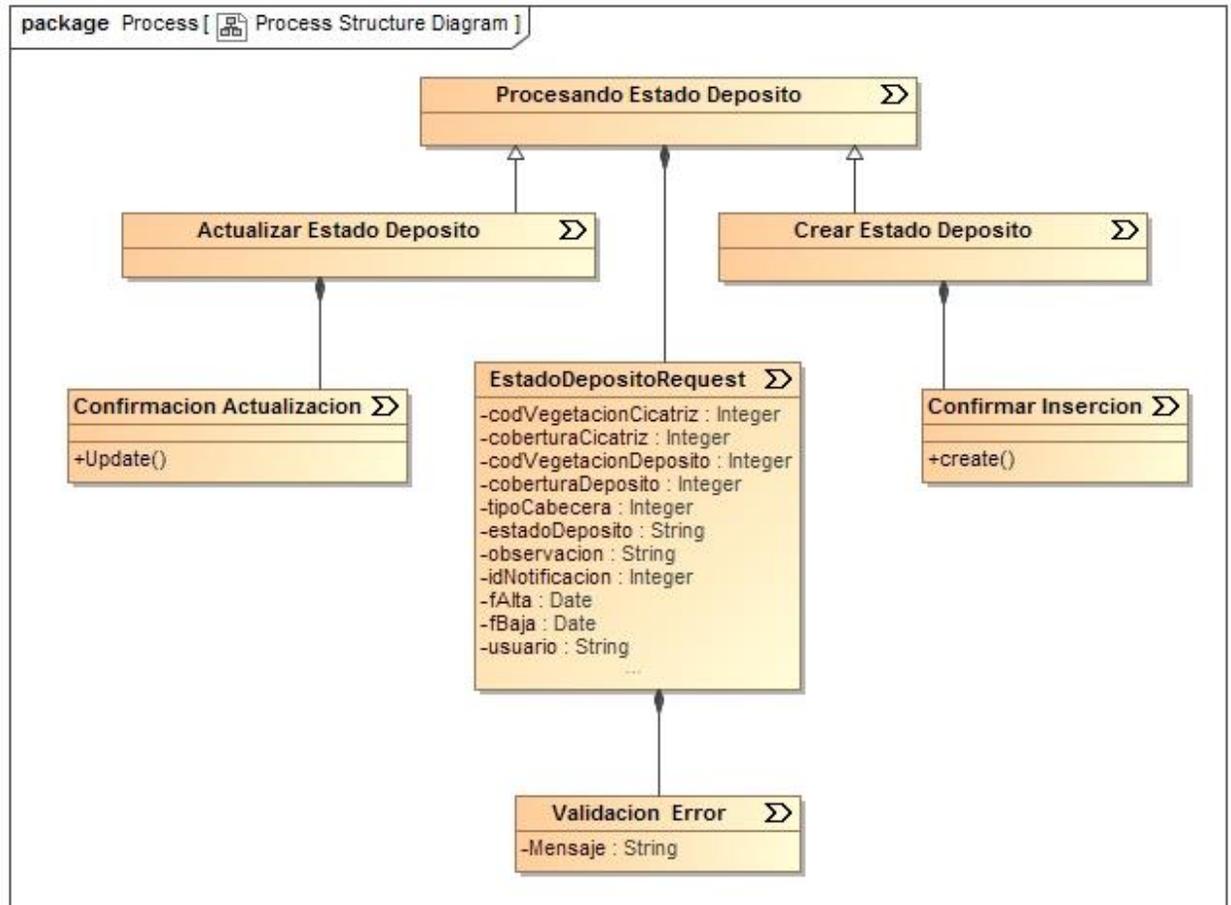
Fuente: Elaboración propia.

Figura 05. Modelo de estructura para el proceso de ingreso de factores desencadenantes al evento.



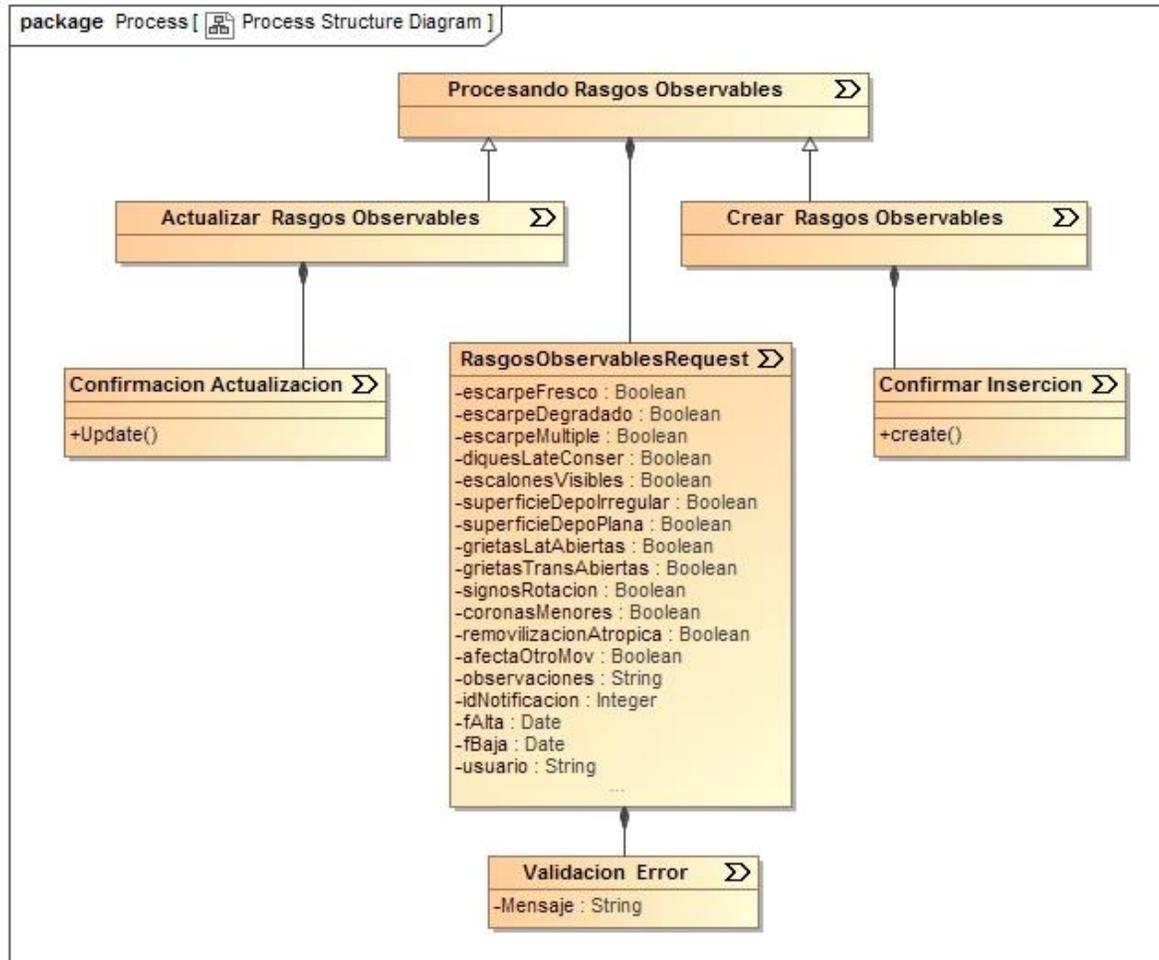
Fuente: Elaboración propia.

Figura 06. Modelo de estructura para el proceso de registro del estado del depósito al evento.



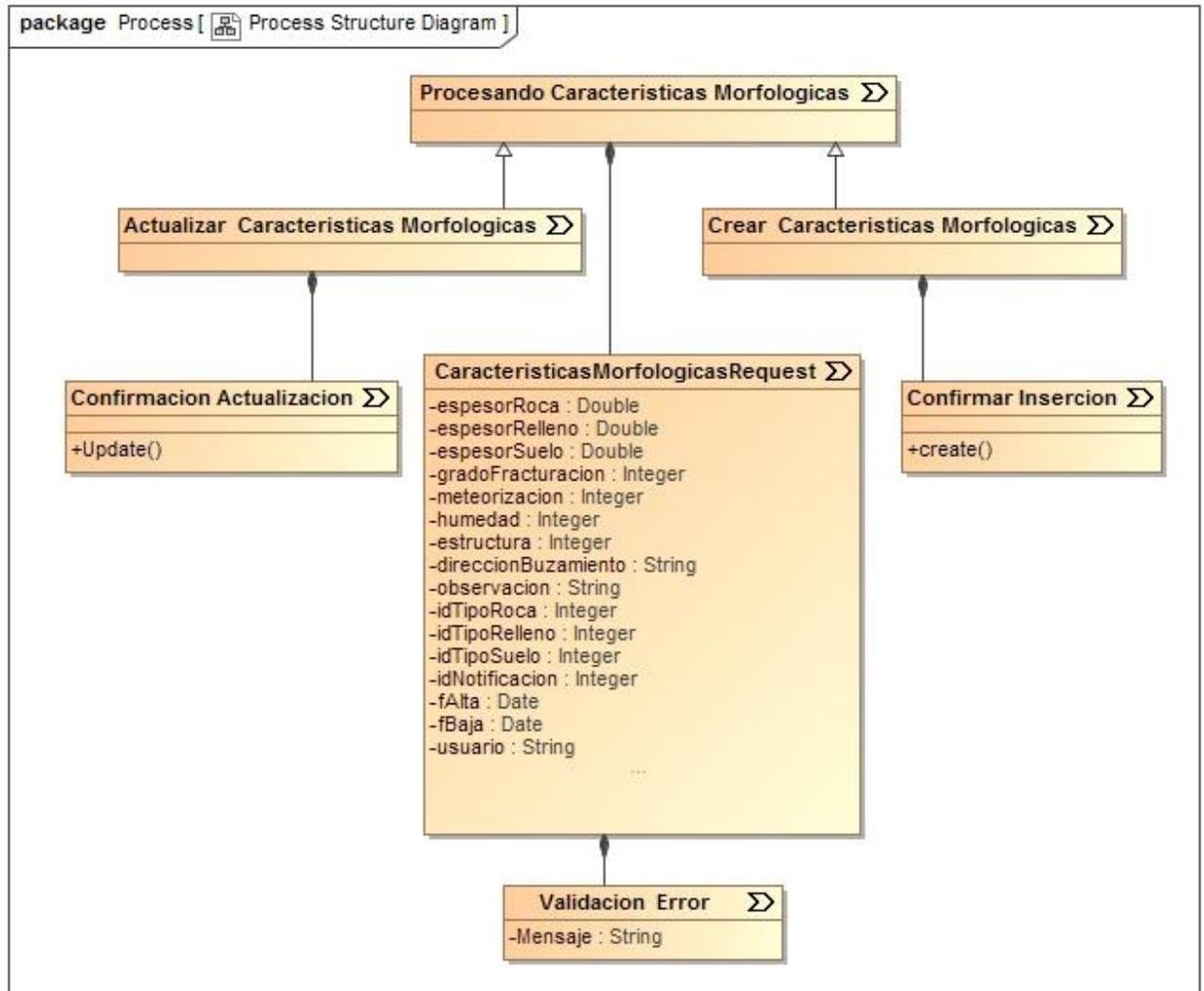
Fuente: Elaboración propia.

Figura 07. Modelo de estructura para el proceso de registro de rasgos observables al evento.



Fuente: Elaboración propia.

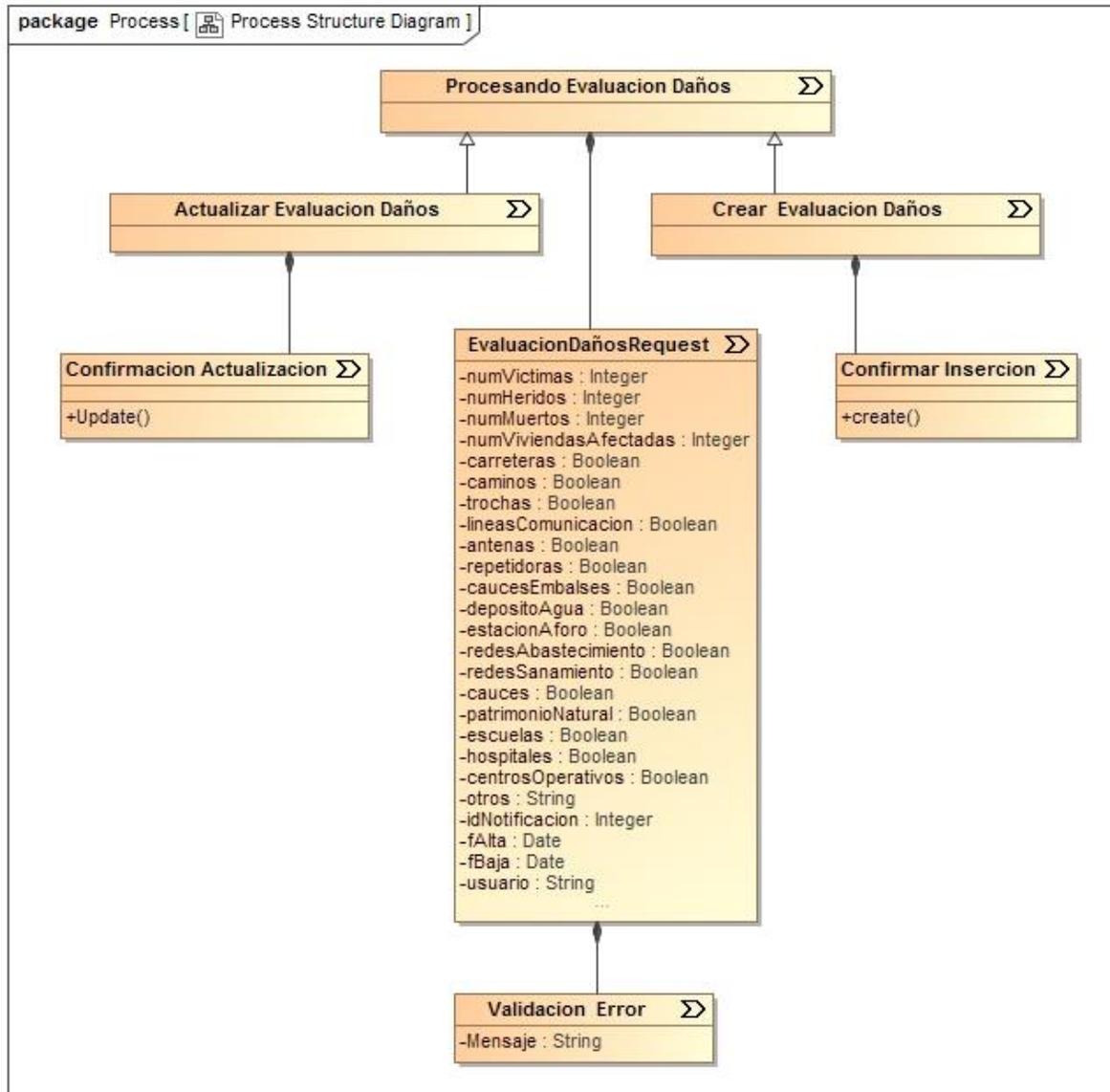
Figura 08. Modelo de estructura para el proceso de registro de características morfológicas al evento.



Fuente: Elaboración propia.



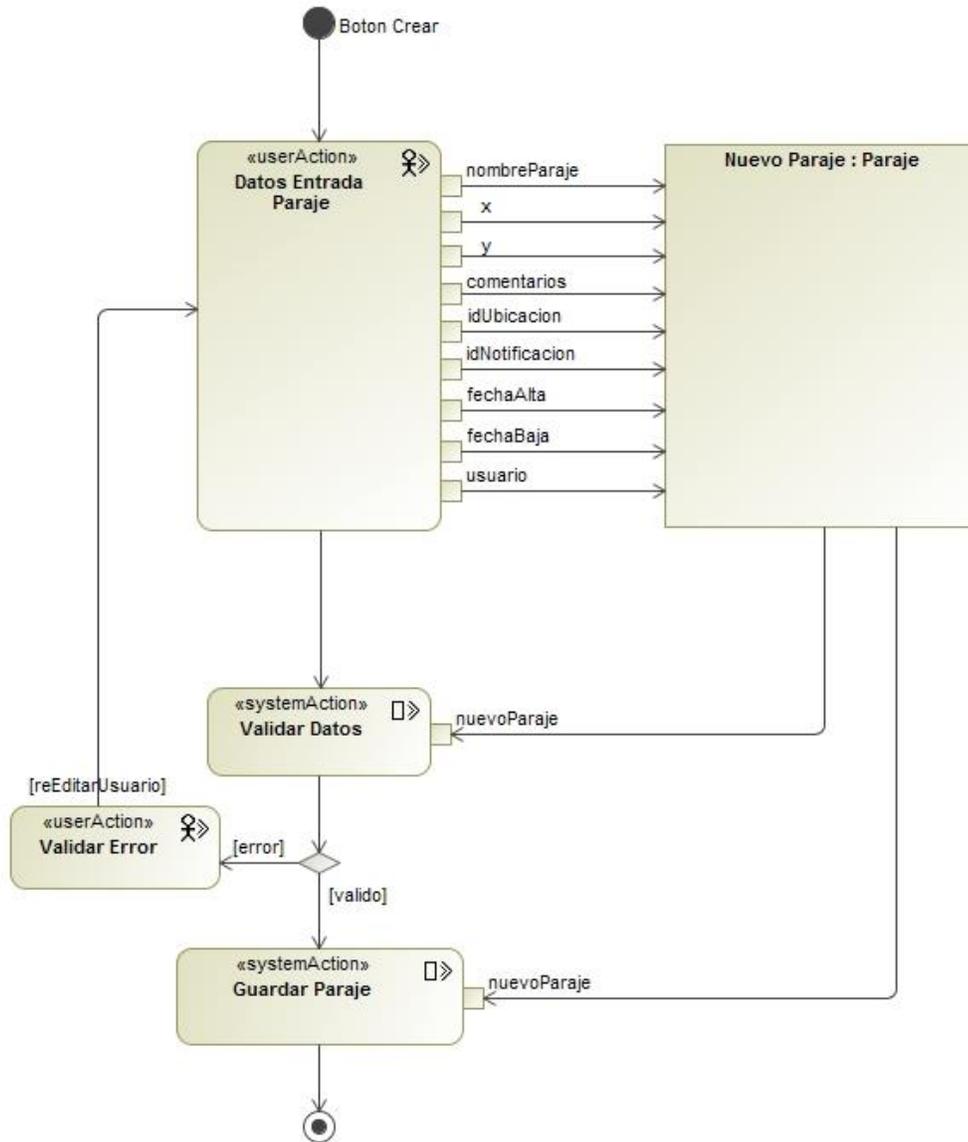
Figura 10. Modelo de estructura para el proceso de registro de evaluación de daños.



Fuente: Elaboración propia.

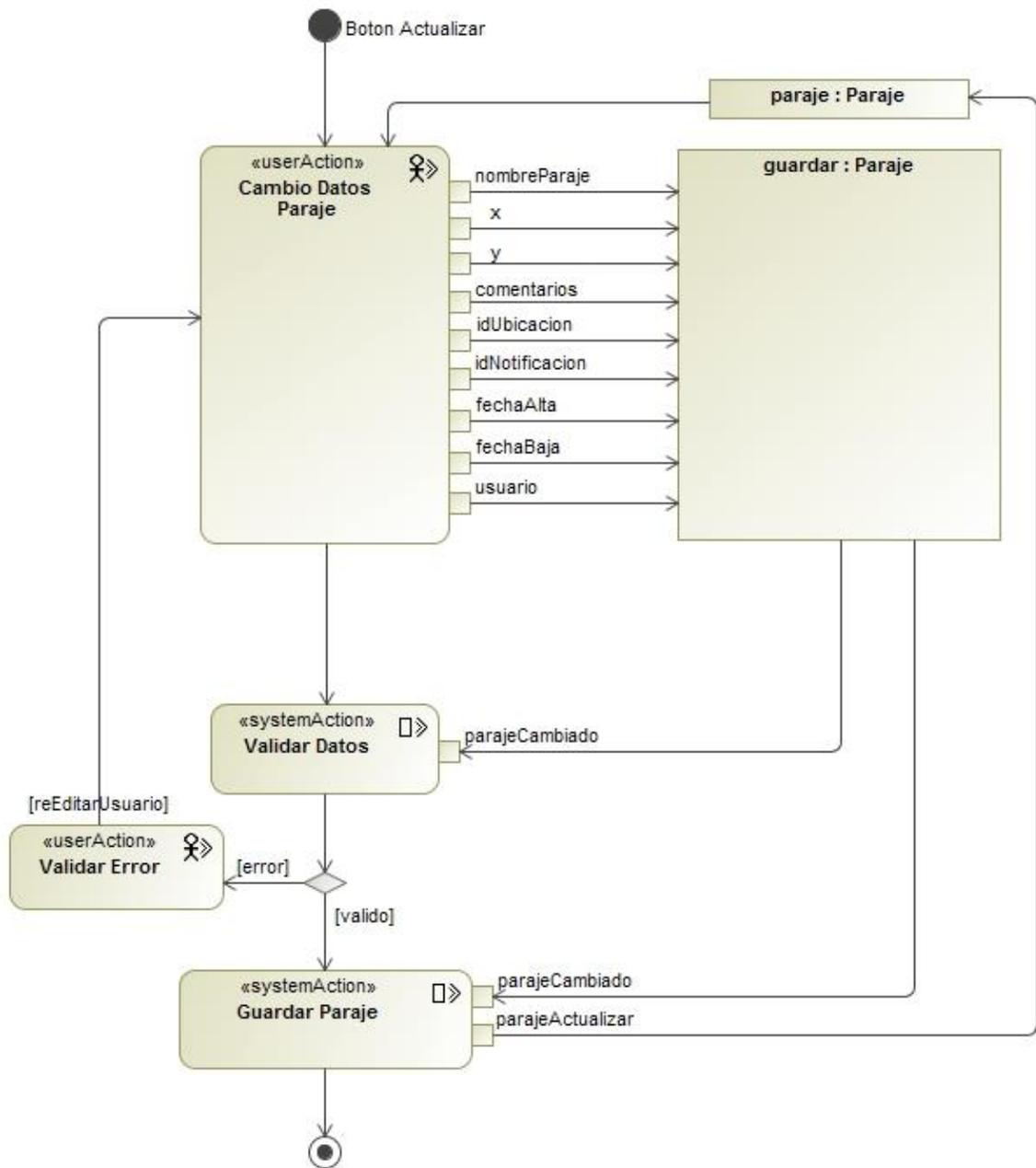
VIII. II. Modelo de flujo de procesos.

Figura 01. Flujo de proceso para crear paraje.



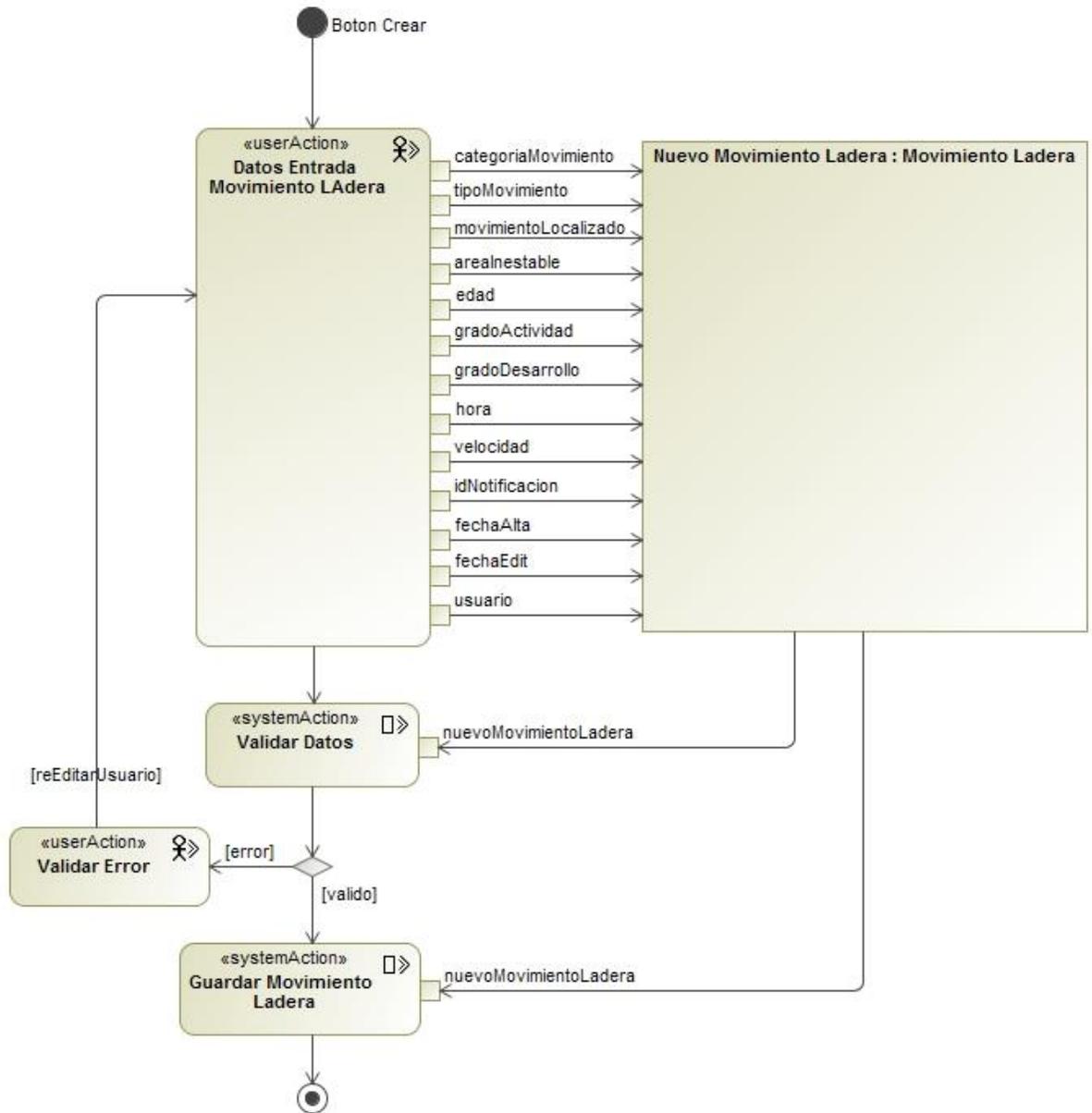
Fuente: Elaboración propia.

Figura 02. Diagrama de flujo de proceso para actualizar el paraje.



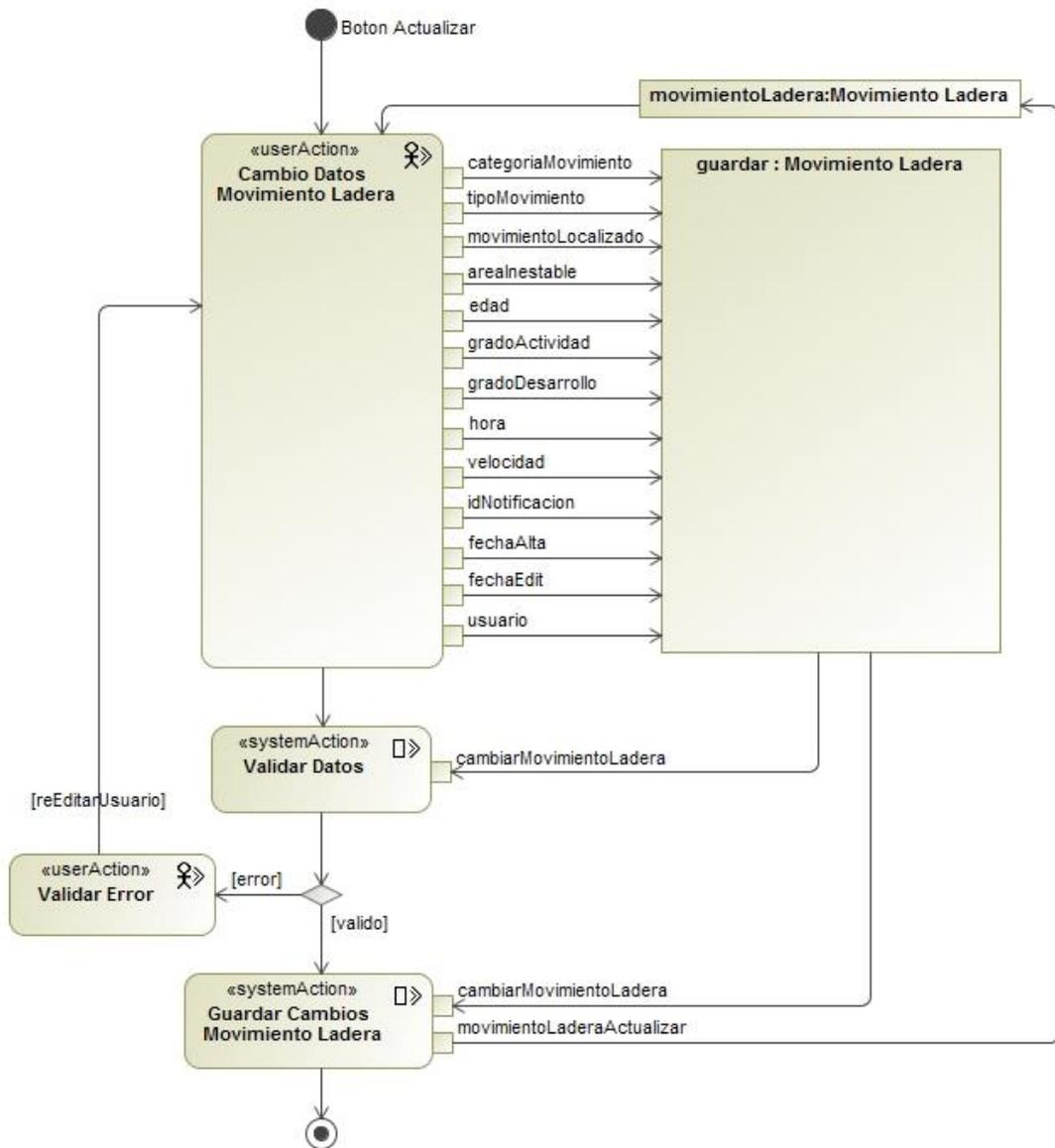
Fuente: Elaboración propia.

Figura 03. Diagrama de flujo de proceso para ingresar datos de movimiento de ladera.



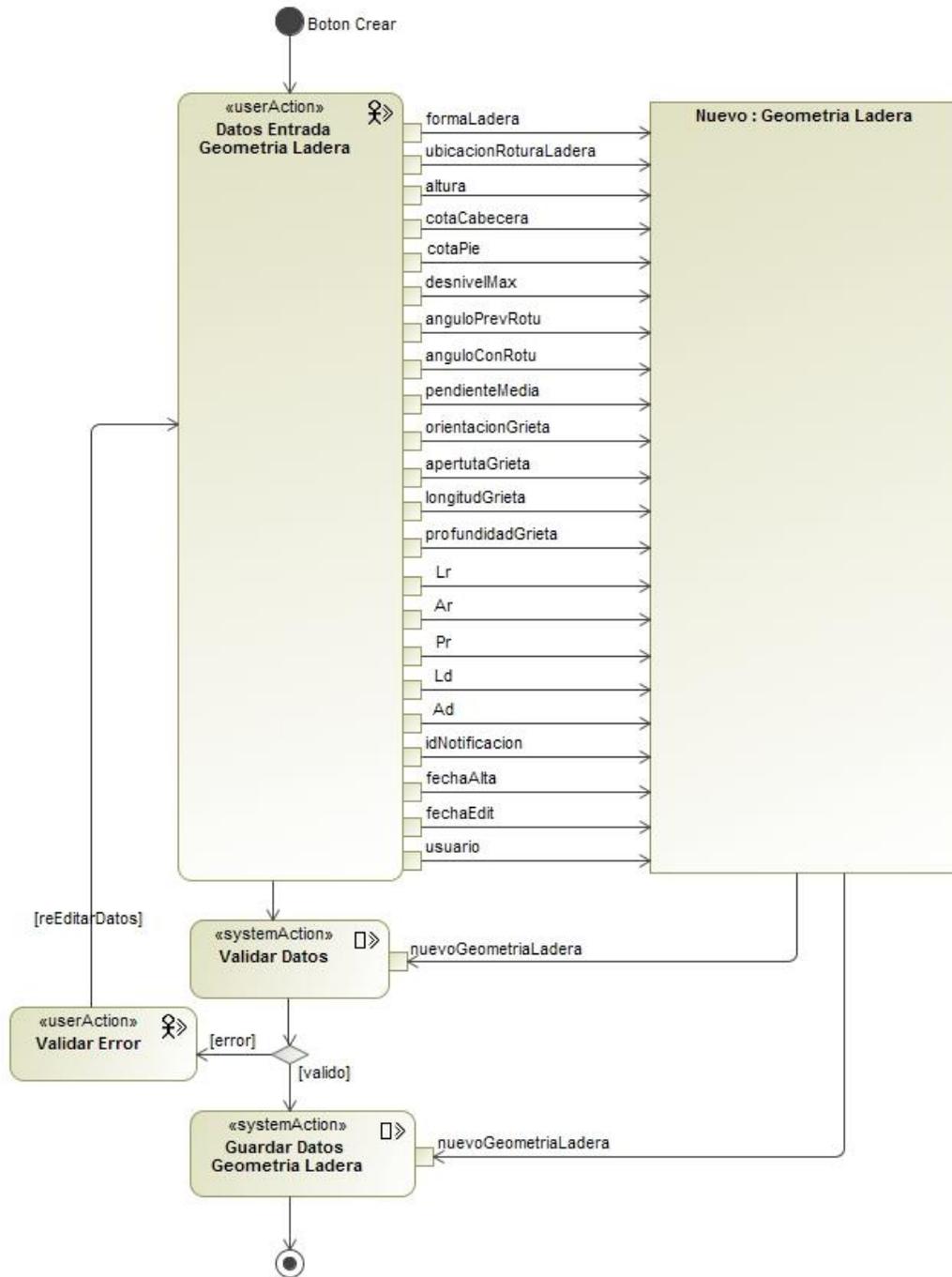
Fuente: Elaboración propia.

Figura 04. Diagrama de flujo de proceso para actualizar datos de movimiento de ladera.



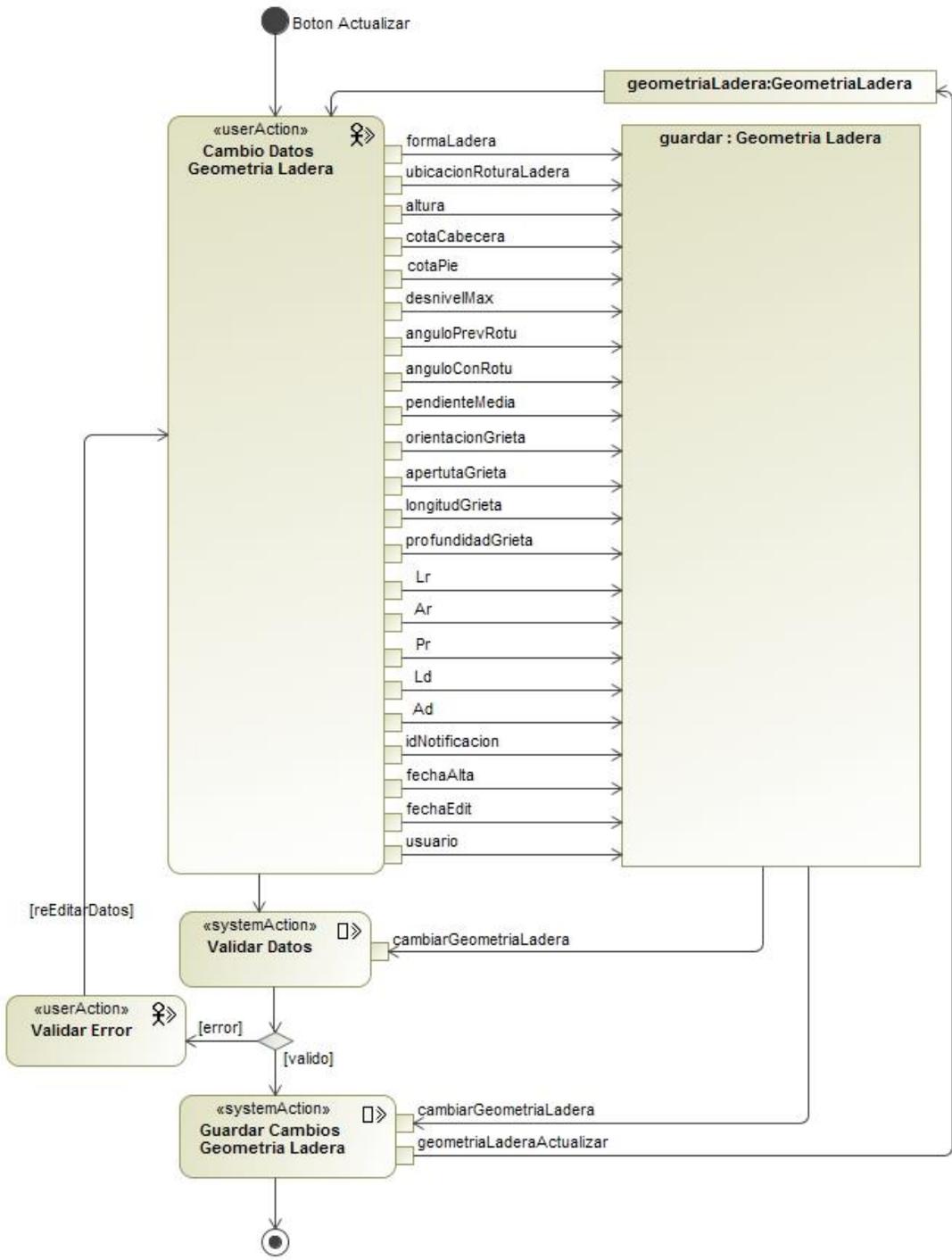
Fuente: Elaboración propia.

Figura 05. Diagrama de flujo de proceso para ingresar datos de geometría de ladera



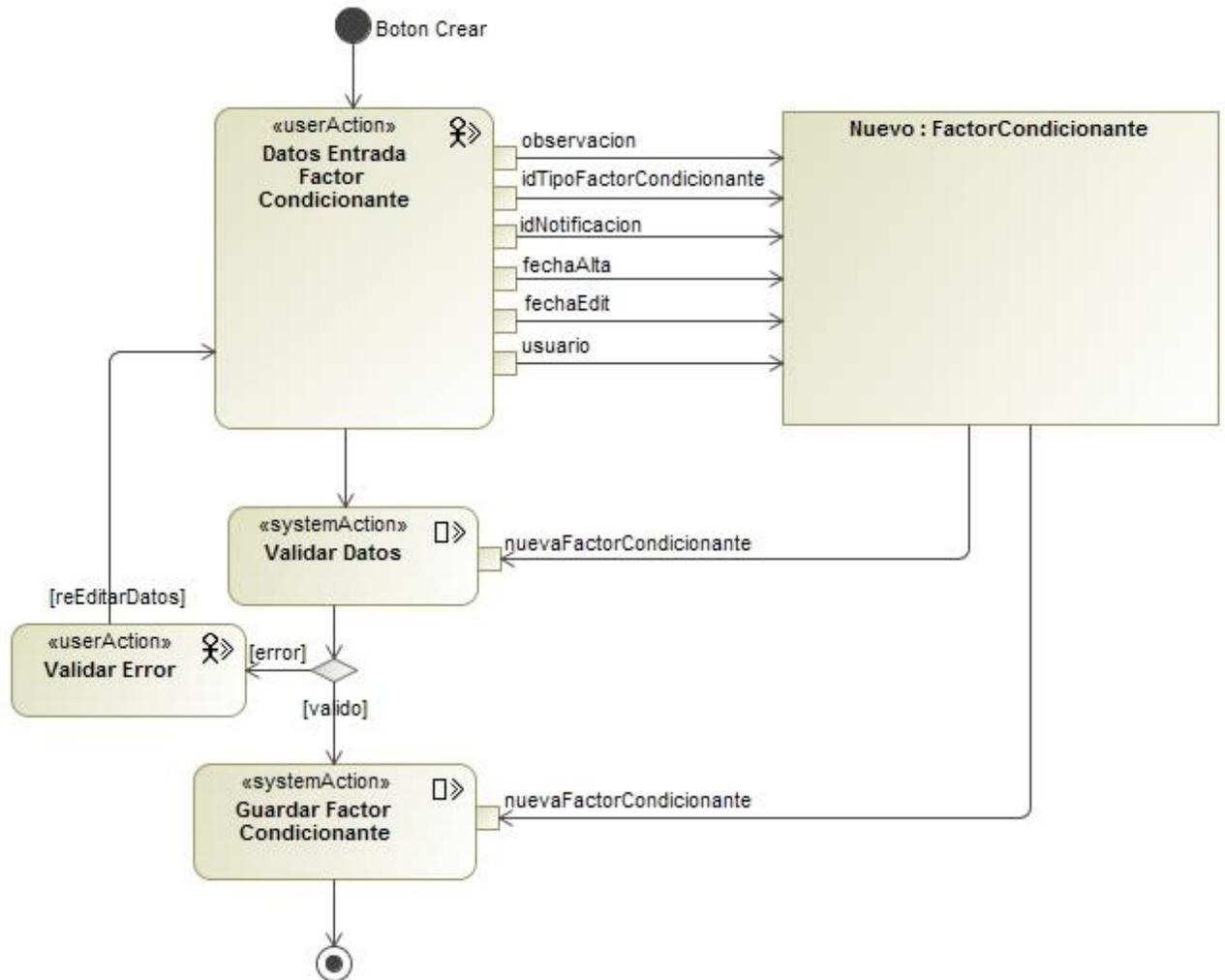
Fuente: Elaboración propia.

Figura 06. Diagrama de flujo de proceso para actualizar datos de geometría de ladera.



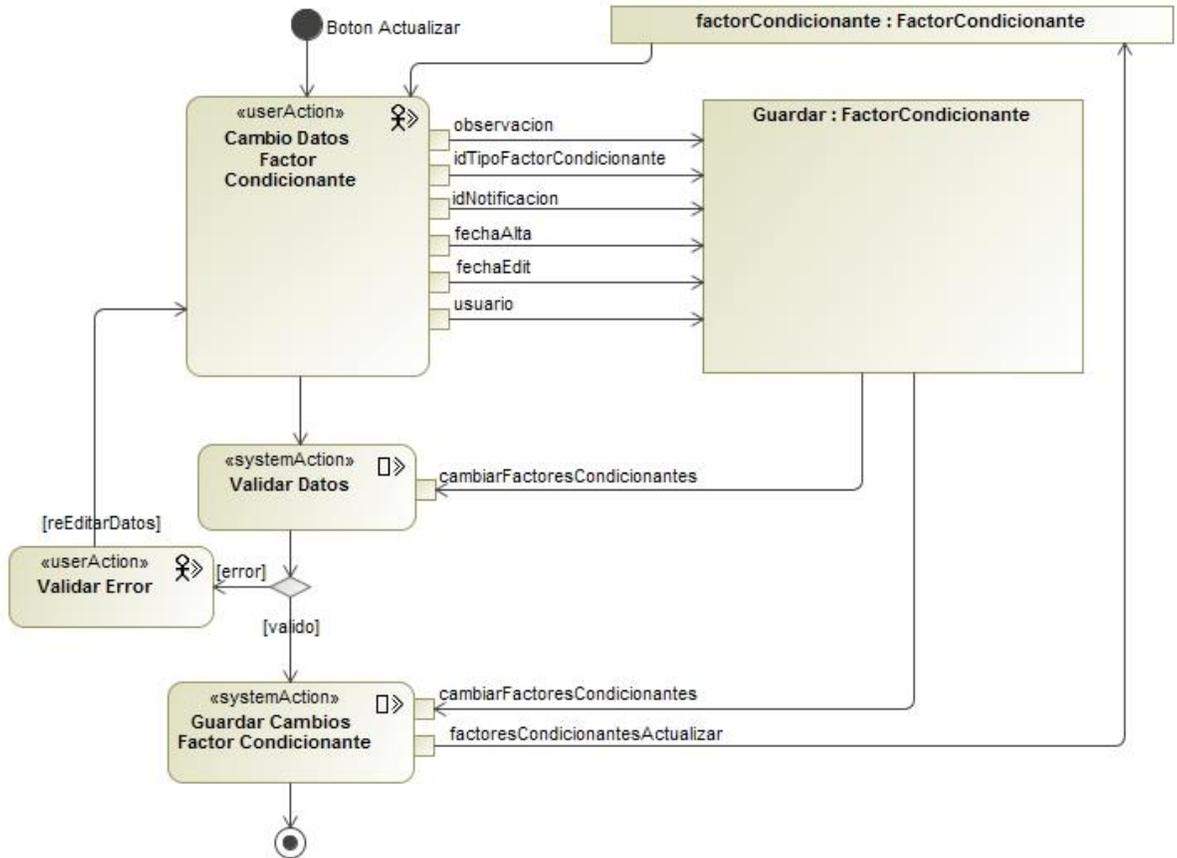
Fuente: Elaboración propia.

Figura 06. Diagrama de flujo de proceso para crear datos de factor condicionante de ladera.



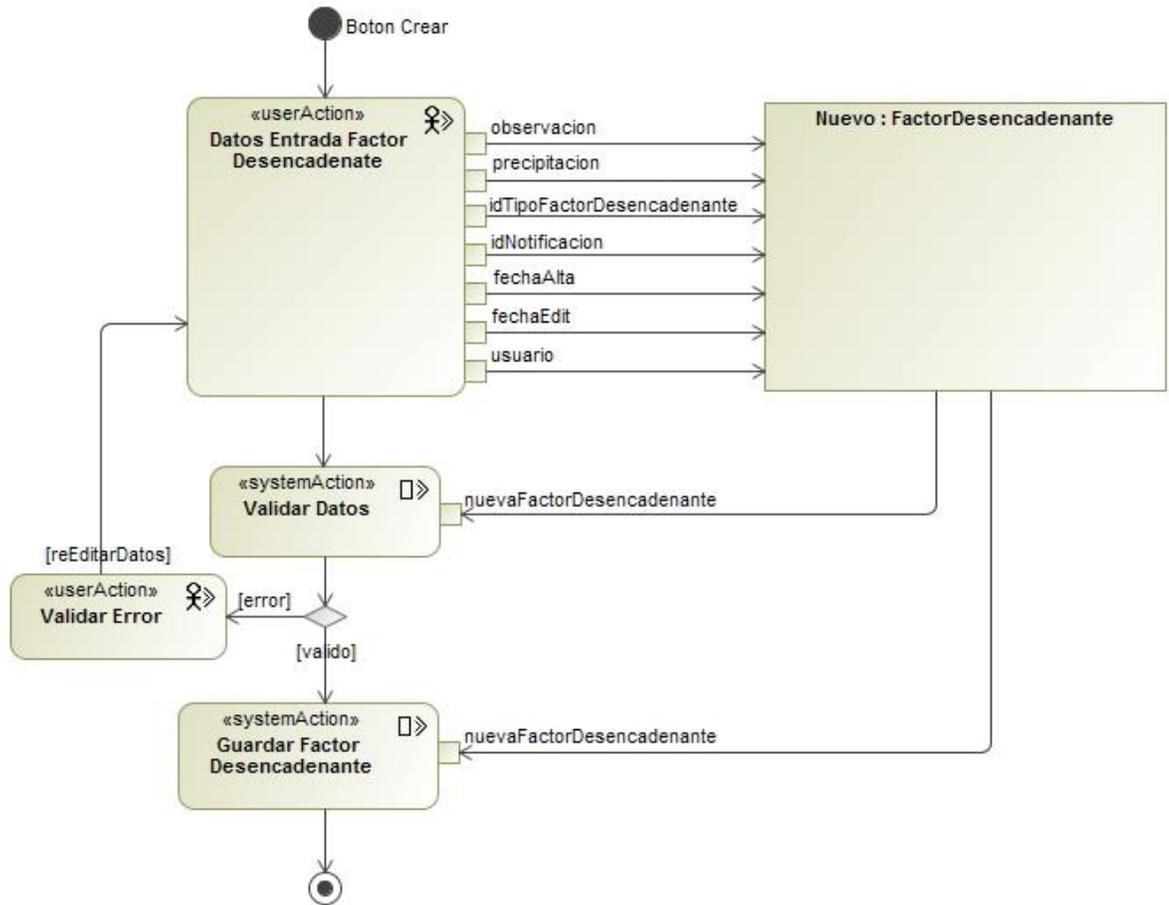
Fuente: Elaboración propia.

Figura 07. Diagrama de flujo de proceso para actualizar datos de factor condicionante de ladera.



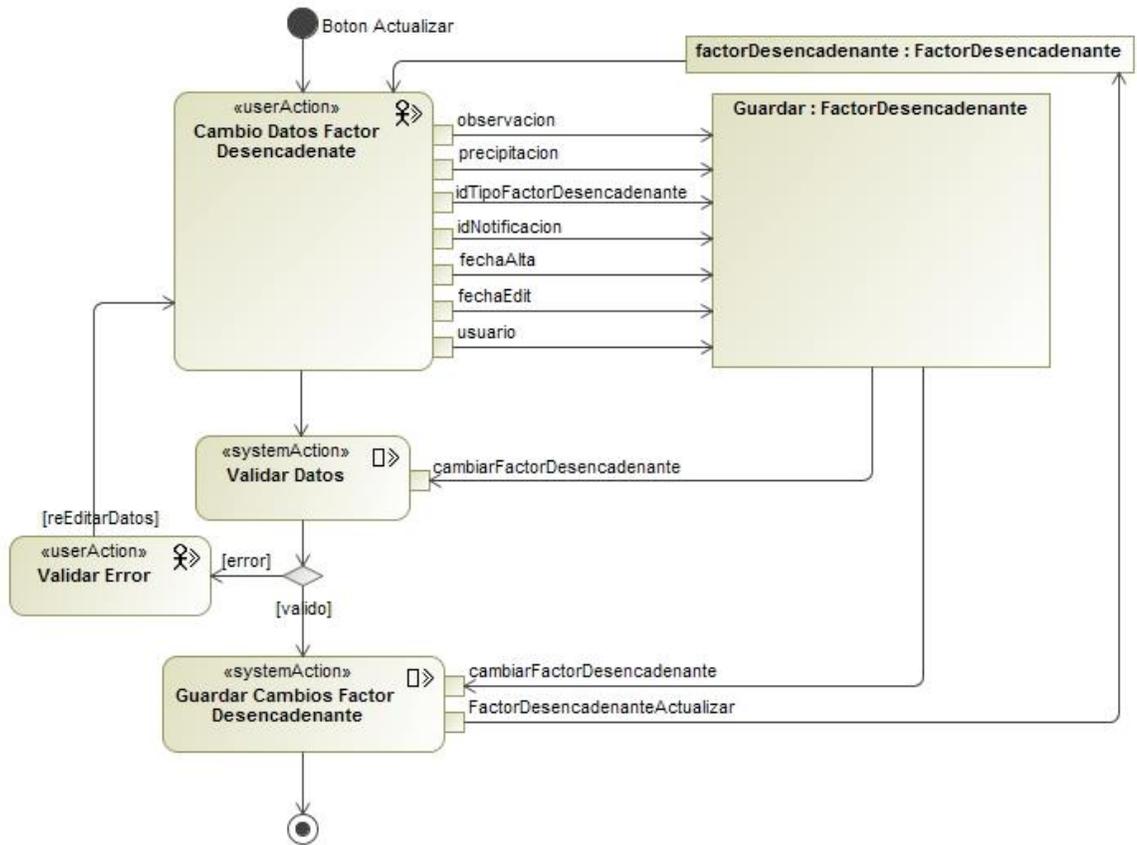
Fuente: Elaboración propia.

Figura 09. Diagrama de flujo de proceso para crear datos de factor desencadenante de ladera.



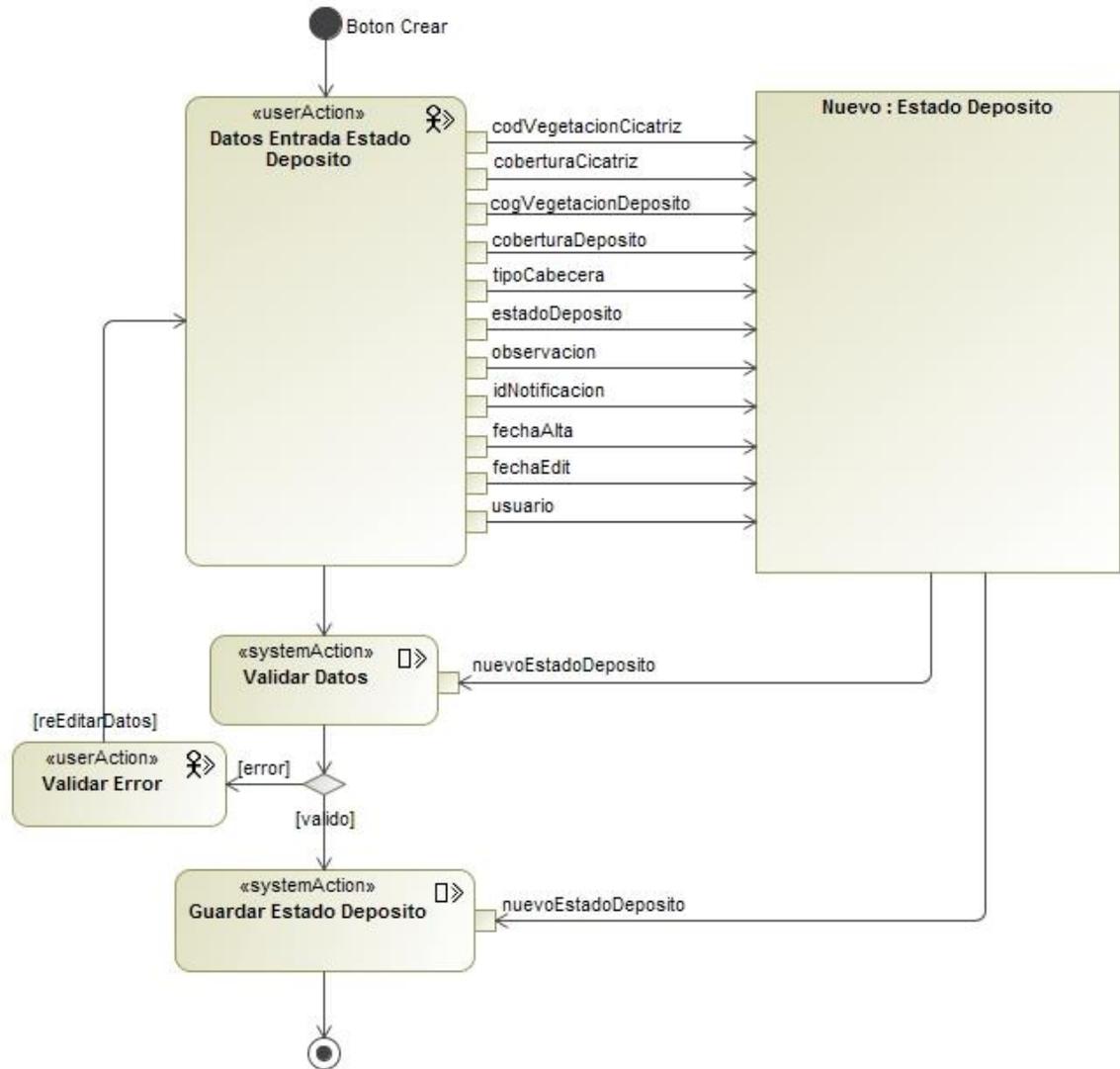
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de flujo de proceso para actualizar datos de factor desencadenante de ladera.



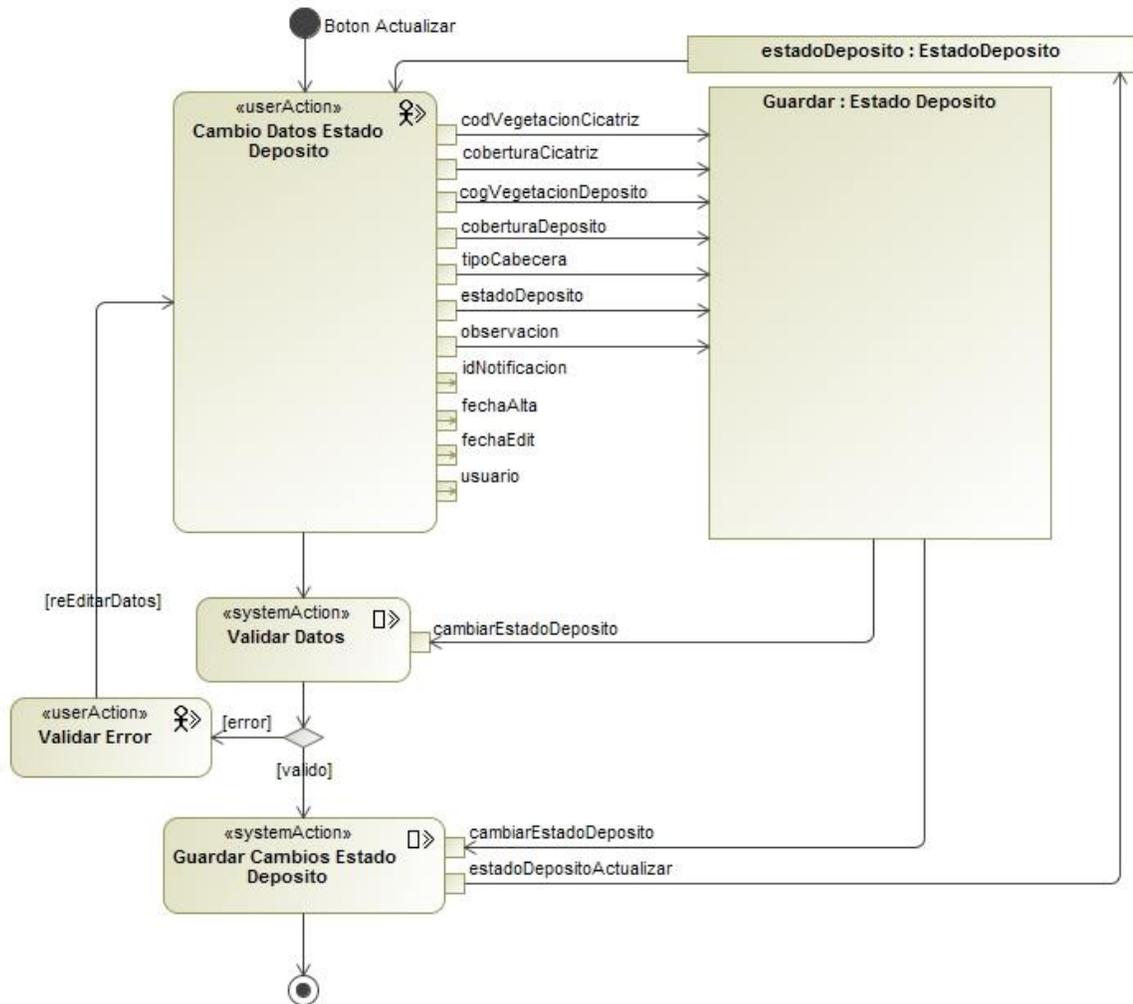
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de flujo de proceso para ingresar datos de estado del depósito de ladera.



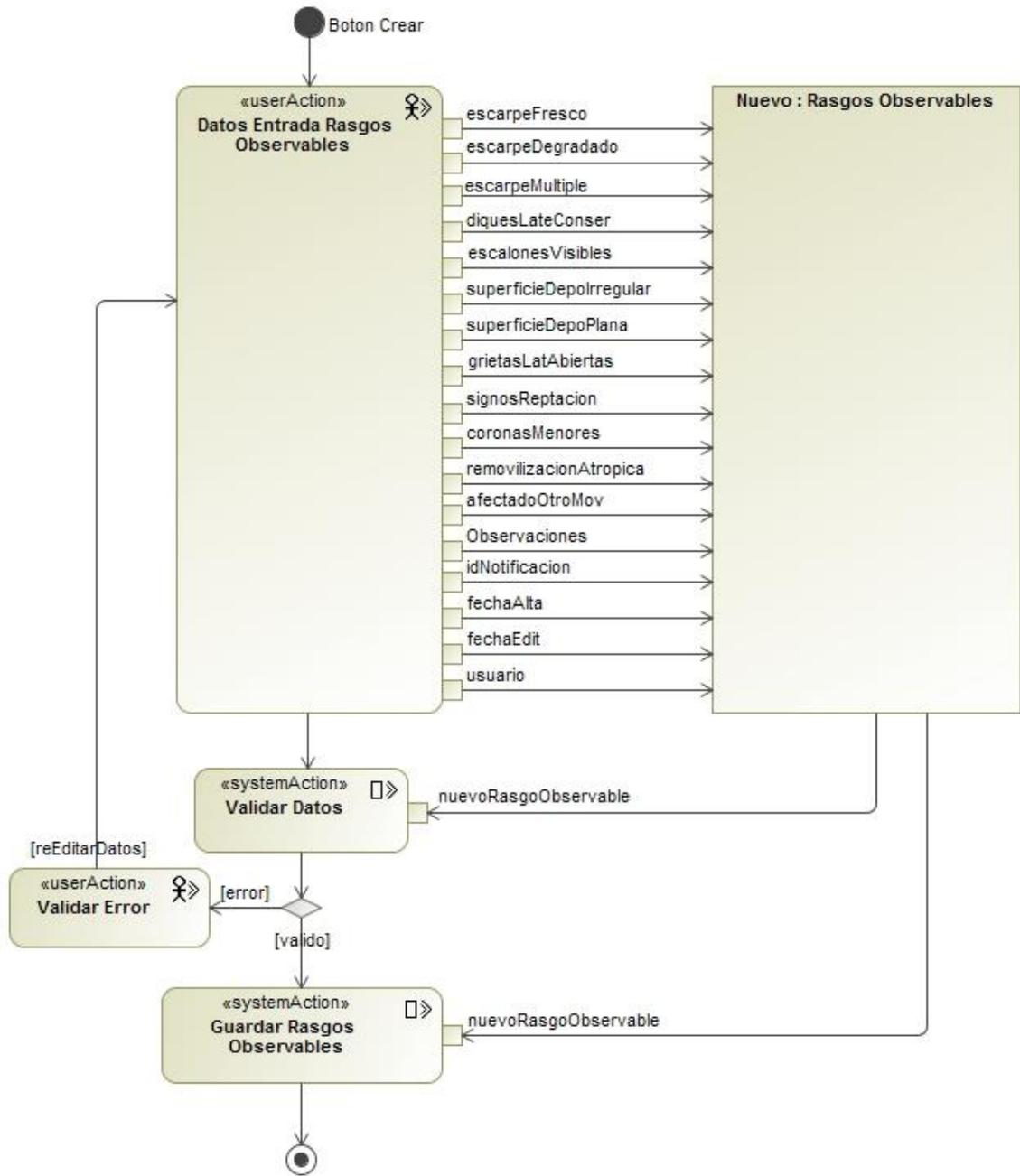
Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de flujo de proceso para actualizar datos de estado del depósito de ladera.



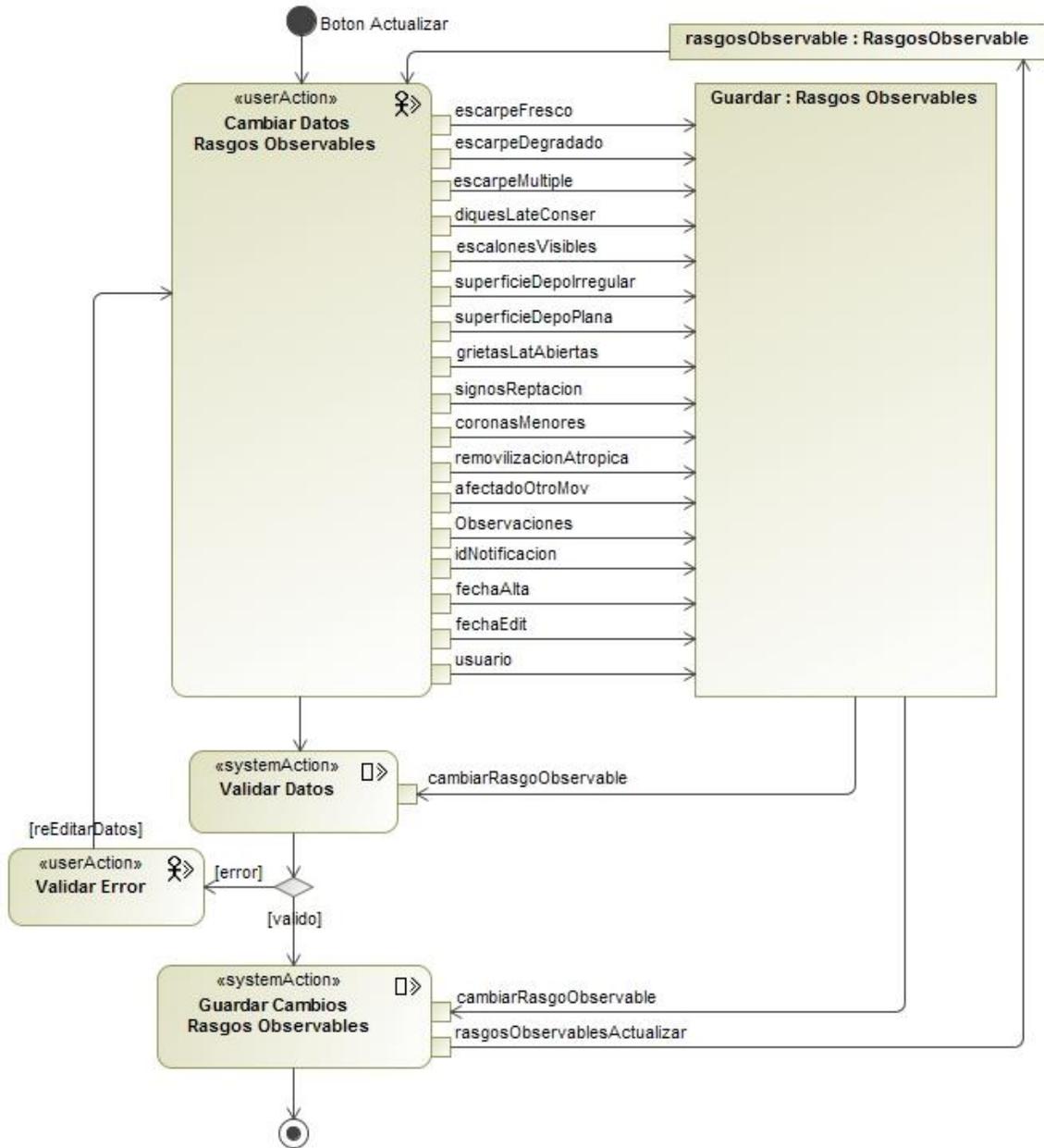
Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Diagrama de flujo de proceso para ingresar datos de rasgos observables de ladera.



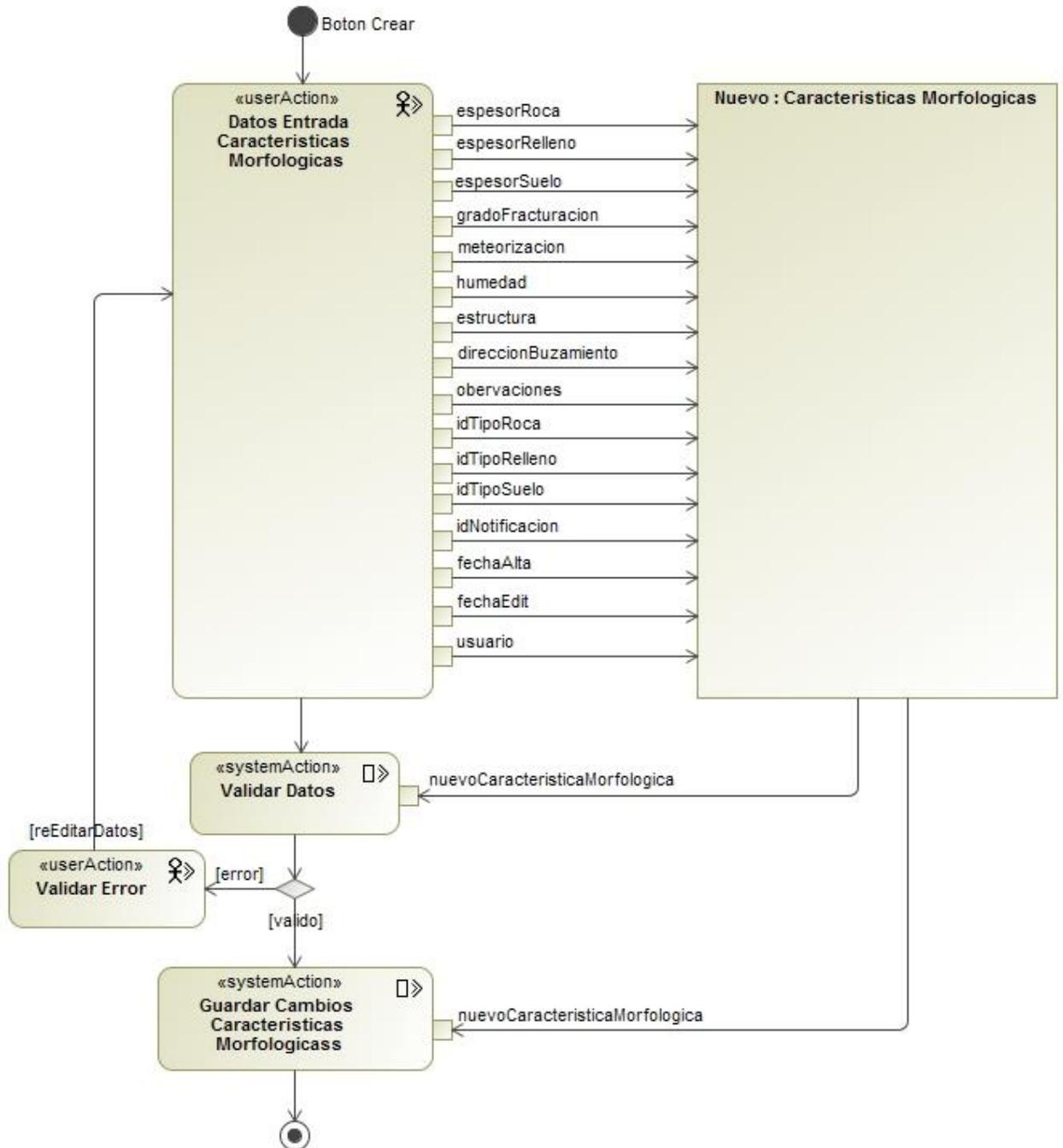
Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Diagrama de flujo de proceso para actualizar datos de rasgos observables de ladera.



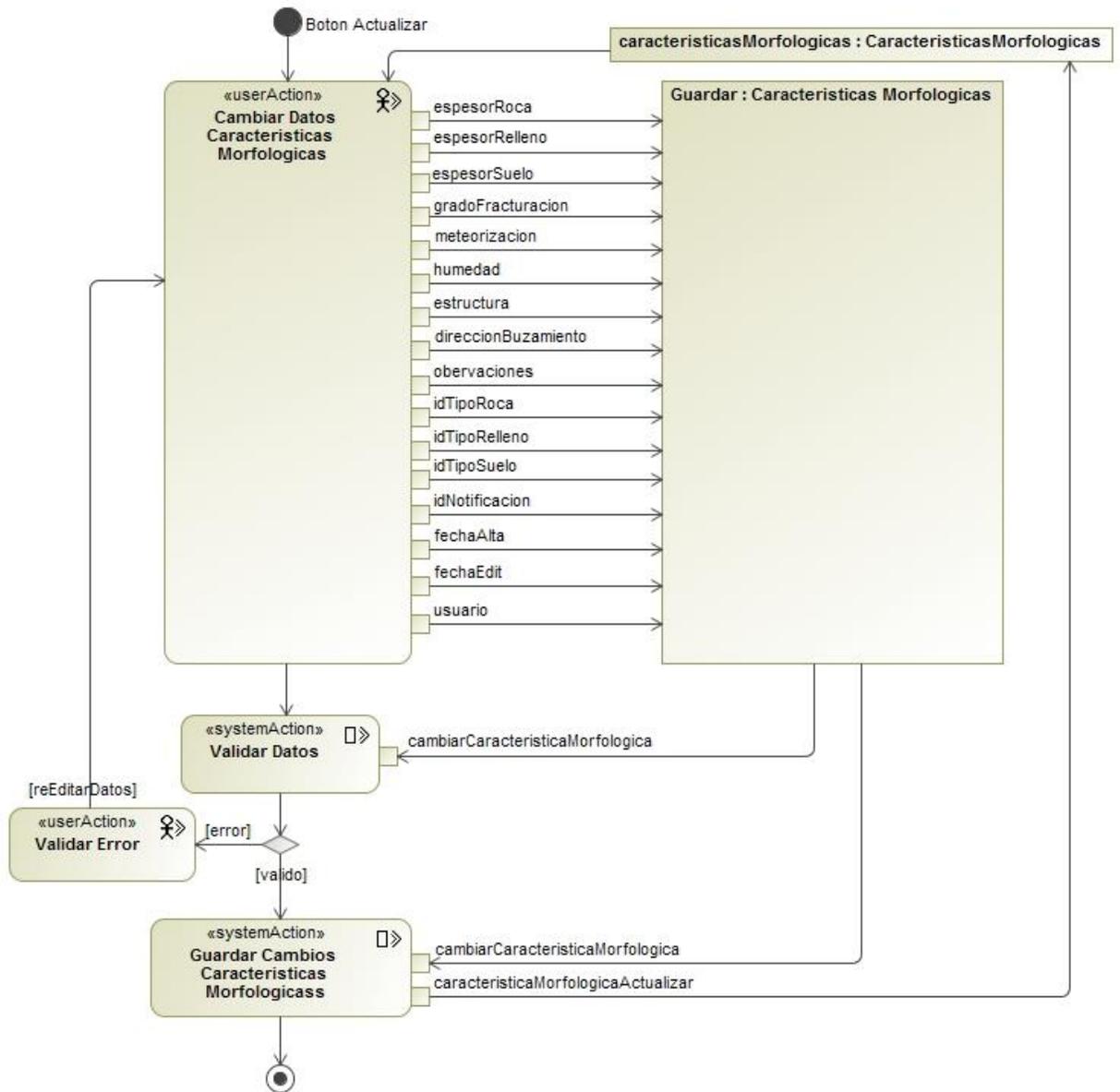
Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Diagrama de flujo de proceso para ingresar características morfológicas al evento.



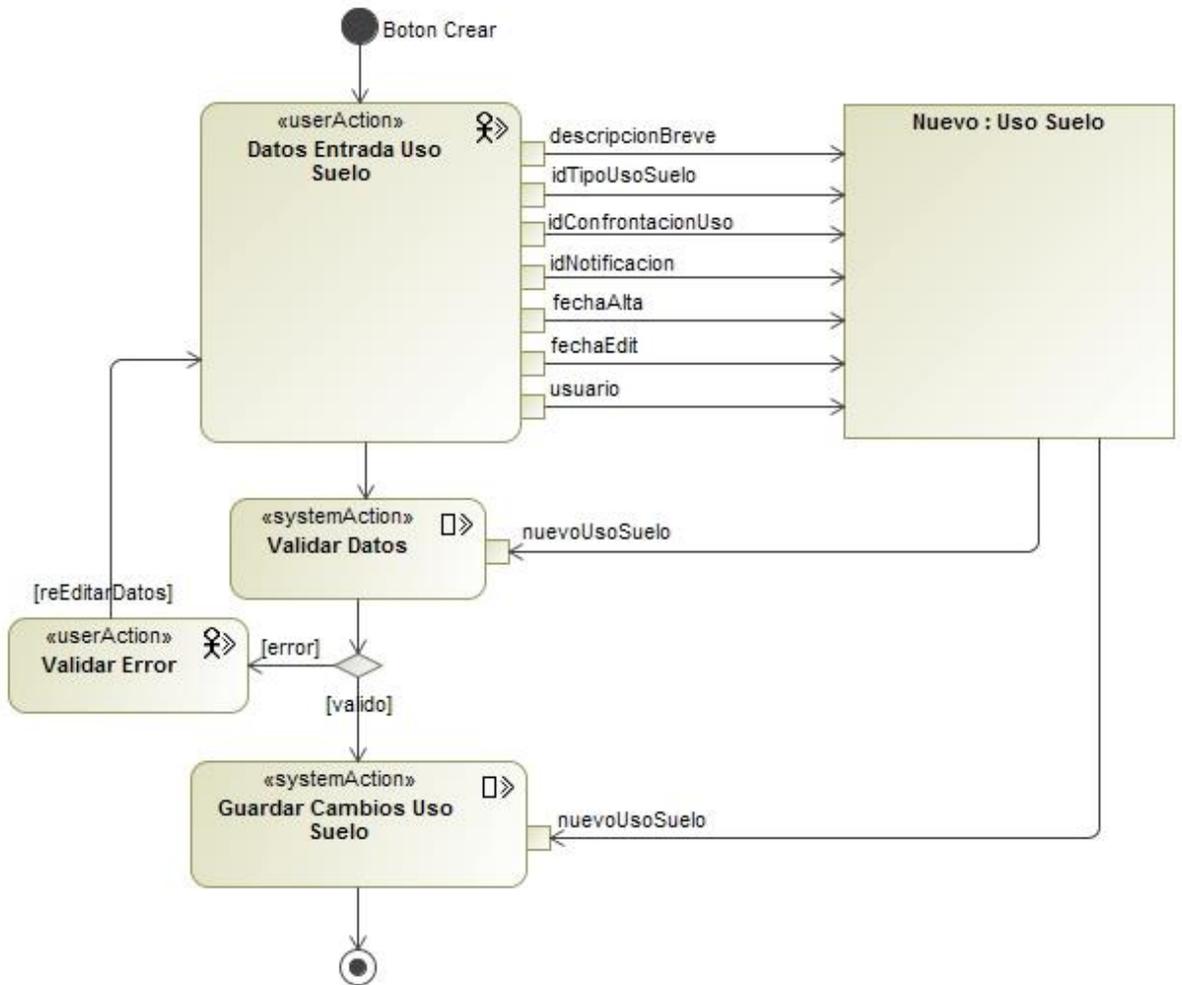
Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Diagrama de flujo de proceso para actualizar características morfológicas al evento.



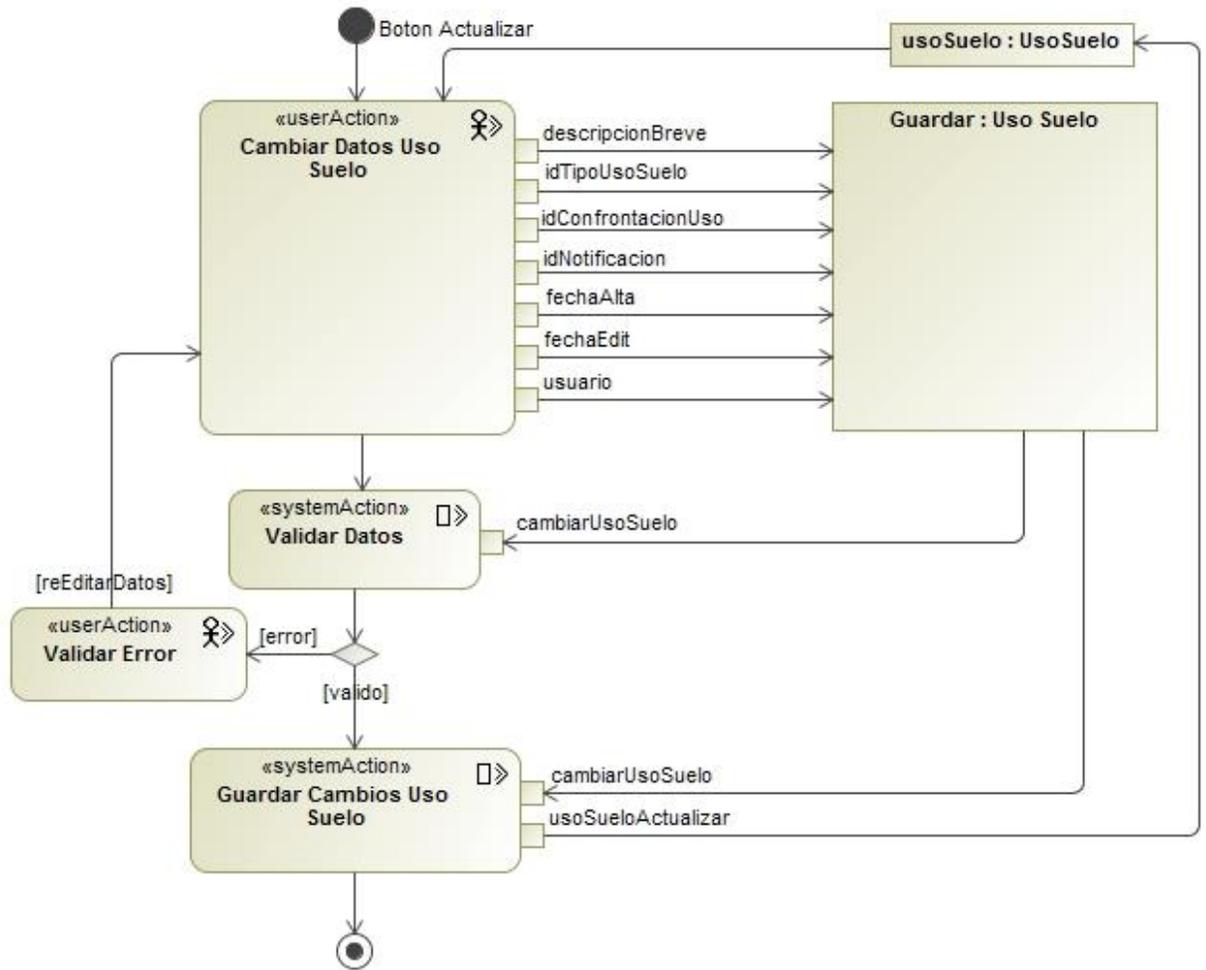
Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Diagrama de flujo de proceso para ingresar el uso del suelo al evento.



Fuente: Elaboración propia.

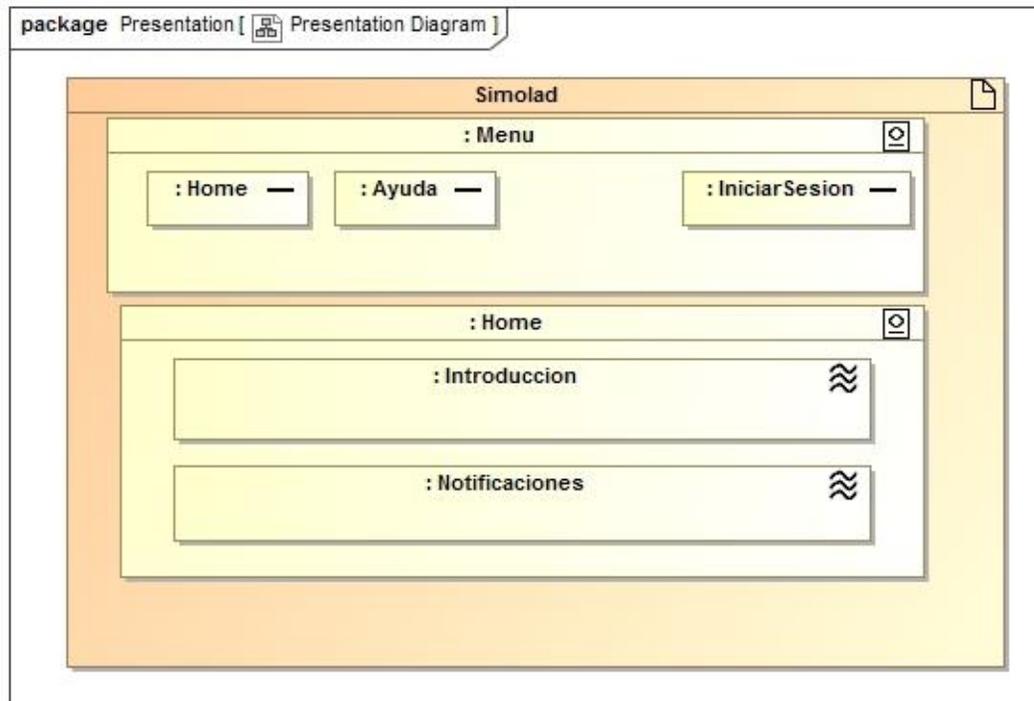
Figura 18. Diagrama de flujo de proceso para actualizar el uso del suelo al evento.



Fuente: Elaboración propia.

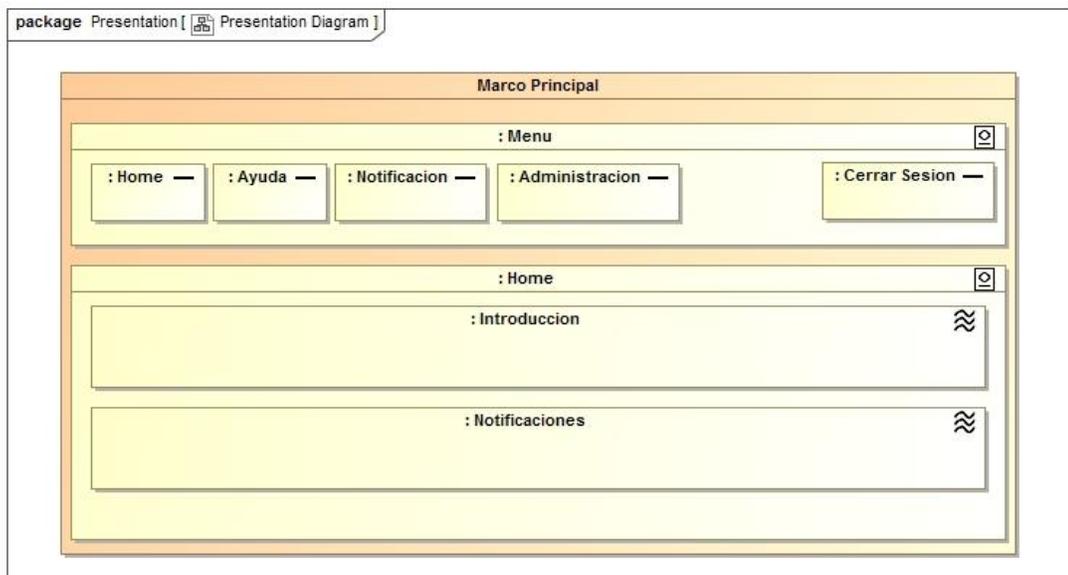
Anexo IX. DIAGRAMAS DE MODELO DE PRESENTACIÓN.

Figura 01. Modelo de presentación para la página principal.



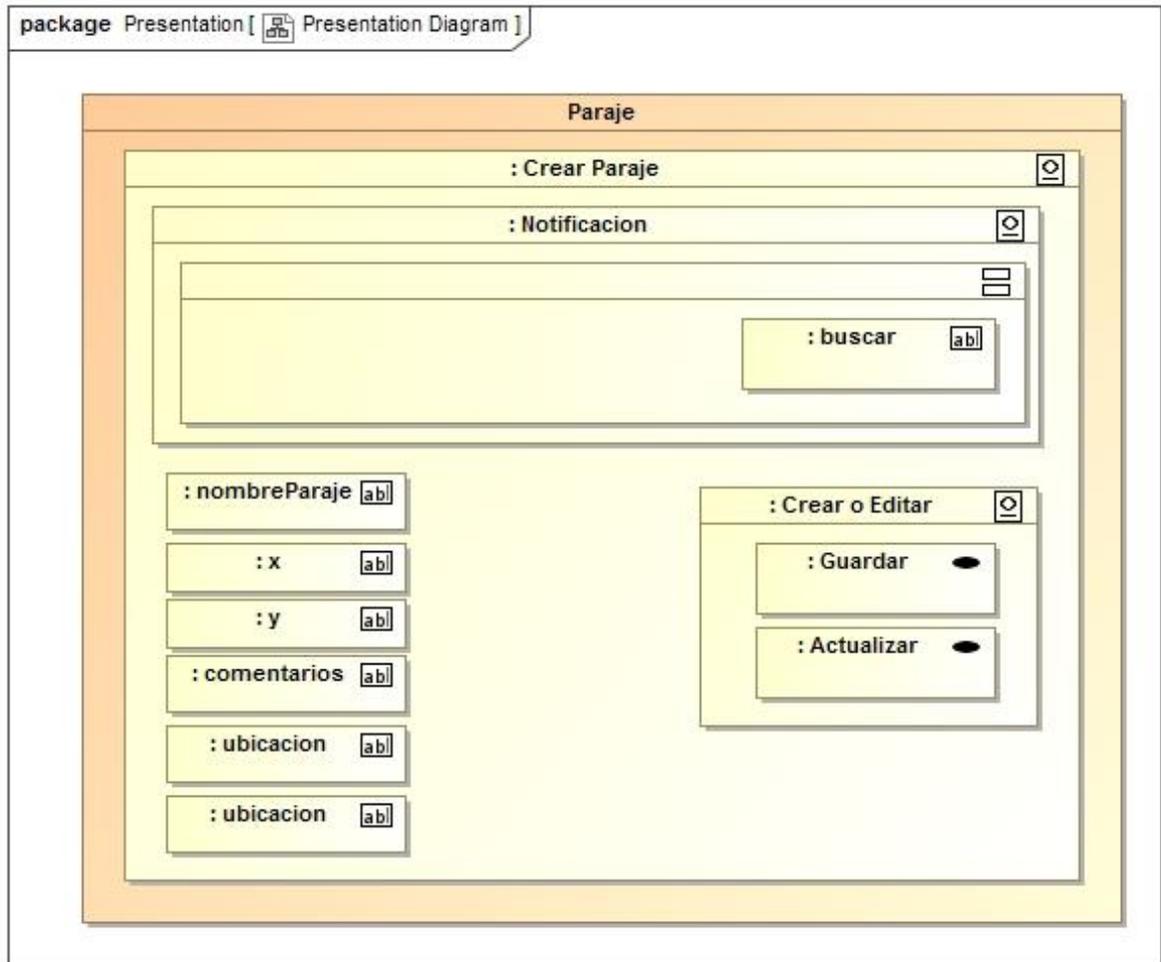
Fuente: Elaboración propia.

Figura 02. Modelo de presentación para el marco principal.



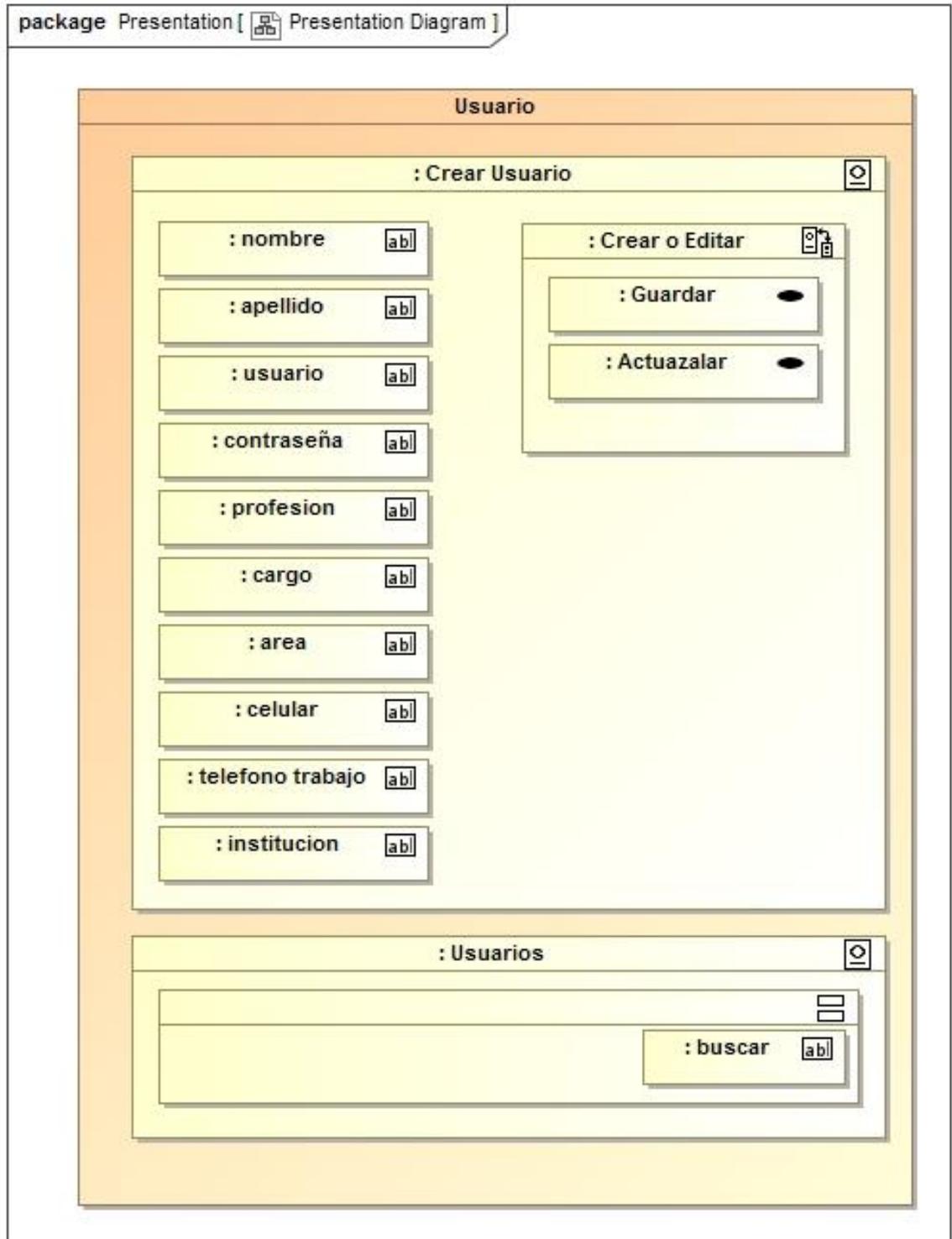
Fuente: Elaboración propia.

Figura 04. Modelo de presentación para crear el paraje.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 05. Modelo de presentación para crear usuario.



Fuente: Elaboración propia.