

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LOCALIZACIÓN DE ZONAS DE PELIGRO POR ERUPCIÓN DEL VOLCÁN COTOPAXI

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

CHRISTIAN SANTIAGO PICHUCHO CHICAIZA
santypi@hotmail.com

DIRECTOR: Ing. María A. Hallo, Ph.D.
maria.hallo@epn.edu.ec

Quito, Junio 2017

DECLARACIÓN

Yo, Christian Santiago Pichucho Chicaiza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; 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.

Christian Santiago Pichucho Chicaiza

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Christian Santiago Pichucho Chicaiza, bajo mi supervisión.

Ing. María A. Hallo, Ph.D.
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Este merecido agradecimiento va para todos los docentes que han formado parte de mi vida estudiantil, porque los buenos docentes te motivan, te ahorran tiempo de aprendizaje y sobre todo con ellos se aprende a aprender que es lo más valioso en la vida profesional, gracias a todos mis docentes por enseñarme e instruirme.

Hago extensivo este agradecimiento a todos quienes que me han guiado y formado no solo como estudiante sino también como un buen hombre principalmente a los miembros de mi familia y amigos, explícitamente a mi mami Anita, mi abuelito "Pillín", mi hermano Danny y mi tía Loly quienes son mis referentes de valores morales, principios éticos y soporte espiritual.

Gracias Totales.

DEDICATORIA

*Manos las de mi madre, tan acariciadoras,
tan de seda, tan de ella, blandas y bienhechoras.
¡Sólo ellas son las santas, sólo ellas son las que aman,
las que todo prodigan y nada me reclaman!
¡Las que por aliviarme de dudas y querellas,
me sacan las espinas y se las clavan en ellas!*

*Para el ardor ingrato de recónditas penas,
no hay como la frescura de esas dos azucenas.
¡Ellas cuando la vida deja mis flores mustias
son dos milagros blandos apaciguando angustias!
Y cuando del destino me acosan las maldades,
son dos alas de paz sobre mis tempestades.*

*Ellas son las celestes; las milagrosas, ellas,
porque hacen que en mi sombra me florezcan estrellas.
Para el dolor, caricias; para el pesar, unción;
¡Son las únicas manos que tienen corazón!
(Rosal de rosas blancas de tersuras eternas:
aprended de blanduras en las manos maternas).*

Las manos de mi madre

Mario Benedetti

Dedicado a mi mami Anita.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
PRESENTACIÓN.....	2
CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	5
1.2.1 SCRUM.....	6
1.2.1.1 Componentes.....	6
1.2.1.2 Marco de Trabajo	7
1.2.2 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA....	8
1.2.3 ENFOQUE GEOGRÁFICO	8
1.2.4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO	9
1.2.4.1 Definición de Requerimientos.....	9
1.2.4.2 Planificación del Proyecto	12
1.2.4.3 Sprint	13
1.2.5 JUSTIFICACIÓN.....	23
1.3 SELECCIÓN DE LENGUAJES Y HERRAMIENTAS	27
1.3.1 HERRAMIENTAS DE MAPAS.....	27
1.3.1.1 APIs de Mapas	28
1.3.1.2 Ubicación basada en Navegador	30
1.3.2 OTROS LENGUAJES Y HERRAMIENTAS	31
1.3.2.1 HTML5	31
1.3.2.2 CSS3	31
1.3.2.3 JavaScript.....	32
1.3.2.4 SVG	32
1.3.2.5 KML.....	32
1.3.2.6 Google Fusion Tables	33
1.3.2.7 Notepad++.....	33
CAPITULO 2. DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	34
2.1 EQUIPO SCRUM.....	34
2.2 HISTORIAS DE USUARIO	34
2.3 LISTA DE PRODUCTO	36
CAPITULO 3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	38
3.1 VISIÓN	38
3.2 OBJETIVOS.....	38
3.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	38
3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	38
3.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	39
CAPITULO 4. SPRINT	40
4.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	40
4.1.1 PLANIFICACIÓN DE SPRINT	40
4.1.1.1 Objetivo del Sprint.....	40
4.1.1.2 Definición de Terminado.....	40

4.1.1.3	Lista de Sprint.....	41
4.1.2	REFINAMIENTO DE LA LISTA DE PRODUCTO.....	42
4.1.3	ADQUISICIÓN DE DATOS.....	43
4.2	ANÁLISIS & DISEÑO.....	43
4.2.1	DISEÑO DE INCREMENTO.....	43
4.2.1.1	Casos de Uso.....	44
4.2.1.2	Diseño del Sistema.....	53
4.2.1.3	Diseño de Base de Datos.....	54
4.2.1.4	Diseños de Interfaces Gráficas de Usuario.....	55
4.2.1.5	Guiones Gráficos de Interfaz Gráfica de Usuario.....	61
4.2.1.6	Prototipo de Interfaces Gráficas de Usuario.....	63
4.2.1.7	Especificaciones de Informes.....	68
4.2.1.8	Especificaciones de Mapas.....	68
4.2.2	EXAMEN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	69
4.3	IMPLEMENTACIÓN & PRUEBAS DE DESARROLLO.....	71
4.3.1	SCRUM DIARIO.....	72
4.3.2	GRÁFICOS DE TRABAJO PENDIENTE.....	74
4.3.3	INCREMENTO.....	75
4.3.3.1	Desarrollo de Bases de Datos.....	75
4.3.3.2	Consultas por Ubicaciones Geográficas.....	76
4.3.3.3	Menú de Interfaz Gráfica de Usuario.....	79
4.3.4	PRUEBAS UNITARIAS.....	82
4.4	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD & PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.....	82
4.4.1	PLANIFICACIÓN DE PRUEBAS Y CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO.....	83
4.4.1.1	Planificación de Pruebas.....	83
4.4.1.2	Configuración del Entorno.....	85
4.4.2	PRUEBAS Y ESTABILIZACIÓN.....	87
4.4.2.1	Pruebas Unitarias.....	87
4.4.2.2	Pruebas de Aceptación del Usuario.....	88
4.4.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	88
4.4.3.1	Pruebas Unitarias.....	88
4.4.3.2	Pruebas de Aceptación del Usuario.....	89
4.5	DESPLIEGUE.....	89
4.5.1	CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO.....	89
4.5.2	APOYO OPERACIONAL.....	90
4.6	EVALUACIÓN.....	90
4.6.1	REVISIÓN DE SPRINT.....	90
4.6.2	RETROSPECTIVA DE SPRINT.....	91
CAPITULO 5.	OTROS SPRINTS.....	92
5.1	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....	92
5.1.1	PLANIFICACIÓN DE SPRINT.....	92
5.1.1.1	Objetivo del Sprint.....	92
5.1.1.2	Definición de Terminado.....	92
5.1.1.3	Lista de Sprint.....	93
5.1.2	REFINAMIENTO DE LA LISTA DE PRODUCTO.....	94
5.1.3	ADQUISICIÓN DE DATOS.....	95
5.2	ANÁLISIS & DISEÑO.....	95

5.2.1	DISEÑO DE INCREMENTO.....	95
5.2.1.1	Diseños de Interfaces Gráficas de Usuario.....	95
5.2.1.2	Guiones Gráficos de Interfaz Gráfica de Usuario.....	102
5.2.2	EXAMEN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	107
5.3	IMPLEMENTACIÓN & PRUEBAS DE DESARROLLO.....	108
5.3.1	SCRUM DIARIO.....	108
5.3.2	GRÁFICOS DE TRABAJO PENDIENTE.....	110
5.3.3	INCREMENTO.....	111
5.3.3.1	Desarrollo de Bases de Datos.....	111
5.3.3.2	Consultas por Ubicación Geográfica.....	111
5.3.3.3	Mapas por erupción del Cotopaxi.....	113
5.3.3.4	Búsqueda de Sitios por ubicación.....	118
5.3.3.5	Búsqueda de Rutas hacia Sitios.....	120
5.3.3.6	Informe de Situación actual del Cotopaxi.....	122
5.3.4	PRUEBAS UNITARIAS.....	123
5.4	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD & PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.....	124
5.4.1	PLANIFICACIÓN DE PRUEBAS Y CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO.....	125
5.4.1.1	Planificación de Pruebas.....	125
5.4.1.2	Configuración del Entorno.....	131
5.4.2	PRUEBAS Y ESTABILIZACIÓN.....	131
5.4.2.1	Pruebas Unitarias.....	131
5.4.2.2	Pruebas de Aceptación del Usuario.....	133
5.4.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	135
5.4.3.1	Pruebas Unitarias.....	135
5.4.3.2	Pruebas de Aceptación del Usuario.....	135
5.5	DESPLIEGUE.....	136
5.5.1	CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO.....	136
5.5.2	APOYO OPERACIONAL.....	136
5.6	EVALUACIÓN.....	136
5.6.1	REVISIÓN DE SPRINT.....	136
5.6.2	RETROSPECTIVA DE SPRINT.....	137
CAPITULO 6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	138
6.1	CONCLUSIONES.....	138
6.2	RECOMENDACIONES.....	139
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
	ANEXOS.....	143
	GLOSARIO.....	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulario de orientación tradicional vs. orientación ágil [10].	24
Tabla 2. Formulario de cumplimiento de principios ágiles [10].	24
Tabla 3. Formulario de elección de una metodología ágil [10].	25
Tabla 4. Comparación de APIs de mapas [15].	30
Tabla 5. Soporte de especificación de API de geolocalización en principales navegadores [15].	31
Tabla 6. Equipo scrum del proyecto.	34
Tabla 7. Historias de usuario del proyecto.	34
Tabla 8. Lista de producto del proyecto.	36
Tabla 9. Cronograma de actividades del proyecto.	39
Tabla 10. Planificación de Sprint 1 del proyecto.	40
Tabla 11. Lista de Sprint 1 del proyecto.	41
Tabla 12. Lista de producto refinada de Sprint 1 del proyecto.	42
Tabla 13. Clasificación de usuarios del sistema.	45
Tabla 14. Caso de Uso: Mostrar mapa.	47
Tabla 15. Caso de Uso: Seleccionar zona o ruta.	48
Tabla 16. Caso de Uso: Marcar en mapa ubicación.	49
Tabla 17. Caso de Uso: Seleccionar sitio.	49
Tabla 18. Caso de Uso: Seleccionar ubicación geográfica.	50
Tabla 19. Caso de Uso: Buscar sitios cercanos por ubicación.	51
Tabla 20. Caso de Uso: Buscar rutas por sitio.	52
Tabla 21. Caso de Uso: Mostrar informe de situación actual.	52
Tabla 22. Caso de Uso: Gestión de información del sistema.	53
Tabla 23. Símbolos para diseños de interfaces gráficas de usuario.	55
Tabla 24. Especificación de informe de situación actual del volcán.	68
Tabla 25. Especificación de mapas por erupción del Cotopaxi.	68
Tabla 26. Histórico de trabajo restante de Sprint 1 del proyecto.	72
Tabla 27. Resumen de gestión de tareas de Sprint 1 del proyecto.	73
Tabla 28. Resumen de pruebas unitarias de desarrollo de Sprint 1 del proyecto.	82
Tabla 29. Caso de Prueba: Localizar zonas de peligro.	83
Tabla 30. Caso de Prueba: Localizar rutas de evacuación.	83
Tabla 31. Caso de Prueba: Localizar sitios seguros.	83
Tabla 32. Caso de Prueba: Localizar centros de salud.	84
Tabla 33. Caso de Prueba: Localizar albergues.	84
Tabla 34. Caso de Prueba: Localizar usuario.	84
Tabla 35. Caso de Prueba: Navegar en sistema.	85
Tabla 36. Especificación de requisitos de hardware y software de entorno de pruebas.	85
Tabla 37. Resumen de pruebas unitarias de Sprint 1 del proyecto.	87
Tabla 38. Resumen de pruebas de aceptación del usuario de Sprint 1 del proyecto.	88
Tabla 39. Especificación de requisitos de hardware y software de entorno de producción.	89
Tabla 40. Planificación de Sprint 2 del proyecto.	92
Tabla 41. Lista de Sprint 2 del proyecto.	93
Tabla 42. Lista de producto refinada de Sprint 2 del proyecto.	94
Tabla 43. Símbolos para diseños de interfaces gráficas de usuario.	95
Tabla 44. Histórico de trabajo restante de Sprint 2 del proyecto.	108
Tabla 45. Resumen de gestión de tareas de Sprint 2 del proyecto.	109

Tabla 46. Resumen de pruebas unitarias de desarrollo de Sprint 2 del proyecto.	123
Tabla 47. Caso de Prueba: Localizar ubicación.	125
Tabla 48. Caso de Prueba: Visualizar zonas de peligro.	125
Tabla 49. Caso de Prueba: Visualizar rutas de evacuación.	126
Tabla 50. Caso de Prueba: Visualizar sitios seguros.	126
Tabla 51. Caso de Prueba: Visualizar centros de salud.	127
Tabla 52. Caso de Prueba: Visualizar albergues.	127
Tabla 53. Caso de Prueba: Buscar sitios seguros.	127
Tabla 54. Caso de Prueba: Buscar centros de salud.	128
Tabla 55. Caso de Prueba: Buscar albergues.	129
Tabla 56. Caso de Prueba: Buscar rutas a sitio seguro.	129
Tabla 57. Caso de Prueba: Buscar rutas a centro de salud.	130
Tabla 58. Caso de Prueba: Buscar rutas a albergue.	130
Tabla 59. Caso de Prueba: Informe de situación actual del Cotopaxi.	131
Tabla 60. Resumen de pruebas unitarias de Sprint 2 del proyecto.	132
Tabla 61. Resumen de pruebas de aceptación del usuario de Sprint 2 del proyecto.	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método de Scrum [6].	7
Figura 2. Metodología de Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica de Esri [7].	8
Figura 3. Método de Enfoque Geográfico [8].	9
Figura 4. Lista de producto.	11
Figura 5. Elementos de la lista de producto.	12
Figura 6. Metodología de desarrollo [5].	13
Figura 7. Flujo de eventos dentro del sprint [5].	14
Figura 8. Lista de sprint.	17
Figura 9. Herramienta de flujo de trabajo para selección de metodologías ágiles [14].	27
Figura 10. Diagrama de casos de uso de alto nivel del sistema.	44
Figura 11. Diagrama de casos de uso detallados del sistema.	45
Figura 12. Diagrama de casos de uso de alto nivel del sistema para principiante.	46
Figura 13. Diagrama de casos de uso de alto nivel del sistema para intermedio o avanzado.	46
Figura 14. Diagrama de casos de uso de alto nivel del sistema para administrador.	46
Figura 15. Arquitectura del sistema.	54
Figura 16. Diseño de base de datos del sistema.	55
Figura 17. Diseño de interfaz gráfica de usuario inicial.	57
Figura 18. Diseño de interfaz gráfica de usuario inicial con menú.	58
Figura 19. Diseño de interfaz gráfica de usuario principal.	58
Figura 20. Diseño de interfaz gráfica de usuario de zonas de peligro.	59
Figura 21. Diseño de interfaz gráfica de usuario de rutas de evacuación.	59
Figura 22. Diseño de interfaz gráfica de usuario de sitios seguros.	60
Figura 23. Diseño de interfaz gráfica de usuario de centros de salud.	60
Figura 24. Diseño de interfaz gráfica de usuario de albergues.	61
Figura 25. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de menú.	61
Figura 26. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de zonas de peligro.	62
Figura 27. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de rutas de evacuación.	62
Figura 28. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de sitios seguros.	62
Figura 29. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de centros de salud.	63
Figura 30. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de albergues.	63
Figura 31. Prototipo de interfaz gráfica de usuario inicial.	64
Figura 32. Prototipo de interfaz gráfica de usuario inicial con menú.	64
Figura 33. Prototipo de interfaz gráfica de usuario principal.	65
Figura 34. Prototipo de interfaz gráfica de usuario de zonas de peligro.	65
Figura 35. Prototipo de interfaz gráfica de usuario de rutas de evacuación.	66
Figura 36. Prototipo de interfaz gráfica de usuario de sitios seguros.	66
Figura 37. Prototipo de interfaz gráfica de usuario de centros de salud.	67
Figura 38. Prototipo de interfaz gráfica de usuario de albergues.	67
Figura 39. Gráfico de trabajo restante por día de Sprint 1 del proyecto.	74
Figura 40. Gráfico de trabajo por hacer y en ejecución de Sprint 1 del proyecto.	75
Figura 41. Consulta por zonas de peligro en Google Maps.	76
Figura 42. Consulta por rutas de evacuación en Google Maps.	77
Figura 43. Consulta por sitios seguros en Google Maps.	77
Figura 44. Consulta por centros de salud en Google Maps.	78
Figura 45. Consulta por albergues en Google Maps.	78

Figura 46. Consulta por ubicación de usuario en Google Maps.	79
Figura 47. Menú de interfaz gráfica de usuario de zonas de peligro del sistema.	79
Figura 48. Menú de interfaz gráfica de usuario de rutas de evacuación del sistema.	80
Figura 49. Menú de interfaz gráfica de usuario de sitios seguros del sistema.	80
Figura 50. Menú de interfaz gráfica de usuario de centros de salud del sistema.	81
Figura 51. Menú de interfaz gráfica de usuario de albergues del sistema.	81
Figura 52. Diseño de interfaz gráfica de usuario de amenazas.	96
Figura 53. Diseño de interfaz gráfica de usuario de lahares.	97
Figura 54. Diseño de interfaz gráfica de usuario de ubicación de usuario.	97
Figura 55. Diseño de interfaz gráfica de usuario de ubicación por mapa.	98
Figura 56. Diseño de interfaz gráfica de usuario de ubicación por dirección.	98
Figura 57. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de sitios seguros cercanos.	99
Figura 58. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de centros de salud cercanos.	99
Figura 59. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de albergues cercanos.	100
Figura 60. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de rutas hacia sitio seguro.	100
Figura 61. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de rutas hacia centro de salud.	101
Figura 62. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de rutas hacia albergue.	101
Figura 63. Diseño de interfaz gráfica de usuario de informe de situación actual del Cotopaxi. ...	102
Figura 64. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de amenazas.	102
Figura 65. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de lahares.	103
Figura 66. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de ubicación de usuario.	103
Figura 67. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de ubicación por mapa.	103
Figura 68. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de ubicación por dirección.	104
Figura 69. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de sitios seguros.	104
Figura 70. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de centros de salud.	104
Figura 71. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de albergues.	105
Figura 72. Guion gráfico de interfaz gráfica de búsqueda de rutas hacia sitio seguro.	105
Figura 73. Guion gráfico de interfaz gráfica de búsqueda de rutas hacia centro de salud.	106
Figura 74. Guion gráfico de interfaz gráfica de búsqueda de rutas hacia albergue.	107
Figura 75. Guion gráfico de interfaz gráfica de informe de situación actual del Cotopaxi.	107
Figura 76. Gráfico de trabajo restante por día de Sprint 2 del proyecto.	110
Figura 77. Gráfico de trabajo por hacer y en ejecución de Sprint 2 del proyecto.	111
Figura 78. Consulta de ubicación por mapa.	112
Figura 79. Consulta de ubicación por dirección.	112
Figura 80. Mapa de amenazas por erupción del Cotopaxi – Norte.	113
Figura 81. Mapa de amenazas por erupción del Cotopaxi – Sur.	114
Figura 82. Mapa de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi – Norte.	114
Figura 83. Mapa de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi – Sur.	115
Figura 84. Mapa de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi – Oriente.	115
Figura 85. Mapa e información de zonas de peligro por erupción del Cotopaxi.	116
Figura 86. Mapa e información de rutas de evacuación por erupción del Cotopaxi.	116
Figura 87. Mapa e información de sitios seguros por erupción del Cotopaxi.	117
Figura 88. Mapa e información de centros de salud por erupción del Cotopaxi.	117
Figura 89. Mapa e información de Albergues por erupción del Cotopaxi.	118
Figura 90. Búsqueda de sitios seguros por ubicación geográfica.	119
Figura 91. Búsqueda de centros de salud por ubicación geográfica.	119
Figura 92. Búsqueda de albergues por ubicación geográfica.	120

Figura 93. Búsqueda de rutas desde ubicación geográfica hacia sitio seguro.....	121
Figura 94. Búsqueda de rutas desde ubicación geográfica hacia centro de salud.....	121
Figura 95. Búsqueda de rutas desde ubicación geográfica hacia albergue.	122
Figura 96. Informe de situación actual del Cotopaxi.	122

RESUMEN

En el capítulo inicial se describe el problema con el fin de que el lector tenga una buena idea de los fenómenos volcánicos, también se define la metodología de desarrollo del sistema basada principalmente en *Scrum* donde se incluyen descripciones de las fases, equipos, roles, reuniones y artefactos de la metodología e incluso se justifica la selección de la metodología, además se hace una breve descripción de lenguajes y herramientas utilizados. En el segundo capítulo de este trabajo se definen los requerimientos del sistema basados en historias de usuario. En el tercer capítulo se realiza la planificación del proyecto de desarrollo del sistema donde se definen la visión, los objetivos y el cronograma de actividades del proyecto. En el cuarto y quinto capítulo se hace una presentación detallada de cada una de las iteraciones necesarias para el desarrollo del sistema, donde se incluye en cada iteración las actividades de desarrollo de análisis de requerimientos, análisis y diseño, implementación y pruebas de desarrollo, aseguramiento de la calidad y pruebas de aceptación, despliegue y evaluación. Finalmente, en el sexto capítulo se presenta conclusiones y recomendaciones del trabajo de titulación.

Además, se presenta una serie de Anexos, en los cuales se puede encontrar información detallada que no había sido incluida en el cuerpo del texto principal con el fin de no oscurecerlo. Se describe en los anexos: A) Descarga de datos para localización geográfica; y, B) Revisión de datos con ubicaciones geográficas duplicadas.

PRESENTACIÓN

El volcán Cotopaxi es uno de los volcanes más peligrosos en Ecuador, sobre todo por la constante amenaza relacionada a la generación de fenómenos volcánicos como: caídas de ceniza, pómez y escoria; coladas de lava; flujos piroclásticos; y flujos de lodo y escombros (lahares), que en el pasado afectaron enormemente a las poblaciones cercanas al volcán [1, p. 3].

Actualmente las aplicaciones de mapas en línea tienen una gran masa de usuarios con fines informativos, principalmente a través de computadores personales y dispositivos móviles [2, p. 11], por lo que se debe investigar el uso de estas aplicaciones para localizar geográficamente: los peligros y sus zonas de influencia; rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues próximos a las zonas de peligros en caso de una erupción del volcán Cotopaxi.

Este trabajo de titulación se presenta como un instrumento para la planificación, personal o familiar, de una adecuada reacción en caso de emergencia, de modo que, la comunidad en general conozca un poco más acerca de las posibles consecuencias que podrían ocasionar futuros lahares y otros fenómenos volcánicos por una eventual erupción del volcán Cotopaxi [1, p. 3].

Esperamos que este sistema ayude al usuario a tener una mejor idea sobre la ubicación geográfica de los peligros volcánicos asociados con el Cotopaxi, y que como consecuencia asuma con mayor seguridad y responsabilidad su rol en las tareas de mitigación del peligro volcánico.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El volcán Cotopaxi es un volcán activo y actualmente en erupción, ubicado a 60 Km de Quito y 45 Km de Latacunga, cubierto con un glaciar de 14 Km² y 0.7 Km³, sus deshielos son drenados por quebradas que alimentan tres sistemas fluviales principales: el río Cutuchi al occidente y al sur; el río Tambo al oriente; y el río Pita al norte. Este volcán y las planicies y páramos aledaños constituyen el Parque Nacional Cotopaxi, una zona turística con miles de visitantes por año, además, las áreas ubicadas al occidente del volcán son zonas agrícolas y ganaderas de gran importancia [3, pp. 13-14].

Desde 1532 el Cotopaxi ha presentado cinco ciclos eruptivos principales (1532-1534, 1742-1744, 1766-1768, 1853-1854, 1877-1880), con trece erupciones mayores dentro de estos ciclos, presentando lahares y otros fenómenos volcánicos. Estos fenómenos volcánicos afectaron severamente las zonas aledañas al volcán, causando importantes daños a propiedades, especialmente al sector agropecuario, así como pérdidas de vidas humanas y crisis económicas regionales [3, p. 15].

Los diferentes tipos de fenómenos volcánicos que pueden tener lugar durante una erupción del volcán Cotopaxi son [3, pp. 29-54]:

- *Sismos volcánicos*: La mayoría de volcanes presentan actividad sísmica, en períodos de calma ocurren pocos sismos diarios de baja intensidad, en períodos de erupción ocurre un aumento en el número y tipo de sismos localizados en las cercanías o bajo el cono del volcán.
- *Gases volcánicos*: En una erupción aumenta la cantidad y tipo de gases emitidos por un volcán, estos gases consisten de vapor de agua con cantidades variables de otros gases que pueden resultar peligrosos para los seres vivos (dióxido de azufre, ácido clorhídrico, dióxido de carbono o monóxido de carbono), en zonas con vientos fuertes estos gases se diluyen pero en depresiones y partes bajas con poco viento estos gases se pueden acumular y alcanzar concentraciones letales. Existen también gases tóxicos como el ácido fluorhídrico y el azufre que se adhieren a la ceniza y producen

la contaminación del suelo y las aguas, además los gases de una erupción pueden mezclarse con el agua atmosférica provocando lluvias ácidas.

- *Flujos de lava*: La lava es roca fundida que es derramada desde un cráter o una fisura de un volcán y que fluye por los flancos y quebradas. La lava está en estado líquido a una temperatura superior a 900 °C, y fluye si su viscosidad es relativamente baja, las velocidades que alcanzan estos flujos en el Cotopaxi no superan las decenas de metros por hora. Una vez quietos estos flujos están conformados por roca maciza, sin embargo, su interior puede permanecer caliente (200-300 °C) por varios meses y aún años.
- *Domos de lava*: Los domos se forman cuando el magma tiene una viscosidad alta que casi no puede fluir al llegar a superficie, y más bien empieza a aglutinarse y enfriarse lentamente sobre el cráter o fractura por donde brota. La formación de un domo de lava implica una gran acumulación de rocas calientes en una superficie relativamente pequeña, es por esto que los domos son estructuras poco estables y tienden a derrumbarse fácilmente bajo el efecto de la gravedad, estos derrumbes pueden formar flujos piroclásticos, cuya temperatura puede ser bastante alta (300-500 °C).
- *Flujos piroclásticos*: Los flujos piroclásticos son mezclas muy calientes (>500 °C) de gases, ceniza y fragmentos de roca, que descienden desde el cráter en forma de avalancha por los flancos del volcán, desplazándose a grandes velocidades (>200 Km/h). Los flujos piroclásticos constan de dos partes: un componente inferior, más denso, constituido por ceniza, fragmentos de roca y bloques de escoria, que se desplaza por el fondo de los valles y quebradas; y, un componente superior, mucho menos denso pero más voluminoso, constituido por ceniza volcánica y gases calientes, que se desplaza por sobre el componente inferior, pudiendo salir de los valles y sobrepasar relieves importantes.
- *Lluvia de ceniza y piroclastos*: En las explosiones volcánicas, los gases y el material piroclástico (ceniza, fragmentos de roca y piedra pómez) son expulsados desde el cráter. Los fragmentos de roca más grandes y densos siguen trayectorias balísticas y caen cerca del cráter, y en las partes altas del volcán, cubriendo estas áreas con una capa de varios centímetros o decímetros de espesor; en cambio, las partículas más pequeñas (ceniza

volcánica) suben mayores alturas, donde son acarreadas por el viento y finalmente caen a mayor distancia.

- *Flujos de lodo y escombros (lahares)*: Los lahares son mezclas de materiales volcánicos (rocas, piedra pómez, arena) con agua proveniente de la fusión de un casquete glaciario (lahar primario) o de fuertes lluvias (lahar secundario). Estos flujos se mueven ladera abajo por la fuerza de la gravedad, a grandes velocidades (<100 Km/h). El tipo de material movilizado por estos flujos va desde arcilla o arena hasta bloques de varios metros de diámetro. Los lahares viajan a lo largo de los drenajes naturales que los conducen, provocando mayor o menor daño según su volumen y velocidad.
- *Avalanchas de escombros*: Las avalanchas de escombros corresponden a grandes colapsos o derrumbes de rocas que pueden ocurrir cuando los flancos de un volcán se vuelven inestables. La inestabilidad de un volcán puede deberse al ascenso de una gran cantidad de magma, o a un sismo de gran magnitud, o al debilitamiento de la estructura interna del volcán.

Las erupciones históricas del Cotopaxi y otras erupciones de volcanes en el mundo han demostrado que grandes lahares pueden afectar a pueblos y ciudades que se hallen a su paso con millones de toneladas de escombros volcánicos [1, p. 4].

El desarrollo del sistema de información para localización geográfica de zonas de peligro por erupción del volcán Cotopaxi principalmente ayudará a responder los siguientes cuestionamientos:

- ¿Cuáles son los peligros y sus zonas de influencia en caso de una erupción del volcán Cotopaxi?
- ¿Cuáles son las rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues próximos a las zonas de peligros por una eventual erupción del volcán Cotopaxi?

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para este proyecto se utilizará *Scrum* combinado con la *Metodología de Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica (SIGⁱ)* y con el marco de trabajo de *Enfoque Geográfico*. A continuación se realiza una descripción breve de los tres elementos en los cuales se basa la *metodología de desarrollo*.

1.2.1 SCRUM

Scrum es un marco de trabajo de proceso para gestionar el desarrollo de productos complejos, el cual desarrolla iterativamente un subconjunto de características del producto del valor más alto posible en intervalos fijos y expone la eficacia relativa de sus prácticas de gestión y de desarrollo de productos, incorporando retroalimentación temprana para su mejora, dentro del cual se puede emplear varios procesos y técnicas [4].

Para el desarrollo ágil de software, *Scrum* debe ser integrado con prácticas ágiles específicas de ingeniería, tales como: patrones de diseño, modelado ágil de datos, desarrollo guiado por pruebas, integración continua y pruebas de regresión [5].

1.2.1.1 Componentes

Scrum consiste de equipos, roles, eventos, artefactos y reglas asociadas, cada componente sirve para un propósito específico y es esencial para el éxito y el uso de *Scrum*. Las reglas de *Scrum* relacionan los roles, eventos y artefactos, gobernando las relaciones e interacciones entre ellos. A continuación se describen los componentes de *Scrum* [4].

1.2.1.1.1 Equipo Scrum

El *equipo scrum* (*Scrum Team*) es auto-organizado y multifuncional. El modelo de equipo está diseñado para optimizar flexibilidad, creatividad y productividad.

1.2.1.1.2 Eventos de Scrum

Los *eventos de scrum* tienen el fin de crear regularidad, minimizar las reuniones no definidas, y constituyen una oportunidad para la inspección y adaptación de algún aspecto. Todos los eventos tienen una duración máxima y pueden terminar siempre que se alcance el objetivo, excepto un *sprint* que no puede modificarse.

El *scrum master* se asegura de que los eventos se lleven a cabo correctamente y que los asistentes entiendan el propósito de cada evento, además enseña al *equipo scrum* a mantenerse dentro del bloque de tiempo de los eventos.

1.2.1.1.3 Artefactos de Scrum

Los *artefactos de scrum* están diseñados para maximizar la transparencia de la información clave, representan trabajo o valor que son útiles para proporcionar oportunidades para la inspección y adaptación.

1.2.1.2 Marco de Trabajo

A continuación se describe brevemente el marco de trabajo *Scrum* expuesto en la *Figura 1*.

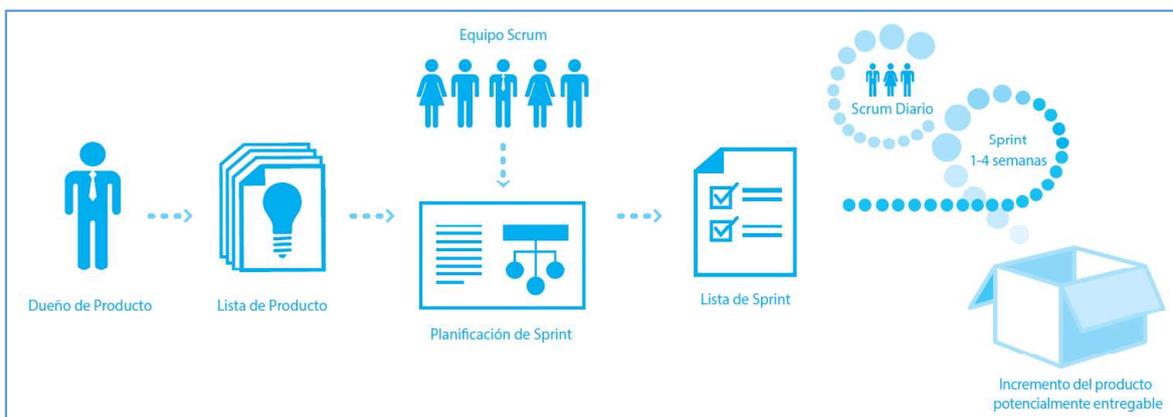


Figura 1. Método de *Scrum* [6].

El *dueño de producto* crea una lista priorizada de ideas para el producto, llamada *lista de producto*.

La *lista de producto* ayuda al *equipo scrum* a romper el producto en partes más pequeñas y manejables, y construirlo de forma incremental en una serie de períodos de tiempo cortos llamados *sprints*.

En la *planificación de sprint*, el *equipo de desarrollo* saca una pequeña porción de la parte superior de la *lista de producto* para crear una *lista de sprint*, y luego decide cómo implementar esos elementos.

El *equipo scrum* tiene un periodo de tiempo corto para completar su trabajo, un *sprint* (1 - 4 semanas), todos los días se reúne en un *scrum diario* para evaluar los avances y hacer los ajustes necesarios.

El *scrum master* mantiene al *equipo scrum* enfocado en su meta y elimina los impedimentos del *equipo de desarrollo* para que sigan concentrados en su trabajo.

Al final del *sprint*, el trabajo debe ser potencialmente entregable: listo para entregar a un cliente o mostrar a las *partes interesadas*.

El *sprint* termina con una *revisión de sprint* del producto y una *retrospectiva de sprint* del proceso de trabajo en equipo, relaciones y herramientas.

Finalizado un *sprint*, al iniciar el siguiente *sprint*, el *equipo de desarrollo* elige otra porción de la *lista de producto* y comienza a trabajar en el siguiente *sprint*.

El ciclo se repite hasta que suficientes *elementos de la lista de producto* se han completado, el presupuesto se agota, o una fecha límite llega. Cuál de estos hitos marca el final de la obra es específico para cada proyecto. *Scrum* asegura que la obra más valiosa se ha completado cuando finalice el proyecto.

1.2.2 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La *Metodología de Desarrollo de SIG* de Esri¹ es un enfoque basado en patrón, que enfatiza una fuerte colaboración de los clientes e integraciones de sistemas de alta calidad, combina procesos sólidos de gestión e ingeniería de proyectos de *Tecnología de la Información (TI)* con las mejores prácticas que han adoptado en más de cuarenta años de experiencia en la implementación de SIG [7], como se muestra en la *Figura 2*.

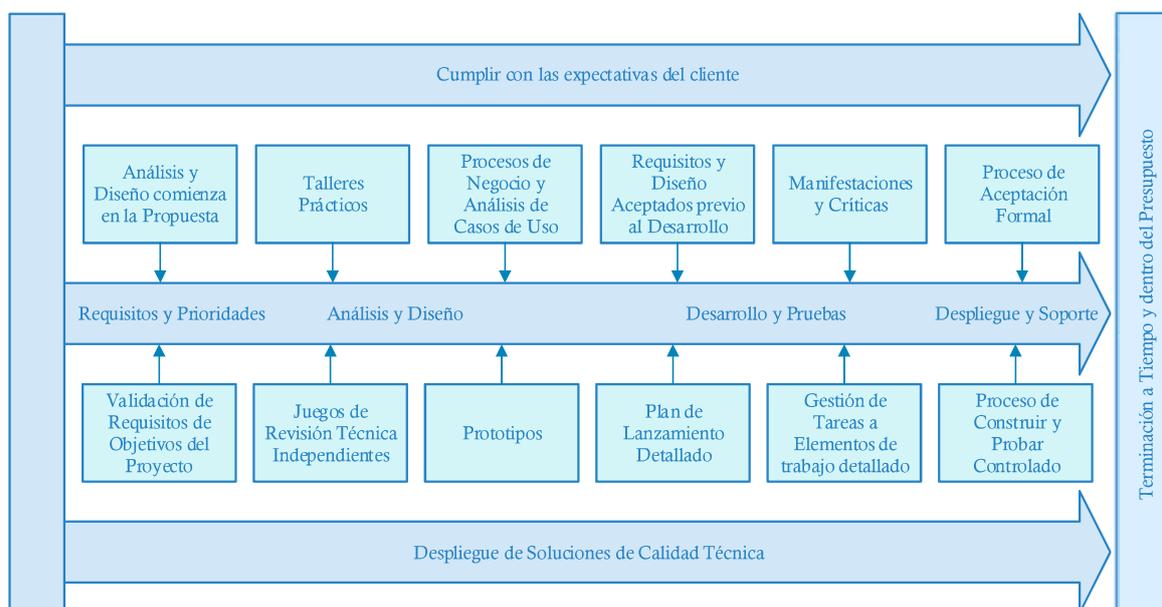


Figura 2. Metodología de Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica de Esri [7].

1.2.3 ENFOQUE GEOGRÁFICO

El *Enfoque Geográfico* permite: crear conocimiento geográfico mediante la medición de latitud y longitud de la esfera de la Tierra; organizar los datos, y

¹ Esri (Environmental Systems Research Institute) es una empresa que desarrolla y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica y es una de las compañías líderes en el sector a nivel mundial.

analizar/modelar distintos procesos y sus relaciones; y, aplicar este conocimiento al diseño, planificación y construcción de SIG, con el fin de gestionar actividades humanas dentro de escenarios naturales y culturales [8].

El *Enfoque Geográfico* es un marco de trabajo útil para resolución de problemas espaciales y de toma de decisiones, como metodología consiste de un proceso de investigación de cinco pasos, como se muestra en la *Figura 3*.

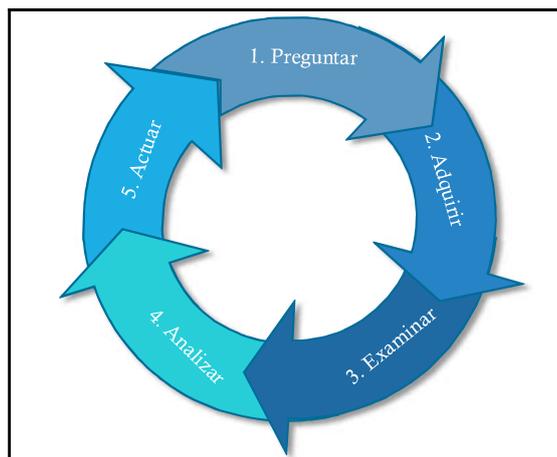


Figura 3. Método de Enfoque Geográfico [8].

1.2.4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

La *metodología de desarrollo* es el resultado de la combinación de los tres elementos descritos anteriormente y consiste de un proceso de tres fases. En la primera fase se definen los requerimientos del producto, en la segunda fase se planifica el proyecto de desarrollo del producto, y en la tercera fase se realizan las iteraciones de desarrollo del producto (*sprints*, según *Scrum*). A continuación se presenta la *metodología de desarrollo* y se definen los componentes de *Scrum* [4].

1.2.4.1 Definición de Requerimientos

La fase de *definición de requerimientos* consiste de un proceso de tres pasos. En el primer paso se designan los roles de los integrantes del equipo de trabajo (*equipo scrum*, según *Scrum*), en el segundo paso se representan los requerimientos del producto como *historias de usuario*, y en el tercer paso se elabora a partir de las *historias de usuario* una lista priorizada de requerimientos del producto (*lista de producto*, según *Scrum*).

1.2.4.1.1 Equipo Scrum

El *equipo scrum* (*Scrum Team*) está formado por un *dueño de producto*, el *equipo de desarrollo* y un *scrum master*. A continuación se definen los roles de *Scrum*.

1.2.4.1.1.1 Dueño de Producto

El *dueño de producto* (*Product Owner*, rol de *Scrum*) es el responsable de maximizar el valor del producto y del trabajo del *equipo de desarrollo*. Los *dueños de producto* son los únicos responsables de gestionar el contenido, la priorización y la disponibilidad de la *lista de producto*, y toda la organización debe respetar sus decisiones.

1.2.4.1.1.2 Equipo de Desarrollo

El *equipo de desarrollo* (*Development Team*, rol de *Scrum*) está formado por los profesionales que desempeñan el trabajo de crear y entregar un *incremento de producto* que cumpla la *definición de terminado* (utilizable y potencialmente desplegable, según *Scrum*) al final de cada *sprint*. Los *equipos de desarrollo* son estructurados y empoderados por la organización para planear y gestionar su propio trabajo. El tamaño óptimo del *equipo de desarrollo* es lo suficientemente pequeño (3) como para completar una cantidad de trabajo significativa y lo suficientemente grande (9) como para permanecer ágil.

1.2.4.1.1.3 Scrum Master

El *scrum master* (rol de *Scrum*) es el responsable de asegurar que el *equipo scrum* trabaja ajustándose a la teoría, prácticas y reglas de *Scrum*. Los *scrum masters* son líderes que ayudan a las personas externas al *equipo scrum* a entender qué interacciones con el *equipo scrum* son de ayuda y cuáles no, con el fin de modificar estas interacciones para maximizar el valor creado por el *equipo scrum*.

1.2.4.1.2 Historias de Usuario

Las *historias de usuario* son representaciones de los requerimientos del producto escritos en una o dos frases utilizando el lenguaje común del usuario. Las *historias de usuario* son planteadas en la etapa *requisitos y prioridades* de la *Metodología de Desarrollo de SIG* [7].

1.2.4.1.3 Lista de Producto

La *lista de producto* (*Product Backlog*, artefacto de *Scrum*) es una lista ordenada de todo lo necesario en el producto, y es la única fuente de requisitos para cualquier cambio en el producto, como se muestra en la *Figura 4*. El *dueño de producto* es el responsable del contenido, disponibilidad y ordenación de la *lista de producto*.



Figura 4. Lista de producto.

A medida que los requisitos de negocio, las condiciones del mercado o la tecnología evolucionan, la *lista de producto* también lo hace para identificar lo que el producto necesita para ser adecuado, competitivo y útil. La *lista de producto* enumera todos los requisitos, características, funcionalidades, mejoras y correcciones que constituyen futuros cambios sobre el producto. El uso del producto provee retroalimentación que alarga y profundiza esta lista.

Los *elementos de la lista de producto* (*Product Backlog Items - PBIs*) tienen como atributos la descripción, el orden, el esfuerzo y la duración estimados, y si es necesario el *equipo scrum*, como se muestra en la *Figura 5*. Los elementos de orden más alto son generalmente más claros y detallados que los de menor orden, por esta razón las estimaciones de los elementos de mayor orden son más precisas. Los elementos normalmente adquieren este grado de claridad y detalle mediante las actividades del *refinamiento de la lista de producto*.

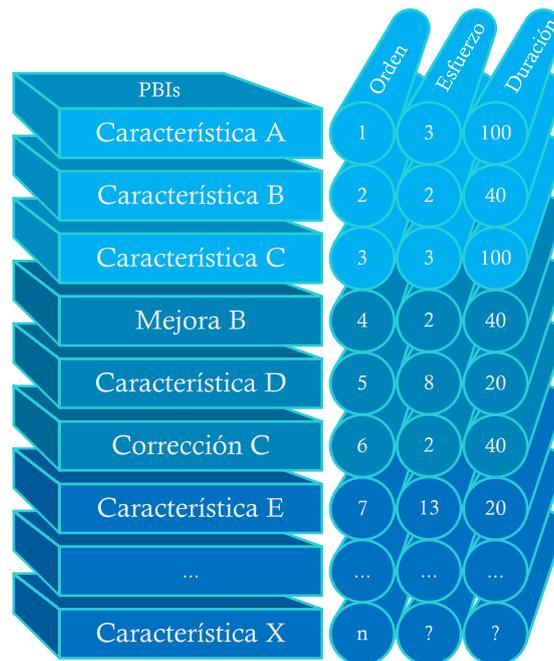


Figura 5. Elementos de la lista de producto.

El *equipo de desarrollo* se ocupará de los *elementos de la lista de producto* que tengan mayor detalle y que puedan ser creados y entregados cumpliendo la *definición de terminado* al final del siguiente *sprint*. Estos elementos son considerados *preparados* o *accionables* para ser seleccionados en la siguiente *planificación de sprint*. El *equipo de desarrollo* es el responsable de la estimación, el *dueño de producto* podría influenciar al *equipo de desarrollo* ayudándoles a entender y seleccionar soluciones de compromiso.

1.2.4.2 Planificación del Proyecto

La fase de *planificación del proyecto* consiste de un proceso de tres pasos. En el primer paso se articula la visión, en el segundo paso se determinan y priorizan metas y objetivos, y en el tercer paso se establecen las fases del proyecto.

1.2.4.2.1 Visión

En este paso se lidera la articulación de la visión del proyecto alineada con la visión general de la organización y se obtiene la visión aceptada por todas las *partes interesadas*.

1.2.4.2.2 Objetivos

En este paso se determinan y priorizan las metas y los objetivos del proyecto para proporcionar productos útiles y resultados para las *partes interesadas*.

1.2.4.2.3 Cronograma de Actividades

En este paso se establecen las fases del proyecto y el tiempo de ejecución, y se definen las entregas incrementales.

1.2.4.3 Sprint

El marco de trabajo *Scrum* para el desarrollo ágil de software, combina todas las actividades de desarrollo en cada *sprint* [5], como se muestra en la *Figura 6*.

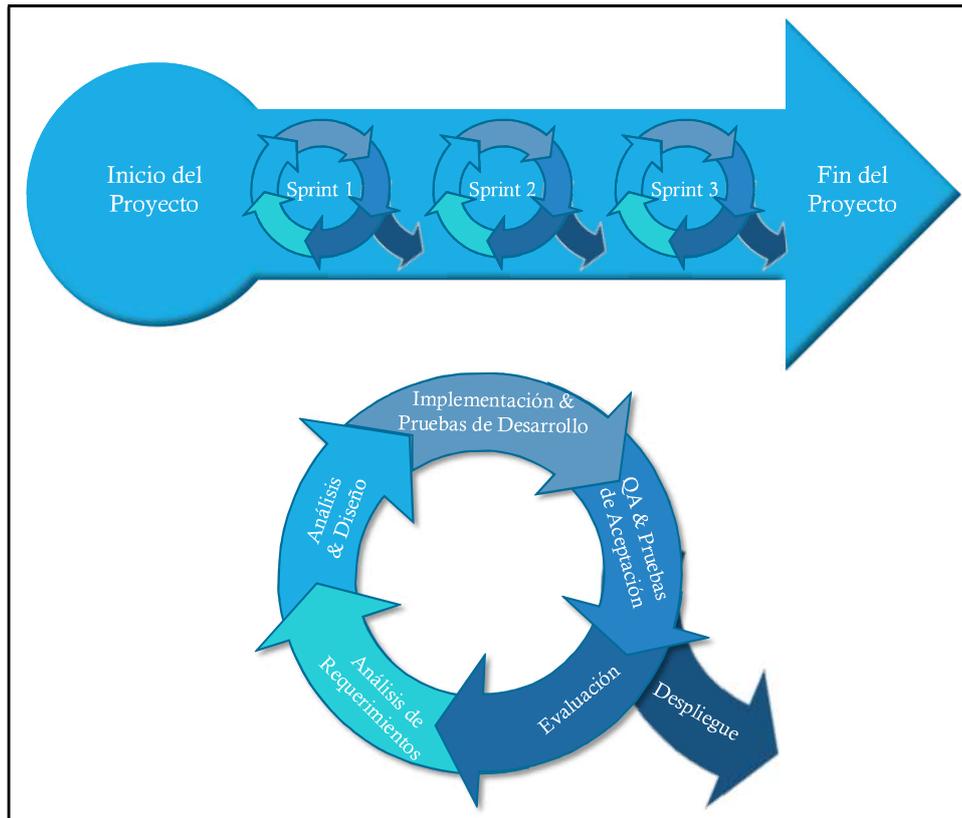


Figura 6. Metodología de desarrollo [5].

Las actividades de desarrollo son obtenidas de los *flujos de trabajo fundamentales* de la *iteración genérica* del *Proceso Unificado de Desarrollo de Software (UPⁱⁱⁱ)* [9, p. 308], descartando la actividad de *planificación de la iteración* y añadiendo la actividad de *despliegue* con el propósito de adaptarse a *Scrum*. A continuación se define el evento *sprint* de *Scrum*.

El *sprint* (evento de *Scrum*) es un bloque de tiempo máximo de un mes o menos, en el cual se crea un *incremento de producto* que cumpla la *definición de terminado*. Cada nuevo *sprint* inicia inmediatamente después de la finalización del *sprint* previo. El *sprint* contiene y consiste de la *planificación de sprint*, los *scrums diarios*,

la *revisión de sprint*, la *retrospectiva de sprint* y el *refinamiento de la lista de producto*, como se muestra en la *Figura 7*.

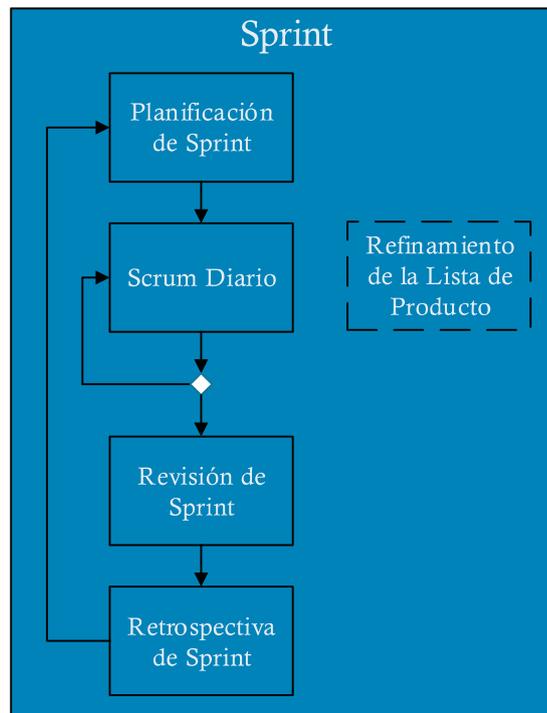


Figura 7. Flujo de eventos dentro del *sprint* [5].

Cada *sprint* tiene: una definición de qué se va a construir, un diseño y un plan flexible que guiará la construcción y el trabajo, y el producto resultante. Además en el transcurso del *sprint* los objetivos de calidad no disminuyen, no se realizan cambios que puedan afectar al *objetivo del sprint*, y el alcance puede ser clarificado o renegociado entre el *dueño de producto* y el *equipo de desarrollo*.

Un *sprint* puede ser cancelado antes de que el bloque de tiempo llegue a su fin solo por el *dueño de producto*, aunque puede hacerlo bajo la influencia de las *partes interesadas*, del *equipo de desarrollo* o del *scrum master*.

1.2.4.3.1 Análisis de Requerimientos

La actividad de *análisis de requerimientos* consiste de un proceso de tres pasos. En el primer paso se planifica el *sprint* de desarrollo del producto, en el segundo paso se revisan y refinan los *elementos de la lista de producto*, y en el tercer paso se ubica el problema geográfico y se adquieren los datos necesarios para resolverlo.

1.2.4.3.1.1 Planificación de Sprint

La *planificación de sprint* (*Sprint Planning*, evento de *Scrum*) dura máximo ocho horas para un *sprint* de un mes, y sirve para crear el plan de trabajo a realizar en el *sprint* mediante el trabajo colaborativo del *equipo scrum*.

En este evento se responden las siguientes preguntas:

¿Qué puede entregarse en el *incremento de producto* del *sprint* que comienza?

El *dueño de producto* discute el objetivo a conseguir y cuales *elementos de la lista de producto* que cumplan la *definición de terminado* lograrían el *objetivo del sprint*. El *equipo scrum* completo elabora el *objetivo del sprint*. Y el *equipo de desarrollo* proyecta y evalúa la funcionalidad a desarrollar, seleccionando los *elementos de la lista de producto* a entregarse al final del *sprint*.

Las entradas a esta evento son: la *lista de producto*, el último *incremento de producto*, la capacidad proyectada del *equipo de desarrollo* para el *sprint*, y el rendimiento pasado del *equipo de desarrollo*.

¿Cómo se hará el trabajo necesario para entregar el *incremento de producto*?

El *equipo de desarrollo* decide cómo construirá la funcionalidad. Los *elementos de la lista de producto* seleccionados y el plan para terminarlos recibe el nombre de *lista de sprint*. El *equipo de desarrollo* diseña el sistema y planifica el trabajo necesario, y se auto-organiza para asumir el trabajo de la *lista de sprint*, tanto durante este evento como a lo largo del *sprint*. Además el trabajo planificado para los primeros días del *sprint* es descompuesto en unidades de un día o menos.

El *dueño de producto* ayuda a clarificar los *elementos de la lista de producto* seleccionados, y puede renegociar la selección de estos elementos con el *equipo de desarrollo*, si el equipo determina que tiene demasiado o que no tiene suficiente trabajo. El *equipo de desarrollo* podría invitar a otras personas a que asistan con el fin de que proporcionen asesoría técnica o relacionada con el dominio.

A continuación se definen los artefactos *objetivo del sprint*, *definición de terminado* y *lista de sprint* de *Scrum*.

1.2.4.3.1.1.1 Objetivo del Sprint

El *objetivo del sprint* (*Sprint Goal*, artefacto de *Scrum*) es una meta establecida para el *sprint*, a ser alcanzada con la implementación de los *elementos de la lista de producto* seleccionados. Los *objetivos del sprint* proporcionan al *equipo de desarrollo* una guía del por qué está construyendo el *incremento de producto*, y ofrecen cierta flexibilidad con respecto a la funcionalidad implementada. Este objetivo es creado durante la *planificación del sprint* y puede ser un nexo de unión para el trabajo en conjunto del *equipo de desarrollo*.

1.2.4.3.1.1.2 Definición de Terminado

La *definición de terminado* (*Definition of Done*, artefacto de *Scrum*) es el entendimiento compartido de lo que significa que el trabajo esté completado para los miembros del *equipo scrum*, con el fin de asegurar la transparencia.

Las *definiciones de terminado* se utilizan para evaluar cuándo se ha completado el trabajo sobre el *incremento de producto*. Esta definición varía para cada *equipo scrum*, si hay múltiples *equipos scrum* trabajando en la entrega del producto, todos los *equipos de desarrollo* deben definir en conjunto la *definición de terminado*. A medida que los *equipos scrum* maduran, se espera que su *definición de terminado* se amplíe para incluir criterios más rigurosos para una mayor calidad.

1.2.4.3.1.1.3 Lista de Sprint

La *lista de sprint* (*Sprint Backlog*, artefacto de *Scrum*) es el conjunto de *elementos de la lista de producto* seleccionados por el *equipo de desarrollo* para el *sprint*, más un plan del trabajo necesario para alcanzar el *objetivo del sprint* y para entregar la funcionalidad del *incremento de producto* que cumpla la *definición de terminado*, como se muestra en la *Figura 8*.

El plan tiene un nivel de detalle suficiente para que los cambios en el progreso se puedan entender en el *scrum diario*. Cuando algún elemento en el plan pasa a ser considerado necesario o innecesario, es añadido o eliminado respectivamente. Esta lista es modificada solo por el *equipo de desarrollo* durante el *sprint* y surge a lo largo del *sprint*, a medida que se trabaja en el plan y se aprende sobre el trabajo necesario para lograr el *objetivo del sprint*.

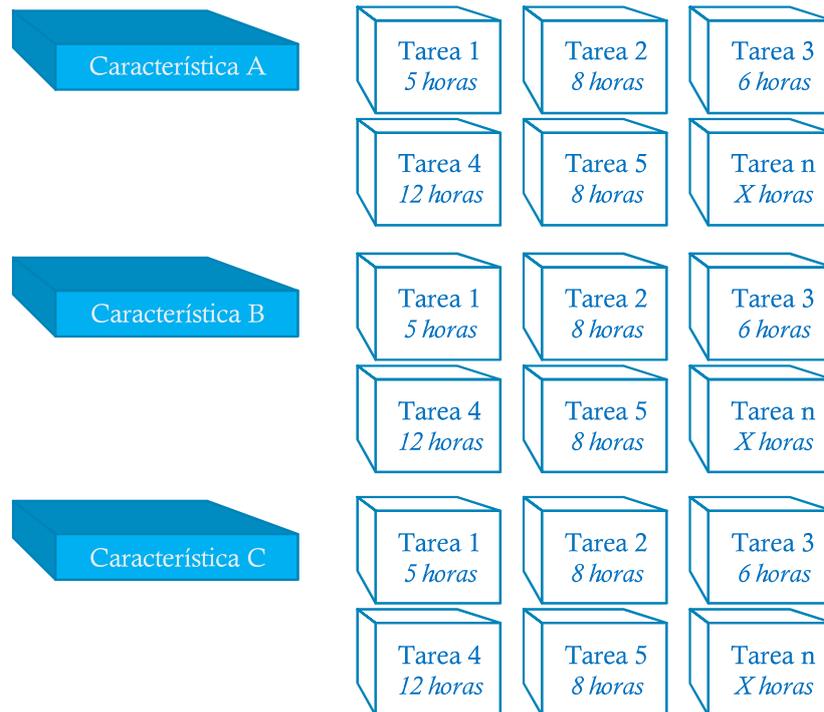


Figura 8. Lista de *sprint*.

A medida que el trabajo se ejecuta o se completa, se va actualizando la estimación de trabajo restante. El *equipo de desarrollo* hace seguimiento del trabajo restante total en cada *scrum diario* para proyectar la posibilidad de lograr el *objetivo del sprint* y para gestionar su progreso. El alcance de la *lista de sprint* puede ser renegociado entre el *dueño de producto* y el *equipo de desarrollo*, si el trabajo resulta ser diferente de lo que esperó el equipo.

1.2.4.3.1.2 Refinamiento de la Lista de Producto

El *refinamiento de la lista de producto* (*Product Backlog Refinement*, evento de *Scrum*) es un proceso continuo en el cual el *dueño de producto* y el *equipo de desarrollo* colaboran para añadir detalle, estimaciones y orden a la *lista de producto*, explorando y revisando sus elementos.

El *equipo scrum* decide cómo y cuándo se realiza el *refinamiento de la lista de producto*, este evento consume usualmente no más del 10% de la capacidad del *equipo de desarrollo*. Sin embargo, los *elementos de la lista de producto* pueden actualizarse en cualquier momento por el *dueño de producto* o a criterio suyo.

1.2.4.3.1.3 Adquisición de Datos

El paso de *adquisición de datos* comprende los pasos *preguntar* y *adquirir* del marco de trabajo de *Enfoque Geográfico*, como parte del tratamiento de datos geográficos. El paso *preguntar* consiste en responder a la pregunta ¿Cuál es el problema que está tratando de resolver o analizar con este proyecto y donde se encuentra?. El paso *adquirir* consiste en determinar los datos necesarios para completar el análisis, y establecer dónde se pueden encontrar estos datos [8].

1.2.4.3.2 Análisis & Diseño

La actividad de *análisis y diseño* consiste de un proceso de dos pasos. En el primer paso se desarrollan casos de uso, diseños y otros artefactos de análisis o diseño para el desarrollo del *incremento de producto*; finalmente en el segundo paso se verifican los datos geográficos adquiridos y se define, valida y presenta un proceso de análisis para tratar los datos verificados.

1.2.4.3.2.1 Diseño de Incremento

El paso de *diseño de incremento* comprende la etapa *análisis y diseño* de la *Metodología de Desarrollo de SIG* [7].

En este paso se desarrollan los diseños detallados de aplicaciones, bases de datos y del sistema necesarios para el desarrollo del *incremento de producto*, y que puedan ser validados frente a los requisitos funcionales y no funcionales. Además, en este paso se crean escenarios de negocio, casos de uso de alto nivel, casos de uso detallados, interfaces con otros sistemas, pantallas y guiones gráficos de interfaz gráfica de usuario, y otros artefactos de diseño que puedan ser necesarios, tales como, especificaciones de informes y mapas.

Para solidificar los diseños, el equipo técnico puede aplicar varias técnicas que incluyen la creación de prototipos, demostraciones y comentarios del cliente. Este enfoque mitiga el futuro riesgo de desarrollo, al permitir al equipo técnico evaluar la viabilidad de un diseño a través de prototipos y recorridos del cliente de guiones gráficos de interfaz gráfica de usuario que ponen a prueba la capacidad de uso del diseño.

1.2.4.3.2.2 Examen y Análisis de Datos

El paso de *examen y análisis de datos* comprende los pasos *examinar*, *analizar* y *actuar* del marco de trabajo de *Enfoque Geográfico*, como parte del tratamiento de datos geográficos. El paso *examinar* consiste en verificar los datos adquiridos que dependen de las preguntas originales, los resultados buscados y de cómo los resultados se utilizarán. El paso *analizar* consiste en definir y validar un proceso de análisis para tratar los datos verificados. El paso *actuar* consiste en presentar el proceso de análisis validado para tratar los datos [8].

1.2.4.3.3 Implementación & Pruebas de Desarrollo

La actividad de *implementación y pruebas de desarrollo* consiste de un proceso de cuatro pasos. En el primer paso se sincroniza y planifica el trabajo diario para el desarrollo del *incremento de producto*, en el segundo paso se grafica y evalúa el progreso del trabajo proyectado para el desarrollo del *incremento de producto*, en el tercer paso se integra el *incremento de producto*, y en el cuarto paso se prueba individualmente las versiones preliminares del *incremento de producto*.

1.2.4.3.3.1 Scrum Diario

El *scrum diario* (*Daily Scrum*, evento de *Scrum*) es dirigido por el *equipo de desarrollo*, dura máximo quince minutos y se realiza a la misma hora y en el mismo lugar todos los días. Los *scrums diarios* sirven al *equipo de desarrollo* para sincronizar sus actividades inspeccionando el trabajo avanzado el día anterior, y para crear un plan haciendo una proyección del trabajo a completarse en el día. En este evento, cada miembro del *equipo de desarrollo* explica:

¿Qué hice ayer que ayudó al *equipo de desarrollo* a lograr el *objetivo del sprint*?

¿Qué haré hoy para ayudar al *equipo de desarrollo* a lograr el *objetivo del sprint*?

¿Veo impedimentos para que el *equipo de desarrollo* logre el *objetivo del sprint*?

El *scrum diario* sirve al *equipo de desarrollo* para evaluar el progreso hacia el *objetivo del sprint* y para proyectar la tendencia que sigue este progreso hacia la finalización del trabajo de la *lista de sprint*. Los miembros del *equipo de desarrollo* comúnmente se vuelven a reunir después del *scrum diario*, para tener discusiones detalladas, o para adaptar, o re-planificar el resto del trabajo del *sprint*.

1.2.4.3.3.2 Gráficos de Trabajo Pendiente

Los *gráficos de trabajo pendiente* (*Burndown Charts*, artefacto de *Scrum*) utilizan varias prácticas de proyección sobre tendencias para predecir el progreso, como trabajo consumido (*burndown*), avanzado (*burnup*) y flujo acumulado (*cumulative flow*). El *dueño de producto* hace seguimiento de la cantidad de trabajo restante total regularmente o al menos en cada *revisión de sprint*, y compara esta cantidad con el trabajo restante en *revisiones de sprint* previas. Esta comparación sirve para evaluar el progreso hacia la finalización del trabajo proyectado en el tiempo deseado para alcanzar el *objetivo del sprint*. En entornos complejos, se desconoce lo que ocurrirá, solo lo que ha ocurrido puede utilizarse para la toma de decisiones. Esta información se muestra de forma transparente a todas las *partes interesadas*.

1.2.4.3.3.3 Incremento

El *incremento de producto* (*Product Increment*, artefacto de *Scrum*) es la suma de todos los *elementos de la lista de producto* completados durante el *sprint* con la utilidad de los *incrementos de producto* anteriores. Al final del *sprint*, el nuevo *incremento de producto* debe ser utilizable y cumplir la *definición de terminado* del *equipo scrum*, este incremento debe ser utilizable sin importar si el *dueño de producto* decide desplegarlo o no.

A continuación se define el paso *desarrollo de bases de datos* en el cual se implementan repositorios de datos para el desarrollo del incremento del producto.

1.2.4.3.3.3.1 Desarrollo de Bases de Datos

El paso de *desarrollo de bases de datos* comprende la actividad *desarrollo de bases de datos* de la etapa *análisis y diseño* de la *Metodología de Desarrollo de SIG* [7].

El desarrollo de bases de datos se produce normalmente en paralelo con el desarrollo de aplicaciones e implica implementar repositorios de datos como sea necesario, basándose en los requisitos y especificaciones de diseño. Debido a que la migración de los datos existentes a los nuevos esquemas de datos es a menudo compleja, el enfoque implica el desarrollo de *Extracción, Transformación y Carga* (ETL^{iv}) y/o especificaciones de migración de datos, seguida de una migración piloto.

La migración piloto ejercita el diseño de bases de datos y los procedimientos de migración de datos iniciales, utilizando datos reales para ayudar a identificar

cualquier problema con los datos de origen. Una vez que los problemas se resuelven y se han aceptado los procedimientos finales de diseño y migración de base de datos, se produce el desarrollo o la migración de la base de datos completa.

1.2.4.3.3.4 Pruebas Unitarias

El paso de *pruebas unitarias* comprende la verificación de forma individual de los *elementos de la lista de producto* completados, usando versiones preliminares del *incremento de producto* programadas regularmente.

1.2.4.3.4 Aseguramiento de la Calidad & Pruebas de Aceptación

La actividad de *aseguramiento de la calidad (QA^v)* y *pruebas de aceptación* consiste de un proceso de tres pasos. En el primer paso se planifican las pruebas y se configura el entorno de pruebas, en el segundo paso se realizan las pruebas unitarias y de aceptación del usuario, y en el tercer paso se evalúa el estado de finalización del *incremento de producto*.

Esta actividad comprende la sección de pruebas de la etapa *desarrollo y pruebas* de la *Metodología de Desarrollo de SIG* [7].

1.2.4.3.4.1 Planificación de Pruebas y Configuración del Entorno

El paso de *planificación de pruebas y configuración del entorno* comprende el desarrollo del plan de pruebas y los scripts de pruebas, y la instalación y configuración del entorno de pruebas. Una vez que el entorno se configura, las actividades de pruebas son estructuradas para permitir que la funcionalidad de la aplicación a ser probada y validada se organice de forma incremental.

1.2.4.3.4.2 Pruebas y Estabilización

El paso de *pruebas y estabilización* comprende la realización de dos ciclos de pruebas formales e incrementales para validar que el *incremento de producto* cumple con las especificaciones, una vez que este *incremento de producto* esté funcionalmente completo y pase la prueba individual requerida. Estos dos ciclos consisten en las pruebas unitarias internas de extremo a extremo, y las pruebas de aceptación del usuario. Lo ideal sería que estas pruebas se llevarán a cabo en un entorno de prueba que simule el entorno de producción planificado.

1.2.4.3.4.3 Análisis de Resultados

El paso de *análisis de resultados* comprende la revisión de los resultados de las pruebas por el *equipo de desarrollo* para evaluar el estado de finalización del *incremento de producto* y para definir las acciones correctivas apropiadas, si son necesarias.

1.2.4.3.5 Despliegue

La actividad de *despliegue* consiste de un proceso de dos pasos. En el primer paso se instala y configura el hardware y software, y en el segundo paso se define el tipo de apoyo operacional.

Esta actividad comprende la sección de despliegue de la etapa *despliegue y soporte* de la *Metodología de Desarrollo de SIG* [7].

1.2.4.3.5.1 Configuración del Entorno

El paso de *configuración del entorno* comprende la instalación y configuración del hardware y el entorno de software *Fuera de Estante Comercial* (COTS^{vi}) para el despliegue del *incremento de producto* y al final la instalación de la solución completa.

1.2.4.3.5.2 Apoyo Operacional

El paso de *apoyo operacional* comprende la definición del tipo de apoyo operacional necesario, así, se puede proporcionar muchos niveles de apoyo tales como soporte 24x7 en entornos de alta disponibilidad y soporte *in situ*.

1.2.4.3.6 Evaluación

La actividad de *evaluación* consiste de un proceso de dos pasos. En el primer paso se revisa el *incremento de producto*, y en el segundo paso se realiza una retrospectiva del proceso de trabajo en equipo, relaciones y herramientas.

1.2.4.3.6.1 Revisión de Sprint

La *revisión de sprint* (*Sprint Review*, evento de *Scrum*) dura máximo cuatro horas para un *sprint* de un mes, y sirve para inspeccionar el *incremento de producto* y adaptar la *lista de producto* si fuese necesario. Durante este evento, el *equipo scrum* y las *partes interesadas* exponen acerca de lo que se hizo y sobre cualquier cambio a la *lista de producto* durante el *sprint*, y los asistentes colaboran para determinar las siguientes cosas que podrían hacerse para optimizar el valor del

incremento de producto. La presentación del *incremento de producto* tiene como objetivo facilitar la retroalimentación de información y fomentar la colaboración.

El resultado de este evento es una *lista de producto* revisada que define los posibles *elementos de la lista de producto* para el siguiente *sprint*. La *lista de producto* puede admitir un ajuste general para enfocarse en nuevas oportunidades.

1.2.4.3.6.2 Retrospectiva de Sprint

La *retrospectiva de sprint* (*Sprint Retrospective*, evento de *Scrum*) dura máximo tres horas para un *sprint* de un mes, y es una oportunidad para el *equipo scrum* de inspeccionarse a sí mismo en cuanto a personas, relaciones, procesos y herramientas. Durante este evento, el *equipo scrum* crea un plan de mejoras que sean abordadas en el siguiente *sprint*, y planifica formas de aumentar la calidad del producto mediante la adaptación conveniente de la *definición de terminado*. El *scrum master* participa en este evento como un miembro del equipo y alienta al equipo para que mejore dentro del marco de proceso *Scrum*, su proceso de desarrollo y sus prácticas para lograr más efectividad en el siguiente *sprint*.

1.2.5 JUSTIFICACIÓN

Para seleccionar la metodología que depende del contexto, se utiliza la *Guía Comparativa de Metodologías Ágiles* [10], en la cual, se debe conocer el marco de trabajo, y luego comparar y escoger alguna de las metodologías de trabajo.

La guía está formada de un cuestionario que consta de dos partes, la *primera parte* que permite conocer si la orientación de la organización es ágil o tradicional y una *segunda parte* que permite conocer la metodología ágil que mejor se adapta a la forma de trabajo de la organización.

La *primera parte* consta de dos formularios, el *primer formulario* sirve para conocer el enfoque de la organización, evaluando cada valor del *Manifiesto Ágil* [11] y su relación con la organización según la siguiente escala de importancia: 0: Ninguna; 1: Baja; 2: Media; 3: Alta, como se muestra en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Formulario de orientación tradicional vs. orientación ágil [10].

Orientación Ágil		Orientación Tradicional	
Valor	Importancia	Valor	Importancia
Individuo y las interacciones del equipo.	2	El proceso y las herramientas.	2
Desarrollar software que funciona	3	Conseguir una buena documentación.	2
Colaboración con el cliente	2	Negociación contractual.	1
Respuesta al cambio	2	Seguimiento de un plan.	2
Media	2.25	Media	1.75

El promedio de implantación de las directrices de las metodologías ágiles es mayor, por tanto, se pasa al *segundo formulario* de la *primera parte*, que sirve para conocer la relación de los *Principios Ágiles* [12] con la organización según la misma escala de importancia del *primer formulario*, como se muestra en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Formulario de cumplimiento de principios ágiles [10].

#	Principios del Manifiesto Ágil	Prioridad
1	La prioridad es satisfacer al cliente mediante tempranas y continuas entregas de software que le aporte un valor.	2
2	Dar la bienvenida a los cambios. Se capturan los cambios para que el cliente tenga una ventaja competitiva.	3
3	Entregar frecuentemente software que funcione desde un par de semanas a un par de meses, con el menor intervalo de tiempo posible entre entregas.	2
4	La gente del negocio y los desarrolladores deben trabajar juntos a lo largo del proyecto.	3
5	Construir el proyecto en torno a individuos motivados. Darles el entorno y el apoyo que necesitan y confiar en ellos para conseguir finalizar el trabajo.	3
6	El diálogo cara a cara es el método más efectivo para comunicar información dentro de un equipo de desarrollo.	3
7	El software que funciona es la medida principal de progreso.	2
8	Los procesos ágiles promueven un desarrollo sostenible. Los promotores, los desarrolladores y usuarios deberían ser capaces de mantener una paz constante.	2
9	La atención continua a la calidad técnica y al buen diseño mejora la agilidad.	3
10	La simplicidad es esencial.	3
11	Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños surgen de los equipos organizados por sí mismos.	3

#	Principios del Manifiesto Ágil	Prioridad
12	En intervalos regulares, el equipo reflexiona respecto a cómo llegar a ser más efectivo, y según esto ajusta su comportamiento.	2
Total [%]		31 [86%]

Las directrices se orientan en un 86% al cumplimiento íntegro de los *Principios Ágiles*. En la *primera parte* se han obtenido datos objetivos que indican que la organización tiene un enfoque ágil, por tanto, se pasa a la *segunda parte* que consta de un formulario que valora la forma de trabajo de la organización basándose en los cuatro *Puntos de Vista de Iacovelli* [13, pp. 91-102] y sus respectivos atributos, los valores serán asignados por la organización, como se muestra en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Formulario de elección de una metodología ágil [10].

Puntos de Vista de Iacovelli		Valoración	Metodologías Ágiles orientadas a:				
Puntos de Vista	Atributos	Valores	Desarrollo de Software	Gestión del Proyecto			
			XP	Scrum	Kanban	Scrumban	
Uso	¿Por qué usar un método ágil?	Respeto de las fechas de entrega	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso
		Cumplimiento de los requisitos	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
		Respeto al nivel de calidad	Falso	Falso	Falso	Falso	Falso
		Satisfacción del usuario final	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Falso
		Entornos turbulentos	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
		Favorable al Off shoring	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero
		Aumento de la productividad	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
Capacidad de Agilidad	¿Cuál es la parte de agilidad incluida en el método?	Iteraciones cortas	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
		Colaboración	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
		Centrado en las personas	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
		Refactoring político	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Falso
		Prueba político	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero
		Integración de los cambios	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
		De peso ligero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
		Los requisitos funcionales pueden cambiar	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
		Los requisitos no funcionales pueden cambiar	Falso	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero
		El plan de trabajo puede cambiar	Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero
		Los recursos humanos pueden cambiar	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero
		Cambiar los indicadores	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Falso
		Reactividad (al comienzo del Proyecto, cada Etapa, cada Iteración)	Iteración	Iteración	Iteración	Iteración	Iteración
		Intercambio de conocimientos (Bajo, Alto)	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo

Aplicabilidad	¿Cuándo un ambiente es favorable para usar este método?	Tamaño del proyecto (Pequeño, Grande)	Pequeño	Pequeño	Grande / Pequeño	Pequeño	Grande / Pequeño	
		La complejidad del proyecto (Baja, Alta)	Baja	Baja	Alta	Baja	Alta	
		Los riesgos del proyecto (Bajo, Alto)	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	
		El tamaño del equipo (Pequeño, Grande)	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño	
		El grado de interacción con el cliente (Baja, Alta)	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja	
		Grado de interacción con los usuarios finales (Baja, Alta)	Baja	Baja	Alta	Baja	Baja	
		Grado de interacción entre los miembros del equipo (Baja, Alta)	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	
		Grado de integración de la novedad (Baja, Alta)	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	
		La organización del equipo (Organización Jerárquica, Auto-Organización)	Auto-Organización	Auto-Organización	Auto-Organización	Auto-Organización	Auto-Organización	
		Procesos y Productos	¿Cómo están caracterizados los procesos del método?	Nivel de abstracción de las normas y directrices				
Gestión de proyectos	Verdadero			Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	
Descripción de procesos	Falso			Verdadero	Falso	Falso	Falso	
Normas y orientaciones concretas sobre las actividades y productos	Falso			Verdadero	Falso	Falso	Falso	
Las actividades cubiertas por el método ágil								
Puesta en marcha del proyecto	Falso			Falso	Falso	Falso	Falso	
Definición de requisitos	Verdadero			Verdadero	Verdadero	Falso	Verdadero	
Modelado	Verdadero			Verdadero	Verdadero	Falso	Falso	
Código	Verdadero			Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	
Pruebas unitarias	Verdadero			Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	
Pruebas de integración	Verdadero			Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	
Prueba del sistema	Verdadero			Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	
Prueba de aceptación	Falso			Falso	Falso	Falso	Falso	
Control de calidad	Falso			Falso	Falso	Falso	Falso	
Sistema de uso	Falso			Falso	Falso	Falso	Falso	
Productos de las actividades del método ágil								
Modelos de diseño	Verdadero			Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	
Comentario del código fuente	Verdadero			Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	
Ejecutable	Verdadero			Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	
Pruebas unitarias	Verdadero			Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	
Pruebas de integración	Verdadero			Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero	
Pruebas de sistema	Verdadero			Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	
Pruebas de aceptación	Falso			Falso	Falso	Falso	Falso	
Informes de calidad	Falso			Falso	Falso	Falso	Falso	
Documentación de usuario	Falso			Falso	Falso	Falso	Falso	
Total				41	45	40	44	

Los valores de los atributos de los *Puntos de Vista de Iacovelli* extraídos se comparan con los valores de las diferentes metodologías y se marcan las coincidencias para identificar la metodología adecuada, que será, la que mayor número de coincidencias tenga, en este caso **Scrum**.

La guía anterior evalúa cuatro metodologías ágiles, para extender la base de búsqueda de las metodologías ágiles se utiliza la *Herramienta de Flujo de Trabajo para Selección de Metodologías Ágiles* [14] para decidir el enfoque adecuado a las demandas específicas de este proyecto.

El flujo en rojo representa la selección de metodologías ágiles, como se muestra en la *Figura 9*. Este proyecto es un desarrollo de software nuevo; del cual el *dueño de producto* es la directora que está disponible y representa las necesidades de la comunidad en general; pese a que este proyecto es elaborado por el autor y supervisado por la directora, se pueden distinguir al menos tres roles principales: *dueño de producto*, *scrum master* y *equipo de desarrollo*; y por último, la necesidad de documentación no es sustancial por ser un proyecto académico. Obteniendo como resultado la selección de **Scrum o Lean**.

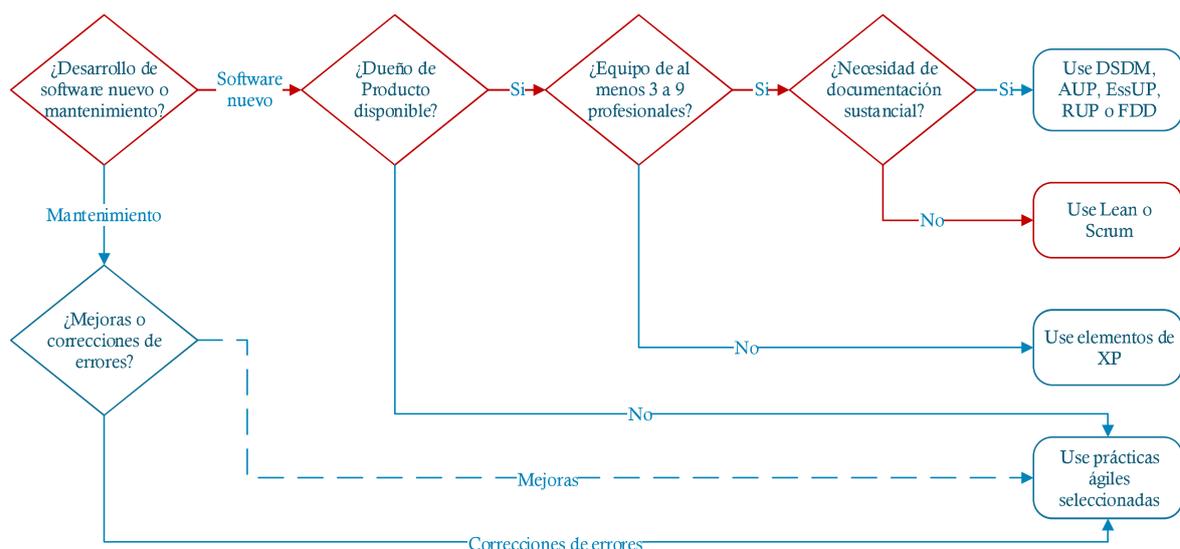


Figura 9. Herramienta de flujo de trabajo para selección de metodologías ágiles [14].

1.3 SELECCIÓN DE LENGUAJES Y HERRAMIENTAS

Uno de los objetivos específicos de este proyecto es utilizar lenguajes y herramientas de libre difusión para el desarrollo del SIG, con este fin, se describirán, analizarán y seleccionarán las que más se aproximen al propósito de este proyecto.

1.3.1 HERRAMIENTAS DE MAPAS

Se examinarán las principales aplicaciones de mapas en línea a través de sus *Interfaces de Programación de Aplicación (APIs^{viii})* de mapas, y las nuevas tecnologías de mapas disponibles.

1.3.1.1 APIs de Mapas

Las APIs de mapas proporcionan mecanismos para crear un mapa visual en línea, centrarlo en un lugar específico, establecer el nivel de zoom, añadir marcadores personalizados, y controlar la interacción del usuario en la aplicación.

1.3.1.1.1 MapQuest

MapQuest JavaScript API (MQA^{viii}) es una moderna API orientada a objetos con espacio de nombres para MQA, con *MQA.Object* y *MQA.Type* como los objetos base. Se inicia la aplicación mediante la creación de un objeto *MQA.TileMap* y luego se llama a métodos para implementar la funcionalidad.

MapQuest JavaScript API contiene características interesantes, como *Icon Declutter*, para casos cuando una vista de mapa contenga iconos superpuestos, esta característica mueve los iconos alejándolos unos de otros y permite la distribución en un estilo seleccionado. MQA está disponible para *Adobe Flex*, *Flash*, *ActionScript*, *C++*, *Java*, *JavaScript* y *.NET*.

1.3.1.1.2 Google Maps

Google Maps API utiliza ampliamente *JavaScript*. A medida que el usuario arrastra el mapa, las cuadrículas son descargadas del servidor y se insertan en la página, evitando la recarga y proporcionando una experiencia de usuario sin problemas.

Google Maps API cuenta con la mayor base de desarrolladores, una gran selección de tutoriales y librerías de código abierto para ampliar la funcionalidad, una de estas librerías es la de utilidades *GMaps* que es apoyada por el equipo de *Google Maps API*, algunas de estas librerías auxiliares son necesarias si se utiliza grandes conjuntos de datos y gran cantidad de marcadores en los mapas.

GMaps2 es el objeto elemental de la *Google Maps JavaScript API*. Estos objetos definen un único mapa en la página, es posible crear más de una instancia de esta clase, cada objeto definirá un mapa separado en la página. Para crear una aplicación interactiva se debe: crear el objeto *GMaps2*, configurar sus propiedades, llamar a sus métodos, añadir objetos marcadores a este objeto, y escuchar los eventos de usuario. La API está disponible para *JavaScript*, *Flash* y *ActionScript*.

1.3.1.1.3 Bing Maps

Microsoft actualiza continuamente sus conjuntos de datos de mapas para mantener la competitividad en términos de la mayor cantidad de detalles de mapa subidos hasta la fecha. En *Bing Maps JavaScript API*, *VEMap* es el objeto elemental, se desarrolla la aplicación estableciendo propiedades y llamando a funciones en este objeto. La API está disponible para *JavaScript* y *SOAP* en la versión empresarial.

1.3.1.1.4 Yahoo! Maps

En *Yahoo! Maps JavaScript API*, *YMap* es el objeto elemental, se inicia la aplicación creando una instancia de este objeto, a continuación, se establece sus propiedades y se llama a sus métodos para ampliar la funcionalidad.

Yahoo! también ofrece otras APIs como local, clima, y similares, que engranan muy bien con su API de mapas. La API está disponible para *JavaScript*, *Flash* y *ActionScript*.

1.3.1.1.5 CloudMade

CloudMade ofrece APIs y mapas renderizables completamente adaptables dinámicamente, utiliza exclusivamente datos de *OpenStreetMap* con licencia *Creative Commons*. Para un mapa con todas las funciones deslizantes, *CloudMade* soporta *OpenLayers*, *OpenLayers* es una librería *JavaScript* para visualizar mapas en la web con una visualización dinámica zoom/panorámica.

CloudMade JavaScript API con todas las funciones incluye soporte para la selección de capas, capas transparentes, marcadores, objetos vectoriales, y mucho más. *CloudMade* también tiene un producto alternativo ligero llamado *Web Maps Lite* para desarrolladores que necesitan una interfaz sencilla y de carga rápida, el editor de estilos de *CloudMade* permite a los usuarios editar el esquema de color y las capas visibles en los mapas web accesibles.

La API está disponible para *JavaScript*, *Flash*, *Python*, *Ruby*, *Java*, *Perl*, *C++* para web, *iPhone*, *Java ME*, *Windows Mobile*, *Symbian*, *Android*, *BlackBerry*, y plataformas *Windows*.

1.3.1.1.6 Selección

Se analizará las principales APIs de mapas, comparando cada API de mapas con sus similares, a través de los factores que hacen una buena API de mapas.

Tabla 4. Comparación de APIs de mapas [15].

Factores	MapQuest	Google	Bing	Yahoo	CloudMade
JavaScript	Si	Si	Si	Si	Si
Flash / ActionScript	Si	Si	Si	Si	Si
3D	No	Si	Si	No	No
Direcciones	Si	Si	Si	Si	Si
Vista de mapa	Si	Si	Si	Si	Si
Vista de satélite	Si	Si	Si	Si	No
Vista de terreno	No	Si	No	No	No
Vista híbrida	Si	Si	Si	Si	Si
Vista de calle	No	Si	No	No	No
Vista ojo de pájaro	No	No	Si	No	No
Geo codificación	Si	Si	Si	Si	Si
Geo codificación inversa	Si	Si	Si	Si	Si
Amigable con móviles	Si	Si	Si	Si	Si
Tráfico	Si	Si	Si	Si	No
Empresarial	Si	Si	Si	Si	Si
Mapas deslizables	Si	Si	Si	Si	Si
Mapas estáticos	Si	Si	Si	Si	Si
Mapas vectoriales	No	No	No	No	Si
Estilos de mapa	No	No	No	No	Si
Total	13	16	15	13	13

En la *Tabla 4* se muestra que el puntaje de **Google Maps API** es el mayor, con 16 factores de coincidencia, por lo tanto, es la API de mapas seleccionada.

1.3.1.2 Ubicación basada en Navegador

Los servicios web que se ejecutan en los navegadores pueden acceder a la ubicación del usuario a través de bases de datos centralizadas, o por medio de geolocalización de señal Wi-Fi^x y geo-codificación IP^x.

Los sitios web que utilizan reconocimiento de ubicación del navegador recuperarán donde está, con el fin de traer la información más relevante o para ahorrar tiempo durante la búsqueda.

El *Consortio de la Red Informática Mundial (W3C^{xi})* ha creado la *Especificación de API de Geolocalización* como la forma estándar para acceder a la ubicación del usuario en un navegador, los principales navegadores son compatibles con la especificación, como se muestra en la *Tabla 5*.

Tabla 5. Soporte de especificación de API de geolocalización en principales navegadores [15].

Navegador Web	Soporte de API de Geolocalización
Chrome	Soportado en Chrome 5 y Google Android 2.
Internet Explorer	Soportado en Internet Explorer 9.
Mozilla Firefox	Soportado en Firefox 3.5.
Safari	Soportado en Safari 5 y iPhone 3.
Opera	Soportado en Opera 10.6 y Opera Mobile 10.1.

1.3.2 OTROS LENGUAJES Y HERRAMIENTAS

1.3.2.1 HTML5

Esta especificación define la quinta mayor y más reciente revisión del núcleo del lenguaje de la *Red Informática Mundial* (WWW^{xii}): el *Lenguaje de Mercado de Hipertexto* (HTML^{xiii}). En esta versión, se introducen nuevas características para ayudar a los autores de aplicaciones web, se introducen nuevos elementos basados en la investigación de las prácticas de autoría prevaletes, y se ha prestado especial atención a la definición clara de los criterios de conformidad para los agentes de usuario en un esfuerzo por mejorar la interoperabilidad [16].

HTML5 establece una serie de nuevos elementos y atributos que reflejan el uso típico de los sitios web modernos, es relevante para este proyecto la inclusión en esta versión de la *Especificación de API de Geolocalización* para dispositivos que lo soporten.

1.3.2.2 CSS3

La especificación *Hojas de Estilo en Cascada* (CSS^{xiv}) es el lenguaje para describir la presentación de páginas web, incluidos los colores, la disposición y las fuentes. Permite adaptar la presentación a los diferentes tipos de dispositivos, tales como pantallas grandes, pantallas pequeñas o impresoras. CSS es independiente de HTML y se puede utilizar con cualquier lenguaje de marcado basado en XML^{xv}. La separación de HTML de CSS hace que sea más fácil mantener sitios, hojas de estilo compartidas a través de páginas y páginas a medida para diferentes entornos, esto se conoce como la separación de la estructura o contenido de la presentación [17].

CSS3 es el último estándar de CSS, es completamente compatible con las versiones anteriores. CSS3 está dividido en módulos que contienen a las anteriores especificaciones CSS, las cuales se dividieron en partes más pequeñas, además se añaden nuevos módulos que son implementados en los navegadores modernos.

1.3.2.3 JavaScript

La especificación *JavaScript* es un lenguaje de programación de alto nivel, dinámico, sin tipo e interpretado. Se ha estandarizado en la *Especificación del Lenguaje ECMAScript*². Junto a HTML y CSS, es una de las tres tecnologías básicas de producción de contenido *WWW*; la mayoría de los sitios web lo emplean y es soportado por todos los navegadores web modernos sin *plug-ins*. *JavaScript* está basado en prototipos con funciones de primera clase, por lo que es un lenguaje multi-paradigma, soportando los estilos de programación funcional, imperativa, y orientada a objetos. *JavaScript* tiene un API para trabajar con texto, arreglos, fechas y expresiones regulares, pero no incluye ninguna de E/S, tales como redes de almacenamiento o facilidades gráficas, contando para esto con el entorno de acogida en el que está embebido [18].

1.3.2.4 SVG

La especificación *Gráficos Vectoriales Redimensionables (SVG^{xvi})* es un lenguaje de marcado para describir aplicaciones gráficas bidimensionales e imágenes, y un conjunto de interfaces de secuencias de comandos gráficas relacionadas. SVG 1.1 segunda edición es una recomendación de W3C y es la versión más reciente de la especificación completa. SVG es soportado por todos los navegadores modernos para equipos de escritorio y móviles. Algunas funciones, como la animación *SMIL* y fuentes SVG no están tan ampliamente soportadas. Hay muchas herramientas de autoría de SVG, y exportación a SVG es apoyada por las principales herramientas de creación de gráficos vectoriales [19].

1.3.2.5 KML

El *Lenguaje de Marcado Mínimo (KML^{xvii})* es un formato de archivo utilizado para mostrar datos geográficos en un navegador terrestre, como *Google Earth*. Se puede crear archivos KML para localizar ubicaciones, agregar superposiciones de imágenes y exponer datos enriquecidos de nuevas maneras. KML es una norma internacional mantenida por el *Consortio Geoespacial Abierto, SA. (OGC^{xviii})* [20].

² ECMAScript es una especificación de lenguaje de secuencias de comandos de marca registrada estandarizada por ECMA International Inc. en ECMA-262 e ISO/IEC 16262.

1.3.2.6 Google Fusion Tables

Google Fusion Tables es una aplicación experimental para almacenar, compartir, consultar y visualizar tablas de datos. Esta aplicación permite hacer mapas personalizados, gráficos y tablas con sus datos privados o públicos [21].

1.3.2.7 Notepad++

Notepad++ es un editor de código fuente libre y un sustituto de *Notepad* que soporta varios lenguajes, funciona en entorno *Microsoft Windows* y su uso se rige por la licencia GPL^{xix}. Basada en el poderoso componente de edición *Scintilla*, *Notepad++* está escrito en C++ y utiliza directamente la API de *Win32* y STL^{xx}, lo que asegura una velocidad de ejecución mayor y menor tamaño del programa, mediante la optimización de tantas rutinas como sea posible sin perder la facilidad de uso [22]. Es relevante para este proyecto el uso de esta herramienta para el diseño web.

CAPITULO 2. DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS

2.1 EQUIPO SCRUM

Previamente a la definición de requerimientos se debe definir la estructura del *equipo scrum* y asignar los roles a los integrantes del equipo. Para la asignación de roles se debe optar por *equipos de características*³ por sobre *equipos de componentes*⁴ [5], como se muestra en la *Tabla 6*.

Tabla 6. Equipo *scrum* del proyecto.

Equipo Scrum		
Rol		Integrante
Dueño de Producto		María Hallo
Scrum Master		Christian Pichucho
Equipo de Desarrollo	Desarrollo	Christian Pichucho (Desarrollador)
	Ingeniería de Producto	Silvia Vallejo ⁵ (Pruebas)
		Christian Pichucho (Documentación)

2.2 HISTORIAS DE USUARIO

En este paso se escriben en una o dos frases los requerimientos del producto.

Tabla 7. Historias de usuario del proyecto.

Historias de Usuario	
Código	Definición
HU01	Actor: Usuario del sistema
	Descripción: Como usuario quiero localizar ubicación geográfica de zonas de peligro de modo que fácilmente pueda explorar las áreas en Google Maps.
	Criterio de Aceptación: Demostrar facilidad en exploración de áreas.
HU02	Actor: Usuario del sistema
	Descripción: Como usuario quiero localizar ubicación geográfica de rutas de evacuación de zonas de peligro de modo que fácilmente pueda explorar las rutas en Google Maps.
	Criterio de Aceptación: Demostrar facilidad en exploración de rutas.
HU03	Actor: Usuario del sistema
	Descripción: Como usuario quiero localizar ubicación geográfica de sitios seguros, centros de salud y albergues de zonas de peligro de modo que fácilmente pueda explorar los sitios en Google Maps.

³ Los equipos de características son multifuncionales, capaces de operar en todas las capas de la arquitectura.

⁴ Los equipos de componentes agrupan a sus integrantes por los componentes arquitectónicos.

⁵ Silvia Vallejo, investigador del área de vulcanología del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional.

Historias de Usuario	
Código	Definición
	<p>Criterio de Aceptación: Demostrar facilidad en exploración de sitios.</p>
HU04	<p>Actor: Usuario del sistema</p>
	<p>Descripción: Como usuario quiero localizar mi ubicación geográfica o seleccionar una determinada ubicación geográfica directamente en el mapa o por dirección, de modo que fácilmente pueda explorar las ubicaciones en Google Maps.</p>
	<p>Criterio de Aceptación: Demostrar facilidad en exploración de ubicaciones.</p>
HU05	<p>Actor: Usuario del sistema</p>
	<p>Descripción: Como usuario quiero navegar a través de los informes y mapas de zonas, rutas y sitios del sistema de modo que fácilmente pueda consultar la información disponible del Cotopaxi.</p>
	<p>Criterio de Aceptación: Demostrar facilidad en consulta de información del Cotopaxi.</p>
HU06	<p>Actor: Usuario del sistema</p>
	<p>Descripción: Como usuario quiero visualizar mapa e información de zonas de peligro de modo que la información sea lo más precisa posible.</p>
	<p>Criterio de Aceptación: Demostrar precisión en información de áreas.</p>
HU07	<p>Actor: Usuario del sistema</p>
	<p>Descripción: Como usuario quiero visualizar mapa e información de rutas de evacuación de zonas de peligro correspondientes a una determinada ubicación geográfica de modo que la información sea lo más precisa posible.</p>
	<p>Criterio de Aceptación: Demostrar precisión en información de rutas correspondientes a una determinada ubicación geográfica.</p>
HU08	<p>Actor: Usuario del sistema</p>
	<p>Descripción: Como usuario quiero visualizar mapa e información de sitios seguros, centros de salud y albergues de zonas de peligro próximos a una determinada ubicación geográfica de modo que la información sea lo más precisa posible.</p>
	<p>Criterio de Aceptación: Demostrar precisión en información de sitios próximos a una determinada ubicación geográfica.</p>
HU09	<p>Actor: Usuario del sistema</p>
	<p>Descripción: Como usuario quiero conocer la situación actual del Cotopaxi de modo que fácilmente pueda consultar el nivel de alerta, el estado y el nivel de actividad interna y superficial.</p>

Historias de Usuario	
Código	Definición
	Criterio de Aceptación: Demostrar facilidad en consulta de situación actual del Cotopaxi.
HU10	Actor: Administrador del sistema
	Descripción: Como administrador quiero crear, leer, actualizar y borrar los campos de los registros de los datos de ubicación geográfica de áreas, rutas y sitios de modo que fácilmente pueda gestionar la información del sistema.
	Criterio de Aceptación: Demostrar facilidad en gestión de la información del sistema.

2.3 LISTA DE PRODUCTO

Los *elementos de la lista de producto* tienen como atributos: la descripción, el orden, el esfuerzo y la duración estimados; además, deben tener las siguientes características: independiente, negociable, valioso, estimable, pequeño y comprobable.

La estimación del esfuerzo se basa en tres criterios: esfuerzo, complejidad e incertidumbre; y, se usa la serie de *Fibonacci* máximo hasta 13 (1, 2, 3, 5, 8, 13) para asignar el valor. Para la estimación de la duración se usa el tiempo ideal para completar de la tarea en horas, generalmente entre 1 y 24 horas máximo y solo se registran las horas restantes [23], como se muestra en la *Tabla 8*.

Tabla 8. Lista de producto del proyecto.

Lista de Producto				
Código	Descripción	Orden	Esfuerzo	Duración
PBI01	Localizar ubicación geográfica de zonas de peligro en Google Maps	1	3	16
PBI02	Localizar ubicación geográfica de rutas de evacuación en Google Maps	2	3	16
PBI03	Localizar ubicación geográfica de sitios seguros en Google Maps	3	3	16
PBI04	Localizar ubicación geográfica de centros de salud en Google Maps	4	2	16
PBI05	Localizar ubicación geográfica de albergues en Google Maps	5	2	16
PBI06	Localizar ubicación geográfica de usuario en Google Maps	6	2	16
PBI07	Diseñar sistema, base de datos e interfaces gráficas de usuario	7	5	20
PBI08	Crear especificaciones de casos de uso, informes y mapas	8	5	20

Lista de Producto				
Código	Descripción	Orden	Esfuerzo	Duración
PBI09	Crear prototipo y menú de interfaz gráfica de usuario	9	8	24
PBI10	Localizar ubicación geográfica en mapa o por dirección en Google Maps	10	2	12
PBI11	Mostrar mapa e información de zonas de peligro	11	2	11
PBI12	Mostrar mapa e información de rutas de evacuación	12	2	11
PBI13	Mostrar mapa e información de sitios seguros por ubicación geográfica	13	3	18
PBI14	Mostrar mapa e información de centros de salud por ubicación geográfica	14	3	18
PBI15	Mostrar mapa e información de albergues por ubicación geográfica	15	3	18
PBI16	Diseñar interfaces gráficas y guiones gráficos de interfaz gráfica de usuario	16	2	16
PBI17	Buscar rutas desde una determinada ubicación geográfica hacia sitios seguros, centros de salud y albergues	17	8	24
PBI18	Crear informe de situación actual del Cotopaxi	18	8	24

CAPITULO 3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

3.1 VISIÓN

La visión del proyecto es ofrecer a través de computadores personales y dispositivos móviles la aplicación de mapas en línea para localizar geográficamente: los peligros y sus zonas de influencia, las rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues próximos a las zonas de peligros.

Con el fin de brindar un instrumento para la planificación, personal o familiar, de una adecuada reacción en caso de emergencia, de modo que, la comunidad en general conozca más acerca de las posibles consecuencias que podrían ocasionar futuros fenómenos volcánicos por una eventual erupción del volcán Cotopaxi.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del proyecto es desarrollar un sistema para localización de zonas de peligro por erupción del volcán Cotopaxi.

3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos del proyecto son:

Utilizar más del 70% de lenguajes y herramientas de libre difusión para el desarrollo del sistema.

Investigar y seleccionar una API de aplicación de mapas en línea que posea el mayor número de características soportadas, en comparación con sus similares, para localización geográfica de zonas, sitios y rutas.

Aplicar *Scrum* combinado con *Metodología de Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica* al desarrollo del sistema, empleando el 100% de los componentes planteados por *Scrum*.

Desarrollar un sistema que permita a los ciudadanos la consulta y visualización de los peligros y sus zonas de influencia, rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues próximos a las zonas de peligros en caso de una erupción del volcán Cotopaxi, en un plazo de 4 meses.

CAPITULO 4. SPRINT

En este capítulo se describe el primer *sprint* del desarrollo del sistema.

4.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

La actividad de *análisis de requerimientos* consiste de un proceso de tres pasos: En el primer paso se planifica el *sprint* de desarrollo del producto, en el segundo paso se revisan y refinan los *elementos de la lista de producto*, y en el tercer paso se ubica el problema geográfico y se adquieren los datos necesarios para resolverlo.

4.1.1 PLANIFICACIÓN DE SPRINT

En este paso se planifica el primer *sprint* del desarrollo del sistema.

Tabla 10. Planificación de *Sprint 1* del proyecto.

Planificación de Sprint	
Nombre	Sprint 1
Duración	2016/06/01 – 2016/06/30
Planificación de Sprint	2016/06/01 @ 08:00
Scrum Diario	@ 10:00
Refinamiento de la Lista de Producto	2016/06/13 @ 10:15
Revisión de Sprint	2016/06/30 @ 08:00
Retrospectiva de Sprint	2016/06/30 @ 13:00
Esfuerzo histórico promedio	–
Esfuerzo último Sprint	–
Esfuerzo pronosticado Sprint actual	33 pts.

4.1.1.1 Objetivo del Sprint

El *objetivo del sprint* es: localizar en *Google Maps* la ubicación geográfica de zonas de peligros en caso de erupción del volcán Cotopaxi y de rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues próximos a las zonas de peligros; conjuntamente diseñar sistema, base de datos e interfaces gráficas de usuario; e igualmente crear especificaciones de casos de uso, informes y mapas.

4.1.1.2 Definición de Terminado

La *definición de terminado* del sprint es: la localización en *Google Maps* de la ubicación geográfica de zonas de peligros en caso de erupción del volcán Cotopaxi y de rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues próximos a las zonas de peligros se considerará terminada cuando esté codificado, revisado el código, presentado, probado y reportado; conjuntamente los diseños de sistema,

base de datos e interfaces gráficas de usuario, e igualmente las especificaciones de casos de uso, informes y mapas se considerarán terminados cuando estén revisados y publicados.

4.1.1.3 Lista de Sprint

En este paso se especifica la lista de requerimientos del *incremento de producto* para el primer *sprint* del desarrollo del sistema.

Tabla 11. Lista de *Sprint 1* del proyecto.

Lista de Sprint			
Código	Descripción	Tareas	Duración
PBI01	Localizar ubicación geográfica de zonas de peligro en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de áreas.	5
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	3
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8
PBI02	Localizar ubicación geográfica de rutas de evacuación en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de rutas.	5
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	3
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8
PBI03	Localizar ubicación geográfica de sitios seguros en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de sitios.	5
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	3
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8
PBI04	Localizar ubicación geográfica de centros de salud en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de sitios.	5
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	3
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8
PBI05	Localizar ubicación geográfica de albergues en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de sitios.	5
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	3
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8
PBI06	Localizar ubicación geográfica de usuario en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de usuario.	5
		Procesar datos de ubicación geográfica.	3

Lista de Sprint			
Código	Descripción	Tareas	Duración
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8
PBI07	Diseñar sistema, base de datos e interfaces gráficas de usuario	Diseñar el sistema y la base de datos.	10
		Diseñar las interfaces gráficas de usuario.	10
PBI08	Crear especificaciones de casos de uso, informes y mapas	Crear diagramas y definiciones de casos de uso.	10
		Crear especificaciones de informes y mapas.	10
PBI09	Crear prototipo y menú de interfaz gráfica de usuario	Crear prototipo de interfaces gráficas de usuario.	12
		Crear menú de interfaz gráfica de usuario.	12

4.1.2 REFINAMIENTO DE LA LISTA DE PRODUCTO

En este paso se revisa y refina la lista de requerimientos del sistema.

Tabla 12. Lista de producto refinada de *Sprint 1* del proyecto.

Lista de Producto				
Código	Descripción	Orden	Esfuerzo	Duración
PBI01	Localizar ubicación geográfica de zonas de peligro en Google Maps	1	3	16
PBI02	Localizar ubicación geográfica de rutas de evacuación en Google Maps	2	3	16
PBI03	Localizar ubicación geográfica de sitios seguros en Google Maps	3	3	16
PBI04	Localizar ubicación geográfica de centros de salud en Google Maps	4	2	16
PBI05	Localizar ubicación geográfica de albergues en Google Maps	5	2	16
PBI06	Localizar ubicación geográfica de usuario en Google Maps	6	2	16
PBI07	Diseñar sistema, base de datos e interfaces gráficas de usuario	7	5	20
PBI08	Crear especificaciones de casos de uso, informes y mapas	8	5	20
PBI09	Crear prototipo y menú de interfaz gráfica de usuario	9	8	24
PBI10	Mostrar mapa e información de zonas de peligro	10	3	18
PBI11	Mostrar mapa e información de rutas de evacuación	11	2	16
PBI12	Mostrar mapa e información de sitios seguros por ubicación geográfica	12	3	18

Lista de Producto				
Código	Descripción	Orden	Esfuerzo	Duración
PBI13	Mostrar mapa e información de centros de salud por ubicación geográfica	13	3	18
PBI14	Mostrar mapa e información de albergues por ubicación geográfica	14	3	18

4.1.3 ADQUISICIÓN DE DATOS

En el paso *preguntar* del marco de trabajo de *Enfoque Geográfico* se responde a la pregunta ¿Cuál es el problema que está tratando de resolver o analizar con este proyecto y donde se encuentra?. El problema a resolver es la consulta y visualización de la ubicación geográfica de las zonas de influencia de los peligros causados por fenómenos volcánicos presentados por una eventual erupción del volcán Cotopaxi.

En el paso *adquirir* del marco de trabajo de *Enfoque Geográfico* se identifican los peligros y se localiza geográficamente sus zonas de influencia (polígonos) y las rutas primarias de evacuación (líneas) en caso de una erupción del volcán Cotopaxi, además se ubica geográficamente los sitios seguros, los centros de salud y los albergues (puntos) próximos a las zonas de peligros. Estos datos se encuentran en el *Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional*, la *Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo* y la *Secretaría de Seguridad del Municipio de Quito*. Se busca datos geográficos en formato vectorial debido a que los tipos de datos necesarios son puntos, líneas y polígonos bidimensionales.

4.2 ANÁLISIS & DISEÑO

La actividad de *análisis y diseño* consiste de un proceso de dos pasos. En el primer paso se desarrollan casos de uso, diseños y otros artefactos de análisis o diseño para el desarrollo del *incremento de producto*; finalmente en el segundo paso se verifican los datos geográficos adquiridos y se define, valida y presenta un proceso de análisis para tratar los datos verificados.

4.2.1 DISEÑO DE INCREMENTO

Los artefactos de análisis y diseño necesarios para el *incremento de producto* del primer *sprint* del desarrollo del sistema son: casos de uso de alto nivel y casos de uso detallados; también diseños detallados del sistema y de bases de datos; además diseños de interfaces gráficas de usuario, guiones gráficos de interfaz

gráfica de usuario y prototipo de interfaces gráficas de usuario; y asimismo, especificaciones de informes y mapas.

4.2.1.1 Casos de Uso

Los casos de uso proporcionan un medio sistemático e intuitivo de capturar requisitos funcionales centrándose en el valor añadido para el usuario.

4.2.1.1.1 Diagramas de Casos de Uso

El diagrama de casos de uso de alto nivel del sistema se muestra a continuación en la *Figura 10*.

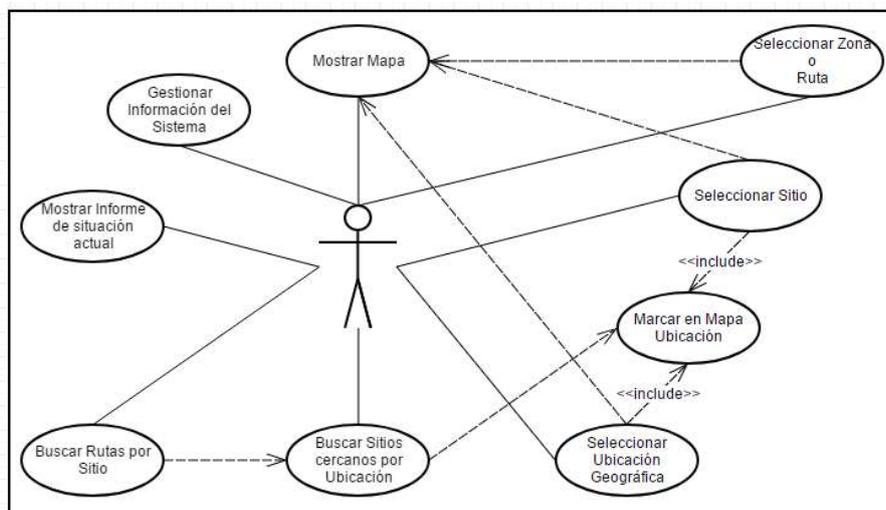


Figura 10. Diagrama de casos de uso de alto nivel del sistema.

El diagrama de casos de uso detallados del sistema se muestra a continuación en la *Figura 11*.

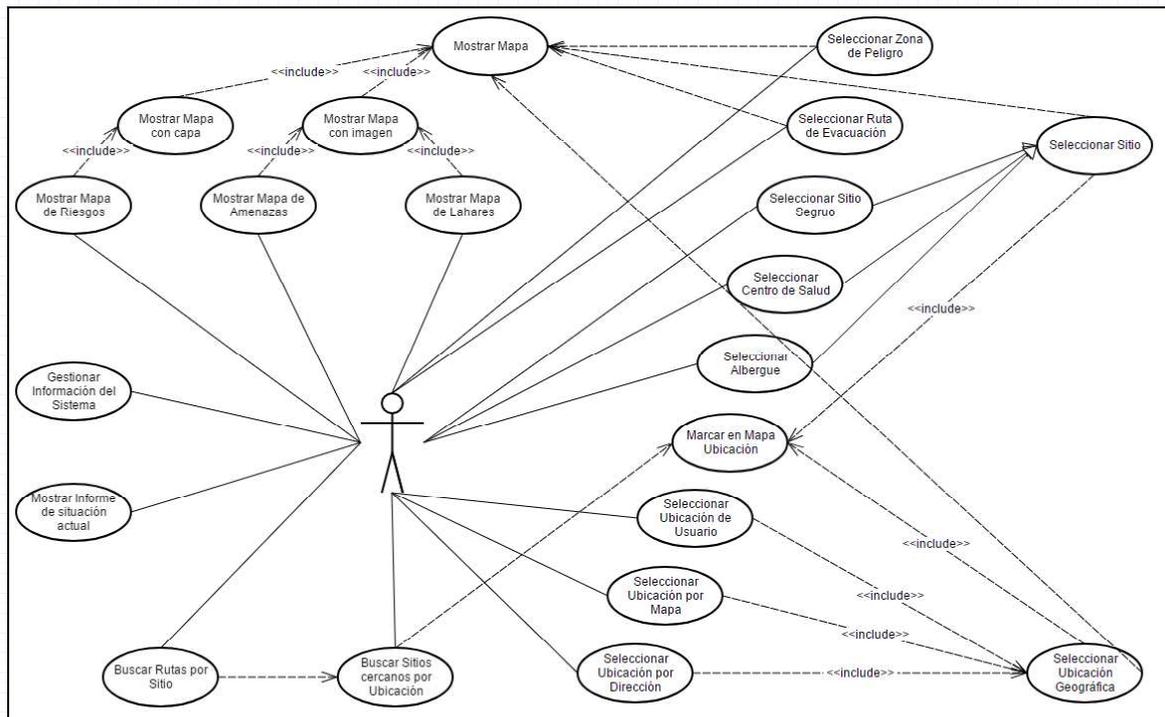


Figura 11. Diagrama de casos de uso detallados del sistema.

Para el sistema se consideran cuatro tipos de usuario, los tres primeros se clasifican en función de su experiencia, como se muestra en la *Tabla 13*.

Tabla 13. Clasificación de usuarios del sistema.

Usuario	Descripción
Principiante	Son usuarios que han tenido algún contacto con maquinaria y tecnología.
Intermedio	Son usuarios competentes, pero que les falta algo que les permita ser clasificados como avanzados. La mayoría de los usuarios entran en esta categoría.
Avanzado	Son usuarios que poseen un vasto conocimiento sobre la maquinaria y tecnología
Administrador	Usuario para gestión del sistema.

Los diagramas de casos de uso de alto nivel del sistema por tipo de usuario se muestran a continuación.

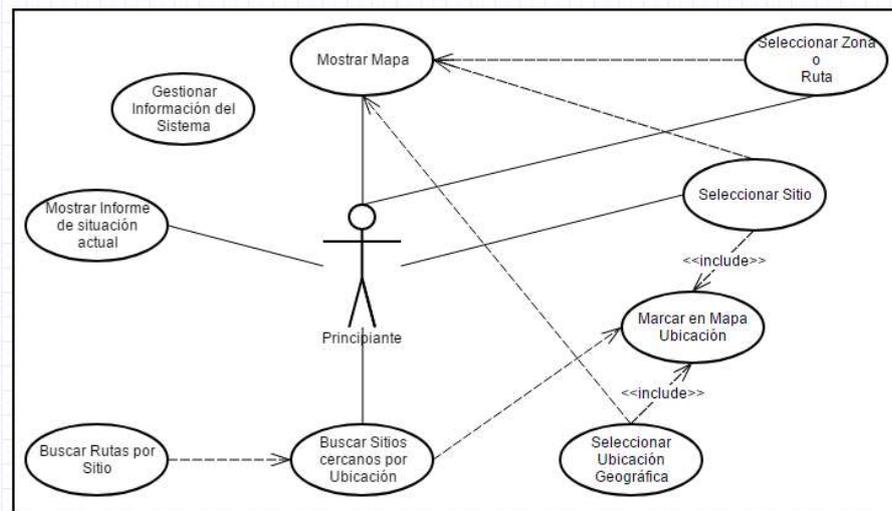


Figura 12. Diagrama de casos de uso de alto nivel del sistema para principiante.

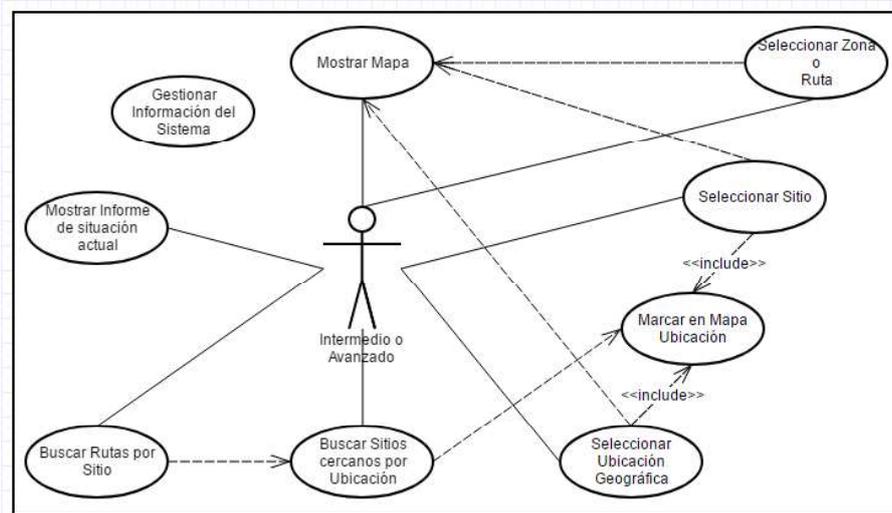


Figura 13. Diagrama de casos de uso de alto nivel del sistema para intermedio o avanzado.

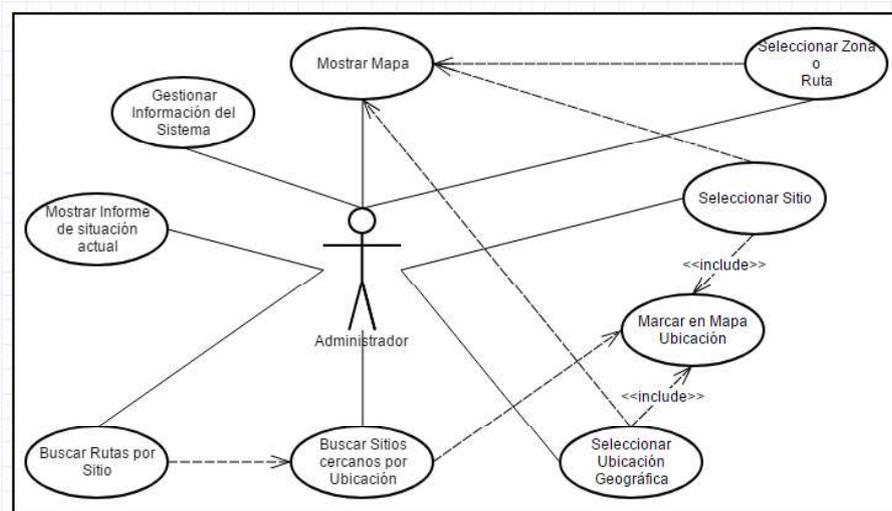


Figura 14. Diagrama de casos de uso de alto nivel del sistema para administrador.

4.2.1.1.2 Definiciones de Casos de Uso

Las definiciones de casos de uso se las realiza para el diagrama de casos de uso de alto nivel del sistema y se muestran a continuación.

Tabla 14. Caso de Uso: Mostrar mapa.

Caso de Uso: Mostrar Mapa			
Código	CU01	Historia de usuario	HU01 HU02 HU03
Descripción	Muestra mapa de riesgos, amenazas o lahares.		
Precondición	Ninguna		
Secuencia Normal	<p>Acciones</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al sistema. 2. El usuario ingresa al menú. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. El usuario selecciona “Mapas de Riesgos por erupción del Cotopaxi”. <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1. El sistema muestra el mapa con la capa de riesgos por erupción del Cotopaxi completa y centrada en la pantalla. 2.2. El usuario selecciona “Mapas de Amenazas por erupción del Cotopaxi”. <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1. El usuario selecciona “Mapa de amenazas por erupción del Cotopaxi - Norte”. <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1.1. El sistema muestra el mapa con la imagen norte de amenazas por erupción del Cotopaxi completa y centrada en la pantalla. 2.2.2. El usuario selecciona “Mapa de amenazas por erupción del Cotopaxi - Sur”. <ol style="list-style-type: none"> 2.2.2.1. El sistema muestra el mapa con la imagen sur de amenazas por erupción del Cotopaxi completa y centrada en la pantalla. 2.3. El usuario selecciona “Mapas de Lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi”. <ol style="list-style-type: none"> 2.3.1. El usuario selecciona “Mapa de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi - Norte”. <ol style="list-style-type: none"> 2.3.1.1. El sistema muestra el mapa con la imagen norte de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi completa y centrada en la pantalla. 2.3.2. El usuario selecciona “Mapa de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi - Sur”. <ol style="list-style-type: none"> 2.3.2.1. El sistema muestra el mapa con la imagen sur de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi completa y centrada en la pantalla. 2.3.3. El usuario selecciona “Mapa de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi - Oriente”. <ol style="list-style-type: none"> 2.3.3.1. El sistema muestra el mapa con la imagen oriente de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi completa y centrada en la pantalla. 		

Caso de Uso: Mostrar Mapa	
Secuencia Alternativa	Ninguna
Pos-condición	Mapa de riesgos, amenazas o lahares mostrado.

Tabla 15. Caso de Uso: Seleccionar zona o ruta.

Caso de Uso: Seleccionar Zona o Ruta			
Código	CU02	Historia de usuario	HU06 HU07
Descripción	Seleccionar zona de peligro o ruta de evacuación, desde el menú o el mapa.		
Precondición	CU01: Mostrar Mapa		
Secuencia Normal	<p>Acciones</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al sistema. 2. El usuario ingresa al menú. 3. El usuario selecciona “Mapas de Riesgos por erupción del Cotopaxi”. <ol style="list-style-type: none"> 3.1.El usuario selecciona “Mapa de Zonas de peligro por erupción del Cotopaxi”. <ol style="list-style-type: none"> 3.1.1. El usuario selecciona una Zona de Peligro. 3.1.2. El sistema muestra el mapa con la Zona de Peligro seleccionada: completa, remarcada y centrada en la pantalla. 3.2.El usuario selecciona desde el mapa una Zona de Peligro. <ol style="list-style-type: none"> 3.2.1. El sistema muestra una ventana de información sobre la Zona de Peligro con un enlace “Seleccionar zona de peligro”. 3.2.2. El usuario selecciona el enlace “Seleccionar zona de peligro”. 3.2.3. El sistema muestra el mapa con la Zona de Peligro seleccionada: completa, remarcada y centrada en la pantalla. 3.3.El usuario selecciona “Mapa de Rutas de evacuación por erupción del Cotopaxi”. <ol style="list-style-type: none"> 3.3.1. El usuario selecciona una Ruta de Evacuación. 3.3.2. El sistema muestra el mapa con la Ruta de Evacuación seleccionada: completa, remarcada, centrada en la pantalla y con una ventana de información. 3.4.El usuario selecciona desde el mapa una Ruta de Evacuación. <ol style="list-style-type: none"> 3.4.1. El sistema muestra una ventana de información sobre la Ruta de Evacuación con un enlace “Seleccionar ruta de evacuación”. 3.4.2. El usuario selecciona el enlace “Seleccionar ruta de evacuación”. 3.4.3. El sistema muestra el mapa con la Ruta de Evacuación seleccionada: completa, remarcada, 		

Caso de Uso: Seleccionar Zona o Ruta	
	centrada en la pantalla y con una ventana de información.
Secuencia Alternativa	Ninguna
Pos-condición	Zona de peligro o ruta de evacuación seleccionada.

Tabla 16. Caso de Uso: Marcar en mapa ubicación.

Caso de Uso: Marcar en Mapa Ubicación			
Código	CU03	Historia de usuario	HU04 HU08
Descripción	Marcar en el mapa sitio seleccionado (sitio seguro, centro de salud o albergue) o ubicación geográfica seleccionada (de usuario, por mapa o por dirección).		
Precondición	CU04: Seleccionar Sitio, o CU05: Seleccionar Ubicación Geográfica		
Secuencia Normal	Acciones 1. El sistema muestra el mapa con el Sitio o Ubicación Geográfica seleccionado: centrado en la pantalla con un radio de un 1 Km, con un marcador en el mapa y con una ventana de información. 2. El sistema almacena el último Sitio o Ubicación Geográfica seleccionado.		
Secuencia Alternativa	Ninguna		
Pos-condición	Sitio o ubicación geográfica seleccionado y último almacenado.		

Tabla 17. Caso de Uso: Seleccionar sitio.

Caso de Uso: Seleccionar Sitio			
Código	CU04	Historia de usuario	HU08
Descripción	Seleccionar sitio seguro, centro de salud o albergue, desde el menú o el mapa.		
Precondición	CU01: Mostrar Mapa		
Secuencia Normal	Acciones 1. El usuario ingresa al sistema. 2. El usuario ingresa al menú. 3. El usuario selecciona "Mapas de Riesgos por erupción del Cotopaxi". 3.1. El usuario selecciona "Mapa de Sitios seguros por erupción del Cotopaxi". 3.1.1. El usuario selecciona un Sitio Seguro. 3.1.2. CU03: Marcar en Mapa Ubicación. 3.2. El usuario selecciona desde el mapa un Sitio Seguro. 3.2.1. El sistema muestra una ventana de información sobre el Sitio Seguro con un enlace "Seleccionar ubicación".		

Caso de Uso: Seleccionar Sitio	
	<p>3.2.2. El usuario selecciona el enlace “Seleccionar ubicación”.</p> <p>3.2.3. CU03: Marcar en Mapa Ubicación.</p> <p>3.3. El usuario selecciona “Mapa de Centros de salud por erupción del Cotopaxi”.</p> <p>3.3.1. El usuario selecciona un Centro de Salud.</p> <p>3.3.2. CU03: Marcar en Mapa Ubicación.</p> <p>3.4. El usuario selecciona desde el mapa un Centro de Salud.</p> <p>3.4.1. El sistema muestra una ventana de información sobre el Centro de Salud con un enlace “Seleccionar ubicación”.</p> <p>3.4.2. El usuario selecciona el enlace “Seleccionar ubicación”.</p> <p>3.4.3. CU03: Marcar en Mapa Ubicación.</p> <p>3.5. El usuario selecciona “Mapa de Albergues por erupción del Cotopaxi”.</p> <p>3.5.1. El usuario selecciona un Albergue.</p> <p>3.5.2. CU03: Marcar en Mapa Ubicación.</p> <p>3.6. El usuario selecciona desde el mapa un Albergue.</p> <p>3.6.1. El sistema muestra una ventana de información sobre el Albergue con un enlace “Seleccionar ubicación”.</p> <p>3.6.2. El usuario selecciona el enlace “Seleccionar ubicación”.</p> <p>3.6.3. CU03: Marcar en Mapa Ubicación.</p>
Secuencia Alternativa	Ninguna
Pos-condición	Sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado y último almacenado.

Tabla 18. Caso de Uso: Seleccionar ubicación geográfica.

Caso de Uso: Seleccionar Ubicación Geográfica			
Código	CU05	Historia de usuario	HU04
Descripción	Seleccionar ubicación geográfica de usuario, por mapa o por dirección.		
Precondición	CU01: Mostrar Mapa		
Secuencia Normal	<p>Acciones</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona el botón “Mi Ubicación”. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. El navegador muestra alerta de confirmación de Geolocalización. 1.2. El usuario acepta confirmación de Geolocalización. 1.3. CU03: Marcar en Mapa Ubicación. 2. El usuario presiona el botón “Seleccionar Ubicación”. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. El usuario selecciona ubicación en el mapa. 2.2. CU03: Marcar en Mapa Ubicación. 3. El usuario escribe dirección en cuadro de texto “Dirección”. <ol style="list-style-type: none"> 3.1. El usuario selecciona dirección de lista desplegable. 		

Caso de Uso: Seleccionar Ubicación Geográfica	
	3.2. CU03: Marcar en Mapa Ubicación.
Secuencia Alternativa	<p>SA01</p> <p>1.2. El usuario no acepta confirmación de Geolocalización, o la petición de Geolocalización falla.</p> <p>1.3. El sistema asigna ubicación geográfica de la EPN.</p> <p>1.4. CU03: Marcar en Mapa Ubicación.</p> <p>SA02</p> <p>3.1. El usuario no selecciona dirección de lista desplegable.</p> <p>3.2. El sistema muestra alerta de dirección no encontrada.</p> <p>SA03</p> <p>3.2. La petición de dirección falla.</p> <p>3.3. El sistema muestra alerta de falla.</p>
Pos-condición	Ubicación geográfica de usuario, por mapa o por dirección seleccionada y última almacenada.

Tabla 19. Caso de Uso: Buscar sitios cercanos por ubicación.

Caso de Uso: Buscar Sitios cercanos por Ubicación			
Código	CU06	Historia de usuario	HU04 HU08
Descripción	Buscar sitios seguros, centros de salud o albergues cercanos a sitio seleccionado (sitio seguro, centro de salud o albergue) o ubicación geográfica seleccionada (de usuario, por mapa o por dirección).		
Precondición	CU03: Marcar en Mapa Ubicación		
Secuencia Normal	<p>Acciones</p> <p>1. El usuario presiona el botón “Buscar por ubicación”.</p> <p>2. El usuario selecciona “Sitios Seguros”</p> <p>2.1. El sistema muestra el mapa con los cinco Sitios Seguros más cercanos: completos, remarcados, centrado en sitio o ubicación geográfica seleccionado y con marcadores en los Sitios Seguros.</p> <p>3. El usuario selecciona “Centros de Salud”</p> <p>3.1. El sistema muestra el mapa con los cinco Centros de Salud más cercanos: completos, remarcados, centrado en sitio o ubicación geográfica seleccionado y con marcadores en los Centros de Salud.</p> <p>4. El usuario selecciona “Albergues”</p> <p>4.1. El sistema muestra el mapa con los cinco Albergues más cercanos: completos, remarcados, centrado en sitio o ubicación geográfica seleccionado y con marcadores en los Albergues.</p>		
Secuencia Alternativa	Ninguna		
Pos-condición	Sitios seguros, centros de salud o albergues cercanos a sitio o ubicación geográfica seleccionado encontrados.		

Tabla 20. Caso de Uso: Buscar rutas por sitio.

Caso de Uso: Buscar Rutas por Sitio			
Código	CU07	Historia de usuario	HU04 HU07 HU08
Descripción	Buscar rutas hacia sitios seguros, centros de salud o albergues cercanos desde sitio seleccionado (sitio seguro, centro de salud o albergue) o ubicación geográfica seleccionada (de usuario, por mapa o por dirección).		
Precondición	CU06: Buscar Sitios cercanos por Ubicación		
Secuencia Normal	<p>Acciones</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona un Sitio Seguro cercano. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. El sistema muestra una ventana de información sobre el Sitio Seguro con un enlace “Buscar rutas”. 1.2. El usuario selecciona el enlace “Buscar rutas” 1.3. El sistema muestra el mapa con dos rutas (caminando y conduciendo) desde sitio o ubicación geográfica seleccionado hacia el Sitio Seguro seleccionado: completas, remarcadas, centradas en el mapa, con marcadores en el origen y en el destino, y un panel lateral derecho con las indicaciones de las rutas. 2. El usuario selecciona un Centro de Salud cercano. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. El sistema muestra una ventana de información sobre el Centro de Salud con un enlace “Buscar rutas”. 2.2. El usuario selecciona el enlace “Buscar rutas” 2.3. El sistema muestra el mapa con dos rutas (caminando y conduciendo) desde sitio o ubicación geográfica seleccionado hacia el Centro de Salud seleccionado: completas, remarcadas, centradas en el mapa, con marcadores en el origen y en el destino, y un panel lateral derecho con las indicaciones de las rutas. 3. El usuario selecciona un Albergue cercano. <ol style="list-style-type: none"> 3.1. El sistema muestra una ventana de información sobre el Albergue con un enlace “Buscar rutas”. 3.2. El usuario selecciona el enlace “Buscar rutas” 3.3. El sistema muestra el mapa con dos rutas (caminando y conduciendo) desde sitio o ubicación geográfica seleccionado hacia el Albergue seleccionado: completas, remarcadas, centradas en el mapa, con marcadores en el origen y en el destino, y un panel lateral derecho con las indicaciones de las rutas. 		
Secuencia Alternativa	Ninguna		
Pos-condición	Rutas hacia sitios seguros, centros de salud o albergues cercanos desde sitio o ubicación geográfica seleccionado encontrados.		

Tabla 21. Caso de Uso: Mostrar informe de situación actual.

Caso de Uso: Mostrar Informe se situación actual			
Código	CU08	Historia de usuario	HU09
Descripción	Muestra informe de situación actual del Cotopaxi.		

Caso de Uso: Mostrar Informe se situación actual	
Precondición	Ninguna
Secuencia Normal	Acciones 1. El usuario ingresa al sistema. 2. El usuario ingresa al menú. 3. El usuario selecciona “Situación actual del Cotopaxi”. 4. El sistema muestra una ventana modal con el Informe de Situación actual del Cotopaxi.
Secuencia Alternativa	Ninguna
Pos-condición	Informe de situación actual del Cotopaxi mostrado.

Tabla 22. Caso de Uso: Gestión de información del sistema.

Caso de Uso: Gestionar Información del Sistema			
Código	CU09	Historia de usuario	HU10
Descripción	Gestionar información de zonas, rutas y sitios del sistema.		
Precondición	Iniciar sesión en Google.		
Secuencia Normal	Acciones 1. El administrador ingresa a la fuente de datos de <i>Fusion Tables</i> . 2. <i>Fusion Tables</i> muestra vista para gestión de datos. 3. El administrador gestiona los datos.		
Secuencia Alternativa	Ninguna		
Pos-condición	Información de zonas, rutas y sitios gestionada.		

4.2.1.2 Diseño del Sistema

El sistema es una aplicación de página única (SPA^{xxi}), una aplicación web que cabe en una sola página con el propósito de dar una experiencia más fluida a los usuarios. La arquitectura del sistema se muestra a continuación en la *Figura 15*.

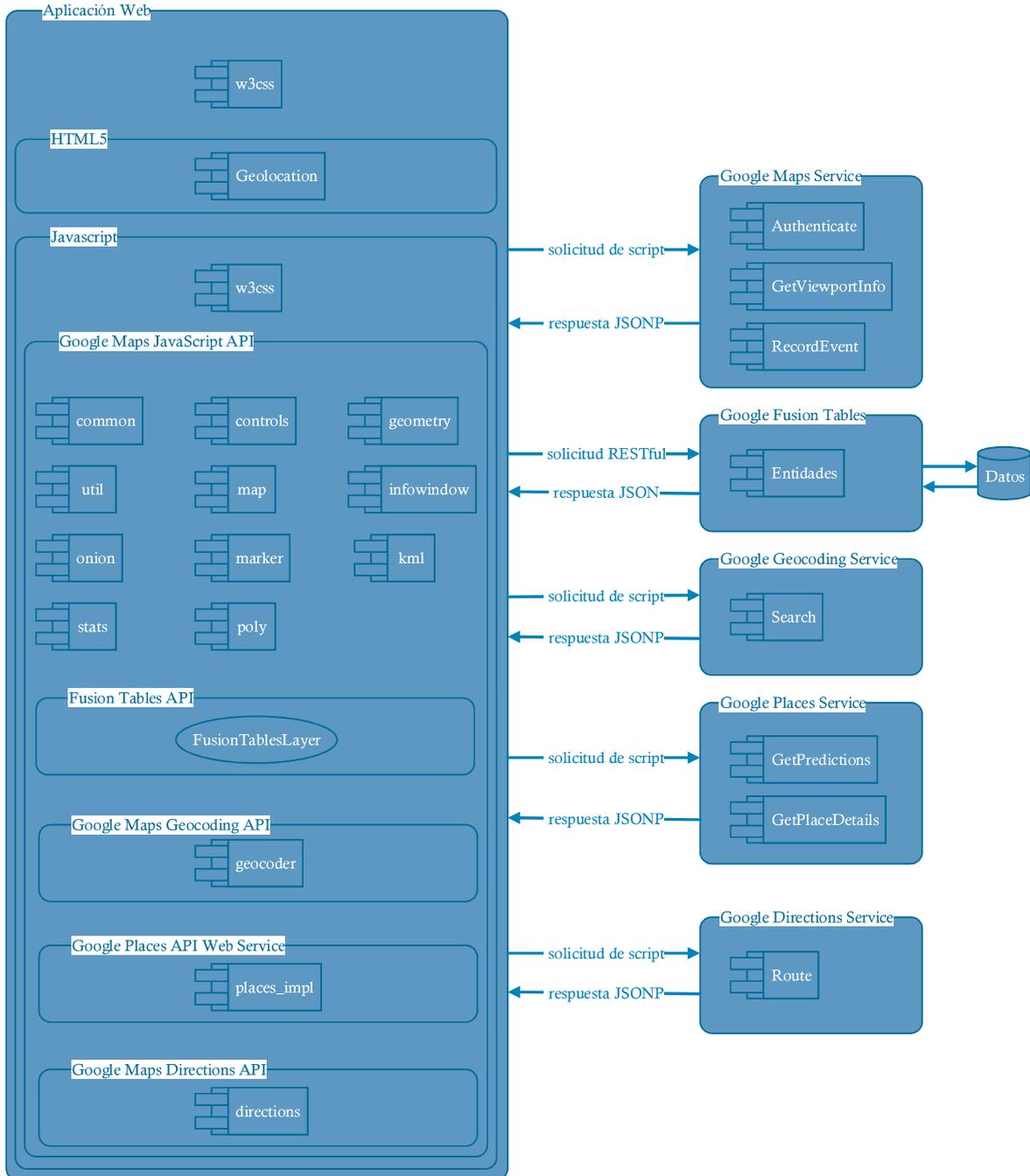


Figura 15. Arquitectura del sistema.

4.2.1.3 Diseño de Base de Datos

El diseño de base de datos del sistema se muestra a continuación en la *Figura 16*.

ZONAS_PELIGRO		RUTAS_EVACUACION		SITIOS_SEGUROS	
ID	Number	ID	Number	ID	Number
NAME	Text	NAME	Text	NAME	Text
DESCRIPTION	Text	DESCRIPTION	Text	DESCRIPTION	Text
FILL_COLOR	Text	GEOMETRY	Location	GEOMETRY	Location
BORDER_COLOR	Text	
GEOMETRY	Location				
...					

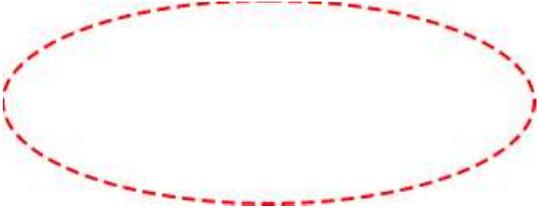
CENTROS_SALUD		ALBERGUES	
ID	Number	ID	Number
NAME	Text	NAME	Text
DESCRIPTION	Text	DESCRIPTION	Text
GEOMETRY	Location	GEOMETRY	Location
...		...	

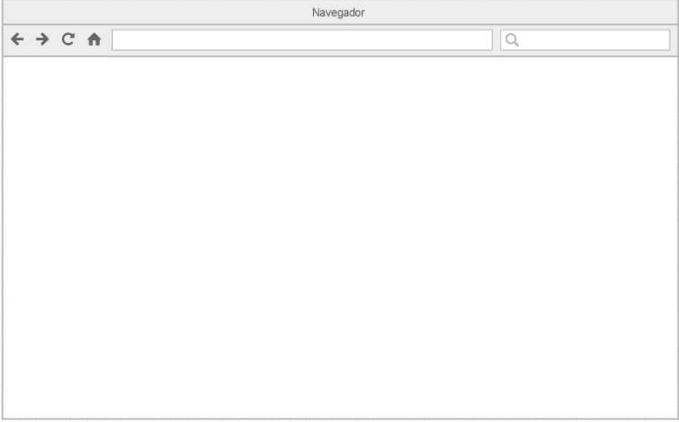
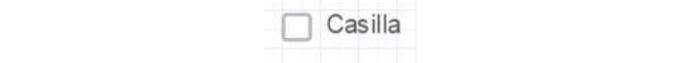
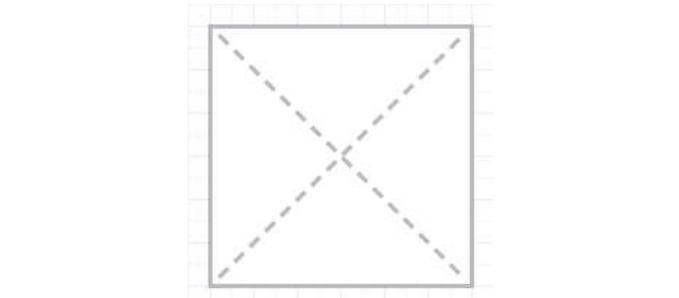
Figura 16. Diseño de base de datos del sistema.

4.2.1.4 Diseños de Interfaces Gráficas de Usuario

Los diseños de interfaces gráficas de usuario utilizan la simbología especificada en la *Tabla 23*.

Tabla 23. Símbolos para diseños de interfaces gráficas de usuario.

Símbolo	Descripción
	Zona de peligro
	Ruta de evacuación
	Sitio seguro
	Centro de salud
	Albergue

Símbolo	Descripción
	Navegador
	Mapa
	Caja de sección
	Casilla de selección
	Botón
	Etiqueta
	Casilla de búsqueda
	Imagen

Símbolo	Descripción
	Lista de menú
	Lista desplegable
	Ventana de información

A continuación se presentan los diseños de interfaces gráficas de usuario del *incremento de producto* para el primer *sprint* del desarrollo del sistema.

4.2.1.4.1 Interfaz Gráfica de Usuario Inicial

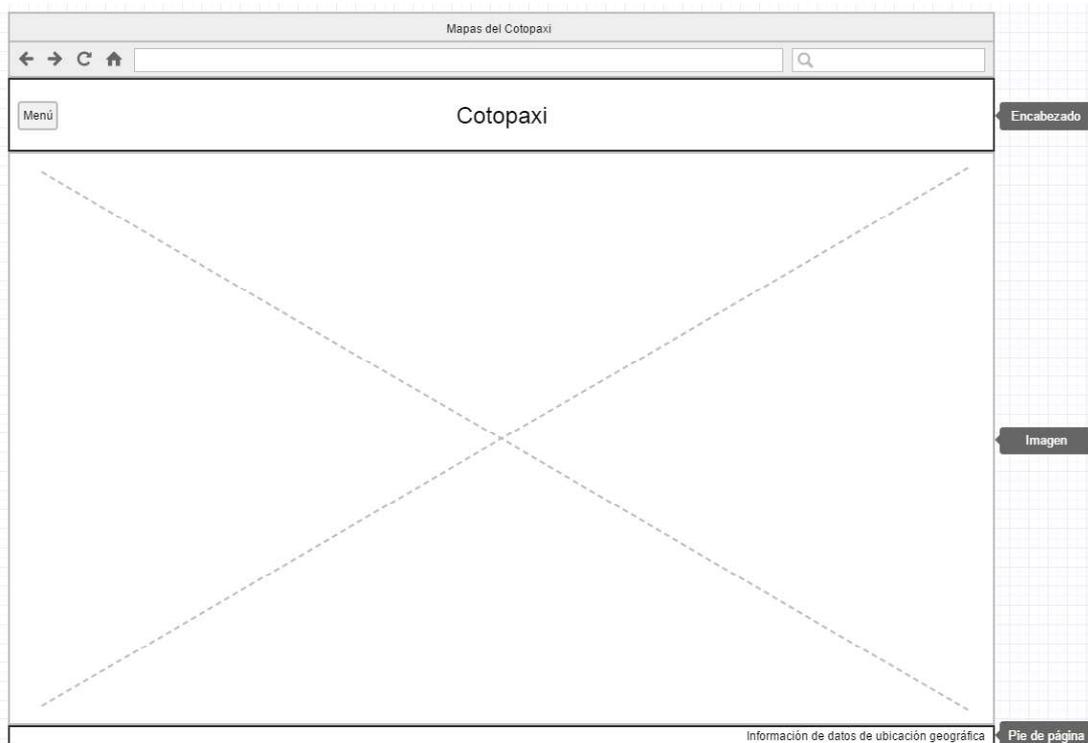


Figura 17. Diseño de interfaz gráfica de usuario inicial.

4.2.1.4.2 Interfaz Gráfica de Usuario Inicial con Menú

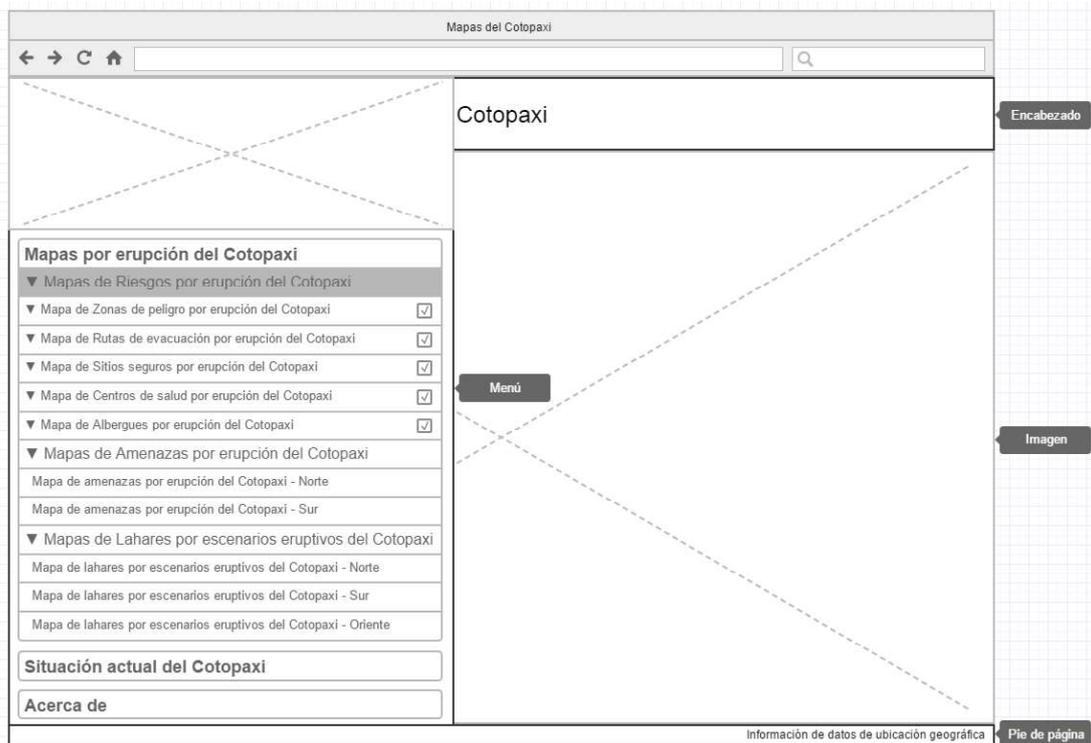


Figura 18. Diseño de interfaz gráfica de usuario inicial con menú.

4.2.1.4.3 Interfaz Gráfica de Usuario Principal

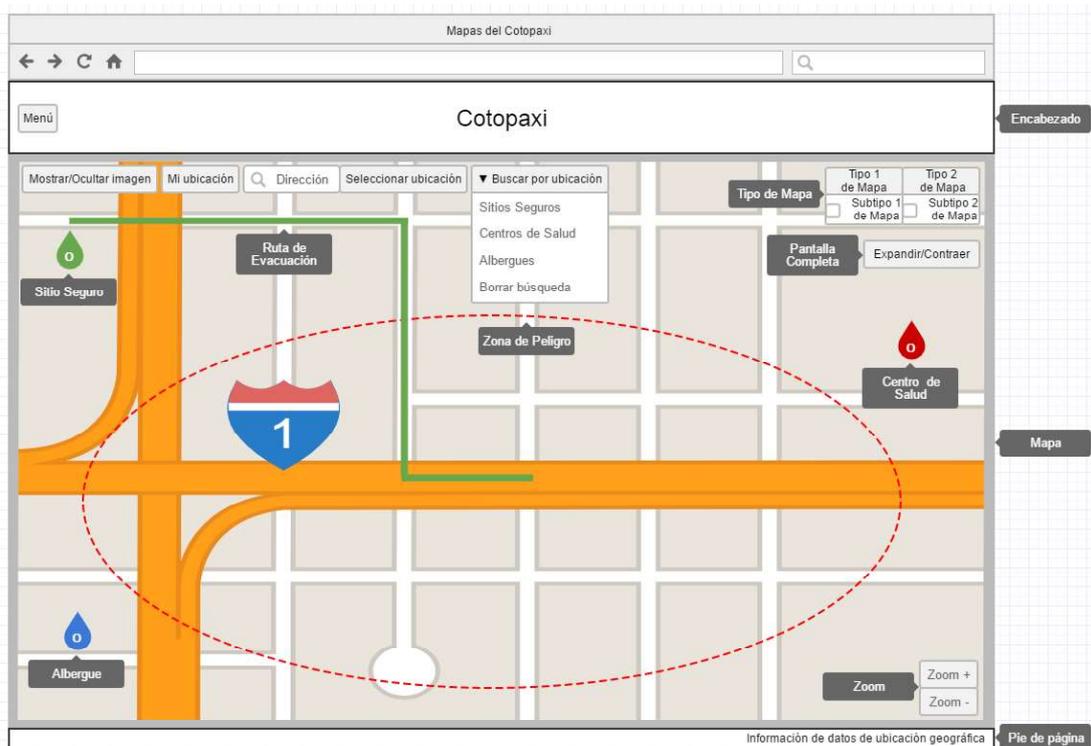


Figura 19. Diseño de interfaz gráfica de usuario principal.

4.2.1.4.4 Interfaz Gráfica de Usuario de Zonas de Peligro

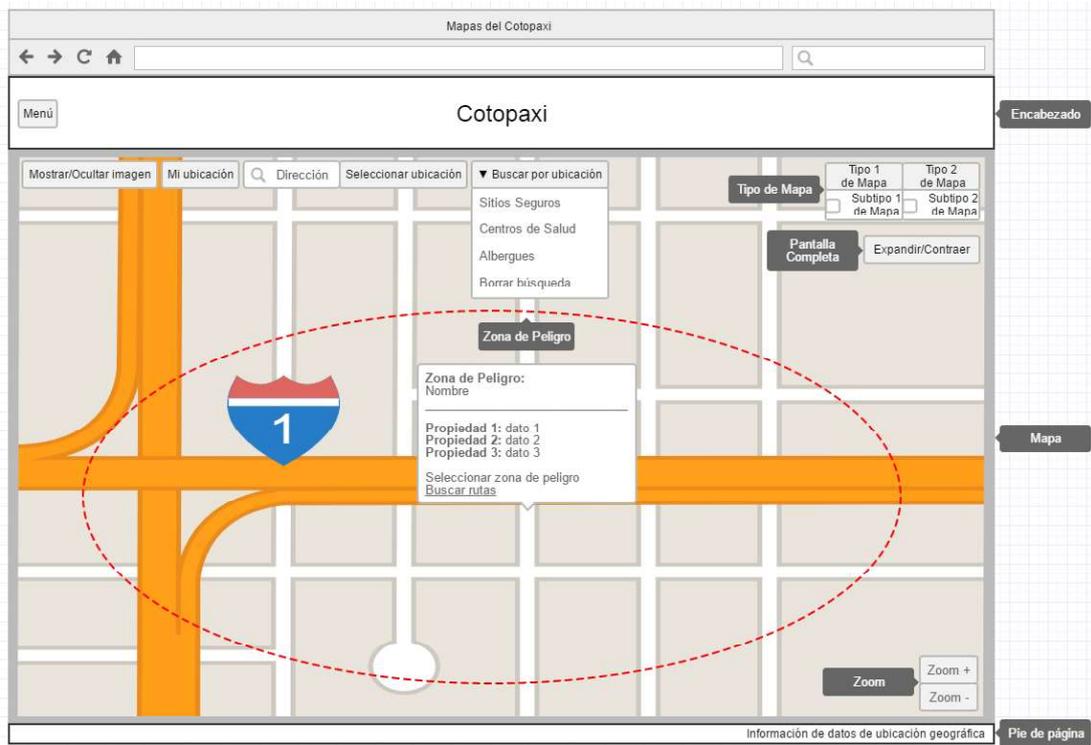


Figura 20. Diseño de interfaz gráfica de usuario de zonas de peligro.

4.2.1.4.5 Interfaz Gráfica de Usuario de Rutas de Evacuación

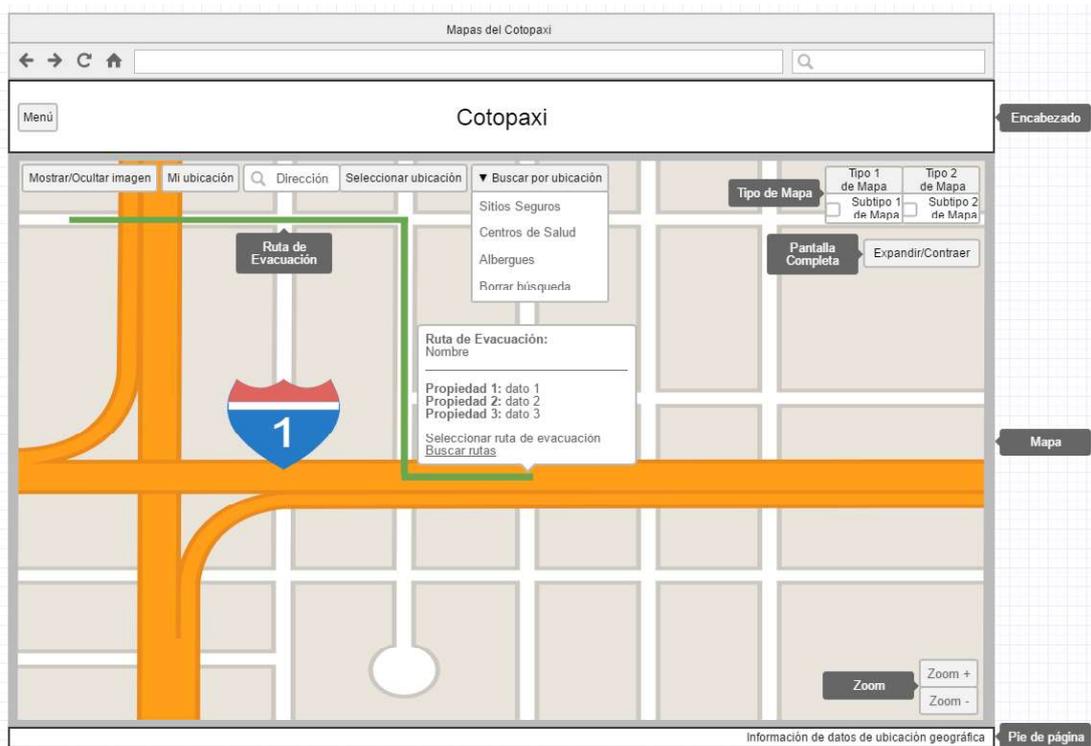


Figura 21. Diseño de interfaz gráfica de usuario de rutas de evacuación.

4.2.1.4.6 Interfaz Gráfica de Usuario de Sitios Seguros

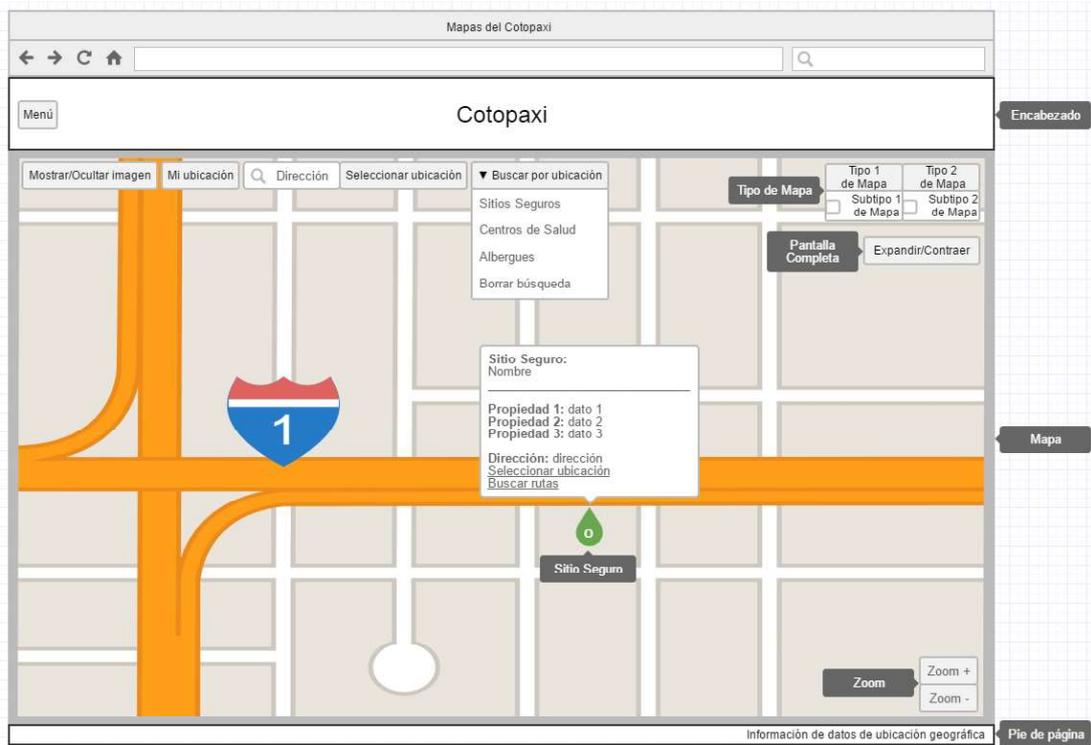


Figura 22. Diseño de interfaz gráfica de usuario de sitios seguros.

4.2.1.4.7 Interfaz Gráfica de Usuario de Centros de Salud



Figura 23. Diseño de interfaz gráfica de usuario de centros de salud.

4.2.1.4.8 Interfaz Gráfica de Usuario de Albergues

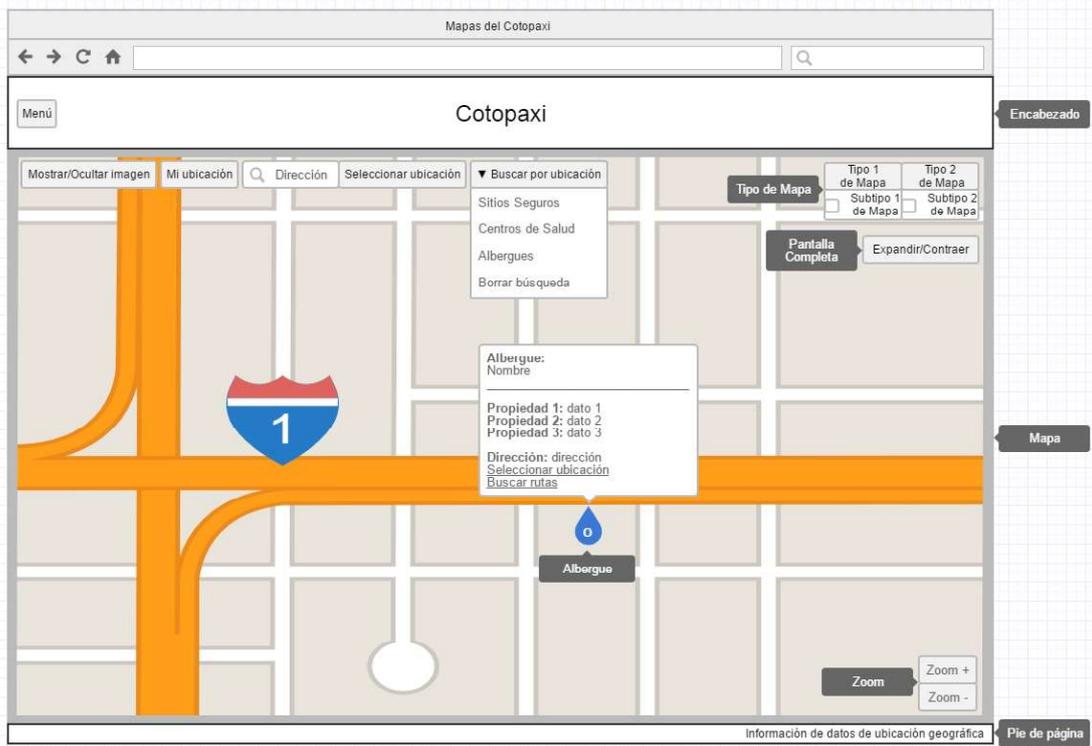


Figura 24. Diseño de interfaz gráfica de usuario de albergues.

4.2.1.5 Guiones Gráficos de Interfaz Gráfica de Usuario

A continuación se presenta la interacción entre los diseños de interfaces gráficas de usuario para completar la funcionalidad del sistema.

4.2.1.5.1 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Menú

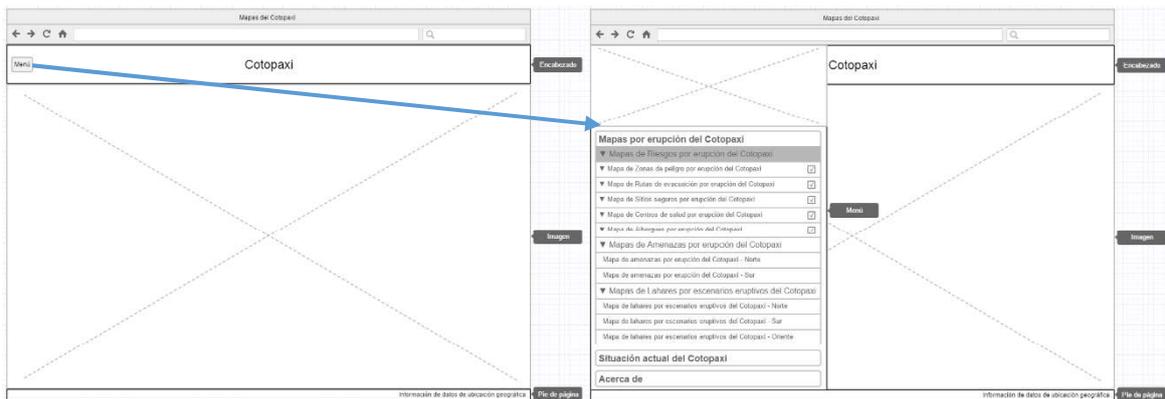


Figura 25. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de menú.

4.2.1.5.2 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Zonas de Peligro

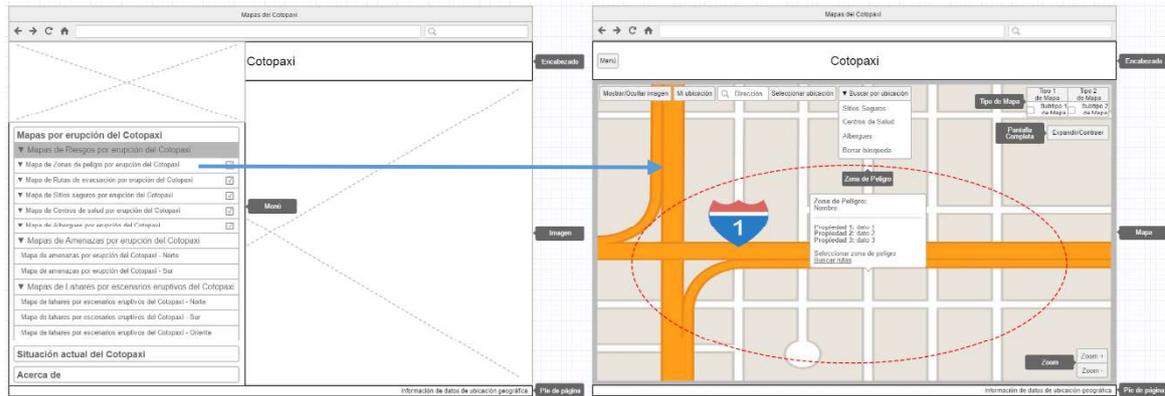


Figura 26. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de zonas de peligro.

4.2.1.5.3 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Rutas de Evacuación

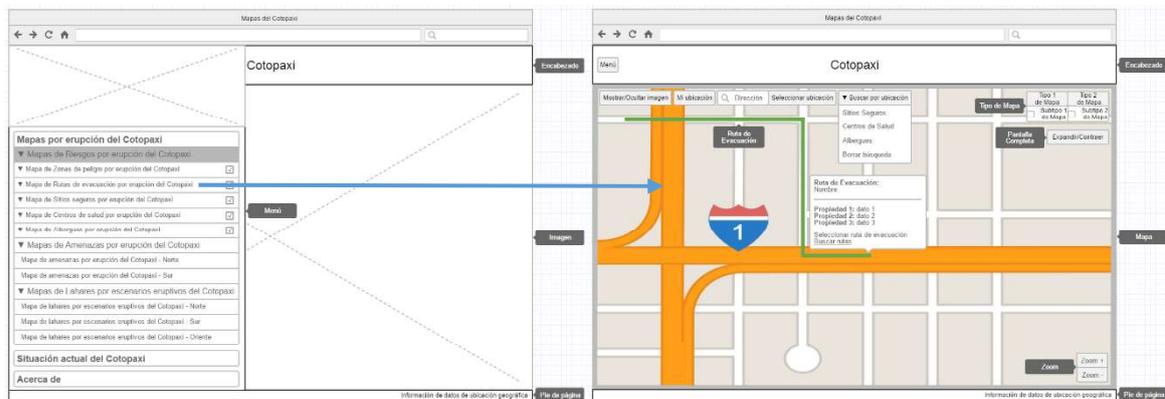


Figura 27. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de rutas de evacuación.

4.2.1.5.4 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Sitios Seguros

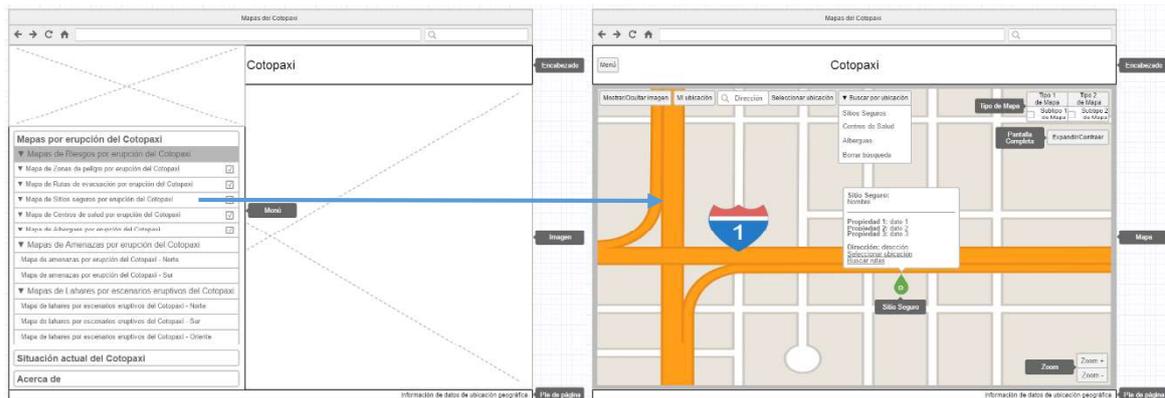


Figura 28. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de sitios seguros.

4.2.1.5.5 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Centros de Salud

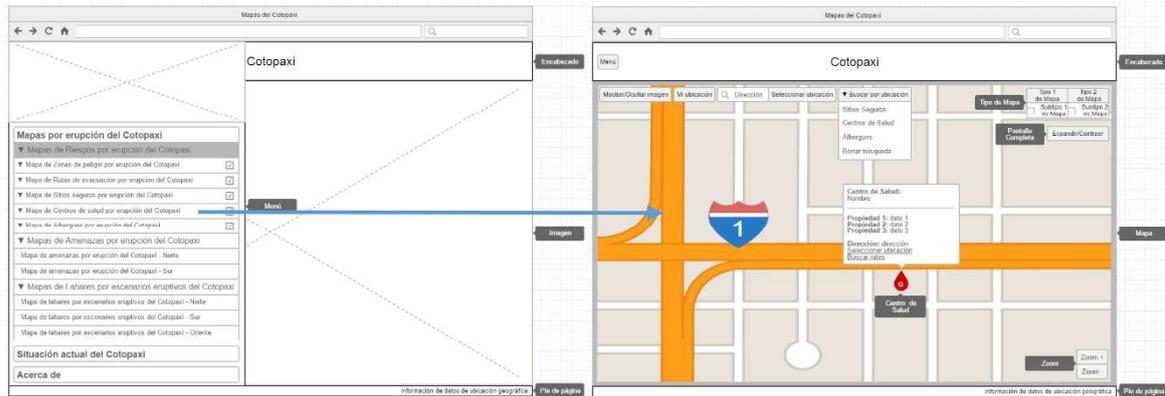


Figura 29. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de centros de salud.

4.2.1.5.6 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Albergues

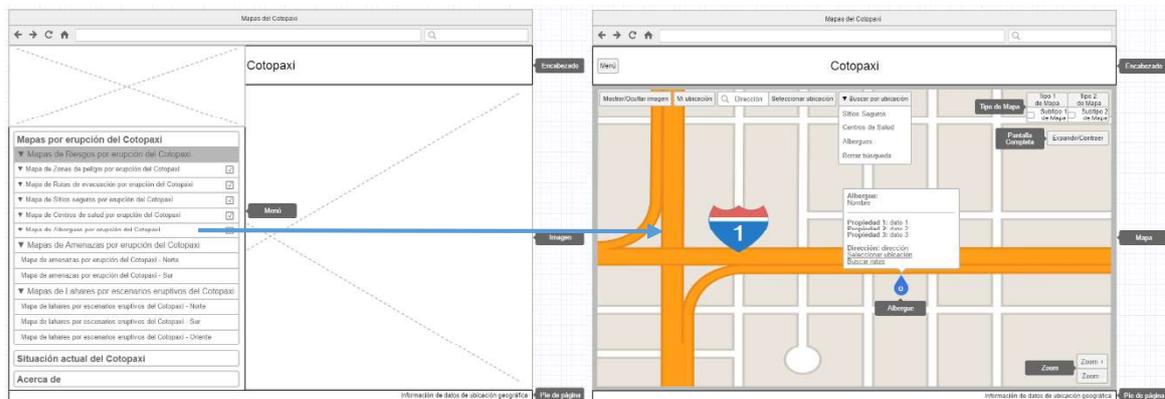


Figura 30. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de albergues.

4.2.1.6 Prototipo de Interfaces Gráficas de Usuario

A continuación se presenta el prototipo de interfaces gráficas de usuario para el sistema.

4.2.1.6.1 Prototipo de Interfaz Gráfica de Usuario Inicial

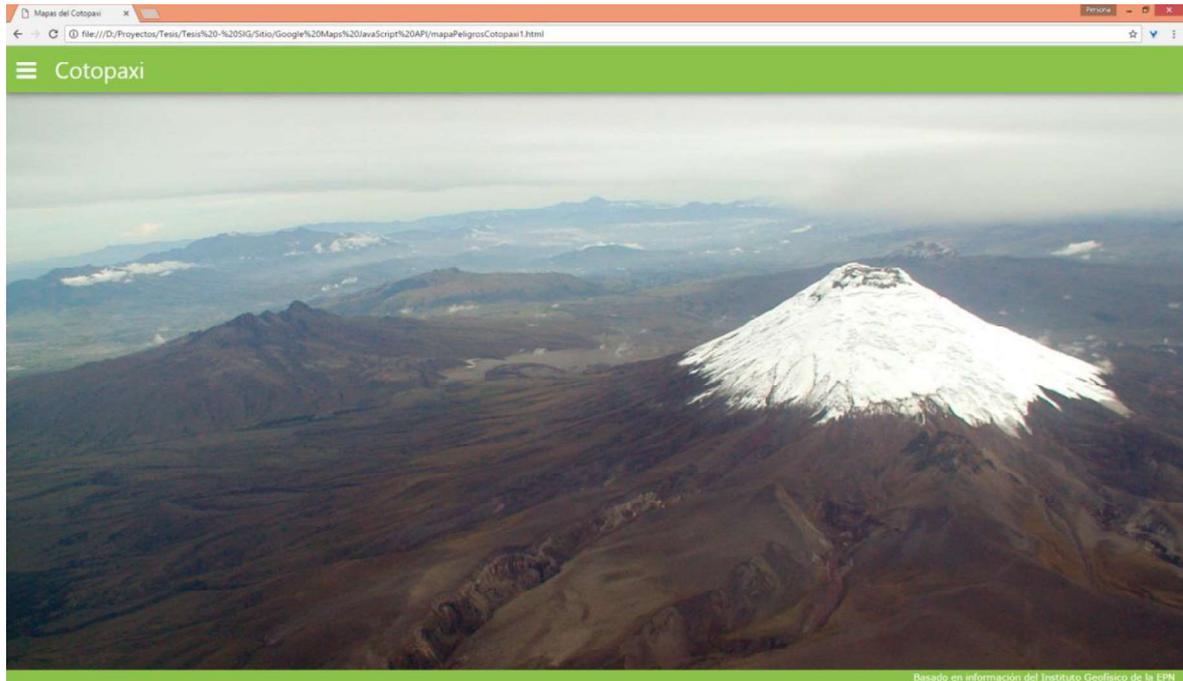


Figura 31. Prototipo de interfaz gráfica de usuario inicial.

4.2.1.6.2 Prototipo de Interfaz Gráfica de Usuario Inicial con Menú

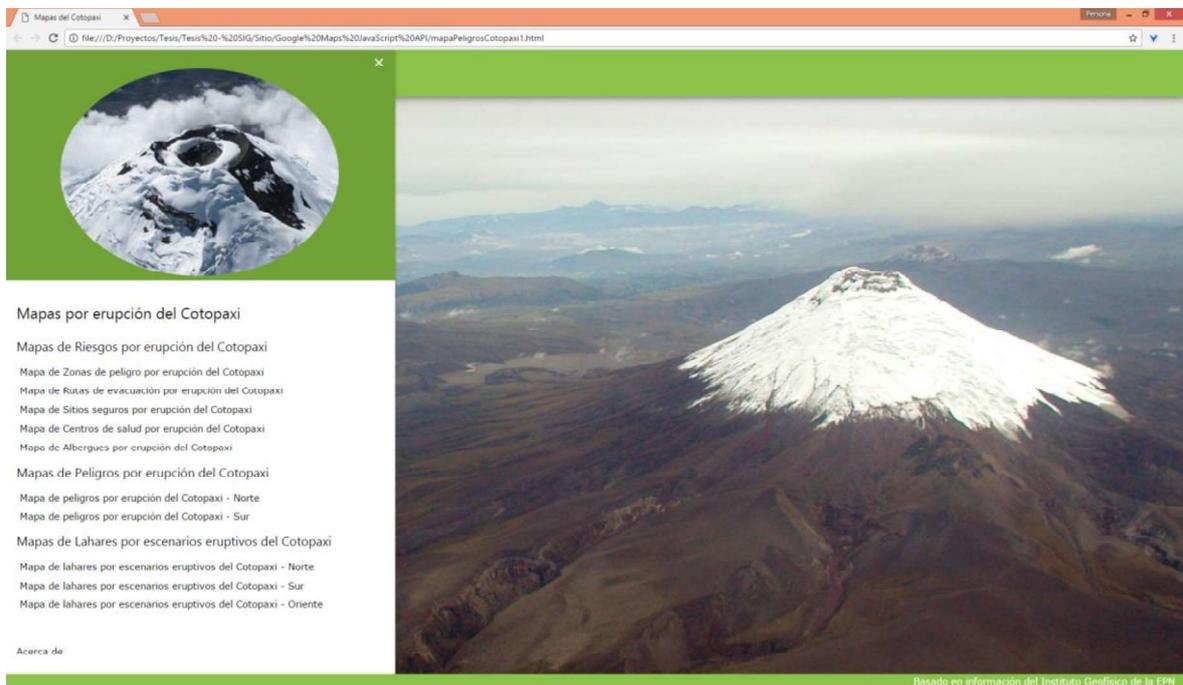


Figura 32. Prototipo de interfaz gráfica de usuario inicial con menú.

4.2.1.6.3 Prototipo de Interfaz Gráfica de Usuario Principal

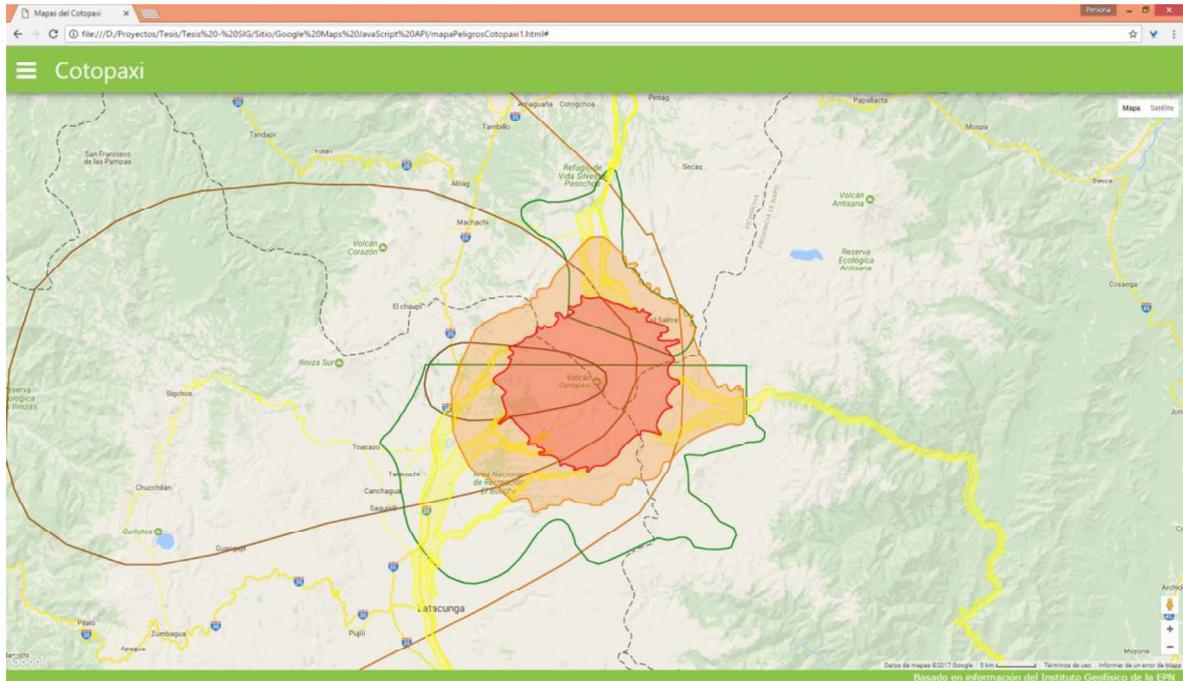


Figura 33. Prototipo de interfaz gráfica de usuario principal.

4.2.1.6.4 Prototipo de Interfaz Gráfica de Usuario de Zonas de Peligro

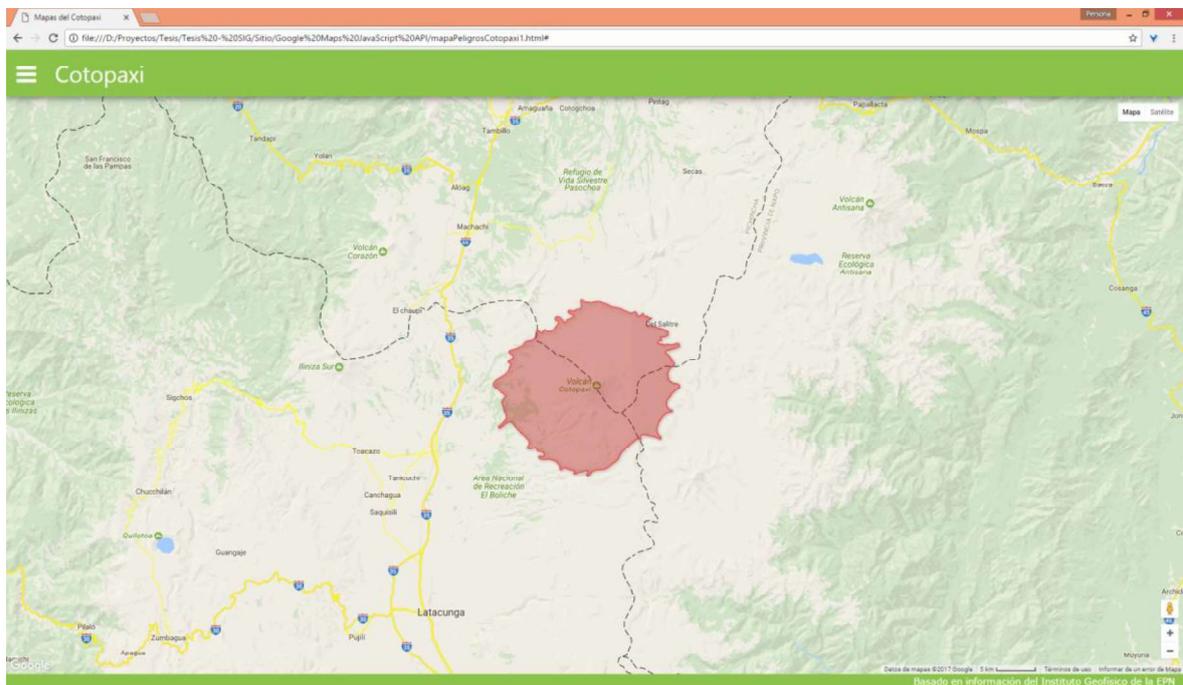


Figura 34. Prototipo de interfaz gráfica de usuario de zonas de peligro.

4.2.1.6.5 Prototipo de Interfaz Gráfica de Usuario de Rutas de Evacuación

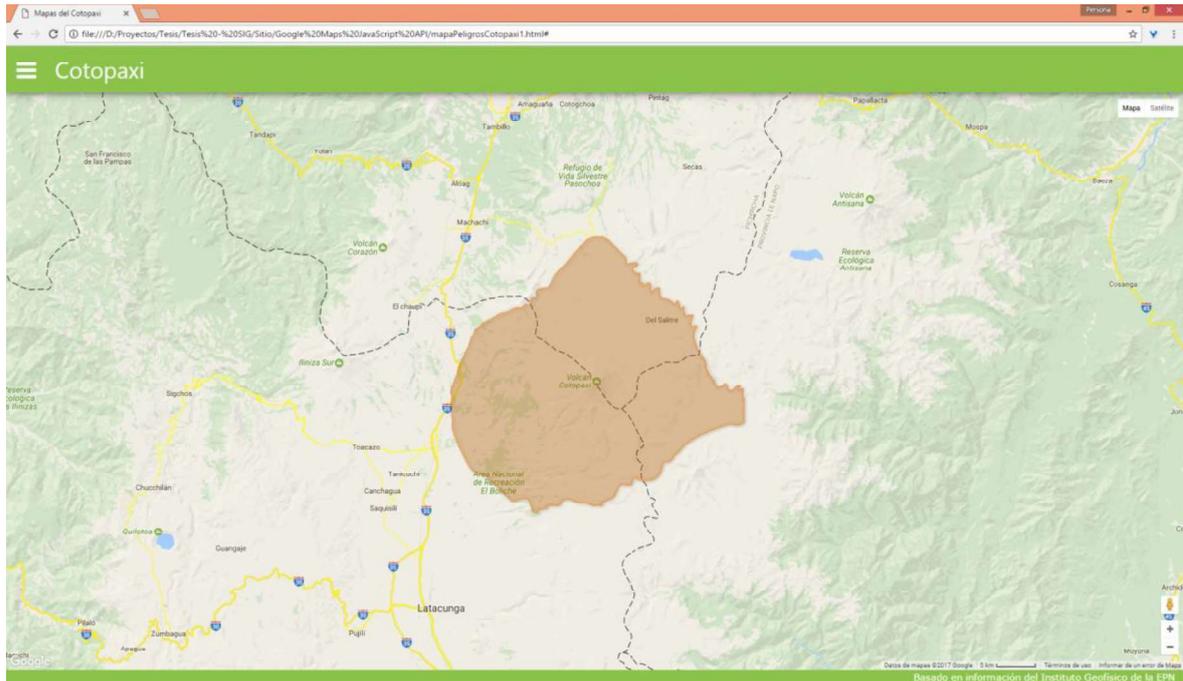


Figura 35. Prototipo de interfaz gráfica de usuario de rutas de evacuación.

4.2.1.6.6 Prototipo de Interfaz Gráfica de Usuario de Sitios Seguros

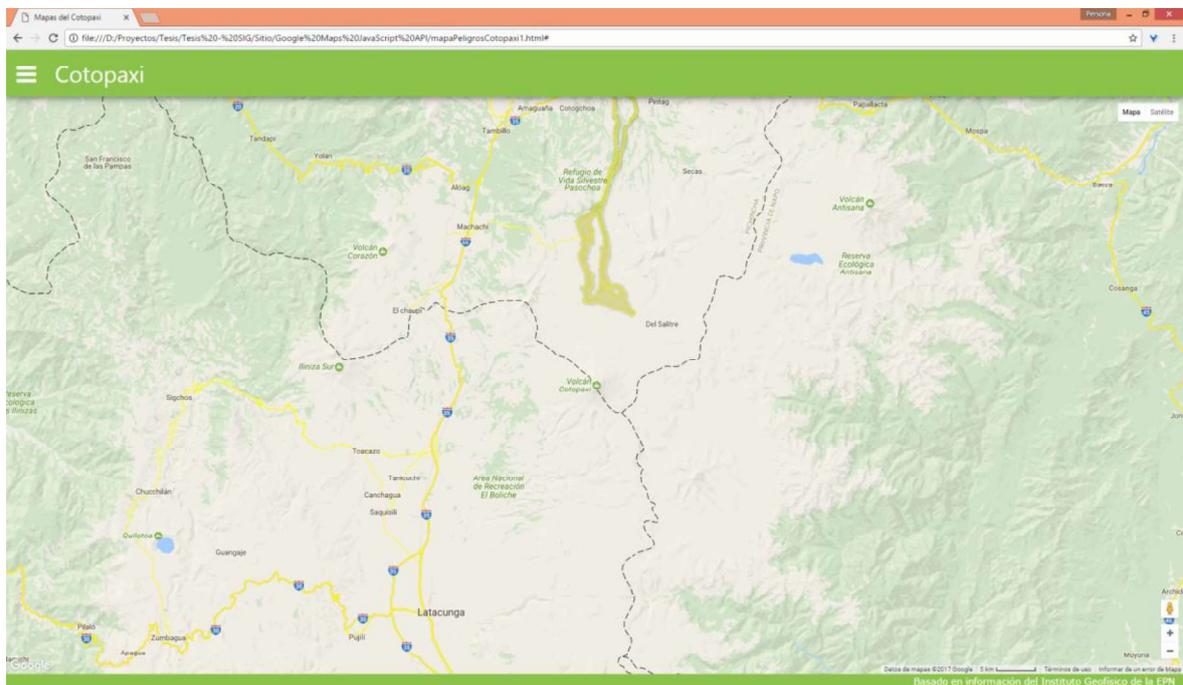


Figura 36. Prototipo de interfaz gráfica de usuario de sitios seguros.

4.2.1.6.7 Prototipo de Interfaz Gráfica de Usuario de Centros de Salud

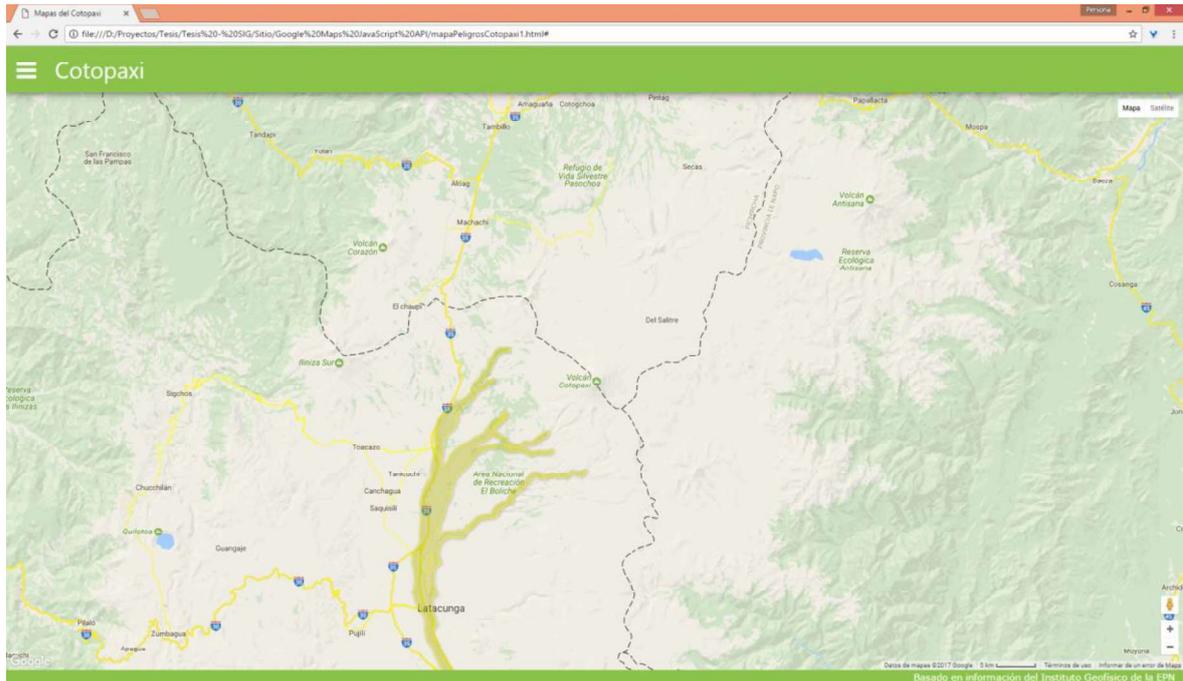


Figura 37. Prototipo de interfaz gráfica de usuario de centros de salud.

4.2.1.6.8 Prototipo de Interfaz Gráfica de Usuario de Albergues

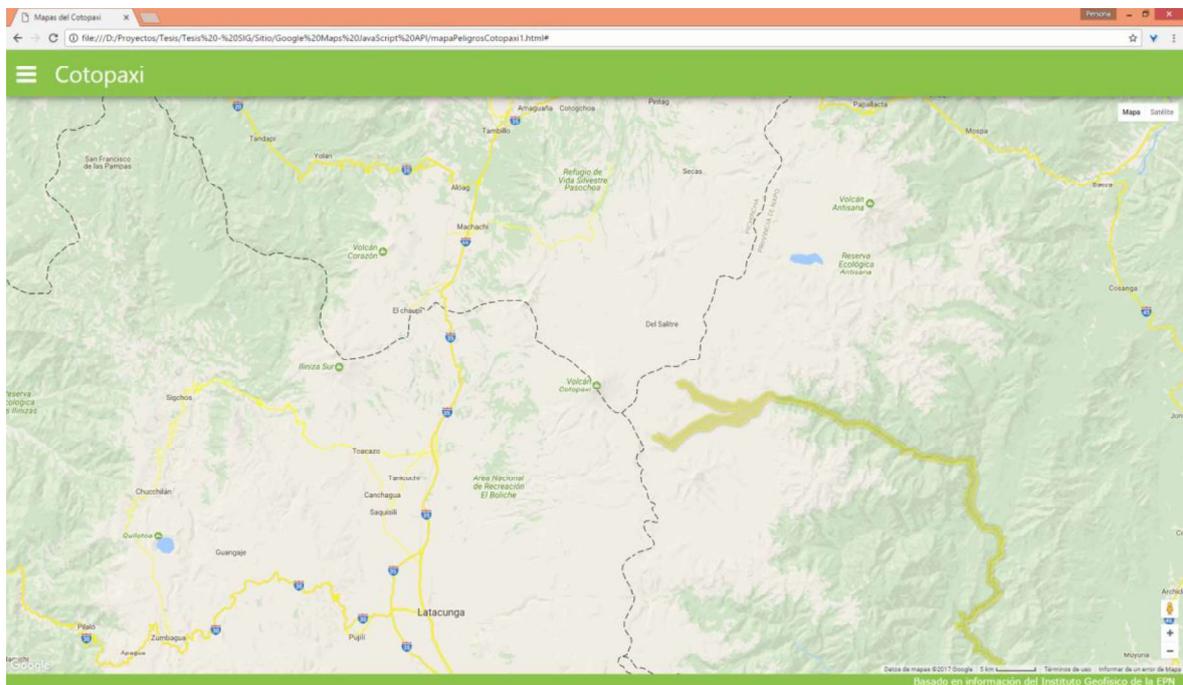


Figura 38. Prototipo de interfaz gráfica de usuario de albergues.

4.2.1.7 Especificaciones de Informes

El único informe que presenta el sistema es el de situación actual del Cotopaxi que consta del nivel de alerta, el estado y el nivel de actividad interna y superficial del Cotopaxi, como se muestra en la *Tabla 24*.

Tabla 24. Especificación de informe de situación actual del volcán.

Especificación de Informe de Situación Actual del Volcán	
Informe del volcán	Valores
Nivel de alerta	Blanca / Amarilla / Naranja / Roja
Estado	Inactivo / Activo
Nivel de actividad interna	Baja / Moderada / Alta / Muy Alta
Nivel de actividad superficial	Baja / Moderada / Alta / Muy Alta

El nivel de alerta en una emergencia volcánica es declarada por las autoridades, con asesoría de los técnicos, para que la población y las entidades responsables adopten medidas de seguridad [24].

El estado del volcán indica si se encuentra o no en erupción, un volcán activo o en erupción muestra salida de magma en forma de ceniza, columnas eruptivas, domos, flujos de lava y/o flujos piroclásticos, no necesariamente todos estos fenómenos ocurren al mismo tiempo [25].

El nivel de actividad interna es el balance entre los datos que se monitorean instrumentalmente, en relación al nivel de base que se conoce para el volcán. El nivel de actividad superficial se refiere a todas las observaciones que se tienen en superficie, como fumarolas, columnas de gases, ceniza, explosiones, etc. [25].

4.2.1.8 Especificaciones de Mapas

Los mapas que presenta el sistema son generados en *Google Maps*, completados con datos del volcán Cotopaxi y utilizan la simbología especificada en la *Tabla 25*.

Tabla 25. Especificación de mapas por erupción del Cotopaxi.

Especificación de Mapas por Erupción del Cotopaxi	
Símbolo	Leyenda
	Zona afectada de menor peligro por caída de ceniza
	Zona afectada de peligro medio por caída de ceniza

	Zona afectada de mayor peligro por caída de ceniza
	Zona afectada por avalancha de escombros
	Zona afectada por flujo de lodo y escombros (lahares)
	Zona afectada de menor peligro por flujos piroclásticos
	Zona afectada de mayor peligro por flujos piroclásticos
	Área de búsqueda de sitios cercanos a ubicación geográfica
	Ruta de evacuación
	Ruta de sitios a ubicación geográfica de búsqueda
	Sitio seguro
	Centro de salud
	Albergue
	Ubicación de usuario
	Ubicación seleccionada

4.2.2 EXAMEN Y ANÁLISIS DE DATOS

En el paso *examinar* del marco de trabajo de *Enfoque Geográfico* se examinan los datos encontrados para determinar si son apropiados y precisos para el estudio. Estos datos deben permitir ubicar geográficamente las zonas, rutas y sitios en *Google Maps*, con un buen rendimiento del SIG en computadores personales y dispositivos móviles.

Los peligros identificados son: flujos piroclásticos de mayor y menor impacto; flujos de lahares drenados al norte, sur y oriente; avalanchas de escombros; y caída de ceniza de mayor, medio y menor impacto. Estos peligros se obtuvieron del *Mapa*

regional de amenazas volcánicas potenciales del volcán Cotopaxi publicado por el *Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional* [26].

Los datos en formato KML encontrados para localizar geográficamente las zonas de influencia de los peligros identificados se obtuvieron del *Mapa interactivo de amenazas del volcán Cotopaxi* publicado por el *Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional* [27], se puede encontrar información detallada de este paso en el Anexo A.

Los datos en formato KML encontrados para ubicar geográficamente las rutas primarias de evacuación, los sitios seguros, los centros de salud y los albergues próximos a las zonas de peligros identificadas se obtuvieron del *Mapa de rutas de evacuación del volcán Cotopaxi* publicado por la *Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo* [28], se puede encontrar información detallada de este paso en el Anexo A.

En el paso *analizar* del marco de trabajo de *Enfoque Geográfico* se define un proceso de análisis para tratar los datos y poder validar los resultados para decidir si la información es útil, o si se volverá a ejecutar el proceso de análisis o incluso adquirir nuevos datos.

En el proceso de análisis definido para tratar los datos se realizan las siguientes actividades:

1. Integración de datos
2. Superposición de datos
3. Control de calidad de datos
4. Verificación muestral de datos

En la actividad de *integración de datos* se verificaron que todas las fuentes de datos estén en formato KML. También se agruparon los datos por tipo de geometría, hallando así que para la zona de peligro de flujos de lahares se encontraron dos fuentes de datos, escogiendo los datos del *Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional* (12727 coordenadas) sobre los de la *Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo* (4878 coordenadas), por presentar mayor precisión. Para las demás geometrías se encontró una sola fuente de datos.

En la actividad de *superposición de datos* se desplegaron los datos sobre un mapa en *Google Maps* y se realizó una inspección visual de las geometrías, verificando que las zonas de peligro señalen los drenajes de los peligros volcánicos, asimismo que las rutas de evacuación dirijan de una zona de peligro de flujos de lahares hacia un sitio seguro, y finalmente que los sitios seguros, centros de salud y albergues se ubiquen fuera de las zonas de peligro de flujos de lahares.

En la actividad de *control de calidad de datos* se revisaron las ubicaciones geográficas duplicadas, debido a que el objetivo es localizar geográfica y unívocamente las zonas, rutas y sitios. Las zonas de peligros no presentan ubicaciones duplicadas o superpuestas, las rutas de evacuación presentan 7 ubicaciones duplicadas o superpuestas, los sitios seguros presentan 5 ubicaciones duplicadas, los centros de salud presentan 47 ubicaciones duplicadas, y los albergues presentan 7 ubicaciones duplicadas. Las ubicaciones duplicadas con datos diferentes fueron analizadas y se eliminaron los datos incoherentes, se puede encontrar información detallada de este paso en el Anexo B.

En la actividad de *verificación muestral de datos* se comprueba la coherencia de los datos de una muestra aleatoria significativa de 70 para una población de 1513 ubicaciones geográficas de rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues. Al comprobar los datos de la muestra, se nota que las rutas de evacuación, los sitios seguros y los albergues no presentan incoherencias en los datos, y que por el contrario el 10% de los centros de salud verificados presentan incoherencias en los datos.

En el paso *actuar* del marco de trabajo de *Enfoque Geográfico* se despliegan los resultados en *Google Maps* y se realiza una inspección visual para presentar los resultados del proceso de análisis de datos.

4.3 IMPLEMENTACIÓN & PRUEBAS DE DESARROLLO

La actividad de *implementación y pruebas de desarrollo* consiste de un proceso de cuatro pasos. En el primer paso se sincroniza y planifica el trabajo diario para el desarrollo del *incremento de producto*, en el segundo paso se grafica y evalúa el progreso del trabajo proyectado para el desarrollo del *incremento de producto*, en

el tercer paso se integra el *incremento de producto*, y en el cuarto paso se prueba individualmente las versiones preliminares del *incremento de producto*.

4.3.1 SCRUM DIARIO

El histórico de trabajo restante diario del primer *sprint* del desarrollo del sistema se presenta a continuación en la *Tabla 26*.

Tabla 26. Histórico de trabajo restante de *Sprint 1* del proyecto.

Histórico de Trabajo Restante																										
Cod.	Elementos de la Lista de Producto	Tareas	Trabajo Restante																							
			02/06/2016	03/06/2016	06/06/2016	07/06/2016	08/06/2016	09/06/2016	10/06/2016	13/06/2016	14/06/2016	15/06/2016	16/06/2016	17/06/2016	20/06/2016	21/06/2016	22/06/2016	23/06/2016	24/06/2016	27/06/2016	28/06/2016	29/06/2016				
			J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X				
PBI01	Localizar ubicación geográfica de zonas de peligro en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de áreas.	5																							
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	3	3																						
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8	8	5																					
PBI02	Localizar ubicación geográfica de rutas de evacuación en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de rutas.	5	5	5	4																				
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	3	3	3	3																				
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8	8	8	8	8	1																		
PBI03	Localizar ubicación geográfica de sitios seguros en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de sitios.	5	5	5	5	5	5																		
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	3	3	3	3	3	3	2																	
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8	8	8	8	8	8	8	2																
PBI04	Localizar ubicación geográfica de centros de salud en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de sitios.	5	5	5	5	5	5	5	5	5															
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	3	3	3	3	3	3	3	3	2															
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8	8	8	8	8	8	8	8	2															
PBI05	Localizar ubicación geográfica de albergues en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de sitios.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5														
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2													
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	2													
PBI06	Localizar ubicación geográfica de usuario en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de usuario.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5													
		Procesar datos de ubicación geográfica.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1												
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8												
PBI07	Diseñar sistema, base de datos y GUIs	Diseñar el sistema y la base de datos.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	2										
		Diseñar las interfaces gráficas de usuario.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	4									
PBI08	Especificación de casos de	Crear diagrama y definición de casos de uso.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5							

Histórico de Trabajo Restante																						
Cod.	Elementos de la Lista de Producto	Tareas	Trabajo Restante																			
			02/06/2016	03/06/2016	06/06/2016	07/06/2016	08/06/2016	09/06/2016	10/06/2016	13/06/2016	14/06/2016	15/06/2016	16/06/2016	17/06/2016	20/06/2016	21/06/2016	22/06/2016	23/06/2016	24/06/2016	27/06/2016	28/06/2016	29/06/2016
			J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X
	uso, informes y mapas	Crear especificaciones de informes y mapas.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6		
PBI09	Crear prototipo y menú de interfaz gráfica de usuario	Crear prototipo de interfaces gráficas de usuario.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	8
		Crear menú de interfaz gráfica de usuario.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Número de Tareas Restantes			24	23	22	21	19	19	17	16	14	13	11	10	8	6	6	5	4	3	2	1
Horas de Trabajo Restante			160	155	149	143	136	129	122	114	106	98	90	82	73	64	56	48	39	30	20	10

El resumen de gestión de tareas del primer *sprint* del desarrollo del sistema se presenta a continuación en la *Tabla 27*.

Tabla 27. Resumen de gestión de tareas de *Sprint 1* del proyecto.

Resumen de Gestión de Tareas					
Cod.	Elementos de la Lista de Producto	Tareas	Tipo	Estado	Responsable
PBI01	Localizar ubicación geográfica de zonas de peligro en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de áreas.	Análisis	Terminado	Christian
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	Análisis	Terminado	Christian
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Implementación	Terminado	Christian
PBI02	Localizar ubicación geográfica de rutas de evacuación en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de rutas.	Análisis	Terminado	Christian
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	Análisis	Terminado	Christian
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Implementación	Terminado	Christian
PBI03	Localizar ubicación geográfica de sitios seguros en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de sitios.	Análisis	Terminado	Christian
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	Análisis	Terminado	Christian
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Implementación	Terminado	Christian
PBI04	Localizar ubicación geográfica de centros de salud en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de sitios.	Análisis	Terminado	Christian
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	Análisis	Terminado	Christian
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Implementación	Terminado	Christian
PBI05	Localizar ubicación geográfica de albergues en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de sitios.	Análisis	Terminado	Christian
		Transformar datos de ubicación geográfica a KML.	Análisis	Terminado	Christian
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Implementación	Terminado	Christian
PBI06	Localizar ubicación geográfica de usuario en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de usuario.	Implementación	Terminado	Christian
		Procesar datos de ubicación geográfica.	Implementación	Terminado	Christian
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Implementación	Terminado	Christian

Resumen de Gestión de Tareas					
Cod.	Elementos de la Lista de Producto	Tareas	Tipo	Estado	Responsable
PBI07	Diseñar sistema, base de datos e interfaces gráficas de usuario	Diseñar el sistema y la base de datos.	Diseño	Terminado	Christian
		Diseñar las interfaces gráficas de usuario.	Diseño	Terminado	Christian
PBI08	Crear especificaciones de casos de uso, informes y mapas	Crear diagrama y definición de casos de uso.	Diseño	Terminado	Christian
		Crear especificaciones de informes y mapas.	Diseño	Terminado	Christian
PBI09	Crear prototipo y menú de interfaz gráfica de usuario	Crear prototipo de interfaces gráficas de usuario.	Diseño	Terminado	Christian
		Crear menú de interfaz gráfica de usuario.	Implementación	Terminado	Christian

4.3.2 GRÁFICOS DE TRABAJO PENDIENTE

El gráfico de trabajo restante por día del primer *sprint* del desarrollo del sistema se presenta a continuación en la *Figura 39*.

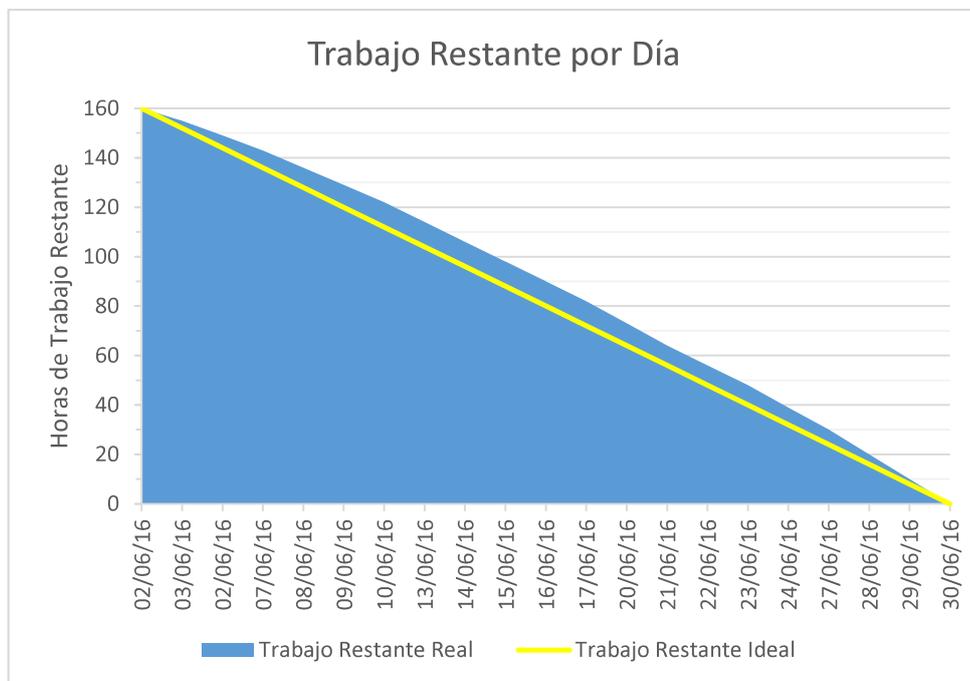


Figura 39. Gráfico de trabajo restante por día de *Sprint I* del proyecto.

El gráfico de trabajo por hacer y en ejecución del primer *sprint* del desarrollo del sistema se presenta a continuación en la *Figura 40*.

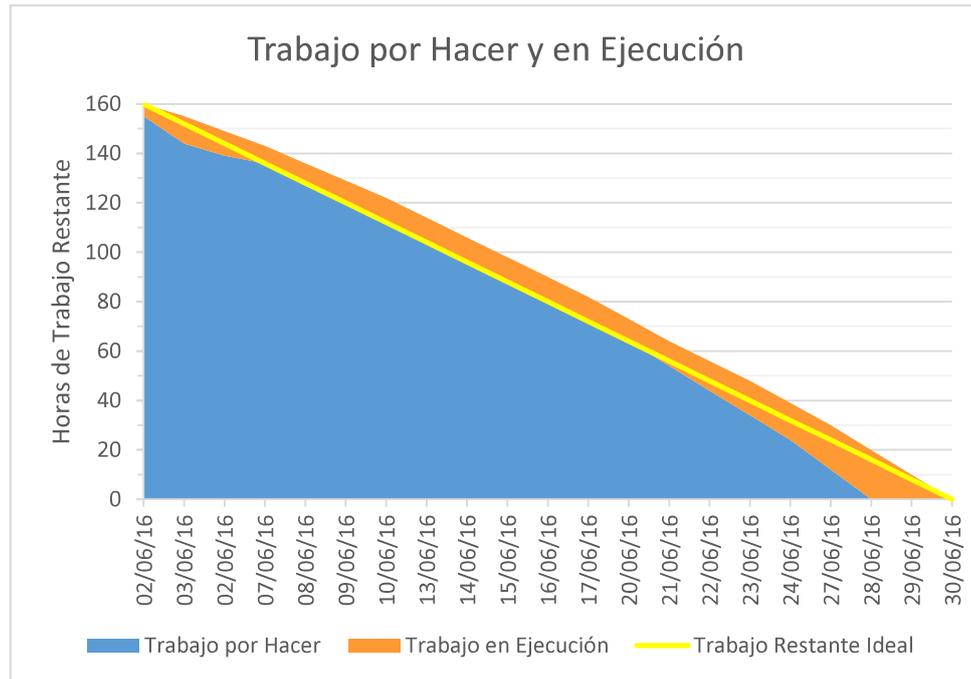


Figura 40. Gráfico de trabajo por hacer y en ejecución de *Sprint 1* del proyecto.

4.3.3 INCREMENTO

La funcionalidad del *incremento de producto* para el primer *sprint* del desarrollo del sistema se presenta a continuación:

4.3.3.1 Desarrollo de Bases de Datos

La implementación de los repositorios de datos basándose en los requisitos y especificaciones de diseño se elabora con *Google Fusion Tables*, que es una aplicación web utilizada para compartir, visualizar y publicar datos geográficos tabulares, en la cual se puede cargar datos desde archivos CSV, KML, ODS, XLS o *Google Spreadsheet* en una tabla de *Google Fusion Tables*.

La migración de los datos analizados de las ubicaciones geográficas de las zonas, rutas y sitios a los esquemas de datos de *Google Fusion Tables*, implica el desarrollo de un procedimiento ETL que se describe a continuación:

1. Los datos adquiridos, examinados y analizados son formateados y colocados en cinco archivos KML (zonas de peligro, rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues). Se deben colocar en cinco archivos KML por restricciones del número máximo de *FusionTablesLayer* (5) que se pueden superponer en un objeto *Map* de *Google Maps API*.

2. El formato de los archivos KML incluye para las zonas, rutas y sitios: un identificador, un nombre, una descripción, un estilo y las coordenadas de la geometría. Adicionalmente el formato incluye para las zonas un color de relleno y un color de borde.
3. Los archivos KML son exportados a *Google Fusion Tables* con la herramienta de exportación de *Google Drive*.
4. Configurar el contenido de la ventana de información en formato HTML y etiquetas de columnas de tabla con la herramienta *Cambiar ventana de información* accesible desde el menú *Cambiar mapa*.
5. Configurar estilos de puntos, líneas o polígonos con la herramienta *Cambiar estilos de funciones* accesible desde el menú *Cambiar mapa*.
6. Cambiar la visibilidad a *cualquier usuario que tenga el enlace o público en la web* para desplegar en el sistema, la opción del menú *Archivo > Compartir....*

4.3.3.2 Consultas por Ubicaciones Geográficas

A continuación se presenta el despliegue de las ubicaciones geográficas de las zonas, rutas y sitios en *Google Maps*, que se realiza utilizando la herramienta *Mapa de la geometría* de *Google Fusion Tables*.

4.3.3.2.1 Consulta por Zonas de Peligro

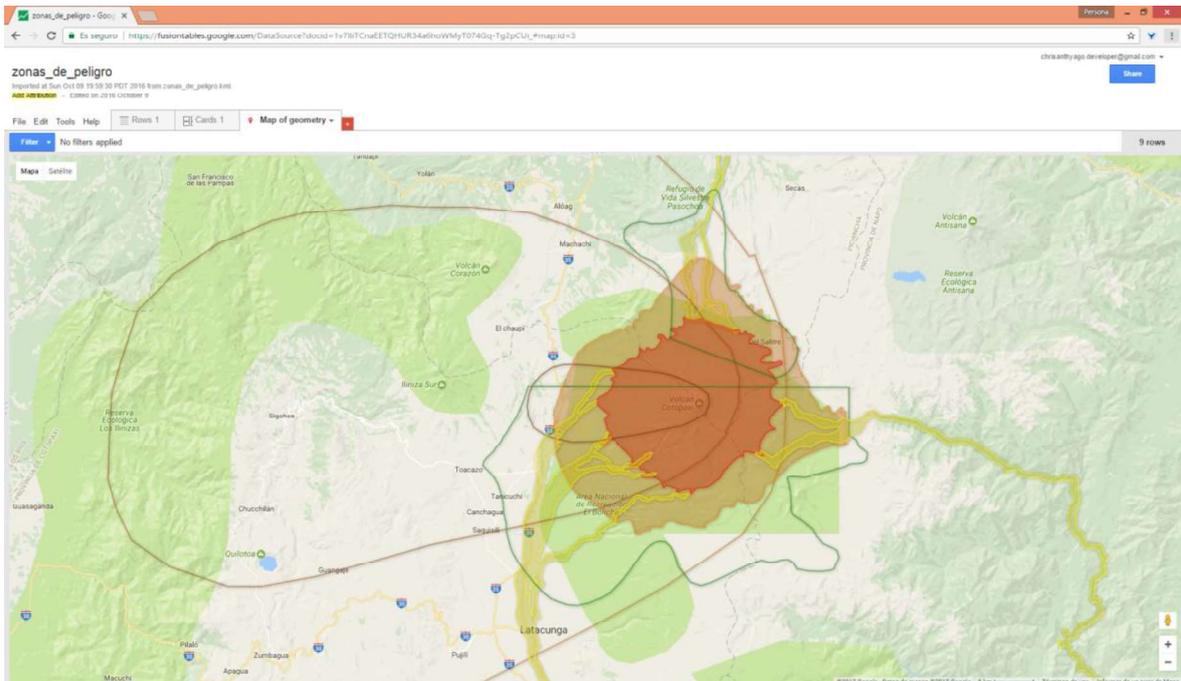


Figura 41. Consulta por zonas de peligro en *Google Maps*.

4.3.3.2 Consulta por Rutas de Evacuación

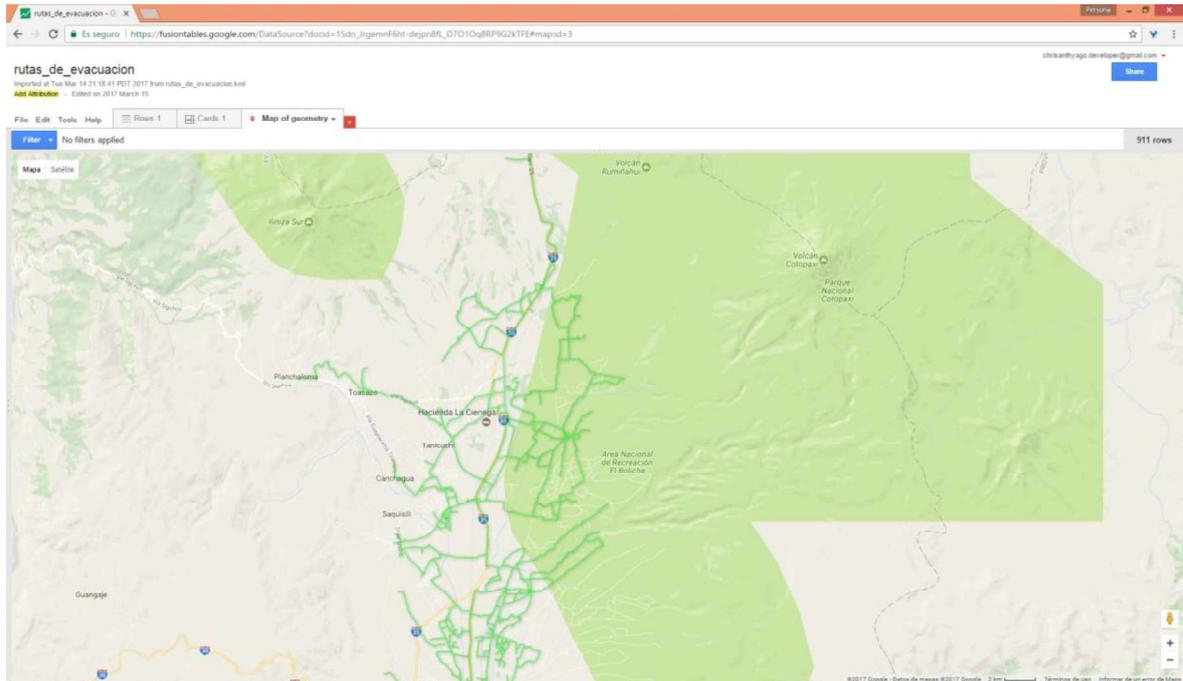


Figura 42. Consulta por rutas de evacuación en Google Maps.

4.3.3.2.3 Consulta por Sitios Seguros

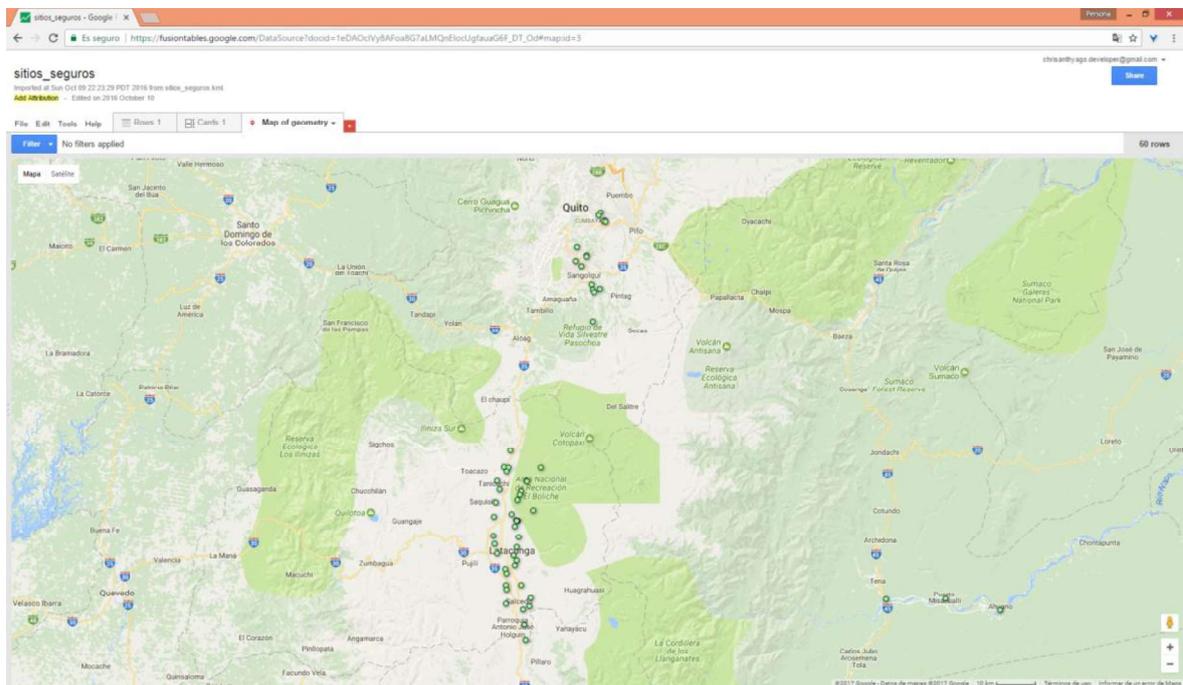


Figura 43. Consulta por sitios seguros en Google Maps.

4.3.3.2.4 Consulta por Centros de Salud

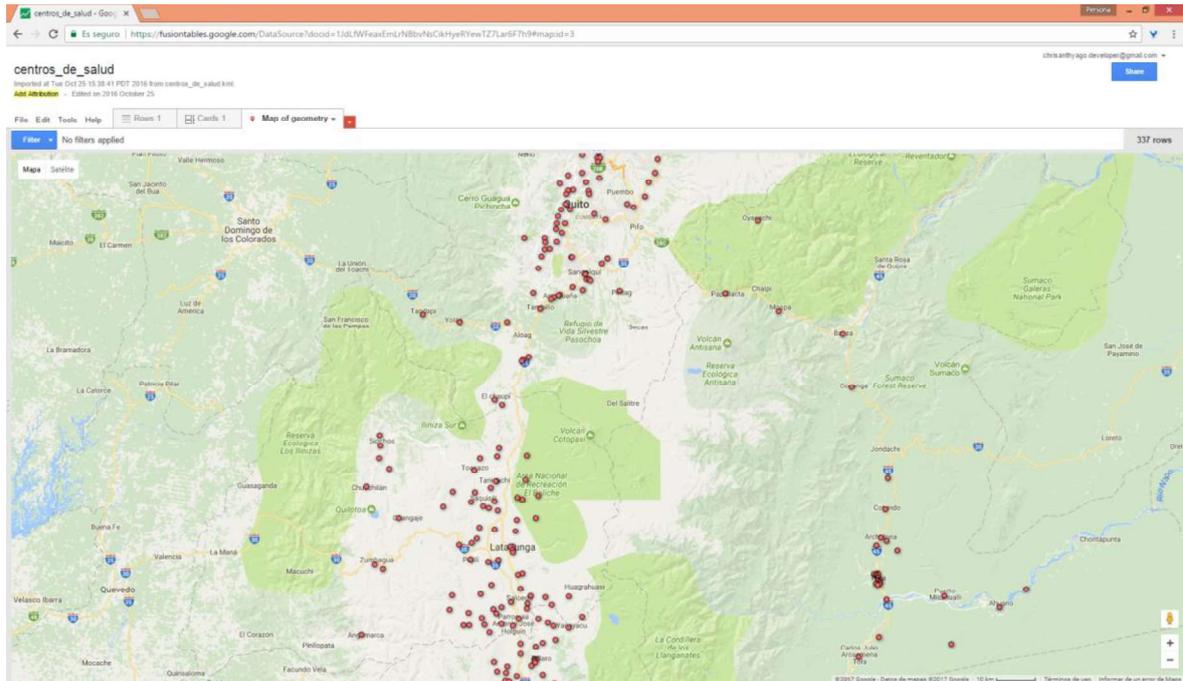


Figura 44. Consulta por centros de salud en Google Maps.

4.3.3.2.5 Consulta por Albergues

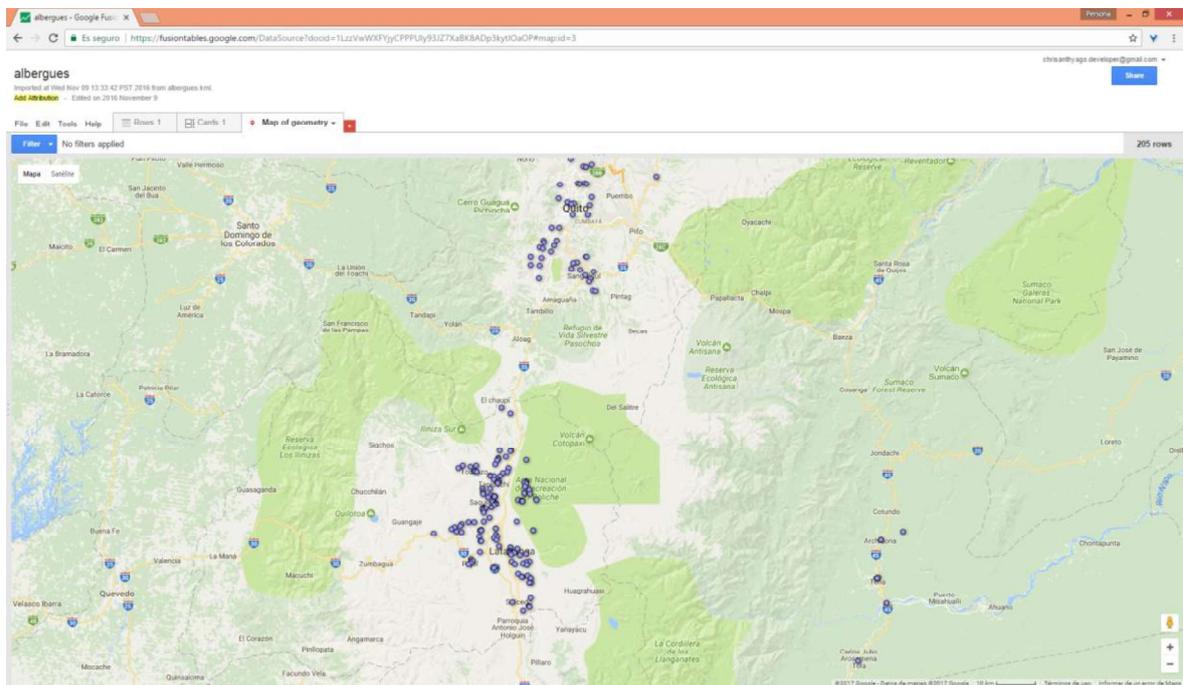


Figura 45. Consulta por albergues en Google Maps.

4.3.3.2.6 Consulta de ubicación de Usuario

El despliegue de la ubicación geográfica de usuario, se realiza utilizando la *Geolocation API* de HTML5.

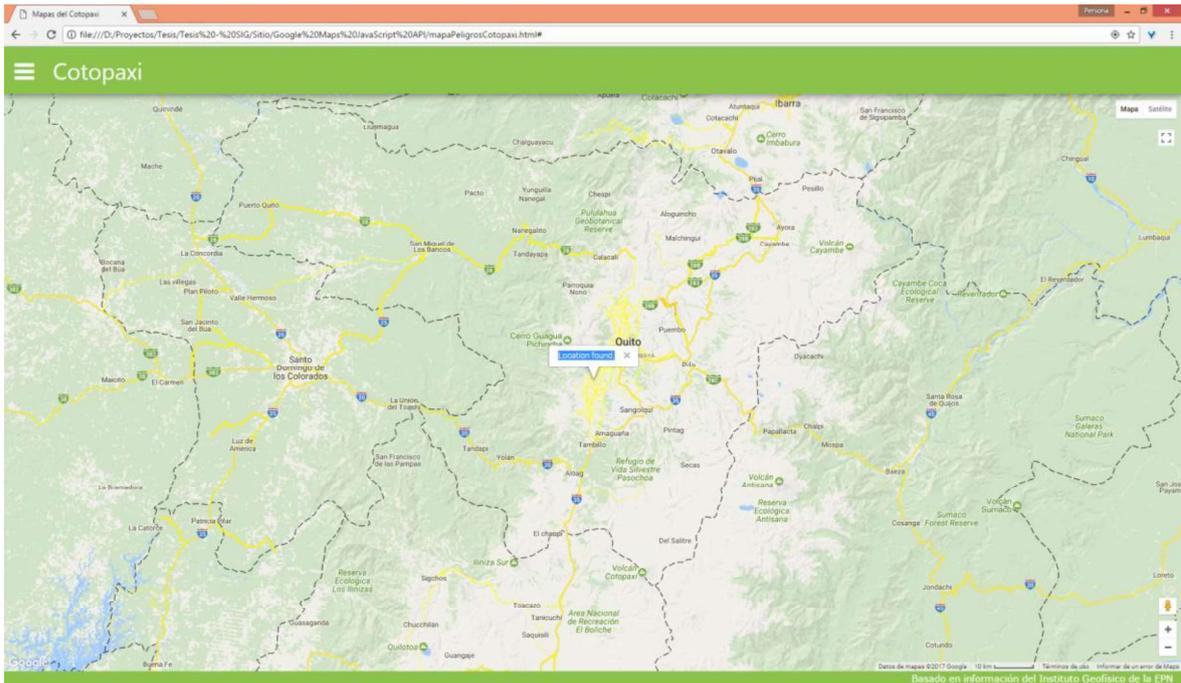


Figura 46. Consulta por ubicación de usuario en *Google Maps*.

4.3.3.3 Menú de Interfaz Gráfica de Usuario

A continuación se presenta el menú de interfaz gráfica de usuario del sistema, usando los datos exportados a *Google Fusion Tables* a través de *Google Maps Api*.

4.3.3.3.1 Menú de Interfaz Gráfica de Usuario de Zonas de Peligro

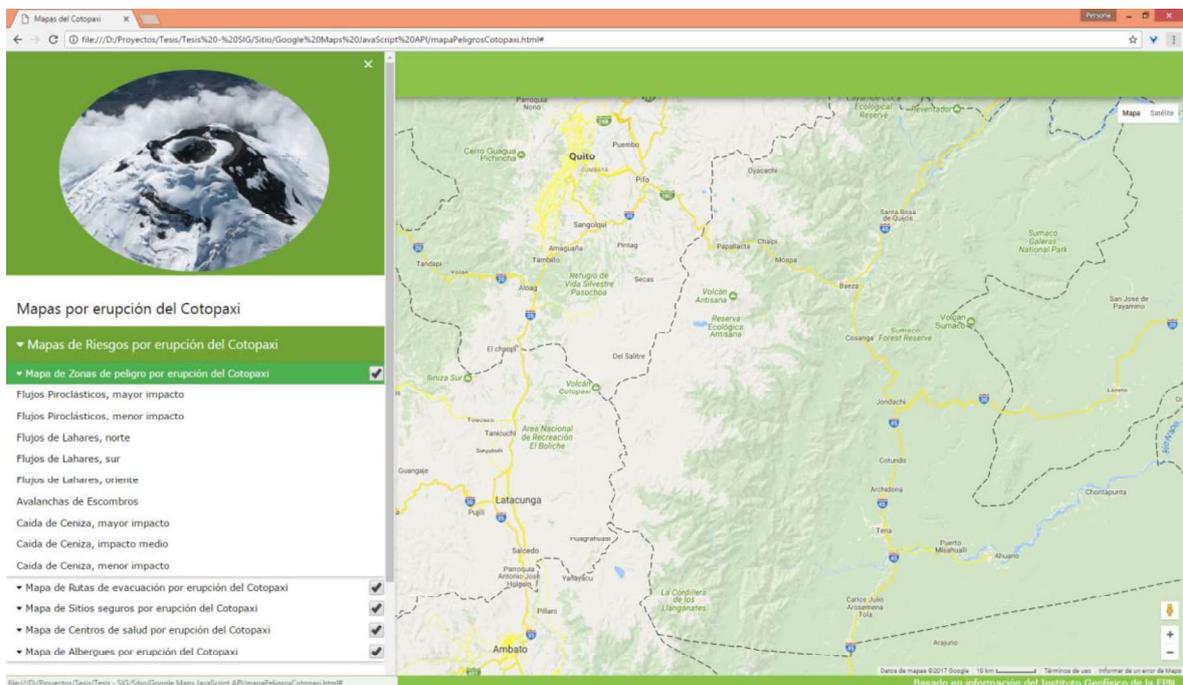


Figura 47. Menú de interfaz gráfica de usuario de zonas de peligro del sistema.

4.3.3.3.2 Menú de Interfaz Gráfica de Usuario de Rutas de Evacuación

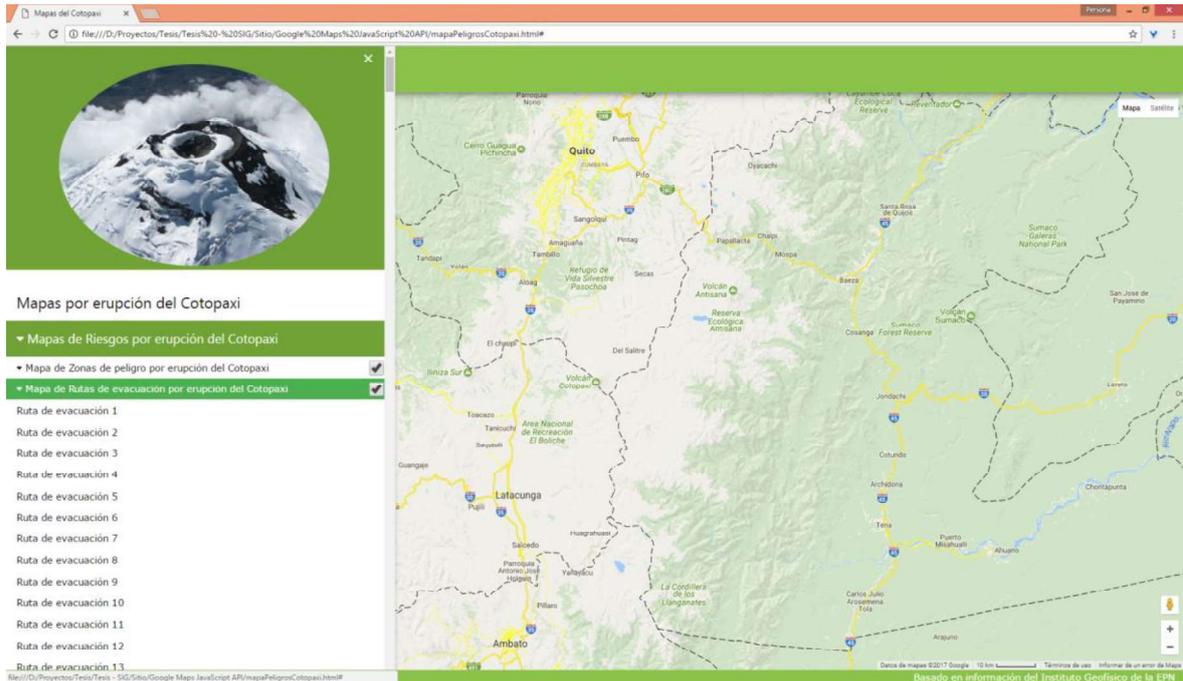


Figura 48. Menú de interfaz gráfica de usuario de rutas de evacuación del sistema.

4.3.3.3.3 Menú de Interfaz Gráfica de Usuario de Sitios Seguros

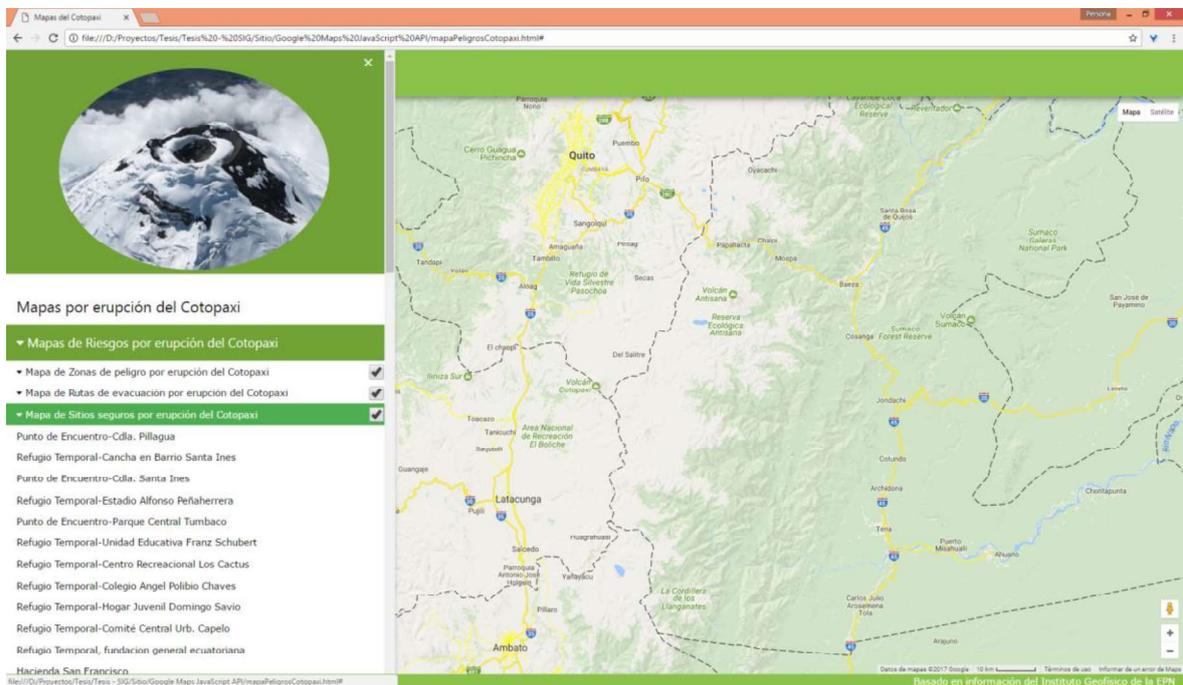


Figura 49. Menú de interfaz gráfica de usuario de sitios seguros del sistema.

4.3.3.3.4 Menú de Interfaz Gráfica de Usuario de Centros de Salud

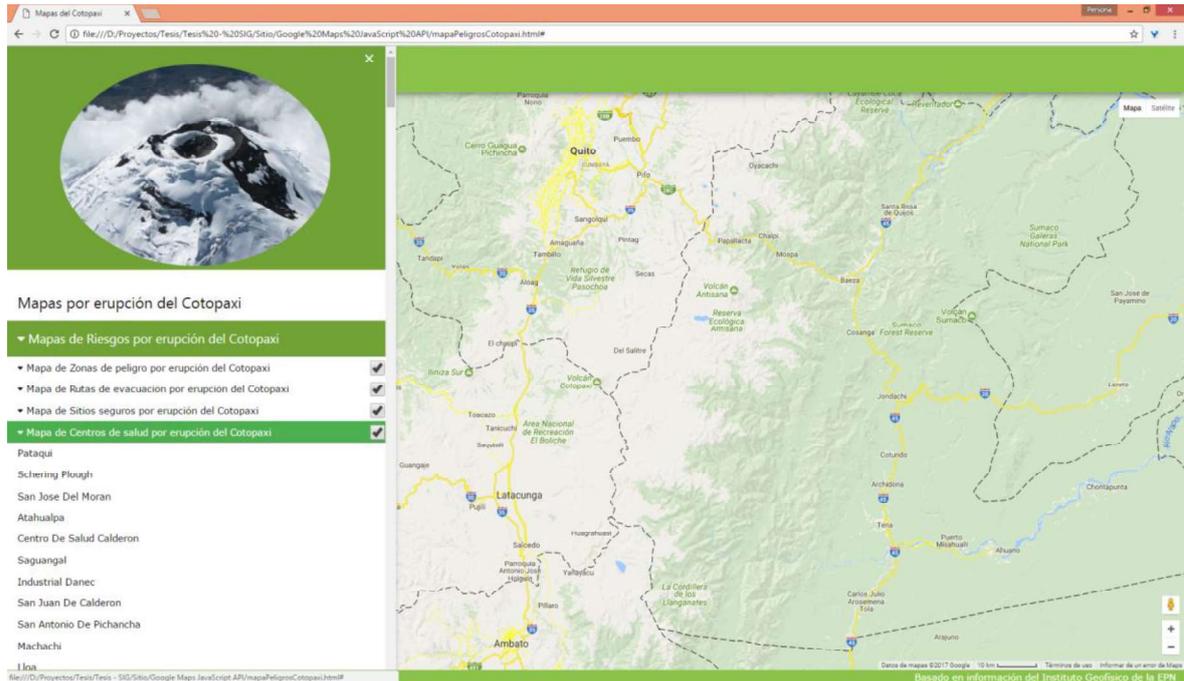


Figura 50. Menú de interfaz gráfica de usuario de centros de salud del sistema.

4.3.3.3.5 Menú de Interfaz Gráfica de Usuario de Albergues

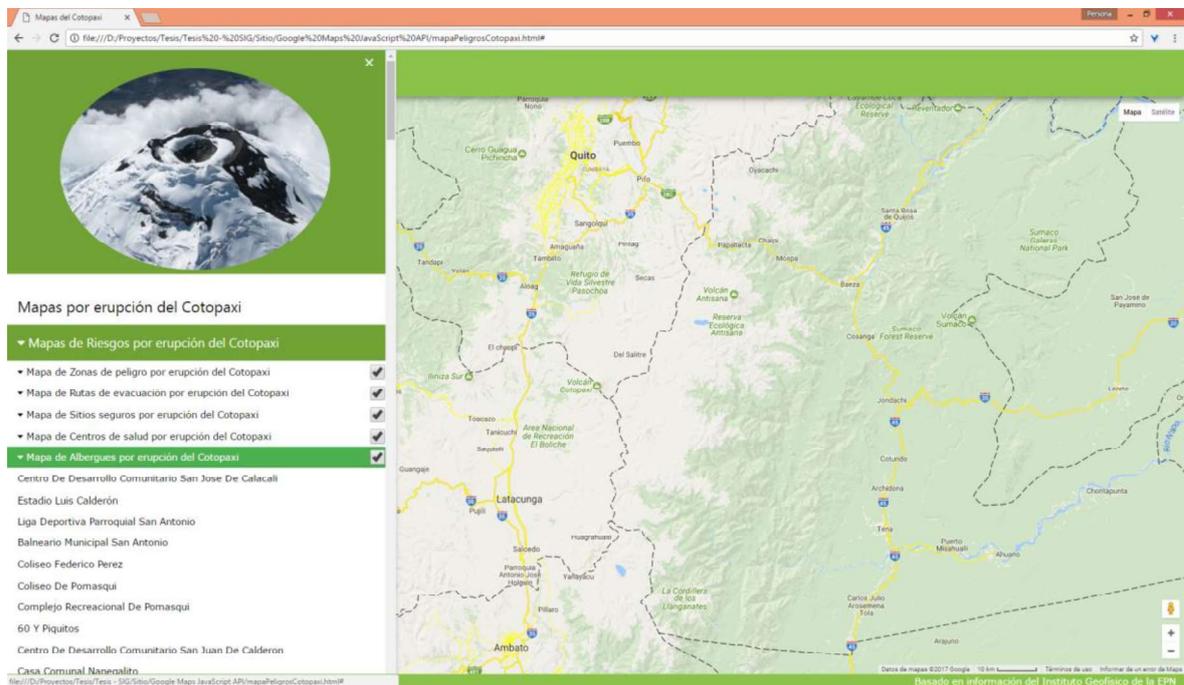


Figura 51. Menú de interfaz gráfica de usuario de albergues del sistema.

4.3.4 PRUEBAS UNITARIAS

El resumen de las pruebas unitarias de las tareas de implementación de los *sprints* del desarrollo del sistema se presenta a continuación en la *Tabla 28*. Estas pruebas se realizan en ambiente de desarrollo y en modo de prueba manual.

Tabla 28. Resumen de pruebas unitarias de desarrollo de *Sprint 1* del proyecto.

Resumen de Pruebas Unitarias de Desarrollo					
Cod.	Elementos de la Lista de Producto	Tareas	Prueba	Resultado de Prueba	Responsable de Prueba
PBI01	Localizar ubicación geográfica de zonas de peligro en Google Maps	Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica de zonas de peligro en Google Maps	Aprobado	Christian
PBI02	Localizar ubicación geográfica de rutas de evacuación en Google Maps	Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica de rutas de evacuación en Google Maps	Aprobado	Christian
PBI03	Localizar ubicación geográfica de sitios seguros en Google Maps	Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica de sitios seguros en Google Maps	Aprobado	Christian
PBI04	Localizar ubicación geográfica de centros de salud en Google Maps	Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica de centros de salud en Google Maps	Aprobado	Christian
PBI05	Localizar ubicación geográfica de albergues en Google Maps	Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica de albergues en Google Maps	Aprobado	Christian
PBI06	Localizar ubicación geográfica de usuario en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de usuario.	Verificación de datos de ubicación de usuario	Aprobado	Christian
		Procesar datos de ubicación geográfica.	Validación de datos de ubicación de usuario	Aprobado	Christian
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica en mapa	Aprobado	Christian
PBI09	Crear prototipo y menú de interfaz gráfica de usuario	Crear menú de interfaz gráfica de usuario.	Despliegue de menús y submenús	Aprobado	Christian
			Verificación de acceso a enlaces de menús	Aprobado	Christian

4.4 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD & PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

La actividad de *aseguramiento de la calidad y pruebas de aceptación* consiste de un proceso de tres pasos. En el primer paso se planifican las pruebas y se configura el entorno de pruebas, en el segundo paso se realizan las pruebas unitarias y de aceptación del usuario, y en el tercer paso se evalúa el estado de finalización del *incremento de producto*.

4.4.1 PLANIFICACIÓN DE PRUEBAS Y CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO

En este paso se planifican las pruebas y se configura el entorno de pruebas para el *incremento de producto* del sistema.

4.4.1.1 Planificación de Pruebas

La planificación del ciclo de pruebas unitarias consiste en el desarrollo de la especificación de los casos de prueba para definir estas pruebas y sus resultados esperados.

La planificación del ciclo de pruebas de aceptación del usuario consiste en la asignación de las historias de usuario a su correspondiente caso de prueba para poder validar los criterios de aceptación de estas historias de usuario.

Tabla 29. Caso de Prueba: Localizar zonas de peligro.

Caso de Prueba: Localizar Zonas de Peligro			
Código	CP01	Historia de usuario	HU01
Objetivo	Localizar ubicación geográfica de zonas de peligro.		
Precondición	Ninguna		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar al mapa 2. Visualizar zonas de peligro 3. Explorar zonas de peligro 4. Verificar especificación de mapas 		
Resultado esperado	Despliegue de mapa de zonas de peligro que cumpla con la especificación de mapas.		

Tabla 30. Caso de Prueba: Localizar rutas de evacuación.

Caso de Prueba: Localizar Rutas de Evacuación			
Código	CP02	Historia de usuario	HU02
Objetivo	Localizar ubicación geográfica de rutas de evacuación de zonas de peligro.		
Precondición	Ninguna		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar al mapa 2. Visualizar rutas de evacuación 3. Explorar rutas de evacuación 4. Verificar especificación de mapas 		
Resultado esperado	Despliegue de mapa de rutas de evacuación que cumpla con la especificación de mapas.		

Tabla 31. Caso de Prueba: Localizar sitios seguros.

Caso de Prueba: Localizar Sitios Seguros			
Código	CP03	Historia de usuario	HU03

Caso de Prueba: Localizar Sitios Seguros	
Objetivo	Localizar ubicación geográfica de sitios seguros de zonas de peligro.
Precondición	Ninguna
Entradas	Ninguna
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar al mapa 2. Visualizar sitios seguros 3. Explorar sitios seguros 4. Verificar especificación de mapas
Resultado esperado	Despliegue de mapa de sitios seguros que cumpla con la especificación de mapas.

Tabla 32. Caso de Prueba: Localizar centros de salud.

Caso de Prueba: Localizar Centros de Salud			
Código	CP04	Historia de usuario	HU03
Objetivo	Localizar ubicación geográfica de centros de salud de zonas de peligro.		
Precondición	Ninguna		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar al mapa 2. Visualizar centros de salud 3. Explorar centros de salud 4. Verificar especificación de mapas 		
Resultado esperado	Despliegue de mapa de centros de salud que cumpla con la especificación de mapas.		

Tabla 33. Caso de Prueba: Localizar albergues.

Caso de Prueba: Localizar Albergues			
Código	CP05	Historia de usuario	HU03
Objetivo	Localizar ubicación geográfica de albergues de zonas de peligro.		
Precondición	Ninguna		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar al mapa 2. Visualizar albergues 3. Explorar albergues 4. Verificar especificación de mapas 		
Resultado esperado	Despliegue de mapa de albergues que cumpla con la especificación de mapas.		

Tabla 34. Caso de Prueba: Localizar usuario.

Caso de Prueba: Localizar Usuario			
Código	CP06	Historia de usuario	HU04
Objetivo	Localizar ubicación geográfica de usuario.		
Precondición	El navegador debe soportar la característica Geolocalización de HTML5.		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar al mapa 2. Presionar botón "Mi ubicación" 		

Caso de Prueba: Localizar Usuario	
	3. Validar ubicación de usuario centrada en el mapa 4. Explorar alrededores de ubicación de usuario 5. Verificar especificación de mapas
Resultado esperado	Despliegue de mapa centrado en ubicación de usuario que cumpla con la especificación de mapas.

Tabla 35. Caso de Prueba: Navegar en sistema.

Caso de Prueba: Navegar en Sistema			
Código	CP07	Historia de usuario	HU05
Objetivo	Navegar a través de los informes y mapas de zonas, rutas y sitios del sistema.		
Precondición	Ninguna		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	1. Ingresar a interfaz gráfica de usuario inicial 2. Presionar botón "Menú" 3. Presionar elemento del menú de informe del sistema 4. Validar acceso a informe del sistema 5. Presionar elementos del menú de mapas del sistema 6. Presionar elemento del submenú de mapa de zonas, rutas o sitios del sistema 7. Validar acceso a mapa de zonas, rutas o sitios del sistema		
Resultado esperado	Despliegue de elementos del menú y submenús del sistema. Acceso a informes y mapas de zonas, rutas y sitios del sistema.		

4.4.1.2 Configuración del Entorno

La instalación del entorno de pruebas se realiza de acuerdo con las especificaciones de requisitos mínimos de *hardware* y *software*, presentadas a continuación en la *Tabla 36*.

Tabla 36. Especificación de requisitos de *hardware* y *software* de entorno de pruebas.

Especificación de Requisitos Mínimos de Hardware y Software			
Requisitos	Equipo	Componente	Especificación
Hardware	Servidor Web	Procesador	2 GHz
		RAM	2 GB
		Disco Duro	200 GB (60 GB libres)
		Red	Ethernet
	Computador Personal	Procesador	1 GHz
		RAM	1 GB
		Disco Duro	100 GB (30 GB libres)
		Red	Ethernet WiFi
	Dispositivo Móvil	Procesador	512 MHz
		RAM	512 MB
Disco Duro		4 GB (512 MB libre)	

Especificación de Requisitos Mínimos de Hardware y Software			
Requisitos	Equipo	Componente	Especificación
		Red	WiFi Datos Móviles
		Pantalla	Táctil
Software	Servidor Web	Sistema Operativo	Windows Mac OS X Linux
		Servidor Web	Apache Internet Information Services (IIS) Tomcat Nginx Cherokee
	Computador Personal	Sistema Operativo	Windows Mac OS X Linux
		Navegador Web	Chrome 5 Internet Explorer 9 Firefox 3.5 Safari 5 Opera 10.6
	Dispositivo Móvil	Sistema Operativo	Android iOS Windows Phone
		Navegador Web	Google Android 2 iPhone 3 Opera Mobile 10.1

La configuración del entorno de pruebas se realiza de acuerdo con las siguientes características:

- El ambiente de pruebas debe ser lo más similarmente posible al ambiente de producción.
- El ambiente de pruebas debe residir en un equipo distinto al de desarrollo.
- Los URLs^{xxii} del ambiente de pruebas deben utilizar nombres de dominio (no direcciones IP) distintos a los de desarrollo y producción.
- Sólo el administrador del ambiente de pruebas se encarga de instalar, actualizar o desplegar versiones de prueba.
- El ambiente de pruebas debe apoyarse en herramientas de control de versiones.
- El ambiente de pruebas no posee herramientas de software o permisos de acceso especiales para ejecutar desarrollos de software.

- Los desarrolladores no deben poseer privilegios de acceso de modificación de ningún tipo en el ambiente de pruebas.
- El ambiente de pruebas debe tener la capacidad de servir a múltiples audiencias (administradores de sistemas, desarrolladores, usuarios finales).

4.4.2 PRUEBAS Y ESTABILIZACIÓN

En este paso se realizan las pruebas unitarias y de aceptación del usuario para el *incremento de producto* del sistema.

4.4.2.1 Pruebas Unitarias

El resumen de las pruebas unitarias para el *incremento de producto* del sistema se presenta a continuación en la *Tabla 37*. Estas pruebas se realizan en ambiente de pruebas y en modo de prueba manual.

Tabla 37. Resumen de pruebas unitarias de *Sprint 1* del proyecto.

Resumen de Pruebas Unitarias				
Cod.	Caso de Prueba	Resultado Esperado	Resultado de Prueba	Responsable de Prueba
CP01	Localizar zonas de peligro	Despliegue de mapa de zonas de peligro que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP02	Localizar rutas de evacuación	Despliegue de mapa de rutas de evacuación que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP03	Localizar sitios seguros	Despliegue de mapa de sitios seguros que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP04	Localizar centros de salud	Despliegue de mapa de centros de salud que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP05	Localizar albergues	Despliegue de mapa de albergues que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP06	Localizar usuario	Despliegue de mapa centrado en ubicación de usuario que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP07	Navegar en sistema	Despliegue de elementos del menú y submenús del sistema.	Aprobado	María

Resumen de Pruebas Unitarias				
Cod.	Caso de Prueba	Resultado Esperado	Resultado de Prueba	Responsable de Prueba
		Acceso a informes y mapas de zonas, rutas y sitios del sistema.	Aprobado	María

4.4.2.2 Pruebas de Aceptación del Usuario

El resumen de las pruebas de aceptación del usuario para el *incremento de producto* del sistema se presenta a continuación en la *Tabla 38*. Estas pruebas se realizan en ambiente de pruebas y en modo de prueba manual.

Tabla 38. Resumen de pruebas de aceptación del usuario de *Sprint 1* del proyecto.

Resumen de Pruebas de Aceptación del Usuario				
Cod.	Caso de Prueba	Criterios de Aceptación	Resultado de Prueba	Responsable de Prueba
CP01	Localizar zonas de peligro	Demostrar facilidad en exploración de áreas.	Aprobado	Silvia
CP02	Localizar rutas de evacuación	Demostrar facilidad en exploración de rutas.	Aprobado	Silvia
CP03	Localizar sitios seguros	Demostrar facilidad en exploración de sitios.	Aprobado	Silvia
CP04	Localizar centros de salud	Demostrar facilidad en exploración de sitios.	Aprobado	Silvia
CP05	Localizar albergues	Demostrar facilidad en exploración de sitios.	Aprobado	Silvia
CP06	Localizar usuario	Demostrar facilidad en exploración de alrededores de usuario.	Aprobado	Silvia
CP07	Navegar sistema en	Demostrar facilidad en consulta de información del Cotopaxi.	Aprobado	Silvia

4.4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este paso se evalúa el estado de finalización del *incremento de producto* del sistema.

4.4.3.1 Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias del *incremento de producto* del sistema ejecutadas obtuvieron los resultados esperados definidos en los casos de pruebas.

4.4.3.2 Pruebas de Aceptación del Usuario

Las pruebas de aceptación de usuario del *incremento de producto* del sistema ejecutadas cumplieron con los criterios de aceptación especificados en las historias de usuario.

4.5 DESPLIEGUE

La actividad de *despliegue* consiste de un proceso de dos pasos. En el primer paso se instala y configura el hardware y software, y en el segundo paso se define el tipo de apoyo operacional.

4.5.1 CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO

La instalación del entorno de producción se realiza de acuerdo con las especificaciones de requisitos mínimos de *hardware* y *software*, presentadas en la *Tabla 36* en la sección 4.4.1.2, excepto para las especificaciones del equipo servidor web presentadas a continuación en la *Tabla 39*.

Tabla 39. Especificación de requisitos de *hardware* y *software* de entorno de producción.

Especificación de Requisitos Mínimos de Hardware y Software			
Requisitos	Equipo	Componente	Especificación
Hardware	Servidor Web	Procesador	4 GHz
		RAM	4 GB
		Disco Duro	500 GB (150 GB libres)
		Red	Ethernet
Software	Servidor Web	Sistema Operativo	Windows Server Mac OS X Server Linux Server
		Servidor Web	Apache Internet Information Services (IIS) Tomcat Nginx Cherokee

La configuración del entorno de producción se realiza de acuerdo con las siguientes características:

- El ambiente de producción debe residir en un equipo distinto al de desarrollo.
- Los URLs del ambiente de producción deben utilizar nombres de dominio (no direcciones IP) distintos a los de desarrollo y pruebas.
- Sólo el administrador del ambiente de producción se encarga de instalar, actualizar o desplegar versiones de producción.

- El ambiente de producción debe apoyarse en herramientas de control de versiones.
- El ambiente de producción no posee herramientas de software o permisos de acceso especiales para ejecutar desarrollos de software.
- Los desarrolladores no deben poseer privilegios de acceso de modificación de ningún tipo en el ambiente de producción.
- El ambiente de producción debe tener la capacidad de servir a múltiples audiencias (administradores de sistemas, desarrolladores, usuarios finales).
- Una versión se instala en producción sólo después que ha sido instalada y probada en ambiente de pruebas.

4.5.2 APOYO OPERACIONAL

El tipo de apoyo operacional necesario para garantizar una transición sin problemas del sistema a producción, es soporte en línea preventivo y reactivo.

4.6 EVALUACIÓN

La actividad de *evaluación* consiste de un proceso de dos pasos. En el primer paso se revisa el *incremento de producto*, y en el segundo paso se realiza una retrospectiva del proceso de trabajo en equipo, relaciones y herramientas.

4.6.1 REVISIÓN DE SPRINT

Los *elementos de la lista de producto* (codificados, revisados, presentados, probados y reportados) y los artefactos de diseño (revisados y publicados) desarrollados en el primer *sprint* del desarrollo del sistema, evidencian que se alcanzaron los *objetivos del sprint*, y que el *incremento de producto* del sistema cumple con la *definición de terminado*.

En esta *revisión de sprint* se identificó la necesidad de seleccionar una determinada ubicación geográfica directamente en el mapa o por dirección. Por consenso del *equipo de desarrollo* y del *dueño de producto* se ha agregado este nuevo requerimiento a la *lista de producto* en el *elemento de la lista de producto* PB110 en la *Tabla 41* de la sección 5.1.1.3, también se ha incluido este requerimiento en la *historia de usuario* HU04 y se han modificado las *historias de usuario* HU06, HU07 y HU08 en la *Tabla 7* de la sección 2.2, y finalmente se ha modificado el caso de prueba CP06 en la *Tabla 47* de la sección 5.4.1.1.

4.6.2 RETROSPECTIVA DE SPRINT

La auto-inspección del *equipo scrum* arroja que:

- La ejecución del primer *sprint* por un solo integrante es muy desgastante.
- El proceso de desarrollo es adecuado para proyectos innovadores.
- El desarrollo del prototipo ayudó en la selección de la herramienta *Google Fusion Tables* debido a que la otra opción considerada fue la herramienta *Google My Maps* pero no dispone de la *Fusion Tables REST API* que permite almacenar, compartir, consultar y visualizar tablas de datos geográficos.

El *esfuerzo histórico promedio* del proyecto se calcula dividiendo la suma total de los esfuerzos estimados de los *elementos de la lista de producto* desarrollados a lo largo del proyecto, para la suma total del número de días laborables del proyecto. Para el primer *sprint* del desarrollo del sistema la suma total de los esfuerzos estimados de los *elementos de la lista de producto* desarrollados a lo largo del proyecto es 33 puntos (*Sprint 1: 33 pts.*) y la suma total del número de días laborables del proyecto es 22 días (*Sprint 1: 22 días*), obteniendo como *esfuerzo histórico promedio* del proyecto 1.50 puntos por día.

CAPITULO 5. OTROS SPRINTS

En este capítulo se describe el segundo y último *sprint* del desarrollo del sistema.

5.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

La actividad de *análisis de requerimientos* consiste de un proceso de tres pasos: En el primer paso se planifica el *sprint* de desarrollo del producto, en el segundo paso se revisan y refinan los *elementos de la lista de producto*, y en el tercer paso se ubica el problema geográfico y se adquieren los datos necesarios para resolverlo.

5.1.1 PLANIFICACIÓN DE SPRINT

En este paso se planifica el segundo *sprint* del desarrollo del sistema.

Tabla 40. Planificación de *Sprint 2* del proyecto.

Planificación de Sprint	
Nombre	Sprint 2
Duración	2016/07/01 – 2016/07/29
Planificación de Sprint	2016/07/01 @ 08:00
Scrum Diario	@ 10:00
Refinamiento de la Lista de Producto	2016/07/11 @ 10:15
Revisión de Sprint	2016/07/29 @ 08:00
Retrospectiva de Sprint	2016/07/29 @ 13:00
Esfuerzo histórico promedio	1.50 pts./día
Esfuerzo último Sprint	33 pts.
Esfuerzo pronosticado Sprint actual	33 pts.

5.1.1.1 Objetivo del Sprint

El *objetivo del sprint* es: visualizar mapas e información de zonas de peligros en caso de erupción del volcán Cotopaxi y de rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues próximos a las zonas de peligros correspondientes a una determinada ubicación geográfica; y diseñar interfaces gráficas de usuario.

5.1.1.2 Definición de Terminado

El *definición de terminado* del sprint es: la visualización de mapas e información de zonas de peligros en caso de erupción del volcán Cotopaxi y de rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues próximos a las zonas de peligros correspondientes a una determinada ubicación geográfica se considerará terminada cuando esté codificado, revisado el código, presentado, probado y

reportado; y el diseño de interfaces gráficas de usuario se considerará terminado cuando esté revisado y publicado.

5.1.1.3 Lista de Sprint

En este paso se especifica la lista de requerimientos del *incremento de producto* para el segundo *sprint* del desarrollo del sistema.

Tabla 41. Lista de *Sprint 2* del proyecto.

Lista de Sprint			
Código	Descripción	Tareas	Duración
PBI10	Localizar ubicación geográfica en mapa o por dirección en Google Maps	Localizar ubicación geográfica en mapa en Google Maps.	5
		Localizar ubicación geográfica por dirección en Google Maps.	7
PBI11	Mostrar mapa e información de zonas de peligro	Cargar capa de áreas en mapa desde Google Fusion Tables.	3
		Controlar información y eventos de capa renderizada de áreas.	8
PBI12	Mostrar mapa e información de rutas de evacuación	Cargar capa de rutas en mapa desde Google Fusion Tables.	3
		Controlar información y eventos de capa renderizada de rutas.	8
PBI13	Mostrar mapa e información de sitios seguros por ubicación geográfica	Cargar capa de sitios en mapa desde Google Fusion Tables.	3
		Controlar información y eventos de capa renderizada de sitios.	8
		Buscar sitios seguros por ubicación geográfica.	7
PBI14	Mostrar mapa e información de centros de salud por ubicación geográfica	Cargar capa de sitios en mapa desde Google Fusion Tables.	3
		Controlar información y eventos de capa renderizada de sitios.	8
		Buscar centros de salud por ubicación geográfica.	7
PBI15	Mostrar mapa e información de albergues por ubicación geográfica	Cargar capa de sitios en mapa desde Google Fusion Tables.	3
		Controlar información y eventos de capa renderizada de sitios.	8
		Buscar albergues por ubicación geográfica.	7
PBI16	Diseñar interfaces gráficas y guiones gráficos de interfaz gráfica de usuario	Diseñar interfaces gráficas de usuario.	8
		Crear guiones gráficos de interfaz gráfica de usuario.	8
PBI17	Buscar rutas desde una determinada ubicación	Buscar rutas desde ubicación geográfica a sitios seguros.	8

Lista de Sprint			
Código	Descripción	Tareas	Duración
	geográfica hacia sitios seguros, centros de salud y albergues	Buscar rutas desde ubicación geográfica a centros de salud.	8
		Buscar rutas desde ubicación geográfica a albergues.	8
PBI18	Crear informe de situación actual del Cotopaxi	Crear informe del estado.	8
		Crear informe del nivel de actividad interna y superficial.	8
		Crear informe del nivel de alerta.	8

5.1.2 REFINAMIENTO DE LA LISTA DE PRODUCTO

En este paso se revisa y refina la lista de requerimientos del sistema.

Tabla 42. Lista de producto refinada de *Sprint 2* del proyecto.

Lista de Producto				
Código	Descripción	Orden	Esfuerzo	Duración
PBI01	Localizar ubicación geográfica de zonas de peligro en Google Maps	1	3	16
PBI02	Localizar ubicación geográfica de rutas de evacuación en Google Maps	2	3	16
PBI03	Localizar ubicación geográfica de sitios seguros en Google Maps	3	3	16
PBI04	Localizar ubicación geográfica de centros de salud en Google Maps	4	2	16
PBI05	Localizar ubicación geográfica de albergues en Google Maps	5	2	16
PBI06	Localizar ubicación geográfica de usuario en Google Maps	6	2	16
PBI07	Diseñar sistema, base de datos e interfaces gráficas de usuario	7	5	20
PBI08	Crear especificaciones de casos de uso informes y mapas	8	5	20
PBI09	Crear prototipo y menú de interfaz gráfica de usuario	9	8	24
PBI10	Localizar ubicación geográfica en mapa o por dirección en Google Maps	10	2	12
PBI11	Mostrar mapa e información de zonas de peligro	11	2	11
PBI12	Mostrar mapa e información de rutas de evacuación	12	2	11
PBI13	Mostrar mapa e información de sitios seguros por ubicación geográfica	13	3	18
PBI14	Mostrar mapa e información de centros de salud por ubicación geográfica	14	3	18
PBI15	Mostrar mapa e información de albergues por ubicación geográfica	15	3	18

Lista de Producto				
Código	Descripción	Orden	Esfuerzo	Duración
PBI16	Diseñar interfaces gráficas y guiones gráficos de interfaz gráfica de usuario	16	2	16
PBI17	Buscar rutas desde una determinada ubicación geográfica hacia sitios seguros, centros de salud y albergues	17	8	24
PBI18	Crear informe de situación actual del Cotopaxi	18	8	24

5.1.3 ADQUISICIÓN DE DATOS

El paso *adquisición de datos* del segundo *sprint* es prescindido debido a que en el correspondiente paso del primer *sprint* del desarrollo del sistema se adquirieron todos los datos necesarios para el proyecto, en la sección 4.1.3.

5.2 ANÁLISIS & DISEÑO

La actividad de *análisis y diseño* consiste de un proceso de dos pasos. En el primer paso se desarrollan casos de uso, diseños y otros artefactos de análisis o diseño para el desarrollo del *incremento de producto*; finalmente en el segundo paso se verifican los datos geográficos adquiridos y se define, valida y presenta un proceso de análisis para tratar los datos verificados.

5.2.1 DISEÑO DE INCREMENTO

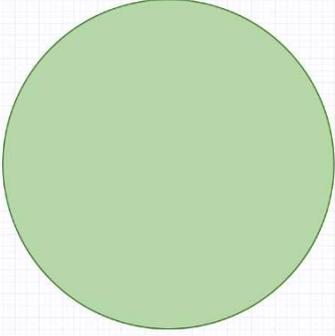
Los artefactos de diseño necesarios para el *incremento de producto* del segundo *sprint* del desarrollo del sistema son: diseños de interfaces gráficas de usuario y guiones gráficos de interfaz gráfica de usuario.

5.2.1.1 Diseños de Interfaces Gráficas de Usuario

Los diseños de interfaces gráficas de usuario utilizan la simbología especificada en la *Tabla 23*, además de la simbología especificada a continuación en la *Tabla 43*.

Tabla 43. Símbolos para diseños de interfaces gráficas de usuario.

Símbolo	Descripción
	Ventana modal

Símbolo	Descripción
	Área de búsqueda de sitios cercanos a ubicación geográfica
	Ruta de sitios a ubicación geográfica de búsqueda
	Ubicación de usuario
	Ubicación seleccionada

A continuación se presentan los diseños de interfaces gráficas de usuario del *incremento de producto* para el segundo *sprint* del desarrollo del sistema.

5.2.1.1.1 Interfaz Gráfica de Usuario de Amenazas

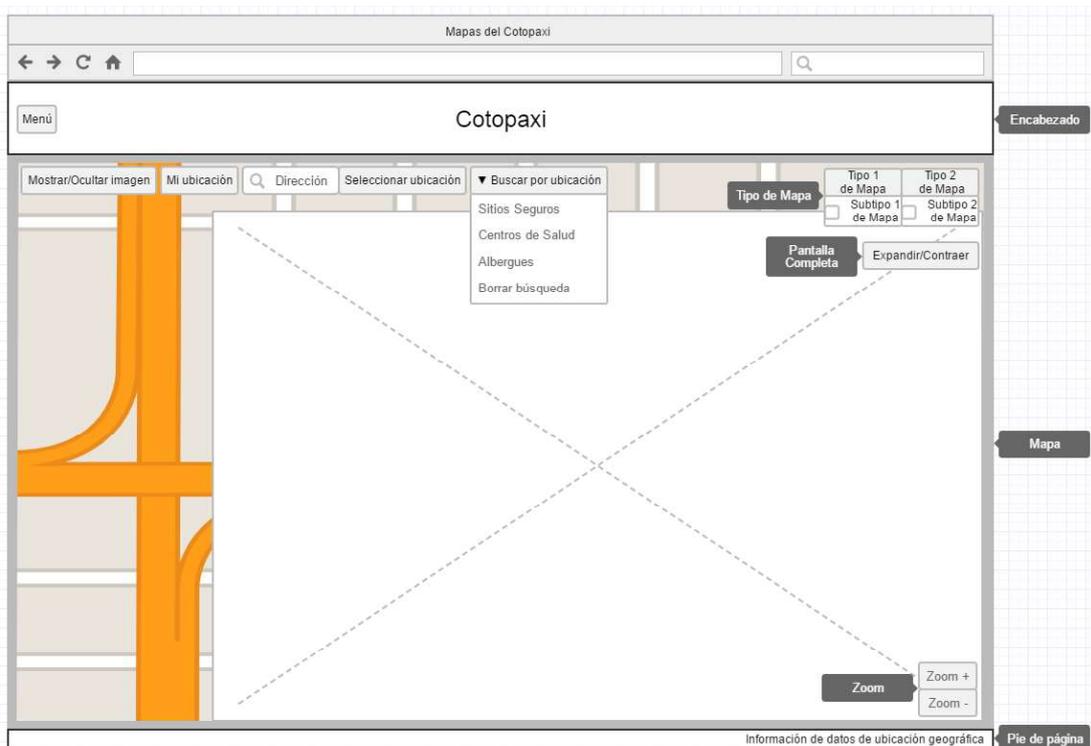


Figura 52. Diseño de interfaz gráfica de usuario de amenazas.

5.2.1.1.2 Interfaz Gráfica de Usuario de Lahares

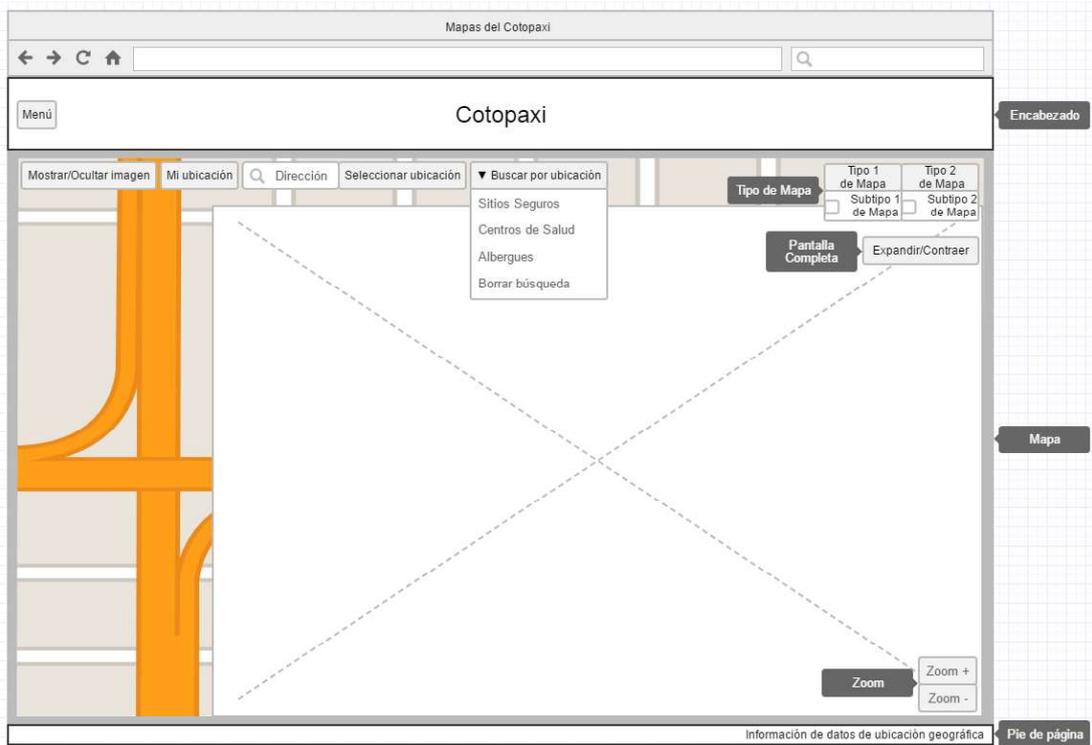


Figura 53. Diseño de interfaz gráfica de usuario de lahares.

5.2.1.1.3 Interfaz Gráfica de Usuario de Ubicación de Usuario

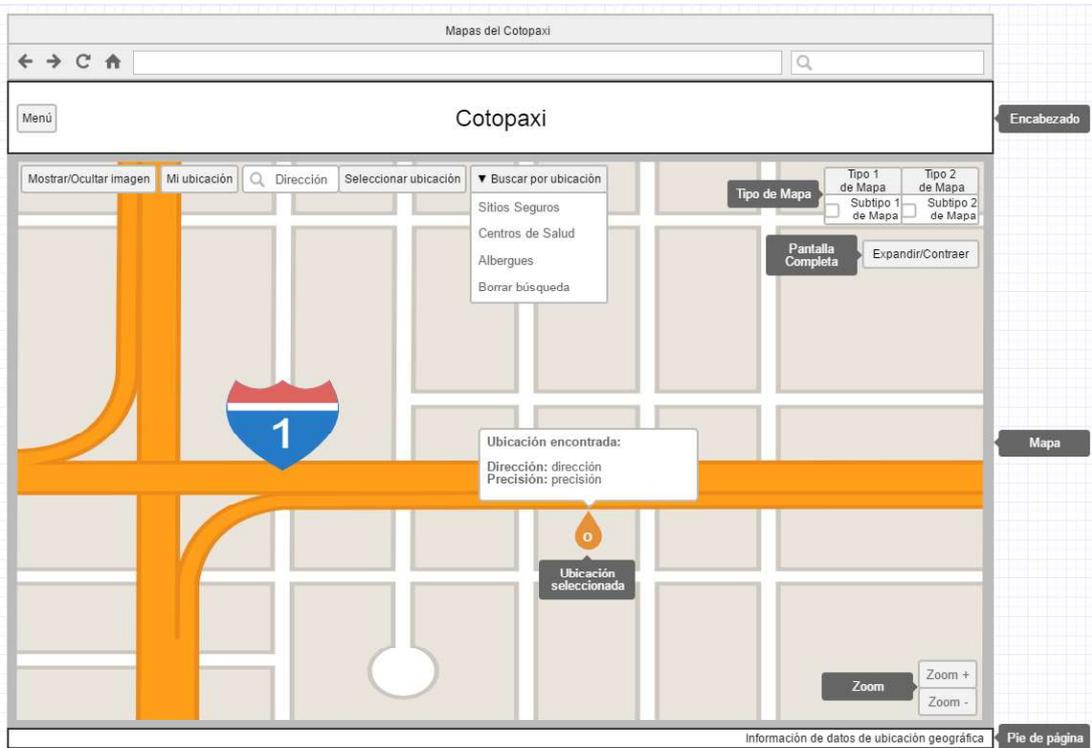


Figura 54. Diseño de interfaz gráfica de usuario de ubicación de usuario.

5.2.1.1.4 Interfaz Gráfica de Usuario de Ubicación por Mapa



Figura 55. Diseño de interfaz gráfica de usuario de ubicación por mapa.

5.2.1.1.5 Interfaz Gráfica de Usuario de Ubicación por Dirección

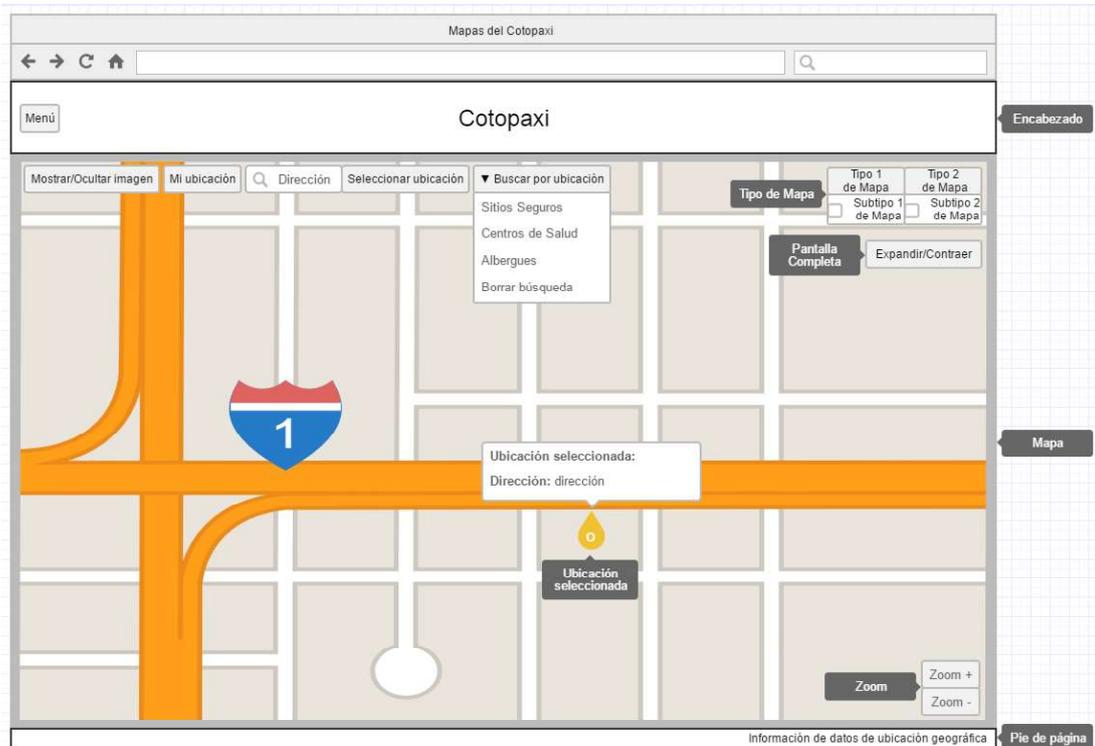


Figura 56. Diseño de interfaz gráfica de usuario de ubicación por dirección.

5.2.1.1.6 Interfaz Gráfica de Usuario de búsqueda de Sitios Seguros cercanos

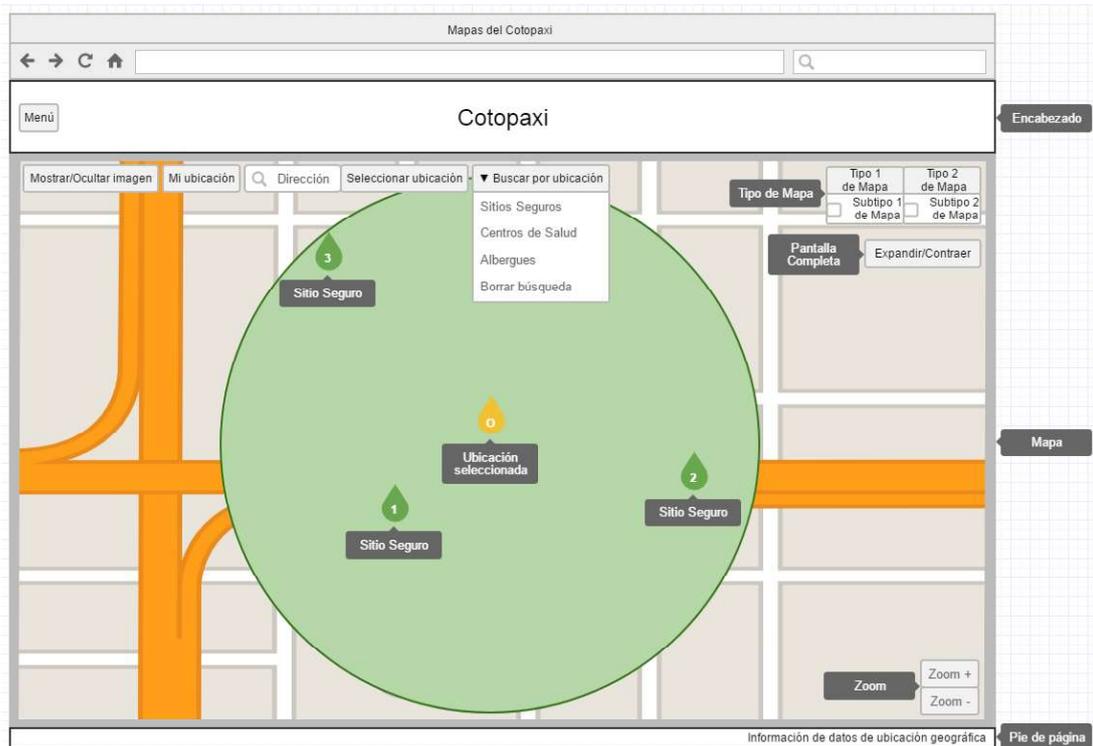


Figura 57. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de sitios seguros cercanos.

5.2.1.1.7 Interfaz Gráfica de Usuario de búsqueda de Centros de Salud cercanos



Figura 58. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de centros de salud cercanos.

5.2.1.1.8 Interfaz Gráfica de Usuario de búsqueda de Albergues cercanos

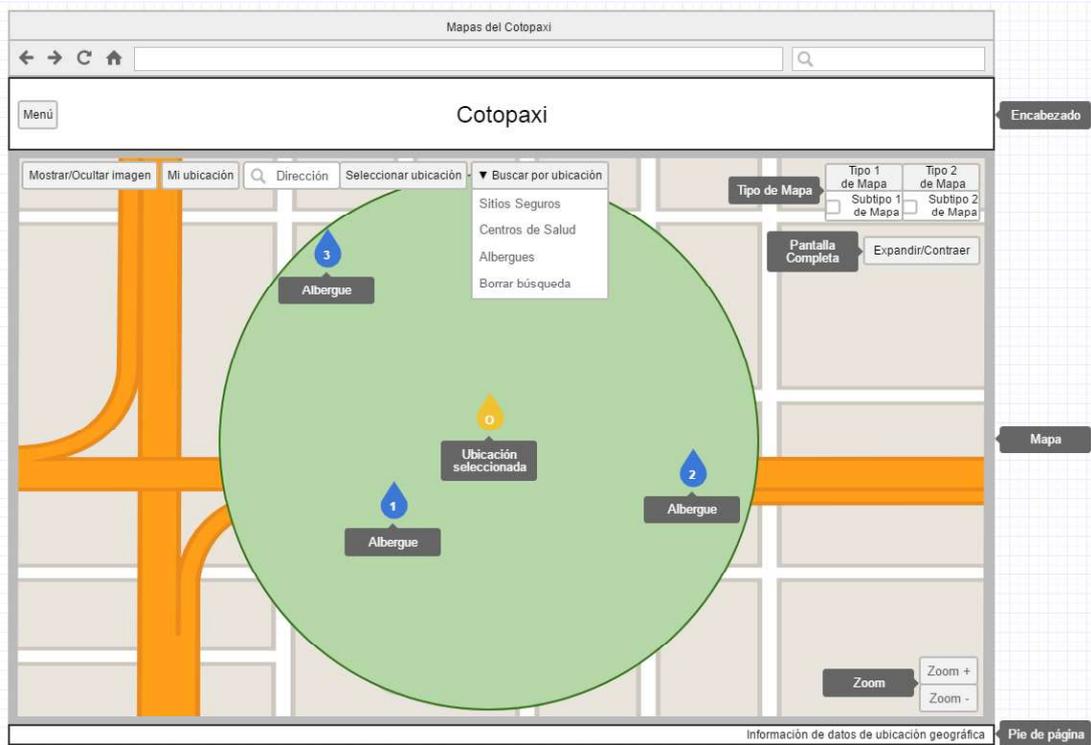


Figura 59. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de albergues cercanos.

5.2.1.1.9 Interfaz Gráfica de Usuario de búsqueda de Rutas hacia Sitio Seguro cercano

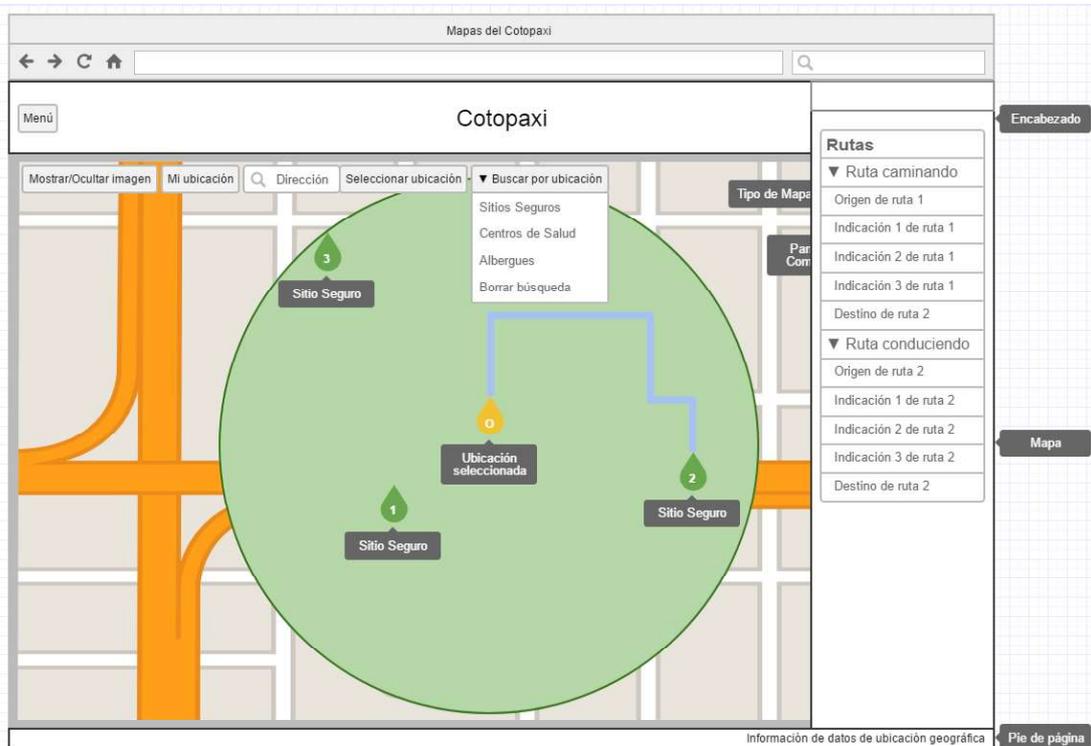


Figura 60. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de rutas hacia sitio seguro.

5.2.1.1.10 Interfaz Gráfica de Usuario de búsqueda de Rutas hacia Centro de Salud cercano

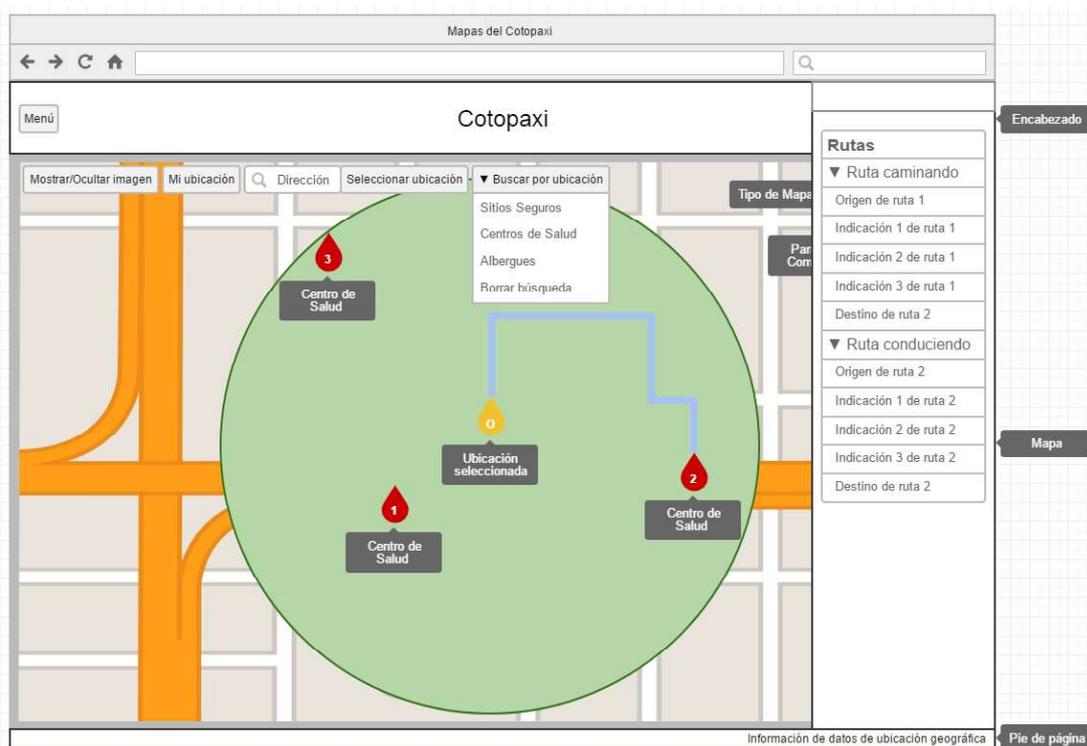


Figura 61. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de rutas hacia centro de salud.

5.2.1.1.11 Interfaz Gráfica de Usuario de búsqueda de Rutas hacia Albergue cercano

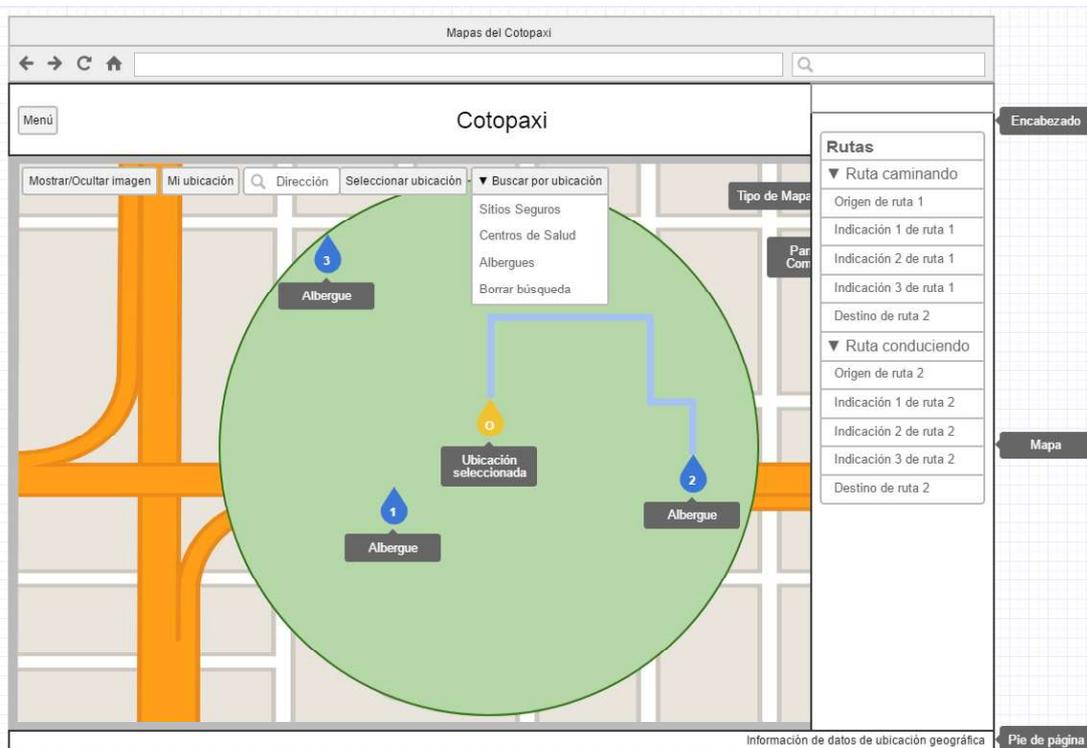


Figura 62. Diseño de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de rutas hacia albergue.

5.2.1.1.12 Interfaz Gráfica de Usuario de Informe de Situación actual del Cotopaxi

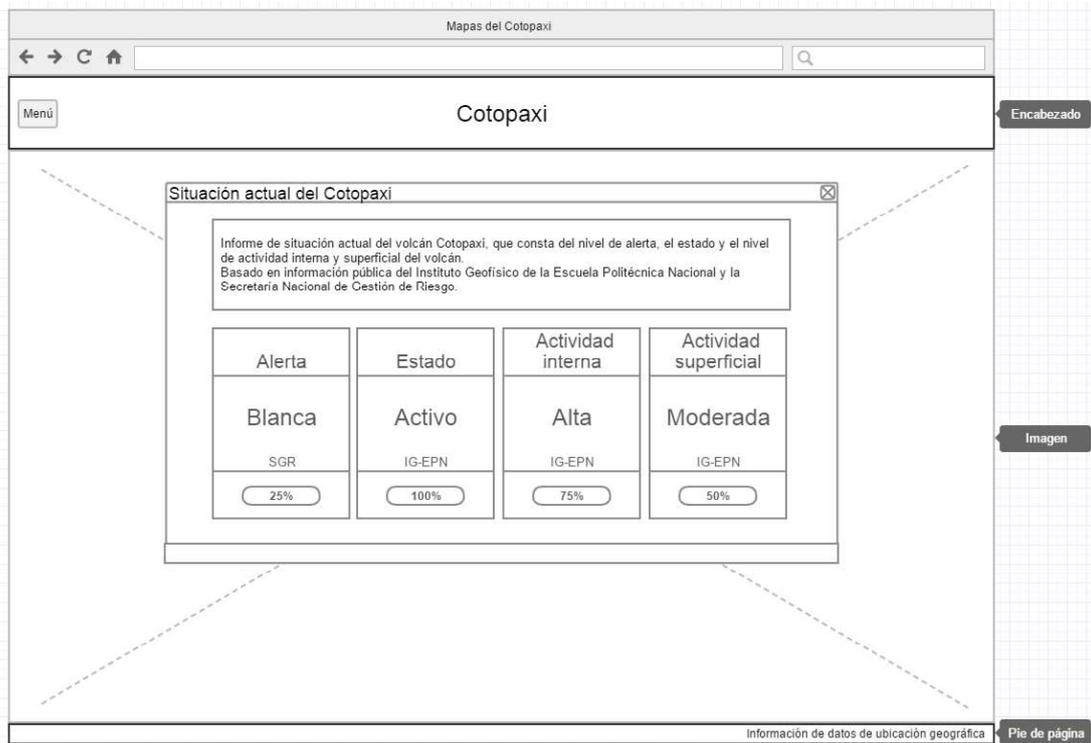


Figura 63. Diseño de interfaz gráfica de usuario de informe de situación actual del Cotopaxi.

5.2.1.2 Guiones Gráficos de Interfaz Gráfica de Usuario

A continuación se presenta la interacción entre los diseños de interfaces gráficas de usuario para completar la funcionalidad del sistema.

5.2.1.2.1 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Amenazas

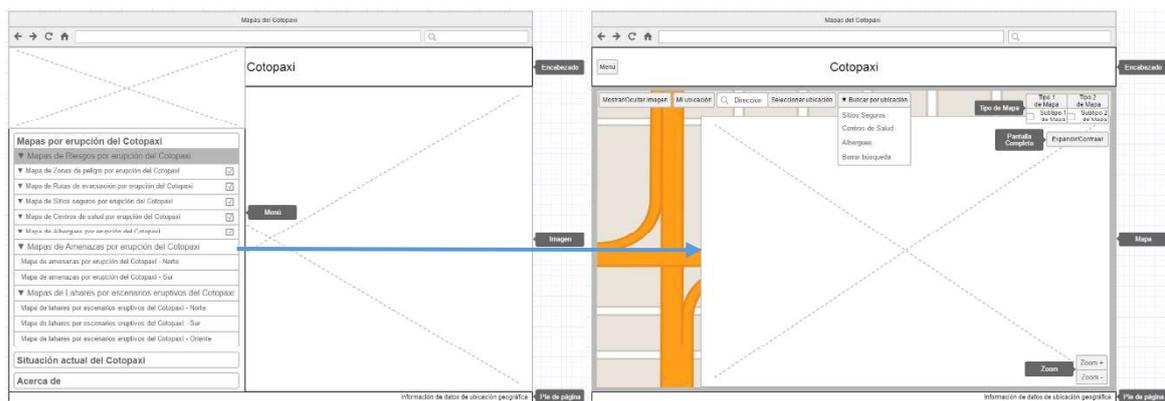


Figura 64. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de amenazas.

5.2.1.2.2 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Lahares

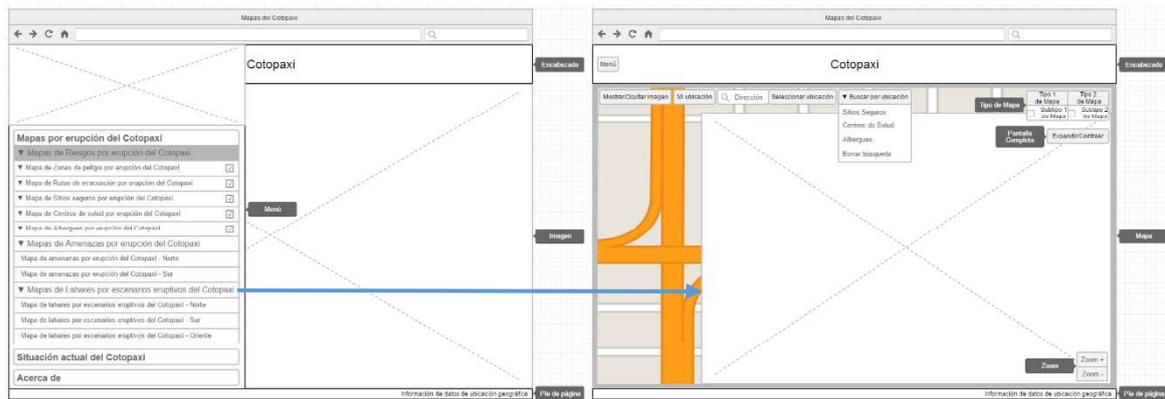


Figura 65. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de lahares.

5.2.1.2.3 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Ubicación de Usuario

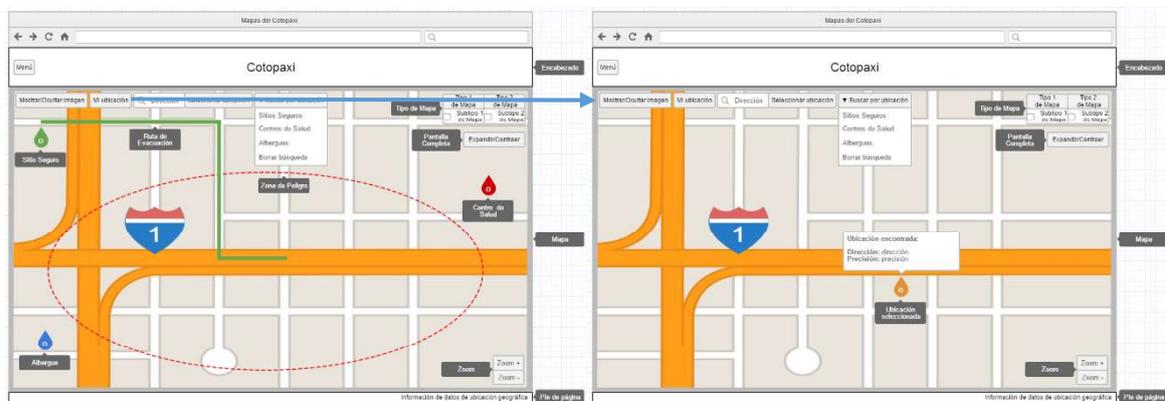


Figura 66. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de ubicación de usuario.

5.2.1.2.4 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Ubicación por Mapa

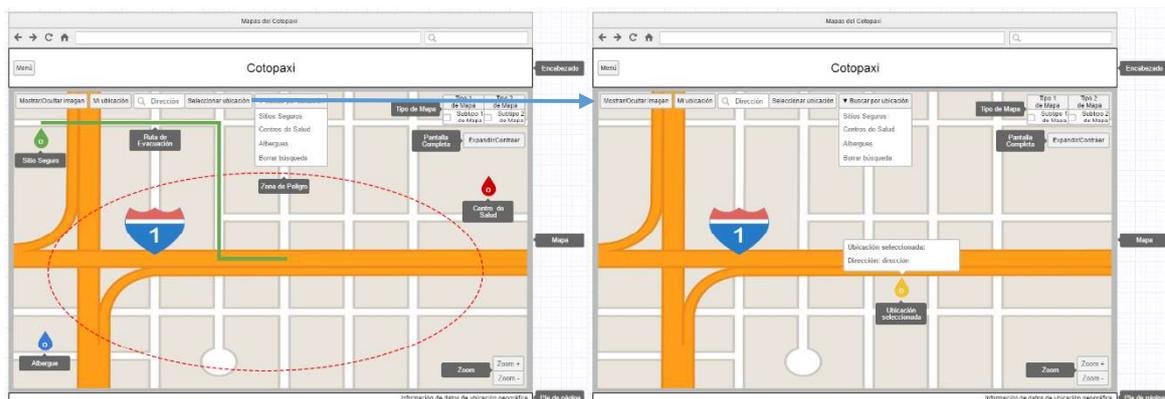


Figura 67. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de ubicación por mapa.

5.2.1.2.5 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de Ubicación por Dirección

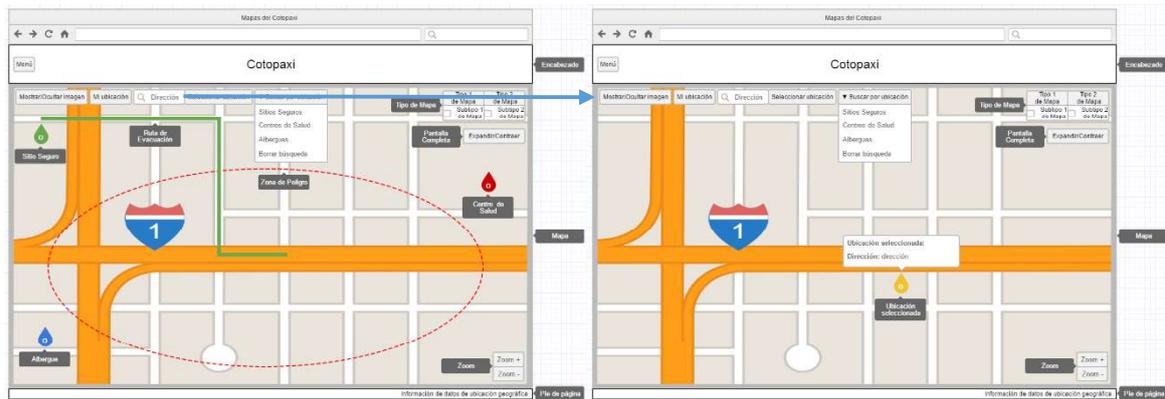


Figura 68. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de ubicación por dirección.

5.2.1.2.6 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de búsqueda de Sitios Seguros

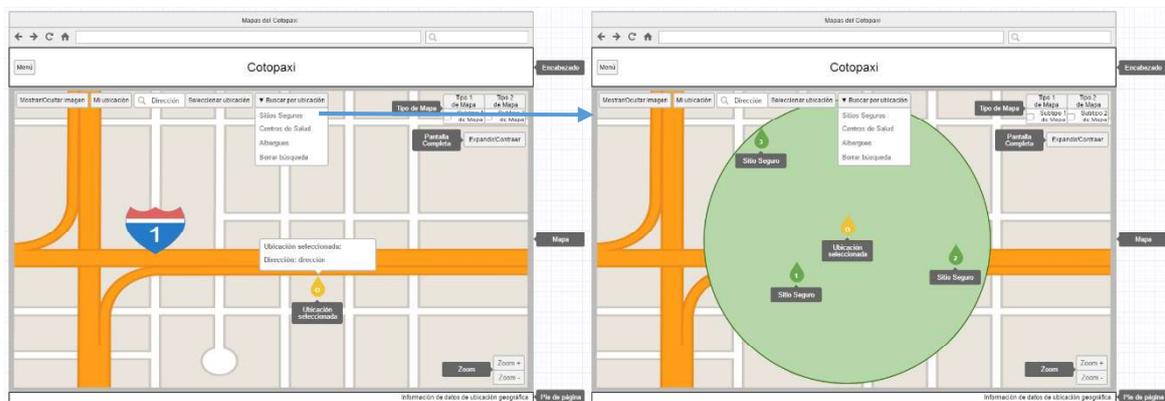


Figura 69. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de sitios seguros.

5.2.1.2.7 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de búsqueda de Centros de Salud

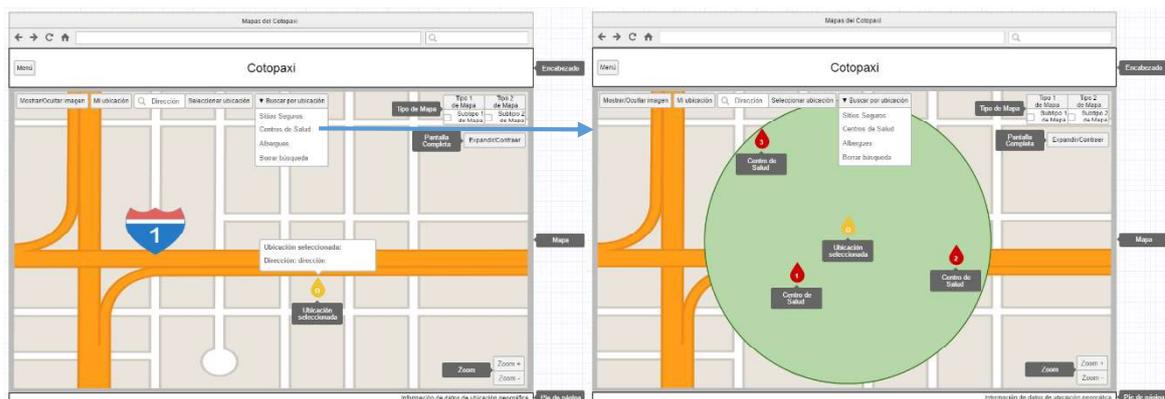


Figura 70. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de centros de salud.

5.2.1.2.8 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Usuario de búsqueda de Albergues

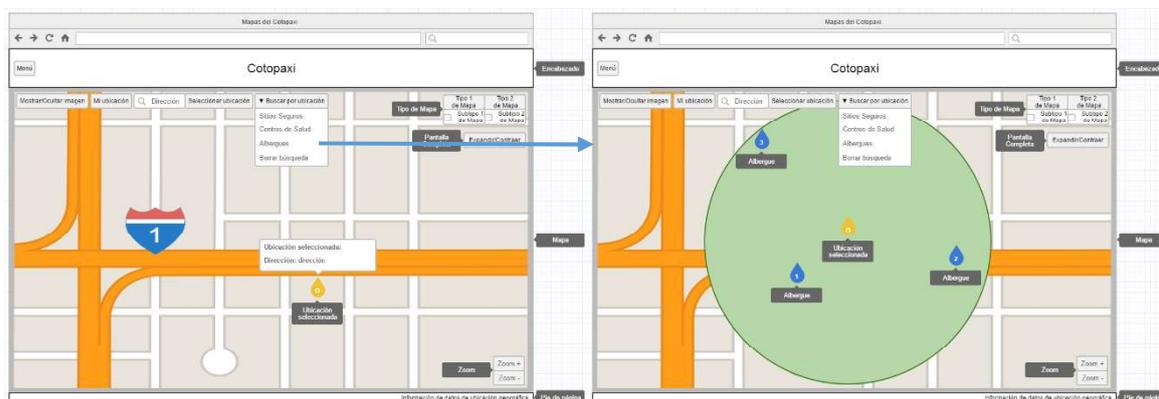


Figura 71. Guion gráfico de interfaz gráfica de usuario de búsqueda de albergues.

5.2.1.2.9 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de búsqueda de Rutas hacia Sitio Seguro



Figura 72. Guion gráfico de interfaz gráfica de búsqueda de rutas hacia sitio seguro.

5.2.1.2.10 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de búsqueda de Rutas hacia Centro de Salud

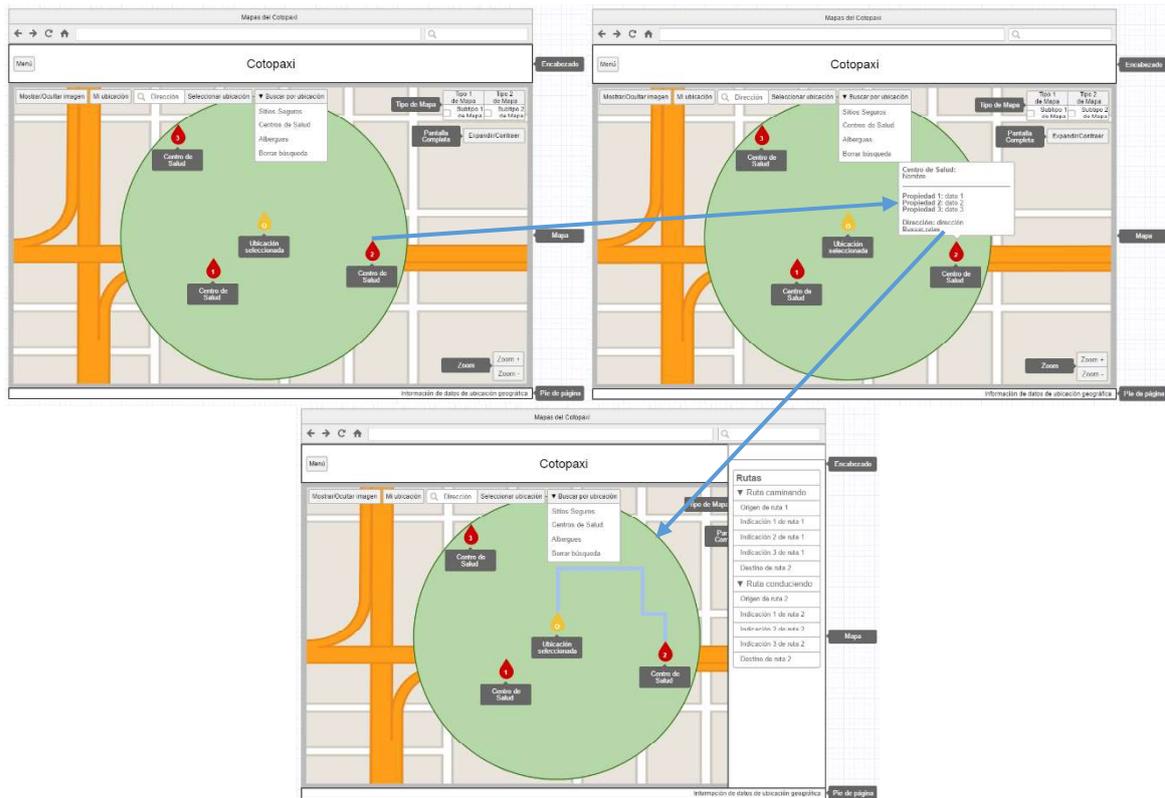


Figura 73. Guion gráfico de interfaz gráfica de búsqueda de rutas hacia centro de salud.

5.2.1.2.11 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de búsqueda de Rutas hacia Albergue



Figura 74. Guion gráfico de interfaz gráfica de búsqueda de rutas hacia albergue.

5.2.1.2.12 Guion Gráfico de Interfaz Gráfica de Informe de Situación actual del Cotopaxi

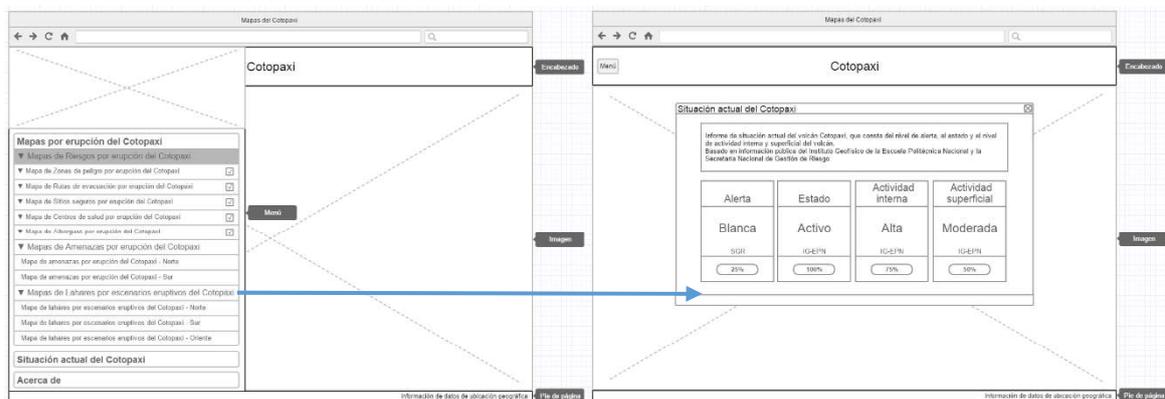


Figura 75. Guion gráfico de interfaz gráfica de informe de situación actual del Cotopaxi.

5.2.2 EXAMEN Y ANÁLISIS DE DATOS

El paso *examen y análisis de datos* del segundo *sprint* es prescindido debido a que en el correspondiente paso del primer *sprint* del desarrollo del sistema se examinaron y analizaron todos los datos necesarios para el proyecto, en la sección 4.2.2.

Histórico de Trabajo Restante																										
Cod.	Elementos de la Lista de Producto	Tareas	Trabajo Restante																							
			04/07/2016	05/07/2016	06/07/2016	07/07/2016	08/07/2016	11/07/2016	12/07/2016	13/07/2016	14/07/2016	15/07/2016	16/07/2016	19/07/2016	20/07/2016	21/07/2016	22/07/2016	25/07/2016	26/07/2016	27/07/2016	28/07/2016					
			L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J					
	Diseñar GUIs y guiones gráficos de GUI	Crear guiones gráficos de interfaz gráfica de usuario.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	2				
PBI17	Buscar rutas desde una determinada ubicación geográfica hacia sitios	Buscar rutas: ubicación geográfica/sitios seguros.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8					
		Buscar rutas: ubicación geográfica/centros de salud.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8				
		Buscar rutas: ubicación geográfica/albergues.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6			
PBI18	Crear informe de situación actual del Cotopaxi	Crear informe: estado.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4		
		Crear informe: nivel de actividad interna/superficial.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	2
		Crear informe: nivel de alerta.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Número de Tareas Restantes			23	23	22	21	20	18	17	16	15	13	12	10	9	8	7	5	4	3	2					
Horas de Trabajo Restante			152	149	145	140	134	126	118	109	103	93	85	75	66	58	50	40	30	20	10					

El resumen de gestión de tareas del segundo *sprint* del desarrollo del sistema se presenta a continuación en la *Tabla 45*.

Tabla 45. Resumen de gestión de tareas de *Sprint 2* del proyecto.

Resumen de Gestión de Tareas					
Cod.	Elementos de la Lista de Producto	Tareas	Tipo	Estado	Responsable
PBI10	Localizar ubicación geográfica en mapa o por dirección en Google Maps	Localizar ubicación geográfica en mapa en Google Maps.	Implementación	Terminado	Christian
		Localizar ubicación geográfica por dirección en Google Maps.	Implementación	Terminado	Christian
PBI11	Mostrar mapa e información de zonas de peligro	Cargar capa de áreas desde Google Fusion Tables.	Implementación	Terminado	Christian
		Controlar información y eventos de capa de áreas.	Implementación	Terminado	Christian
PBI12	Mostrar mapa e información de rutas de evacuación	Cargar capa de rutas desde Google Fusion Tables.	Implementación	Terminado	Christian
		Controlar información y eventos de capa de rutas.	Implementación	Terminado	Christian
PBI13	Mostrar mapa e información de sitios seguros por ubicación geográfica	Cargar capa de sitios desde Google Fusion Tables.	Implementación	Terminado	Christian
		Controlar información y eventos de capa de sitios.	Implementación	Terminado	Christian
		Buscar sitios seguros por ubicación geográfica.	Implementación	Terminado	Christian
PBI14	Mostrar mapa e información de centros de salud por ubicación geográfica	Cargar capa de sitios desde Google Fusion Tables.	Implementación	Terminado	Christian
		Controlar información y eventos de capa de sitios.	Implementación	Terminado	Christian
		Buscar centros de salud por ubicación geográfica.	Implementación	Terminado	Christian
PBI15	Mostrar mapa e información de albergues por ubicación geográfica	Cargar capa de sitios desde Google Fusion Tables.	Implementación	Terminado	Christian
		Controlar información y eventos de capa de sitios.	Implementación	Terminado	Christian

Resumen de Gestión de Tareas					
Cod.	Elementos de la Lista de Producto	Tareas	Tipo	Estado	Responsable
		Buscar albergues por ubicación geográfica.	Implementación	Terminado	Christian
PBI16	Diseñar interfaces gráficas y guiones gráficos de interfaz gráfica de usuario	Diseñar interfaces gráficas de usuario.	Diseño	Terminado	Christian
		Crear guiones gráficos de interfaz gráfica de usuario.	Diseño	Terminado	Christian
PBI17	Buscar rutas desde una determinada ubicación geográfica hacia sitios seguros, centros de salud y albergues	Buscar rutas desde ubicación geográfica a sitios seguros.	Implementación	Terminado	Christian
		Buscar rutas desde ubicación geográfica a centros de salud.	Implementación	Terminado	Christian
		Buscar rutas desde ubicación geográfica a albergues.	Implementación	Terminado	Christian
PBI18	Crear informe de situación actual del Cotopaxi	Crear informe del estado.	Implementación	Terminado	Christian
		Crear informe del nivel de actividad interna y superficial.	Implementación	Terminado	Christian
		Crear informe del nivel de alerta.	Implementación	Terminado	Christian

5.3.2 GRÁFICOS DE TRABAJO PENDIENTE

El gráfico de trabajo restante por día del segundo *sprint* del desarrollo del sistema se presenta a continuación en la *Figura 76*.

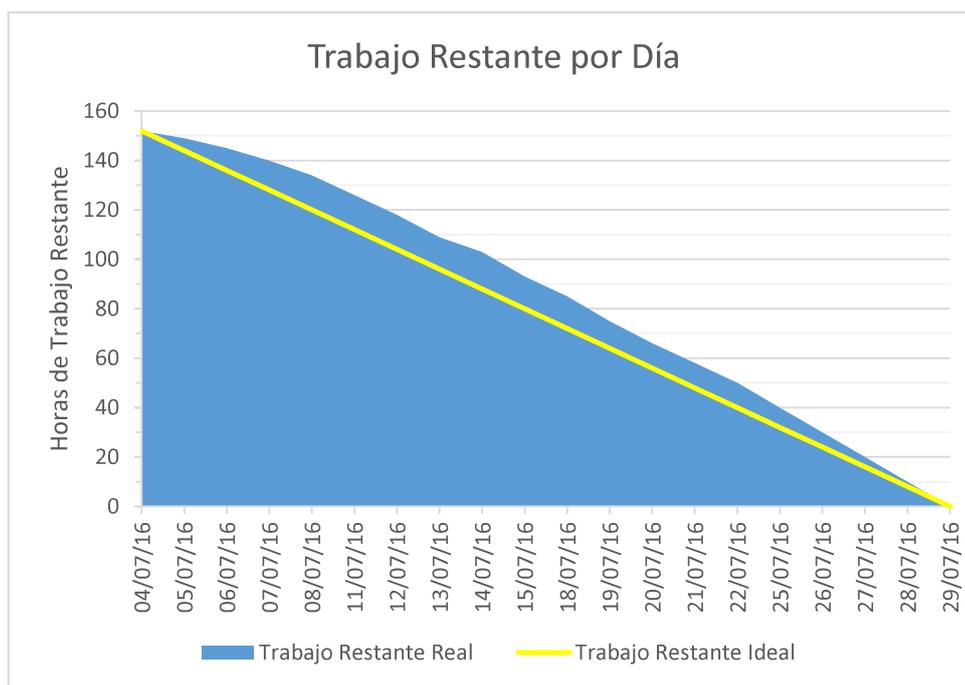


Figura 76. Gráfico de trabajo restante por día de *Sprint 2* del proyecto.

El gráfico de trabajo por hacer y en ejecución del segundo *sprint* del desarrollo del sistema se presenta a continuación en la *Figura 77*.

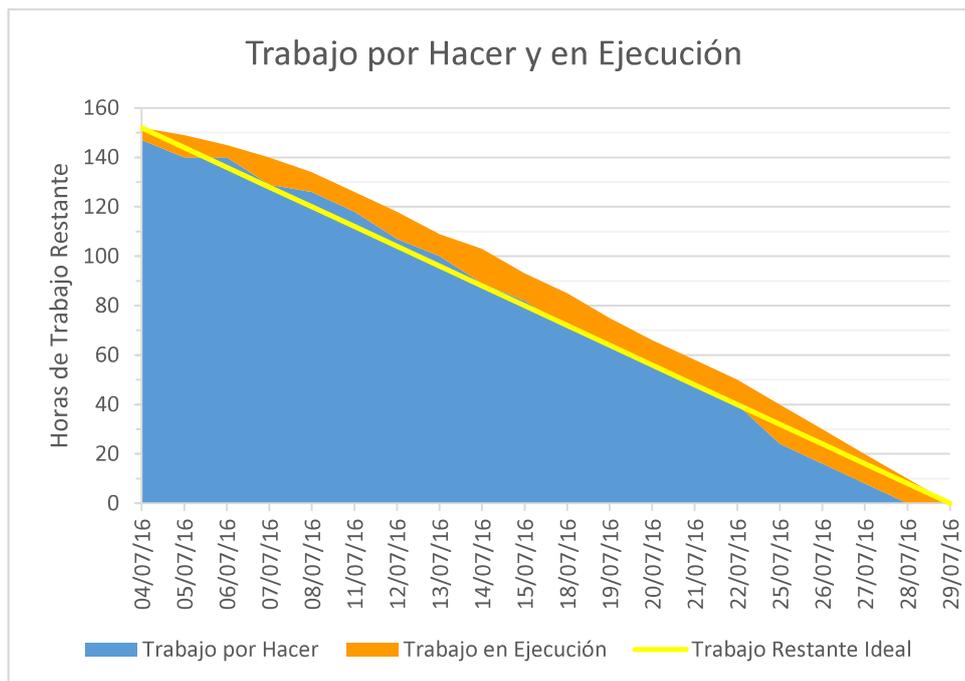


Figura 77. Gráfico de trabajo por hacer y en ejecución de *Sprint 2* del proyecto.

5.3.3 INCREMENTO

La funcionalidad del *incremento de producto* para el segundo *sprint* del desarrollo del sistema se presenta a continuación:

5.3.3.1 Desarrollo de Bases de Datos

El paso *desarrollo de bases de datos* del segundo *sprint* es prescindido debido a que en el correspondiente paso del primer *sprint* del desarrollo del sistema se desarrollaron todas las bases de datos necesarias para el proyecto, en la sección 4.3.3.1.

5.3.3.2 Consultas por Ubicación Geográfica

A continuación se presenta el despliegue de la selección de una determinada ubicación geográfica directamente en el mapa o por la definición de una dirección.

5.3.3.2.1 Consulta de ubicación por Mapa

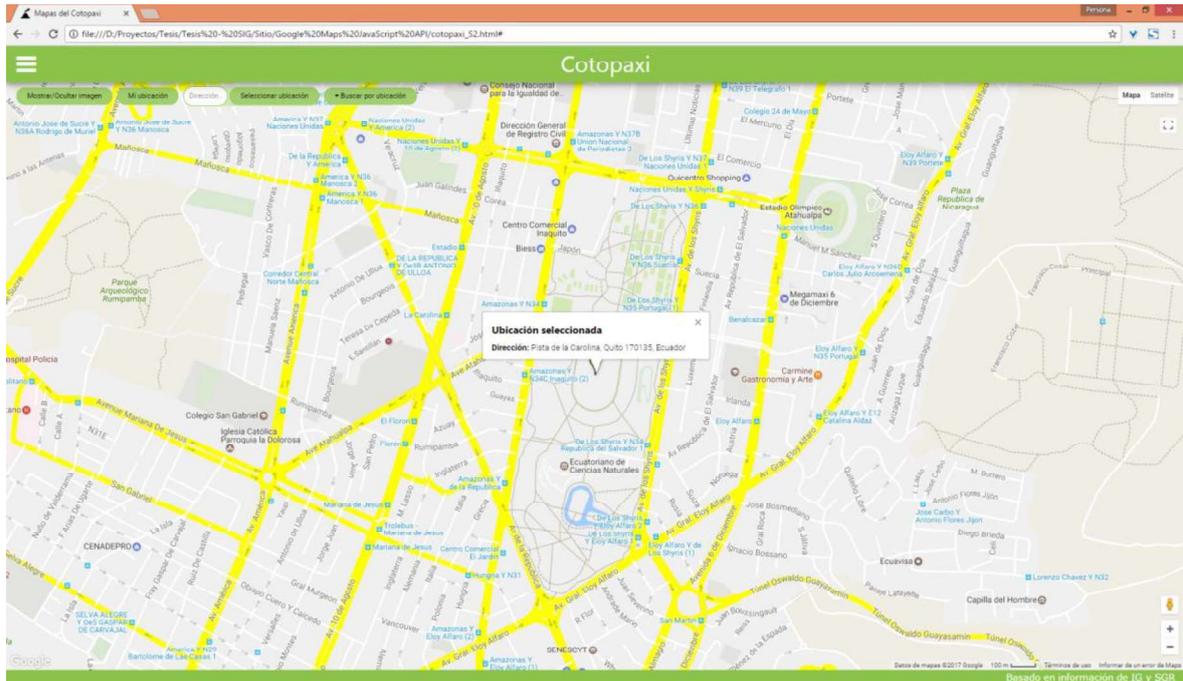


Figura 78. Consulta de ubicación por mapa.

5.3.3.2.2 Consulta de ubicación por Dirección

El despliegue de la selección de una determinada ubicación geográfica por la definición de una dirección, se realiza utilizando la biblioteca *Places* de la *Google Maps JavaScript API*.

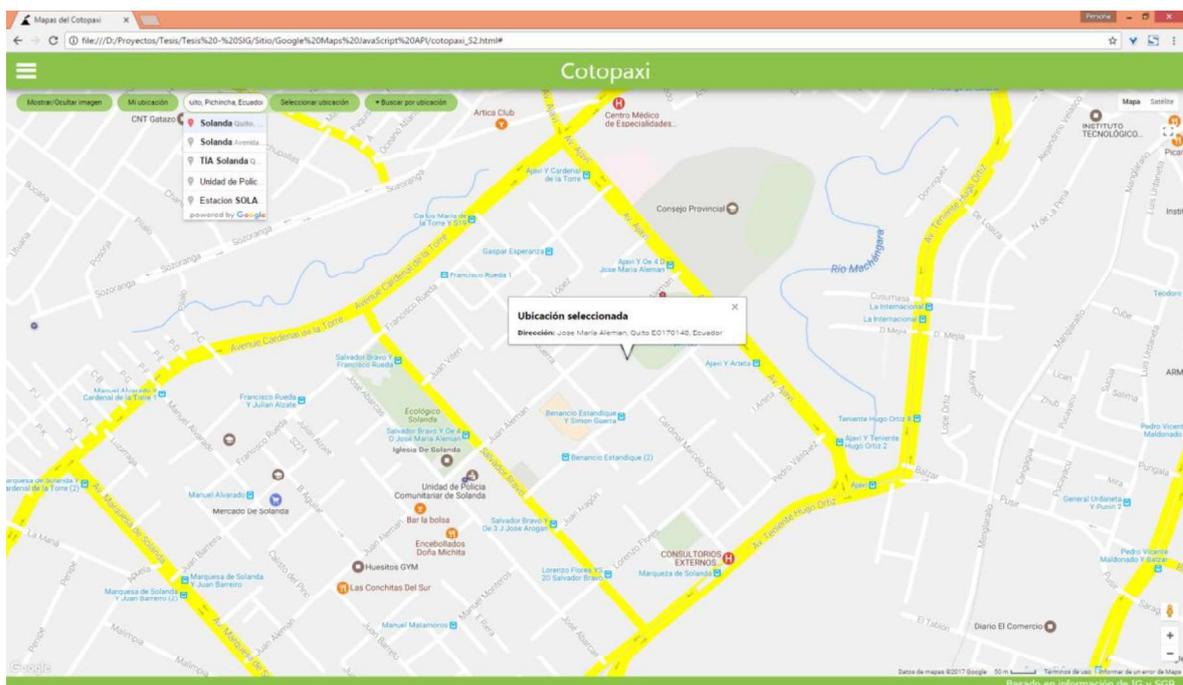


Figura 79. Consulta de ubicación por dirección.

5.3.3.3 Mapas por erupción del Cotopaxi

A continuación se presenta el despliegue de los mapas de amenazas, de lahares y de ubicaciones geográficas por erupción del Cotopaxi.

5.3.3.3.1 Mapas de Amenazas

Los mapas de amenazas por erupción del Cotopaxi son basados en el *Mapa regional de amenazas volcánicas potenciales del volcán Cotopaxi* del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional [26].

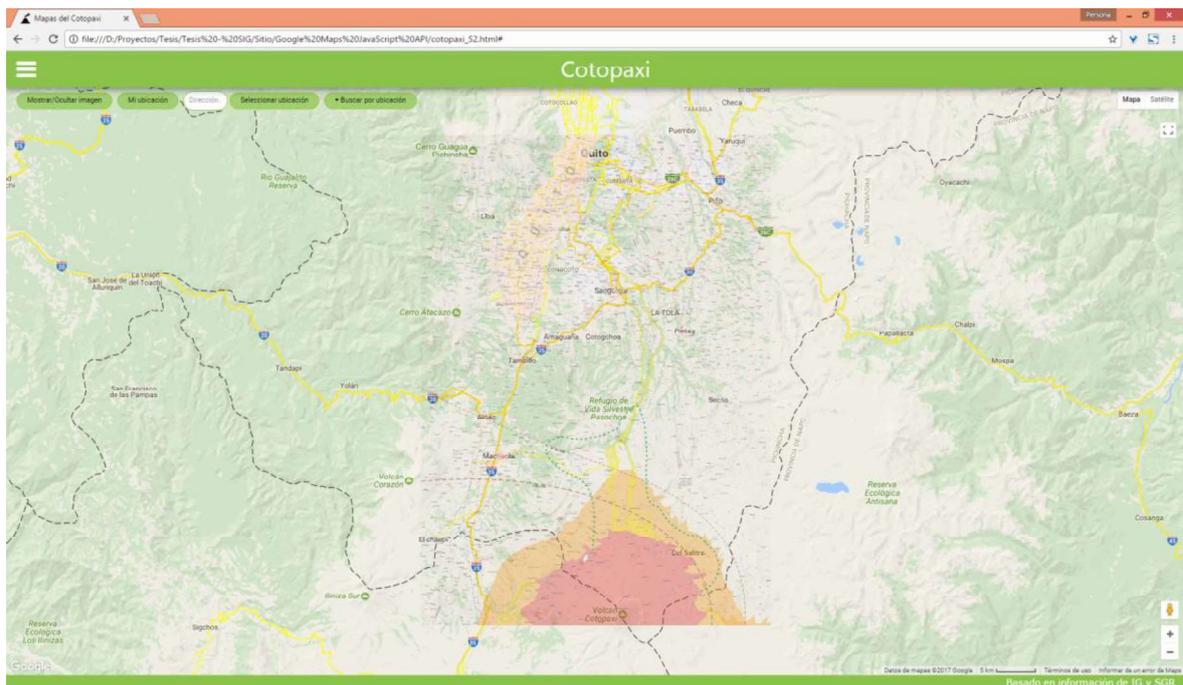


Figura 80. Mapa de amenazas por erupción del Cotopaxi – Norte.

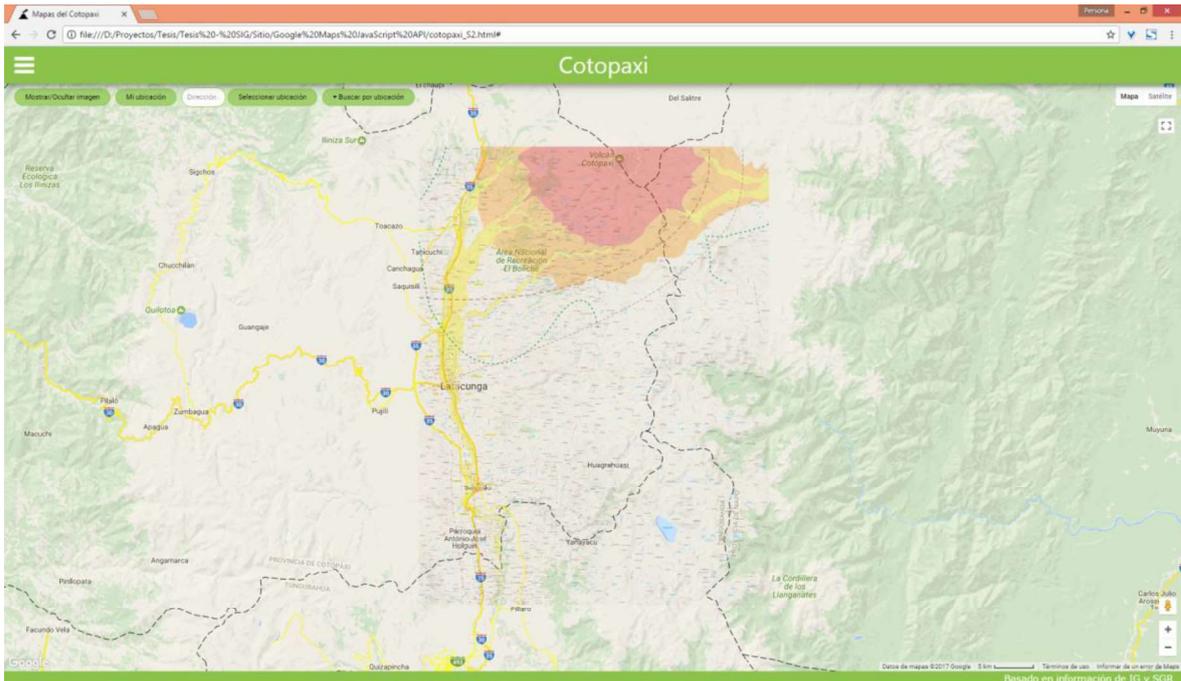


Figura 81. Mapa de amenazas por erupción del Cotopaxi – Sur.

5.3.3.3.2 Mapas de Lahares

Los mapas de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi son basados en la publicación *Las potenciales zonas de inundación por lahares en el volcán Cotopaxi* del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional [1].

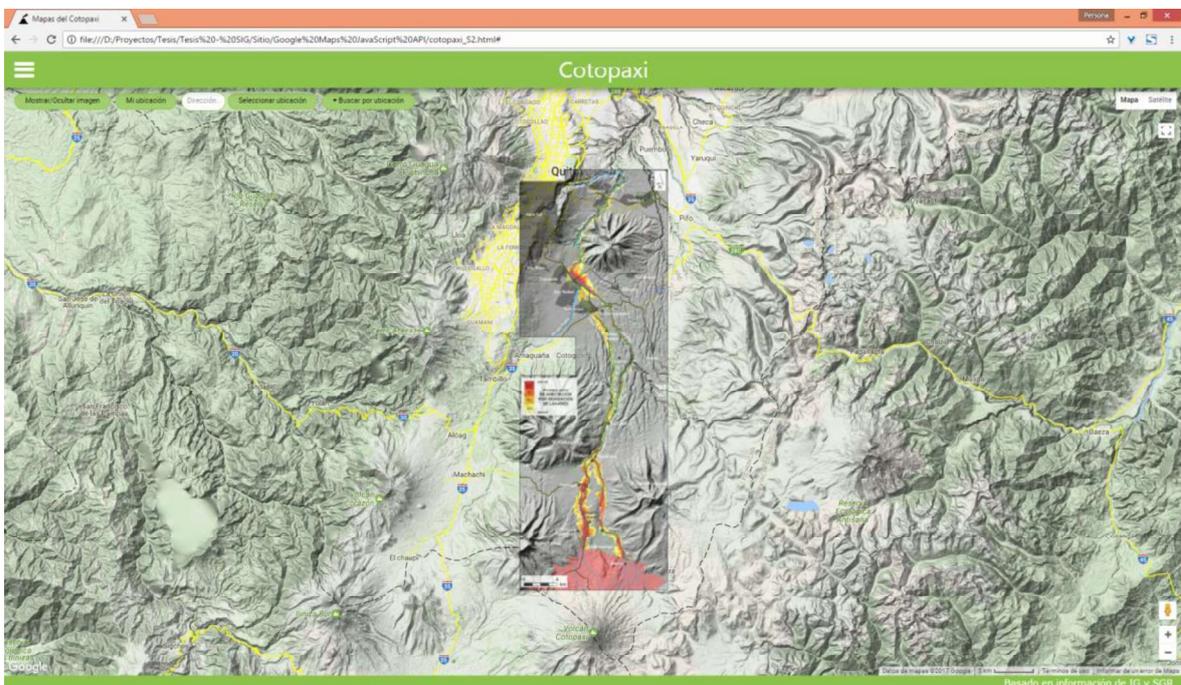


Figura 82. Mapa de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi – Norte.

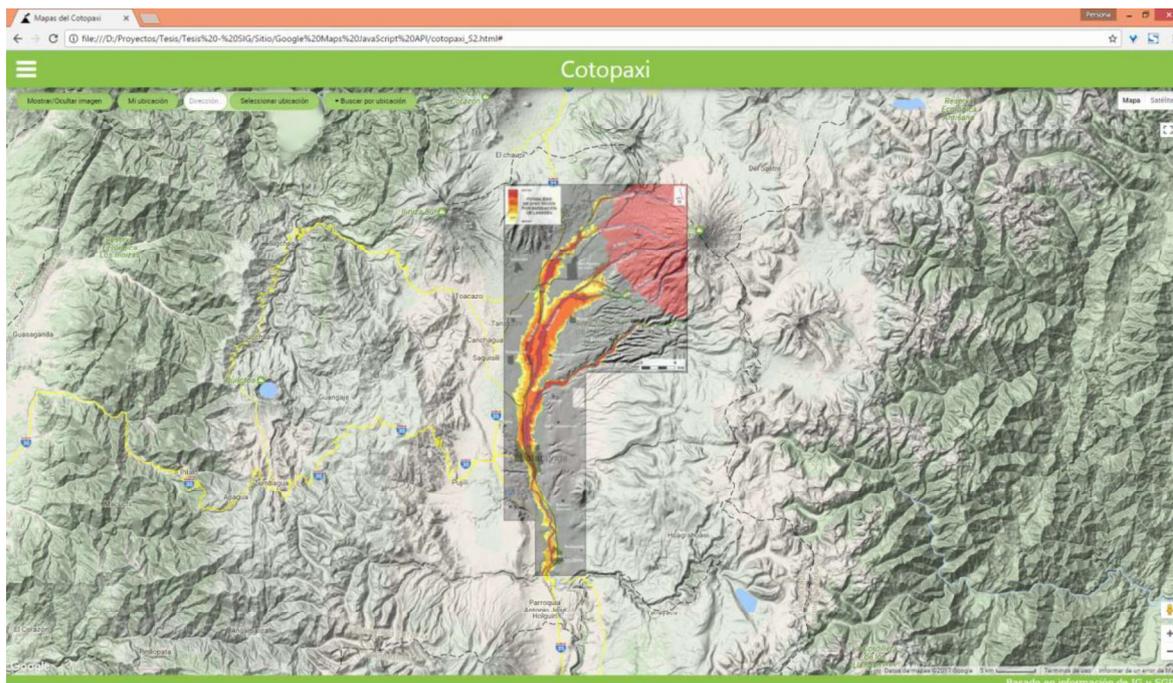


Figura 83. Mapa de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi – Sur.

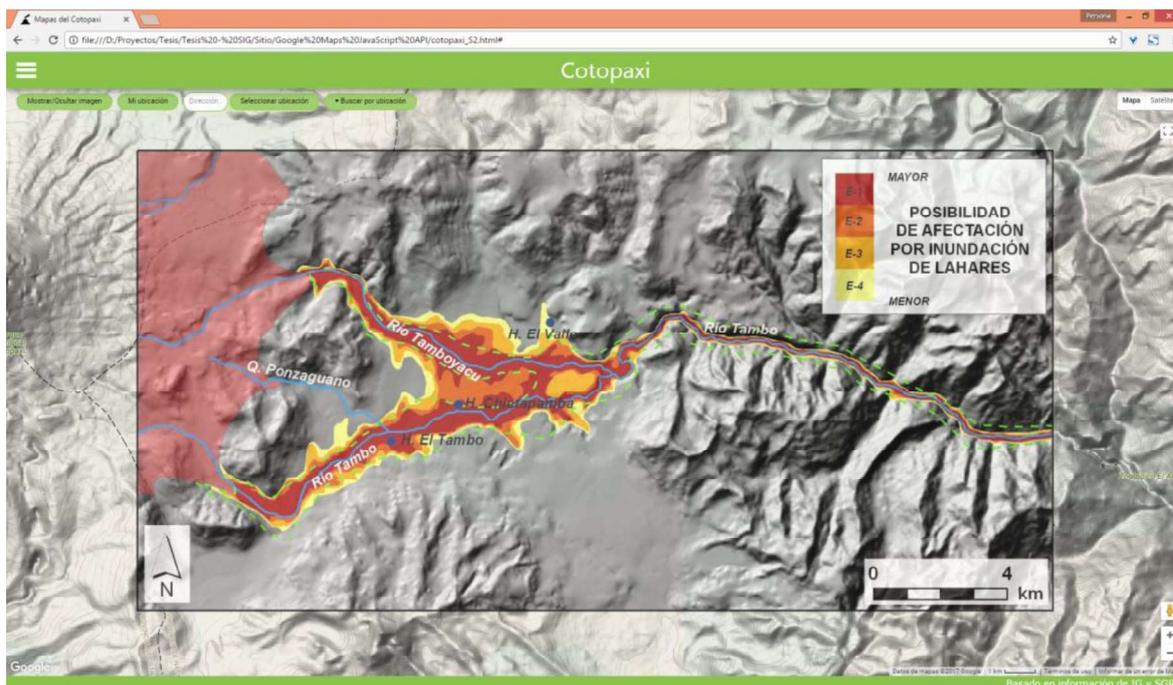


Figura 84. Mapa de lahares por escenarios eruptivos del Cotopaxi – Oriente.

5.3.3.3.3 Mapa e Información de Zonas de Peligro

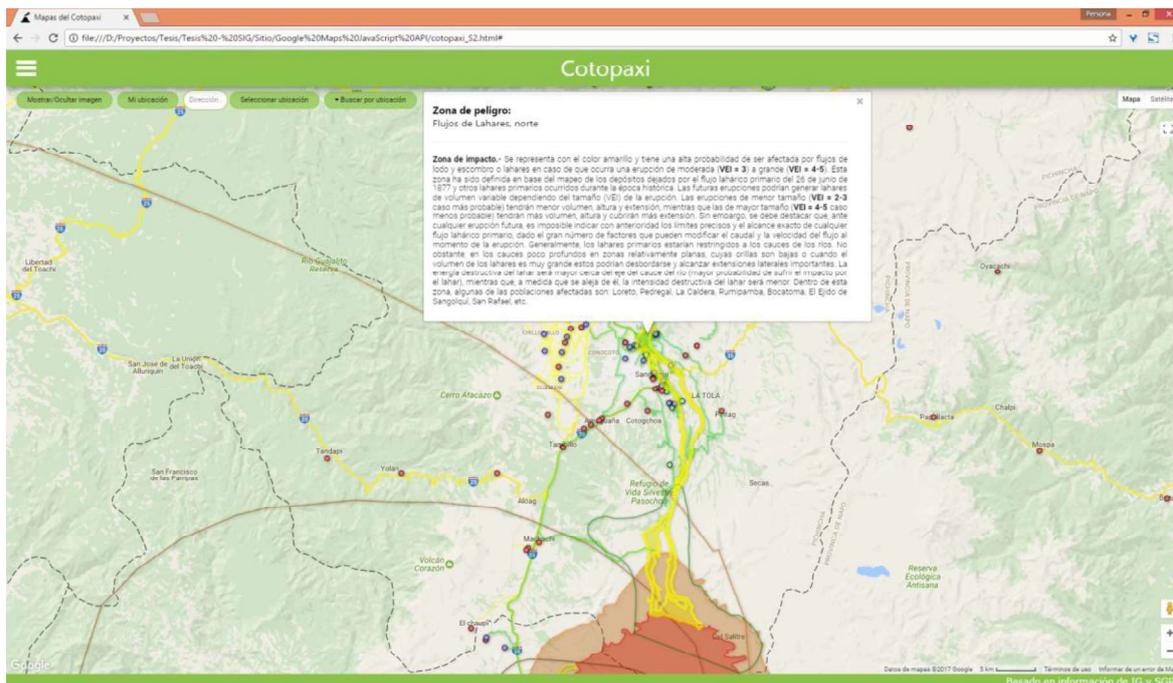


Figura 85. Mapa e información de zonas de peligro por erupción del Cotopaxi.

5.3.3.3.4 Mapa e Información de Rutas de Evacuación

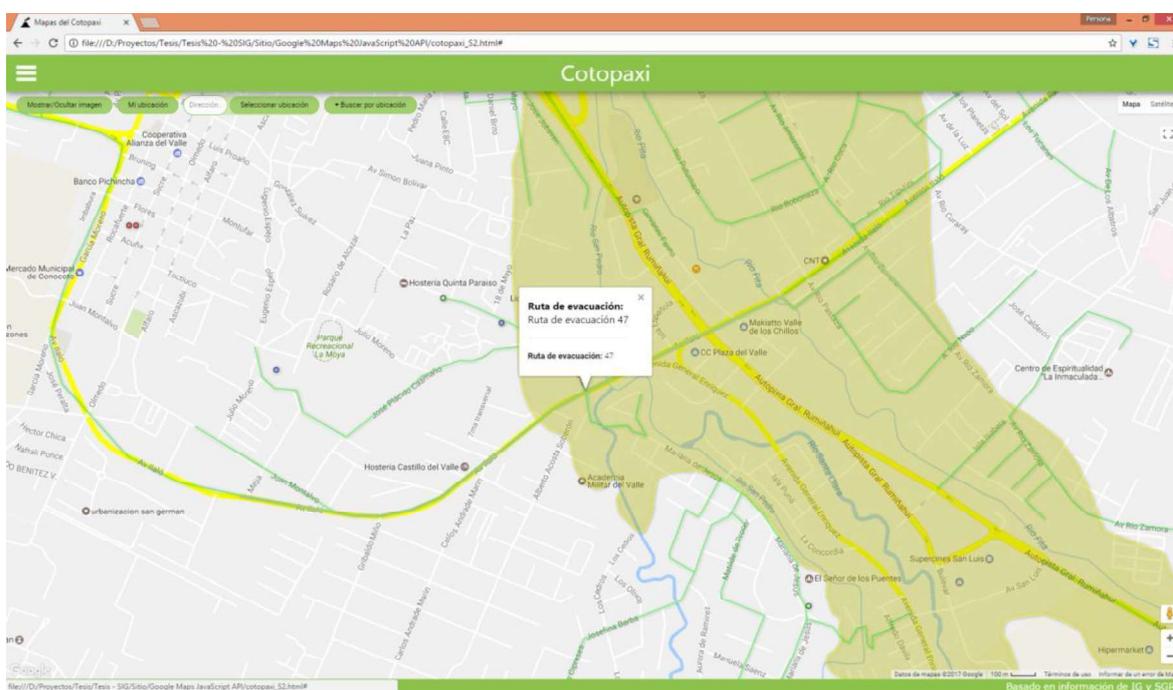


Figura 86. Mapa e información de rutas de evacuación por erupción del Cotopaxi.

5.3.3.3.5 Mapa e Información de Sitios Seguros

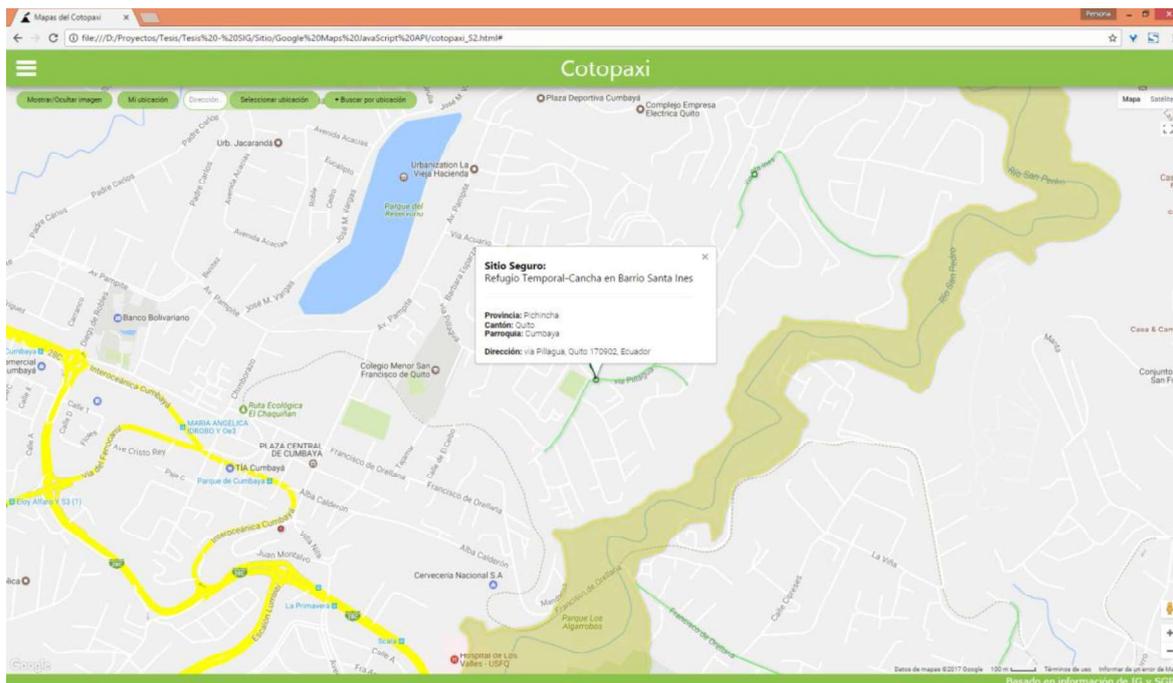


Figura 87. Mapa e información de sitios seguros por erupción del Cotopaxi.

5.3.3.3.6 Mapa e Información de Centros de Salud

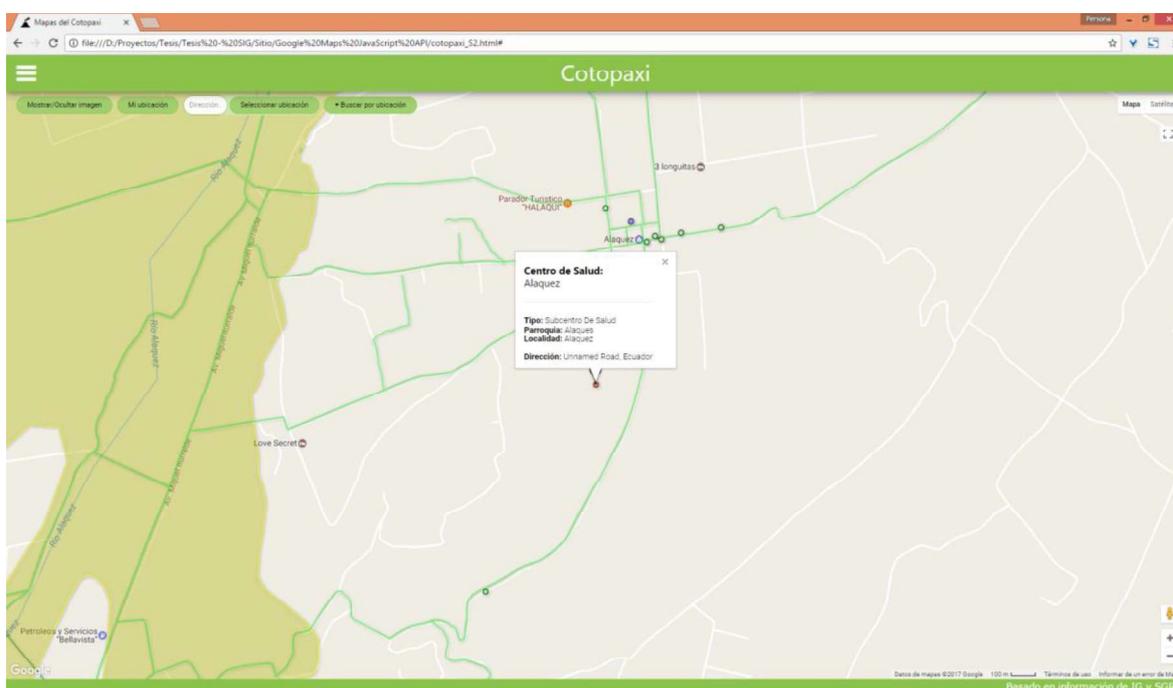


Figura 88. Mapa e información de centros de salud por erupción del Cotopaxi.

5.3.3.3.7 Mapa e Información de Albergues

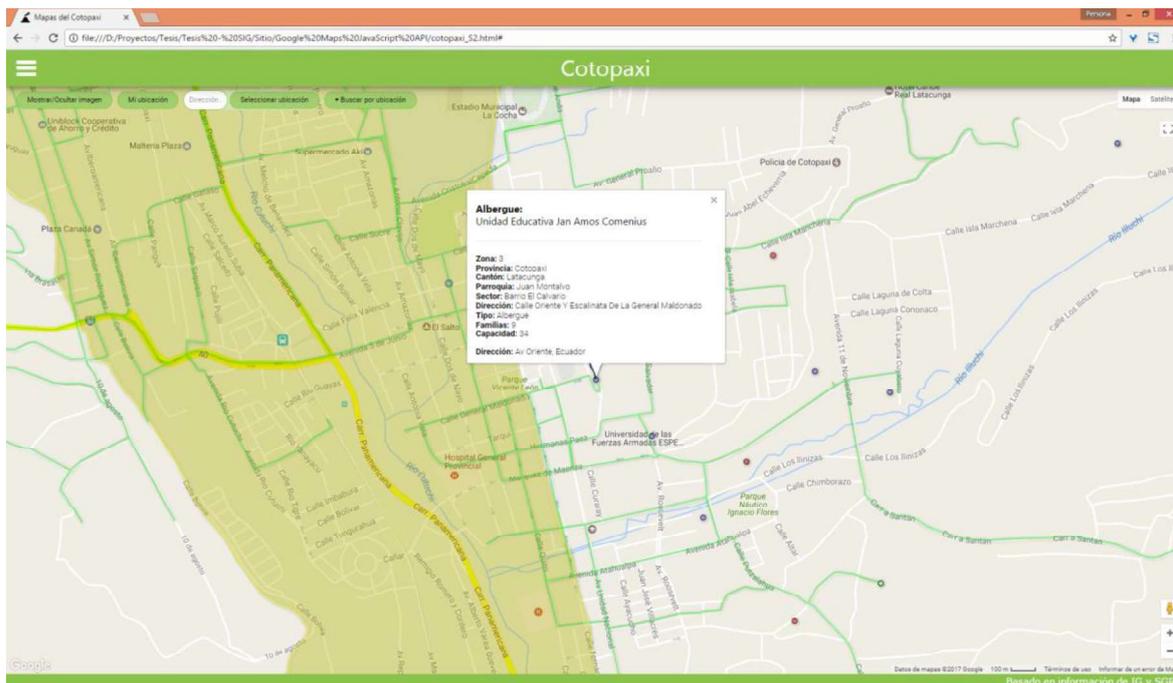


Figura 89. Mapa e información de Albergues por erupción del Cotopaxi.

5.3.3.4 Búsqueda de Sitios por ubicación

A continuación se presenta la búsqueda de sitios seguros, centros de salud o albergues con una determinada ubicación geográfica mediante la utilización de sentencias SQL^{xxiii} de la *Google Fusion Tables API v2.0*.

5.3.3.4.1 Búsqueda de Sitios Seguros por ubicación

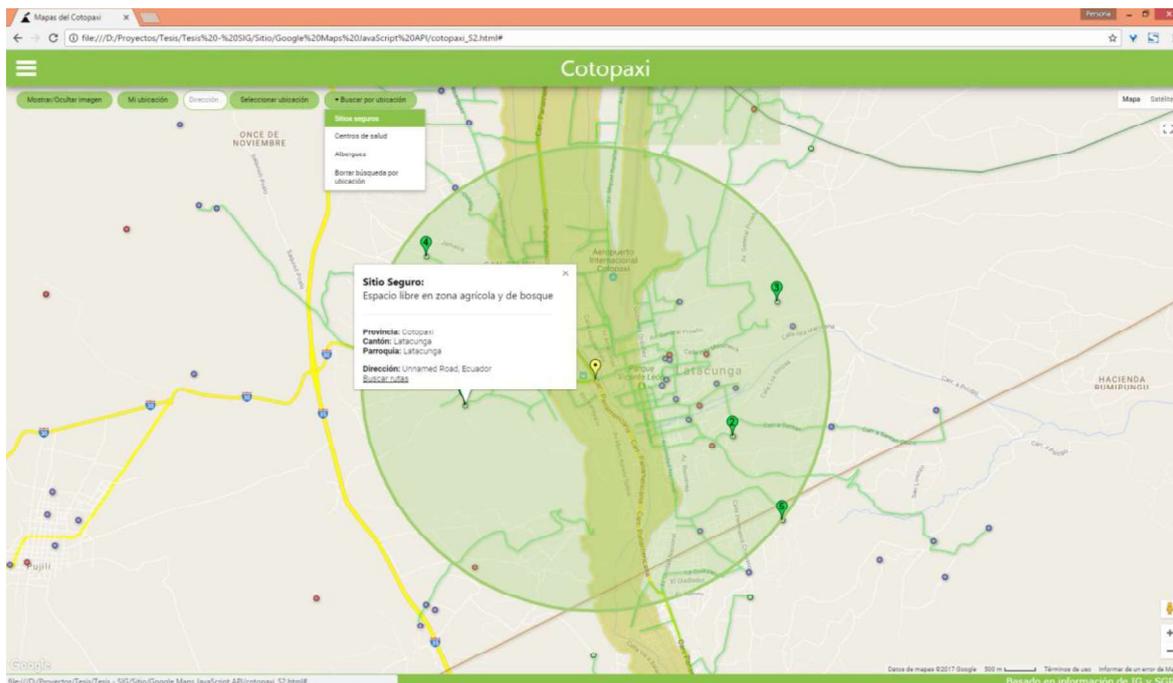


Figura 90. Búsqueda de sitios seguros por ubicación geográfica.

5.3.3.4.2 Búsqueda de Centros de Salud por ubicación

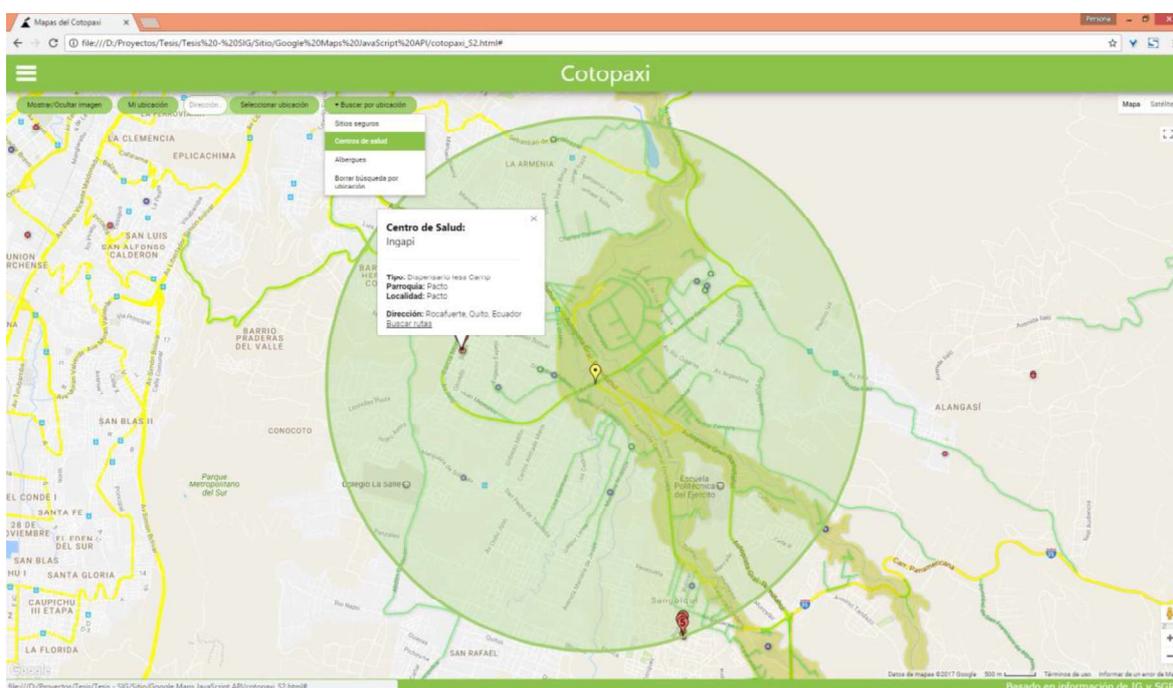


Figura 91. Búsqueda de centros de salud por ubicación geográfica.

5.3.3.4.3 Búsqueda de Albergues por ubicación

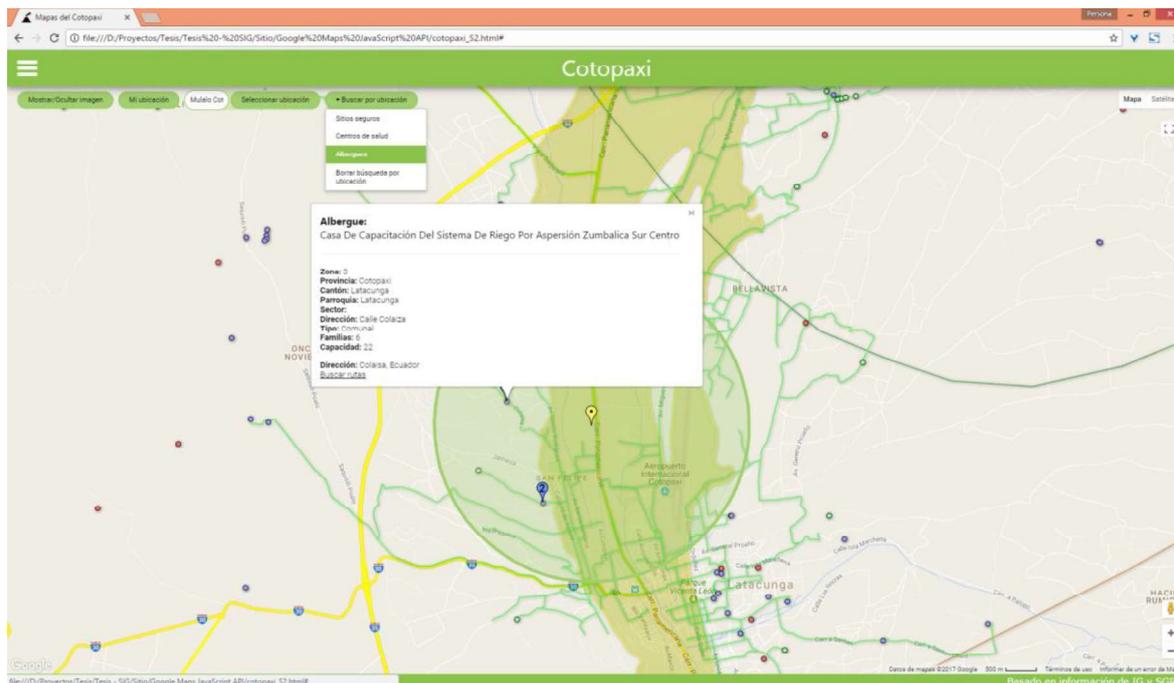


Figura 92. Búsqueda de albergues por ubicación geográfica.

5.3.3.5 Búsqueda de Rutas hacia Sitios

A continuación se presenta la búsqueda de rutas desde una determinada ubicación geográfica hacia sitios seguros, centros de salud o albergues mediante la utilización del objeto *DirectionsService* de la *Google Maps JavaScript API*.

5.3.3.5.1 Búsqueda de Rutas hacia Sitio Seguro por ubicación

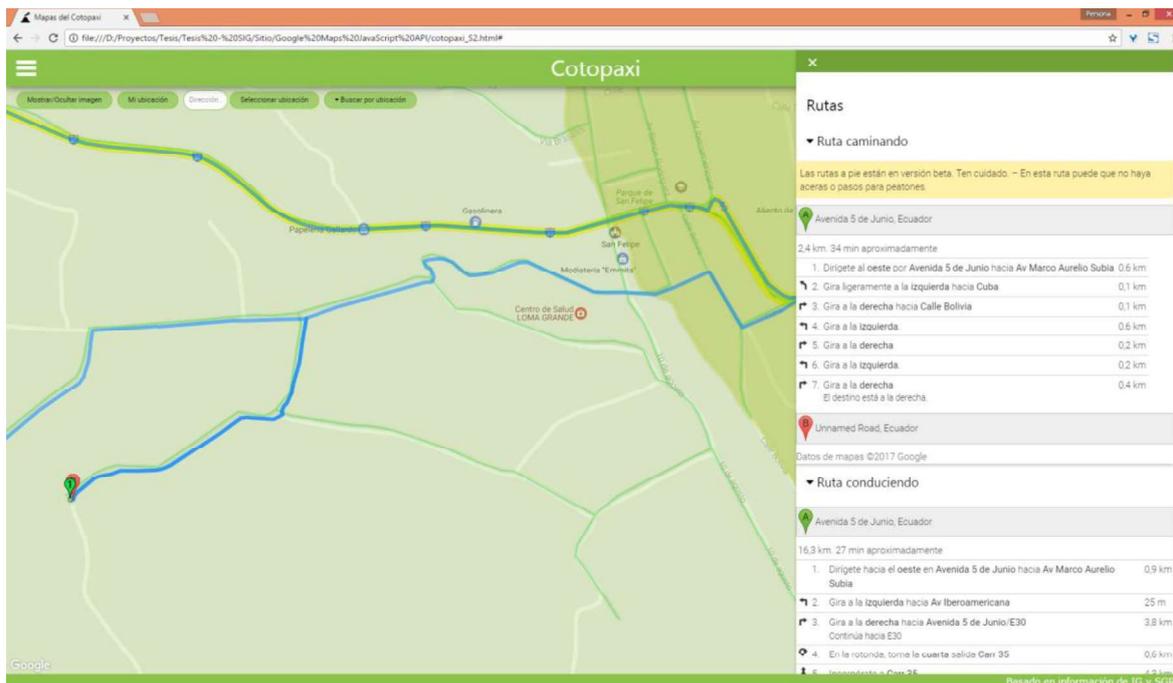


Figura 93. Búsqueda de rutas desde ubicación geográfica hacia sitio seguro.

5.3.3.5.2 Búsqueda de Rutas hacia Centro de Salud por ubicación

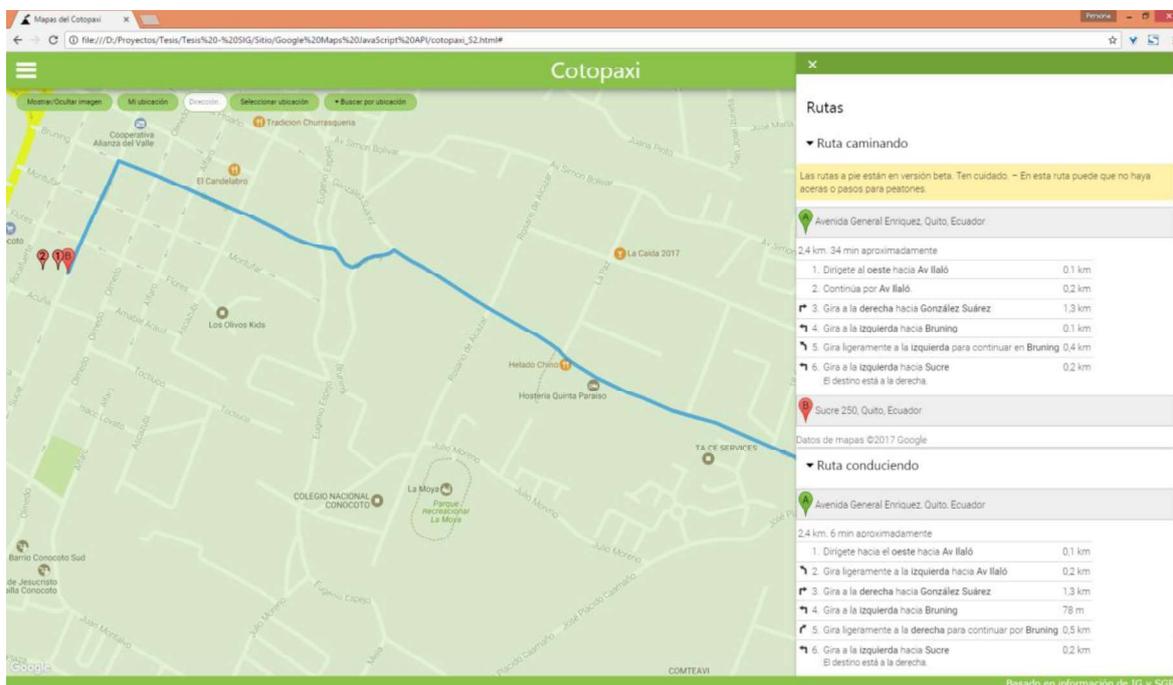


Figura 94. Búsqueda de rutas desde ubicación geográfica hacia centro de salud.

5.3.3.5.3 Búsqueda de Rutas hacia Albergue por ubicación

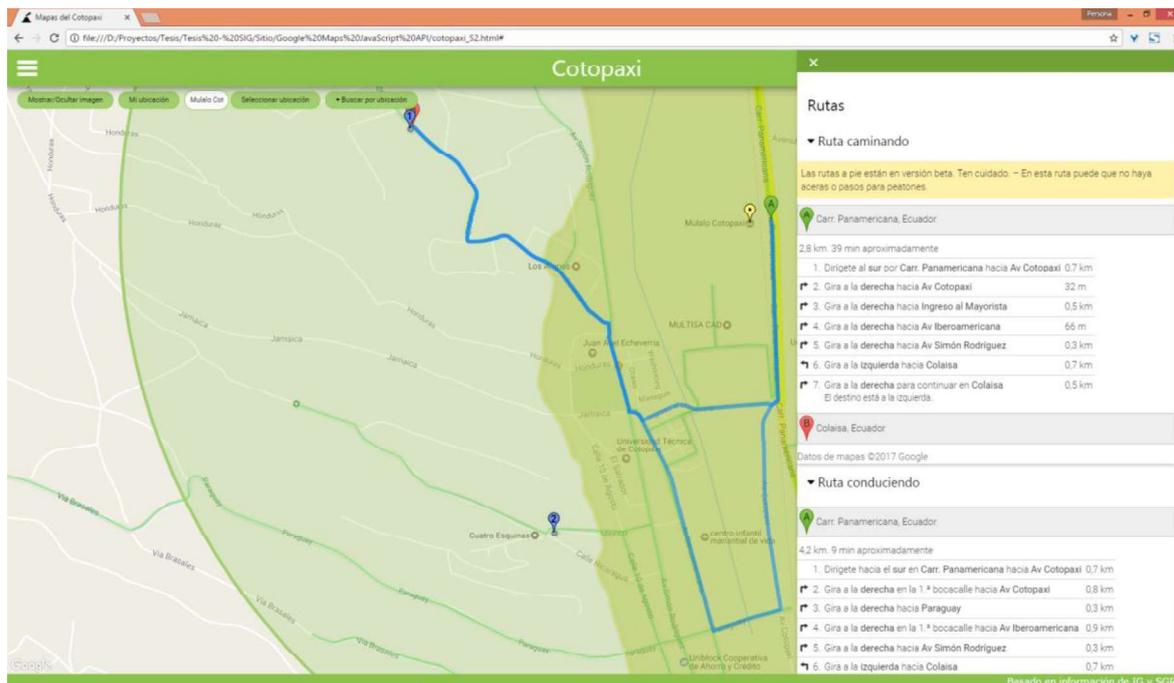


Figura 95. Búsqueda de rutas desde ubicación geográfica hacia albergue.

5.3.3.6 Informe de Situación actual del Cotopaxi

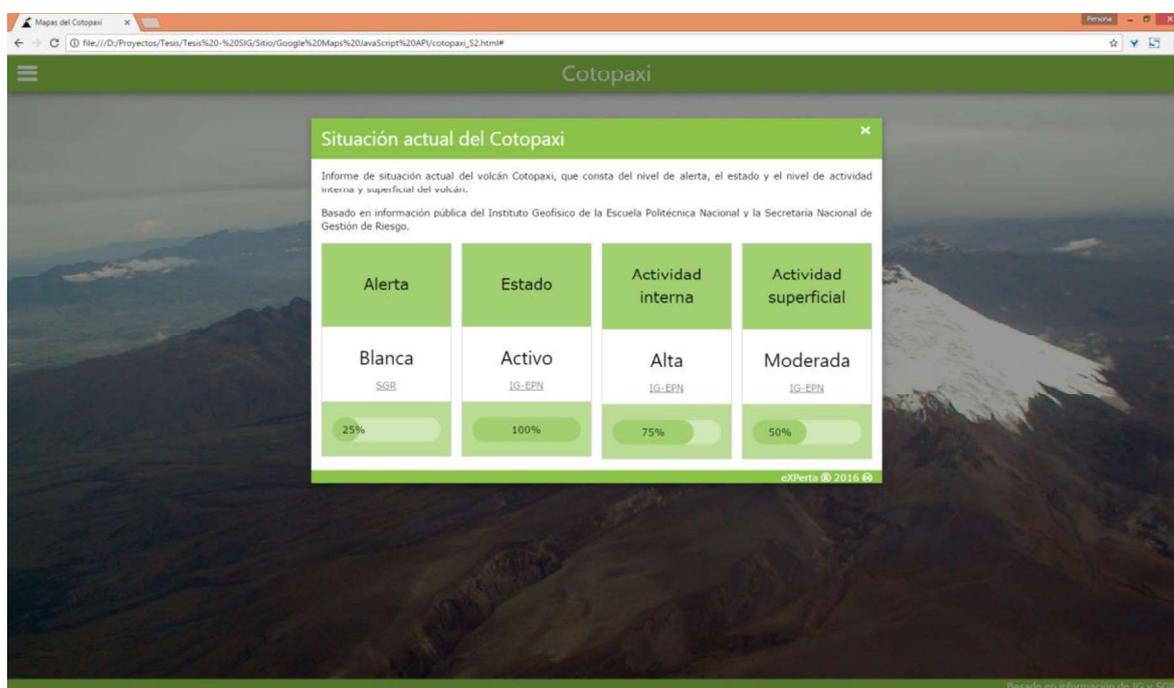


Figura 96. Informe de situación actual del Cotopaxi.

5.3.4 PRUEBAS UNITARIAS

El resumen de las pruebas unitarias de las tareas de implementación de los *sprints* del desarrollo del sistema se presenta a continuación en la *Tabla 46*. Estas pruebas se realizan en ambiente de desarrollo y en modo de prueba manual.

Tabla 46. Resumen de pruebas unitarias de desarrollo de *Sprint 2* del proyecto.

Resumen de Pruebas Unitarias de Desarrollo					
Cod.	Elementos de la Lista de Producto	Tareas	Prueba	Resultado de Prueba	Responsable de Prueba
PBI01	Localizar ubicación geográfica de zonas de peligro en Google Maps	Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica de zonas de peligro en Google Maps	Aprobado	Christian
PBI02	Localizar ubicación geográfica de rutas de evacuación en Google Maps	Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica de rutas de evacuación en Google Maps	Aprobado	Christian
PBI03	Localizar ubicación geográfica de sitios seguros en Google Maps	Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica de sitios seguros en Google Maps	Aprobado	Christian
PBI04	Localizar ubicación geográfica de centros de salud en Google Maps	Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica de centros de salud en Google Maps	Aprobado	Christian
PBI05	Localizar ubicación geográfica de albergues en Google Maps	Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica de albergues en Google Maps	Aprobado	Christian
PBI06	Localizar ubicación geográfica de usuario en Google Maps	Obtener datos de ubicación geográfica de usuario.	Verificación de datos de ubicación de usuario	Aprobado	Christian
		Procesar datos de ubicación geográfica.	Validación de datos de ubicación de usuario	Aprobado	Christian
		Situar ubicación geográfica en Google Maps.	Despliegue de ubicación geográfica en mapa	Aprobado	Christian
PBI09	Crear prototipo y menú de interfaz gráfica de usuario	Crear menú de interfaz gráfica de usuario.	Despliegue de menús y submenús	Aprobado	Christian
			Verificación de acceso a enlaces de menús	Aprobado	Christian
PBI10	Localizar ubicación geográfica en mapa o por dirección en Google Maps	Localizar ubicación geográfica en mapa. Localizar ubicación geográfica por dirección.	Verificación de localización de ubicación geográfica en mapa	Aprobado	Christian
			Verificación de localización de ubicación geográfica por dirección	Aprobado	Christian
PBI11	Mostrar mapa e información de zonas de peligro	Cargar capa de áreas desde Google Fusion Tables.	Visualización de zonas de peligro en mapa	Aprobado	Christian
		Controlar información y eventos de capa de áreas.	Verificación de eventos de presentación de información	Aprobado	Christian
PBI12	Mostrar mapa e información de rutas de evacuación	Cargar capa de rutas desde Google Fusion Tables.	Visualización de rutas de evacuación en mapa	Aprobado	Christian
		Controlar información y eventos de capa de rutas.	Verificación de eventos de presentación de información	Aprobado	Christian

Resumen de Pruebas Unitarias de Desarrollo					
Cod.	Elementos de la Lista de Producto	Tareas	Prueba	Resultado de Prueba	Responsable de Prueba
PBI13	Mostrar mapa e información de sitios seguros por ubicación geográfica	Cargar capa de sitios desde Google Fusion Tables.	Visualización de sitios seguros en mapa	Aprobado	Christian
		Controlar información y eventos de capa de sitios.	Verificación de eventos de presentación de información	Aprobado	Christian
		Buscar sitios seguros por ubicación geográfica.	Validación de búsqueda de sitios seguros por ubicación geográfica	Aprobado	Christian
PBI14	Mostrar mapa e información de centros de salud por ubicación geográfica	Cargar capa de sitios desde Google Fusion Tables.	Visualización de centros de salud en mapa	Aprobado	Christian
		Controlar información y eventos de capa de sitios.	Verificación de eventos de presentación de información	Aprobado	Christian
		Buscar centros de salud por ubicación geográfica.	Validación de búsqueda de centros de salud por ubicación geográfica	Aprobado	Christian
PBI15	Mostrar mapa e información de albergues por ubicación geográfica	Cargar capa de sitios desde Google Fusion Tables.	Visualización de albergues en mapa	Aprobado	Christian
		Controlar información y eventos de capa de sitios.	Verificación de eventos de presentación de información	Aprobado	Christian
		Buscar albergues por ubicación geográfica.	Validación de búsqueda de albergues por ubicación geográfica	Aprobado	Christian
PBI17	Buscar rutas desde una determinada ubicación geográfica hacia sitios seguros, centros de salud y albergues	Buscar rutas desde ubicación geográfica a sitios seguros.	Inspección de puntos extremos e indicaciones de la ruta encontrada	Aprobado	Christian
		Buscar rutas desde ubicación geográfica a centros de salud.	Inspección de puntos extremos e indicaciones de la ruta encontrada	Aprobado	Christian
		Buscar rutas desde ubicación geográfica a albergues.	Inspección de puntos extremos e indicaciones de la ruta encontrada	Aprobado	Christian
PBI18	Crear informe de situación actual del Cotopaxi	Crear informe del estado.	Validación de informe con fuentes de la información	Aprobado	Christian
		Crear informe del nivel de actividad interna y superficial.	Validación de informe con fuentes de la información	Aprobado	Christian
		Crear informe del nivel de alerta.	Validación de informe con fuentes de la información	Aprobado	Christian

5.4 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD & PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

La actividad de *aseguramiento de la calidad y pruebas de aceptación* consiste de un proceso de tres pasos. En el primer paso se planifican las pruebas y se configura el entorno de pruebas, en el segundo paso se realizan las pruebas unitarias y de aceptación del usuario, y en el tercer paso se evalúa el estado de finalización del *incremento de producto*.

5.4.1 PLANIFICACIÓN DE PRUEBAS Y CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO

En este paso se planifican las pruebas y se configura el entorno de pruebas para el *incremento de producto* del sistema.

5.4.1.1 Planificación de Pruebas

La planificación del ciclo de pruebas unitarias consiste en el desarrollo de la especificación de los casos de prueba para definir estas pruebas y sus resultados esperados.

La planificación del ciclo de pruebas de aceptación del usuario consiste en la asignación de las historias de usuario a su correspondiente caso de prueba para poder validar los criterios de aceptación de estas historias de usuario.

Tabla 47. Caso de Prueba: Localizar ubicación.

Caso de Prueba: Localizar Ubicación			
Código	CP06	Historia de usuario	HU04
Objetivo	Localizar ubicación geográfica de usuario, en el mapa o por dirección.		
Precondición	El navegador debe soportar la característica Geolocalización de HTML5.		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar al mapa 2. Presionar botón “Mi ubicación” <ol style="list-style-type: none"> a. Aceptar confirmación de Geolocalización b. Validar ubicación de usuario centrada en el mapa c. Explorar alrededores de ubicación de usuario d. Verificar especificación de mapas 3. Presionar botón “Seleccionar Ubicación” <ol style="list-style-type: none"> a. Seleccionar ubicación en el mapa b. Validar ubicación escogida centrada en el mapa c. Explorar alrededores de ubicación escogida d. Verificar especificación de mapas 4. Escribir dirección en cuadro de texto “Dirección...” <ol style="list-style-type: none"> a. Seleccionar dirección de lista desplegable b. Validar ubicación escogida centrada en el mapa c. Explorar alrededores de ubicación escogida d. Verificar especificación de mapas 		
Resultado esperado	Despliegue de mapa centrado en ubicación escogida que cumpla con la especificación de mapas.		

Tabla 48. Caso de Prueba: Visualizar zonas de peligro.

Caso de Prueba: Visualizar Zonas de Peligro			
Código	CP08	Historia de usuario	HU06
Objetivo	Visualizar mapa e información de zonas de peligro.		

Caso de Prueba: Visualizar Zonas de Peligro	
Precondición	Ninguna
Entradas	Ninguna
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar al menú 2. Seleccionar “Mapas de Riesgos por erupción del Cotopaxi” 3. Seleccionar “Mapa de Zonas de peligro por erupción del Cotopaxi” 4. Seleccionar zona de peligro 5. Visualizar zona de peligro centrada en el mapa 6. Seleccionar zona de peligro en el mapa 7. Visualizar información de zona de peligro 8. Explorar zona de peligro 9. Verificar especificación de mapas
Resultado esperado	Despliegue de mapa e información de zonas de peligro que cumpla con la especificación de mapas.

Tabla 49. Caso de Prueba: Visualizar rutas de evacuación.

Caso de Prueba: Visualizar Rutas de Evacuación			
Código	CP09	Historia de usuario	HU07
Objetivo	Visualizar mapa e información de rutas de evacuación.		
Precondición	Ninguna		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar al menú 2. Seleccionar “Mapas de Riesgos por erupción del Cotopaxi” 3. Seleccionar “Mapa de Rutas de evacuación por erupción del Cotopaxi” 4. Seleccionar ruta de evacuación 5. Visualizar ruta de evacuación centrada en el mapa 6. Seleccionar ruta de evacuación en el mapa 7. Visualizar información de ruta de evacuación 8. Explorar ruta de evacuación 9. Verificar especificación de mapas 		
Resultado esperado	Despliegue de mapa e información de rutas de evacuación que cumpla con la especificación de mapas.		

Tabla 50. Caso de Prueba: Visualizar sitios seguros.

Caso de Prueba: Visualizar Sitios Seguros			
Código	CP10	Historia de usuario	HU08
Objetivo	Visualizar mapa e información de sitios seguros.		
Precondición	Ninguna		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar al menú 2. Seleccionar “Mapas de Riesgos por erupción del Cotopaxi” 3. Seleccionar “Mapa de Sitios seguros por erupción del Cotopaxi” 4. Seleccionar sitio seguro 5. Visualizar sitio seguro centrado en el mapa 6. Seleccionar sitio seguro en el mapa 		

Caso de Prueba: Visualizar Sitios Seguros	
	7. Visualizar información de sitio seguro 8. Explorar sitio seguro 9. Verificar especificación de mapas
Resultado esperado	Despliegue de mapa e información de sitios seguros que cumpla con la especificación de mapas.

Tabla 51. Caso de Prueba: Visualizar centros de salud.

Caso de Prueba: Visualizar Centros de Salud			
Código	CP11	Historia de usuario	HU08
Objetivo	Visualizar mapa e información de centros de salud.		
Precondición	Ninguna		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	1. Ingresar al menú 2. Seleccionar "Mapas de Riesgos por erupción del Cotopaxi" 3. Seleccionar "Mapa de Centros de salud por erupción del Cotopaxi" 4. Seleccionar centro de salud 5. Visualizar centro de salud centrado en el mapa 6. Seleccionar centro de salud en el mapa 7. Visualizar información de centro de salud 8. Explorar centro de salud 9. Verificar especificación de mapas		
Resultado esperado	Despliegue de mapa e información de centros de salud que cumpla con la especificación de mapas.		

Tabla 52. Caso de Prueba: Visualizar albergues.

Caso de Prueba: Visualizar Albergues			
Código	CP12	Historia de usuario	HU08
Objetivo	Visualizar mapa e información de albergues.		
Precondición	Ninguna		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	1. Ingresar al menú 2. Seleccionar "Mapas de Riesgos por erupción del Cotopaxi" 3. Seleccionar "Mapa de Albergues por erupción del Cotopaxi" 4. Seleccionar albergue 5. Visualizar albergue centrado en el mapa 6. Seleccionar albergue en el mapa 7. Visualizar información de albergue 8. Explorar albergue 9. Verificar especificación de mapas		
Resultado esperado	Despliegue de mapa e información de albergues que cumpla con la especificación de mapas.		

Tabla 53. Caso de Prueba: Buscar sitios seguros.

Caso de Prueba: Buscar Sitios Seguros			
Código	CP13	Historia de usuario	HU08

Caso de Prueba: Buscar Sitios Seguros	
Objetivo	Buscar sitios seguros próximos a una determinada ubicación geográfica.
Precondición	Seleccionar ubicación geográfica de usuario, en el mapa o por dirección, o Seleccionar sitio seguro, centro de salud o albergue desde el menú o desde el mapa.
Entradas	Coordenadas geográficas de ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presionar botón "Buscar por ubicación" 2. Seleccionar Sitios seguros de lista desplegable 3. Visualizar sitios seguros próximos a ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a 4. Verificar proximidad de sitios seguros 5. Verificar que se observen todos los sitios seguros encontrados y que el mapa esté centrado en ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a 6. Seleccionar un sitio seguro próximo en el mapa 7. Visualizar información de sitio seguro próximo 8. Verificar especificación de mapas
Resultado esperado	Despliegue de sitios seguros próximos en mapa que cumpla con la especificación de mapas.

Tabla 54. Caso de Prueba: Buscar centros de salud.

Caso de Prueba: Buscar Centros de Salud			
Código	CP14	Historia de usuario	HU08
Objetivo	Buscar centros de salud próximos a una determinada ubicación geográfica.		
Precondición	Seleccionar ubicación geográfica de usuario, en el mapa o por dirección, o Seleccionar sitio seguro, centro de salud o albergue desde el menú o desde el mapa.		
Entradas	Coordenadas geográficas de ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a.		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presionar botón "Buscar por ubicación" 2. Seleccionar Centros de salud de lista desplegable 3. Visualizar centros de salud próximos a ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a 4. Verificar proximidad de centros de salud 5. Verificar que se observen todos los centros de salud encontrados y que el mapa esté centrado en ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a 6. Seleccionar un centro de salud próximo en el mapa 7. Visualizar información de centro de salud próximo 8. Verificar especificación de mapas 		
Resultado esperado	Despliegue de centros de salud próximos en mapa que cumpla con la especificación de mapas.		

Tabla 55. Caso de Prueba: Buscar albergues.

Caso de Prueba: Buscar Albergues			
Código	CP15	Historia de usuario	HU08
Objetivo	Buscar albergues próximos a una determinada ubicación geográfica.		
Precondición	Seleccionar ubicación geográfica de usuario, en el mapa o por dirección, o Seleccionar sitio seguro, centro de salud o albergue desde el menú o desde el mapa.		
Entradas	Coordenadas geográficas de ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a.		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presionar botón "Buscar por ubicación" 2. Seleccionar Albergues de lista desplegable 3. Visualizar albergues próximos a ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a 4. Verificar proximidad de albergues 5. Verificar que se observen todos los albergues encontrados y que el mapa esté centrado en ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a 6. Seleccionar un albergue próximo en el mapa 7. Visualizar información de albergue próximo 8. Verificar especificación de mapas 		
Resultado esperado	Despliegue de albergues próximos en mapa que cumpla con la especificación de mapas.		

Tabla 56. Caso de Prueba: Buscar rutas a sitio seguro.

Caso de Prueba: Buscar Rutas a Sitio Seguro			
Código	CP16	Historia de usuario	HU07
Objetivo	Buscar rutas a sitio seguro próximo a una determinada ubicación geográfica.		
Precondición	Realizar búsqueda de sitios seguros próximos a una determinada ubicación geográfica.		
Entradas	Coordenadas geográficas de sitio seguro encontrado y de ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a.		
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar un sitio seguro próximo en el mapa 2. Visualizar información de sitio seguro próximo 3. Seleccionar "Buscar rutas" 4. Visualizar rutas a sitio seguro próximo desde ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a 5. Visualizar panel desplegable lateral derecho de rutas 6. Seleccionar indicaciones de rutas del panel de rutas 7. Visualizar información de indicaciones sobre ruta 8. Validar puntos de origen y destino de rutas 9. Cerrar panel de rutas 10. Verificar que se observe la totalidad de las rutas encontradas 11. Verificar especificación de mapas 		

Caso de Prueba: Buscar Rutas a Sitio Seguro	
Resultado esperado	Despliegue de rutas a sitio seguro próximo en mapa que cumpla con la especificación de mapas.

Tabla 57. Caso de Prueba: Buscar rutas a centro de salud.

Caso de Prueba: Buscar Rutas a Centro de Salud	
Código	CP17 Historia de usuario HU07
Objetivo	Buscar rutas a centro de salud próximo a una determinada ubicación geográfica.
Precondición	Realizar búsqueda de centros de salud próximos a una determinada ubicación geográfica.
Entradas	Coordenadas geográficas de centro de salud encontrado y de ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar un centro de salud próximo en el mapa 2. Visualizar información de centro de salud próximo 3. Seleccionar "Buscar rutas" 4. Visualizar rutas a centro de salud próximo desde ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a 5. Visualizar panel desplegable lateral derecho de rutas 6. Seleccionar indicaciones de rutas del panel de rutas 7. Visualizar información de indicaciones sobre ruta 8. Validar puntos de origen y destino de rutas 9. Cerrar panel de rutas 10. Verificar que se observe la totalidad de las rutas encontradas 11. Verificar especificación de mapas
Resultado esperado	Despliegue de rutas a centro de salud próximo en mapa que cumpla con la especificación de mapas.

Tabla 58. Caso de Prueba: Buscar rutas a albergue.

Caso de Prueba: Buscar Rutas a Albergue	
Código	CP18 Historia de usuario HU07
Objetivo	Buscar rutas a albergue próximo a una determinada ubicación geográfica.
Precondición	Realizar búsqueda de albergues próximos a una determinada ubicación geográfica.
Entradas	Coordenadas geográficas de albergue encontrado y de ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar un albergue próximo en el mapa 2. Visualizar información de albergue próximo 3. Seleccionar "Buscar rutas" 4. Visualizar rutas a albergue próximo desde ubicación, sitio seguro, centro de salud o albergue seleccionado/a 5. Visualizar panel desplegable lateral derecho de rutas 6. Seleccionar indicaciones de rutas del panel de rutas 7. Visualizar información de indicaciones sobre ruta

Caso de Prueba: Buscar Rutas a Albergue	
	8. Validar puntos de origen y destino de rutas 9. Cerrar panel de rutas 10. Verificar que se observe la totalidad de las rutas encontradas 11. Verificar especificación de mapas
Resultado esperado	Despliegue de rutas a albergue próximo en mapa que cumpla con la especificación de mapas.

Tabla 59. Caso de Prueba: Informe de situación actual del Cotopaxi.

Caso de Prueba: Informe de situación actual del Cotopaxi			
Código	CP19	Historia de usuario	HU09
Objetivo	Conocer informe de la situación actual del Cotopaxi.		
Precondición	Ninguna		
Entradas	Ninguna		
Procedimiento	1. Ingresar al menú 2. Seleccionar "Situación actual del Cotopaxi" 3. Visualizar informe de la situación actual del Cotopaxi 4. Validar información del nivel de alerta 5. Validar información del estado 6. Validar información del nivel de actividad interna 7. Validar información del nivel de actividad superficial 8. Verificar especificación de informe		
Resultado esperado	Despliegue del informe de la situación actual del Cotopaxi que cumpla con la especificación de informes.		

5.4.1.2 Configuración del Entorno

La instalación del entorno de pruebas se realiza de acuerdo con las especificaciones de requisitos mínimos de *hardware* y *software*, presentadas en la *Tabla 36* en la sección 4.4.1.2.

La configuración del entorno de pruebas se realiza de acuerdo con las características presentadas en el correspondiente paso del primer *sprint* del desarrollo del sistema, en la sección 4.4.1.2.

5.4.2 PRUEBAS Y ESTABILIZACIÓN

En este paso se realizan las pruebas unitarias y de aceptación del usuario para el *incremento de producto* del sistema.

5.4.2.1 Pruebas Unitarias

El resumen de las pruebas unitarias para el *incremento de producto* del sistema se presenta a continuación en la *Tabla 60*. Estas pruebas se realizan en ambiente de pruebas y en modo de prueba manual.

Tabla 60. Resumen de pruebas unitarias de *Sprint 2* del proyecto.

Resumen de Pruebas Unitarias				
Cod.	Caso de Prueba	Resultado Esperado	Resultado de Prueba	Responsable de Prueba
CP01	Localizar zonas de peligro	Despliegue de mapa de zonas de peligro que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP02	Localizar rutas de evacuación	Despliegue de mapa de rutas de evacuación que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP03	Localizar sitios seguros	Despliegue de mapa de sitios seguros que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP04	Localizar centros de salud	Despliegue de mapa de centros de salud que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP05	Localizar albergues	Despliegue de mapa de albergues que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP06	Localizar ubicación	Despliegue de mapa centrado en ubicación escogida que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP07	Navegar en sistema	Despliegue de elementos del menú y submenús del sistema.	Aprobado	María
		Acceso a informes y mapas de zonas, rutas y sitios del sistema.	Aprobado	María
CP08	Visualizar zonas de peligro	Despliegue de mapa e información de zonas de peligro que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP09	Visualizar rutas de evacuación	Despliegue de mapa e información de rutas de evacuación que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP10	Visualizar sitios seguros	Despliegue de mapa e información de sitios seguros que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP11	Visualizar centros de salud	Despliegue de mapa e información de centros de	Aprobado	María

Resumen de Pruebas Unitarias				
Cod.	Caso de Prueba	Resultado Esperado	Resultado de Prueba	Responsable de Prueba
		salud que cumpla con la especificación de mapas.		
CP12	Visualizar albergues	Despliegue de mapa e información de albergues que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP13	Buscar sitios seguros	Despliegue de sitios seguros próximos en mapa que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP14	Buscar centros de salud	Despliegue de centros de salud próximos en mapa que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP15	Buscar albergues	Despliegue de albergues próximos en mapa que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP16	Buscar rutas a sitio seguro	Despliegue de rutas a sitio seguro próximo en mapa que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP17	Buscar rutas a centro de salud	Despliegue de rutas a centro de salud próximo en mapa que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP18	Buscar rutas a albergue	Despliegue de rutas a albergue próximo en mapa que cumpla con la especificación de mapas.	Aprobado	María
CP19	Informe de situación actual del Cotopaxi	Despliegue del informe de la situación actual del Cotopaxi que cumpla con la especificación de informes.	Aprobado	María

5.4.2.2 Pruebas de Aceptación del Usuario

El resumen de las pruebas de aceptación del usuario para el *incremento de producto* del sistema se presenta a continuación en la *Tabla 61*. Estas pruebas se realizan en ambiente de pruebas y en modo de prueba manual.

Tabla 61. Resumen de pruebas de aceptación del usuario de *Sprint 2* del proyecto.

Resumen de Pruebas de Aceptación del Usuario				
Cod.	Caso de Prueba	Criterios de Aceptación	Resultado de Prueba	Responsable de Prueba
CP01	Localizar zonas de peligro	Demostrar facilidad en exploración de áreas.	Aprobado	Silvia
CP02	Localizar rutas de evacuación	Demostrar facilidad en exploración de rutas.	Aprobado	Silvia
CP03	Localizar sitios seguros	Demostrar facilidad en exploración de sitios.	Aprobado	Silvia
CP04	Localizar centros de salud	Demostrar facilidad en exploración de sitios.	Aprobado	Silvia
CP05	Localizar albergues	Demostrar facilidad en exploración de sitios.	Aprobado	Silvia
CP06	Localizar ubicación	Demostrar facilidad en exploración de ubicaciones.	Aprobado	Silvia
CP07	Navegar en sistema	Demostrar facilidad en consulta de información del Cotopaxi.	Aprobado	Silvia
CP08	Localizar zonas de peligro	Demostrar precisión en información de áreas.	Aprobado	Silvia
CP09	Visualizar zonas de peligro	Demostrar precisión en información de rutas correspondientes a una determinada ubicación geográfica.	Aprobado	Silvia
CP10	Visualizar rutas de evacuación	Demostrar precisión en información de sitios próximos a una determinada ubicación geográfica.	Aprobado	Silvia
CP11	Visualizar sitios seguros	Demostrar precisión en información de sitios próximos a una determinada ubicación geográfica.	Aprobado	Silvia
CP12	Visualizar centros de salud	Demostrar precisión en información de sitios próximos a una determinada ubicación geográfica.	Aprobado	Silvia
CP13	Visualizar albergues	Demostrar precisión en información de sitios próximos a una determinada ubicación geográfica.	Aprobado	Silvia

Resumen de Pruebas de Aceptación del Usuario				
Cod.	Caso de Prueba	Criterios de Aceptación	Resultado de Prueba	Responsable de Prueba
CP14	Buscar sitios seguros	Demostrar precisión en información de sitios próximos a una determinada ubicación geográfica.	Aprobado	Silvia
CP15	Buscar centros de salud	Demostrar precisión en información de sitios próximos a una determinada ubicación geográfica.	Aprobado	Silvia
CP16	Buscar albergues	Demostrar precisión en información de rutas correspondientes a una determinada ubicación geográfica.	Aprobado	Silvia
CP17	Buscar rutas a sitio seguro	Demostrar precisión en información de rutas correspondientes a una determinada ubicación geográfica.	Aprobado	Silvia
CP18	Buscar rutas a centro de salud	Demostrar precisión en información de rutas correspondientes a una determinada ubicación geográfica.	Aprobado	Silvia
CP19	Buscar rutas a albergue	Demostrar facilidad en consulta de situación actual del Cotopaxi.	Aprobado	Silvia

5.4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este paso se evalúa el estado de finalización del *incremento de producto* del sistema.

5.4.3.1 Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias del *incremento de producto* del sistema ejecutadas obtuvieron los resultados esperados definidos en los casos de pruebas.

5.4.3.2 Pruebas de Aceptación del Usuario

Las pruebas de aceptación de usuario del *incremento de producto* del sistema ejecutadas cumplieron con los criterios de aceptación especificados en las historias de usuario.

5.5 DESPLIEGUE

La actividad de *despliegue* consiste de un proceso de dos pasos. En el primer paso se instala y configura el hardware y software, y en el segundo paso se define el tipo de apoyo operacional.

5.5.1 CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO

La instalación del entorno de producción se realiza de acuerdo con las especificaciones de requisitos mínimos de *hardware* y *software*, presentadas en la *Tabla 36* en la sección 4.4.1.2, excepto para las especificaciones del equipo servidor web presentadas en la *Tabla 39* en la sección 4.5.1.

La configuración del entorno de producción se realiza de acuerdo con las características presentadas en el correspondiente paso del primer *sprint* del desarrollo del sistema, en la sección 4.5.1.

5.5.2 APOYO OPERACIONAL

El tipo de apoyo operacional se realiza de acuerdo con la definición presentada en el correspondiente paso del primer *sprint* del desarrollo del sistema, en la sección 4.5.2.

5.6 EVALUACIÓN

La actividad de *evaluación* consiste de un proceso de dos pasos. En el primer paso se revisa el *incremento de producto*, y en el segundo paso se realiza una retrospectiva del proceso de trabajo en equipo, relaciones y herramientas.

5.6.1 REVISIÓN DE SPRINT

Los *elementos de la lista de producto* (codificados, revisados, presentados, probados y reportados) y los artefactos de diseño (revisados y publicados) desarrollados en el segundo *sprint* del desarrollo del sistema, evidencian que se alcanzaron los *objetivos del sprint*, y que el *incremento de producto* del sistema cumple con la *definición de terminado*.

No es necesario adaptar la *lista de producto* debido a que: se cumplió con lo planificado para el segundo *sprint* del desarrollo del sistema, y no se identificaron cosas por hacer para optimizar el valor del *incremento de producto* del sistema o para enfocarse en nuevas oportunidades.

5.6.2 RETROSPECTIVA DE SPRINT

La auto-inspección del *equipo scrum* arroja que:

- La ejecución del segundo *sprint* por un solo integrante es muy desgastante.
- La herramienta *Google Fusion Tables* es adecuada para el proyecto principalmente por brindar la capacidad de crear, leer, actualizar y borrar los campos de los registros de los datos exportados a esta herramienta.

El *esfuerzo histórico promedio* del proyecto se calcula dividiendo la suma total de los esfuerzos estimados de los *elementos de la lista de producto* desarrollados a lo largo del proyecto, para la suma total del número de días laborables del proyecto. Para el segundo *sprint* del desarrollo del sistema la suma total de los esfuerzos estimados de los *elementos de la lista de producto* desarrollados a lo largo del proyecto es 66 puntos (*Sprint 1*: 33 pts., *Sprint 2*: 33 pts.) y la suma total del número de días laborables del proyecto es 43 días (*Sprint 1*: 22 días, *Sprint 2*: 21 días), obteniendo como *esfuerzo histórico promedio* del proyecto 1.53 puntos por día.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- A lo largo del presente trabajo de titulación se ha desarrollado el sistema que permite a los ciudadanos la consulta y visualización de los peligros y sus zonas de influencia, rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues próximos a las zonas de peligros en caso de una erupción del volcán Cotopaxi. Al mismo tiempo en el desarrollo del sistema se ha utilizado con éxito el 100% de lenguajes y herramientas de libre difusión, y asimismo se han ocupado 12 meses en el desarrollo del sistema, sobrepasando la estimación inicial.
- Como resultado de la investigación presentada para la selección de la metodología de desarrollo que consta de la *Guía Comparativa de Metodologías Ágiles* y la *Herramienta de Flujo de Trabajo para Selección de Metodologías Ágiles*, es posible concluir que *Scrum* es la que mejor se adapta al desarrollo del sistema, pero *Scrum* es un marco de trabajo dentro del cual se pueden emplear varias técnicas y procesos para adaptarlo a un determinado ámbito, por lo que se lo ha integrado con la *Metodología de Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica* y con el marco de trabajo de *Enfoque Geográfico*.
- La *metodología de desarrollo* utilizada que fue el resultado de la combinación de *Scrum*, con la *Metodología de Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica* y con el marco de trabajo de *Enfoque Geográfico* ha permitido un desarrollo ágil del producto final y de la documentación del proyecto. Además en el desarrollo del sistema se ha empleado el 100% de los componentes planteados por *Scrum*.
- Como resultado de la investigación presentada para la selección de la aplicación de mapas en línea a través de sus *Interfaces de Programación de Aplicación* (APIs), que consta de la comparación de cada API de mapas con sus similares por medio de los factores que hacen una buena API de aplicación de mapas en línea, es posible concluir que *Google Maps Javascript API* posee el mayor número de características soportadas, en

comparación con sus similares, para localización geográfica de zonas, sitios y rutas.

- Si bien el presente trabajo de titulación abordó los peligros y sus zonas de influencia, rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues próximos a las zonas de peligros; no se ha tenido en cuenta los centros educativos y establecimientos deportivos próximos a las zonas de peligros en caso de una erupción del volcán Cotopaxi. En futuros trabajos sería interesante abordar otros tipos de ubicaciones geográficas y extender el alcance del sistema a todos los volcanes activos en el Ecuador.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda para el paso *adquisición de datos* se busquen más datos para aumentar los atributos de las entidades consideradas en el diseño de la base de datos.
- Se recomienda para el paso *examen y análisis de datos* se verifiquen los datos adquiridos utilizando la herramienta *Geocoder* proporcionada por *Google Fusion Tables* comparando estos resultados con la información de los datos adquiridos para comprobar la coherencia de los datos.
- Incluir una clave de API para cargar la *Google Maps Javascript API* estándar para controlar el uso de la API por parte del sistema en *Google API Console*, para tener acceso a una cuota diaria gratuita y para garantizar que *Google* se comunique con el administrador del sistema por temas relacionados con el sistema.
- Para la ejecución de consultas espaciales sobre una base de datos de ubicaciones utilizar *Fusion Tables* y para mostrar los resultados de la consulta en un mapa de *Google* utilizar *Google Maps Javascript API* con el objeto *FusionTablesLayer*.
- Para el ambiente de producción del sistema tener en cuenta estas restricciones de diseño geográficas:
 - Sólo las primeras 350 K filas de datos en una tabla se asignan o se incluyen en resultados de consultas espaciales.
 - Una celda de datos de *Fusion Tables* admite un máximo de 1 M de caracteres puede ser necesario reducir la precisión de las

- coordenadas o simplificar las descripciones de polígonos o líneas, el número máximo de vértices soportados por tabla es de 5 M.
- En el mapa se muestran los diez componentes de mayor superficie de una geometría múltiple.
 - En el mapa cuando se aleja mucho, los mosaicos de mapa pueden superar el límite de 500 características por mosaico y las características se eliminarán del mapa.
 - En el mapa cuando se aleja más, las tablas con más de 500 funciones reemplazarán las líneas o polígonos con puntos.
 - Los límites de cuota de solicitud predeterminados son: 25 M solicitudes por día por proyecto de API, donde las lecturas cuentan como una solicitud y las escrituras cuentan como cinco solicitudes; y 30 peticiones de escritura por minuto por tabla.
 - Los límites de la cuota de almacenamiento son 250 MB por tabla y 1 GB total entre todas sus tablas.
- Desplegar el sistema en un servidor HTTPS porque a partir de Chrome 50, la API de Geolocalización sólo funcionará en contextos seguros como HTTPS. Si el sistema está alojado en un origen no seguro (como HTTP), las solicitudes para obtener la ubicación de los usuarios no funcionarán.
 - Procurar utilizar dispositivos con GPS porque la Geolocalización es más precisa para estos dispositivos.
 - No utilizar `document.write` para insertar scripts de terceros porque para los usuarios de conexiones lentas como 2G, la penalización de rendimiento de los scripts de terceros cargados a través de `document.write` es a menudo tan grave que retrasa la visualización del contenido de la página principal durante decenas de segundos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Ordóñez, P. Samaniego, P. Mothes y S. Schilling, «Las potenciales Zonas de Inundación por Lahares en el Volcán Cotopaxi,» Quito, 2013.
- [2] T. Calle Jiménez y S. Luján Mora, «Importancia de Accesibilidad Web en Mapas,» *Latin American Journal of Computing*, vol. II, nº 3, pp. 11-20, Noviembre 2015.
- [3] D. Andrade, M. Hall, P. Mothes, L. Troncoso, J.-P. Eissen, P. Samaniego, J. Egred, P. Ramón, D. Rivero y H. Yepes, *Los Peligros Volcánicos asociados con el Cotopaxi*, vol. 3, Quito: Corporación Editora Nacional, 2005.
- [4] K. Schwaber y J. Sutherland, «The Scrum Guide,» Scrum Alliance, 24 07 2013. [En línea]. Available: <https://www.scrumalliance.org/why-scrum/scrum-guide>. [Último acceso: 20 01 2016].
- [5] M. James, «Scrum Reference Card,» 23 09 2010. [En línea]. Available: <http://scrumreferencecard.com/scrum-reference-card/>. [Último acceso: 20 01 2016].
- [6] Scrum Alliance, «The Scrum framework in 30 seconds,» 23 07 2014. [En línea]. Available: <https://goo.gl/r9n2DU>. [Último acceso: 20 01 2016].
- [7] Esri, «Our Methodology,» Esri Professional Services, 22 12 2012. [En línea]. Available: <http://www.esri.com/services/professional-services/methodology>. [Último acceso: 20 01 2016].
- [8] M. Artz y J. Baumann, «What Is The Geographic Approach?,» Esri, 24 08 2009. [En línea]. Available: <http://www.esri.com/news/arcnews/fall09articles/what-is-geographic.html>. [Último acceso: 20 01 2016].
- [9] I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *El proceso unificado de desarrollo de software*, Madrid: Addison Wesley, 2000.
- [10] M. J. Pérez Pérez y F. J. González Cabrera, *Guía Comparativa de Metodologías Ágiles*, E. U. d. Informática, Ed., Segovia: Universidad de Valladolid, 2012.
- [11] M. Beedle, A. v. Bennekum, A. Cockburn, W. Cunningham, M. Fowler, J. Highsmith, A. Hunt, R. Jeffries, J. Kern, B. Marick, R. C. Martin, K. Schwaber, J. Sutherland y D. Thomas, «Manifiesto for Agile Software Development,» 01 03 2003. [En línea]. Available: <http://agilemanifesto.org/>. [Último acceso: 03 05 2016].
- [12] M. Beedle, A. v. Bennekum, A. Cockburn, W. Cunningham, M. Fowler, J. Highsmith, A. Hunt, R. Jeffries, J. Kern, B. Marick, R. C. Martin, K. Schwaber, J. Sutherland y D. Thomas, «Principles behind the Agile Manifesto,» 01 04 2002. [En línea]. Available: <http://agilemanifesto.org/principles.html>. [Último acceso: 03 05 2016].
- [13] A. Iacovelli y C. Souveyet, «Framework for Agile Methods Classification,» de *Proceedings of MoDISE-EUS 2008*, Paris, 2008.

- [14] J. L. Cooke, Everything you want to know about Agile, Cambridge: IT Governance Publishing, 2012.
- [15] R. Ferraro y M. Aktihanoglu, Location-Aware Applications, Shelter Island, NY: Manning Publications Co., 2011.
- [16] I. Hickson, R. Berjon, S. Faulkner, T. Leithead, E. Doyle, E. O'Connor y S. Pfeiffer, «HTML5,» W3C, 28 10 2014. [En línea]. Available: <https://www.w3.org/TR/html5/>. [Último acceso: 14 05 2016].
- [17] MIT, ERCIM , Keio, Beihang, «HTML & CSS - W3C,» W3C, 20 03 2009. [En línea]. Available: <https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>. [Último acceso: 15 05 2016].
- [18] Wikipedia, «JavaScript,» Wikimedia Foundation, Inc, 16 03 2007. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/JavaScript>. [Último acceso: 16 05 2016].
- [19] E. Dahlström, P. Dengler, A. Grasso, C. Lilley, C. McCormack, D. Schepers y J. Watt, «Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 (Second Edition),» W3C, 16 08 2011. [En línea]. Available: <https://www.w3.org/TR/SVG/>. [Último acceso: 16 05 2016].
- [20] Google, «Keyhole Markup Language,» 28 05 2015. [En línea]. Available: <https://developers.google.com/kml/>. [Último acceso: 05 05 2017].
- [21] Google, «Fusion Tables REST API,» 28 05 2015. [En línea]. Available: <https://developers.google.com/fusiontables/>. [Último acceso: 05 05 2017].
- [22] Don Ho, «Notepad++,» 08 04 2011. [En línea]. Available: <https://notepad-plus-plus.org/>. [Último acceso: 05 05 2017].
- [23] S. Balbo y P. Dolemieux, «Agile Software Development,» de *Esri International Developer Summit*, Palm Springs, CA, 2013.
- [24] Secretaría de Gestión de Riesgos, «Volcán Cotopaxi,» 21 06 2016. [En línea]. Available: <http://www.seguridad.gob.ec/volcancotopaxi/> . [Último acceso: 21 07 2016].
- [25] Instituto Geofísico, «Informe Diario del Estado del Volcán Cotopaxi No. 203,» Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2016.
- [26] P. A. Mothes, P. Espín, M. L. Hall, F. Vásquez, D. Sierra y D. Andrade, «Mapa regional de amenazas volcánicas potenciales del volcán Cotopaxi,» Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2016.
- [27] Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, «Mapa interactivo de amenazas del Volcán Cotopaxi,» 27 03 2017. [En línea]. Available: <http://www.igepn.edu.ec/mapas/mapa-volcan-cotopaxi>. [Último acceso: 29 04 2017].
- [28] Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, «Mapa de rutas de evacuación del volcán Cotopaxi,» 21 11 2015. [En línea]. Available: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/mapas-de-ruta-de-evacuacion-de-las-zonas-de-influencia-por-amenaza-de-lahares-del-volcan-cotopaxi/>. [Último acceso: 29 04 2017].

ANEXOS

ANEXO A: Descarga de datos para localización geográfica

Descarga de datos para localización geográfica de zonas de peligro

Para descargar los datos en formato KML encontrados para localizar geográficamente las zonas de influencia de los peligros desde el *Mapa interactivo de amenazas del volcán Cotopaxi* publicado por el *Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional* se sigue el siguiente procedimiento:

1. Ingresar al *Mapa interactivo de amenazas del volcán Cotopaxi* [27].
2. Ingresar a la sección *Mapa de Amenaza*.
3. Seleccionar en el navegador *Ver código fuente de la página*.
4. Buscar “appid” en el código fuente de la página y seleccionar el enlace que lo contiene. ([enlace](#))
5. Extraer el dominio y el valor del parámetro appid del enlace.
 - a. dominio = igepn.maps.arcgis.com
 - b. appid = c31d1f0c2e754249b2732005cbfc45b8
6. Construir y abrir el enlace con el siguiente patrón:
 - a. `http://<dominio>/sharing/rest/content/items/<appid>/data?f=json&token=<enlace>`
7. Buscar “webmap”:{“id”} en la página de respuesta del enlace anterior.
8. Extraer los valores del campo webmap.id.
 - a. webmap.id.1 = 9a3b1dcce8554425ac70fe9225729f2b
 - b. webmap.id.2 = 2aac8d0fae3d48af9d27bcb3027b9053
9. Construir y abrir los enlaces con el siguiente patrón:
 - a. `http://<dominio>/sharing/rest/content/items/<webmap.id.1>/data?f=json&token=<enlace>`
 - b. `http://<dominio>/sharing/rest/content/items/<webmap.id.2>/data?f=json&token=<enlace>`
10. Buscar “url” en las páginas de respuesta de los enlaces anteriores.
11. Extraer los valores del primero de los campos url.
 - a. url.1 = ([enlace](#))

- b. url.2 = ([enlace](#))
- 12. Ingresar a los enlaces anteriores.
- 13. Ingresar a los siguientes enlaces de las páginas anteriores:
 - a. *AmenazaCotopaxi (MapServer)*
 - b. *PiroclastosCotopaxi (MapServer)*
- 14. Ingresar en los enlaces *Generate KML* de las páginas anteriores.
- 15. Escribir un nombre del documento.
- 16. Seleccionar todas las capas.
- 17. Seleccionar la opción de capa: *Capas vectoriales como vectores y capas ráster como imágenes*.
- 18. Presionar el botón *Generar KML*.
- 19. Los archivos KMZ descargados descomprimirlos.
- 20. Abrir los archivos KML descomprimidos.
- 21. Extraer los valores de los campos href.
 - a. href.1 = ([enlace](#))
 - b. href.2 = ([enlace](#))
- 22. Ingresar a los enlaces anteriores.
- 23. Los archivos sin extensión de archivo descargados descomprimirlos como archivos KMZ.
- 24. Los archivos “doc.kml” contienen los datos en formato KML encontrados para localizar geográficamente las zonas de influencia de los peligros.

Descarga de datos para localización geográfica de rutas de evacuación, sitios seguros, centros de salud y albergues.

Para descargar los datos en formato KML encontrados para ubicar geográficamente las rutas primarias de evacuación, los sitios seguros, los centros de salud y los albergues próximos a las zonas de peligros se obtuvieron del *Mapa de rutas de evacuación del volcán Cotopaxi* publicado por la *Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo* se sigue el siguiente procedimiento:

1. Ingresar al *Mapa de rutas de evacuación del volcán Cotopaxi* [28].
2. Ingresar a *RUTAS DE EVACUACIÓN-VOLCÁN COTOPAXI*.
3. Ingresar a ☰ del panel lateral.

4. Seleccionar *Descargar KML*.
5. Seleccionar *Rutas primarias de evacuación sugeridas*.
6. Seleccionar *Exportar a un archivo .KML*.
7. El archivo "Rutas primarias de evacuación sugeridas.kml" contiene los datos en formato KML encontrados para ubicar geográficamente las rutas primarias de evacuación próximas a las zonas de peligros.
8. Ingresar a  del panel lateral.
9. Seleccionar *Descargar KML*.
10. Seleccionar *Sitios Seguros*.
11. Seleccionar *Exportar a un archivo .KML*.
12. El archivo "Sitios Seguros.kml" contiene los datos en formato KML encontrados para ubicar geográficamente los sitios seguros próximos a las zonas de peligros.
13. Ingresar a  del panel lateral.
14. Seleccionar *Descargar KML*.
15. Seleccionar *Centros de Salud*.
16. Seleccionar *Exportar a un archivo .KML*.
17. El archivo "Centros de Salud.kml" contiene los datos en formato KML encontrados para ubicar geográficamente los centros de salud próximos a las zonas de peligros.
18. Ingresar a  del panel lateral.
19. Seleccionar *Descargar KML*.
20. Seleccionar *Albergues*.
21. Seleccionar *Exportar a un archivo .KML*.
22. El archivo "Albergues.kml" contiene los datos en formato KML encontrados para ubicar geográficamente los albergues próximos a las zonas de peligros.

ANEXO B: Revisión de datos con ubicaciones geográficas duplicadas

Revisión de datos con ubicaciones geográficas duplicadas de rutas de evacuación

De la revisión de datos con ubicaciones geográficas duplicadas para el control de calidad de datos de las rutas de ubicación se obtuvieron los siguientes datos duplicados:

Ruta	Descripción 1	Descripción 2	Coordenadas
578	Descripción: LONGIT: 0.00017476200 ELEVATION: 0 OBJECTID: 0 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 0.00000000000 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◊DIGO: 0 LAYER: Unknown Line Type KML_STYLE: type:	Descripción: LONGIT: 0.00017503100 ELEVATION: 0 OBJECTID: 0 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 0.00000000000 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◊DIGO: 0 LAYER: Unknown Line Type KML_STYLE: type:	-78.627993 -0.891864 0.0 -78.627993 -0.891866 0.0
906	Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 1071 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 21.22394514250 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000	Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 0 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 0.00000000000 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000	-77.796852 -1.037088 0.0 -77.79678 -1.037045 0.0 -77.796685001 -1.037094 0.0

	IRI: 0.00 TPD: 0 C◇DIGO: 0 LAYER: KML_STYLE: type:	IRI: 0.00 TPD: 0 C◇DIGO: 0 LAYER: Ruta12 pto napo KML_STYLE: track type: conduccion	
907	Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 1072 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 777.96480188300 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ_: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◇DIGO: 0 LAYER: KML_STYLE: type:	Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 0 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 0.00000000000 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ_: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◇DIGO: 0 LAYER: Ruta12 pto napo KML_STYLE: track type: conduccion	-77.795329 -1.042454 0.0 -77.795323 -1.042459 0.0 -77.795347 -1.042412 0.0 -77.795368 -1.042327 0.0 -77.795379 -1.042283 0.0 ...
908	Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 1069 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 113.98988331700 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ_: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◇DIGO: 0 LAYER: KML_STYLE: type:	Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 0 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 0.00000000000 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ_: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◇DIGO: 0 LAYER: Ruta12 pto napo KML_STYLE: track type: conduccion	-77.794779 -1.04297 0.0 -77.794841 -1.042927 0.0 -77.794885 -1.042932 0.0 -77.794965 -1.042958 0.0 -77.79502 -1.04299 0.0 ...
909	Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 44 GM_LAYER: Ruta 11 misahualli3 Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0	Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 0 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0	-77.665159 -1.035162 0.0 -77.665224

	<p>Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 388.38389710600 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◆DIGO: 0 LAYER: Ruta 11 misahualli3 KML_STYLE: track type: caminata</p>	<p>Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 0.00000000000 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◆DIGO: 0 LAYER: Ruta 11 misahualli3 KML_STYLE: track type: caminata</p>	<p>-1.035227 0.0 -77.665239001 -1.035272 0.0 -77.665272 -1.035329 0.0 -77.665332 -1.03534 0.0 ...</p>
910	<p>Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 43 GM_LAYER: Ruta7 Ahuano1 Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 548.03780903600 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◆DIGO: 0 LAYER: Ruta7 Ahuano1 KML_STYLE: track type:</p>	<p>Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 0 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 0.00000000000 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00 PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◆DIGO: 0 LAYER: Ruta7 Ahuano1 KML_STYLE: track type:</p>	<p>-77.545149001 -1.058072 0.0 -77.545197 -1.058127 0.0 -77.545217 -1.0581350003 0.0 -77.545285 -1.05819 0.0 -77.545309 -1.058226 0.0 ...</p>
911	<p>Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 42 GM_LAYER: Ruta7 Ahuano1 Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 0.95668511463 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00</p>	<p>Descripción: LONGIT: 0.00000000000 ELEVATION: 0 OBJECTID: 0 GM_LAYER: Unknown Line Type Id: 0 GM_TYPE: Unknown Line Type gpstrkx_Di: 0 Longitud: 0.00000000000 Shape_Leng: 0.00000000000 OID_: 0 SymbolID: 0 AltMode: 0 Base: 0.00000000000 Clamped: 0 Extruded: 0 NUMERO_DE_: 0 ANCHO_CALZ: 0.00 ANCHO_CUNE: 0.00 ANCHO_ESPA: 0.00 ANCHO_PAR: 0.00</p>	<p>-77.545029 -1.057966 0.0 -77.545036 -1.057961 0.0</p>

PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◇DIGO: 0 LAYER: Ruta7 Ahuano1 KML_STYLE: track type:	PORCENT_CU: 0.00 LONGITUD_S: 0.000 IRI: 0.00 TPD: 0 C◇DIGO: 0 LAYER: Ruta7 Ahuano1 KML_STYLE: track type:
--	--

Revisión de datos con ubicaciones geográficas duplicadas de sitios seguros

De la revisión de datos con ubicaciones geográficas duplicadas para el control de calidad de datos de los sitios seguros se obtuvieron los siguientes datos duplicados:

Sitio	Descripción 1	Descripción 2	Coordenadas
16	NOMBRE = Centro Educativo Básica Coronel Germánico PROVINCIA = COTOPAXI CANTON = LATACUNGA PARROQUIA = SAN JUAN DE PASTOCALLE TIPO = Sitio seguro	NOMBRE = Escuela Los Chasquis PROVINCIA = COTOPAXI CANTON = LATACUNGA PARROQUIA = SAN JUAN DE PASTOCALLE TIPO = Sitio seguro	-78.610496 -0.710864002 0.0
18	NOMBRE = Unidad Educativa Ambato - Iglesia PROVINCIA = COTOPAXI CANTON = LATACUNGA PARROQUIA = TANICUCHI TIPO = Sitio seguro	NOMBRE = Unidad Educativa Ambato PROVINCIA = COTOPAXI CANTON = LATACUNGA PARROQUIA = TANICUCHI TIPO = Sitio seguro	-78.613933 -0.747981 0.0
20	NOMBRE = Centro Educativo Juan Mera Lasso - Iglesia PROVINCIA = COTOPAXI CANTON = LATACUNGA PARROQUIA = TANICUCHI TIPO = Sitio seguro	NOMBRE = Escuela Juan Mera Lasso PROVINCIA = COTOPAXI CANTON = LATACUNGA PARROQUIA = TANICUCHI TIPO = Sitio seguro	-78.6175462 -0.757309 0.0
21	NOMBRE = Unidad Educativa Juan de Dios Morales PROVINCIA = COTOPAXI CANTON = LATACUNGA PARROQUIA = MULALO TIPO = Sitio seguro	NOMBRE = Unidad Educativa Juan de Dios Morales PROVINCIA = COTOPAXI CANTON = LATACUNGA PARROQUIA = MULALO TIPO = Sitio seguro	-78.57557 -0.778331 0.0
38	NOMBRE = Explanada Loma de Crusilli PROVINCIA = COTOPAXI CANTON = LATACUNGA PARROQUIA = ALAQUES (ALAUQUEZ) TIPO = Sitio seguro	NOMBRE = Loma de Crusilli PROVINCIA = COTOPAXI CANTON = LATACUNGA PARROQUIA = ALAQUES (ALAUQUEZ) TIPO = Sitio seguro	-78.600987 -0.877345 0.0

Revisión de datos con ubicaciones geográficas duplicadas de albergues

De la revisión de datos con ubicaciones geográficas duplicadas para el control de calidad de datos de los albergues se obtuvieron los siguientes datos duplicados:

Sitio	Descripción 1	Descripción 2	Coordenadas
59	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: SAN JUAN DE PASTOCALLE SECTOR:	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: SAN JUAN DE PASTOCALLE SECTOR: CUILCHE MIÑO	-78.620199 -0.723373 0.0

	DIRECCION: RAFAEL CAJIAO Y CUILCHE MIÑO TIPO: EDUCATIVO FAMILIAS: 48.000000 CAPACIDAD: 190.000000 CX: 764868.000000 CY: 9919976.000000	DIRECCION: RAFAEL CAJIAO Y CUILCHE MIÑO TIPO: EDUCATIVO FAMILIAS: 48.000000 CAPACIDAD: 190.000000 CX: 764868.000000 CY: 9919976.000000	
63	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: BELISARIO QUEVEDO (GUANAILIN) SECTOR: DIRECCION: S/N TIPO: COMUNAL FAMILIAS: 6.000000 CAPACIDAD: 25.000000 CX: 762811.000000 CY: 9919057.000000	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: SAN JUAN DE PASTOCALLE SECTOR: DIRECCION: 24 DE MAYO TIPO: EDUCATIVO FAMILIAS: 81.000000 CAPACIDAD: 324.000000 CX: 762811.000000 CY: 9919057.000000	-78.638666 -0.73169 0.0
69	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: TANICUCHI SECTOR: DIRECCION: VÍA A LASSO TIPO: EDUCATIVO FAMILIAS: 50.000000 CAPACIDAD: 201.000000 CX: 765520.000000 CY: 9917181.000000	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: TANICUCHI SECTOR: RIO BLANCO ALTO DIRECCION: VÍA A LASSO TIPO: EDUCATIVO FAMILIAS: 50.000000 CAPACIDAD: 201.000000 CX: 765520.000000 CY: 9917181.000000	-78.614331 -0.748635 0.0
134	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: GUAITACAMA (GUAYTACAMA) SECTOR: DIRECCION: N/A TIPO: EDUCATIVO FAMILIAS: 77.000000 CAPACIDAD: 309.000000 CX: 762534.000000 CY: 9902681.000000	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: PATUTÁN SECTOR: DIRECCION: S/N TIPO: ALBERGUE FAMILIAS: 77.000000 CAPACIDAD: 309.000000 CX: 762534.000000 CY: 9902681.000000	-78.641068 -0.879724 0.0
135	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: LATACUNGA SECTOR: DIRECCION: CALLE DE LA CRUZ TIPO: COMUNAL FAMILIAS: 35.000000 CAPACIDAD: 138.000000 CX: 762476.000000 CY: 9902607.000000	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: ELOY ALFARO SECTOR: DIRECCION: CALLE DE LA CRUZ TIPO: COMUNAL FAMILIAS: 35.000000 CAPACIDAD: 138.000000 CX: 762476.000000 CY: 9902607.000000	-78.641588 -0.880393 0.0
174	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: POALO SECTOR: DIRECCION: VIA PRINCIPAL A BELISARIO QUEVEDO N/A CERCA A LA FABRICA DE QUESOS ELVITA CULAGUANGO TIPO: ALBERGUE FAMILIAS: 54.000000 CAPACIDAD: 256.000000 CX: 769830.000000 CY: 9894360.000000	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: BELISARIO QUEVEDO SECTOR: BARRIO CENTRO DIRECCION: VIA PRINCIPAL A BELISARIO QUEVEDO N/A CERCA A LA FABRICA DE QUESOS ELVITA CULAGUANGO TIPO: ALBERGUE FAMILIAS: 64.000000 CAPACIDAD: 256.000000 CX: 769830.000000 CY: 9894360.000000	-78.5755 -0.954895999 0.0
186	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: BELISARIO QUEVEDO (GUANAILIN) SECTOR:	ZONA: 3.000000 PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: LATACUNGA PARROQUIA: BELISARIO QUEVEDO (GUANAILIN) SECTOR:	-78.584969 -0.986423 0.0

	DIRECCION: CALLE 24 DE MAYO Y CALLE S/N JUNTO AL ESTADIO DEL GOBIERNO PARROQUIAL BELISARIO QUEVEDO TIPO: ALBERGUE FAMILIAS: 50.000000 CAPACIDAD: 201.000000 CX: 768773.000000 CY: 9890873.000000	DIRECCION: CALLE 24 DE MAYO Y CALLE DR RAUL LEON MENDEZ JUNTO A LA FABRICA DE CEREALES LA PRADERA TIPO: ALBERGUE FAMILIAS: 93.000000 CAPACIDAD: 370.000000 CX: 768773.000000 CY: 9890873.000000	
--	--	---	--

GLOSARIO

-
- ⁱ **SIG**: Sistema de Información Geográfica.
- ⁱⁱ **TI**: Tecnología de la Información.
- ⁱⁱⁱ **UP**: (del inglés, *Software Development Unified Process*); Proceso Unificado de Desarrollo de Software.
- ^{iv} **ETL**: (del inglés: *Extract, Transform and Load*); Extracción, Transformación y Carga.
- ^v **QA**: (del inglés: *Quality Assurance*); Aseguramiento de la Calidad.
- ^{vi} **COTS**: (del inglés, *Commercial Off-The-Shelf*); Fuera de Estante Comercial.
- ^{vii} **APIs**: (del inglés, *Application Programming Interfaces*); Interfaces de Programación de Aplicación.
- ^{viii} **MQA**: (del inglés, *MapQuest JavaScript API*); API JavaScript de MapQuest.
- ^{ix} **Wi-Fi**: (del inglés, *Wireless Fidelity*); Fidelidad Inalámbrica.
- ^x **IP**: (del inglés, *Internet Protocol*); Protocolo de Internet.
- ^{xi} **W3C**: (del inglés, *World Wide Web Consortium*); Consorcio de la Red Informática Mundial.
- ^{xii} **WWW**: (del inglés, *World Wide Web*); Red Informática Mundial.
- ^{xiii} **HTML**: (del inglés, *Hyper Text Markup Language*); Lenguaje de Marcado de Hipertexto.
- ^{xiv} **CSS**: (del inglés, *Cascading Style Sheets*); Hojas de Estilo en Cascada.
- ^{xv} **XML**: (del inglés, *Extensible Markup Language*); Lenguaje de Marcado Extensible.
- ^{xvi} **SVG**: (del inglés, *Scalable Vector Graphics*); Gráficos Vectoriales Redimensionables.
- ^{xvii} **KML**: (del inglés, *Keyhole Markup Language*); Lenguaje de Marcado Mínimo.
- ^{xviii} **OGC**: (del inglés, *Open Geospatial Consortium, Inc.*); Consorcio Geoespacial Abierto, SA..
- ^{xix} **GPL**: (del inglés, *General Public License*); Licencia Pública General.
- ^{xx} **STL**: (del inglés, *Standard Template Library*); Biblioteca de Plantillas Estándar.
- ^{xxi} **SPA**: (del inglés, *Single Page Application*); Aplicación de Página Única.
- ^{xxii} **URL**: (del inglés, *Uniform Resource Locator*); Localizador Uniforme de Recursos.
- ^{xxiii} **SQL**: (del inglés, *Structured Query Language*); Lenguaje de Consulta Estructurada.