ACTUALIZACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE DAÑO POR TERREMOTO PARA BOGOTÁ

TOMO 2. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS PARA ANÁLISIS DE RIESGOS

INFORME FINAL FASE II

ORIGINAL

ÁREA TÉCNICA Y DE GESTIÓN

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

GRUPO DE ESCENARIO DE DAÑOS

DICIEMBRE DE 2010

Nota especial: De acuerdo con el artículo 20 de la ley 23 de 1982, los Derechos de Autor pertenecen al FOPAE. La solicitud de reproducir éste documento parcial o totalmente, se debe dirigir por escrito al Director del FOPAE.

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

GUILLERMO ESCOBAR CASTRO
Director

LUCY GONZÁLEZ MARANTES
Subdirectora Área Técnica y de Gestión

GLADYS PUERTO – LINDON LOSADA
Coordinación de Investigación y Desarrollo

Coordinación del estudio
FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA
Responsable de Escenarios de Daños

Profesionales participantes
Julio 2009 a Diciembre 2010
FERNANDO DÍAZ
ANDREI TORRES
GERARDO RODRÍGUEZ

Desarrollo de software
DIEGO TORRES

RESUMEN

La Coordinación de Investigación y Desarrollo del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias FOPAE, tiene a cargo adelantar diferentes actividades para la Gestión Integral del Riesgo, específicamente en la componente de Identificación del Riesgo se realizan estudios técnicos que mejoren nuestro conocimiento frente a las amenazas naturales y antrópicas no intencionales. Bajo la anterior línea de trabajo, el grupo de escenario de daños del FOPAE ha desarrollado el estudio de actualización y sistematización de escenarios de daño por terremoto para Bogotá, el cual brinda a la ciudad de una herramienta versátil que permite estimar los posibles daños a las edificaciones y líneas vitales y las posibles afectaciones a la población para varios escenarios de amenaza con diferentes intensidades sísmicas.

El estudio de actualización y sistematización de escenarios de daño por terremoto para Bogotá se desarrolló por fases, el presente estudio corresponde a la segunda fase la cual se consolida en tres partes, el primero tomo muestra el enfoque conceptual y metodologías de evaluación aplicadas, el segundo tomo corresponde al informe de ingeniería del software SEDAR (Sistema de Evaluación de Daños para Análisis de Riesgo), y en el tercer tomo se presentan los análisis de la información y de los resultados obtenidos.

El Tomo II del estudio ilustra en el capítulo uno de introducción los antecedentes del sistema, los objetivos, alcances y el marco lógico de actividades para desarrollar el sistema; en el capítulo dos se presenta la forma como se desarrolló el sistema, comprende la metodología aplicada, la plataforma tecnológica, los requisitos funcionales, los casos de uso, el modelo de datos y despliegue de la aplicación; en el capítulo tres se encuentra el manual el usuario del aplicativo donde se explica cada una de las funciones del sistema y en el capítulo cuatro se resumen las conclusiones y recomendaciones referidas al sistema desarrollado.

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 1

1.1 ANTECEDENTES 1

1.2 OBJETIVOS 2

1.3 ALCANCE 2

1.4 MARCO LÓGICO 3

2 DESARROLLO DEL APLICATIVO 4

2.1 METODOLOGÍA DE DESARROLLO RUP 5

2.1.1 Concepción 5

2.1.2 Elaboración 5

2.1.3 Construcción 6

2.1.4 Transición 7

2.2 PLATAFORMA TECNOLÓGICA Y ARQUITECTURA 7

2.2.1 Requerimientos tecnológicos 7

2.2.2 Arquitectura del sistema 8

2.3 REQUISITOS FUNCIONALES 10

2.4 CASOS DE USO 11

2.5 MODELO DE DATOS 12

2.5.1 Metodología 12

2.5.2 Modelo conceptual 13

2.5.3 Modelo lógico 15

2.5.4 Modelo físico 17

2.5.5 Actualización y mantenimiento del modelo de datos 21

2.6 DESPLIEGUE DE LA APLICACIÓN 24

3 MANUAL DEL USUARIO DEL APLICATIVO 25
3.1 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS 25
3.1.1 Prerrequisitos 25
3.1.2 - Configuración del JRE 25
3.1.3 Acceso a Licencia de ArcGis 26
3.2 INSTALACIÓN 26
3.3 EJECUCIÓN DE SEDAR 27
3.4 PANTALLA PRINCIPAL 29
3.5 MENÚ ARCHIVO 29
3.5.1 Seleccionar escenario de amenaza 30
3.5.2 Registrar Elementos Expuestos 30
3.5.3 Salir 32
3.6 MENÚ VULNERABILIDAD 32
3.6.1 Edificaciones 33
3.6.2 Edificaciones Indispensables 34
3.6.3 Tuberías 34
3.7 MENÚ DAÑOS INICIALES 36
3.7.1 Edificaciones, método Italiano 36
3.7.2 Edificaciones, método Miranda 38
3.7.3 Edificaciones indispensables, método Italiano 39
3.7.4 Edificaciones indispensables, método Miranda 39
3.7.5 Tuberías 39
3.7.6 Tanques 39
3.7.7 Cables 40
3.7.8 Puentes 41
3.7.9 Licuación 41

3.7.10 Deslizamiento 42
3.8 MENÚ DAÑOS SECUNDARIOS 42
3.8.1 Edificaciones y edificaciones Indispensables 43
3.8.2 Tuberías. 43
3.8.3 Tanques 44
3.8.4 Cableado. 44
3.8.5 Puentes. 45
3.8.6 Torres 45
3.8.7 Postes 45
3.8.8 Afectaciones y pérdidas. 46
3.9 MENÚ RESULTADOS 47
3.9.1 Consolidación de resultados de Elementos 48
3.9.2 Consolidación de Resultados de vulnerabilidad 52
3.9.3 Consolidación de resultados de daño 55
3.9.4 Administración de resultados de Elementos 59
3.9.5 Administración de Resultados de vulnerabilidad 61
3.9.6 Administración de resultados de daño 62
3.10 MENÚ AYUDA 63
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 64
5 REFERENCIAS 66
ANEXO 1. REQUISITOS FUNCIONALES
ANEXO 2. ANÁLISIS DE REQUISITOS FUNCIONALES
ANEXO 3. CASOS DE USO
ANEXO 4. ANÁLISIS DE CASOS DE USO
ANEXO 5. MODELO DE DATOS
ANEXO 6. DICCIONARIO DE DATOS

ANEXO 7. ESTRUCTURACIÓN DE INFORMACIÓN

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Metodología de evaluación de vulnerabilidad y daños por sismo incluyendo efectos colaterales 4

Figura 2.2. Esfuerzo en actividades según la fase del proyecto (Fuente: IBM)....5

Figura 2.3. Diagrama de procesos para el cálculo de escenario de daños 8

Figura 2.4. Arquitectura general y relación con SIG del FOPAE 9

Figura 2.5. Arquitectura de la aplicación....10

Figura 2.6. Metodología adoptada para el diseño del modelo de datos en relación al proceso de desarrollo de la aplicación. 13

Figura 2.7. Modelo conceptual....14

Figura 2.8. Modelo físico de la base de datos del sistema (sistema.gdb) implementada en el software ArcGIS 9.3....18

Figura 2.9. Modelo físico de la base de datos de elementos expuestos (data.gdb) implementada en el software ArcGIS 9.3 19

Figura 2.10. Modelo físico de la base de datos de resultados de vulnerabilidad (vulnerabilidad.gdb) implementada en el software ArcGIS 9.3....20

Figura 2.11. Modelo físico de la base de datos de resultados de daño (daño.gdb) implementada en el software ArcGIS 9.3 21

Figura 2.12. Esquema de trabajo para la creación, actualización y mantenimiento del modelo de datos 23

Figura 3.1. Comprobación de versión maquina virtual de java....26

Figura 3.2. Pantalla de carga del sistema SEDAR. 27

Figura 3.3. Seleccionar aplicación 28

Figura 3.4. Error al cargar SEDAR....28

Figura 3.5. Error al cargar las bases de datos....28

Figura 3.6. Pantalla principal 29

Figura 3.7. Menú archivo 29

Figura 3.8. Selección del escenario de amenaza 30

Figura 3.9. Registro de elementos expuestos 30

Figura 3.10. Registro de elementos 31
Figura 3.11. Error de compatibilidad con el modelo de datos 32
Figura 3.12. Cerrar la aplicación 32
Figura 3.13. Menú vulnerabilidad 32
Figura 3.14. Configuración del índice de vulnerabilidad en edificaciones 33
Figura 3.15. Configuración de parámetros método italiano edificaciones en mampostería 33
Figura 3.16. Configuración de parámetros método italiano edificaciones en concreto reforzado 34
Figura 3.17. Configuración del método japonés 34
Figura 3.18. Configuración de factores de corrección por material de la conducción 35
Figura 3.19. Configuración de factores de corrección por condiciones del terreno 35
Figura 3.20. Factores de corrección por diámetro de la conducción 36
Figura 3.21. Menú de daños iníciales 36
Figura 3.22. Configuración del método italiano para daño en edificaciones 37
Figura 3.23. Selección de curvas de vulnerabilidad 37
Figura 3.24. Configuración del Método Miranda 38
Figura 3.25. Configuración parámetros método Miranda 38
Figura 3.26. Configuración de corrida de daño en tuberías 39
Figura 3.27. Configuración de la corrida de daño en tanques 40
Figura 3.28. Configuración de la corrida de daño en cables 40
Figura 3.29. Configuración de la corrida de daño en puentes 41
Figura 3.30. Configuración de la rutina para el cálculo de afectaciones por licuación 41
Figura 3.31. Configuración de la rutina para el cálculo de afectaciones por licuación 42
Figura 3.32. Menú de lanzamiento de la sección de daños secundarios 42
Figura 3.33. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en edificaciones 43
Figura 3.34. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en tuberías 43
Figura 3.35. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en tanques 44

Figura 3.36. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en cableado 44
Figura 3.37. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en puentes 45
Figura 3.38. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en torres 45
Figura 3.39. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en postes 46
Figura 3.40. Configuración de la rutina para el cálculo de las afectaciones y pérdidas a la población 46
Figura 3.41. Configuración de parámetros de la rutina de afectaciones y pérdidas 47
Figura 3.42. Menú de lanzamiento de la sección de consolidación 47
Figura 3.43. Menú de lanzamiento de la sección de administración 47
Figura 3.44. Menú de consolidación de elementos 48
Figura 3.45. Campos consolidados para edificaciones a Localidad y UPZ 48
Figura 3.46. Campos consolidados para edificaciones indispensables a Localidad y UPZ 49
Figura 3.47. Campos consolidados para la red de acueducto 49
Figura 3.48. Campos consolidados para la red de alcantarillado 50
Figura 3.49. Campos consolidados para tanques 50
Figura 3.50. Campos consolidados para red eléctrica 50
Figura 3.51. Campos consolidados para postes de energía eléctrica 51
Figura 3.52. Campos consolidados para torres de energía 51
Figura 3.53. Campos consolidados para torres de energía 51
Figura 3.54. Campos consolidados para torres de telecomunicaciones 51
Figura 3.55. Campos consolidados para puentes vehiculares y peatonales 52
Figura 3.56. Campos consolidados para red de gas natural 52
Figura 3.57. Menú de consolidación de resultados de vulnerabilidad 52
Figura 3.58. Ventana de información de ejecución (Metadatos) 53
Figura 3.59. Campos consolidados para los resultados de vulnerabilidad en edificaciones a localidad y UPZ 53
Figura 3.60. Campos consolidados para los resultados de vulnerabilidad en edificaciones indispensables a localidad y UPZ 53
Figura 3.61. Campos consolidados para los resultados de vulnerabilidad en red de acueducto a localidad y UPZ 54

Figura 3.62. Campos consolidados para los resultados de vulnerabilidad en red de alcantarillado a localidad y UPZ 54

Figura 3.63. Campos consolidados para los resultados de vulnerabilidad en rede de gas a localidad y UPZ.....55

Figura 3.64. Menú de consolidación de resultados de daño 55

Figura 3.65. Campos consolidados para los resultados de daño en edificaciones a localidad y UPZ.....56

Figura 3.66. Campos consolidados para los resultados de daño en red de acueducto a localidad y UPZ.....56

Figura 3.67. Campos consolidados para los resultados de daño en red de alcantarillado a localidad y UPZ 56

Figura 3.68. Campos consolidados para los resultados de daño en tanques a localidad y UPZ.....57

Figura 3.69. Campos consolidados para los resultados de daño en red de gas a localidad y UPZ.....57

Figura 3.70. Campos consolidados para los resultados de daño en postes de la red de telecomunicaciones y energía localidad y UPZ.....57

Figura 3.71. Campos consolidados para los resultados de daño en puentes localidad y UPZ.....58

Figura 3.72. Campos consolidados para los resultados de daño en tanques localidad y UPZ.....58

Figura 3.73. Campos consolidados para la red de telecomunicaciones a localidad y UPZ 58

Figura 3.74. Campos consolidados para los resultados de daño en postes de la red de telecomunicaciones y energía localidad y UPZ.....59

Figura 3.75. Campos consolidados para los resultados de daño en torres de energía localidad y UPZ 59

Figura 3.76. Menú de administración de resultados de elementos. 60

Figura 3.77. Ventana de información de la ejecución (Metadatos).....60

Figura 3.78. Menú de administración de resultados de vulnerabilidad.....61

Figura 3.79. Menú de administración de resultados de vulnerabilidad consolidados a UPZ y localidad 61

Figura 3.80. Menú de administración de resultados de vulnerabilidad sin consolidar.....62

Figura 3.81. Menú de administración de resultados de daño. 62

Figura 3.82. Menú de ayuda 63

Figura 3.83. Acerca de SEDAR 63

GLOSARIO

Algoritmo: secuencia explícita y finita de operaciones que conduce a la solución de un problema.

Aplicación: programa informático, que se ejecuta sin necesidad de otro programa.

Atributo: propiedad o característica de una clase de elementos en una base de datos. Información asociada a un gráfico: punto, línea o área en un sistema de información geográfica.

Base de datos: conjunto de datos estructurado para permitir su almacenamiento, consulta y actualización en un sistema informático.

Bit: unidad mínima de información digital que puede tomar los valores lógicos de 0 o de 1.

Byte: secuencia de 8 bits.

Clase: unidad fundamental de programación en Java, que sirve como plantilla para la creación de objetos. Una clase define datos y métodos y es la unidad de organización básica de un programa Java.

Coordenada: cantidad usada para definir una posición en un sistema de referencia las coordenadas pueden ser lineales (cartesianas) o angulares (esféricas), según el sistema de referencia.

Código fuente: programa en su forma original, tal y como fue escrito por el programador, el código fuente no es ejecutable directamente por el computador, debe convertirse en lenguaje de maquina mediante compiladores, ensambladores o intérpretes.

Compilador: programa de computadora que produce un programa en lenguaje de máquina, de un programa fuente que generalmente está escrito por el programador en un lenguaje de alto nivel.

Escala: proporción de la distancia representada sobre un mapa o fotografía respecto a su longitud real sobre la superficie de la Tierra. Los valores son normalmente escritos como números sin dimensión, indicando que las medidas sobre el mapa y la Tierra están en las mismas unidades.

Estructura de datos: construcción de software (en memoria o en disco duro) que contiene datos y las relaciones lógicas entre ellos.

Georreferenciar: acción de asignar coordenadas geográficas a un objeto o estructura.

HTML (HyperText Markup Languaje): lenguaje que se utiliza para crear páginas Web. Los programas de navegación de la Web muestran estas páginas de acuerdo con un esquema de representación definido por el programa de navegación.

Ingeniería del software: rama de la ingeniería concerniente con el análisis, diseño, implementación, prueba, y mantenimiento de programas de computadoras.

Instancia: objeto de software construido desde una clase. Por ejemplo, puede tener una clase avión, pero una flota de quince instancias de avión.

Interfaz: mecanismo Java para decirle al compilador que un conjunto de métodos serán definidos en futuras clases. (Esas clases estarán definidas para implementar la interfaz).

Java Runtime Environment (JRE): software suministrado por Sun que permite a los programas de Java ejecutarse en una máquina de usuario. El JRE incluye la Máquina Virtual Java (JVM).

Metadatos: información sobre las características de un conjunto de datos.

Modelo: representación simplificada de un objeto o proceso en la que se representan algunas de sus propiedades. En diseño orientado a objetos, una representación del mundo real en unas abstracciones de software denominadas clases y la relación entre ellas.

Parámetros: valores u objetos pasados entre una subrutina y la rutina de llamada.

Paquete: nombre de Java para una biblioteca de clases.

Ráster: modelo de datos en el que la realidad se representa mediante teselas elementales que forman un mosaico regular.

Rutina: conjunto de instrucciones dentro del mismo programa, que se puede llamar a ejecución desde diferentes partes del mismo programa.

Sistema de información geográfica (SIG): sistema de gestión de bases de datos con herramientas específicas para el manejo de información espacial y sus propiedades.

Sistema de coordenadas: marco de referencia espacial que permite la definición de localizaciones mediante coordenadas.

Sistema operativo: software responsable de asignar a los usuarios los recursos de sistemas de computadoras (incluyendo procesos). UNIX, Windows, NT y Mac OS, son ejemplos de sistemas operativos.

Vectorial: modelo de datos en el que la realidad se representa mediante vectores o estructuras de vectores.

Vector: entidad geométrica definida por una magnitud y un sentido.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

En el presente volumen se describe la metodología adoptada para el proceso de desarrollo de la aplicación Sistema de evaluación de Daños para Análisis de Riesgo - SEDAR y los resultados obtenidos en cuanto al software desarrollado para tal fin.

En general, el proceso de construcción de la aplicación se realizó de acuerdo con la metodología RUP (Rational Software Corporation, 2009) y la especificación UML 2.0 (Object Management Group, 2009) para el desarrollo de proyectos de software y de acuerdo con lo establecido por el enfoque conceptual para la evaluación de daños, afectaciones y pérdidas por sismo del que trata el capítulo 2 del volumen 1 del presente estudio. El resultado del proceso de desarrollo es el aplicativo SEDAR (versión stand-alone), la implementación física de las bases de datos para la administración de la información requerida y producida por el sistema, su correspondiente documentación y manuales de funcionamiento para el usuario final.

SEDAR está estructurado por módulos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, daños y pérdidas esperadas en otras categorías/tipologías de elementos expuestos (edificaciones, tuberías, cableado, puentes, vías, postes, torres y tanques), un módulo para la evaluación de daños colaterales (licuación y deslizamiento), módulos para la evaluación de daños secundarios en los elementos expuestos, y un módulo para la administración y consolidación de información y resultados.

1.1 ANTECEDENTES

Para la ciudad de Bogotá, se han realizado dos estudios de evaluación del riesgo a gran escala: El primero de ellos, “The study on disasters prevention in the Bogotá metropolitana area in the Republic of Colombia” (JICA, 2002), fue un estudio a escala regional (Bogotá y municipios vecinos) que buscaba analizar riesgos de origen natural (sismo, inundación, deslizamiento) y antrópico. El estudio estableció una serie de escenarios de riesgo, un estimativo de los daños esperados y una agenda general para la mitigación del riesgo.

El segundo estudio “Escenarios de riesgo y pérdidas por terremoto para Bogotá” (Universidad de los Andes, 2005), fue un estudio a escala urbana cuyo objetivo fue analizar el riesgo sísmico específicamente. El estudio estableció una serie de escenarios de amenaza sísmica y un estimativo de los daños y pérdidas esperadas para cada escenario utilizando metodologías e información más recientes. A pesar de que los dos estudios anteriores representan un importante avance en cuanto a la evaluación de daños y pérdidas esperadas en evento sísmico dado, su utilidad es limitada debido a que los resultados obtenidos se desactualizan constantemente debido a la dinámica urbana. Ante esta situación es necesario contar con una herramienta sistematizada que permita actualizar la evaluación del riesgo sísmico de una manera rápida.

En la actualidad existen varias aplicaciones para la evaluación de daños debidos a diferentes amenazas naturales (i.e. RADIUS, HAZUS MH, NHEMATIS, MRQuake, RiskLink-ALM, RiskBrowser, RMS-DataWizard, CLASIC, CATRADER, CATMAP, ALERT, CAPRA) la conveniencia de su uso en el contexto de la evaluación y gestión del riesgo sísmico en una ciudad como Bogotá se ve limitada por hechos tales como: el acceso restringido a licencias para el uso de las aplicaciones; la naturaleza de las hipótesis y metodologías usadas dentro de los algoritmos (i.e. curvas de vulnerabilidad para la evaluación de daños establecidas para condiciones diferentes a las locales); el volumen y las características de la información requerida para realizar la evaluación con un grado de confiabilidad aceptable; la necesidad de preparar la

información de acuerdo a estándares predefinidos por la aplicación; y limitación en cuanto a formatos, escalas y unidades de evaluación.

El proyecto "Actualización y sistematización de los escenarios de daño por terremoto - Prototipo del sistema fase I" (DPAE, 2009), permitió en principio superar las limitaciones descritas anteriormente mediante el establecimiento de un enfoque conceptual para la evaluación de daños, afectaciones y pérdidas por sismo; el establecimiento de un marco metodológico acorde a las características locales; la actualización de la información; y la sistematización de la metodología propuesta.

Como resultado principal se desarrolló un primer prototipo del aplicativo SEDAR, proceso durante el cual se definió la plataforma tecnológica, la arquitectura del programa, una primera versión del modelo de datos, y se implementaron algunos de los módulos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y daño.

Durante el desarrollo de la segunda fase se siguen teniendo presentes los objetivos establecidos en la fase I, es decir el desarrollo de un programa acorde con las necesidades de la entidad, de libre acceso, configurable, actualizable y compatible con la plataforma tecnológica de la entidad y en el que se considere las características propias de la información administrada y requerida por las entidades distritales, y el uso de metodologías de evaluación acordes con las condiciones locales.

1.2 OBJETIVOS

Desarrollar una aplicación que permita evaluar los daños, pérdidas y afectaciones probables para diferentes escenarios de amenaza sísmica en la ciudad de Bogotá de acuerdo con el enfoque conceptual y metodológico propuesto en el Tomo 1 del estudio.

Los objetivos específicos se resumen a continuación:

- Establecer un marco metodológico para el proceso de desarrollo de software de acuerdo con las necesidades del proyecto.
- Definir una plataforma funcional y técnicamente viable para la entidad.
- Considerar durante el desarrollo del software, las características propias de la información producida, administrada y requerida por las entidades distritales.
- Desarrollar un software que permita ampliar o incorporar nuevas funciones que permitan atender futuras necesidades o nuevas metodologías de evaluación de daños, pérdidas y afectaciones.
- En desarrollo del marco metodológico, generar la documentación del proyecto (documentación del proceso de desarrollo de software, documentación del proceso de diseño de bases de datos y manuales técnicos)

1.3 ALCANCE

La aplicación se desarrolla de acuerdo con el enfoque conceptual y el marco metodológico para la evaluación de daños, pérdidas y afectaciones por sismo que fueron definidos en el Tomo 1 del estudio, lo cual corresponde con la revisión bibliográfica realizada sobre dichos temas hasta la fecha. La aparición de nuevas necesidades por parte de la entidad y la generación de nuevas metodologías implican un proceso de actualización y modificación del software.

El proceso de desarrollo de software se ajustará al estándar RUP (Rational Software Corporation, 2009), el cual es de uso corriente para este tipo de proyectos. Este estándar provee un marco metodológico y herramientas de control y seguimiento del proceso de construcción de la aplicación.

De acuerdo con las posibilidades tecnológicas de la entidad, en principio, la aplicación se ejecutará en modo “stand-alone” y debe ser compatible con herramientas ESRI.

1.4 MARCO LÓGICO

Las actividades ejecutadas en desarrollo del proyecto son las siguientes:

- Revisión bibliográfica sobre aplicaciones para la evaluación del riesgo en ambientes urbanos.
- Revisión bibliográfica y elección del marco metodológico para el desarrollo del software.
- Revisión y análisis del enfoque conceptual y marco metodológico para la evaluación de daños pérdidas y afectaciones por sismo (Tomo 1).
- Desarrollo del software de acuerdo con el marco metodológico seleccionado RUP (Rational Software Corporation, 2009).
- Entrega del producto final (software, documentación del proyecto e informe técnico final).

CAPÍTULO 2

2 DESARROLLO DEL APLICATIVO

El desarrollo del aplicativo se fundamenta en el enfoque conceptual para evaluar los daños que se basa en las componentes y tipos de análisis identificados para estimar los daños y afectaciones por la ocurrencia de un sismo. Este enfoque básicamente divide el problema en cuatro componentes, la primera corresponde al inventario de elementos expuestos, la segunda a la valoración de su vulnerabilidad, la tercera es propiamente la cuantificación de los daños iniciales y la cuarta componente es la evaluación de daños secundarios. Estas componentes se aplican para tres grandes categorías de elementos, edificaciones, líneas vitales y al terrero, considerado como elemento expuesto a sufrir daños como licuación y deslizamiento (efectos colaterales). De manera esquemática se puede observar en la **Figura 2.1**.

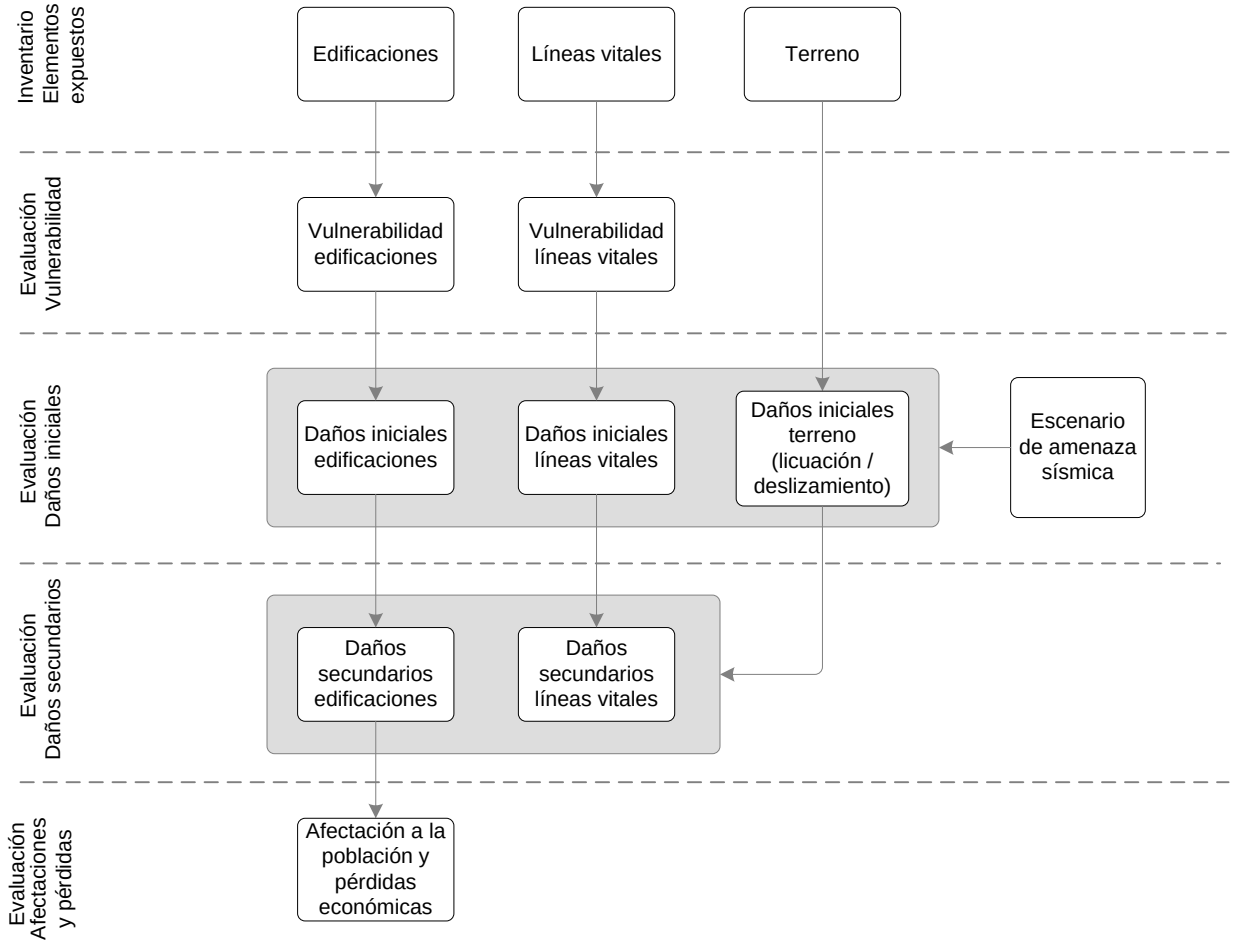


Figura 2.1. Metodología de evaluación de vulnerabilidad y daños por sismo incluyendo efectos colaterales

El flujo de información, evaluaciones y resultados será de la siguiente manera: se identifican y localizan los elementos expuestos, edificaciones, líneas vitales y zonas del terreno potencialmente licuables o susceptibles a deslizamientos; los tipos de elementos que cuenten con métodos de evaluación de vulnerabilidad (básicamente vulnerabilidad física entendida

como la resistencia que ofrece para soportar daño) se caracterizan y evalúan; luego con base en los resultados de vulnerabilidad o directamente a partir de las características del elemento y tomando los niveles de amenaza sísmica que define el escenario considerado se estiman los daños iniciales de las edificaciones, líneas vitales y del terreno (zonas que presentan licuación y deslizamientos); los resultados de los daños iniciales de las edificaciones y de las líneas vitales se corrigen o aumentan de acuerdo con los daños del terreno evaluados en la anterior etapa con el fin de obtener los daños totales que incluyan la licuación del terreno y deslizamientos. Finalmente se calculan la afectación a la población y un estimativo de las pérdidas económicas directas de las edificaciones.

2.1 METODOLOGÍA DE DESARROLLO RUP

En el desarrollo de este proyecto se utilizó el Proceso Unificado Racional (RUP por sus siglas en inglés), adaptándolo a las necesidades y características del proyecto. El RUP es una combinación de varias metodologías de diversos autores quienes crearon Rational Software Corporation a mediados de los años 90.

RUP define cuatro fases del ciclo de vida: Inception (concepción), Elaboration (elaboración), Construction (construcción) y Transition (Transición), y una serie de actividades que están presentes en cada una de ellas. El esfuerzo necesario para la ejecución de estas actividades varía de acuerdo a la fase del proyecto en ejecución, como se puede ver en la **Figura 2.2**.

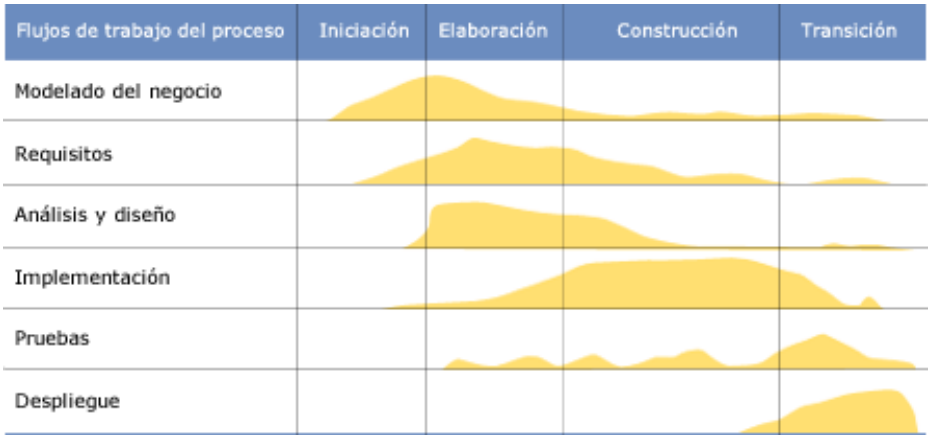


Figura 2.2. Esfuerzo en actividades según la fase del proyecto (Fuente: IBM)

2.1.1 Concepción

El objetivo de esta fase es determinar el alcance del sistema, identificando los requerimientos, y la viabilidad de los mismos, generando además un modelo de casos de uso básico. Al ser una metodología iterativa, la fase de concepción estuvo presente en todo el desarrollo del software. El levantamiento de requisitos se realiza en reuniones periódicas del equipo de trabajo, en reuniones personales con los responsables de suministrar la información de cada requerimiento, o mediante envío de información por correo electrónico.

2.1.2 Elaboración

En la fase de elaboración del sistema se inicia el análisis al problema y definición de la arquitectura del software. UML es una herramienta útil en esta fase; la vista de casos de uso captura el comportamiento de un sistema, subsistema clase o componente tal y como se muestra a un usuario externo. Divide la funcionalidad del sistema en transacciones que tienen significado para los actores (Booch, 2007).

La vista estática modela conceptos del dominio de la aplicación, así como los conceptos internos inventados como parte de la implementación de una aplicación. Esta vista es estática porque no describe el comportamiento dependiente del tiempo del sistema. Los principales componentes de la vista estática son las clases y sus relaciones. (Booch, 2007).

El diagrama de clases y el diagrama de casos de uso producto de esta fase están desarrollados de acuerdo con la especificación 2.0 del lenguaje UML adoptado por el OMG (Object Management Group).

Los patrones de diseño en ingeniería de software también desempeñan un papel importante en esta fase, definiendo aspectos importantes de la arquitectura. En el desarrollo del software se aplicaron los siguientes patrones:

- Abstract Factory: El patrón Abstract Factory se utiliza para crear diferentes familias de objetos, en el sistema se utiliza para la creación de lectores de datos de distintos formatos.

- Singleton: El patrón de única instancia o singleton está diseñado para restringir la creación de objetos pertenecientes a una clase o el valor de un tipo a un único objeto, su intención es garantizar que la clase solo tenga una instancia y proporcionar un punto de acceso global a dicha instancia. Se utiliza en la creación de objetos que leen información de la base de datos de registro. De esta manera, se garantiza que sólo exista un workspace, y de éste se puedan leer múltiples tablas simultáneamente, sin crear múltiples instancias del workspace en memoria. Igualmente se utiliza al crear hilos para la ejecución de cálculos, evitando que se lancen múltiples procesos de cálculo simultáneamente. Finalmente se utiliza para almacenar en memoria la información de configuración de la aplicación, la cual es cargada al ejecutar la aplicación y se vuelve a escribir en el disco cuando el usuario efectúa un cambio en ella.

2.1.3 Construcción

El objetivo principal de esta etapa es construir el sistema de software, para lo cual esta fase se enfoca en el desarrollo de componentes, interfaces, archivos de entrada y salida del sistema construido. Aquí es donde se efectúa la codificación, partiendo del análisis y diseño de las fases anteriores.

El código escrito además es sometido a pruebas unitarias para verificar que efectúa su tarea correctamente y que interactúa adecuadamente con otras piezas de código. Para estas pruebas se utilizó la herramienta JUnit, generándose una unidad de prueba para cada pieza de código sensible. El producto resultante de esta fase es el código fuente del sistema.

Convenciones de código fuente

Para la codificación de algoritmos y desarrollo de interfaces se buscó seguir las recomendaciones que se mencionan en Code Conventions for the Java Programming Language (documento disponible en http://java.sun.com/docs/codeconv/), procurando que los nombres de variables, clases, interfaces y métodos estén en inglés, ya que las clases, interfaces y métodos propios Java, y aquellos propios del Arcgis Engine se encuentran en ese idioma. Gracias a la adopción de estas convenciones se garantiza la legibilidad del código y la fácil interpretación del mismo por parte de cualquier programador que lo revise.

Documentación del código fuente

Además de las convenciones en la escritura de código fuente, otra herramienta útil para la comprensión de código de terceros es la documentación técnica. JavaDoc es una herramienta para documentar código fuente en formato HTML directamente desde el código.

Al documentar el código fuente siguiendo el estándar JavaDoc, se genera un documento HTML que describe los paquetes, clases, interfaces, métodos y variables que componen la aplicación. La información del documento se visualiza desde un navegador web, y aparece organizada por paquetes, con un índice de clases, interfaces y excepciones.

El documento resultante se visualiza óptimamente desde un navegador web, y no está diseñado para leerse de principio a fin, sino siguiendo los enlaces que el lector desee seguir. El documento impreso luce caótico y desordenado, perdiendo su navegabilidad. La documentación puede observarse en la carpeta Documentación\JavaDoc\ que hace parte del sistema.

El resultado de esta fase es el código fuente del sistema, las clases de pruebas unitarias generadas, y la documentación técnica en formato JavaDoc y la compilación de un archivo ejecutable. El código fuente está escrito en lenguaje Java, y está configurado como proyecto para el entorno de desarrollo Eclipse, aunque puede llevarse sin problema a otros entornos como NetBeans y JDeveloper. El ejecutable es un archivo de distribución de aplicaciones java en formato jar.

El código puede compilarse con versiones de Java 5 o posterior, con versiones anteriores no compilará ni ejecutará.

2.1.4 Transición

El objetivo de la fase de transición es llevar el producto de software de desarrollo a producción, haciéndolo disponible al usuario final. Las actividades de esta fase incluyen el entrenamiento a los usuarios, pruebas y corrección de errores. Esta etapa de la metodología se inicia con las pruebas y validación de resultados, sin embargo se debe tener en cuenta que a medida que sea intensamente empleado el software es posible que requiera más ajustes.

2.2 PLATAFORMA TECNOLÓGICA Y ARQUITECTURA

2.2.1 Requerimientos tecnológicos

De acuerdo con los objetivos y alcance dados para definir la plataforma y arquitectura del sistema se requiere basar su desarrollo en una herramienta de Sistemas de Información Geográfica con las siguientes características fundamentales:

- Compatibilidad con las tecnologías SIG e información geográfica disponibles en el FOPAE.
- Eficiencia en las corridas de los escenarios de daño, en términos de velocidad de procesamiento. Es por esta razón que se sugiere el uso de aplicativos de escritorio con mínima utilización y acceso a recursos de red tanto institucional como de otras redes externas.
- Poderoso ambiente de desarrollo, dada la complejidad y la especificidad de las labores de geoprocesamiento de los escenarios de daño; se requiere el uso frecuente de operaciones y funciones matemáticas especializadas, y la facilidad de utilización de los objetos básicos del software SIG para la manipulación personalizada de datos espaciales tanto en formato vectorial como ráster.

En la **Figura 2.3** se ilustra de manera esquemática los tipos de procesos que se requieren desarrollar.

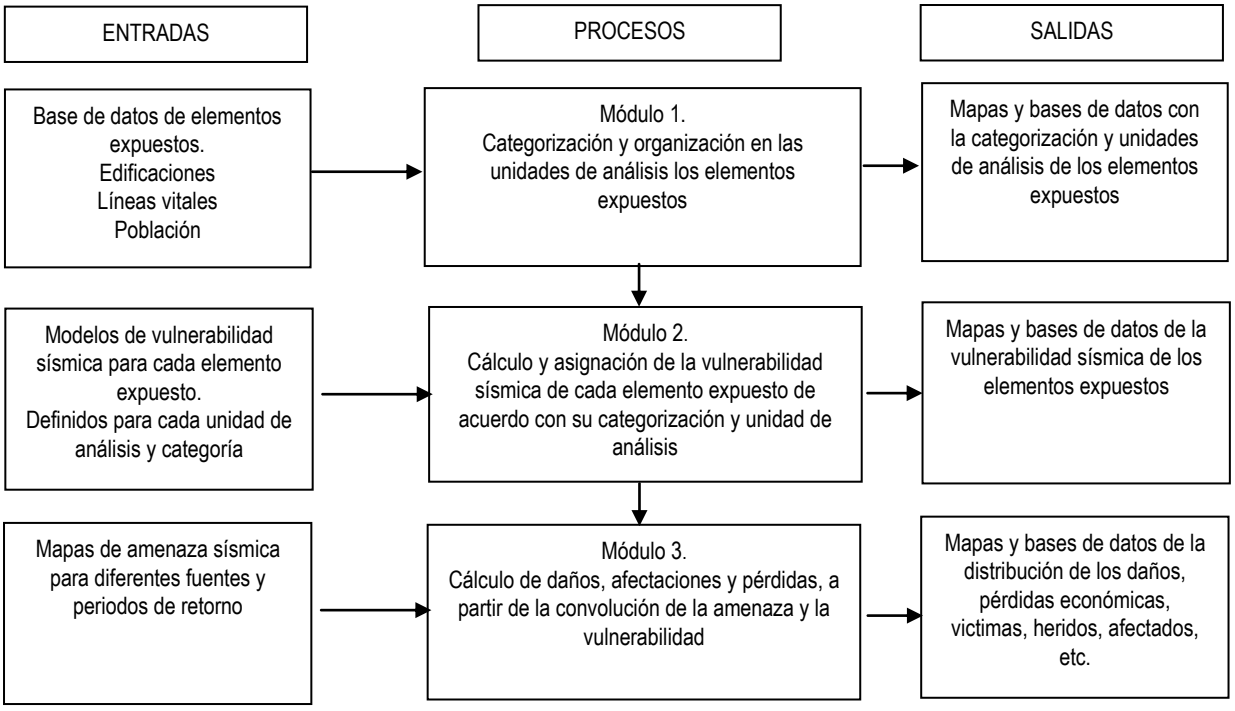


Figura 2.3. Diagrama de procesos para el cálculo de escenario de daños

2.2.2 Arquitectura del sistema

La arquitectura general y su relación con SIG del FOPAE se muestra en la **Figura 2.4**, donde a nivel de usuario el software es un aplicativo de escritorio “stand alone”, que consiste en una herramienta con varias funcionalidades en forma de menús y/o botones. En el nivel del negocio, el aplicativo es compilado y almacenado en librerías que se puede instalar y/o ejecutar como aplicativo independiente “stand alone”. A nivel de datos, se diferencian dos temas importantes. Los datos de entrada y de salida, y la base de datos del sistema.

Para los datos de entrada y de salida, en pro del rendimiento y la eficiencia en el procesamiento, se trabajó con datos que están disponibles localmente, y así mismo los resultados del procesamiento son escritos en los discos duros del equipo local. Aunque se entiende que será necesario el uso de recursos y datos de red, se desea evitar la dependencia a estos recursos ya que dificultan y retrasan el geoprocesamiento.

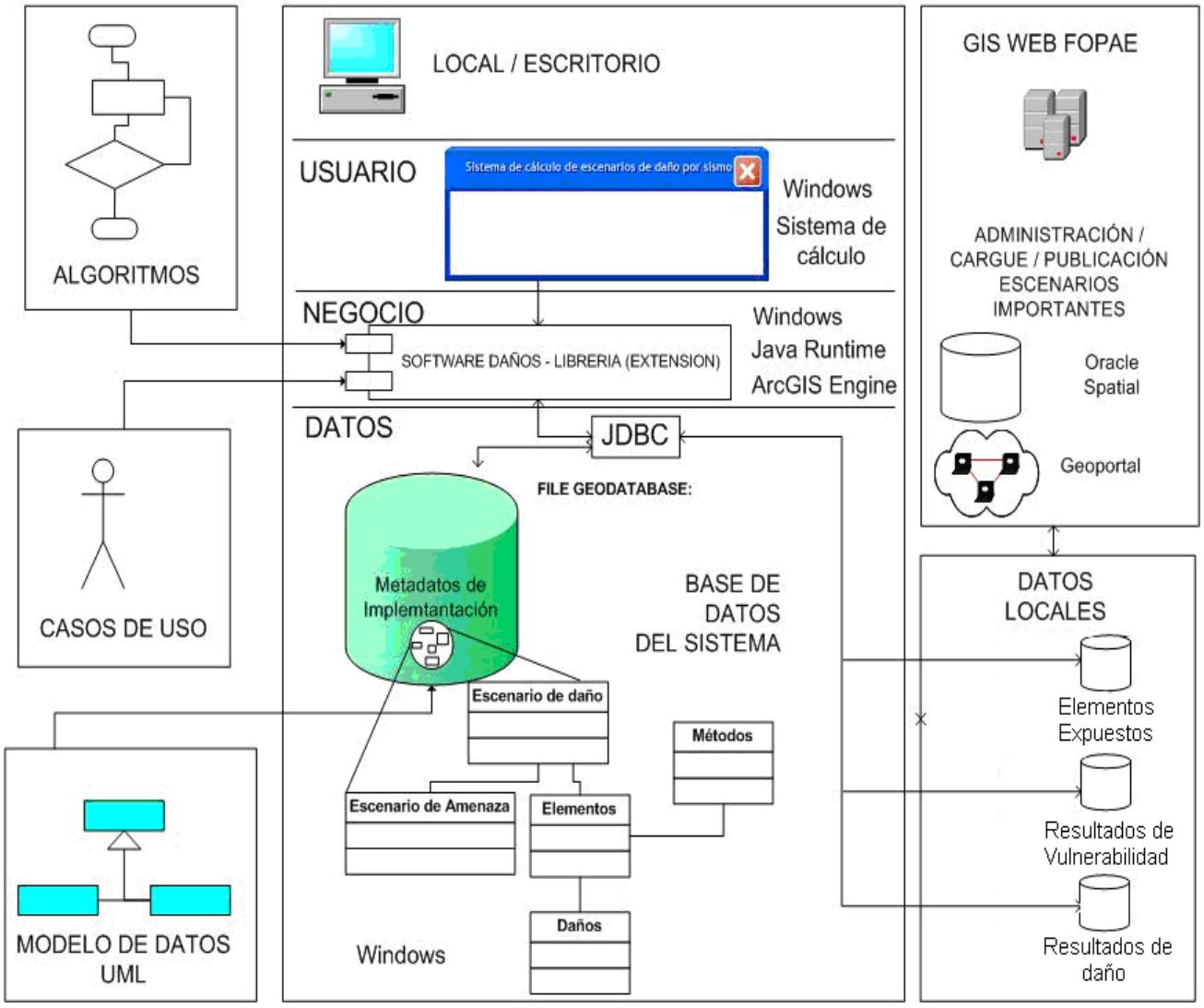


Figura 2.4. Arquitectura general y relación con SIG del FOPAE

Los escenarios de daño generados que se consideren de importancia para la oficina o el sistema de prevención y atención de emergencias se podrán publicar y entregar a partir de los mecanismos y procedimientos ya establecidos en el FOPAE, relacionados con el funcionamiento de su Sistema de Información Geográfico (Web y Stand Alone).

Se ha trabajado el nivel de negocio y persistencia con ArcGis Engine 9.3, que proporciona librerías de acceso a objetos utilizados por ArcGis Desktop para geoprocesamiento y apertura de archivos y bases de Datos. La **Figura 2.5** muestra cómo interactúa Java con éstos objetos, específicamente en la manipulación de bases de datos y archivos.

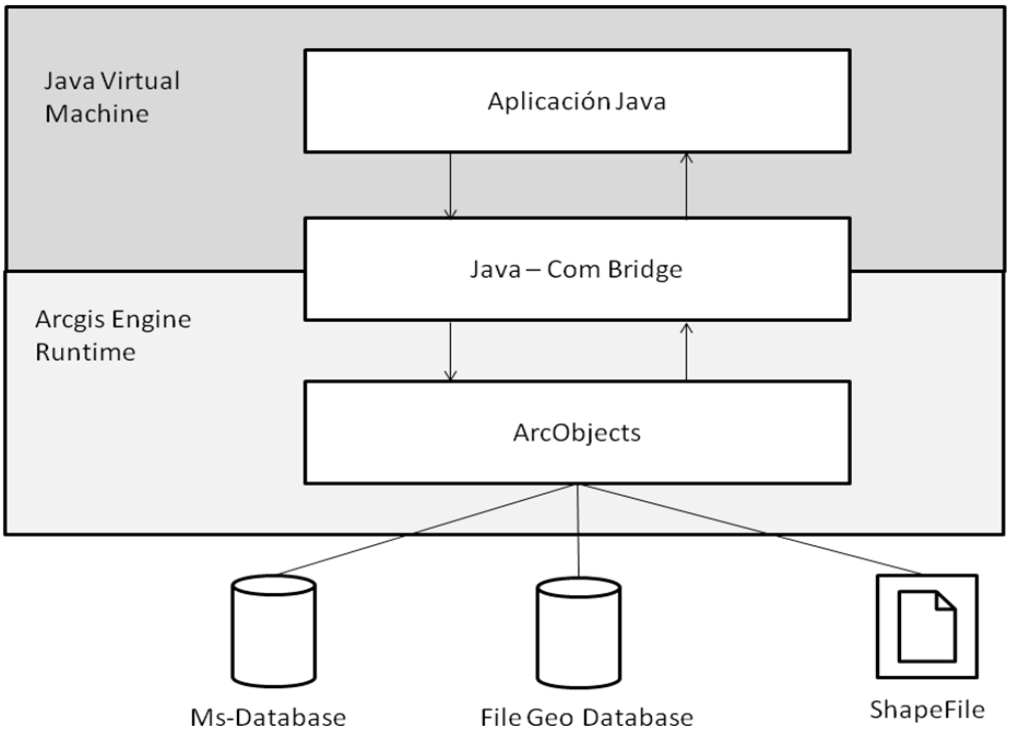


Figura 2.5. Arquitectura de la aplicación

Java Virtual Machine (Máquina virtual de java): Es un programa nativo, capaz de ejecutar instrucciones en código binario especial (el bytecode de java), el cual es generado por el compilador de Java. Es una de las piezas fundamentales de la plataforma Java. Se sitúa en el nivel superior al hardware del sistema sobre el que se ejecuta, y actúa como un puente que entiende tanto el bytecode a ejecutar, como al sistema en que se ejecuta. De esta manera, al escribir una aplicación Java se hace pensando en que se ejecutará sobre una Máquina virtual, y no en un sistema operativo específico, finalmente será la máquina virtual la que se encargue de ejecutar el código Java en el código nativo del dispositivo final.

Aplicación Java: Este componente es la aplicación escrita como tal. Como se observa en la ilustración, ésta se ejecuta sobre la máquina virtual de java, interactuando con Arcgis Engine Runtime por medio de Java Com-bridge. En este componente se encuentran las interfaces, los cálculos matemáticos, el envío y recepción de peticiones a los objetos de ArcGis y la gestión de errores de procesamiento.

Java COM-Bridge: Es un puente que permite que Java establezca comunicación con los ArcObjects.

ArcObjects: Incluye a todos los objetos que manipulan información geográfica. Este componente se encarga de la lectura y escritura de archivos y bases de datos geográficas, así como del geoprocesamiento. Es una librería propietaria de ESRI que se ejecuta sobre el ArcGis Engine Runtime, y requiere de una licencia disponible.

2.3 REQUISITOS FUNCIONALES

Los requisitos funcionales describen detalladamente cada método de evaluación o función que se requiere hacer con el sistema de cálculo. La definición de los requisitos funcionales tuvo en cuenta la información disponible, los objetivos y alcances de cada método o función y el tiempo de cálculo empleado, razones por las cuales los requisitos funcionales fueron evolucionando hasta llegar a la versión más óptima para ser implementada en el sistema.

Con el propósito de establecer un orden lógico del sistema de cálculo se establecieron siete secciones que agrupan los requisitos funcionales como se describe a continuación.

Sección 1 - Arquitectura del sistema, esta sección pretende definir la plataforma tecnológica a usar, las herramientas necesarias para el desarrollo como el lenguaje y ambiente de desarrollo.

Sección 2 - Pantalla principal, esta sección pretende establecer la interfaz del sistema y las funciones disponibles en el ambiente gráfico de la aplicación, como lanzar y cerrar, accesos directos y el lanzamiento, configuración, cargue y almacenamiento de rutinas y configuraciones.

Sección 3 - Archivo, dentro de esta sección se encuentran las funciones de seleccionar el escenario de amenaza y el registro de la información base de elementos expuestos dentro de la cual se encuentran las funciones de registrar, eliminar y adicionar una nueva versión de datos de entrada.

Sección 4 - Evaluación de vulnerabilidad en elementos expuestos, esta sección contiene los procedimientos de cálculo para la obtención del índice de vulnerabilidad en edificaciones y el factor de vulnerabilidad en tuberías.

Sección 5 - Evaluación de daños iníciales, esta sección del sistema agrupa cada una de lo métodos para la evaluación de daños iniciales de los elementos expuestos, tales como el método Italiano y Miranda para edificaciones, el método Japonés para tuberías y cableados, el método A.L.A para tanques de almacenamiento, el método R.M.S. puentes y finalmente los métodos de efectos colaterales, licuación y deslizamiento.

Sección 6 - Evaluación de daños secundarios, esta sección incorpora las rutinas relacionadas con la corrección de los daños iníciales incluidos en la sección 5 por los efectos colaterales licuación y deslizamiento y la evaluación de las afectaciones y pérdidas económicas.

Sección 7 – Resultados, la última sección se realiza la consolidación y administración resultados del sistema.

La compilación de los contenidos de cada una de las secciones se incluye en el formato ADM-FT-16 “Relación de requerimientos” que se puede consultar en el **Anexo 1.**

El análisis de los requisitos funcionales consiste en identificar y aterrizar los objetivos del requisito, bajo un ambiente técnico y tecnológico del área de informática, el cual tiene previsto identificar las herramientas, software, enfoque conceptual de la rutina, apariencia de las interfaces y la interrelación con los demás elementos incluidos en el sistema de cálculo, con el propósito de establecer un punto de partida claro, evidenciando las restricciones y condicionamientos externos. Para el desarrollo de estos análisis se procedió con el diligenciamiento del formato ADM-FT-18, que se trabaja en algunos casos a nivel de sección o de rutina según se requiera nivel de detalle en la definición del desarrollo, en el **Anexo 2** se encuentra el análisis detallado de los requisitos funcionales.

2.4 CASOS DE USO

A partir del análisis de los requisitos funcionales se identifican los casos de uso del sistema, que principalmente buscan identificar de la interacción del sistema con el usuario, con el propósito de lograr los objetivos específicos de cada una de las rutinas, es por ello que la tipificación de esta interacción constituye un proceso fundamental para la definición de las interfaces y la forma como estas interactúan con las componentes del sistema como bases de datos, relaciones, configuraciones del sistema y parámetros específicos de las metodologías. Los casos de uso identificados se listan en el formato ADM-FT-42 y los diagramas de casos de uso en el formato ADM-FT-19 que se recopilan en el **Anexo 3**. Los análisis de cada uno de los casos de uso están en el formato ADM-FT-20 localizado en el **Anexo 4**.

2.5 MODELO DE DATOS

En esta sección se documenta el proceso de diseño e implementación del modelo de datos del "Sistema de Evaluación de Daños para Análisis del Riesgo Sísmico de Bogotá D.C. SEDAR".

El proceso se adelantó en 3 etapas: diseño conceptual, diseño lógico y diseño físico. El proceso de elaboración del modelo lógico se realizó de acuerdo con la especificación del lenguaje de modelamiento UML2.0 (Object Management Group, 2009); (Naiburg & Maksimchuk, 2001) y el proceso de implementación física de las bases de datos se realizó mediante el uso de las herramientas y documentación técnica del software ArcGIS 9.3 (ESRI, 2005b); (ESRI, 2008); (ESRI, 2005a); (Zeiler, 1999).

Como resultado, el modelo de datos de la aplicación implementa cuatro tipos de bases de datos: una base de datos para la información del sistema de cálculo (sistema.gdb), una base de datos para la información geográfica de entrada (data.gdb), una base de datos para los resultados de vulnerabilidad (vulnerabilidad.gdb) y una serie de bases de datos para los resultados de daño de los elementos expuestos (daño.gdb).

2.5.1 Metodología

El proceso empleado durante el desarrollo del proyecto corresponde al marco metodológico RUP (Rational Software Corporation, 2009). El proceso de elaboración del modelo de datos (junto con el de desarrollo de la aplicación) se realizó siguiendo el procedimiento propuesto por la metodología RUP para el desarrollo de proyectos de software, la cual en términos generales constituye un proceso cíclico iterativo que se desarrolla en cuatro fases (concepción, diseño, desarrollo y transición). En atención a lo anterior el proceso de diseño del modelo de datos se adelantó en tres etapas cíclicas: modelo conceptual, modelo lógico y modelo físico (ver **Figura 2.6**):

Modelo conceptual: Se adelanta durante la fase de concepción de la aplicación. Durante esta etapa se establecen las reglas básicas de operación del sistema, se identifican y analizan funciones (casos de uso y requisitos funcionales), se establecen los requerimientos de la información que soporta las funciones del sistema, y se define la estrategia general para el almacenamiento y administración de datos.

Modelo lógico: Se adelanta durante la fase de diseño. Durante esta etapa se establece en detalle las características estructurales de la información que se desea administrar (i.e. bases de datos, entidades, atributos, tipos de atributos, dominios y relaciones entre entidades).

Modelo físico: Se adelanta durante la etapa de desarrollo y transición (pruebas de funcionamiento y operación). Durante esta etapa se implementa físicamente el modelo de datos (configuración de la base de datos en el medio de almacenamiento establecido), se genera la documentación del modelo de datos y se alimenta la base de datos para realizar las pruebas de funcionamiento y operación de la aplicación.

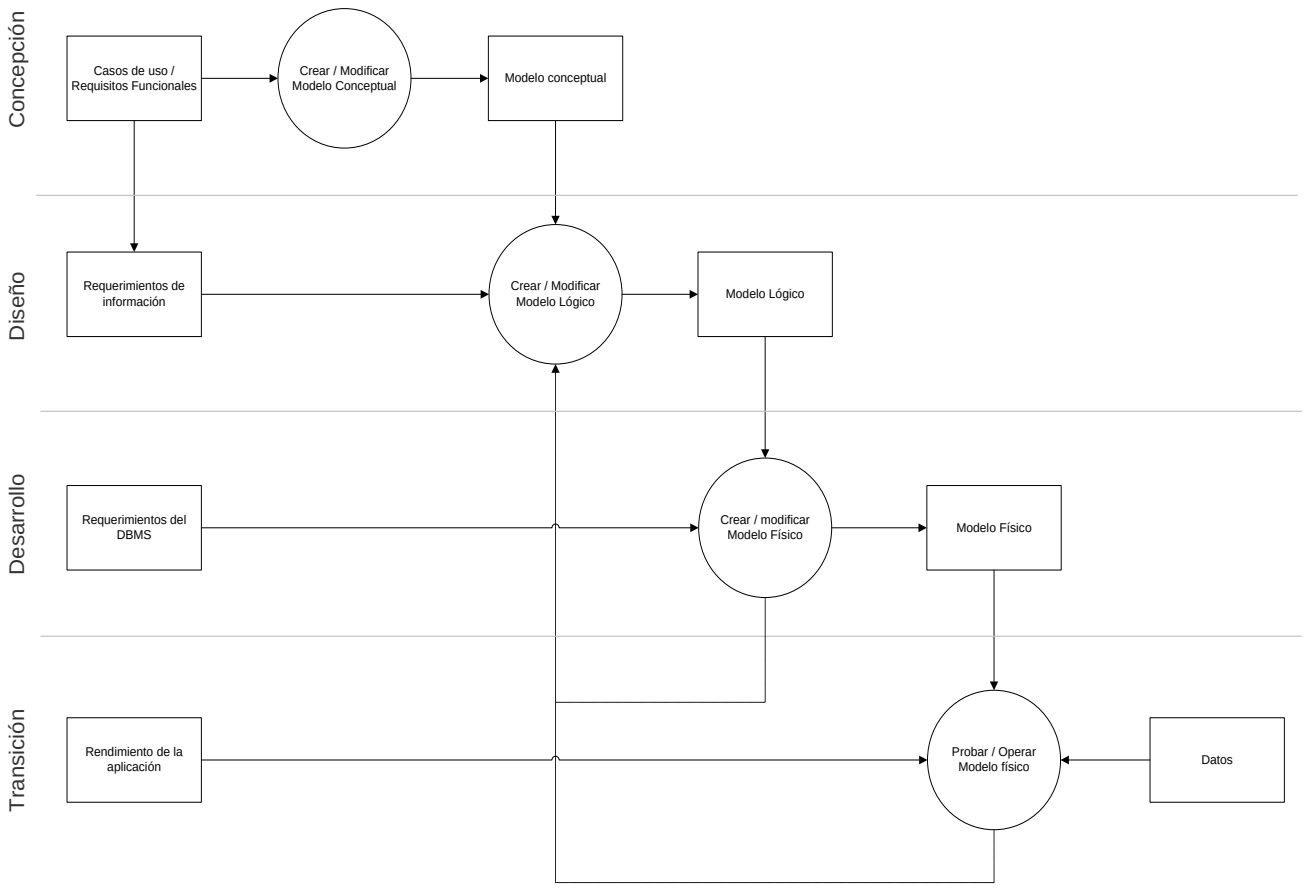


Figura 2.6. Metodología adoptada para el diseño del modelo de datos en relación al proceso de desarrollo de la aplicación.

2.5.2 Modelo conceptual

La **Figura 2.7** presenta el modelo conceptual de funcionamiento del modelo de datos del sistema el cual fue elaborado a partir de los resultados de la primera etapa del proyecto.

El modelo conceptual es una abstracción de la estrategia general de almacenamiento y administración de la información que requiere y soporta las funciones del sistema y se preparó partir de un análisis integral de los casos de uso y requisitos funcionales de la aplicación atendiendo los resultados de las pruebas de funcionamiento del prototipo e incluyendo nuevas funcionalidades.

En general, la estrategia definida para el almacenamiento y administración de la información ilustrada en la **Figura 2.7** consiste en operar 4 bases de datos: una base de datos para administración la información de los elementos expuestos, una base de datos para administrar la información relacionada con la operación del sistema, una base de datos para los resultados de vulnerabilidad y una serie de de bases de datos para los resultados de daño correspondientes a cada escenario de amenaza (ver **Figura 2.7**).

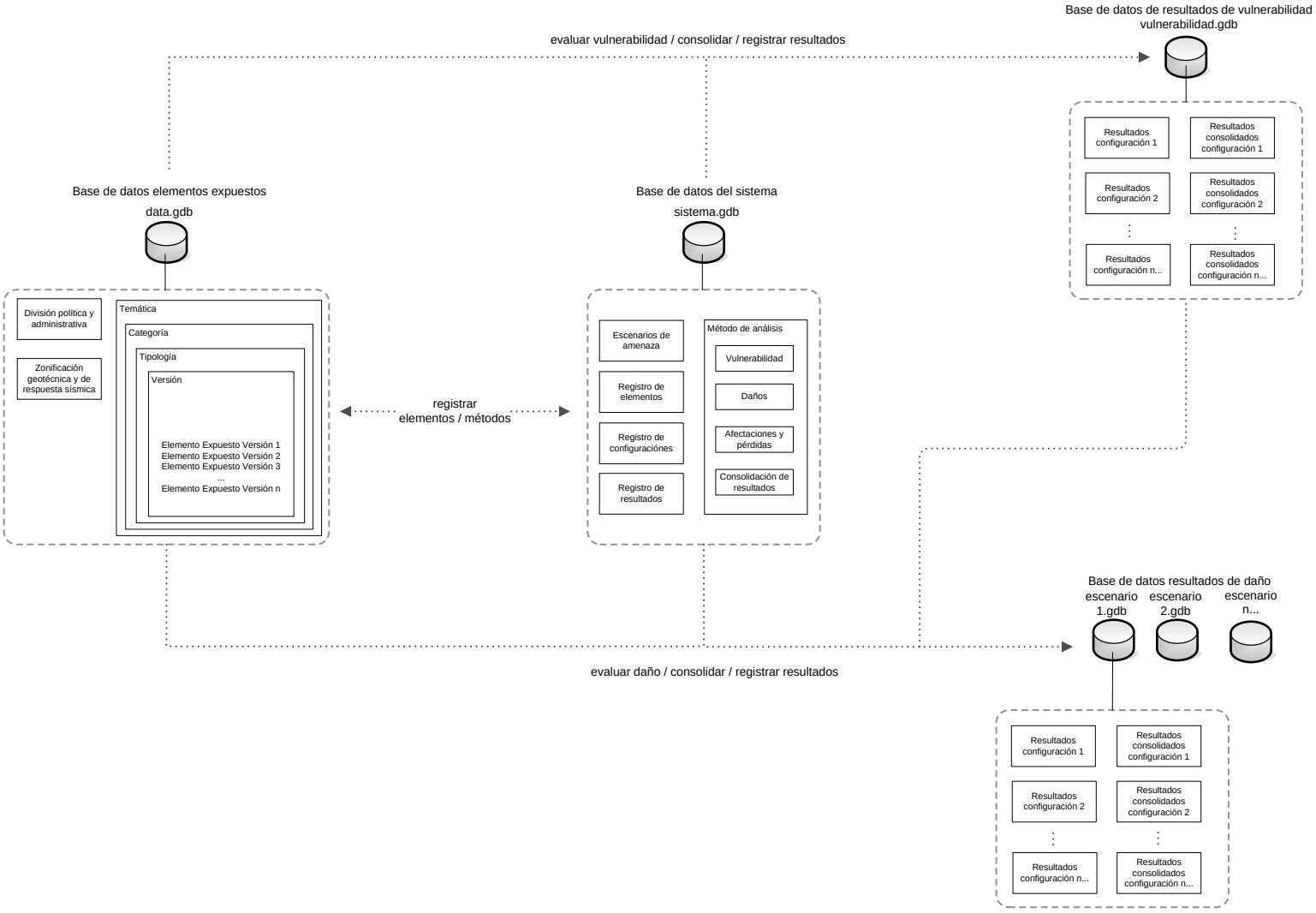


Figura 2.7. Modelo conceptual

2.5.2.1 Base de datos de elementos expuestos (data.gdb)

Esta base de datos contiene la información geográfica correspondiente a los diferentes elementos expuestos (e.g. edificaciones, redes de servicios, vías de comunicación, etc.), la división político administrativa (i.e. UPZ y localidades), y la zonificación geotécnica y de amenaza (i.e. zonificación geotécnica, zonificación por respuesta sísmica, por potencial de licuación y por potencial de deslizamiento). Los elementos expuestos están categorizados por temática, categoría y tipología y es posible almacenar diferentes versiones de la información.

2.5.2.2 Base de datos del sistema (sistema.gdb)

Esta base de datos alfanumérica almacena la información relacionada con las funcionalidades de la aplicación, así:

- Escenarios y parámetros de amenaza sísmica.
- Registro de los elementos expuestos a analizar.
- Registro de los métodos de evaluación, parámetros y configuraciones de los mismos.
- Registro de los resultados que se han obtenido en el sistema (historial de ejecución).

2.5.2.3 Base de datos de resultados de vulnerabilidad (vulnerabilidad.gdb)

Esta base de datos alfanumérica almacena los resultados de vulnerabilidad de los elementos expuestos y los resultados de vulnerabilidad consolidados por unidades administrativas. Es posible generar diferentes resultados para un elemento en función de las diferentes configuraciones que hayan sido usadas durante la evaluación.

Esta base de datos es implementada físicamente por la aplicación, es decir que la aplicación es la que genera directamente entidades y atributos como resultado de los procesos de evaluación que se ejecuten.

2.5.2.4 Base de datos de resultados de daño (daño.gdb)

Esta base de datos alfanumérica almacena los resultados de daño de los elementos expuestos y los resultados de daño consolidados por unidades administrativas. Los resultados de daño varían en función del escenario de amenaza, de los resultados de vulnerabilidad y de la configuración del método de evaluación de daño.

Los resultados de daño correspondientes a cada escenario de amenaza serán almacenados y administrados en bases de datos independientes. Cada una de estas bases de datos almacenará las diferentes versiones de resultados de daño que se hayan obtenido mediante la operación del sistema.

Estas bases de datos son implementadas físicamente por la aplicación, es decir que la aplicación es la que genera directamente las bases de datos, entidades y atributos como resultado de los procesos de evaluación que se ejecuten.

2.5.3 Modelo lógico

Durante la elaboración del modelo lógico se establecieron en detalle las características estructurales de la información que será almacenada y administrada en cada una de las bases de datos que se definieron previamente durante la construcción del modelo conceptual. Las características estructurales de la información están definidas por los siguientes aspectos:

- Entidades
- Relaciones entre entidades

- Atributos
- Dominios

El proceso de elaboración del modelo lógico se realizó de acuerdo con la especificación del lenguaje de modelamiento UML2.0 (Object Management Group, 2009); (Naiburg & Maksimchuk, 2001) y mediante el uso de una herramienta CASE (MS Visio Professional 2003) y del complemento suministrado por el fabricante del software en el que se implementa físicamente el modelo de datos (ArcGIS 9.3).

El resultado del proceso de elaboración del modelo lógico son los diagramas de estructura estática de cada una de las bases de datos y que se encuentran en los anexos del presente documentos así:

2.5.3.1 Modelo de datos del sistema (sistema.gdb)

En el **Anexo 5** se presenta el modelo lógico para la base de datos del sistema. Esta es una base de datos no espacial y en ella se almacenará y administrará la información que utiliza el sistema.

De izquierda a derecha el modelo puede dividirse en tres secciones:

a) Escenario de amenaza y parámetros de intensidad sísmica: Estas tablas registran y administran la información relacionada con los escenarios de amenaza sísmica a analizar.

b) Temática, categoría, tipología y versión de los elementos expuestos: Estas tablas registran y administran la información referencial de las coberturas geográficas de las diferentes tipologías de elementos expuestos que se encuentran en la base de datos de elementos expuestos.

c) Métodos y configuración de parámetros y funciones: Estas tablas registran y administran la información relacionada con los métodos y rutinas de cálculo, así como el historial de ejecuciones (configuraciones de funciones y parámetros) de la aplicación.

2.5.3.2 Modelo de datos de elementos expuestos (data.gdb)

En el **Anexo 5** se presenta el modelo lógico para la base de datos espacial de elementos expuestos. Las entidades que están incluidas en el modelo corresponden a: edificaciones; edificaciones indispensables; red de acueducto, alcantarillado y tanques de almacenamiento; red de distribución de gas natural; red de distribución de energía eléctrica; red de telecomunicaciones; efectos colaterales (zonas con potencial de licuación y deslizamiento); zonificación geotécnica; zonificación por respuesta sísmica y unidades administrativas.

El modelo considera las relaciones espaciales existentes entre manzanas y predios; y entre la zonificación geotécnica y de respuesta sísmica con los diferentes elementos expuestos.

Igualmente incluye entidades alfanuméricas para el almacenamiento y administración de información consolidada por unidades administrativas (UPZ y localidades).

2.5.3.3 Modelo de datos de resultados de vulnerabilidad (vulnerabilidad.gdb)

En el **Anexo 5** se presenta el modelo lógico para la base de datos de resultados de vulnerabilidad. Las entidades incluidas en el modelo corresponden a tablas alfanuméricas para el almacenamiento de resultados de vulnerabilidad y para el almacenamiento de resultados consolidados por unidades administrativas (UPZ y localidades).

2.5.3.4 Modelo de datos de resultados de daño (daño.gdb)

En el **Anexo 5** se presenta el modelo lógico para la base de datos de resultados de daño. Las entidades incluidas en el modelo corresponden a tablas alfanuméricas para el almacenamiento de resultados de daño y para el almacenamiento de resultados consolidados por unidades administrativas (UPZ y localidades).

2.5.4 Modelo físico

El proceso de implementación del modelo físico comprende la creación física y alimentación de las bases de datos y la generación de la documentación del modelo. El proceso de implementación física de las bases de datos se realizó mediante las herramientas y complementos suministrados por el fabricante del software en el que se implementa el modelo de datos (ArcGIS 9.3) y de acuerdo con la documentación técnica (ESRI, 2005a); (ESRI, 2005b); (ESRI, 2008); (Zeiler, 1999).

Las características de la base de datos que implementa el software (ArcGIS 9.3) son las siguientes:

- Tipo: File Geodatabase (archivo de base de datos).
- Descripción: Colección de “features” (entidades) categorizados en “datasets” (temas) y “tables” (entidades alfanuméricas) almacenados en una base de datos.
- Recurrencia: Para pequeños grupos de trabajo (i.e. múltiples sesiones de consulta, una única sesión de edición).
- Formato de almacenamiento: Fólderes y archivos de sistema.
- Tamaño: Un terabyte por dataset (ampliable hasta 256 terabyte).
- Actualización: Permite actualizar información en la sesión de edición.
- Manejo de versiones: No
- Plataforma: Windows XP / Vista

2.5.4.1 Base de datos del sistema (sistema.gdb)

La **Figura 2.8** presenta la base de datos del sistema (sistema.gdb) que ha sido implementada en el software ArcGIS 9.3 (ArcCatalog). La implementación física se realizó mediante herramientas CASE y de acuerdo con la metodología especificada por el desarrollador de este software (ESRI, 2005b); (ESRI, 2008).

Las características de configuración de la base de datos son las siguientes:

- Ruta de acceso: \\escenarios01\F:\SEDAR\database_sistema\SEDAR2010\sistema.gdb
- Configuration keyword: DEFAULTS (un terabyte por dataset)
- Sistema de coordenadas y propiedades espaciales: no aplica

En el **Anexo 6** se presenta la documentación (diccionario de datos) de la base de datos del sistema en formato *.mht la cual fue generada mediante un editor de XML (GDB xRay 4.1) a partir del modelo físico implementado.

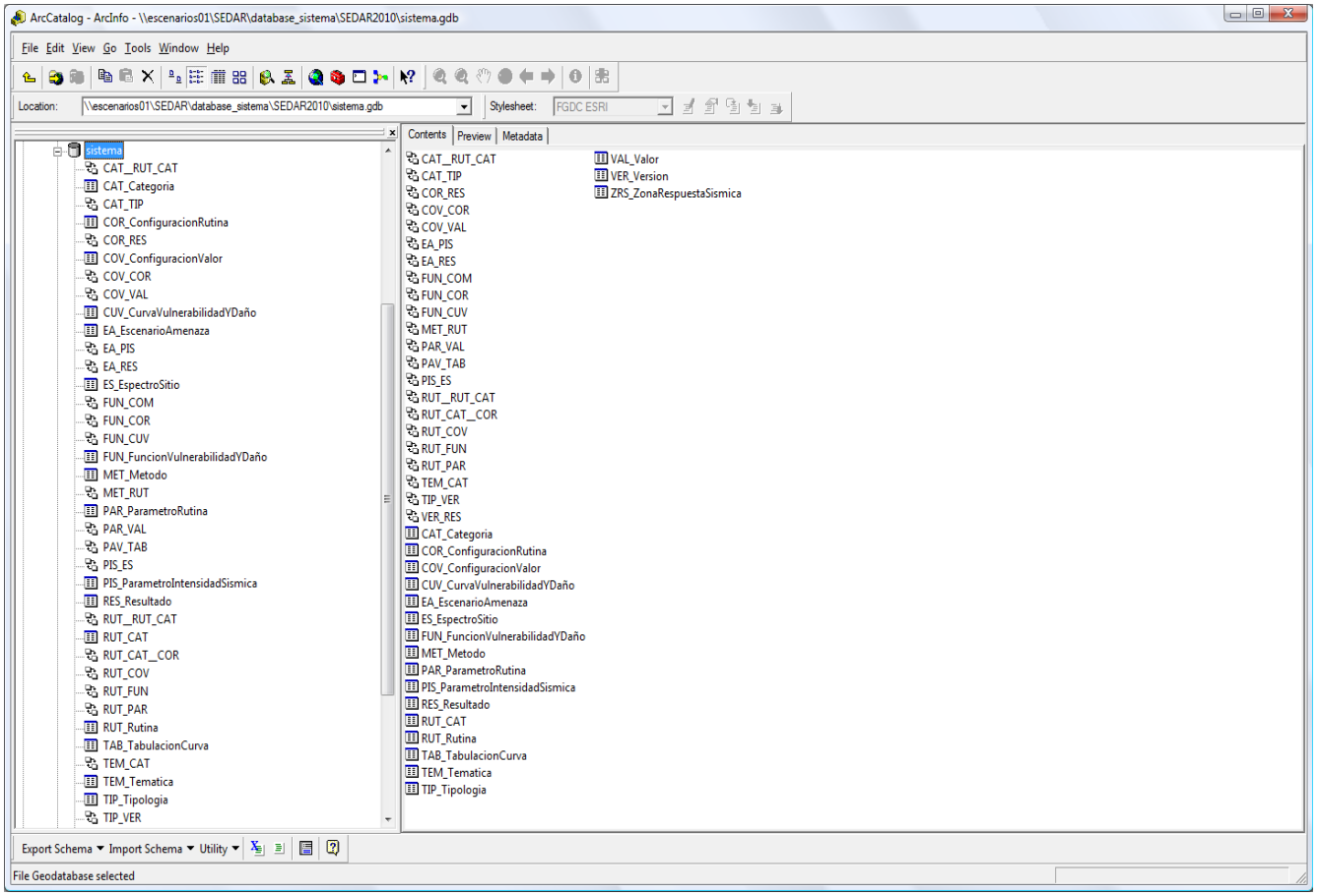


Figura 2.8. Modelo físico de la base de datos del sistema (sistema.gdb) implementada en el software ArcGIS 9.3

2.5.4.2 Base de datos de elementos expuestos (data.gdb)

La **Figura 2.9** presenta la base de datos espacial de elementos expuestos (data.gdb) que ha sido implementada en el software ArcGIS 9.3 (ArcCatalog). La implementación física se realizó mediante herramientas CASE y de acuerdo con la metodología especificada por el desarrollador de este software (ESRI, 2005b); (ESRI, 2008).

Las características de configuración de la base de datos son las siguientes:

Ruta de acceso: \\escenarios01\F:\SEDAR\database_sistema\SEDAR2010\data.gdb

Configuration keyword: DEFAULTS(un terabyte por dataset)

Sistema de coordenadas y propiedades espaciales

Proyección: Transverse_Mercator

Falso este: 92334,879000

Falso norte: 109320,965000

Meridiano central: -74,146592

Factor de escala: 1,000000

Latitud del origen: 4,680486

Unidad lineal: metro (1,000000)

Sistema de coordenadas geográficas: GCS_CartMAGBOG

Unidad angular: Grado (0,017453292519943299)

Meridiano principal: Greenwich (0,000000000000000000)

Datum: personalizado

Esferoide: personalizado

Eje semimayor: 6380687,000000000000000000

Eje semimenor: 6359293,764473118800000000

Aplanamiento inverso: 298,257222101000020000

Sistema de coordenadas en Z: ninguno

Tolerancia en XY: 0.001 m

Resolución en XY: 0.001 m

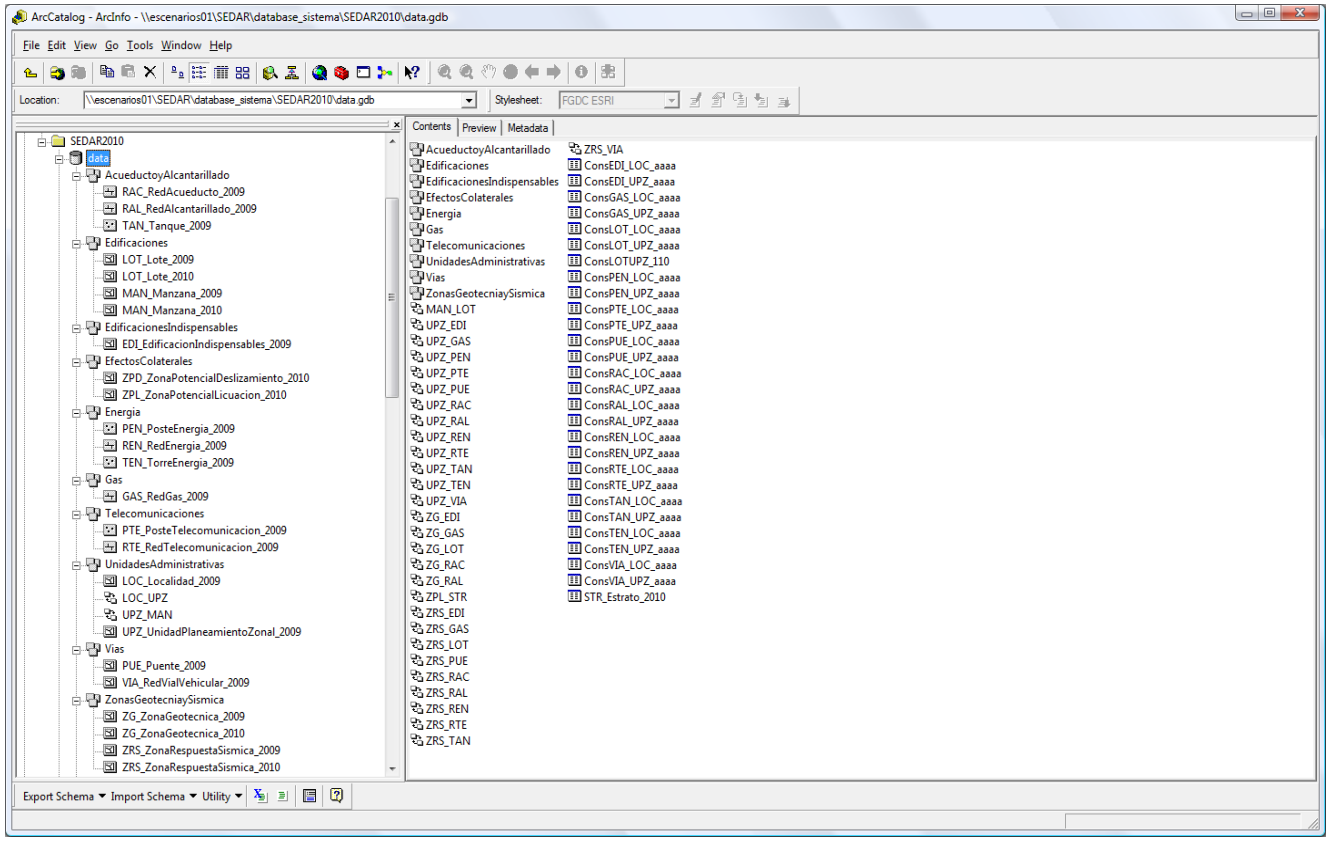


Figura 2.9. Modelo físico de la base de datos de elementos expuestos (data.gdb) implementada en el software ArcGIS 9.3

En el **Anexo 6** se presenta la documentación (diccionario de datos) de la base de datos de elementos expuestos en formato *.mht la cual fue generada mediante un editor de XML (GDB xRay 4.1) a partir del modelo físico implementado.

2.5.4.3 Base de datos de resultados de vulnerabilidad (vulnerabilidad.gdb)

La **Figura 2.10** presenta la base de datos de resultados de vulnerabilidad (vulnerabilidad.gdb) que ha sido implementada en el software ArcGIS 9.3 (ArcCatalog). La implementación física se realizó mediante herramientas CASE y de acuerdo con la metodología especificada por el desarrollador de este software (ESRI, 2005b); (ESRI, 2008).

Las características de configuración de la base de datos son las siguientes:

- Ruta de acceso: \\escenarios01\F:\SEDAR\database_sistema\SEDAR2010\vulnerabilidad.gdb
- Configuration keyword: DEFAULTS (un terabyte por dataset)
- Sistema de coordenadas y propiedades espaciales: no aplica

En el **Anexo 6** se presenta la documentación (diccionario de datos) de la base de datos de resultados de vulnerabilidad en formato *.mht la cual fue generada mediante un editor de XML (GDB xRay 4.1) a partir del modelo físico implementado.

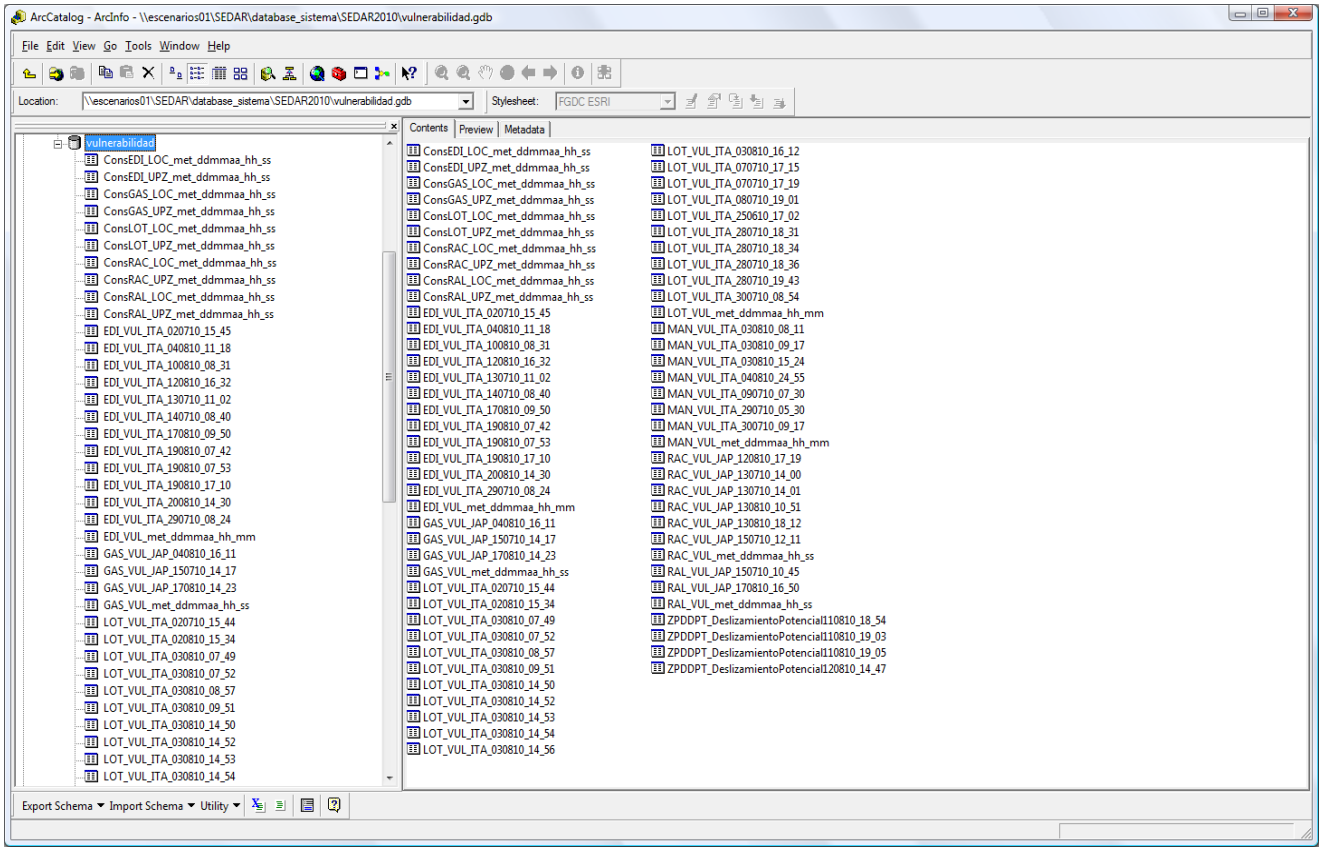


Figura 2.10. Modelo físico de la base de datos de resultados de vulnerabilidad (vulnerabilidad.gdb) implementada en el software ArcGIS 9.3

2.5.4.4 Base de datos de resultados de daño (daño.gdb)

La **Figura 2.11** presenta la base de datos de resultados de daño (daño.gdb) que ha sido implementada en el software ArcGIS 9.3 (ArcCatalog). La implementación física se realizó mediante herramientas CASE y de acuerdo con la metodología especificada por el desarrollador de este software (ESRI, 2005b); (ESRI, 2008).

Las características de configuración de la base de datos son las siguientes:

- Ruta de acceso: \\escenarios01\F:\SEDAR\database_sistema\SEDAR2010\daño.gdb
- Configuration keyword: DEFAULTS (un terabyte por dataset)
- Sistema de coordenadas y propiedades espaciales: no aplica

En el **Anexo 6** se presenta la documentación (diccionario de datos) de la base de datos de resultados de daño en formato *.mht la cual fue generada mediante un editor de XML (GDB xRay 4.1) a partir del modelo físico implementado.

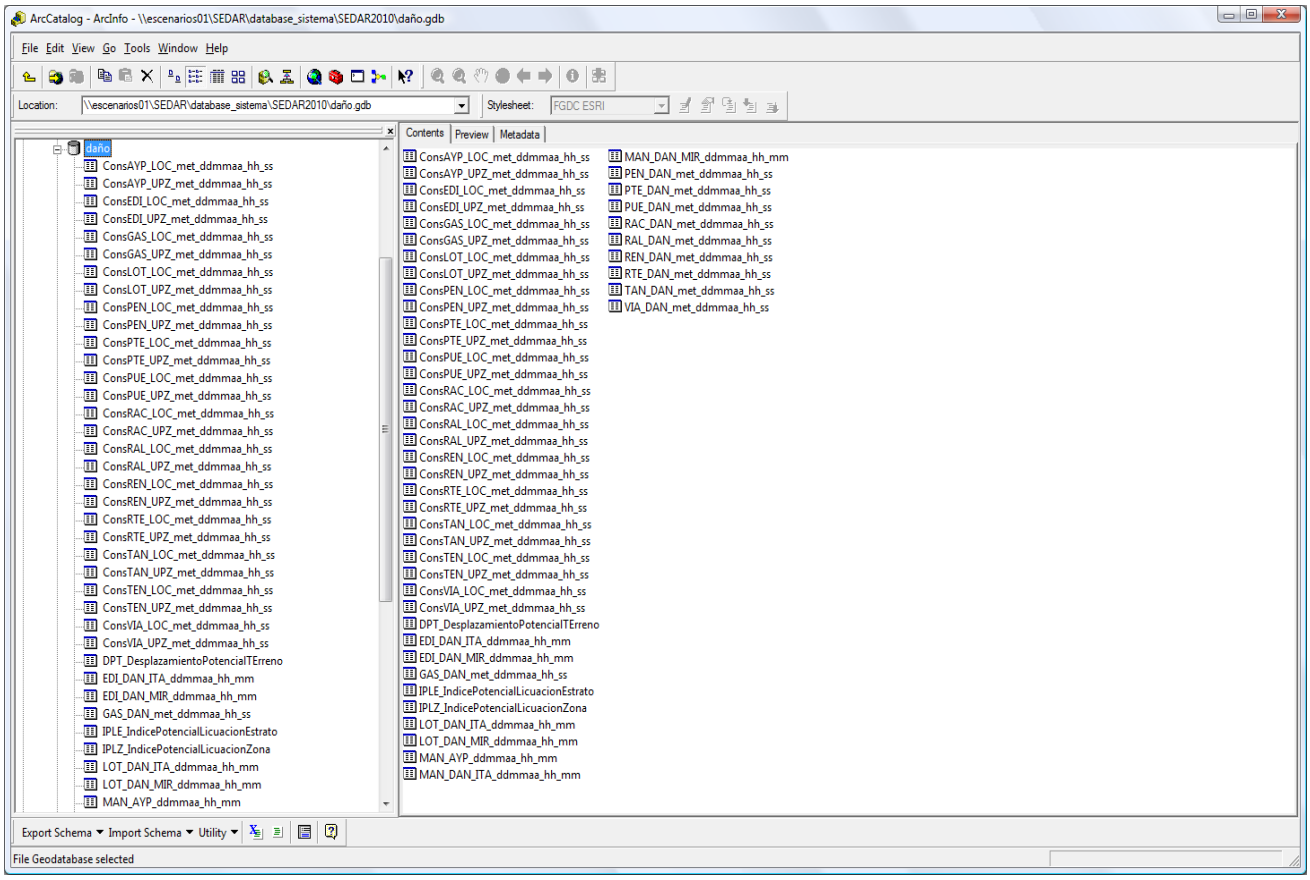


Figura 2.11. Modelo físico de la base de datos de resultados de daño (daño.gdb) implementada en el software ArcGIS 9.3

2.5.5 Actualización y mantenimiento del modelo de datos

Durante el proceso de elaboración del modelo de datos de la aplicación se estableció un esquema de trabajo que permite ejecutar la metodología descrita en el numeral 2.5.1 de este documento. Dicho esquema de trabajo permite desarrollar las tres fases de diseño (modelo conceptual, modelo lógico y modelo físico, ver **Figura 2.6**) mediante el uso de herramientas de modelamiento e implementación (i.e. UML2.0, herramientas CASE, ArcGIS 9.3 y editores de XML).

La **Figura 2.12** describe el esquema de trabajo propuesto para realizar la actualización y mantenimiento del modelo lógico, del modelo físico y de la documentación (diccionario de datos) de las bases de datos del sistema. El esquema de trabajo aplica para los cuatro tipos de modelos de datos (sistema, data, vulnerabilidad y daño) y la metodología es la siguiente:

2.5.5.1 Modelo lógico

a) Generar el modelo lógico de la base de datos en UML2.0 mediante una herramienta CASE (MS Visio 2003) y el modelo "ArcInfoUMLModel.vsd" suministrada por ESRI.

b) Desde la herramienta CASE, exportar el modelo lógico en formato *.xml haciendo uso de complemento "ESRIExportToXml.bas" suministrado por ESRI.

c) Desde la herramienta CASE, validar el archivo *.xml mediante el complemento "Semantics checker" suministrado por ESRI.

d) Desde la herramienta CASE, exportar el modelo lógico validado en formato *.xml haciendo uso de complemento "ESRIExportToXml.bas" suministrado por ESRI.

2.5.5.2 Modelo físico

a) Desde ArcCatalog crear una nueva "file Geotadabase".

b) Desde ArcCatalog, implementar físicamente el modelo de datos en la "file Geodatabase" vacía mediante la herramienta "Case Schema Creation".

c) Desde ArcCatalog, exportar nuevamente la "file Geodatabase" en formato xml mediante el comando "Export XML WorkSpace Document".

d) Desde el editor de xml (GDB Xray) abrir el "XML WorkSpace Document" generado en f).

e) En el editor de xml especificar el sistema de referencia espacial

f) En el editor de xml generar la documentación del modelo de datos (descripción de entidades, atributos, relaciones y alias).

g) Desde el editor de xml guardar el "XML WorkSpace Document".

h) Validar la semántica del archivo XML.

i) Desde ArcCatalog, importar el "XML WorkSpace Document" mediante el comando "Import XML WorkSpace Document" en la misma base de datos implementada en el literal b).

2.5.5.3 Documentación

a) Desde el editor de xml (GDB Xray) abrir el "XML WorkSpace Document" generado en el literal g) del numeral anterior.

b) En el editor de xml exportar la documentación del modelo de datos en formato *.mht

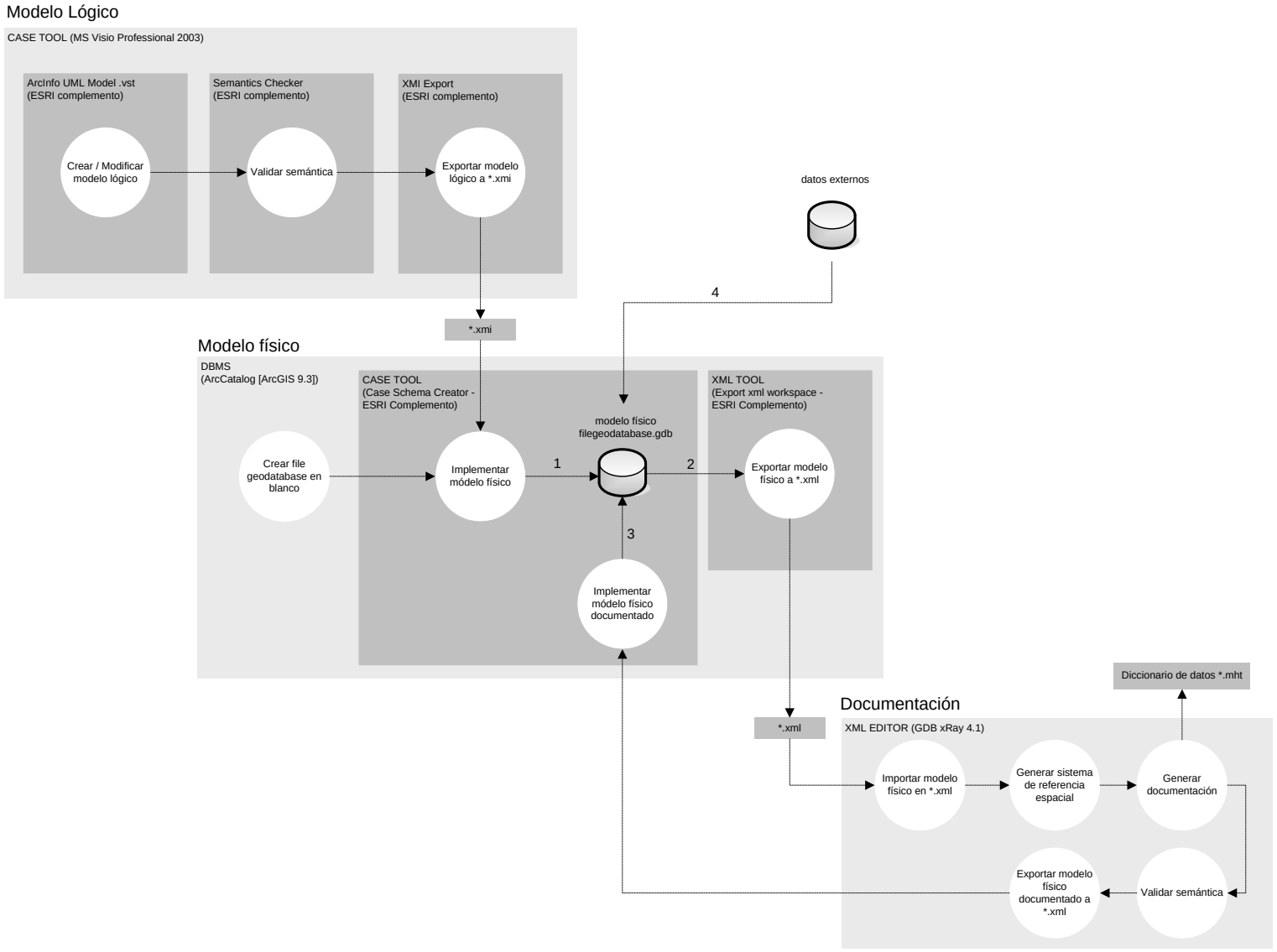


Figura 2.12. Esquema de trabajo para la creación, actualización y mantenimiento del modelo de datos

2.6 DESPLIEGUE DE LA APLICACIÓN

Para proteger la información de manipulación accidental desde el entorno ArcGis, y debido a la selección de lenguaje Java como lenguaje de programación del producto, la aplicación es independiente y utiliza objetos de ArcGis Engine (Arcgis solo permite integrar en su interfaz módulos desarrollados con la plataforma .net de Microsoft). La aplicación se despliega como un archivo bytecode que se ejecutará por una máquina virtual de Java.

Todas las clases y archivos de configuración desarrollados en la fase de programación se encuentran en un único archivo JAR; las librerías y objetos externos de Arcgis se almacenan en archivos JAR independientes, que deberán estar presentes para permitir la ejecución. No hay restricciones acerca de qué carpeta utilizar para almacenar el archivo JAR ejecutable.

El directorio de archivos donde se instala la aplicación luce de esta manera:

[Unidad:]\[Directorio de instalación].\SistemaCalculo.jar

[Unidad:]\[Directorio de instalación].\LIB\[Archivos Jar Externos]

El sistema se conecta a una base de datos GDB que preferiblemente debe encontrarse almacenada en el mismo equipo local donde se ejecuta la aplicación, aunque puede trabajar aún si la base de datos sólo se encuentra disponible a través de la red.

El aplicativo no requiere de servidores de aplicaciones para ejecutarse, por lo tanto el formato dispuesto por la entidad para despliegue de aplicaciones web no aplica.

CAPÍTULO 3

3 MANUAL DEL USUARIO DEL APLICATIVO

El presente numeral describe detalladamente el funcionamiento de la aplicación SEDAR para el usuario común. Incluye una lista de prerrequisitos para su correcto funcionamiento, así como una guía de instalación de estos.

3.1 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS

El sistema puede ejecutarse en equipos de características menores a las mencionadas a continuación, pero el rendimiento durante las corridas se ve reducido drásticamente en configuraciones menores a las aquí mencionadas.

Procesador: De doble núcleo de 2 GHz

Memoria: 2Gbytes

Espacio libre en disco duro: 3 Gbytes

3.1.1 Prerrequisitos

SEDAR es un sistema desarrollado en lenguaje JAVA, utilizando las librerías ArcObjects de ESRI. Para ejecutarse correctamente es necesario contar con:

Sistema operativo Windows XP, Windows Vista o Windows 7. *

Java Runtime Environment (JRE) 6.0 o superior.

ArcGis Desktop Administrator.

* Aunque las aplicaciones Java son multiplataforma, las librerías de ArcGis que utilizan componentes nativos solo están disponibles para sistemas Windows.

3.1.2 - Configuración del JRE

Si tiene problemas ejecutando la aplicación, o si desea comprobar la versión de la máquina virtual de Java que tiene instalada en su equipo, siga los siguientes pasos (Windows XP):

a) En el menú inicio, seleccione la opción “Ejecutar” (Ctrl + R).

b) En la caja de diálogo escriba “cmd” (sin comillas) y pulse Aceptar.

c) En la consola de comandos de DOS que obtiene escriba “java –versión” (sin comillas), y pulse Enter.

A continuación aparecerá en la consola información sobre la versión de la máquina virtual, como se muestra en la **Figura 3.1**.



Figura 3.1. Comprobación de versión maquina virtual de java

El número de versión debe ser 1.6.x.

Si obtiene un mensaje de error diciendo que "java" no se reconoce el comando interno o externo, es posible que no tenga instalado el runtime de Java. Para descargar la última versión del Java Runtime Environment , o para buscar ayuda en la instalación de la máquina virtual, consulte el siguiente enlace:

http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html

3.1.3 Acceso a Licencia de ArcGis

Debe configurar el desktop administrator de ArcGis para que busque un administrador de licencias que brinde acceso a licencias para ArcInfo o para ArcView. SEDAR busca conectarse a este administrador de licencias para poder iniciar la ejecución.

3.2 INSTALACIÓN

El sistema sedar se compone de 3 archivos, y dos bases de datos (inicialmente, éste número crece a medida que se creen nuevos escenarios de amenaza, y se calculen resultados de vulnerabilidad).

Para instalar SEDAR debe copiar los archivos "SEDAR.jar", "ArcObjects.jar" y "DatePicker-V0.99-2006.09.01.jar" en la misma carpeta (cualquier carpeta de su elección en su sistema de archivos).

Por otra parte, debe copiar las bases de datos de información de elementos y del sistema en la ruta de su elección, y tomar nota de éstas rutas.

Se sugiere que las rutas de las bases de datos sean:

- "C:\SEDAR\database_sistema\SEDAR2010\sistema.gdb" para la base de datos del sistema.
- "C:\SEDAR\database_sistema\SEDAR2010\data.gdb" para la base de datos de elementos expuestos.
- "C:\SEDAR\database_sistema\SEDAR2010\data.gdb" para la base de datos de resultados de vulnerabilidad.
- "C:\SEDAR\database_sistema\SEDAR2010\" como directorio raíz para las bases de datos de resultados de daño.

Si decide copiar las bases de datos en un directorio diferente, deberá modificar el archivo de inicialización de la aplicación, que se encuentra dentro del archivo SEDAR.jar; para hacerlo siga los siguientes pasos:

- Abra el archivo SEDAR.jar con un gestor de archivos comprimidos (como Winzip o Winrar).

- Localice el archivo “applicationSettings.properties”, y ábralo en el bloc de notas, o en otra aplicación para edición de archivos de texto.
- Modifique los valores de las variables systemDatabaseName, inputDataGDB, vulnerabilityResultGDB y damageDir.
- licenseType=60
- systemDatabaseName=C:\\SEDAR\\database_sistema\\sedar2010\\sistema.gdb
- inputDataGDB=C:\\SEDAR\\database_sistema\\sedar2010\\data.gdb
- vulnerabilityResultGDB=C:\\SEDAR\\database_sistema\\sedar2010\\vulnerabilidad.gdb
- damageDir=C:\\SEDAR\\database_sistema\\sedar2010\\

Nota: Como se aprecia en el ejemplo anterior El separador de directorios es un doble backslash (“\\”). Tenga cuidado con las rutas, si no están configuradas correctamente la aplicación no podrá iniciar.

3.3 EJECUCIÓN DE SEDAR

Para ejecutar SEDAR debe dar doble click en el archivo “SEDAR.jar”. Esto lanzará la aplicación, y no debería haber problemas en la pantalla de cargue (ver **Figura 3.2**) y despliegue de la pantalla principal.

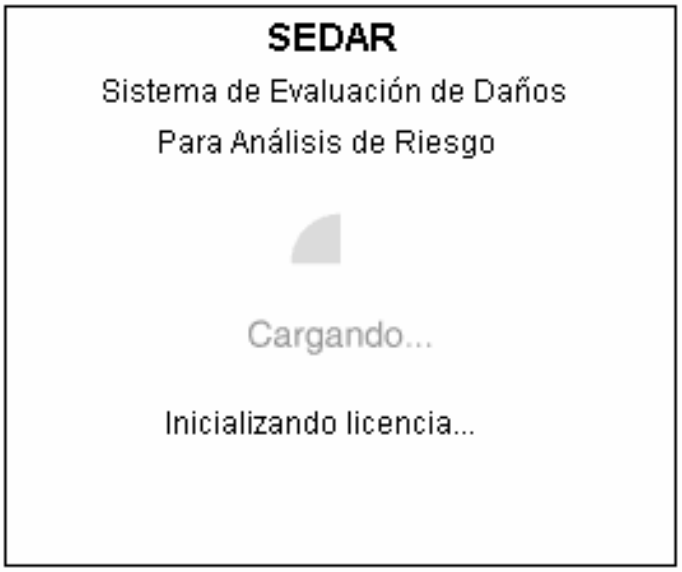


Figura 3.2. Pantalla de carga del sistema SEDAR.

A continuación se muestran algunos errores que pueden presentarse durante el lanzamiento de la aplicación, y se da una descripción del error y cómo puede solucionarse:

- Al intentar ejecutar la aplicación se muestra una ventana “Abrir con” como se muestra en la **Figura 3.3**.
- Causa y solución: Este mensaje se obtiene si no está instalada correctamente el Java Runtime Environment. Para instalarlo diríjase al siguiente enlace: http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html

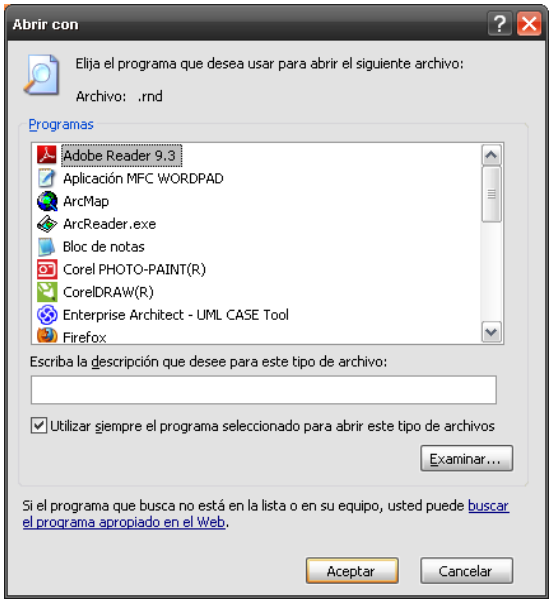


Figura 3.3. Seleccionar aplicación

- Se muestra la pantalla de cargue, pero se obtiene el siguiente mensaje de error antes de ver la pantalla principal. La aplicación finaliza (Ver **Figura 3.4**).

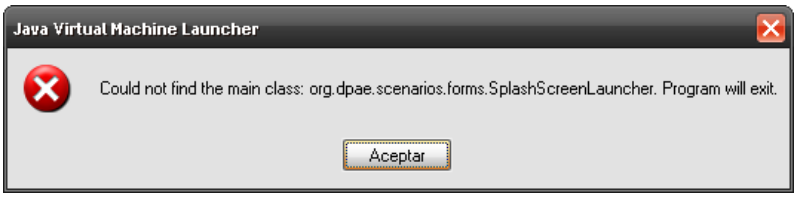


Figura 3.4. Error al cargar SEDAR

Causa y solución: El mensaje se muestra cuando se produce un error inesperado cargando la clase principal. En la aplicación SEDAR, esto se da porque no es posible crear el enlace entre la aplicación y las librerías de Arcgis. Para solucionar el problema debe copiar las librerías “ArcObjects.jar” y “DatePicker-V0.99-2006.09.01.jar” en el mismo directorio donde está “SEDAR.jar”.

- Se muestra la pantalla de cargue, se logra inicializar la licencia, pero se obtiene el siguiente mensaje de error antes de ver la pantalla principal. La aplicación finaliza al dar clic en aceptar (Ver **Figura 3.5**).

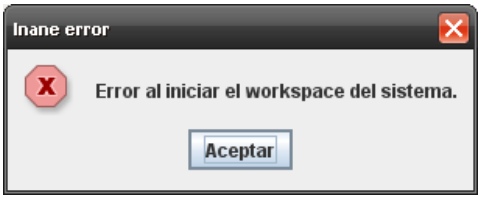


Figura 3.5. Error al cargar las bases de datos

Causa y solución: Las rutas de las bases de datos están mal escritas en el archivo “applicationSettings.properties”. Consulte la sección “Instalación” para ver cómo solucionar el problema.

3.4 PANTALLA PRINCIPAL

Una vez finaliza la inicialización de la licencia y el cargue inicial de la información necesaria para ejecutar SEDAR, se mostrará la pantalla principal de la aplicación (ver **Figura 3.6**), compuesta por una barra de título, una barra de menús, y un área de trabajo.



Figura 3.6. Pantalla principal

La barra de título siempre muestra el nombre de la aplicación "SEDAR-Sistema de evaluación de Daños para Análisis de Riesgo", pero adicionalmente puede mostrar el nombre del escenario de amenaza seleccionado por el usuario.

3.5 MENÚ ARCHIVO

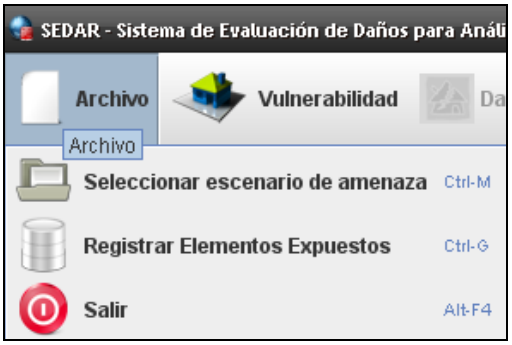


Figura 3.7. Menú archivo

3.5.1 Seleccionar escenario de amenaza

Permite cambiar el escenario de amenaza seleccionado actualmente, o seleccionar un escenario si aún no hay alguno seleccionado. Al dar clic en ésta opción se despliega la pantalla de selección de escenarios de amenaza donde se listan los escenarios registrados en el sistema, así como información detallada del escenario seleccionado, como se muestra en la **Figura 3.8**.

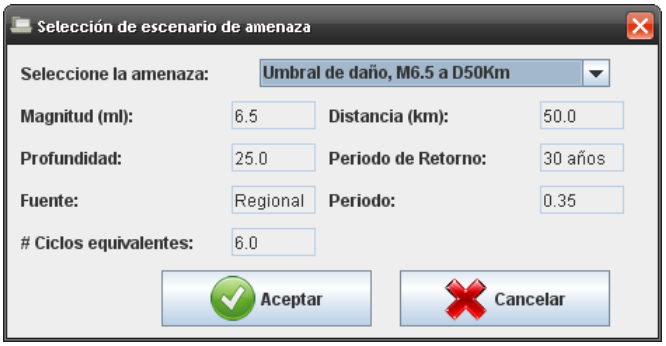


Figura 3.8. Selección del escenario de amenaza

Al dar clic en Aceptar se cambiará el escenario de amenaza trabajo por el que se encuentre seleccionado en la pantalla. Pulsar el botón Cancelar no producirá cambios en el sistema.

Nota: Los escenarios de amenaza deben registrarse manualmente en la base de datos del sistema. SEDAR no ofrece una funcionalidad para registro de escenarios.

3.5.2 Registrar Elementos Expuestos

Al dar clic en esta opción del menú se muestra la pantalla de elementos expuestos (**Figura 3.9**). Esta pantalla presenta una lista de todas las tipologías de elementos que maneja la aplicación, y para cada una de ellas, un listado de las versiones que han sido registradas.

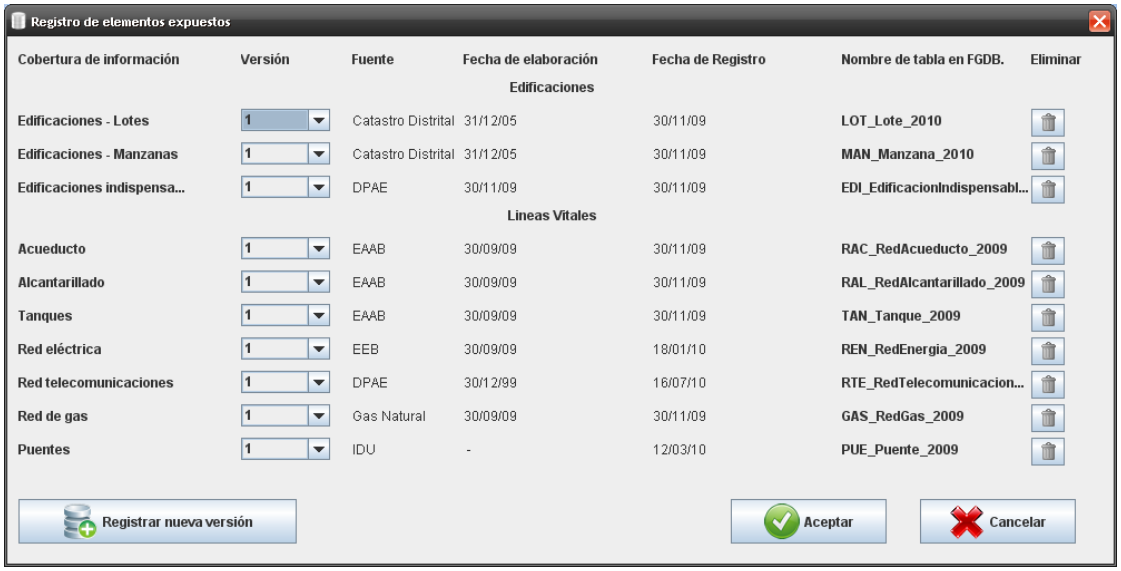


Figura 3.9. Registro de elementos expuestos

Para cada tipología se dispone de una caja de selección que muestra el número de versión registrada para cada tipología. Al cambiar el número de versión se actualiza la información de fecha de elaboración, fecha de registro, Nombre de la tabla en la base de datos, y Fuente. En la parte derecha de la pantalla hay una serie de botones que permiten eliminar las versiones registradas.

Para eliminar una versión debe asegurarse que ésta no haya sido utilizada como punto de partida para obtener resultados, ya sea de daño o de vulnerabilidad.

Finalmente, en la parte inferior izquierda verá el botón "Registrar nueva versión". Al pulsar el botón aparecerá la pantalla de registro (**Figura 3.10**).



Figura 3.10. Registro de elementos

La pantalla de registro muestra en la parte superior una lista de todas las tipologías que son manipuladas por la aplicación. Al cambiar la tipología seleccionada se actualiza la parte inferior para que en la lista de tablas aparezcan aquellas que correspondan con la tipología seleccionada y que aún no han sido registradas.

Pulse el botón aceptar para continuar el proceso de registro, pulse Cancelar para volver a la pantalla anterior sin ejercer cambios.

Nota: Las tablas que aparecen listadas en la pantalla de registro deben ser creadas manualmente en la base de datos de elementos, y cumplir con las siguientes reglas de nombramiento:

- Las tablas de acueducto deben estar en el dataset AcueductoyAlcantarillado y comienzan con el prefijo RAC.
- Las tablas de alcantarillado deben estar en el dataset AcueductoyAlcantarillado y comienzan con el prefijo RAL.
- Las tablas de tanques deben estar en el dataset AcueductoyAlcantarillado y comienzan con el prefijo TAN.
- Las tablas de edificaciones normales deben estar en el dataset Edificaciones, y comienzan con el prefijo LOT para el featureClass de lotes, y MAN para el de manzanas.
- Las tablas de edificaciones indispensables deben estar en el dataset EdificacionesIndispensables, y comienzan con el prefijo ED I.

- Las tablas de la red de Energía deben estar en el dataset Energía, y comienzan con el prefijo REN.
- Las tablas de la red de distribución de Gas deben estar en el dataset Gas, y comienzan con el prefijo GAS
- Las tablas de la red de Telecomunicaciones deben estar en el dataset Telecomunicaciones, y comienzan con el prefijo RTE.

Adicionalmente, las tablas deben tener la misma estructura que describe el diccionario de datos y prepararse de acuerdo con la guía de estructuración de información presentada en el **Anexo 7**.

Antes de registrar una tabla, SEDAR comprueba que los campos y tipos de datos de la nueva tabla sean idénticos a los descritos en el diccionario de datos. En caso de que la validación no sea satisfactoria, se mostrará un mensaje de error como el que se muestra en la **Figura 3.13**, y la tabla no será registrada.

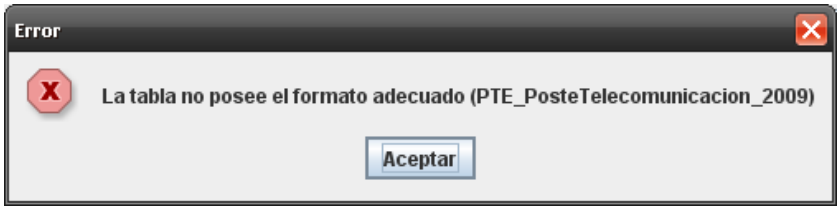


Figura 3.11. Error de compatibilidad con el modelo de datos

3.5.3 Salir

Termina la ejecución de SEDAR. Primero pide al usuario que asegure que desea cerrar la aplicación (ver **Figura 3.12**).

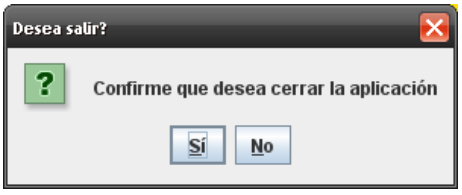


Figura 3.12. Cerrar la aplicación

3.6 MENÚ VULNERABILIDAD

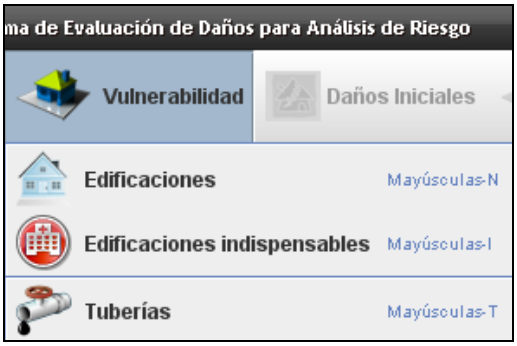


Figura 3.13. Menú vulnerabilidad

Permite lanzar las rutinas para cálculo de resultados de vulnerabilidad para las tipologías que lo permiten.

3.6.1 Edificaciones

Muestra la pantalla de lanzamiento de la rutina de cálculo de vulnerabilidad del método italiano para edificaciones normales.

El aspecto de las pantallas de lanzamiento es similar para todas las rutinas que se ejecutan en SEDAR. El aspecto es similar al mostrado en la **Figura 3.14**.

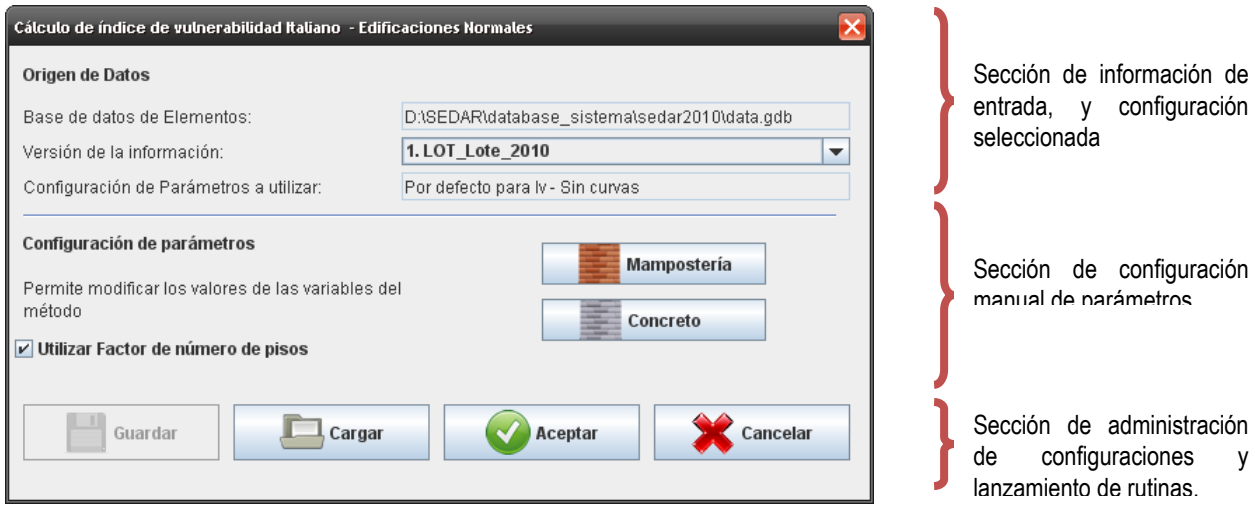
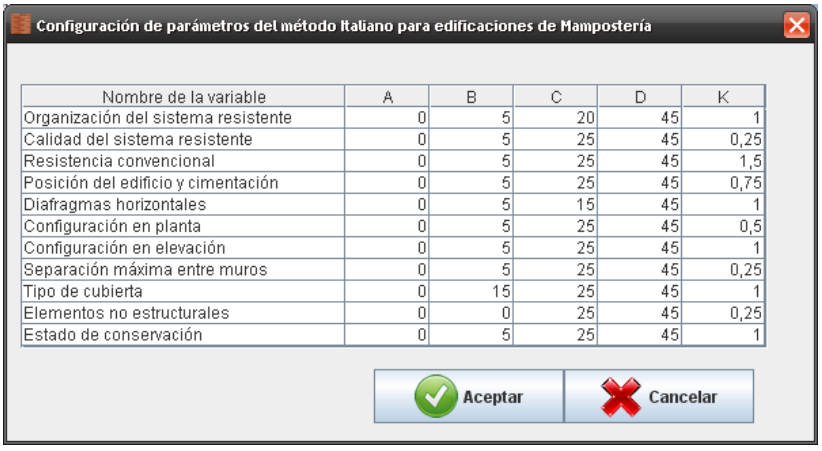


Figura 3.14. Configuración del índice de vulnerabilidad en edificaciones

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: en este caso se listarán las tablas de edificaciones normales (Lotes) que hayan sido registradas en el sistema, y se mostrará la ruta en disco duro de la base de datos de elementos. También aparece el nombre de la configuración con la que se ejecutará el método.

Sección de configuración manual de parámetros: En el cálculo de vulnerabilidad de edificaciones aparecen dos botones que permiten configurar los parámetros utilizados por la rutina para construcciones de mampostería (**Figura 3.15**) y concreto (**Figura 3.16**). Al pulsar en estos botones aparecerán las pantallas de configuración específicas para estos parámetros.



Nombre de la variable	A	B	C	D	K
Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1
Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
Resistencia convencional	0	5	25	45	1,5
Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0,75
Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1
Configuración en planta	0	5	25	45	0,5
Configuración en elevación	0	5	25	45	1
Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
Tipo de cubierta	0	15	25	45	1
Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
Estado de conservación	0	5	25	45	1

Figura 3.15. Configuración de parámetros método italiano edificaciones en mampostería

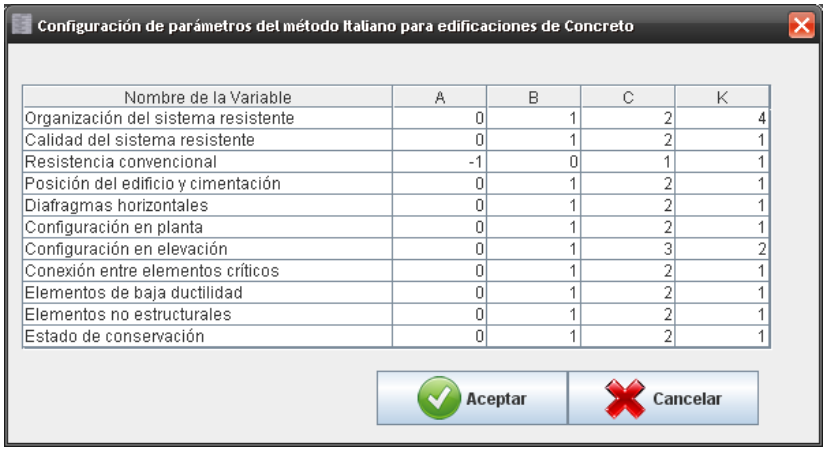


Figura 3.16. Configuración de parámetros método italiano edificaciones en concreto reforzado

Sección de administración de configuraciones y lanzamiento de rutinas: Permite guardar y cargar configuraciones de parámetros en la base de datos del sistema. Al pulsar en el botón aceptar se inicia la ejecución de la corrida. Esta sección funciona de manera idéntica para todas las interfaces de lanzamiento, por lo tanto no será descrita nuevamente en el resto del presente documento.

3.6.2 Edificaciones Indispensables

Muestra la pantalla de lanzamiento de la rutina de cálculo de vulnerabilidad del método italiano para edificaciones Indispensables. El aspecto de la pantalla es igual al de edificaciones normales, con la salvedad que la Sección de información de entrada y configuración seleccionada listará las tablas de edificaciones indispensables que hayan sido registradas en el sistema. El funcionamiento de la pantalla es el mismo.

3.6.3 Tuberías

Muestra la pantalla de lanzamiento para la rutina de cálculo de vulnerabilidad en tuberías de acueducto, gas y acueducto (ver **Figura 3.17**).



Figura 3.17. Configuración del método japonés

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de acueducto, alcantarillado y gas que hayan sido registradas en el sistema, y se mostrará la ruta en disco duro de la base de datos de elementos. También aparece el nombre de la configuración con la que se ejecutará el método.

Sección de configuración manual de parámetros (**Figura 3.18**): Contiene un botón que permitirá seleccionar los parámetros utilizados en el cálculo de vulnerabilidad de tuberías, que incluyen los factores de corrección por material (CP), condiciones de terreno (CG y CL) y por diámetro (CD).

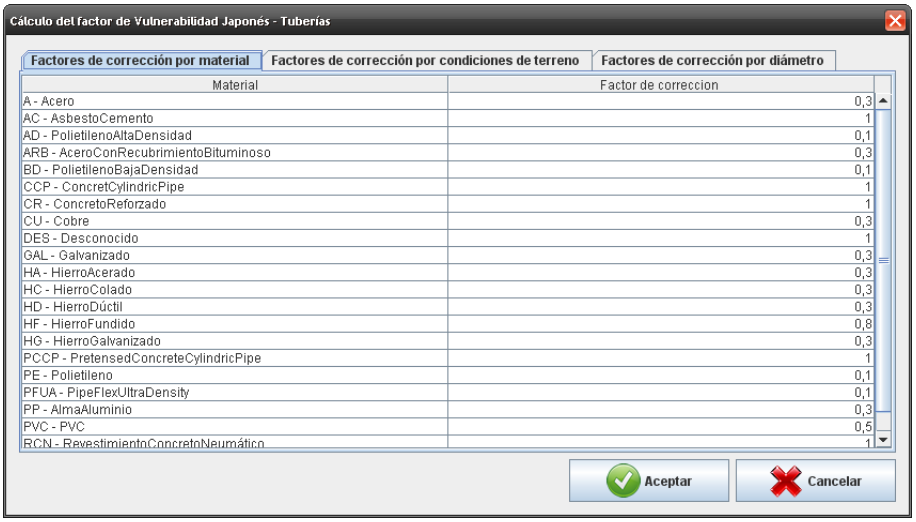


Figura 3.18. Configuración de factores de corrección por material de la conducción

La pestaña para configurar factores de corrección por material muestra todos los materiales y el factor de corrección asociado a cada material. Permite asignar un nuevo valor numérico, pero no es posible registrar nuevos materiales, pues todos hacen parte de un dominio en la base de datos de elementos (ver **Figura 3.19**).

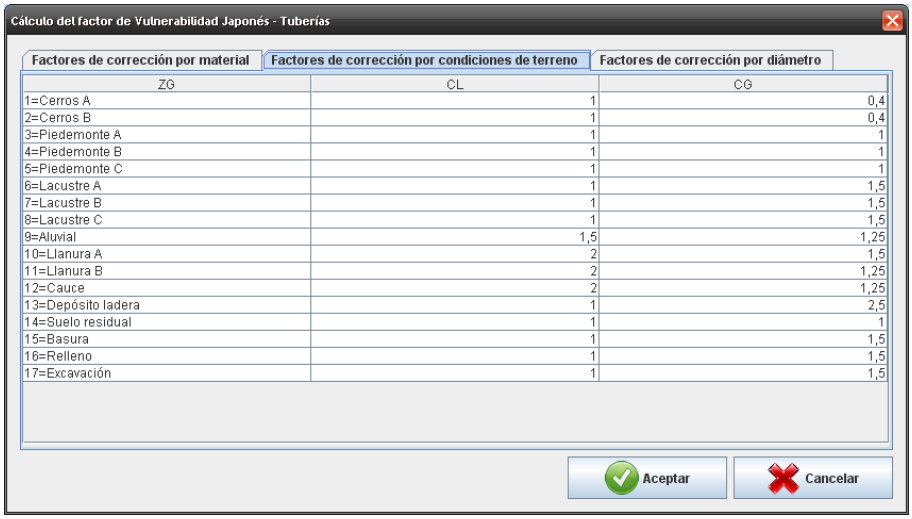


Figura 3.19. Configuración de factores de corrección por condiciones del terreno

Los factores de corrección por condiciones de terreno son CL y CG. Pueden configurarse desde la misma pantalla para cada una de las zonas registradas en la tabla de terreno en la base de datos de elementos (ver **Figura 3.20**).

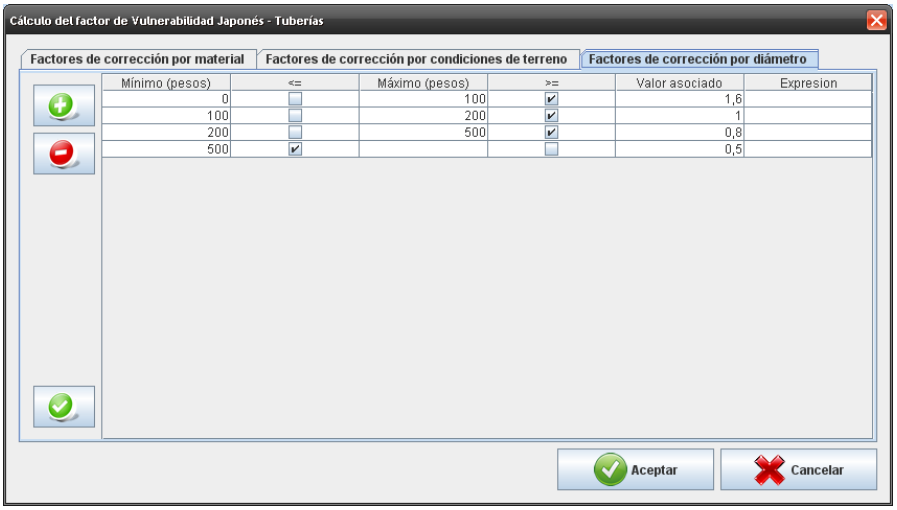


Figura 3.20. Factores de corrección por diámetro de la conducción

La pestaña de factores de corrección por diámetro muestra inicialmente la configuración por defecto. Estos valores son rangos de diámetros para los que se asocia un valor. Pueden crearse o eliminarse tantas filas como sea necesario.

3.7 MENÚ DAÑOS INICIALES



Figura 3.21. Menú de daños iníciales

Las opciones del menú Daños Iniciales permiten calcular los daños sufridos en los elementos según el escenario de amenaza seleccionado por el usuario. El menú aparece deshabilitado si no hay escenario seleccionado.

3.7.1 Edificaciones, método Italiano

Lanza la pantalla de configuración de la rutina de cálculo de daños por el método italiano (ver **Figura 3.22**).

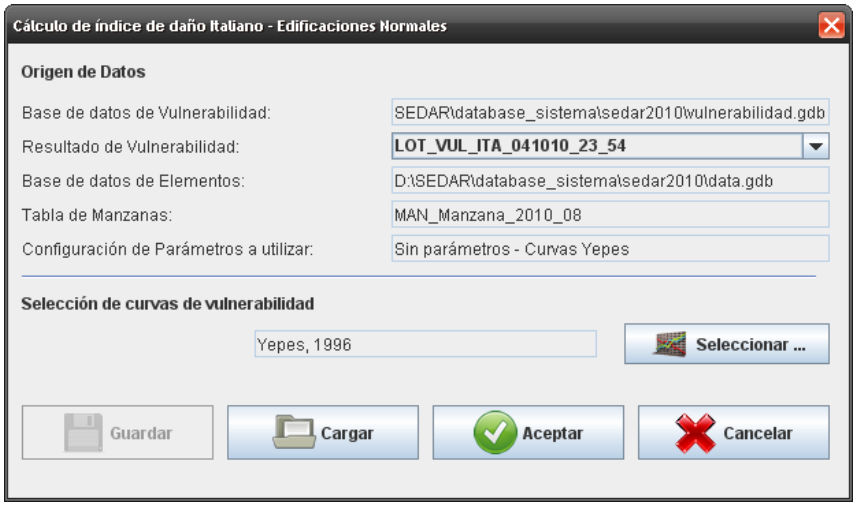


Figura 3.22. Configuración del método italiano para daño en edificaciones

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de resultados de vulnerabilidad obtenidas para edificaciones normales. Se mostrará la ruta en disco duro de la base de datos de vulnerabilidad. También aparece el nombre de la configuración con la que se ejecutará el método.

Sección de configuración manual de parámetros (**Figura 3.23**): Contiene un botón que permitirá seleccionar la curva de vulnerabilidad utilizada durante el cálculo de daño.

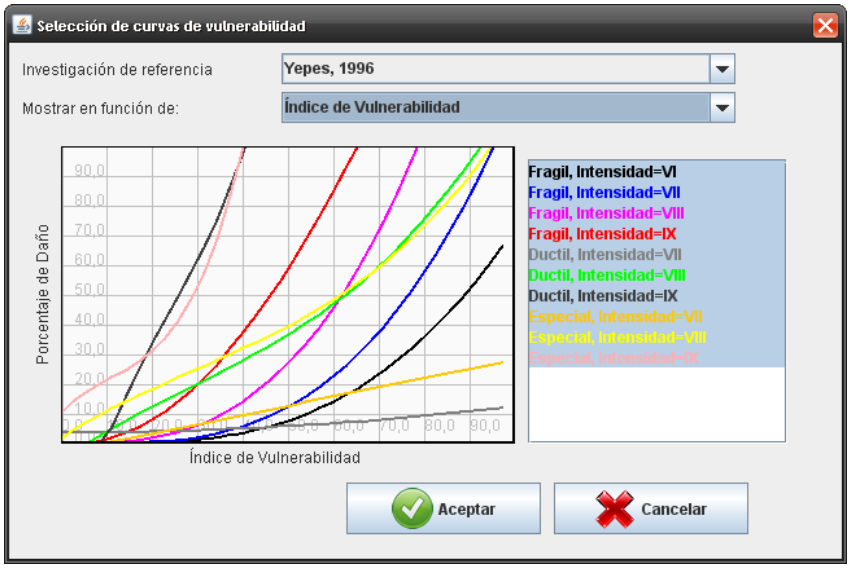


Figura 3.23. Selección de curvas de vulnerabilidad

En esta pantalla se mostrará en la parte superior una lista de las familias de funciones disponibles para la rutina y tipología seleccionada. Abajo se listarán las unidades en las que se obtiene el valor resultante al despejar la función. Y más abajo se graficarán las funciones que estén seleccionadas en la parte derecha de la pantalla.

Al dar clic en el botón aceptar se elegirá la familia de curvas que se encuentre seleccionada actualmente para ser utilizada en el proceso de cálculo de índice de daño.

3.7.2 Edificaciones, método Miranda

Al seleccionar esta opción en el menú se desplegará la pantalla de configuración de la rutina de cálculo de daño del método Miranda, como se muestra en la **Figura 3.24**.



Figura 3.24. Configuración del Método Miranda

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de resultados de edificaciones normales registradas en la base de datos del sistema. Se mostrará la ruta en disco duro de la base de datos de elementos. También aparece el nombre de la configuración con la que se ejecutará el método.

Sección de configuración manual de parámetros (**Figura 3.25**): Contiene dos botones, el primero (configurar parámetros) que permite modificar los valores por defecto para las variables alfa del método Miranda, y el segundo (seleccionar investigación) permitirá seleccionar la curva de vulnerabilidad utilizada durante el cálculo de daño. Es la misma pantalla que se utiliza en la rutina de cálculo de daño del método italiano

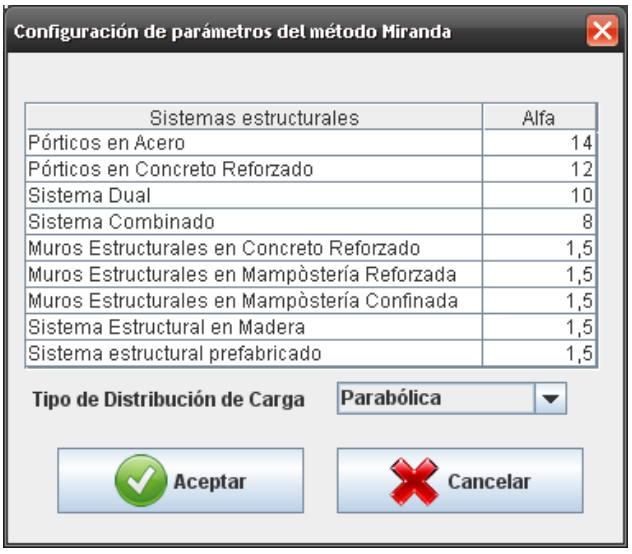


Figura 3.25. Configuración parámetros método Miranda

3.7.3 Edificaciones indispensables, método Italiano

Al seleccionar esta opción en el menú se desplegará la pantalla de configuración de la rutina de cálculo de daño del método Italiano. La pantalla es idéntica a la rutina de cálculo de daño por método italiano en edificaciones normales, con pequeños cambios en la siguiente sección:

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de resultados de vulnerabilidad de edificaciones indispensables registradas en la base de datos del sistema.

3.7.4 Edificaciones indispensables, método Miranda

Al seleccionar esta opción en el menú se desplegará la pantalla de configuración de la rutina de cálculo de daño del método Miranda. La pantalla es idéntica a la rutina de cálculo de daño por método Miranda en edificaciones normales, con pequeños cambios en la siguiente sección:

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de edificaciones indispensables registradas en la base de datos del sistema.

3.7.5 Tuberías

Al seleccionar esta opción en el menú se desplegará la pantalla de configuración de la rutina de cálculo de daño en tuberías por el método de Kubo y Katayama, como se muestra en la **Figura 3.26**.

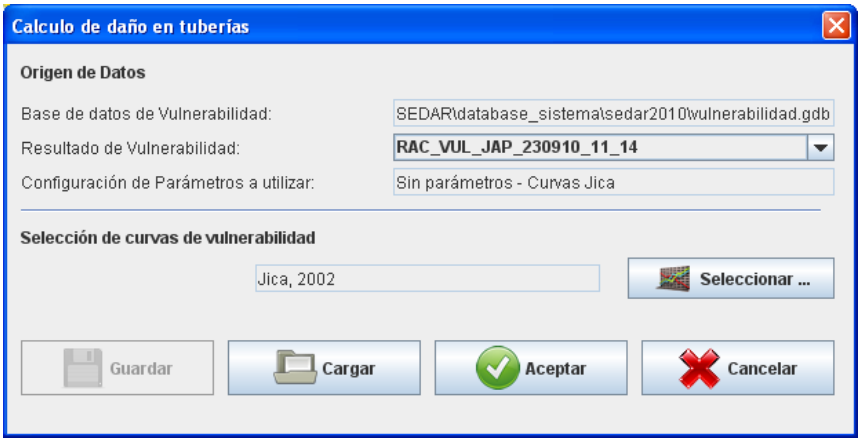


Figura 3.26. Configuración de corrida de daño en tuberías

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de resultados de vulnerabilidad calculadas para tuberías de acueducto, alcantarillado y gas. Se mostrará la ruta en disco duro de la base de datos de elementos. También aparece el nombre de la configuración con la que se ejecutará el método.

Sección de configuración manual de parámetros: Contiene un botón que permitirá seleccionar la curva de utilizada durante el cálculo, mediante la pantalla de selección de curvas descrita anteriormente.

3.7.6 Tanques

Al seleccionar esta opción en el menú se desplegará la pantalla de configuración de la rutina de cálculo de daño en tanques por el método ALA, como se muestra en la **Figura 3.27**.



Figura 3.27. Configuración de la corrida de daño en tanques

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de versiones registradas en el sistema para las topologías de tuberías de acueducto, alcantarillado y gas. Se mostrará la ruta en disco duro de la base de datos de vulnerabilidad. También aparece el nombre de la configuración con la que se ejecutará el método.

Sección de configuración manual de parámetros: Contiene un botón que permitirá seleccionar la curva de utilizada durante el cálculo, mediante la pantalla de selección de curvas descrita anteriormente.

3.7.7 Cables

Al seleccionar esta opción en el menú se desplegará la pantalla de configuración de la rutina de cálculo de daño en cables por el método Kubo y Katayama (ver **Figura 3.28**).



Figura 3.28. Configuración de la corrida de daño en cables

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas registras en el sistema para las redes de cableado eléctrico y de telecomunicaciones. Se mostrará la ruta en disco duro de la base de datos de elementos. También aparece el nombre de la configuración con la que se ejecutará el método.

Sección de configuración manual de parámetros: Contiene un botón que permitirá seleccionar la curva de utilizada durante el cálculo, mediante la pantalla de selección de curvas descrita anteriormente.

3.7.8 Puentes

Al seleccionar esta opción en el menú se desplegará la pantalla de configuración de la rutina de cálculo de daño en puentes por el método RSM, como se muestra en la **Figura 3.29**.



Figura 3.29. Configuración de la corrida de daño en puentes

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de puentes registras en el sistema. Se mostrará la ruta en disco duro de la base de datos de elementos. También aparece el nombre de la configuración con la que se ejecutará el método.

Sección de configuración manual de parámetros: Contiene un botón que permitirá seleccionar la curva de utilizada durante el cálculo, mediante la pantalla de selección de curvas descrita anteriormente.

3.7.9 Licuación

Al seleccionar esta opción en el menú se desplegará la pantalla de lanzamiento de la rutina de cálculo de afectaciones por licuación en el terreno (ver **Figura 3.30**). Esta rutina no tiene parámetros. Por lo tanto la Sección de información de entrada y configuración seleccionada no aparece visible y se deshabilitan los botones de cargue y almacenamiento de configuraciones.

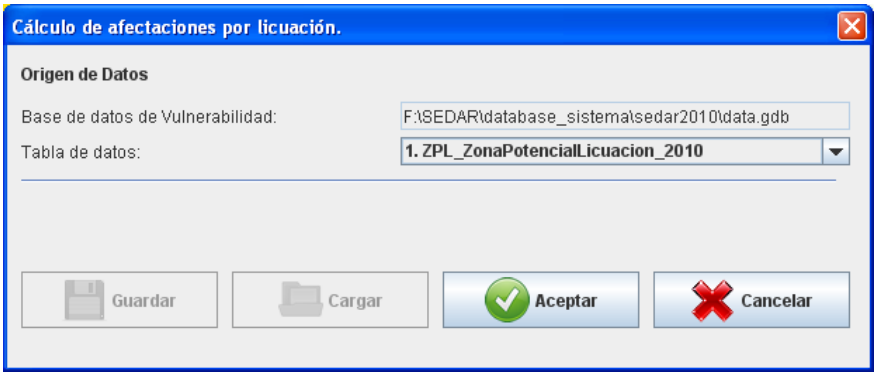


Figura 3.30. Configuración de la rutina para el cálculo de afectaciones por licuación

3.7.10 Deslizamiento

Al seleccionar esta opción en el menú se desplegará la pantalla de lanzamiento de la rutina de cálculo de afectaciones por deslizamiento en el terreno (ver **Figura 3.31**). Esta rutina no tiene parámetros. Por lo tanto la Sección de información de entrada y configuración seleccionada no aparece visible y se deshabilitan los botones de cargue y almacenamiento de configuraciones.

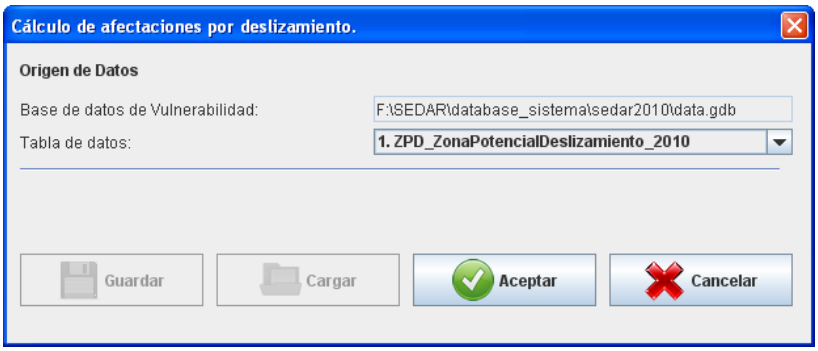


Figura 3.31. Configuración de la rutina para el cálculo de afectaciones por licuación

3.8 MENÚ DAÑOS SECUNDARIOS

Las opciones del menú Daños Secundarios permiten calcular los daños indirectos sufridos en los elementos debido al daño en el terreno. El menú aparece deshabilitado si no hay escenario seleccionado. En la **Figura 3.32** se muestra dicho menú.

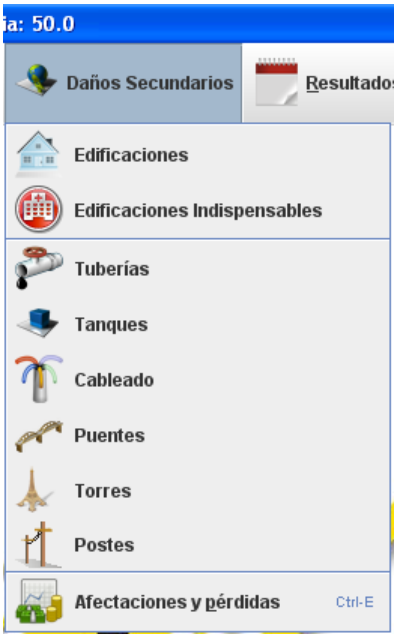


Figura 3.32. Menú de lanzamiento de la sección de daños secundarios

Casi todos los elementos requieren que se haya calculado el daño inicial para poder calcular los daños secundarios. Solo Torres y Postes pueden calcularse sin ejecutar un cálculo de daño inicial.

3.8.1 Edificaciones y edificaciones Indispensables

Al seleccionar las opciones de Edificaciones y Edificaciones Indispensables se desplegará una ventana como la mostrada en la **Figura 3.33**, que listará todos los resultados de daño calculados para edificaciones normales e indispensables, tanto por método Miranda como por método Italiano.

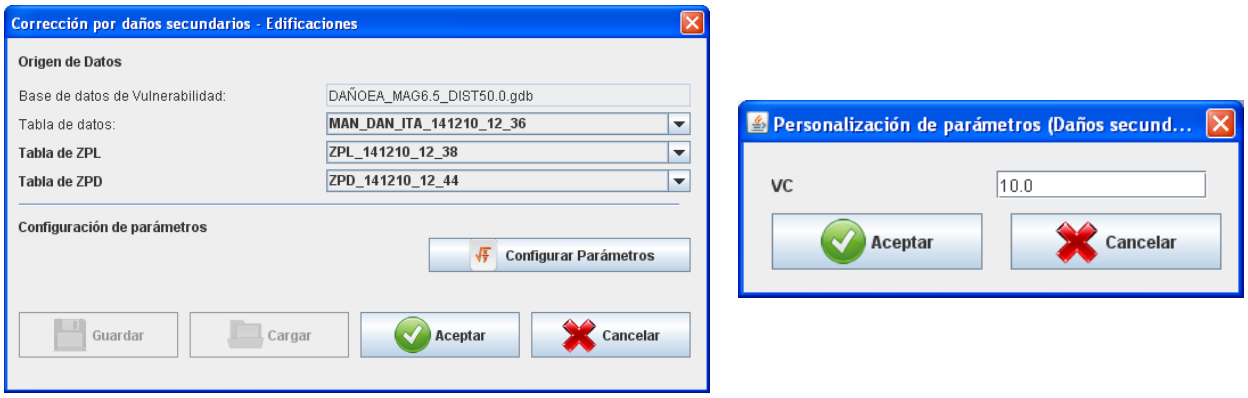


Figura 3.33. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en edificaciones

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de resultados obtenidas para cálculo de daño en Edificaciones tanto por método Italiano como por método Miranda. También incluye una lista de los resultados de daño en el terreno por licuación y deslizamiento para el escenario de amenaza actual. Sección de configuración manual de parámetros: Permite configurar el valor del parámetro de corrección VC.

3.8.2 Tuberías.

Al seleccionar la opción de Tuberías se desplegará la ventana de lanzamiento del método de cálculo de daños secundarios en tuberías, que incluye tuberías de acueducto, gas y alcantarillado, como se muestra en la **Figura 3.34**.

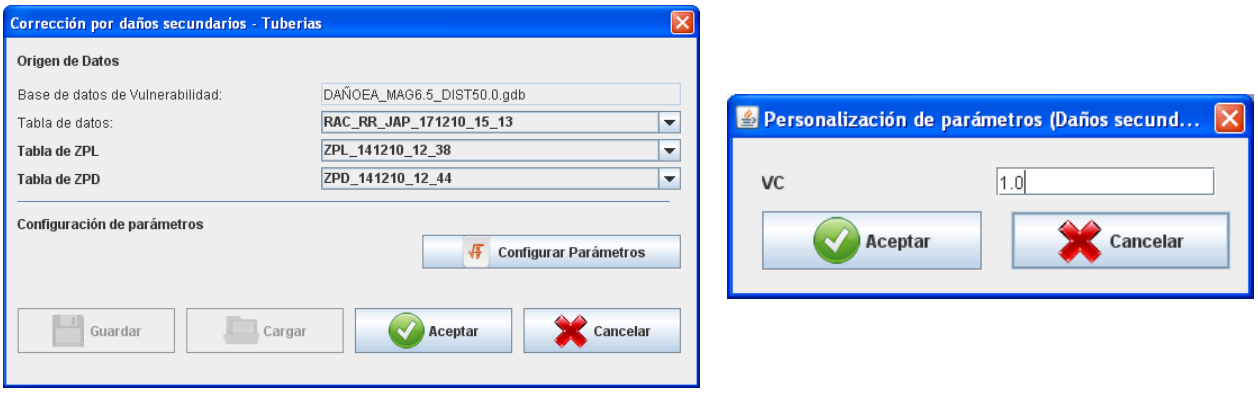


Figura 3.34. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en tuberías

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de resultados obtenidas para cálculo de daño en tuberías de Acueducto, alcantarillado y gas. También incluye una lista de los resultados de daño en el terreno por licuación y deslizamiento para el escenario de amenaza actual. Sección de configuración manual de parámetros: Permite configurar el valor del parámetro de corrección VC.

3.8.3 Tanques.

Despliega la pantalla de lanzamiento de la rutina de cálculo de daños secundarios en tanques, como se muestra en la **Figura 3.35**.

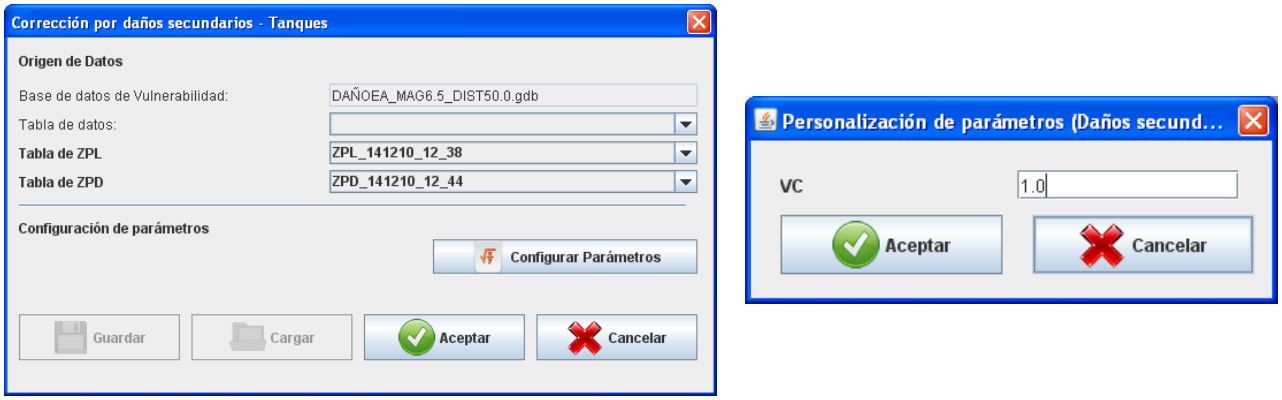


Figura 3.35. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en tanques

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de resultados obtenidas para cálculo de daño en Tanques. También incluye una lista de los resultados de daño en el terreno por licuación y deslizamiento para el escenario de amenaza actual. Sección de configuración manual de parámetros: Permite configurar el valor del parámetro de corrección VC.

3.8.4 Cableado.

Despliega la pantalla de lanzamiento de la rutina de cálculo de daños secundarios en redes de cableado eléctrico y de telecomunicaciones. Esta pantalla se muestra en la **Figura 3.36**.

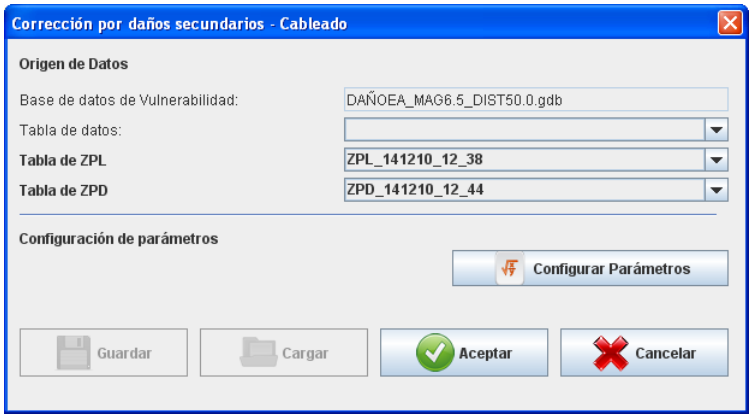


Figura 3.36. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en cableado

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de resultados obtenidas para cálculo de daño en redes de cableado de postes y telecomunicaciones. También incluye una lista de los resultados de daño en el terreno por licuación y deslizamiento para el escenario de amenaza actual. Sección de configuración manual de parámetros: Permite configurar el valor del parámetro de corrección VC.

3.8.5 Puentes.

Despliega la pantalla de lanzamiento de la rutina de cálculo de daños secundarios en puentes, como se muestra en la **Figura 3.37**.

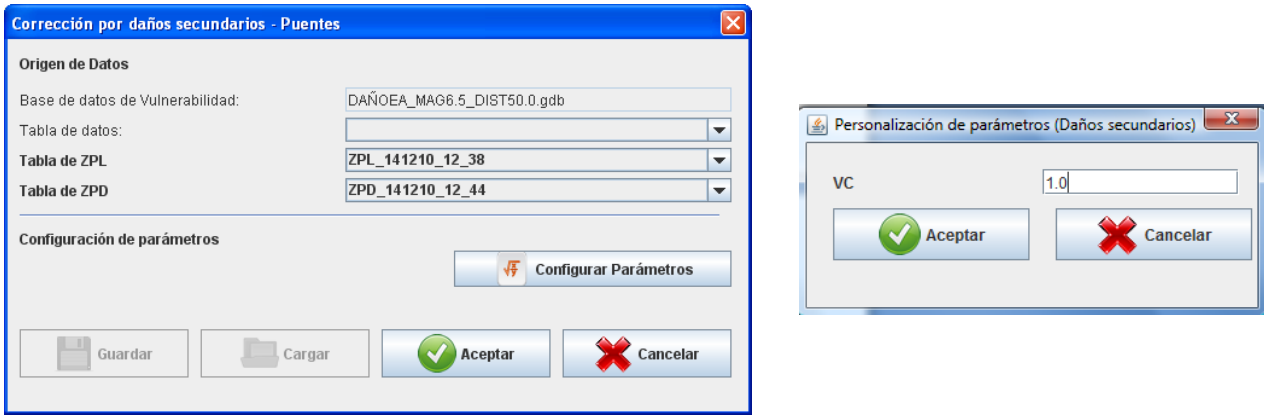


Figura 3.37. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en puentes

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas de resultados obtenidas para cálculo de daño en puentes. Incluye una lista de los resultados de daño en el terreno por licuación y deslizamiento para el escenario de amenaza actual. Sección de configuración manual de parámetros: Permite configurar el valor del parámetro de corrección VC.

3.8.6 Torres

Despliega la pantalla de lanzamiento de la rutina de cálculo de daños secundarios en Torres de luz y telecomunicaciones. Esta pantalla se muestra en la **Figura 3.38**.



Figura 3.38. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en torres

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas registradas en el sistema para las tipologías de torres de energía y telecomunicaciones. También listará los resultados de daño en el terreno por licuación y deslizamiento para el escenario de amenaza actual. Sección de configuración manual de parámetros: No aparece

3.8.7 Postes

Despliega la pantalla de lanzamiento de la rutina de cálculo de daños secundarios en postes de luz y telecomunicaciones (ver **Figura 3.39**).

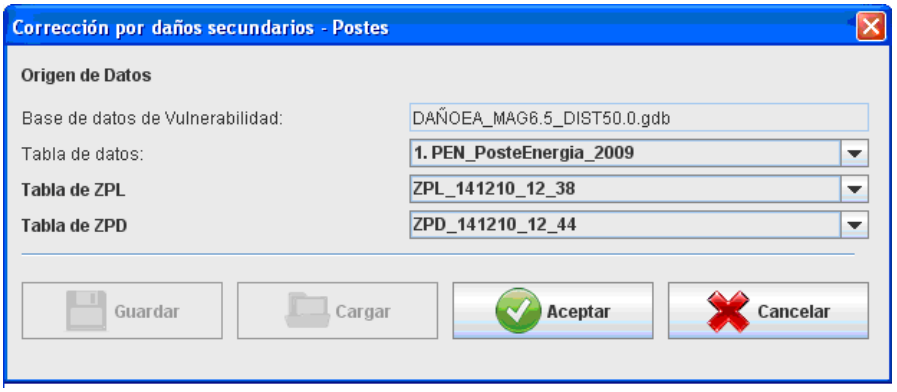


Figura 3.39. Configuración de la rutina para el cálculo de daños secundarios en postes

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Se listarán las tablas registradas en el sistema para las tipologías de postes de energía y telecomunicaciones. También listará los resultados de daño en el terreno por licuación y deslizamiento para el escenario de amenaza actual. Sección de configuración manual de parámetros: No aparece

3.8.8 Afectaciones y pérdidas.

Permite calcular pérdidas económicas y afectaciones en la población a partir de los resultados de daño en edificaciones normales. El cálculo puede realizarse a partir de un resultado de daño primario o secundario (ver **Figura 3.40**).

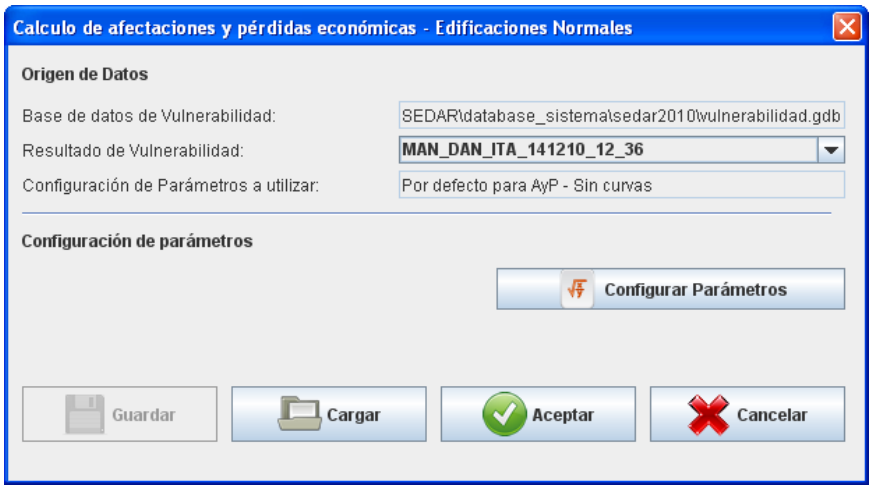


Figura 3.40. Configuración de la rutina para el cálculo de las afectaciones y pérdidas a la población

Sección de información de entrada y configuración seleccionada: Permite seleccionar un resultado de daño de manzanas calculado previamente.

Sección de configuración manual de parámetros (**Figura 3.41**): Permite configurar los valores de los parámetros utilizados en la rutina.

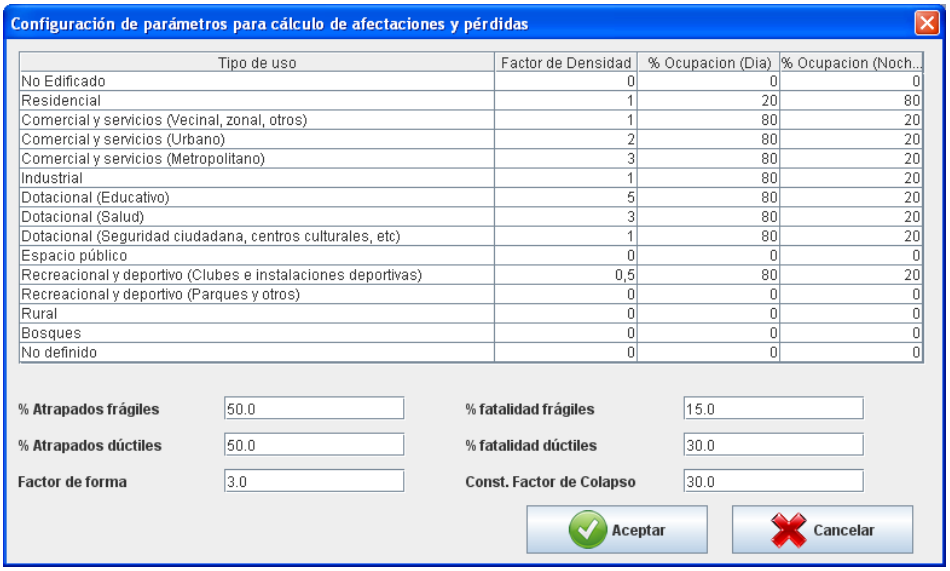


Figura 3.41. Configuración de parámetros de la rutina de afectaciones y pérdidas

3.9 MENÚ RESULTADOS

Permite listar los resultados obtenidos de vulnerabilidad y daño para el escenario de amenaza seleccionado actualmente.

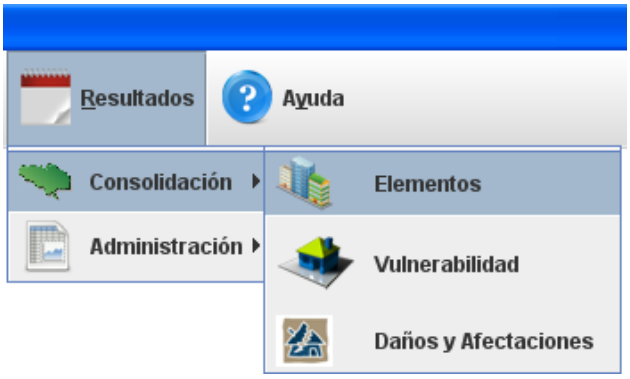


Figura 3.42. Menú de lanzamiento de la sección de consolidación

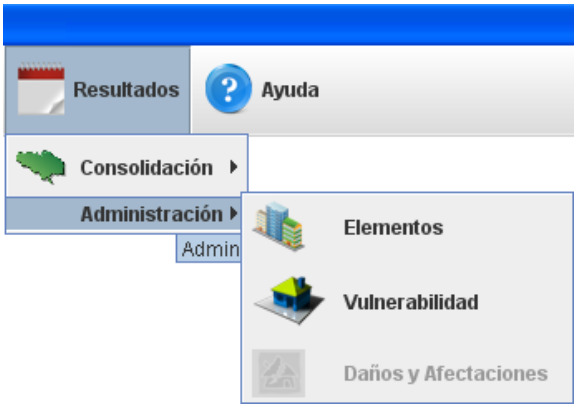


Figura 3.43. Menú de lanzamiento de la sección de administración

3.9.1 Consolidación de resultados de Elementos

Despliega una ventana que permite consolidar la información registrada de la base de datos de elementos (ver **Figura 3.44**). En la parte derecha de cada elemento aparece un botón que permite consolidar la versión seleccionada de una tipología determinada.

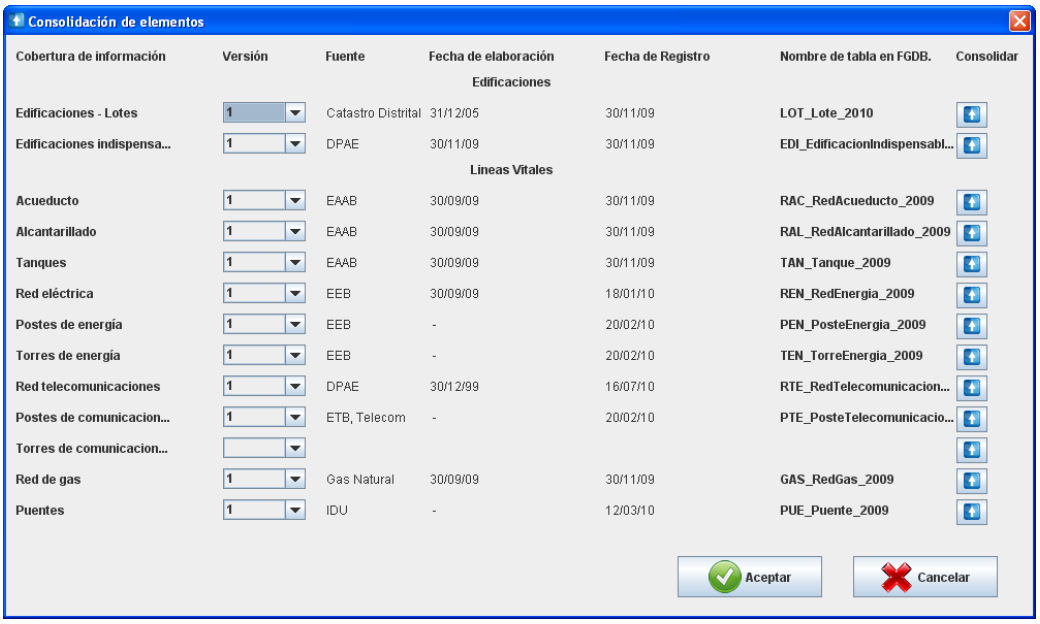


Figura 3.44. Menú de consolidación de elementos

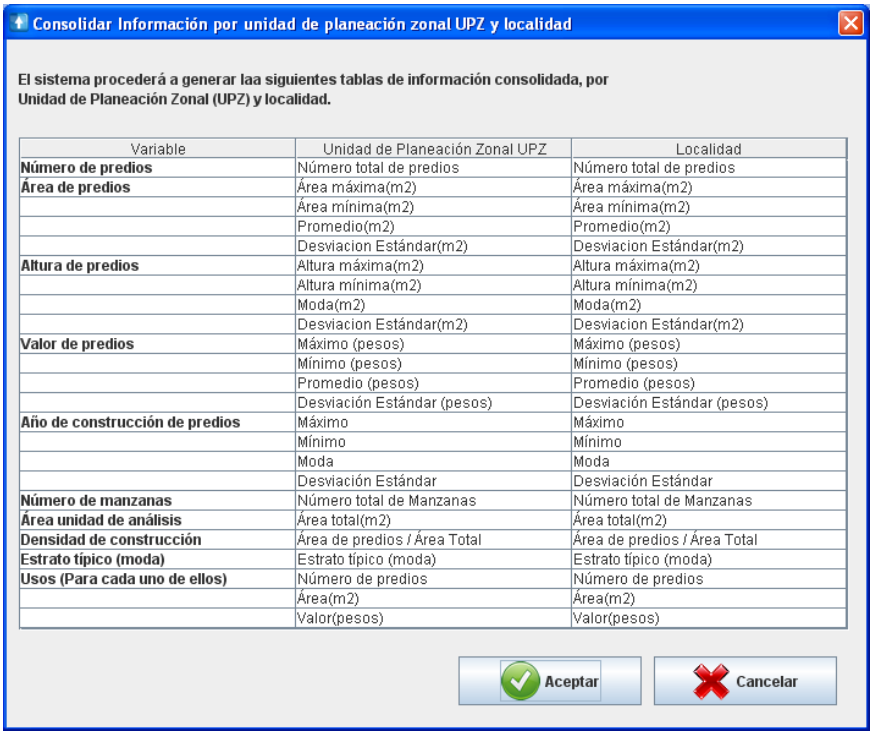


Figura 3.45. Campos consolidados para edificaciones a Localidad y UPZ

La rutina toma la información registrada en la tabla y obtiene sumatorias, promedios, medias, desviaciones estándar, máximos y mínimos de las características relevantes de cada tipología, y la almacena a nivel de UPZ y Localidad, como se muestra en la **Figura 3.45**.

A continuación aparecen las pantallas que listan las variables que son obtenidas para cada tipología. Estas pantallas son simplemente informativas y no permiten modificar los valores que allí se muestran.

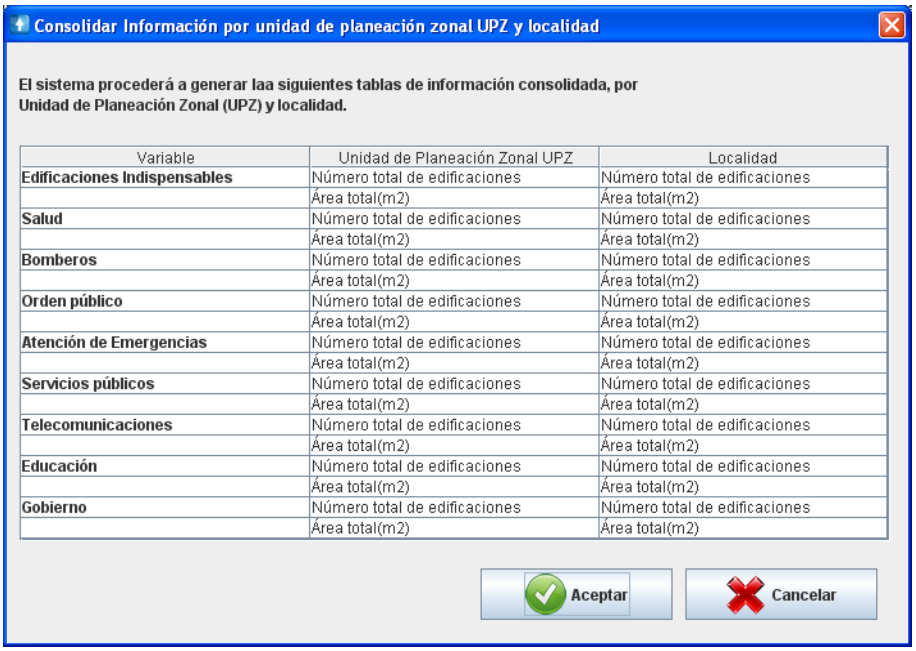


Figura 3.46. Campos consolidados para edificaciones indispensables a Localidad y UPZ

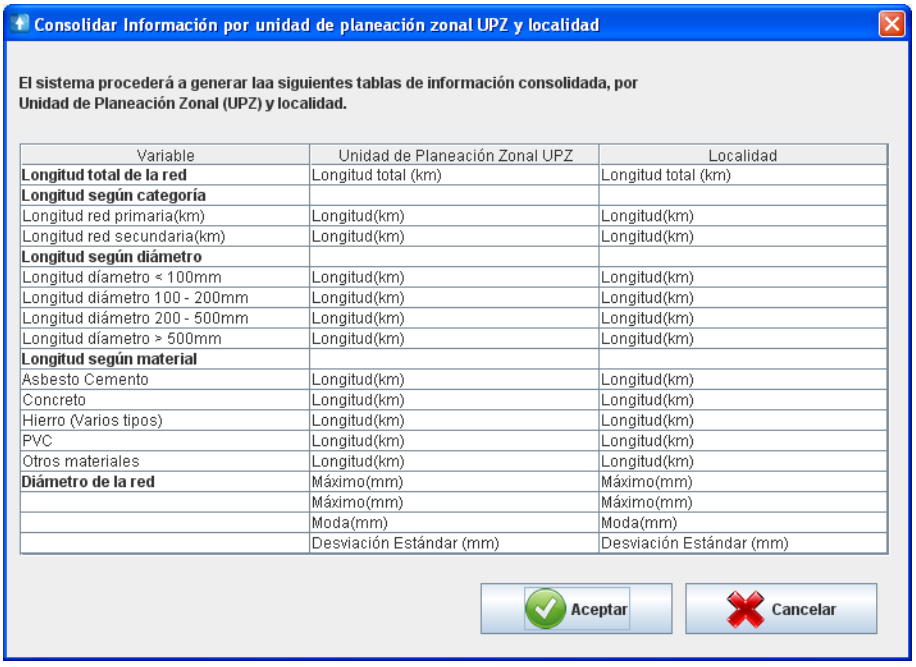
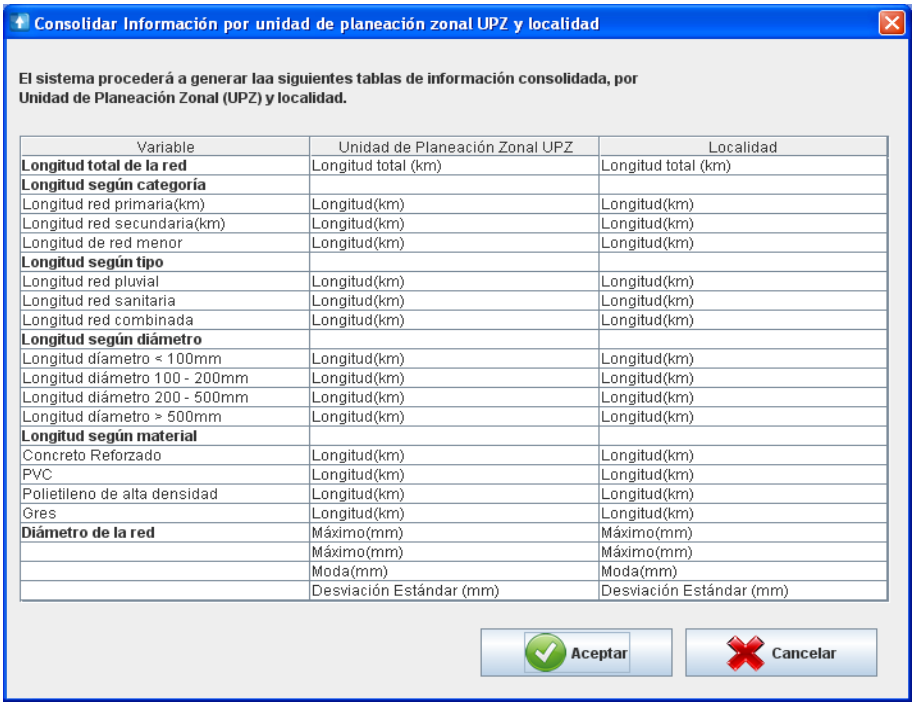
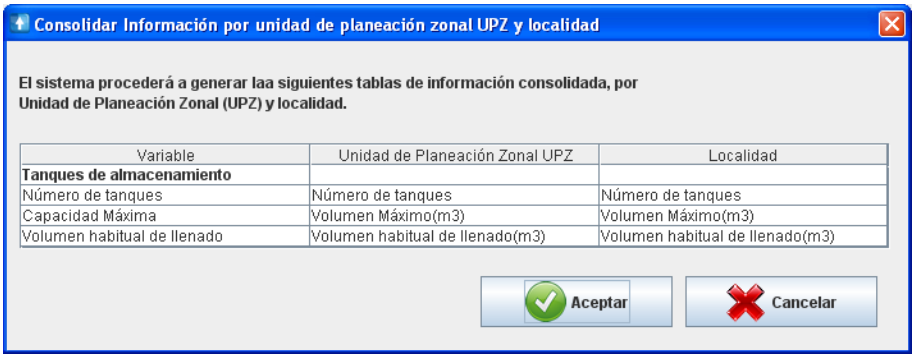


Figura 3.47. Campos consolidados para la red de acueducto



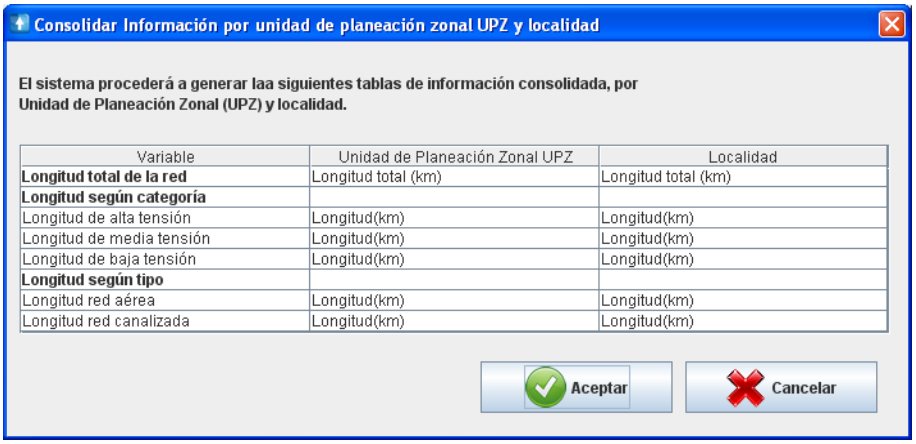
Variable	Unidad de Planeación Zonal UPZ	Localidad
Longitud total de la red	Longitud total (km)	Longitud total (km)
Longitud según categoría		
Longitud red primaria(km)	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud red secundaria(km)	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud de red menor	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud según tipo		
Longitud red pluvial	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud red sanitaria	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud red combinada	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud según diámetro		
Longitud díametro < 100mm	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud diámetro 100 - 200mm	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud diámetro 200 - 500mm	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud díametro > 500mm	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud según material		
Concreto Reforzado	Longitud(km)	Longitud(km)
PVC	Longitud(km)	Longitud(km)
Polietileno de alta densidad	Longitud(km)	Longitud(km)
Gres	Longitud(km)	Longitud(km)
Diámetro de la red	Máximo(mm)	Máximo(mm)
	Máximo(mm)	Máximo(mm)
	Moda(mm)	Moda(mm)
	Desviación Estándar (mm)	Desviación Estándar (mm)

Figura 3.48. Campos consolidados para la red de alcantarillado



Variable	Unidad de Planeación Zonal UPZ	Localidad
Tanques de almacenamiento		
Número de tanques	Número de tanques	Número de tanques
Capacidad Máxima	Volumen Máximo(m3)	Volumen Máximo(m3)
Volumen habitual de llenado	Volumen habitual de llenado(m3)	Volumen habitual de llenado(m3)

Figura 3.49. Campos consolidados para tanques



Variable	Unidad de Planeación Zonal UPZ	Localidad
Longitud total de la red	Longitud total (km)	Longitud total (km)
Longitud según categoría		
Longitud de alta tensión	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud de media tensión	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud de baja tensión	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud según tipo		
Longitud red aérea	Longitud(km)	Longitud(km)
Longitud red canalizada	Longitud(km)	Longitud(km)

Figura 3.50. Campos consolidados para red eléctrica

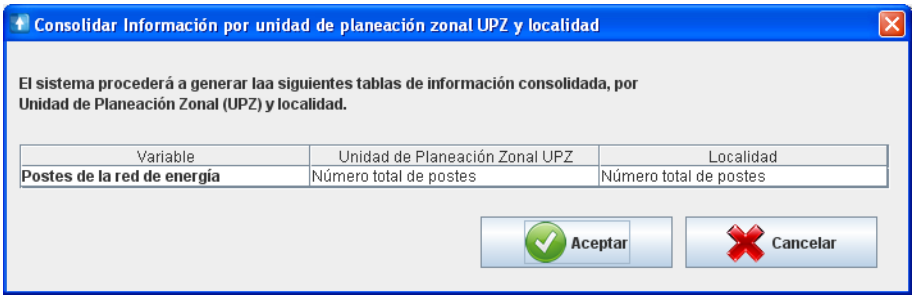


Figura 3.51. Campos consolidados para postes de energía eléctrica

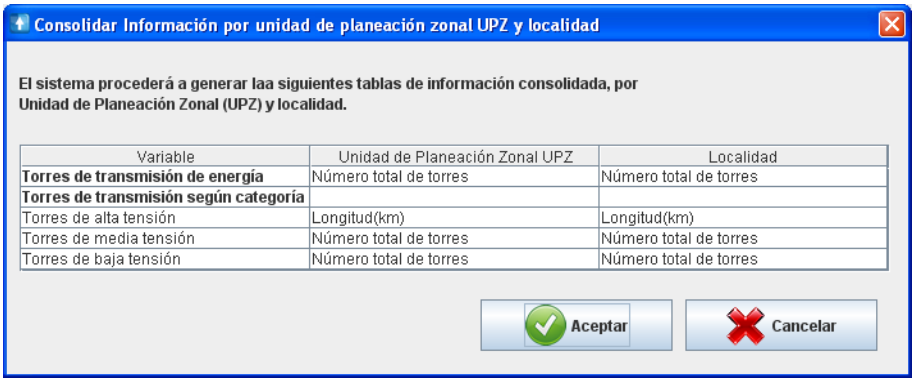


Figura 3.52. Campos consolidados para torres de energía

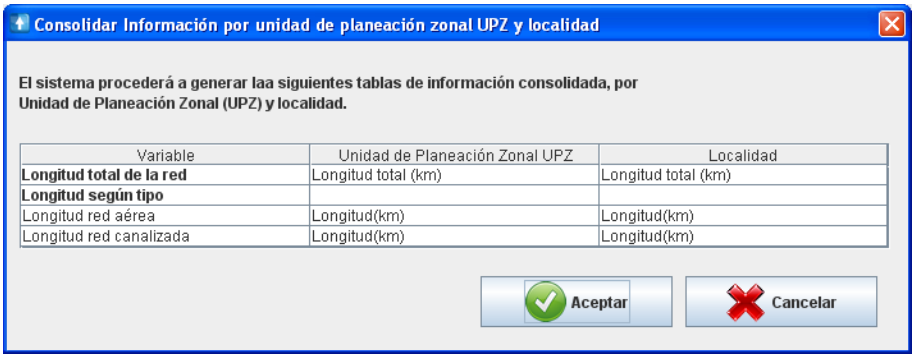


Figura 3.53. Campos consolidados para torres de energía

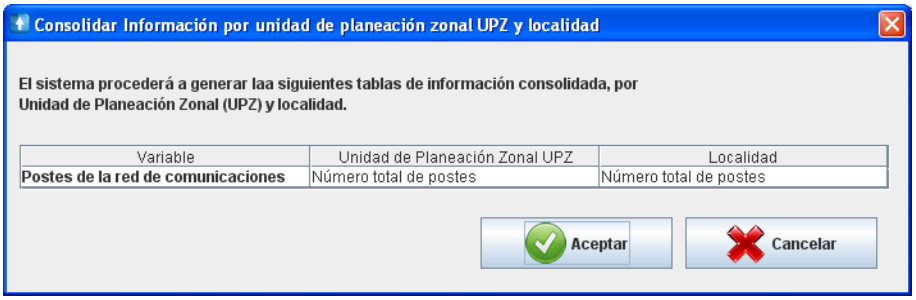


Figura 3.54. Campos consolidados para torres de telecomunicaciones

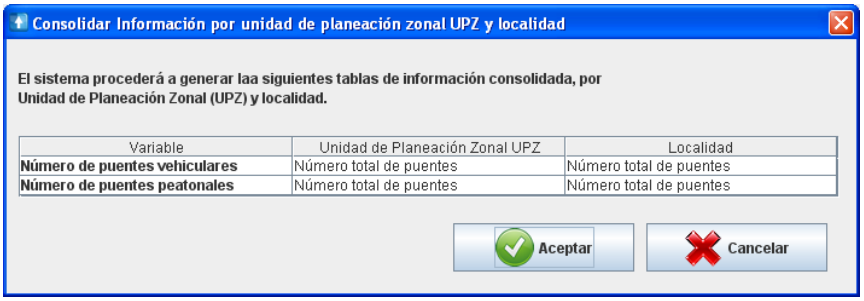


Figura 3.55. Campos consolidados para puentes vehiculares y peatonales

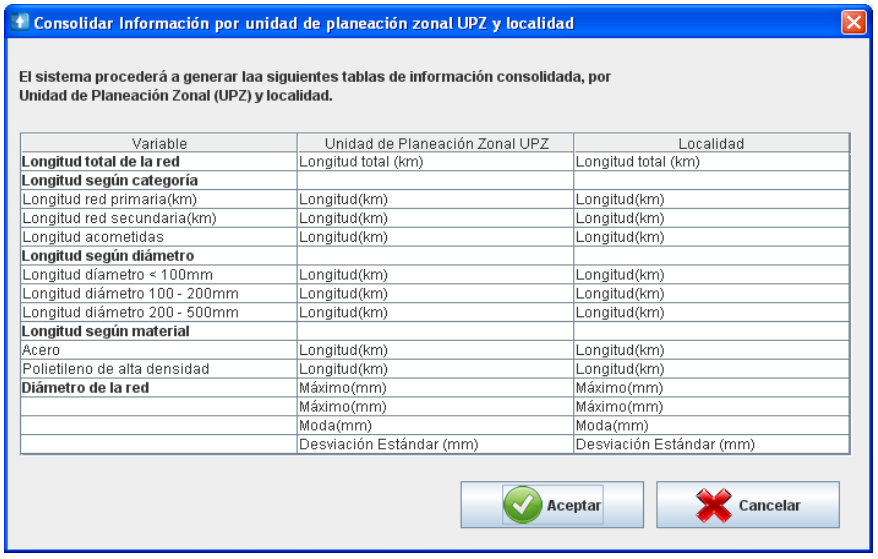


Figura 3.56. Campos consolidados para red de gas natural

3.9.2 Consolidación de Resultados de vulnerabilidad

Despliega una ventana que permite consolidar la información obtenida mediante la ejecución de rutinas de cálculo de vulnerabilidad (ver **Figura 3.57**). Lista las tipologías para las que aplica el cálculo de vulnerabilidad (edificaciones normales e indispensables, y redes de acueducto, alcantarillado y gas). Para cada tipología muestra un listado con los resultados obtenidos, y dos botones, el primero para ver la configuración con la que se ejecutó la corrida (ver **Figura 3.58**), y el segundo para iniciar la consolidación (ver **Figura 3.59** a **Figura 3.63**).

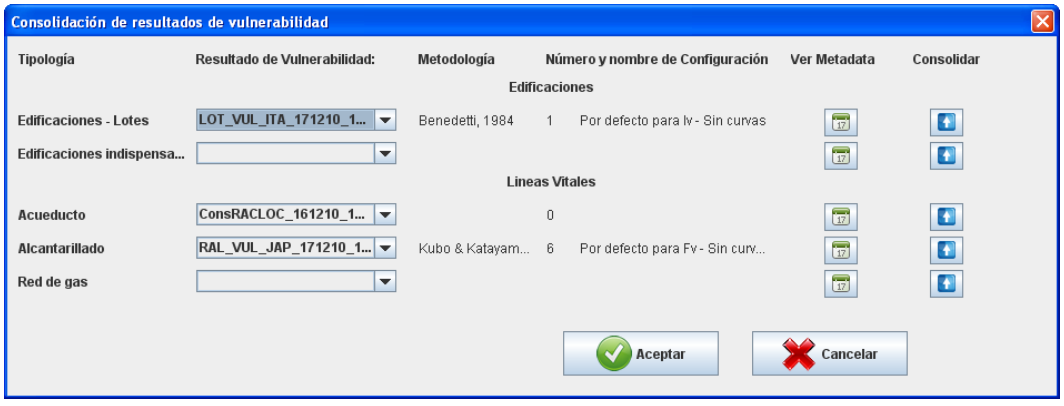


Figura 3.57. Menú de consolidación de resultados de vulnerabilidad

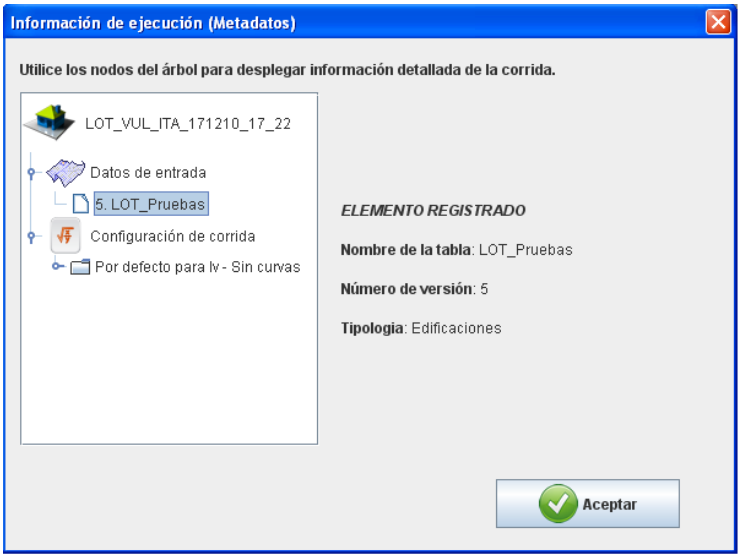


Figura 3.58. Ventana de información de ejecución (Metadatos)

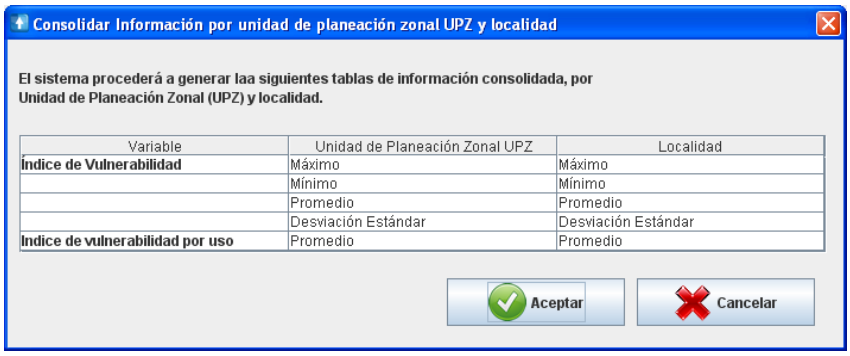


Figura 3.59. Campos consolidados para los resultados de vulnerabilidad en edificaciones a localidad y UPZ

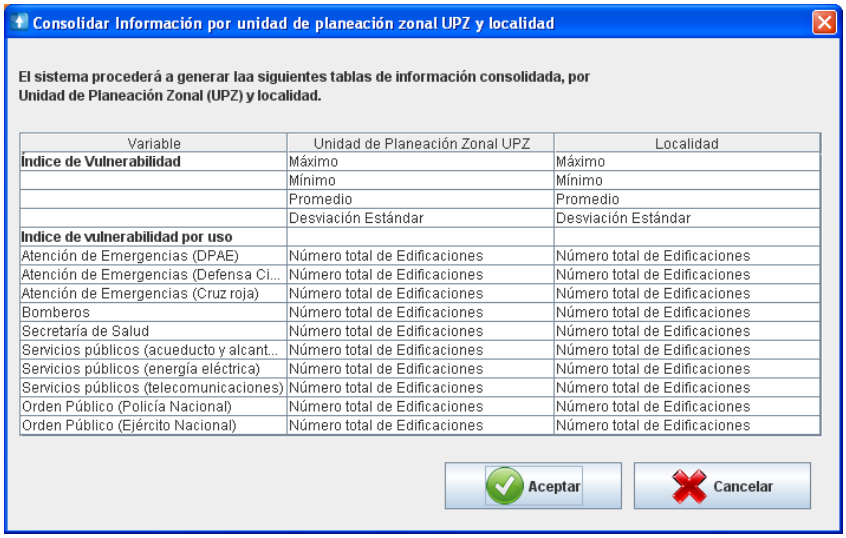
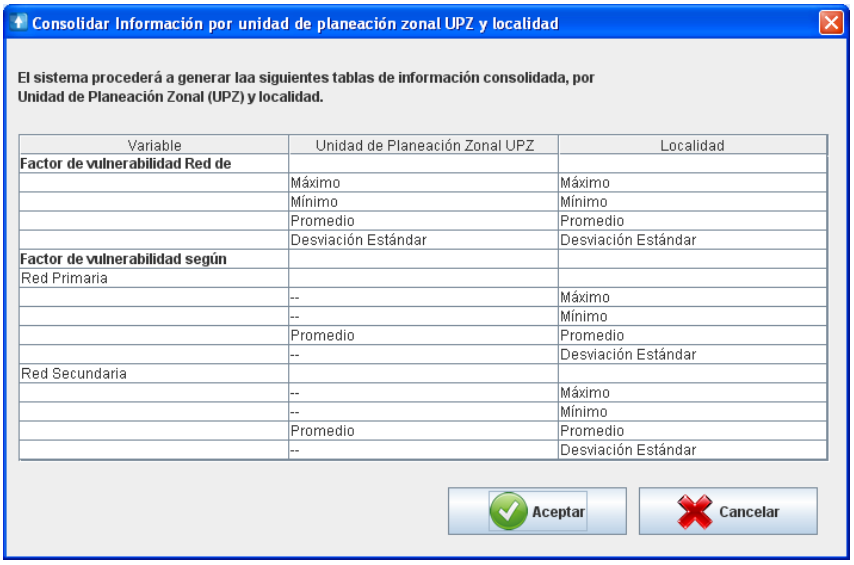
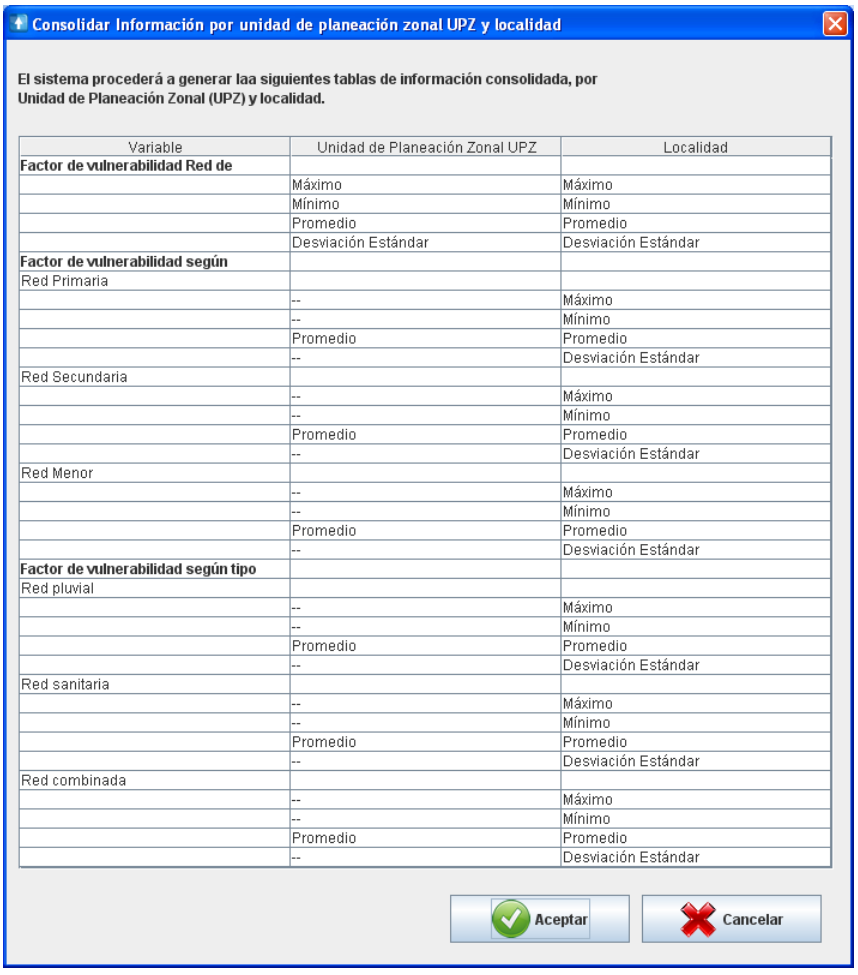


Figura 3.60. Campos consolidados para los resultados de vulnerabilidad en edificaciones indispensables a localidad y UPZ



Variable	Unidad de Planeación Zonal UPZ	Localidad
Factor de vulnerabilidad Red de		
	Máximo	Máximo
	Mínimo	Mínimo
	Promedio	Promedio
	Desviación Estándar	Desviación Estándar
Factor de vulnerabilidad según		
Red Primaria		
	--	Máximo
	--	Mínimo
	Promedio	Promedio
	--	Desviación Estándar
Red Secundaria		
	--	Máximo
	--	Mínimo
	Promedio	Promedio
	--	Desviación Estándar

Figura 3.61. Campos consolidados para los resultados de vulnerabilidad en red de acueducto a localidad y UPZ



Variable	Unidad de Planeación Zonal UPZ	Localidad
Factor de vulnerabilidad Red de		
	Máximo	Máximo
	Mínimo	Mínimo
	Promedio	Promedio
	Desviación Estándar	Desviación Estándar
Factor de vulnerabilidad según		
Red Primaria		
	--	Máximo
	--	Mínimo
	Promedio	Promedio
	--	Desviación Estándar
Red Secundaria		
	--	Máximo
	--	Mínimo
	Promedio	Promedio
	--	Desviación Estándar
Red Menor		
	--	Máximo
	--	Mínimo
	Promedio	Promedio
	--	Desviación Estándar
Factor de vulnerabilidad según tipo		
Red pluvial		
	--	Máximo
	--	Mínimo
	Promedio	Promedio
	--	Desviación Estándar
Red sanitaria		
	--	Máximo
	--	Mínimo
	Promedio	Promedio
	--	Desviación Estándar
Red combinada		
	--	Máximo
	--	Mínimo
	Promedio	Promedio
	--	Desviación Estándar

Figura 3.62. Campos consolidados para los resultados de vulnerabilidad en red de alcantarillado a localidad y UPZ

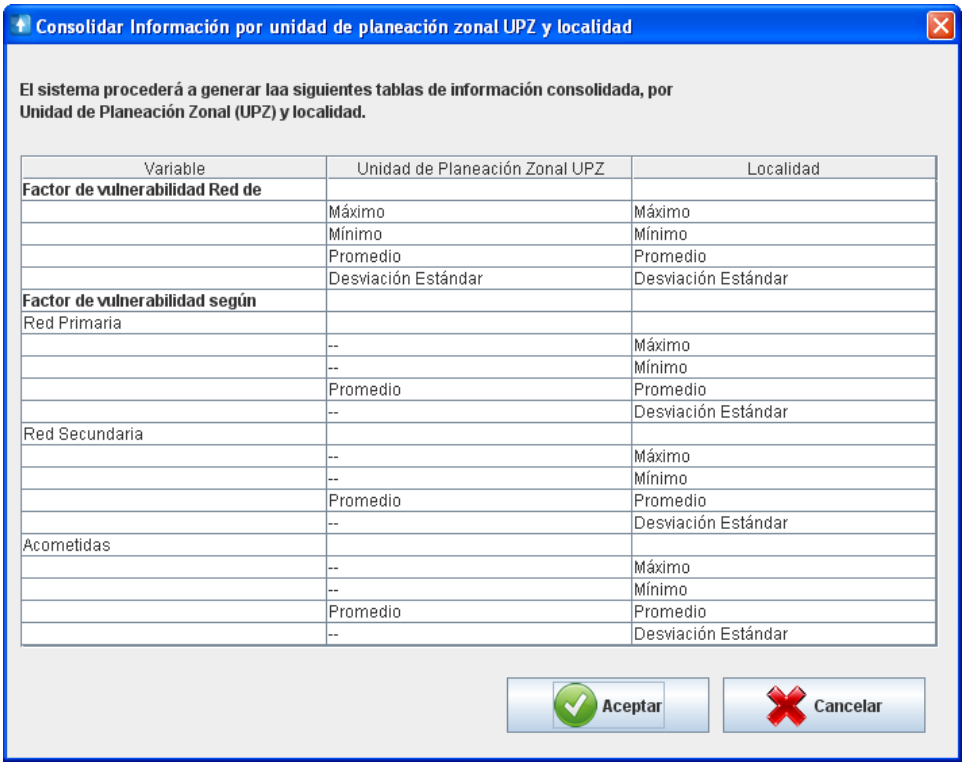


Figura 3.63. Campos consolidados para los resultados de vulnerabilidad en rede de gas a localidad y UPZ

3.9.3 Consolidación de resultados de daño

Despliega una ventana que permite consolidar la información obtenida mediante la ejecución de rutinas de cálculo de daños iniciales y secundarios (ver **Figura 3.64**). Muestra todas las tipologías. Para cada tipología hay un listado con los resultados obtenidos, y dos botones, el primero para ver la configuración con la que se ejecutó la corrida y el segundo para iniciar la consolidación (ver **Figura 3.65** a **Figura 3.75**).

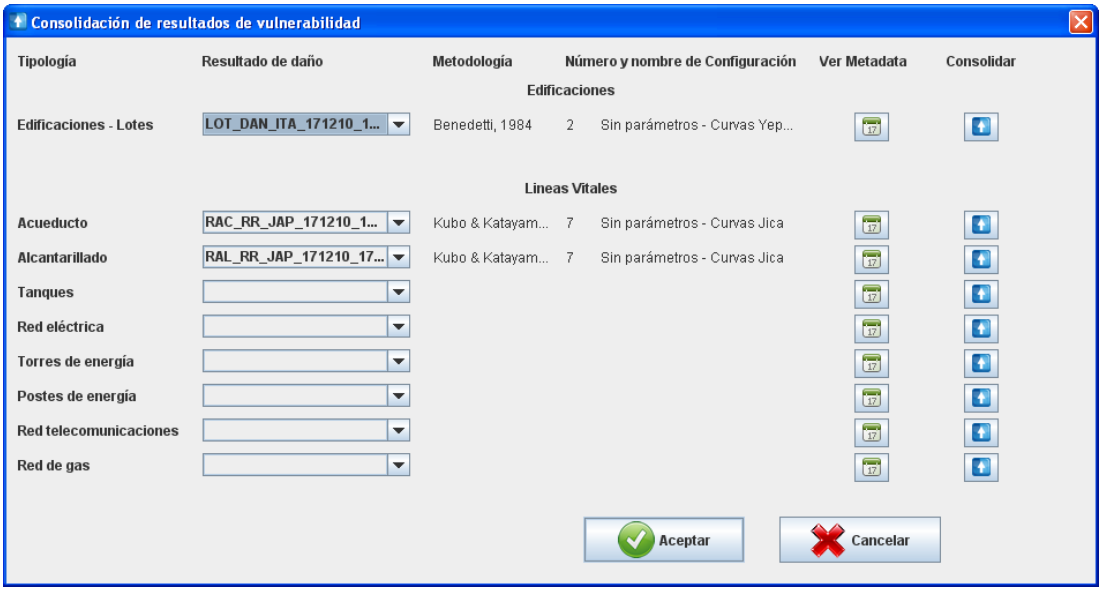
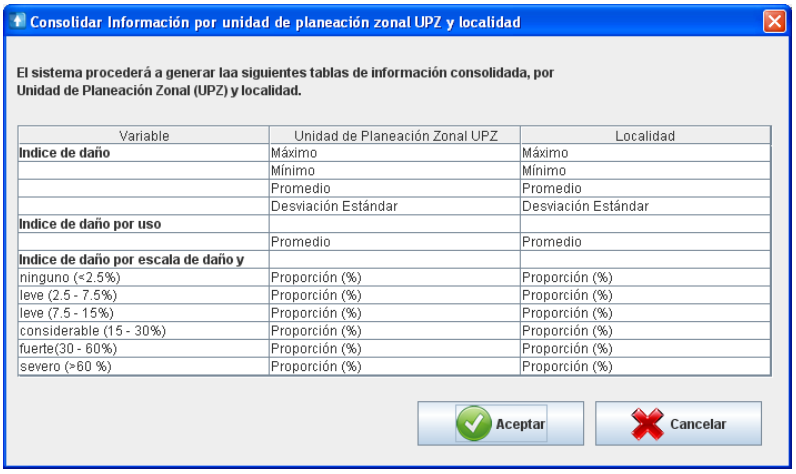
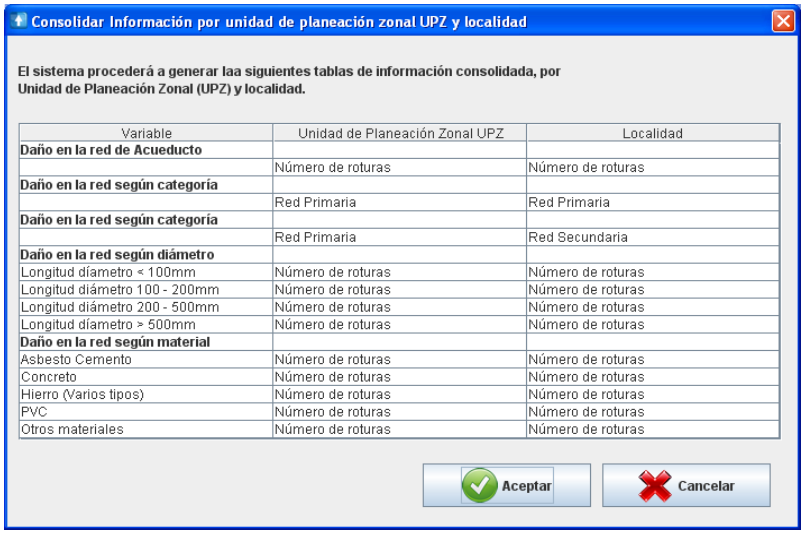


Figura 3.64. Menú de consolidación de resultados de daño



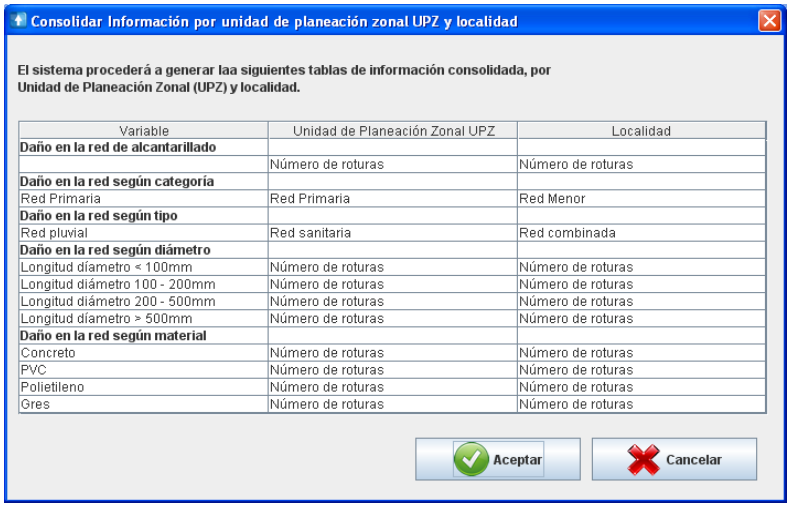
Variable	Unidad de Planeación Zonal UPZ	Localidad
Indice de daño	Máximo	Máximo
	Mínimo	Mínimo
	Promedio	Promedio
	Desviación Estándar	Desviación Estándar
Indice de daño por uso		
	Promedio	Promedio
Indice de daño por escala de daño y		
ninguno (<2.5%)	Proporción (%)	Proporción (%)
leve (2.5 - 7.5%)	Proporción (%)	Proporción (%)
leve (7.5 - 15%)	Proporción (%)	Proporción (%)
considerable (15 - 30%)	Proporción (%)	Proporción (%)
fuerte(30 - 60%)	Proporción (%)	Proporción (%)
severo (>60 %)	Proporción (%)	Proporción (%)

Figura 3.65. Campos consolidados para los resultados de daño en edificaciones a localidad y UPZ



Variable	Unidad de Planeación Zonal UPZ	Localidad
Daño en la red de Acueducto		
	Número de roturas	Número de roturas
Daño en la red según categoría		
	Red Primaria	Red Primaria
Daño en la red según categoría		
	Red Primaria	Red Secundaria
Daño en la red según diámetro		
Longitud diámetro < 100mm	Número de roturas	Número de roturas
Longitud diámetro 100 - 200mm	Número de roturas	Número de roturas
Longitud diámetro 200 - 500mm	Número de roturas	Número de roturas
Longitud diámetro > 500mm	Número de roturas	Número de roturas
Daño en la red según material		
Asbesto Cemento	Número de roturas	Número de roturas
Concreto	Número de roturas	Número de roturas
Hierro (Varios tipos)	Número de roturas	Número de roturas
PVC	Número de roturas	Número de roturas
Otros materiales	Número de roturas	Número de roturas

Figura 3.66. Campos consolidados para los resultados de daño en red de acueducto a localidad y UPZ



Variable	Unidad de Planeación Zonal UPZ	Localidad
Daño en la red de alcantarillado		
	Número de roturas	Número de roturas
Daño en la red según categoría		
Red Primaria	Red Primaria	Red Menor
Daño en la red según tipo		
Red pluvial	Red sanitaria	Red combinada
Daño en la red según diámetro		
Longitud diámetro < 100mm	Número de roturas	Número de roturas
Longitud diámetro 100 - 200mm	Número de roturas	Número de roturas
Longitud diámetro 200 - 500mm	Número de roturas	Número de roturas
Longitud diámetro > 500mm	Número de roturas	Número de roturas
Daño en la red según material		
Concreto	Número de roturas	Número de roturas
PVC	Número de roturas	Número de roturas
Polietileno	Número de roturas	Número de roturas
Gres	Número de roturas	Número de roturas

Figura 3.67. Campos consolidados para los resultados de daño en red de alcantarillado a localidad y UPZ

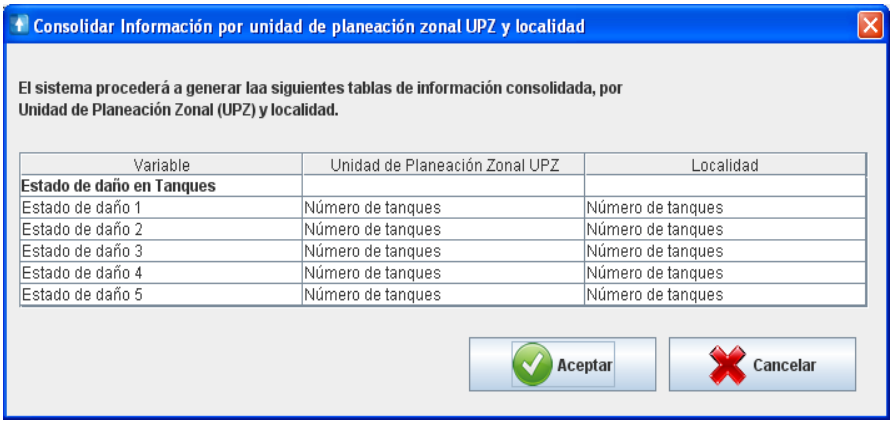


Figura 3.68. Campos consolidados para los resultados de daño en tanques a localidad y UPZ

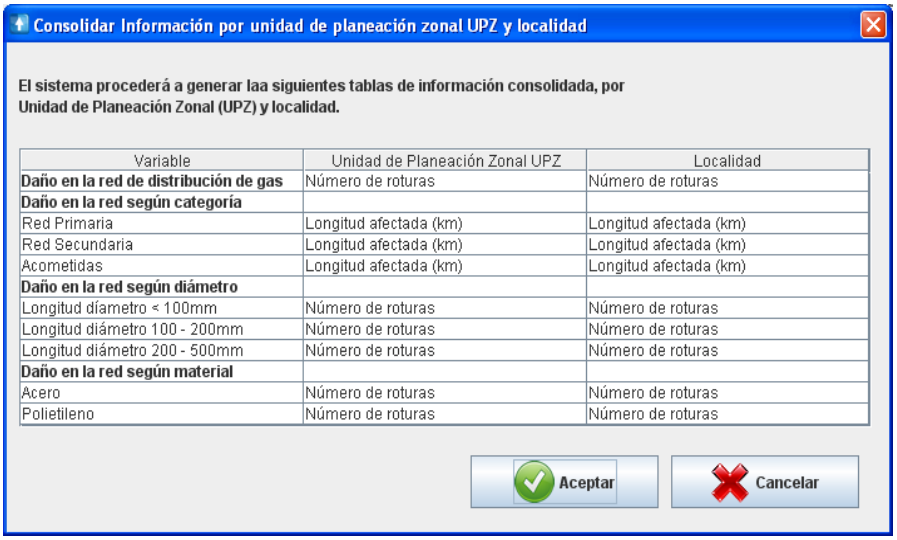


Figura 3.69. Campos consolidados para los resultados de daño en red de gas a localidad y UPZ

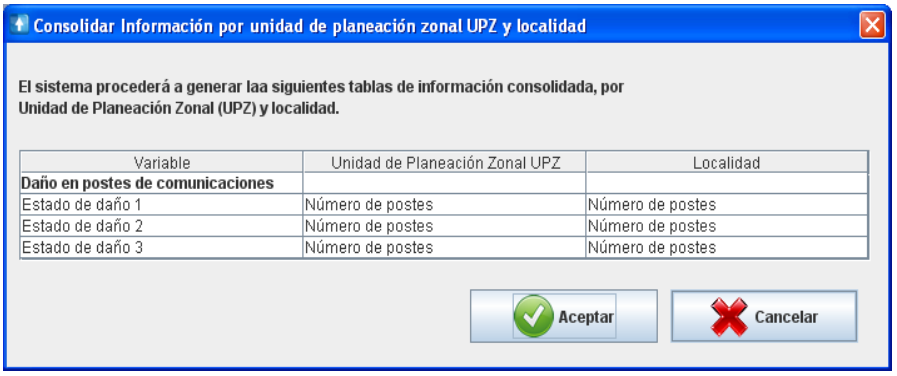


Figura 3.70. Campos consolidados para los resultados de daño en postes de la red de telecomunicaciones y energía localidad y UPZ

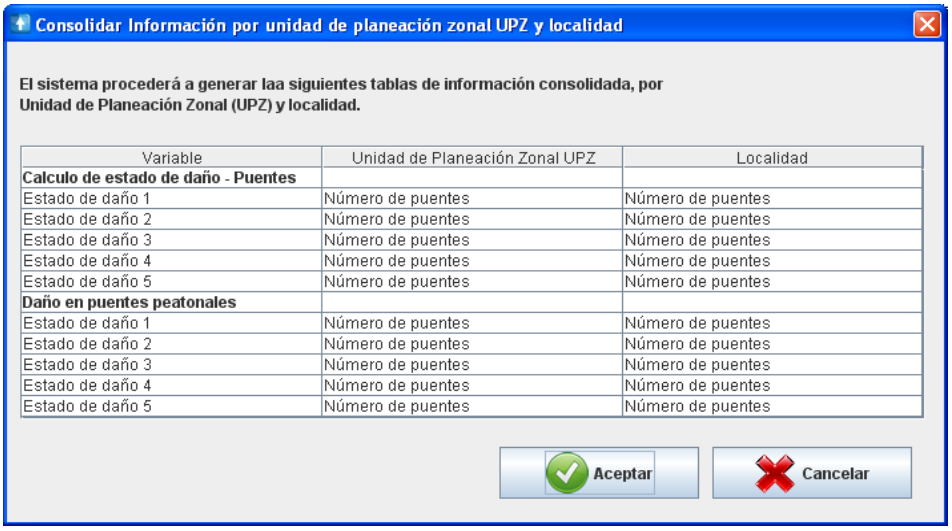


Figura 3.71. Campos consolidados para los resultados de daño en puentes localidad y UPZ

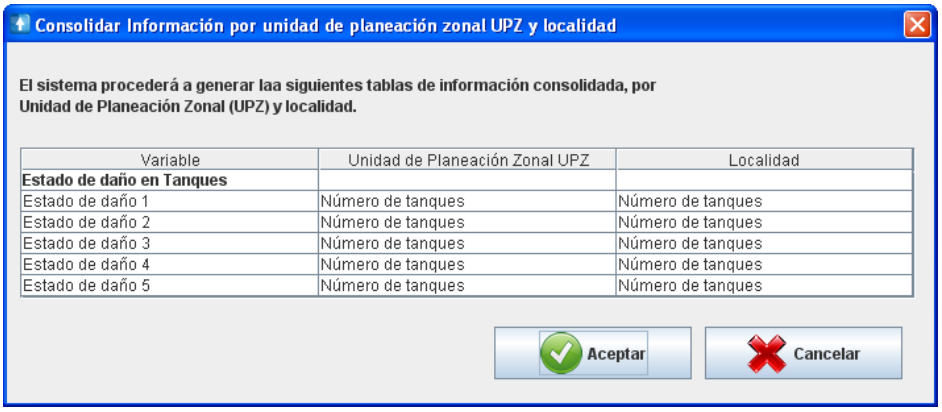


Figura 3.72. Campos consolidados para los resultados de daño en tanques localidad y UPZ

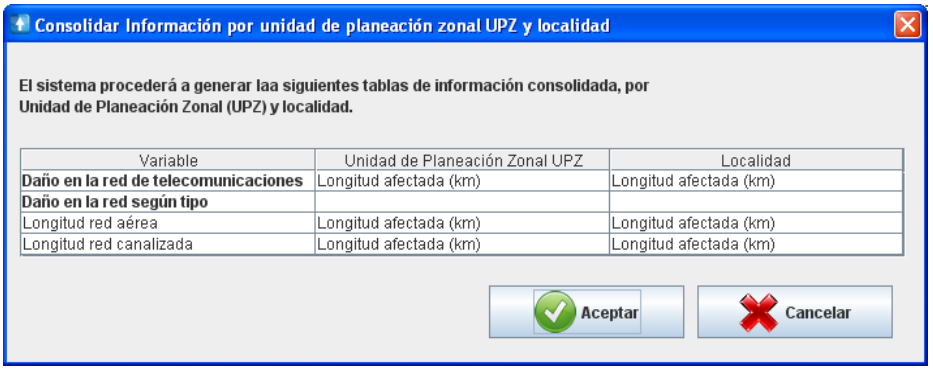


Figura 3.73. Campos consolidados para la red de telecomunicaciones a localidad y UPZ

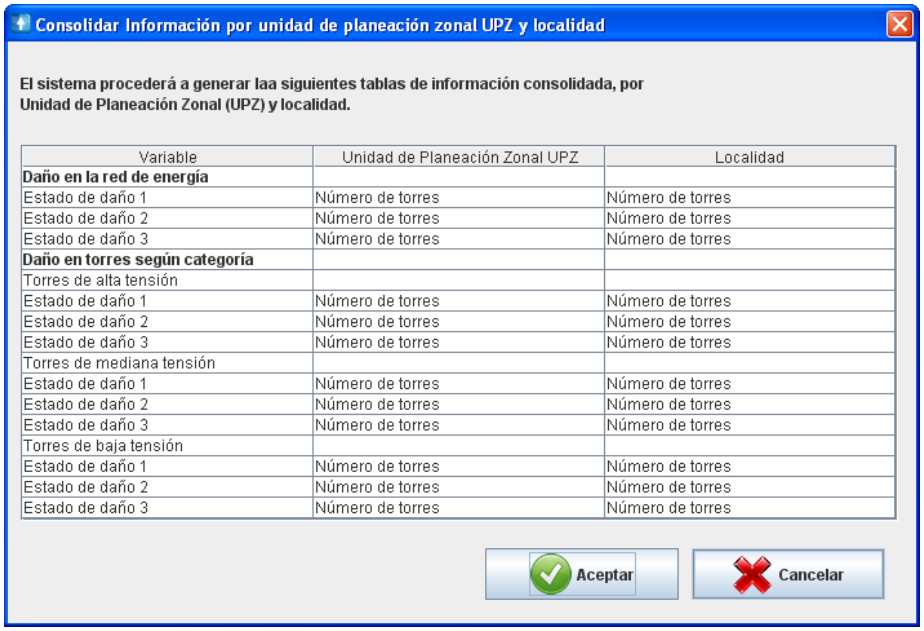


Figura 3.74. Campos consolidados para los resultados de daño en postes de la red de telecomunicaciones y energía localidad y UPZ

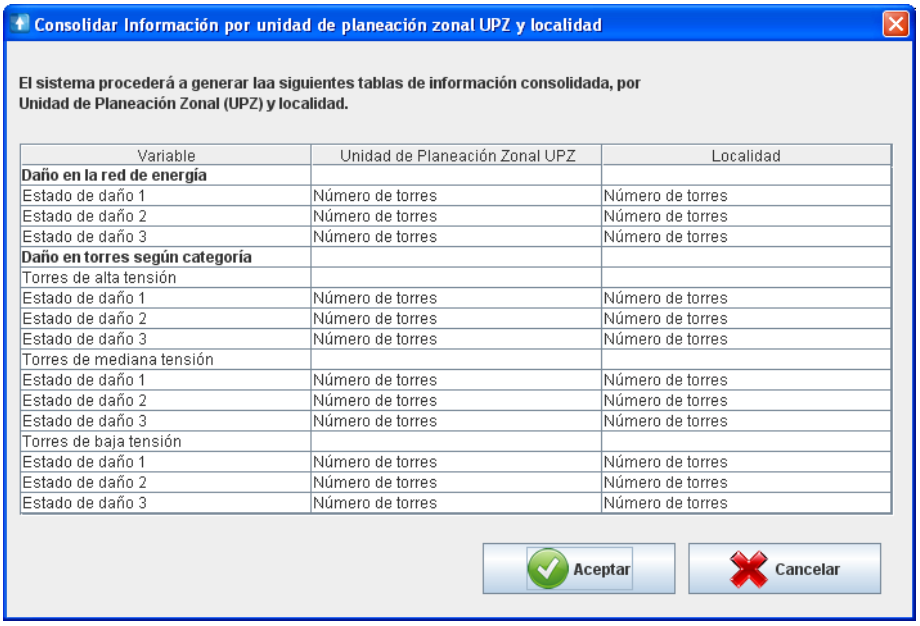


Figura 3.75. Campos consolidados para los resultados de daño en torres de energía localidad y UPZ

3.9.4 Administración de resultados de Elementos

Despliega una ventana que permite administrar la información registrada de la base de datos de cada elemento en las diferentes versiones de ejecución (ver **Figura 3.76**). En la parte derecha de cada elemento aparece un botón que muestra la ventana de información de ejecución (Metadata), como se muestra en la **Figura 3.77**.



Figura 3.76. Menú de administración de resultados de elementos.

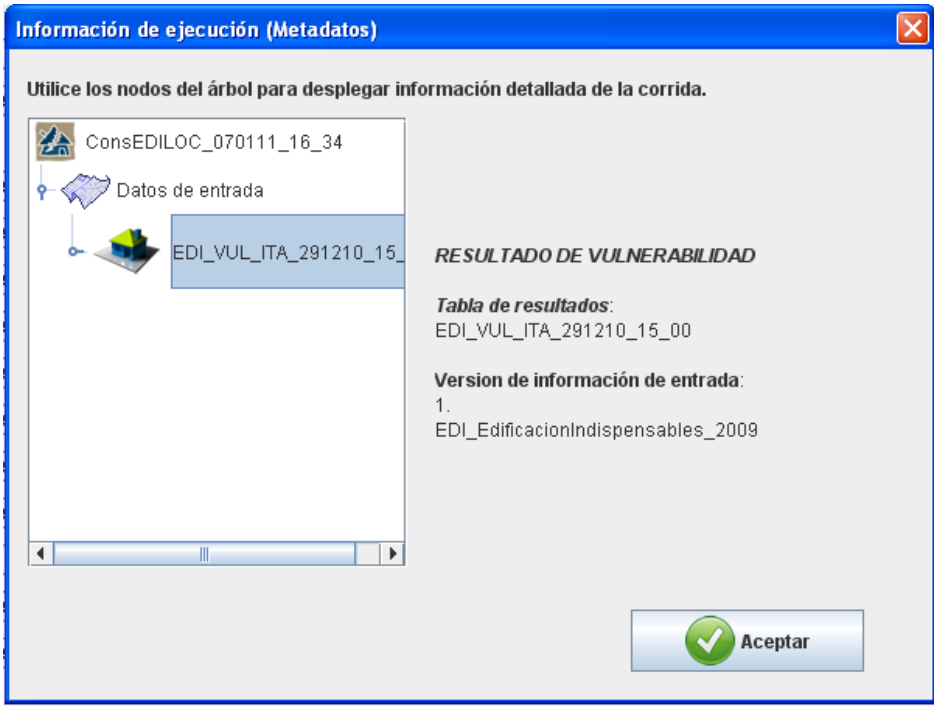


Figura 3.77. Ventana de información de la ejecución (Metadatos)

3.9.5 Administración de Resultados de vulnerabilidad

Despliega una ventana que permite administrar la información obtenida mediante la ejecución de rutinas de cálculo de vulnerabilidad (ver **Figura 3.78**). Lista las tipologías para las que aplica el cálculo de vulnerabilidad (edificaciones normales e indispensables, y redes de acueducto, alcantarillado y gas). Para cada tipología muestra un listado con los resultados obtenidos, y dos botones, el primero para ver la configuración con la que se ejecutó la corrida, y el segundo para eliminar dicha información. Esta información se puede ver sin consolidar (ver **Figura 3.80**) y consolidado por UPZ y localidad (ver **Figura 3.79**).

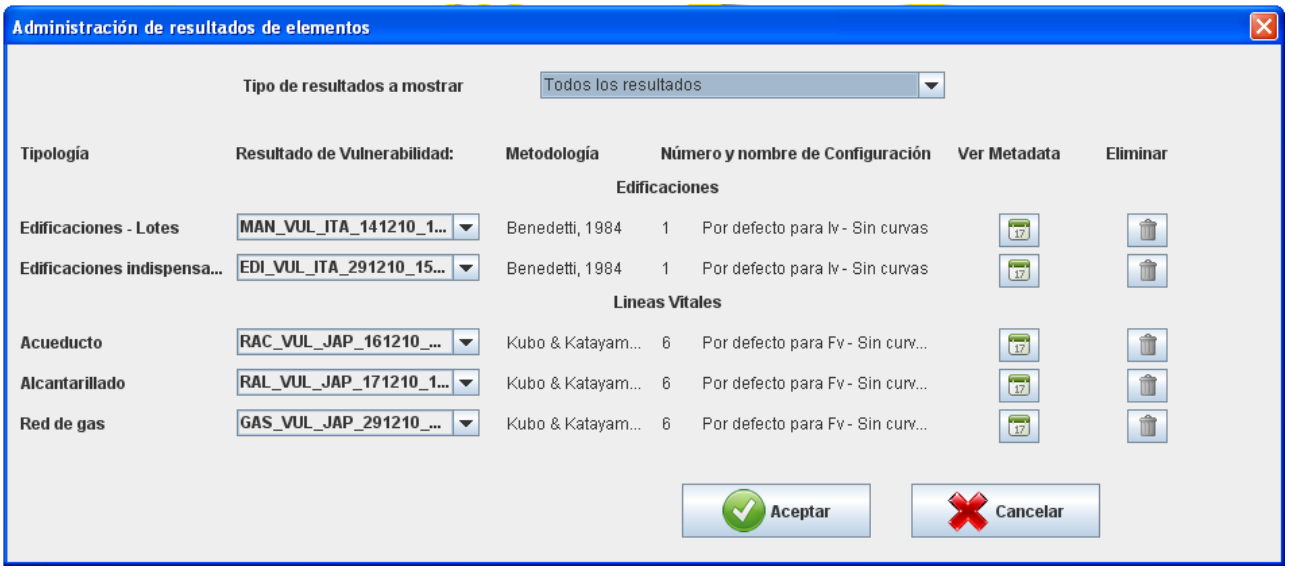


Figura 3.78. Menú de administración de resultados de vulnerabilidad

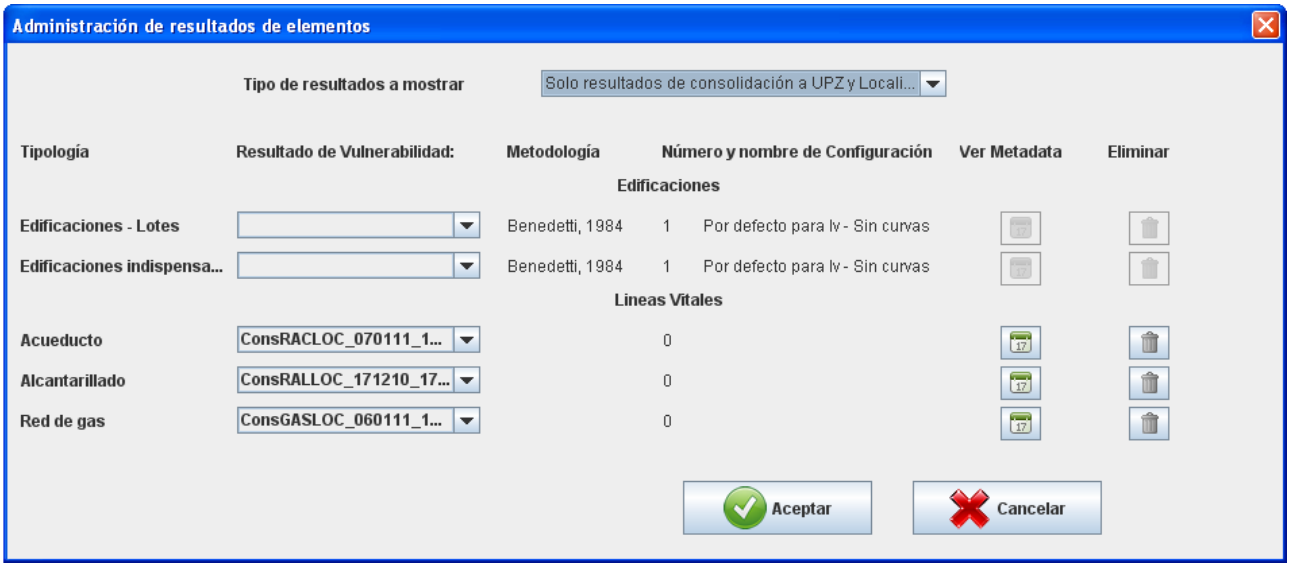


Figura 3.79. Menú de administración de resultados de vulnerabilidad consolidados a UPZ y localidad

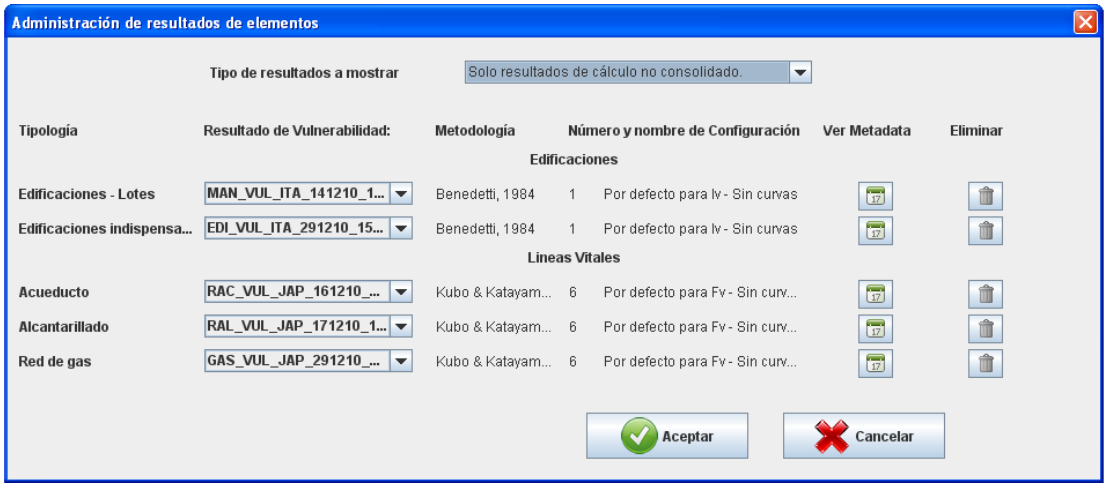


Figura 3.80. Menú de administración de resultados de vulnerabilidad sin consolidar.

3.9.6 Administración de resultados de daño

Despliega una ventana que permite administrar la información obtenida mediante la ejecución de rutinas de cálculo de daños iniciales y secundarios (ver **Figura 3.81**). Muestra todas las tipologías. Para cada tipología hay un listado con los resultados obtenidos, y dos botones, el primero para ver la configuración con la que se ejecutó la corrida, y el segundo para eliminar dicha información. Esta información se puede ver sin consolidar y consolidado por UPZ y localidad.

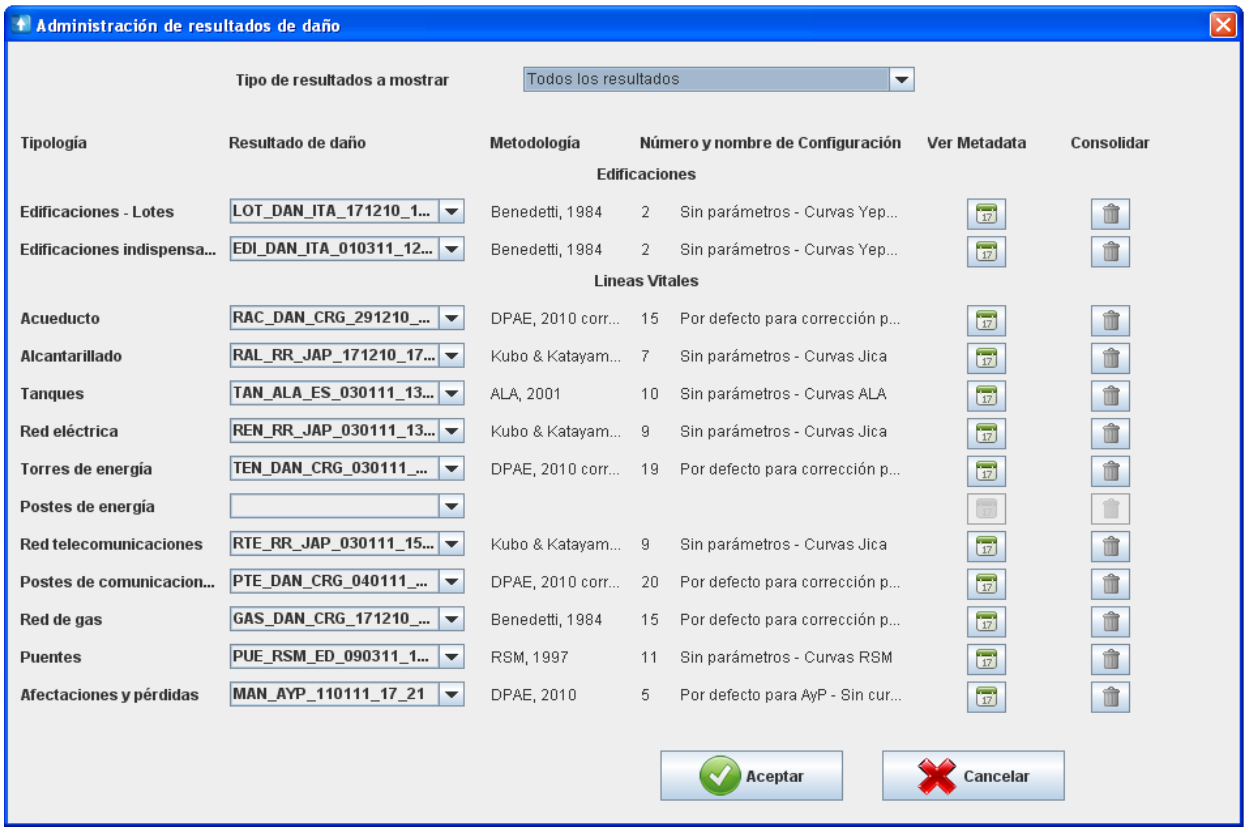


Figura 3.81. Menú de administración de resultados de daño.

3.10 MENÚ AYUDA

Permite acceder al manual del usuario del aplicativo y a la información de desarrollo y licencia del software mediante la ventana "Acerca de SEDAR", como se muestra en la **Figura 3.82** y la **Figura 3.83**.



Figura 3.82. Menú de ayuda



Figura 3.83. Acerca de SEDAR

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

SEDAR fue estructurado por módulos para realizar las evaluaciones la vulnerabilidad sísmica, daños y pérdidas esperadas por sismo para varias categorías/tipologías de elementos expuestos (edificaciones, tuberías, cableado, puentes, vías, postes, torres, tanques y población). Cuenta con un módulo para la evaluación de daños colaterales (licuación y deslizamiento) y permite la evaluación de daños secundarios en los elementos expuestos por estos efectos colaterales. Finalmente cuenta con un módulo para la administración y consolidación de información y resultados.

En el desarrollo de este proyecto se utilizó el Proceso Unificado Racional RUP, adaptándolo a las necesidades y características del proyecto. El RUP define cuatro fases del ciclo de vida (concepción, elaboración, construcción y transición) y una serie de actividades que están presentes en cada una de ellas. De esta manera se logró que el software desarrollado esté de acuerdo con los lineamientos actuales de ingeniería de software, permitiendo que en el futuro la operación, mantenimiento y actualización del software se realice fácilmente.

Teniendo en cuenta las características del proyecto, las necesidades y posibilidades técnicas actuales de la entidad, se optó por desarrollar la aplicación bajo la modalidad “stand-alone”, haciendo uso de las herramientas que ESRI provee para el desarrollo de este tipo de aplicaciones, así como la plataforma de programación y compilación de Java.

Esta plataforma tecnológica y ambiente de desarrollo provee las herramientas necesarias para el desarrollo y operación del aplicativo de acuerdo con el alcance y necesidades definidos para SEDAR. En un principio esta plataforma proveerá los elementos necesarios para ampliar las funciones y capacidades del sistema de acuerdo con las necesidades de la entidad, aunque será necesario analizar la posibilidad de modificarla cuando se presenten nuevos requerimientos o posibilidades técnicas.

El software desarrollado cuenta con siete secciones (arquitectura del sistema, pantalla principal, archivo, vulnerabilidad, daño inicial, daño secundario y resultados) donde se pueden ejecutar más de 50 requisitos funcionales (entre algoritmos de cálculo y funciones del sistema), los cuales se estructuraron en nueve tipos de casos de uso típicos que pueden llegar a desplegar más de 70 ventanas de interacción con el usuario.

El proceso de diseño e implementación del modelo de datos se adelantó en 3 etapas: diseño conceptual, diseño lógico y diseño físico. El proceso de elaboración del modelo lógico se realizó de acuerdo con la especificación del lenguaje de modelamiento UML2.0 y el proceso de implementación física de las bases de datos se realizó mediante el uso de las herramientas y documentación técnica provistas por ESRI.

Como resultado, el modelo de datos de la aplicación implementa cuatro tipos de bases de datos: una base de datos para la información del sistema de cálculo (sistema.gdb), una base de datos para la información geográfica de entrada (data.gdb), una base de datos para los resultados de vulnerabilidad (vulnerabilidad.gdb) y una serie de bases de datos para los resultados de daño de los elementos expuestos (daño.gdb).

Tanto el proceso de diseño, implementación física y administración del modelo de datos está limitado a las posibilidades de las herramientas y del sistema de administración de bases de datos de ESRI. En un principio, estas herramientas proveen los elementos necesarios para ampliar las funciones y capacidades del sistema de acuerdo con las necesidades de la entidad, sin embargo será necesario analizar la posibilidad de modificarla cuando se presenten nuevos requerimientos o posibilidades técnicas.

En la actualidad, el modelo de datos se encuentra en fase de operación lo cual incluye las actividades de actualización y mantenimiento de la información y de la documentación.

Se elaboró el manual del usuario que resume la manera de operar el sistema, tanto para acceder a los módulos de cálculo como para otras funciones desarrolladas para el maneje de los datos y resultados.

Se recomienda que el sistema sea operado por el grupo de escenario de daños de la coordinación de investigación y desarrollo del FOPAE. Los resultados del sistema deben ser analizados por la entidad anticipadamente a cualquier tipo de publicación en la página de Internet o en el Geoportal.

Se recomienda continuar con el desarrollo de nuevos módulos de cálculo para elementos que aún no se hayan evaluado, otros métodos aplicables y efectos colaterales. Así mismo es necesario de que por lo menos dos veces al año se realice el mantenimiento del software, dicho mantenimiento incluye la organización de las bases de datos, ajustes de errores del sistema y demás actividades que sean necesarias para su correcto funcionamiento.

Se recomienda a mediano y largo plazo continuar con los desarrollos de este tipo de herramientas que permitan para la Entidad y para el Distrito disponer de evaluaciones de daño para otros tipos de amenazas, como deslizamientos o inundaciones.

5 REFERENCIAS

Booch G. (2001). Análisis y diseño de aplicaciones orientado a objetos. Editorial Addison-Wesley.

DPAE. (2009a). *Actualización y Sistematización de los Escenarios de Daño por Terremoto.* Informe Final Prototipo del Sistema Fase I, Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, Coordinación de Investigación y Desarrollo, Bogotá.

ESRI. (2005). *Designing Geodatabases with Visio.* Redlands, CA, USA: ESRI Press.

ESRI. (2005a). *Designing Geodatabases with Visio.* Redlands, CA, USA: ESRI Press.

ESRI. (2005b). *CASE Tools Tutorial.* Redlands, CA, USA: ESRI Press.

ESRI. (2008). *Building Geodatabases Tutorial.* Redlands, CA, USA: ESRI Press.

Naiburg, E., & Maksimchuk, R. (2001). *UML for Database Design.* Addison Wesley.

Object Management Group. (2009). *Object Management Group - UML*. (O. M. Group, Editor) Recuperado el 15 de 09 de 2009, de Object Management Group - UML: http://www.uml.org/

Rational Software Corporation. (2009). *Rational Unified Process Whitepaper: Best Practices for Software Development Teams*. (R. S. Corporation, Editor, & R. S. Corporation, Productor) Recuperado el 15 de 11 de 2009, de http://www.augustana.ab.ca/~mohrj/courses/2000.winter/csc220/papers/rup_best_practices/rup_bestpractices.html

Schreiner, C. (2005). *Geo-Database Modeling Using CASE tools.* Sidney: NZERN.

Zeiler, M. (1999). *Modelling Our World.* Redlands, CA, USA: ESRI Press.

Páginas WEB.

The java Tutorials – Sun Miocrosystems. Lesson: Exceptions.

http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/exceptions/index.html

Object Management Group (OMG) www.uml.org SCJP Sun Certified Programmer for Java 5 Study Guide: Exam (310-055)

by Kathy Sierra, Bert Bates - McGraw-Hill/Osborne - Book – 825

ANEXO 1. REQUISITOS FUNCIONALES

ANEXO 2. ANÁLISIS DE REQUISITOS FUNCIONALES

ANEXO 3. CASOS DE USO

ANEXO 4. ANÁLISIS DE CASOS DE USO

ANEXO 5. MODELO DE DATOS

ANEXO 6. DICCIONARIO DE DATOS

ANEXO 7. ESTRUCTURACIÓN DE INFORMACIÓN