

UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
"OSCAR LUCERO MOYA"
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y MATEMÁTICA

Gestión de los Volúmenes de Excavación en la actividad de proyecto de redes hidráulicas de abasto en la EIPH Holguín "Raudal": Módulo de un Sistema CAD distribuido



Autor: Aspirante a Ing., Rachid Zeineddin Saburit

Tutores: Dc.S. Jesús Rafael Hechavarría Hernández
Ing. Ángel Zaldívar Pino
Ing. Edwin Estévez Parra

Holguín 2010

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy el único autor del trabajo de diploma titulado:

Gestión de los Volúmenes de Excavación en la actividad de proyectos de redes Hidráulicas de abasto en la EIPH Holguín "RAUDAL": Módulo de un Sistema CAD distribuido y que el mismo pertenece al Centro de estudios CAD/CAN conjuntamente con la Facultad de Informática y Matemática de la Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", para que se haga el uso que se estime pertinente con este trabajo.

Para que así conste firman la presente a los ____ días del mes de _____ del año

_____.

Autor: Rachid Zeineddin Saburit

Tutores: DcS. Jesús Rafael Hechavarría Hernández

Ing. Edwin Estévez Parra

Prof. del Centro de Estudio CAD/CAN.

Ing. Ángel Zaldívar Pino

Prof. del Dpto. Programación.

OPINIÓN DEL TUTOR

Título del trabajo de diploma: Gestión de los Volúmenes de Excavación en la actividad de proyecto de redes hidráulicas de abasto en la EIPH Holguín “Raudal”: Módulo de un Sistema CAD distribuido.

Diplomante: Rachid Zeineddin Saburit

Tutores del trabajo de diploma Dc.S. Jesús Rafael Hechavarría Hernández
Ing. Ángel Zaldívar Pino
Ing. Edwin Estévez Parra

La calidad de la investigación y el desarrollo del diplomante ha sido excelente, mostrando independencia, responsabilidad y solidez en los conocimientos. El desarrollo del primer capítulo de la tesis, así como el diseño de la investigación lo corroboran. Se ha comenzado a desarrollar la ingeniería de software además de la implementación del sistema propuesto. Se ha referenciado bibliografía actualizada en su gran parte pertenece a los años 2000 en adelante, casi toda en Inglés, demostrando un dominio de las técnicas de búsqueda y condensación en Inglés y Español de alta calidad. Empleo de tecnologías como herramientas case, gestores de base de datos y herramientas de programación.

Tutor: Dc.S. Jesús Rafael Hechavarría Hernández
Ing. Ángel Zaldívar Pino
Ing. Edwin Estévez Parra

Prof. del Dpto. Informática

Pensamiento

Si nos quitan la posibilidad de equivocarnos, nos quitarán la satisfacción del éxito.

Agradecimientos

A todo aquel que de una manera u otro influyó en mi formación como profesional, a los hicieron posible la realización de este trabajo y tuvieron la confianza en mi, especialmente a mis tutores, Angel y Oscar.

A mis amigos, por brindarme su confianza en los momentos más difíciles.

A mis compañeros de aula, por su apoyo y ejemplo.

A mis amigos, por estar siempre a mi lado cuando más los necesite.

...A todos ustedes y por supuesto a mí.

Dedicatoria

A mi madre y familia, por su amor infinito.

A mis amigos y familiares, por su confianza sin límites.

Por sobre todas las cosas, a lo que significa este trabajo... Y

a mí.

Gracias a todos y por todo.

Resumen

En el presente trabajo, Gestión de los Volúmenes de Excavación en la actividad de proyecto de redes hidráulicas de abasto en la EIPH Holguín “Raudal”: Módulo de un Sistema CAD distribuido se expone su fundamentación teórica, las tendencias y tecnologías actuales, el estudio de sostenibilidad y la validación de los resultados mediante encuestas. El objetivo de este trabajo es desarrollar un módulo para un Sistema CAD distribuido, que permita la gestión de los volúmenes de excavación en el diseño de redes hidráulicas de abasto. La utilización del mismo no sólo favorecerá calcular los volúmenes de excavación y gestionar la información geológica para el diseño de redes hidráulicas en los departamentos involucrados en estos procesos, sino que permitirá la integración del módulo en la actividad de proyectos de la EIPH Holguín “RAUDAL” y una mayor organización en la información con que se trabaja. A partir de un profundo análisis y con el apoyo de la metodología Iconix, que se basa en la modelación visual usando Unified Modeling Language (UML), se realiza el proceso de desarrollo del módulo con apoyo de la herramienta Enterprise Architect v7.1. Se destaca que aunque en las empresas implicadas en la proyección y ejecución de obras hidráulicas del país, como la empresa RAUDAL, existen sistemas que se emplean para algunas de estas funciones, el presente módulo constituye el primer diseño de aplicación Applet desarrollada para RAUDAL y es además valorado como un producto informático sostenible y perdurable en el tiempo.

Abstract

In the present work, “**Management of Excavation volumes, for Holguin’s EIPH hydraulic network project, RAUDAL: distributed CAD System Module**”, An analysis of its theoretic foundation, tendencies and present-day technologies, the study of its sustainability and the validation of the results using opinion polls were carried out. The objective of this work is to develop a module for a distributed CAD System, which permits the management of excavation volumes in the design of hydraulic networks. There utilization not only favors the calculation of excavation volumes and geological information management for the design of hydraulic networks in the departments involved in these processes, but they also permit the integration of the module in EIPH’s project activities and allows better organization of the information in which they work. Apart from a deep analysis and, with the support of Unified Modeling Language (UML), based visual modelation methodology, Iconix, this module’s development of was done with Enterprise Architect v7.1 software. Although companies like RAUDAL has their own software that aids in the projection and execution of hydraulic works in the country, This Products Shines because its provides functions that are lacking in these systems used by RUADAL, This module constitutes the first design of Applet application developed for RUADAL and, it’s also appraised as a sustainable information-technology product that will last.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1. Fundamentación Teórica	8
1.1 Objeto de Estudio	9
1.1.1 Proceso para la gestión geológica.....	9
1.1.2 Proceso para el cálculo de volumen de excavación	11
1.1.3 Antecedentes de software para la el cálculo de volúmenes de excavación. .	13
1.2 Concepción del módulo gestión de los volúmenes de excavación mediante el QFD.....	15
1.3 Arquitectura Cliente Servidor	16
1.3.1 Java	17
1.3.2 Applet.....	18
1.3.3 Spring	19
1.4 Aplicaciones gráficas en JAVA.....	20
1.4.1 OpenGL	20
1.4.2 Jcad	21
1.5 Descripción de las tendencias y tecnologías para la construcción de la solución propuesta	22
1.5.1 Sistema CAD	22
1.5.2 Sistemas CAD distribuido	23
1.5.3 Herramienta para la implementación: NetBeans	24
1.5.4 Tecnología de Base de Datos: PostgreSQL.....	24
1.6 Fundamentación de la metodología de desarrollo utilizada	25
1.6.1 ICONIX	26
1.7 Conclusiones del capítulo.....	29
Capítulo 2. Descripción y construcción de la solución propuesta	30
2.1 Modelo del Dominio	30
1. Requerimientos funcionales	30
2. Glosarios de términos	33

Índice

3. Diagrama del Modelo del Dominio	35
2.2 Análisis y Diseño Preliminar	36
2.2.1 Modelo de casos de uso del sistema.....	36
2.2.2 Descripción de los Casos de Uso del Sistema.....	38
2.2.3 Análisis de Robustez.....	40
2.3 Arquitectura Técnica.....	44
2.3.1 Requerimientos no Funcionales	45
2.3.2 Modelo del despliegue	47
2.4 Diseño detallado	48
2.4.1 Diagrama de Secuencia.....	49
2.4.2 Diagrama de clases.....	51
2.4.3 Diagrama de clases persistentes.....	52
2.5 Implementación.....	53
2.5.1 Estándar de codificación	53
2.5.2 Prueba	58
2.6 Conclusiones del Capítulo	59
Capítulo 3. Validación de los resultados	60
3.1 Planificación	60
3.2 Valoración de Sostenibilidad	68
3.3 Valoración de los resultados obtenidos en la encuesta a los posibles usuarios del módulo.....	71
3.4 Conclusiones del Capítulo	73
Conclusiones Generales.....	74
Recomendaciones	75
Bibliografía y Referencias Bibliográficas	77
Anexos.....	79

Índice de Figuras

Figura 1.1 Ciclo de la actividad de proyecto de redes hidráulicas en la “EIPH Holguín Raudal”	8
Figura 1.2 Parámetros de la Zanja.....	13
Figura 1.3 Esquema Cliente /Servidor	17
Figura 1.4 Esquema de trabajo de ICONIX	26
Figura 2.1: Diagrama Modelo del Dominio	35
Figura 2.2: Paquete Caso de Uso	37
Figura 2.3: Diagrama Caso de Uso del Sistema.....	38
Figura 2.4: Diagrama de Robustez del Caso de Uso “Insertar zona geológica”	42
Figura 2.5: Diagrama de Robustez del Caso de Uso “Definir contorno cerrado”	43
Figura 2.6: Diagrama de Robustez del Caso de Uso “Calcular volumen de excavación”	44
Figura 2.7: Diagrama de despliegue del Módulo Gestión de la Información geológica para redes hidráulicas de abasto	48
Figura 2.8: Diagrama de Secuencia del Caso de Uso “Calcular Volumen de Excavación”	49
Figura 2.9: Diagrama de Secuencia del Caso de Uso “Insertar zona geológica”	50
Figura 2.10: Diagrama de Secuencia del Caso de Uso “Definir Contorno Cerrado”	51
Figura 2.11: Diagrama de clases del módulo	52

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Normas de diámetros de tubería	12
Tabla 2.1 Componentes visuales	57
Tabla 3.1 Entrdas Externas (EI)	62
Tabla 3.2 Peticiones (EQ)	63
Tabla 3.3 Salidas Externas (EO).....	63
Tabla 3.4 Ficheros Lógicos Internos (ILF)	64
Tabla 3.5 Puntos de Función Desajustado (UFP)	64
Tabla 3.6 Cálculo de las Instrucciones Fuentes	65
Tabla 3.8 Factores de Escala.....	67
Tabla 3.9 Valores Calibrados	67
Tabla 3.10 Resumen	68

INTRODUCCIÓN

En los países capitalistas cada día la tecnología avanza con una enorme rapidez, logrando que los procesos de las grandes industrias se automaticen. La obtención de estas tecnologías son muy costosas para los países en vías de desarrollo, esto conlleva a dichos países a desarrollar tecnologías avanzadas para aumentar la producción económica logrando satisfacer las necesidades de la sociedad y del estado, el cual constituye el objetivo fundamental para elevar la eficiencia y la efectividad de la economía.

Cuba es uno de los países que no puede comprar estos avances tecnológicos por lo caro que son los mismos y estar bloqueada por más de 50 años, pero a pesar de todo se trazan alternativas con el objetivo de incrementar la producción económica logrando satisfacer la demanda del pueblo que es la prioridad de nuestra revolución.

Una de las alternativas es vincular a los estudiantes de las universidades en proyectos de carácter ingenieril.

En la Universidad de Holguín la facultad de Informática está realizando proyectos con el centro de estudios CAD/CAM para desarrollar software libres relacionados con la automatización y la digitalización de procesos ingenieriles. La mayoría de las entidades productivas del país cuentan con sistemas computacionales en la que casi todos sus procesos están sustentados en herramientas informáticas propietarias, este es el caso de la Empresa de Investigaciones de Proyectos Hidráulicos (EIPH Holguín "RAUDAL" a partir de ahora) que utiliza el AutoCAD.

La Empresa RAUDAL está caracterizada por la ejecución de Investigaciones Aplicadas, Proyectos, Servicios Técnicos y Asesorías destinados a la construcción y explotación de las obras hidráulicas que se construyen en la región oriental para satisfacer el abastecimiento de agua, el drenaje y el tratamiento de residuales de la población, la industria, el turismo y la agricultura.

Introducción

Para realizar un proyecto, RAUDAL se rige por una estructura de trabajo y una serie de procesos para que los mismos salgan con la calidad requerida y el tiempo estipulado por el cliente y la empresa, pero casi siempre esto no se cumple ya que el estudio geológico que se hace sobre el terreno se entrega finalizando la obra, trayendo consigo la obtención de excavaciones innecesarias y por ende una mayor explotación tanto del capital humano como el de la maquinaria.

Desde su origen el departamento de geología de la empresa RAUDAL ha trabajado con diferentes sistemas computacionales entre los que se destacan el Surfer y AutoCADMap, los cuales desde sus inicios hasta el momento han cumplido sus objetivos fundamentales, pero al aumentar el número de obras a proyectar se hace necesario tener una mayor relación de este departamento con el departamento de proyectos para entregar las obras en menores tiempos y con mayor calidad.

La solución del cálculo de volúmenes de excavación es otro problema que presenta la empresa RAUDAL ya que él mismo no se ejecuta sobre la base de la elevada integración de la información y no se le aplica métodos modernos de preparación y toma de decisiones, todo esto lleva consigo la débil organización racional de los procedimientos de cálculo de ingeniería involucrados y la falta de colaboración en la actividad de proyecto.

En las aplicaciones que utiliza la empresa no se detalla a fondo los parámetros que influyen en el cálculo de volumen de excavación como el: rehincho manual, rehincho mecanizado, reposición de pavimento, demolición de pavimento, replanteo en zanja, excavación manual, excavación mecanizada, si se trabaja a préstamo o a caballero, entre otros.

Cada una de estas clasificaciones tiene asignado un código en la Base de Datos del Ministerio de la Construcción por lo que se puede conocer el valor del costo por cada tramo de tubería, sector o costo total en la red, el mal manejo de de estos parámetros puede traer consigo valores erróneo en el presupuesto de un proyecto.

Introducción

También se tiene en cuenta la relación de las zonas geológicas con la trayectoria definida por el diseñador y a la profundidad de la excavación en función del recubrimiento de la tubería, diámetro y colchón de asiento en cada estacionado.

Influye en estos parámetros, la tecnología de excavación: retroexcavadora y martillo (método tradicional) o zanjeadora, lo que condiciona los parámetros de la zanja, como son: separación del tupo a las paredes de la zanja, distancia de la corona del tubo al recubrimiento con rehincho manual, espesor del colchón de asiento, entre otros, [19] los cuales están descritos en las Normas Cubanas y en los nuevos instructivos emitidos por la Dirección Nacional del Grupo Empresarial de Investigación, Proyecto e Ingeniería, GEIPI.

En busca de soluciones a todos estos problemas el compañero Doctor en Ciencia (Dr.C) Jesús Hechavarría Hernández desarrolló una Aplicación CAD sobre la base del AutoCAD y entre sus principales aportes fue insertar la geología sobre el AutoCAD.

La Aplicación CAD se logró aplicar a nivel nacional y es utilizado para el diseño de redes de distribución de abasto, esto trajo consigo que se incrementara la calidad del trabajo y se aminorara considerablemente el tiempo invertido en la actividad de proyecto.

Sin embargo este programa presenta varias deficiencias que están dadas en que no utiliza una interfaz amigable lo cual dificulta el proceso de aprendizaje de la aplicación y hace que el proceso de entrada de datos sea engorroso. Por otra parte no permite la inserción de nuevos tipos de suelos así como coeficientes a los cambios de estado, como tampoco cede a la actualización de la metodología de cálculo, la cual es vulnerable debido a los instructivos que se emiten a nivel nacional.

Con todas estas situaciones y problemáticas existentes en la empresa RAUDAL, se llegó a la conclusión de que se hace necesario desarrollar un Sistema CAD distribuido que opere en plataformas de software libre, responda a las necesidades de la empresa y logre integrar el flujo de información que

existe entre las diferentes etapas que conforman a los proyectos de redes hidráulicas de abasto.

Partiendo de las cuestiones antes mencionadas constituye **problema científico** ¿Cómo favorecer la gestión de los volúmenes de excavación en los proyectos de redes hidráulicas de abasto en la EIPH Holguín “RAUDAL”?

A partir del problema se delimita el **objeto de investigación**: el proceso de la gestión de los volúmenes de excavación en redes hidráulicas de abasto. Siendo el **campo** de acción: la informatización del proceso de gestión de los volúmenes de excavación en un sistema CAD distribuido para el diseño de redes hidráulica de abasto.

Siendo **objetivo** de la presente investigación: desarrollar un módulo para un Sistema CAD distribuido, que permita la gestión de los volúmenes de excavación en el diseño de redes hidráulicas de abasto.

En el presente trabajo se plantea como **Hipótesis** de la investigación: el desarrollo de un módulo para un Sistema CAD distribuido, que se caracterice por ser flexible, eficiente, con interfaz amigable, que automatice los procesos de cálculo de volumen de excavación y que permita la disponibilidad de la información geológica para las restantes actividades del proyecto, favorecerá la gestión de los volúmenes de excavación en redes hidráulicas de abasto en la actividad de proyecto de la EIPH Holguín “Raudal”.

Se plantean como **Tareas** de investigación las siguientes:

1. Estudiar la actividad de proyecto referente a la geología y al cálculo de volúmenes de excavación en redes hidráulicas de abasto.
2. Realizar la captura de los requerimientos del cliente.
3. Analizar los diferentes softwares que utiliza la empresa para gestionar la geología y calcular los volúmenes de excavación el diseño de redes hidráulicas de abasto.

4. Estudiar las principales tendencias y tecnologías para el desarrollo del Módulo gestión de los volúmenes de excavación en redes hidráulicas de abasto.
5. Valorar la sostenibilidad del sistema informático, según las dimensiones administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica.
6. Realizar el análisis, diseño e implementación del módulo gestión de los volúmenes de excavación en redes hidráulicas de abasto.
7. Valorar la efectividad y grado de aceptación del cliente con la propuesta de solución mediante el método estadístico Delphy.

Para alcanzar el objetivo de la investigación, se utilizaron diferentes métodos investigativos:

Métodos Teóricos

Método histórico - lógico: para la comprensión de las leyes generales y esenciales del proceso geológico en redes hidráulicas de abasto y en el estudio de las tendencias que apoyan la hipótesis.

Hipotético – Deductivo: para la elaboración de la hipótesis, la cuál será examinada y demostrada por la investigación realizada. Además la hipótesis planteada permite deducir la solución del problema encontrado.

Análisis y síntesis: para el análisis del objeto de estudio y así comprender las relaciones esenciales y características generales de los procesos y de esta forma elaborar los fundamentos teóricos, en la descomposición de cada uno de los requerimientos del sistema, a través de este método se realizó la valoración de sostenibilidad del sistema.

Modelación: durante toda la etapa del diseño del sistema, pues se utiliza la metodología de ingeniería de software Iconix, la cual emplea UML como lenguaje de modelado, lográndose con esto que el conjunto de modelos de la metodología, describa todas las perspectivas posibles del proceso de desarrollo en sentido general, y que el sistema se pueda modelar de una forma menos abstracta.

Métodos Empíricos

Entrevista: Posibilitó la obtención de información, la búsqueda de opiniones y conocimientos de expertos, además de facilitar la recopilación de elementos para el análisis del sistema. Se tuvieron en cuenta las sugerencias, criterios y necesidades que pudieron influir en la correcta concepción del sistema.

Revisión de documentos: Fue utilizado para entender y recopilar los requerimientos funcionales del sistema. Permitió conocer como funciona la EIPH Holguín “RAUDAL” estructural y funcionalmente, para así definir una idea única del flujo, así como también los procesos por los que se rige la empresa.

Encuestas: para evaluar la satisfacción de los usuarios con respecto al diseño del nuevo sistema y además para elegir los expertos y obtener valoraciones conclusivas de éstos sobre el sistema.

Métodos Estadísticos

Delphy: Se escogió para tomar las opiniones individuales de los geólogos y los proyectistas encargados en calcular los volúmenes de excavación de los proyectos hidráulicos, con el objetivo de arribar a conclusiones a partir de los resultados de funciones estadísticas y elaborar pronósticos a largo plazo, referentes a posibles acontecimientos con respecto al módulo.

Este trabajo está dividido en tres capítulos. Los aspectos más relevantes abordados en cada uno de ellos se exponen brevemente a continuación:

Capítulo 1. Fundamentación Teórica: Se realiza un estudio bibliográfico actualizado que conlleva a una descripción del objeto de estudio de la investigación, incluyendo las principales tendencias y tecnologías para la construcción de la solución propuesta, además de la metodología de desarrollo de software empleada.

Capítulo 2. Descripción y construcción de la solución propuesta:

Siguiendo el proceso que plantea la metodología de desarrollo de software seleccionada para el módulo propuesto, se capturan los requerimientos funcionales del sistema, a partir de los cuales se elabora el modelo del dominio y se modelan los casos de uso que componen el sistema. A través de las fases de análisis y diseño se estructuran y refinan los requerimientos capturados, lo que da lugar finalmente a la implementación. Este capítulo incluye, además, el diagrama de despliegue, diseño de la base de datos, estándares de interfaz y de codificación.

Capítulo 3. Validación de los resultados. Se esboza la planificación del proyecto, el estudio de la sostenibilidad del sistema informático según las dimensiones administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica y se utiliza el método Delphy con el objetivo de validar la hipótesis.

Capítulo 1. Fundamentación Teórica

La empresa RAUDAL” es la encargada de realizar los proyectos de redes hidráulicas en la provincia de Holguín. La actividad de proyecto de la empresa está compuesta por diferentes hilos de trabajo como la topografía, geología, planificación de abasto, generación de planos técnicos, entre otros. Cuando se realiza el contrato de un proyecto se confecciona un equipo de trabajo el cual es el encargado de realizar las investigaciones y los cálculos pertinentes en el lugar donde se va a ejecutar la obra hidráulica.

En la empresa RAUDAL se han utilizado varios Sistemas Informáticos Hidráulicos, pero en estos momentos se hace énfasis en la necesidad de crear un sistema CAD distribuido como la solución a los problemas existentes en la empresa. El sistema CAD distribuido tendrá en cuenta las tareas que realiza la empresa logrando el vínculo entre los hilos de trabajo antes mencionados. El mismo estará compuesto por un conjunto de módulos, los cuales tendrán su rol bien definido dentro de la actividad de proyectos.

En la Figura 1.1 se ilustra un esquema que resume las rutinas que implica un proyecto de redes hidráulicas de abasto.

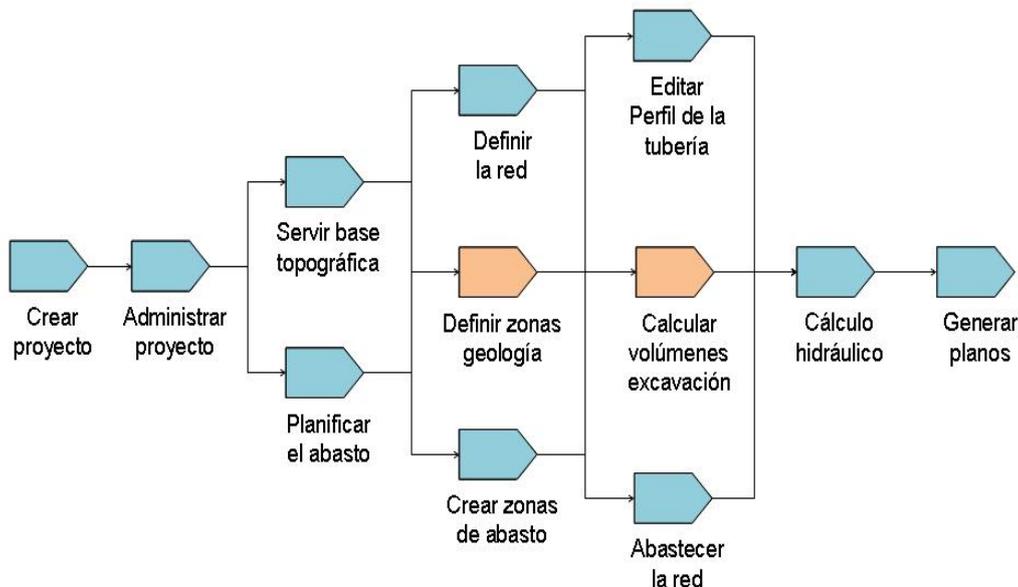


Figura 1.1 Ciclo de la actividad de proyecto de redes hidráulicas en la “EIPH Holguín Raudal”

1.1 Objeto de Estudio

El módulo para la gestión de la información geológica de redes hidráulicas de abasto tiene dos tareas primordiales, primeramente todo lo concerniente a la geología, y el cálculo de volumen de excavación. La geología es la base fundamental para la elaboración de un buen proyecto, ya que arroja buena información del área de trabajo y evita que se realicen perforaciones innecesarias ayudando a que sean menos costosas las obras hidráulicas. El cálculo de volumen de excavación depende del desarrollo del módulo "(Módulo para la definición espacial de redes hidráulicas de abasto)" componente básico del Sistema CAD distribuido. Una de las principales funciones que debe tener el módulo para facilitar la gestión de la información Geológica, es insertar zonas geológicas para un proyecto teniendo en cuenta las irregularidades del terreno, introducirle las propiedades a la zona geológica y calcular el volumen de excavación de la trayectoria de la tubería aparte de cargar las opciones las base topográfica, imagen satelital o plano en DXF que se va a encontrar en la base de datos georeferenciada.

1.1.1 Proceso para la gestión geológica

En la EIPH Holguín "RAUDAL" para hacer los proyectos se llevan a cabo una secuencia de pasos, primeramente se realiza el estudio geológico junto con la topografía los cuales son la base de partida para lograr un proyecto con la calidad requerida. Los geólogos son los encargados de estudiar esta ciencia y utilizan parámetros y normas para efectuar un buen trabajo geológico.

La **geología** es la ciencia que estudia todos los fenómenos y procesos físicos y químicos, y su evolución en el tiempo, que tienen lugar en el planeta tierra desde su propio surgimiento. Centrando su mayor enfoque a los que ocurren en su parte más externa, o sea la corteza terrestre (acción atmosférica, acción geológica de los ríos, acción de los mares).[16-17]

La **ingeniería geológica** surge a partir del desarrollo de las grandes obras públicas y el crecimiento incontrolable de las zonas urbanas bajo condiciones geológicamente adversas, o bajo la amenaza de riesgos naturales,[16] estos problemas constituyen una de las cuestiones primordiales de esta ciencia,

aplicada al estudio y solución de los problemas de la ingeniería y del medio ambiente producidos como consecuencia de la interacción entre las actividades humanas y el medio geológico. El fin de la ingeniería geológica es asegurar que los factores geológicos condicionantes de las obras de ingeniería sean tenidos en cuenta e interpretado adecuadamente, así como evitar o mitigar las consecuencias de los riesgos geológicos. [16]

Para poder realizar un estudio ingeniero-geológico existen técnicas por la cual se rigen los ingenieros, pero antes de hacer el estudio, los encargados en la actividad primero hacen los trabajos geofísicos con el objetivo de ubicar las calas en zonas más perspectivas. Estos trabajos geofísicos se realizan con el objetivo de localizar las zonas de desastres naturales de magnitud destructiva (terremoto, tsunami, erupción volcánica, huayco, entre otros).[8; 20]

- La jerarquía que utilizan los geólogos son la recopilación de materiales de archivo (Trabajos que se realizaron con anterioridad), visita al área de estudio geológico-proyectista, luego se realiza el Programa de Investigación por el ingeniero geólogo de la obra, posteriormente se realiza el levantamiento ingeniero geológico utilizando la escala en dependencia del grado de dificultad de la obra, utilizando las maquinas perforadoras (Sterling MDC-800, URB-50) se realizan las perforaciones y se toman las muestras del suelo y del agua: [8]
 - Las muestras de suelos se envían al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UEBGP (Unidad Empresarial Base Geología y Proyecto) de la Empresa UEBPI (Unidad Empresarial Base Proyecto e Investigaciones).
 - Las muestras de agua se envían a la ENAST para realizarles ensayos químicos de agua y bacteriológicos.
- A las muestras de suelos se le realizan los ensayos físicos-mecánicos se ejecutan según el tipo de obra que se esté estudiando. Durante la perforación rotaría el geólogo describe el suelo según se vaya perforando y lo va anotando en la libreta donde se pone el número de la escala y las profundidades de las descripciones, también se anota si el

nivel freático fue cortado o no (N.F), luego estas muestras se cogen en pomos, sacos y Selby para ensayarlas en el Laboratorio de Mecánica de Suelo anteriormente mencionada.[8]

- Después de realizado el proceso anterior se ejecutan los trabajos de Gabinete y finalmente se realiza el informe final (Que es el producto comercializado y entregado al cliente).

La obtención de un estudio profundo en el lugar donde se va a ejecutar la obra lleva consigo una gran importancia en la ingeniería geológica la cual se manifiesta en dos grandes campos de actuación. El primero corresponde a los proyectos y obras de ingeniería donde el terreno constituye el soporte, el material de excavación, de almacenamiento o de construcción, donde se incluyen las obras hidráulicas, marítimas entre otros. La participación de la ingeniería geológica en estas actividades es fundamental al contribuir a su seguridad y economía. El segundo campo se refiere a la prevención, mitigación y control de los riesgos geológicos, así como de los impactos ambientales de las obras públicas, actividades industriales, minerales. La ingeniería geológica tiene un gran peso en el producto interno bruto del país al estar directamente relacionada con el sector de la hidráulica.

1.1.2 Proceso para el cálculo de volumen de excavación

Uno de los procesos más engorrosos e importante en la empresa RAUDAL es el cálculo de volumen de excavación ya que gran peso del proyecto cae sobre él. La principal función que ejecuta el cálculo de volumen de excavación es para obtener el presupuesto de la obra hidráulica. Los encargados de realizar el cálculo de volumen de excavación son los ingenieros hidráulicos que trabajan en el departamento de proyectos aunque existe un personal especializado en este proceso. Al igual que los demás procesos que realiza la empresa, el cálculo de volumen de excavación está estipulado por una secuencia de pasos lógicos los cuales hay que cumplir al pie de la letra. Primeramente el ingeniero tiene que saber el diámetro de la tubería que se va a utilizar en la obra para saber el tipo de pala que se le va a poner a la

zanjeadora (última maquinaria que se está usando en Cuba) con esto se obtiene el ancho de la zanja. Está establecido por normas que para un diámetro de tubería existe un ancho de zanja los cuales se muestran a continuación:

Características de las secciones típicas

Hasta diámetro D= 160 mm	
Ancho de la zanja	0.25 m
Desde diámetro D= 180 mm a 400 mm	
Ancho de la zanja	0.7m

Tabla 1.1 Normas de diámetros de tubería

Antes de efectuar la excavación se establece la profundidad de excavación, la zanjeadora convierte los tipos de suelo que existen en arcilla que se multiplica por un coeficiente de estado (ver tabla Transformación del material) para saber el volumen de extracción, también para la excavación se tiene en cuenta si existe se draga en asfalto para poder reponerlo posteriormente. Cuando se termina la zanja se hace un colchón de asiento o prepiso que por norma es de 0.10m para que la tubería no se rompa al interactuar con las rocas, luego se pone la red de tubería sobre toda la zanja, de ahí viene el rehincho manual que es una brigada que compacta manualmente la arcilla extraída, el rehincho manual se realiza hasta 0.30m después de la corona del tubo, posterior a esto se efectúa el rehincho mecanizado que lo hace un obrero montado en una máquina para compactar la arcilla extraída. [19]

Otros parámetros que hay que tener en cuenta son el **préstamo** el cual consiste en buscar más tierra para rellenar la zanja ya que la extraída no alcanzó, y **caballero** que consiste en botar la arcilla sobrante que se extrajo de la zanja, por último se realiza la reposición de pavimento si fuese necesario.[19] El cálculo de volumen de excavación se hace para el colchón de asiento, rehincho manual, rehincho mecanizado y la reposición de pavimento si fuese necesario. Todos estos parámetros se tienen en cuenta para sacar el

presupuesto de la obra ya que cada uno tiene un costo en la Base de Datos del Precons (Sistema para controlar la economía de la construcción).

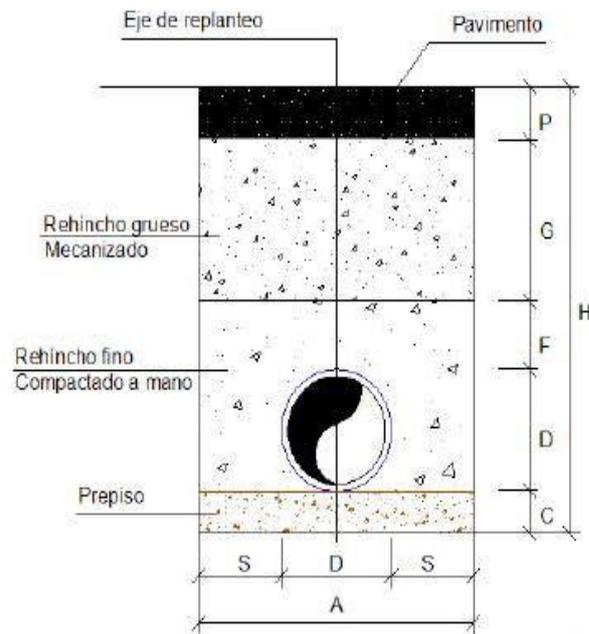


Figura 1.2 Parámetros de la Zanja

1.1.3 Antecedentes de software para la el cálculo de volúmenes de excavación.

El cálculo de los volúmenes de excavación es necesario para la evaluación económica de un proyecto, de hecho tienen una gran influencia en los altos costos de la inversión lo cual puede invalidar la puesta en marcha de la obra hidráulica. Por lo general es considerada una etapa posterior al proceso de diseño debido a que depende de actividades como la definición espacial de la red, el diseño de la misma para definir los diámetros de tuberías, así como los trabajos de investigación geológicas. Es por ello que los programas computacionales destinados a ello no integran estas actividades. Sin embargo, en los procesos de diseño de las redes hidráulicas de abasto, donde se desea optimizar bajo criterios técnico-económicos [21] es indispensable considerar en el proceso de diseño la minimización de todos los costos los cuales incluyen los costos de materiales de tuberías y accesorios así como los costos de

instalación, dentro de los que se incluyen los costos de cada actividad a desarrollar durante la excavación de las zanjas y soterrado de las tuberías.

El AutoCADMap es la aplicación de AutoDesk y es la que más utiliza el Departamento de Topografía de la EIPH de Holguín para los trabajos de topografía lo cual incluye la modelación del terreno en una malla triangular además de mostrar toda información de ayuda a la orientación espacial en la cual posteriormente, el Departamento de Investigaciones Geológicas utiliza esta información para procesar los datos de interés con el Surfer.

El programa profesional Surfer es el sistema informático con el que cuenta la empresa para realizar los planos geológicos, a partir de la definición de calas geológicas, el proyectista de geología diseña el comportamiento de los tipos de suelos en vista perfil, en la cual realiza la descripción irregular del acomodo de las capas geológicas.

Tanto el AutoCADMap como el Surfer no realizan cálculo de los volúmenes de excavación, su función es preparar la información geológica para que en el Departamento de Proyecto pueda realizar el proceso.

La manera tradicional que han llevado las empresas de proyectos encargadas de esta actividad ha sido utilizando hojas de cálculo en Microsoft Excel para calcular los volúmenes de excavación, lo cual hace que el proceso no sea confiable al no contar con información gráfica que permita la validación de los datos de entrada. Esta alternativa se conjugaba con los resultados del programa DISPER por ser este una aplicación sobre MS-DOS que aunque tiene ilustración gráfica el cálculo de los volúmenes de excavación lo realiza de manera aproximada al consultarle al diseñador cuales por cientos se estimarán por tipos de suelos.

En la actualidad se aplica el Sistema DP-EPT 1.0 para la edición de los perfiles de tuberías el cual incluye el cálculo de los volúmenes de excavación. Esta aplicación se ejecuta sobre AutoCAD e integra la definición de zonas geológicas en planta así como la distribución de las capas geológicas por profundidad, también tiene en cuenta los cambios de estados de los tipos de suelo así como el cálculo de los volúmenes de excavación clasificado por las

actividades definidas en el PRECONS . La integración de estas actividades permitió por primera vez incorporar en el proceso de diseño estos importantes costos.

1.2 Concepción del módulo gestión de los volúmenes de excavación mediante el QFD.

Un factor que garantiza el éxito de un producto es, indudablemente la calidad, es por ello que empresas de todo el mundo utilizan métodos que le permitan diseñar productos que tengan en cuenta las demandas y expectativas del cliente.

De ahí que, en la concepción del módulo propuesto en la presente investigación se haya desarrollado el Despliegue de la Función Calidad (QFD), el cual es una técnica que identifica los requerimientos del cliente y proporciona una disciplina para asegurar que estén presentes en el diseño del producto o servicio y en el proceso de planificación. [18; 26; 28; 41]

Es fundamental aclarar que el QFD no es una herramienta para medir la calidad sino un poderoso instrumento para la planificación, y difiere de otros métodos tradicionales de calidad que están enfocados en no tener defectos, además del grandioso benchmarking que lleva a cabo.[10]

Considerando lo antes mencionado se desarrolló la matriz de planificación por ser la más importante de las 4 matrices que conforman el ciclo completo del proceso del QFD [28] . El Despliegue de la Función Calidad al Módulo de Gestión de los Volúmenes de Excavación permitió la participación del cliente desde el mismo inicio de la concepción del sistema informático. Donde, se pudo expresar en términos operativos los requerimientos de los proyectistas, así como las características de control y el nivel de importancia que el cliente le infiere a cada requerimiento. **(Ver Anexo 1)**

En el anexo 2 se ilustra la evaluación competitiva realizada por el equipo de trabajo y los proyectistas, donde se analizaron de que manera cada sistema cumple con los requerimientos. Posteriormente se repite el proceso evaluando entonces las características de control, **(ver anexo 3)**.

1.3 Arquitectura Cliente Servidor

En el mundo actual día tras día se trata de lograr un mayor control sobre la información, utilizando sistemas distribuidos con el objetivo de aumentar la productividad, disminuir los costos de desarrollo, facilitar el mantenimiento y uso de las aplicaciones por los usuarios.

Para implantar los sistemas distribuidos existen los modelos Clientes/Servidor que no es más que aquella red de comunicación en la que todos los clientes están conectados a un servidor, el cual es el encargado de gestionar todas las peticiones de los clientes y centralizar los diversos recursos y aplicaciones con que se cuenta. [3]

El modelo Cliente/Servidor va a ser utilizado como parte primordial del Sistema CAD distribuido del que va a formar parte el módulo de gestión de información geológica para redes hidráulicas de abasto.

La EIPH Holguín “RAUDAL” está en proceso para implantar este tipo de modelo buscando en él la integración de la actividad de proyecto de redes hidráulicas de abasto, para poder lograr que los diferentes hilos de trabajo ocurran en un entorno colaborativo, concurrente y distribuido, buscando una mejor comunicación entre ellos y un mayor control sobre la información.

Este modelo lleva consigo bondades como proveer usabilidad, flexibilidad, interoperabilidad y escalabilidad en las comunicaciones por lo que gran cantidad de las empresas lo utilizan como vía a un desarrollo sostenible. [3]

En otras palabras la arquitectura Cliente/Servidor es una extensión de programación modular en la que la base fundamental es separar una gran pieza de software en módulos con el fin de hacer más fácil el desarrollo, mejorar su mantenimiento y distribuir físicamente los procesos y los datos en forma más eficiente.

El cliente es el proceso que permite al usuario formular los requerimientos y pasarlos al servidor, normalmente maneja todas las funciones relacionadas con la manipulación y despliegue de datos, por lo que están desarrollados sobre plataformas que permiten construir interfaces gráficas de usuario (GUI), además de acceder a los servicios distribuidos en cualquier parte de una red.

El servidor es el proceso encargado de atender a múltiples clientes que hacen peticiones de algún recurso administrado por él. Generalmente maneja todas las funciones relacionadas con la mayoría de las reglas del negocio y los recursos de datos.

Se escogió este modelo de red porque una de sus principales ventajas es que maneja grandes volúmenes de datos, puede mantener un control centralizado de la información, aportando una mayor seguridad y un mejor rendimiento a menores costos. La arquitectura brinda la posibilidad de que la aplicación gráfica (applet) sea muy ligera pues solo va a contener la funcionalidad gráfica y los demás datos de la aplicación van a ser gestionados desde formularios. Los datos entre la aplicación web y el applet son compartidos mediante la base de datos, ya que presenta un mecanismo muy eficiente para la obtención de los mismos.



Figura 1.3 Esquema Cliente /Servidor

1.3.1 Java

Para el desarrollo del sistema CAD distribuido no solo se tiene en cuenta el modelo Cliente/Servidor, existen una serie de tecnologías y aplicaciones gráficas a considerar, con todo esto se logra el sistema CAD distribuido como producto terminado.

En el mundo de la programación hay infinidad de lenguajes como C, C++, Java entre otros. Se escoge el lenguaje de programación Java porque es un excelente lenguaje de programación para desarrollar todo tipo de aplicaciones, desde pequeñas aplicaciones para equipos de mesa hasta grandes

aplicaciones corporativas basadas en Internet.[14] Java muestra a los programadores una serie de bondades como ser multiplataforma que quiere decir que su código puede ser ejecutado bajo una gran cantidad de Sistemas Operativo entre los que se encuentra OS X, Solaris, Linux, Microsoft XP, etcétera. [27]

Java es orientado a objetos, es muy popular en el desarrollo de grandes aplicaciones empresariales, desde sus inicios a estado orientado a la programación en red y no es necesario importar librerías externas.[14]

1.3.2 Applet

Un applet es una aplicación que tiene una interfaz con un nivel de realimentación de eventos similar a una aplicación de escritorio pero embebido en un navegador. [14] Mientras que las mayoría de las tecnologías de desarrollo WEB se ejecutan en el servidor, teniendo que viajar a este cualquier petición de eventos, un Applet Java es descargado y ejecutado en la maquina cliente dentro del navegador, logrando así el nivel de interacción que requiere una aplicación gráfica.[14]

La gran dificultad que presentan los applets es que tienen que ser descargados completamente hacia la máquina cliente por lo que no debe ser una aplicación muy grande, por tanto solo la lógica de la aplicación gráfica debe estar contenida en el mismo, la gestión de los datos que maneja la aplicación se realiza desde JSP, una tecnología del lado del servidor que permite generar contenido dinámico para la web, en forma de documentos HTML y XML y que por tanto puede generar una página que tenga embebido el applet gráfico, pudiéndose comunicar el mismo con el resto de la aplicación por dos vías, desde la misma página que lo contiene mediante los parámetros que se le pasa al applet o desde el servidor de base de datos con una conexión desde el mismo applet[6] .

1.3.3 Spring

En el módulo gestión de la información geológica para redes hidráulicas de abasto se utiliza el Framework Spring para poder simplificar el desarrollo de la aplicación mezclando la correcta combinación de flexibilidad y restricción.

Como el módulo va a formar parte de una aplicación CAD distribuida que se va a encontrar en el servidor de la empresa se necesita de la utilización del Framework Spring por las ventajas que él mismo presenta.

Spring cuenta con algunas de las características de los Framework Web, ya que cuenta con un módulo para poder desarrollar aplicaciones web de manera sencilla, utilizando el patrón de diseño MVC (Modelo Vista Controlador). [24]

Este Framework presenta una arquitectura modularizada, cada uno de los módulos se puede utilizar de manera independiente y están enfocados en una tarea específica y algunos de ellos son para la integración con alguna herramienta o incluso pueden integrarse con otros framework. [25]

Este Framework se basa principalmente en dos características fundamentales: Inversión de Control (Inversión of Control IoC) y la Programación Orientada a Aspectos (Aspect-orient programming), es decir los objetos obtienen las referencias de otros objetos requeridos por si mismos (tal como en EJB 2.0 los beans obtienen los recursos necesarios usando JNDI) y la inversión de control permite inyectar las dependencias en un bean al momento de su creación usando un manejador externo. [25]

El bean sólo necesita definir la propiedad requerida en su código así como el método de establecimiento (método set ()). La fuente primaria de la inyección de dependencias es un archivo de configuración en formato XML. Spring provee un marco sencillo de utilizar para implementar la seguridad de las aplicaciones, y además con él es posible la implementación de servicios del lado del servidor.[40]

1.4 Aplicaciones gráficas en JAVA

1.4.1 OpenGL

La mayoría de las aplicaciones gráficas se han desarrollado principalmente en el lenguaje de programación C/C++, esto se debe a que las principales bibliotecas para la creación de las aplicaciones gráficas OpenGL (librería gráfica escrita originalmente en C que permite la manipulación de gráficos 3D a todos los niveles) se han desarrollado en estos lenguajes de programación, pero Sun a hecho disponible un API para poder programar OpenGL desde JAVA, el API se desarrollo siguiendo un Java Specification Request, lo que significa que el proceso está abierto para contribuir en la especificación. Los paquetes de esta API incluyen funciones de las bibliotecas GLU y GLUT conocidas por los programadores de OpenGL. El JOGL es una interfaz de programación de aplicación utilizada para escribir aplicaciones y *applets* con gráficos en tres dimensiones dando acceso completo a la especificación del API de OpenGL 2.0, integrado con el API para manejos de interfaces visuales awt y swing.[13]

El JOGL no es precisamente una implementación de OpenGL para el lenguaje Java, sino un binding o atadura. A través del JNI (Java Native Interface) se enlazan las clases Java con las interfaces de OpenGL nativas de la plataforma.[15]

Una de sus principales ventajas es que con leves cambios el programador accede a la totalidad de la funcionalidad estándar de la biblioteca OpenGL, la cual goza de gran prestigio y tradición histórica entre los programadores y la otra ventaja es que la misma es acelerada por hardware lo que el rendimiento en el renderizado es mucho mayor que si se hiciera por software.[23] Permite un elevado nivel de interactividad y control de la tubería gráfica y las estructuras de datos debido al bajo nivel de abstracción de la misma, lo que la hace una opción ideal para programación de juegos y sistemas gráficos interactivos.

La arquitectura Cliente/Servidor se encarga de mostrar gráficos 3D en la WEB apoyado con las tecnologías basadas en Applets Java enlazado con la biblioteca gráfica JOGL, debido a que se trata de una tecnología del lado cliente logrando un mayor nivel de interactividad con la misma.[3]

1.4.2 Jcad

Persigue facilitarle a los desarrolladores de aplicaciones CAD un Framework que le permita abstraerse de tareas corrientes y pesadas en el desarrollo de aplicaciones gráficas como gestión de vistas y la manipulación del modelo, concentrándose en especificar las entidades gráficas que intervienen y la lógica de la funcionalidad gráfica en una arquitectura eficiente a tono con las más modernas prácticas del diseño de software.[42]

Características de Jcad

- Programado en Java
- Arquitectura muy sencilla con poco costo de aprendizaje
- Rederizado en una hebra de ejecución independiente de la interfaz y de otros procesos
- Puede ser empleado en múltiples plataformas (Window, Linux, Solaris)
- Mezcla el poder de la programación gráfica a bajo nivel (OpenGL) con la comodidad y eficacia de la programación grafica a alto nivel de abstracción
- Computacionalmente ligero, adecuado para aplicaciones distribuidas y de fácil distribución
- Permite desarrollar tanto aplicaciones de escritorio o web mediante Applets java, puede estar insertada en páginas web dinámicas (JSP, PHP, ASP) e intercambiar parámetros con ella o con una base de datos remota.
- Posee un grupo barras de herramientas especializadas y configuración de teclado especializada

1.5 Descripción de las tendencias y tecnologías para la construcción de la solución propuesta

1.5.1 Sistema CAD

Los sistemas CAD (Diseño Asistido por computadora) son aplicaciones informáticas que asisten la labor del diseñador en cualquiera de las múltiples fases del diseño.[2] La mayoría de los sistemas CAD en la actualidad devienen por extensión en sistemas gráficos interactivos, debido a la potencialidad que le imprime a las rutinas de diseño el manejo avanzado de los gráficos implícitos en este dominio de trabajo.

Uno de los elementos más importantes que contiene la estructura de datos interna de los sistemas CAD es el modelo geométrico el cual se representa en el dispositivo gráfico, y la forma de estos datos depende del esquema de representación empleado para contener el modelo.[38] Además tanto estructura de datos como esquema de representación deben estar en función del uso que se le dará a los mismos.

Generalmente los sistemas CAD poseen una serie de cualidades comunes que hacen que buena parte de ellos pueda ser reutilizado.

La Interfaz gráfica conjuntamente con el dispositivo gráfico del sistema CAD debe ser capaz de interactuar con el modelo geométrico visualizado según las necesidades del usuario, las funcionalidades de interacción con el sistema CAD se clasifican en dos grupos: las de gestión de la vista y las de edición del modelo.[2]

Las representaciones CAD se realizan en árboles CSG y B-Rep., y está diseñada para aplicaciones independientes. Un archivo 3D CAD suele ser cientos de megabytes de tamaño, y plantea muchas dificultades para actualizar un modelo CAD en un entorno de red de forma dinámica y eficiente, a fin de mantener la información en el servidor y sus clientes en tiempo real. Todos estos problemas trajo consigo la creación de un nuevo sistema: el sistema CAD distribuido

1.5.2 Sistemas CAD distribuido

La producción y configuración de sistemas de fabricación, actividades de diseño, planificación de la fabricación, programación y control son insuficientes para responder a variaciones dinámicas en los nuevos ciclos de desarrollo de productos. Con el advenimiento de Internet y las tecnologías de computación distribuida, el diseño y las actividades de fabricación son cada vez más distribuidos y se hace necesario un nuevo paradigma para desarrollar y producir productos de calidad más rápido y más barato, la tecnología CAD distribuida proporciona un medio para satisfacer esta demanda. [31]

El módulo gestión de la información geológica estará basado en este tipo de tecnología por las ventajas que el mismo presenta, ya que como la geología la trabajan un equipo de trabajo, estos desde diferentes máquinas podrán trabajar en colaboración sobre un mismo proyecto.

La tecnología CAD distribuida es la clave para la transmisión eficiente de datos y visualización de grandes cantidades de gráficos y / o información de la imagen a través de Internet, esta es una de las ventajas más consistente para la creación del módulo gestión de la información geológica.[31]

La tecnología CAD distribuida proporciona a los diseñadores la posibilidad de hacer la manipulación geométrica en tiempo real en un entorno distribuido. Los sistemas CAD distribuidos utilizan herramientas de última tecnología para las actividades de diseño colaborativo. [2]

El sistema CAD distribuido se basa en una arquitectura modular y proporciona una arquitectura general para todas las aplicaciones CAD. Los sistemas CAD distribuido están desarrollados para permitir que un equipo de diseño dispersos utilicen la función *diseño basado en tareas función de colaboración* la cual se ejecuta en tiempo real. [31]

Las aplicaciones distribuidas permiten a los diseñadores a colaborar en cualquier etapa de desarrollo de un producto.

Con las bondades que presenta las aplicaciones CAD distribuidas introducidas en el módulo gestión de la información geológica los proyectos en la EIPH Holguín "RAUDAL" consiguieran disminuir su tiempo de elaboración, un mayor

vínculo de los trabajadores hacia los proyectos y tener la información de los mismos centralizada.

1.5.3 Herramienta para la implementación: NetBeans

La plataforma NetBeans permite que las aplicaciones sean desarrolladas a partir de un conjunto de componentes de software llamados *módulos*. NetBeans es un proyecto de código abierto de gran éxito con una gran base de usuarios, una comunidad en constante crecimiento. [4]

El **IDE NetBeans** es una herramienta para programadores pensada para escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Está escrito en Java pero puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. El IDE NetBeans es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.

1.5.4 Tecnología de Base de Datos: PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional orientada a objeto, publicado bajo la licencia BSD.[1] Entre las principales ventajas que posee PostgreSQL se encuentra: que es un producto de software libre, los bloques de código se ejecutan en el servidor, pueden ser escritos en varios lenguajes, con la potencia que cada uno de ellos da, desde las operaciones básicas de programación, tales como bifurcaciones y bucles, hasta las complejidades de la programación orientada a objetos o la programación funcional.[5]

Características PostgreSQL

Alta concurrencia: Mediante un sistema denominado MVCC (Acceso concurrente multiversión, por sus siglas en inglés) PostgreSQL permite que mientras un proceso escribe en una tabla, otros accedan a la misma tabla sin necesidad de bloqueos. Esta estrategia es superior al uso de bloqueos por tabla o por filas común en otros sistemas gestores de base de datos, eliminando la necesidad del uso de bloqueos explícitos.

Amplia variedad de tipos nativos: PostgreSQL provee nativamente soporte para: números de precisión arbitraria, texto de largo ilimitado, figuras geométricas (con una variedad de funciones asociadas), direcciones IP (IPv4 e IPv6), bloques de direcciones estilo CIDR, direcciones MAC y Arrays. Los usuarios pueden crear sus propios tipos de datos, lo que puede ser por completo indexables gracias a la infraestructura GiST de PostgreSQL.

1.6 Fundamentación de la metodología de desarrollo utilizada

Las metodologías se utilizan con el objetivo de darle una organización a la investigación e imponen un proceso disciplinado sobre el desarrollo de software con el fin de hacerlo más predecible y eficiente, esta razón son el punto clave para el éxito de la obtención de un proyecto con calidad y buen funcionamiento.[7]

Las metodologías tradicionales fueron las primeras que surgieron para la modelación de un proyecto, pero luego de varias opiniones se generó un nuevo enfoque denominado, métodos ágiles, que nacen como respuesta a los problemas de las metodologías tradicionales. [7]

Las metodologías ágiles dicen que es más importante crear un producto software que funcione que escribir un documento exhaustivo, la colaboración con el cliente debe prevalecer sobre la negociación de contratos y sobre todo la capacidad de respuesta ante un cambio es más importante que el seguimiento estricto de un plan.[35]

Sin duda alguna las metodologías que existen actualmente se adecuan al desarrollo de la mayoría de las aplicaciones, puesto que han surgido de la experiencia en la producción acumulada por varios años, incluso por varias décadas; muchas de ellas son el resultado de la evolución y desarrollo de otras unido al cambio producido en el mundo informático, influenciado por el cambio de paradigmas en la programación.[37]

Entre las metodologías ágiles se encuentran XP, SCRUM e ICONIX de la cual se hablará a continuación.

1.6.1 ICONIX

ICONIX consiste en un lenguaje de modelamiento y es un proceso. La metodología ICONIX es un proceso simplificado en comparación con otros procesos más tradicionales, que unifica un conjunto de métodos de orientación a objetos con el objetivo de abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto.[37] Presenta claramente las actividades de cada etapa y exhibe una secuencia de pasos que deben ser seguidos (Ver figura 3). La metodología ICONIX está entre la complejidad del RUP (Rational Unified Processes) y la simplicidad de XP (Extreme Programming). [39]

El Método ICONIX es dirigido por casos de uso, como RUP. Es un proceso pequeño y ligero, como XP (Programación Extrema), pero no descarta las fases del análisis y el diseño como lo hace XP. Este proceso usa la notación UML (Lenguaje Unificado Modelado) y un seguimiento a los requisitos.

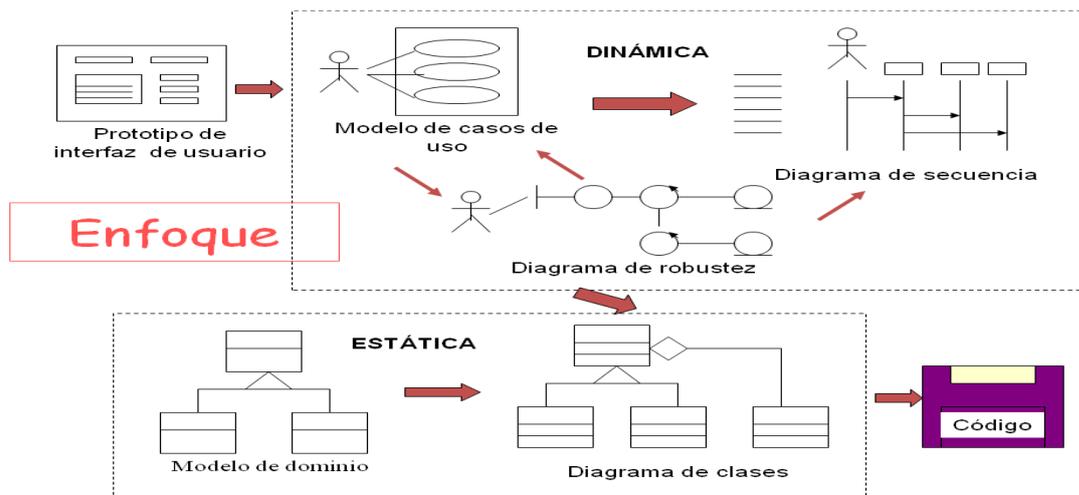


Figura 1.4 Esquema de trabajo de ICONIX

Características de ICONIX

- **Iterativo e Incremental:** Varias iteraciones ocurren entre el desarrollo del modelo del dominio y la identificación de los casos de uso. El modelo estático es incrementalmente refinado por los modelos dinámicos.

- **Trazabilidad:** Cada paso está referenciado por algún requisito. Se define trazabilidad como la capacidad de seguir una relación entre los diferentes " artefactos de software " producidos.
- **Dinámica del UML:** La metodología ofrece un uso " dinámico " del UML por que utiliza algunos diagramas del UML, sin exigir la utilización de todos, como es el caso de RUP.

Tareas que establece ICONIX para el desarrollo de un software:

1. Requerimientos

- Requerimientos funcionales.
- Modelado del dominio.
- Requerimientos de comportamiento.
- Revisión de requerimientos.

2. Análisis y diseño preliminar

- Análisis de robustez.
- Actualización del modelo del dominio mientras se escriben los casos de uso y se dibuja el diagrama de robustez.
- Nombrar todas las funciones lógicas de software (controladores) necesarias para que los casos de uso funcionen.
- Reescribir el borrador de los casos de uso.

3. Revisión del Diseño Preliminar (PDR)

4. Diseño detallado.

- Diagrama de secuencia.
- Actualización del modelo del dominio mientras se dibuja el diagrama de secuencia.
- Limpiar el Modelo estático.

5. Revisión crítica del diseño (CDR)

6. Implementación

- Código y unidad de prueba.
- Integración y escenario de prueba.
- Realizar una revisión de código y actualización del modelo para prepararse para la próxima ronda (iteración) de trabajo de desarrollo.

Con la utilización de ICONIX como metodología se logra una vinculación casi por completo del usuario con el programador, es decir estos se hacen participantes más activos en el desarrollo del sistema mostrando más interés en las especificaciones del diseño. La metodología presenta factores que hacen el sistema muestre ventajas a la hora de trabajar sobre él como la reusabilidad que logra hacer uso de los componentes en diferentes aplicaciones, la extensibilidad permite modificar con facilidad el software y la confiabilidad consiste en la realización del sistema descartando la posibilidad de error.

Para realizar la modelación de la aplicación se utilizó la herramienta **Enterprise Architect v7.1** de la compañía *Sparx Systems*. EA es una herramienta propietaria de modelación basada en UML 2.1 para diseñar y construir sistemas de software, para modelación de procesos de negocio, y para propósitos de modelación generalizados tales como visualizar sistemas existentes y procesos.

1.7 Conclusiones del capítulo

- Con la creación del Módulo Gestión de la información geológica para redes hidráulicas van a surgir nuevas funcionalidades con respecto a los softwares habituales utilizados por los geólogos. El módulo propuesto presenta características especiales con respecto a los tradicionales ya que como va a ser un Sistema CAD distribuido utilizamos la arquitectura Cliente/Servidor para centralizar la información con que se trabaja y lograr un mayor rendimiento en cuanto a la integridad y fiabilidad de los datos.
- El desarrollo del módulo erradicará las deficiencias que presentan los softwares que actualmente se utilizan en la EIPH Holguín “RAUDAL” por los geólogos, como la entrega del informe geológico al finalizar el proyecto y el cálculo el volumen de excavación sobre un mismo software, entre otras dificultades.
- Ejecutar el módulo propuesto como un applet, aprovechando las ventajas que conlleva el uso de la arquitectura Cliente/Servidor en la gestión de la información geológica.
- Hacer uso de la biblioteca gráfica OpenGL mediante el framework JCAD, explotando las ventajas como abstraerse de tareas corrientes y pesadas en el desarrollo de aplicaciones gráficas como gestión de vistas y la manipulación del modelo.
- La elección de la metodología ICONIX para el desarrollo del software facilita bondades a seguir ya que el proyecto va a permitir cambios a sus requisitos con el fin de mejorarlo, también será fiable con el manejo de la información logrando una alta calidad, todo esto de gran importancia para este módulo.

Capítulo 2. Descripción y construcción de la solución propuesta

La metodología ICONIX se escogió por las bondades que en ella se establece, esta metodología lleva a cabo un proceso de análisis, diseño e implementación para la solución del módulo gestión de información geológica para redes hidráulicas de abasto la cual constituye una tarea bastante difícil y engorrosa puesto que en ella están implícitos un conjunto de elementos arquitectónicos, los cuales se deben conjugar satisfactoriamente para lograr un ensamblado adaptable a las necesidades de la empresa, así como también constituye un hito importante la efectiva definición de los procesos y la obtención de los datos. Es por eso que entran a jugar un conjunto de factores claves para el logro de tales metas, como un dominio amplio y extenso de lo que necesita saber el cliente, el cómo debe ser mostrada la información para que se puedan realizar a partir de esta los análisis precisos, en tanto que estos adquieren la connotación de información una vez que se muestra en forma de reporte.

2.1 Modelo del Dominio

El modelo del dominio es el área que abarca cosas del mundo real y conceptos relacionados al problema que el sistema deberá resolver.[37] El modelo del dominio tiene la tarea de descubrir los objetos que representan cosas. A partir de los datos asociados se llegará a construir modelo estático del dominio.

En el proceso de ICONIX, el modelo del dominio constituye una parte esencial, pues es refinado y actualizado durante todo el proyecto, de esta forma siempre refleja la comprensión actual del ámbito del problema [33] .

El modelo del dominio es esencialmente un glosario de términos empleados en el proyecto, incluso más, pues muestra gráficamente cómo se relacionan estos términos entre sí. Para elaborar este modelo, ICONIX propone una serie de actividades, como son:

1. Requerimientos funcionales

La determinación de las necesidades del cliente constituye una compleja labor para los desarrolladores, por lo que la captura de los requisitos funcionales es una parte fundamental de todo proceso de desarrollo de software.[37]

Descripción y construcción de la solución propuesta

Para el desarrollo del módulo propuesto en la presente investigación, se aprovechó una de las principales ventajas de ICONIX, o sea, su flexibilidad y adaptabilidad ante requisitos cambiantes. A continuación se muestran los requerimientos funcionales de este módulo:

1. El proyectista definirá las zonas geológicas comunes, y escogerá cuál de ellas será la más general (predominante), también introducirá los tipos de suelos (capas geológicas) para cada zona geológica. (Estos parámetros se introducen según un estudio realizado con anterioridad en el terreno).
2. El sistema debe ser capaz de insertar nuevas zonas geológicas en una lista de zonas geológicas.
 - a) El sistema permitirá cargar la base topográfica asociada al proyecto.
 - b) El sistema permitirá cargar la imagen satelital asociada al proyecto.
 - c) El sistema permitirá cargar el plano en DXF asociado al proyecto.
 - d) El proyectista será capaz sobre la base topográfica, imagen satelital o plano en DXF que acompaña al proyecto insertar contorno cerrado de una zona geológica escogida en la lista de zonas geológicas del proyecto.
 - e) El proyectista será capaz sobre la base topográfica, imagen satelital o plano en DXF que acompaña al proyecto modificar contorno cerrado de una zona geológica escogida en la lista de zonas geológicas del proyecto.
 - f) El proyectista debe ser capaz de insertar una zona geológica en la lista de zonas geológicas del proyecto.
 - g) El proyectista debe ser capaz de introducir los diferentes tipos de suelos (capas geológicas) que existen en la zona geológica hasta una determinada profundidad.
 - h) El proyectista debe ser capaz de definir una serie de puntos que describa un contorno cerrado que representa una zona geológica.
 - i) El proyectista debe ser capaz de buscar en la lista de zonas geológicas definidas por los tipos de suelos para una zona geológica de un proyecto determinado.

Descripción y construcción de la solución propuesta

- j) El sistema será capaz de mostrar los tipos de suelos para una zona geológica hasta una determinada profundidad.
 - k) El proyectista debe ser capaz de guardar en una lista de zonas geológicas todas las zonas geológicas creadas por él, diferente a las zonas geológicas más comunes.
 - l) El sistema le dará la posibilidad al proyectista de hacer búsqueda en la lista donde se guardan todas las zonas geológicas, de una determinada zona geológica referente a un proyecto para poder mostrar gráficamente la zona geológica seleccionada de la lista.
 - m) El proyectista debe ser capaz de definir el contorno cerrado de una zona geológica de un proyecto y podrá incluir una descripción adicional específica para ella (donde está ubicada una zona geológica).
 - n) El sistema debe ser capaz de modificar una zona geológica que se encuentre en la lista de zonas geológicas de un proyecto.
 - o) El sistema debe ser capaz de eliminar una zona geológica que se encuentre en la lista de zonas geológicas de un proyecto.
 - p) El proyectista podrá insertar, modificar o eliminar los tipos de suelos referentes a una zona geológica de un determinado proyecto, a partir de la lista de lista de zonas geológicas.
 - q) El sistema permitirá buscar zonas geológicas de un proyecto por tipo de suelo, y a partir de esto será capaz de mostrar la descripción de una zona geológica que puede estar repetida en el mismo proyecto.
3. El sistema le dará la posibilidad al proyectista de editar la serie de puntos que describe el contorno cerrado de las zonas geológicas de un proyecto como ampliar, reducir y mover el contorno cerrado.
 4. El sistema le dará la posibilidad al proyectista de editar el perfil geológico de la zona geológica de un proyecto.
 5. El sistema será capaz de calcular el volumen de excavación de un tramo de tubería, sector o total de la trayectoria de la tubería (el sistema podrá calcular el volumen de excavación de un tramo o una serie (lista) de ellos).

Descripción y construcción de la solución propuesta

- a. El sistema permitirá cargar la trayectoria de la tubería asociada al proyecto.
- b. El proyectista podrá seleccionar sobre la base de la trayectoria de la tubería uno o varios tramos de tubería que estén a continuación unos con otros o un sector de la trayectoria de la tubería.
- c. El sistema dará la posibilidad al proyectista de mostrar estos tramos de la tubería o sector en vista perfil sobre un eje de coordenadas XY, en el cual se mostrará el comportamiento geológico de los tramos escogidos hasta una determinada profundidad intersecado por la tubería.
- d. El sistema será capaz de calcular el área por debajo de las curvas.
- e. El sistema debe ser capaz de calcular el volumen de excavación de los tramos de tuberías, sector o total de la trayectoria de la tubería escogido por el proyectista.
- f. El proyectista tendrá la posibilidad de visualizar el volumen de excavación clasificada según la información que sea requerida, ya sea por un tramo de la tubería, sector o total de la tubería.

2. Glosarios de términos

Proyecto: Es el producto final de las EIPH, el cual describe a través de Memoria descriptiva y documentación gráfica como construir una obra hidráulica.

Proyectista: Pertenece a la EIPH y desempeña una determinada actividad en el ciclo de vida de un proyecto.

Lista Zona Geológica: Es donde se van a guardar todas las zonas geológicas introducidas por el proyectista para ese proyecto.

Zona Geológica General: La zona geológica general se escoge según el estudio geológico que se realiza en el terreno.

Zonas Geológicas Comunes: Las zonas geológicas comunes son las que más predominan en el terreno donde se realiza el estudio ingeniero geológico.

Zona Geológica: Es una porción en el terreno donde se está realizando el estudio ingeniero geológico, en ella se describe los tipos de suelos, espesor y profundidad de los mismos.

Base Topográfica: Es una información de ayuda visual al diseñador que permite la ubicación de los elementos que componen la red. Debe estar georeferenciada y a una escala acorde a los requerimientos del módulo informático para que exista una equivalencia en las unidades de medida. Esta información puede ser dada como vectorial (ficheros.dxf) o Raster (Imagen Satelital).

Traectoria Tubería (Red): Una red hidráulica es un conjunto de elementos encargados de transportar el fluido líquido desde los puntos de suministro hasta los puntos de consumo. Está constituida por tuberías y otros elementos como son: válvulas, elementos de unión, elementos de medición, etc., que deben ser dimensionados adecuadamente para suministrar los caudales demandados, para lo cual será necesario mantener en la red unas presiones adecuadas. El resto de los componentes del sistema de distribución (depósitos, estaciones de bombeo, forma de regulación, etc.) condicionarán su diseño y cálculo, por lo que en general no se puede tratar la red como un elemento aislado”.[18]

Sector Tubería: El sector de tubería lo define el dibujante para organizar la red y es una porción que forma parte de la trayectoria de la tubería.

Tramo Tubería: El tramo de tubería es la porción más pequeña que se define en la trayectoria de la tubería y se delimita entre dos nodos.

Perfil Geológico: Es la vista en perfil de la geológica intersecado con uno o varios tramos de tubería escogidos por el proyectista referente a un proyecto.

Tipo Suelo: Son los tipos de suelos que el proyectista introduce en la zona geológica insertada.

Traectoria Contorno Cerrado: Define de forma gráfica la zona geológica en el área de trabajo.

Serie Punto: Describe el contorno cerrado de la zona geológica.

3. Diagrama del Modelo del Dominio

A partir de la lista de requerimientos antes descrita, la cual fue elaborada en forma de párrafo, se tomaron los sustantivos y frases nominales para confeccionar una lista en orden alfabético con el objetivo de componer el diagrama del dominio, que no es más que la representación gráfica de los objetos del dominio escogidos anteriormente, con la relación existente entre ellos (objetos). [37] (Ver figura 2.1)

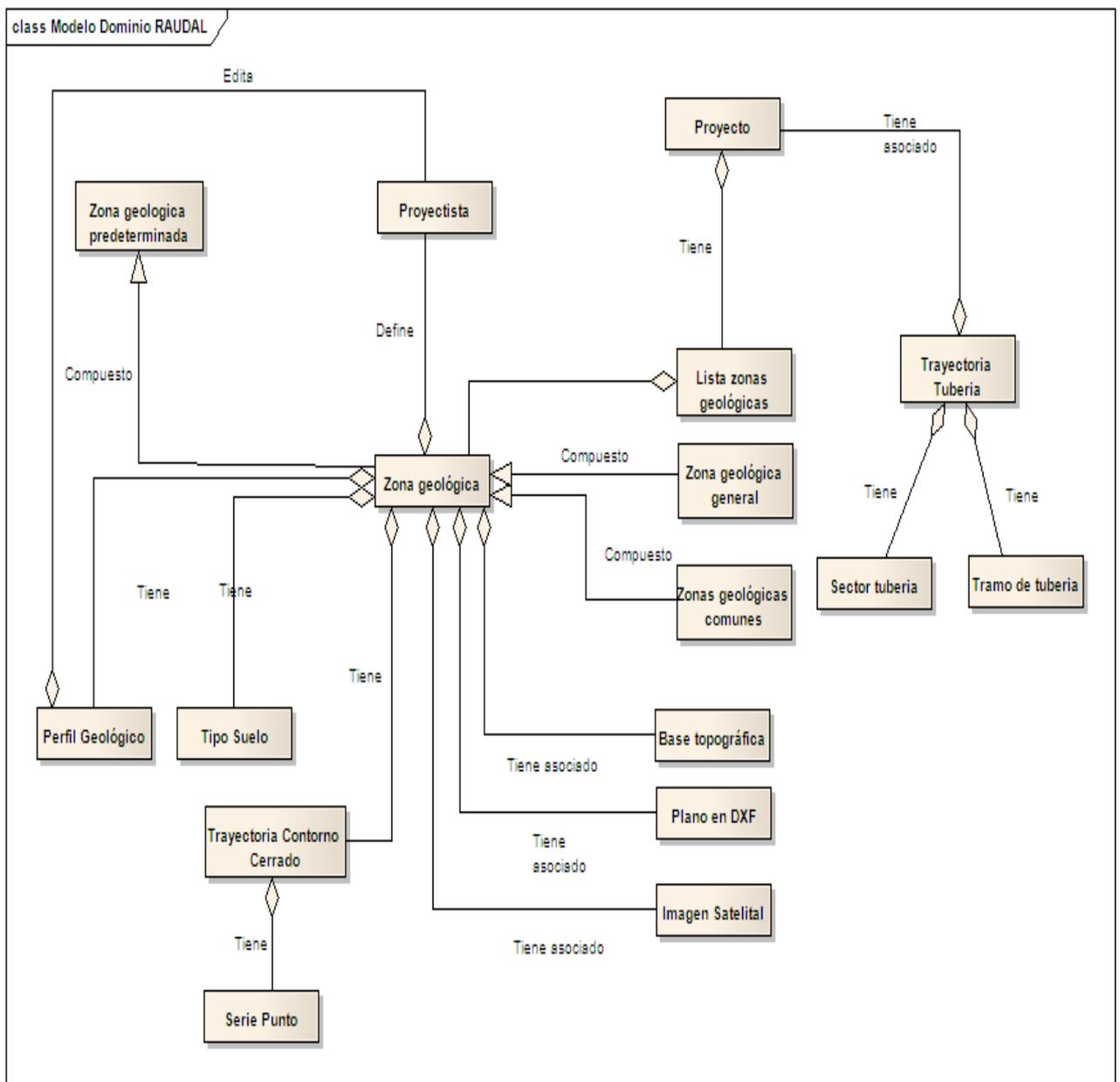


Figura 2.1: Diagrama Modelo del Dominio

2.2 Análisis y Diseño Preliminar

El objetivo de la fase de análisis es la construcción de un sistema correcto, mientras que la del diseño tiene como fin la construcción correcta de un sistema. El diseño preliminar constituye el paso intermedio entre el análisis y el diseño, y es precisamente el que posibilita que se puedan entender por completo los requerimientos, refinando y eliminando la ambigüedad de los mismos, a través del vínculo existente entre los casos de uso y los objetos del modelo del dominio.[37]

2.2.1 Modelo de casos de uso del sistema

El modelo de los casos de uso del sistema comprende los actores, el sistema y los propios casos de uso. Los casos de uso permiten a los usuarios estructurar y articular sus deseos; les obligan a definir la manera de como querrán interactuar con el sistema y a precisar que informaciones quieren intercambiar, y describir lo que debe hacerse para obtener el resultado esperado. [37]

Un caso de uso es una secuencia de acciones que un actor (usualmente una persona, pero que puede ser una entidad externa, como otro sistema o un elemento de hardware) realiza dentro del sistema para lograr una meta. Los Casos de Uso son descripciones de la funcionalidad del sistema independientes de la implementación.

Según la extensión del proyecto o a consideración de los desarrolladores los casos de usos se dividen en paquetes para facilitar su comprensión y análisis. A continuación se muestra el paquete Gestión de Información de Redes (Ver figura 2.2)

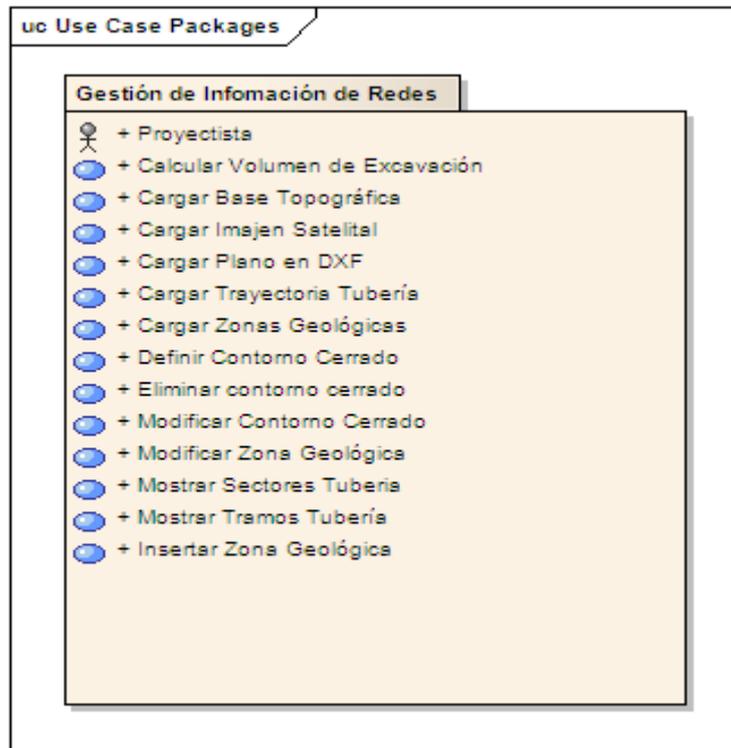


Figura 2.2: Paquete Caso de Uso

El Diagrama de Casos de Uso reúne los actores involucrados al sistema y a los propios Casos de Uso, y establece una relación entre ellos. El conjunto de funcionalidades de un sistema se determina examinando las necesidades funcionales de cada actor.[37]

El módulo gestión de la información geológica consta con un único Actor (el Proyectista), y es el encargado de interactuar con el sistema realizando todas las funcionalidades que brinda. (Ver figura 2.3)

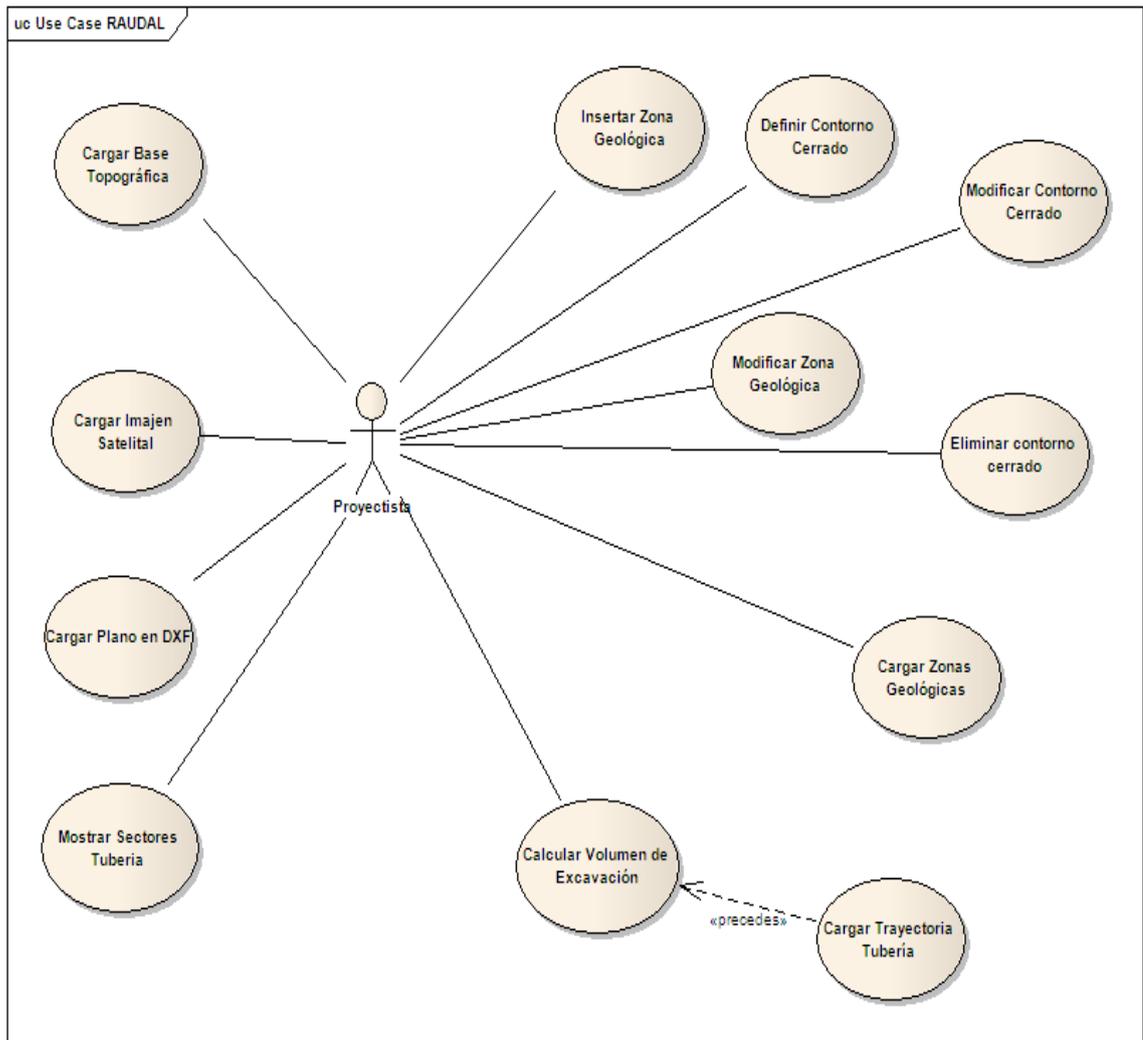


Figura 2.3: Diagrama Caso de Uso del Sistema

2.2.2 Descripción de los Casos de Uso del Sistema

Los Casos de Uso se describen bajo la forma de acciones y reacciones del comportamiento de un sistema desde el punto de vista de usuario; permiten definir las limitaciones del sistema y las relaciones entre el sistema y el entorno. [37] Una buena descripción de los casos de uso permitirá que los diagramas de Robustez y de Secuencia muestren una buena información.

Para el desarrollo de estas descripciones se tuvo en cuenta la principal sugerencia que hace ICONIX en relación a esta actividad, que se utilice un estilo consistente y adecuado al contexto del proyecto, es decir que los casos de uso estén escritos siguiendo la regla de los dos párrafos, en voz activa,

Descripción y construcción de la solución propuesta

usando un flujo respuesta/evento entre el usuario y el sistema, y empleando una estructura de oración sustantivo-verbo-sustantivo.

A continuación se muestra la descripción de los casos de uso más relevantes del módulo y para más información sobre la descripción de los restantes casos de uso consultar Anexos.

Insertar Zona Geológica

Curso Básico:

Para insertar una zona geológica, el proyectista da click en el menú “Insertar” y el sistema despliega la opción que se visualiza en el submenú “Zona Geológica”. El proyectista da click en la opción “Zona Geológica”, el sistema añade una zona geológica por defecto a la lista de zonas geológicas del proyecto. El proyectista da click en la zona geológica anteriormente insertada, el sistema habilita la ventana de propiedades y el proyectista especifica el nombre, la profundidad, cantidad de capas, espesor de las capas y tipos de suelos, el proyectista da click en el botón “Guardar”, el sistema verifica que no exista otra zona geológica con el misma profundidad y con los mismos tipos de suelos y guarda los datos en la base de datos.

Curso Alterno:

Existe zona de igual profundidad y tipo de suelos: el sistema muestra una ventana “Mensaje Alerta” informando que ya existe una zona geológica con la misma profundidad y los mismos tipos de suelos y no guarda los datos en la base de datos.

Definir contorno cerrado

Curso Básico:

El proyectista da click derecho sobre la zona geológica deseada y elige la opción Definir contorno cerrado, el sistema verifica que el proyectista haya cargado las opciones base topográfica, imagen satelital o plano en DXF anteriormente, a continuación da click en el área de trabajo y el sistema muestra un punto rojo como el comienzo del contorno cerrado. El proyectista

Descripción y construcción de la solución propuesta

da click varias veces y el sistema va describiendo el contorno cerrado de la zona geológica. Para terminar la definición del contorno el proyectista da click derecho y el sistema guarda el contorno para la zona seleccionada.

Curso Alterno:

No ha cargado las opciones: Si el proyectista no ha cargado una base topográfica, imagen satelital o plano en DXF, el sistema mostrará un ventana “Mensaje Alerta” informando que tiene que cargar una de las tres opciones para poder modificar el contorno de la zona geológica.

Calcular Volumen de Excavación

Curso Básico:

El proyectista da click en la barra de menú “Cálculo” y el sistema despliega la opción que se visualiza en el submenú “Calcular Volumen de Excavación”. El proyectista escoge la opción “Calcular Volumen de Excavación”, el sistema verifica que el proyectista haya cargado la trayectoria de la tubería (Red) y muestra la ventana “Calcular volumen de excavación” donde se va a efectuar el cálculo de la excavación. El proyectista realiza el proceso para calcular el volumen de excavación y el sistema muestra una ventana “Resultados del Cálculo de excavación” donde mostrará el resultado del cálculo de volumen de excavación.

Curso Alterno:

No cargar la red: Si el proyectista no ha escogido la red el sistema va a mostrar una ventana “Mensaje Alerta” informando que para calcular el volumen de excavación primero tiene que cargar la red de tubería.

2.2.3 Análisis de Robustez

Tomando en cuenta el procedimiento de la metodología ICONIX, el siguiente paso luego de que se han modelado y descrito los casos de uso, es el análisis

Descripción y construcción de la solución propuesta

de robustez, que permite identificar los objetos que participaran en cada caso de uso. [37]

El diagrama de robustez ilustra gráficamente las interacciones entre los objetos participantes de un caso de uso. Es el núcleo del modelo dinámico y muestra todos los cursos alternos que pueden tomar los casos de uso. La representación de los objetos se centra en la expresión de las interacciones.

- **Objeto de interfaz o Boundary:** Usado por los Actores para comunicarse con el Sistema, generalmente ventanas, pantalla, menús, entre otros.
- **Objetos de entidad:** Son objetos del Modelo del Dominio. Son a menudo tablas y archivos que contiene archivos para la ejecución de dicho Caso de Uso. La mayoría de las veces representan verbos titulares para funciones del sistema.
- **Objetos de Control:** Es la unión entre la interfaz y los objetos entidad. Sirven como conexión entre los usuarios y los datos.

A continuación se muestran los diagramas de Robustez de la descripción de los casos de uso expuesto en el epígrafe anterior. Más información ver Anexos.

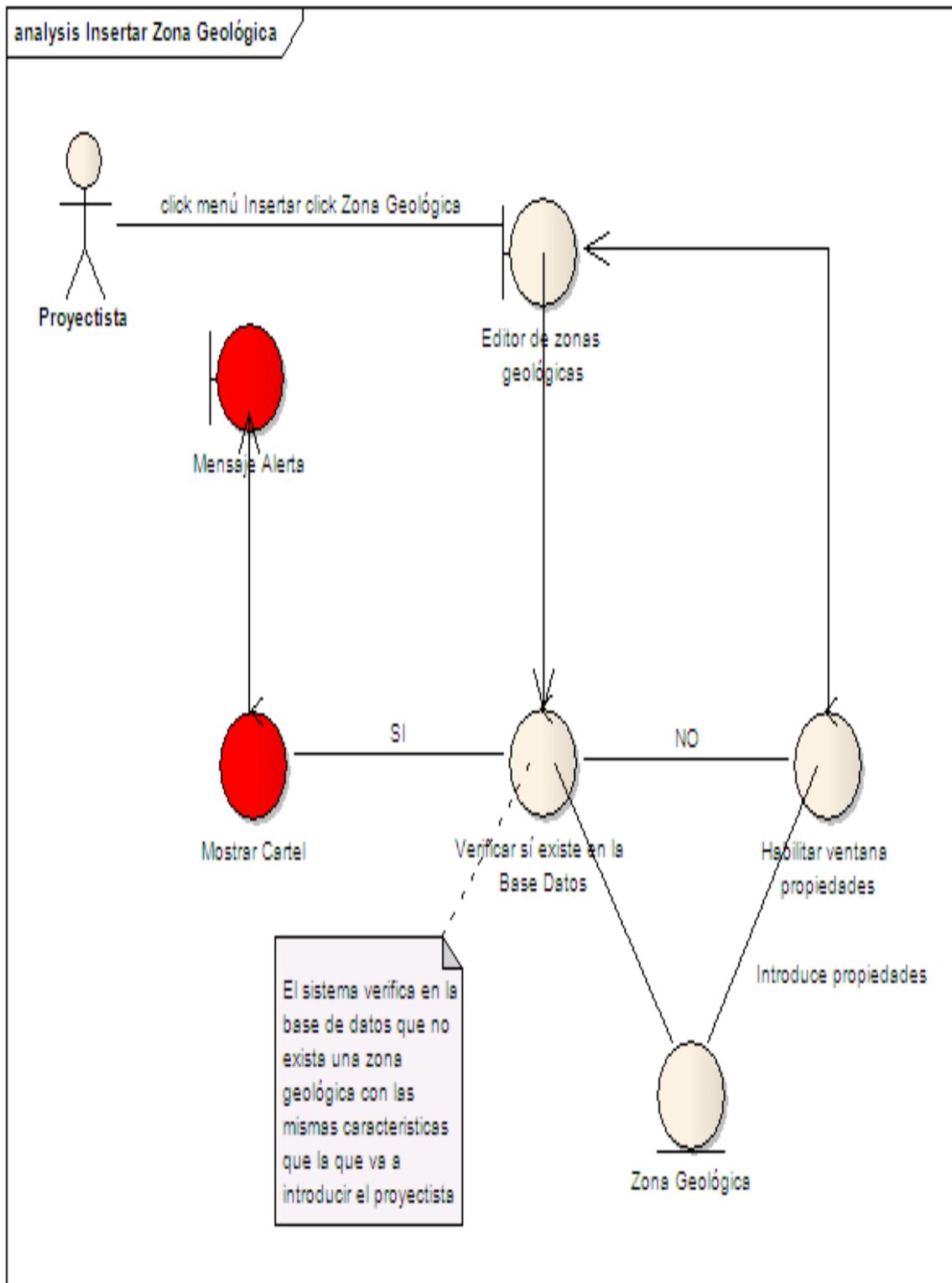


Figura 2.4: Diagrama de Robustez del Caso de Uso "Insertar zona geológica"

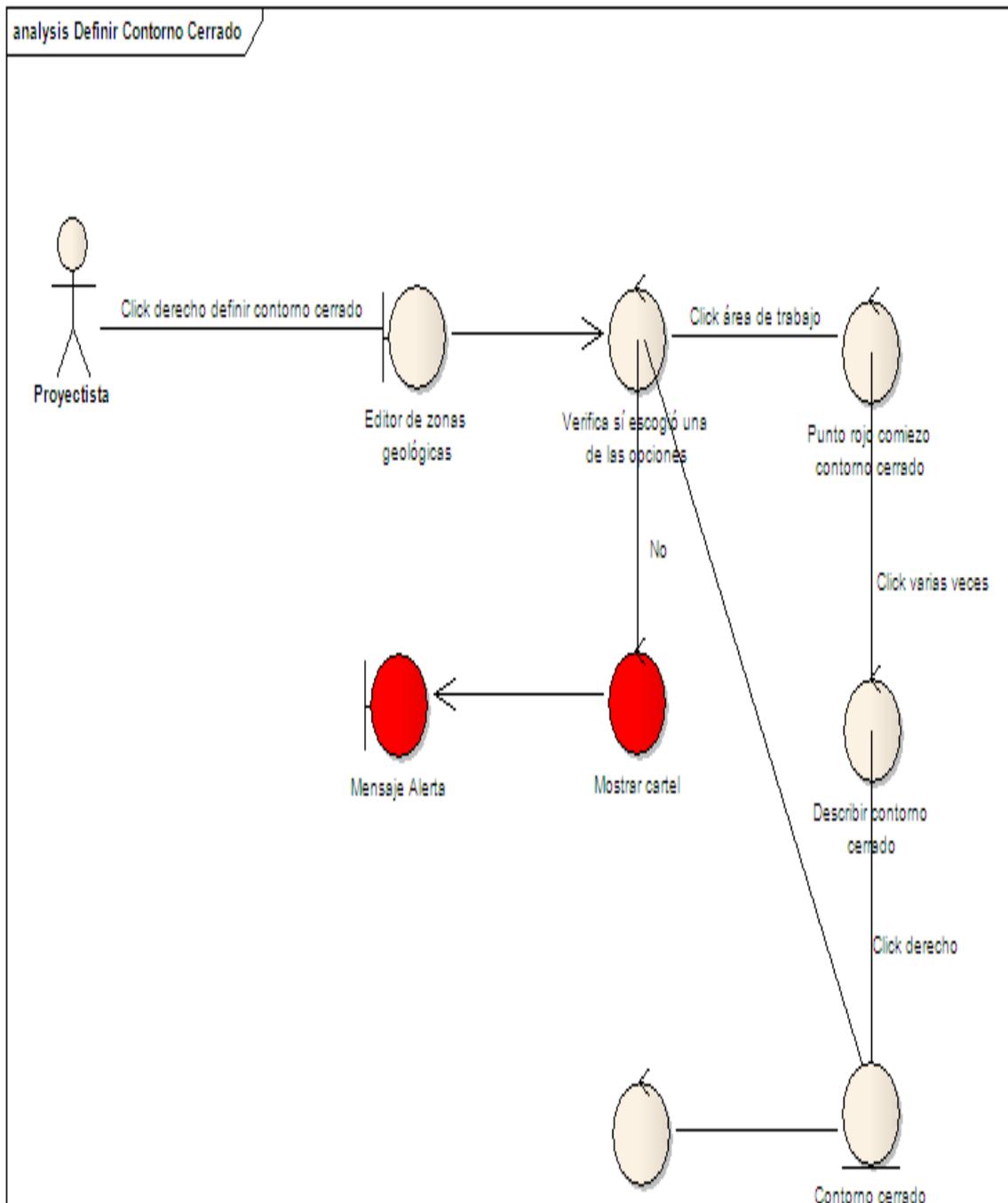


Figura 2.5: Diagrama de Robustez del Caso de Uso "Definir contorno cerrado"

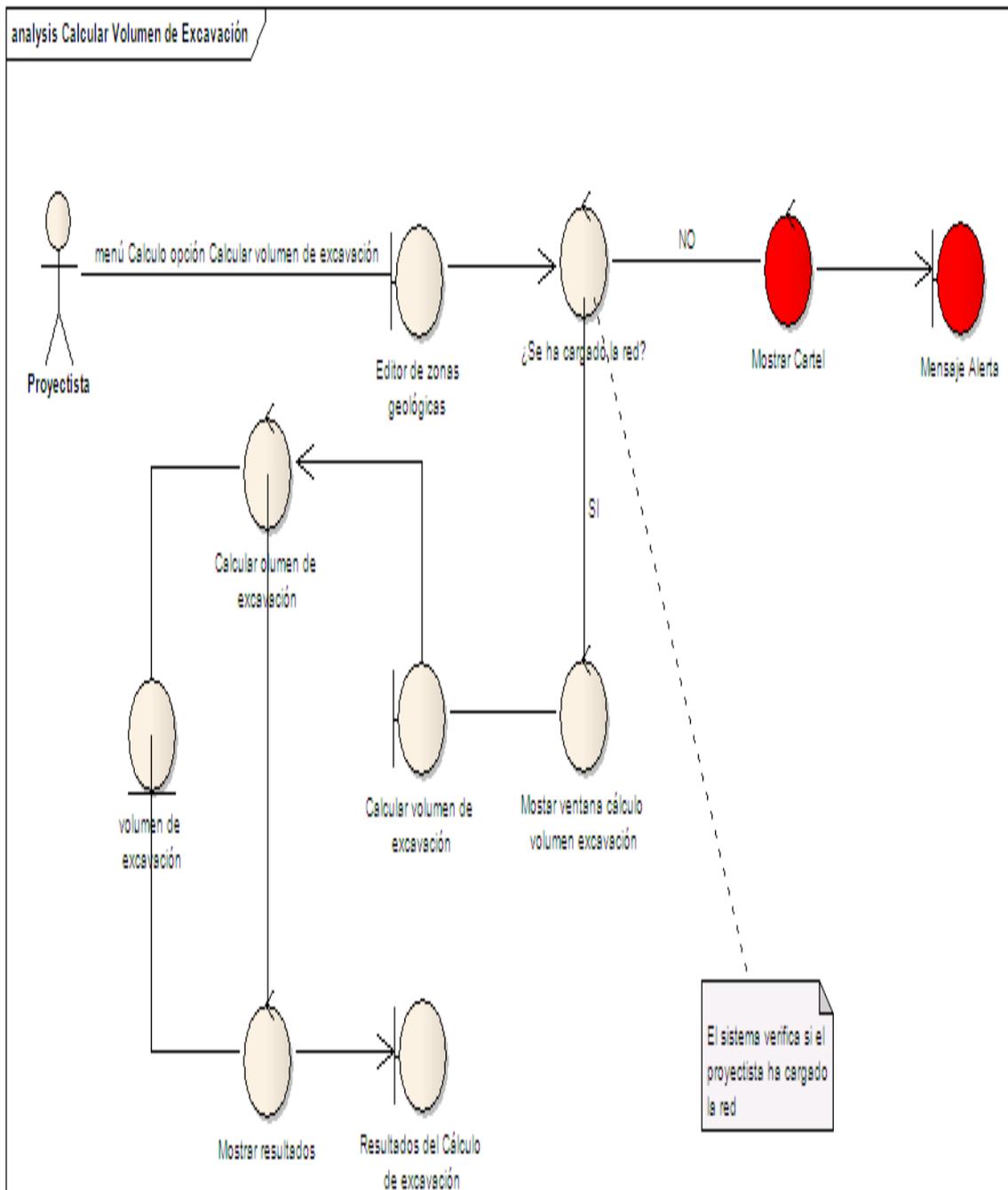


Figura 2.6: Diagrama de Robustez del Caso de Uso “Calcular volumen de excavación”

2.3 Arquitectura Técnica

La arquitectura técnica (Technical Architecture, por sus siglas en inglés) define un conjunto de decisiones básicas que se necesitan tomar, en cuanto a las tecnologías utilizadas en el desarrollo del módulo gestión de la información geológica de redes hidráulicas [32] .

Descripción y construcción de la solución propuesta

Se conoce también como arquitectura del sistema y arquitectura del software, y se realiza con el objetivo de satisfacer los requerimientos del negocio, además de que incluye aspectos la elección del servidor de aplicación, etc. [33]

Estas arquitecturas por lo general comprenden áreas amplias como son [22] :

- El modelo de despliegue (red y servidores de aplicación, y como se adaptan juntos; la topología del sistema; navegadores soportados; etc.)
- El modelo de paquete/componente.

2.3.1 Requerimientos no Funcionales

Los requerimientos no funcionales limitan al sistema y se caracterizan por hacerlo más usable, rápido, seguro y confiable. Se precisan con la intención de obtener el éxito de la aplicación, reflejada en la aceptación de los usuarios finales, así como el buen funcionamiento, la flexibilidad y escalabilidad que proporciona el mismo.[37] Al mismo tiempo, se encuentran vinculados estos requerimientos con los funcionales a pesar de no alterar la funcionalidad del sistema. Entre los requerimientos funcionales se encuentran:

Apariencia o Interfaz externa.

- El flujo de trabajo en el módulo debe asemejarse al software que se utilizan hasta este momento en la EIPH Holguín “RAUDAL”.
- El diseño debe ser agradable y atrayente a los usuarios para lograr una mejor concentración, sin desviar demasiado su atención del contenido de trabajo.
- Los colores deben encontrarse en tonalidades suaves y relajantes, para evitar mucho esfuerzo visual por la gran constancia del uso y dependencia del sistema en el trabajo de los usuarios.
- La interfaz no debe recargarse con imágenes para que la navegación sea rápida.

Usabilidad

- El sistema debe ser accesible desde cualquier lugar de la entidad.
- El sistema debe estar funcionando durante la jornada laboral.
- El diseño del sistema debe ser sencillo para agilizar el tiempo de conexión al mismo.

Portabilidad

- Las herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema son tecnología de software libre y a su vez multiplataforma, estas características fueron establecidas por el cliente.

Seguridad

- Sólo los usuarios autorizados podrán acceder al sistema.
- Garantizar que las funcionalidades del sistema se realicen de acuerdo a la actividad definida para cada uno, es decir el nivel de acceso debe ser restringido. La información debe ser actualizada según el personal autorizado.
- No existe información que se pueda obtener sin ser usuario del sistema.
- El sistema debe contar con métodos de seguridad ante la pérdida de la información causada por ruptura del servidor u otros accidentes

Confiabilidad

- El sistema debe posibilitar la recuperación de información en caso de fallos y/o errores.

Facilidad de Mantenimiento

- Debe dar facilidad de mantenimiento una vez implantado para posibilitar un perfeccionamiento continuo del sistema.

Ayuda y documentación en línea

- La aplicación debe contar con un Manual de Usuario y un sistema de ayuda de forma tal que le brinde orientación al usuario respecto a las opciones con que cuenta el sistema, utilizando textos explicativos que indiquen la acción de estas.

Software

- Las máquinas de los clientes deben disponer de un navegador Web, con soporte para Java Script, con las características necesarias para el uso de la técnica AJAX, se recomienda el Internet Explorer 5.0 o superior, Mozilla FireFox 1.5 o superior u Opera 8 o superior.
- El sistema operativo de la máquina computadora cliente debe ser Windows 98 o superior.
- La máquina computadora servidor debe tener Windows 2000 o superior, Servidor Web Tomcat versión 5.5, servidor de BD PostgreSQL 8.3, Java Development Kit, (JDK por sus siglas en inglés) versión 1.6.
- La resolución de pantalla debe ser 800x600.

Hardware

- Para ejecutar el software los requerimientos mínimos de hardware en el cliente son: microprocesador Intel Pentium II a 400 MHz de velocidad de procesamiento u otro similar, con 128 MB de memoria RAM y un adaptador de red.
- La máquina computadora servidor debe tener 512 RAM o superior y debe ser un Pentium IV con un microprocesador cercano a los 2.6 GHz de velocidad.
- La máquina computadora servidor y las computadoras clientes deben estar conectadas a la red.

2.3.2 Modelo del despliegue

El diagrama de despliegue es un modelo de objetos que describe la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuye la funcionalidad entre los

nodos de cómputo. Es una colección de nodos y arcos; donde cada nodo representa un recurso de cómputo, normalmente un procesador o un dispositivo de hardware similar.[37] (Ver figura 2.7).

El módulo propuesto se desarrolló en forma de applet Java y está embebido en las páginas web que forman parte del Sistema CAD distribuido al cual este módulo tributa. El applet Java contiene un visor 3D en el cual el proyectista define el contorno cerrado para una zona geológica. Una vez que el applet Java se descarga y ejecuta en el navegador web, el acceso a los datos que se encuentra en la BD del sistema se realiza mediante servicios que pública el Sistema CAD distribuido haciendo uso del framework Spring.

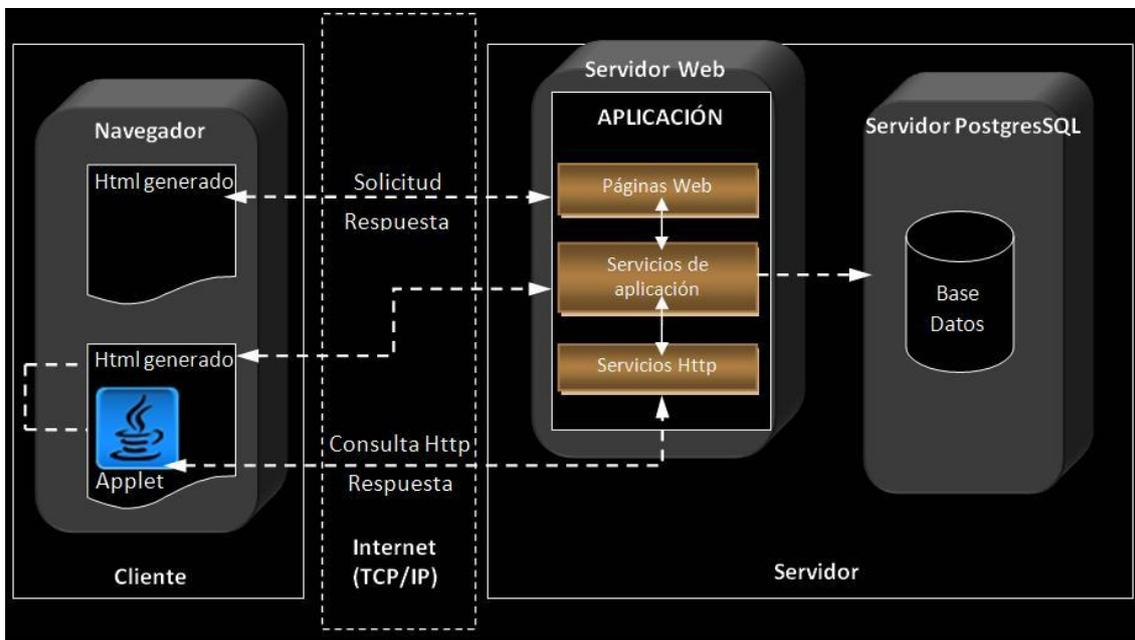


Figura 2.7: Diagrama de despliegue del Módulo Gestión de la Información geológica para redes hidráulicas de abasto

2.4 Diseño detallado

El diseño enmarca la construcción adecuada de un sistema, o sea que le da forma mientras intenta preservar la estructura definida por la fase de análisis.

Al contrario del diseño preliminar que estaba dirigido a descubrir clases y objetos, el diseño detallado tiene como objetivo asignar funciones a esas clases que fueron detectadas, también en el diseño detallado se precisan las afirmaciones teniendo en cuenta la arquitectura técnica definida. [34]

2.4.1 Diagrama de Secuencia

El diagrama de secuencias es el núcleo del modelo dinámico, y muestra todos los cursos alternos que pueden tomar los casos de uso. El diagrama de secuencia como su nombre lo indica muestra la secuencia de cómo se va a ejecutar cada caso de uso. [37] Los diagramas de secuencias se componen de 4 elementos que son: el curso de acción, los objetos, los mensajes y los métodos (operaciones).

A continuación se muestran los diagramas de Secuencia generados a partir de los diagramas de robustez expuestos en el epígrafe Análisis. Más información ver Anexo.

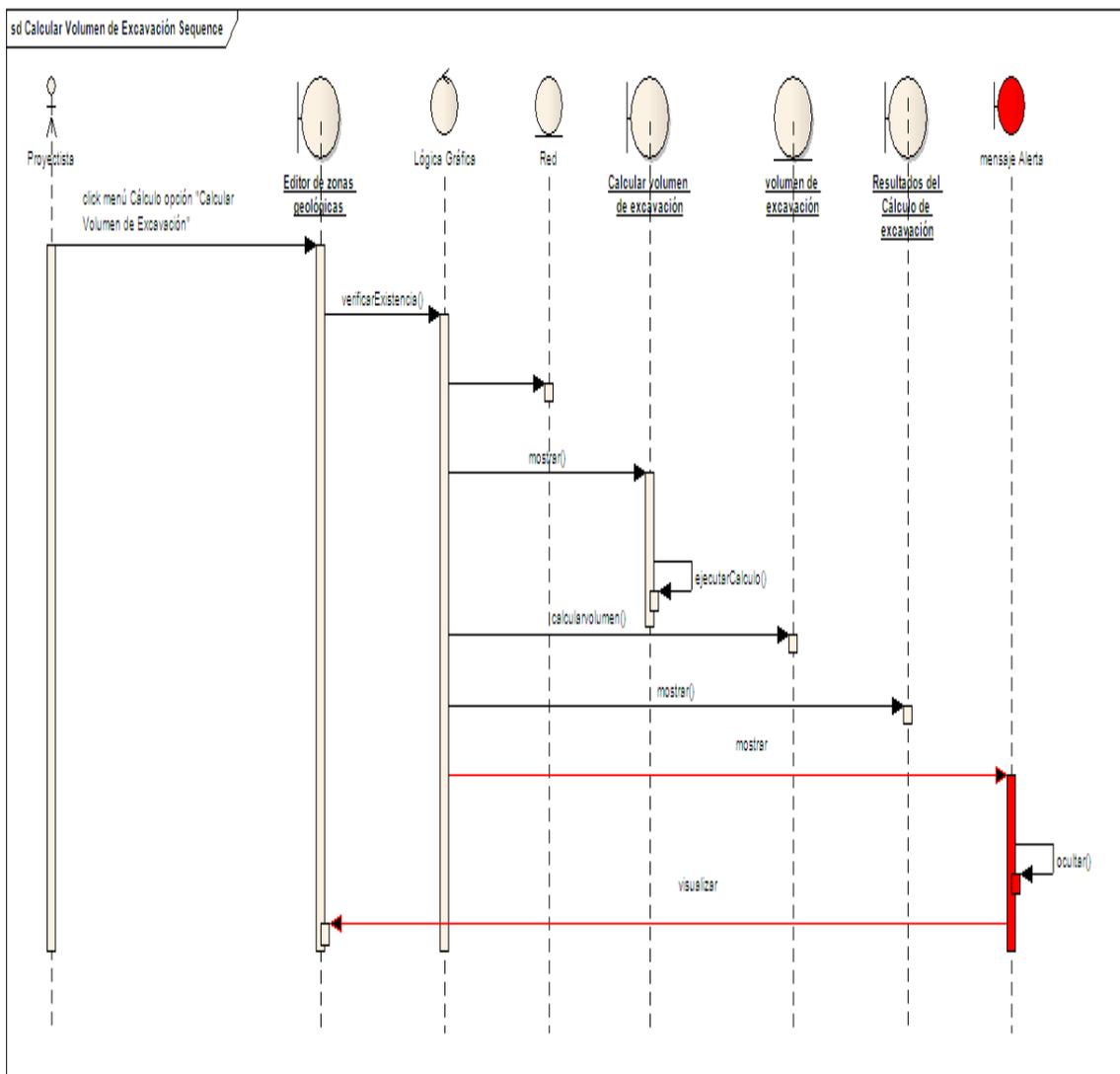


Figura 2.8: Diagrama de Secuencia del Caso de Uso “Calcular Volumen de Excavación”

Descripción y construcción de la solución propuesta

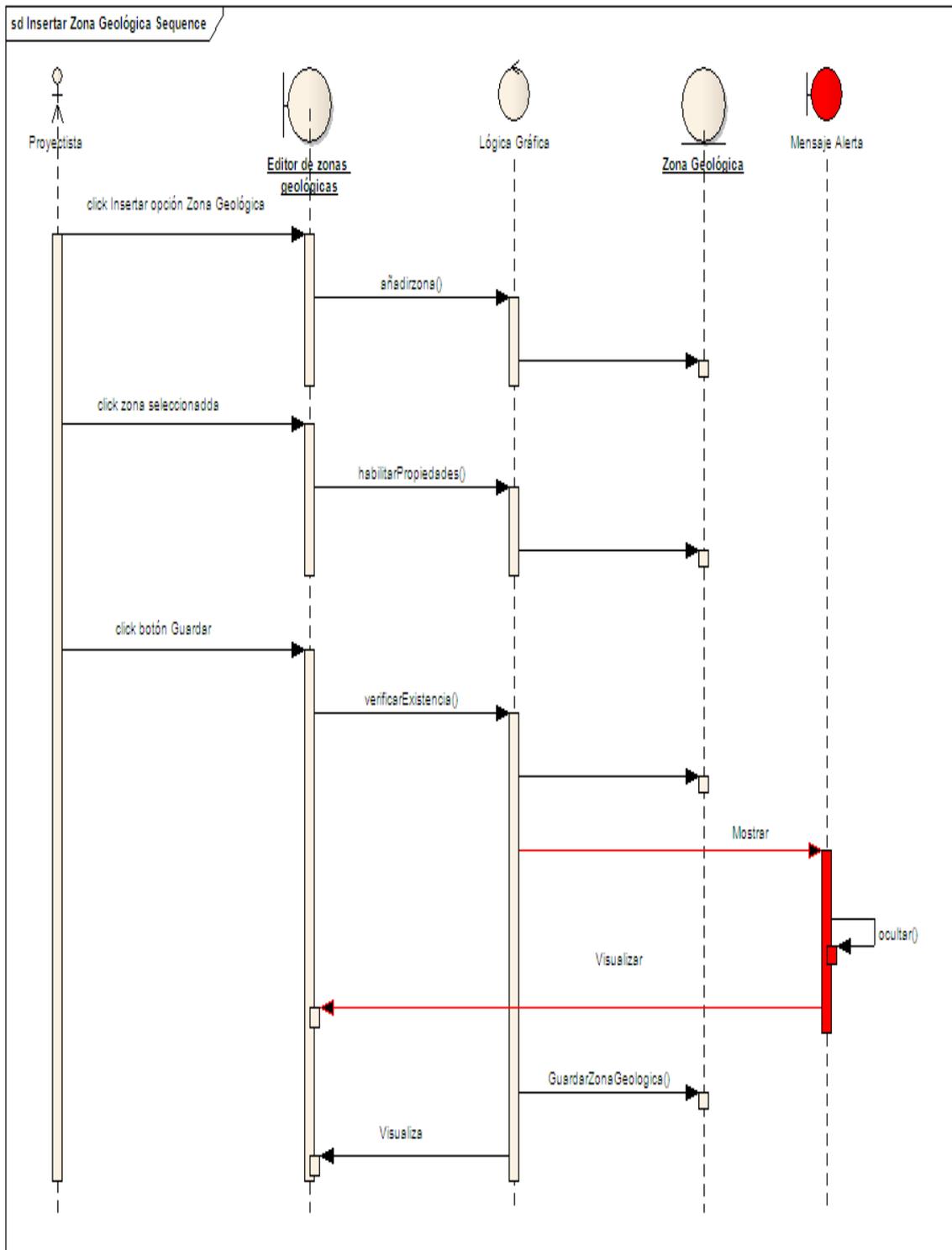


Figura 2.9: Diagrama de Secuencia del Caso de Uso “Insertar zona geológica”

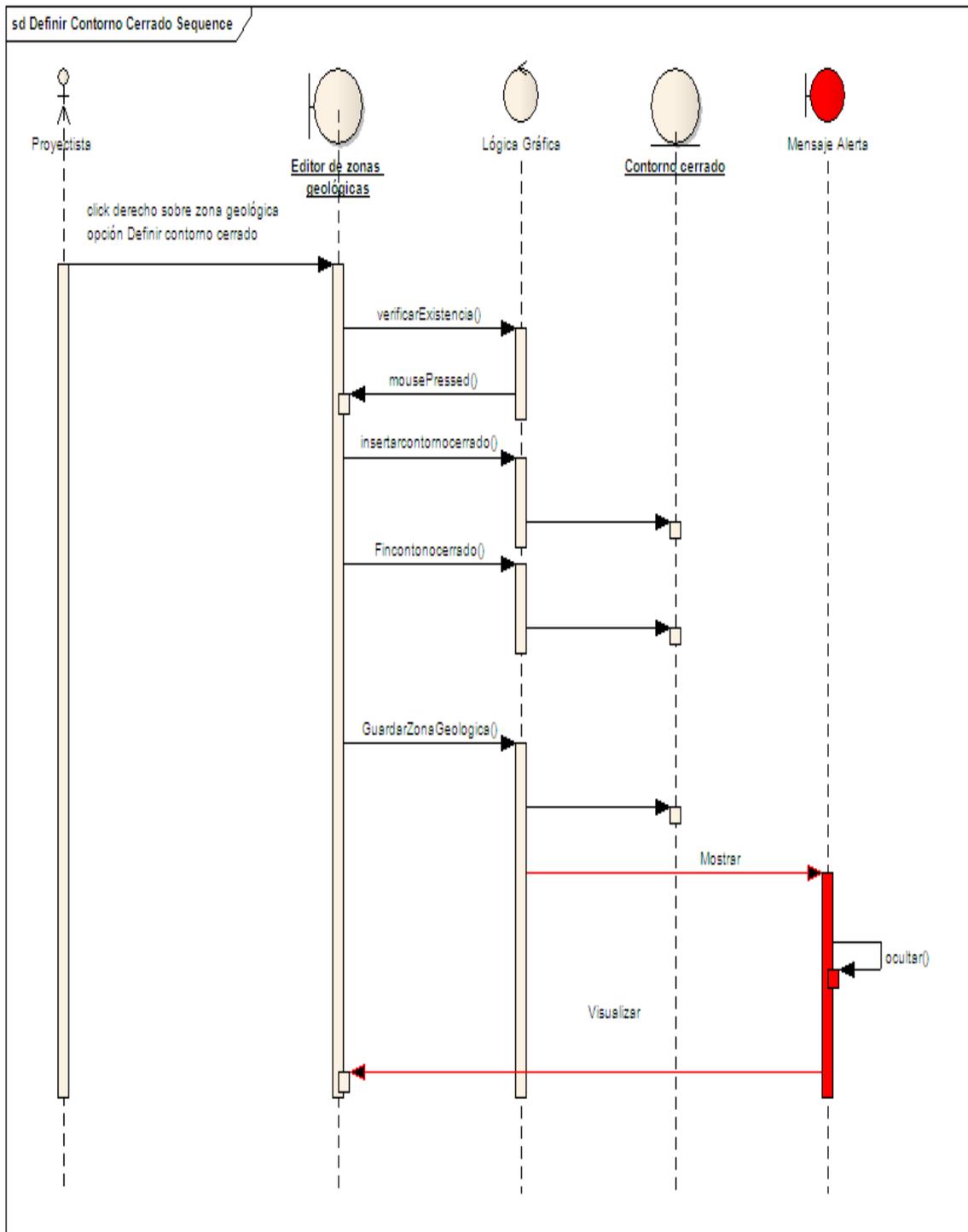


Figura 2.10: Diagrama de Secuencia del Caso de Uso “Definir Contorno Cerrado”

2.4.2 Diagrama de clases

Un diagrama de clases es una colección estática de los elementos declaratorios del modelo, como clases, tipos y sus relaciones, conectados unos

por lo se realiza el diagrama de clases persistentes, que modela la información que trasciende en el tiempo, incluso después de cerrada la aplicación. Las clases candidatas a convertirse en persistentes son las clases entidad determinadas en el diagrama de clases del epígrafe anterior.[39]

La metodología Iconix plantea que no es necesario hacer el diagrama de clases persistentes, pero para un buen entendimiento del proceso que se lleva a cabo en la realización del módulo se realiza el mismo.

(Ver Anexo 5)

2.5 Implementación

Una vez concluido el diseño detallado del módulo propuesto, a través de los diagramas de secuencia de cada caso de uso, se está en condiciones de traducir todo este diseño a código fuente. Esta fase posibilita además definir la organización y estructura del código, e implementar las clases que se identificaron durante el diseño.[37]

2.5.1 Estándar de codificación

En la implementación del módulo se tuvo en cuenta uno de los factores fundamentales que le proporciona calidad a un software, la facilidad de mantenimiento, el cual puede resultar realmente complejo y costoso. La comprensión del código constituye un aspecto esencial para el correcto mantenimiento del sistema, pues si dicho código está poco documentado y se desarrolló sin seguir un estándar entonces esto implica un aumento de la complejidad y tiempo del mantenimiento.[36]

Teniendo en cuenta lo antes explicado se establecieron estándares de codificación que aseguran la legibilidad del código, tanto para los programadores como los futuros responsables del mantenimiento del módulo propuesto.[29]

Ficheros

Descripción y construcción de la solución propuesta

- Cada fichero fuente debe contener sólo una clase o interfaz.
- Todos los ficheros fuentes deben comenzar con un comentario que recoja el nombre del paquete seguidamente los import necesarios y quien lo programó.

Ejemplo:

```
*/
```

```
Package jcad.entity;
```

```
import java.util.ArrayList;
```

```
/**
```

```
*
```

```
* @author Administrador
```

```
*/
```

El nombre de los ficheros debe expresar un significado, evitar nombrar ficheros como a.zul.

Para nombrar los ficheros se pondrá la primer letra en Mayúscula y se pondrá en mayúscula el comienzo de las palabras internas.

Ejemplo: JZonaGeologica // el nombre expresa el tipo de entidad.

Indentación

- Evitar líneas que tengan más de 80 caracteres.
- Cuando una expresión no termina con una letra:
 - Romper después de la coma
 - Romper antes de un operador

Ejemplo:

```
someMethod(longExpression1, longExpression2, longExpression3,  
           longExpression4, longExpression5);
```

```
var = someMethod1(longExpression1,  
                 someMethod2(longExpression2,
```

Descripción y construcción de la solución propuesta

```
longExpression3));
```

```
longName1 = longName2 * (longName3 + longName4 - longName5)
    + 4 * longname6; // PREFER
```

- Las líneas que contengan una estructura de control if deberá generalmente usar 8 espacios de indentación.

Ejemplo:

```
if ((condition1 && condition2)
    || (condition3 && condition4)
    ||!(condition5 && condition6)) {
    doSomethingAboutIt();
}
```

- Se debe tratar de seguir la siguiente norma en las estructuras de control if

```
if (a == b && c == d) // No
if ((a == b) && (c == d)) // Sí
```

Comentarios

Cada clase debe estar bien documentada, tanto las funcionalidades como los atributos. Antes de declarar la clase se debe poner un comentario describiéndola.

Ejemplo:

```
/**
 * Esta clase contiene las estructuras de datos donde se guardan las
 * entidades de una zona geológica, así como las relaciones entre ellas.
 */
public class JZonaGeologica { ...
```

Clases y Variables

- Se debe declarar una sola variable por línea.

Ejemplo:

```
public String nombre = new String(""); //inspector de propiedades  
  
public Integer cantidadcapas = new Integer(0); // número de capas
```

- Tratar de inicializar las variables siempre que sea posible al comienzo de los bloques.

Ejemplo:

```
public void CalcularVolumenExcavacion(JRed malla){  
    JPoint pc=new JPoint();  
  
    if (escena.selectionModel.getMouseOverEntity() == null) {  
        JPoint ptemp = visor.CoordFisicaToLogica(e.getX(), e.getY(), 0.0);
```

- Se deben nombrar las variables, objetos y clases siempre con nombres lógicos (relacionado con los que se esté programando).

Ejemplo:

```
int a; // evitar esto si se está utilizando para almacenar una suma  
int suma; // de esta manera se está declarando una variable que sólo  
por su nombre expresa algo.
```

- Los nombres de las clases o interfaces se deben nombrar empezando con mayúscula y poniendo en mayúscula el comienzo de palabras internas.

Ejemplo:

```
public class LogicaGrafica {  
    ....  
}
```

Descripción y construcción de la solución propuesta

- Los nombres de los objetos y variables de tipos de datos primitivos deben empezar con minúscula y el comienzo de cada palabra interna con mayúscula.

Ejemplo:

```
Double cantidadCapas;
```

```
Integer tipoSuelos;
```

- Las constantes se deben declarar en mayúscula todas sus letras separando siempre las palabras por _.

Ejemplo:

```
public static int INS_ZONA_GEOLOGICA=1;
```

- Los nombres de los componentes visuales deberán cumplir la siguiente norma:

Componente	Prefijo	Ejemplo
Button	btn	Button btnEliminar;
Textbox	tbx	Textbox tbxName;
Listbox	lbox	Listbox lboxUserList;
Tree	tree	Tree treeEntidades;
BorderLayout	bl	BorderLayout blMain;

Tabla 2.1 Componentes visuales

Paquetes

Los paquetes siempre se nombrarán en minúscula.

Métodos

Los nombres de métodos siempre empezarán por un verbo en minúscula y lo que le sigue irá en mayúscula sólo la primera letra de las palabras internas.

Ejemplo:

```
draw();
```

```
InsertarNuevaZonaGeologica();
```

```
getContcerrado();
```

2.5.2 Prueba

La metodología ICONIX plantea que el proceso de prueba se debería comenzar mucho antes que el de codificación, incluso recomienda que se tenga en cuenta en la etapa de análisis identificando los casos de prueba a partir de los diagramas de robustez, de esta forma es posible eliminar una gran cantidad de errores (inclusive antes de que existan) . Es por ello que probar un sistema debe verse como una parte importante dentro del ciclo iterativo e incremental de desarrollo, que verifica que el producto cumple con el propósito específico para el que fue creado.[34]

Teniendo en cuenta las afirmaciones que plantea ICONIX se desarrollaron comprobaciones al módulo para probar de manera sistémica que el comportamiento descrito en cada caso de uso estaba implementado correctamente, básicamente las funciones identificadas durante el análisis de robustez. Estas pruebas se realizaron considerando en todo momento que los requerimientos estuvieran íntimamente relacionados con las mismas, se trató que al menos hubiera dos casos prueba para verificar cada requerimiento.

En los dos casos de prueba se detectaron problemas los cuales se tomaron en cuenta y a la vez fueron corregidos en iteraciones posteriores.

2.6 Conclusiones del Capítulo

- La utilización de la metodología Iconix para modelar y construir el módulo propuesto resuelve el 80% de los desarrollos de software utilizando solo el 20% de los modelos definidos en UML. Iconix no descarta la utilización de ninguno de los modelos, en los casos en que sea necesario, sino que define un conjunto mínimo de modelos y un proceso dinámico de desarrollo.
- La participación de los usuarios en la obtención de la interface principal, en la descripción de los casos de uso y en las pruebas del módulo es una de las características que presenta la metodología, logrando una mayor correlación entre los desarrolladores y los beneficiados con el producto.
- Considerando que el módulo se basa en la arquitectura cliente servidor, el diagrama de despliegue elaborado se ajusta a sus necesidades específicas.
- Los errores detectados como consecuencia de las pruebas realizadas al módulo fueron solucionados.

Capítulo 3. Validación de los resultados

Teniendo en cuenta la complejidad que implica la construcción del módulo, se hace imprescindible hacer uso de la ciencia de gestión de proyecto de software, con el fin de planificar, supervisar y controlar el personal inmerso en el proceso, así como los eventos que ocurren a medida que evoluciona el software, lo que posibilita garantizar la entrega del producto de software de alta calidad en los costes y plazos establecidos.

3.1 Planificación

Partiendo de la disposición de crear en conjunto (centro de estudio CAD/CAM y facultad de informática) el módulo gestión de la información geológica para redes hidráulicas de abasto se establece un cronograma para buscar la dificultad general del problema, lograr un nivel de preparación con los implicados en el desarrollo del módulo y la comunicación entre los tutores y los restantes miembros del equipo se realizó de manera vertical.

Con la estructuración antes mencionada y el propósito de realizar una labor efectiva para obtener un producto de máxima calidad que satisfaga las necesidades de la EIPH Holguín "RAUDAL", el trabajo a desarrollar se planeó y se siguió acorde con lo establecido, logrando aprovechar el tiempo, la concentración, para no centrar la investigación actual en las fases venideras.

Para planificar el trabajo y tiempo de desarrollo se identificaron las actividades principales, el tiempo requerido para cada una, así como el disponible a dedicar los desarrolladores al proyecto, lo que ayudó a distribuir y equilibrar la carga de trabajo, así como pronosticar el tiempo total para la culminación del sistema.

A partir de las responsabilidades asignadas se crearon compromisos, los cuales fueron supervisados a través de reuniones desarrolladas semanalmente; la ocasión sirvió, además, para intercambiar y equilibrar el conocimiento adquirido por cada miembro, así como comunicar el trabajo realizado, con el fin de identificar los aspectos comunes para la reutilización de código y de esta manera reducir el tiempo tanto de aprendizaje como de desarrollo.

La planificación del módulo tiene como propósito establecer planes razonables para desarrollar la Ingeniería de Software y manejar los cambios de los proyectos de Software.

La planificación de Proyectos comprende una serie de tareas entre las que se encuentran:

- Establecer el trabajo a realizar, restricciones y objetivos.
- Evaluar el tamaño de los productos de Software y recursos.
- Producir el cronograma e identificar y fijar los riesgos.
- Iterar para obtener el plan de requerimientos asignados.

Factibilidad de un proyecto

La factibilidad de un proyecto se obtiene desde los puntos de vista operacionales y técnicos, pero si el módulo no es factible económicamente para la EIPH Holguín “RAUDAL” entonces no puede ser elaborado y mucho menos implantado. Para obtener la estimación del costo en el desarrollo del módulo, se empleó el modelo COCOMO 2 (Constructive Const Model), que es una herramienta utilizada para la “estimación de algunos parámetros (costes en personas, tiempo,...) en el diseño y construcción de programas y de la documentación asociada requerida para desarrollarlos, operarlos y mantenerlos, es decir, en la aplicación práctica de la Ingeniería del Software”. [9] En las tablas que se muestran a continuación, se exponen los resultados de aplicar los pasos que propone COCOMO 2. Para más detalles ver Anexos 5 de este trabajo.

Para realizar la estimación de los costos, tiempo y esfuerzo asociados a la construcción del módulo se siguen los siguientes pasos:

1. Obtener los puntos de función. (UFP por sus siglas en inglés).
2. Estimar la cantidad de instrucciones fuente. (SLOC por sus siglas en inglés).
3. Aplicar las formulas de Bohem (esfuerzo (PM) y tiempo (TDEV)).
4. Planificar las actividades del proyecto (Utilizar las tablas de distribución de esfuerzo en fases y actividades).

A continuación se muestra la implementación de los pasos establecidos para calcular la estimación de los costos, el tiempo y el esfuerzo para el módulo gestión de la información geológica de redes hidráulicas de abasto.

Puntos de función desajustados:

Con el objetivo de calcular los puntos de función desajustados (UFP, por sus siglas en inglés), a continuación se presentan las características del sistema representadas mediante diferentes tablas.

Entradas Externas (EI): son todas aquellas entradas que le son proporcionadas al sistema.

Nombre	Cantidad de ficheros	Cantidad de elementos de datos	Clasificación
Insertar nombre zona geológica	3	5	Medio
Insertar Profundidad de excavación	4	5	Alto
Insertar Cantidad de capas	1	2	Bajo
Insertar Tipos de suelos	3	7	Medio
Definir contorno cerrado	5	8	Alto
Ubicación de la zona geológica	2	4	Bajo
Modificar nombre zona geológica	2	4	Bajo
Modificar profundidad de excavación	2	4	Bajo
Modificar contorno cerrado	2	4	Bajo

Tabla 3.1 Entrdas Externas (EI)

Peticiones (EQ): Salidas asociadas al sistema donde no se tienen elementos de filtraje de información.

Nombre de las peticiones	Cantidad de ficheros	Cantidad de elementos de datos	Clasificación
Cargar Zonas Geológicas	1	6	Bajo
Mostrar resultados del calculo de excavación	1	5	Bajo

Tabla 3.2 Peticiones (EQ)

Salidas externas (EO): Salidas asociadas al sistema que tiene elementos de filtraje de información.

Nombre de las peticiones	Cantidad de ficheros	Cantidad de elementos de datos	Clasificación
Cargar Base Topográfica	2	4	Bajo
Cargar Imagen Satelital	2	3	Bajo
Cargar Plano en DXF	2	3	Bajo
Cargar Trayectoria Tubería	5	9	Alto
Mostrar tramos tuberías	3	4	Bajo
Mostrar sectores tuberías	3	4	Bajo

Tabla 3.3 Salidas Externas (EO)

Ficheros lógicos internos (ILF): son los grupos de datos relacionados lógicamente que permiten el almacenamiento de la información perteneciente al módulo gestión de volúmenes de excavación que pertenece al sistema CAD distribuido.

Nombre	Cantidad de ficheros	Cantidad de elementos de datos	Clasificación
Tb_Proyecto	1	5	Bajo
Tb_Suelos	1	4	Bajo
Tb_Capasuelos	1	2	Bajo
Tb_Zonageologica	1	7	Bajo
Tb_Zonapavimento	1	3	Bajo
Tb_Pavimento	1	2	Bajo
Tb_Mormatexto	1	2	Bajo
Tb_Mormalinea	1	3	Bajo
Tb_Mormacolor	1	2	Bajo
Tb_Tipolinea	1	2	Bajo
Tb_Tipocolor	1	2	Bajo
Tb_Tipotexto	1	2	Bajo

Tb_Red	1	6	Bajo
Tb_Tipomaterialtuberia	1	4	Bajo

Tabla 3.4 Ficheros Lógicos Internos (ILF)

Para cada una de las características del sistema mostradas en las tablas anteriores, se cuenta la cantidad de funcionalidades clasificadas en cada Nivel de complejidad (Bajo, Medio, Alto) y se multiplica por el peso asociado en la tabla. Luego todos estos productos se suman y se obtiene la cantidad de puntos de función desajustados.

Elementos	Bajos		Medios		Altos		Subtotal de puntos de función
	No .	X Peso	No .	X Peso	No .	X Peso	
Entradas externas (EI)	2	3	2	4	2	6	26
Salidas externas (EO)	5	4	0	5	1	7	27
Ficheros lógicos internos(ILF)	14	7	0	10	0	15	98
Peticiones EQ	2	20	0	0	0	0	40
Total	23		2		3		218

Tabla 3.5 Puntos de Función Desajustado (UFP)

Cálculo de las instrucciones fuentes

Para el cálculo de las instrucciones fuentes (SLOC), COCOMO II se basa en la cantidad de instrucciones por punto de función que genera el lenguaje de programación empleado. Utilizando la siguiente fórmula se obtiene:

$$\text{SLOC} = \text{UFP} * \text{ratio}$$

Características	
Características	Valor

Puntos de función desajustados	218
Lenguaje	Java 100%
Ratio del lenguaje	Java 55
Instrucciones lenguaje *	Java 11990
Instrucciones fuentes (SLOC, en líneas de código)	11990
Reducción de un 40 % (Reutilización de código)	4796

Tabla 3.6 Cálculo de las Instrucciones Fuentes

Cálculo de esfuerzo, tiempo, cantidad de hombres y costo

A continuación se obtendrán valores necesarios para el cálculo del esfuerzo:

Multiplicadores de esfuerzo

Los multiplicadores de esfuerzo (ME), que se muestran a continuación representan las características del proyecto y expresan su impacto en el desarrollo total del producto de software. Para determinar el esfuerzo asociado al desarrollo del sistema, denominado PM, se utilizan los multiplicadores de esfuerzo, los factores de escala, así como los valores constantes A, B, C, D.

Multiplicadores	Descripción	Valor
RELY	Garantía de funcionamiento requerida al software.	3
DATA	Tamaño de la base de datos.	3
CPLX	Complejidad del producto.	3

DOCU	Cantidad de artefactos que deben ser documentados.	4
RUSE	Desarrollo para ser reutilizado.	3
TIME	Exigencias sobre capacidad de ejecución.	3
STOR	Almacenamiento.	3
PVOL	Volatilidad de la plataforma.	4
ACAP	Capacidad de los analistas.	5
PCAP	Capacidad de los programadores.	3
PCON	Continuidad del personal.	4
APEX	Experiencia previa de los analistas.	2
PLEX	Experiencia con la plataforma.	3
LTEX	Experiencia previa con el lenguaje y herramientas de desarrollo.	3
ITool	Uso de herramientas de software.	3
SITE	Desarrollo en localidades distribuidas.	4
SCED	Exigencias sobre el calendario.	4

Tabla 3.7 Multiplicadores de Esfuerzo

Factores de Escala

Factores de escala	Descripción	Valor
PREC	Precedencia	3
FLEX	Flexibilidad	2
RESL	Riesgos	3
TEAM	Cohesión del equipo	0
PMAT	Madurez de las capacidades	3

Suma		3
------	--	---

Tabla 3.8 Factores de Escala

Valores calibrados

Constantes	
A	2,94
B	0,91
C	3,67
D	0,28

Tabla 3.9 Valores Calibrados

Cálculo del esfuerzo

El esfuerzo de desarrollo está representado por las siglas PM y se expresa en

$$PM = A * Size^E \prod_{i=1}^n EM_i \quad \text{Donde} \quad E = B + 0,01 * \sum_{j=1}^5 SF_j$$

$$E = 1.0567$$

PM ≈ 19 hombres por mes.

Cálculo del tiempo de desarrollo (TDEV)

El tiempo de desarrollo se obtuvo a partir de la fórmula:

$$TDEV = C * PM^F \quad \text{Donde} \quad F = D + 0,22 * (E - B)$$

TDEV ≈ 9 meses.

Cálculo de cantidad de hombres (CH)

La cantidad de hombres es el resultado de la división del esfuerzo y el tiempo estimado de desarrollo:

$$CH = PM / TDEV$$

CH ≈ 2 hombres.

Costo total (CT)

El costo total es el resultado de multiplicar el costo de hombres por mes (CHM) y el tiempo de desarrollo. Por tanto:

SP = \$250 Salario Promedio

CHM = cantidad de hombres * SP

CHM = \$ 500 Costo de hombres por mes para 2 trabajadores

El desarrollo del sistema tendrá un costo mensual de **\$500**.

$$CT = CHM * TDEV$$

$$CT \approx \$ 4500$$

A partir de los resultados obtenidos y debido a que la empresa y en específico el departamento de geología poseen un equipamiento que supera al mínimo necesario, no incurriéndose así en costos de este tipo, se puede concluir que el costo total del sistema es igual al de desarrollo, que es de **\$4500**.

Resumen

Cálculo	Valor
Esfuerzo (PM) Hombres x mes	31
Tiempo de desarrollo(m)	10
Costo(pesos)	\$ 5000

Tabla 3.10 Resumen

3.2 Valoración de Sostenibilidad

Esta valoración debe realizarse a través de cuatro dimensiones de gestión de sostenibilidad: administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica.

Dimensión Administrativa:

En la realización de este sistema no habrá gastos de aplicación (por concepto de compra o mejoramiento del equipamiento), porque la función fundamental de este sistema está soportada en las máquinas de la Universidad, además no se requiere de la contratación de un personal especializado después de elaborado el sistema, ya que los usuarios del sistema tienen experiencia previa en el trabajo con sistemas similares al que se realiza. Entre los resultados que se esperan está el ahorro considerable del tiempo de respuesta a las peticiones del usuario. Los resultados que se quieren obtener son innumerables pero uno de los más importantes con el desarrollo de esta aplicación es la disminución del gasto de energía eléctrica, acorde con el

ahorro de energía que lleva a cabo el país, debido a la considerable disminución del tiempo invertido en la actividad de diseño. Este sistema permitirá aumentar la calidad y la productividad de los proyectos que se llevan a cabo en dicha empresa, podrá dar respuesta a la elevada demanda de proyectos de redes hidráulicas en un menor tiempo. Este sistema no se realiza con fines de comercialización y las herramientas a utilizar para el desarrollo del mismo en su totalidad son libres, de modo que no es necesario pagar licencia por su uso.

En el caso del módulo obtenido, su costo de desarrollo está valorado en \$ 4500, como se analiza en el estudio de factibilidad realizado anteriormente, este resultado se obtiene a partir del modelo COCOMO II.

Dimensión Socio-Humanista

Las condiciones de trabajo de los empleados no varían pero el tratamiento de la información será menos engorroso ya que la organización de la información será más eficaz y el tiempo disminuirá considerablemente. Esta aplicación no trae consigo la disminución de empleos de trabajo más bien favorece el trabajo de las personas involucradas en su perfil.

Para evitar rechazo por parte de los usuarios ante el cambio, se confeccionará una ayuda y un manual de usuario donde se explican las características, funcionalidades y el manejo del sistema.

Dimensión Ambiental

Es importante tener en cuenta que deben existir algunas condiciones de trabajo para la correcta explotación del sistema, como son: una buena iluminación, protectores de pantalla, ubicación correcta de la PC, asientos cómodos y con medidas adecuadas para evitar daños a la salud que serían mayoritariamente daños en la vista y en la postura de los implicados, efectos provocados por el tiempo en que deben estar intercambiando información.

Con el desarrollo del módulo la navegación del sitio resultará fácil ya que el acceso a la información se efectuará de forma rápida logrando el tiempo necesario de intercambio con el usuario.

En este aspecto también se tiene en cuenta el uso de colores e imágenes que resulten agradables y eviten el estrés.

Por sus características el módulo no genera contaminación por ruido, ni tiene un impacto directo desfavorable en el medio ambiente. Se orienta a las condiciones favorables y no a las personas o cosas, y si se minimiza daños e impactos negativos.

Se ahorran recursos que provienen del medio ambiente como los materiales de oficina, principalmente el papel. En la interfaz del sistema se emplean colores suaves y refrescantes, manteniendo un aspecto similar en cuanto al ambiente gráfico para que los usuarios se sientan identificados con el sistema.

Dimensión Tecnológica

Se dispone de los equipos técnicos suficientes para su correcto funcionamiento y una infraestructura electrónica, ya que existe una red interna que logra conectar todos los locales involucrados en la proyección de obras de la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de la provincia de Holguín. El producto informático brinda facilidades de navegación que posibilitan su uso por todos los trabajadores de la entidad, no siendo necesaria una elevada preparación para maniobrar con el mismo. Se cuenta con la documentación para garantizar su buen funcionamiento y mantenimiento.

El sistema permite adaptarse a cambios que no se alejan de su funcionalidad principal, por lo que es posible su mantenimiento y actualización. Los usuarios que van a utilizar la aplicación no necesitan capacitarse ya que los métodos de trabajo siguen siendo los mismos.

Por otra parte, el sistema perdurará en el tiempo, debido a que es lo suficientemente configurable y flexible como para adaptarse a nuevos cambios de forma tal que le permitan evolucionar en el futuro (explicado anteriormente en la dimensión socio-humanista). También, permitirá cambios ya sea de mejoras de hardware, red e incluso de plataforma.

3.3 Valoración de los resultados obtenidos en la encuesta a los posibles usuarios del módulo.

Una vez concluida la implementación del módulo propuesto así como las pruebas correspondientes, se aplicaron encuestas con el objetivo de evaluar la satisfacción de los usuarios respecto al sistema, mediante el método Delphy.

Para la aplicación de este método se realizó una primera encuesta (**Ver Anexo 7**), que tuvo como finalidad seleccionar los expertos, y obtener a partir de su procesamiento, el coeficiente de competencia.

Teniendo en cuenta una serie de aspectos propuestos por el método para la selección de los expertos [12; 30] , se escogieron 18 de 25 expertos por ser los que tenían un coeficiente de competencia alto o medio.

Una vez seleccionados los expertos, se sometió el módulo a evaluación a través de una encuesta (**Ver Anexo 7**), la pregunta número dos de dicha encuesta se procesó por el método Delphy (**Ver Anexo 8**) con el objetivo de buscar el consenso de los encuestados en los aspectos:

1. *¿Cómo evalúa el cálculo de volumen de excavación?*
2. *¿Es “amigable” la interfaz del módulo?*
3. *¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?*
4. *¿Cómo valora la forma de representar el contorno cerrado de una zona geológica?*
5. *¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a las zonas geológicas?*
6. *¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?*
7. *¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad?*
8. *¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?*
9. *¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?*

A partir del procesamiento estadístico de los aspectos anteriormente mencionados y tratados en la encuesta, se determinó, como resultado final de

Validación de los resultados

la evaluación, que los encuestados coinciden en que casi todos los aspectos son “Muy Adecuado”, lo cual influye positivamente en la calidad del sistema. Estos resultados son un argumento más a favor de la calidad del producto informático propuesto para la empresa RAUDAL.

3.4 Conclusiones del Capítulo

- Con las reuniones efectuadas se buscó la dificultad general del problema, se identificaron las actividades principales a desarrollar para la creación del módulo y se estableció el tiempo para la culminación del sistema.
- También se escoge el modelo COCOMO 2 para obtener la estimación del costo en el desarrollo del módulo llegando a la conclusión según sus cálculos, de que el módulo se podrá desarrollar en 13 meses con un costo de 13000 pesos sin invertir en la compra de equipamiento ya que la empresa RAUDAL donde se va a implantar la aplicación posee la tecnología necesaria.
- Con el análisis de sostenibilidad del producto en sus cuatro dimensiones se llega a la conclusión de que el módulo cumple con todos los requerimientos y responde a las necesidades de la empresa con los recursos empleados, por lo que se podrá decir que constituirá un producto informático sostenible y perdurará en el tiempo.
- El método Delphy se utilizó para evaluar la satisfacción del usuario respecto al módulo mediante encuestas, los resultados arrojaron según los aspectos evaluados en las mismas de que el sistema va a ser aceptado por los trabajadores de la institución.

Conclusiones Generales

Con el desarrollo del Módulo gestión de los volúmenes de excavación en la actividad de proyecto de redes hidráulicas de abasto, se logra el objetivo de la investigación, obteniéndose un producto informático de alta calidad que proporciona eficiencia, una interfaz amigable al usuario y disponibilidad de los datos, quedando de esta forma demostrada la hipótesis enunciada en esta investigación. A continuación se relacionan las principales conclusiones a las que se arribaron:

1. El proceso tradicional para el cálculo de volúmenes de excavación requiere la introducción de un grupo de funcionalidades novedosas para que los resultados sean exactos y fiables ya que con esta función se obtiene el presupuesto de un proyecto.
2. Los requerimientos de la EIPH Holguín “Raudal” están presentes en el esbozo del módulo propuesto y en el proceso de planificación, con una evidente superioridad frente a otros softwares que se utilizan tanto para la definición de zonas geológicas como para el cálculo de volúmenes de excavación actualmente.
3. El uso de las tecnologías y arquitectura de despliegue empleadas resulta una propuesta eficaz para el problema que se aborda.
4. Valorado el impacto social, económico, tecnológico y ambiental del proceso de desarrollo e implantación de la solución, se puede afirmar que este producto es sostenible.
5. El módulo desarrollado presenta un nivel muy adecuado de aceptación por los usuarios, lo cual garantizará un elevado grado de impacto con su implantación en la EIPH Holguín “Raudal”.

Recomendaciones

- Incluirle otras consideraciones tecnológicas en el cálculo del volumen de excavación
- Mejorar la interactividad con los contornos cerrados que definen zonas geológicas
- Incluir rutinas avanzadas de cálculo geológico
- Realizar de forma irregular la representación de la información técnica de una zona geológica

Bibliografía y Referencias Bibliográficas

- [1] "Características de Postgresql". URL: <http://www.manualesdeayuda.com/manuales/bases-de-datos/postgresql/caracteristicas-de-postgresql-01844.html>
- [2] "SISTEMAS CAD-CAE-CAM-CAPP-CAQA".
- [3] "Cliente/Servidor". 5. 2007. URL: www.clienteservidor.com.
- [4] "netbeans". 2009. URL: www.netbeans.org.
- [5] "postgreSQL". 2009. URL: www.postgresql.org. consultado: 10/03/2010.
- [6] ALVARES, M. A. "Que son los Applets de Java". 2002. URL: www.Desarrolloweb.com. consultado: 05/02/2010.
- [7] ÁLVAREZ, C. J. S. y DÍAZ, R. G. F. "Metodologías Tradicionales vs. Metodologías Ágiles". Universidad Técnica Particular de Loja. 2008.
- [8] ANGULO, H. "Informe sobre el proceso que realiza RAUDAL para trabajar la Geología". 5. 2009.
- [9] BOEHM. "SW Cost Estimation with COCOMO II". Prentice Hall. 2000.
- [10] BOLT, A. y MAZUR, G. H. "Jurassic QFD Integrating Service and Product Quality Function Deployment". 1999.
- [11] BOLT, A., MAZUR, G. H. "Jurassic QFD Integrating Service and Product Quality Function Deployment". 1999.
- [12] CONCEPCIÓN, R. "Procedimiento para la valoración de sostenibilidad de un Producto Informático". 2006.
- [13] GARCIA, J. "Curso de Introducción a OpenGL". v 1.0. 2009.
- [14] GARCÍA, J. "Aprenda Java como si estuviera en primero". UNIVERSIDAD DE NAVARRA. 2000.
- [15] GARCIA, O. y GUEVARA, A. "Introducción a la Programación Gráfica con OpenGL". Universidad Ramon Llull. 81 p. 2004.
- [16] GONZÁLEZ, L.; FERRER, M.; ORTUÑO, L. y OTEO, C. "Ingeniería Geológica". 2002.
- [17] -----. "Ingeniería Geológica". 2002.
- [18] HECHAVARRÍA, J. R. "Optimización del diseño de redes hidráulicas bajo criterios técnico-económicos". Tesis Doctoral. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, 2008.
- [19] -----. "Optimización del Diseño de Redes de Distribución de Agua bajo criterios Técnicos-Económicos". Universidad Holguín 2009.
- [20] HELAIN. "Informe de geología". 2009.
- [21] HERNÁNDEZ, J. R. H.; RUIZ, J. A.; BATISTA, E. E. y GIL, L. R. "Generación automática de variantes de trayectorias aplicada al diseño óptimo bajo criterios múltiples de redes hidráulicas de abasto". Ingeniería Mecánica 2007;2.
- [22] JACOBSON, I. "El Proceso Unificado de Desarrollo de Software". 2000.
- [23] JASPE, A. y DORADO, J. "Una Aproximación a OpenGL". 2008.
- [24] JOHNSON, R. "Spring. Java/J2EE Application Framework". 2005. URL: <http://www.springframework.org/documentation>. consultado: 03/03/2010.
- [25] JOHNSONET, R. "Professional Java Development with the Spring Framework". 2005. 0764574833.
- [26] MAZUR, G. "Voice of customer analysis: A modern system of front-end QFD tools, with case studies". 1996.
- [27] O'REILLY. "Killer Game Programming in Java". 1008. 2005. 0-596-00730-2.

Bibliografía y Referencias Bibliográficas

- [28] PORTILLA, Y. "Desarrollo del QFD en la concepción de un Sistema CAD para el diseño de redes hidráulicas de abasto". Tesis de Diploma. Universidad "Oscar Lucero Moya". Holguín, 2009.
- [29] REYES, O. G. "Tecnologías, herramientas y estándares a utilizar en el proyecto EIPH". 2009.
- [30] RODRÍGUEZ, F. y CONCEPCIÓN, R. "El método Delphy para el procesamiento de los resultados de encuestas a expertos o usuarios en estudios de mercado y en la investigación educacional."
- [31] ROMERO, L. J. A. C. "LOS SISTEMAS CAD Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL". 2005.
- [32] ROSENBERG, D. y SCOTT, K. "Applying Use Case Driven Object Modeling with UML: An Annotated e-Commerce Example". Addison Wesley 2001.
- [33] ROSENBERG, D. y STEPHENS, M. "Use Case Driven Object Modeling with UML. Theory and Practice". USA. 2007.
- [34] ----- . "Use Case Driven Object Modeling with UML. Theory and Practice". Apress. 2007.
- [35] SOLIS, C. "Metodologías ágiles". 2006. URL: <http://www.agile-spain.com>. consultado: 25/04/2010.
- [36] SOLÓRZANO, R. "Metodología para medir la calidad de software". Trabajo de diploma Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya" 2007.
- [37] STEPHENS, D. R. A. M. "Use Case Driven Object Modeling with UML — Theory and Practice. Apress, 2007". 2007.
- [38] TÉCNICO, D. "DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTACIÓN EN 3D".
- [39] UML. "Libro de Diseño Orientado a Objetos con UML.". 2006.
- [40] VELDE, T. V. D.; SNYDER, B.; DUPUIS, C.; LI, S.; HORTON, A. y BALANI, A. N. "Spring Framework 2". 2007.
- [41] YACUZZI, E. y MARTÍN, F. "QFD: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos". Universidad del CEMA. 2003. URL: <http://www.cema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/234.pdf>.
- [42] ZALDIVAR, A. "Framework jcad". 2009.

Anexos

Anexo 1 Despliegue de la función calidad (QFD)

La **matriz de planificación** es la primera de las cuatro fases que comprenden QFD y que básicamente analiza los Requerimientos del Cliente, es decir, traslada la Voz del Cliente en características de control de las partes.[26; 28]

Esta matriz se utiliza para comparar los requerimientos del cliente con las características técnicas del producto. El resto de las matrices se originan de esta primera matriz. [41] Para construirla, se lleva a cabo una serie de pasos, que se explican a continuación:

Paso 1: Requerimientos en término del cliente (QUE).

Para realizar el diseño de un producto en función del cliente, es esencial conocer las expectativas de éste, o sea “la voz del consumidor”. Precisamente este es el primer paso para la elaboración de la matriz de planificación, que es a su vez uno de los más difíciles en el despliegue de la función calidad, pues requiere OBTENER Y EXPRESAR lo que el cliente desea y no lo que el desarrollador del módulo gestión de los volúmenes de excavación de redes hidráulicas de abasto piensa que el cliente espera.[11]

En el caso de la presente investigación se mantuvo un contacto directo con el cliente mediante conversaciones, y se aplicaron encuestas y entrevistas, con el objetivo de determinar las demandas explícitas y latentes sobre el producto en cuestión.

Los requerimientos del cliente (QUE) se colocan en el eje vertical de la parte superior de la matriz de planificación.

Requerimientos del Cliente con respecto al Módulo gestión de los volúmenes de excavación para redes hidráulicas.

1. Tener en cuenta la metodología cubana actual.
2. Tener en cuenta los nuevos instructivos emitidos por el GEIPI.
3. Tener en cuenta la Gerencia CAD.

4. Incrementar calidad de la representación gráfica.
5. No hacer uso de software propietario.
6. Que sea funcional
7. Que sea fácil de usar.
8. Que sea fiable.
9. Que sea flexible.
10. Que sea reusable.
11. Que sea eficiente.
12. Tenga en cuenta la integridad.
13. Tenga en cuenta interoperabilidad.

Paso 2: Características de control del producto o servicio final (COMO).

El resultado del primer paso es una identificación completa de los requisitos deseados del módulo gestión de los volúmenes de excavación para redes hidráulicas. Sin embargo debemos tener en cuenta que existen características o necesidades de un producto que afectan a muchas otras.

Por lo que una vez definido los **que (s)**, se determinan las **características de control del producto**, los **como(s)**. Para el desarrollo de este segundo paso se plantean las incógnitas siguientes:

1. ¿Cómo tener en cuenta la metodología cubana actual?
2. ¿Cómo tener en cuenta los nuevos instructivos emitidos por el GEIPI?
3. ¿Cómo tener en cuenta la gerencia CAD?
4. ¿Cómo incrementar la calidad de la representación gráfica?
5. ¿Cómo evitar el uso de software propietario?
6. ¿Cómo lograr que sea funcional?

7. ¿Cómo lograr que sea fácil de usar?
8. ¿Cómo lograr que sea fiable?
9. ¿Cómo lograr que sea flexible?
10. ¿Cómo lograr que sea reusable?
11. ¿Cómo lograr que sea eficiente?
12. ¿Cómo tener en cuenta la integridad?
13. ¿Cómo lograr que sea interoperable?

Conocidas las incógnitas, se le dan respuestas a cada una de ellas, este análisis arrojó las **características de control** siguientes:

1. Gestionar la Información Técnica de las Zonas Geológicas (ZG).
2. Representación y control de las ZG en 2D.
3. Visualizar la Información técnica de las ZG.
4. Gestionar la Información Técnica de las Zonas Pavimentos (ZP).
5. Representación y control de las ZP en 2D.
6. Visualizar la Información técnica de las ZP.
7. Cálculo de los volúmenes de excavación.
8. Gestionar los resultados del cálculo de Volumen de Excavación (VE).
9. Utilización de Software libre.
10. Descentralización (Módulos).
11. Diseño simple del módulo CAD.
12. Documentación (Ayuda y Manual de usuario).
13. Aplicación Distribuida.
14. Sostenible.

Paso 3: Desarrollo de la matriz de relación entre los requerimientos del consumidor (QUE) y las características de control del producto final.

Luego de haber definido los QUE(S) y los COMO(S), se desarrolla la matriz de relaciones entre los requerimientos del consumidor y las características de control del producto, la cual gráficamente indica si las características de control del producto final cubren adecuadamente los requisitos y expectativas del cliente.

	1.- AutoCAD MAP	2.- Surfer	3.- DISPER	4.- DP-EZG	5.- Surf-Michel	Geo
Metodología vigente	1	1	2	4	3	5
Nuevos instructivos	1	1	2	4	2	5
Tener en cuenta la Gerencia CAD				3		5
Incrementar calidad en la entrada de información	4	4	2	4	3	5
Incrementar calidad de la representación gráfica	4	5	1	4	4	5
Incrementar calidad en el cálculo de volúmenes	3	2	1	4	3	5
Incrementar calidad en la salida de información	3	4	2	4	4	5
No hacer uso de software propietarios	1	1	2	3	3	5
Funcional	4	4	3	4	3	5
Fácil de usar	3	3	1	4	4	5

Fiable	4	5	2	4	4	5
Flexible	3	3	1	4	3	5
Reusable	2	2	1	4	4	5
Eficiente	4	4	2	4	4	5
Integridad	3	3	1	4	3	5
Interoperabilidad	4	4	1	4	3	5

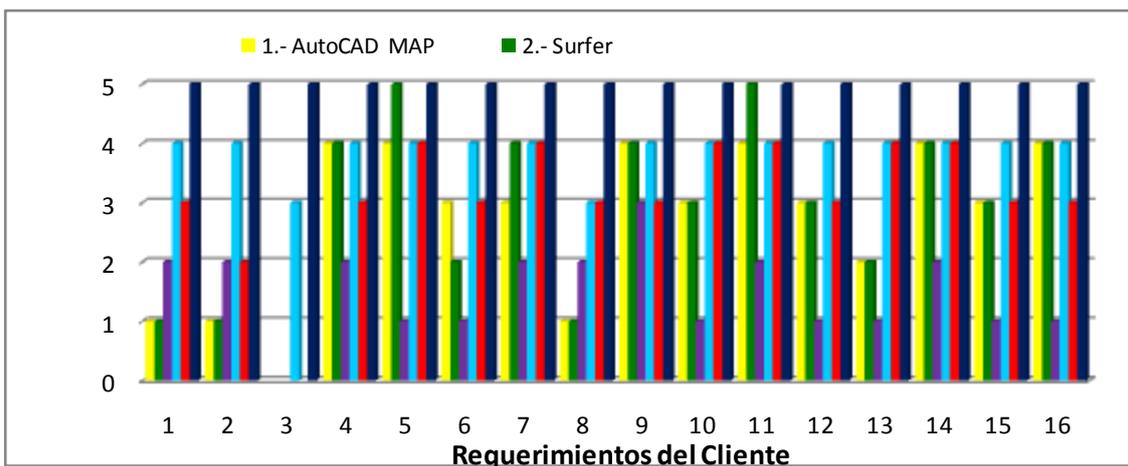
Paso 4: Evaluación competitiva.

Consiste en poner las evaluaciones del mercado, las cuales muestran las ponderaciones de importancia para los requerimientos listados y los datos de evaluación competitiva para productos existentes. En esta parte es muy importante el considerar todos los productos de la competencia. Las ponderaciones que representan las áreas de mayor interés y más alta expectativa / satisfacción expresadas por el cliente a través de los requerimientos (QUE), permiten priorizar las áreas del producto que requieren mejoras.

	MAP	2.- Surfer	3.- DISPER	EZG	5.- Surf-Michel	CAD-Geo
1.- Gestionar la Inf. Técnica de las ZG	522	2088	1044	2088	522	2610
2.- Representación y control de las ZG en 2D	522	1044	2088	2088	522	2610
3.- Visualizar la Inf. Tec. de las ZG	522	2610	522	2088	522	2088
4.- Gestionar la Inf. Técnica de las	0	0	0	1566	0	2610

ZP						
5.- Representación y control de las ZP en 2D	0	0	0	522	0	2610
6.- Visualizar la Inf. Tec. de las ZP	0	0	0	1044	0	2610
7.- Cálculo de los volúmenes de excavación	0	0	1044	2088	0	2610
8.- Gestionar los resultados del cálculo de VE	0	0	984	1968	1476	2460
24.- Utilización de Software libre	0	0	0	549	549	915
25.- Descentralización (Módulos)	0	0	0	1424	712	1780
26.- Diseño simple del módulo CAD	760	760	380	1520	1520	1900
27.- Documentación (Ayuda y Manual de usuario)	1810	1448	510	1448	1810	1810
28.- Aplicación Distribuida	0	0	0	0	0	2140
29.- Sostenible	2040	2040	1020	2040	2040	2550

Luego se determinó qué nivel de importancia, en una escala ascendente de 1 a 5, tienen cada uno de los requerimientos y en qué medida los productos del mercado son capaces de satisfacerlos.



La posición que ocupa el Módulo CAD fue valorada por lo que será capaz de hacer este producto, gracias a experiencias previas en el desarrollo de sistemas similares por parte de los especialistas del Centro de estudios CAD/CAM y que son conocidas por el cliente a través de la capacitación y asesorías técnicas efectuadas.

Estos resultados demuestran la diferencia entre software específicos y software generales, como son el caso de AutoCADMap y Surfer. Es cierto que estos productos pueden dar solución a un sin número de problemas, pero no con la adecuación a los requerimientos de las empresas cubanas, que tienen especificaciones más concretas para la actividad de proyecto. Por otra parte, los sistemas profesionales como el Surfer, son comercializados a un alto precio en el mercado internacional, inversión que el cliente no está dispuesto asumir.

Paso 5: Evaluación de las características de control del producto final.

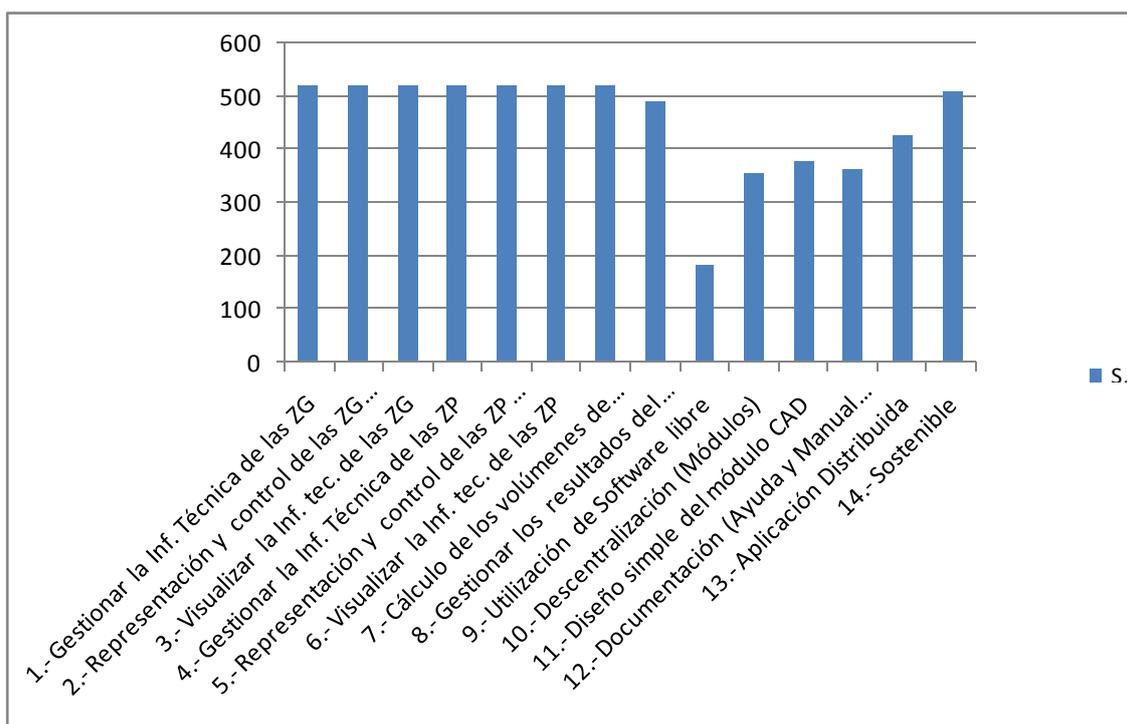
Los datos utilizados generalmente son obtenidos de evaluaciones llevadas a cabo dentro de la compañía; la información contiene al producto solicitado por el cliente y a la competencia. Estos datos deben ser expresados en términos objetivos y medibles o traducidos a clasificaciones numéricas de desarrollo basadas en la evaluación y el juicio, en caso de datos subjetivos.

Para la realización de este paso, la evaluación de las características de control del producto, fue necesario analizar cada uno de los COMO(S). En este paso se calcula el valor total de las características de control del producto mediante

la multiplicación del nivel de importancia con la ponderación de cada uno de los símbolos correspondientes, ver tabla tal y figura tal.

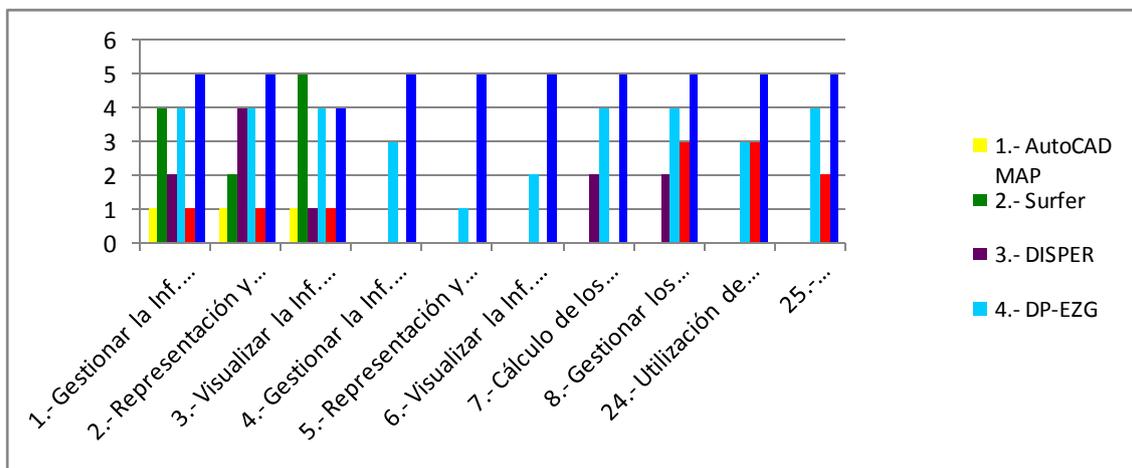
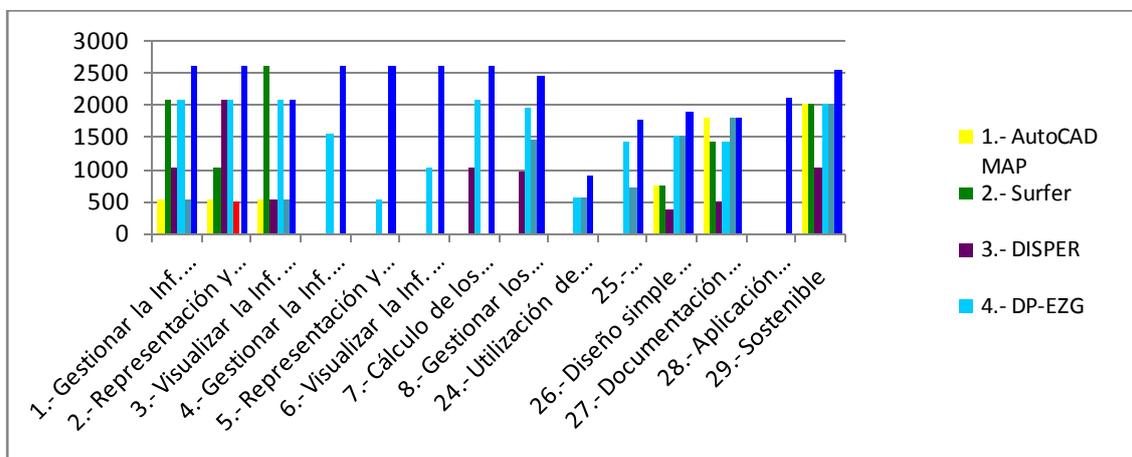
QUE/COMO	Gestionar la Inf. Técnica de las ZG	2D	Visualizar la Inf. tec. de las ZG	Gestionar la Inf. Técnica de las ZP	2D	Visualizar la Inf. tec. de las ZP	excavación	VE
Metodología vigente	9	9	9	9	9	9	9	9
Nuevos instructivos	9	9	9	9	9	9	9	9
Tener en cuenta la Gerencia CAD	9	9	9	9	9	9	9	9
Incrementar calidad en la entrada de información	9	9	9	9	9	9	9	9
Incrementar calidad de la representación gráfica	9	9	9	9	9	9	9	3
Incrementar calidad en el cálculo de volúmenes	9	9	9	9	9	9	9	9
Incrementar calidad en la salida de información	9	9	9	9	9	9	9	9
No hacer uso de software propietarios	3	3	3	3	3	3	3	3
Funcional	9	9	9	9	9	9	9	9
Fácil de usar	9	9	9	9	9	9	9	9

Fiable	9	9	9	9	9	9	9	9
Flexible	9	9	9	9	9	9	9	9
Reusable	9	9	9	9	9	9	9	9
Eficiente	9	9	9	9	9	9	9	9
Integridad	9	9	9	9	9	9	9	9
Interoperabilidad	9	9	9	9	9	9	9	9
Evaluación Características de Control	522	522	522	522	522	522	522	492



De forma similar al paso 4 se analizaron cada una de las característica de control y se determinó en qué grado los competidores y el producto son capaces de realizarlas. En este análisis también se establece la escala de 1 a 5. Esta definición fue desarrollada al evaluar cada uno de los programas informáticos y estimar el nivel de cumplimiento que deberá tener el Módulo

CAD para cada característica de control. A continuación se muestran estos resultados, por el gran tamaño de esta tabla se dividió en tres para facilitar un mayor entendimiento.



Como se puede apreciar, ambas **evaluaciones** demuestran que el Módulo CAD a desarrollar tiene un posicionamiento muy ventajoso para cumplir de manera positiva con los requerimientos del cliente y responder eficientemente a la tarea de la definición espacial de redes hidráulicas de abasto.

Paso 6: Puntos de Venta.

Consiste en determinar puntos de venta para nuevos productos a partir de los requerimientos expresados por el cliente, teniendo en cuenta la evaluación competitiva de los productos existentes. Debido a la naturaleza de la investigación, la cual se ha desarrollado en el marco propio de la colaboración, no se consideró el **paso 6, puntos de venta**.

ANEXO 2 Descripción de los casos de uso del sistema

Modificar Zona Geológica

Para modificar la zona geológica el proyectista tiene dos opciones:

Curso Básico:

1. El proyectista da click sobre la zona geológica que desea modificar en la lista de zonas geológicas del proyecto. El sistema verifica que la zona geológica tenga un contorno cerrado definido y lo resalta en el área de trabajo, y a continuación habilita la ventana de propiedades. El proyectista puede modificar el nombre, la profundidad, cantidad de capas, espesor de las capas y tipos de suelos, el proyectista da click en el botón “Guardar”, el sistema verifica que no exista otra zona con la misma profundidad y tipo de suelo y guarda los datos en la base de datos.

Curso Alterno:

Existe zona de igual profundidad y tipo de suelos: el sistema muestra una ventana “Mensaje Alerta” informando que ya existe una zona geológica con la misma profundidad y los mismos tipos de suelos y no guarda los datos en la base de datos.

No existe contorno cerrado: el sistema no selecciona ningún contorno en el área de trabajo.

2. El proyectista da click el contorno cerrado en el área de trabajo, el sistema selecciona la zona geológica correspondiente en la lista de zonas del proyecto, y a continuación habilita la ventana de propiedades. El proyectista puede modificar el nombre, la profundidad, cantidad de capas, espesor de las capas y tipos de suelos, el proyectista da click en el botón “Guardar”, el sistema verifica que no exista otra zona con el mismo nombre y guarda los datos en la base de datos.

Curso Alterno:

Existe zona de igual profundidad y tipo de suelos: el sistema muestra una ventana “Mensaje Alerta” informando que ya existe una zona geológica con la misma profundidad y los mismos tipos de suelos y no guarda los datos en la base de datos.

Modificar contorno cerrado

Curso Básico:

El proyectista da click derecho sobre la zona geológica deseada y elige la opción Modificar contorno cerrado, el sistema verifica que el proyectista haya cargado las opciones base topográfica, imagen satelital o plano en DXF anteriormente, el sistema selecciona el contorno correspondiente a la zona geológica y habilita los vértices para que puedan ser modificados. El proyectista modifica los vértices en el área de trabajo. Para terminar la modificación de los vértices del contorno el proyectista da click derecho y el sistema guarda las modificaciones realizadas para la zona geológica seleccionada.

Curso Alterno:

No ha cargado las opciones: Si el proyectista no ha cargado una base topográfica, imagen satelital o plano en DXF, el sistema mostrará una ventana “Mensaje Alerta” informando que tiene que cargar una de las tres opciones para poder modificar el contorno de la zona geológica.

Eliminar contorno cerrado

Curso Básico:

Para eliminar el contorno cerrado de una zona geológica el proyectista tiene dos opciones:

1- El proyectista da click sobre el botón “Seleccionar” que se encuentra en la barra de menú y el sistema muestra el botón seleccionar marcado. El proyectista selecciona el contorno cerrado en el área de trabajo y el sistema lo

muestra de color rojo. El proyectista da click sobre el botón eliminar que se encuentra en la barra de menú y el sistema muestra una ventana “Mensaje alerta” verificando si está seguro de eliminar el contorno cerrado seleccionado. El proyectista da click en la opción “**si**”, el sistema elimina el contorno cerrado y actualiza la zona geológica correspondiente.

Curso Alternativo:

Escoger la opción **no**: El proyectista da click en la opción no y el sistema cancela la función eliminar contorno y lo deselecciona.

2° El proyectista da click derecho sobre la zona geológica en la lista de zonas del proyecto y elige la opción “Eliminar contorno cerrado”, el sistema muestra una ventana “Mensaje alerta” verificando si está seguro de eliminar el contorno cerrado de la zona geológica seleccionada. El proyectista da click en la opción “**si**” y el sistema elimina el contorno cerrado del área de trabajo y actualiza la zona geológica correspondiente.

Curso Alternativo:

Escoger la opción **no**: El proyectista da click en la opción “**no**” y el sistema cancela la función eliminar contorno cerrado.

Cargar Base Topográfica

Curso Básico:

El proyectista da click en la barra de menú “Conexión” y el sistema despliega varias opciones que se visualizan en los submenús “Cargar zona geológica”, “Actualizar BD” y “Cargar”. El proyectista da click en la opción del menú “Cargar” y el sistema despliega las opciones que se visualizan en los submenús “Base Topográfica”, “Plano en DXF”, “Imagen Satelital” y “Red”. El proyectista da click en la opción del menú “Base topográfica”, el sistema verifica en la base de datos si existe la base topográfica asociada al proyecto, si existe carga la base topográfica y la muestra en el área de trabajo.

Curso Alterno:

Si no existe: El sistema muestra una ventana “Mensaje Alerta” informando que la base topográfica asociada al proyecto no se encuentra en la Base de Datos.

Cargar Imagen Satelital

Curso Básico:

El proyectista da click en la barra de menú “Conexión” y el sistema despliega varias opciones que se visualizan en los submenús “Cargar zonas geológicas”, “Actualizar BD”, “Cargar”. El proyectista da click en la opción “Cargar” y el sistema despliega varias opciones que se visualizan en los submenús “Base Topográfica”, “Plano en DXF”, “Imagen Satelital”, “Red”. El proyectista da click en la opción “Imagen Satelital”, el sistema verifica en la base de datos si existe la Imagen Satelital asociada al proyecto, si existe carga la imagen y la muestra en el área de trabajo.

Curso Alterno:

Si no existe: El sistema muestra una ventana “Mensaje Alerta” informando que la imagen satelital asociada al proyecto no se encuentra en la Base de Datos.

Cargar Plano en DXF

Curso Básico:

El proyectista da click en la barra de menú “Conexión” y el sistema despliega varias opciones que se visualizan en los submenús “Cargar zonas geológicas”, “Actualizar BD”, “Cargar”. El proyectista da click en la opción “Cargar” y el sistema despliega varias opciones que se visualizan en los submenús “Base Topográfica”, “Plano en DXF”, “Imagen Satelital”, “Red”. El proyectista da click en la opción “Plano en DXF”, el sistema verifica en la base de datos si existe el plano asociado al proyecto, si existe lo carga y lo muestra en el área de trabajo.

Curso Alterno:

Si no existe: El sistema muestra una ventana “Mensaje Alerta” informando que el plano en DXF asociado al proyecto no se encuentra en la Base de Datos.

Cargar Trayectoria Tubería (Red)

Curso Básico:

El proyectista da click en la barra de menú “Conexión” y el sistema despliega varias opciones que se visualizan en los submenús “Cargar zonas geológicas”, “Actualizar BD”, “Cargar”. El proyectista da click en la opción “Cargar” y el sistema despliega varias opciones que se visualizan en los submenús “Base Topográfica”, “Plano en DXF”, “Imagen Satelital”, “Red”. El proyectista da click en la opción “Red”, el sistema verifica en la base de datos si existe la red asociada al proyecto, si existe la carga y la muestra en el área de trabajo.

Curso Alterno:

Si no existe: El sistema muestra una ventana “Mensaje Alerta” informando que la Red asociada al proyecto no se encuentra en la Base de Datos.

Cargar Zonas Geológicas

Curso Básico:

El proyectista da click en la barra de menú “Conexión” y el sistema despliega varias opciones que se visualizan en los submenús “Cargar Zonas Geológicas”, “Actualizar BD”, “Cargar”. El proyectista da click en la opción “Cargar Zonas Geológicas”, el sistema verifica en la base de datos si existen zonas asociadas al proyecto, si existen la carga, muestra la lista de zonas en el panel vertical y los contornos cerrados en el área de trabajo.

Curso Alterno:

Si no existe: El sistema muestra una ventana “Mensaje Alerta” informando que no existen zonas geológicas asociadas al proyecto.

Mostrar Sectores Tubería

Curso Básico:

El proyectista da click en la barra de menú “Mostrar” y el sistema despliega las opciones que se visualizan en los submenús “Tramos Tubería”, “Sectores Tubería”. El proyectista da click en la opción “Sectores Tubería” y el sistema verifica que la red tenga definido los sectores de tubería y muestra la ventana “Calcular Volumen” con la cantidad de sectores de tubería que existe para la red de tubería de un determinado proyecto. El proyectista escoge los (el) sectores para calcularle el volumen de excavación, el sistema muestra marcado los (el) sectores de tubería. El proyectista da click en el botón “Calcular volumen de excavación” y el sistema muestra el resultado en la ventana “Resultado de volumen de excavación”.

Curso Alternativo:

Sector de Tubería no especificado: Cuando el proyectista da click en Sectores Tubería el sistema va a mostrar una ventana “Mensaje Alerta” informando que para la red no se ha especificado los sectores de tubería.

Mostrar Tramos Tubería

Curso Básico:

El proyectista da click en la barra de menú “Mostrar” y el sistema despliega las opciones que se visualizan en los submenús “Tramo Tubería”, “Sector Tubería”. El proyectista da click en la opción Tramo Tubería y el sistema verifica que la red tenga definido los tramos de tubería y muestra en la ventana “Calcular Volumen” la cantidad de tramos de tubería que existe para esa red de tubería. El proyectista escoge los (el) tramos para calcularle el volumen de excavación, el sistema muestra marcado los (el) tramos de tubería. El proyectista da click en el botón “Calcular volumen de excavación” y el sistema muestra el resultado en la ventana “Resultado de volumen de excavación”.

Curso Alternativo:

Sector de Tubería no especificado: Cuando el proyectista da click en Tramo

Tubería el sistema va a mostrar una ventana “Mensaje Alerta” informando que para la red no se ha especificado los tramos de tubería.

Actualizar BD

Curso Básico:

El proyectista da click en la barra de menú “Conexión” y el sistema despliega varias opciones que se visualizan en los submenús “Cargar zonas geológicas”, “Actualizar BD”, “Cargar”. El proyectista da click en la opción Actualizar BD y el sistema guarda la zona geológica que se encuentra en el área de trabajo y sus propiedades.

Curso Alternativo:

ANEXO 3 Diagramas de Robustez

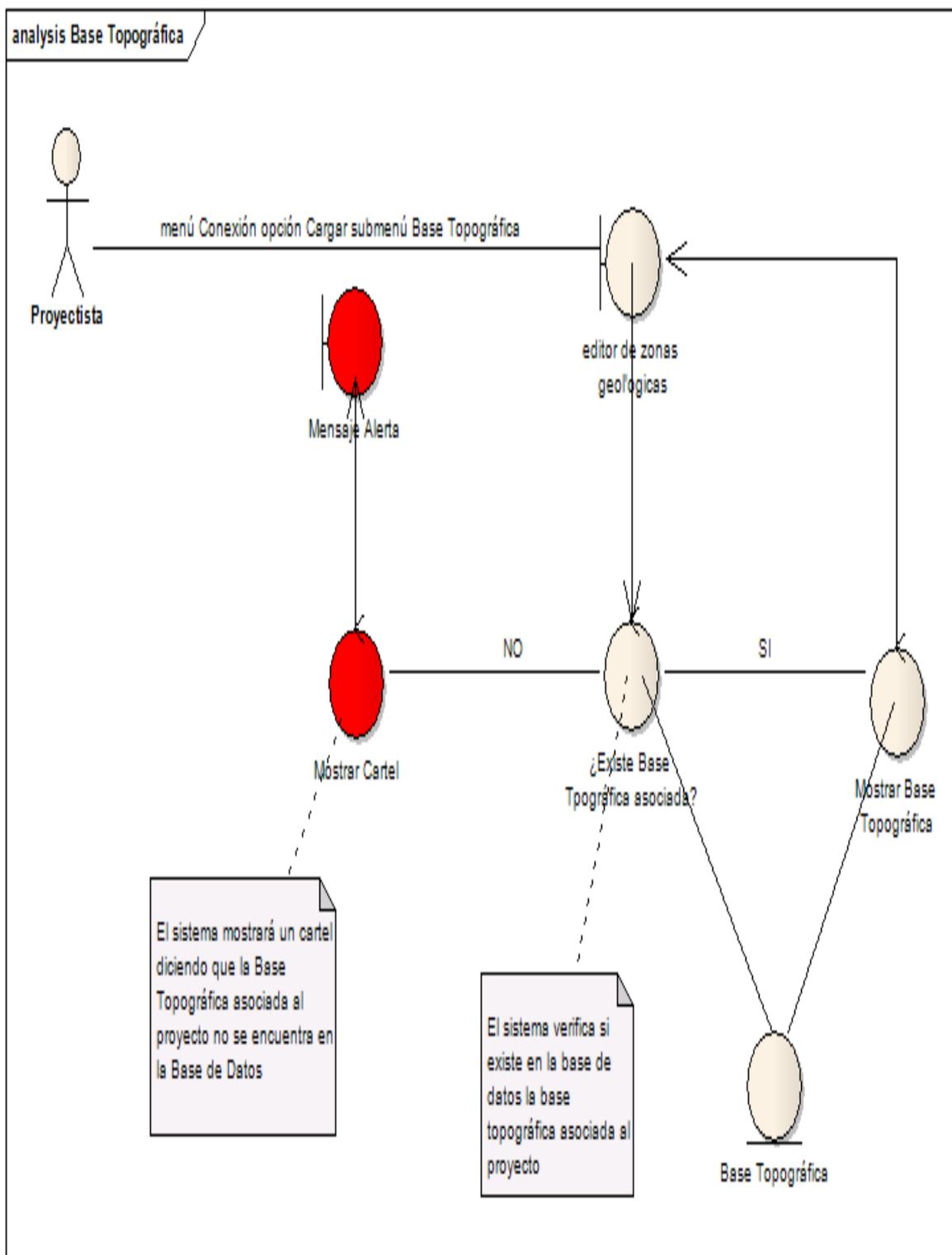


Figura 1: Diagrama de Robustez base topográfica

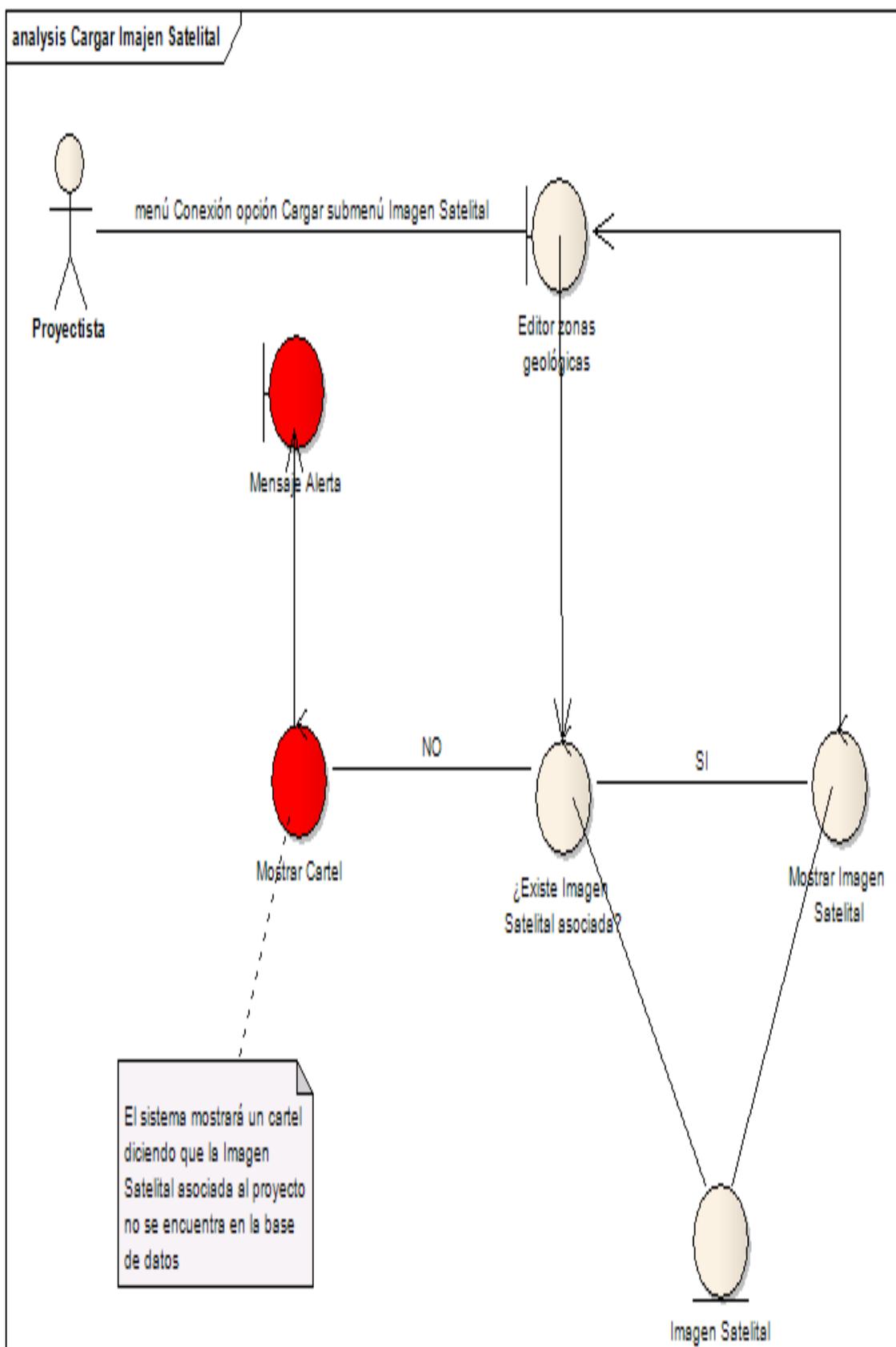


Figura 2: Diagrama de Robustez imagen satelital

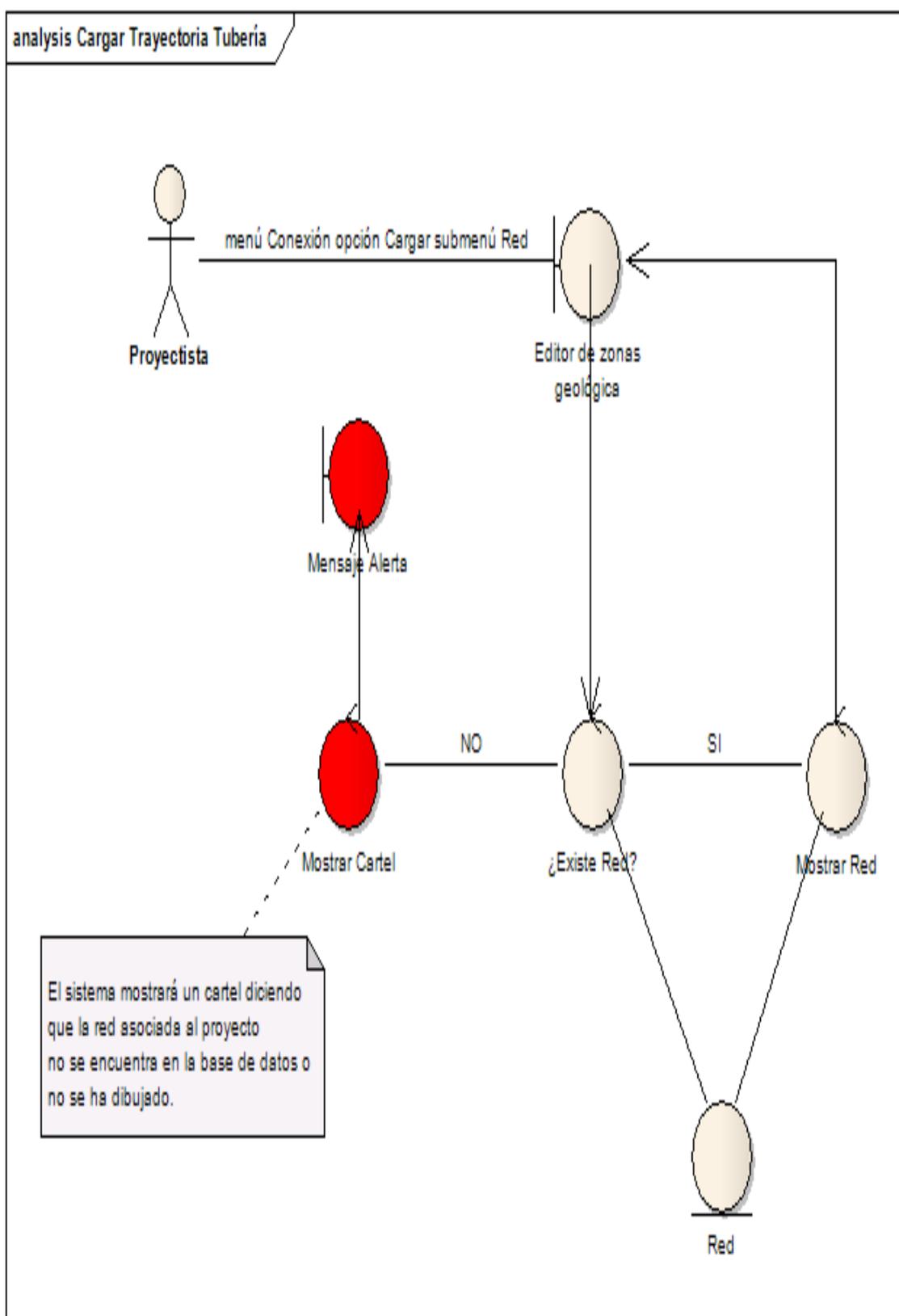


Figura4: Diagrama de Robustez trayectoria de tubería (Red)

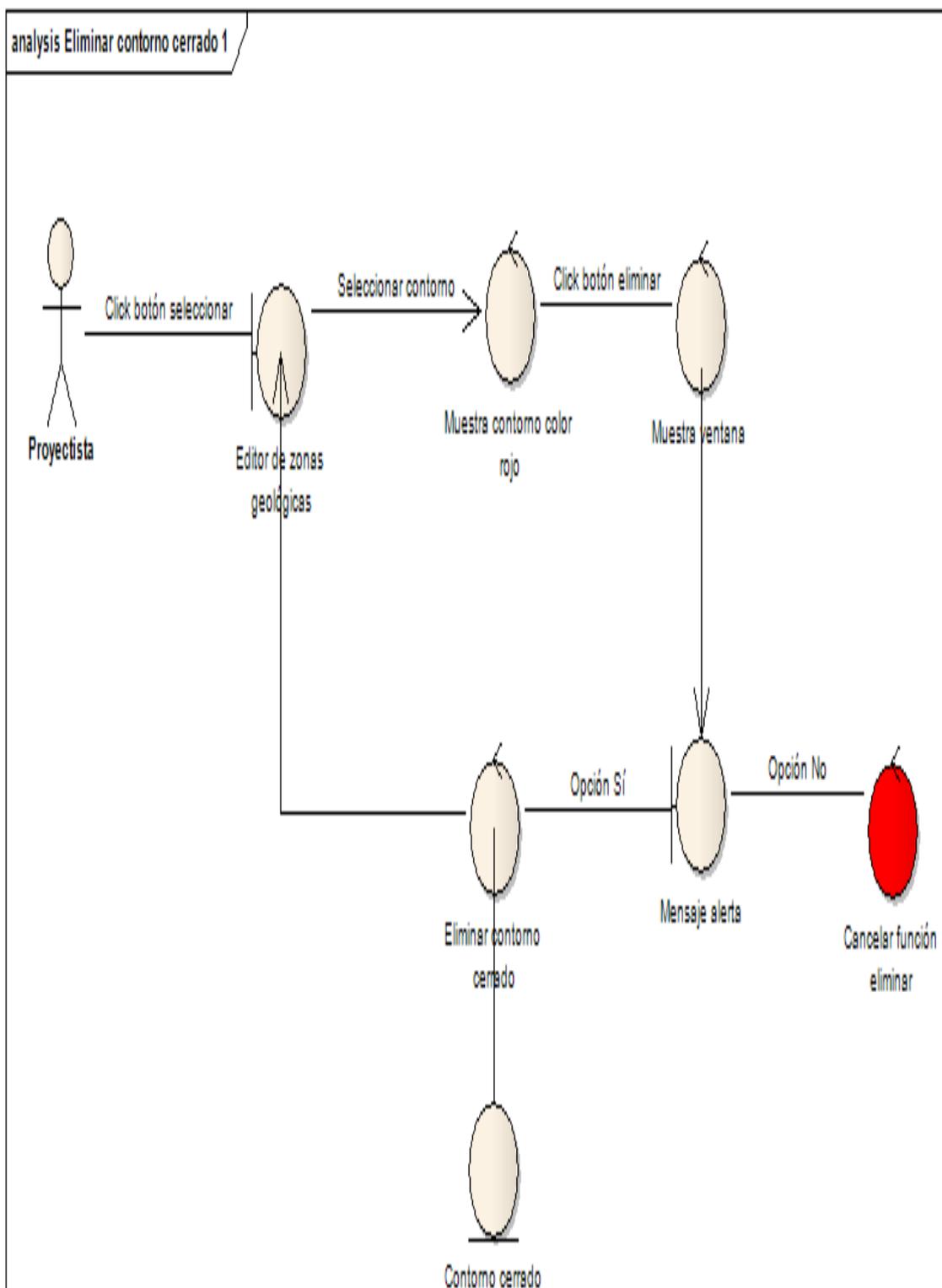


Figura 6: Diagrama de Robustez eliminar contorno cerrado opción 1

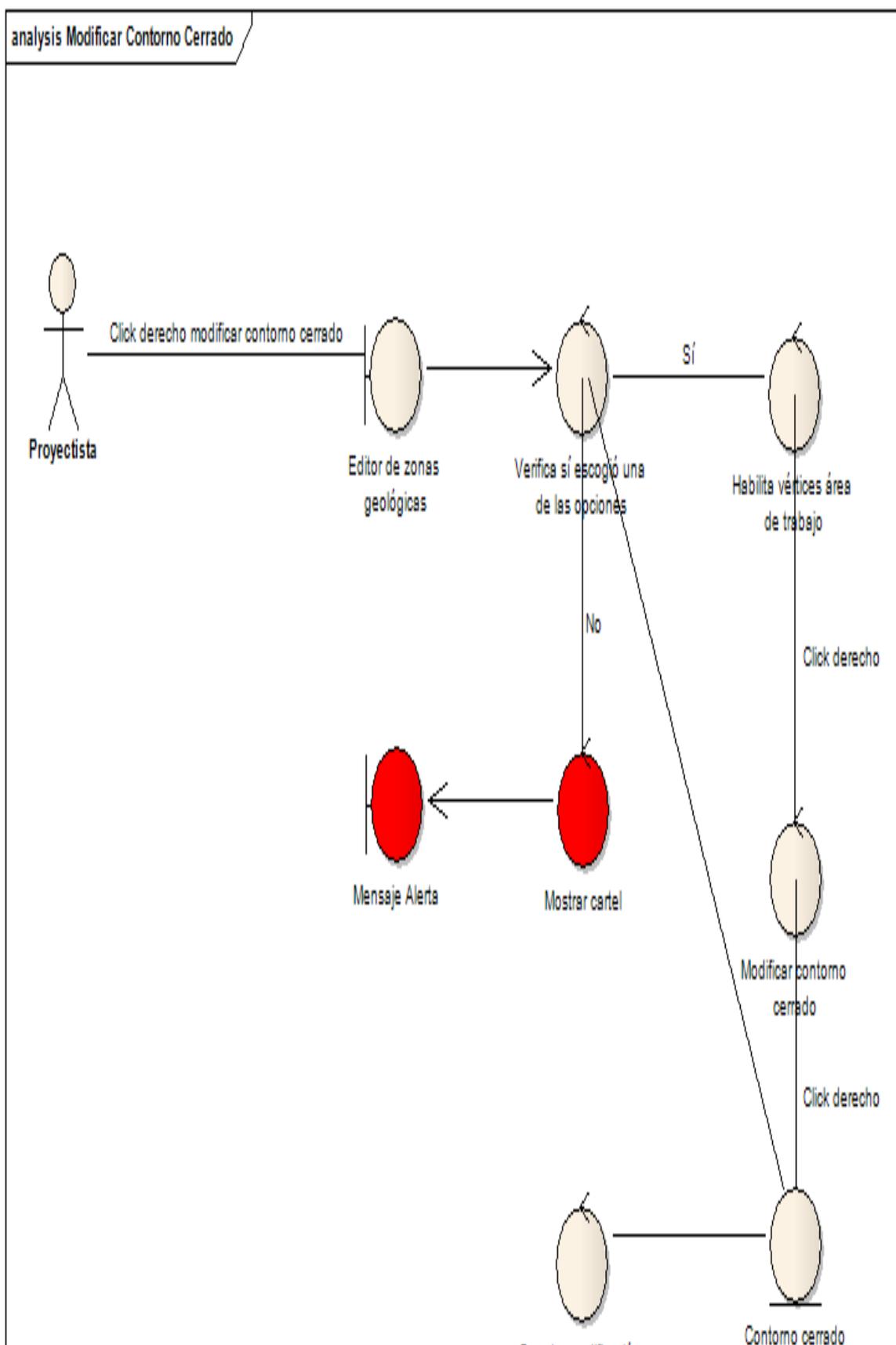


Figura 8: Diagrama de Robustez modificar contorno cerrado

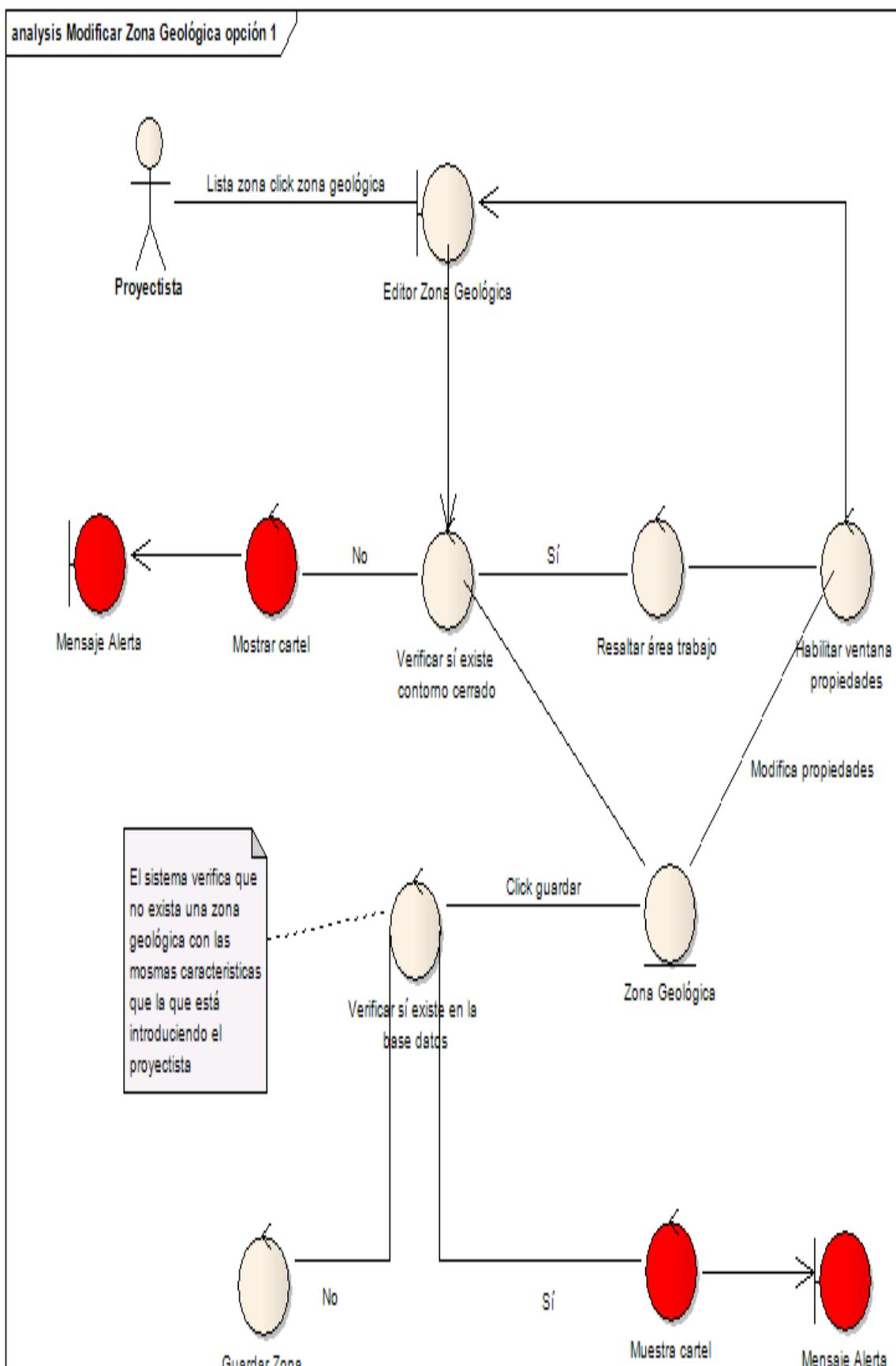


Figura 9: Diagrama de Robustez modificar zona geológica opción 1

ANEXO 4 Diagramas de Secuencias.

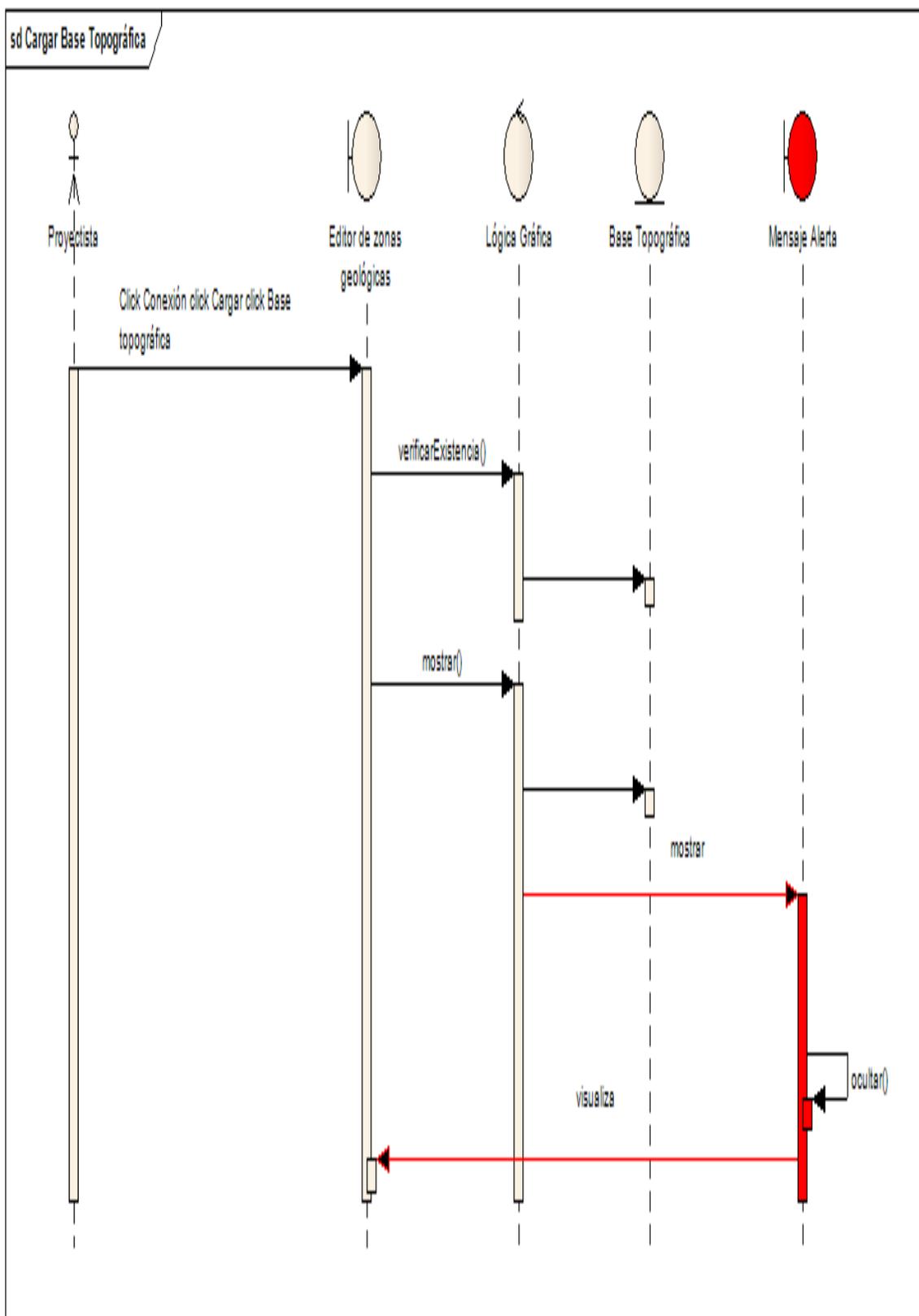


Figura 1: Diagrama de Secuencia cargar base topográfica

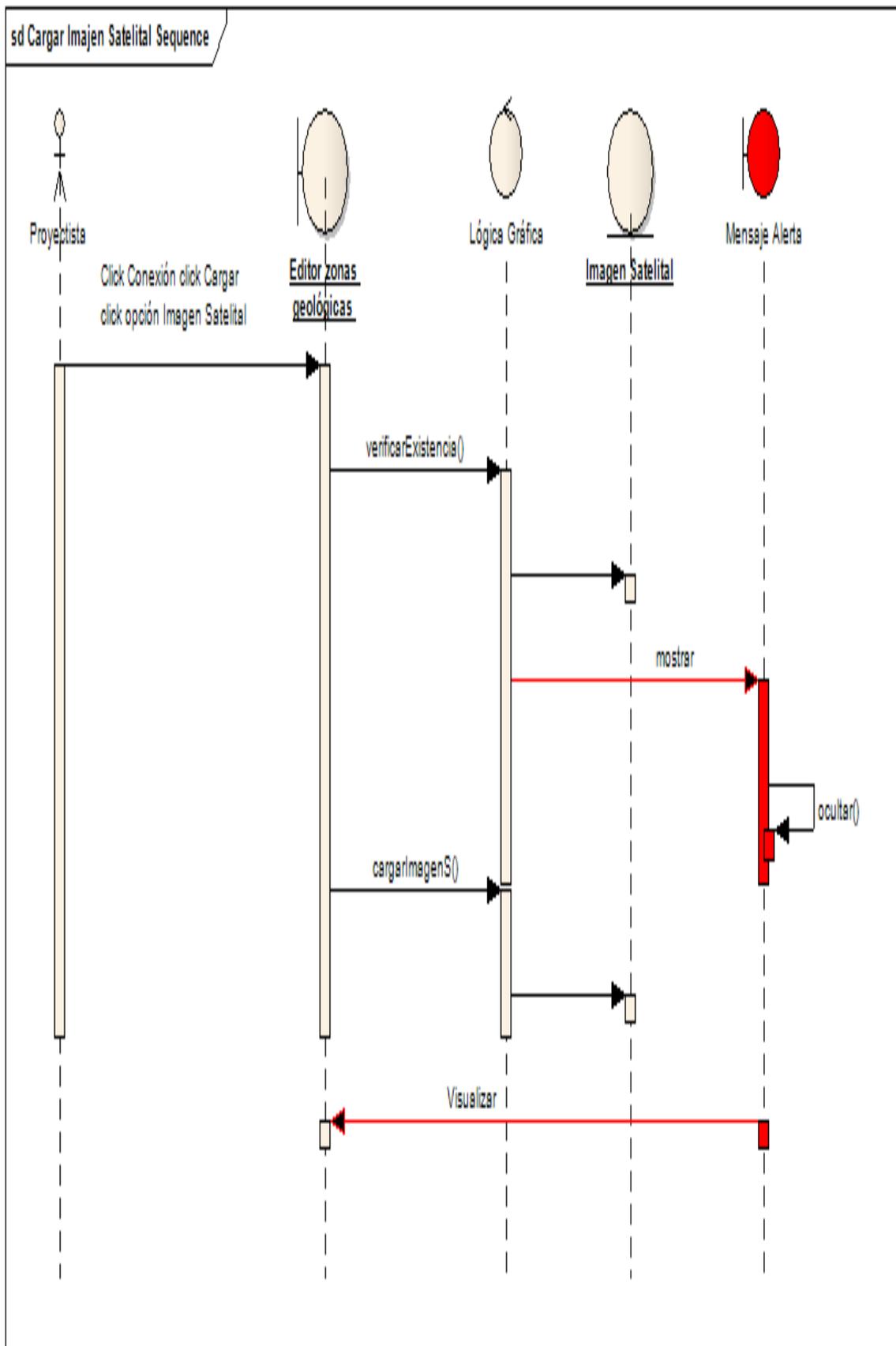


Figura 2: Diagrama de Secuencia cargar imagen satelital

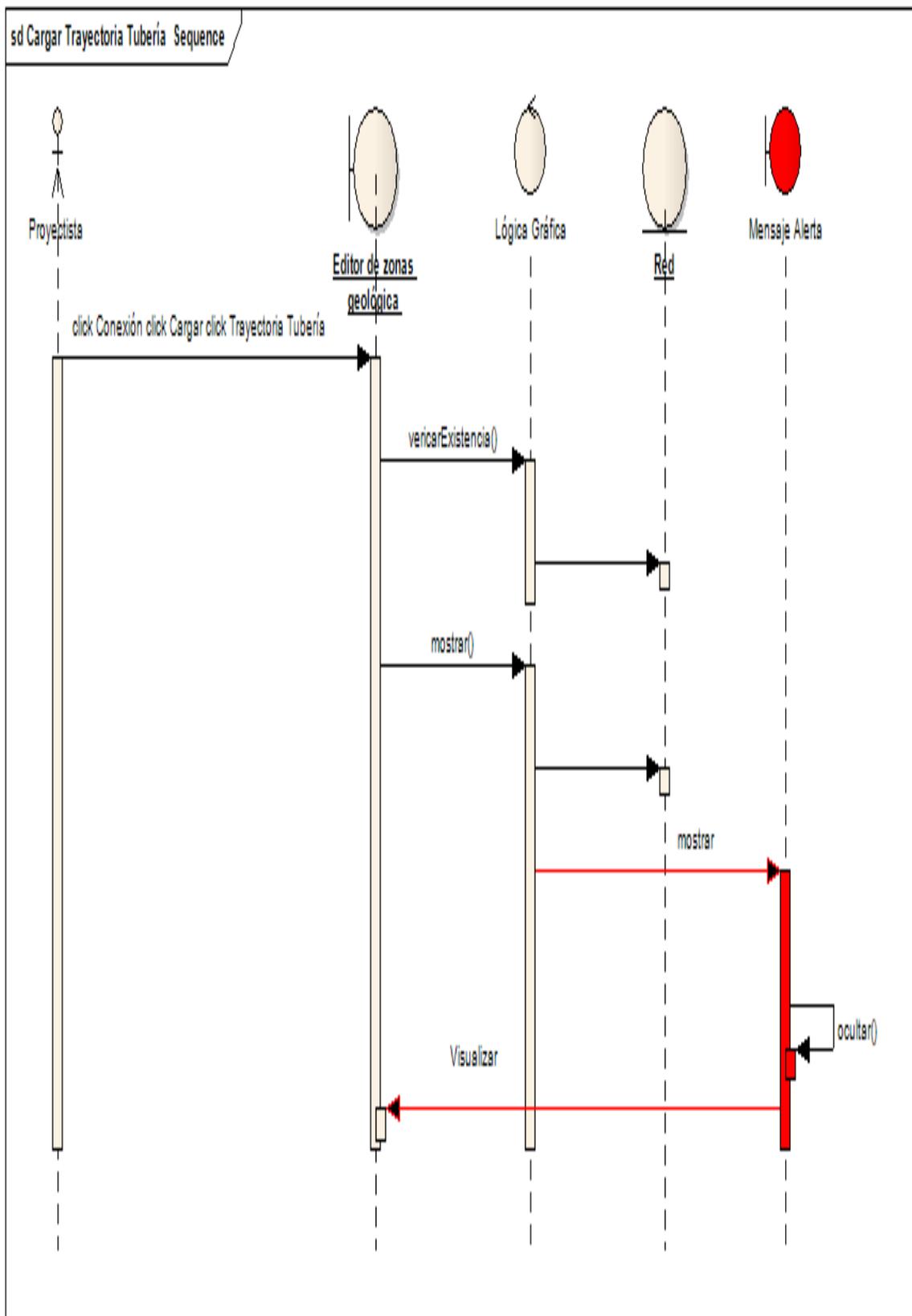


Figura 4: Diagrama de Secuencia cargar trayectoria tubería (Red)

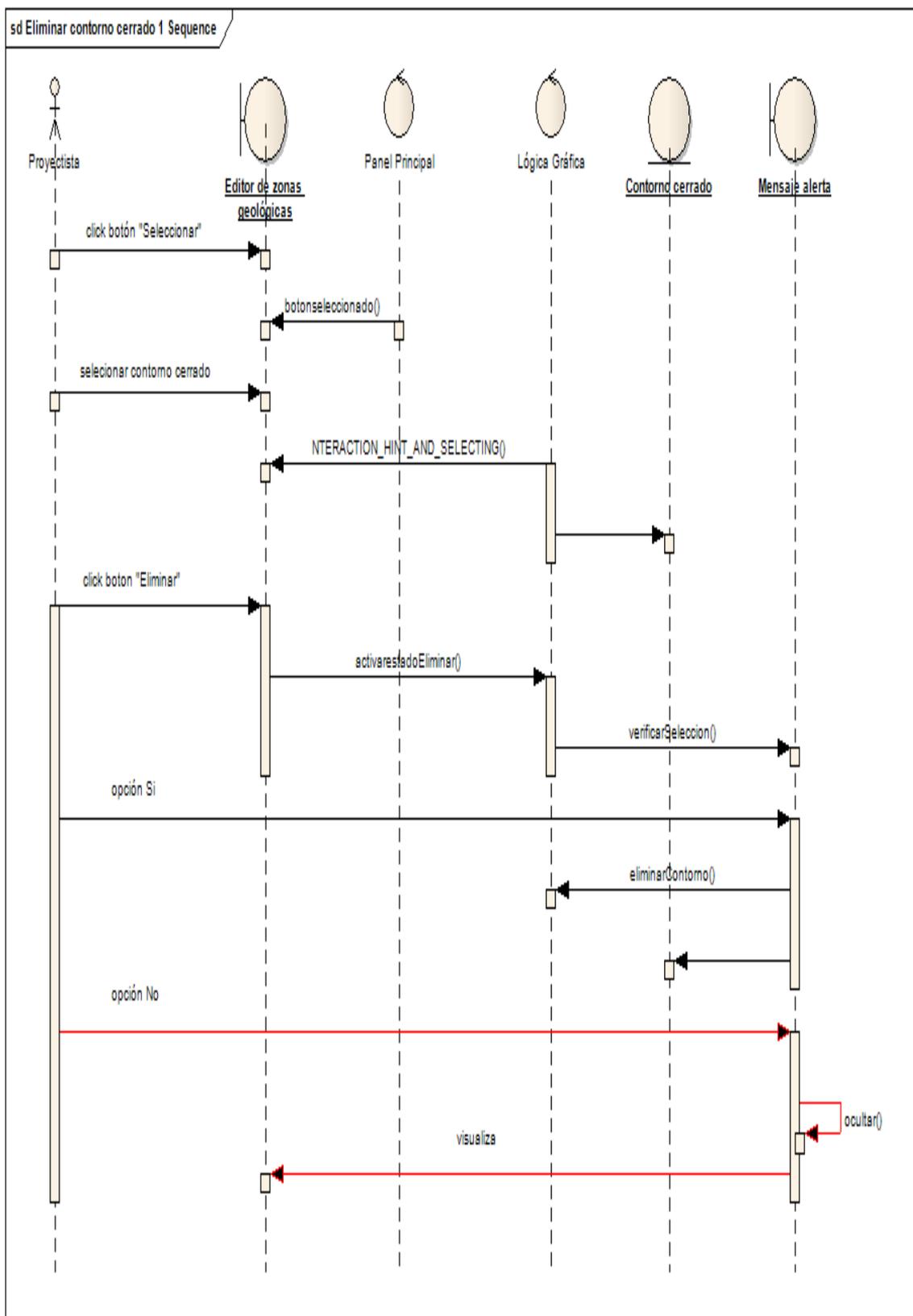


Figura 6: Diagrama de Secuencia eliminar contorno cerrado opción 1

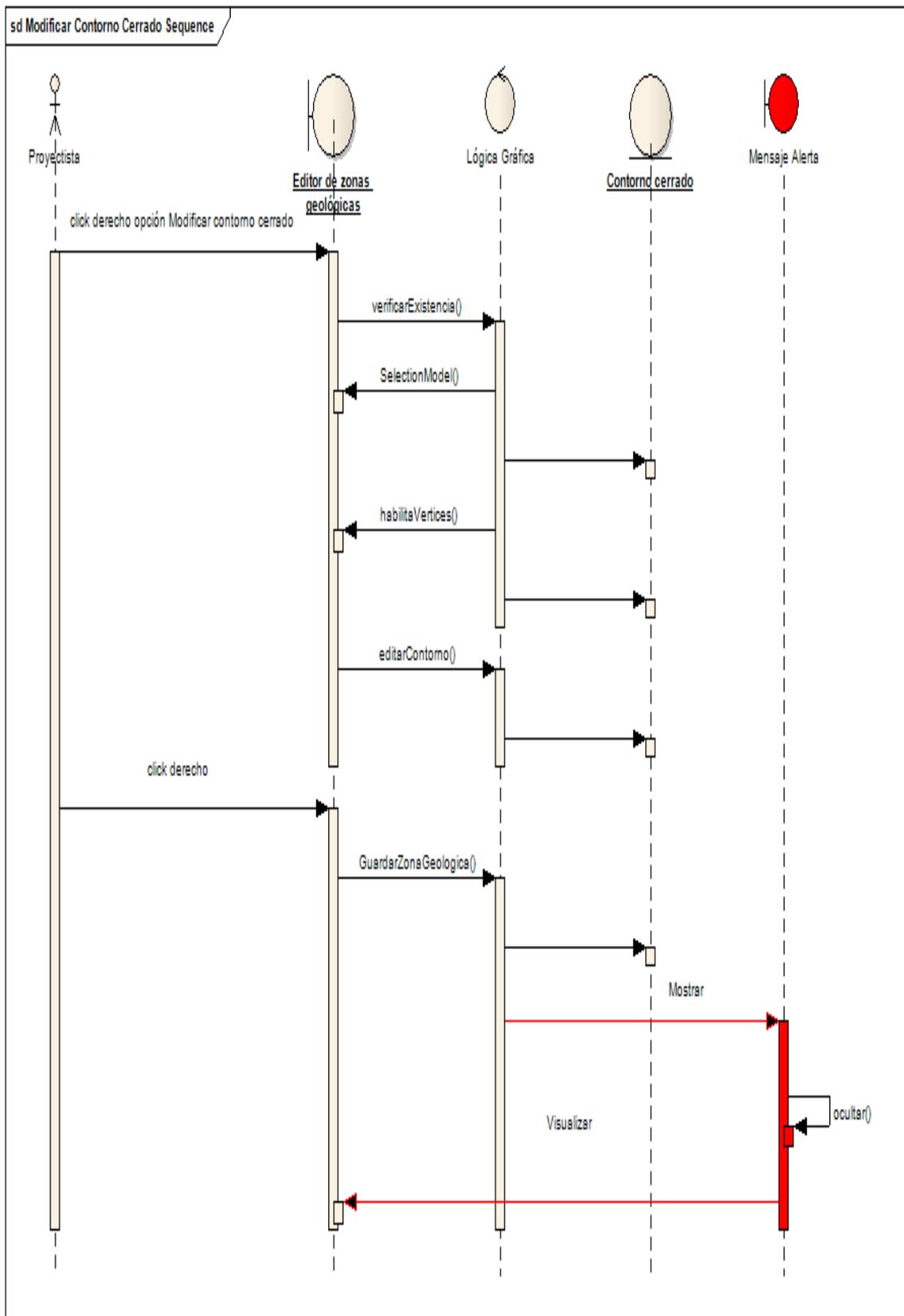


Figura 8: Diagrama de Secuencia modificar contorno cerrado

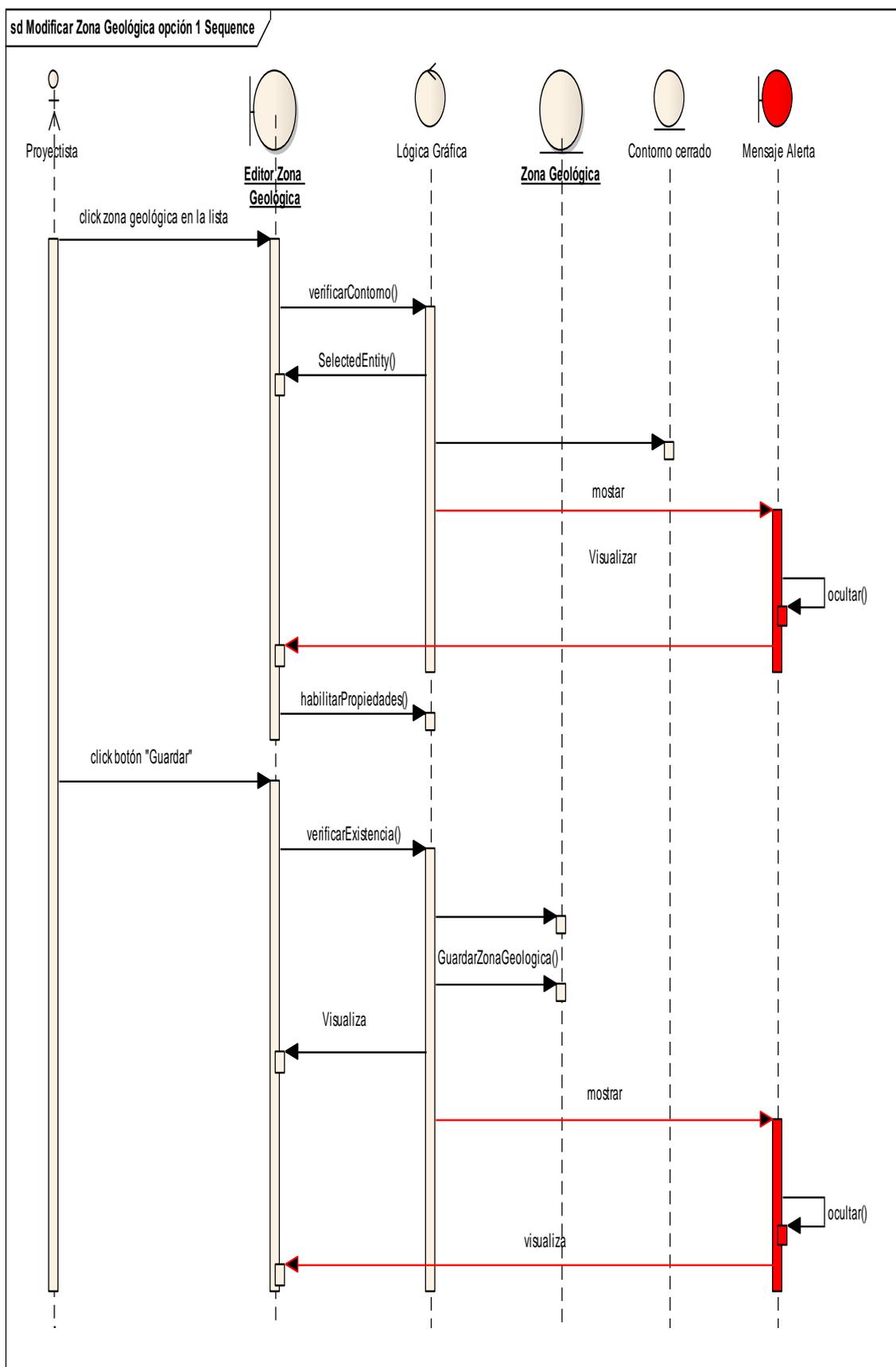


Figura 9: Diagrama de Secuencia modificar zona geológica opción 1

ANEXO 6 Identificación de las características para realizar la estimación del costo, tiempo y esfuerzo asociados a la construcción del sistema.

Para darle una clasificación por su complejidad a los parámetros expuestos existen tablas que muestran elementos de datos

ILF, ELF			
	Elementos de Datos		
Records	1 - 19	20 - 50	51+
1	Bajo	Bajo	Media
2 - 5	Bajo	Medio	Alto
6 +	Medio	Alto	Alto

Tabla 1: Elementos de datos de los ficheros lógicos internos (ILF) y ficheros de interfaz externa (ELF)

EO, EQ			
	Elementos de Datos		
Ficheros	1 - 5	6 - 19	20+
0, 1	Bajo	Bajo	Media
2 - 3	Bajo	Medio	Alto
4 +	Medio	Alto	Alto

Tabla 2: Elementos de datos de las salidas externas (EO) y consultas externas (EQ)

EI			
	Elementos de Datos		
Ficheros	1 - 4	5 - 15	16+
0, 1	Bajo	Bajo	Media
2 - 3	Bajo	Medio	Alto
4 +	Medio	Alto	Alto

Tabla 3: Elementos de datos de las entradas externas (EI)

Una vez obtenidos los valores de cada una de las tablas antes expuestas se prosigue a la aplicación de los pesos la cual se logra detallando la cantidad de Funciones de características por cada Nivel de complejidad y se multiplica por el peso asociado en la tabla. Todos estos productos se suman y se obtiene la cantidad de puntos de función desajustado (UFP)

ANEXO 7 Encuesta para la determinación del coeficiente de competencias de expertos.

Nombre y apellidos: _____.

Cargo que desempeña: _____.

Usted ha sido seleccionado como posible experto para ser consultado respecto al Módulo gestión de los volúmenes de excavación para el diseño de redes hidráulicas de abasto.

Necesitamos, antes de realizarle la consulta correspondiente, como parte del método empírico de investigación “consulta a expertos”, determinar su coeficiente de competencia en este tema, a los efectos de reforzar la validez del resultado de la consulta que realizaremos. Por esta razón, se le solicita que responda las siguientes preguntas de la forma más objetiva que le sea posible.

1. Marque con una cruz (X), en la tabla que se muestra a continuación, el valor que se corresponde con el grado de conocimientos que usted posee sobre el tema. Considere que la escala que le presentamos es ascendente, es decir, el conocimiento sobre el tema referido va creciendo desde 0 hasta 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Realice una autovaloración del grado de influencia que cada una de las fuentes que le presentamos a continuación, ha tenido en su

conocimiento y criterio sobre el tema tratado. Para ello marque con una X, según corresponda:

Anexo 6 (Continuación)

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes.		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teóricos realizados por usted.			
Su experiencia obtenida.			
Trabajo de autores nacionales.			
Trabajo de autores extranjeros.			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero.			
Su intuición.			

Muchas gracias.

Anexo 7 Encuesta aplicada a expertos.

Estimado compañero(a), la Oficina de Cooperación Tecnológica de la Universidad de Holguín, con motivo de recoger ideas, opiniones y sugerencias respecto al grado de relevancia de las posibilidades que brinda el Módulo CAD para la definición espacial de redes hidráulicas de abasto recientemente desarrollado, se aplica esta encuesta. Por lo que la información que brinde será crucial para estos objetivos; rogamos que al responder estas preguntas lo haga de la manera más explícita posible. De antemano gracias.

1. Actualmente usted es: Directivo Trabajador

2. A continuación sometemos a su valoración una serie de elementos que se consideran importantes en la evaluación del Módulo CAD para la definición espacial de redes hidráulicas de abasto recientemente desarrollado.

Para esta evaluación se le propone las siguientes categorías:

Muy Adecuado (**MA**) Bastante Adecuado (**BA**) Adecuado (**A**)

Poco Adecuado (**PA**) No Adecuado (**NA**)

Marque con una X la categoría que considera adecuada para cada criterio:

Criterios	MA	BA	A	PA	NA
<i>¿Cómo evalúa el cálculo de volumen de excavación?</i>					
<i>¿Qué tan “amigable” le resulta la interfaz del módulo?</i>					
<i>¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?</i>					
<i>¿Cómo valora la forma de representar el contorno cerrado de una zona geológica?</i>					
<i>¿Cómo evalúa la gestión de la</i>					

<i>información referente a las zonas geológicas?</i>					
<i>¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?</i>					
<i>¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad?</i>					
<i>¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?</i>					
<i>¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?</i>					

3. ¿Qué otros elementos novedosos encuentra en la aplicación?

4. Si quisiera opinar alguna u otra idea que no se haya abordado en esta encuesta, por favor, exprésela a continuación.

Gracias por su amable opinión.

Anexo 8 Procesamiento de la encuesta de opinión de los expertos aplicando el método Delphy.

Tabla de frecuencia absoluta						
Criterios	MA	BA	A	PA	NA	TOTAL
<i>¿Cómo evalúa el cálculo de volumen de excavación?</i>	10	6	2	0	0	18
<i>¿Qué tan “amigable” le resulta la interfaz del módulo?</i>	13	2	3	0	0	18
<i>¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?</i>	8	6	4	0	0	18
<i>¿Cómo valora la forma de representar el contorno cerrado de una zona geológica?</i>	9	3	6	0	0	18
<i>¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a las zonas geológicas?</i>	10	5	3	0	0	18
<i>¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?</i>	9	3	6	0	0	18
<i>¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad?</i>	10	5	3	0	0	18
<i>¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?</i>	8	7	3	0	0	18
<i>¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?</i>	12	2	4	0	0	18

Anexo 8 (Continuación)

Tabla de frecuencia absoluta acumulada					
Criterios	MA	BA	A	PA	NA
<i>¿Cómo evalúa el cálculo de volumen de excavación?</i>	10	16	18	18	18
<i>¿Qué tan “amigable” le resulta la interfaz del módulo?</i>	13	15	18	18	18
<i>¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?</i>	8	14	18	18	18
<i>¿Cómo valora la forma de representar el contorno cerrado de una zona geológica?</i>	9	12	18	18	18
<i>¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a las zonas geológicas?</i>	10	15	18	18	18
<i>¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?</i>	9	12	18	18	18
<i>¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad?</i>	10	15	18	18	18
<i>¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?</i>	8	15	18	18	18
<i>¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?</i>	12	14	18	18	18

Anexo 8 (Continuación)

Tabla del inverso de la frecuencia absoluta acumulada				
Criterios	MA	BA	A	PA
<i>¿Cómo evalúa el cálculo de volumen de excavación?</i>	0.5556	0.8889	1	1
<i>¿Qué tan “amigable” le resulta la interfaz del módulo?</i>	0.7222	0.8333	1	1
<i>¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?</i>	0.4444	0.7778	1	1
<i>¿Cómo valora la forma de representar el contorno cerrado de una zona geológica?</i>	0.5	0.6667	1	1
<i>¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a las zonas geológicas?</i>	0.5556	0.8333	1	1
<i>¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?</i>	0.5	0.6667	1	1
<i>¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad?</i>	0.5556	0.8333	1	1
<i>¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?</i>	0.4444	0.8333	1	1
<i>¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?</i>	0.6667	0.7778	1	1

Anexo 8 (Continuación)

Tabla de determinación de los puntos de cortes							
Criterios	MA	BA	A	PA	Suma	Promedio	N - Prom.
<i>¿Cómo evalúa el cálculo de volumen de excavación ?</i>	0.14	1.22	3.49	3.49	8.34	2.09	-0.1
<i>¿Qué tan “amigable” le resulta la interfaz del módulo?</i>	0.59	0.97	3.49	3.49	8.54	2.14	-0.15
<i>¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?</i>	-0.14	0.76	3.49	3.49	7.6	1.9	0.09
<i>¿Cómo valora la forma de representar el contorno cerrado de una zona geológica?</i>	0	0.43	3.49	3.49	7.41	1.85	0.14
<i>¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a las zonas geológicas?</i>	0.14	0.97	3.49	3.49	8.09	2.02	-0.03
<i>¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?</i>	0	0.43	3.49	3.49	7.41	1.85	0.14
<i>¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad?</i>	0.14	0.97	3.49	3.49	8.09	2.02	-0.03

<i>¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?</i>	-0.14	0.97	3.49	3.49	7.81	1.95	0.04
<i>¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?</i>	0.43	0.76	3.49	3.49	8.17	2.04	-0.05
Suma	1.16	7.48	31.4 1	31.4 1	71.46		
Punto de corte	0.13	0.83	3.49	3.49	7.94	1.99	

Anexo 8 (Continuación)

Criterios	MA	BA	A	PA	NA
<i>¿Cómo evalúa el cálculo de volumen de excavación?</i>	Si	-	-	-	-
<i>¿Qué tan “amigable” le resulta la interfaz del módulo?</i>	Si	-	-	-	-
<i>¿Cómo evalúa el tiempo de respuesta del módulo?</i>	Si	-	-	-	-
<i>¿Cómo valora la forma de representar el contorno cerrado de una zona geológica?</i>	-	SI	-	-	-
<i>¿Cómo evalúa la gestión de la información referente a las zonas geológicas?</i>	Si	-	-	-	-
<i>¿Posee el módulo una interacción apropiada con el usuario?</i>	-	SI	-	-	-
<i>¿Cómo evalúa el módulo en cuanto a facilidad y comodidad?</i>	Si	-	-	-	-
<i>¿Cómo valora la adecuación del módulo a las normas exigentes en la empresa?</i>	Si	-	-	-	-
<i>¿Qué nivel de satisfacción tiene con la utilidad que le proporcionará el módulo?</i>	Si	-	-	-	-