

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**SOLUCIÓN MÓVIL DE INSPECCIONES DE CAMPO
GEOREFERENCIADAS PARA USUARIOS DE ENERGÍA
ELÉCTRICA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

VELASCO CUEVA BYRON DANIEL

e-mail: dannyepn@gmail.com

DIRECTOR: ING. JUAN ALBERTO HERRERA SILVA, Msc.

e-mail: juan.herrera@leveltech.com.ec

Quito, Octubre 2019

DECLARACIÓN

Yo Byron Daniel Velasco Cueva, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Byron Daniel Velasco Cueva

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Byron Daniel Velasco Cueva, bajo mi supervisión.

Ing. Juan Herrera, Msc.
DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORÍA

Dedico esta tesis a Fernanda, mi esposa que gracias a todos sus sacrificios realizados durante el tiempo de nuestra relación me han permitido culminar esta etapa en mi vida.

A mis padres Ermel e Irina, por su apoyo incondicional, sustento y preocupación constante, ninguna de las metas trazadas en mi vida hubieran sido posibles de cumplirlas.

A mis hermanos James y Mike, que con sus locuras me ayudaron a despejar mi mente, y a los momentos inolvidables que pasamos juntos que jamás saldrán de mi memoria.

A mi hija que vino a este mundo a llenarnos de bendiciones, ya que gracias a la inmensa felicidad de su llegada me dieron fuerzas suficientes para no rendirme y lograr cumplir con este objetivo en mi vida.

Y finalmente a Dios y a los angelitos que están en el cielo cuidándome en cada paso que doy, mil gracias por su guía, bendiciones y sacrificios.

Byron Daniel

AGRADECIMIENTO

A mis padres Ermel e Irina y a mis hermanos James y Mike que fueron un apoyo inmenso durante toda mi vida, gracias por estar junto a mí cuando más los necesitaba, por los bellos momentos que pasamos en familia y por estar constantemente preocupados para que termine mi tesis. Les recuerdo que vienen cosas mucho más grandes en mi vida.

A mi esposa Fernanda, que prácticamente estuvo a mi lado desde los inicios de mi carrera universitaria y seguiré acompañándome hasta el final de mis días, mil gracias por los sacrificios que hiciste en el pasado y por lo que sigues haciendo cada día, eres todo lo que siempre quise tener en mi vida. Y gracias por darme la felicidad más grande en mi vida, la noticia de la llegada de mi hijo, que inmensa felicidad el ver como mi familia sigue creciendo, ahora seremos cuatro con el Magou.

A la familia de mi esposa que fue mi apoyo durante momentos difíciles, gracias por nunca abandonarnos, por darnos la mano para levantarnos y por presionarme para que culmine mis estudios.

A mi amigo Juan Carlos y a su familia, muchas gracias por el tiempo, el apoyo y su amistad. Juan muchas gracias por tu guía y consejos, tanto en temas tecnológicos, aporte de ideas y aspectos humanos, eres un gran amigo.

A mi tutor Juan Herrera por su amistad, consejos y por ayudarme descubrir y explotar habilidades que desconocía. Y principalmente que a pesar de todo cumplió con su palabra y me ayudo con su guía para poder culminar con mi tesis.

Byron Daniel

CONTENIDO

DECLARACIÓN	i
CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORÍA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xiii
PRESENTACIÓN	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR ELÉCTRICO EN EL ECUADOR.....	1
1.1.2 PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL SECTOR ELÉCTRICO	3
1.2 ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES.....	6
1.2.1 Dispositivos Móviles.....	6
1.2.2 Sistemas de Telefonía Móvil.....	18
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS.....	23
1.3.1 SELECCIÓN de la Metodología de Desarrollo	23
1.3.2 Justificación de la Metodología de Desarrollo.....	27

1.3.3	SELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO.....	27
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE PROCESOS DE INSPECCIONES DE CAMPO PARA USUARIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....		35
2.1	SITUACIÓN ACTUAL DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INSPECCIONES DE CAMPO	35
2.1.1	SISTEMA SICO.....	36
2.2	ANÁLISIS DEL PROCESO DE INSPECCIONES DE CAMPO.....	36
2.2.1	INSPECCIONES DE CAMPO.....	36
2.2.2	Catastro de Clientes	38
2.2.3	Gestión de la información de las inspecciones de campo	42
2.3	ESTUDIO COSTO – BENEFICIO DEL USO DE TECNOLOGÍAS MÓVILES PARA LOS PROCESOS DE INSPECCIONES DE CAMPO	43
2.3.1	Costos	43
2.3.2	Beneficios	51
2.3.3	Viabilidad del proyecto	53
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROTOTIPO.....		54
3.1	ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS, ANÁLISIS Y DISEÑO	54
3.1.1	ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS	54
3.1.2	Análisis.....	64
3.1.3	Diseño.....	79
3.2	DESARROLLO DEL PROTOTIPO	127
3.2.1	Estándares de Programación aplicables	127
3.2.2	Codificación	128

3.3	PRUEBAS DEL PROTOTIPO	137
3.3.1	Casos de Prueba	137
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		145
4.1	CONCLUSIONES	145
4.2	RECOMENDACIONES	146
GLOSARIO DE TÉRMINOS		149
BIBLIOGRAFÍA		152
ANEXO 1		156
ANEXO 2		157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Costo de recursos y personal operativo sin automatización.....	44
Tabla 2.2	Costos de recursos en hojas para proceso normal de inspecciones de campo.....	45
Tabla 2.3	Costos de recursos en impresión para proceso normal de inspecciones de campo.....	45
Tabla 2.4	Costos de formularios para proceso normal de inspecciones de campo	45
Tabla 2.5	Costos operativos totales del servicio de inspecciones de campo sin automatización	46
Tabla 2.6	Costos de licencias de software	47
Tabla 2.7	Costos de Personal para el desarrollo de la aplicación	48
Tabla 2.8	Resumen del cálculo para determinar el número de inspectores	49
Tabla 2.9	Costo del Personal Operativo con Automatización.....	49

Tabla 2.10 Inversión en Dispositivos Móviles.....	49
Tabla 2.11 Inversión en internet móvil.....	50
Tabla 2.12 Costos Totales del proyecto de Inspecciones de Campo	51
Tabla 2.13 Ahorro de Recursos.....	53
Tabla 3.1 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Ingresar al Sistema.....	65
Tabla 3.2 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Crear usuario	66
Tabla 3.3 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Modificar usuario	67
Tabla 3.4 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Eliminar usuario	67
Tabla 3.5 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Gestión de carga de rutas	69
Tabla 3.6 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Sincronizar datos	69
Tabla 3.7 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Consultar catastro.....	70
Tabla 3.8 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Actualizar catastro	71
Tabla 3.9 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Crear cliente	72
Tabla 3.10 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Consultar catastro.....	73
Tabla 3.11 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Reporte de conexiones clandestinas	73
Tabla 3.12 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Reporte de censos diarios por usuario	74
Tabla 3.13 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Iniciar sesión.....	75
Tabla 3.14 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Cerrar sesión	76
Tabla 3.15 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Crear catastro	77
Tabla 3.16 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Consultar catastro.....	78
Tabla 3.17 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Actualizar catastro	79

Tabla 3.18 Prefijos para nombrar a los controles	128
Tabla 3.19 Caso de Prueba: Acceso al Prototipo	137
Tabla 3.20 Caso de Prueba: Salida del Prototipo.....	138
Tabla 3.21 Caso de Prueba: Gestión de Usuarios	139
Tabla 3.22 Caso de Prueba: Gestión de Carga de Rutas	139
Tabla 3.23 Caso de Prueba: Replicación de Información.....	140
Tabla 3.24 Caso de Prueba: Gestión de Clientes	141
Tabla 3.25 Caso de Prueba: Crear Catastro	142
Tabla 3.26 Caso de Prueba: Actualizar Catastro	143
Tabla 3.27 Caso de Prueba: Buscar Catastro	144
Tabla 3.28 Caso de Prueba: Reportes del Prototipo	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Evolución de Pérdidas de Energía a Nivel Nacional	2
Figura 1.2 Motorola MC45.....	9
Figura 1.3 Dolphin 6000 Scanphone	9
Figura 1.4 Honeywell Dolphin 60s.....	10
Figura 1.5 Honeywell DOLPHIN 70e BLACK	10
Figura 1.6 Motorola TC55.....	11
Figura 1.7 Pidion BIP-6000	11
Figura 2.1 Área de Cobertura por Sectores.....	40
Figura 2.2 Área de Cobertura por Rutas en base a un Sector escogido	40
Figura 2.3 Área de Cobertura por Manzanas en base a una ruta escogida	41

Figura 3.1 Diagrama de Casos de Uso: Actores	57
Figura 3.2 Diagrama de Paquetes de Casos de Uso	58
Figura 3.3 Diagrama de Casos de Uso: Gestión de Usuarios del Sistema	59
Figura 3.4 Diagrama de Casos de Uso: Gestión de carga de rutas	59
Figura 3.5 Diagrama de Casos de Uso: Gestión de catastros.....	60
Figura 3.6 Diagrama de Casos de Uso: Gestión de clientes	60
Figura 3.7 Diagrama de Casos de Uso: Reportes del sistema	61
Figura 3.8 Diagrama de Casos de Uso: Gestión de acceso al sistema.....	61
Figura 3.9 Diagrama de Casos de Uso: Registro y consulta de inspecciones de campo.....	62
Figura 3.10 Vista Lógica del Sistema	79
Figura 3.11 Vista Física del Sistema	81
Figura 3.12 Vista Modular del Ambiente Móvil	82
Figura 3.13 Vista Modular del Ambiente Web	82
Figura 3.14 Diagrama de Actividades: Ingresar al Sistema.....	83
Figura 3.15 Diagrama de Secuencia: Ingresar al Sistema	84
Figura 3.16 Diagrama de Actividades: Crear Usuario	85
Figura 3.17 Diagrama de Secuencia: Crear Usuario	86
Figura 3.18 Diagrama de Actividades: Modificar Usuario.....	87
Figura 3.19 Diagrama de Secuencia: Modificar Usuario	88
Figura 3.20 Diagrama de Actividades: Eliminar Usuario	89
Figura 3.21 Diagrama de Secuencia: Eliminar Usuario.....	90
Figura 3.22 Diagrama de Actividades: Gestión de Carga de Rutas	91

Figura 3.23 Diagrama de Secuencia: Gestión de Carga de Rutas.....	92
Figura 3.24 Diagrama de Actividades: Sincronizar Datos	93
Figura 3.25 Diagrama de Secuencia: Sincronizar Datos	94
Figura 3.26 Diagrama de Actividades: Consultar Catastro.....	95
Figura 3.27 Diagrama de Secuencia: Consultar Catastro	96
Figura 3.28 Diagrama de Actividades: Actualizar Catastro	97
Figura 3.29 Diagrama de Secuencia: Actualizar Catastro	98
Figura 3.30 Diagrama de Actividades: Consultar Cliente	99
Figura 3.31 Diagrama de Secuencia: Consultar Cliente.....	100
Figura 3.32 Diagrama de Actividades: Crear Cliente	101
Figura 3.33 Diagrama de Secuencia: Crear Cliente	102
Figura 3.34 Diagrama de Actividades: Reporte de Conexiones Clandestinas	103
Figura 3.35 Diagrama de Secuencia: Reporte de Conexiones Clandestinas	104
Figura 3.36 Diagrama de Actividades: Reporte de Censos Diarios por Usuario .	105
Figura 3.37 Diagrama de Secuencia: Reporte de Censos Diarios por Usuario...	106
Figura 3.38 Diagrama de Actividades: Iniciar Sesión	107
Figura 3.39 Diagrama de Secuencia: Iniciar Sesión.....	108
Figura 3.40 Diagrama de Actividades: Cerrar Sesión	109
Figura 3.41 Diagrama de Secuencia: Cerrar Sesión	110
Figura 3.42 Diagrama de Actividades: Crear Catastro.....	111
Figura 3.43 Diagrama de Secuencia: Crear Catastro.....	112
Figura 3.44 Diagrama de Actividades: Buscar Catastro	113

Figura 3.45 Diagrama de Secuencia: Buscar Catastro	114
Figura 3.46 Diagrama de Actividades: Actualizar Catastro	115
Figura 3.47 Diagrama de Secuencia: Actualizar Catastro	116
Figura 3.48 Diagrama de Clases: Ambiente Móvil	117
Figura 3.49 Diagrama de Clases: Ambiente Web	118
Figura 3.50 Interfaz: Teclado en pantalla	119
Figura 3.51 Interfaz: Inicio de Sesión	120
Figura 3.52 Interfaz: Cerrar Sesión	120
Figura 3.53 Interfaz: Pantalla Principal.....	121
Figura 3.54 Interfaz: Gestión de Catastros.....	121
Figura 3.55 Interfaz: Actualizar Catastro	122
Figura 3.56 Interfaz: Inicio de Sesión	123
Figura 3.57 Interfaz: Pantalla Principal.....	123
Figura 3.58 Interfaz: Gestión de Usuarios	124
Figura 3.59 Interfaz: Modificar Catastro	124
Figura 3.60 Interfaz: Gestión de Rutas.....	125
Figura 3.61 Interfaz: Reportes del Sistema	125
Figura 3.62 Interfaz: Exportación a Google Earth	126

RESUMEN

El presente proyecto de titulación “Solución móvil de inspecciones de campo georreferenciadas para usuarios de energía eléctrica”, empieza con el planteamiento del problema en donde se hace una descripción del problema, seguido de un análisis de tecnologías de Telecomunicación Móviles y posteriormente la justificación de la metodología escogida y las herramientas de desarrollo.

Luego se realiza un análisis de la situación actual de los sistemas de inspecciones de campo, posteriormente se estudia el proceso de las inspecciones de campo y para finalizar el capítulo se realiza un estudio de Costo-Beneficio para el uso de tecnologías móviles como apoyo en este proceso.

Una vez que se ha planteado el problema y se ha realizado el análisis de los procesos, se procede a la etapa de desarrollo del prototipo de solución móvil que está compuesto del desarrollo de una aplicación para la gestión de carga de información hacia el sistema móvil.

Por lo que se realizará la especificación de requerimientos funcionales, seguido del análisis, diseño, desarrollo del prototipo y pruebas del prototipo.

Cabe destacar que en el desarrollo de este prototipo se va a utilizar replicación entre Bases de Datos SQL Server y SQL Server Compact, y se almacenarán a nivel de Bases de Datos la posición georreferenciada del medidor de energía eléctrica, las fotografías de las acometidas, estado del medidor y las conexiones clandestinas en caso de existirlas, así como toda la información comercial de los usuarios.

Y finalmente se detallan las conclusiones y recomendaciones encontradas a lo largo del desarrollo del presente proyecto de titulación.

PRESENTACIÓN

Debido a que el Sector Eléctrico forma parte de los sectores estratégicos y además que el Gobierno del Ecuador impulsa un proyecto de cambio de la matriz productiva, se busca repotenciar a cada uno de los sectores estratégicos.

Este proceso de repotenciación está compuesto de varios proyectos y uno de ellos es el Plan de Control y Reducción de Pérdidas de Energía Eléctrica (PLANREP) que busca minimizar las pérdidas de energía y hacer que las Empresas de Energía Eléctrica sean financieramente sustentables y que mejoren cada uno de los procesos.

Por tal razón es que en el presente proyecto de titulación se analiza el proceso actual de inspecciones de campo y se desarrolla un prototipo de solución móvil que ayudará a automatizar el proceso actual utilizando la metodología RUP que ha sido ampliamente utilizada en proyectos de desarrollo de software de diversa índole.

El prototipo se compone de dos ambientes, un ambiente web y un ambiente móvil, en los que se detallan las funcionalidades que se realizan en cada uno de ellos y en cómo han sido implementadas.

INTRODUCCIÓN

A partir del año 2008 el Gobierno del Ecuador crea una serie de planes de acción con el objetivo de mejorar los procesos actuales de las Empresas de Energía Eléctrica y de hacerlas sustentables. El plan más importante es el denominado “Plan Maestro de Electrificación 2009-2020” en el que se analiza la situación actual de las Empresas de Energía Eléctrica y se definen planes a mediano y largo plazo con la finalidad de mejorar las deficiencias encontradas y alinear a una gestión sustentable del sector eléctrico en el país.

Uno de los objetivos principales es el de reducir las pérdidas de energía por lo que en el presente proyecto de titulación se detallan los principales problemas que causan dichas pérdidas de energía.

Es por esta razón que el prototipo propuesto en el presente proyecto de titulación tiene como objetivo principal servir como una herramienta automatizada que sirva de apoyo en el proceso de inspecciones de campo a los usuarios de energía eléctrica.

Todos estos planes se los resumirá a continuación con el fin de tener una visión general del estado actual del sector eléctrico en el país y poder observar los planes de acción que están en marcha para mejorar su situación actual.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, las Empresas Eléctricas presentan problemas debido a información catastral desactualizada, el creciente número de conexiones clandestinas y la ausencia real en el registro de medidores instalados, lo cual repercute principalmente en el crecimiento de pérdidas negras.

1.1.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR ELÉCTRICO EN EL ECUADOR

Con el fin de planificar el desarrollo del sector eléctrico en el Ecuador y al ser uno de los sectores estratégicos, en el año 2008 se crea el “Plan Maestro de Electrificación 2009-2020”, el cual tiene como principales objetivos [1]:

- Garantizar el abastecimiento de energía eléctrica mediante el desarrollo de una infraestructura para la generación de nuevas fuentes de energía eléctrica.
- Mejorar la red de transmisión con la finalidad de soportar la capacidad esperada.
- Fortalecer y ampliar los canales de distribución y comercialización de energía eléctrica.
- Impulsar el Plan de Control y Reducción de Pérdidas de Energía Eléctrica (PLANREP) con la finalidad de hacer financieramente saludable al sector eléctrico.

Es decir, está orientado a garantizar el abastecimiento de energía eléctrica con la ayuda del Estado, además crear nuevas fuentes de generación de energía que satisfagan la demanda del país y finalmente mejorar los procesos de transmisión, distribución y comercialización con un alto grado de responsabilidad social y sin descuidar la protección al medio ambiente.

El Plan de Reducción de Pérdidas de Energía (PLANREP) [2] es creado con la finalidad de reducir de pérdidas de energía, para que con los ingresos económicos que se recuperen puedan ser invertidos en proyectos eléctricos que ayuden a:

- Mejorar el suministro de energía eléctrica.
- Aumentar la cobertura del servicio a nivel nacional.
- Crear nuevas fuentes de generación de energía.

Para que con esto se mejore el servicio público de electricidad y satisfaga las necesidades de los usuarios.

Según el informe de “Informe de Rendición de Cuentas correspondiente al año 2012” del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable en el año 2012 [3] se realizaron 173 proyectos que apoyan al cumplimiento de este objetivo con una inversión del USD 24.9 millones. Como resultados se ha obtenido una tendencia a la baja durante los últimos años que en el año 2006 se encontraba en el 22,25% y hasta diciembre del 2012 se ubicó en el 13,63%. Todo esto se lo puede observar en la Figura 1.1 obtenido en dicho informe.

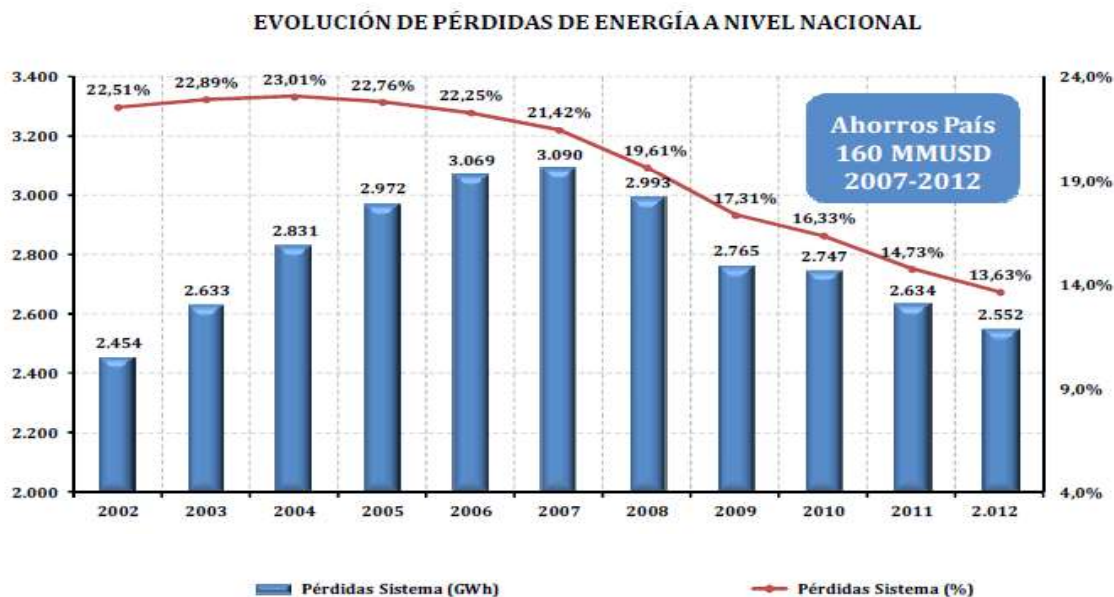


Figura 1.1 Evolución de Pérdidas de Energía a Nivel Nacional

Fuente: Informe de Rendición de Cuentas MEER correspondiente al año 2012

1.1.2 PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL SECTOR ELÉCTRICO

Una vez que se explicó brevemente las estrategias creadas para disminuir las pérdidas de energía, se procede a listar los principales problemas que tiene las empresas de energía eléctrica en el país.

Información Catastral Desactualizada

Estos problemas se generan por inconsistencias en la información catastral de los usuarios de energía eléctrica, entre los principales tenemos los siguientes:

- Incorrecta generación de rutas para la toma de lecturas debido a mala gestión de codificación y localización de los predios en donde se ubican las acometidas para el servicio de energía eléctrica.
- Datos desactualizados del catastro como la geocodificación catastral, datos de la ubicación del predio, información del suministro de energía eléctrica y datos del cliente.

Conexiones Clandestinas

Estos problemas se generan por el hurto de energía eléctrica por parte de la ciudadanía, este tipo de conexiones no solo generan pérdidas negras a las empresas que suministran el servicio de energía eléctrica sino a la ciudadanía en general como:

- Atentan contra la seguridad de las personas que las realizan.
- Amenazas para las personas que habitan en el lugar en donde se realiza la conexión clandestina.
- Generar problemas de tensión que pueden afectar negativamente a la red eléctrica y provocar quema de electrodomésticos y en algunos casos incendios.

Pérdidas Negras

Este problema se genera por la no contabilización de energía utilizada por parte de los usuarios, estas pérdidas se generan principalmente por:

- Consumo de usuarios no suscriptores del servicio.- Son los usuarios que tienen una conexión directa a la red de distribución eléctrica si están registrados en las Empresas Eléctricas, este tipo de conexiones son conocidas como conexiones clandestinas.
- Consumo de usuarios desconectados del servicio por mora.- Son los usuarios, que por falta de pago, son desconectados del servicio de energía eléctrica y se reconectan a la red de distribución sin autorización.
- Errores en la contabilización de energía.- Se encuentran comprendidos los errores en la toma de lecturas y que generan errores en la facturación del consumo de energía eléctrica.
- Errores en la estimación del consumo de energía.- Son los usuarios del servicio de energía eléctrica a los cuales no se ha podido tomar la lectura real del consumo y se hace una estimación de su consumo.
- Adulteración de medidores de energía eléctrica.

Otros problemas complementarios

Esta problemática también se la debe analizar desde el punto de vista de los empleados que trabajan dentro de las empresas de energía eléctrica ya que las molestias de los usuarios aduciendo el mal servicio repercuten de la siguiente forma:

- Al no tener actualizada las rutas para la toma de lecturas que deben realizar los lectores, frecuentemente se pierden al intentar localizar el predio en su recorrido.
- Si la ubicación de un predio es errónea y no se logra identificar correctamente al predio, el proceso de toma de lecturas del consumo de un medidor va a contener información incorrecta, por ende se va a facturar mal el valor que

deben cancelar los usuarios y al momento de acercarse a pagar su consumo mensual, el personal de recaudación recibe insultos.

Es por esta razón que el personal de la empresa se dedica a diario a solucionar los problemas causados por malas facturaciones y se impide que se tomen los correctivos necesarios para disminuir el porcentaje de pérdidas negras que se registra en la Empresa Eléctrica.

Alternativa Propuesta

Una vez explicada la problemática actual de las Empresas de Energía Eléctrica se propone el uso de las de tecnologías móviles para realizar el registro de las inspecciones de campo ya que los dispositivos móviles cuentan con las siguientes ventajas:

- Fácil transporte de los dispositivos debido a su reducido tamaño.
- Aprovechamiento de la capacidad de conectividad móvil para poder acceder a información y servicios independientemente de la ubicación del dispositivo.

Gracias a la evolución en las plataformas que utilizan estos dispositivos se pueden crear interfaces amigables con los usuarios y funcionalidades fáciles de utilizar.

Beneficios

Lo que se pretende con esta solución es:

- Desarrollar un prototipo que ayude en el proceso de inspecciones de campo para los usuarios de energía eléctrica.
- Identificar, ubicar y cuantificar los clientes reales, factibles y potenciales.
- Disponer de información catastral actualizada de los clientes que cuentan con el servicio de energía eléctrica.
- Disponer de fotografías de los predios, medidor y conexiones clandestinas en caso de existirlas.

- Rapidez en el proceso de registro de información catastral de los predios que cuentan con el servicio de energía eléctrica.
- Minimizar errores de digitación de la información catastral.
- Registrar la información de las conexiones clandestinas.

1.2 ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES

A continuación se estudiarán generalidades acerca de los Dispositivos Móviles y los Sistemas de Telefonía Móvil.

1.2.1 DISPOSITIVOS MÓVILES [4]

Un dispositivo móvil es un aparato de tamaño pequeño que ha sido diseñado para ser transportado fácilmente, libre de cables y cuenta con una gran capacidad de procesamiento, además de la posibilidad de conectarse a diversos tipos de redes de una forma permanente o intermitente.

Gracias a su portabilidad, fácil manejo, acceso a información y prestación de servicios independientemente del lugar, son los dispositivos perfectos para solucionar la problemática de las inspecciones de campo en las empresas de energía eléctrica.

Además, se caracterizan por tener limitaciones en hardware y software, baja capacidad memoria ROM y RAM comparadas con un computador personal. Pero estas limitaciones no generan un gran impacto debido a que el sistema operativo que opera en estos dispositivos es optimizado para un mejor rendimiento.

1.2.1.1 Tipos de Dispositivos Móviles

De acuerdo a la funcionalidad el prototipo de solución móvil a desarrollarse y por la naturaleza de su trabajo en campo, se presentará principalmente en detalle características de dispositivos móviles industriales.

Debido a que en los últimos años este tipo de dispositivos móviles han estado evolucionando constantemente se los puede clasificar de la siguiente manera:

1.2.1.1.1 Teléfono Móvil y Smartphone

Estos dispositivos móviles son en la actualidad los más populares gracias a su portabilidad, conectividad a redes celulares, comunicación entre varios dispositivos mediante el uso de tecnologías como Bluetooth, NFC, W-Fi, entre las principales.

Inicialmente la principal función era realizar llamadas telefónicas, pero han ido evolucionando y en la actualidad prestan más funcionalidades a los usuarios como:

- Cámara fotográfica
- Agenda electrónica
- Reproducción de audio y video en diversos formatos
- Acceso a internet y navegadores móviles
- Posicionamiento global GPS

Los Smartphones integran características de computadores personales ya que disponen de características mucho más potentes con respecto a Hardware y Software, debido a que están diseñados para realizar tareas que exigen gran capacidad de procesamiento y almacenamiento.

1.2.1.1.2 Tablet

Estos tipos de dispositivos tienen una pantalla táctil, que sirve como interfaz de ingreso de información por parte del usuario, el mismo que puede ingresar información en el dispositivo sin necesidad de utilizar un teclado y mouse.

La arquitectura de las tabletas está diseñada para consumir pocos recursos de energía, además tienen características especiales de diseño para la movilidad, por otro lado el software con el que cuentan estos dispositivos depende del fabricante, el cual determina las funciones que son bloqueadas para el usuario.

1.2.1.1.3 Dispositivos móviles industriales

Estos dispositivos están diseñados para funcionar como un teléfono móvil, GPS, administrador de correo electrónico, organizador personal, agenda personal, explorador de internet, procesador de hoja de cálculo, texto, etc.

Además este tipo de dispositivos tienen integradas funcionalidades de conectividad como:

- Sincronización con equipos de escritorio por medio de cables o estaciones de sincronización.
- Conexión mediante Bluetooth.
- Conexión mediante puertos Infrarrojos.
- Conexión a redes inalámbricas.
- Conexión con otros dispositivos.
- Conexión con tarjetas RFID

Este tipo de dispositivos su principal característica es que deben ser muy resistentes a las condiciones del trabajo en campo, es decir a golpes, agua y polvo y además deben tener baterías de larga duración.

Con lo que tiene que ver con especificaciones técnicas que deben tener este tipo de dispositivos se van a describir algunos modelos en los que se van a utilizar para efectuar las pruebas funcionales del prototipo de solución móvil.

Este tipo de dispositivos tiene como sistemas operativos a Android bajo una versión desarrollada para empresas y Windows Mobile.



Figura 1.2 Motorola MC45

Motorola MC45 [4]

Microsoft Windows Embedded Handheld 6.5.3

Procesador 600MHz ARM 11

Memoria RAM de 256MB

Memoria interna de 1GB

Soporte para tarjetas de expansión SD 32 GB

Resolución Máxima de 240x320, QVGA

Compatible con bandas de 850/900/1800/1900 MHz

Bluetooth, IrDA y Wireless 802.11 trimodo

Lector de códigos de barras incorporado

Cámara fotográfica 3.2 MP

Batería de 8 horas de duración y Protección IP64



Figura 1.3 Dolphin 6000 Scanphone

Dolphin 6000 Scanphone [5]

Windows Mobile 6.5 Professional

Procesador 416MHz MTK

Memoria RAM de 256MB

Memoria interna de 512MB

Soporte para tarjetas de expansión SD

Pantalla de 2.8" QVGA transmissive

Compatible con bandas de 850/900/1800/1900 MHz

Bluetooth v2.1, IrDA y Wireless 802.11g, GPS

Lector de códigos de barras incorporado

Cámara fotográfica y de video incluida

Batería de 8 horas de duración



Figura 1.4 Honeywell Dolphin 60s

Honeywell Dolphin 60s [6]

Windows Embedded Handheld 6.5

Procesador 800MHz AM3715 CortexA8

Memoria RAM de 256MB

Memoria interna de 512MB

Soporte para tarjetas de expansión SD 32GB

Pantalla de 2.8" LCD QVGA (240 x 320)

Compatible con bandas de 850/900/1800/1900 MHz

Bluetooth v2.1, IrDA y Wireless 802.11g, GPS

Lector de código de barras incorporado

Cámara fotográfica 5MP

Batería con 13 horas de duración y Protección IP54



Figura 1.5 Honeywell DOLPHIN 70e BLACK

Honeywell DOLPHIN 70e BLACK [7]

Windows Embedded Handheld 6.5 / Android 4.0

Procesador 1GHz Single Core TI OMAP

Memoria RAM de 512MB

Memoria interna de 1GB

Soporte para tarjetas de expansión SD hasta 64GB

Pantalla Táctil Capacitiva de 4.3" y Gorilla Glass

Compatible con bandas de 850/900/1800/1900 MHz

Bluetooth v2.1, IrDA y Wireless 802.11g, GPS

Lector de código de barras incorporado

Protección IP67: resistente a golpes y líquidos

Batería de 8 horas de duración



Figura 1.6 Motorola TC55

Motorola TC55 [8]

Android 4.1.2

Procesador doble núcleo de 1.5 GHz

Memoria RAM de 1GB

Memoria interna de 8GB

Soporte para tarjetas de expansión SD 32 GB

Pantalla Táctil capacitiva de 4,3"

Compatible con bandas de 1800/1900MHz

Bluetooth 4.0, IrDA y lector de códigos de barras

Cámara fotográfica 5MP

Batería de 10 horas de duración



Figura 1.7 Pidion BIP-6000

Pidion BIP-6000 [9]

Microsoft Windows Mobile 6.5

Procesador 806MHz PXA320

Memoria interna de 512MB

Soporte para tarjetas de expansión SD de 32GB

Pantalla de 3.5" TFT LCD

Bluetooth 3.0 e IrDA incorporados

Compatible con bandas de 1800/1900MHz

Cámara fotográfica 3MP

Batería de 18 horas de duración y Protección IP67

1.2.1.2 Tecnologías de conexión entre dispositivos móviles

En la actualidad existen varias tecnologías de comunicaciones inalámbricas que son utilizadas para interconectar dispositivos móviles, a continuación se va a hacer una breve descripción de cada una de ellas.

1.2.1.2.1 Luz Infrarroja (IrDA) [10]

La asociación de datos por infrarrojos (IrDA) es la encargada de crear y definir estándares internacionales que deben ser usados para interconectar dispositivos por medio de luz infrarroja.

Esta tecnología infrarroja utiliza el espectro electromagnético utilizando la frecuencia infrarroja, en donde se modula la información y se envía por medio de transceptores¹ entre los dispositivos que establecen la conexión entre distancias cortas. Para la transmisión de información debe existir una línea de visibilidad directa. Esta tecnología la podemos encontrar en computadores portátiles, teléfonos celulares, cámaras digitales, dispositivos móviles industriales, entre otros.

1.2.1.2.2 Bluetooth [11]

Es un protocolo estándar de comunicaciones diseñado especialmente para conectar dispositivos inalámbricamente mediante ondas de radio de corto alcance que operan en la frecuencia de 2.4GHz con un alcance máximo de 10 metros y en algunos casos pueden extenderse hasta 100 metros siempre y cuando se aumente la potencia del transmisor.

Esta tecnología es utilizada en varios dispositivos móviles como teléfonos móviles, portátiles, tabletas, dispositivos móviles industriales, audífonos, relojes, entre otros. Esta tecnología de comunicación ha ido evolucionando en donde se han mejorado la velocidad de transferencia de la información, implementación de mecanismos de seguridad, bajar la cantidad de energía requerida para conectarse.

¹ *Transceptores:* Es un dispositivo que realiza las funciones de transmisor y receptor.

Esta tecnología provee grandes ventajas como:

- Capacidad para conectarse sin cables.
- Muchos dispositivos son compatibles con esta tecnología.
- Facilita la transmisión segura de la información.
- Es posible crear redes inalámbricas con esta tecnología.

1.2.1.2.3 NFC (Near Field Communication) [12]

Es una tecnología apareció en el 2002 y en la actualidad se ha convertido muy popular en varios dispositivos como smartphones, tabletas, audífonos, equipos de sonido, relojes, entre otros. Es una tecnología inalámbrica de muy corto alcance de alrededor de 10 centímetros, que permite conectar dispositivos de manera simple y sencilla. Esta tecnología está basada en el principio electromagnético ya que dos dispositivos cercanos pueden transmitir información en el mismo campo a cortas distancias.

1.2.1.3 Sistemas Operativos Móviles [13]

Los sistemas operativos para dispositivos móviles, al igual que los sistemas operativos convencionales, son una capa que interactúa entre el hardware y el software para que el usuario abstraera los procesos necesarios para llevar a cabo las tareas que desea ejecutar, es decir su principal objetivo es gestionar el hardware del dispositivo móvil para que puedan ser utilizado; se encargan de coordinar el acceso a memoria y la administración y la gestión de acceso de los proceso que desean utilizar el procesador. Además son los encargados de controlar las interfaces de Entrada/Salida, pantalla, acceso a redes celulares y los dispositivos Bluetooth, interfaces seriales, puertos infrarrojos, Wi-Fi, GPS, entre otros.

Existen varios sistemas operativos móviles debido a que los fabricantes de los dispositivos móviles desarrollan su propio sistema operativo para aprovechar al máximo las características de cada dispositivo móvil. Entre los sistemas operativos móviles más conocidos tenemos a IOS, Android, BlackBerry Os, Symbian OS, Microsoft Windows Mobile y Microsoft Windows Phone.

Symbian

Es un sistema operativo multitarea que ha sido diseñado para optimizar la duración de la batería del dispositivo móvil, además está diseñado para que no consuma mucho espacio de almacenamiento en el dispositivo, utilizar dinámicamente la memoria, permitir la conexión de protocolos de comunicación y telefonía. Este sistema operativo gracias a su interfaz gráfica intuitiva ayuda a la fácil interacción y aprendizaje del usuario.

Las aplicaciones compatibles con Symbian se desarrollan a partir de lenguajes de programación orientados a objetos como C++, Java y Visual Basic con sus versiones de desarrollo para dispositivos móviles.

IOS

Es un sistema operativo desarrollado por Apple que es utilizado en los dispositivos móviles comercializados por Apple y es una derivación del sistema operativo Mac OS X.

Este sistema operativo es multitarea es decir tiene capacidad de ejecutar varias aplicaciones simultáneamente, este sistema operativo se destaca por su interfaz de usuario fácil de utilizar y por la gran cantidad de aplicaciones y juegos que existen en su tienda virtual.

Para el desarrollo de aplicaciones se utiliza el Xcode que es el Kit de Desarrollo de Software y el lenguaje de programación utilizado es el Objective-C, C++, C, entre otros y el emulador en donde se prueban las aplicaciones desarrolladas es el iPhone Simulator .

Android

Actualmente es el sistema operativo móvil más popular del mundo y se lo puede encontrar en smartphones y tabletas debido a que es una plataforma de código abierto y cuenta con una gran comunidad de desarrolladores de aplicaciones para esta plataforma.

Este sistema operativo está basado en Linux y está diseñado en capas, que utiliza el Kernel de Linux para interactuar con el hardware y se ejecuta en diferentes dispositivos celulares de varios fabricantes.

Para desarrollar aplicaciones para este sistema operativo se usa en su mayoría el SDK Android Software Development Kit y que gracias a su diseño un desarrollador puede interactuar directamente con los componentes del dispositivo y poder administrarlos en su totalidad.

Este sistema operativo está diseñado para aplicaciones para usuarios finales con soporte para contenido multimedia y grandes capacidades de conectividad.

Microsoft Windows Mobile [15]

Este sistema operativo fue diseñado por Microsoft para ser utilizado en dispositivos móviles industriales, teléfonos inteligentes y reproductores multimedia portátiles.

La primera versión de Microsoft Windows para dispositivos móviles fue lanzada en 2002 con el nombre de Windows CE (Compact Edition), y este sistema operativo se ejecutaba en un Pocket PC².

El sistema operativo va evolucionando hasta que llega el sistema operativo Windows Mobile 2003, el cual incluye mejoras como:

- Firewall incorporado.
- Soporte a VoIP³.
- Conexión con puntos de acceso inalámbrico a través de Wi-Fi y Bluetooth.
- Windows Media Player versión 9 para reproducción multimedia.

² *Pocket PC* es un dispositivo móvil diseñado para poder almacenarlo en un bolsillo, también llamado PDA (Personal Digital Assistant).

³ *VoIP*, Voice over IP, protocolo que permite enviar tráfico de voz sobre redes IP.

Este sistema operativo apareció en tres versiones: Windows Mobile 2003 para Pocket PC, Windows Mobile 2003 para Pocket PC Phone Edition y Windows Mobile para Smartphone. En las que se mejoró:

- Cambiar la orientación de la pantalla.
- Pocket Internet Explorer (PIE).
- Soporte para configurar la resolución de la pantalla

Posterior a las anteriores versiones aparece Windows Mobile 5.0, en donde ya se incluye .NET Compact Framework 1.0. Viene en tres versiones: para Pocket PC, Pocket PC Phone Edition y Smartphone. Las principales características que se mejoraron son:

- El paquete Office Mobile con soporte para PowerPoint Mobile, Excel Mobile y Word Mobile.
- Windows Media Player versión 10 Mobile.
- Interfaz para la administración del GPS.
- Teclado Qwerty

Luego se lanza al mercado Windows Mobile 6 el 12 de Febrero del 2007 y cuenta con tres versiones:

- Windows Mobile 6 Standard para Smartphone.
- Windows Mobile 6 Professional para PDA's con soporte para VoIP.
- Windows Mobile 6 Classic sin soporte para VoIP.

Las mejoras de esta nueva versión son las siguientes características:

- Incluye .NET Compact Framework 2 SP1.
- SQL Server Compact Edition.
- Admite varias resoluciones de pantalla, como: 800x480 y 320x320.
- Windows Live para Windows Mobile

- Soporte AJAX, JavaScript y XMLDOM⁴ en Internet Explorer Mobile.
- Permite un acceso mejorado al escritorio remoto.
- Soporte para VoIP.
- Admite el cifrado de datos en las tarjetas de almacenamiento externo.

El 1 de Abril de 2008 se lanza Windows Mobile 6.1, que es una actualización de Windows Mobile 6 y que entre las mejoras que se implementaron están:

- Rediseño total de la pantalla inicial del sistema operativo.
- Poner en pantalla completa el navegador de internet.

Para el desarrollo de aplicaciones en Windows Mobile 6 se utiliza Visual Studio 2008, en donde las bibliotecas y soluciones ya vienen integradas y no se requiere ninguna aplicación adicional. Este sistema operativo está enfocado al desarrollo de aplicaciones industriales gracias a las características que tienen los dispositivos que utilizan este tipo de sistemas operativos.

El 11 de Mayo de 2009 se lanza otra actualización a Windows Mobile 6 conocida como Windows Mobile 6.5, pero prácticamente es un cambio completo en la interfaz de usuario que se adapta a dispositivos táctiles que pueden ser manejados por los dedos, entre las mejoras que se implementaron están:

- Windows Marketplace (tienda de aplicaciones de Microsoft)
- Internet Explorer Mobile 6
- Microsoft Office Mobile 6

El 15 de febrero de 2010 Microsoft en el Mobile World Congress efectuado en Barcelona se lanza Windows Phone 7, esta versión tiene soporte para pantallas de alta resolución, permite la integración de SharePoint que permite mejorar la disponibilidad de la información.

⁴ XMLDOM, es un conjunto de utilidades diseñadas para la manipulación de documento XML.

Este sistema operativo dispone de una interfaz innovadora que ayuda a mejorar la presentación de las opciones que tiene el sistema operativo, y mejora la navegabilidad.

Con respecto a las plataformas de desarrollo para este sistema operativo se utiliza Windows Phone 7 SDK integrado con Visual Studio 2010 y versiones posteriores. Sin embargo este sistema operativo no está enfocado a apoyar el desarrollo de aplicaciones del tipo industrial, para lo cual actualmente existe Windows Embedded Handheld 8.1, que está basado en Windows Phone 8, pero aún no tiene soporte para algunas características de Windows Mobile como es el caso de la replicación entre bases de datos SQL Server y SQL Server Compact.

1.2.2 SISTEMAS DE TELEFONÍA MÓVIL

Los sistemas de telefonía móvil utilizan las redes celulares para obtener información independientemente de la ubicación del usuario y del momento en que lo requieran, de esta forma es posible que los usuarios de las redes celulares puedan obtener diversos servicios como servicio de voz, servicio de mensajes cortos y transmisión de paquetes de datos mientras se movilizan por cualquier lugar siempre y cuando exista cobertura.

Las redes celulares dividen el área de cobertura en zonas más pequeñas llamadas células⁵, a las que se les asigna un rango de canales en ciertas bandas de frecuencias en las que opera cada operadora que brinda este servicio.

1.2.2.1 Tecnologías de acceso celular

Se han creado diversas tecnologías para transmitir información y brindar servicios en las redes telefónicas móviles:

- FDMA, Acceso Múltiple por División de Frecuencia.
- TDMA, Acceso Múltiple por División de Tiempo.

⁵ *Célula*, es cada una de las unidades básicas de cobertura en que se divide un sistema de telefonía celular, el cual permite que miles de personas pueden usar los teléfonos al mismo tiempo.

- CDMA, Acceso Múltiple por División de Código.

Donde acceso múltiple significa que varios usuarios pueden conectarse al mismo tiempo una celda.

1.2.2.2 Evolución de la Telefonía Móvil

La evolución de las tecnologías de estos sistemas de telefonía de radio móvil se lo ha dividido por generaciones con la intención de marcar cambios significativos en el modo de operación, por tal razón se va a hacer una breve referencia en lo que respecta a este tipo de tecnologías.

1.2.2.2.1 Primera Generación (1G)

Apareció en 1979 y se caracteriza por ser únicamente analógica y el único servicio que puede prestar es el de voz. Al ser esta la primera generación la calidad de conexión era deficiente ya que la transferencia entre celdas era imprecisa y no contaban con mucha capacidad. Esta generación estaba basada en FDMA, (Acceso Múltiple por División de Frecuencia) y se limitaban la cantidad de usuarios que se podían conectar a una misma celda.

1.2.2.2.2 Segunda Generación (2G)

Aparece en 1990 y utiliza el estándar TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo) en donde en un segmento de tiempo se fracciona para un número determinado de usuarios, y generalmente opera en la frecuencia de 850MHz.

La mejora más importante es pasar de comunicación analógica a conexión digital, además se mejoró la calidad de las llamadas de voz, permite comunicación de datos, fax y SMS (Servicio de Mensajes Cortos). En esta tecnología se utiliza las tecnologías:

- GSM, Global System for Mobile Communications.
- CDMA, Code Division Multiple Access.

Esta tecnología tuvo una mejora denominada *Generación 2.5 G* la corrigió algunos limitantes con respecto a la transmisión de datos y se permite la transmisión de datos a grandes velocidades y permite la interacción con infraestructuras de conmutación de paquetes.

1.2.2.2.3 Tercera Generación (3G)

Esta tecnología ofrece una mayor calidad y fiabilidad del servicio, se aumentó la velocidad de transmisión de datos y se aumentó el ancho de banda, gracias a ese avance se abre la posibilidad de poder ejecutar aplicaciones con contenido multimedia con una fluidez aceptable ya que la velocidad máxima de transferencia llegaba hasta los 3Mbps.

La tecnología 3.5G es la optimización de la tecnología 3G en donde la principal mejora es la creación de un nuevo canal compartido en el enlace descendente que mejora significativamente la capacidad máxima de transferencia de información puede alcanzar tasas de hasta 14 Mbps.

Esta tecnología opera en el rango de frecuencias de 800 a 1900 MHz.

1.2.2.2.4 Cuarta Generación (4G)

En esta generación se emplean las redes IP (Internet Protocol) en donde los datos que se transmiten por medio de estas redes son transmitidos a una velocidad máxima de 150Mbps y se aumenta el ancho de banda, esta tecnología utiliza FDD (División de Frecuencia Dúplex) que emplea bandas separadas para el envío y recepción de operaciones.

Gracias a la velocidad de transmisión se supera a la tecnología 3G y permite ofrecer transmisiones de video llamadas y videoconferencias sin cortes y en alta definición, juegos en red, entre otros. Para poder utilizar esta tecnología se debe contar con dispositivos compatibles con esta tecnología.

1.2.2.3 Operadoras de telefonía móvil celular en Ecuador

En Ecuador existen tres empresas que prestan los servicios de telefonía móvil celular y son las siguientes:

1.2.2.3.1 CONECEL S.A. (CLARO) [14]

Esta empresa funciona en los rangos de frecuencia: 824 – 835 MHz, 845 – 846.5 MHz, 869 – 880 MHz y 890 – 981.5 MHz.

Con respecto a la transmisión de datos ofrece los siguientes servicios:

- *Generación 3.5.-* Trabaja en la banda de frecuencias de 1900 MHz, presenta una velocidad de transmisión de 3 Mbps, a un promedio de descargas de archivos de 400 Kbps. La empresa ofrece cobertura a nivel nacional y está garantizada en lugares abiertos.
- *Generación 3.-* Trabaja en la banda de frecuencias de 1900 MHz, presenta una velocidad de transmisión de 3 Mbps, a un promedio en descargas de archivos de hasta 1.2 Mbps.
- *Tecnología EDGE/GPRS.-* Trabaja en la banda de frecuencias de 850 MHz, presenta una velocidad de transmisión máxima de 473 Kbps, a un promedio en descargas de archivos de 100 a 130 Kbps.
- *Tecnología 4G.-* En febrero de 2015 se firmó la concesión para que se implemente la tecnología 4G y entró en funcionamiento a finales del 2015, La cobertura de este tipo de tecnología aún no es a nivel nacional.

1.2.2.3.2 OTECEL S.A. (MOVISTAR) [15]

Esta empresa funciona en los rangos de frecuencia: 835 – 845 MHz, 846.5 – 849 MHz, 880 – 890 MHz y 981.5 – 894 MHz.

Con respecto a la transmisión de datos ofrece los siguientes servicios:

- *Generación 3.5.-* Ofrece una velocidad máxima de 2 Mbps, a un promedio de descargas de 348 Kbps.

- *Tecnología CDMA 2000 1X RTT.*- Trabaja en la banda de frecuencias de 850 MHz, presenta una velocidad de transmisión de 153 Kbps, a un promedio en descargas de archivos de 50 a 70 Kbps. Este servicio está disponible en todo el país.
- *Tecnología GSM/EDGE/GPRS.*- Trabaja en la banda de frecuencias de 850 MHz, presenta una velocidad de transmisión de 115 Kbps, a un promedio en descargas de archivos de 30 a 40 Kbps, Este servicio está disponible en todo el país.
- *Tecnología 4G.*- En febrero de 2015 se firmó la concesión para que se implemente la tecnología 4G y entró en funcionamiento a finales del 2015, La cobertura de este tipo de tecnología aún no es a nivel nacional.

1.2.2.3.3 CNT E.P. (CNT) [16]

Esta empresa opera en los rangos de frecuencia: 1895 - 1910 MHz y 1975 – 1990 MHz.

Con respecto a la transmisión de datos ofrece los siguientes servicios:

- *Tecnología CDMA 2000 1X RTT.*- Trabaja en la banda de frecuencias de 1900 MHz, presenta una velocidad de transmisión de 153 Kbps, a un promedio en descargas de archivos de 50 a 70 Kbps, se dispone del servicio CDMA 1X en todo el territorio ecuatoriano de acuerdo a la cobertura CDMA.
- *Tecnología CDMA2000 EVDO.*- Trabaja en la banda de frecuencias de 1900 MHz, presenta una velocidad de transmisión de 2.4 Mbps, a un promedio en descargas de archivos de 300 a 500 Kbps.
- *Generación 4, LTE (Long Term Evolution).* - Esta empresa es la primera en ofrecer este servicio en el país donde permite obtener internet móvil de alta velocidad. La cobertura del servicio actualmente se la tiene en Quito, Guayaquil, Cuenca, Machala y Loja.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS

Para el desarrollo del prototipo de solución móvil propuesta en el presente proyecto se debe analizar y determinar la metodología de desarrollo que va a ser utilizada, como también las herramientas de desarrollo que se ajusten al escenario de la problemática actual de las Empresas de Energía Eléctrica que se desea solucionar.

1.3.1 SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO

El uso de metodologías para el desarrollo de software es uno de los primeros factores que se deben considerar antes de empezar a realizar el desarrollo propiamente dicho ya que el uso y la elección correcta de la metodología es un punto determinante para que el proyecto tenga éxito o fracase.

Para determinar la metodología que se va a utilizar durante el proyecto hay que ser muy cuidadosos y realizar un análisis de las metodologías existentes y determinar cuál es la que se ajusta a la naturaleza del proyecto, equipo de desarrollo, recursos, tiempo, entre los más importantes.

Existen dos grandes categorizaciones en cuanto a las metodologías de desarrollo del software:

- Metodologías Tradicionales
- Metodologías Ágiles

Las metodologías tradicionales están centradas en la clara y precisa definición de los requerimientos, procesos, tareas, herramientas y documentación. Esta metodología es eficaz cuando se requiere controlar proyectos complejos y de gran tamaño.

Por el contrario las Metodologías Ágiles tiene un enfoque iterativo, en la cual no se cuenta con una documentación extensa y poco formalismo siendo esta metodología la ideal para proyectos pequeños y poco complejos.

1.3.1.1 RUP, Proceso Unificado de Modelado (Rational Unified Process) [17]

Esta metodología tiene una estructura en la cual se apoyan las iteraciones, los casos de uso definen los requerimientos funcionales del sistema y se puede controlar y dirigir el trabajo en cada iteración. En cada una de estas iteraciones se integran las funcionalidades resultantes y se pueden mitigar los riesgos proactivamente. Permite la reutilización de componentes y funcionalidades lo cual reduce tiempo y esfuerzo.

Las características principales de RUP son:

- *Dirigido por casos de uso.*- Los casos de uso se definen como fragmentos de funcionalidades que debe tener el sistema, es decir al momento de modelar los casos de uso se representan los requerimientos funcionales del sistema.
- *Centrado en la arquitectura.*- Antes de empezar con el desarrollo se toman decisiones en las cuales se define la estructura del sistema, en donde se consideran los elementos estructurales que serán los compones el sistema, además se definen las interfaces de interacción, el comportamiento y su composición.
- *Iterativo e incremental.*- La implementación del proyecto se la divide en iteraciones con lo cual se busca que dentro de cada iteración de definan y se cumplan objetivos y que cada una de estas iteraciones sean avances en la entrega del proyecto. Estas iteraciones son funcionalidades entregables al cliente para que se pruebe y se acepte la funcionalidad desarrollada. Las iteraciones al ser controladas y debidamente definidas sirven para disminuir los riesgos que tiene el proyecto.
- *Control de cambios durante el proceso de desarrollo.*
- *Modelado Visual del Software o UML.*
- *Verificación de la calidad del software.*

1.3.1.1.1 *Filosofía del Proceso Unificado de Desarrollo*

Se cuenta con seis principios claves:

- Adaptación del proceso.
- Balanceo de prioridades.
- Colaboración entre equipos.
- Demostración del valor iterativamente.
- Elevar niveles de abstracción.
- Enfocado a la calidad.

1.3.1.1.2 *Ciclo de Vida del Proceso Unificado de Desarrollo*

Esta metodología divide el desarrollo en 4 fases:

- *Inicio.*- En esta fase se realiza un análisis del negocio, se define y se llega a acuerdos con respecto al alcance del proyecto, se identifican riesgos potenciales, se crea una visión general de la arquitectura del sistema y se crea un plan inicial con las fases e iteraciones que se van a ejecutar.
- *Elaboración.*- En esta fase se planifica el proyecto, se capturan requerimientos, se especifican los casos de uso, se crea la arquitectura base del sistema, se efectúa el primer análisis del dominio del problema y se diseña la solución preliminar.
- *Construcción.*- Se desarrollan las funcionalidades del sistema, se administran los cambios de acuerdo con las evaluaciones realizadas por los usuarios y se realizan las mejoras para el proyecto.
- *Transición.*- Se realiza la transición a los usuarios, se realiza capacitaciones acerca de la funcionalidad del sistema, se corrigen los errores encontrados en las pruebas de aceptación y se hace la entrega del software. Se debe verificar que el software entregado cumpla con las especificaciones solicitadas por los involucrados en el proyecto.

Cada una de estas fases es desarrollada mediante varios ciclos de iteraciones, en las cuales se desarrollan un conjunto de actividades o flujos de trabajos que consisten en reproducir el ciclo de vida en una escala menor. Lo que ayuda a reducir riesgos y adaptarse tempranamente a cambios en los requerimientos sin generar un gran impacto al proyecto.

La manera en cómo interactúan las iteraciones y flujos de trabajo se puede ver en la Figura 1.8 que representa el ciclo de vida de desarrollo de software RUP:

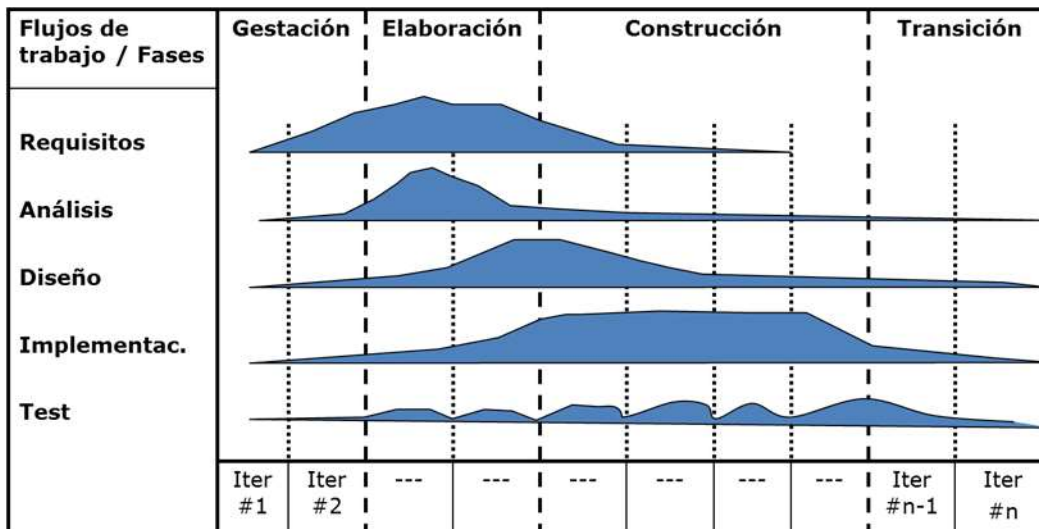


Figura 1.8 Ciclo de Vida de desarrollo de software RUP

Fuente: Apuntes y diapositivas de clases de Ingeniería de Software en facultad de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional

La figura presenta 2 ejes:

- Eje horizontal, representa tiempo y muestra los aspectos del ciclo de vida del proceso en donde se ilustra la naturaleza dinámica del proceso expresado en el desarrollo iterativo e incremental.
- Eje Vertical, representa el conjunto de actividades o flujos de trabajo. Se pueden agrupar a estos flujos de trabajo en:
 - Flujos de trabajo del proceso en donde se realizan actividades correspondientes a la ingeniería de software.

- Flujos de trabajo de soporte en donde se realizan las actividades correspondientes a la gestión del proyecto.

1.3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Para el presente proyecto se va a utilizar la metodología RUP y se debe principalmente a que:

- Esta metodología es de gran ayuda en la mitigación de riesgos y ayuda a corregir a tiempo desviaciones que se presenten durante el proyecto producidos por requerimientos cambiantes.
- Es una metodología flexible que apoya a los procesos de desarrollo de software con la ayuda del Lenguaje de Modelado Unificado (UML) que sirve de ayuda para la especificar, visualizar, construir y documentar los artefactos de software brindando guías a cada miembro del proyecto y además permite utilizar estándares de codificación.
- Se enfoca a crear y mantener modelos de implementación de aplicaciones simples, así como aplicaciones complejas. Por lo que en el caso del presente prototipo de solución móvil es de gran ayuda al permitir graficar la estructura y despliegue de los dos ambientes que componen al prototipo.
- RUP al ser una metodología iterativa e incremental organiza al proyecto en fases que se pueden componer de una o más iteraciones en donde el cliente puede ver el progreso del proyecto gracias a las funcionalidades entregadas en cada iteración.
- Está orientando a pruebas, ya que se realizan pruebas de unidad de los módulos.

1.3.3 SELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

La solución móvil propuesta en el presente proyecto cuenta con una aplicación que opera en dos ambientes:

- Ambiente Móvil: En este ambiente se llevarán a cabo las inspecciones de campo con la ayuda de dispositivos móviles.
- Ambiente Web: Este ambiente sirve como interfaz de usuario para gestionar la información catastral de los clientes.

Se debe tomar en cuenta que los diferentes ambientes que componen a la solución móvil deben interconectarse, poder funcionar en un ambiente desconectado y es por esa razón que debe ser desarrollada en una plataforma que soporte a cada uno de los ambientes.

1.3.3.1 Selección del tipo de dispositivo móvil

La propuesta planteada para ayudar a solucionar la problemática que enfrentan las empresas de energía eléctrica con respecto a las inspecciones de campo se va a desarrollar en dispositivos que soporten aplicaciones con un enfoque industrial, es decir, los dispositivos que se van a utilizar son dispositivos móviles industriales, dado que estos dispositivos cuentan con funcionalidades y prestaciones específicas para ello.

De todas funcionalidades que ofrecen estos dispositivos podemos destacar las siguientes ventajas:

- El Sistema Operativo que predomina dentro de este tipo de dispositivos es Microsoft Windows Mobile, como ya se describió anteriormente existe una versión compacta para el Sistema Gestor de Base de Datos que es SQL Server Compact Edition y también para el Framework que es el .NET Compact Framework. Estos componentes son compatibles con .NET Framework y SQL Server lo ayuda al desarrollo de la aplicación para gestionar e integrar la información. Además de soportar la replicación entre bases de datos SQL Server y SQL Server Compact, que es uno de las principales funcionalidades que debe cumplir el presente prototipo.
- Existen gran cantidad de fabricantes de este tipo de dispositivos y utilizan como sistema operativo a Microsoft Windows Mobile, de esta manera cada

vez que sigan apareciendo nuevos dispositivos con características mejoradas es fácil instalar, migrar y por ende estandarizar las versiones de las aplicaciones. Además una vez que los dispositivos cumplan su periodo de vida útil es posible escoger entre una gran variedad de fabricantes. Es decir no se restringe el uso de la aplicación a solo un fabricante y modelo.

- Estos dispositivos son diseñados específicamente para llevar a cabo las tareas campo, es decir están diseñadas para soportar golpes lo que extiende la vida útil del dispositivo.
- Estos dispositivos dentro de sus características cuentan en su mayoría con GPS, impresoras, cámara de fotos y de video, entre otros; lo cual es de gran ayuda ya que no es necesario adquirir dispositivos adicionales para contar con dichas características.
- El transporte de estos dispositivos es fácil debido a que es un dispositivo de tamaño pequeño.

1.3.3.2 Análisis de la tecnología móvil

El prototipo de solución móvil propuesto funciona en ambientes conectados y desconectados. En el primer escenario se va utilizar redes celulares para realizar la replicación de la información desde el dispositivo móvil hacia el servidor central de base de datos y viceversa. Por lo tanto la empresa operadora celular debe contar con la mayor cobertura del servicio en el área en donde se desean realizar las inspecciones de campo georreferenciadas.

Sin embargo el prototipo propuesto funciona de una manera autónoma, es decir no es estrictamente necesario estar conectado al servidor central para que la aplicación funcione. Y cada vez que exista enlace con la base de datos central se replique la información entre la base de datos móvil y la base de datos central.

Se debe seleccionar una operadora celular que disponga de tecnologías de tercera generación (3G) o superiores, para que el intercambio de información sea lo más rápido posible y esto va a permitir mejorar y agilizar el proceso operativo de inspecciones de campo en las empresas eléctricas.

Además se deben analizar los planes celulares, se debe tomar en cuenta el límite de consumo de datos móviles, la velocidad de transmisión de cada plan y el precio.

1.3.3.3 Selección de las herramientas de desarrollo

Basado en la experiencia del autor y en el tipo de dispositivo móvil que se ha seleccionado para implementar la solución móvil, se desarrollará el prototipo en las siguientes herramientas de desarrollo:

1.3.3.3.1 Microsoft Visual Studio 2008 [18]

Es un Entorno de Desarrollo Integrado, que permite a los desarrolladores crear aplicaciones utilizando herramientas que vienen incluidas en el IDE en varios lenguajes de programación como C++, C#, Visual Basic, F#, entre otros.

Además provee funcionalidades para conexión con distintos tipos de base de datos, realizar depuración de código fuente y crear aplicaciones que funcionen en varias plataformas.

Visual Studio 2008 da la posibilidad de escoger la versión del Framework, de esta forma se puede desarrollar aplicaciones en .NET Compact Framework, .NET Framework 2.0, 3.0, 3.5, 4.0, soportando una gran variedad de proyectos en el mismo entorno de desarrollo.

Entre los diferentes tipos de aplicaciones que se pueden desarrollar tenemos:

- Bibliotecas de Clases.
- Aplicaciones de Consola.
- Aplicaciones de Escritorio.
- Aplicaciones Web.
- Aplicaciones Móviles.

- Aplicaciones de Workflow.
- Aplicaciones de Base de datos.

A pesar de ser una plataforma propietaria, existe la versión de Visual Studio 2008 Standard que permite desarrollar aplicaciones robustas y tiene soporte para el desarrollo de aplicaciones para Windows Mobile y su costo es de \$300.

Se selecciona esta versión de Visual Studio ya que a partir de Visual Studio 2010 ya no es compatible con Windows Mobile y este sistema operativo es el único que soporta replicación entre bases de datos SQL Server con SQL Server Compact.

1.3.3.3.1.1 .NET Framework 3.5 [19]

Es un entorno de trabajo que da soporte para el desarrollo de aplicaciones en varios lenguajes de programación que sean compatibles con .NET Framework y al integrar en un solo marco de desarrollo se reducen las vulnerabilidades, se aumenta la seguridad de las aplicaciones desarrolladas y se da soporte para comunicación entre las aplicaciones desarrolladas.

Cuenta con herramientas pre-codificadas que han sido desarrolladas para ayudar a los desarrolladores a cubrir necesidades que sirvan para disminuir tiempo de desarrolla y reutilizar dichas funcionalidades y que los desarrolladores las utilizan y combinan con su propio código.

Entre las principales herramientas que este Framework incluye soluciones son:

- Interfaz de usuario.
- Acceso a datos.
- Conectividad a bases de datos.
- Criptografía.
- Algoritmos numéricos.

- Comunicación de redes.

1.3.3.3.1.2 .NET Compact Framework [20]

Es una versión compacta de .NET Framework. Este Framework es de uso exclusivo para dispositivos móviles que utilizan Windows Mobile y Windows Embedded CE lo que nos da la posibilidad de crear y ejecutar aplicaciones desarrolladas en .NET Framework que sean compatibles con .NET Compact Framework.

Para el desarrollo de aplicaciones en este Framework se puede utilizar las versiones de Visual Studio 2003 hasta Visual Studio 2012 utilizando como lenguaje de programación C# o Visual Basic.

Al ser un Framework enfocado a dispositivos móviles está enfocado al uso eficiente de los recursos del dispositivo móvil aunque esta administración sea transparente al usuario.

1.3.3.3.2 Microsoft SQL Server 2012 [21]

Es un sistema de administración base de datos que está compuesto por las siguientes herramientas:

- *Analysis Services*: Es una herramienta desarrollada para generar cubos de información y minería de datos. Esta herramienta se compone de dos motores:
 - Motor OLAP: Permite crear, modificar y administrar cubos de múltiples dimensiones.
 - Motor Minería de Datos: Analiza la información almacenada en la base de datos que ayuda a realizar predicciones y establecer patrones mediante varios algoritmos de minería de datos.
- *Reporting Services*: Es una plataforma desarrollada para crear informes que se encuentra compuesta por los siguientes componentes:

- Servidor de informes.- almacena los informes y gestiona el acceso por parte de los usuarios. Se encarga de realizar las consultas a la base de datos y generar el informe final.
- Diseñador de informes.- Es el encargado de crear y depurar, gracias a las herramientas con las que cuenta permiten a los usuarios diseñar informes de cualquier tipo.
- Integration Services: Es una herramienta que sirve para crear aplicaciones para la carga y descarga de datos, manipulación de datos, importar y exportar bases de datos, configurar la ejecución de aplicaciones, ejecución de flujos de trabajo, entre otras.
- Business Intelligence: Es una plataforma de inteligencia de negocios que ayuda a crear aplicaciones para el análisis de datos. Tiene la capacidad de permitir transformar, integrar y depurar datos de una o varias fuentes.

Existe una versión compacta de SQL Server conocida como SQL Server Compact [22] que tiene la capacidad de implementarse en dispositivos móviles, esta herramienta permite administrar la base de datos por medio de SQL Server.

Con respecto a la sincronización de SQL Server 2012 con SQL Server Compact 3.5 se tiene soporte para lo siguiente:

- Soporte para múltiples suscripciones: Se permite poder crear varias suscripciones a una sola base de datos.
- Soporte para multiusuario y sincronización: Varios usuarios pueden sincronizar datos sin necesidad de desconectarse y autenticarse con el usuario que desea replicar su información.

El motor de almacenamiento de SQL Server Compact 3.5 está optimizado para ser utilizado bajo la arquitectura de los dispositivos móviles y se toma en cuenta las interrupciones de conectividad y el uso de batería.

Se elige esta herramienta ya que es compatible con Microsoft Visual Studio 2008 y si tiene soporte para realizar la replicación entre bases de datos. Con respecto a la

versión que se va a utilizar va a ser la SQL Server 2012 Developer Edition ya que tiene las mismas funcionalidades que la versión Standard, su diferencia radica en que esta versión es para ambientes de desarrollo y no para ambientes de producción. Sin embargo para el escenario del desarrollo del prototipo se ajusta a las necesidades que se requiere. Su precio es de \$60.

1.3.3.3.3 Google Earth [23]

Las inspecciones de campo deben ser georreferenciadas según el alcance definido en el prototipo, es por esto que la herramienta de visualización de las posiciones GPS de los predios se va a utilizar Google Earth.

Inicialmente se llamaba EarthViewer 3D y que en el año 2004 Google compra la compañía dueña de la aplicación y la denomina bajo el nombre de Google Earth. Esta aplicación está compuesta por un conjunto de imágenes satelitales y fotografías aéreas que cuentan con modelos de datos de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Para representar los datos georeferenciados utilizan archivos denominados Keyhole Markup Language “.kml”. Este tipo de archivos son basados en XML y representan datos geográficos en tres dimensiones.

Los archivos KML especifican características que son interpretadas por Google Earth. Estos archivos contienen un título, descripción del lugar y las coordenadas (latitud y longitud).

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE PROCESOS DE INSPECCIONES DE CAMPO PARA USUARIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INSPECCIONES DE CAMPO

El Ministerio de electricidad y Energía Renovable conjuntamente con el apoyo de la Presidencia de la República del Ecuador deciden poner en marcha el proyecto SIDGE (Sistema Integrado para la Gestión de la Distribución Eléctrica) [24] a nivel nacional, este proyecto tiene el fin de implementar un Modelo Único de Gestión en empresas que distribuyan energía eléctrica cumpliendo con estándares de calidad, eficiencia en la atención al cliente y en la gestión de la distribución del servicio de energía eléctrica. Para lo cual se busca estandarizar:

- Procesos
- Procedimientos
- Tecnología
- Información

Para lograr que las empresas sean eficientes, eficaces y sustentables.

El presupuesto asignado para la ejecución de este proyecto es de 69 millones de dólares durante el periodo de 2010-2015. Cuenta con seis ejes de acción que buscan reforzar la gestión de comercialización de energía eléctrica, activos, operaciones, tecnología y talento humano.

Para lo cual se ha implementado el Sistema Comercial SICO en tres empresas regionales filiales a la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL):

- CNEL Los Ríos
- CNEL Manabí
- CNEL El Oro

Con el objetivo de implementar un sistema comercial único en todas la Empresas de Distribución de Energía Eléctrica del país.

2.1.1 SISTEMA SICO

Como se explicó anteriormente el Sistema Comercial SICO [25] es el encargado de gestionar la información de los clientes, mejorar la atención al cliente, disminuir el tiempo se respuesta de los reclamos por parte de los usuarios y apoyar con herramientas tecnológicas para ayudar a la optimización y automatización de procesos comerciales.

Este sistema es el encargado de almacenar toda la información de los clientes suscriptores del servicio de energía eléctrica, es por esa razón que el proceso de inspecciones de campo sirve como fuente de ingreso y actualización de la información de los clientes de energía eléctrica, ubicación de los predios y su georreferenciación.

2.2 ANÁLISIS DEL PROCESO DE INSPECCIONES DE CAMPO

Una vez que se ha explicado de manera general el funcionamiento de un Sistema de Inspecciones de Campo se identificaron procesos que pueden ser mejorados gracias a la automatización de las inspecciones de campo por medio del prototipo propuesto.

Es por esta razón que mantener actualizada la información de los clientes por medio de las inspecciones de campo ayuda a que se puedan ubicar a los usuarios del servicio de energía eléctrica.

2.2.1 INSPECCIONES DE CAMPO

Las inspecciones de campo son realizadas con el objetivo de identificar *in situ*, tanto a los clientes suscriptores del servicio de energía eléctrica, como a los que no disponen de este servicio.

Durante este proceso de inspecciones de campo se genera información que se describe a continuación y que el prototipo propuesto en el presente proyecto debe permitir registrar:

- Información del cliente
 - Nombres
 - RUC / CI / Pasaporte
 - Teléfono fijo
 - Fecha de nacimiento
- Información del suministro
 - Número del medidor
 - Marca del medidor
 - Año de fabricación
 - Voltaje
 - Tarifa
 - Uso final
 - Foto del medidor
 - Estado del medidor
- Datos del catastro
 - Geocódigo
 - Calle Principal
 - Calle Intersección
 - Referencia
 - Conexión clandestina
- Datos de ubicación
 - Posición GPS, determinada por longitud y latitud
 - Foto del predio

Una vez registrada la información en la aplicación móvil el inspector de campo debe ir completando predio por predio la ruta que le ha sido asignada. Si durante el proceso de inspección encuentra una conexión clandestina de energía eléctrica el

inspector de campo debe registrar los datos que evidencien y sustenten dicha conexión clandestina.

2.2.2 CATASTRO DE CLIENTES

Las empresas que comercializan el servicio de energía eléctrica deben tener registrada la información de sus clientes, características, estado de la conexión y captura de la ubicación geográfica del predio de cada cliente.

Para obtener esta información se ejecuta un proceso de censo catastral dentro del perímetro urbano y rural; en donde se identifican tres tipos de clientes suscriptores del servicio de energía eléctrica que son los siguientes:

- *Reales*; son los clientes que cerca de su predio se encuentra una red de energía eléctrica, poseen una conexión a dicha red eléctrica y disponen de una cuenta de suscripción al servicio de energía eléctrica.
- *Factibles*; son los clientes que cerca de su predio se encuentra una red de energía eléctrica, no poseen una conexión a dicha red eléctrica y tampoco disponen de una cuenta de suscripción al servicio de energía eléctrica.
- *Potenciales*; son los clientes que cerca de su predio no existe una red de energía eléctrica, no poseen una conexión a dicha red eléctrica y tampoco tienen una cuenta de suscripción al servicio de energía eléctrica.

El prototipo de solución móvil propuesto en el presente proyecto busca apoyar como una herramienta informática en el registro y actualización de la información generada en el campo durante el censo catastral.

2.2.2.1 Estructura de la Información Catastral

A lo largo del proceso de inspecciones de campo a usuarios de energía eléctrica se obtiene información de:

- Datos de los clientes que cuenta con el servicio
- Tarifa
- Datos de medidor de energía eléctrica

- Coordenadas GPS (Sistema de Posicionamiento Global – Global Positioning System)
- Código generado a partir de la información geográfica del predio denominado *Geocódigo* o *Clave Catastral*.

2.2.2.1.1 Composición del Geocódigo

El Geocódigo o Clave Catastral, es un código único que ayuda a identificar a cada predio que es suscriptor el servicio de energía eléctrica. Este código está compuesto por la unión de seis campos numéricos que son:

- Sector
- Ruta
- Manzana
- Secuencia
- Piso
- Departamento

El área de cobertura del abastecimiento de energía eléctrica es dividida en grupos denominados *sectores* que permiten agrupar a grandes cantidades de clientes según su ubicación.

El *sector* es primera parte que compone al Geocódigo y se encuentra constituido por un código de cuatro dígitos.

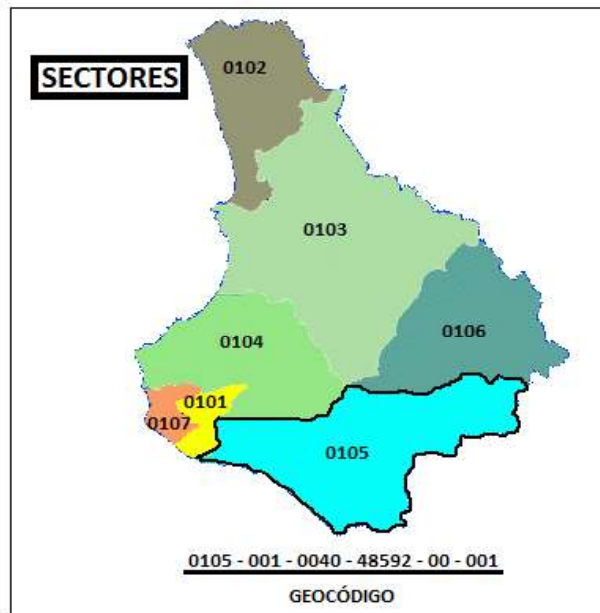


Figura 2.1 Área de Cobertura por Sectores

Fuente: Desarrollado por el Autor.

Una vez que se ha dividido el área de cobertura en sectores, a estos se los subdivide en rutas, esta división por rutas ayuda a identificar a los clientes de manera más específica. Las rutas están codificadas por tres dígitos y se encuentran ubicadas después del sector.

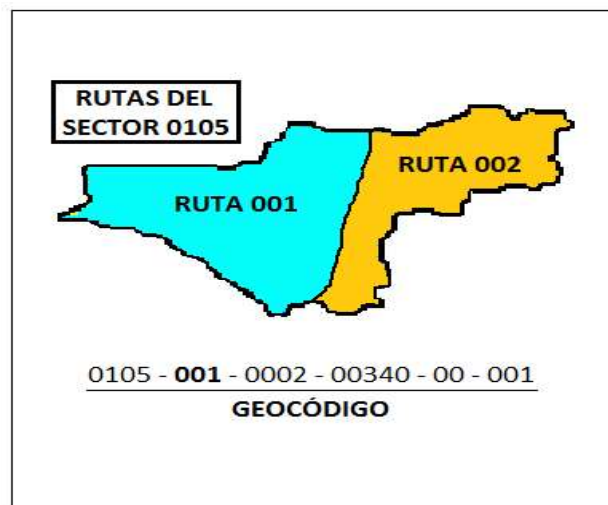


Figura 2.2 Área de Cobertura por Rutas en base a un Sector escogido

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A una ruta se la divide en un conjunto de *manzanas*, y estas corresponden a la tercera parte de la conformación del geocódigo. Las manzanas se componen por un código de cuatro dígitos y se ubican a continuación de la ruta.

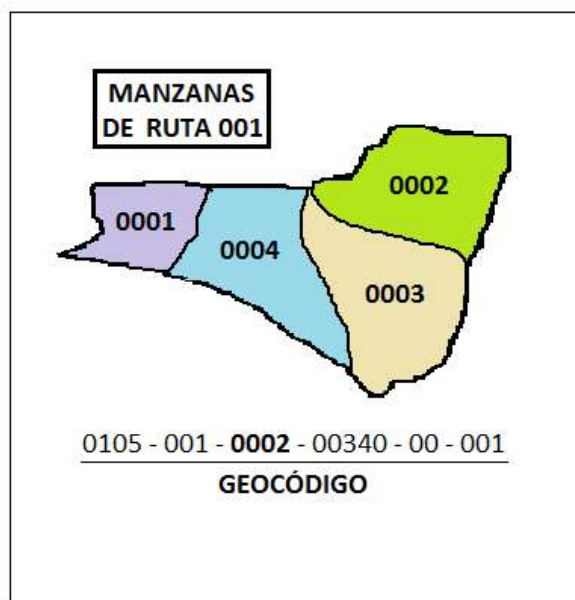


Figura 2.3 Área de Cobertura por Manzanas en base a una ruta escogida

Fuente: Desarrollado por el Autor.

Dentro de cada manzana existe un número identificador de cada uno de los predios que forman parte de la manzana, a este número identificador de cinco dígitos se lo conoce como *secuencia* y se lo ubica a continuación de código de la manzana.

En el caso de que un predio esté compuesto por un edificio o de una casa de más de un piso y que dispongan de más de un medidor de energía eléctrica se utilizan dos identificadores conocidos como *piso* y *departamento*.

El identificador piso se refiere al piso en el cual se localiza el cliente suscriptor del servicio, mientras que el campo departamento se refiere al número del departamento localizado en el piso.

La longitud de caracteres que tiene el campo piso es de dos dígitos y el identificador departamento se compone de tres caracteres.

2.2.3 GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LAS INSPECCIONES DE CAMPO

Cuando se ejecuta un proceso de inspecciones de campo primero se define el sector que van a ser inspeccionado, como se explicó anteriormente, los sectores se encuentran conformados por un conjunto de rutas; a cada miembro del personal encargado de realizar las inspecciones de campo se le asigna una o más rutas que debe encargarse de inspeccionar.

El prototipo de solución móvil propuesto va a disponer de una base de datos almacenada en el dispositivo móvil, en la cual se va a cargar únicamente la información de los clientes que pertenezcan al sector asignado a cada inspector. Ya que no es necesario que el dispositivo móvil almacene información de todos los sectores y clientes.

El proceso de actualización de la información recopilada en el dispositivo móvil hacia el servidor central de base de datos se lo realiza mediante replicación de mezcla de base de datos y sincronización web; proceso que se tratará a detalle en el Anexo 2, este proceso de sincronización de la información se la transfiere por medio de:

- Conexión a internet
- Sincronización por medio de cable de datos del dispositivo móvil

Es decir la aplicación debe tener autonomía para realizar las inspecciones de campo sin la necesidad de contar con cobertura de servicio de internet móvil, ya que cuando se realizan inspecciones de campo en sectores rurales muchas veces no se dispone de cobertura del servicio de internet móvil.

Y una vez que la información ha sido replicada al servidor central de base de datos, las posiciones GPS de cada uno de los predios puede ser exportada y visualizada por medio de Google Earth.

2.3 ESTUDIO COSTO – BENEFICIO DEL USO DE TECNOLOGÍAS MÓVILES PARA LOS PROCESOS DE INSPECCIONES DE CAMPO

Para el desarrollo de este estudio como resultado final se espera que el prototipo propuesto en el presente proyecto de titulación ayude a la reducción de costos y tiempo, además apoye en la optimización del proceso de inspecciones de campo.

Por tal tanto se va a hacer un análisis profundo de los costos, beneficios y al final determinar si el proyecto es viable o no.

2.3.1 COSTOS

Para realizar la estimación de costos se va a realizar un estudio comparativo de los costos del proyecto dependiendo del número de clientes que van a ser inspeccionados.

Para lo cual se va a suponer que la empresa distribuidora de energía eléctrica tiene a 50.000 clientes dentro de su área de cobertura urbana y el tiempo que va a tomar realizar las inspecciones de campo van a depender de la cantidad de usuarios.

2.3.1.1 Costos proceso de inspecciones de campo sin automatización.

En el proceso normal de inspecciones de campo actualmente se tienen los siguientes costos:

- Sueldos de personal de inspecciones de campo, digitadores, supervisores de inspecciones, choferes.
- Recursos en hojas e impresiones.
- Uso de vehículos para movilización.
- Arriendo de oficina y servicios básicos.

Se realizó una prueba que consiste en poder cuantificar el número de inspecciones de campo que son posibles de realizar durante una hora, en predios urbanos. En

donde se lograron realizar 5 inspecciones tomando un tiempo promedio de 10 minutos aproximadamente en cada una, es decir, que durante las 8 horas laborables es posible realizar 40 inspecciones, eso multiplicado por 22 días laborables del mes nos da un valor de 880 inspecciones mensuales individuales por cada inspector, y al ser esto durante un periodo de 6 meses se tiene un calor de 5280 inspecciones mensuales por cada inspector.

Con ese dato procedemos a calcular el número de inspectores necesarios para realizar 50.000 inspecciones de campo durante el tiempo de 6 meses.

$$\text{N}^\circ \text{ Inspectores} = \text{N}^\circ \text{ total de clientes} / \text{N}^\circ \text{ inspecciones por cada inspector}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Inspectores} = 50.000 / 5280 = 9.47$$

$$\text{N}^\circ \text{ Inspectores} = 10$$

Por lo tanto se necesita 10 inspectores. Por lo tanto en la tabla 2.1 tenemos los siguientes costos:

Personal/Recursos	Número	Costo unitario por Mes (US\$)	Costo Total por 6 meses (US\$)
Digitadores de inspecciones	5	370	11.100
Inspectores de campo	10	410	24.600
Supervisores de inspecciones	3	570	10.260
Chofer	3	500	9.000
Total Sueldo			54.960
Aportes IESS (11,15%)			6.128,04
Vehículos	3	1.500	27.000
Gasolina	3	220	3.960
Mantenimiento del Vehículo	3	200	3.600
Oficina y servicios básicos	1	500	3.000
TOTAL			98.648,04

Tabla 2.1 Costo de recursos y personal operativo sin automatización

Durante el proceso de inspecciones de campo, se debe imprimir diariamente el listado de clientes que van a ser inspeccionados y se asignan a cada inspector los formularios en los que se va a registrar la información obtenida.

De esta forma se procede a calcular el costo por hojas y formularios:

	N° Clientes	N° Hojas/ Día	N° Hojas/ Mes	N° Hojas/ Resma	N° Resmas/ Mes	Valor Resma	Total Mes (USD\$)	Total 6 meses (USD\$)
Listado de usuarios	50.000	60	1.320	500	2,64	5	13,20	79,20
TOTAL							13,20	79,20

Tabla 2.2 Costos de recursos en hojas para proceso normal de inspecciones de campo

A continuación se observa el análisis de los costos por impresión:

	N° Clientes	N° Hojas/ Mes	N° Hojas/ Tóner	N° Tóner/ Mes	Valor Tóner	Total Mes (USD\$)	Total 6 meses (USD\$)
Listado de usuarios	50.000	1.320	1.500	0,88	80	70,4	422,40
TOTAL						70,4	422,40

Tabla 2.3 Costos de recursos en impresión para proceso normal de inspecciones de campo

Los formularios para las inspecciones de campo son enviados a una imprenta, los costos son los siguientes:

	N° Clientes	N° Formularios	N° Hojas/Formulario	N° Total Hojas	Valor hoja (USD\$)	Total (USD\$)
Formularios	50.000	50.000	2	100.000	0,01	1000
TOTAL						1000

Tabla 2.4 Costos de formularios para proceso normal de inspecciones de campo

A continuación se resume el costo operativo total por las inspecciones de campo sin automatización:

Recursos	Total Año (USD\$)
Personal	98.648,04
Hojas	79,20
Impresión	422,40
Formularios	1.000
TOTAL	100.149,64

Tabla 2.5 Costos operativos totales del servicio de inspecciones de campo sin automatización

2.3.1.2 Costos proceso de inspecciones de campo con automatización.

En esta sección se van a analizar los costos para poner en marcha el presente proyecto, entre los cuales tenemos:

- Costos de desarrollo del sistema
- Costos de personal
- Inversión en dispositivos móviles
- Enlace de datos requerido para la replicación
- Suministros

2.3.1.2.1 Costos de desarrollo del prototipo

2.3.1.2.1.1 Costos de licencias de software

La aplicación se va a desarrollar en plataformas Microsoft, para lo cual se van a detallar el software necesario para llevarlo a cabo:

- Microsoft Visual Studio 2008 Standard Edition [26], que es una versión que soporta desarrollo de aplicaciones móviles y adquiriendo la licencia por un precio de 300 dólares permite usar utilitarios para la creación de aplicaciones móviles con el soporte a Windows Mobile y tiene las herramientas necesarias para desarrollar la aplicación propuesta en el presente proyecto.
- Microsoft SQL Server 2012 Developer Edition [27], es una versión que tiene la misma funcionalidad que la Enterprise Edition, con la diferencia de que su

licencia es para un uso en ambiente de desarrollo y no en producción. Es decir que no soporta a una gran cantidad de usuarios ejecutando transacciones al mismo tiempo, pero en el caso del desarrollo y pruebas del prototipo de solución móvil propuesto se ajusta al escenario requerido. Su precio es de 60 dólares con un tiempo ilimitado de uso. Además en caso de requerir subir a la versión Enterprise se puede adquirir la licencia para el uso como ambiente de producción.

- Las aplicaciones utilizan el Compact Framework 2.0, Framework 3.5 y Framework 4.0, estos son de libre distribución y no tiene ningún costo.

Para lo cual se resume en la siguiente tabla los costos para adquirir las licencias:

Programa	Valor total
Microsoft Visual Studio 2008 Standard Edition	300
Microsoft SQL Server 2012 Developer Edition	60
TOTAL	360

Tabla 2.6 Costos de licencias de software

2.3.1.2.1.2 Costos de personal

Con respecto al personal necesario, se necesita lo siguiente:

- Líder del proyecto.
- Desarrollador de Software.
- Personal para implementar la infraestructura tecnológica, pruebas e implantación de la aplicación.
- Capacitación y soporte de aplicaciones.

La aplicación se desarrollará en un plazo de 2 meses y se lo puede apreciar en la Tabla 2.7:

Personal	N° personas	N° Meses	Costo unitario por Mes (USD\$)	Aporte Mensual Patronal IESS (11,15%)	Costo Total (USD\$)
Líder de proyecto	1	2	950	105,93	2.111,85
Desarrolladores	1	2	700	78,05	1.556,1
Infraestructura, soporte, capacitación y pruebas.	1	2	600	66,9	1.338,8
				TOTAL	5.001,75

Tabla 2.7 Costos de Personal para el desarrollo de la aplicación

2.3.1.2.2 Costos de personal operativo

Para determinar el número de inspectores de campo necesarios se debe tomar en cuenta que un inspector de campo realiza entre 90 y 100 inspecciones al día, para lo cual se analizará tomando como número de inspecciones el valor más bajo, además se deben realizar 50.000 inspecciones de campo y cada mes se tienen 22 días laborables, por lo tanto:

$$\text{N}^\circ \text{ inspecciones Inspector} = (\text{N}^\circ \text{ inspecciones por día}) * (\text{N}^\circ \text{ días laborables}) * (\text{N}^\circ \text{ meses})$$

$$\text{N}^\circ \text{ inspecciones Inspector} = 90 * 22 * 4 = 7.920 \text{ inspecciones por cada inspector.}$$

Ahora, se sabe que un inspector de campo es capaz de realizar 7.920 inspecciones durante los 4 meses restantes ya que los primeros 2 meses se destina al desarrollo del prototipo.

Para determinar el número de inspectores necesarios se debe dividir el número total de clientes que se desean inspeccionar para el número de inspecciones que puede realizar cada inspector durante los seis meses.

$$\text{N}^\circ \text{ Inspectores} = \text{N}^\circ \text{ total de clientes} / \text{N}^\circ \text{ inspecciones por cada inspector}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Inspectores} = 50.000 / 7.920 = 6,3$$

$$\text{N}^\circ \text{ Inspectores} = 7$$

N° Clientes	N° meses	N° Inspecciones x Día x Inspector	N° Inspecciones x 4 Meses x Inspector	N° Inspectores
50.000	4	90	7.920	7

Tabla 2.8 Resumen del cálculo para determinar el número de inspectores

En el prototipo propuesto ya no es necesario de personal encargado de digitar la información recopilada durante las inspecciones de campo en los formularios, dado que dicha información es actualizada cuando se realiza la replicación entre la base de datos móvil hacia la base de datos central.

Personal/Recursos	Número	Costo unitario por Mes (US\$)	Costo Total 4 meses (US\$)
Inspectores de Campo	7	410	11.480
Supervisor de inspecciones	2	570	4.560
Chofer	2	500	4.000
Total Sueldo			20.040
Aportes IESS (11,15%)			2.234,46
Vehículos	2	1.500	12.000
Gasolina	2	220	1.760
Mantenimiento del Vehículo	2	200	1.600
Oficina y servicios básicos	6 meses	500	3.000
TOTAL			40.634,46

Tabla 2.9 Costo del Personal Operativo con Automatización

2.3.1.2.3 Inversión en Dispositivos Móviles

Cada inspector de campo debe tener asignada un dispositivo móvil industrial, para lo cual se realizó el cálculo y se determinó que se necesitan 7 inspectores para llevar a cabo el proceso de inspecciones de campo a los 50000 clientes.

Equipos	N° Equipos	Costo Unitario (USD\$)	Costo Total (USD\$)
Dispositivo móvil industrial	7	700	4.900
TOTAL			4.900

Tabla 2.10 Inversión en Dispositivos Móviles

2.3.1.2.4 Costo del Internet Móvil.

Los dispositivos móviles industriales deben tener conexión a internet para que se pueda replicar la información desde la base de datos móvil hacia el servidor central de base de datos. Para lo cual es necesario contratar un plan de internet móvil en cualquiera de las operadoras del país, que están a un precio promedio de 25 dólares mensuales. Para lo cual se procede a sacar un valor estimado por la contratación del servicio de internet móvil para cada uno de los dispositivos móviles:

	N° planes	Costo unitario por Mes (USD\$)	Costo Total 4 meses (USD\$)
Internet móvil (\$25)	7	175	700
TOTAL			700

Tabla 2.11 Inversión en internet móvil

2.3.1.2.5 Costos de suministros

Actualmente se entrega a cada inspector de campo el listado de usuarios que deben ser inspeccionados; la solución móvil propuesta en el presente proyecto, no requiere que se imprima la lista de usuarios que deben ser inspeccionados, ya que a cada dispositivo móvil se carga únicamente la información de los usuarios que deben ser inspeccionados. Gracias a esto se elimina la necesidad de gastar en suministros como son papel y tóner para la impresora. Sin embargo se van a poner un valor de 20 dólares mensuales durante los 6 meses de duración del proyecto.

2.3.1.2.6 Resumen de costos e inversión del proyecto con automatización

De todos los valores detallados anteriormente se hace un resumen para conocer el costo del proyecto con el apoyo de la solución móvil propuesta:

Costos	Total USD\$)
Licencias de software	360
Desarrollo del Sistema	5.001,75
Dispositivos Móviles	4.900
Internet Móvil	700
Suministros	120
Personal operativo	40.634,46
TOTAL	51.716,21

Tabla 2.12 Costos Totales del proyecto de Inspecciones de Campo

2.3.2 BENEFICIOS

Como ocurre con todos los proyectos independientemente de su índole, existen dos tipos de beneficios:

- Beneficios tangibles
- Beneficios no tangibles

2.3.2.1 Beneficios Tangibles.

Mediante el uso de los dispositivos móviles utilizando redes celulares, las empresas distribuidoras de energía eléctrica podrán reducir el tiempo y recursos en el levantamiento de información recopilada en las inspecciones de campo y muchos otros más que se ven a continuación:

- Ahorro en tiempo del proceso inspecciones de campo.
- Ahorro de recursos en hojas e impresiones.
- Ahorro en personal para las inspecciones de campo.

2.3.2.2 Beneficios no tangibles (no cuantificables).

Los beneficios no tangibles identificados en el presente proyecto son los siguientes:

- *Mantener actualizada la información de los clientes*, esto es de gran ayuda ya que de esta forma se mantiene un registro actualizado de los clientes y de su información. Esto contribuye a que el proceso de atención al cliente reduzca tiempos y genere un ambiente de confianza respecto a las

información registrada en los sistemas de las empresas distribuidores del servicio de energía eléctrica.

- *Identificar los usuarios mediante su coordenada GPS*, si las empresas distribuidoras del servicio de energía eléctrica obtienen las coordenadas GPS de cada uno de sus clientes se pueden generar rutas de una mejor manera y que ayuden a la optimización de las mismas.
- *Registrar las conexiones clandestinas*, este tipo de conexiones generan pérdidas a las empresas, si se conocen los clientes que han realizados este tipo de conexiones se pueden aplicar las multas y correctivos necesarios para que no se vuelvan a dar estos casos.
- *Mejor imagen empresarial*; mientras una empresa aproveche los avances de la tecnología y los aplique en el desarrollo de proyectos que contribuyan a la creación, mejora y automatización procesos, los usuarios podrán notar la evolución de las empresas.

2.3.2.2.1 Beneficios generados por ahorro de recursos.

Se ha realizado análisis de los costos del proyecto mediante el proceso actual y también de los costos con la ayuda del prototipo propuesto en el presente proyecto de titulación. Entre los rubros que se han disminuido tenemos:

- 5 digitadores
- 3 inspectores de campo
- 1 Supervisor de inspecciones
- 1 Chofer
- 1 Vehículo, incluido gasolina y mantenimiento
- Hojas
- Impresiones
- Formularios

2.3.3 VIABILIDAD DEL PROYECTO

Una vez que se han determinado los costos necesarios y beneficios que se podrían obtener elaboramos una tabla en la que se van a visualizar los valores totales del proyecto con el apoyo de la solución móvil y como se lo maneja actualmente:

Resumen de costos	Costo Total (USD\$)
(1) Inspecciones de campo sin automatización	100.149,64
(2) Inspecciones de campo con el apoyo de la aplicación	51.716,21
Diferencia (1) – (2)	48.433,43

Tabla 2.13 Ahorro de Recursos

Como se puede observar con la ayuda de la implementación del prototipo propuesto, se pueden disminuir **\$48.433,43** lo que equivale a la reducción de costos del **48,36%** con respecto a la realización del proceso de inspecciones de campo sin automatización.

La reducción de los costos tiene que ver principalmente con la cantidad de personal operativo, ya que con la automatización del proceso de inspecciones de campo se elimina el uso de personal de digitación, se reduce el número de inspectores de campo, por lo tanto el número de supervisores y el tiempo necesario para realizar las 50.000 inspecciones se reduce de 6 meses a 4 meses.

Es por esta razón que se concluye que el proyecto es viable ya que su tasa de reducción de costos es sumamente alta.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

3.1 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS, ANÁLISIS Y DISEÑO

3.1.1 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS

3.1.1.1 Alcance

El proyecto propuesto se compone del desarrollo de un prototipo de solución móvil de inspecciones de campo georreferenciadas para usuarios de energía eléctrica.

Dicho prototipo se compone de un ambiente web y uno móvil, para lo cual se desarrollará una Aplicación Web que servirá para la gestión de la información obtenida durante el proceso de inspecciones de campo y la carga de información a las bases de datos de los dispositivos móviles. Mientras que la Aplicación Móvil será la encargada de ser la interfaz de usuario para el ingreso de la información obtenida durante las inspecciones de campo a usuarios de energía eléctrica.

Cabe destacar que en el desarrollo de este prototipo se va a utilizar replicación entre Bases de Datos SQL Server y SQL Server Compact con el objetivo de sincronizar la información recolectada en el campo.

Una vez que se ha obtenido la información de los usuarios y del catastro, posición georreferenciada del predio, fotografía del predio, fotografía del estado del medidor luego de realizar las inspecciones de campo, se permitirá exportar y visualizar las posiciones GPS de los predios que componen a cada ruta por medio de Google Earth.

3.1.1.2 Requerimientos Funcionales

A continuación se va proceder a definir los requerimientos funcionales para cada uno de los dos ambientes que componen al prototipo de solución móvil propuesta en el presente proyecto, para que apoye durante el proceso de inspecciones de campo que las empresas de energía eléctrica realizan a sus usuarios.

❖ Ambiente Web

- Gestión de usuarios del sistema
 - El prototipo permitirá el ingreso al sistema por medio de un nombre de usuario y contraseña.
 - El prototipo permitirá la creación de usuarios que usarán las funcionalidades del mismo.
 - El prototipo permitirá modificar la información de los usuarios que se encuentren registrados.
 - El prototipo permitirá eliminar usuarios que se encuentren registrados.
- Gestión de clientes
 - El prototipo permitirá consultar la información de los clientes por medio de su número de medidor, suministro, nombre o geocódigo.
 - El prototipo permitirá registrar nuevos clientes que se vayan obteniendo durante las tareas en el campo.
- Gestión de catastros
 - El prototipo permitirá consultar la información catastral de los predios por medio de su geocódigo o nombre del cliente y dar la posibilidad de exportar dicha información al Google Earth para poder visualizarlo.
 - El prototipo permitirá modificar la información catastral de los predios.
- Gestión de carga de rutas al sistema
 - El prototipo permitirá seleccionar las rutas que se le asignarán a cada inspector de campo, para que se genere un manifiesto y se almacene en el dispositivo móvil.
 - El prototipo permitirá que se sincronice la información entre la base de datos central con la base de datos móvil.
- Reportes del sistema

- El prototipo deberá mostrar un reporte en el que se listen los censos diarios realizados por cada usuario.
- El prototipo deberá mostrar un reporte en el que se listen las conexiones clandestinas.

❖ Ambiente Móvil

- Gestión de acceso al sistema
 - El prototipo deberá permitir ingresar al sistema mediante un usuario y contraseña.
 - El prototipo deberá permitir salir del sistema cerrando la sesión del usuario que estaba usando el sistema.
- Registro y consulta de inspecciones de campo
 - El prototipo permitirá la creación de nuevos catastros encontrados durante el proceso de inspecciones de campo.
 - El prototipo permitirá buscar la información catastral de los predios por medio de su geocódigo o nombre del cliente.
 - El prototipo permitirá actualizar la información catastral de los predios.

3.1.1.3 Requerimientos No Funcionales

- El prototipo debe ser desarrollado en un dispositivo móvil diseñado para soportar aplicaciones de tipo empresarial.
- El prototipo debe permitir la replicación entre una base de datos central y una base de datos móvil.
- El prototipo en su ambiente móvil deberá realizar la replicación de base de datos por medio de una conexión de internet móvil.
- El prototipo en su ambiente móvil debe permitir realizar las inspecciones de campo sin la estricta necesidad de estar conectado a la base de datos central, es decir funcionar de manera autónoma al no contar con cobertura de red celular.

3.1.1.4 Actores del Sistema

En base a la recolección de requerimientos que debe cumplir el prototipo de solución móvil de inspecciones de campo georreferenciadas se puede observar el siguiente diagrama los usuarios, su interacción y las relaciones entre ellos.

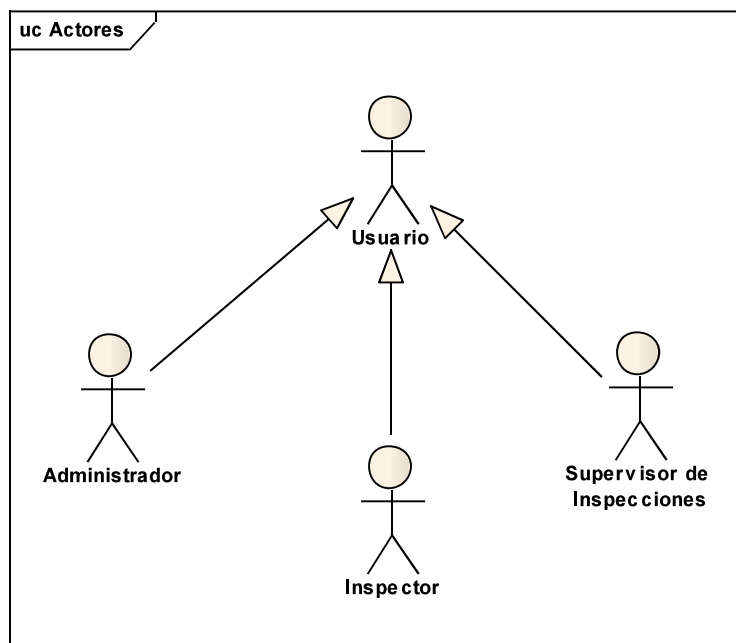


Figura 3.1 Diagrama de Casos de Uso: Actores

Fuente: Desarrollado por el Autor.

Una vez que se han identificado a los actores que van a interactuar con las funcionalidades del prototipo de solución móvil, se procede a detallar más a fondo:

- *Usuario*. Este actor es una generalización de todos los actores, por ende puede ser cualquier empleado que pertenezca a la empresa eléctrica.
- *Administrador*. Es el encargado de gestionar usuarios, perfiles y de configurar el GPS, base de datos y replicación del prototipo de solución móvil.
- *Inspector*. Es el encargado de realizar las inspecciones de campo y de ingresar la información en el ambiente móvil. El detalle sus funciones se lo puede observar en los diagramas de casos de uso.

- *Supervisor de inspecciones.* Su principal tarea es realizar la distribución y asignación de rutas que deben cubrir diariamente cada inspector de campo. Una vez que ha definido el conjunto de rutas que van a ser asignadas a cada inspector de campo, debe cargar la información a los dispositivos móviles.

Cabe destacar que las funciones de cada actor se van a detallar y podrán ser visualizadas en los diagramas de caso de uso.

3.1.1.5 Modelo de Casos de Uso del Sistema

Los casos de uso se los agrupó por paquetes por cada ambiente que compone al prototipo de solución móvil de la siguiente manera:

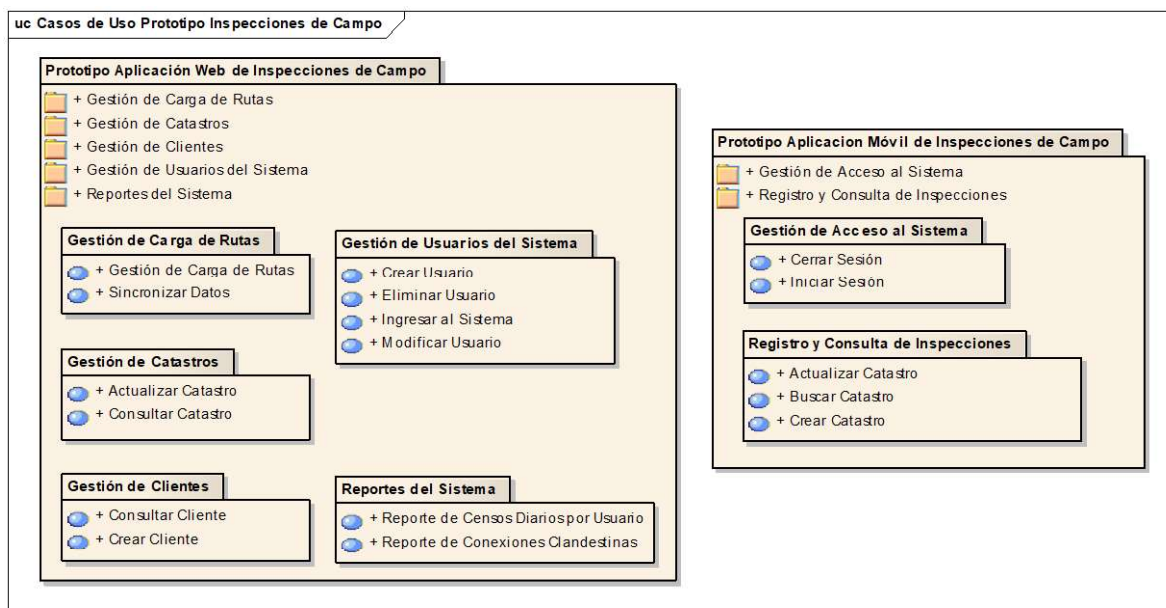


Figura 3.2 Diagrama de Paquetes de Casos de Uso

Fuente: Desarrollado por el Autor.

Como se puede observar en el gráfico se han organizado los casos de uso de acuerdo a los ambientes que componen al prototipo de solución móvil, que a su vez se los ha subdividido en los módulos que lo componen, los diagramas de casos de uso correspondientes a cada uno de los dos ambientes se los pueden observar a continuación.

3.1.1.5.1 Ambiente Web

3.1.1.5.1.1 Gestión de usuarios del sistema

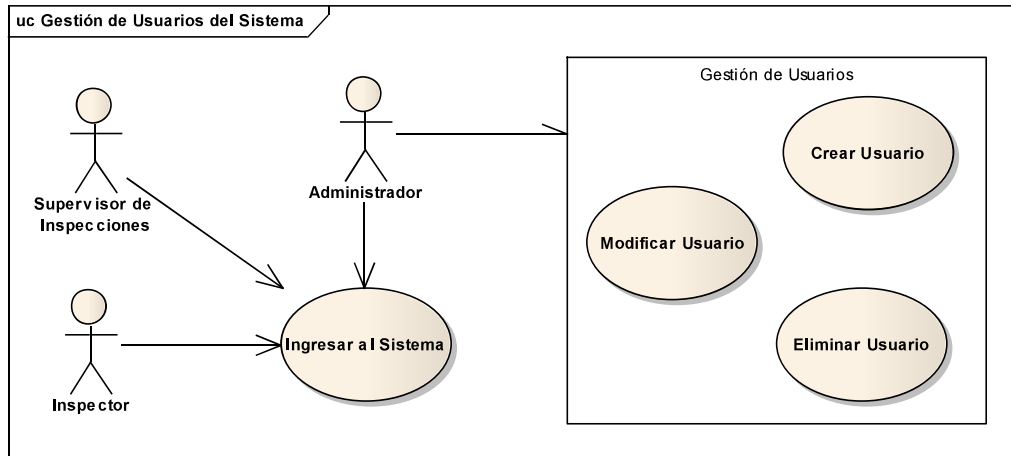


Figura 3.3 Diagrama de Casos de Uso: Gestión de Usuarios del Sistema

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.1.5.1.2 Gestión de carga de rutas

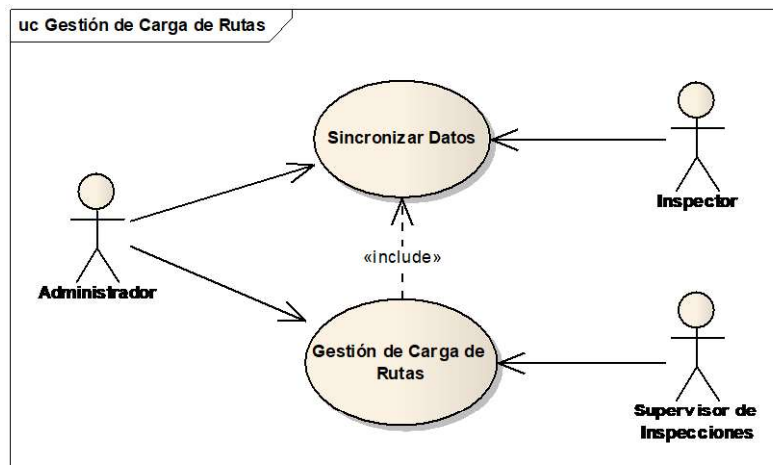


Figura 3.4 Diagrama de Casos de Uso: Gestión de carga de rutas

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.1.5.1.3 Gestión de catastros

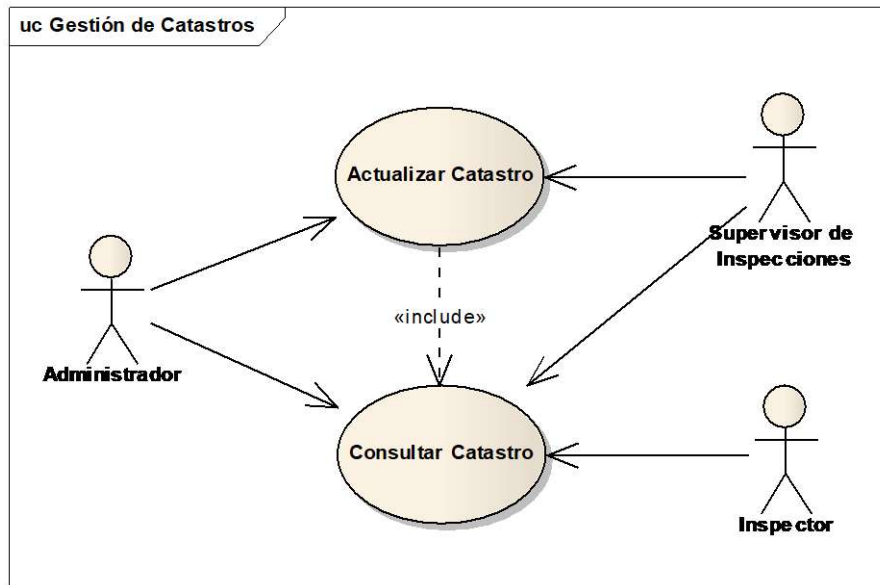


Figura 3.5 Diagrama de Casos de Uso: Gestión de catastros

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.1.5.1.4 Gestión de clientes

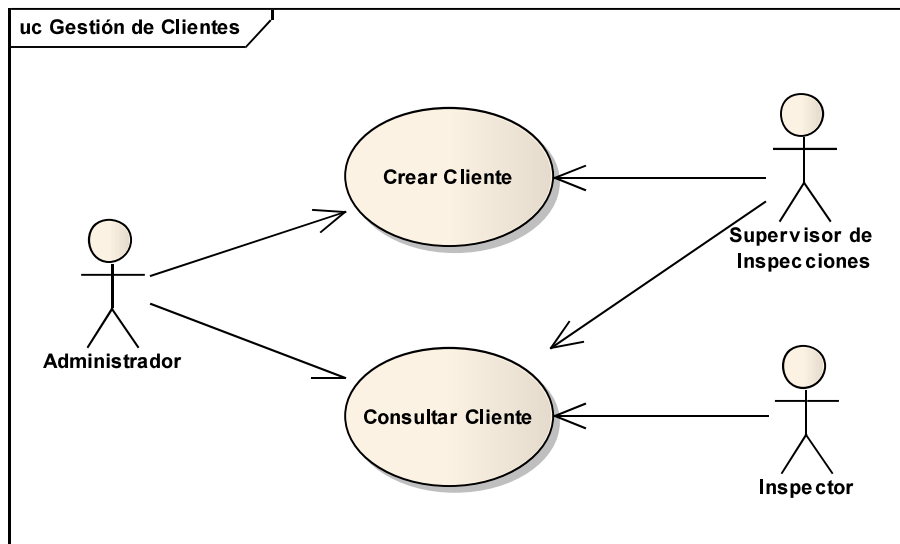


Figura 3.6 Diagrama de Casos de Uso: Gestión de clientes

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.1.5.1.5 Reportes del sistema

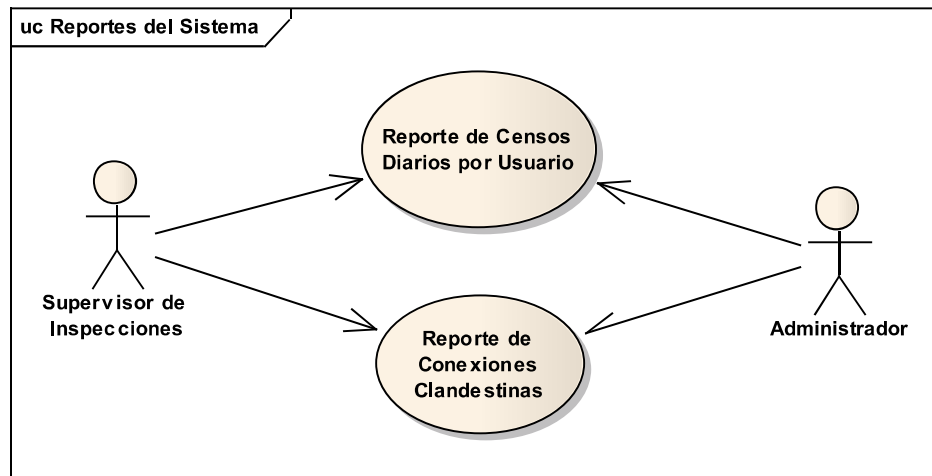


Figura 3.7 Diagrama de Casos de Uso: Reportes del sistema

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.1.5.2 Ambiente Móvil

3.1.1.5.2.1 Gestión de acceso al sistema

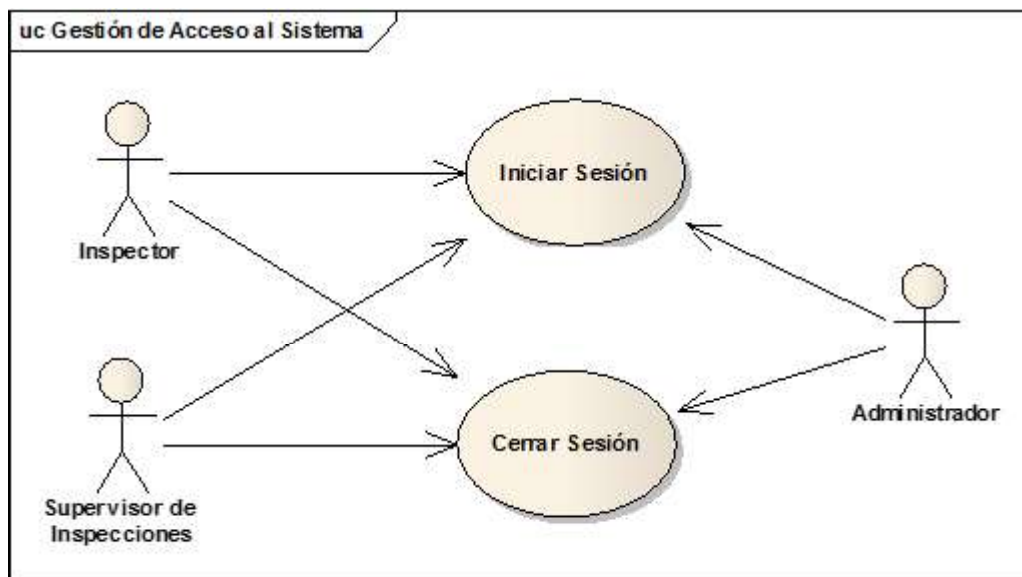


Figura 3.8 Diagrama de Casos de Uso: Gestión de acceso al sistema

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.1.5.2.2 Registro y consulta de inspecciones de campo

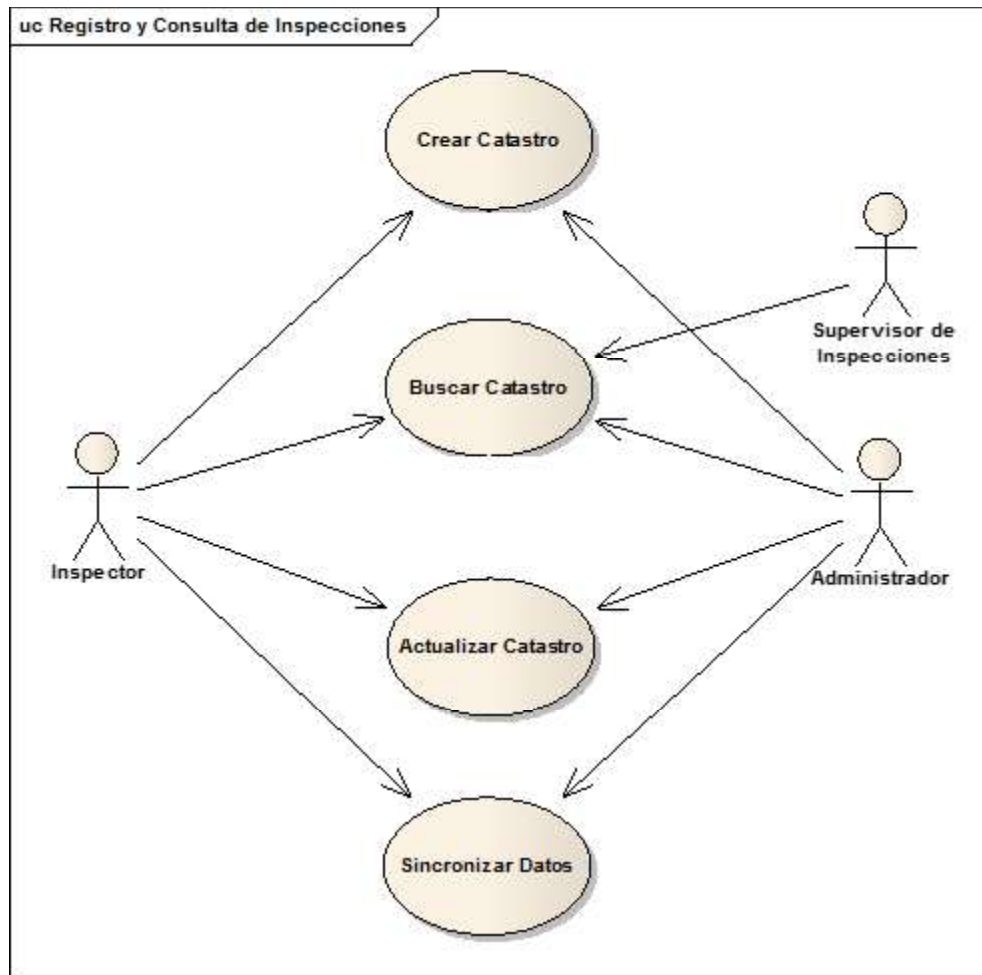


Figura 3.9 Diagrama de Casos de Uso: Registro y consulta de inspecciones de campo

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.1.6 Interfaces

3.1.1.6.1 Interfaz de Usuario

Las interfaces de usuario deben estar de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Las interfaces de usuario del prototipo de solución móvil debe ser lo más sencilla e intuitiva posible con la finalidad de que el usuario pueda ejecutar sus tareas de forma rápida y sencilla.

- La interfaz de usuario del ambiente móvil debe ser para una resolución mínima de 240x240, ya que es la mínima resolución disponible en los dispositivos móviles industriales.
- Todas las interfaces de usuario de los dos ambientes que componen al prototipo de solución móvil deben estar estandarizadas.
- En el caso de que la aplicación presente un mensaje de error, dicho error debe contener la descripción.

3.1.1.6.2 *Interfaces de Hardware*

El prototipo de la solución móvil en su ambiente móvil utilizará las siguientes interfaces de hardware:

- *Pantalla Touch Screen*, como característica principal de este tipo de dispositivos la pantalla debe permitir además de servir para visualizar la aplicación, debe interactuar con el usuario de forma táctil por medio del uso de los dedos o con un puntero.
- *Teclado*, los dispositivos móviles industriales en su mayoría cuentan con un teclado en pantalla, sin embargo existen modelos que tiene un teclado físico, de tal forma que la aplicación podrá usar cualquiera de los 2 tipos de teclados.
- *SIM Card*, permite que el dispositivo móvil industrial pueda usar el servicio de internet móvil provisto por una operadora celular, ya que sirve como canal de conexión usado en el proceso de replicación entre las bases de datos del dispositivo móvil con el servidor central de base de datos.
- *GPS*, la mayoría de modelos de dispositivos móviles industriales cuenta con un GPS incorporado, sin embargo en caso de no tenerlo es posible configurar y usar un GPS externo.
- *Interfaces Ambiente Web*, al ser una aplicación web es necesario ser ejecutada en un computador que cuente con un monitor, teclado y mouse.

3.1.1.6.3 Interfaces de Software

El prototipo de la solución móvil necesitará que el siguiente software sea instalado como prerequisite para su funcionamiento:

- Servidores
 - *Servidor de aplicaciones*, debe permitir la publicación de páginas Web usando Internet Information Services (IIS) 6 o superior.
 - *Servidor de base de datos*, debe estar instalado Microsoft SQL Server 2012 y habilitada la característica de replicación de base de datos.
- Dispositivo Móvil Industrial
 - Sistema Operativo Windows Mobile 6.0 o superior.
 - Compact Framework 3.5

3.1.2 ANÁLISIS

3.1.2.1 Descripción de Casos de Uso del Sistema: Ambiente Web

3.1.2.1.1 Ingresar al Sistema

Nombre	Ingresar al Sistema
Descripción	Permite a todos los actores ingresar al Ambiente Web del prototipo.
Actor	Administrador, Inspector, Supervisor de inspecciones.
Disparador	El usuario ejecuta el sistema.
Precondición	El usuario que desea ingresar a la aplicación debe estar registrado, es decir tener un nombre de usuario y contraseña.
Escenario Básico	1. El Sistema solicita al actor "Usuario" que ingrese su nombre de usuario y contraseña.

	2. El actor "Usuario" ingresa su nombre de usuario.
	3. El actor "Usuario" ingresa su contraseña.
	3. El Sistema valida los datos ingresados.
	3.1. Acceso exitoso.
	3.1.1. El sistema muestra la pantalla principal y menús del sistema.
	3.2. Acceso fallido.
	3.2.1. El sistema muestra un mensaje de información y solicita nuevamente el ingreso de la información.
Observaciones	Todos los usuarios registrados en el sistema pueden iniciar sesión, al hacerlo el sistema carga la información a la que tiene acceso según su perfil de usuario.
	Si el actor "Usuario" selecciona: Salir, el Sistema se cierra.

Tabla 3.1 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Ingresar al Sistema

3.1.2.1.2 Crear usuario

Nombre	Crear usuario
Descripción	Permite la creación nuevos usuarios.
Actor	Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Crear usuario.
Precondición	Haber ingresado al sistema exitosamente.
Escenario Básico	1. El Actor selecciona la opción: Crear usuario.

	2. El Sistema despliega una pantalla donde muestra un formulario para ingresar la información del nuevo usuario.
	3. El Actor ingresa la información requerida en el formulario.
	4. El Sistema muestra un mensaje de creación correcta del usuario.
Observaciones	La contraseña debe ser mayor a 6 caracteres y contener por lo menos una letra mayúscula.

Tabla 3.2 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Crear usuario

3.1.2.1.3 Modificar usuario

Nombre	Modificar usuario
Descripción	Permite modificar la información de los usuarios registrados en el sistema.
Actor	Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Editar usuario.
Precondición	Haber ingresado al sistema exitosamente.
Escenario Básico	1. El Actor selecciona la opción: Editar usuario.
	2. El Sistema despliega una pantalla donde se listan todos los usuarios registrados en el sistema.
	3. El Actor selecciona el usuario que desea modificar su información y da click en "Editar".
	4. El Sistema muestra un formulario en donde se encuentra toda la información del usuario almacenado.

	5. Una vez que se haya modificado la información se selecciona “Guardar”
Observaciones	Ninguna

Tabla 3.3 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Modificar usuario

3.1.2.1.4 Eliminar usuario

Nombre	Eliminar usuario
Descripción	Permite eliminar a un usuario registrado en el sistema.
Actor	Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Eliminar.
Precondición	Haber ingresado al sistema exitosamente.
Escenario Básico	1. El Actor selecciona la opción: Eliminar.
	2. El Sistema despliega una pantalla donde se listan todos los usuarios registrados en el sistema.
	3. El Actor selecciona el usuario que desea eliminar y da click en “Eliminar”.
	4. El Sistema muestra un mensaje en donde se pide que confirme si desea eliminar al usuario seleccionado.
	5. Una vez que se haya seleccionado en “aceptar“, el usuario ha sido eliminado del sistema.
Observaciones	Ninguna

Tabla 3.4 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Eliminar usuario

3.1.2.1.5 *Gestión de carga de rutas*

Nombre	Gestión de carga de rutas
Descripción	<p>Permite generar los manifiestos que contienen las rutas que han sido asignadas a cada inspector de campo y que posteriormente serán sincronizadas en los dispositivos móviles.</p> <p>Cabe recalcar que cada ruta contiene la información de los predios que componen a la ruta.</p>
Actor	Administrador, Supervisor de Inspecciones
Disparador	Seleccionar la opción “Manifiestos” y luego “Administrar”
Precondición	Ninguna
Escenario Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Actor selecciona la opción “Manifiestos” y luego “Administrar”. 2. Se carga un listado de los usuarios registrados en el sistema. 3. Seleccionar al usuario y se selecciona en “Crear” manifiesto. 4. Se selecciona el sector, ruta y la última secuencia registrada en el sistema. 5. Una vez ingresada la ruta, se sigue el mismo procedimiento en caso de requerir asignar más de una ruta al usuario.

	6. Cuando se hayan ingresado las rutas que componen a manifiesto se procede a ingresar una descripción y finalmente se selecciona “Guardar”
Observaciones	El manifiesto debe contener al menos una ruta.

Tabla 3.5 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Gestión de carga de rutas

3.1.2.1.6 Sincronizar datos

Nombre	Sincronizar datos
Descripción	Permite sincronizar la información entre la base de datos del dispositivo móvil con el servidor central de base de datos.
Actor	Inspector, Administrador
Disparador	Opción en el ambiente móvil para sincronizar la información.
Precondición	Debe existir cobertura de red y acceso a internet en el dispositivo móvil para que se realice la sincronización de la información.
Escenario Básico	1. El Administrador sincroniza la información en el dispositivo móvil con el servidor central de base de datos.
	2. La replicación entra en acción y sincroniza la información entre las bases de datos.
Observaciones	La sincronización se la realizar de forma automática, sin embargo si el inspector de campo requiere sincronizar la información en ese momento es posible hacerlo mediante una opción en el prototipo de solución móvil.

Tabla 3.6 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Sincronizar datos

3.1.2.1.7 Consultar catastro

Nombre	Consultar catastro
Descripción	Permite que el Actor realice una búsqueda de catastros en base al geocódigo, ruta o nombre de propietario del predio.
Actor	Inspector, Supervisor de inspecciones, Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Consultar catastro.
Precondición	Tener sesión activa en el sistema.
Escenario Básico	1. El Actor selecciona la opción: Consultar Catastro.
	2. El Sistema despliega una pantalla donde muestra un formulario con los criterios de búsqueda.
	3. El Actor ingresa un criterio de búsqueda del catastro que desea consultar.
	4. El Sistema filtra los catastros y los lista en una grilla en donde se muestra la información del catastro que coincida con el criterio de búsqueda.
Observaciones	Si ningún criterio de búsqueda es ingresado, se debe mostrar todos los catastros almacenados en el sistema.

Tabla 3.7 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Consultar catastro

3.1.2.1.8 Actualizar catastro

Nombre	Actualizar catastro
Descripción	Permite que el Actor realice modificaciones en la información catastral de un predio.
Actor	Supervisor de inspecciones, Administrador

Disparador	Seleccionar la opción: Editar catastro.
Precondición	Tener sesión activa en el sistema.
Escenario Básico	1. El Actor selecciona la opción: Editar Catastro.
	2. El Sistema despliega una pantalla donde se listan los catastros almacenados en el sistema.
	3. El Actor selecciona el catastro que desea actualizar.
	4. El Sistema muestra un formulario en donde se encuentra toda la información catastral del predio.
	5. Una vez que se haya modificado la información se selecciona "Guardar"
Observaciones	Ninguna.

Tabla 3.8 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Actualizar catastro

3.1.2.1.9 Crear cliente

Nombre	Crear cliente
Descripción	Permite la creación nuevos clientes.
Actor	Supervisor de inspecciones, Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Crear cliente.
Precondición	Haber ingresado al sistema exitosamente.
Escenario Básico	1. El Actor selecciona la opción: Crear cliente.
	2. El Sistema despliega una pantalla donde muestra un formulario para ingresar la información del nuevo cliente.

	3. El Actor ingresa la información requerida en el formulario.
	4. El Sistema muestra un mensaje de creación correcta del cliente.
Observaciones	Ninguna.

Tabla 3.9 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Crear cliente

3.1.2.1.10 Consultar cliente

Nombre	Consultar cliente
Descripción	Permite que el Actor realice una búsqueda de clientes en base al geocódigo, ruta, nombre de propietario del predio, número de medidor o número de suministro.
Actor	Inspector de campo, Supervisor de inspecciones, Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Consultar cliente.
Precondición	Tener sesión activa en el sistema.
Escenario Básico	<p>1. El Actor selecciona la opción: Consultar cliente.</p> <p>2. El Sistema despliega una pantalla donde muestra un formulario con los criterios de búsqueda.</p> <p>3. El Actor ingresa un criterio de búsqueda del cliente que desea consultar.</p> <p>4. El Sistema filtra los clientes y los lista en una grilla en donde se muestra la información del cliente que coincida con el criterio de búsqueda.</p>

Observaciones	Si ningún criterio de búsqueda es ingresado, se debe mostrar todos los clientes almacenados en el sistema.
----------------------	--

Tabla 3.10 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Consultar catastro

3.1.2.1.11 Reporte de conexiones clandestinas

Nombre	Reporte de conexiones clandestinas
Descripción	Permite al Actor obtener un reporte en donde se listen las conexiones clandestinas encontradas durante el proceso de inspecciones de campo.
Actor	Supervisor de inspecciones, Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Reporte de conexiones clandestinas.
Precondición	Tener sesión activa en el sistema.
Escenario Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Actor selecciona la opción: Reporte de conexiones clandestinas. 2. El Sistema despliega una pantalla donde muestra un formulario con los criterios de búsqueda. 3. El Actor ingresa un criterio de búsqueda que desea consultar. 4. El Sistema filtra las conexiones clandestinas y los lista en una grilla en donde se muestra toda la información obtenida por los inspectores de campo.
Observaciones	Si ningún criterio de búsqueda es ingresado, se debe mostrar todas las conexiones clandestinas.

Tabla 3.11 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Reporte de conexiones clandestinas

3.1.2.1.12 Reporte de censos diarios por usuario

Nombre	Reporte de censos diarios por usuario
Descripción	Permite al Actor obtener un reporte en donde se listen los censos diarios realizados por cada inspector de campo.
Actor	Supervisor de inspecciones, Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Reporte de censos diarios por usuario.
Precondición	Tener sesión activa en el sistema.
Escenario Básico	1. El Actor selecciona la opción: Reporte de censos diarios por usuario.
	2. El Sistema despliega una pantalla donde muestra un formulario con los criterios de búsqueda.
	3. El Actor ingresa un criterio de búsqueda que desea consultar.
	4. El Sistema filtra los censos diarios por usuario y los lista en una grilla.
Observaciones	Ninguno.

Tabla 3.12 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Reporte de censos diarios por usuario

3.1.2.2 Descripción de Casos de Uso del Sistema: Ambiente Móvil

3.1.2.2.1 Iniciar sesión

Nombre	Iniciar sesión
---------------	----------------

Descripción	Permite a todos los actores ingresar al Ambiente Móvil del prototipo.
Actor	Administrador, Inspector, Supervisor de inspecciones.
Disparador	El usuario ejecuta el prototipo de aplicación móvil.
Precondición	El usuario que desea iniciar sesión en la aplicación debe estar registrado, es decir tener un nombre de usuario y contraseña.
Escenario Básico	1. El Sistema solicita al actor "Usuario" que ingrese su nombre de usuario y contraseña.
	2. El actor "Usuario" ingresa su nombre de usuario.
	3. El actor "Usuario" ingresa su contraseña.
	3. El Sistema valida los datos ingresados.
	3.1. Acceso exitoso.
	3.1.1. El sistema muestra la pantalla principal y menús del sistema.
	3.2. Acceso fallido.
	3.2.1. El sistema muestra un mensaje de información y solicita nuevamente el ingreso de la información.
Observaciones	Todos los usuarios registrados en el sistema pueden iniciar sesión, al hacerlo el sistema carga la información a la que tiene acceso según su perfil de usuario.
	Si el actor "Usuario" selecciona: Salir, el Sistema se cierra.

Tabla 3.13 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Iniciar sesión

3.1.2.2.2 *Cerrar sesión*

Nombre	Cerrar sesión
Descripción	Permite a todos los actores cerrar si sesión en el Ambiente Móvil del prototipo.
Actor	Administrador, Inspector, Supervisor de inspecciones.
Disparador	El usuario ejecuta el prototipo de aplicación móvil.
Precondición	El usuario que desea cerrar sesión en la aplicación debe estar con su sesión abierta.
Escenario Básico	1. El actor “Usuario” selecciona la opción cerrar sesión.
	2. El Sistema muestra un mensaje de confirmación.
	2.1. El actor “Usuario” selecciona “Aceptar”.
	3.1.1. El sistema cierra la sesión y muestra la pantalla principal de login.
	2.2. El actor “Usuario” selecciona “Cancelar”.
	3.2.1. El sistema no cierra la sesión del usuario.
Observaciones	Todos los usuarios registrados en el sistema pueden cerrar sesión.

Tabla 3.14 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Cerrar sesión

3.1.2.2.3 *Crear catastro*

Nombre	Crear catastro
Descripción	Permite el registro de nuevos catastros encontrados durante el proceso de inspecciones de campo.

Actor	Inspector, Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Crear catastro.
Precondición	Haber ingresado al sistema exitosamente.
Escenario Básico	1. El Actor selecciona la opción: Crear catastro.
	2. El Sistema despliega una pantalla donde muestra un formulario para ingresar la información del nuevo catastro.
	3. El Actor ingresa la información requerida en el formulario.
	4. El Sistema muestra un mensaje de creación correcta del catastro.
Observaciones	Ninguna.

Tabla 3.15 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Crear catastro

3.1.2.2.4 Consultar catastro

Nombre	Consultar catastro
Descripción	Permite que el Actor realice una búsqueda de catastro en base al geocódigo, ruta o nombre de propietario del predio.
Actor	Inspector, Supervisor de inspecciones, Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Consultar catastro.
Precondición	Tener sesión activa en el sistema.
Escenario Básico	1. El Actor selecciona la opción: Consultar catastro.
	2. El Sistema despliega una pantalla donde muestra un formulario con los criterios de búsqueda.

	3. El Actor ingresa un criterio de búsqueda del catastro que desea consultar.
	4. El Sistema filtra los catastros y los lista en una grilla en donde se muestra la información del catastro que coincida con el criterio de búsqueda.
Observaciones	Ninguna.

Tabla 3.16 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Consultar catastro

3.1.2.2.5 Actualizar catastro

Nombre	Actualizar catastro
Descripción	Permite que el Actor realice modificaciones en la información de un catastro.
Actor	Inspector, Administrador
Disparador	Seleccionar la opción: Editar catastro.
Precondición	Tener sesión activa en el sistema.
Escenario Básico	1. El Actor selecciona la opción: Editar catastro.
	2. El Sistema despliega una pantalla donde se listan los catastros almacenados en el sistema.
	3. El Actor selecciona el catastro que desea actualizar.
	4. El Sistema muestra un formulario en donde se encuentra toda la información del catastro.
	5. Una vez que se haya modificado la información se selecciona "Guardar"

Observaciones	Ninguna.
----------------------	----------

Tabla 3.17 Descripción de Casos de Uso del Negocio: Actualizar catastro

3.1.3 DISEÑO

Una vez que se ha definido claramente el alcance y se han analizado los requerimientos, se procede con el diseño de los casos de uso.

3.1.3.1 Diseño de la Arquitectura del Sistema

3.1.3.1.1 Lógica

El sistema está estructurado en base a una arquitectura de 3 capas.

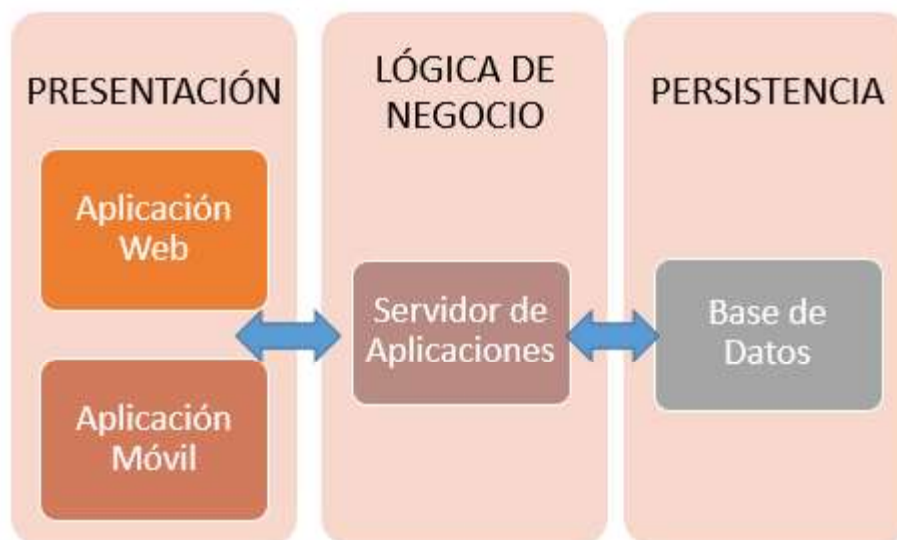


Figura 3.10 Vista Lógica del Sistema

Fuente: Desarrollado por el Autor.

- **Capa de Presentación**, en esta capa existe la interacción de los usuarios con el sistema; es por eso que en esta capa se encuentran los dos ambientes (Web y Móvil) que componen al prototipo de solución móvil.
- **Capa de Lógica del Negocio**, esta capa contiene el desarrollo de las funcionalidades que tiene el prototipo y son representadas por medio de clases y métodos.

- **Capa de Persistencia**, en esta capa se encuentran la base de datos central, la base de datos móvil y el agente que realiza la replicación entre las dos bases de datos.

3.1.3.1.2 Física

Para representar la estructura física que compone al prototipo de solución móvil se lo puede visualizar en el Diagrama de Despliegue.

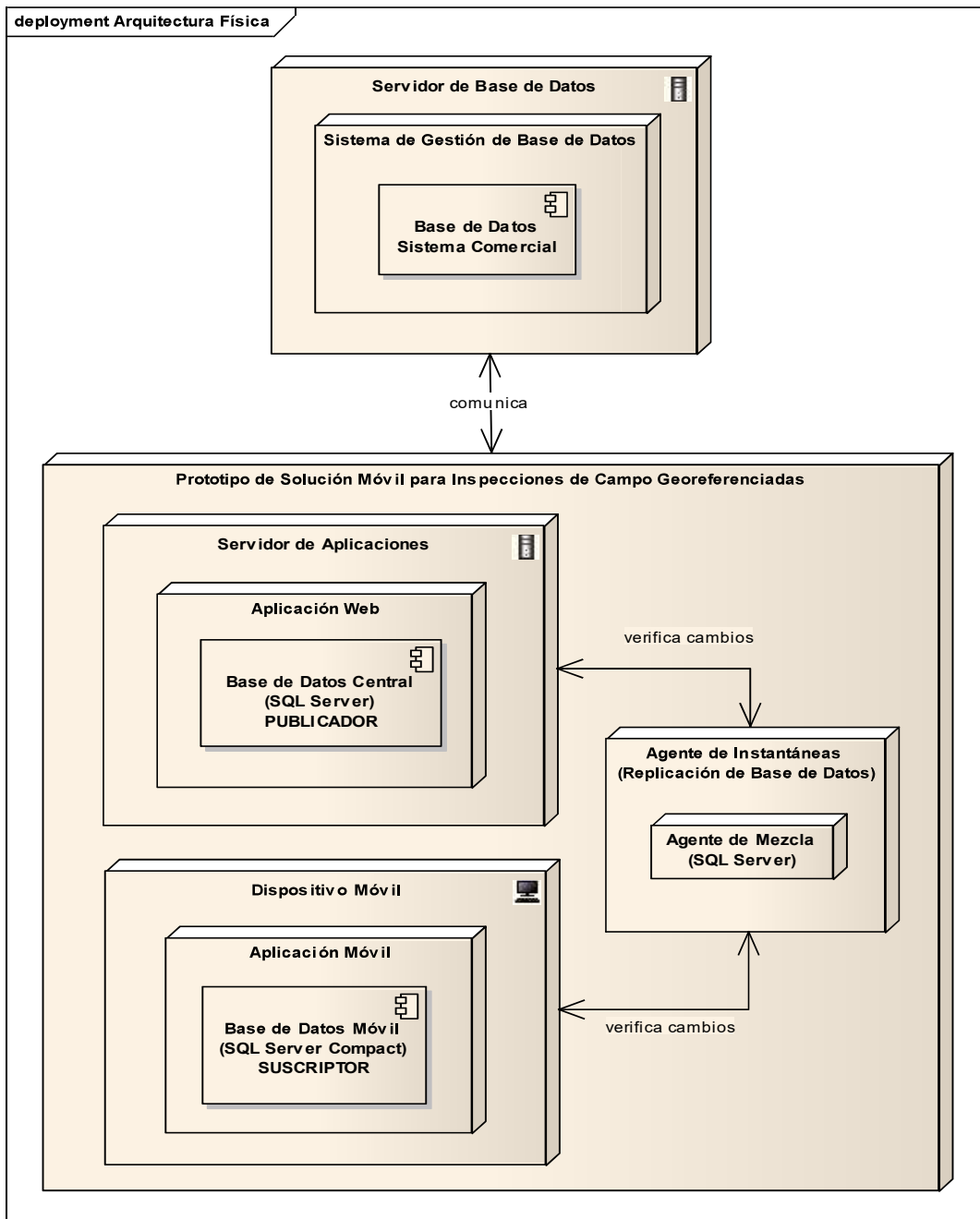


Figura 3.11 Vista Física del Sistema

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.1.3 Modular

El presente prototipo de solución móvil está conformado por dos ambientes (Web y Móvil), es por eso que se detallan los siguientes diagramas.

3.1.3.1.3.1 Ambiente Móvil

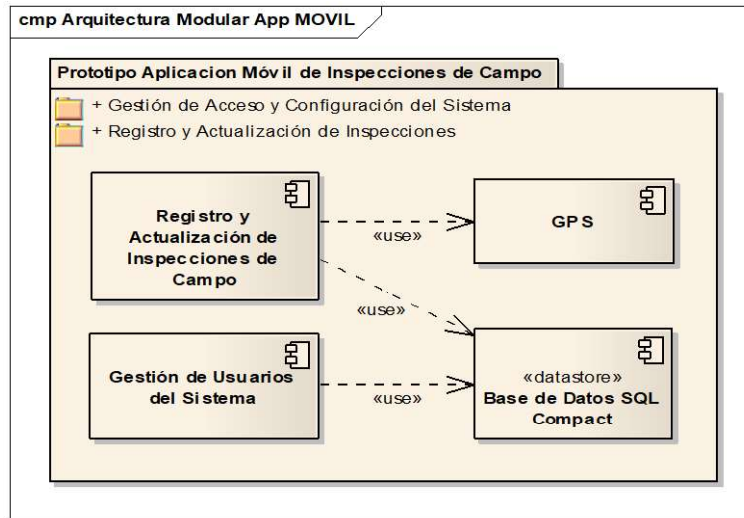


Figura 3.12 Vista Modular del Ambiente Móvil

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.1.3.2 Ambiente Web

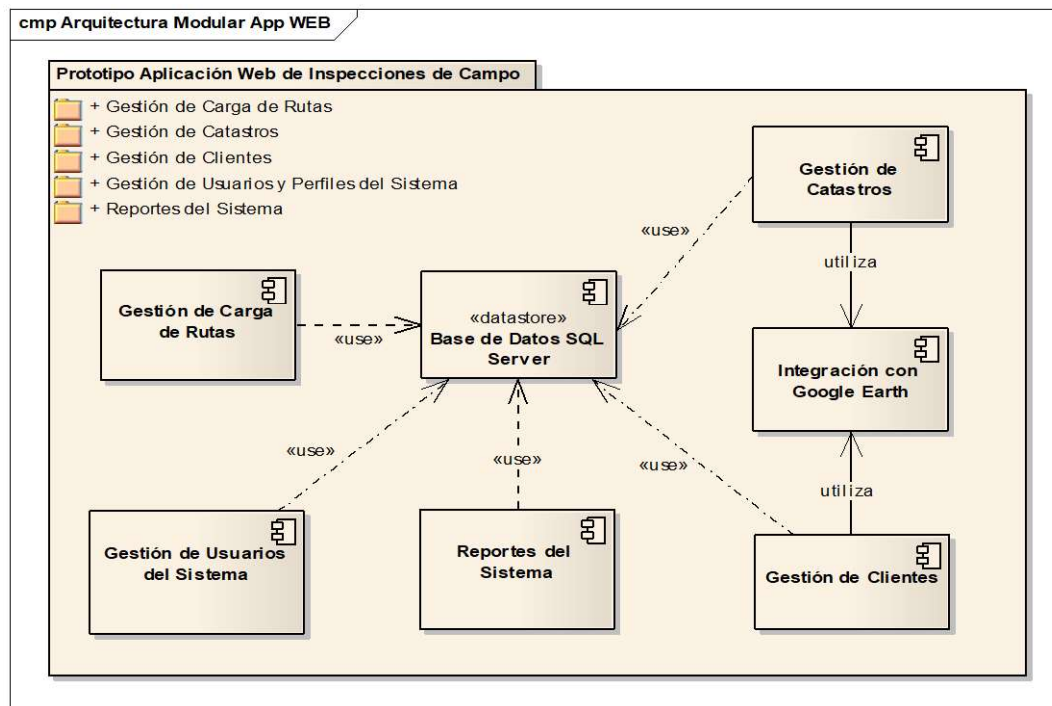


Figura 3.13 Vista Modular del Ambiente Web

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2 Diseño de los Casos de Uso: Ambiente Web

3.1.3.2.1 Ingresar al Sistema

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

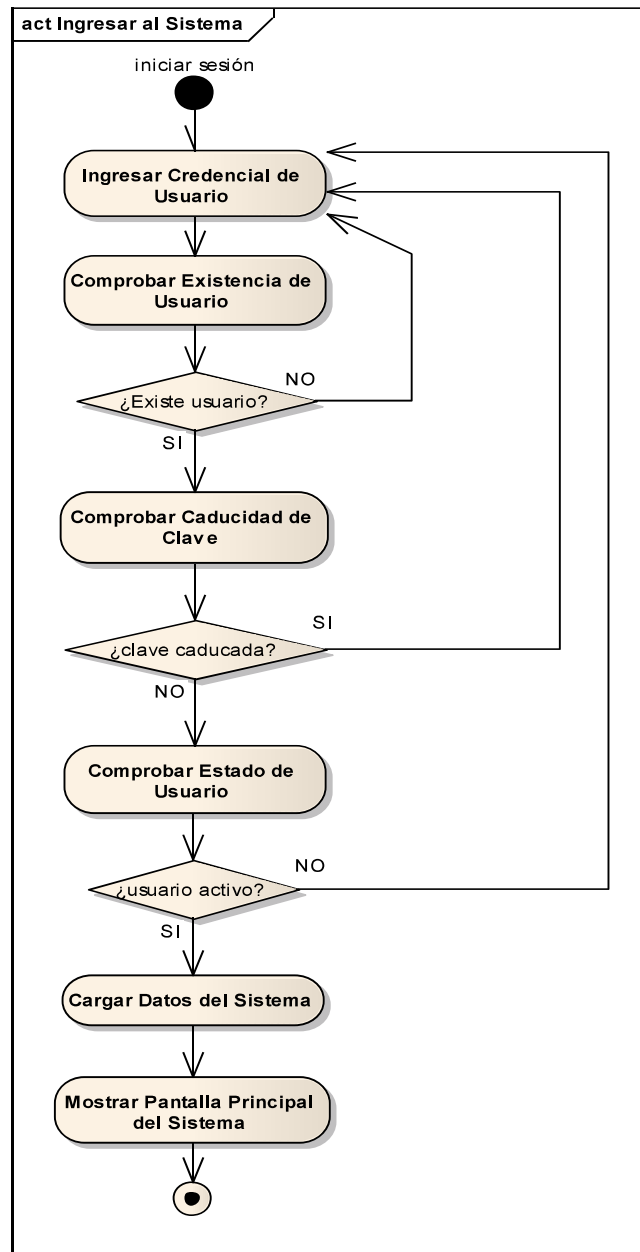


Figura 3.14 Diagrama de Actividades: Ingresar al Sistema

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

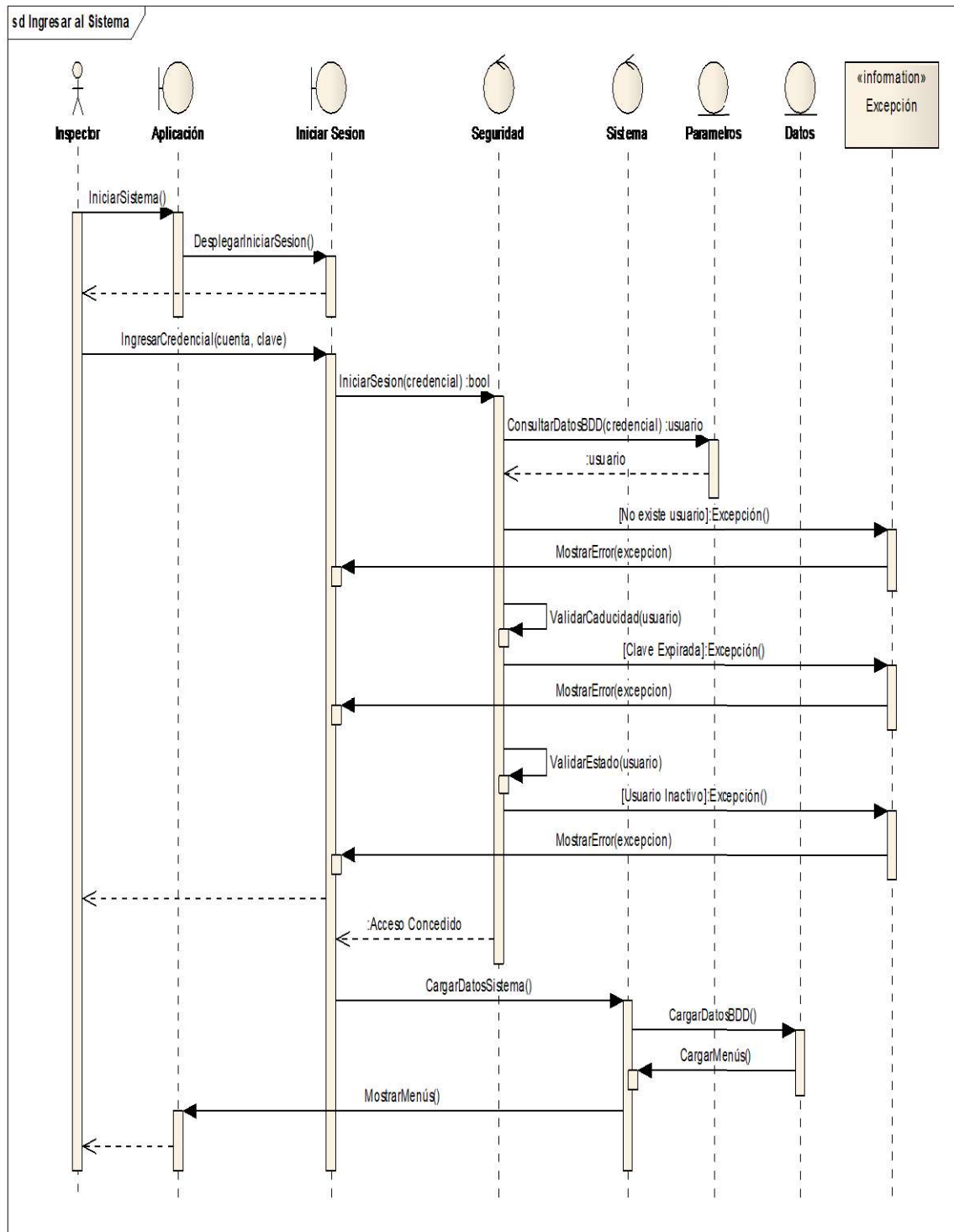


Figura 3.15 Diagrama de Secuencia: Ingresar al Sistema

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.2 Crear Usuario

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

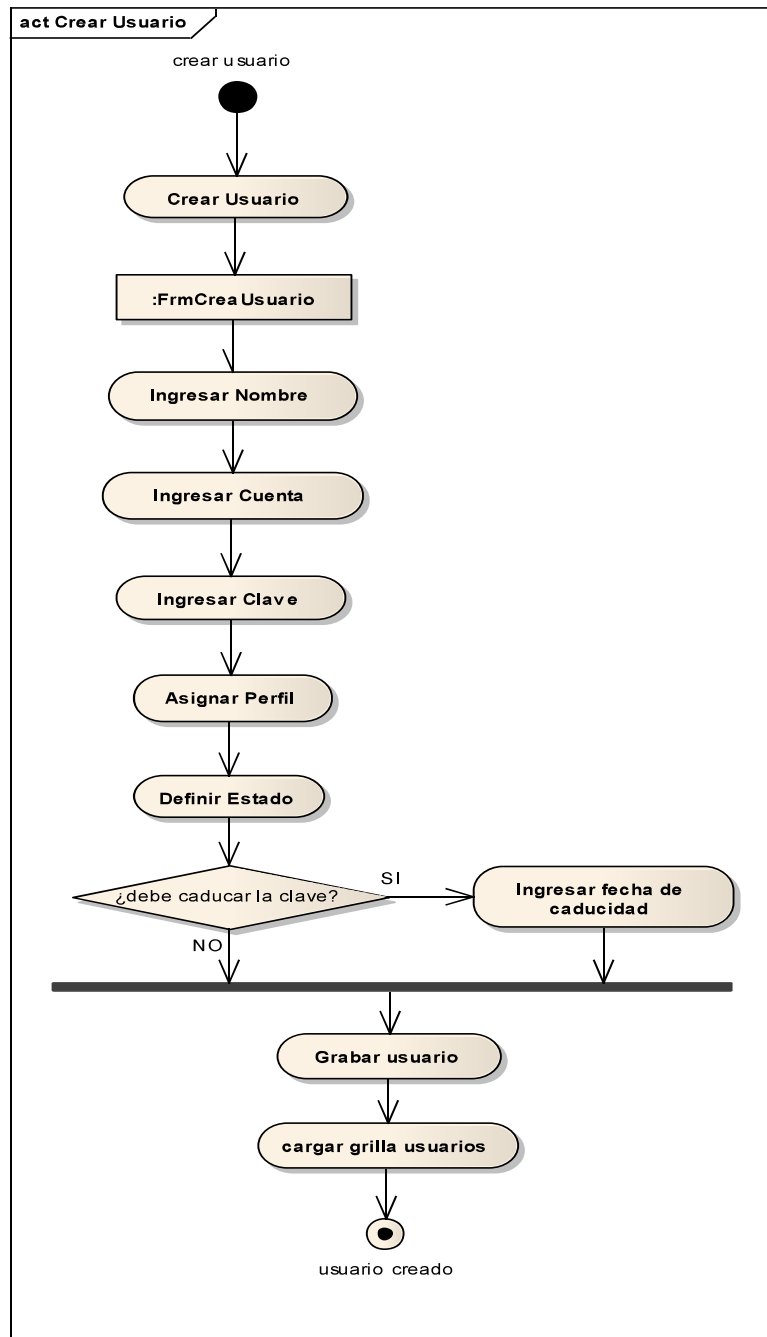


Figura 3.16 Diagrama de Actividades: Crear Usuario

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

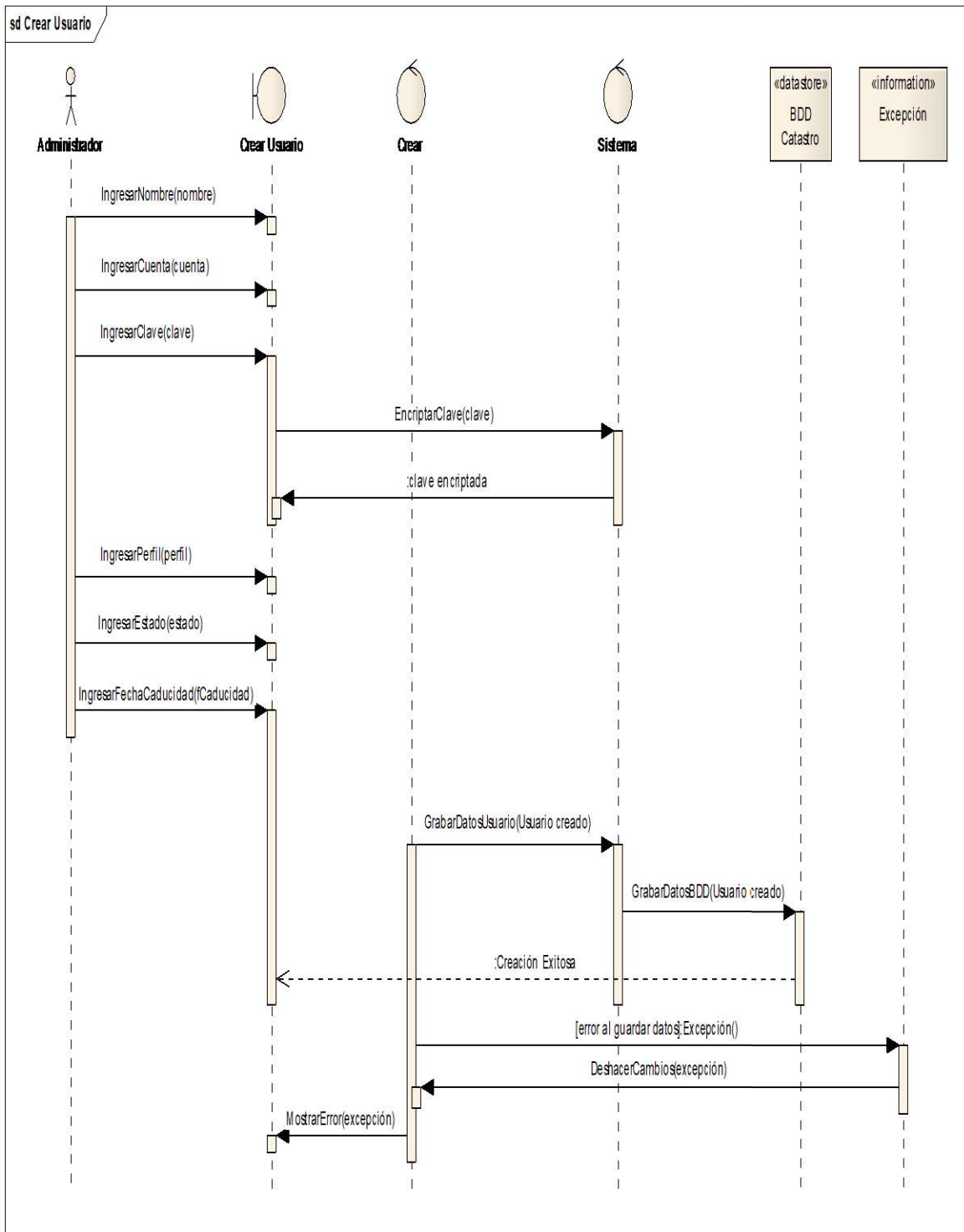


Figura 3.17 Diagrama de Secuencia: Crear Usuario

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.3 Modificar Usuario

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

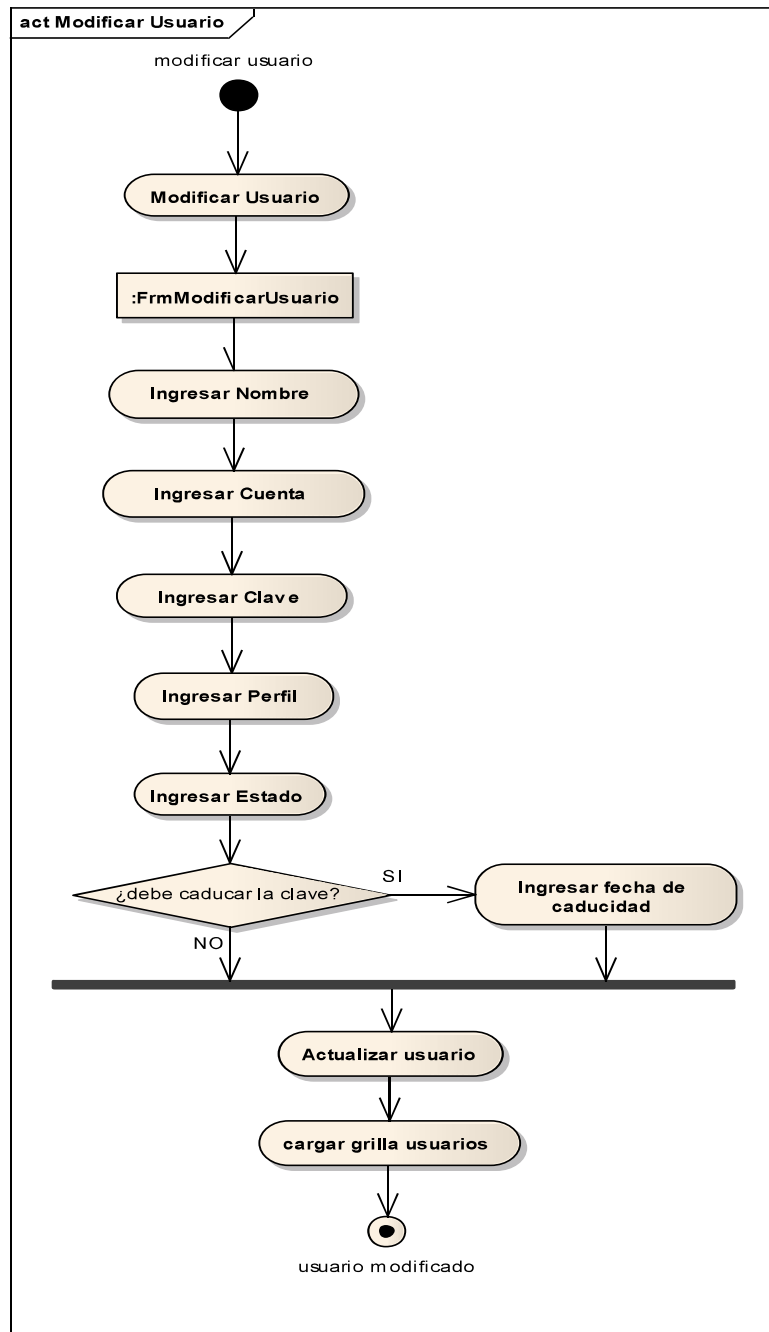


Figura 3.18 Diagrama de Actividades: Modificar Usuario

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

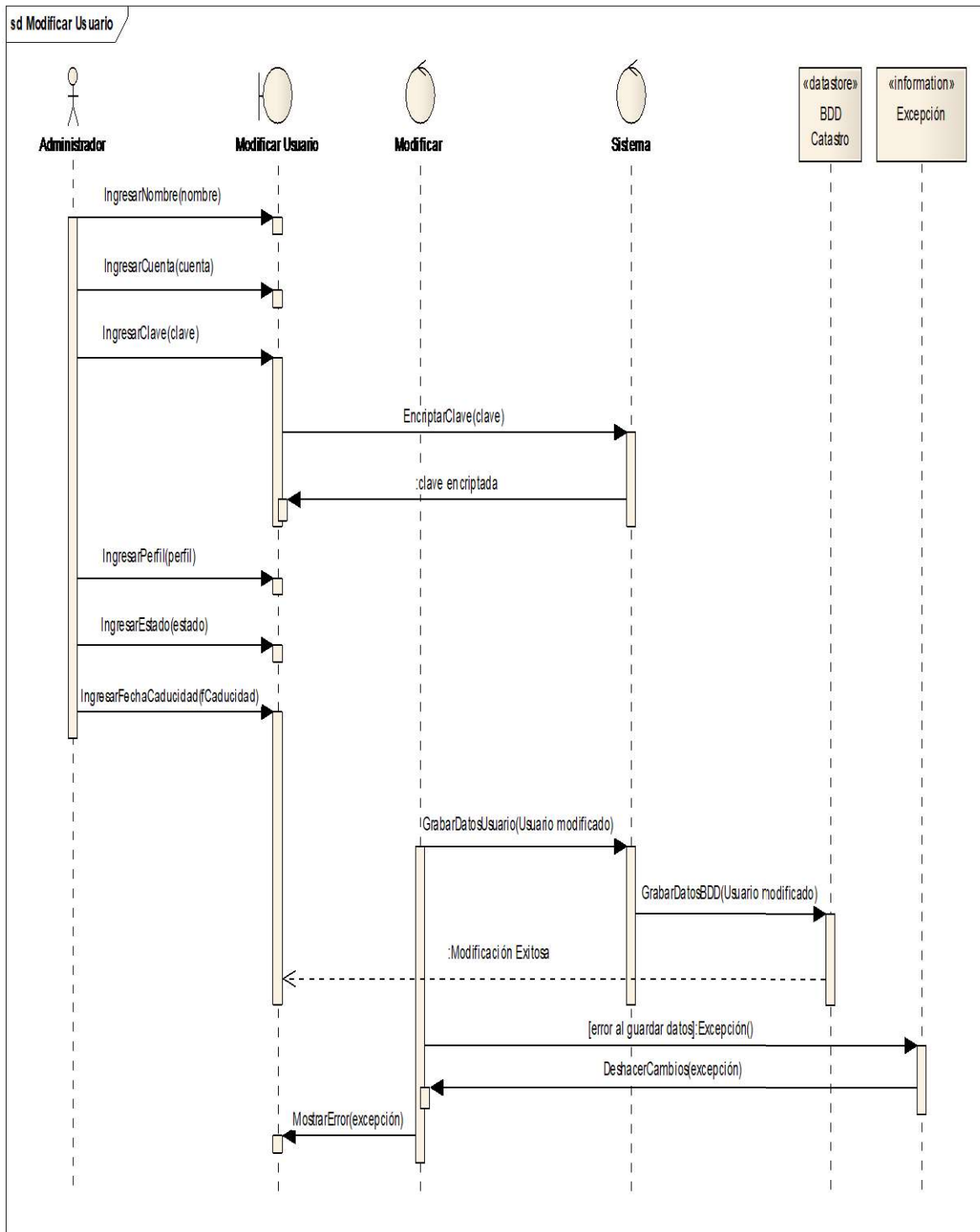


Figura 3.19 Diagrama de Secuencia: Modificar Usuario

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.4 Eliminar Usuario

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

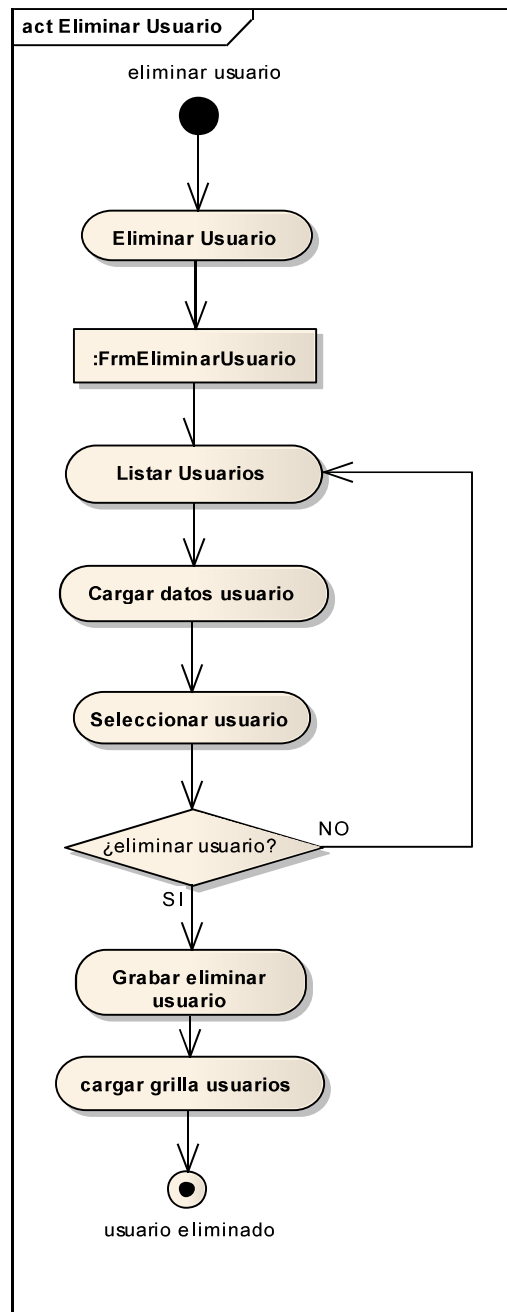


Figura 3.20 Diagrama de Actividades: Eliminar Usuario

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

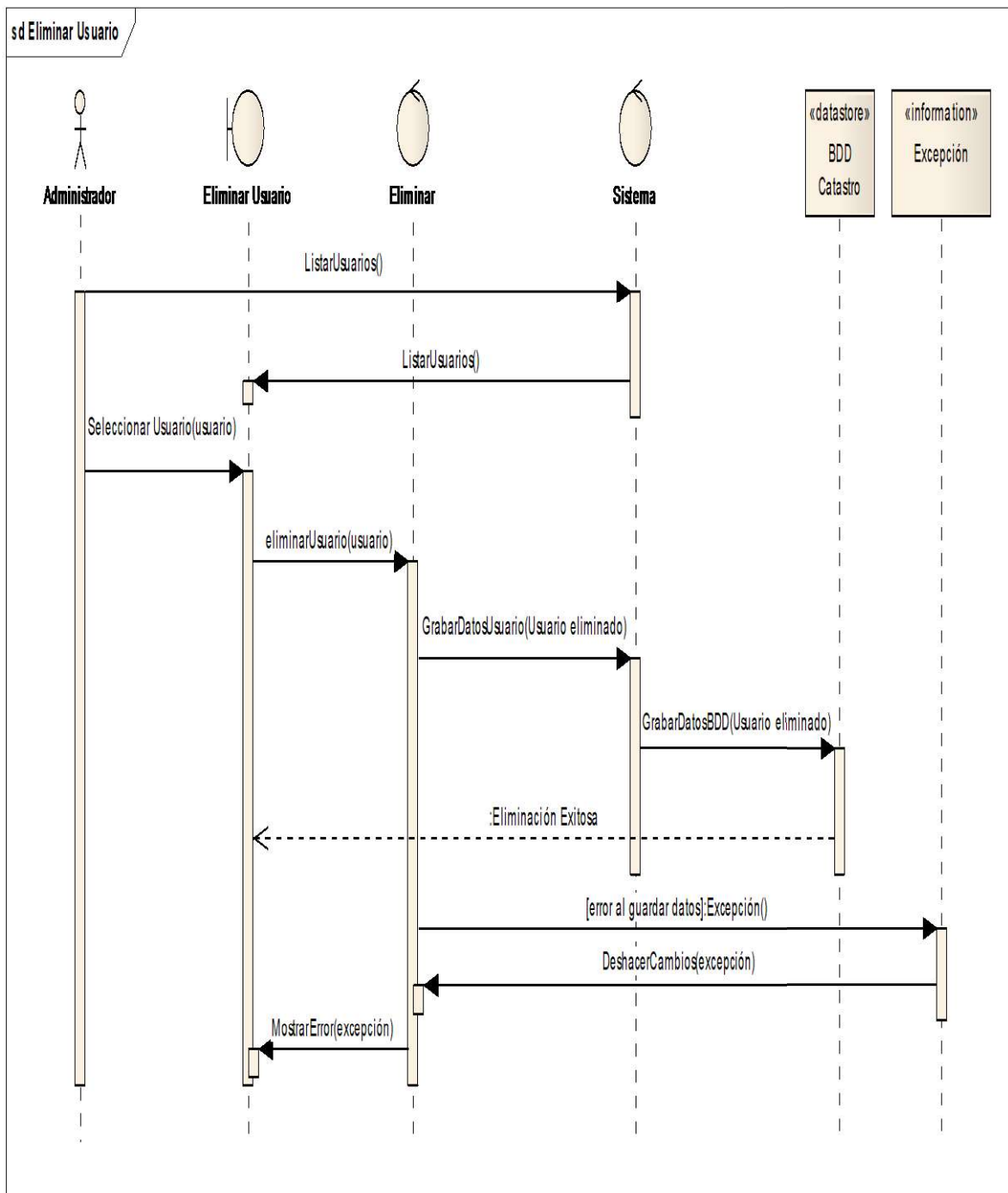


Figura 3.21 Diagrama de Secuencia: Eliminar Usuario

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.5 Gestión de Carga de Rutas

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

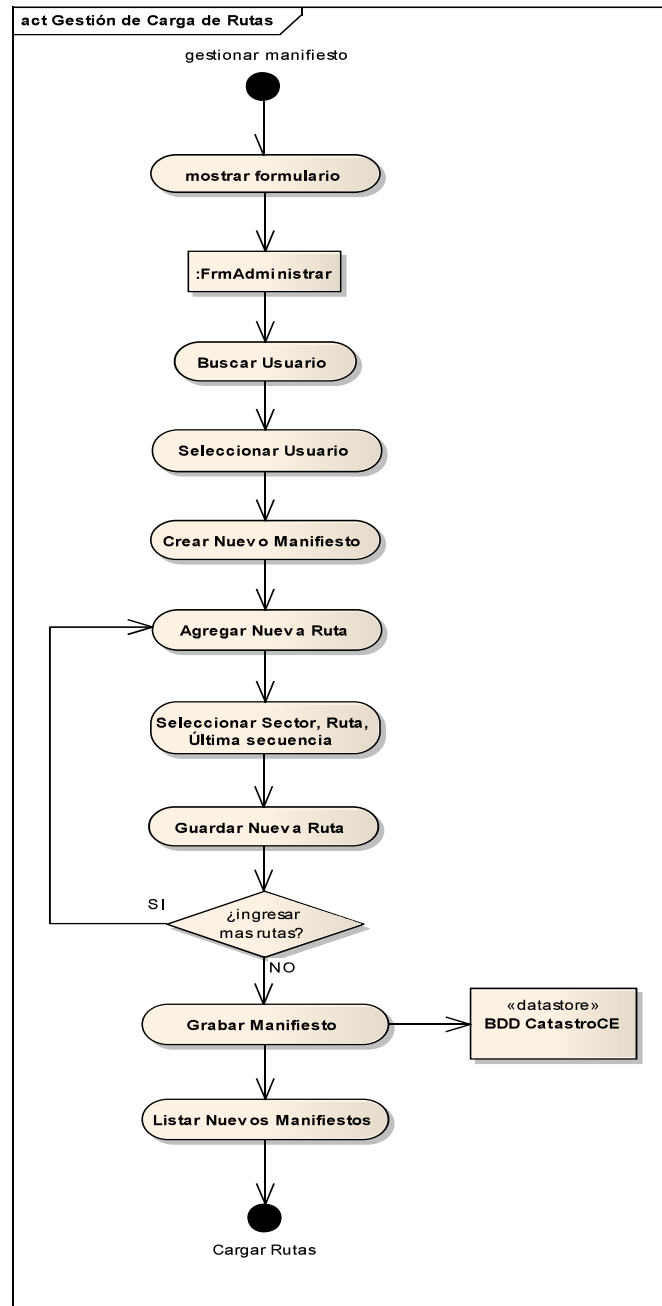


Figura 3.22 Diagrama de Actividades: Gestión de Carga de Rutas

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

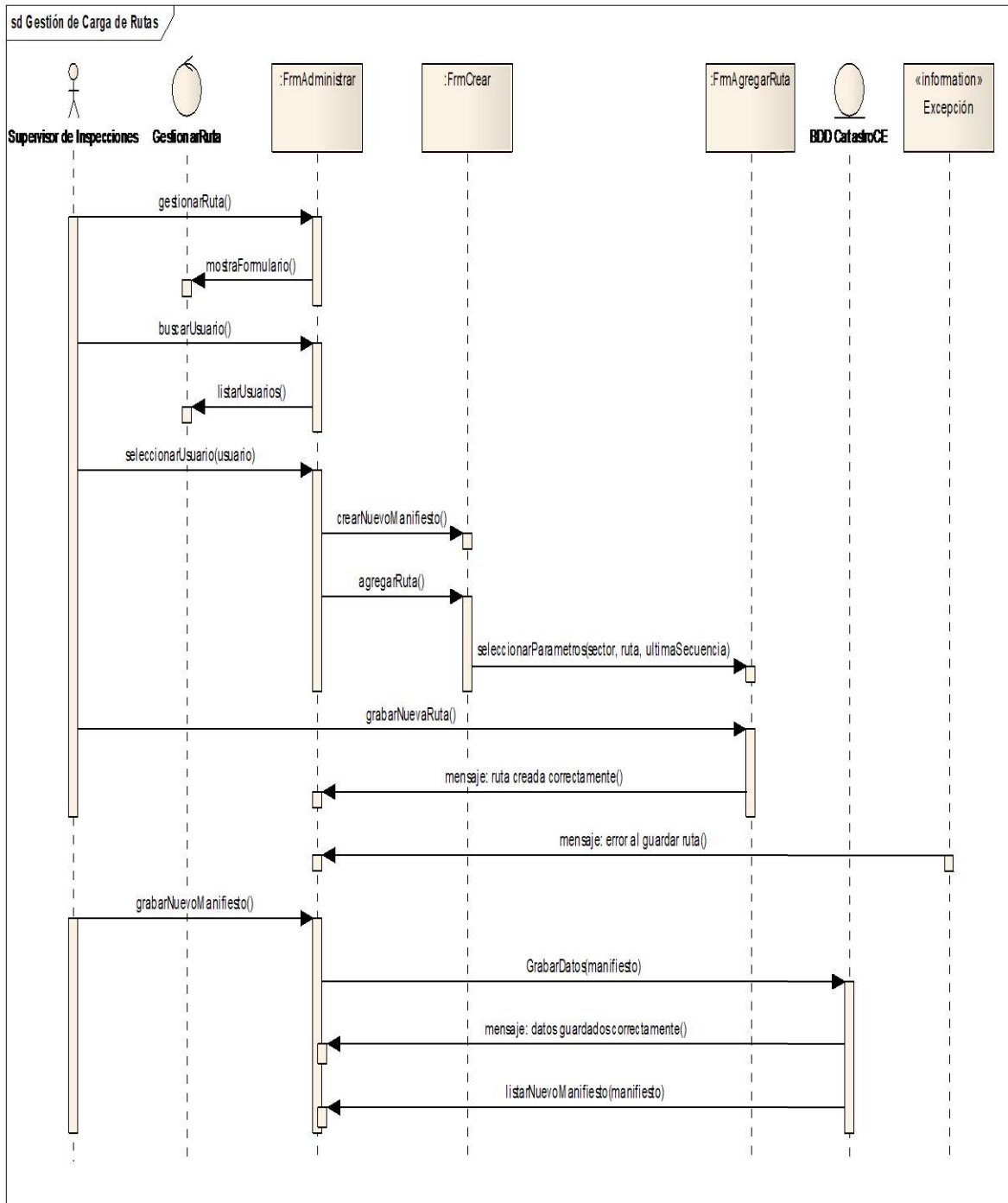


Figura 3.23 Diagrama de Secuencia: Gestión de Carga de Rutas

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.6 Sincronizar Datos

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

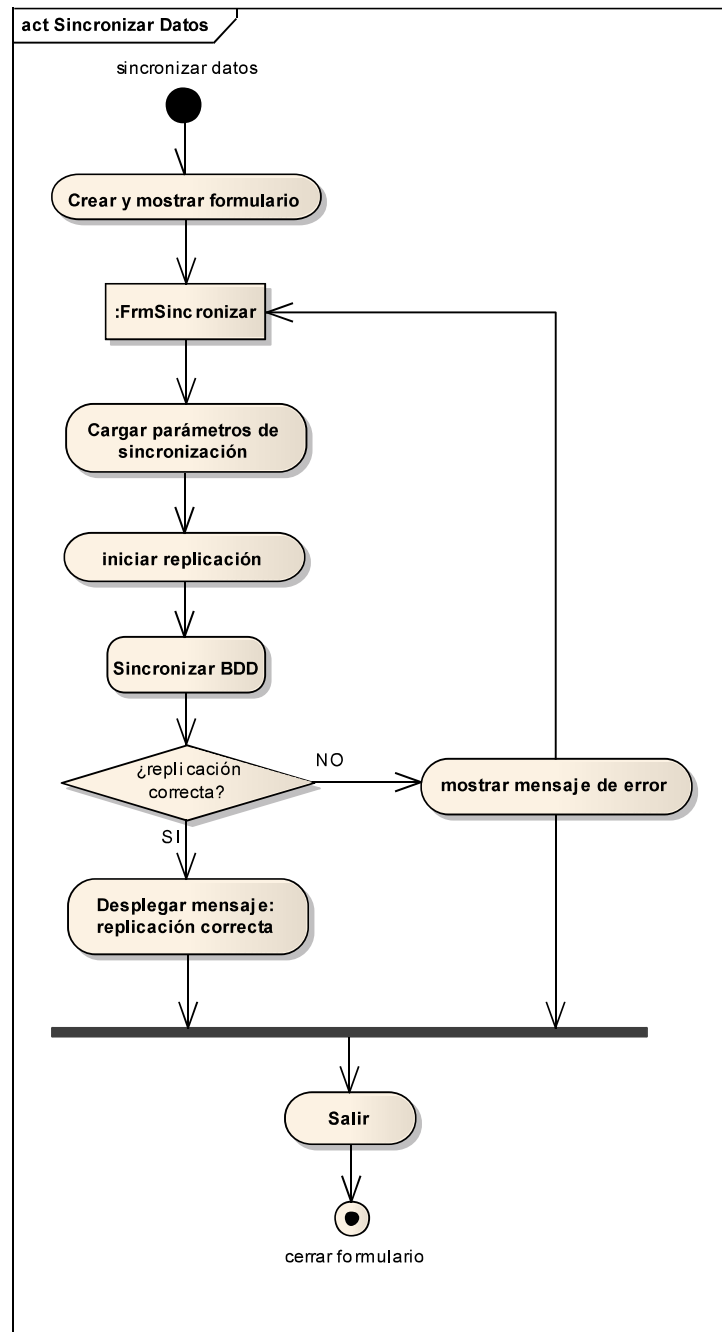


Figura 3.24 Diagrama de Actividades: Sincronizar Datos

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

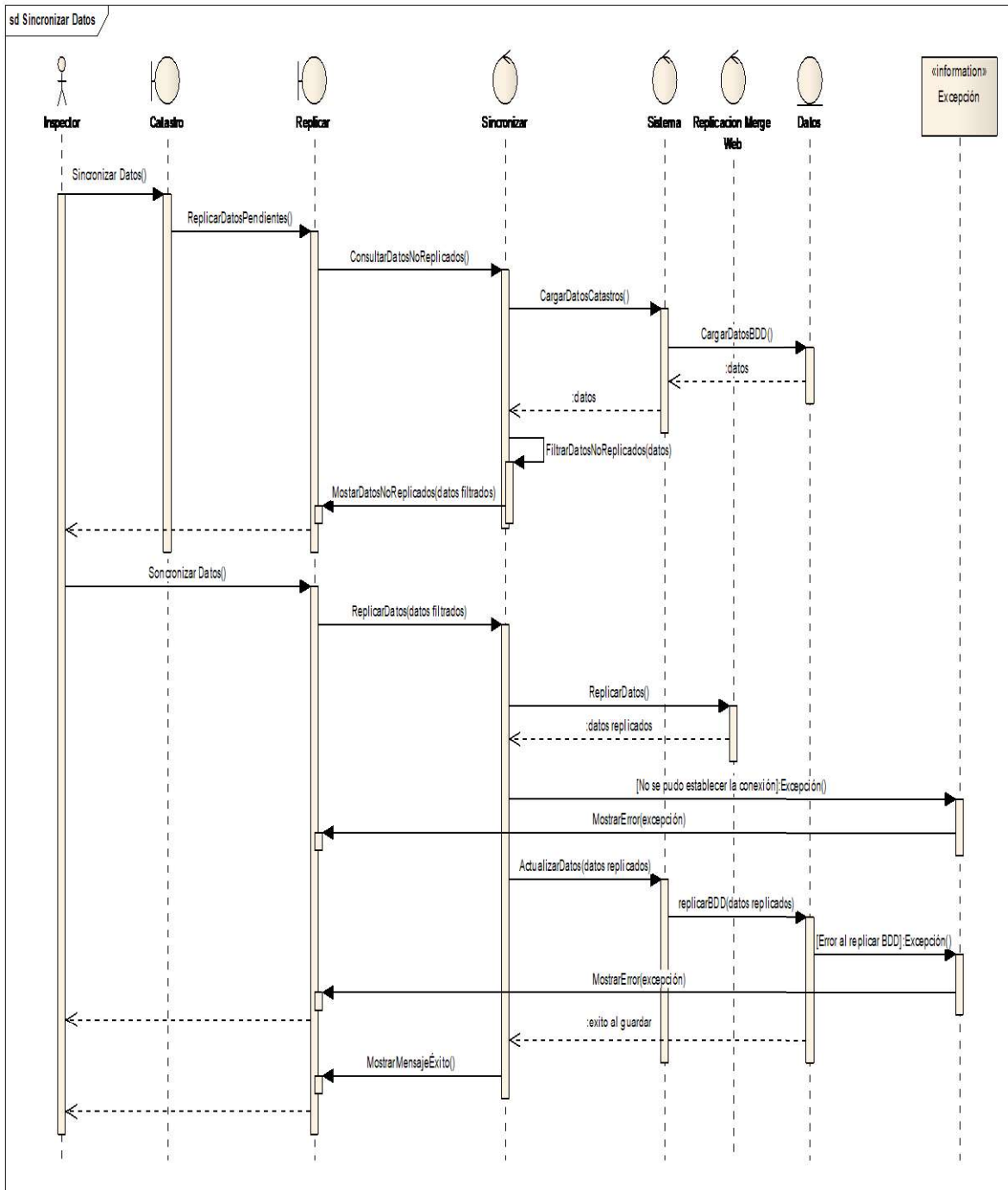


Figura 3.25 Diagrama de Secuencia: Sincronizar Datos

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.7 Consultar Catastro

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

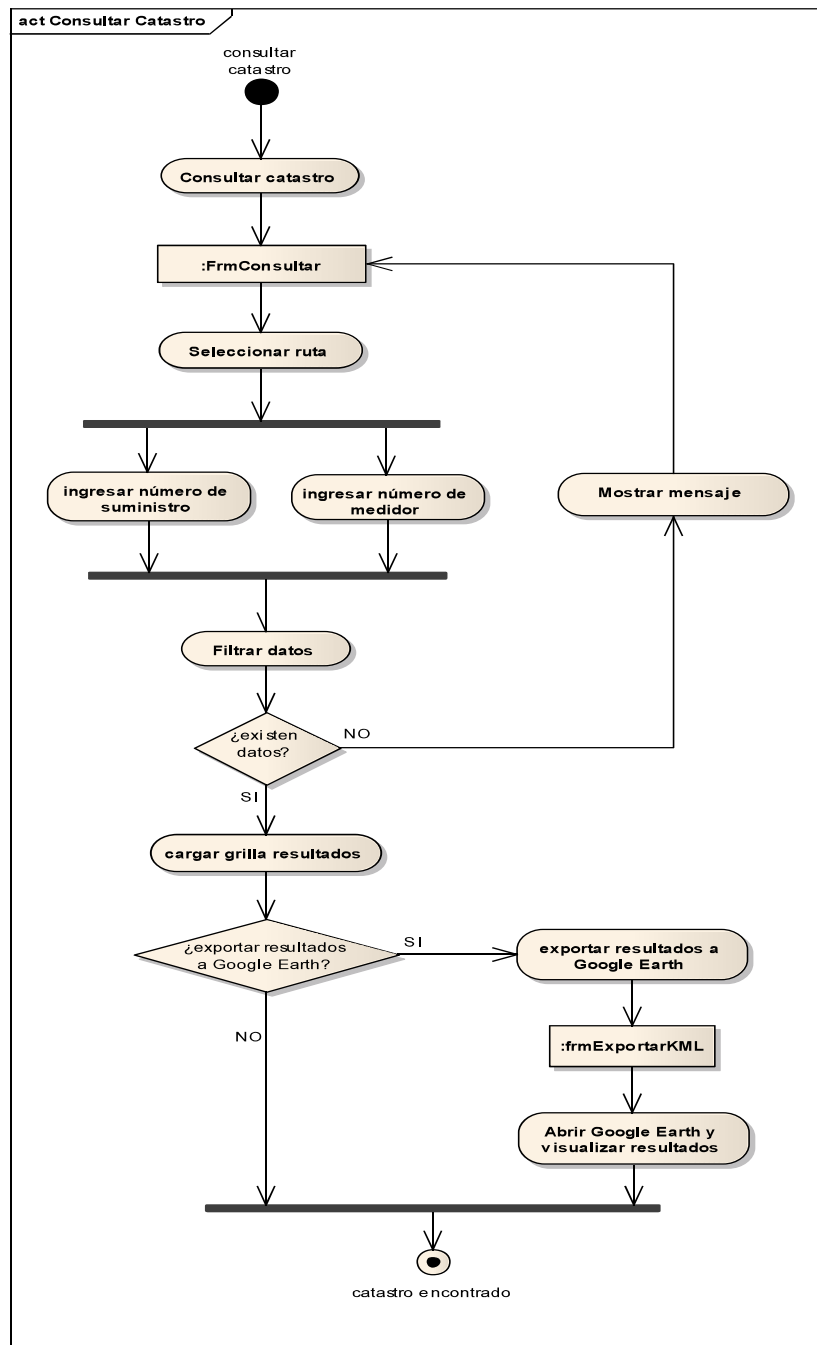


Figura 3.26 Diagrama de Actividades: Consultar Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

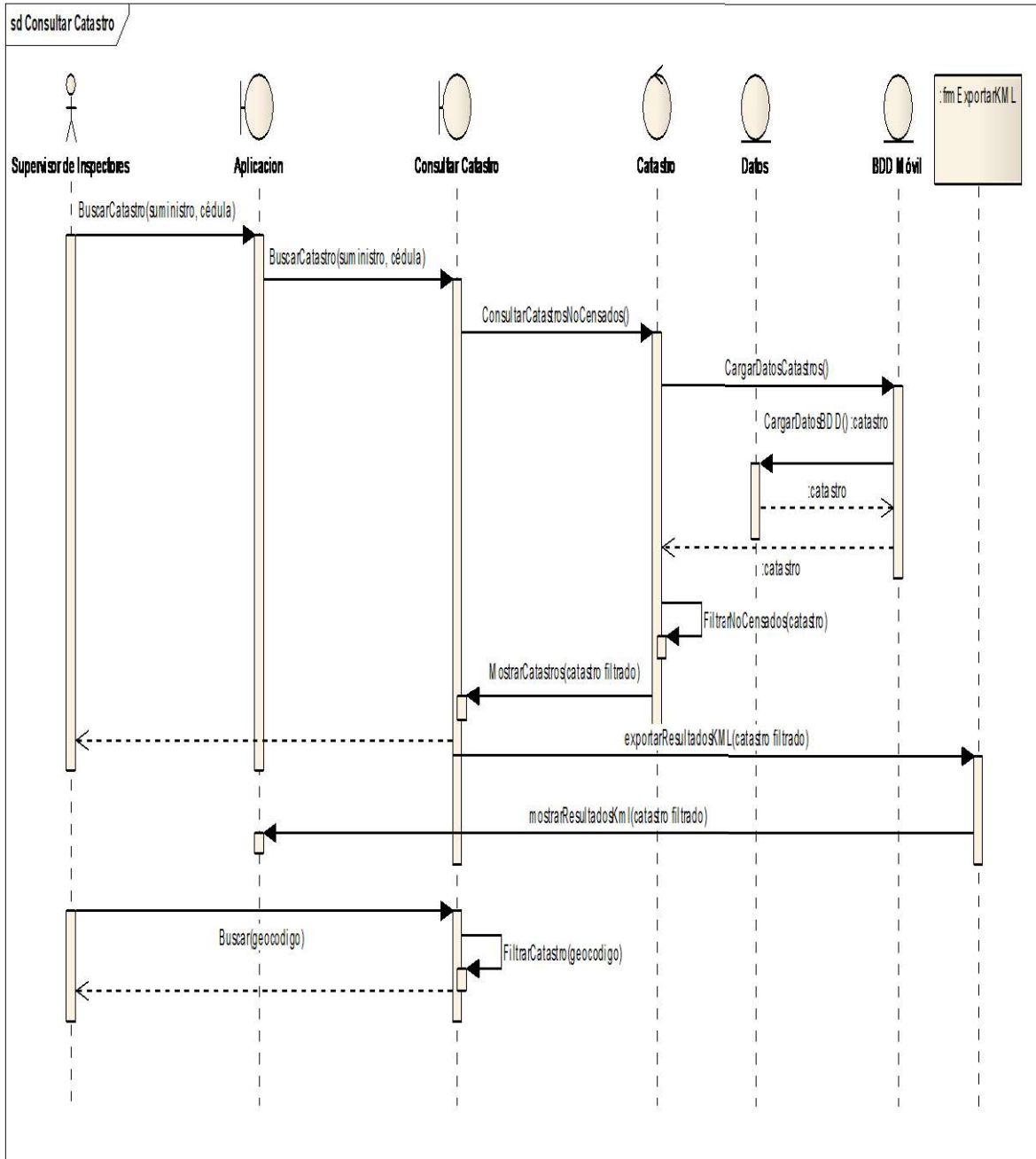


Figura 3.27 Diagrama de Secuencia: Consultar Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.8 Actualizar Catastro

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

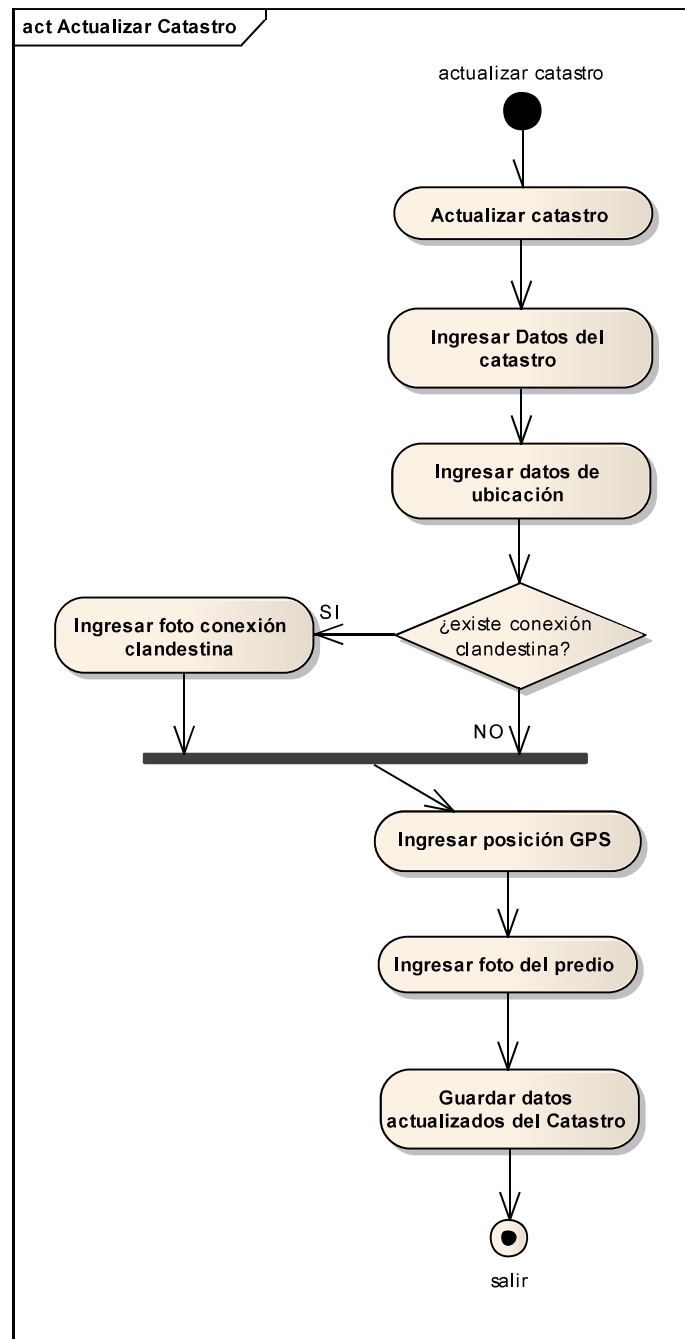


Figura 3.28 Diagrama de Actividades: Actualizar Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

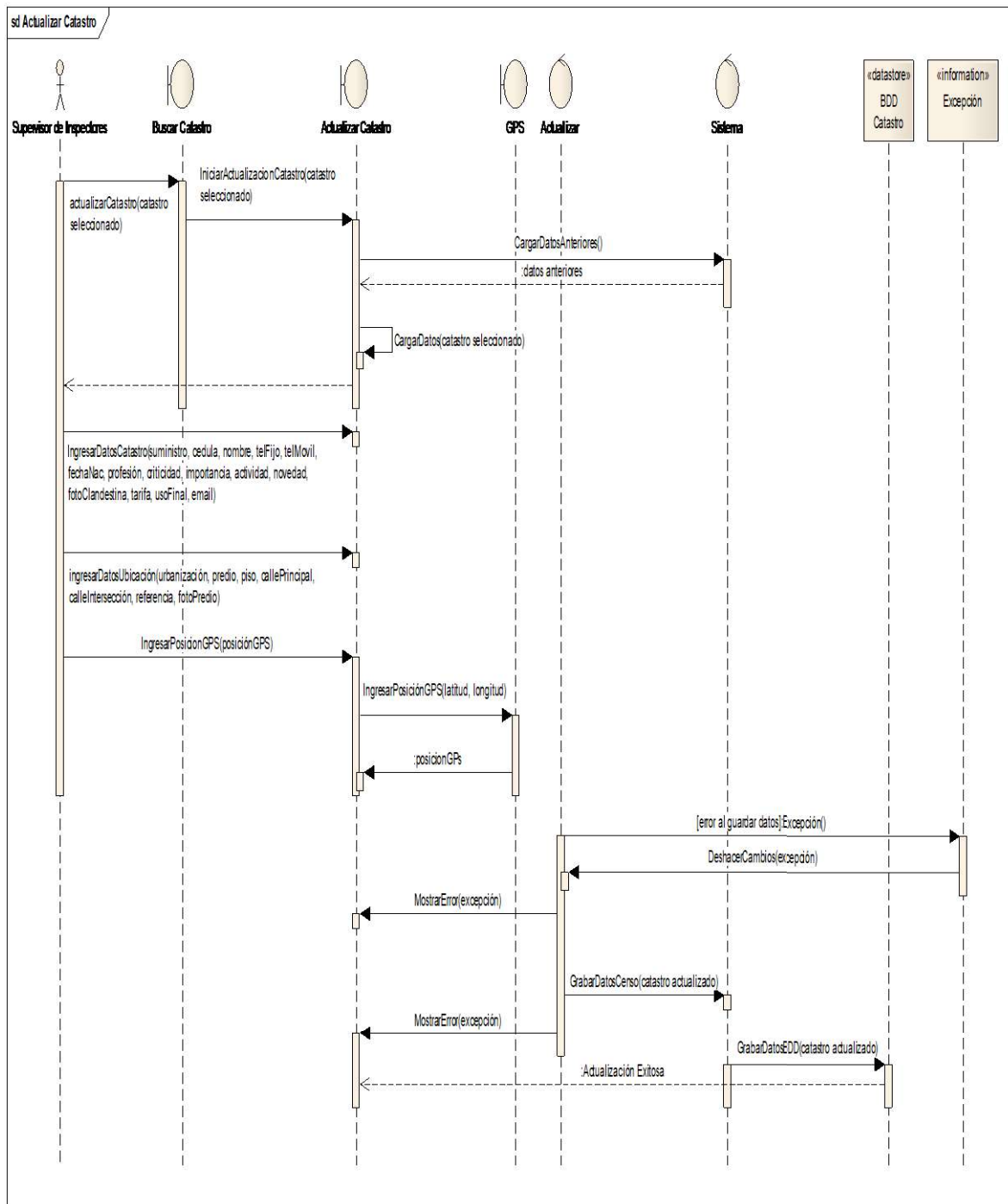


Figura 3.29 Diagrama de Secuencia: Actualizar Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.9 Consultar Cliente

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

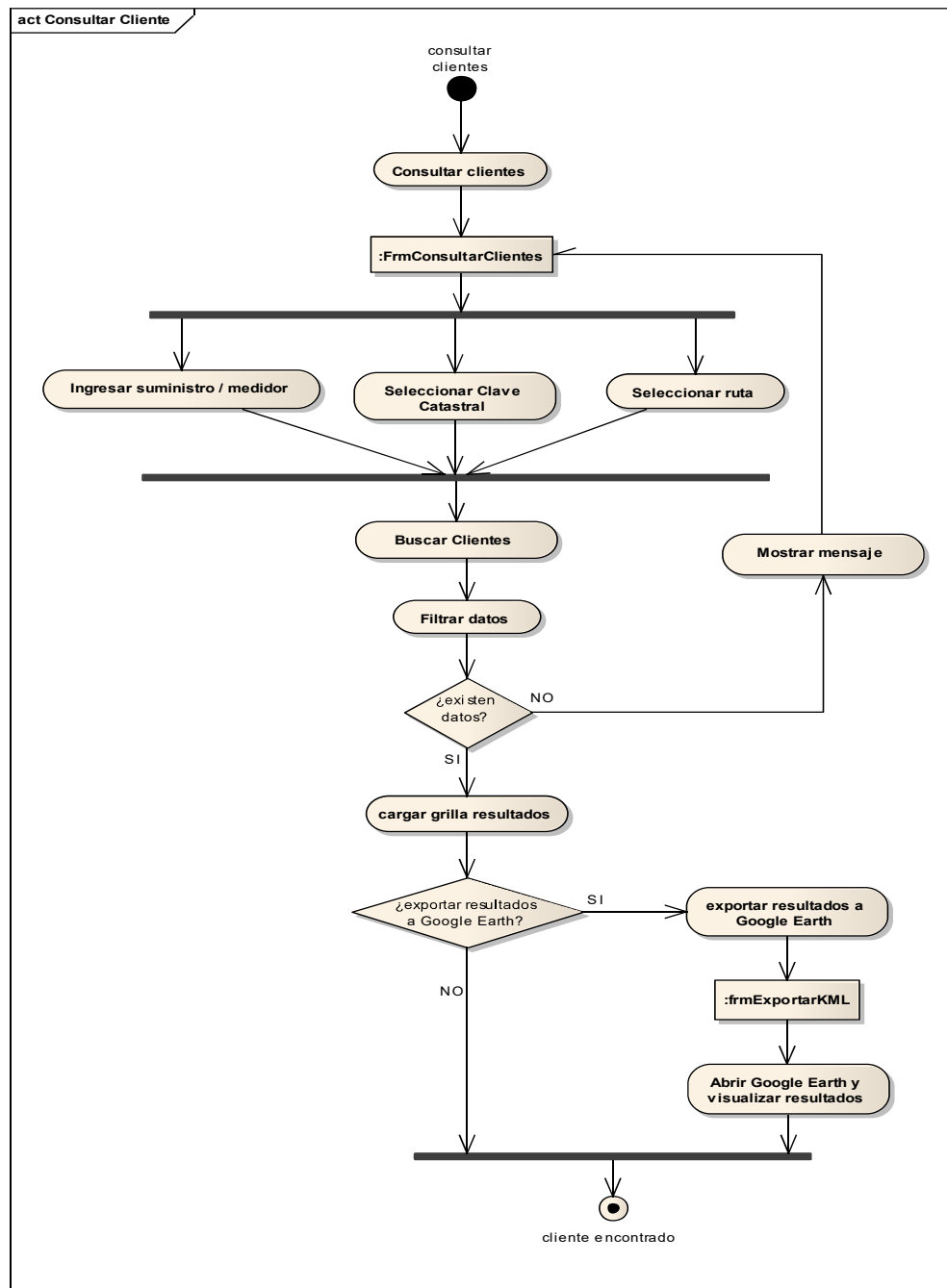


Figura 3.30 Diagrama de Actividades: Consultar Cliente

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

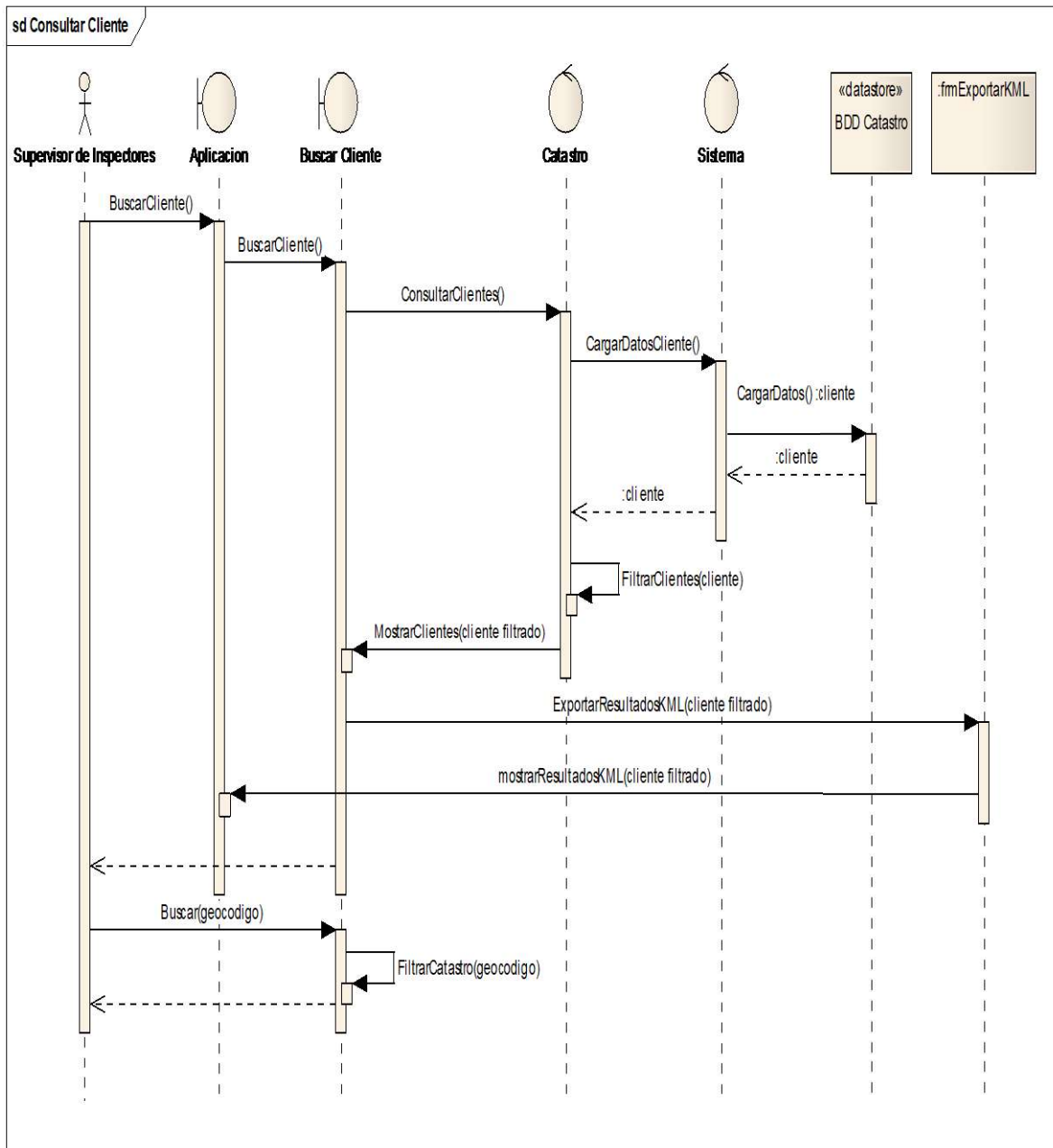


Figura 3.31 Diagrama de Secuencia: Consultar Cliente

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.10 Crear Cliente

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

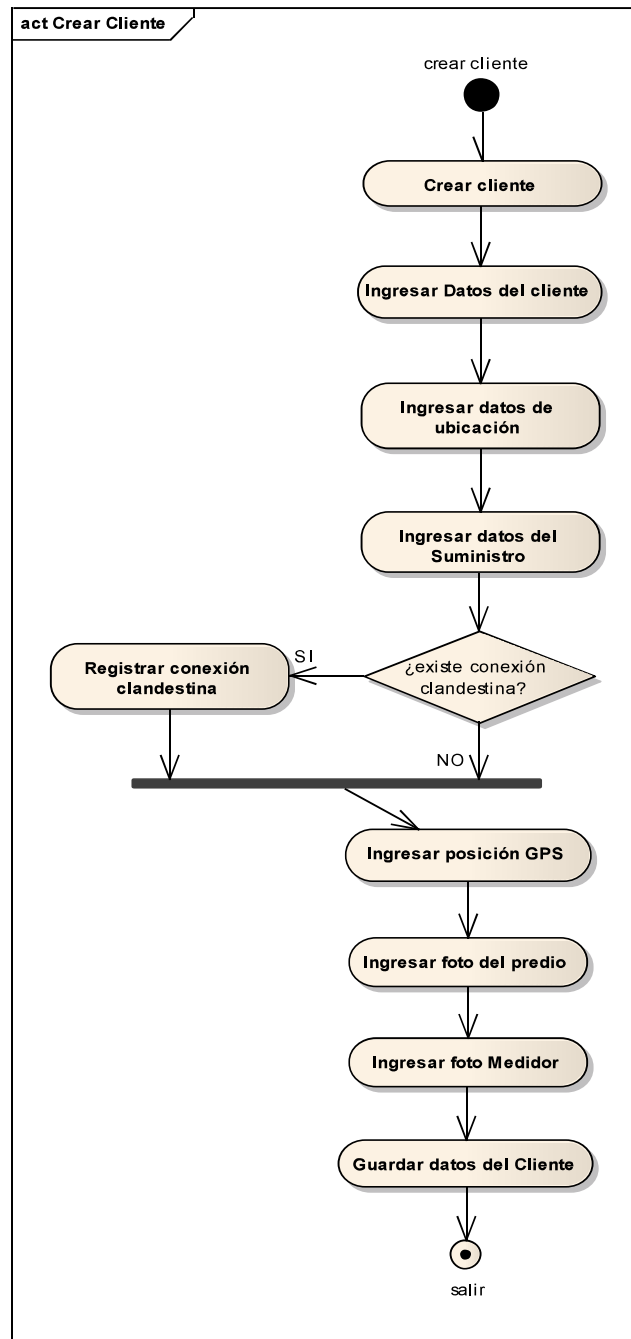


Figura 3.32 Diagrama de Actividades: Crear Cliente

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

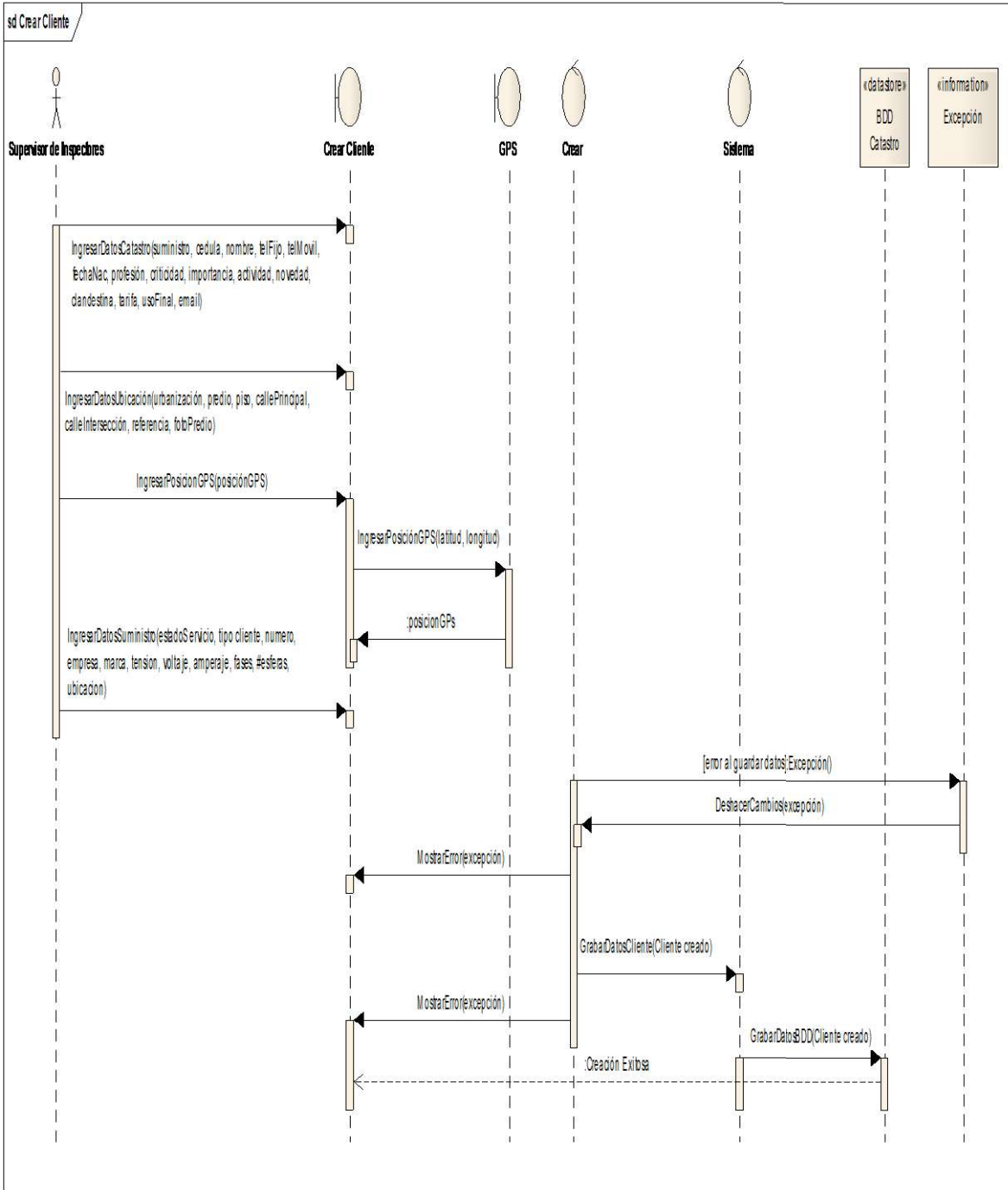


Figura 3.33 Diagrama de Secuencia: Crear Cliente

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.11 Reporte de Conexiones Clandestinas

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

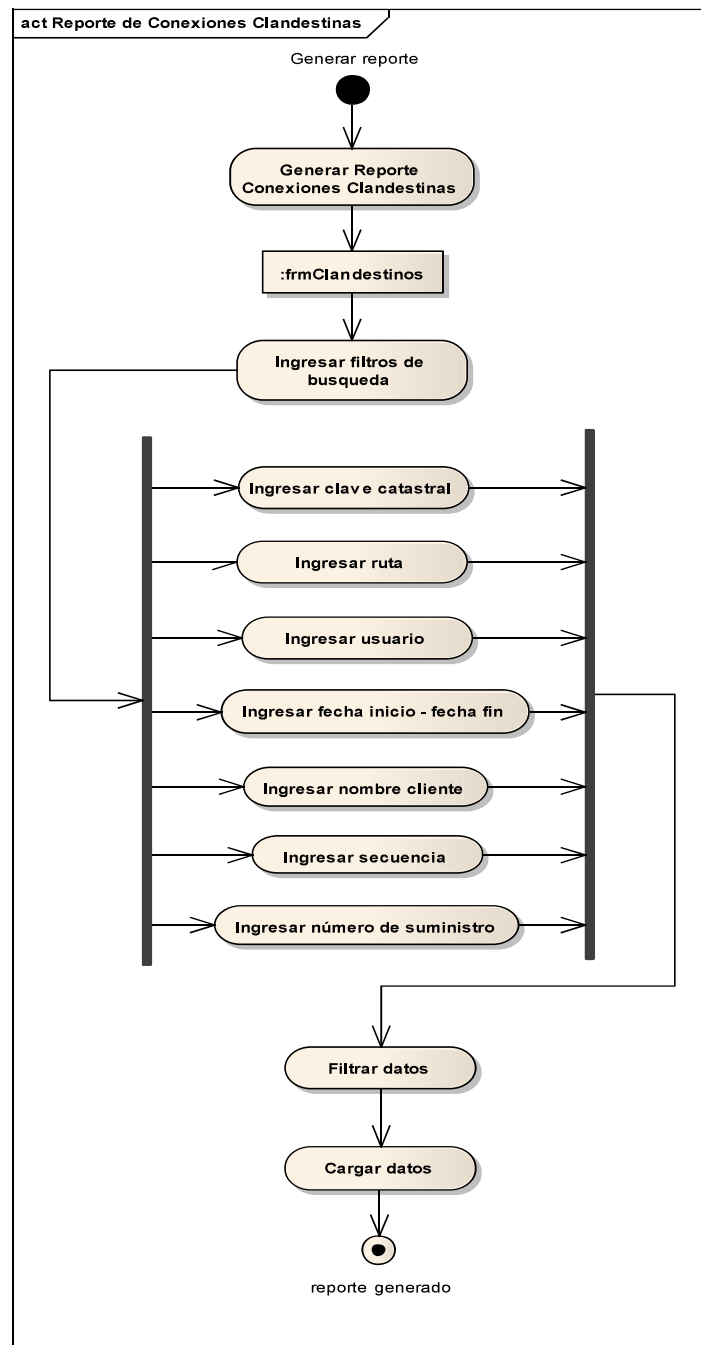


Figura 3.34 Diagrama de Actividades: Reporte de Conexiones Clandestinas

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

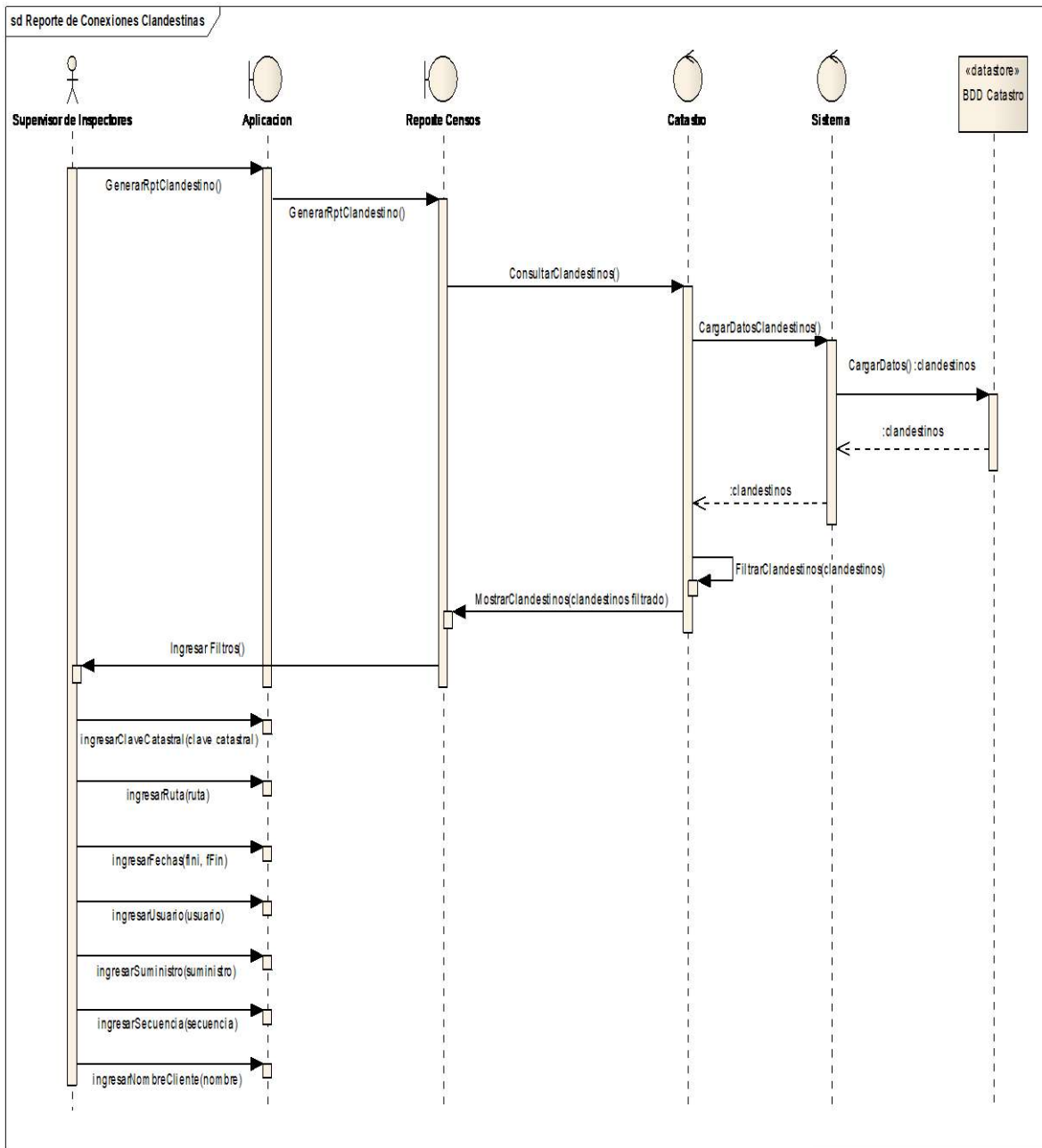


Figura 3.35 Diagrama de Secuencia: Reporte de Conexiones Clandestinas

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.2.12 Reporte de Censos Diarios por Usuario

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

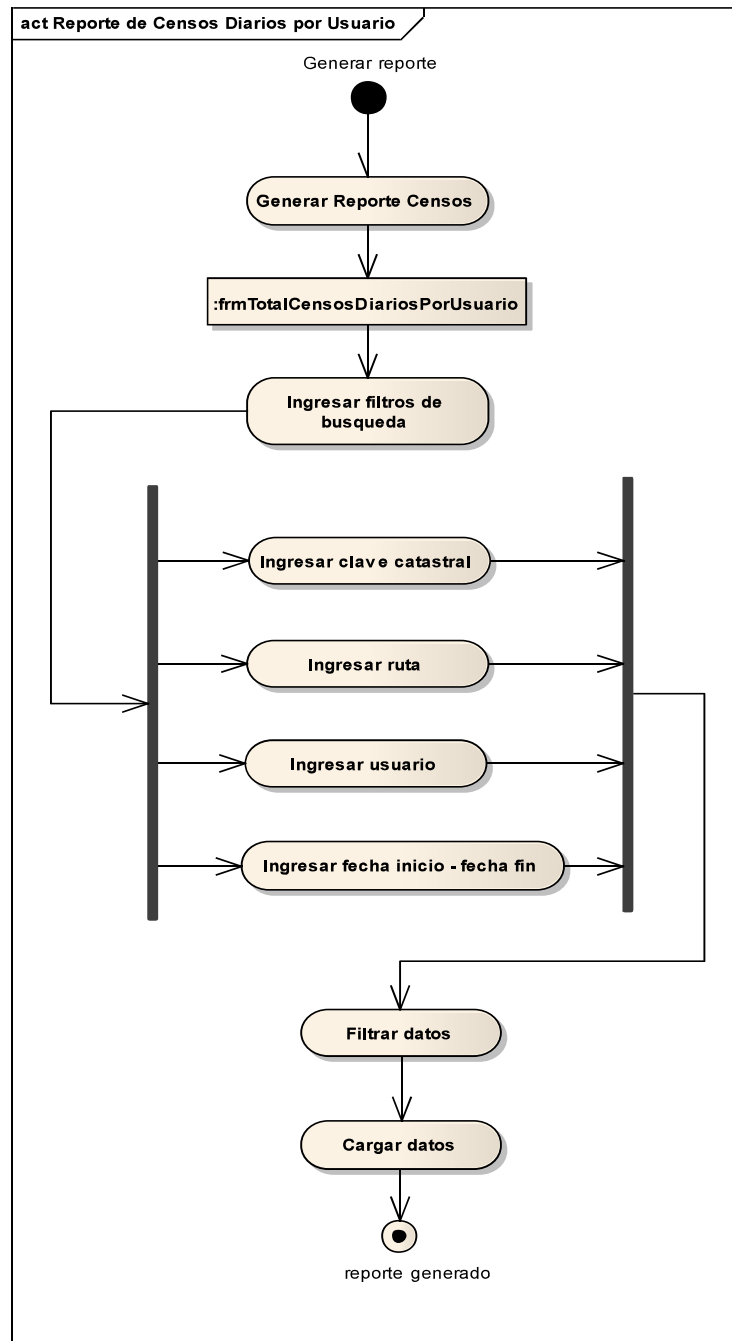


Figura 3.36 Diagrama de Actividades: Reporte de Censos Diarios por Usuario

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

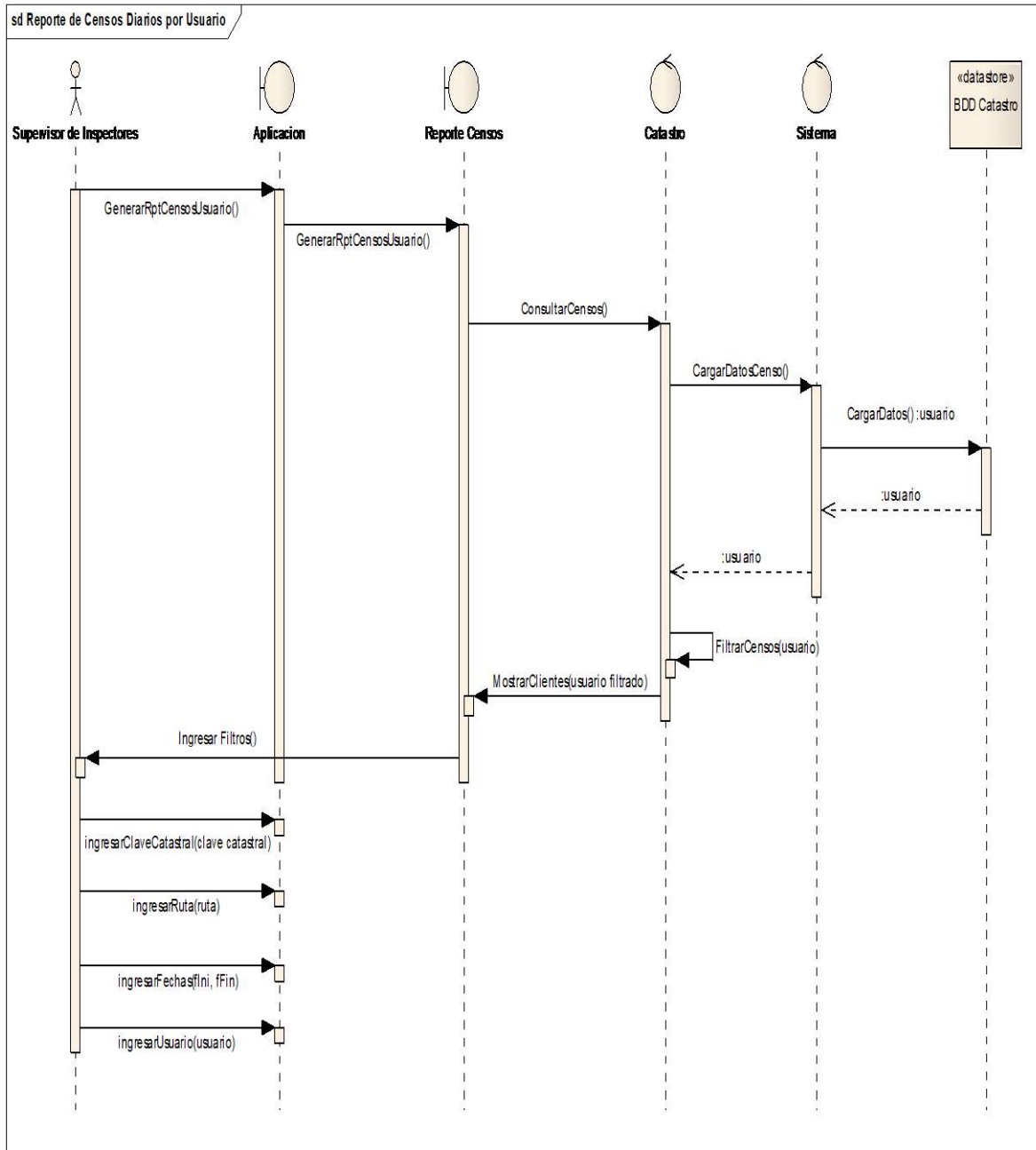


Figura 3.37 Diagrama de Secuencia: Reporte de Censos Diarios por Usuario

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.3 Diseño de los Casos de Uso: Ambiente Móvil

3.1.3.3.1 Iniciar Sesión

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

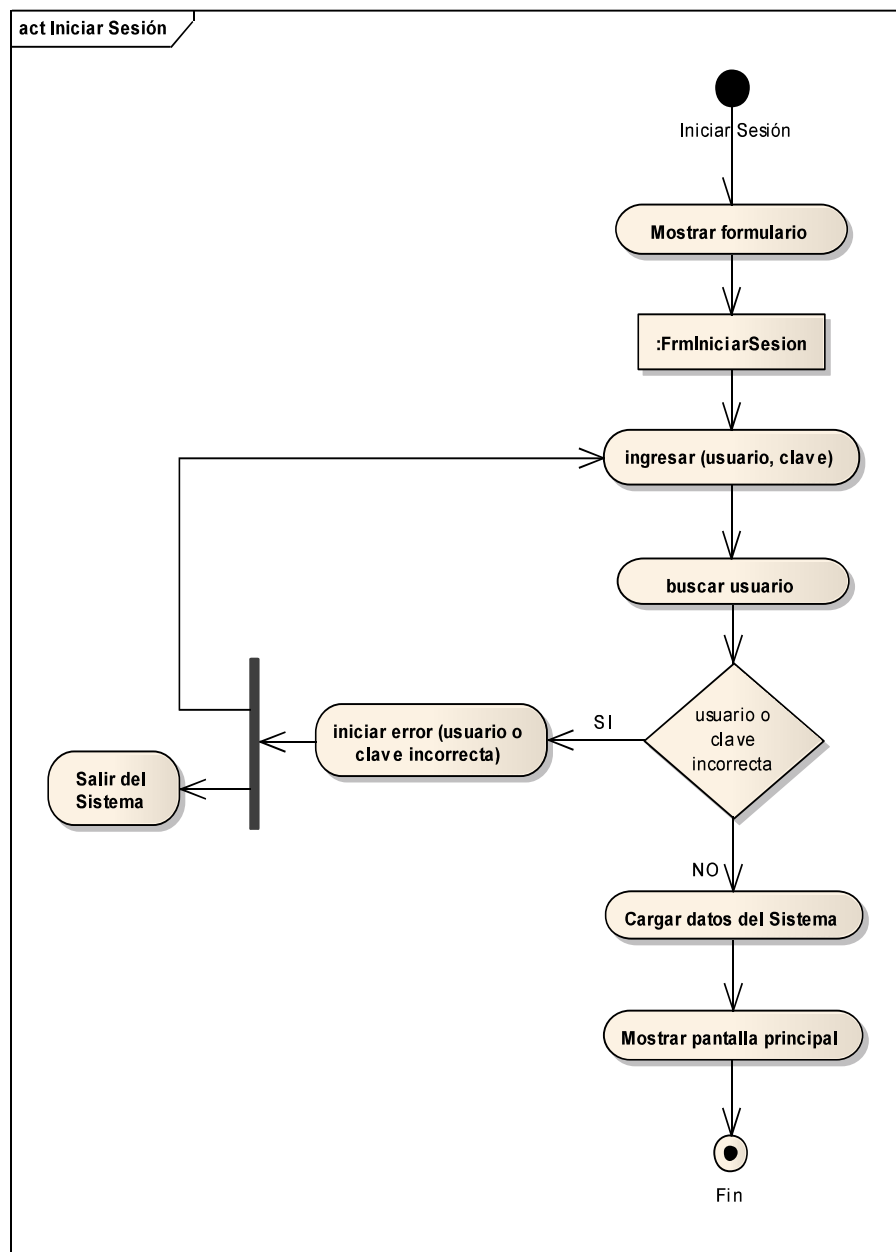


Figura 3.38 Diagrama de Actividades: Iniciar Sesión

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

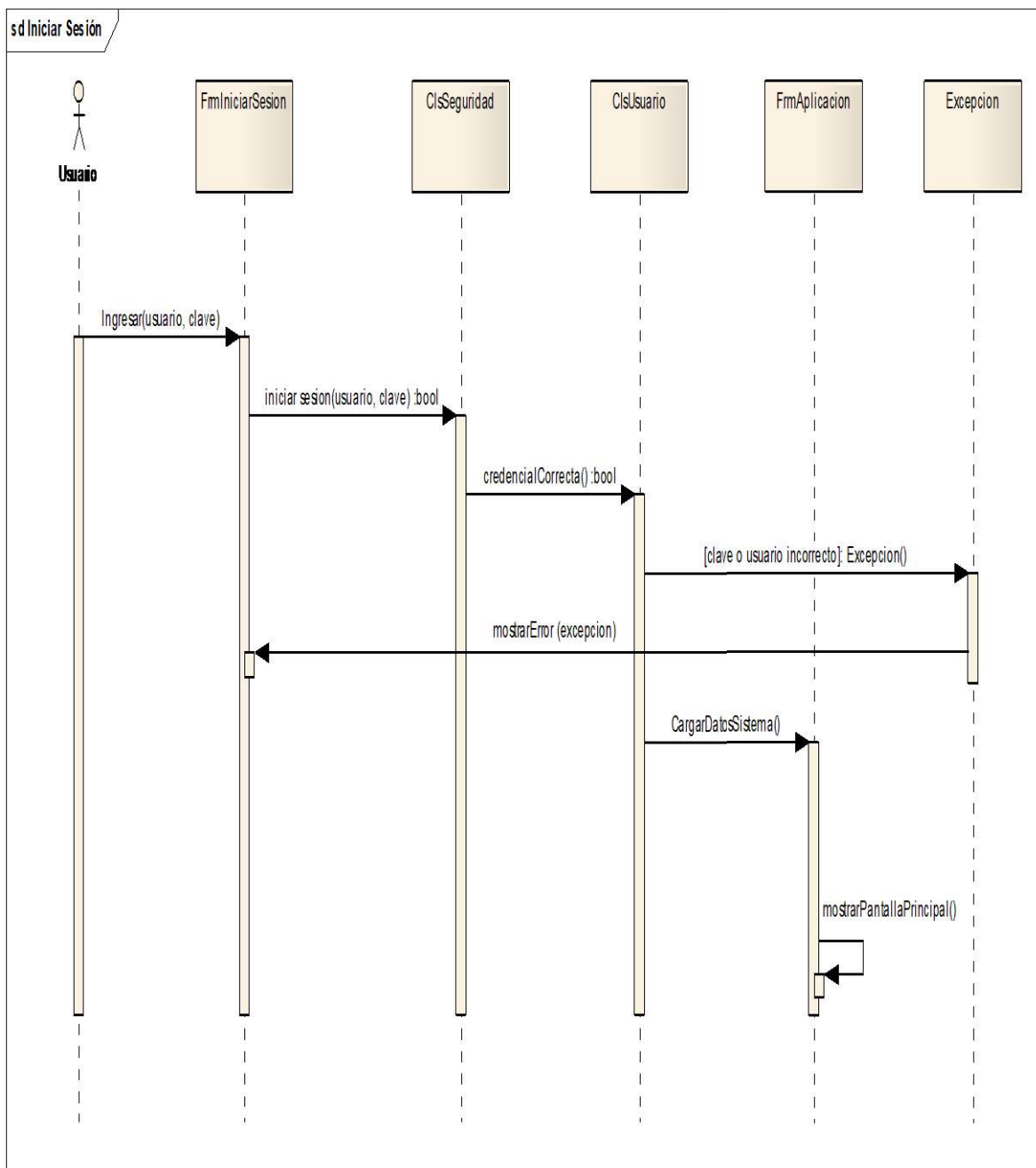


Figura 3.39 Diagrama de Secuencia: Iniciar Sesión

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.3.2 Cerrar Sesión

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

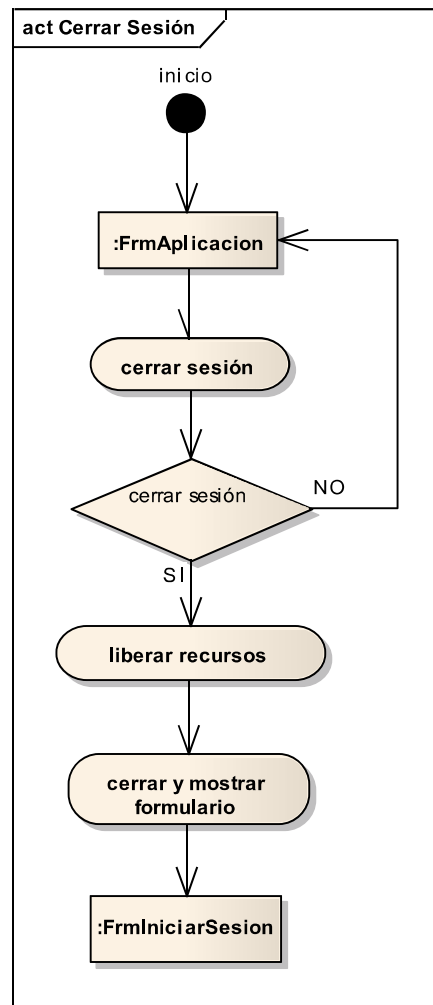


Figura 3.40 Diagrama de Actividades: Cerrar Sesión

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

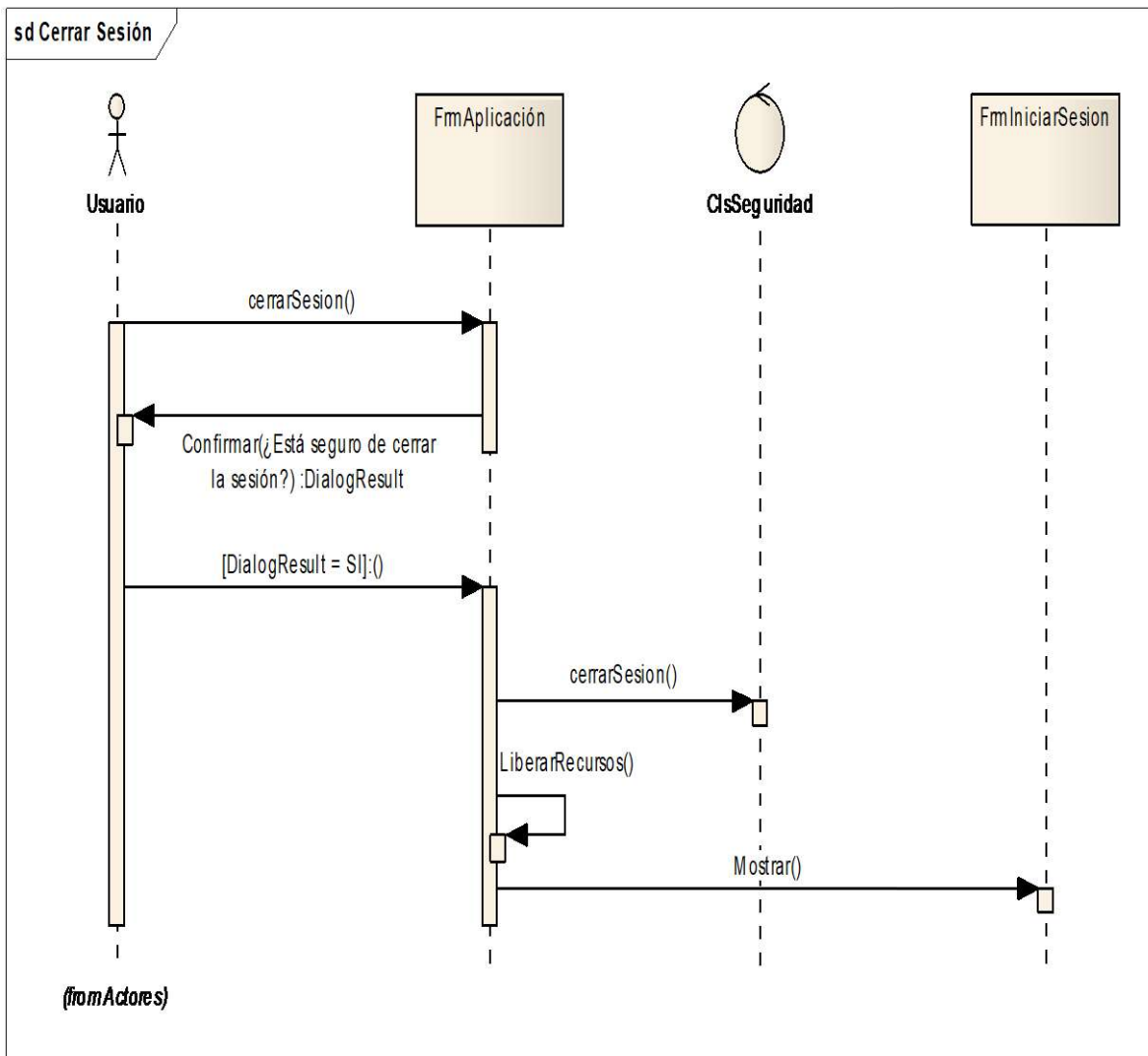


Figura 3.41 Diagrama de Secuencia: Cerrar Sesión

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.3.3 Crear Catastro

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

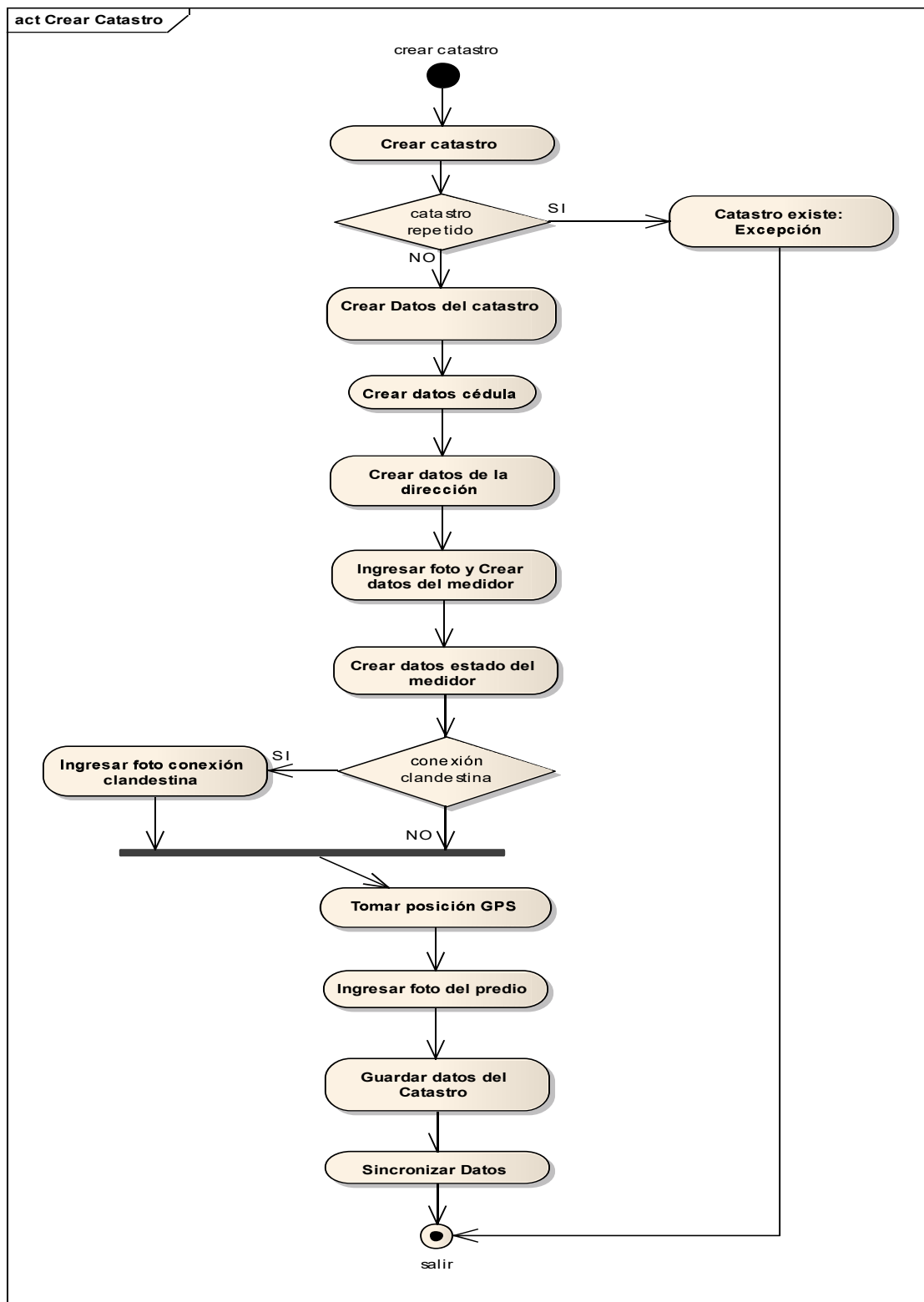


Figura 3.42 Diagrama de Actividades: Crear Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

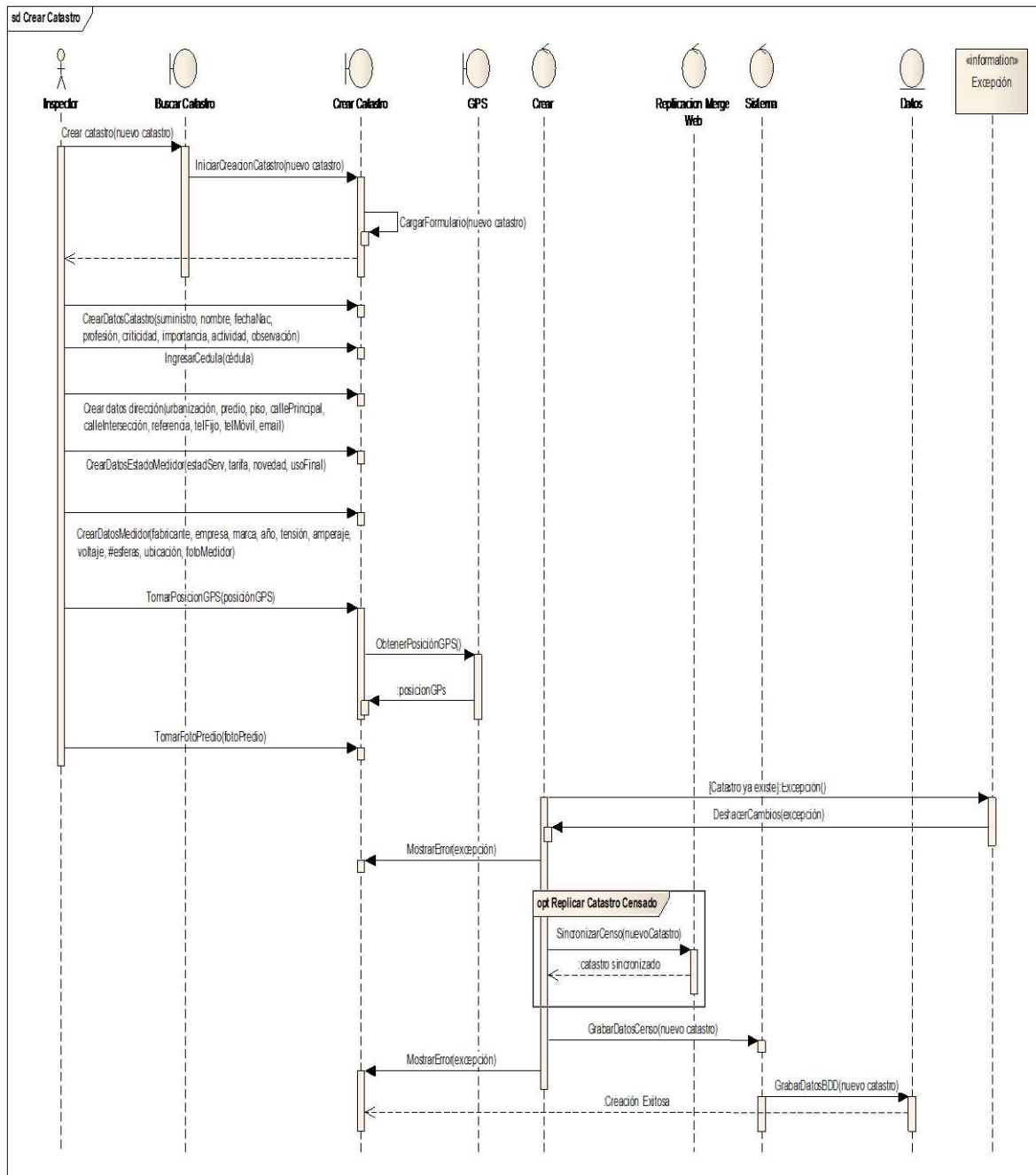


Figura 3.43 Diagrama de Secuencia: Crear Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.3.4 Buscar Catastro

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

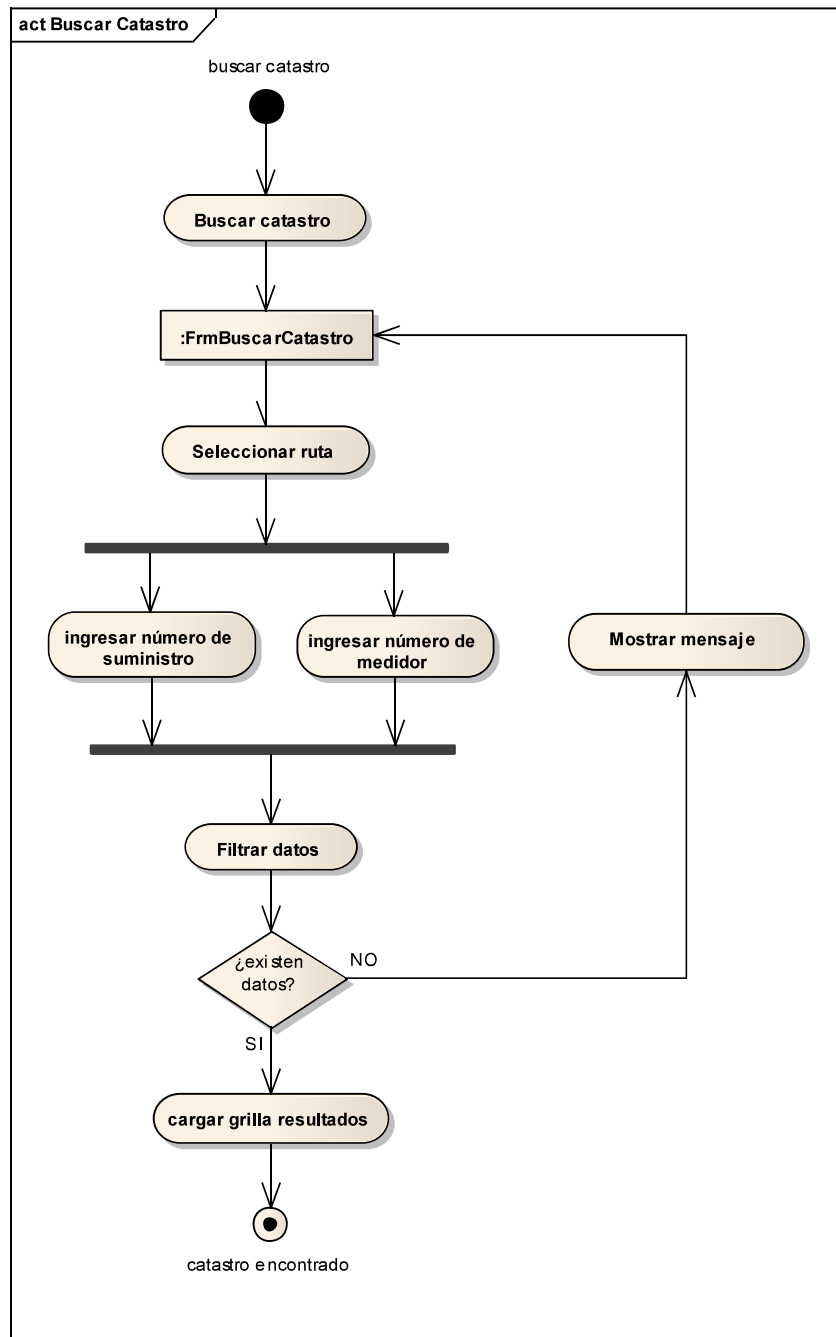


Figura 3.44 Diagrama de Actividades: Buscar Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

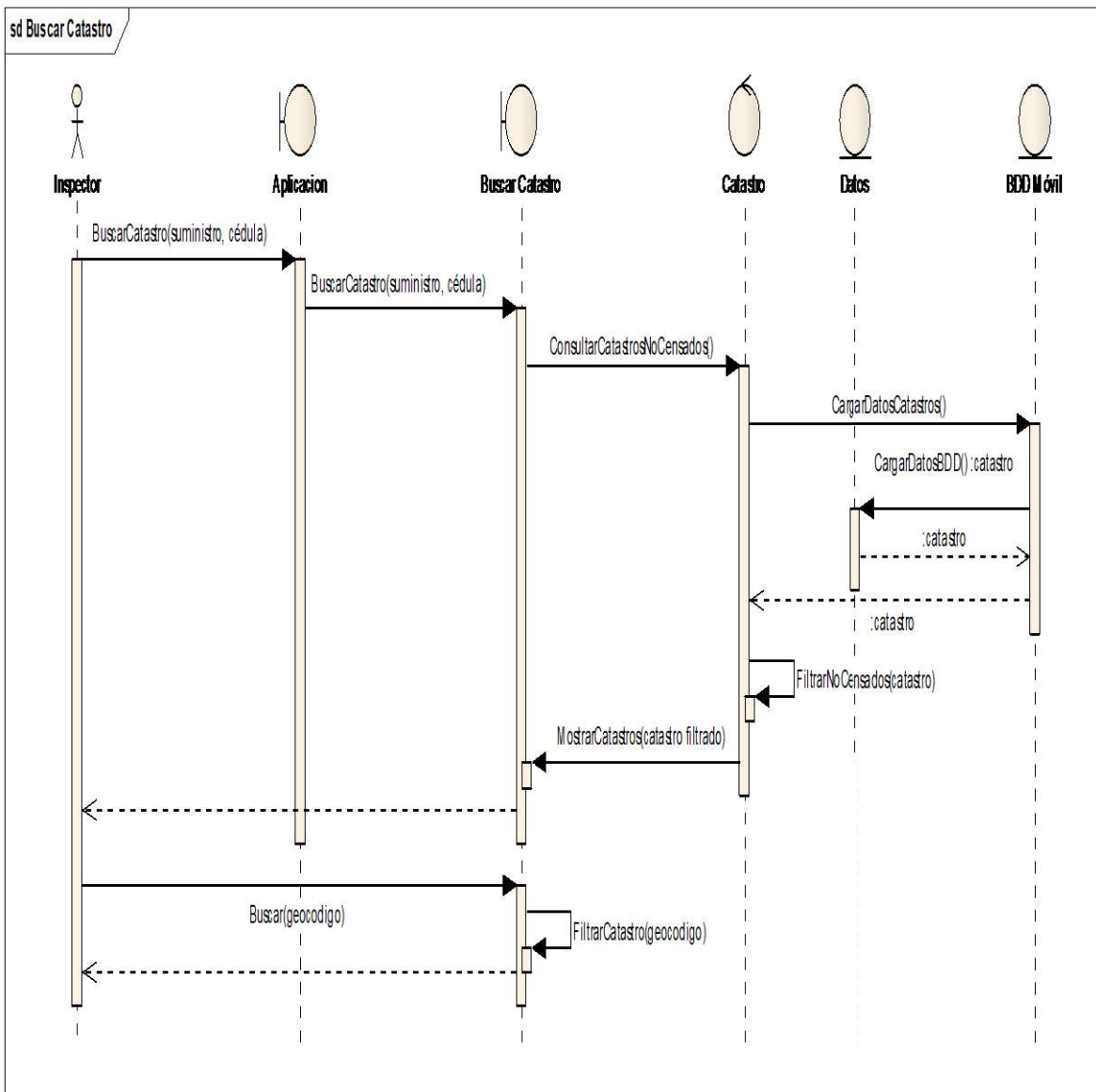


Figura 3.45 Diagrama de Secuencia: Buscar Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.3.5 Actualizar Catastro

A continuación se presenta el análisis de las actividades correspondientes a este caso de uso:

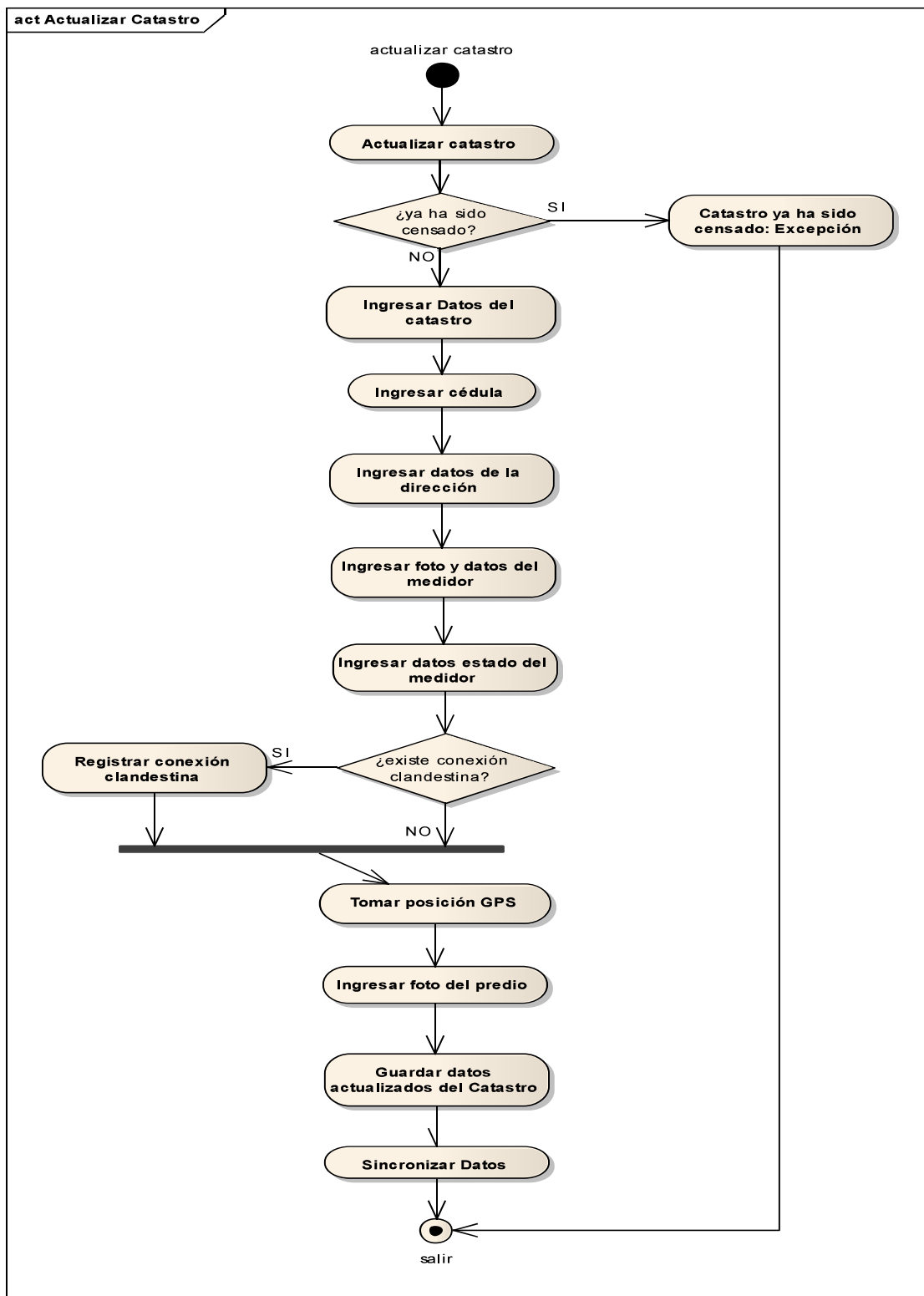


Figura 3.46 Diagrama de Actividades: Actualizar Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se presenta el diagrama de secuencia de este caso de uso.

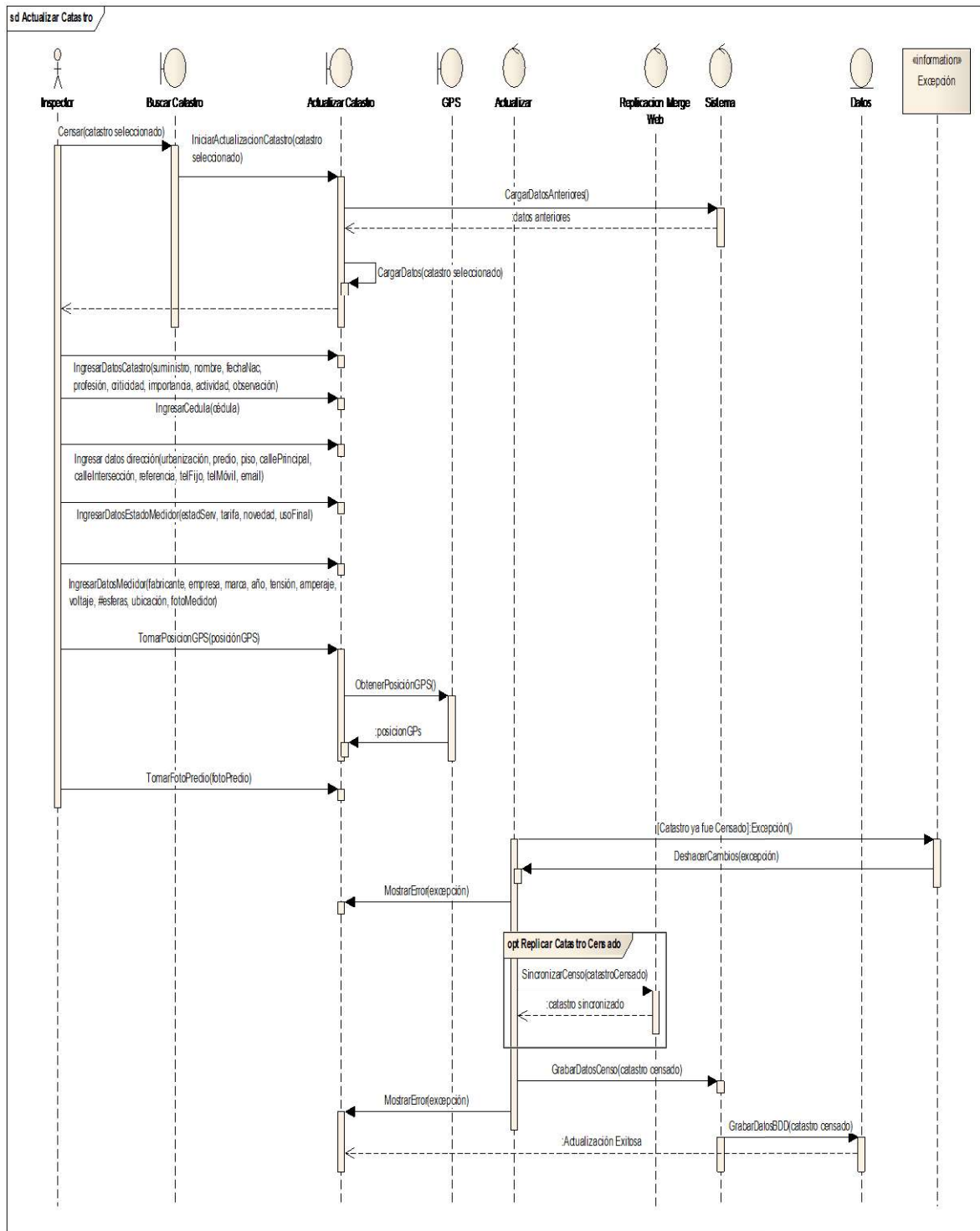


Figura 3.47 Diagrama de Secuencia: Actualizar Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.4 Diagrama de Clases

En base a los requerimientos identificados y su análisis con el apoyo de los casos de uso, se presentan los siguientes Diagramas de Clases correspondientes a cada ambiente de desarrollo.

3.1.3.4.1 Diagrama de Clases: Ambiente Móvil

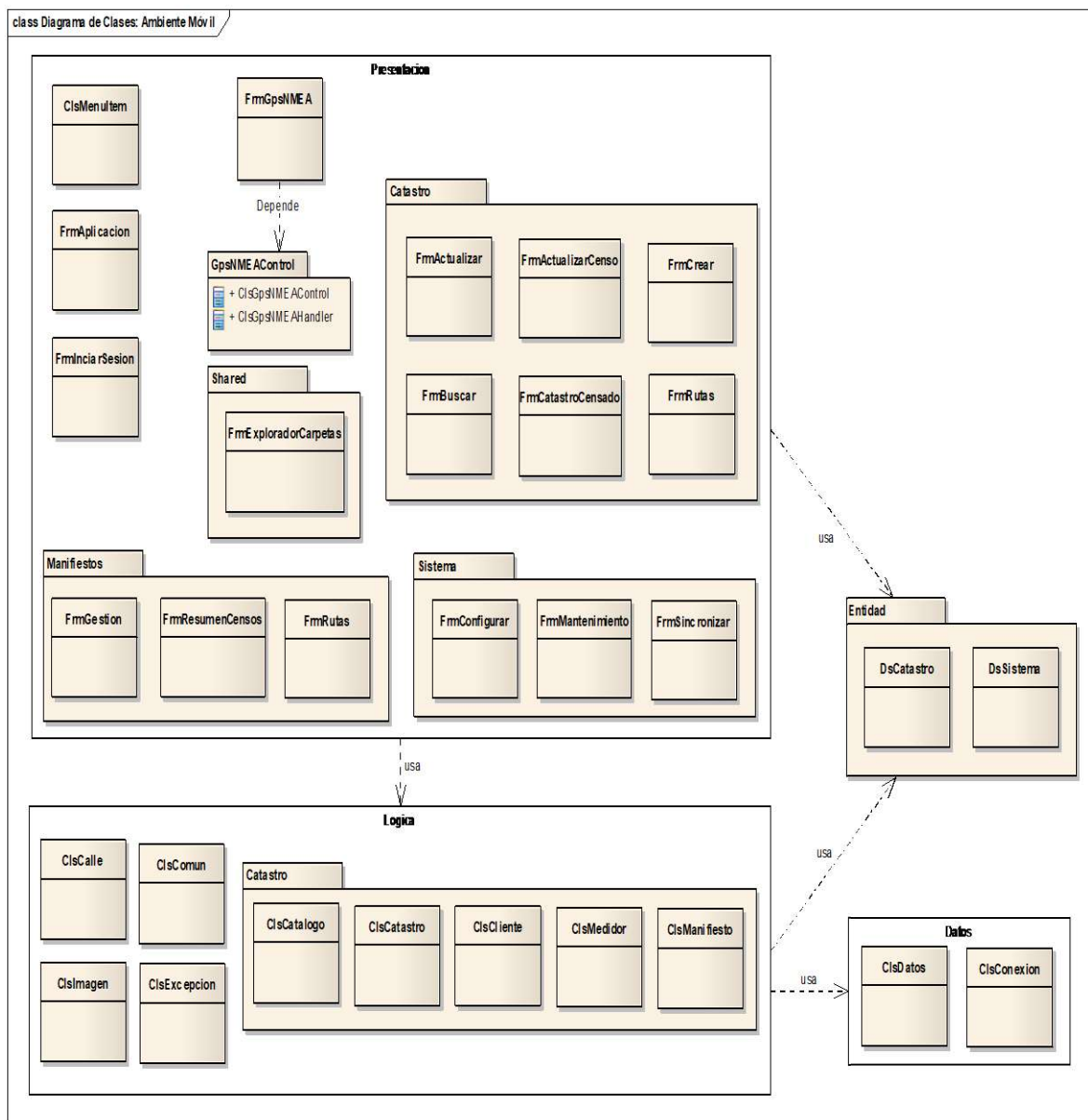


Figura 3.48 Diagrama de Clases: Ambiente Móvil

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.4.2 Diagrama de Clases: Ambiente Web



Figura 3.49 Diagrama de Clases: Ambiente Web

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5 Diseño de Interfaces

3.1.3.5.1 Ambiente Móvil

Para el diseño de las interfaces del prototipo, se seguirán los lineamientos definidos en la especificación de requerimientos y procurando que dichas interfaces sean de fácil uso.

Como ya se definió en la especificación de interfaces se va a usar el teclado que se visualiza en la pantalla del sistema operativo Windows Mobile y se deja abierta la posibilidad del uso de un teclado físico para dispositivos que dispongan de este tipo de teclados.

123	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	- =	↵
Tab	q	w	e	r	t	y	u	i	o	p	[]	
CAP	a	s	d	f	g	h	j	k	l	;	'	
Shift	z	x	c	v	b	n	m	,	.	/	↵	
Ctl	áü	` \								↓	↑	← →

Figura 3.50 Interfaz: Teclado en pantalla

Fuente: Desarrollado por el Autor.

A continuación se mostrarán las principales interfaces de usuario de cada uno de los ambientes que conforman el prototipo de solución móvil.

3.1.3.5.1.1 Inicio de Sesión

Esta pantalla es la primera que se visualiza al ejecutar el prototipo en su ambiente móvil, en la cual se solicita el ingreso de la cuenta de usuario y la clave.

Una vez que la aplicación valida que sea correcta la información ingresada, se va a visualizar la pantalla principal, en donde se van a cargar las opciones a las que tiene acceso el usuario.



Figura 3.51 Interfaz: Inicio de Sesión

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.1.2 Cerrar Sesión

Esta pantalla sirve para que un usuario pueda cerrar su sesión, luego de seleccionar esta opción se muestra un mensaje de confirmación, el mismo modelo se repite en cada uno de los mensajes de confirmación del prototipo en su ambiente móvil.

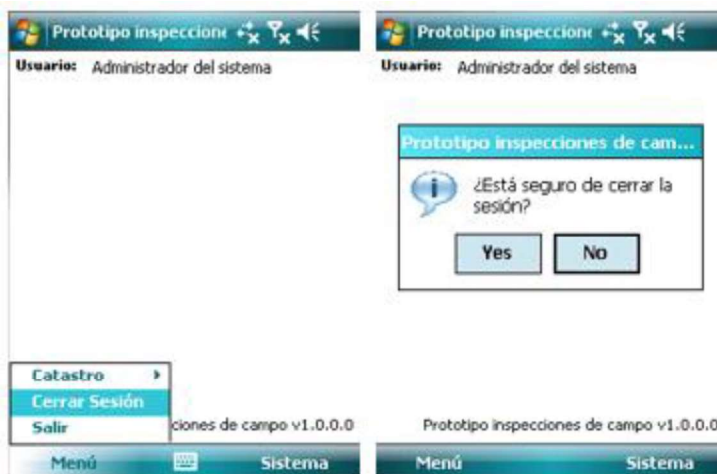


Figura 3.52 Interfaz: Cerrar Sesión

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.1.3 Pantalla Principal

En esta pantalla se muestran las funciones a las que tiene acceso el usuario.

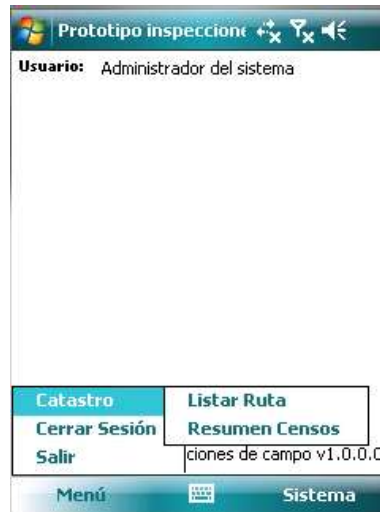


Figura 3.53 Interfaz: Pantalla Principal

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.1.4 Gestión de Catastros

Esta pantalla es donde se realizan las búsquedas de los catastros por medio del número de medidor y del número de suministro. En donde se cargará la información de los usuarios para q se puedan actualizar.



Figura 3.54 Interfaz: Gestión de Catastros

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.1.5 Actualizar Catastro

Esta pantalla carga en un formulario la información catastral de los clientes, este formulario es similar al de Crear Catastro ya que la única diferencia es que para crear un catastro no se debe cargar ninguna información y se debe mostrar el formulario en blanco.

Figura 3.55 Interfaz: Actualizar Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.2 Ambiente Web

3.1.3.5.2.1 Inicio de Sesión

Esta pantalla es la primera que se visualiza al ejecutar el prototipo en su ambiente web, en la cual se solicita el ingreso de la cuenta de usuario y la clave.



Figura 3.56 Interfaz: Inicio de Sesión

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.2.2 Pantalla Principal

La siguiente pantalla se muestra luego de iniciar sesión y se carga el menú.



Figura 3.57 Interfaz: Pantalla Principal

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.2.3 Gestión de Usuarios

Su función es mostrar una lista de los usuarios registrados en el sistema y se da la posibilidad de crear, modificar y eliminar usuarios. El modelo de grillas se mantendrá en todas las pantallas del sistema.



Figura 3.58 Interfaz: Gestión de Usuarios

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.2.4 Modificar Catastro

La siguiente pantalla se mostrará al momento en que se vaya a modificar la información catastral de un usuario.

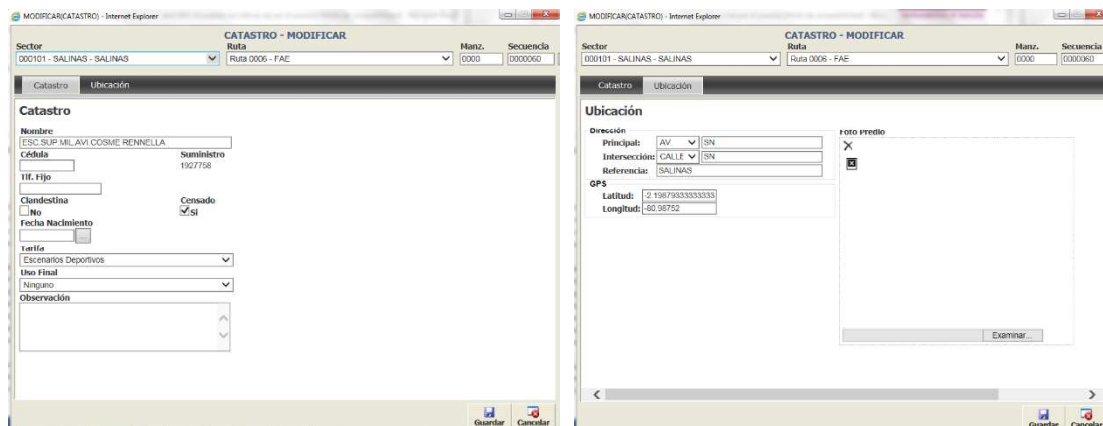


Figura 3.59 Interfaz: Modificar Catastro

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.2.5 Gestión de Rutas

En esta pantalla es donde se van a seleccionar las rutas que se asignarán a cada inspector de campo.

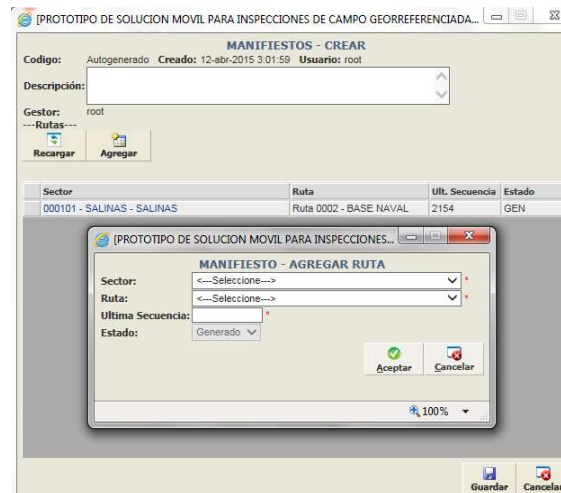


Figura 3.60 Interfaz: Gestión de Rutas

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.2.6 Reportes del Sistema

En este caso se muestra la interfaz de usuario del reporte de Conexiones Clandestinas.



Figura 3.61 Interfaz: Reportes del Sistema

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.1.3.5.2.7 Exportación a Google Earth

En este caso se muestra la interfaz de usuario en la que se muestra la visualización de las posiciones GPS de los predios por medio de Google Earth.

Copyright © 2014 - 2015 | Todos los derechos reservados. Developed by Byron Velasco

Figura 3.62 Interfaz: Exportación a Google Earth

Fuente: Desarrollado por el Autor.

3.2 DESARROLLO DEL PROTOTIPO

3.2.1 ESTÁNDARES DE PROGRAMACIÓN APLICABLES

Durante el desarrollo del presente prototipo de solución móvil para inspecciones de campo georreferenciadas se van a definir los estándares que van a ser utilizados.

3.2.1.1 Nomenclatura

Se van a utilizar dos tipos de nomenclaturas según lo recomendado por Microsoft [28], las cuales son:

- *Camel Case*, es una nomenclatura en donde se escribe su primera letra en minúsculas, y la primera letra de las subsiguientes palabras en mayúscula, por ejemplo: actualizarCatastro.
- *Pascal Case*, es una nomenclatura en donde se escribe la primera letra en mayúscula y la primera letra de las subsiguientes palabras en mayúscula, por ejemplo: ActualizarCatastro.

Para nombrar a los controles se van a usar tres letras, seguido del nombre del control usando la nomenclatura Camel Case, por ejemplo, para nombrar al botón que realiza la función de Eliminar quedaría de la siguiente forma: *btnEliminar*.

Se procede a detallar los prefijos que se usan para nombrar a los controles.

Control	Prefijo	Control	Prefijo
TextBox	txt	Panel	pnl
Button	btn	CheckBox	chk
Label	lbl	Menu	mnu
ComboBox	cmb	Frame	fra
Form	frm	Image	img
DataSet	ds	DataList	dtl
DropDownList	drp	RequiredFieldValidator	rfv
DataGrid /Grid /GridView	grd	RegularExpressionValidator	rev

Tabla 3.18 Prefijos para nombrar a los controles

3.2.2 CODIFICACIÓN

Para realizar la codificación del prototipo de solución móvil se va a utilizar el entorno de desarrollo (IDE): Microsoft Visual Studio 2008, utilizando el Compact Framework 3.5 para el ambiente móvil.

Para lo cual a continuación se va a mostrar el método Actualizar, perteneciente a la ClsCatastro, cuya funcionalidad es la de actualizar los datos de un catastro encontrado durante el proceso de inspecciones de campo.

```
public static void Actualizar(DsCatastro.CAT_CATASTRORow
drCatastroActualizado, DsCatastro.CAT_CATASTRORow drCatastroActual,
ClsConexion conexion, SqlCeTransaction sqlTransaccion)
{
    try
    {
        string strSql =
@"UPDATE [CAT_CATASTRO]
```



```

SET [SEC_Codigo] = @SEC_Codigo
    , [RTA_Codigo] = @RTA_Codigo
    , [CAT_Manzana] = @CAT_Manzana
    , [CAT_Secuencia] = @CAT_Secuencia
    , [CAT_Piso] = @CAT_Piso
    , [CAT_Departamento] = @CAT_Departamento
    , [CAT_Cedula] = @CAT_Cedula
    , [CAT_Nombre] = @CAT_Nombre
    , [CAT_FechaNacimiento] = @CAT_FechaNacimiento
    , [CAT_DireccionUrbanizacion] = @CAT_DireccionUrbanizacion
    , [CAT_DireccionNumeroPredio] = @CAT_DireccionNumeroPredio
    , [CLT_CodigoDireccionCallePrincipal] =
@CLT_CodigoDireccionCallePrincipal
    , [CAT_DireccionCallePrincipal] = @CAT_DireccionCallePrincipal
    , [CLT_CodigoDireccionCalleInterseccion] =
@CLT_CodigoDireccionCalleInterseccion
    , [CAT_DireccionCalleInterseccion] = @CAT_DireccionCalleInterseccion
    , [CAT_DireccionReferencia] = @CAT_DireccionReferencia
    , [CAT_Telefono] = @CAT_Telefono
    , [ATV_Codigo] = @ATV_Codigo
    , [CAT_Foto] = @CAT_Foto
    , [CAT_NmeaGpogg] = @CAT_NmeaGpogg
    , [CAT_Latitud] = @CAT_Latitud
    , [CAT_Longitud] = @CAT_Longitud
    , [CAT_EsClandestino] = @CAT_EsClandestino
    , [NOV_Codigo] = @NOV_Codigo
    , [TAR_Codigo] = @TAR_Codigo
    , [USF_Codigo] = @USF_Codigo
WHERE [SEC_Codigo] = @SEC_CodigoActual
    AND [RTA_Codigo] = @RTA_CodigoActual
    AND [CAT_Manzana] = @CAT_ManzanaActual

```

```

AND [CAT_Secuencia] = @CAT_SecuenciaActual
AND [CAT_Piso] = @CAT_PisoActual
AND [CAT_Departamento] = @CAT_DepartamentoActual";

        SqlCeCommand sqlcComando = new SqlCeCommand(strSql);

        #region parametros

        SqlCeParameter sqlpSEC_CodigoActual = new
SqlCeParameter("@SEC_CodigoActual", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpSEC_CodigoActual.Value = drCatastroActual.SEC_Codigo;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpSEC_CodigoActual);

        SqlCeParameter sqlpRTA_CodigoActual = new
SqlCeParameter("@RTA_CodigoActual", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpRTA_CodigoActual.Value = drCatastroActual.RTA_Codigo;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpRTA_CodigoActual);

        SqlCeParameter sqlpCAT_ManzanaActual = new
SqlCeParameter("@CAT_ManzanaActual", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpCAT_ManzanaActual.Value =
drCatastroActual.CAT_Manzana;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_ManzanaActual);

        SqlCeParameter sqlpCAT_SecuenciaActual = new
SqlCeParameter("@CAT_SecuenciaActual", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpCAT_SecuenciaActual.Value =
drCatastroActual.CAT_Secuencia;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_SecuenciaActual);

        SqlCeParameter sqlpCAT_PisoActual = new
SqlCeParameter("@CAT_PisoActual", SqlDbType.SmallInt);

        sqlpCAT_PisoActual.Value = drCatastroActual.CAT_Piso;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_PisoActual);

```

```
        SqlCeParameter sqlpCAT_DepartamentoActual = new
SqlCeParameter("@CAT_DepartamentoActual", SqlDbType.SmallInt);

        sqlpCAT_DepartamentoActual.Value =
drCatastroActual.CAT_Departamento;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_DepartamentoActual);

        SqlCeParameter sqlpSEC_Codigo = new
SqlCeParameter("@SEC_Codigo", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpSEC_Codigo.Value = drCatastroActualizado.SEC_Codigo;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpSEC_Codigo);

        SqlCeParameter sqlpRTA_Codigo = new
SqlCeParameter("@RTA_Codigo", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpRTA_Codigo.Value = drCatastroActualizado.RTA_Codigo;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpRTA_Codigo);

        SqlCeParameter sqlpCAT_Manzana = new
SqlCeParameter("@CAT_Manzana", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpCAT_Manzana.Value =
drCatastroActualizado.CAT_Manzana;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_Manzana);

        SqlCeParameter sqlpCAT_Secuencia = new
SqlCeParameter("@CAT_Secuencia", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpCAT_Secuencia.Value =
drCatastroActualizado.CAT_Secuencia.PadLeft(7, '0');

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_Secuencia);

        SqlCeParameter sqlpCAT_Piso = new
SqlCeParameter("@CAT_Piso", SqlDbType.SmallInt);

        sqlpCAT_Piso.Value = drCatastroActualizado.CAT_Piso;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_Piso);
```

```
        SqlCeParameter sqlpCAT_Departamento = new
SqlCeParameter("@CAT_Departamento", SqlDbType.SmallInt);

        sqlpCAT_Departamento.Value =
drCatastroActualizado.CAT_Departamento;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_Departamento);

        SqlCeParameter sqlpCAT_Nombre = new
SqlCeParameter("@CAT_Nombre", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpCAT_Nombre.Value =
drCatastroActualizado.CAT_Nombre.ToUpper();

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_Nombre);

        SqlCeParameter sqlpCAT_FechaNacimiento = new
SqlCeParameter("@CAT_FechaNacimiento", SqlDbType.DateTime);

        sqlpCAT_FechaNacimiento.Value = DBNull.Value;

        if (!drCatastroActualizado.IsCAT_FechaNacimientoNull())

            sqlpCAT_FechaNacimiento.Value =
drCatastroActualizado.CAT_FechaNacimiento;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_FechaNacimiento);

        SqlCeParameter sqlpNCT_Codigo = new
SqlCeParameter("@NCT_Codigo", SqlDbType.SmallInt);

        sqlpNCT_Codigo.Value = drCatastroActualizado.NCT_Codigo;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpNCT_Codigo);

        SqlCeParameter sqlpNVI_Codigo = new
SqlCeParameter("@NVI_Codigo", SqlDbType.SmallInt);

        sqlpNVI_Codigo.Value = drCatastroActualizado.NVI_Codigo;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpNVI_Codigo);

        SqlCeParameter sqlpCAT_DireccionNumeroPredio = new
SqlCeParameter("@CAT_DireccionNumeroPredio", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpCAT_DireccionNumeroPredio.Value = DBNull.Value;
```

```

        if
        (!drCatastroActualizado.IsCAT_DireccionNumeroPredioNull() &&
        !string.IsNullOrEmpty(drCatastroActualizado.CAT_DireccionNumeroPredio.Trim()))

            sqlpCAT_DireccionNumeroPredio.Value =
            drCatastroActualizado.CAT_DireccionNumeroPredio.Trim();

sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_DireccionNumeroPredio);

        SqlCeParameter sqlpCAT_DireccionNumeroPiso = new
        SqlCeParameter("@CAT_DireccionNumeroPiso", SqlDbType.NVarChar);

            sqlpCAT_DireccionNumeroPiso.Value = DBNull.Value;

        if
        (!drCatastroActualizado.IsCAT_DireccionNumeroPisoNull() &&
        !string.IsNullOrEmpty(drCatastroActualizado.CAT_DireccionNumeroPiso.Trim(
        )))

            sqlpCAT_DireccionNumeroPiso.Value =
            drCatastroActualizado.CAT_DireccionNumeroPiso.Trim();

            sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_DireccionNumeroPiso);

        SqlCeParameter sqlpCLT_CodigoDireccionCallePrincipal =
        new SqlCeParameter("@CLT_CodigoDireccionCallePrincipal",
        SqlDbType.NVarChar);

            sqlpCLT_CodigoDireccionCallePrincipal.Value =
            drCatastroActualizado.CLT_CodigoDireccionCallePrincipal;

sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCLT_CodigoDireccionCallePrincipal);

        SqlCeParameter sqlpCAT_DireccionCallePrincipal = new
        SqlCeParameter("@CAT_DireccionCallePrincipal", SqlDbType.NVarChar);

            sqlpCAT_DireccionCallePrincipal.Value =
            drCatastroActualizado.CAT_DireccionCallePrincipal.ToUpper();

sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_DireccionCallePrincipal);

        SqlCeParameter sqlpCLT_CodigoDireccionCalleInterseccion =
        new SqlCeParameter("@CLT_CodigoDireccionCalleInterseccion",
        SqlDbType.NVarChar);

```

```

        sqlpCLT_CodigoDireccionCalleInterseccion.Value =
drCatastroActualizado.CLT_CodigoDireccionCalleInterseccion;

sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCLT_CodigoDireccionCalleInterseccion);

        SqlCeParameter sqlpCAT_DireccionCalleInterseccion = new
SqlCeParameter("@CAT_DireccionCalleInterseccion", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpCAT_DireccionCalleInterseccion.Value = DBNull.Value;

        if
(!drCatastroActualizado.IsCAT_DireccionCalleInterseccionNull() &&
!string.IsNullOrEmpty(drCatastroActualizado.CAT_DireccionCalleInterseccion.Trim()))

            sqlpCAT_DireccionCalleInterseccion.Value =
drCatastroActualizado.CAT_DireccionCalleInterseccion.ToUpper();

sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_DireccionCalleInterseccion);

        SqlCeParameter sqlpCAT_DireccionReferencia = new
SqlCeParameter("@CAT_DireccionReferencia", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpCAT_DireccionReferencia.Value = DBNull.Value;

        if
(!drCatastroActualizado.IsCAT_DireccionReferenciaNull() &&
!string.IsNullOrEmpty(drCatastroActualizado.CAT_DireccionReferencia.Trim()))

            sqlpCAT_DireccionReferencia.Value =
drCatastroActualizado.CAT_DireccionReferencia.ToUpper();

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_DireccionReferencia);

        SqlCeParameter sqlpCAT_Telefono = new
SqlCeParameter("@CAT_Telefono", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpCAT_Telefono.Value = DBNull.Value;

        if (!drCatastroActualizado.IsCAT_TelefonoNull() &&
drCatastroActualizado.CAT_Telefono.Trim() != "")

            sqlpCAT_Telefono.Value =
drCatastroActualizado.CAT_Telefono;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_Telefono);

```

```

        SqlCeParameter sqlpATV_Codigo = new
SqlCeParameter("@ATV_Codigo", SqlDbType.SmallInt);

        sqlpATV_Codigo.Value = drCatastroActualizado.ATV_Codigo;
        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpATV_Codigo);

        SqlCeParameter sqlpCAT_Foto = new
SqlCeParameter("@CAT_Foto", SqlDbType.Image);

        sqlpCAT_Foto.Value = DBNull.Value;

        if (!drCatastroActualizado.IsCAT_FotoNull())
            sqlpCAT_Foto.Value = drCatastroActualizado.CAT_Foto;
        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_Foto);

        SqlCeParameter sqlpCAT_NmeaGpoga = new
SqlCeParameter("@CAT_NmeaGpoga", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpCAT_NmeaGpoga.Value = DBNull.Value;

        if (!drCatastroActualizado.IsCAT_NmeaGpogaNull() &&
drCatastroActualizado.CAT_NmeaGpoga.Trim() != "")
            sqlpCAT_NmeaGpoga.Value =
drCatastroActualizado.CAT_NmeaGpoga;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_NmeaGpoga);

        SqlCeParameter sqlpCAT_Latitud = new
SqlCeParameter("@CAT_Latitud", SqlDbType.Float);

        sqlpCAT_Latitud.Value = DBNull.Value;

        if (!drCatastroActualizado.IsCAT_LatitudNull() &&
drCatastroActualizado.CAT_Latitud != 0)
            sqlpCAT_Latitud.Value =
drCatastroActualizado.CAT_Latitud;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_Latitud);

        SqlCeParameter sqlpCAT_Longitud = new
SqlCeParameter("@CAT_Longitud", SqlDbType.Float);

        sqlpCAT_Longitud.Value = DBNull.Value;

        if (!drCatastroActualizado.IsCAT_LongitudNull() &&
drCatastroActualizado.CAT_Longitud != 0)

```

```
        sqlpCAT_Longitud.Value =
drCatastroActualizado.CAT_Longitud;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_Longitud);

        SqlCeParameter sqlpCAT_EsClandestino = new
SqlCeParameter("@CAT_EsClandestino", SqlDbType.Bit);

        sqlpCAT_EsClandestino.Value =
drCatastroActualizado.CAT_EsClandestino;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpCAT_EsClandestino);

        SqlCeParameter sqlpTAR_Codigo = new
SqlCeParameter("@TAR_Codigo", SqlDbType.NVarChar);

        sqlpTAR_Codigo.Value = drCatastroActualizado.TAR_Codigo;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpTAR_Codigo);

        SqlCeParameter sqlpUSF_Codigo = new
SqlCeParameter("@USF_Codigo", SqlDbType.SmallInt);

        sqlpUSF_Codigo.Value = drCatastroActualizado.USF_Codigo;

        sqlcComando.Parameters.Add(sqlpUSF_Codigo);

        #endregion

        sqlcComando.Transaction = sqlTransaccion;
        conexion.EjecutarSqlNonQuery(sqlcComando);

        sqlcComando.Dispose();

        sqlcComando = null;
    }

    catch (Exception ex)
    {

        throw new Exception("Error al actualizar catastro", ex);
    }
}
```


Como se puede visualizar se cumple con la nomenclatura definida para el desarrollo del prototipo, el código fuente se lo va a adjuntar ya no es posible ilustrarlo en este apartado.

3.3 PRUEBAS DEL PROTOTIPO

Las pruebas consisten verificar que los requerimientos cumplan con lo establecido en las etapas de análisis, diseño y codificación del prototipo de solución móvil propuesto en el presente proyecto de titulación. Para lo cual se lo realizó utilizando casos y procedimientos de prueba que se muestran a continuación:

3.3.1 CASOS DE PRUEBA

3.3.1.1 Caso de Prueba: Acceso al Prototipo

Objetivo	Acceso al prototipo
Usuarios	Administrador, Inspector, Supervisor de Inspecciones
Descripción	El usuario debe estar registrado en el sistema y tener un nombre de usuario y contraseña.
Procedimiento	1. En la pantalla de Iniciar Sesión digitar los campos correspondientes a usuario y contraseña.
	2. Hacer clic en Aceptar.
Entrada	Credenciales del usuario
Resultados Encontrados	El prototipo realiza la validación de las credenciales ingresadas por el usuario. Si las credenciales son correctas se presenta la interfaz principal de la aplicación y se habilitan las opciones de acuerdo al perfil del usuario. En caso de no ser válidas las credenciales ingresadas el prototipo solicita que ingrese nuevamente los datos

Tabla 3.19 Caso de Prueba: Acceso al Prototipo

3.3.1.2 Caso de Prueba: Salida del Prototipo

Objetivo	Salida del prototipo
Usuarios	Administrador, Inspector, Supervisor de Inspecciones
Descripción	El usuario debe estar iniciada su sesión y consiste en salir del sistema.
Procedimiento	1. En el menú principal el usuario debe seleccionar la opción SALIR.
	2. Se confirma el proceso mediante la opción que se visualiza en el mensaje de confirmación.
Entrada	Seleccionar opción en el sistema
Resultados Encontrados	El usuario selecciona la opción salir del sistema, el prototipo muestra un mensaje de confirmación en donde si el usuario desea cerrar la aplicación presiona la opción YES, caso contrario NO.

Tabla 3.20 Caso de Prueba: Salida del Prototipo

3.3.1.3 Caso de Prueba: Gestión de Usuarios

Objetivo	Gestión de Usuarios.
Tipo de Usuario	Administrador
Descripción	Esta prueba consiste en verificar que se pueda realizar la creación, modificación y eliminación de usuarios.
Procedimiento	1. Se ingresa a la pantalla de gestión de usuarios.
	2. Escoger la opción que se desea ejecutar.

Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Eliminar</i>, se selecciona el usuario • <i>Crear</i>, se ingresa la información del nuevo usuario • <i>Actualizar</i>, se ingresa la información que se desea modificar
Resultados Encontrados	Se verifico ejemplos con cada uno de los escenarios de crear un nuevo usuario, modificar la información de un usuario y finalmente se verificó el proceso de eliminación de usuarios.

Tabla 3.21 Caso de Prueba: Gestión de Usuarios

3.3.1.4 Caso de Prueba: Gestión de Carga de Rutas

Objetivo	Gestión de Carga de Rutas.
Tipo de Usuario	Supervisor de inspecciones, Administrador.
Descripción	Esta prueba consiste en verificar que se realice la carga de las rutas.
Precondición	El usuario está ingresado en el sistema
Procedimiento	1. Seleccionar el usuario.
	2. Seleccionar las rutas que se le van a asignar.
	3. Hacer clic en Aceptar.
	4. Verificar que los datos cargados corresponden a los datos de los archivos cargados
Entrada	Usuario y ruta.
Resultados Encontrados	Las rutas han sido almacenadas en un manifiesto y se verificó que ha sido asignado al usuario seleccionado.

Tabla 3.22 Caso de Prueba: Gestión de Carga de Rutas

3.3.1.5 Caso de Prueba: Replicación de Información

Objetivo	Replicación de Información
Tipo de Usuario	Inspector, Administrador
Descripción	Esta prueba consiste en verificar que se realice la replicación de los datos.
Procedimiento	1. En la pantalla de sincronizar hacer clic en Aceptar.
Entrada	Datos no replicados
Resultados Encontrados	<p>El sistema replica los datos de las dos bases de datos por medio del uso de internet.</p> <p>Esto se lo verifica ya que una vez que se ha creado un manifiesto en el ambiente web, el usuario Inspector inicia sesión en el ambiente móvil y se verificó que las rutas que le asignaron estaban disponibles para empezar con sus tareas de campo.</p>

Tabla 3.23 Caso de Prueba: Replicación de Información

3.3.1.6 Caso de Prueba: Gestión de Clientes

Objetivo	Gestión de Clientes.
Tipo de Usuario	Administrador, Inspector, Supervisor de Inspecciones.
Descripción	Esta prueba consiste en verificar que se pueda realizar la creación, modificación de clientes.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ingresa a la pantalla de gestión de clientes. 2. Escoger la opción que se desea ejecutar.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Crear</i>, se ingresa la información del nuevo cliente.

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Consultar</i>, se ingresan los parámetros por los cuales se desean buscar a los clientes.
Resultados Encontrados	Se verifico ejemplos con cada uno de los escenarios de crear un nuevo cliente y consultar la información de un cliente. Además se verificó que es posible exportar y visualizar en el Google Earth las posiciones georreferenciadas de los clientes.

Tabla 3.24 Caso de Prueba: Gestión de Clientes

3.3.1.7 Caso de Prueba: Crear Catastro

Objetivo	Crear Catastro
Tipo de Usuario	Inspector, Administrador.
Descripción	Esta prueba consiste en verificar que en el dispositivo móvil es posible la creación de un nuevo catastro.
Procedimiento	1. Seleccionar la pantalla de crear catastros.
	2. En el formulario que se muestra se debe ingresar la información requerida.
	3. Se debe tomar la foto del medidor.
	4. Se debe tomar la foto del predio.
	5. Se debe capturar la posición GPS del predio.
	6. Una vez ingresada toda la información requerida se selecciona el botón crear.
	7. Se acepta el mensaje de confirmación en el que el prototipo informa que el catastro ha sido creado correctamente.

Entrada	Datos del predio, foto de medidor, foto del predio, posición GPS.
Resultados Encontrados	Una vez que se ingresó toda la información solicitada en el formulario se buscó el nuevo catastro y se lo pudo visualizar tanto en el ambiente móvil, como en el ambiente web luego de realizar la sincronización de información.

Tabla 3.25 Caso de Prueba: Crear Catastro

3.3.1.8 Caso de Prueba: Actualizar Catastro

Objetivo	Actualizar Catastro
Tipo de Usuario	Inspector, Administrador.
Descripción	Esta prueba consiste en verificar que en el dispositivo móvil es posible modificar la información de un catastro.
Procedimiento	1. Seleccionar la pantalla de actualizar catastros.
	2. Se muestra un formulario en el que se carga la información almacenada en el prototipo del catastro actual.
	3. Se va reemplazando la información actual con la nueva información recolectada gracias al proceso de inspecciones de campo.
	4. En caso de que sea necesario cambiar la foto del medidor, se debe tomar una nueva foto.
	5. En caso de que sea necesario cambiar la foto del predio, se debe tomar una nueva foto.

	6. En caso de que sea necesario cambiar la posición GPS del predio, se debe capturar la nueva posición GPS del predio.
	7. Una vez ingresada toda la información que se desea modificar se selecciona el botón guardar.
	8. Se acepta el mensaje de confirmación en el que el prototipo informa que el catastro ha sido actualizado correctamente.
Entrada	Datos del predio, foto de medidor, foto del predio, posición GPS.
Resultados Encontrados	Una vez que se ingresó toda la información solicitada en el formulario se buscó el catastro que ha sido actualizado y se lo pudo visualizar tanto en el ambiente móvil, como en el ambiente web luego de realizar la sincronización de información.

Tabla 3.26 Caso de Prueba: Actualizar Catastro

3.3.1.9 Caso de Prueba: Buscar Catastro

Objetivo	Buscar Catastro
Tipo de Usuario	Inspector, Supervisor de Inspecciones, Administrador.
Descripción	Esta prueba consiste en realizar una búsqueda de un catastro.
Procedimiento	1. En la pantalla de búsqueda de catastros se debe ingresar los parámetros que van a filtrar al catastro.
	2. Seleccionar en Buscar.

	3. En la pantalla se muestra un formulario con la información del predio buscado.
	4. Si la búsqueda se la realiza en el Ambiente Web hay la posibilidad de exportar y visualizar en Google Earth las posiciones georreferenciadas de los predios.
Entrada	Parámetros de búsqueda.
Resultados Encontrados	<p>Esta prueba se la realizó para verificar funcionalidades como modificación y creación de catastros. En donde se pudo filtrar satisfactoriamente los predios.</p> <p>Cuando se realizó la búsqueda de catastros en el Ambiente Web se verificó que se puede exportar y visualizar la posición georreferenciada de los predios filtrados.</p>

Tabla 3.27 Caso de Prueba: Buscar Catastro

3.3.1.10 Caso de Prueba: Reportes del Prototipo

Objetivo	Reportes del Prototipo
Tipo de Usuario	Supervisor de Inspecciones, Administrador
Descripción	Esta prueba consiste en verificar la generación de los reportes que tiene el prototipo.
Procedimiento	<p>1. En la pantalla de reportes seleccionar cualquiera de los dos que se encuentran disponibles.</p> <p>2. Una vez seleccionado el reporte se debe generar el reporte ingresando los criterios de filtrado en caso de requerirlo.</p>

	3. Se debe visualizar la información presentada por el reporte.
Entrada	Criterios de filtrado en la información
Resultados Encontrados	Se verificó la generación de los dos reportes que tiene el prototipo. Pudiendo visualizar satisfactoriamente la información requerida.

Tabla 3.28 Caso de Prueba: Reportes del Prototipo

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Como se mostró en el estudio Costo-Beneficio con la implementación del presente prototipo de solución móvil se redujeron principalmente costos en un 48,36%. Esta disminución es debido a que se reduce el personal operativo, ya que con la implementación del prototipo de inspecciones de campo, ya no es necesario tener a personal de digitación, debido a que con el apoyo del prototipo ya no es necesario digitar la información recopilada durante los censos. Además reduce el tiempo que toma realizar una inspección de campo, permitiendo realizar mayor número de inspecciones en el mismo tiempo.
- La selección de RUP y UML como metodología de desarrollo y lenguaje de modelado en el presente proyecto no fue complicado de implementarlo ya que el proceso de inspecciones de campo está bien definido y no es

propenso a cambios continuos. Además el desarrollo del prototipo se ajustó al cronograma planificado en base a la planificación realizada.

- Las Empresas de Energía Eléctrica al tener georreferenciados a sus usuarios mediante coordenadas GPS, pueden usar dichas coordenadas para generar mapas georreferenciados con diversos propósitos, por ejemplo, mapas para conocer las áreas de cobertura del servicio de energía eléctrica, generación de mapas de las rutas actuales para que se analice si es posible que sean optimizadas.
- Durante la etapa de diseño del prototipo fue de gran ayuda el uso de UML, debido a que ayudó a conceptualizar de manera muy detallada la forma en la que se van a implementar los ambientes que componen a prototipo. Apoyando al entendimiento de la estructura de los ambientes web y móvil del prototipo y a cada uno de sus componentes. Además el nivel de detalle de los diagramas fue suficiente para entender la estructura de los componentes

4.2 RECOMENDACIONES

- El prototipo de solución móvil presentado en el presente proyecto de titulación podría ser adaptado e implementado a otras realidades de negocio que necesiten tener la información sincronizada y que puedan funcionar sin la necesidad de estar siempre conectadas con el servidor central de base de datos. Como por ejemplo levantamiento de información catastral de predios, inspecciones de locales comerciales realizadas por el SRI, inspecciones de campo a usuarios de agua potable, entre otras.
- Ya que se trata de un prototipo se optó por la utilización de una licencia de SQL Server 2012 Developer Edition que es ideal para pocos usuarios conectados a la base de datos y por lo general es utilizada en ambientes de prueba, aunque se puede utilizar en ambientes de producción, tiene la

limitante del número de usuarios que pueden conectarse a la base de datos. En el caso de que se requiera implementar el prototipo en un ambiente con gran número de inspectores de campo, se recomienda adquirir la licencia de la versión Enterprise.

- Si el presente proyecto de titulación se lo va a aplicar para realizar inspecciones de campo en predios rurales se debería recalcularse el número de inspecciones que se pueden realizar diariamente por un inspector ya que se debe tomar en cuenta las distancias entre los predios y el tiempo de movilización hasta llegar al sector donde se van a realizar las inspecciones de campo.
- Durante la etapa de selección de las herramientas de desarrollo se encontró que existe la versión Windows Embedded Handheld 8.1 que es la que sustituye a Windows Mobile, sin embargo este sistema operativo aún no cuenta con funcionalidades que se tenían en Windows Mobile como es el soporte para replicación de bases de datos. Basado en eso se recomienda que cuando la plataforma se encuentre más madura en cuanto a las funcionalidades que brinda, se migre el desarrollo a dicha plataforma.
- Una vez que se han obtenido las posiciones GPS de cada uno de los predios que forman parte de una ruta, el prototipo permite exportar dichas posiciones mediante un archivo *.kml para que pueda ser visualizado en el Google Earth. Sin embargo existen otros programas que permiten visualizar en su interfaz de usuario este tipo de archivos, por lo que se podrían realizar integraciones no solo con Google Earth, sino con Google Maps, ArcGis, entre los más importantes. Para lo cual se recomienda revisar la API de integración que tiene cada uno de estos programas.
- El Gobierno del Ecuador ha estructurado un plan maestro con el objetivo de mejorar y fortalecer el sector eléctrico en el país, el cual está compuesto por

un conjunto de proyectos, uno de estos es el PLANREP que en el informe de rendición de cuentas del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable se puede observar que los planes de control de las pérdidas de energía han bajado en los últimos seis años.

- La integración del prototipo de solución móvil propuesto con Google Earth es de gran utilidad ya que al ser una aplicación de fácil uso y gratuita, se pueden visualizar a los clientes, catastros y rutas en el globo terráqueo sin la necesidad de adquirir licencias. En caso de que se decida hacer una versión para producción, se debería analizar la necesidad de adquirir licencias de uso de Google Earth.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Índices de Protección IP

Los códigos IP describen los grados de protección de carcasas con respecto a sólidos, líquidos e impactos.

La International Electrotechnical Commission, IEC, estableció este sistema en su Estándar 60529. Puede ser una guía para ayudar a proteger la vida útil de un equipamiento, además de actuar como un factor de apoyo para hacer una decisión de compra mejor informada.

Los códigos consisten en dos letras (IP) y tres números, aunque el tercer dígito referente a la protección impactos mecánicos es generalmente omitido.

Códigos de protección IP del IEC contra personas, sólidos, líquidos e impactos				
	Primer dígito		Segundo dígito	Tercer dígito (opcional)
	Protección contra contacto de personas	Protección contra sólidos	Protección contra líquidos (cuerpos extraños)	Protección contra impactos mecánicos
0	Sin protección	Sin protección	Sin protección	Sin protección
1	Protección contra contacto con áreas importantes del cuerpo (mano)	Protección contra objetos sólidos grandes de más de 50 mm de diámetro	Protección contra gotas de agua cayendo verticalmente	Protección contra impactos de 0,225 julios (0,15 Kg @ 15 cm)
2	Protección contra contacto con el dedo	Protección contra objetos sólidos medianos de más de 12 mm de diámetro	Protección contra rocíos directos de agua cayendo hasta a 15° de la vertical	Protección contra impactos de 0,375 julios (0,25 Kg @ 15 cm)
3	Protección contra cables y herramientas de más de 2,5 mm de diámetro	Protección contra objetos sólidos pequeños de más de 2,5 mm de diámetro	Protección contra rocíos directos de agua cayendo hasta a 60° de la vertical	Protección contra impactos de 0,5 julios (0,25 Kg @ 20 cm)
4	Protección contra cables y herramientas de más de 1 mm de diámetro	Protección contra objetos sólidos redondos de más de 1 mm de diámetro	Protección contra rocíos directos de agua desde todas direcciones	Protección contra impactos de 1 julio (0,5 Kg @ 20 cm)
5	Protección completa	Protección contra depósitos de polvo	Protección contra chorros de agua a	Protección contra impactos de 2

			baja presión desde todas direcciones	julios (0,5 Kg @ 40 cm)
6	Protección completa	Protección completa contra entrada de polvo	Protección contra fuertes chorros de agua de todas direcciones (olas)	Protección contra impactos de 4 julios (1 Kg @ 40 cm)
7			Protección contra cortos plazos de inmersión - de 15 cm a 1 m	Protección contra impactos de 6 julios (1,5 Kg @ 40 cm)
8			Protección contra largos períodos de inmersión bajo presión	Protección contra impactos de 10 julios (5 Kg @ 20 cm)
9				Protección contra impactos de 20 julios (5 Kg @ 40 cm)

Fuente: IEC 60529 – Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures. International Electrotechnical Commission, Suiza. www.iec.ch

Predio

Es el espacio físico (terreno) en donde se encuentra localizado el cliente suscriptor del servicio de energía eléctrica.

Alta tensión

Nivel de voltaje superior a 40 kV., y está asociado con la Transmisión de Energía Eléctrica.

Media tensión

Instalaciones y equipos del sistema del Distribuidor, que operan a voltajes entre 600 voltios y 40 kV.

Baja tensión

Instalaciones y equipos del sistema del Distribuidor que operan a voltajes inferiores a los 600 voltios.

Empresa Generadora

Son aquellas empresas que se encargan de producir energía eléctrica, destinada al mercado local o internacional.

Empresa Transmisora

Estas empresas se encargan de la transmisión y transformación de la tensión, desde de empresa generadora hasta la empresa distribuidora.

Empresa Distribuidora

Es la encargada de suministrar el servicio de energía eléctrica a los clientes ubicados de una determinada área.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Conelec, "Plan Maestro de Electrificación 2009-2020," Ecuador, 2008.
- [2] MEER, "energia.gob.ec," MEER, 04 01 2013. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/plan-de-reduccion-de-perdidas-de-energia-electrica-planrep-2/>. [Accessed 17 06 2014].
- [3] MEER, "Informe de Rendición de Cuentas 2012," Quito, 2012.
- [4] Motorola, "ELSI," [Online]. Available: <http://www.elsi.es/get:3fe714a7f2b815541c1e6a45cd2774c0>. [Accessed 13 Mayo 2014].
- [5] Honeywell, "ELSI," [Online]. Available: <http://www.elsi.es/get:350bf7a336c1bdeaccce2ac322c0b7e4>. [Accessed 13 Mayo 2014].
- [6] Honeywell, "ELSI," [Online]. Available: <http://www.elsi.es/get:f59d9ef23aca3d64558f29ed67df7f11>. [Accessed 13 Mayo 2014].
- [7] Honeywell, [Online]. Available: <http://www.elsi.es/get:3d13482d1062769fae4b2409002bf37e>. [Accessed 13 Mayo 2014].
- [8] Motorola, "ELSI," [Online]. Available: <http://www.elsi.es/get:ebb4ccae7de093f4fef32d9c269ce387>. [Accessed 13 Mayo 2014].

- [9] PIDION, "Pidion Products," [Online]. Available: http://www.pidionproducts.com/pdfs/BIP6000_User_Manual_0430.pdf. [Accessed 14 Mayo 2014].
- [10] Infrared Data Association, "irdajp," [Online]. Available: <http://irdajp.info/>. [Accessed 19 Mayo 2014].
- [11] Bluetooth SIG, Inc, "bluetooth.org," [Online]. Available: <https://www.bluetooth.org> . [Accessed 18 04 2014].
- [12] Virtual, Inc, "nfc-forum," [Online]. Available: <http://nfc-forum.org/>. [Accessed 19 04 2014].
- [13] A. Rivera, "Sistemas Operativos Móviles," *PCWorld*, vol. I, no. 20734, pp. 40-44, 2012.
- [14] Claro, "CLARO," [Online]. Available: <http://www.claro.com.ec> . [Accessed 14 Junio 2014].
- [15] Movistar, "Movistar," [Online]. Available: <http://www.movistar.com.ec> . [Accessed 15 Junio 2014].
- [16] CNT, "CNT," [Online]. Available: <http://www.cnt.gob.ec> . [Accessed 20 Junio 2014].
- [17] JACOBSON I., BOOCH G., RUMBAUGH J., *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*, Addison Wesley, 2000.

- [18] Microsoft, "MSDN," [Online]. Available: [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4\(v=vs.90\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4(v=vs.90).aspx) . [Accessed 03 Julio 2014].
- [19] Microsoft, "MSDN," [Online]. Available: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh425099\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh425099(v=vs.110).aspx). [Accessed 04 Julio 2014].
- [20] Microsoft, "MSDN," [Online]. Available: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/f44bbwa1\(v=vs.90\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/f44bbwa1(v=vs.90).aspx). [Accessed 04 Julio 2014].
- [21] P. LeBlanc, Microsoft SQL Server 2012 Step by Step, Microsoft, 2011.
- [22] Microsoft, "MSDN," [Online]. Available: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms172037\(v=sql.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms172037(v=sql.100).aspx). [Accessed 06 Julio 2014].
- [23] Google, "Google Developers," [Online]. Available: https://developers.google.com/kml/documentation/kml_tut?hl=es. [Accessed 22 Julio 2014].
- [24] MEER, "Energia.gob.ec," [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/sistema-integrado-para-la-gestion-de-la-distribucion-electrica-sigde/>. [Accessed 15 Agosto 2014].
- [25] "XXIV Seminario Nacional del Sector Eléctrico Ecuatoriano - Área de Comercialización - Experiencias y Logros en la implementación de un nuevo Sistema SICO," Manabí, 2012.
- [26] "codekicks," [Online]. Available: <http://www.codekicks.com/2008/06/what-is-price-of-visual-studio-2008-how.html>. [Accessed 14 Diciembre 2014].

- [27] Microsoft, "Microsoft Store," [Online]. Available: http://www.microsoftstore.com/store/mseea/es_ES/pdp/SQL-Server-2014-Developer-Edition/productID.304683400. [Accessed 18 Diciembre 2014].
- [28] D. Bolton, "About Tech," [Online]. Available: http://cplus.about.com/od/learn/ss/csharpclasses_5.htm. [Accessed 16 Febrero 2015].

ANEXO 1

Lista de Empresas eléctricas y otros organismos.

EMPRESA	CIUDAD	WEB
EMPRESAS DISTRIBUIDORAS		
Corporación Nacional de Electrificación - CNEL	Guayaquil	gerenciageneral.cnel@gmail.com
Empresa Eléctrica Ambato S.A.	Ambato	www.eeasa.com.ec
Empresa Eléctrica Azogues C.A.	Azogues	www.eeazog.com.ec
Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.	Cuenca	www.centrosur.com.ec
Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A.	Galápagos	www.elecgalapagos.com.ec
Empresa Eléctrica Regional del Norte S.A.	Ibarra	www.emelnorte.com
Empresa Eléctrica Cotopaxi S.A.	Latacunga	www.elepcosa.com
Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.	Loja	www.eerssa.com
Empresa Eléctrica Quito S.A.	Quito	www.eeq.com.ec
EMPRESAS GENERADORAS		
Corporación Eléctrica del Ecuador - CELEC	Cuenca	www.celec.com.ec
ELECAUSTRO	Cuenca	www.elecaustro.gov.ec
HIDRONACIÓN	Guayaquil	www.hidronacion.org
ELECTROQUIL	Guayaquil	glarrea@duke-energy.com
ECOELECTRIC	Guayaquil	www.consorcionobis.com.ec
OTROS ORGANISMOS		
CENACE	Quito	www.cenace.org.ec
CONELEC	Quito	www.conelec.gov.ec
Ministerio de Electricidad y Energía Renovable	Quito	www.mer.gov.ec ⁶

⁶ Fuente: Interconexiones, Revista Energética, No. 70, Junio 2009

ANEXO 2

Replicación de Bases de Datos

La replicación se compone de dos elementos, un publicador y los suscriptores, en donde el publicador es el que almacena toda la información y se irá actualizando con la información de los suscriptores y viceversa.

La replicación depende de varios factores como:

- Entorno físico en el que se va a utilizar la aplicación.
- Cantidad de datos.
- Analizar los dispositivos que se van a utilizar, ya sean equipos portátiles o dispositivos móviles, y si estos son clientes o servidores.

Tipos de Replicación de Bases de Datos

Existen tres tipos de replicación de bases de datos, las cuales son:

- Transaccional
- Mezcla (Merge)
- De instantáneas

Replicación Transaccional, tiene como replicar la información por medio de transacciones, es decir una vez que se detecta un cambio en el publicador, se realiza el cambio y a continuación se replica la información al suscriptor garantizando la coherencia transaccional, por lo que los suscriptores son tratados como de solo lectura.

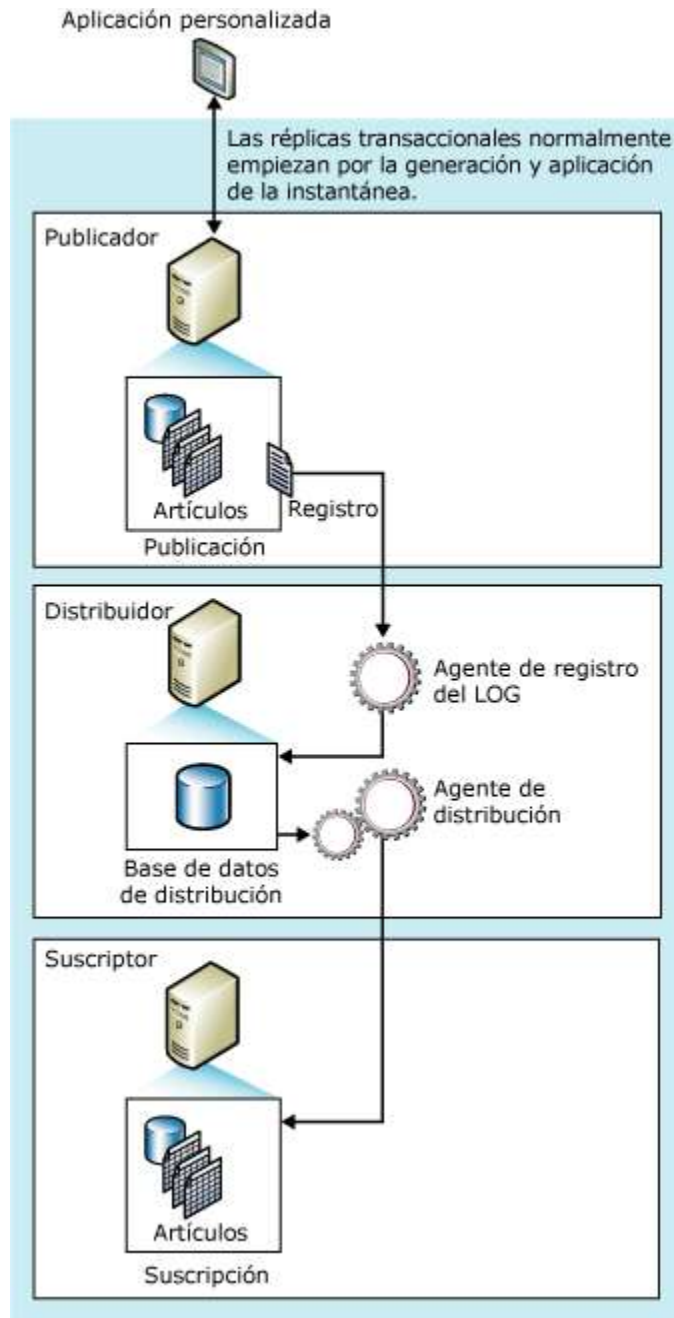


Figura 1: Funcionamiento de la Replicación Transaccional

Fuente: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms151176.aspx>

Replicación de instantáneas, en este tipo de replicación los datos son distribuidos tal como fueren apareciendo en un momento específico de tiempo, esta replicación no supervisa las actualizaciones de los datos. Al momento de la sincronización se produce una instantánea completa y es copiada a los suscriptores. Su implementación es recomendada cuando:

- Los datos no cambian muy seguido
- Pequeñas cantidades de datos son duplicadas
- No es importante que la información se encuentre desactualizada durante periodos de tiempo relativamente grandes.
- Si la cantidad de datos es muy grande, se van a ocupar muchos recursos al generar y aplicar la instantánea.

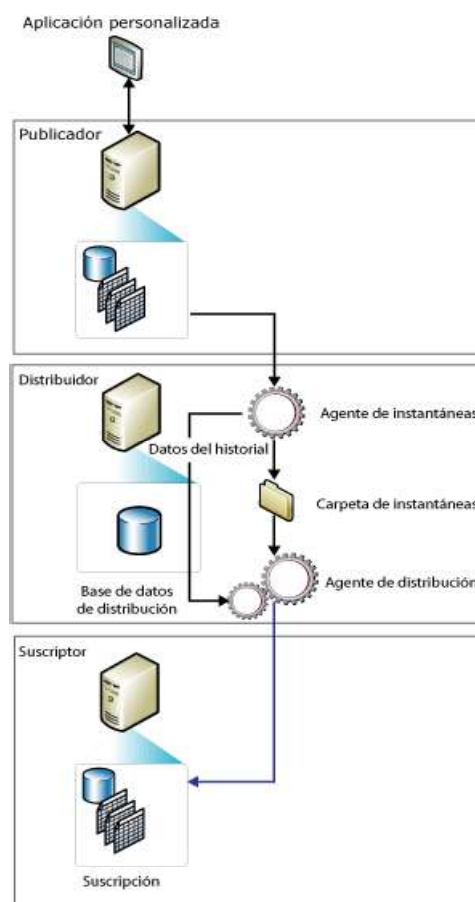


Figura 2: Funcionamiento de la Replicación de Instantáneas

Fuente: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms151832.aspx>

Replicación de Mezcla, este tipo de replicación tiene como característica principal que tanto el publicador como los suscriptores puedan funcionar de forma autónoma, y cuando se lo requiera se ejecute el proceso de actualización de las instantáneas de los objetos y se actualice la información que ha sido modificada.

Es por esta razón que se la aplica:

- Cuando los suscriptores tienen que actualizar varias veces los mismos datos.
- Cuando necesitan recibir datos, se permita realizar cambios sin conexión.
- Se necesita que se refleje solo cambios netos, es decir no como va cambiando el estado de los objetos.

El seguimiento de los cambios se lo realiza por medio de una columna rowguid que es colocada a todas las tablas, la cual se quita si la tabla es removida, los filtros no deben incluir la columna rowguid para identificar las filas.

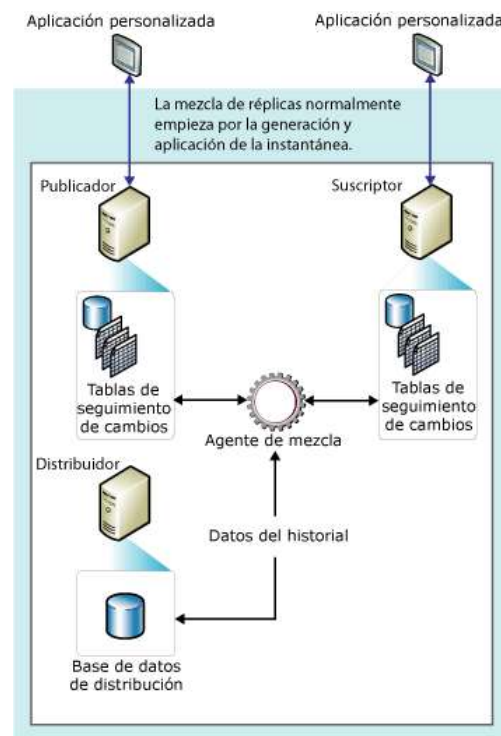


Figura 3: Funcionamiento de la Replicación de Mezcla

Fuente: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms152746.aspx>

Replicación por Internet

Esta replicación permita trabajar a los usuarios desconectados y remotos teniendo acceso a los datos cuando lo requieran mediante el internet.

Existen dos formas de implementarla, las cuales son:

- *Una red virtual privada (VPN)*, permite a usuarios trabajar desde su hogar o algún otro sitio mediante el internet manteniendo en una conexión segura y los usuarios se autentifican como si estuviesen en una red LAN. Todos los tipos de replications de Microsoft SQL Server se las puede implementar por medio de una red VPN.
- *Sincronización web para replicación de mezcla*, permite replicar los datos utilizando el protocolo HTTPS, esto es útil para sincronizar datos de usuarios móviles a través de Internet y sincronizar datos entre bases de datos de Microsoft SQL Server a través de un firewall corporativo. El agente de mezcla de cada uno de los equipos portátiles tiene una dirección URL de internet las cuales apuntan los componentes de replicación instalados en un equipo en que se ejecute Microsoft Internet Information Services (IIS). Mediante este modo los representantes pueden conectarse mediante cualquier conexión de internet disponible.

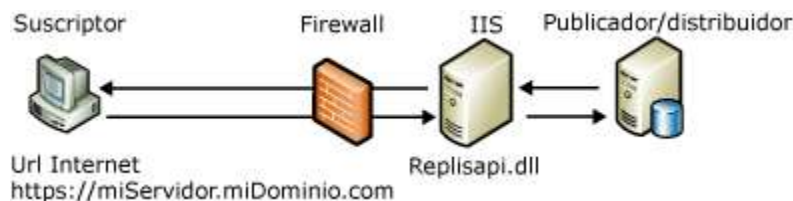


Figura 4: Funcionamiento de la Replicación de Mezcla

Fuente: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms151763.aspx>

Para llevar a cabo la sincronización se ejecutan los siguientes pasos⁷:

1. El Agente de mezcla se inicia en el suscriptor. El agente realiza las tareas siguientes:
 - a. Establece una conexión SQL con la base de datos de suscripciones.
 - b. Extrae cualquier cambio de la base de datos.
 - c. Realiza una solicitud HTTPS al equipo en el que se ejecuta IIS.
 - d. Carga los cambios en los datos como un mensaje XML.
2. El Reconciliador de replicación de mezcla y la Escucha de replicación de SQL Server hospedados en el equipo en el que se ejecuta IIS realizan lo siguiente:
 - a. Responden a la solicitud HTTPS.
 - b. Establecen una conexión SQL con la base de datos de publicación.
 - c. Aplican los cambios de carga en la base de datos de publicación.
 - d. Extraen los cambios de descarga para el suscriptor.
 - e. Devuelven una respuesta HTTPS al Agente de mezcla.
3. A continuación, el Agente de mezcla en el suscriptor acepta la respuesta HTTPS y aplica los cambios de descarga a la base de datos de suscripciones.

⁷ Fuente: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms151763.aspx>