



Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad #9

Título: Análisis y Diseño del Sistema para el análisis petrofísico



Para optar por el Título de Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Trabajo de Diploma presentado por: Yusleidy Neira Rodríguez

Dirigido por: Ing. Danis Rego Castillo.

Asesorado por: Dra. Olga Castro Castiñeira

Ciudad Habana, Mayo del 2009

“Año 50 de la Revolución”

“A las estrellas no se sube por caminos llanos”.

“Solo perdura y es para bien la riqueza que se crea”.

“Quien quiere pueblo, ha de habituar a los hombres a crear”

“El progreso no es verdad sino cuando penetra en las masas y parte de ellas”.



Dedicatoria

A Alina , la madre más buena y bonita del mundo entero y a mi siempre jaranero padre Oscar, por su eterno amor, su ejemplo como los padres maravillosos que son, sus grandes expectativas sobre mi carrera, su apoyo moral, su sacrificio y la confianza que siempre depositaron en mí, para que mis sueños se hicieran realidad.

A Oscar el hermano que más yo quiero, y no por ser el único, para que luche siempre en busca de sus sueños, para que nunca se dé por vencido y para que tenga la certeza de tenerme siempre allí para él .

Al amor de mi vida Abel por llenarme de felicidad dándome siempre ánimo con su optimismo, su cariño, su confianza, su amor y sobre todo por apoyarme en mis aspiraciones como Ingeniera Informática aún en contra de tenerme lejos .

A mis primos del alma, Anayansis, Dailén, Darián y Darielito que siempre los llevo en el corazón y forman parte de los momentos más felices de mi vida.

A mi abuelo Daniel por llenarme con su esencia de grandeza e inspirarme a la investigación y a la superación profesional, así como plantar en mí el sentimiento de crecerme como persona cada día.

A mis mejores amigos Zorilín, Ivette María y Nadier que fueron la luz en el camino, siempre que encontraba algún obstáculo que me impedía seguir adelante.

Agradecimientos

A toda mi familia en especial a mi abuela María Josefa y mi tía Diana por seguir bien de cerca mis resultados durante toda la carrera, a mi tío Eduardo Daniel por compartir sus consejos, sus experiencias y conocimientos como profesional además de su memoria flash para guardar mi tesis y a mi tía Odalys con su carisma y optimismo, por darme ánimo y seguridad en todo momento.

A todos los profesores que me guiaron en mi trabajo de diploma especialmente a la profesora Yordanys Piñeiro y los profesores Armando Ortiz y Alexey Díaz y a todos los que influyeron positivamente durante mi formación, destacando durante mi estadía en la UCI al profesor Arturo Lorenzo Ferrer.

A todos los amigos que me ayudaron, me motivaron y que estuvieron presentes en cada momento, especialmente a Pimienta, Ale, Raudel, Alegna, Jonny, Rayneris y todos los del Polo PetroSoft de la facultad 9, a mis queridos compañeros de grupo de cuatro años en la universidad que se convirtieron en parte de mi familia especialmente a Ronalño, Enrique, Mileidys, Eduar, Yadi, Genry, Yusdenys, Maikel y Susana, a mi grupo de amigos espirituanos, a las nuevas amistades que hice en el 5to año especialmente a Ariagna, Arialis, Anibal, Glendys, Daniel y Adonys y los que conocí y con los que compartí durante toda la carrera especialmente a Yampier, Diony, Jose Alberto, Víctor Frank, Jose Miguel, Manuel Alejandro y Mailén.

A todos los amigos del CEINPET, especialmente a Olga Castro por recibirme siempre tan amable, por su dedicación, su paciencia, por compartir su Té y por guardar un pedacito de su tiempo cada vez que la necesitaba para ayudarme a conformar mi investigación.

Agradecimientos

A todos los amigos que ayudaron a estar con mi familia cuando más la extrañaba, especialmente al Chino, a su esposa Emilia y a Lugo.

A toda la familia de mi amor Abel, que ya es mi familia especialmente a Miriam, Roberto y Ariel por preocuparse por mi, por mis estudios, por darme su apoyo, su cariño y su confianza para sentirme como uno más entre ellos.

A todos mis amigos del Pre-Universitario que me llenaron de alegría y fuerzas para seguir adelante especialmente a mi amiga Ana Leonor.

A mi tutor por su optimismo para que todo me saliera bien.

A todos los que de una forma u otra estuvieron pendientes todo el tiempo de mis avances y mis logros dándome su apoyo y optimismo.

A la Revolución y la Universidad de las Ciencias Informáticas por permitirme que me forjara como Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Declaración de Autoría

Declaración de Autoría

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo al Centro de Investigaciones del CEINPET y la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

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

Yusleidy Neira Rodríguez

Danis Rego Castillo

Resumen

El Centro de investigaciones del Petróleo (CEINPET) es el encargado de dar respuesta de forma integral a toda la actividad petrolera en Cuba. Debido a todos los servicios que brinda y con el reciente descubrimiento de pozos petroleros, esta empresa representa un elemento fundamental para el desarrollo económico de nuestro país.

Dentro de las actividades que se realizan se encuentra la petrofísica, que se apoya fundamentalmente en poderosos software. La mayoría de los software utilizados por el CEINPET para los procesos de análisis petrofísicos, se obtienen comprando sus licencias a empresas que aunque son reconocidas internacionalmente por la eficiencia de sus productos, comercializan software propietarios. Por su vital importancia para realizar los estudios de la información petrofísica es que se están realizando grandes inversiones en el mantenimiento y actualización de éstos software, constituyendo un freno para la economía cubana. Para ello, el presente trabajo tiene como objetivo realizar el “Análisis y Diseño del Sistema para el análisis petrofísico”.

La puesta en marcha de dicho sistema, permitirá cambiar la situación existente en la empresa. Esto se traduce en un software en plataforma libre. Además de contar con una interfaz amigable y servicios adaptados a las necesidades específicas de sus trabajadores. El sistema agrupará las funcionalidades principales de cada software para los procesos de análisis petrofísicos utilizados en la entidad, así como otros reconocidos mundialmente por su eficiencia. Esto traería consigo un ahorro en tiempo, mayor usabilidad y que el trabajo sea más cómodo y económico.

Palabras Claves

Petróleo, Petrofísica, Reservorios, Registros de Pozos

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos

| | |
|--|----|
| Resumen | 7 |
| Introducción | 18 |
| Capítulo 1: Fundamentación Teórica | 24 |
| Introducción | 24 |
| 1.1 Conceptos Asociados al dominio del problema. | 25 |
| 1.2 Objeto de Estudio..... | 26 |
| 1.2.1. Descripción General..... | 26 |
| 1.2.2. Descripción del proceso actual..... | 28 |
| 1.2.3. Situación problemática..... | 31 |
| 1.3 Análisis de Otras Soluciones Existentes | 32 |
| 1.4 Estudios realizados en yacimientos naturalmente facturados en Cuba..... | 35 |
| 1.5 ¿Por qué una empresa productora de software elegiría el modelo de Software Libre?..... | 36 |
| 1.6 Propuesta de Solución | 37 |
| 1.7 Conclusiones Parciales..... | 38 |
| Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar | 39 |
| Introducción | 39 |
| 2.1. Identificar la metodología más factible para el diseño del sistema..... | 40 |
| 2.1.1 Caracterizar las metodologías más usadas..... | 40 |
| 2.1.2 Selección de la metodología adecuada | 46 |
| 2.2. Selección del Lenguaje de Modelación..... | 47 |

Tabla de Contenidos

| | |
|--|-----------|
| 2.3. Caracterizar herramientas y procedimientos más usados..... | 49 |
| 2.3.1 Selección de la herramienta y procedimiento..... | 54 |
| 2.4. Lenguaje de programación a utilizar..... | 54 |
| 2.5. Conclusiones Parciales..... | 55 |
| Capítulo 3: Presentación de la solución propuesta | 57 |
| Introducción | 57 |
| 3.1 Modelo de Negocio..... | 57 |
| 3.1.1 Identificar actores y trabajadores..... | 58 |
| 3.1.2 Descripción del negocio..... | 60 |
| 3.1.3 Reglas del Negocio..... | 60 |
| 3.1.4 Diagrama de Casos de Uso del Negocio..... | 62 |
| 3.1.5 Descripción Textual de los Casos de Uso del Negocio..... | 62 |
| 3.1.6 Diagramas de actividades..... | 64 |
| 3.1.7. Modelo de Objetos..... | 65 |
| 3.2 Identificar las necesidades y restricciones que el sistema debe tener..... | 65 |
| 3.2.1 Ingeniería de software basado en componentes..... | 66 |
| 3.3 Especificación de los Requerimientos del software | 66 |
| 3.3.1 Requerimientos Funcionales..... | 66 |
| 3.3.2 Requerimientos No Funcionales | 78 |
| 3.3.2.1 RNF Usabilidad..... | 78 |
| 3.3.2.2 RNF Apariencia o interfaz externa..... | 78 |
| 3.3.2.3 RNF Rendimiento | 79 |
| 3.3.2.4 RNF Seguridad | 79 |

Tabla de Contenidos

| | |
|--|------------|
| 3.3.2.5 RNF Hardware | 80 |
| 3.3.2.6 RNF Software..... | 80 |
| 3.3.2.7 RNF Reusabilidad | 80 |
| 3.3.2.8 RNF Portabilidad | 81 |
| 3.3.2.9 RNF Ayuda | 81 |
| 3.4 Descripción del Sistema Propuesto | 81 |
| 3.4.1 Descripción de los actores | 82 |
| 3.4.2 Diagrama de Casos de Uso del Sistema | 83 |
| 3.4.3 Casos de Uso del Sistema..... | 85 |
| 3.5 Conclusiones Parciales..... | 95 |
| Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta | 96 |
| Introducción | 96 |
| 4.1 Modelo de Análisis..... | 96 |
| 4.1.1 Diagramas de Clases del Análisis..... | 97 |
| 4.1.2 Diagramas de Interacción del Análisis (Colaboración) | 99 |
| 4.2. Estilo Arquitectónico a utilizar | 99 |
| 4.3. Patrones Arquitectónicos a utilizar | 101 |
| 4.4. Modelo de Diseño | 102 |
| 4.4.1 Diagrama de clases del Diseño..... | 102 |
| 4.4.2 Diagramas de Interacción del Diseño (Secuencia) | 103 |
| 4.4.3 Diagrama de Despliegue | 105 |
| 4.5 Conclusiones Parciales..... | 106 |
| Conclusiones | 107 |

Tabla de Contenidos

| | |
|---|-----|
| Recomendaciones | 108 |
| Referencias Bibliográficas | 109 |
| Bibliografía Consultada | 117 |
| Anexos | 118 |
| Glosario de Términos | 197 |

Índice de Tablas

Índice de Tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1 Descripción de los Actores del Negocio | 58 |
| Tabla 2 Descripción de los Trabajadores del Negocio | 59 |
| Tabla 3 Descripción del Caso de Uso del Negocio Realizar Investigaciones de Pozo | 63 |
| Tabla 4 Descripción de los Actores del Sistema | 83 |
| Tabla 5 Descripción del Caso de Uso del Sistema Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios | 95 |
| Tabla 6 Descripción del Caso de Uso del Sistema Realizar Informe Final | 121 |
| Tabla 7 Descripción del Diagrama de Casos de Uso del Sistema Seleccionar Plantilla | 128 |
| Tabla 8 Descripción del Caso de Uso del Sistema Gestionar Pista | 133 |
| Tabla 9 Descripción del Caso de Uso del Sistema Gestionar Anotación | 134 |
| Tabla 10 Descripción del Caso de Uso del Sistema Imprimir Registro de Pozo | 137 |
| Tabla 11 Descripción del Caso de Uso del Sistema Gestionar Imagen | 144 |
| Tabla 12 Descripción del Caso de Uso del Sistema Cargar Archivo | 147 |
| Tabla 13 Descripción del Caso de Uso del Sistema Operaciones Básicas | 149 |
| Tabla 14 Descripción del Caso de Uso del Sistema Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva..... | 152 |
| Tabla 15 Descripción del Caso de uso del Sistema Mostrar Gráficas Cruzadas | 156 |

Índice de Figuras

Índice de Figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1 Diagrama de Casos de Uso del Negocio | 62 |
| Figura 2 Diagrama de Actividades Realizar Investigaciones de Pozo | 64 |
| Figura 3 Modelo de Objetos..... | 65 |
| Figura 4 Diagrama de Casos de Uso del Sistema | 84 |
| Figura 5 Prototipo de Interfaz Principal | 85 |
| Figura 6 Prototipo de Interfaz Archivo | 86 |
| Figura 7 Prototipo de Interfaz Representación de Registros..... | 87 |
| Figura 8 Prototipo de Interfaz Vistas | 88 |
| Figura 9 Prototipo de Interfaz Curvas..... | 91 |
| Figura 10 Prototipo de Interfaz Sombreado | 93 |
| Figura 11 Prototipo de Interfaz Grid..... | 95 |
| Figura 12 Estereotipo Entidad del Análisis | 97 |
| Figura 13 Estereotipo Interfaz del Análisis | 97 |
| Figura 14 Estereotipo Control del Análisis..... | 98 |
| Figura 15 Diagrama de Clases del Análisis Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios...98 | |
| Figura 16 Diagrama de Colaboración Editar la Representación del Registro de Pozo por criterios.....99 | |
| Figura 17 Diagrama de Clases del Diseño Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios ..103 | |
| Figura 18 Diagrama de Secuencia del Diseño Curva..... | 104 |
| Figura 19 Diagrama de Secuencia del Diseño Grid..... | 104 |
| Figura 20 Diagrama de Secuencia del Diseño Sombreado..... | 105 |

Índice de Figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 21 Diagrama de Despliegue | 106 |
| Figura 22 Representación de la Metodología RUP..... | 118 |
| Figura 23 Representación de la Metodología MSF..... | 118 |
| Figura 24 Representación de la Metodología XP..... | 119 |
| Figura 25 Diagrama de Actividades Realizar Informe Final..... | 122 |
| Figura 26 Prototipo de Interfaz Seleccionar Plantilla por Defecto | 124 |
| Figura 27 Prototipo de Interfaz Plantilla con 3 pistas en Blanco..... | 125 |
| Figura 28 Prototipo de Interfaz Plantilla con 4 pistas en Blanco..... | 126 |
| Figura 29 Prototipo de Interfaz Plantilla con 4 pistas Pre-Definidas | 127 |
| Figura 30 Prototipo de Interfaz Gestionar Pista..... | 130 |
| Figura 31 Prototipo de Interfaz Advertencia para Eliminar Pista | 131 |
| Figura 32 Prototipo de Interfaz Confirmación para Eliminar Pista | 132 |
| Figura 33 Prototipo de Interfaz Imprimir..... | 136 |
| Figura 34 Prototipo de Interfaz Imprimir Registro de Pozo Con Encabezamiento..... | 137 |
| Figura 35 Prototipo de Interfaz Gestionar Imagen | 139 |
| Figura 36 Prototipo de Interfaz Adicionar Imagen | 140 |
| Figura 37 Prototipo de Interfaz Eliminar Imagen | 142 |
| Figura 38 Prototipo de Interfaz Advertencia para Eliminar Imagen | 142 |
| Figura 39 Prototipo de Interfaz Confirmación para Eliminar Imagen..... | 143 |
| Figura 40 Prototipo de Interfaz Modificar Imagen | 144 |
| Figura 41 Prototipo de Interfaz Cargar Archivo | 146 |
| Figura 42 Prototipo de Interfaz Cargar Archivo | 147 |
| Figura 43 Prototipo de Interfaz Cálculos..... | 149 |

Índice de Figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 44 Prototipo de Interfaz Histograma de Frecuencia | 151 |
| Figura 45 Prototipo de Interfaz Ejemplo de Histograma de Frecuencia | 152 |
| Figura 46 Prototipo de Interfaz Gráficas Cruzadas | 154 |
| Figura 47 Prototipo de Interfaz Ejemplo de Gráficas Cruzadas | 155 |
| Figura 48 Prototipo de Interfaz Ejemplo de Gráficas cruzadas en 3D | 156 |
| Figura 49 Diagrama de Clases del Análisis Seleccionar Plantilla..... | 157 |
| Figura 50 Diagrama de Clases del Análisis Gestionar Pista | 158 |
| Figura 51 Diagrama de Clases del Análisis Gestionar Anotación | 159 |
| Figura 52 Diagrama de Clases del Análisis Imprimir Registro de Pozo | 159 |
| Figura 53 Diagrama de Clases del Análisis Gestionar Imagen..... | 160 |
| Figura 54 Diagrama de Clases del Análisis Cargar Archivo | 160 |
| Figura 55 Diagrama de Clases del Análisis Operaciones Básicas..... | 161 |
| Figura 56 Diagrama de Clases del Análisis Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva | 161 |
| Figura 57 Diagrama de Clases del Análisis Mostrar Gráficas Cruzadas..... | 162 |
| Figura 58 Diagrama de Colaboración Seleccionar Plantilla..... | 162 |
| Figura 59 Diagrama de Colaboración Gestionar Pista | 163 |
| Figura 60 Diagrama de Colaboración Gestionar Anotación | 164 |
| Figura 61 Diagrama de Colaboración Imprimir Registro de Pozo | 164 |
| Figura 62 Diagrama de Colaboración Gestionar Imagen..... | 165 |
| Figura 63 Diagrama de Colaboración Cargar Archivo | 166 |
| Figura 64 Diagrama de Colaboración Operaciones Básicas..... | 166 |
| Figura 65 Diagrama de Colaboración Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva | 167 |
| Figura 66 Diagrama de Colaboración Mostrar Gráficas Cruzadas..... | 167 |

Índice de Figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 67 Diagrama de Clases del Diseño Seleccionar Plantilla | 168 |
| Figura 68 Diagrama de Clases del Diseño Gestionar Pista..... | 169 |
| Figura 69 Diagrama de Clases del Diseño Gestionar Anotación..... | 170 |
| Figura 70 Diagrama de Clases del Diseño Imprimir Registro de Pozo | 171 |
| Figura 71 Diagrama de Clases del Diseño Gestionar Imagen | 172 |
| Figura 72 Diagrama de Clases del Diseño Operaciones Básicas | 173 |
| Figura 73 Diagrama de Clases del Diseño Histograma de Frecuencia de una Curva | 174 |
| Figura 74 Diagrama de Clases del Diseño Gráficas Cruzadas | 175 |
| Figura 75 Diagrama de Clases del Diseño Cargar Archivo | 176 |
| Figura 76 Diagrama de Secuencia del Diseño Cargar Archivo | 176 |
| Figura 77 Diagrama de Secuencia del Diseño Seleccionar Plantilla Creada | 177 |
| Figura 78 Diagrama de Secuencia del Diseño Seleccionar Plantilla por Defecto..... | 178 |
| Figura 79 Diagrama de Secuencia del Diseño Adicionar Pista..... | 179 |
| Figura 80 Diagrama de Secuencia del Diseño Eliminar Pista | 180 |
| Figura 81 Diagrama de Secuencia del Diseño Expandir Pista..... | 181 |
| Figura 82 Diagrama de Secuencia del Diseño Copiar Pista..... | 181 |
| Figura 83 Diagrama de Secuencia del Diseño Pegar Pista..... | 182 |
| Figura 84 Diagrama de Secuencia del Diseño Duplicar Pista..... | 182 |
| Figura 85 Diagrama de Secuencia del Diseño Adicionar Anotación | 183 |
| Figura 86 Diagrama de Secuencia del Diseño Eliminar Anotación | 184 |
| Figura 87 Diagrama de Secuencia del Diseño Modificar Anotación | 185 |
| Figura 88 Diagrama de Secuencia del Diseño Adicionar Imagen | 186 |
| Figura 89 Diagrama de Secuencia del Diseño Eliminar Imagen..... | 187 |

Índice de Figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 90 Diagrama de Secuencia del Diseño Modificar Imagen | 188 |
| Figura 91 Diagrama de Secuencia del Diseño Operaciones Básicas..... | 189 |
| Figura 92 Diagrama de Secuencia del Diseño Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva | 190 |
| Figura 93 Diagrama de Secuencia del Diseño Gráficas Cruzadas | 190 |

Introducción

El petróleo es la fuente de energía más importante de la sociedad actual. Este hidrocarburo se utiliza de una u otra forma cada día ya sea proporcionando fuerza, calor o luz. Del petróleo se fabrica una gran variedad de productos químicos como la gasolina para el consumo de los vehículos automotores de combustión interna, la Turbo combustible o turbosina que es la gasolina utilizada en aviones jet, la gasolina de aviación para uso en aviones con motores de combustión interna, el conocido Diesel de uso común en camiones y guaguas, el asfaltos que se utilizan para la producción de asfalto en la industria de la construcción entre muchos otros.

El petróleo es un recurso natural no renovable que aporta el mayor porcentaje del total de la energía que se consume en el mundo y su importancia no ha dejado de crecer desde sus primeras aplicaciones industriales a mediados del siglo XIX.

En la actualidad son muchas las empresas que se dedican a realizar estudios sobre las utilidades de este hidrocarburo y su aplicación a través de los productos que de él se derivan. Con el actual desarrollo de las tecnologías, especialistas y programadores se han reunido para crear programas que realicen el análisis de los diferentes procesos que se realizan para su extracción; aumentando la eficiencia del trabajo. Dentro de los procesos que se le realizan a los campos de petróleo se encuentra la petrofísica. “La petrofísica es el estudio de las propiedades físicas y químicas que describen la incidencia y el comportamiento de las rocas, los sólidos y los fluidos”. [1].

Dentro de las empresas internacionales que utilizan programas para el análisis de los procesos petrofísicos se encuentra Schlumberger reconocida mundialmente como "gigante furtiva del petróleo" por sus aportes en la creación de software que propician la obtención y estudio de las propiedades físicas de este importante producto. “Uno de los secretos de su éxito es haberse dedicado a aportar tecnología y capacidad de organización a países que la necesitan y que quieren conservar estos recursos bajo la bandera nacional. Sin Schlumberger probablemente muchos de estos nuevos productores hubieran sido incapaces de sacar el petróleo o el gas de sus subsuelos terrestres o marítimos”. [8].

Otra de las grandes empresas internacionales que utiliza software para realizar el análisis petrofísico en pozos petroleros es Neuralog Inc. “La tecnología de NeuraLog de trabajar como interface de enlace a

Introducción

otras aplicaciones ayuda a los usuarios crear nuevas y más fácil infraestructuras de trabajo optimizando tiempo y dinero a las empresas. Neuralog es el sistema más popular en el mundo para la captura de datos de registros de pozos. Nuevos sistemas de digitalización automática hacen la captura de datos fáciles, rápidos y de inmejorable calidad". [9].

Establecida en 1994, RCLAB S.R.L Laboratorios de Estudios Petrofísicos, se convirtió en empresa líder en proveer servicios a la industria del petróleo. Está conformada por profesionales de primer nivel en cada disciplina, tiene laboratorios completamente equipados, que permiten optimizar resultados, ofrece servicios personalizados controlando las muestras a procesar desde la boca de pozo hasta la confección del informe final y efectúa estudios integrales multidisciplinarios que logran evaluar el reservorio en forma precisa. [10].

Con su sede en Estados Unidos, NuTech se ha ramificado durante los últimos años, a partir de un software desarrollado originalmente para utilizar las técnicas más avanzadas de modelación matemático. [12]. Se destaca también la empresa Neuralog que cuenta con variados servicios ya sea para almacenar datos escaneados, para crear mapas geológicos así como la impresión de registros.

Todas estas grandes empresas presentan como ventaja fundamental respecto a las nacientes empresas petroleras cubanas, que ellas mismas elaboran sus software para los procesos de análisis petrofísicos y en general para todos los procesos petroleros que desarrollan.

En nuestro país el CEINPET brinda servicios a las diferentes organizaciones nacionales e internacionales que se dedican a explotar el petróleo como una vía económica y para su desarrollo; dentro de las que se destaca la Unión CUBAPETROLEO (CUPET) encaminada a satisfacer las necesidades del mercado nacional de hidrocarburos de forma competitiva, a partir del incremento de la producción y la optimización del uso de los combustibles nacionales, como contribución a la independencia económica del país.

El Centro de Investigaciones del Petróleo a diferencia de las empresas internacionales mencionadas, en la actualidad no cuenta con software propiamente cubanos para el análisis petrofísico por lo que realiza sus investigaciones con software (SW) propietarios que aunque son muy eficientes el pago de sus

Introducción

licencias es muy costoso y no están diseñados para cubrir las necesidades específicas de los trabajadores de la entidad.

Además Luego de ser adquiridos, no permiten realizar actualizaciones. La utilización de estos SW propietarios presentan como otra dificultad, que la mayoría cuentan con una llave única, restringiendo que se pueda usar el software en una computadora a la vez, haciendo engorroso el trabajo y despojando al resto de los trabajadores de su utilidad. En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), en el Polo PetroSoft establecido por la Facultad #9 como una vía para el desarrollo de la economía de nuestro país; se han creado proyectos que tributan a darle solución a los problemas actuales en nuestro territorio como es el hecho de no contar con software para reservorios cubanos.

Partiendo de la situación expuesta con anterioridad se ha definido como **problema a resolver** la Inexistencia de un software para el análisis petrofísico en pozos petroleros desarrollado en plataforma libre y exento de grandes gastos en licencia.

En vista de resolver el problema descrito se hace necesario Diseñar un sistema para el análisis petrofísico en pozos petroleros en plataforma libre, lo cual figura como **objetivo general** de esta investigación.

La investigación estará centralizada fundamentalmente en El proceso de análisis de la información petrofísica, lo cual constituye el **objeto de estudio**.

Además la investigación estará enmarcada en la Modelación del proceso de análisis petrofísico para pozos petroleros cubano, representando al **campo de acción**.

Para lograr los objetivos trazados se acometen las siguientes **tareas**:

- Identificar empresas que utilicen Sistemas de Análisis Petrofísicos existentes en el mundo.
- Caracterizar el proceso petrofísico en las empresas petroleras en Cuba.
- Identificar la metodología, herramientas y procedimientos más factibles para el diseño del sistema.

Introducción

- Enmarcar el negocio para el proceso de análisis de la información petrofísica.
- Realizar el estudio del negocio para el proceso de análisis de la información petrofísica.
- Identificar las necesidades y restricciones que el sistema debe tener.
- Establecer las bases para el análisis y diseño del sistema.
- Realizar el modelo de análisis y diseño del sistema.

El desarrollo exitoso de las tareas expuestas anteriormente contribuirá al cumplimiento de la **idea a defender** que propone que “si se obtienen los requerimientos necesarios de los procesos de análisis de la información petrofísica y se definen las características de software libre adecuadas, se podrá realizar el diseño de un sistema informático para el desarrollo en plataforma libre de análisis petrofísico en pozos de petróleo”.

Para la realización de la investigación se hizo necesario aplicar algunos métodos científicos dentro de los que se incluyen **métodos teóricos y empíricos**, que tienen su sustento en la concepción materialista dialéctica y facilitan la recopilación de la información necesaria para la modelación del análisis y diseño del sistema para el análisis petrofísico. De los teóricos se utilizaron el histórico-lógico, analítico-sintético y el inductivo-deductivo. De los empíricos se utilizaron las entrevistas, encuestas y la observación.

El método Histórico-Lógico se aplica para analizar a nivel nacional e internacional, las empresas que utilizan software para el análisis de procesos petrofísicos en pozos petroleros y las características de otros sistemas informáticos para el análisis de procesos petrofísicos similares a los utilizados por el CEINPET, así como investigaciones realizadas anteriormente sobre el tema.

El método Analítico-Sintético, se define con el objetivo de modelar el funcionamiento de los procesos de análisis petrofísicos en pozos petroleros en el CEINPET, así como obtener, resumir y describir los elementos más importantes relacionados con los procesos de análisis de la información petrofísica para construir el Modelo de Negocio y realizar el Modelo de Análisis y Diseño del sistema propuesto.

El método Inductivo-Deductivo, se aplica para definir el funcionamiento de la empresa en los procesos de análisis petrofísicos desde una perspectiva general hasta llegar a las específicas de cada software utilizado y dentro de éstos a la función de cada módulo en el que esté dividido su trabajo.

Introducción

Las Entrevistas se realizaron a los trabajadores del CEINPET que atienden el área de los procesos de análisis petrofísicos, para recoger toda la información referente a su función como petrofísicos dentro de la empresa, sus necesidades actuales y establecer acuerdos. **(Anexo 2,3,4,5)**

Las Encuestas se realizaron también a los petrofísicos del CEINPET que atienden el área de Exploración, para recoger información referente a los procesos de análisis petrofísicos, enfocados específicamente sobre el mundo interior del trabajador encuestado o su percepción del objeto de estudio. **(Anexo 1)**

La Observación se realizó al igual que las encuestas y las entrevistas a los trabajadores del CEINPET que atienden los procesos de análisis petrofísicos en el área de Exploración, para obtener un registro visual del funcionamiento de la empresa en una situación real.

Como **posibles resultados** de la investigación se espera obtener una Caracterización de los sistemas de análisis petrofísico que sirva como reservorio para futuros estudios en la entidad y el Diseño de diagramas del Software para el análisis petrofísico.

Esta investigación presenta una introducción, cuatro capítulos, conclusiones, anexos, recomendaciones y webgrafía empleadas en el desarrollo del trabajo.

En el **Capítulo 1** se plantean detalladamente los principales conceptos asociados al dominio del problema; se describe el contexto donde se enmarca el objeto de estudio, así como la descripción actual de los procesos, la situación problemática y la solución que se le da a la misma.

En el **Capítulo 2** se caracterizan las diferentes metodologías posibles a utilizar en el diseño del sistema, se comparan y se selecciona la mejor propuesta, realizando la misma operación para los procesos y herramientas y se explican los conceptos principales relacionados con el dominio del problema. Además se plantea el lenguaje de programación y su vinculación con la herramienta seleccionada para realizar Análisis y Diseño del software.

Introducción

En el **Capítulo 3** se describe la solución propuesta a través de un Modelo de Negocio, donde se obtienen los principales artefactos necesarios para establecer las bases en la modelación del sistema informático para el análisis petrofísico y donde se establece un lenguaje común entre el cliente y los desarrolladores. Se definen las funcionalidades del sistema y se describen detalladamente empleando los artefactos que plantea la metodología seleccionada y utilizando las herramientas de modelación necesarias.

En el **Capítulo 4** y último se realiza el Modelo de Análisis y Diseño; se modelan diagramas de clases, diagramas de interacción y el diagrama de despliegue de la aplicación.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Introducción

Partiendo de la gran importancia que representa el petróleo a nivel mundial, no solo para la obtención de energía a partir de subproductos combustibles como la gasolina, el gasoil, fueloil, etc., sino también de otros productos para la elaboración de plásticos, fertilizantes, pinturas, productos químicos, fibras sintéticas entre otros, es que en Cuba se establece El Centro de investigaciones del Petróleo (CEINPET) el cual se encarga de dar respuesta a toda la actividad petrolera necesaria para nuestro desarrollo económico.

En esta empresa se realizan varias actividades dentro de las que se destacan el análisis petrofísico de los registros de pozo, fundamental para obtener una evaluación que caracterice a cada pozo analizado y poder derivar sus propiedades físicas para su posterior utilización.

En este capítulo se abordará sobre algunos software para el análisis petrofísico elaborado por empresas internacionales reconocidas mundialmente que a diferencia de nuestro país crean sus propios software. Se caracterizará de manera breve cada software para el análisis petrofísico utilizado por el CEINPET en vista de capturar sus funcionalidades principales y establecerlas en el diseño del sistema informático propuesto, tomando como premisa el grado de experiencia de los petrofísicos que los utilizan y de allí la eficiencia de cada software.

Se realizará una síntesis de los resultados obtenidos en los recientes descubrimientos de pozos petroleros en la parte noroccidental de Cuba. Se definirán los conceptos asociados al dominio del problema identificando y definiendo los elementos que componen y se relacionan con el proceso petrofísico como apoyo para el lector sobre la investigación; siempre identificando las fuentes de información, revisión de materiales y construcción de conceptos. Se analizará el objeto de estudio

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

realizando una descripción general, una descripción actual del dominio del problema y por último la situación problemática, haciendo una descripción exhaustiva, detallada y argumentada de la misma.

1.1 Conceptos Asociados al dominio del problema.

Petrofísica: La petrofísica se ocupa del estudio de las propiedades físicas de las rocas como reservorios de hidrocarburos a través de análisis de laboratorio en núcleos y de registros de pozo, es decir, es el estudio de las propiedades físicas y químicas que describen la incidencia y el comportamiento de las rocas, los sólidos y los fluidos. [1]

Núcleos: Los núcleos son muestras de las formaciones rocosas que se extraen puntualmente en los pozos. [11].

Registros de pozos: Los registros de pozo son mediciones que se realizan con sensores remotos constituidos por buzo, cable y registrador de superficie. Se representan mediante curvas que expresan las mediciones digitales. [11].

Reservorios: Es la roca donde se almacena el petróleo (que no corre por ríos subterráneos ni está en una "veta" que pasa por Cuba), por lo que también se le conoce como roca almacén o roca colectora. [11].

Yacimientos: Los yacimientos son sistemas complejos y heterogéneos compuestos por diversos tipos de rocas depositadas en diferentes ambientes sedimentarios y afectados por una infinidad de procesos geológicos a lo largo de su historia. [2].

Porosidad: La porosidad se define como la relación entre el volumen de espacio de poro y el volumen de grano de la roca del yacimiento. Es un parámetro a dimensional y puede ser expresado en fracción o por ciento. Desde el punto de vista del proceso responsable de la formación de la porosidad se clasifica fundamentalmente en dos tipos Primaria (es la porosidad original después de la deposición de los sedimentos y su compactación inicial) y Secundaria (debida a los esfuerzos tectónicos y a la circulación

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

del agua subterránea. Es más importante en rocas carbonatadas debido a su fragilidad y relativa solubilidad). [2].

Permeabilidad: Es la medición de la capacidad de una roca para transmitir fluidos. Para que sea permeable, la roca debe tener poros o fracturas interconectados, por lo tanto, hay una relación general entre la porosidad y la permeabilidad. [1].

Saturación de agua: Puede ayudar a determinar la probabilidad de que haya hidrocarburos en una formación rocosa y el volumen existente de hidrocarburos en un depósito determinado, es decir, el cálculo de las reservas. [1].

Flujo: El flujo de fluidos tiene lugar en una red interconectada de espacios de poro. Las características y las propiedades de esta red porosa están relacionadas con la distribución original del tamaño de los granos de la roca del yacimiento. La comprensión de la estrecha relación existente entre la red de poros, las propiedades de la roca y el flujo constituye la piedra angular de cualquier estudio de un yacimiento. [2].

1.2 Objeto de Estudio

El objeto de estudio es consecuencia del planteamiento del problema, delimita aquella parte de la realidad que interesa estudiar. La precisión del investigador, en este sentido, se demuestra en la redacción minuciosa y cuidada con la cual formula el objeto de estudio. [17].

1.2.1. Descripción General

En nuestro país el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) es el encargado de toda la actividad petrolera desde la Exploración hasta la Refinación. Una de las actividades fundamentales que allí se desarrolla es la petrofísica que no es más que el estudio de las propiedades físicas de las rocas como reservorios de hidrocarburos. Los reservorios son conocidos también como roca almacén o roca

Capítulo 1: *Fundamentación Teórica*

colectora ya que en esta roca es donde está almacenado el petróleo. Todo el proceso de análisis petrofísico se realiza a través de estudios en laboratorios de los núcleos y registros de pozo.

Se denomina proceso al conjunto de actividades o eventos que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice. En el contexto que nos concierne es el conjunto de eventos para llevar a cabo el análisis de las propiedades físicas de las rocas. Los núcleos son los fragmentos de roca a los que se le realiza el análisis de sus propiedades y los reservorios son mediciones que se realizan con sensores remotos constituidos por buzo, cable y registrador de superficie que luego son representadas mediante curvas que expresan las mediciones digitales.

Conociendo estas definiciones es importante destacar la realización de la interpretación de los registros de pozo ya que de esta interpretación se obtienen las propiedades físicas de las rocas como la porosidad, la saturación de hidrocarburos, el índice de permeabilidad, el espesor efectivo, la textura y estructura y la fracturación. La interpretación se realiza a través de relaciones matemáticas que involucran las mediciones de los registros y los análisis de laboratorio.

Con el desarrollo de las tecnologías, en el CEINPET se han adquirido software propietarios que garantizan la interpretación de estos registros de manera eficiente y rápida. Con ellos es posible la adquisición de digitalización o importación de archivos **.LAS**; las correcciones ambientales a los registros; la interpretación a través de la evaluación de los diferentes parámetros relacionados con las propiedades físicas; la representación de las curvas de los registros originales y los resultados de la interpretación; la introducción de fórmulas y ecuaciones propuestas por el usuario, los gráficos de propiedades cruzadas; los histogramas de frecuencia de los registros y las propiedades; las correlaciones entre pozos; la representación de espesores efectivos y otros criterios; y las salidas gráficas y numéricas.

Éstas son características comunes de los software para el análisis petrofísico. Sin embargo para poder disponer de los sistemas que se utilizan actualmente hay que pagar grandes cantidades de dinero y sin derecho a las actualizaciones que se realicen a los SW.

Capítulo 1: *Fundamentación Teórica*

1.2.2. Descripción del proceso actual.

Actualmente en el Centro de Investigaciones del Petróleo se desarrollan los procesos de análisis petrofísicos a través de tres software, de los que se tiene conocimientos básicos, medios y avanzados en dependencia de la experiencia de trabajo y tiempo de uso de sus ejecutivos. Como el CEINPET no cuenta con un software para el análisis petrofísico que sea netamente cubano, compra a empresas reconocidas internacionalmente estos SW en vista de darle solución a la actividad petrofísica que aquí se desarrolla y buscando alternativas factibles que propicien un trabajo más hacedero, ya que ninguno de estos sistemas informáticos están diseñados para satisfacer las necesidades específicas de los trabajadores de la empresa.

Dentro de los software comprados más usados se encuentran el Elemental Analysis (ELAN), el Interactive Petrofisc (IP), y el Hydrocarbure Data Systems (HDS). El ELAN es un programa de análisis de registro multimineral capaz de calcular la formación más probable de minerales y volúmenes de fluido de poros. Es en particular valioso en áreas de litología variada, minerales especiales y sistemas de porosidad duales.[36]. El IP permite ir desde flujos de trabajos sencillos como el control de calidad de los registros para realizar tareas complejas de varias zonas. Puede ser usado tanto por petrofísicos como por geólogos [37]. Las aplicaciones del HDS están diseñadas para todo tipo de usuarios. Su proceso de desarrollo utiliza las mejores prácticas y tecnologías disponibles para sus tipos de aplicaciones [3].

De ellos se tiene muy poca experiencia de trabajo con el ELAN, que aunque está elaborado en plataforma libre, se hace muy difícil su uso porque se necesita de mucha experiencia y práctica; contradiciendo el propósito de tener un software amigable con el usuario. Con el IP se tiene experiencia media, éstas se están fortaleciendo actualmente a través de cursos, debido a las numerosas ventajas que tiene respecto a los demás sistemas informáticos ya mencionados.

Por último en el CEINPET se evidencian conocimientos avanzados para trabajar con el HDS, software con el que se han obtenido resultados exitosos hasta el momento, además del fortalecimiento de las habilidades para trabajar con él.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

El software HDS utilizado por los petrofísicos del CEINPET, cuenta con una serie de módulos que no tienen ningún significado por separado. Es necesario para poder utilizarlos acceder al Modulo 0, o ejecutable principal de la aplicación, encargado de integrar todas las funcionalidades del sistema. Es decir, que aunque el resto de los llamados sub-módulos también son ejecutables, necesitan estar integrados al módulo principal para cumplir con su funcionalidad característica.

A esto se agregan los servicios que permanecen desactivados hasta que se obtenga su actualización, que como ya se había analizado son muy caras y muy difíciles de obtener, restringiendo a que el trabajo que se realice en el CEINPET sea solamente con los de la última versión, sin poder hacer uso de las nuevas funcionalidades y ventajas que se puedan atribuir al sistema.

Por ello es la necesidad de crear nuevos módulos para el diseño del Análisis y Diseño aplicando el diseño de software basado en componentes, que haga reutilizable el sistema de análisis petrofísico, que reúna además las mejores funcionalidades de cada software, que esté sustentado en plataforma libre y que además se pueda actualizar periódicamente.

Dentro de las funcionalidades principales del HDS encontramos la de Visualizar Registros que incluye crear, actualizar y guardar plantillas; esta última denominada por el software como Log Plot. Permite además cambiar colores, cambiar escalas ya sea grandes o chicas, imprimir registros con encabezamientos y guardar encabezamiento ya sean largos o cortos denominados por el sistema como Full Log Header, Log Fouter Header y Short Log Header. Cuenta además con una leyenda y se pueden modelar parámetros para el análisis petrofísico como la profundidad, los indicadores de arcilla de los cuales se puede modificar, insertar y eliminar datos.

También contiene una funcionalidad llamada Memo utilizada para escribir a la hora de realizar alguna descripción de procesos. Esta funcionalidad presenta una desventaja y es que el tamaño de la letra con que se puede escribir, no se puede modificar, su formato es en dependencia de la escala que se halla editado para la gráfica a la cual corresponda; es decir, que si editamos una escala pequeña que es la recomendable para que los cambios en las gráficas sea visible para una mayor cantidad de registros; entonces la letra del texto que se quiera agregar para hacer alguna observación de la misma irremediablemente nos quedará con un tamaño minúsculo.

Capítulo 1: *Fundamentación Teórica*

Otros de los servicios que brinda el HDS es el nombrado por el sistema como Master Setup, en el cual se pueden realizar diferentes actividades como por ejemplo agregar las pistas con las que se van a trabajar. Las pistas son las estructuras que conforman a las plantillas donde se muestra el resultado de los registros después de haberle aplicado las modificaciones, denominadas como representación de los registros de pozos. La propiedad que permite el Memo de escribir, también se realiza sobre una pista que puede estar en blanco o tener uno o varios registros de pozos representados. El software permite agregar por defecto solamente 8 pistas, ya que en caso de agregar más se tiene una visión muy pobre de cada uno de los registros representados; es decir, que esta característica no se considera como una deficiencia del sistema.

Otra dificultad que presenta el HDS es que no cuenta con un servicio que permita cargar diferentes registros de pozos a la vez, para que los trabajadores del CEINPET puedan hacer un estudio de la información petrofísica y le permita compararlos de una forma más cómoda. Esto solamente se logra cargando un registro a la vez, y con cada registro es necesario cerrar el sistema y volver a abrirlo con el nuevo registro al que se desea realizar el estudio de la información petrofísica, haciendo engorroso el trabajo con el mismo. Sin embargo el IP si permite realizar esta operación, separando cada representación de registro de pozo en diferentes áreas de trabajo, sin necesidad de cerrar el software y volver a abrirlo con el nuevo registro que se desea comparar.

Otra de las funcionalidades del HDS es que permite agregar, eliminar y cambiar formato de límites, que representa una propiedad de la petrofísica y también se pueden agregar fotos, en caso que se quiera una imagen que realice una descripción de lo que se quiera modelar o enfatizar en vez del texto que pueda generar el Memo o ambas, aunque por un problema de estética se escogen para describir los registros de pozos una de las dos formas o el Memo para agregar textos, o las imágenes.

Este software al ser propietario cuenta con una llave única para su uso. Estos restringen su utilización solamente a una computadora a la vez, dejando al resto del personal inactivo. Solamente puede ser usado en varias computadoras en dependencia de la cantidad de licencias que la empresa cuente del software en cuestión, que tienen por característica precios elevadísimos y sin la posibilidad de actualizar sus servicios.

Capítulo 1: *Fundamentación Teórica*

Esto trae como otro problema la falta de una visualización de registros, fundamental para el análisis petrofísico y necesario para todos los trabajadores vinculados con su estudio, pues solamente es visible por el que tenga conectado a su computadora la llave de la licencia, provocando pérdida de tiempo y poco aprovechamiento de los servicios del HDS.

Aunque no se ha trabajado mucho con el IP se pueden destacar en este software a diferencia del resto, presenta servicios que hacen el trabajo más cómodo y rápido. Luego de haber realizado un estudio de las utilidades que brinda cada sistema a los trabajadores de la entidad, se ha definido que el IP presenta componentes necesarios de integrar en la modelación del “Análisis y Diseño del Sistema para el análisis petrofísico”.

1.2.3. Situación problemática.

El CEINPET está avalado por una alta calificación y experiencia de trabajo, el cual se encarga de dar respuesta de forma integral a toda la actividad petrolera, desde la Exploración hasta la Refinación, en el proceso de investigación – desarrollo – producción. Parte de su trabajo es la petrofísica, que se encarga del estudio de las propiedades físicas de las rocas a través del análisis en laboratorio de núcleos y registros de pozos. Este centro actualmente realiza sus investigaciones con software (SW) propietarios obtenidos de empresas reconocidas internacionalmente dentro de los que se destacan el HDS y el IP que aunque realizan de forma eficiente el análisis petrofísico, hay que pagar sus costosas licencias.

Luego de ser adquiridos, no permiten realizar actualizaciones y debido a que son propietarios no se puede acceder a su código fuente para una posible mejora del mismo. La mayoría de estos software cuentan con una llave única que restringe su uso a una computadora a la vez haciendo engorroso el trabajo y despojando al resto de los trabajadores de su utilidad. Estos SW son elaborados para todo tipo de empresa, de esta forma se aleja de las necesidades específicas de los trabajadores del CEINPET y en muchas ocasiones se necesita de experiencia avanzada para trabajar con los mismos, siendo necesarios establecer cursos avanzados para preparar al personal de trabajo, perdiéndose en tiempo y recursos.

Los software que utiliza tienen funcionalidades similares unas con un grado de efectividad mayor que otras haciendo inutilizables las menos eficientes, pero el costo por las licencias de estos es el mismo.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Para poder obtener las actualizaciones de los software utilizados en la entidad, es necesario realizar otro pago que siendo menor que el pago inicial de la licencia, representa un freno para el desarrollo de la economía en nuestro país y debido al bloqueo en muchas ocasiones se realizan por terceras personas disminuyendo la probabilidad de obtener un producto fiable.

Nuestro país ha venido creciendo unido al desarrollo de las tecnologías y el surgimiento de grandes SW para el desarrollo económico de las empresas. En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), se han elaborado estudios que argumentan la importancia del software libre respecto al propietario en vista a desarrollar sistemas en plataforma libre que cumplan las mismas funcionalidades de los SW propietarios pero que sean aún más eficientes. Estos estudios son realizados a través del Polo productivo PetroSoft de la Facultad #9.

Por ello el “Análisis y Diseño del Sistema para el análisis petrofísico” propuesto por el Polo PetroSoft para darle solución a los problemas actuales de los trabajadores del CEINPET, está encaminada a diseñar un software en plataforma libre, que realice todo el proceso de análisis petrofísico para pozos petroleros, adaptado a las necesidades de trabajo en el CEINPET y contribuyendo a minimizar gastos en la economía de nuestro país, contribuyendo además a que la empresa sea productora de servicios de alto nivel para empresas petroleras tanto nacionales como internacionales.

1.3 Análisis de Otras Soluciones Existentes

Algunos de los software existentes que realizan los procesos de análisis petrofísicos se destaca **Carbonate Advisor** el cual ofrece un marco de trabajo sistemático y analítico para entregar oportunamente una evaluación petrofísica completa de rocas de carbonato. El sistema integra la información de la resonancia magnética y los datos de una espectroscopia elemental, así como otras entradas y datos del núcleo, para producir una evaluación única y completa de los reservorios de carbonatos. Siendo esto de vital importancia teniendo en cuenta que el 60% de las reservas convencionales mundiales de petróleo están contenidas en reservorios de carbonatos. [7]

Capítulo 1: *Fundamentación Teórica*

En pruebas de campo y en una gran variedad de reservorios de carbonato, las medidas de permeabilidad relativa y saturación de agua del Carbonate Advisor coincidieron con los datos del análisis discreto del núcleo. Estas mediciones continuas permitieron una predicción más precisa del flujo, que resultó así en un mejor desempeño de la producción. Puede ser aplicado fácilmente y con igual efectividad, si se usa con datos recién adquiridos o para acoplarse con datos adquiridos previamente. Maximiza el valor de todas las mediciones de entrada tomadas antes, usándolas para resolver problemas complejos. [7]

Otros de estos potentes software es el **NeuraPrep**, elaborado por la empresa Neuralog orientado a cubrir la brecha entre la vectorización y la utilización de la información final por parte del petrofísico. Permite la preparación de los registros, normalización y re-escalamiento de curvas, cambio en la lectura de curvas, generación de curvas sintéticas con parámetros preestablecidos a partir de curvas originales, filtrado de curvas con alto contenido de ruido y otras funciones necesarias para el análisis petrofísico. [9].

Además el NeuraPrep realiza corrección de deformación de imágenes (estiramientos, encogimientos, etc.), soporta la vectorización de registros de lodos, soporta la vectorización de escalas lineales, logarítmicas y multilineales, función para el copiado y pegado de curvas, cálculo automático entre las curvas de resistividad y conductividad, opción para el manejo de fuera de escalas, vectorización de curvas a color, generador de estadísticas de archivos LAS. Y herramientas para la verificación de la calidad de vectorización. Neuralog acepta imágenes TIFF a color, escala de grises o blanco y negro. Igualmente permite la importación de archivos formato LAS. Además Neuralog exporta archivos de pozos vectorizados en los formatos estándares más comunes de la industria petrolera a saber: LAS 1.2 y 2.0, AutoCad DXF, GeoQuest/IESX Card Image format, Landmark OpenWorks y ASCII tabulado. [9].

Un software utilizado por el CEINPET en el **IMAGO**, una herramienta integrada de análisis de imagen que combina un conjunto de funcionalidades que permiten: la caracterización micro-estructural de materiales metálicos y porosos como sinterizados, cerámicos y rocas a partir de imágenes 2D de microscopía; la modelación estocástica 3D de la micro-estructura para conservar parámetros geométricos medidos en las imágenes 2D; la simulación de procesos físicos en la estructura 3D y la determinación de

Capítulo 1: *Fundamentación Teórica*

propiedades macroscópicas, como por ejemplo, permeabilidad absoluta, permeabilidad relativa y conductividad térmica. [4].

Las aplicaciones **HDS** están diseñadas para una máxima flexibilidad, es decir para todo tipo de usuarios. Su proceso de desarrollo utiliza las mejores prácticas y tecnologías disponibles para sus tipos de aplicaciones. Continuamente actualiza las funcionalidades del usuario y las herramientas para facilitar un mejor flujo de trabajo de los procesos para los mismos. HDS se desarrolla en .NET, despliega diferentes métodos de prueba, control de calidad de procesos, y es amigable respecto al cliente. [3].

Otro software para el análisis petrofísico es el **SLOG**, diseñado para ofrecer capacidades interactivas versátiles para llevar a cabo análisis de pozo arriba convencionales, análisis de formaciones con baja permeabilidad e interpretación de agujeros con tubería. Las capacidades de SLOG incluyen Base de Pre-interpretación (Gráficas cruzadas automáticas y definidas por el usuario, sobre posiciones Z, histogramas y gráficas de probabilidad, análisis de regresión, litología, porosidad, evaluación de distribución de arcilla, gráficos de Pickett, etc), una variedad de listas tabulares y salidas en formato digital LAS, resúmenes de propiedades de roca por zona, sensibilidad de contadores de espesor neto en cuanto a la variación del valor de corte). [6].

COREPRO es una utilidad versátil para procesamiento tanto para pequeños como para grandes volúmenes de datos de núcleo de rutina. Los datos de núcleo pueden combinarse en archivos de pozos múltiples o subdividirse en capas discretas de yacimiento para preparar agrupaciones y promedios para describir la distribución de área y vertical de las propiedades físicas de un yacimiento. [6].

Las capacidades de COREPRO incluyen Promedios aritméticos, geométricos y armónicos por capa, Relaciones verticales a horizontales de permeabilidad, Filtrado de datos o promedios dinámicos, Valores de corte de permeabilidad controlados por porosidad, Permeabilidad saturada de seca a con agua salada Porosidad específica efectiva, Gráficas cruzadas, gráficas de probabilidad, histogramas, gráficas automáticas y definidas por el usuario, Gráficas de porosidad y permeabilidad acumulada, Ejes X, Y y Z, definidos por el usuario, Cómputo de bloques de permeabilidad para pronóstico de factor de recuperación,

Capítulo 1: *Fundamentación Teórica*

Incorporación interactiva de datos de producción para permitir correlaciones con el historia y calcular el área de drene efectiva. [6].

Para la obtención de Parámetros Petrofísicos está diseñado el software **KiSa**. Se puede utilizar en formaciones limpias y arcillosas (arenas), con las siguientes funciones: correcciones y análisis del volumen de arcilla, análisis de saturación de agua cálculo de porosidad y graficación de resultados cross-plots (gráficas cruzadas). [16].

El software tiene ventaja sobre otros paquetes porque no requiere de conocimientos de lenguajes especiales y los resultados obtenidos se presentan en forma visual como gráficas. KiSa tiene la facilidad de aplicarse en módulos, lo que permite la continuidad en la incorporación de diferentes opciones o aplicaciones (para carbonatos, pozos entubados, etc.), además de que cuenta con la capacidad de evaluar la saturación de agua, de diferentes formas y para distintos tipos de formaciones (arenas limpias y arcillosas), además de cumplir con la interpretación para realizar la evaluación de un pozo de forma confiable y accesible. [16].

Todos estos software tienen funcionalidades útiles en vista a realizar el diseño del sistema informático para el análisis petrofísico en el CEINPET. A través del análisis de los servicios que presentan cada uno se pueden establecer las bases para el diseño de un sistema informático en plataforma libre y exento de grandes gastos en licencia, que se adapte a las necesidades específicas de los trabajadores del CEINPET y que contribuya a realizar su trabajo más rápido y cómodo, a través de una interfaz amigable y sin la necesidad de contar con conocimientos avanzados para trabajar con el mismo.

1.4 Estudios realizados en yacimientos naturalmente facturados en Cuba.

El área donde mejor se desarrollan los yacimientos naturalmente fracturados en Cuba, es la franja de crudos pesados de la región noroccidental del país. Las características en las propiedades de sus reservorios no son comunes en la literatura especializada sobre petrofísica. Esta área está relacionada a las zonas de cabalgamientos de los pliegues escamas, donde las formaciones analizadas están

Capítulo 1: *Fundamentación Teórica*

representadas mayoritariamente por rocas carbonatadas de la Unidad Tectono-Estratigráfica Placetas. [11].

A su vez, las formaciones pueden subdividirse en unidades de flujo más generales desde el punto de vista productivo, de acuerdo a su permeabilidad. Los reservorios naturalmente fracturados pueden tener variaciones en sus propiedades, lo que conlleva a distintas producciones de fluidos según su distribución. La dificultad para su descripción reside en el grado de complejidad geológica de los yacimientos y en definir cómo se produce el paso de los fluidos a través de la roca. Estas secuencias pueden ser capaces de producir el petróleo pesado almacenado en ellas, característico de la región. [11].

En las distintas etapas del estudio, se utilizan software apropiados para facilitar el trabajo, los que pueden ser especializados, como el HDS para la interpretación de los registros o el IMAGO para el procesamiento de las imágenes, o bien estadísticos para establecer relaciones y generalizaciones (SPAD3.5, SPSS). Con estos materiales puede realizarse una evaluación del reservorio a distintas escalas. [11]

Para establecer el modelo petrofísico de los yacimientos naturalmente fracturados, es necesario tener en cuenta además de los registros o perfiles, todas las investigaciones que se realizan en los pozos. Utilizando esta metodología de trabajo pudo establecerse el modelo correcto para la simulación numérica de uno de los bloques del yacimiento Boca de Jaruco, con muy buenos resultados, demostrándose que la porosidad efectiva no presenta los niveles reflejados por los métodos neutrónicos, debido fundamentalmente a la presencia de fluidos residuales. [11]

1.5 ¿Por qué una empresa productora de software elegiría el modelo de Software Libre?

El Modelo de software libre se define por un programa que se distribuye bajo una licencia que garantice a quien lo recibe las siguientes libertades:

- Libertad de ejecutar el programa, con cualquier propósito.

Capítulo 1: *Fundamentación Teórica*

- Libertad de estudiar cómo funciona el programa y de adaptarlo a sus necesidades.
- Libertad de redistribuir copias del programa.
- Libertad de mejorar el programa y redistribuir dichas modificaciones.

Dentro de las grandes ventajas que brinda el modelo de software libre respecto al propietario se reúnen en tres razones principales por las cuales una empresa podría inclinarse por este modelo:

- Al optar por el modelo de desarrollo y distribución libre, la empresa queda habilitada a utilizar la gran cantidad de herramientas libres disponibles en la actualidad. Esto no sólo implica la ejecución de dichas herramientas, sino también la modificación de las mismas para adaptarlas a casos particulares y la exploración de sus mecanismos de funcionamiento para luego reutilizarlos en futuros desarrollos. De esta forma se obtiene una ventaja significativa respecto de aquellas empresas que basan su negocio en el modelo propietario o cerrado, que no pueden utilizar esta base de herramientas y conocimiento.
- El liberar un programa facilita enormemente su distribución y publicidad. De esta manera no es necesario invertir enormes sumas de dinero en campañas publicitarias y en marketing para poder competir con productos establecidos en el mercado.
- Si el producto en cuestión tiene suficientes méritos técnicos, con seguridad despertará el interés de un gran número de desarrolladores, usuarios y otras empresas en todo el mundo, lo cuales comenzarán a contribuir en su desarrollo, extensión y depuración. [5]

1.6 Propuesta de Solución

Después de analizar la situación actual que presenta el CEINPET, se propone realizar el Análisis y Diseño del sistema para el análisis petrofísico en pozos petroleros. El software se implementará sobre plataforma libre. Debe permitir a todos los trabajadores de la entidad realizar el estudio de la información petrofísica a través de servicios que se agrupen en módulos independientes y brinden respuesta rápida de

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

todo el flujo de información. El sistema informático para reservorios cubanos debe caracterizarse por estar acoplado a la forma y estilo de trabajo en la empresa. Su principal objetivo será garantizar menos gastos en la economía cubana, menor dependencia de empresas propietarias y debe presentar una estructura flexible para posteriores actualizaciones; en vista a lograr mejores resultados sobre la base de un ambiente cómodo y amigable para todos sus usuarios.

Con esta propuesta de solución se espera que el diseño del sistema informático que salga fruto de esta investigación, cumpla con los requerimientos que exigen los interesados y cubran las expectativas del CEINPET.

1.7 Conclusiones Parciales

Como una conclusión parcial de la investigación, en este capítulo se dieron a conocer conceptos asociados al dominio del problema. También las ventajas e importancia que representa el software libre respecto al propietario. Además se esclareció que El Centro de Investigaciones del Petróleo no cuenta con ningún sistema en plataforma libre para reservorios cubanos, que reúna las principales funcionalidades de cada software para el análisis petrofísico en pozos petroleros que garanticen realizar el estudio de la información petrofísica. Igualmente no presenta un SW que se adapte a las necesidades de sus trabajadores haciendo su trabajo más cómodo y rápido.

Se define teniendo en cuenta los beneficios que traerían el análisis y diseño de un sistema para el análisis petrofísico de pozos petroleros en el CEINPET, llevar a cabo esta investigación debido a la gran importancia que tienen para el desarrollo de nuestro país en la esfera económica y la explotación efectiva de los yacimientos que se han encontrado recientemente en la región noroccidental de Cuba; siguiendo de cerca a las grandes empresas que utilizan y elaboran estos sistemas informáticos con vista a lograr una mayor experiencia en el diseño y puesta en práctica.

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

Introducción

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), han evolucionado a medida que el desarrollo del conocimiento se ha puesto al servicio de las crecientes necesidades sociales. En la actualidad las empresas manifiestan muchos cambios en la apreciación de su efectividad y nivel de competitividad en el mercado. Esto se debe en gran medida al desarrollo de la tecnología informática, que contribuye a la gestión y transferencia de información.

Las TIC se destacan por favorecer la cultura de la innovación, por contribuir a la implantación de herramientas y soluciones factibles, así como fomentar la liberación de software y conocimiento aprovechando para ello las oportunidades que ofrecen de adaptarse con rapidez a los cambios del nuevo entorno. Dentro de los logros obtenidos a través de las TIC se encuentran poderosas herramientas que sirven de apoyo en la construcción de software para el desarrollo tanto económico, como social. Aunque no basta para la elaboración de software el uso de herramientas sin aplicar metodología(s) y procesos que guíen todo su desarrollo en vista a cumplir sus objetivos.

Es por ello que se hace imprescindible para el desarrollo eficiente de los sistemas informáticos actuales el uso de las mejores y más apropiadas metodologías, herramientas y procesos para lograr objetivos específicos. En este capítulo se abarcará el estudio de las metodologías más usadas para el desarrollo de software. Haciendo una comparación entre los tipos de metodologías que existen, analizando sus ventajas y desventajas enfocadas a modelar el Análisis y Diseño del Sistema para el análisis petrofísico en el CEINPET. Además se mencionarán los procesos principales a utilizar explicando brevemente su importancia y la de utilizar herramientas de Ingeniería de Software Asistida por Ordenador (CASE: Computer Aided Software Engineering,). Otro aspecto a tratar es el lenguaje de programación seleccionado y su importancia aplicada a los objetivos de la investigación.

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

2.1. Identificar la metodología más factible para el diseño del sistema.

Desarrollar un buen software depende de un sinnúmero de actividades y etapas, donde el impacto de elegir la mejor metodología para un equipo, en un determinado proyecto es trascendental para el éxito del producto. El papel preponderante de las metodologías es sin duda esencial en un proyecto y en el paso inicial, para guiar y organizar actividades que conlleven a las metas trazadas en el grupo.

Existen dos grupos fundamentales de metodologías, las Metodologías Tradicionales las cuales están pensadas para el uso exhaustivo de documentación durante todo el ciclo del proyecto y las Metodologías Ágiles que ponen vital importancia en la capacidad de respuesta a los cambios, la confianza en las habilidades del equipo y al mantener una buena relación con el cliente.

Dentro del desarrollo de software la necesidad de que los proyectos lleguen al éxito y se obtenga un producto de gran valor para nuestros clientes, generan grandes cambios en las metodologías adoptadas por los equipos de desarrollo de los mismos para cumplir sus objetivos, puesto que, unas se adaptan mejor que otras, al contexto del proyecto brindando mejores ventajas. Es por eso de la importancia de una metodología que cumpla con sus metas, y satisfaga mas allá de las necesidades definidas al inicio del proyecto.

2.1.1 Caracterizar las metodologías más usadas

Dentro de las metodologías más usadas se encuentran el Proceso Unificado de Rational (RUP), la programación extrema o extreme Programming (XP), Microsoft Solution Framework MSF, Scrum, Iconix, Cristal Methods, AUP entre otras. Estas metodologías mencionadas anteriormente se dividen en dos grandes grupos las Metodologías Tradicionales y las Metodologías Ágiles.

Las principales **metodologías tradicionales**, centran su atención en llevar una documentación exhaustiva de todo el proyecto y en cumplir con un plan estratégico y organizado del mismo definido fundamentalmente en la fase inicial de su desarrollo. Las metodologías tradicionales (formales) se focalizan en documentación, planificación y procesos (Plantillas, técnicas de administración, revisiones,

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

etc.). [18]. Dentro de las metodologías tradicionales se destacan el Rational Unified Process (RUP) y el Microsoft Solution Framework (MSF)⁴.

RUP es un proceso formal que provee un acercamiento disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Su objetivo es asegurar la producción de software de alta calidad que satisfaga los requerimientos de los usuarios finales (respetando cronograma y presupuesto). Fue desarrollado por Rational Software, y está integrado con toda la suite Rational de herramientas. Puede ser adaptado y extendido para satisfacer las necesidades de la organización que lo adopte. Utiliza UML como lenguaje de notación. [18]. Se representa por cuatro fases del ciclo de vida las cuales son: Inicio (Determinar la visión del proyecto), Elaboración (Determinar la arquitectura óptima), Construcción (Obtener la capacidad operacional inicial) y Transición (Obtener el Release del proyecto). [5] **(Anexo 1)**.

Presenta diferentes ventajas como la evaluación en cada fase que permite cambios de objetivos, funciona bien en proyectos de innovación, es sencillo ya que sigue los pasos intuitivos necesarios a la hora de desarrollar el software y presenta un seguimiento detallado en cada una de las fases. Entre sus desventajas se evidencia que la evaluación de riesgos es compleja y en muchos casos es catalogado por presentar una excesiva flexibilidad para algunos proyectos. [18]. Esta metodología de desarrollo tiene entre sus principales características que es iterativo incremental, centrado en la arquitectura y guiado por casos de uso.

La característica de RUP de ser **Iterativo Incremental** propone que cada fase se desarrolle en iteraciones. Una iteración involucra actividades de todos los flujos de trabajo, aunque desarrolla fundamentalmente algunos más que otros. Es práctico dividir el trabajo en pequeños pedazos o mini-proyectos. Cada mini-proyecto es una iteración que finaliza en un incremento. Las iteraciones se refieren a pasos en el flujo de trabajo, los incrementos se refieren a crecimiento en el producto. Para ser más efectivo, las iteraciones deben estar controladas, es decir, deben ser seleccionadas y llevadas a cabo de una manera planeada. [7].

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

La iteración trata con un grupo de casos de uso que en conjunto extienden la usabilidad del producto y trata con los riesgos más importantes. Las iteraciones sucesivas construyen los artefactos del desarrollo a partir del estado en el que fueron dejados en la iteración anterior. [7]

La iteración proporciona un resultado completo, de manera que el cliente pueda obtener los beneficios del proyecto de forma incremental. Para ello, cada requisito se debe completar en una única iteración: el equipo debe realizar todas las tareas necesarias para completarlo y que esté preparado para ser entregado al cliente con el mínimo esfuerzo necesario. De esta manera no se deja para el final del proyecto ninguna actividad arriesgada relacionada con la entrega de requisitos. [6]

En cada iteración el equipo evoluciona el proyecto o producto (hace una entrega incremental) a partir de los resultados completados en las iteraciones anteriores, añadiendo nuevos requisitos o mejorando los que ya fueron completados. Un aspecto fundamental para guiar el desarrollo iterativo e incremental es la priorización de los requisitos en función del valor que aportan al cliente. [6].

Se dice que RUP es una metodología **Dirigida por Casos de Uso** ya que un caso de uso es una pieza en la funcionalidad del sistema que le da al usuario un resultado de valor. Los casos de uso capturan los requerimientos funcionales. Todos los casos de uso juntos constituyen el modelo de casos de uso el cual describe la funcionalidad completa del sistema. Este modelo reemplaza la tradicional especificación funcional del sistema. [7]

Los casos de uso no son solamente una herramienta para especificar los requerimientos del sistema, también dirigen su diseño, implementación y pruebas, esto es, dirigen el proceso de desarrollo. Los casos de uso son desarrollados a la par con la arquitectura del sistema, esto es, los casos de uso dirigen la arquitectura del sistema y la arquitectura del sistema influencia la elección de los casos de uso. Por lo tanto, la arquitectura del sistema y los casos de uso maduran conforme avanza el ciclo de vida. [20]

Los casos de uso reflejan lo que los usuarios futuros necesitan y desean, lo cual se capta cuando se modela el negocio y se representa a través de los requerimientos. A partir de aquí los casos de uso guían el proceso de desarrollo ya que los modelos que se obtienen, como resultado de los diferentes flujos de trabajo, representan la realización de los casos de uso (cómo se llevan a cabo).

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

Para entender el planteamiento de que RUP está **Centrado en la Arquitectura** hay que tener en cuenta que el concepto de arquitectura de software involucra los aspectos estáticos y dinámicos más significativos del sistema. La arquitectura surge de las necesidades de la empresa, tal y como las interpretan los usuarios y otros stakeholders, y tal y como están reflejadas en los casos de uso. Sin embargo, también está influenciada por muchos otros factores, tales como la plataforma de software en la que se ejecutará, la disponibilidad de componentes reutilizables, consideraciones de instalación, sistemas legados, requerimientos no funcionales (ej. desempeño, confiabilidad). [20]

La arquitectura es la vista del diseño completo con las características más importantes hechas más visibles y dejando los detalles de lado. La arquitectura debe proveer espacio para la realización de todos los casos de uso, ambos deben evolucionar en paralelo. [20]

La arquitectura muestra la visión común del sistema completo en la que el equipo de proyecto y los usuarios deben estar de acuerdo, por lo que describe los elementos del modelo que son más importantes para su construcción, los cimientos del sistema que son necesarios como base para comprenderlo, desarrollarlo y producirlo económicamente. RUP se desarrolla mediante iteraciones, comenzando por los CU relevantes desde el punto de vista de la arquitectura. El modelo de arquitectura se representa a través de vistas en las que se incluyen los diagramas de UML.

MSF es un compendio de las mejores prácticas en cuanto a administración de proyectos se refiere. Más que una metodología rígida de administración de proyectos, MSF es una serie de modelos que puede adaptarse a cualquier proyecto de tecnología de información. [18]

Los equipos organizados bajo este modelo son pequeños y multidisciplinarios, en los cuales los miembros comparten responsabilidades y balancean las destrezas del equipo para mantenerse enfocados en el proyecto que están desarrollando. Comparten una visión común del proyecto y se enfocan en implementar la solución, con altos estándares de calidad y deseos de aprender. [18]

El modelo de equipos de MSF tiene seis roles que corresponden a las metas principales de un proyecto y son responsables por las mismas. Cada rol puede estar compuesto por una o más personas, la estructura circular del modelo, con óvalos del mismo tamaño para todos los roles, muestra que no es un

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

modelo jerárquico y que cada todos los roles son igualmente importantes en su aporte al proyecto. Aunque los roles pueden tener diferentes niveles de actividad durante las diversas etapas del proyecto, ninguno puede ser omitido. [18]

La comunicación se pone en el centro del círculo para mostrar que está integrada en la estructura y fluye en todas direcciones. El modelo apoya la comunicación efectiva y es esencial para el funcionamiento del mismo. [18] Todo proyecto es separado en cinco principales fases: Visión y Alcances, Planificación, Desarrollo, Estabilización e Implantación. (**Anexo 2**).

Presenta entre sus ventajas un conjunto de modelos, principios y lineamientos para diseñar y desarrollar soluciones empresariales de manera que todos los elementos de un proyecto (como: la gente, procesos, y herramientas) puedan ser administrados apropiadamente, provee prácticas probadas para planear, diseñar, desarrollar e implementar soluciones empresariales exitosamente; es flexible; se puede adaptar al diseño y desarrollo de una amplia gama de proyectos de una empresa; combina los mejores principios del modelo en cascada y del modelo en espiral. [2]

Combina la claridad que planea el modelo en cascada y las ventajas de los puntos de transición del modelo en espiral; incorpora a su equipo de trabajo un rol más en relación a su anterior versión, que es, el Rol de Arquitectura; hace un análisis completo sobre que roles pueden fusionarse, combinarse, es decir que roles pueden ser desarrollados por una sola persona; existe mayor vinculación con el cliente como también orientado al trabajo en equipo y siendo una metodología adaptable al proyecto, le permite ser más flexible que el RUP, garantizando la probabilidad de éxito del proyecto mediante el análisis de riesgo. [19]

Sin embargo esta metodología presenta una gran dificultad que no presenta Rup y es que los precios de licencias, capacitación y soporte por parte de Microsoft son excesivamente caros. [19]

Las **metodologías ágiles** se basan en dos aspectos puntuales, el retrasar las decisiones y la planificación adaptativa, esto permite potenciar aún más el desarrollo de software a gran escala. Dentro de sus principales ideas están que los individuos y las interacciones entre ellos son más importantes que las herramientas y los procesos empleados, es más importante crear un producto software que funcione

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

que escribir documentación exhaustiva, la colaboración con el cliente debe prevalecer sobre la negociación de contratos y la capacidad de respuesta ante un cambio es más importante que el seguimiento estricto de un plan. [18]. Algunas de las metodologías ágiles más usadas están Modelo de Extreme Programming (XP), AUP (Agile Unified Process), Scrum e Iconix.

La más destacada de los procesos ágiles de desarrollo de software es **XP**, formulada por Kent Beck. La programación extrema se diferencia de las metodologías tradicionales principalmente en que pone más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad. [18]

Dentro de sus características fundamentales del método se encuentran desarrollo iterativo e incremental que permite pequeñas mejoras; pruebas unitarias continuas, frecuentemente repetidas y automatizadas, incluyendo pruebas de regresión; programación por parejas permitiendo que el código sea revisado y discutido mientras se escribe proponiendo que la mayor calidad del código escrito de esta manera sea más importante que la posible pérdida de productividad inmediata; frecuente interacción del equipo de programación con el cliente o usuario; corrección de todos los errores antes de añadir nueva funcionalidad. [18]

Otras de sus características más importantes incluyen la Refactorización del código, es decir, reescribir ciertas partes del código para aumentar su legibilidad y mantenimiento pero sin modificar su comportamiento; propiedad del código compartida, este método promueve el que todo el personal pueda corregir y extender cualquier parte del proyecto; simplicidad en el código, la simplicidad y la comunicación son extraordinariamente complementarias. Con más comunicación resulta más fácil identificar qué se debe y qué no se debe hacer. Mientras más simple es el sistema, menos tendrá que comunicar sobre este, lo que lleva a una comunicación más completa, especialmente si se puede reducir el equipo de programadores. [18] (**Anexo 3**).

Se destaca por su cualidad de ser Apropiado para entornos volátiles; estar preparados para el cambio, significa reducir su coste; planificación más transparente para nuestros clientes, conocen las fechas de entrega de funcionalidades; permitirá definir en cada iteración cuales son los objetivos de la siguiente; permite tener realimentación de los usuarios; la presión esta a lo largo de todo el proyecto y no en una

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

entrega final pero tiene algunas desventajas como la necesidad de Delimitar el alcance del proyecto con el cliente. [18]

2.1.2 Selección de la metodología adecuada

Si analizamos que las metodologías ágiles pese a que permiten disminuir costos y brindar flexibilidad a los proyectos de software, se deben aplicar en proyectos donde exista mucha incertidumbre donde el entorno es volátil, donde los requisitos no se conocen con exactitud, esto nos lleva a escoger una metodología tradicional, ya que estas obligan al cliente a tomar las decisiones al inicio del proyecto.

Las Metodologías Tradicionales están basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo mientras que las ágiles están basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código siendo ineficiente aplicarla en un sistema donde se pueden identificar y definir claramente sus requerimientos tanto funcionales como no funcionales. Otra de las diferencias que llevaron a que se tomara la decisión de usar una metodología tradicional en vez de una ágil, es que las primeras presentan resistencia a los cambios y son impuestas externamente es decir por el cliente mientras que las segundas permiten que se produzcan cambios durante el proyecto. [18].

Las Metodologías Tradicionales cumplen con los objetivos primordiales a la hora de realizar la ingeniería requerida para el “Análisis y Diseño para el Sistema de análisis petrofísico en el CEINPET” ya que a diferencia de las Ágiles, es un proceso mucho más controlado, con numerosas políticas/normas, el cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones, la arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos y por último existe un contrato prefijado haciendo mucho más formal, planificada, organizada y efectiva la interacción cliente-desarrollador durante el desarrollo del software, permitiendo obtener un producto que represente las necesidades y expectativas del CEINPET.

Para establecer cuál de las metodologías tradicionales es la que se debe aplicar es necesario comparar Rational Unified Process (RUP) y Microsoft Solution Framework (MSF)⁴ teniendo en cuenta que RUP tiene como ventaja el hecho de ser un proceso formal, ya que provee un acercamiento disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo aunque es de destacar que MSF que es un compendio de las mejores prácticas en cuanto a administración de proyectos se refiere.

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

MSF presenta una ventaja respecto a Rup en cuanto a su flexibilidad, ya que existe mayor vinculación con el cliente como también orientado al trabajo en equipo, siendo una metodología adaptable al proyecto. Pero esto no significa que Rup no sea flexible, al contrario en algunas ocasiones se le señala su excesiva flexibilidad para algunos proyectos, además esta metodología se destaca por realizar una evaluación en cada fase que permite cambios de objetivos y funciona bien en proyectos de innovación no siendo así en MSF.

MSF se representa por una serie de modelos que puede adaptarse a cualquier proyecto de tecnología de información, mientras que Rup utiliza UML como lenguaje de notación y a diferencia de MSF, Rup está integrado con toda la suite Rational de herramientas y puede ser adaptado y extendido para satisfacer las necesidades de la organización que lo adopte siguiendo una estructura característica que le permite asegurar una producción de software de alta calidad que satisfaga los requerimientos de los usuarios finales. Además a diferencia de MSF es una metodología que tiene entre sus principales ventajas ser iterativo incremental, guiado por casos de uso y centrado en la arquitectura.

Otra de las desventajas de MSF es que los precios de licencias, capacitación y soporte por parte de Microsoft son excesivamente caros. Además que la metodología RUP es la más adaptable para proyectos de largo plazo. Luego de haber realizado un estudio de las ventajas y desventajas de las metodologías anteriores se ha llegado a la conclusión que la metodología de desarrollo a utilizar en nuestro proyecto es RUP.

2.2. Selección del Lenguaje de Modelación.

Para modelar el Análisis y Diseño del Sistema para el análisis petrofísico se utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) siguiendo la metodología RUP.

UML es un conjunto de herramientas, que permite modelar (analizar y diseñar) sistemas orientados a objetos, se puede usar para modelar distintos tipos de sistemas: sistemas de software, sistemas de hardware, y organizaciones del mundo real. [21].

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

Es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el OMG (Object Management Group). Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocio y funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes reutilizables.[21]

Es importante resaltar que UML es un "lenguaje" para especificar y no para describir métodos o procesos. Se utiliza para definir un sistema, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir. En otras palabras, es el lenguaje en el que está descrito el modelo. Se puede aplicar en el desarrollo de software entregando gran variedad de formas para dar soporte a una metodología de desarrollo de software (tal como el Proceso Unificado Racional o RUP), pero no especifica en sí mismo qué metodología o proceso usar. UML no puede compararse con la programación estructurada, pues UML significa Lenguaje Unificado de Modelado, no es programación, solo se diagrama la realidad de una utilización en un requerimiento. [21]

Ofrece diagramas en los cuales modelar sistemas los Diagramas de Estructura Estática que se enfatizan en los elementos que deben existir en el sistema modelado; es decir, describen las propiedades estructurales del sistema; Diagramas de Clases para modelar la estructura estática de las clases en el sistema, contiene un conjunto de clases, interfaces y colaboraciones; así como sus colaboraciones; Diagramas de Objetos para modelar la estructura estática de los objetos en el sistema, contiene un conjunto de objetos y sus relaciones; Diagramas de Casos de Uso para modelar los procesos del negocio, contiene un conjunto de casos de uso y actores y sus relaciones. [21]

Los Diagramas de Comportamiento enfatizan en lo que debe suceder en el sistema modelado. Incluyen los Diagramas de Interacción que enfatiza sobre el flujo de control y de datos entre los elementos del sistema modelado, contienen objetos y sus relaciones, incluyendo los mensajes que pueden ser enviados entre ellos: Diagramas de Secuencia para modelar el paso de mensajes entre objetos; Diagramas de Colaboración para modelar interacciones entre objetos. Diagramas de estado para modelar el comportamiento de los objetos en el sistema, muestra una máquina de estado que consta de estado,

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

transiciones, eventos y actividades y los Diagramas de Actividad para modelar el comportamiento de los Casos de Uso, objetos u operaciones, es un tipo especial de diagrama de estados que muestra el flujo de actividades dentro de un sistema. [21]

Los Diagramas de Implementación para modelar la distribución del sistema; que incluyen Los Diagramas de Componentes para modelar componentes; es decir, Organización y las dependencias entre un conjunto de componentes y El Diagrama de despliegue, que permite la configuración de nodos de procesamiento en tiempo de ejecución y los componentes que residen en ellos.[21]

UML capta la información sobre la estructura estática y el comportamiento dinámico de un sistema. Un sistema se modela como una colección de objetos discretos que interactúan para realizar un trabajo que finalmente beneficia a un usuario externo. El lenguaje de modelado pretende unificar la experiencia pasada sobre técnicas de modelado e incorporar las mejores prácticas actuales en un acercamiento estándar. Permite además modelar sistemas utilizando técnicas orientadas a objetos (OO); Permite especificar todas las decisiones de análisis, diseño e implementación, construyéndose así modelos precisos. [21]

Puede conectarse con lenguajes de programación (Ingeniería directa e indirecta); Permite documentar todos los artefactos de un proceso de desarrollo (requisitos, arquitectura, pruebas, versiones, etc.); Cubre las cuestiones relacionadas con el tamaño propio de los sistemas complejos y críticos; Es un lenguaje muy expresivo que cubre todas las vistas necesarias para desarrollar y luego desplegar los sistemas; Existe un equilibrio entre expresividad y simplicidad, pues no es difícil de aprender ni de utilizar; Permite establecer conceptos y artefactos ejecutables; Es considerado como el mejor soporte a la planeación y al control de proyectos y Permite una alta reutilización y minimización de costos.[22]

2.3. Caracterizar herramientas y procedimientos más usados.

Las herramientas CASE (Computer Aided Software Engineering, Ingeniería de Software Asistida por Ordenador) son diversas aplicaciones informáticas destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de software reduciendo el coste de las mismas en términos de tiempo y de dinero.

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

Consiste en el uso de software para la ayuda del desarrollo y mantenimiento del software. Son las herramientas relacionadas con el análisis y el diseño. Estas herramientas permiten la Generación de código a partir del modelo e ingeniería inversa; Editores UML; Herramientas de gestión de configuración incluyendo control de versiones. [23]

Estas herramientas nos pueden ayudar en todos los aspectos del ciclo de vida de desarrollo del software en tareas como el proceso de realizar un diseño del proyecto, calculo de costes, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores entre otras.

Persigue como objetivos fundamentales Mejorar la productividad en el desarrollo y mantenimiento del software; Aumentar la calidad del software; Mejorar el tiempo y coste de desarrollo y mantenimiento de los sistemas informáticos; Mejorar la planificación de un proyecto; Aumentar la biblioteca de conocimiento informático de una empresa ayudando a la búsqueda de soluciones para los requisitos; Automatizar, desarrollo del software, documentación, generación de código, pruebas de errores y gestión del proyecto; Ayuda a la reutilización del software, portabilidad y estandarización de la documentación; Gestión global en todas las fases de desarrollo de software con una misma herramienta; Facilitar el uso de las distintas metodologías propias de la ingeniería del software. Entre las herramientas CASE que existen se destacan Rational Rose de IBM y Visual Paradigm for UML [21], además del Enterprise Architect.

El producto más completo de la familia Rational Rose es el **Rational Rose Enterprise**. Todos los productos Rational Rose incluyen soporte Unified Modeling Language (UML). Rational Rose Enterprise es la mejor elección para el ambiente de modelado que soporte la generación de código a partir de modelos en Ada, ANSI C++, C++, CORBA, Java/J2EE, Visual C++ y Visual Basic. [24]

Como todos los demás productos Rational Rose, proporciona un lenguaje común de modelado para el equipo que facilita la creación de software de calidad más rápidamente. Entre sus principales características se incluyen Soporte para análisis de patrones ANSI C++, Rose J y Visual C++; Control por separado de componentes modelo que permite una administración más granular y el uso de modelos. [8].

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

Soporte de ingeniería Forward y/o reversa para algunos de los conceptos más comunes de Java 1.5; La generación de código Ada, ANSI C ++, C++, CORBA, Java y Visual Basic, con capacidad de sincronización modelo- código configurables Soporte Enterprise Java Beans 2.0; Capacidad de análisis de calidad de código; El Add-In para modelado Web provee visualización, modelado y las herramientas para desarrollar aplicaciones de Web; Modelado UML para trabajar en diseños de base de datos, con capacidad de representar la integración de los datos y los requerimientos de aplicación a través de diseños lógicos y físicos. [24]

Capacidad de crear definiciones de tipo de documento XML (DTD) para el uso en la aplicación; Integración con otras herramientas de desarrollo de Rational; Capacidad para integrarse con cualquier sistema de control de versiones SCC-compliant; Publicación web y generación de informes para optimizar la comunicación dentro del equipo. [24]

Rational Rose domina el mercado de herramientas para el análisis, modelado, diseño y construcción orientada a objetos, tiene todas las características que los desarrolladores, analistas, y arquitectos exigen – soporte UML incomparable. La corporación Rational Rose ofrece el Proceso Unificado de Rational (RUP), que unifica las mejores prácticas de muchas disciplinas en un consistente y completo proceso del ciclo de vida, que permite al equipo de desarrollo disminuir los tiempos de liberación. Rose es una herramienta con plataforma independiente que ayuda a la comunicación entre los miembros del equipo, a monitorear el tiempo de desarrollo y a entender el entorno de los sistemas. Dentro de los Sistemas Operativos y Plataformas de Hardware Apropriadas. [24] se encuentran:

- Windows 2000
- Windows NT
- Windows XP

Presenta como ventaja pertenecer a la familia de productos IBM que son herramientas clásicas de modelado UML y una solución de desarrollo conducidas por los modelos. Soporta UML 1.4, que no es la especificación más reciente. [25].

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

Visual Paradigm for UML (VP-UML) es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. El software de modelado UML ayuda a una más rápida construcción de aplicaciones de calidad, mejores y a un menor coste. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. [26]

Dentro de sus características presenta: [26]

- Soporte de UML versión 2.1
- Diagramas de Procesos de Negocio - Proceso, Decisión, Actor de negocio, Documento Modelado colaborativo con CVS y Subversion.
- Interoperabilidad con modelos UML2 (meta modelos UML 2.x para plataforma Eclipse) a través de XMI.
- Ingeniería de ida y vuelta
- Ingeniería inversa -Código a modelo, código a diagrama
- Ingeniería inversa Java, C++, Esquemas XML, XML,.NET exe/dll, CORBA IDL
- Generación de código-Modelo a código, diagrama a código
- Editor de Detalles de Casos de Uso- Entorno todo-en-uno para la especificación de los detalles de los casos de uso, incluyendo la especificación del modelo general y de las descripciones de los casos de uso
- Diagramas EJB -Visualización de sistemas EJB.
- Generación de código y despliegue de EJB's -Generación de beans para el desarrollo y despliegue de aplicaciones. Diagramas de flujo de datos.
- Soporte ORM -Generación de objetos Java desde la base de datos Generación de bases de datos - Transformación de diagramas de Entidad-Relación en tablas de base de datos Ingeniería inversa

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

de bases de datos - Desde Sistemas Gestores de Bases de Datos (DBMS) existentes a diagramas de Entidad-Relación.

- Generador de informes para generación de documentación
- Distribución automática de diagramas - Reorganización de las figuras y conectores de los diagramas UML Importación y exportación de ficheros XMI
- Integración con Visio -Dibujo de diagramas UML con plantillas de MS Visio Editor de figuras.

Presenta como ventajas fundamentales el hecho de ser una herramienta multiplataforma de modelado visual UML y una herramienta CASE muy potente y fácil de utilizar. Además VP-UML aporta a los desarrolladores de software una plataforma de desarrollo puntera para construir aplicaciones de calidad mejores y más baratas con rapidez. Aporta una excelente interoperabilidad con otras herramientas CASE y muchos de los entornos IDE líderes del mercado. [25]

La herramienta **Enterprise Architect (EA)** combina el poder de la última especificación UML 2.1 con alto rendimiento e interfaz intuitiva. Es una herramienta comprensible de diseño y análisis UML, cubriendo el desarrollo de software desde el paso de los requerimientos a través de las etapas del análisis, modelos de diseño, pruebas y mantenimiento. Es una herramienta multi-usuario, basada en Windows, diseñada para ayudar a construir software robusto y fácil de mantener. Ofrece salida de documentación flexible y de alta calidad [33].

Enterprise Architect presenta un ambiente fácil de usar, rápido y flexible. Enterprise Architect provee trazabilidad completa desde el análisis de requerimientos hasta los artefactos de análisis y diseño, a través de la implementación y el despliegue. Combinados con la ubicación de recursos y tareas incorporados para entregar proyectos en tiempo. [33]

EA soporta generación e ingeniería inversa de código fuente para muchos lenguajes populares, incluyendo C++, C#, Java, Delphi, VB.Net, Visual Basic y PHP. EA le ayuda a visualizar sus aplicaciones soportando ingeniería inversa de un amplio rango de lenguajes de desarrollo de software y esquemas de repositorios de base de datos [33].

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

2.3.1 Selección de la herramienta y procedimiento.

Aunque en el estudio de las herramientas anteriores se pudo concluir que todas presentan características y ventajas suficientes para realizar un software con calidad; El Análisis y Diseño del Sistema para el análisis petrofísico se realizará a través de la herramienta Visual Paradigm for UML (VP-UML) ya que representa una colección premiada de herramientas que facilita a las organizaciones visuales y el diagrama de diseño.

También porque la herramienta ayuda a realizar todo el modelo de construcción y despliegue del software. Además de contar con funcionalidades más avanzadas respecto al Rational Rose Enterprise que hacen el trabajo más rápido y cómodo y por caracterizarse como una herramienta de libre uso (Freeware), teniendo en cuenta además las experiencias obtenidas en proyectos anteriores y en correspondencia como herramienta usada en los proyectos del Polo PetroSoft de la facultad #9 de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Aunque el Enterprise Architect es una herramienta de modelación UML 2.1 flexible, completa y poderosa y que su licencia de uso es mucho más barata en comparación con el Rational Rose [34]; trabaja en plataforma Windows mientras que la herramienta Visual Paradigm para UML es muy fácil de usar, soporta también la última notación UML 2.1, presenta ingeniería inversa, generación de código, importación desde Rational Rose, generador de informes, editor de figuras, se integra fácilmente con MS Visio, plug-in, IDE con Visual Studio, IntelliJ IDEA, Eclipse, NetBeans y otros. Además de generar código Java, lenguaje de programación que se utilizará en la posterior implementación del sistema.

2.4. Lenguaje de programación a utilizar.

El lenguaje de programación para realizar la posterior implementación del sistema informático para el análisis petrofísico será Java.

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

Este lenguaje presenta como sus características fundamentales ser orientado a objetos además que toma en sí mismo mucha de su sintaxis de C y C++. Otra de sus características es que es un lenguaje multiplataforma, es decir sus aplicaciones pueden correr tanto en Windows como en Linux haciendo que muchos usuarios lo usen indistintamente. Más allá de la portabilidad básica que posee por ser de arquitectura independiente implementa otros estándares de portabilidad para facilitar el desarrollo. [27]

Otra característica es su recolector de basura por así llamarlo. En Java, el programador determina cuándo se crean los objetos y el entorno en tiempo de ejecución de Java es el responsable de gestionar el ciclo de vida de los objetos. Cuando no quedan referencias a un objeto, el recolector de basura de Java borra el objeto, liberando así la memoria que ocupaba previniendo posibles fugas creado y únicamente usado dentro de un método sólo tiene entidad dentro de éste; al salir del método el objeto es eliminado. Esto permite una fácil creación y eliminación de objetos, mayor seguridad y puede que más rápida que en C++. [27]

Java ofrece toda la funcionalidad de un lenguaje potente, pero sin las características menos usadas y más confusas de éste. Se diseñó para proporcionar un rápido y fácil aprendizaje. Soporta las tres características propias del paradigma orientado a objetos: encapsulación, herencia y polimorfismo. Cuenta con extensas capacidades de interconexión TCP/IP, lo que hace que los programadores puedan acceder a la información en la red como si accedieran a ficheros locales. [27].

Todas las ventajas que trae consigo Java combinadas en una aplicación escritorio inducen a obtener un software más rápido debido a que propicia menor tiempo de respuesta; la interfaz de usuario y la navegación es más rápida, no necesita de una conexión a Internet ya que funciona en la intranet de la empresa atenuando el fácil acceso a los recursos locales como el disco duro, la impresora, el ratón, el teclado, etc.

2.5. Conclusiones Parciales

Podemos concluir diciendo que el éxito del producto depende en gran parte de la metodología escogida, donde se pueda maximizar el potencial de trabajo y aumentar la calidad del producto con los recursos y

Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías actuales a desarrollar

tiempos establecidos. La metodología RUP cumple con las expectativas de lograr modelar el Análisis y Diseño del Sistema para el análisis petrofísico de manera cómoda y eficiente ya que cuenta entre sus principales ventajas ser Iterativo Incremental, Dirigido por Casos de Uso y Centrado en la Arquitectura. La herramienta escogida para realizar el modelado del software es Visual Paradigm for UML (VP-UML) ya que cuenta entre sus principales ventajas el hecho de ser una herramienta multiplataforma de modelado visual UML y una herramienta CASE muy potente y fácil de utilizar. Además de contar con disímiles servicios para hacer el trabajo más cómodo.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

Capítulo 3: Presentación de la solución propuesta

Introducción

En este capítulo se hace referencia al ambiente en el que se desarrolla el negocio. Se hace una descripción detallada de los actores, trabajadores, y casos de uso que intervienen, así como sus diagramas correspondientes, que ayudan a una mayor comprensión del mismo como base para establecer la estructura del sistema correspondiente. Además se plantearán las reglas del negocio elaboradas a partir del criterio establecido por el cliente.

Se abundará en la descripción del sistema propuesto en vista a enfocarse en los servicios principales e imprescindibles para cumplir con los requerimientos establecidos por los ejecutivos del CEINPET. Se enfatizará en la descripción detallada de los casos de uso del sistema para brindar una mayor visión entre los desarrolladores del mismo, a través también de los prototipos de interfaz de usuario como una propuesta inicial del sistema informático en cuestión. También se describen los artefactos que se generan en esta etapa, prestando vital importancia al glosario de términos que contendrá los conceptos fundamentales para su comprensión en la construcción del software. Siempre con el objetivo de llegar a un acuerdo con el cliente, acentuando sus necesidades.

3.1 Modelo de Negocio

Los objetivos del moldeamiento del negocio son:

- Comprender la estructura y la dinámica de la organización en la cual se va a implantar un sistema.
- Comprender los problemas actuales de la organización e identificar las mejoras potenciales.
- Asegurar que los consumidores, usuarios finales y desarrolladores tengan un entendimiento común de la organización.
- Derivar los requerimientos del sistema que va a soportar la organización.[50]

Capítulo 3: *Presentación de la Solución propuesta*

3.1.1 Identificar actores y trabajadores.

Los **actores**: Es cualquier individuo, grupo, entidad, organización, máquina o sistema de información externos; con los que el negocio interactúa. Los actores del negocio interactúan con el negocio enviando y recibiendo mensajes. Esto se muestra por la llamada asociación de comunicación entre el actor del negocio y el caso de uso del negocio que representa al proceso. [50]

Los **trabajadores** del negocio son personas o sistemas dentro del negocio que realizan las actividades que están comprendidas dentro de un caso de uso del negocio. Además se encuentran dentro de la frontera del negocio y son los posibles a convertirse en usuarios del sistema que se quiere construir.

| Actor | Descripción |
|---------|--|
| Cliente | Son las personas que pueden solicitar Investigaciones de Pozos a través de proyectos que se llevan a cabo en el CEINPET. Son las personas que además pueden pedir un Informe con la descripción de los resultados obtenidos en las diferentes etapas del desarrollo de la investigación. |

Tabla 1 Descripción de los Actores del Negocio

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

| Trabajador | Descripción |
|---|--|
| Director de Exploración | Son las personas encargadas de dirigir, controlar y distribuir el trabajo a los Jefes de Proyectos y de Áreas en la Dirección de Exploración del CEINPET. Son las personas que además Interactúan con la Dirección General del CEINPET, y con la información que le suministran los jefes subordinados que luego es recogida en un Informe Final y después de aprobado se envía a CUPET a través de la Dirección de Proyectos. |
| Jefe de Proyecto de Atención a Pozos | Son las personas encargadas de asignar, revisar y controlar el trabajo de cada especialista de Atención a Pozos, entre los que se encuentran los petrofísicos. Son las personas encargadas de al final de cada etapa elabora un Informe Integral con los resultados de cada especialista y lo presenta ante el consejo Científico Ramal, presidido por el Director de Exploración. |
| Jefe de Proyecto de Evaluación de la Perforación en Aguas Profundas | Son las personas encargadas de asignar, revisar, y controlar el trabajo de cada especialista, entre los que se encuentran los petrofísicos, para evaluar la posibilidad de Perforar nuevos pozos en Aguas Profundas. Son las personas encargadas de al final de cada etapa elabora un Informe Integral con los resultados de cada especialista y lo presenta ante el consejo Científico Ramal, presidido por el Director de Exploración. |
| Petrofísico | Son las personas encargadas de realizar los estudios sobre las propiedades físicas de las rocas, como reservorios y sellos a partir de los Registros de Pozo. Son las personas encargadas de utilizar los datos de los ficheros .LAS como entrada y obtiene como resultado la evaluación de las formaciones. Son las personas encargadas de elaborar Informes Valorativos sobre sus resultados obtenidos durante las diferentes etapas de desarrollo de las investigaciones. |

Tabla 2 Descripción de los Trabajadores del Negocio

Capítulo 3: *Presentación de la Solución propuesta*

3.1.2 Descripción del negocio

El Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), se establece como una alternativa más para ayudar al desarrollo económico del país. Éste realiza investigaciones desde la Exploración hasta la Refinación. Antiguamente cuando no habían registros digitales, todo se registraba en el papel, y en esos registros de papel los petrofísicos, encargados de realizar el análisis de los procesos petrofísicos en la entidad, hacían una división en capas por criterios establecidos, y llevaban los valores promedio a cartas o planchetas para obtener los resultados de la interpretación (1975). [38]

Un poco más tarde, con los registros en papel y la división en capas se utilizaban pequeños programas para agilizar los cálculos. Se introducían los valores dato por dato para ser perforado en cintas de papel o tarjetas, para ser leídas por las máquinas CID-201B que fueron las primeras creadas en Cuba. Pero al ver que se necesitaban máquinas más potentes y con la introducción de las primeras computadoras se diseñaron programas para la interpretación que podían requerir análisis gráficos. Los datos se introducían en filas de datos tecleados por el usuario (1985). [38]

Por último con la llegada de los registros Schlumberger en la década del 90, aparecen los registros en papel y digitales, conocidos también como (.LAS). Antes de contar con el software propietario especializado (HDS), representaban el .LAS mediante la aplicación Excel o mediante el Grapher, usado para representar las curvas de los registros. Se graficaba la profundidad contra cada una de las variables que aparecía en la matriz de datos, sin tener en cuenta el encabezado que distingue al .LAS. En este registro se podía introducir todas las variaciones necesarias ya sea cambiar escalas, cambiar límites de profundidad, cambiar colores y formatos de las curvas. [38]

3.1.3 Reglas del Negocio

Las reglas de negocio describen políticas que deben cumplirse. Son condiciones que deben satisfacerse, por lo que regulan algún aspecto del negocio.

- El Informe Final solamente puede ser entregado al Cliente por el Director de Exploración a través de la Dirección de Proyectos del CEINPET.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

- El Informe Integral solamente puede ser entregado al Director de Exploración por el Jefe de proyecto de Atención a Pozos y el Jefe de Proyecto de Evaluación de la Perforación en Aguas Profundas.
- El Informe Valorativo es realizado solamente por el petrofísico, para reflejar sus resultados obtenidos durante las diferentes etapas de desarrollo de las investigaciones.
- El Informe Valorativo solamente puede ser entregado al Jefe de Área a la que pertenece dentro de la entidad el Petrofísico en cuestión.
- El Petrofísico podrá cargar el archivo .LAS o .TXT, para realizar el análisis correspondiente, de la Base de Datos del CEINPET.
- Cada Petrofísico podrá realizar el proceso de análisis petrofísico de manera individual y personalizada, cambiando la representación del fichero .LAS o .TXT en dependencia de sus objetivos con la investigación.
- Solamente el Petrofísico podrá interactuar con el sistema.
- Luego que se obtiene la Evaluación de las Formaciones, solamente el Jefe de Proyecto puede disponer de él. Para evitar que se use en fines lucrativos, lejos de las expectativas y objetivos del CEINPET.

Capítulo 3: *Presentación de la Solución propuesta*

3.1.4 Diagrama de Casos de Uso del Negocio

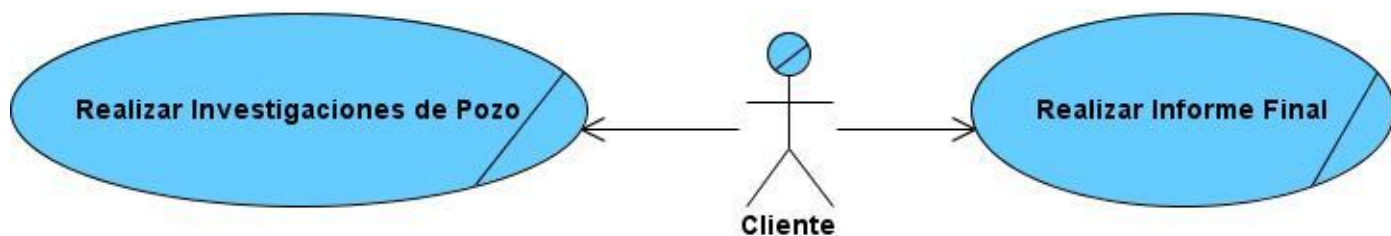


Figura 1 Diagrama de Casos de Uso del Negocio

3.1.5 Descripción Textual de los Casos de Uso del Negocio

En la descripción textual de los casos de uso del negocio se detallan las actividades que se realizan dentro de los procesos, dando así un mayor entendimiento y seguimiento del mismo.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

Realizar Investigaciones de Pozo

| | |
|--|---|
| Caso de uso del negocio | Realizar Investigaciones de Pozo |
| Actores | Cliente |
| Trabajadores | Petrofísico |
| Resumen | El caso de uso se inicia cuando el cliente solicita realizar las Investigaciones de Pozo que necesita a través de proyectos que se llevan a cabo en el CEINPET y finaliza cuando recibe la Evaluación de las Formaciones. |
| Casos de uso asociados | |
| Acción del actor | Respuesta del Trabajador |
| 1. El cliente solicita las Investigaciones de Pozo que necesita. | 2. El Petrofísico realiza los estudios sobre las propiedades físicas de las rocas, como reservorios y sellos a partir de los Registros de Pozo. |
| | 3. El Petrofísico utiliza los datos de los ficheros .LAS o .TXT como datos iniciales para su trabajo. |
| | 4. El Petrofísico carga el archivo .LAS o .TXT |
| | 5. El Petrofísico visualiza el archivo .LAS o .TXT a través de una plantilla (creada o por defecto). |
| | 6. El Petrofísico obtiene la Evaluación de las formaciones. |
| | 7. El Petrofísico entrega la Evaluación de las formaciones |
| 8. El Cliente recibe la Evaluación de las formaciones | |
| Otras Secciones | |
| Mejoras Propuestas | Se podrán obtener los procesos de análisis petrofísicos de forma digital y se podrán realizar mayor cantidad de operaciones sobre la representación de los ficheros .LAS o .TXT que ameriten a la investigación. |

Tabla 3 Descripción del Caso de Uso del Negocio Realizar Investigaciones de Pozo

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

3.1.6 Diagramas de actividades.

Realizar Investigaciones de Pozo

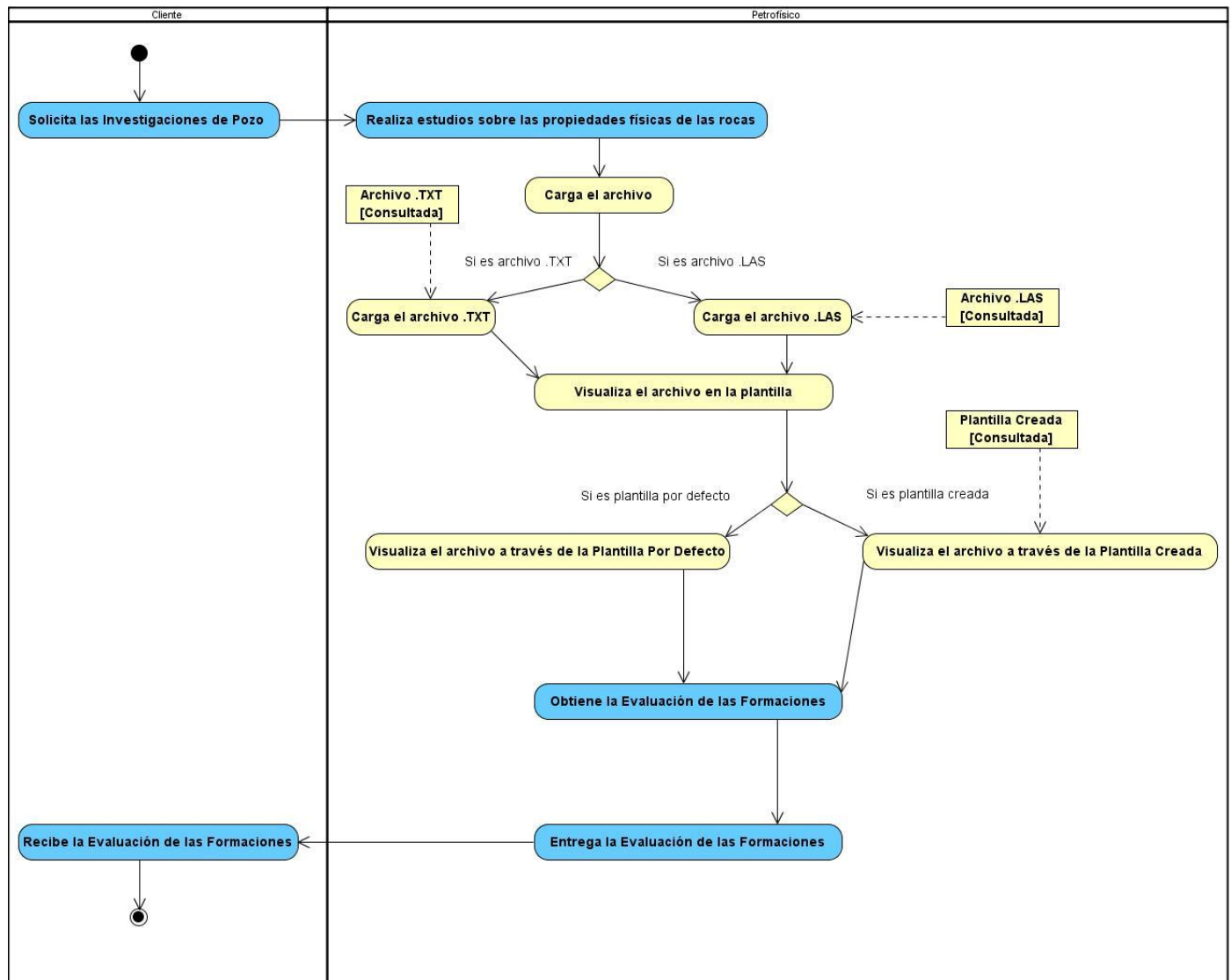


Figura 2 Diagrama de Actividades Realizar Investigaciones de Pozo

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

3.1.7. Modelo de Objetos.

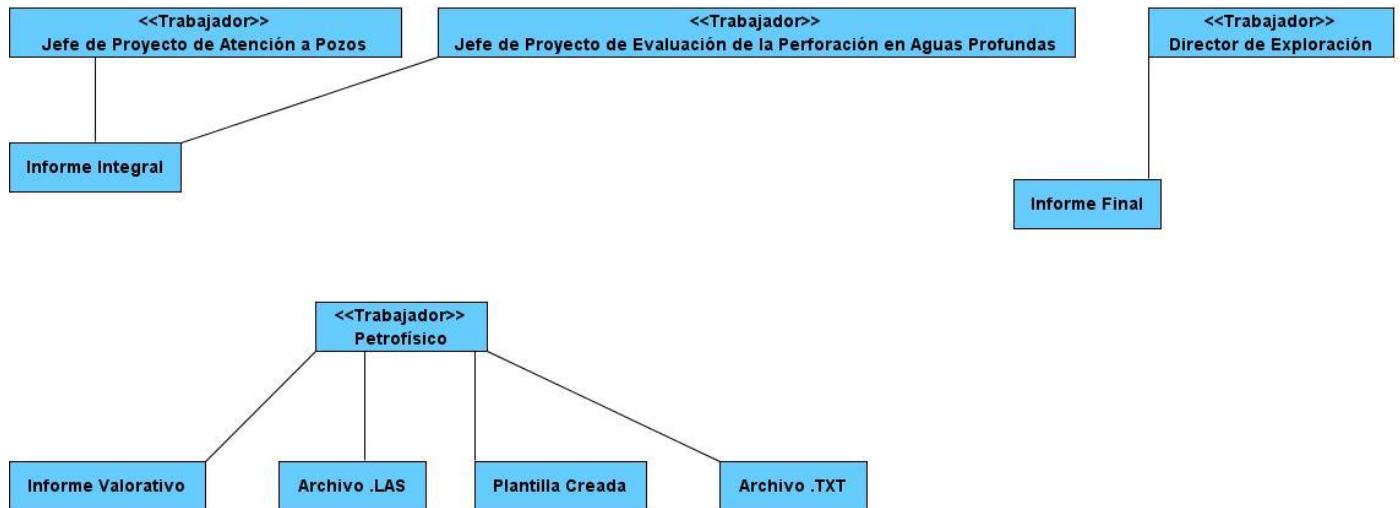


Figura 3 Modelo de Objetos

3.2 Identificar las necesidades y restricciones que el sistema debe tener.

El sistema debe cubrir las necesidades del CEINPET, de contar con un software en plataforma libre, libre de grandes gastos en licencia, con actualizaciones continuas, que reúna las características fundamentales de cada software propietario usado en la entidad (HDS, IP, ELAN). Es necesario que esté basado en la ingeniería de componentes para hacerlo reutilizable. Además que presente una interfaz amigable, que proporcione a los trabajadores de la empresa mayor comodidad y rapidez en su desempeño laboral y sea identificado como un producto netamente cubano.

Capítulo 3: *Presentación de la Solución propuesta*

3.2.1 Ingeniería de software basado en componentes

El desarrollo de software basado en componentes permite reutilizar piezas de código pre-elaborado que permiten realizar diversas tareas, conllevando a diversos beneficios como las mejoras a la calidad, la reducción del ciclo de desarrollo y el mayor retorno sobre la inversión. [39]

Este proceso de industrialización ha dado ya sus inicios con implementaciones como la plataforma .net, la cual impulsa la idea de industrializar el software utilizando tecnologías de componentes. Los avances y mejoras presentados en esta plataforma van mucho más allá de las implementaciones iniciales como COM y CORBA, convirtiendo a los componentes .net en verdaderas piezas de ensamblaje, en un estilo muy similar a las líneas de ensamblaje modernas. [39].

Es fácil deducir el impacto y la importancia que tiene la reutilización de componentes en el proceso de desarrollo de software; particularmente, en tres de las variables más importantes de la Ingeniería de Software: el costo, tiempo y esfuerzo requerido para desarrollar un producto de software. [40]

La aplicación apropiada de la reutilización en un proyecto de software conduce, indiscutiblemente, a una educación significativa de los valores de estas tres variables. Otros beneficios importantes son el incremento de la calidad del software producido, el aumento de la productividad de los grupos de desarrollo y la reducción del riesgo global del proyecto. [40]

3.3 Especificación de los Requerimientos del software

Para modelar el sistema, se identifican sus requisitos, tanto funcionales como no funcionales, y se modelan los funcionales en términos de casos de uso del sistema.

3.3.1 Requerimientos Funcionales

Los Requerimientos Funcionales son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir [42].

Capítulo 3: *Presentación de la Solución propuesta*

RF1 Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios

El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda Editar o modificar la Representación del Registro de Pozo, realizando cambios en sus propiedades a través de tres criterios, curva, sombreado y el grid.

RF1.1 Grid

RF1.1.1 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el nombre de una pista.

RF1.1.2 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el ancho de una pista.

RF1.1.3 El sistema debe permitir escoger el sistema de medición deseado (sistema métrico, sistema ingles) en caso de no venir especificado.

RF1.1.4 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda seleccionar la visibilidad de la pista.

RF1.1.5 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda seleccionar la visibilidad del grid.

RF1.1.6 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar las líneas de profundidad.

RF1.1.7 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar las divisiones de la escala horizontal.

RF1.1.8 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar las divisiones de la escala vertical.

RF1.1.9 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda seleccionar el tipo de escala (lineal, logarítmica) para la visibilidad del grid.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

RF1.1.10 El sistema debe permitir en caso de ser escala lineal que el grid en la pista seleccionada se represente de forma lineal.

RF1.1.11 El sistema debe permitir en caso de ser escala logarítmica que el grid en la pista seleccionada se represente de forma logarítmica.

RF1.1.12 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda visualizar o no las líneas menores que son representadas de forma vertical en la pista seleccionada.

RF1.1.13 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda visualizar el registro completo de una curva.

RF1.1.14 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el ancho del borde de la pista.

RF1.1.15 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda darle valores al ancho del borde de la pista en dependencia de si lo que desea es aumentarlo o disminuirlo tomándose como valor mínimo 2.

RF1.1.16 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el color del encabezado de las pistas.

RF1.1.17 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda seleccionar la visibilidad de las cabeceras de las pistas.

RF1.2 Curva

RF1.2.1 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el número de una pista introduciendo un valor mayor que 0. De esta forma el sistema muestra la curva en la pista que tiene el número establecido.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

RF1.2.2 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el nombre de la curva en una pista determinada.

RF1.2.3 El petrofísico puede escoger el nombre de la curva seleccionada y cambiarlo por:

- DEPTH: Profundidad
- GR: Gamma Ray
- CALI o CAL: Caliper (diámetro de pozo)
- ILM: Resistividad media por inducción
- ILD: Resistividad profunda por inducción
- PHIN: Porosidad Neutrón
- RHOB: Densidad
- CGR: Radiaciones gamma.
- SGR: Radiaciones gamma.
- SP: Potencial espontáneo.
- PEF: Efecto fotoeléctrico.
- POTA: Potasio
- THOR: Torio.
- URAN: Uranio
- RX0: Resistividad de zona labrada
- RLA0...RLA5: Distintas investigaciones de radio.
- NPFI: Porosidad neutrónica.
- DPFI: Porosidad por densidad.
- SPFI: porosidad por sónico.
- DT: Tiempo intervalo
- LLD: Lateroloc profundo
- LLS: Lateroloc mero (profundidad somera)
- MSFL: Micro dispositivo de profundidad pequeña lateral
- RT: Resistividad verdadera

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

RF1.2.4 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el valor mínimo de la escala de una curva.

RF1.2.5 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el valor máximo de la escala de una curva.

RF1.2.6 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda ampliar el valor de la escala de una curva (a la derecha o a la izquierda).

RF1.2.7 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda seleccionar el tipo de escala (lineal, logarítmica) que tendrá una curva de una pista determinada.

RF1.2.8 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda en caso de ser escala lineal representar las curvas en la pista seleccionada de forma lineal.

RF1.2.9 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda en caso de ser escala logarítmica representar las curvas en la pista seleccionada de forma logarítmica.

RF1.2.10 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda seleccionar la visibilidad de la curva de una pista determinada.

RF1.2.11 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el Color de la Curva en una pista determinada.

RF1.2.12 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el Grosor de la Curva en una pista determinada.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

RF1.2.13 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda disminuir o aumentar el grosor de la curva seleccionada introduciendo valores mayores o igual a 1 y menor o igual que 3, con excepciones en algunas curvas que presentarán valores definidos para que el Petrofísico pueda escoger el grosor de la curva deseado.

RF1.2.14 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el Estilo de la Curva (línea continua, línea discontinua, asteriscos, triángulos, círculos y cuadrados) en una pista determinada.

RF1.3 Sombreado

RF1.3.1 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el número de una pista introduciendo un valor mayor que 0.

RF1.3.2 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar el estilo de sombreado (entre dos curvas, entre una curva y la parte derecha de la pista o entre una curva y la parte izquierda de la pista).

RF1.3.3 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda adicionar una descripción al sombreado.

RF2 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda seleccionar una plantilla existente (creada por defecto).

RF3 El sistema debe permitir que una plantilla existente a seleccionar esté formada por 3 pistas en blanco, otra por 4 pistas en blanco y otra por 4 pistas pre-definidas. El sistema debe permitir que esta última contenga curvas en cada pista que sirvan para el análisis básico en el estudio de la representación del registro de pozo para usuarios inexpertos y cada una debe contar con una pista definida para la profundidad.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

RF4 El sistema debe permitir que una pista de la plantilla existente con 4 pistas pre-definidas a seleccionar esté definida por la litología.

RF5 El sistema debe permitir que en la pista de la litología estén representadas las curvas SGR, CGR, SP, PEF y CAL.

RF6 El sistema debe permitir que la pista de la litología siempre se represente en escala lineal.

RF7 El sistema debe permitir que una pista de la plantilla existente con 4 pistas pre-definidas a seleccionar esté definida por la resistividad.

RF8 El sistema debe permitir que en la pista de resistividad estén representadas las curvas LLD, LLS, MSFL, RT, RX0 y RLA0...RLA5.

RF9 El sistema debe permitir que la pista de la resistividad siempre se represente en escala logarítmica.

RF10 El sistema debe permitir que una pista de la plantilla existente con 4 pistas pre-definidas a seleccionar esté definida por la porosidad.

RF11 El sistema debe permitir que en la pista de porosidad estén representadas las curvas NPHI, SPHI, RHOB, DT. En la pista porosidad se puede tener RHOB o DPHI o ambas y puedo tener DT o SPHI o ambas.

RF12 El sistema debe permitir que una pista de la plantilla existente con 4 pistas pre-definidas a seleccionar esté definida por la profundidad (DEPHT).

RF13 El sistema debe permitir que la profundidad se represente cada 50 metros.

RF14 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda seleccionar una plantilla creada (realizada por el petrofísico).

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

RF15 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda salvar el formato de una plantilla.

RF16 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda adicionar una pista.

RF17 El sistema debe permitir que cada pista que se agregue se cree en blanco y con una numeración lógica.

RF18 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda eliminar una pista.

RF19 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda expandir una pista.

RF20 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda copiar una pista.

RF21 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda pegar una pista.

RF22 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda duplicar una pista.

RF23 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda normalizar una pista.

RF24 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda adicionar una anotación.

RF25 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar una anotación.

RF26 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda eliminar una anotación.

RF27 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda imprimir la representación del registro de pozo obtenida como resultado final, ya sea con encabezamiento o sin encabezamiento.

RF27.1 El sistema debe permitir la selección de los campos a imprimir.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

RF27.2 El sistema debe permitir seleccionar la localidad donde se realizó el estudio del archivo a imprimir.

RF27.3 El sistema permitirá que el Petrofísico pueda imprimir la evaluación de formaciones obtenida como resultado final de la interacción de la representación del registro de pozo sin encabezamiento.

RF27.4 El sistema debe permitir seleccionar la provincia donde se realizó el estudio del archivo a imprimir.

RF27.5 El sistema debe permitir seleccionar el país donde se realizó el estudio del archivo a imprimir.

RF27.6 El sistema debe permitir modificar la fecha de impresión del archivo a imprimir.

RF28 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda adicionar una imagen.

RF29 El sistema debe validar que la pista donde se va adicionar la imagen no tenga curvas.

RF30 El sistema debe permitir adicionar las imágenes en formato .JPG o .GIF.

RF31 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda modificar una imagen.

RF32 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda eliminar una imagen.

RF33 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda cargar archivo de tipo .LAS.

Capítulo 3: *Presentación de la Solución propuesta*

RF33.1 El sistema debe interpretar el archivo cargado, teniendo en cuenta que el .LAS presenta una estructura estándar compuesta por una matriz de datos representando de forma lineal la profundidad y el número de curvas que existe en cada pista y el sistema de medida en que se representa.

RF34 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda cargar archivo de tipo .TXT.

RF34.1 El sistema debe interpretar el archivo cargado, teniendo en cuenta que el .TXT no contiene una estructura estándar compuesta por una matriz de datos representando de forma lineal la profundidad y el número de curvas que existe en cada pista. Permitiendo que el Petrofísico escoja el sistema de medida en que se va a representar.

RF35 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda realizar operaciones básicas como la conversión de datos y las operaciones de suma, resta, división y multiplicación.

RF36 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda convertir los datos de porosidad en densidad. Para convertir la porosidad en densidad se calcula $(\text{Porosidad} \times \text{Densidad de matriz o esqueleto} + \text{Densidad por el registro}) / (\text{Densidad de matriz o esqueleto} - \text{Densidad del fluido})$.

RF37 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda convertir los datos de densidad en porosidad. Para convertir densidad en porosidad se calcula despejando la fórmula de la porosidad anterior.

RF38 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda convertir los datos de tiempo en porosidad. Para convertir el tiempo en porosidad $= (\text{Tiempo por el registro} - \text{Tiempo de matriz o esqueleto}) / (\text{Tiempo en el fluido} - \text{Tiempo de matriz o esqueleto})$.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

RF39 El sistema debe permitir que el Petrofísico pueda convertir los datos de las fracciones en por ciento. Para convertir las fracciones a por ciento se calcula multiplicando el valor numérico de la fracción por 100.

RF40 El sistema debe permitir realizar cálculos matemáticos básicos (suma, resta, multiplicación y división) necesarios para el estudio de la representación del registro de pozo de forma más rápida y eficiente.

RF41 El sistema debe permitir mostrar el histograma de frecuencia de una curva de forma bidimensional (eje X y eje Y).

RF41.1 El sistema debe permitir que en el eje X se muestre la frecuencia total. La frecuencia se calcula sumando la cantidad de valores totales que se repiten en el rango escogido para representar la escala de medida. En caso de repetirse el mismo resultado de la suma este se representa en la frecuencia solo una vez.

RF41.2 El sistema debe permitir que en el eje Y se muestre la escala de medida para representar la curva seleccionada. La escala de medida se calcula restando el valor mayor menos el valor menor de la curva seleccionada. El resultado obtenido se divide entre la cantidad de barras que se quieran representar en el histograma de frecuencia de la curva seleccionada que debe estar entre 1 y 100.

RF41.3 El sistema debe permitir que el Petrofísico seleccione la cantidad de divisiones deseadas para representar el histograma de frecuencia de una curva.

RF42 El sistema debe mostrar las propiedades de gráficas cruzadas. Permitiendo que el petrofísico pueda seleccionar las curvas para la representación de gráficas cruzadas en los ejes X, Y Z1 y Z2.

RF43 El sistema debe mostrar el valor mínimo de cada curva seleccionada.

RF44 El sistema debe mostrar el valor máximo de cada curva seleccionada.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

RF45 El sistema debe permitir que en el eje X de la gráfica cruzada se representen los valores correspondientes a la curva seleccionada en el eje X.

RF46 El sistema debe permitir que en el eje Y de la gráfica cruzada se representen los valores correspondientes a la curva seleccionada en el eje Y.

RF47 El sistema debe permitir que en el eje Z1 de la gráfica cruzada se represente una leyenda de colores que mostrará el rango de valores correspondientes a la curva seleccionada en el eje Z1.

RF48 El sistema debe permitir que en el eje Z2 de la gráfica cruzada se represente por letras desde la A hasta la Z que mostrará el rango de valores correspondientes a la curva seleccionada en el eje Z2.

RF49 El sistema debe representar la interacción entre el eje X y el eje Y a través de la letra correspondiente en el eje Z2 con el color definido en el eje Z1. En caso de no seleccionar una curva para el eje Z2 el sistema representará la interacción entre el eje X y el eje Y a través de puntos con el color definido en el eje Z1.

RF50 El sistema debe permitir que el Petrofísico seleccione la cantidad de divisiones horizontales que tendrá el eje X.

RF51 El sistema debe permitir que el Petrofísico seleccione la cantidad de divisiones verticales que tendrá el eje Y.

RF52 El sistema debe permitir que el Petrofísico seleccione la cantidad de colores que tendrá el eje Z1.

RF53 El sistema debe permitir que el Petrofísico seleccione la cantidad de letras horizontales que tendrá el eje Z2.

Capítulo 3: *Presentación de la Solución propuesta*

3.3.2 Requerimientos No Funcionales

Los Requerimientos No Funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Debe pensarse en estas propiedades como las características que hacen al producto atractivo, usable, rápido y confiable. Son los aspectos del sistema visibles para el usuario, que no están relacionados de forma directa con el comportamiento funcional del sistema. Los requerimientos no funcionales forman una parte significativa de la especificación. Son importantes para que clientes y usuarios puedan valorar las características no funcionales del producto, esto puede marcar la diferencia entre un producto bien aceptado y uno con poca aceptación [42].

3.3.2.1 RNF Usabilidad

- Será usable por cualquier tipo de usuario con experiencia, básica, media o avanzada en los procesos de análisis petrofísicos.
- Se mostrará la información de forma lógica y correctamente estructurada.
- El sistema debe ser fácil de instalar y debe mostrar el avance de la instalación para guiar al usuario del tiempo de instalación que necesita y el que se va ejecutando.
- El sistema debe permitir que el usuario lo configure de la forma deseada y darle a conocer las condiciones de uso.

3.3.2.2 RNF Apariencia o interfaz externa

- El sistema tendrá un menú de herramientas para que el usuario pueda disponer de él en la medida de sus necesidades, visible todo el tiempo para propiciar el fácil acceso a las funcionalidades del software.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

- El sistema tendrá un ambiente agradable y sencillo, combinado con colores y una estructura amigable que permita que el usuario se adapte con facilidad.
- El sistema permitirá claridad en los servicios que brinda, con términos asociados a los procesos de análisis petrofísicos propiciando que el usuario tenga un buen entendimiento de las utilidades que brinda.
- El sistema tendrá una buena navegabilidad, propiciando varias opciones para acceder a cada servicio brindado.
- La interfaz contará con una gama de colores, para visualizar los Registros de Pozo, el Histograma de frecuencia de las curvas y las Propiedades de Gráficas cruzadas entre otras estructuras que lo requieran.

3.3.2.3 RNF Rendimiento

- El sistema debe garantizar un tiempo de respuesta de 3 a 5 segundos en dependencia de la complejidad del servicio.

3.3.2.4 RNF Seguridad

- La seguridad de la aplicación estará respaldada de la tecnología Java.
- Se aplicarán las reglas de la “programación segura”, mediante el tratamiento de excepciones.
- Los dispositivos o mecanismos utilizados para lograr la seguridad, no contribuirán a retrasar a los trabajadores de la entidad que interactúen con el software, permitiendo que a la hora de utilizarlo para sus necesidades se logre una mayor aceptación.
- El sistema permitirá además la verificación sobre acciones irreversibles; es decir, se le solicitará al usuario la confirmación al realizar operaciones como la eliminación.
- El sistema debe tener habilitada la protección contra fallos en caso de errores.

Capítulo 3: *Presentación de la Solución propuesta*

3.3.2.5 RNF Hardware

- Se podrá contar con los periféricos Teclado y Mouse.
- Se necesitará 1 Gb de espacio libre en disco.
- Se utilizará como procesador Intel Pentium VI con CPU 1.50 y 1.80 GHz
- Se utilizará para este procesador memoria RAM de 504 y 640 Mb.
- Se utilizará para este procesador como capacidad de almacenamiento en disco duro 80 Gb
- Se utilizará como otro procesador Celeron con CPU 2.66 GHz
- Se utilizará para este procesador memoria RAM de 480 y 1003.52 Mb.
- Se utilizará para este procesador como capacidad de almacenamiento en disco duro 60 y 80 Gb.

3.3.2.6 RNF Software

- Se utilizará como lenguaje de programación Java.
- Se utilizará como Sistema Operativo, Windows 2000/XP/Vista, Linux, Unix, Mac OSX.
- Se utilizará Máquina Virtual de Java: versión 1.6.
- Se utilizará para el modelado la herramienta Visual Parading for UML.
- Se utilizarán los IDE Eclipse 3.2 y NetBeans 6.x.
- Se utilizará para el servidor de control de versiones Subversion.

3.3.2.7 RNF Reusabilidad

- Las funcionalidades del sistema se desarrollarán en forma de componentes con el objetivo de la reutilización de estos en futuras versiones del sistema y en el desarrollo de nuevos sistemas y aplicaciones.
- La documentación de la ayuda y del sistema en general, deberá estar estructurada de tal manera que pueda ser reutilizada y permita la creación de una familia o línea de productos dentro del polo.

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

- El sistema debe permitir posteriores modificaciones y actualizaciones, así como modificar elementos ya existentes.
- El sistema estará dividida por módulos funcionales independientes.
- El sistema permitirá la integración de nuevas funcionalidades mediante la incorporación de componentes desarrollados por cualquier empresa.

3.3.2.8 RNF Portabilidad

- El sistema debe ser multiplataforma, siendo compatible con cualquier tipo de sistema operativo (SO GNU/Linux, SO Microsoft Windows).

3.3.2.9 RNF Ayuda

- El sistema debe contar con un manual de usuario.
- El sistema debe garantizar que la opción de Ayuda esté visible todo el tiempo, para que el usuario la pueda consultar la cantidad de veces necesarias y facilite su trabajo con cada servicio.
- El sistema mostrará mensajes de ayuda durante las operaciones que lo requieran, permitiendo la orientación del usuario en cada procedimiento.

3.4 Descripción del Sistema Propuesto

El Sistema para el análisis petrofísico deberá cumplir con determinadas funcionalidades. Se tuvo en cuenta priorizar las funciones básicas del sistema, y luego ir incrementándolas según las necesidades de los trabajadores del CEINPET. Entre las funcionalidades críticas que debe tener el sistema se encuentra Cargar Archivo, permitiendo que se puedan cargar en el sistema archivos de tipo .LAS o .TXT. Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios, donde se podrá realizar cambios en la representación del registro de pozo a través de sus curvas, el sombreado y el grid.

Otra de las funcionalidades imprescindibles que el sistema debe tener es la propiedad de seleccionar plantilla ya sea plantilla creada o plantilla por defecto. Se podrá además adicionar, copiar, pegar, expandir,

Capítulo 3: *Presentación de la Solución propuesta*

duplicar, normalizar y eliminar pista (Gestionar Pista). El sistema debe permitir imprimir la representación del registro de pozo, con encabezamiento o sin encabezamiento.

Otras operaciones adicionales para complementar algunos servicios básicos que debe tener el software son las operaciones básicas que se podrán realizar (suma, resta, multiplicación y división), así como conversión de datos para realizar el estudio de la información petrofísica con mayor rapidez.

El Petrofísico podrá realizar una valoración descriptiva de su estudio a través de la gestión de imágenes y las anotaciones, adicionando, eliminando, modificando imagen (Gestionar Imagen) y adicionando, modificando y eliminando anotaciones respectivamente (Gestionar Anotaciones). Se podrán visualizar además gráficas como el Histograma de Frecuencia de las Curvas y Gráficas Cruzadas. Por último el cliente podrá recibir servicios de ayuda, y manual de usuario para una mejor adaptación e interacción con el sistema.

3.4.1 Descripción de los actores

Los actores del sistema: Cada trabajador del negocio (inclusive si fuera un sistema ya existente) que tiene actividades a automatizar es un candidato a actor del sistema. Si algún actor del negocio va a interactuar con el sistema, entonces también será un actor del sistema.

Los actores del sistema:

- No son parte de él.
- Pueden intercambiar información con él.
- Pueden ser un recipiente pasivo de información.
- Pueden representar el rol que juega una o varias personas, un equipo o un sistema automatizado. [51].

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

| Actores | Descripción |
|--------------------|---|
| Petrofísico | Son las personas encargadas de realizar las operaciones para los procesos de análisis petrofísicos. Son las personas encargadas de obtener como resultado de la entrada del archivo .LAS en el sistema, la Evaluación de las Formaciones. Son las personas encargadas de elaborar Informes Valorativos sobre sus resultados obtenidos durante las diferentes etapas de desarrollo de las investigaciones. |

Tabla 4 Descripción de los Actores del Sistema

3.4.2 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Un **Diagrama de Casos de Uso del Sistema**: Es un modelo de las funciones deseadas para el sistema y su entorno, y sirve como contrato entre el cliente y los desarrolladores. Se utiliza como entrada esencial para las actividades de análisis y diseño. [51].

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

Diagrama de Casos de Uso del Sistema

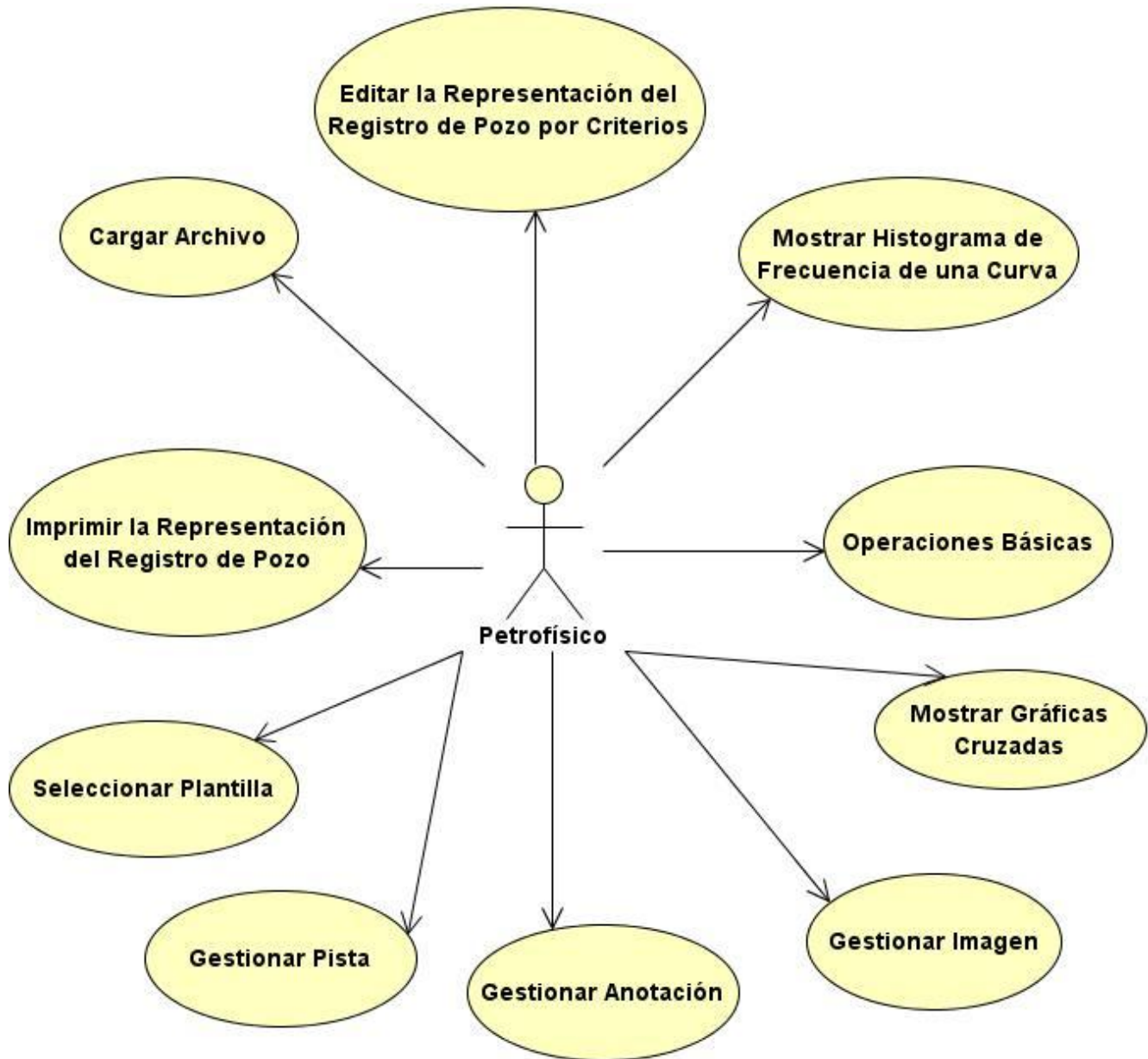


Figura 4 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

3.4.3 Casos de Uso del Sistema

Los **casos de uso del sistema**: Son artefactos narrativos que describen, bajo la forma de acciones y reacciones, el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario. Por lo tanto, establece un acuerdo entre clientes y desarrolladores sobre las condiciones y posibilidades (requisitos) que debe cumplir el sistema. [51].

Prototipo Interfaz principal “Análisis Petrofísico de Registros”



Figura 5 Prototipo de Interfaz Principal

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

Prototipo Interfaz “Archivo”



Figura 6 Prototipo de Interfaz Archivo

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

Prototipo Interfaz “Representación de Registros”



Figura 7 Prototipo de Interfaz Representación de Registros

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

Prototipo Interfaz "Vistas"



Figura 8 Prototipo de Interfaz Vistas

Capítulo 3: Presentación de la Solución propuesta

Editar la Representación del Registro de Pozo Por Criterios

| | | |
|---|--|--|
| Caso de Uso del sistema: | Editar la Representación del Registro de Pozo Por Criterios | |
| Actores: | Petrofísico | |
| Propósito | Realizar el estudio de la representación de los Registros de Pozos en vista a obtener las Evaluaciones de las Formaciones. | |
| Resumen: | El Caso de Uso se inicia cuando el Petrofísico solicita editar la representación de los registros de pozo de forma personalizada editando los criterios curva, sombreado y grid, en vista de obtener la evaluación de las formaciones y finaliza cuando se obtiene el resultado del análisis petrofísico. | |
| Precondiciones: | Debe existir al menos una representación de registro de pozos en el área de trabajo. | |
| Referencias | RF1, RF1.1, RF1.1.1, RF1.1.2, RF1.1.3, RF1.1.4, RF1.1.5, RF1.1.6, RF1.1.7, RF1.1.8, RF1.1.9, RF1.1.10, RF1.1.11, RF1.1.12, RF1.1.13, RF1.1.14, RF1.1.15, RF1.1.16, RF1.1.17, RF1.2, RF1.2.1, RF1.2.2, RF1.2.3, RF1.2.4, RF1.2.5, RF1.2.6, RF1.2.7, RF1.2.8, RF1.2.9, RF1.2.10, RF1.2.11, RF1.2.12, RF1.2.13, RF1.2.14, RF1.3, RF1.3.1, RF1.3.2, RF1.3.3. | |
| Prioridad | Crítico | |
| Flujo Normal de Eventos | | |
| Acción del Actor | | Respuesta del Sistema |
| 1. El Petrofísico solicita editar la representación de los Registros de Pozo. | | 2. El sistema le muestra una ventana con los posibles criterios de modificación (curva, sombreado y grid). |

| | |
|--|--|
| <p>3. El Petrofísico selecciona el criterio de modificación deseado.</p> | <p>4. El sistema Gestiona la selección:</p> <p>Si selecciona la opción Curva ir a la Sección Curva.</p> <p>Si selecciona la opción Sombreado ir a la Sección Sombreado.</p> <p>Si selecciona la opción Grid ir a la Sección Grid.</p> |
|--|--|

Sección Curva

| | |
|--|---|
| | <p>1. El sistema muestra una ventana con los campos necesarios para modificar la curva (modificar el número de la pista [con valor mayor que 0], modificar el nombre de la curva [que pueden ser DEPTH, GR, CALI o CAL, ILM, LD, PHIN, RHOB, CGR, SGR, SP, PEF, POTA, THOR, URAN, RX0, RLA0...RLA5, NPHI, DPHI, SPHI, DT, LLD, LLS, MSFL, RT], modificar el valor de la escala mínima, modificar el valor de la escala máxima, ampliación de la escala [que puede ampliarse a la derecha o a la izquierda], seleccionar el tipo de escala [que puede ser lineal o logarítmica], visualizar la curva, modificar el color de la curva, modificar el grosor de la curva [que puede tomar valores mayores o igual a 1 y menores o igual que 3], modificar el estilo de la curva [que puede ser línea continua, línea discontinua, asteriscos, triángulos, círculos y cuadrados]. El sistema muestra además las opciones aceptar, cancelar y ayuda a través de tres botones.</p> |
|--|---|

2. El Petrofísico llena los campos requeridos para editar las curvas en la representación del registro de pozo y selecciona la opción deseada.

3. El sistema Gestiona la Selección

Si selecciona la opción aceptar se continúa con el paso 4 de la Sección Curva.

Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin guardar los cambios efectuados.

Si selecciona la opción ayuda se muestra una ventana de ayuda con los temas necesarios referidos a las curvas.

4. El sistema actualiza las propiedades de la curva en la representación del Registro de Pozo.

Prototipo de Interfaz "Curvas"

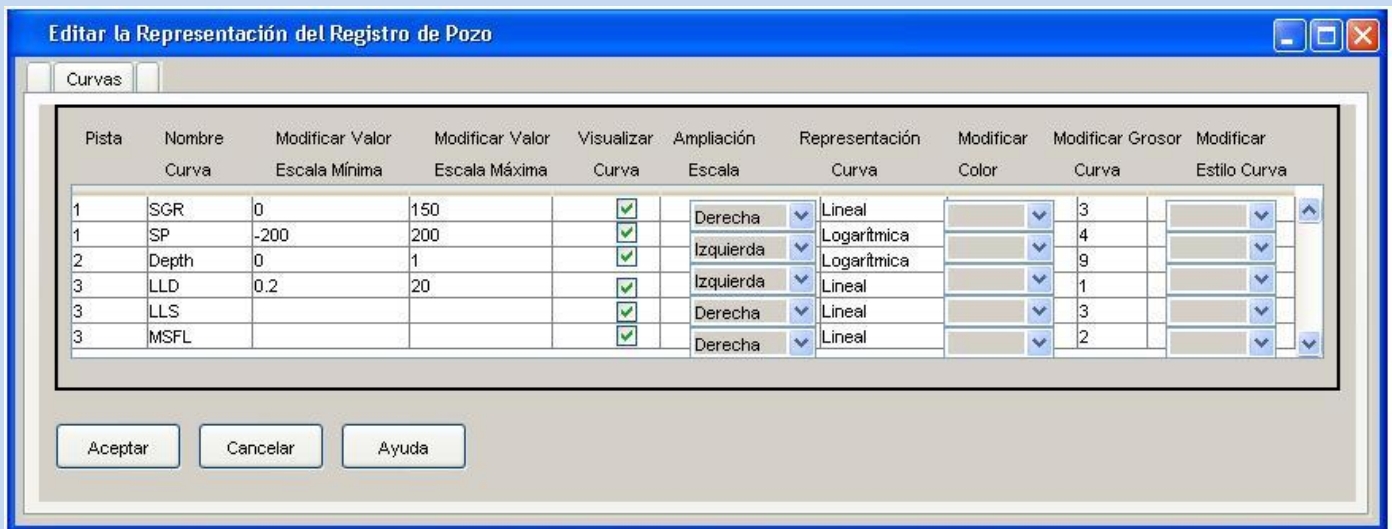


Figura 9 Prototipo de Interfaz Curvas

Sección Sombreado

1. El sistema muestra una ventana con los campos necesarios para modificar el sombreado (modificar

| | |
|--|--|
| | <p>el número de la pista [que puede tomar valores mayores que 0], modificar el nombre de la curva [que pueden ser DEPTH, GR, CALI o CAL, ILM, LD, PHIN, RHOB, CGR, SGR, SP, PEF, POTA, THOR, URAN, RX0, RLA0...RLA5, NPHI, DPHI, SPHI, DT, LLD, LLS, MSFL, RT], establecer la ubicación del sombreado [que puede representarse entre dos curvas, entre una curva y la parte derecha de la pista o entre una curva y la parte izquierda de la pista], adicionar descripción del sombreado y seleccionar el estilo de sombreado [que puede ser línea continua, línea discontinua, asteriscos, triángulos, círculos y cuadrados]). El sistema muestra además las opciones aceptar, cancelar y ayuda a través de tres botones.</p> |
| <p>2. El Petrofísico llena los campos requeridos para modificar el sombreado y selecciona la opción deseada.</p> | <p>3. El sistema Gestiona la Selección:</p> <p>Si selecciona la opción modificar se continúa con el paso 4 de la Sección Sombreado.</p> <p>Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin guardar los cambios efectuados.</p> <p>Si selecciona la opción ayuda se muestra una ventana de ayuda con los temas necesarios referidos al sombreado.</p> |
| | <p>4. El sistema actualiza las propiedades del sombreado en la representación del Registro de Pozo.</p> |

Prototipo de Interfaz "Sombreado"

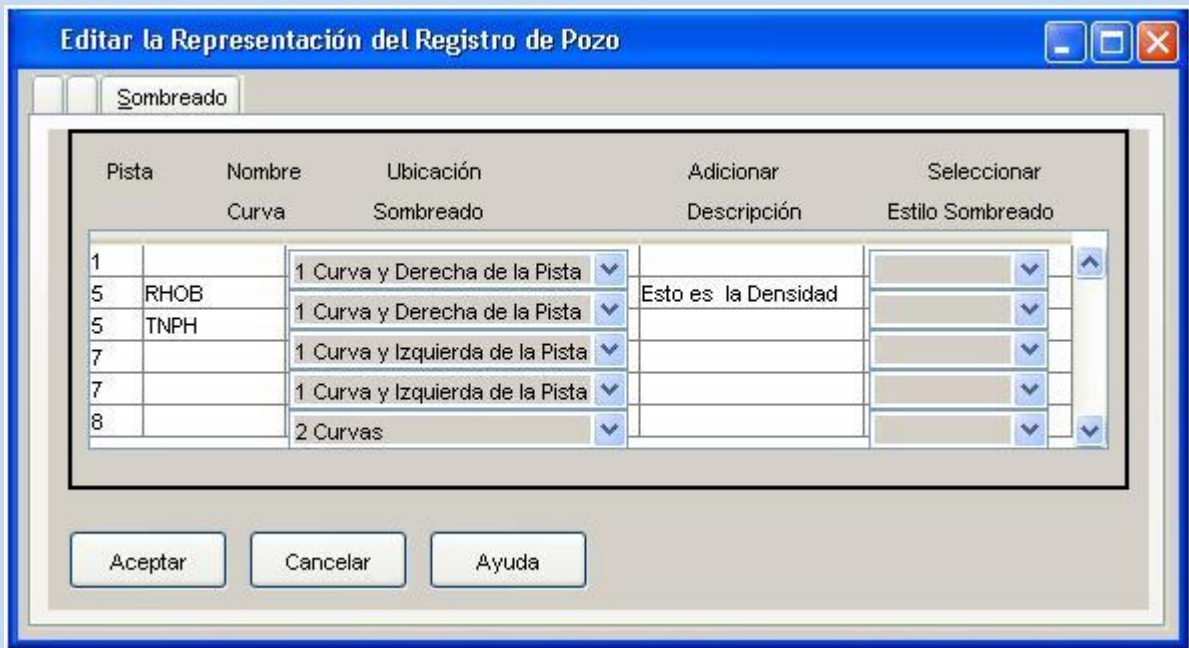


Figura 10 Prototipo de Interfaz Sombreado

Sección Grid

El sistema muestra una ventana con los campos necesarios para modificar el grid (modificar el nombre de la pista, modificar el ancho de la pista en dependencia del sistema de medida que tenga definido el registro de pozo [puede encontrarse representado en el sistema métrico o sistema inglés], seleccionar la visibilidad de la pista, seleccionar la visibilidad del grid, seleccionar la visibilidad de las líneas de profundidad [que pueden representarse las principales, las secundarias o todas], modificar la cantidad de líneas verticales [con valor mayor que 0], visualizar el registro completo de una curva, modificar el ancho del

| | |
|---|--|
| | <p>borde de la pista [con valores mayor que 2], mostrar o no las cabeceras de las pistas y modificar el color del encabezado de las pistas. El sistema debe mostrar además en caso de ser escala logarítmica una tabla para visualizar el grid en escala logarítmica, modificar la cantidad de líneas horizontales y visualizar las líneas verticales. El sistema debe mostrar además las opciones aceptar, cancelar y ayuda a través de tres botones.</p> |
| <p>2. El Petrofísico llena los campos requeridos para modificar el grid y selecciona la opción deseada.</p> | <p>3. El sistema Gestiona la Selección:</p> <p>Si selecciona la opción aceptar se continúa con el paso 4 de la Sección Grid.</p> <p>Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin guardar los cambios efectuados.</p> <p>Si selecciona la opción ayuda se muestra una ventana de ayuda con los temas necesarios referidos al grid.</p> |
| | <p>4. El sistema actualiza las propiedades del grid en la representación del Registro de Pozo.</p> |



Figura 11 Prototipo de Interfaz Grid

| Flujos Alternos | |
|-----------------------|--|
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| Poscondiciones | Se logra realizar el estudio a través de la Edición de la Representación del Registro de Pozo por Criterios. |

Tabla 5 Descripción del Caso de Uso del Sistema Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios

3.5 Conclusiones Parciales

En el desarrollo de este capítulo se muestra una descripción y representación gráfica de los casos de uso del negocio y del sistema, como base para enmarcar el análisis y diseño para el análisis petrofísico, haciendo énfasis en las principales funcionalidades que debe tener el software y estableciendo una comprensión entre desarrolladores y cliente para recoger sus necesidades y dar cumplimiento a sus expectativas.

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

Introducción

En este capítulo se hace una descripción breve de las diferentes clases que se definen en el Modelo de Análisis y todos los artefactos que se generan en el mismo, donde se incluyen los diagramas de clases del análisis que describen gráficamente las especificaciones de las clases de software y de las interfaces de la aplicación. Además se modelarán los diagramas de interacción que reflejan el comportamiento y la trazabilidad de los mensajes entre los objetos que se definen en el modelo conceptual, a través de diagramas de colaboración.

El Modelo de Análisis dará paso a realizar el Modelo de Diseño que tendrá como artefactos principales los diagramas de clases del diseño de cada caso de uso modelado por secciones, para obtener una mejor comprensión del comportamiento de los mensajes entre los objetos. Para ello primeramente se hará referencia al estilo arquitectónico que se utilizará y los patrones que se tendrán en cuenta. Se mostrarán los diagramas de secuencia de los casos de uso, en vista a detallar el funcionamiento de los diagramas de clases. Finalmente se modelará el Diagrama de Despliegue.

4.1 Modelo de Análisis

El modelo de análisis ayuda refinar los requisitos y permite razonar sobre los aspectos internos del sistema, incluidos sus recursos compartidos internos. Además, proporciona una estructura centrada en el mantenimiento, en aspectos tales como la flexibilidad ante los cambios y la reutilización. Esta estructura no solo es útil para el mantenimiento de los requisitos como tal, sino también que se utiliza como entrada en las actividades de diseño e implementación. Además es descrito con el lenguaje del desarrollador, es utilizado fundamentalmente por los desarrolladores para comprender como debería darse forma al sistema, es decir, como debería ser diseñado e implementado [35].

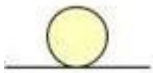
Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

4.1.1 Diagramas de Clases del Análisis

Un Diagrama de clases del análisis es un artefacto en el que se representan los conceptos en un dominio del problema. Representa las cosas del mundo real, no de la implementación automatizada de estas cosas. Describe gráficamente las especificaciones de las clases de software y de las interfaces en una aplicación. [43].

Las clases se clasifican en: [46]

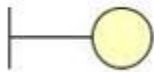
Entidad: Modelan información que posee larga vida y que es a menudo persistente.



Nombre de la entidad

Figura 12 Estereotipo Entidad del Análisis

Interfaz: Modelan la interacción entre el sistema y sus actores.



Nombre de la interfaz

Figura 13 Estereotipo Interfaz del Análisis

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

Control: Coordinan la realización de uno o unos pocos casos de uso coordinando las actividades de los objetos que implementan la funcionalidad del caso de uso.



Nombre de la controladora

Figura 14 Estereotipo Control del Análisis

Diagrama de Clases del Análisis “Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios”

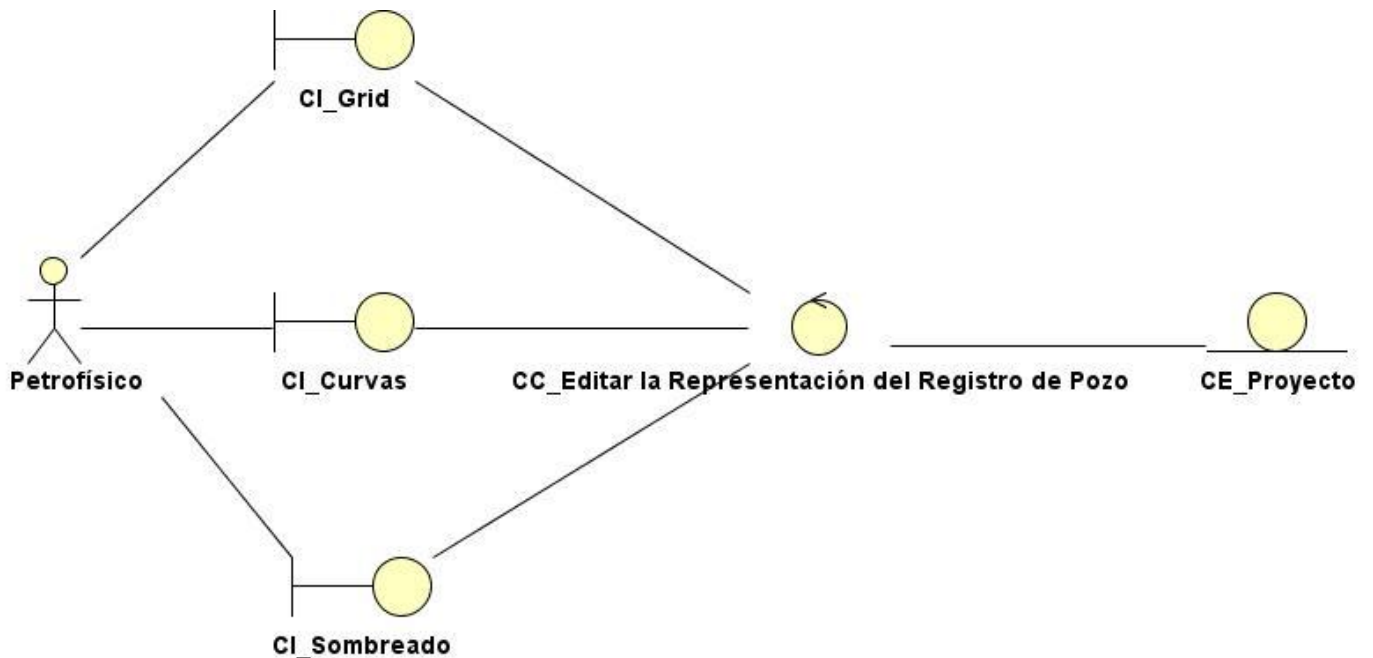


Figura 15 Diagrama de Clases del Análisis Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

4.1.2 Diagramas de Interacción del Análisis (Colaboración)

Los diagramas de interacción incluyen la interacción de los mensajes entre los objetos que se definen en el modelo conceptual y otras clases de objetos [47].

Un diagrama de colaboración muestra una interacción organizada en torno a los objetos que efectúan operaciones. Es parecido a un diagrama de objetos que muestra los objetos y los enlaces existentes entre ellos que se necesitan para implementar una operación de nivel más elevado.[46].

Diagrama de Colaboración “Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios”



Figura 16 Diagrama de Colaboración Editar la Representación del Registro de Pozo por criterios

4.2. Estilo Arquitectónico a utilizar

El estilo arquitectónico a utilizar en el diseño del sistema para el análisis petrofísico es el estilo en tres capas.

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

Un estilo arquitectónico define una codificación particular de elementos de diseño. El estilo limita los tipos de elementos de diseño y su acuerdo formal. Un estilo arquitectónico restringe tanto los elementos de diseño como las relaciones formales entre ellos [44].

Los sistemas o arquitecturas en capas constituyen una organización jerárquica tal que cada capa proporciona servicios a la capa inmediatamente superior y se sirve de las prestaciones que le brinda la inmediatamente inferior. Entre sus principales ventajas se encuentran: [44]

- Soporta un diseño basado en niveles de abstracción crecientes, lo cual a su vez permite a los implementadores la partición de un problema complejo en una secuencia de pasos incrementales.
- Admite optimizaciones y refinamientos.
- Proporciona amplia reutilización.

Este estilo arquitectónico se basa en 3 capas principales: [45]

- Capa de presentación.

Esta capa resuelve la presentación de datos al usuario.

- Capa de lógica de negocio

Esta capa resuelve la lógica de la aplicación. Contiene los algoritmos, validaciones y coordinación necesaria para resolver la problemática. Los elementos fundamentales de esta capa son los objetos de dominio. Estos objetos representan los objetos principales del negocio. Estos objetos contienen la lógica del negocio, y manipulan a los objetos de dominio. A su vez, estos son los objetos que exponen métodos que se transforman en el contrato de la capa de lógica de negocio.

- Capa de acceso a datos

Esta capa resuelve el acceso a datos, abstrayendo a su capa superior de la complejidad del acceso e interacción con los diferentes orígenes de datos.

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

4.3. Patrones Arquitectónicos a utilizar

Materialización y desmaterialización: La materialización es el acto de transformar -de un almacenamiento persistente- una representación de datos no orientada a objetos (registros, por ejemplo) a objetos. Desmaterialización es la actividad opuesta (también conocida como pasivación). [47]

Identidad del objeto: Los registros y los objetos poseen un solo identificador de objeto para relacionar fácilmente los registros con los objetos y para asegurarse de que no haya duplicados inapropiados. [47]

El patrón **Fachada** (Facade): Propone la selección de un objeto que represente un sistema u organización global para que sea controlador. [47]

Propone Implementar una clase con un interfaz sencillo y que encapsule los detalles de la interacción entre todas las clases del sistema. Las fachadas se suelen utilizar para proporcionar un "frontal de servicios" de la capa de negocio. De este modo, la interacción de los clientes (swing) con esta capa se simplifica considerablemente. [49].

El patrón **Creador:** Guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos, tarea muy frecuente en los sistemas orientados a objetos. El propósito fundamental de este patrón es encontrar un creador que debemos conectar con el objeto producido en cualquier evento. Al escogerlo como creador, se da soporte al bajo acoplamiento. [47]

El patrón **Experto:** Indica que el objeto con la información necesaria para desempeñar la responsabilidad debería encargarse de ella. [47]

El patrón **Bajo Acoplamiento:** Soporta el diseño de clases más independientes, que reducen el impacto de los cambios, y también más reutilizables, que acrecientan la oportunidad de una mayor productividad. [47].

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

El patrón **Alta Cohesión**: Una clase tiene responsabilidades moderadas en un área funcional y colabora con las otras para llevar a cabo las tareas. [47].

El patrón **Singleton**: Nos permite asegurar que de una clase habrá solo una instancia, y proporciona un punto de acceso a ella global a todo el código. [49].

El patrón **DAO (Data Access Object)**: Es un patrón de diseño en el que se separa la persistencia de datos del resto de funcionalidades del sistema. [49].

4.4. Modelo de Diseño

El diseño es el centro de atención al final de la fase de elaboración y el comienzo de las iteraciones de construcción. Esto contribuye a una arquitectura estable y sólida. En el diseño modelamos el sistema y encontramos su forma (incluida la arquitectura) para que soporte todos los requisitos, incluyendo los no funcionales y las restricciones que se le suponen. Una entrada esencial en el diseño es el resultado del análisis, o sea el modelo de análisis, que proporciona una comprensión detallada de los requisitos. Además, impone una estructura del sistema que debemos esforzarnos por conservar lo más fielmente posible cuando demos forma al sistema. [41].

4.4.1 Diagrama de clases del Diseño

El diagrama de clases de diseño describe gráficamente las especificaciones de las clases de software y de las interfaces en una aplicación. [43].

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

Diagrama de Clases del Diseño “Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios”

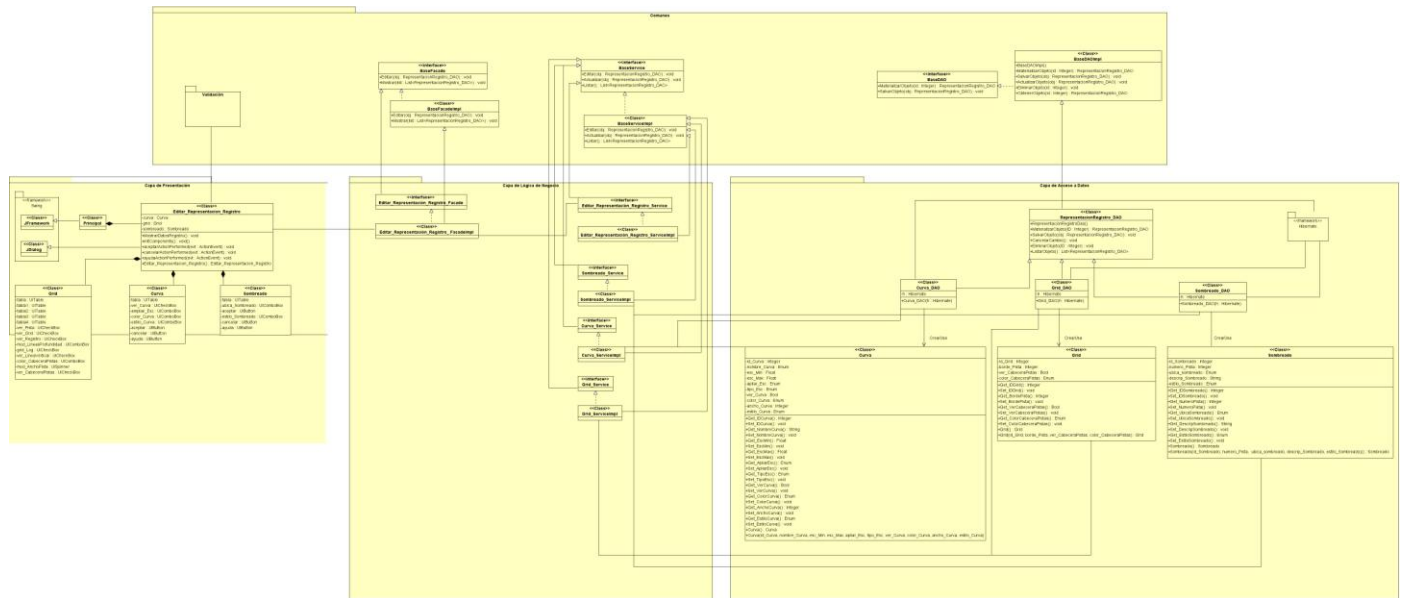


Figura 17 Diagrama de Clases del Diseño Editar la Representación del Registro de Pozo por Criterios

4.4.2 Diagramas de Interacción del Diseño (Secuencia)

Los diagramas de interacción incluyen la interacción de los mensajes entre los objetos que se definen en el modelo conceptual y otras clases de objetos [47].

Un diagrama de secuencia muestra una interacción que está organizada como una secuencia temporal. En particular, muestra los objetos que participan en la interacción mediante sus líneas de vida y mediante los mensajes que intercambian, organizados en forma de una secuencia temporal. [46].

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

Diagrama de Secuencia del Diseño “Curva”

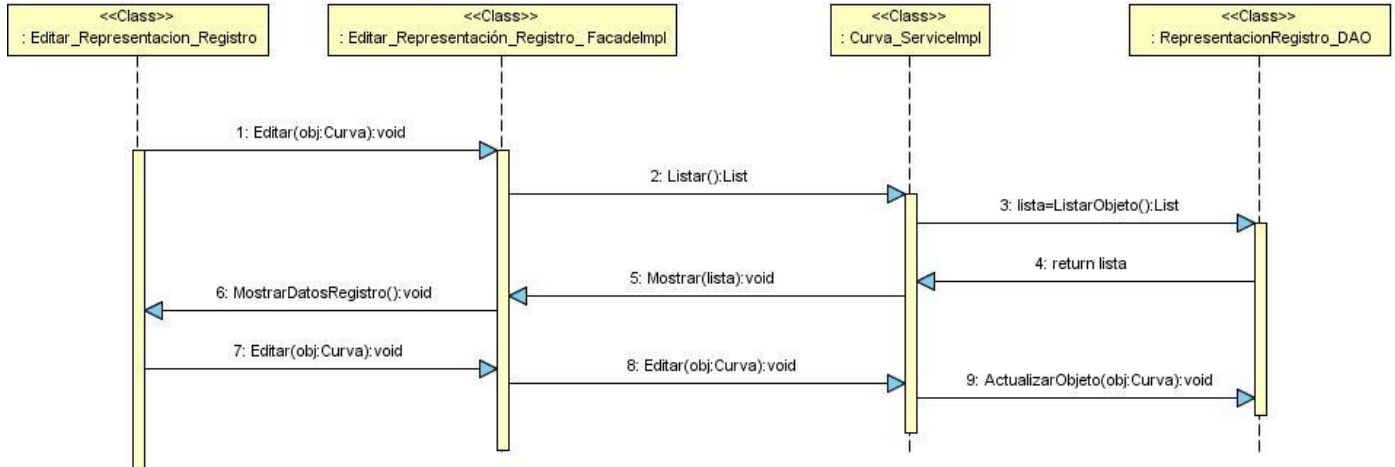


Figura 18 Diagrama de Secuencia del Diseño Curva

Diagrama de Secuencia del Diseño “Grid”

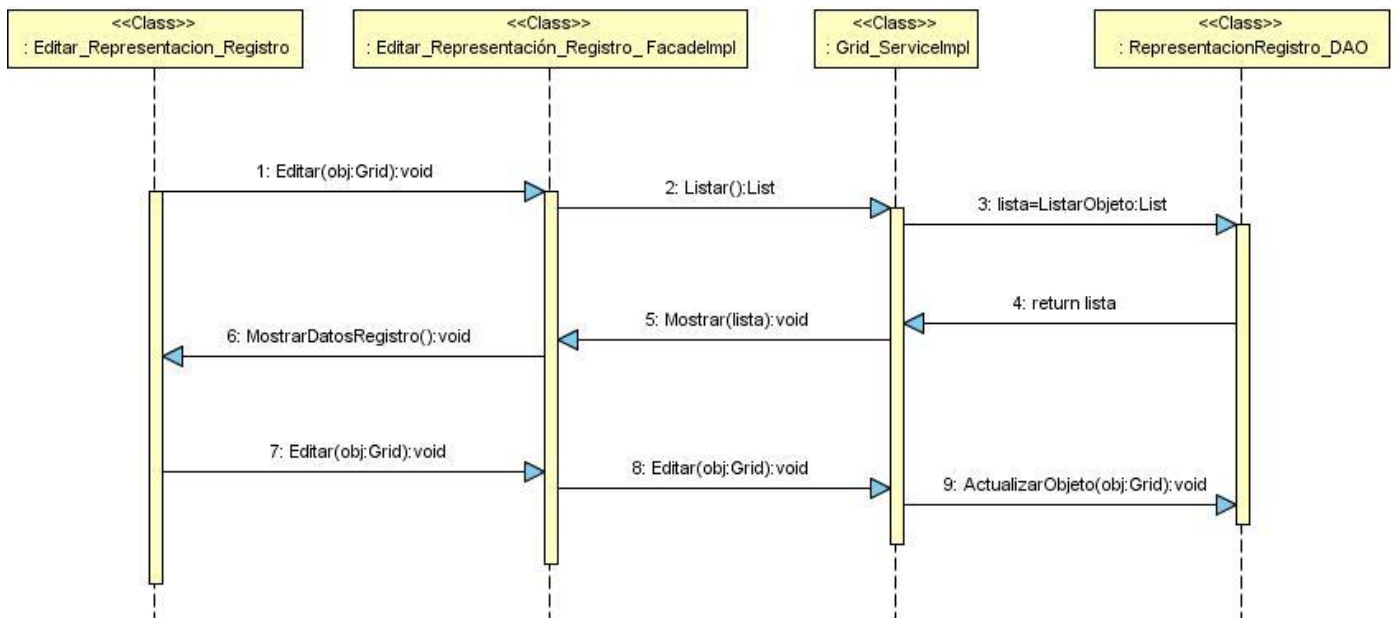


Figura 19 Diagrama de Secuencia del Diseño Grid

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

Diagrama de Secuencia del Diseño “Sombreado”

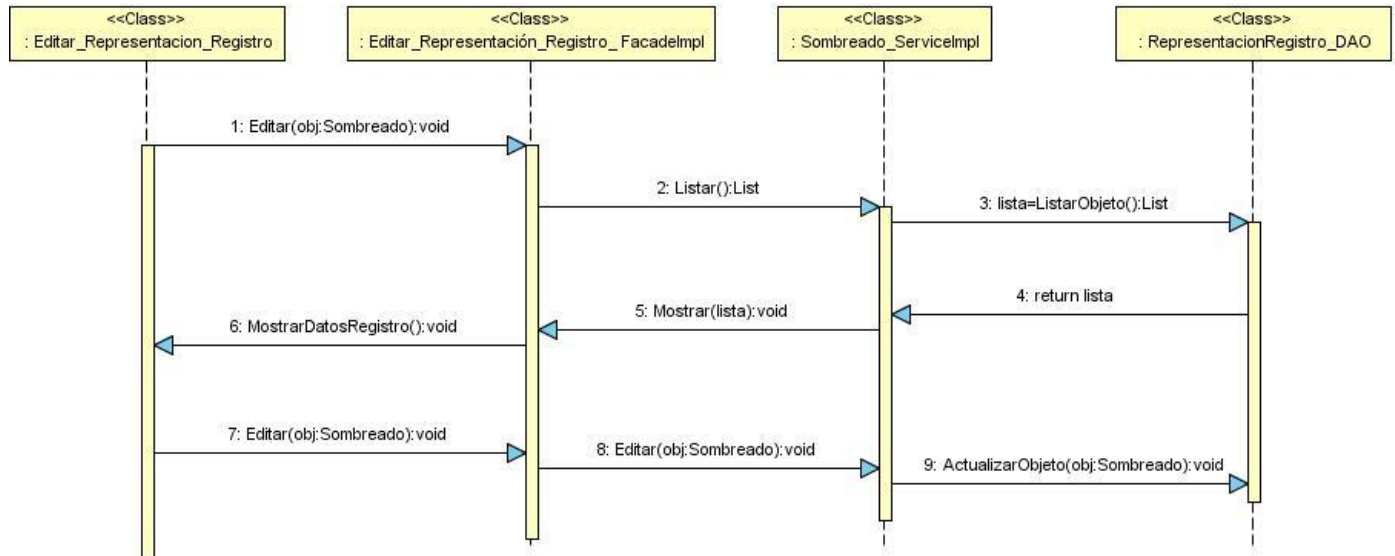


Figura 20 Diagrama de Secuencia del Diseño Sombreado

4.4.3 Diagrama de Despliegue

El Modelo de Despliegue se utiliza para capturar los elementos de configuración del procesamiento y las conexiones entre esos elementos. El modelo de despliegue también mapea procesos dentro de estos elementos de procesamiento, permitiendo la distribución del comportamiento a través de los nodos que son representados. [52].

Capítulo 4: Construcción de la Solución propuesta

Diagrama de Despliegue

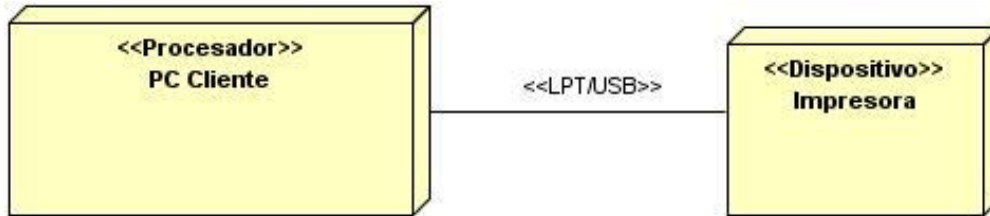


Figura 21 Diagrama de Despliegue

4.5 Conclusiones Parciales

En el desarrollo de este capítulo se muestra una descripción y representación gráfica de los diagramas de clases y de interacción (colaboración y secuencia) del Modelo de Análisis y Diseño respectivamente. De esta forma se evidencia que la arquitectura y los requisitos planteados en los capítulos anteriores son suficientemente estables. Con la modelación del Modelo de Análisis y Diseño se transforman los requerimientos funcionales en vista a la futura implementación del sistema y se establecen las bases para una arquitectura del software robusta. Finalmente se obtiene el diagrama de despliegue donde se captura la configuración de los elementos de procesamiento y las conexiones entre estos en el sistema, a través de un nodo y un dispositivo.

Conclusiones

Partiendo de la investigación realizada sobre los procesos de análisis petrofísicos. Donde se evidencia la necesidad de diseñar un sistema informático en plataforma libre y exenta de grandes gastos en licencia e impulsado además, por los yacimientos encontrados recientemente en la región noroccidental de nuestro país. Se concluye que con el presente trabajo de diploma:

- Se logró transformar los requerimientos en un diseño de cómo va a ser implementado el sistema.
- Se definieron los requerimientos no funcionales teniendo en cuenta las ventajas que representa el software libre respecto al software propietario y a la necesidad de que se adapte a la forma de trabajo en el CEINPET, para propiciar que la labor en la misma sea más cómoda.
- A través de la realización de los prototipos de interfaz de usuario y la descripción de los casos de uso del sistema, se construyó un prototipo no funcional que satisfizo a los clientes.
- Se establecieron los criterios necesarios a través de los artefactos generados en los Modelos de Análisis y Diseño para definir la línea base de la arquitectura.

Recomendaciones

Para una mejor utilización de esta investigación se recomienda lo siguiente:

- Implementar para la primera versión del producto los Casos de Uso del Sistema propuestos en el trabajo de diploma, haciendo énfasis en los críticos para las primeras iteraciones.
- Realizar un estudio de las áreas de Estadísticas e Interpretación para ampliar las funcionalidades de Análisis Petrofísico de Registros (ANPER).
- Continuar con el estudio de las grandes empresas que utilizan y elaboran software para el análisis petrofísico de registros, en vista a lograr una mayor experiencia de trabajo en la puesta en práctica y futuras actualizaciones.
- Consultar el Glosario de Términos como base para futuras investigaciones sobre los procesos de análisis petrofísicos y para apoyar la información con que cuentan los proyectos actuales.
- Apoyarse en el trabajo de diploma como repositorio de información para el Polo PetroSoft de la facultad #9 y para la Industria Petrolera Cubana en general.

Referencias Bibliográficas

Referencias Bibliográficas

[1] Nathaly Famiglietti. Licenciada en Ingeniería Geofísica de la Universidad Simón Bolívar, Sartenejas Campus Venezuela, 1999. Visitado en el Sitio SEED. [Disponible en: <http://www.seed.slb.com/qa2/FAQView.cfm?ID=914&Language=ES>]. [Consultado el día 17 de enero del 2009].

[2] Martín Jiménez Guerrero. “Caracterización Integral de Yacimientos: Integración de Datos de Registros de Pozo con Atributos Sísmicos Usando Geoestadística”. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2005. 109. [Disponible en: http://132.248.182.189/mdiaz/Tesis/2005/Martin_J/]. [Consultado el día 17 de enero del 2009].

[3] 2005. Visitado en el Sitio HDS (Housing and Development Software). [Disponible en: http://www.hdsoftware.com/about_us.htm][Consultado el día 24 de enero del 2009].

[4] 2008 Visitado en el Sitio ESSS (Engineering Simulation and Scientific Software.). [Disponible en: <http://www.esss.com.br/index.php?pg=viewprojeto&idProject=9>]. [Consultado el día 24 de enero del 2009].

[5] Dr. Mario González Arencibia. Profesor de las Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba. “GUÍA DE APRENDIZAJE DE ÉTICA INFORMÁTICA: UNA EXPERIENCIA APLICABLE A LA GESTIÓN EMPRESARIAL”. 2002. Visitado en el Sitio Eumed.net. [Disponible en: <http://www.eumed.net/libros/2008a/347/Software%20Libre%20versus%20Software%20Propietario.htm>]. [Consultado el día 25 de enero del 2009].

Referencias Bibliográficas

- [6] 2002. Visitado en el Sitio The Scotia Group Inc. (Servicios Consultivos Nacionales e Internacionales para Petróleo y Gas). [Disponible en: <http://www.scotia-group.com/Spanish/services/reservoir/petrophysics.asp>] [Consultado el día 25 de enero del 2009].
- [7] Sugar Land, Estados Unidos, 25 agosto 2008 Visitado en el Sitio PETRÓLEO (Información técnica y de negocios para la industria de los hidrocarburos en América Latina.). [Disponible en: http://www.petroleo.com/pi/secciones/PI/ES/MAIN/N/NOTICIAS1/doc_65217_HTML.html?idDocumento=65217]. [Consultado el día 17 de enero del 2009].
- [8] 2008. Visitado en el Sitio El Boomeran(g) (blog literario en español.). [Disponible en: <http://www.elboomeran.com/blog-post/18/3074/andres-ortega/schlumberger/>] [Consultado el día 17 de enero del 2009].
- [9] Visitado en el Sitio Neuralog. [Disponible en: <http://www.neuralog.com/espanol/index.htm>]. [Consultado el día 17 de enero del 2009]
- [10] 2007. Visitado en el Sitio RCLAB SRL (Laboratorio de Estudios Petrofísicos). [Disponible en: <http://www.rclabsrl.com.ar/4.htm>]. [Consultado el día 18 de enero del 2009]
- [11] Olga Castro Castañería, Juan Rodríguez Loeches Diez Argüelles y Dania Brey del Rey. "Modelo petrofísico determina porosidad". 25 de febrero del 2008. Visitado en el Sitio Modelaje de Yacimientos. [Disponible en: <http://modelaje-de-yacimientos.blogspot.com/2008/02/modelo-petrofísico-determina-porosidad.html>]. [Consultado el día 19 de enero del 2009].

Referencias Bibliográficas

- [12] 31 de marzo del 2008. Visitado en el Sitio patagónico.net. Disponible en: <http://www.elpatagonico.net/index.php?item=energia%7Cview&ref=suplementos&id=21429> [Consultado el día 17 de enero del 2009].
- [13] 2007. Visitado en el Sitio Comport Computing. [Disponible en: http://www.comportco.com/resys/RECoresManual_ES.pdf]. [Consultado el día 25 de enero del 2009].
- [14] Visitado en el Sitio redenerg (Portal Cubano de la Red del SNIE). [Disponible en: <http://www.energia.inf.cu/instituciones/ceinpet.html>]. [Consultado el día 25 de enero del 2009].
- [15] 2006. Visitado en el Sitio Amigos Energy Advisors LLC(World wile Geophysical and Geological Consultants). [Disponible en: <http://www.amigosenergy.com/Spanish/Services.htm>]. [Consultado el día 25 de enero del 2009].
- [16] 1 marzo 2009. Visitado en el Sitio Gaceta IMP. [Disponible en: http://akbal.imp.mx/gaceta_e/nota_p.asp?nt=intjunE]. [Consultado el día 25 de enero del 2009].
- [17] MARCELO ANDRÉS SARAVIA GALLARDO, Ph. D. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA “Orientación metodológica para la elaboración de proyectos e informes de investigación”. Master en Investigación y Doctor en Investigación y Evaluación de la Calidad Educativa. UNIVERSIDAD DE BARCELONA. 2004. Visitado en el Sitio Viceministerio de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Planificación del Desarrollo). [Disponible en: <http://www.conacyt.gov.bo/convocatorias/publicaciones/Metodologia.pdf>]. [Consultado el día 29 de marzo del 2009].

Referencias Bibliográficas

[18] Roberth G. Figueroa, Camilo J. Solís, Armando A. Cabrera. METODOLOGÍAS TRADICIONALES VS. METODOLOGÍAS ÁGILES. Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias en Computación. 2008. Visitado en el Sitio Adonisnet's Weblog. [Disponible en: <http://adonisnet.files.wordpress.com/2008/06/articulo-metodologia-de-sw-formato.doc>]. [Consultado el 24 de febrero del 2009].

[19] 12 de noviembre del 2007. Visitado en el Sitio blogspot.es. [Disponible en: <http://eproano334.blogspot.es/>]. [Consultado el 24 de febrero del 2009].

[20] 2004. Visitado en el Sitio UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERO EN COMPUTACION (SERVIDOR YAQUI). [Disponible en: <http://yaqui.mx1.uabc.mx/~molquin/as/RUP.htm>]. [Consultado el 25 de febrero del 2009].

[21] "Material_para_la_Conf_1.doc". Visitado en el Sitio Teleformación.uci.cu. [Disponible en: <http://teleformacion.uci.cu/mod/resource/view.php?id=11402>]. [Consultado el 26 de febrero del 2009].

[22] Danis Rego Castillo, Alfonso Chaveco Laurencio. "DESARROLLO DE UNA INTRANET PARA EL GRUPO EMPRESARIAL DE TRANSPORTE POR OMNIBUS". Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Ciudad de La Habana, Junio 26 de 2007. 91.

[23] Visitado en el Sitio Eduforge (Innovation for Education). [Disponible en: https://eduforge.org/docman/view.php/230/3182/SUMA_Herramientas_v0.2.pdf]. [Consultado el 25 de febrero del 2009].

Referencias Bibliográficas

- [24] Visitado en el Sitio GSInnova (Grupo Soluciones). [Disponible en: <http://www.rational.com.ar/herramientas/roseenterprise.html>]. [Consultado el 25 de febrero del 2009].
- [25] 2007. Visitado en el Sitio Universidad de Jaén (Departamento de Informática). [Disponible en: <http://wwdi.ujaen.es/asignaturas/isg/Software.html>]. [Consultado el 25 de febrero del 2009].
- [26] 2007. Visitado en el Sitio Free Download Manager (Grupo Soluciones). [Disponible en: [http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/Paradigma_Visual_para_UML_\(M%C3%8D\)_14720_p/](http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/Paradigma_Visual_para_UML_(M%C3%8D)_14720_p/)]. [Consultado el 25 de febrero del 2009].
- [27] Manual de Java. 2007. Visitado en el Sitio DESARROLLOWEB.COM. [Disponible en: <http://www.desarrolloweb.com/manuales/57/>]. [Consultado el 28 de marzo del 2009].
- [28] Itzcoalt Alvarez M. “Desarrollo Ágil con SCRUM”. Visitado en el Sitio SG Software Guru. [Disponible en: <http://www.sg.com.mx/sg07/presentaciones/Mejora%20de%20procesos/SG07.P02.Scrum.pdf>]. [Consultado el 24 de febrero del 2009].
- [29] Cruzado Fernández Mariela, Flores Silvestre John, Mendoza Morales Fabiola, Ruiz Sánchez Vanessa, Vásquez Sánchez Carmen, Zavala Vásquez Cinthia. ICONIX. SIGMAJE: desarrollado para el rubro educativo, usando tecnologías open source innovadoras. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de de Ingeniería – Escuela de Ingeniería de Computación y Sistemas. 2008-06-30. [Disponible en: [ICONIX SIGMAJE: desarrollado para el rubro educativo, usando ...](#)]. [Consultado el 25 de febrero del 2009].

Referencias Bibliográficas

[30] María A. Mendoza Sánchez Ing. Informático – UNT Microsoft Certified Professional – MCP Analista y Desarrolladora – TeamSoft. “Metodologías De Desarrollo De Software”. Perú. Junio 7 del 2004. Visitado en el Sitio informatizate. [Disponible en: http://www.informatizate.net/articulos/pdfs/metodologias_de_desarrollo_de_software_07062004.pdf].

[Consultado el 25 de febrero del 2009].

[31] Visitado en el Sitio proyectos agiles.org (cómo gestionar proyectos con Scrum). [Disponible en: <http://www.proyectosagiles.org/desarrollo-iterativo-incremental>]. [Consultado el 25 de febrero del 2009].

[32] Trevor Brown (Indonesia), Thomas Burke, Alex Kletzky (EE.UU), Ivar Haarstad (Noruega), John Hensley (EE.UU), Stuart Murchie (Texas), Cary Purdy (Texas), Anchala Ramasamy (Escocia). 2000. Página 17. Visitado en el Sitio Schlumberger. [Disponible en: www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish00/spr00/P34_55.pdf]. [Consultado el 10 de abril del 2009].

[33] 2007. Visitado en el Sitio Sparx Systems. [Disponible en: <http://www.sparxsystems.com.ar/products/ea.html>]. [Consultado el 10 de abril del 2009].

[34] 2007. Visitado en el Sitio Free Download Manager (Sitio de Descargas de Software). [Disponible en: http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/comunidad_de_uml_libre/.] [Consultado el 10 de abril del 2009].

[35] JACOBSON, J. R. G. B. I. El Proceso unificado de desarrollo de software Madrid, Pearson Educación, 2000. 464 p.

Referencias Bibliográficas

[36] 2009. Visitado en el Sitio Schlumberger. [Disponible en: <http://www.slb.com/content/services/software/geo/geoframe/petrophysics/index.asp?>]. [Consultado el 2 de mayo del 2009].

[37] Petrophysics, I., User Manual. 2007, Schlumberger, PGL-Senergy.

[38] Dr.Olga Castro Castiñeira. Petrofísica. 2009.

[39] 2009. Visitado en el Sitio Lambda (Servicios Informáticos). [Disponible en: <http://www.lambdasi.com.ar/textocomp.asp?id=9>]. [Consultado el 2 de mayo del 2009].

[40] Jonás A. Montilva C., Nelson Arapé y Juan Andrés Colmenares. “Desarrollo de Software Basado en Componentes”. Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Departamento de Computación y Universidad del Zulia, Facultad de Ingeniería, Instituto de Cálculo Aplicado respectivamente. Mérida, Venezuela y Maracaibo, Venezuela respectivamente. 2006. 9.

[41] Ingeniería de Software 2. Conferencia #1. Continuación del FT Análisis y Diseño. Modelo de Diseño. Curso 2008-2009. 4.

[42] Ingeniería de Software 1. Conferencia #4. Fase de Inicio. Flujo de trabajo de requerimientos. Modelo de Diseño. Curso 2008-2009. 27.

[43] Edgar Cabrera Báez. Reynier Pérez González. Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de la Habana. Julio del 2008. 119.

Referencias Bibliográficas

- [44] Perry, D.E. and A.L. Wolf, Foundations for the Study of Software Architecture. Software Engineering Notes, 1992. Vol. 17 no. 4.
- [45] Arquitectura de 3 capas. Introducción al desarrollo java EE. 11 de julio del 2008. Visitado en el Sitio Dos Ideas (La visión de Sistemas desde el desarrollo). [Disponible en: <http://www.dosideas.com/cursos/mod/resource/view.php?id=10>]. [Consultado el 17 de mayo del 2009].
- [46] Ingeniería de Software 1. Conferencia #7. Fase de Elaboración. Flujo de trabajo de Análisis y Diseño. Curso 2008-2009. 18.
- [47] Luz María Hernández Rodríguez. UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos. México. Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. 1999.499.
- [48] Ingeniería de Software 1. Conferencia #2. Fase de Inicio. Modelo del Negocio. Curso 2007-2008. 27.
- [49] Charla 1: Introducción a los patrones de diseño. Algunos patrones básicos. 18.
- [50] Fase de Inicio. 4 mayo del 2009. 6. Visitado en el Sitio Entorno Virtual de Aprendizaje (Universidad de las Ciencias Informáticas). [Disponible en: <http://teleformacion.uci.cu/mod/resource/view.php?id=11569>]. [Consultado el 31 de mayo del 2009].
- [51] Ingeniería de Software 1. Conferencia #4. Fase de Inicio. Flujo de trabajo de requerimientos. Curso 2008-2009. 27.
- [52] Ingeniería de Software 2. Conferencia #1. Continuación del FT Análisis y Diseño. Modelo de Diseño. Curso 2008-2009. 33.

Bibliografía Consultada

Bibliografía Consultada

[1] 2009. Visitado en el Sitio GNU (Consultores). [Disponible en: <http://www.gnuconsultores.com/es/ingenieria/desarrollo/escritorio>]. [Consultado el 31 de mayo del 2009].

[2] 2008. Visitado en el Sitio WWW.haztuprograma.com (Programas a medida). [Disponible en: <http://www.haztuprograma.com/tiposAplicaciones.html>]. [Consultado el 31 de mayo del 2009].

[3] 2009. Caracterización de Yacimientos. Visitado en el Sitio Internacional Rock Analyst. [Disponible en: http://www.inter-rock-ca.com/Spanish/Proyectos_Caracterizacion.htm]. [Consultado el ¿de ¿ del 2009].

[5] 2008. Imágenes Eléctricas de Pozos y uso de la Petrofísica en el estudio de Yacimientos Fracturados. Visitado en el Sitio Industria Petrolera. [Disponible en: <http://industria-petrolera.blogspot.com/2008/02/imgenes-elctricas-de-pozos-y-uso-de-la.html>]. [Consultado el ¿de ¿ del 2009].

[6] Martha D. Delgado Dapena. Definición del modelo del negocio y del dominio utilizando Razonamiento Basado en Casos. Centro de Estudios de Ingeniería de Sistemas. Cuba. 11.

[7] Ing. Juan Gabardini, Ing. Lucas Campo. Balanceo de Metodologías Orientadas al Plan y Ágiles. Herramientas para la Selección y Adaptación. Buenos Aires. Argentina. 2004. 7.

Anexos

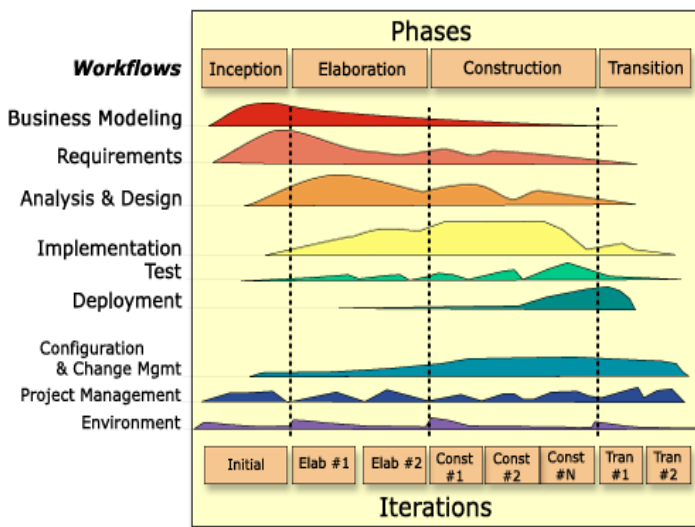


Figura 22 Representación de la Metodología RUP

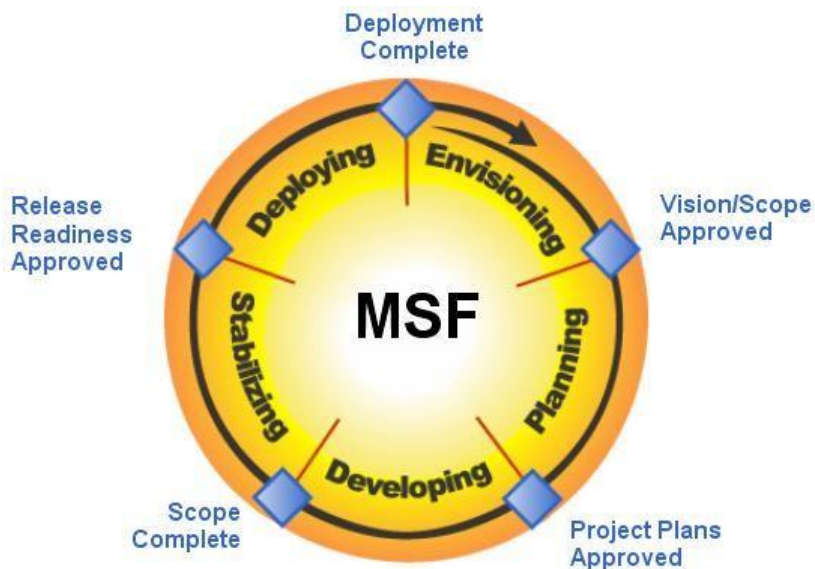


Figura 23 Representación de la Metodología MSF

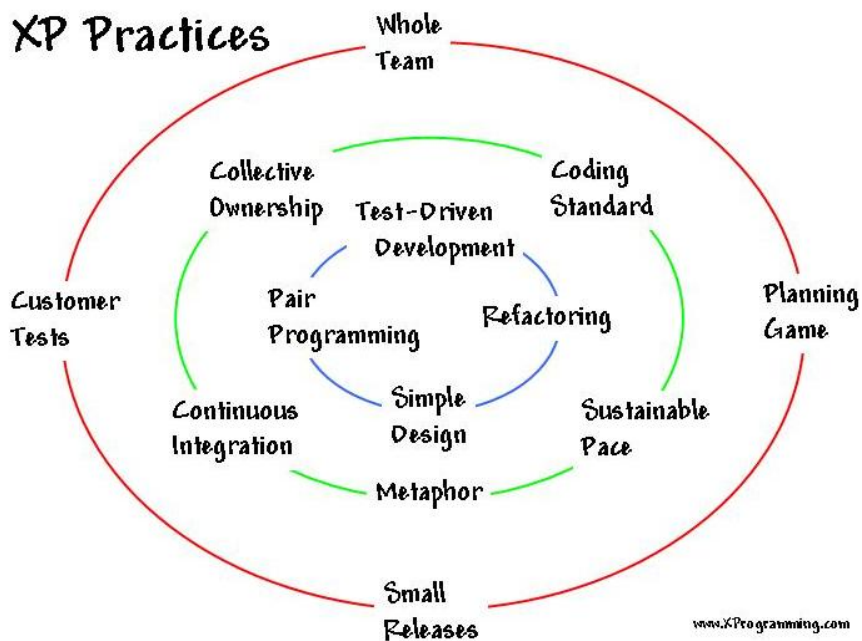


Figura 24 Representación de la Metodología XP

Realizar Informe Final

| | |
|--------------------------------|--|
| Caso de uso del negocio | Realizar Informe Final |
| Actores | Cliente |
| Trabajadores | Petrofísico, Director de Exploración, Jefe de Proyecto de Atención a Pozos y Jefe de Proyecto de Evaluación de la Perforación en Aguas Profundas. |
| Resumen | El caso de uso se inicia cuando el cliente solicita un informe con la descripción de los resultados obtenidos en las diferentes etapas del desarrollo de la investigación y finaliza cuando recibe el Informe Final. |
| Casos de uso asociados | |

Anexos

| Acción del actor | Acción del Trabajador |
|---|---|
| 1. El cliente solicita un Informe con la descripción de los resultados obtenidos en las diferentes etapas del desarrollo de la investigación. | 2. El Director de Exploración recibe la solicitud a través de la Dirección General del CEINPET. |
| | 3. El Director de Exploración distribuye el trabajo al Jefe de Proyecto de Atención a Pozos y al Jefe de Proyecto de Evaluación de la Perforación en Aguas Profundas. |
| | 4. El Jefe de Proyectos de Atención a Pozos asigna el trabajo al petrofísico. |
| | 5. El Jefe de Proyectos de Evaluación de la Perforación en Aguas Profundas asigna el trabajo al petrofísico. |
| | 6. El Petrofísico elabora un Informe Valorativo con los resultados obtenidos en las diferentes etapas del desarrollo de la investigación. |
| | 7. El Petrofísico entrega el Informe Valorativo al Jefe de Proyectos de Atención a Pozos. |
| | 8. El Petrofísico entrega el Informe Valorativo al Jefe de Proyectos de Evaluación de la Perforación en Aguas Profundas. |
| | 9. El Jefe de Proyectos de Atención a Pozos obtiene el Informe Valorativo. |
| | 10. El Jefe de Proyectos de Evaluación de la Perforación en Aguas Profundas obtiene el Informe Valorativo |
| | 11. El Jefe de Proyectos de Atención a Pozos elabora un Informe Integral con los resultados de cada petrofísico. |
| | 12. El Jefe de Proyectos de Evaluación de la Perforación en Aguas Profundas elabora un Informe Integral con los resultados de cada petrofísico |

Anexos

| | |
|---|--|
| | 13. El Jefe de Proyectos de Atención a Pozos entrega el Informe Integral al Director de Exploración. |
| | 14. El Jefe de Proyectos de Evaluación de la Perforación en Aguas Profundas entrega el Informe Integral al Director de Exploración |
| | 15. El Director de Exploración recibe el Informe Integral. |
| | 16. El Director de Exploración elabora un Informe Final con la información que le suministran los jefes subordinados. |
| | 17. El Director de Exploración envía el Informe Final. |
| 18. El cliente recibe el Informe Final. | |
| Otras Secciones | |
| Mejoras Propuestas | Se podrán elaborar Informes sin necesidad de salir del sistema. |

Tabla 6 Descripción del Caso de Uso del Sistema Realizar Informe Final

Anexos

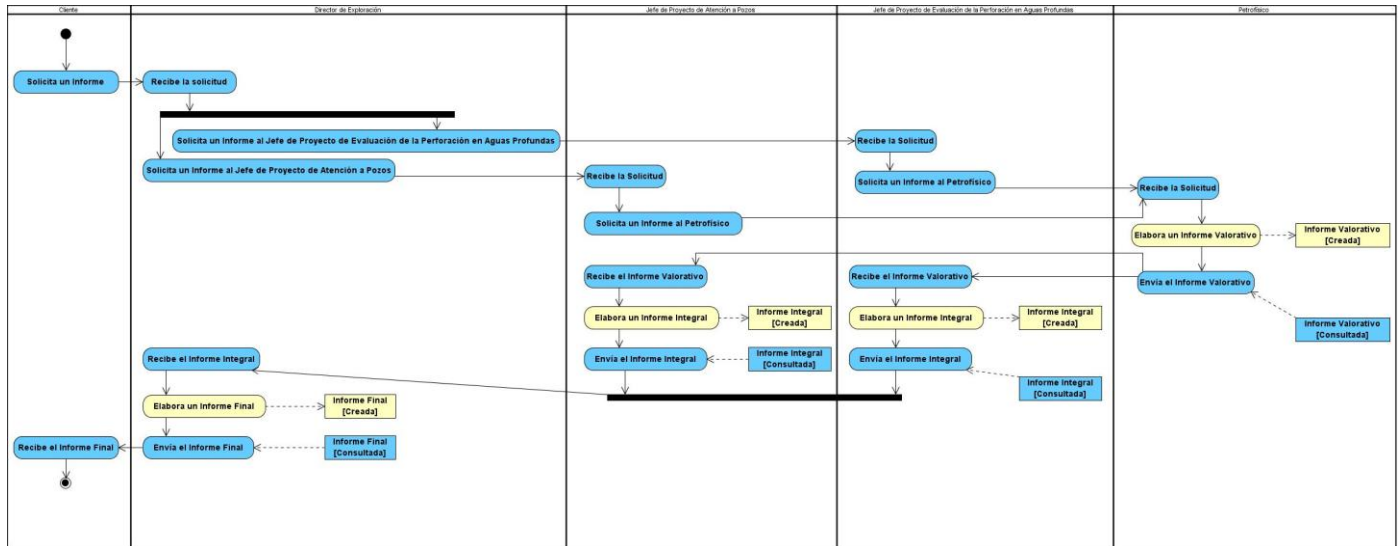


Figura 25 Diagrama de Actividades Realizar Informe Final

Seleccionar Plantilla

| | |
|---------------------------------|--|
| Caso de Uso del sistema: | Seleccionar Plantilla |
| Actores: | Petrofísico |
| Propósito | Realizar el estudio de la información petrofísica a través de plantillas creadas por defecto o siguiendo las características de algunas elaboradas con anterioridad. |
| Resumen: | El Caso de Uso se inicia cuando el Petrofísico solicita una plantilla por defecto o alguna creada con anterioridad para realizar el estudio de los Registros de Pozo y finaliza cuando se muestra. |
| Precondiciones: | Debe existir al menos un registro de pozo en el área de trabajo. |
| Referencias | RF2, RF3, RF4, RF5, RF6, RF7, RF8, RF9, RF10, RF11, RF12, RF13, RF14, RF15. |
| Prioridad | Crítico |
| Flujo Normal de Eventos | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |

Anexos

| | |
|--|---|
| 1. El Petrofísico solicita seleccionar la plantilla. | 2. El sistema le muestra una ventana con las posibles formas a seleccionar (plantilla por defecto y plantilla creada). |
| 3. El Petrofísico selecciona la forma deseada. | 4. El sistema Gestiona la selección: Si selecciona la opción Seleccionar Plantilla por Defecto ir a la Sección Seleccionar Plantilla por Defecto . Si selecciona la opción Seleccionar Plantilla Creada ir a la Sección Seleccionar Plantilla Creada . |
| Sección Seleccionar Plantilla por Defecto | |
| | 1. El sistema muestra una ventana con las posibles plantillas por defecto a seleccionar (con 3 pistas en blanco [definida por tres pistas en blanco y la profundidad], con 4 pistas en blanco [definida por cuatro pistas en blanco y la profundidad] y con 4 pistas pre-definidas [definida por 4 pistas, donde se representan las curvas Litología, Profundidad, Porosidad, Resistividad]). |
| 2. El Petrofísico selecciona la plantilla por defecto deseada. | 3. El sistema muestra la plantilla por defecto seleccionada con las propiedades características establecidas en el área de trabajo. |
| | 4.El sistema muestra en el Área de trabajo las opciones para modificar la marca de profundidad [que puede tomar los valores 20,40,60,100,200,240,500,600,1000,2500,5000 y Por defecto donde se establece 200 como valor por defecto], modificar la escala, editar |

Anexos

representación de registro [muestra la ventana “Editar la Representación del Registro de Pozo”], mostrar la profundidad en la que se encuentra el cursor y en el caso de la plantilla con 4 pistas pre-definidas se representa además el nombre de las curvas de la pista donde se encuentre el cursor y su profundidad.

Prototipo de Interfaz “Seleccionar Plantilla por Defecto”



Figura 26 Prototipo de Interfaz Seleccionar Plantilla por Defecto

Anexos

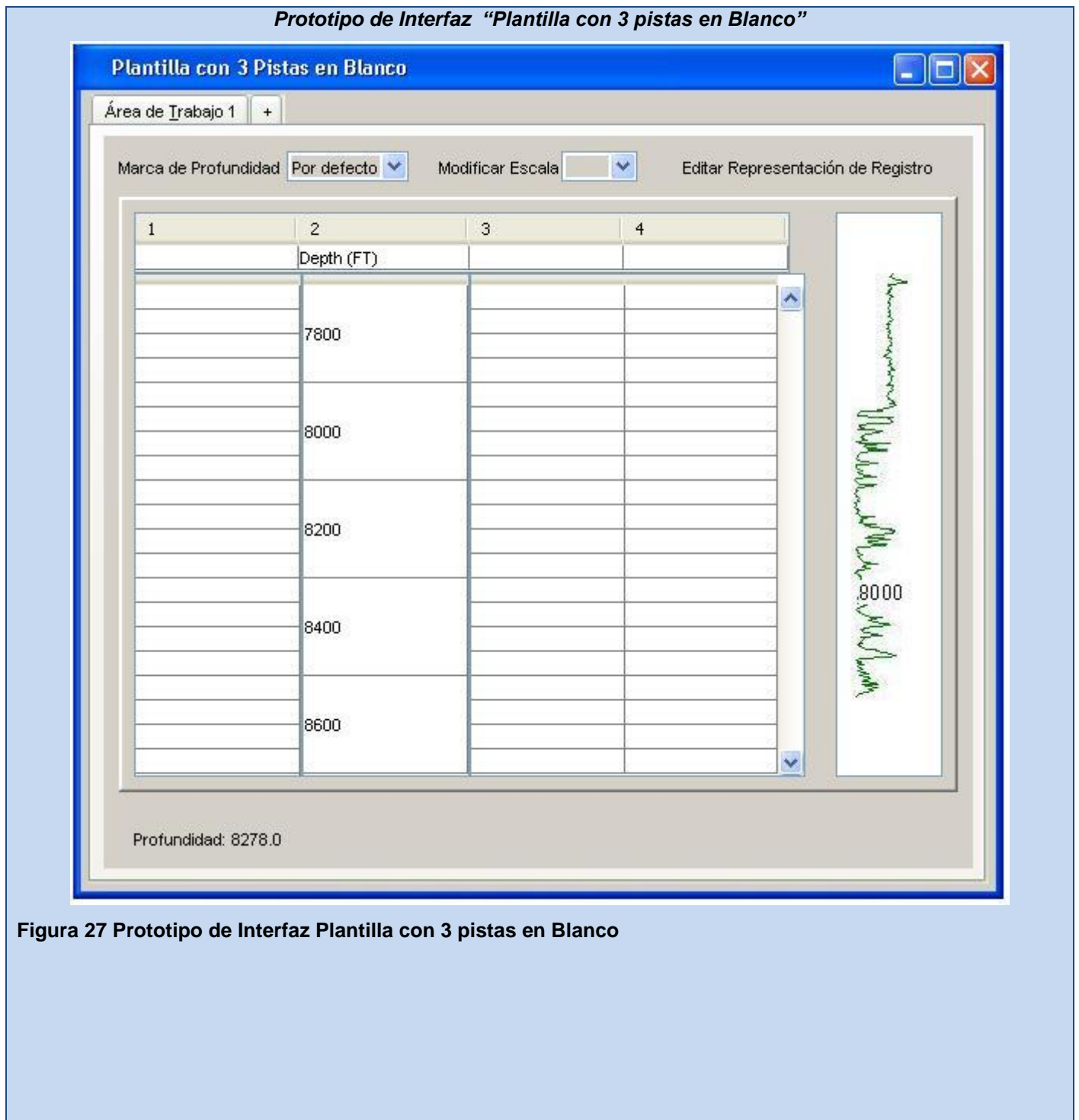


Figura 27 Prototipo de Interfaz Plantilla con 3 pistas en Blanco

Anexos

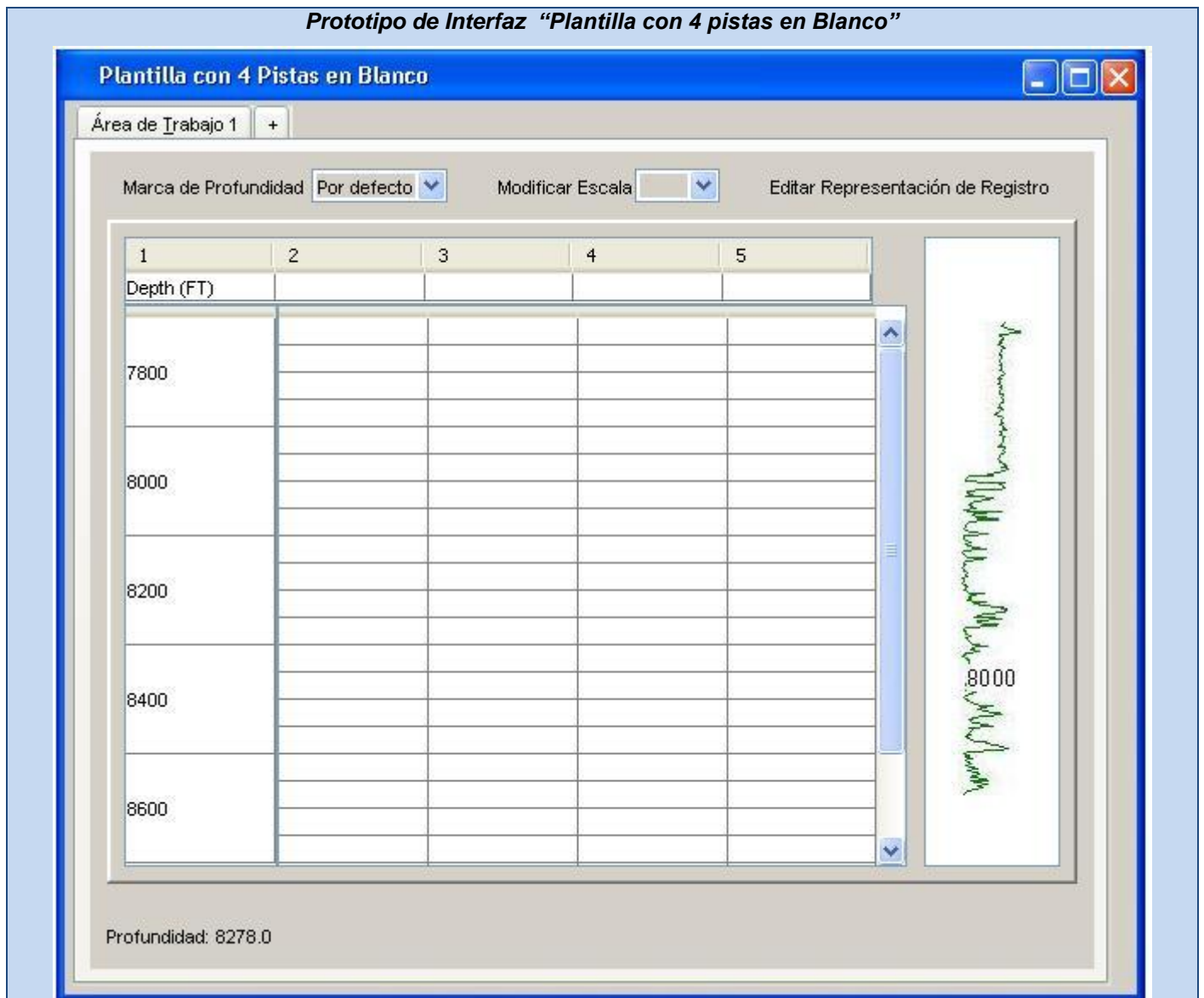


Figura 28 Prototipo de Interfaz Plantilla con 4 pistas en Blanco

Anexos



Figura 29 Prototipo de Interfaz Plantilla con 4 pistas Pre-Definidas

Anexos

| Sección Seleccionar Plantilla Creada | |
|---|--|
| | 1. El sistema muestra una ventana con todas las plantillas creadas con anterioridad. |
| 2. El Petrofísico selecciona la plantilla creada que desea. | 3. El sistema muestra la plantilla creada seleccionada con las propiedades características establecidas en el área de trabajo. |
| | 4.El sistema muestra en el Área de trabajo las opciones para modificar la escala [que puede tomar los valores 20,40,60,100,200,240,500,600,1000,2500,5000 y Por defecto donde se establece 200 como valor por defecto], editar representación de registro [muestra la ventana “Editar la Representación del Registro de Pozo”], mostrar el nombre de las curvas de la pista donde se encuentre el cursor y su profundidad. |
| Flujos Alternos | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| Poscondiciones | Se muestra la plantilla seleccionada |

Tabla 7 Descripción del Diagrama de Casos de Uso del Sistema Seleccionar Plantilla

Anexos

Gestionar Pista

| Caso de Uso del sistema: | Gestionar Pista |
|--|--|
| Actores: | Petrofísico |
| Propósito | Realizar cambios en las propiedades de las pistas para realizar el estudio de la representación del registro de pozo. |
| Resumen: | El Caso de Uso se inicia cuando el Petrofísico solicita eliminar, adicionar, expandir, normalizar, copiar, pegar, y/o duplicar la pista y finaliza cuando se logra gestionar la pista. |
| Precondiciones: | Debe existir una pista seleccionada. |
| Referencias | RF16, RF17, RF18, RF19, RF20, RF21, RF22, RF23. |
| Prioridad | Crítico |
| Flujo Normal de Eventos | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| 1. El Petrofísico solicita gestionar la pista. | 2. El sistema le muestra una ventana con las posibles formas para gestionar (adicionar pista, eliminar pista, expandir pista, normalizar pista [en el caso de que la pista esté expandida], copiar pista, pegar pista, duplicar pista). |
| 3. El Petrofísico selecciona la forma deseada. | 4. El sistema Gestiona la selección: Si selecciona la opción Adicionar Pista ir a la Sección Adicionar Pista . Si selecciona la opción Eliminar Pista ir a la Sección Eliminar Pista . Si selecciona la opción Expandir Pista ir a la Sección Expandir Pista . |

Anexos

| | |
|--|---|
| | <p>Si selecciona la opción Normalizar Pista ir a la Sección Normalizar Pista.</p> <p>Si selecciona la opción Copiar Pista ir a la Sección Copiar Pista.</p> <p>Si selecciona la opción Pegar Pista ir a la Sección Pegar Pista.</p> <p>Si selecciona la opción Duplicar Pista ir a la Sección Duplicar Pista.</p> |
|--|---|

Prototipo de Interfaz "Gestionar Pista"



Figura 30 Prototipo de Interfaz Gestionar Pista

| Sección Adicionar Pista | |
|--------------------------------|--|
| | 1. El sistema adiciona una pista en blanco a la derecha de la pista seleccionada con la numeración que le corresponde. |
| | 2. El sistema muestra la pista en blanco. |

Anexos

| Sección Eliminar Pista | |
|---|---|
| | 1. El sistema muestra un mensaje solicitando la confirmación de eliminar la pista seleccionada. Además de las opciones aceptar y cancelar a través de dos botones. |
| 2. El Petrofísico selecciona la opción deseada. | 3. El sistema Gestiona la Selección: Si selecciona la opción aceptar se continúa con el paso 4 de la Sección Eliminar Pista. Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin eliminarse la pista. |
| | 4. El sistema elimina la pista seleccionada. |
| | 5. El sistema actualiza la numeración de las pistas siguientes a la eliminada. |
| | 6. El sistema muestra un mensaje confirmando que la pista ha sido eliminada. |

Prototipo de Interfaz "Advertencia para Eliminar Pista!"

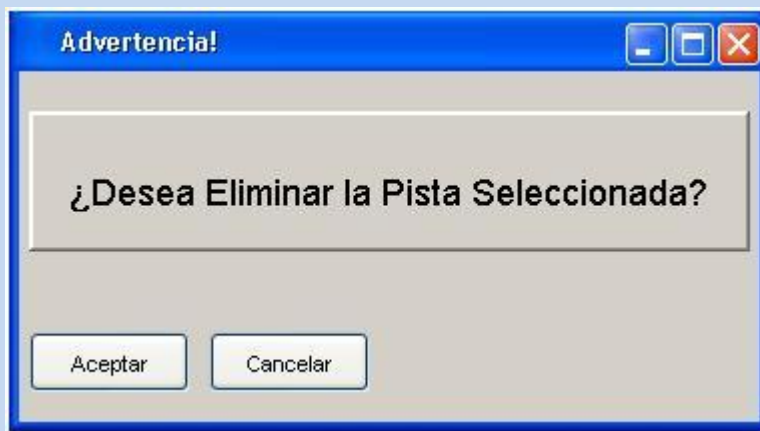


Figura 31 Prototipo de Interfaz Advertencia para Eliminar Pista

Anexos

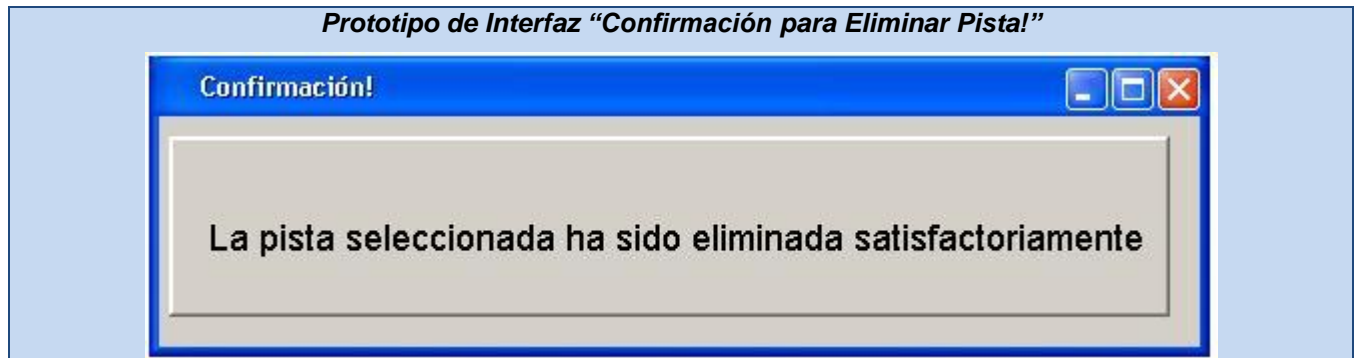


Figura 32 Prototipo de Interfaz Confirmación para Eliminar Pista

| Sección Expandir Pista | |
|---|--|
| | 1. El sistema muestra la pista seleccionada con su tamaño máximo. |
| | 2. El sistema muestra la pista expandida. |
| Sección Normalizar Pista | |
| | 1. Si la pista está expandida el sistema normaliza la pista a su tamaño normal. |
| | 2. El sistema muestra la pista normalizada. |
| Flujos Alternos de la Sección Normalizar Plantilla | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| | 1.1 Si la pista no está expandida el sistema no muestra la opción de normalizarla. |
| Sección Copiar Pista | |
| | 1. El sistema realiza una copia de la pista seleccionada. |
| Sección Pegar Pista | |
| | 1. El sistema toma la copia de la pista que tiene guardada y la pega en la pista seleccionada. |
| | 2. El sistema muestra la copia de la pista. |
| Sección Duplicar Pista | |

Anexos

| | 1. El sistema realiza una copia exacta de la pista seleccionada y la pega a la derecha de la misma. |
|-----------------------|---|
| | 2. El sistema muestra la pista duplicada. |
| Flujos Alternos | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| Poscondiciones | Se logra gestionar la pista |

Tabla 8 Descripción del Caso de Uso del Sistema Gestionar Pista

Gestionar Anotación

| Caso de Uso del sistema: | Gestionar Anotación |
|--|--|
| Actores: | Petrofísico |
| Propósito | Realizar anotaciones en una pista en blanco establecida, para describir de forma valorativa el estudio de la representación del registro de pozo. |
| Resumen: | El Caso de Uso se inicia cuando el Petrofísico solicita adicionar, modificar, eliminar anotación y finaliza cuando se logra gestionar la anotación. |
| Precondiciones: | Debe existir una pista seleccionada. |
| Referencias | RF24, RF25, RF26. |
| Prioridad | Secundario |
| Flujo Normal de Eventos | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| 1. El Petrofísico solicita gestionar la anotación. | 2. El sistema le permite seleccionar la anotación deseada en la pista para que realice las posibles formas de gestión de la anotación (adicionar anotación, eliminar anotación y modificar |

Anexos

| | |
|--|---|
| | anotación). |
| 3. El Petrofísico selecciona la forma deseada. | 4. El sistema gestiona la forma deseada: Si selecciona la opción adicionar anotación, permite que se pueda agregar la anotación deseada. Si selecciona la opción eliminar anotación, permite que se elimine la anotación deseada parcial o totalmente. Si selecciona la opción modificar anotación, permite que se pueda modificar la anotación deseada. |
| Flujos Alternos | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| Poscondiciones | Se logra gestionar la anotación |

Tabla 9 Descripción del Caso de Uso del Sistema Gestionar Anotación

Anexos

Imprimir Registro de Pozo

| | | |
|--|--|--|
| Caso de Uso del sistema: | Imprimir Registro de Pozo. | |
| Actores: | Petrofísico | |
| Propósito | Imprimir el registro de pozo al que se le realizó el estudio de la información petrofísica con encabezamiento o sin encabezamiento. | |
| Resumen: | El Caso de Uso se inicia cuando el Petrofísico solicita imprimir el registro de pozo con encabezamiento o sin encabezamiento y finaliza cuando se logra la impresión. | |
| Precondiciones: | Debe existir un registro de pozo | |
| Referencias | RF27, RF27.1, RF27.2, RF27.3, RF27.4, RF27.5, RF27.6. | |
| Prioridad | Crítico | |
| Flujo Normal de Eventos | | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema | |
| 1. El Petrofísico solicita imprimir el registro de pozo. | 2. El sistema le muestra una ventana con las posibles formas para imprimir (con encabezamiento, sin encabezamiento). | |
| 3. El Petrofísico selecciona la forma deseada. | 4. El sistema Gestiona la selección: Si selecciona la opción Con Encabezamiento ir a la Sección Con Encabezamiento . Si selecciona la opción Sin Encabezamiento ir a la Sección Sin Encabezamiento . | |

Anexos

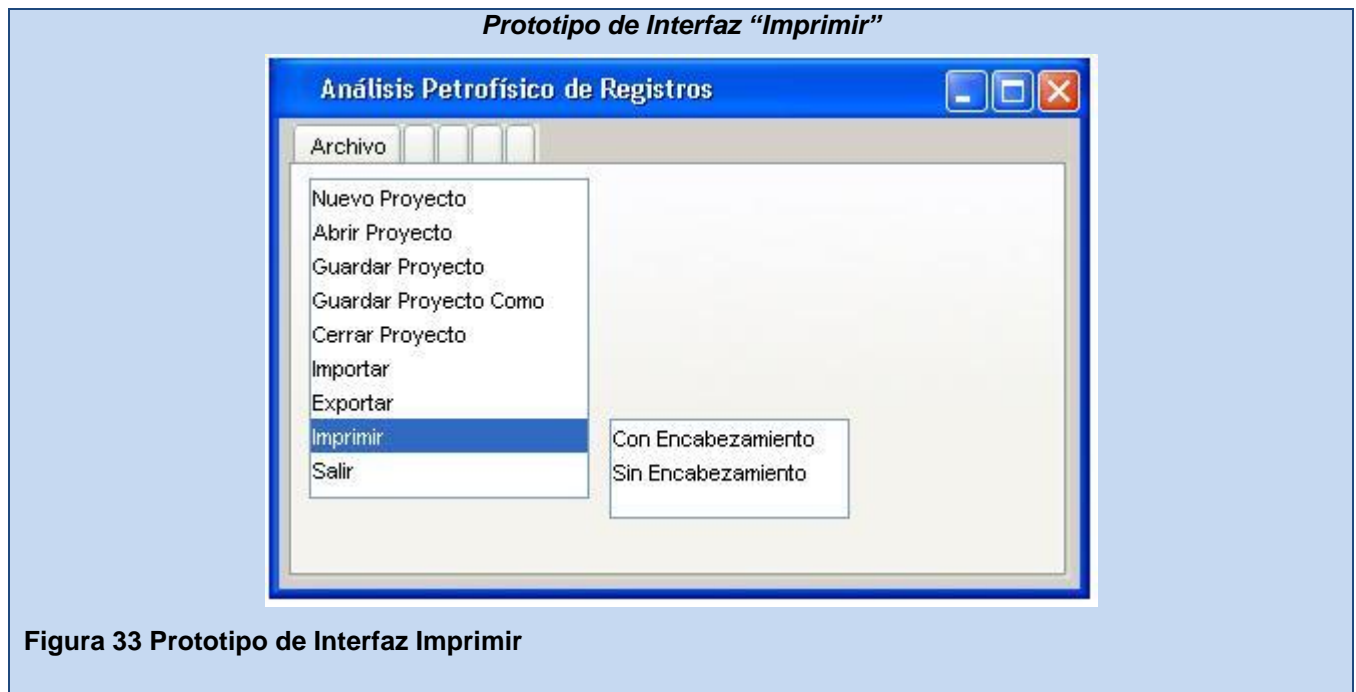


Figura 33 Prototipo de Interfaz Imprimir

Sección Con Encabezamiento

1. El sistema muestra una ventana con el encabezamiento que presenta el registro de pozo primario. El sistema permite que se puedan seleccionar los datos que se desean imprimir de la representación del registro como (el nombre del registro de pozo, la localidad, la provincia, el país y la descripción de cada curva que aparece en el registro de pozo). El sistema permite además que se pueda editar el nombre del petrofísico y la descripción del registro que se va a imprimir. El sistema muestra la compañía que trabaja con el software, la productora del software y la fecha de la impresión. El sistema muestra además las opciones imprimir y

Anexos

| | |
|--|--|
| | cancelar a través de dos botones. |
| 2. El petrofísico selecciona los datos que desea imprimir del registro de pozo y selecciona la opción deseada. | 3. El sistema gestiona la selección: Si selecciona la opción imprimir se imprime el registro de pozo con el encabezamiento definido. Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin guardar los cambios efectuados. |

Prototipo de Interfaz "Imprimir Registro de Pozo Con Encabezamiento"

Figura 34 Prototipo de Interfaz Imprimir Registro de Pozo Con Encabezamiento

Sección Sin Encabezamiento

| | |
|--|--|
| | 1. El sistema imprime la evaluación de las formaciones sin encabezamiento. |
|--|--|

Flujos Alternos

| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
|-----------------------|---|
| Poscondiciones | Se logra la impresión del registro de pozo. |

Tabla 10 Descripción del Caso de Uso del Sistema Imprimir Registro de Pozo

Anexos

Gestionar Imagen

| | |
|--|--|
| Caso de Uso del sistema: | Gestionar Imagen. |
| Actores: | Petrofísico |
| Propósito | Realizar la gestión de imagen. |
| Resumen: | El Caso de Uso se inicia cuando el Petrofísico solicita adicionar, eliminar, modificar imagen y finaliza cuando se logra la gestión de la imagen. |
| Precondiciones: | Debe existir una pista seleccionada en blanco. |
| Referencias | RF28, RF29, RF30, RF31, RF32. |
| Prioridad | Secundario |
| Flujo Normal de Eventos | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| 1. El Petrofísico solicita gestionar imagen. | 2. El sistema le muestra una ventana con las posibles formas para gestionar (adicionar imagen, eliminar imagen, modificar imagen). |
| 3. El Petrofísico selecciona la forma deseada. | 4. El sistema Gestiona la selección: Si selecciona la opción Adicionar Imagen ir a la Sección Adicionar Imagen . Si selecciona la opción Eliminar Imagen ir a la Sección Eliminar Imagen . Si selecciona la opción Modificar Imagen ir a la Sección Modificar Imagen . |

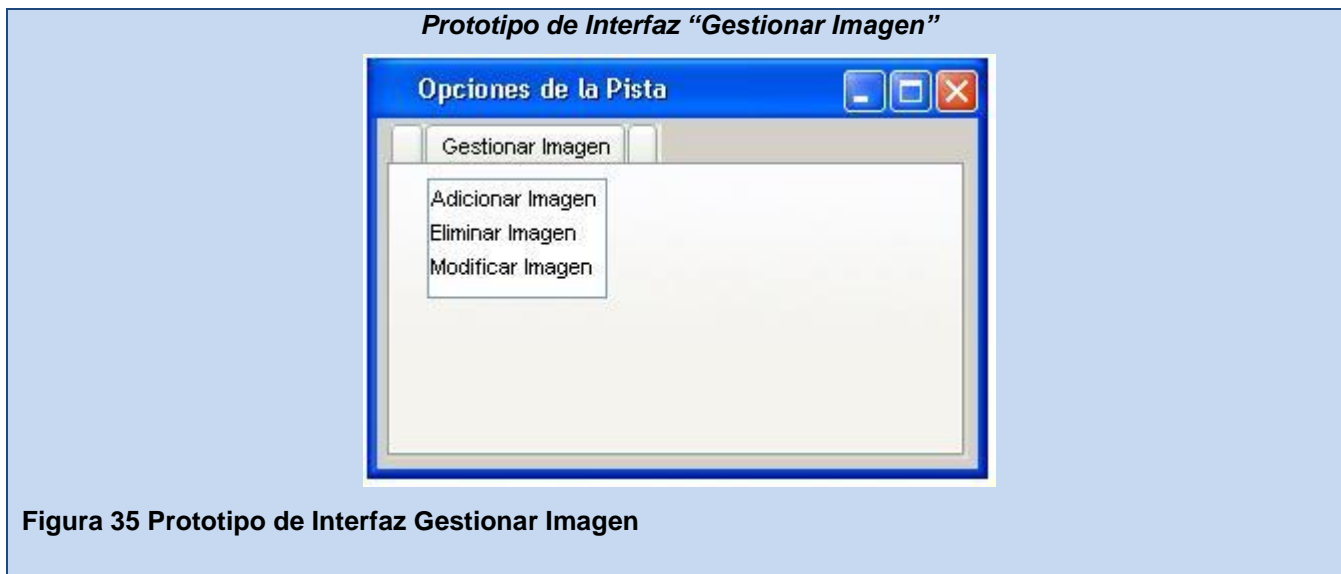


Figura 35 Prototipo de Interfaz Gestionar Imagen

| Sección Adicionar Imagen | |
|---|--|
| | <p>1. El sistema muestra una ventana para buscar la imagen que se desea adicionar, muestra el nombre de la imagen seleccionada, el tipo de archivo que es [puede ser .JPG o .GIF], muestra una vista previa de la imagen escogida y el tamaño que presenta. El sistema muestra además las opciones adicionar y cancelar a través de dos botones.</p> |
| <p>2. El petrofísico selecciona la imagen que quiere adicionar y la opción deseada.</p> | <p>3. El sistema gestiona la selección:</p> <p>Si selecciona la opción adicionar se continúa con el paso 4 de la Sección Adicionar Imagen.</p> <p>Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin guardar los cambios efectuados.</p> |
| | <p>4. El sistema adiciona la imagen en la pista en</p> |

Anexos

blanco seleccionada.

5. El sistema muestra la imagen adicionada en la pista seleccionada.

Prototipo de Interfaz "Adicionar Imagen"

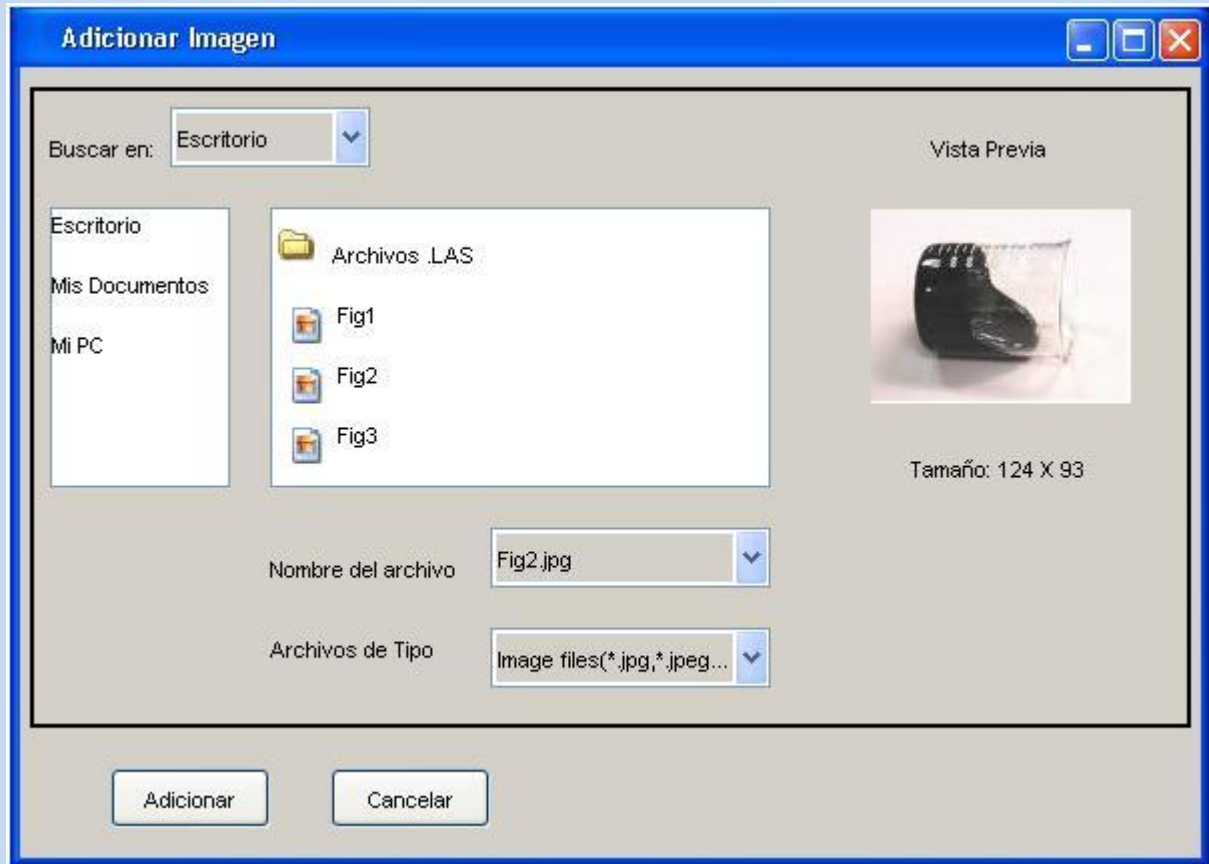


Figura 36 Prototipo de Interfaz Adicionar Imagen

Sección Eliminar Imagen

1. El sistema muestra las posibles imágenes a eliminar, muestra el nombre de la imagen a eliminar, el tipo de archivo que es [puede ser .JPG o .GIF], muestra una vista previa de la imagen escogida y el tamaño que presenta. El

Anexos

| | |
|---|---|
| | sistema muestra además las opciones eliminar y cancelar a través de dos botones. |
| 2. El Petrofísico selecciona la imagen que desea eliminar y la opción a realizar. | 3. El sistema gestiona la selección: Si selecciona la opción eliminar se continúa con el paso 4 de la Sección Eliminar Imagen. Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin eliminar la imagen seleccionada. |
| | 4. El sistema muestra un mensaje para confirmar que se desea eliminar la imagen seleccionada. El sistema muestra además de las opciones aceptar y cancelar a través de dos botones. |
| 5. El Petrofísico selecciona la opción a realizar. | 6. El sistema gestiona la selección: Si selecciona la opción aceptar se continúa con el paso 7 de la Sección Eliminar Imagen. Si selecciona la opción cancelar se pasa al paso 1 de la Sección Eliminar Imagen. |
| | 7. El sistema elimina la imagen seleccionada. |
| | 8. El sistema muestra un mensaje confirmando que la imagen seleccionada ha sido eliminada. |

Anexos

Prototipo de Interfaz “Eliminar Imagen”

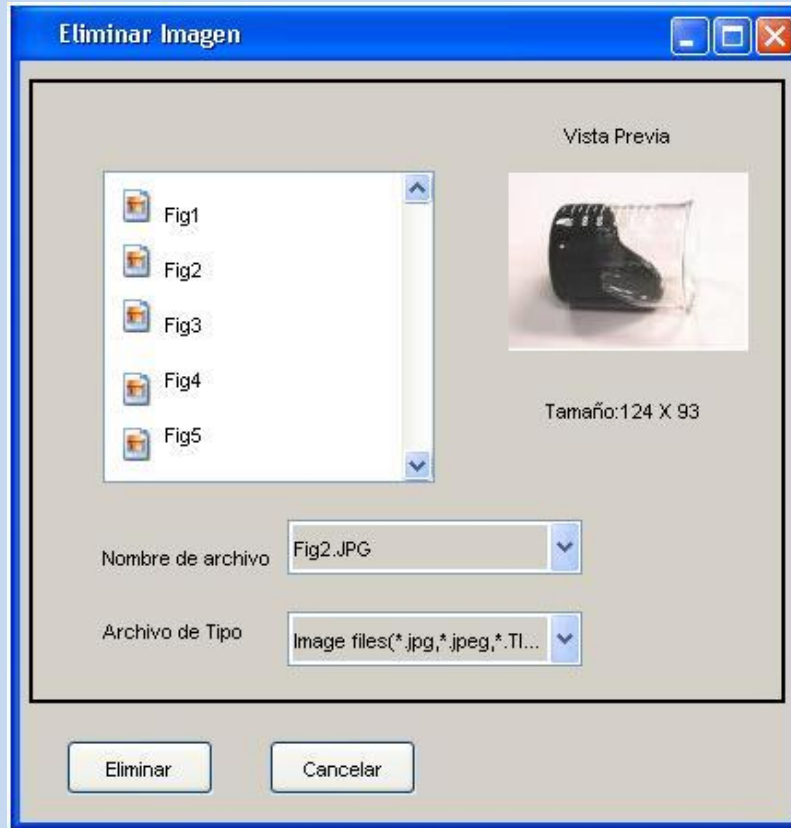


Figura 37 Prototipo de Interfaz Eliminar Imagen

Prototipo de Interfaz “Advertencia para Eliminar Imagen!”



Figura 38 Prototipo de Interfaz Advertencia para Eliminar Imagen

Anexos

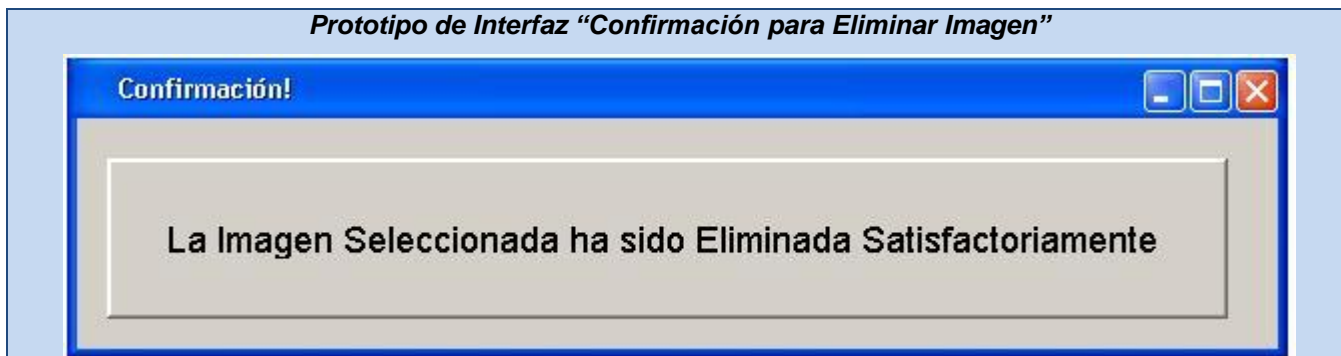


Figura 39 Prototipo de Interfaz Confirmación para Eliminar Imagen

Sección Modificar Imagen

| | |
|---|---|
| | <p>1. El sistema muestra una ventana con las posibles imágenes a modificar, un buscador para seleccionar la imagen sustituta y muestra la vista previa de la nueva imagen. El sistema muestra además las opciones modificar y cancelar a través de dos botones.</p> |
| <p>2. El petrofísico selecciona la imagen que desea modificar y la sustituta y la opción deseada.</p> | <p>3. El sistema gestiona la selección:</p> <p>Si selecciona la opción modificar se continúa con el paso 4 de la Sección Modificar Imagen.</p> <p>Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin guardar los cambios efectuados.</p> |
| | <p>4. El sistema sustituye la imagen existente por la imagen seleccionada.</p> |
| | <p>5. El sistema muestra la nueva imagen en el lugar de la imagen seleccionada para modificarse en la pista en blanco seleccionada.</p> |

Anexos



Figura 40 Prototipo de Interfaz Modificar Imagen

| Flujos Alternos | |
|-----------------------|-------------------------------|
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| Poscondiciones | Se logra gestionar la imagen. |

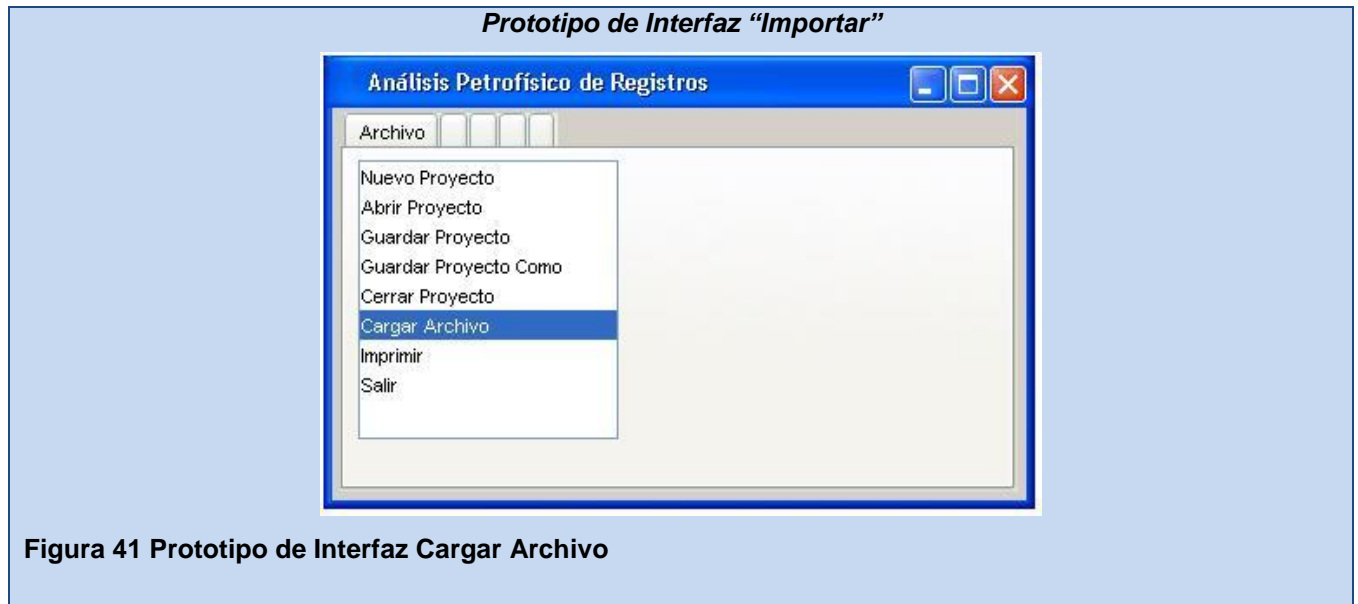
Tabla 11 Descripción del Caso de Uso del Sistema Gestionar Imagen

Anexos

Cargar Archivo

| | |
|--|---|
| Caso de Uso del sistema: | Cargar Archivo |
| Actores: | Petrofísico |
| Propósito | Cargar archivos .LAS o .TXT |
| Resumen: | El Caso de Uso se inicia cuando el Petrofísico solicita cargar archivos de tipo .LAS o .TXT y finaliza cuando se logra cargar el archivo. |
| Precondiciones: | Debe existir al menos un archivo .LAS o uno .TXT. |
| Referencias | RF33, RF33.1, RF34, RF34.1. |
| Prioridad | Crítico |
| Flujo Normal de Eventos | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| 1. El Petrofísico solicita cargar archivo. | 2. El sistema le muestra una ventana para seleccionar la dirección de donde se desea cargar el fichero y el tipo de fichero que se desea cargar (.LAS y .TXT). El sistema muestra además las opciones cargar y cancelar a través de dos botones. |
| 3. El Petrofísico llena los campos necesarios para cargar el archivo y selecciona la opción deseada. | 4. El sistema Gestiona la selección: Si selecciona la opción cargar se carga el fichero seleccionado de la dirección especificada, en el área de trabajo. Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin ejecutar ningún cambio. |

Anexos



Anexos

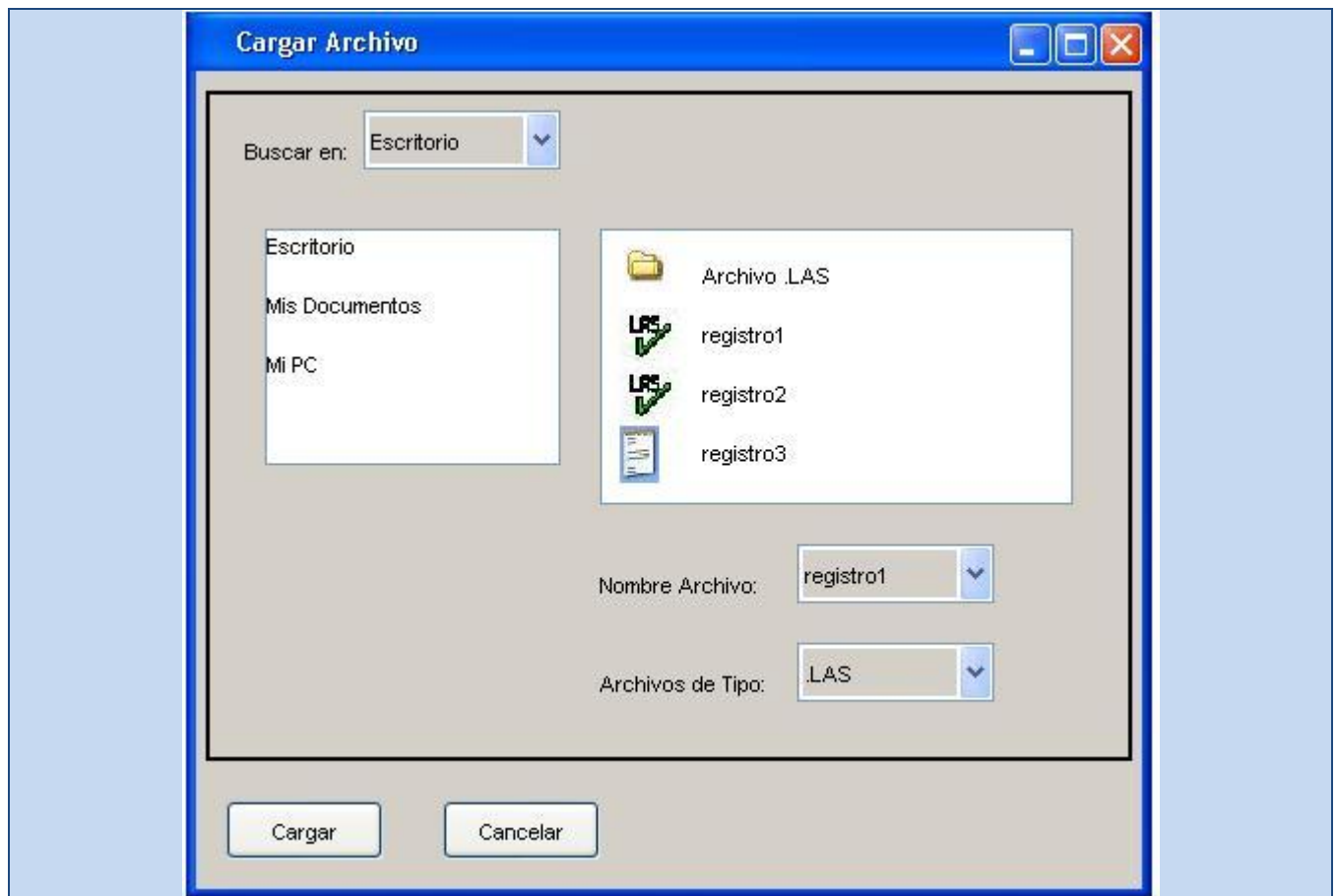


Figura 42 Prototipo de Interfaz Cargar Archivo

| Flujos Alternos | |
|-----------------------|--------------------------|
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| Poscondiciones | Se logra cargar archivo. |

Tabla 12 Descripción del Caso de Uso del Sistema Cargar Archivo

Anexos

Operaciones Básicas

| | | |
|---|--|--|
| Caso de Uso del sistema: | Operaciones Básicas | |
| Actores: | Petrofísico | |
| Propósito | Realizar todas las operaciones básicas necesarias para el estudio de los registros de pozo. | |
| Resumen: | El Caso de Uso se inicia cuando el Petrofísico solicita realizar una operación básica ya sea de conversión de datos petrofísicos o de suma, resta, división y multiplicación y finaliza cuando obtiene el resultado de la operación. | |
| Precondiciones: | | |
| Referencias | RF35, RF36, RF37, RF38, RF39, RF40. | |
| Prioridad | Secundario | |
| Flujo Normal de Eventos | | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema | |
| 1. El Petrofísico solicita realizar operaciones básicas. | 2. El sistema le muestra una ventana con las posibles operaciones a realizar (conversión de datos [porosidad en densidad, densidad en porosidad, tiempo en porosidad, fracciones en por ciento] o [suma, resta, división, multiplicación]). El sistema muestra además la opción ayuda a través de un botón [muestra una ventana de ayuda con todos los aspectos necesarios referidos a las operaciones matemáticas]. | |
| 3. El Petrofísico selecciona la operación básica deseada (conversión de datos [porosidad en densidad, densidad en porosidad, tiempo en porosidad, fracciones en por ciento] o [suma, resta, división, multiplicación]). | 4. El sistema realiza el cálculo correspondiente a la operación básica seleccionada (conversión de datos [porosidad en densidad, densidad en porosidad, tiempo en porosidad, fracciones en por ciento] o [suma, resta, división, | |

Anexos

| | |
|--|---|
| | multiplicación]). |
| | 5. El sistema muestra los resultados obtenidos en la operación básica seleccionada (conversión de datos [porosidad en densidad, densidad en porosidad, tiempo en porosidad, fracciones en por ciento] o [suma, resta, división, multiplicación]). |

Prototipo de Interfaz "Cálculos"

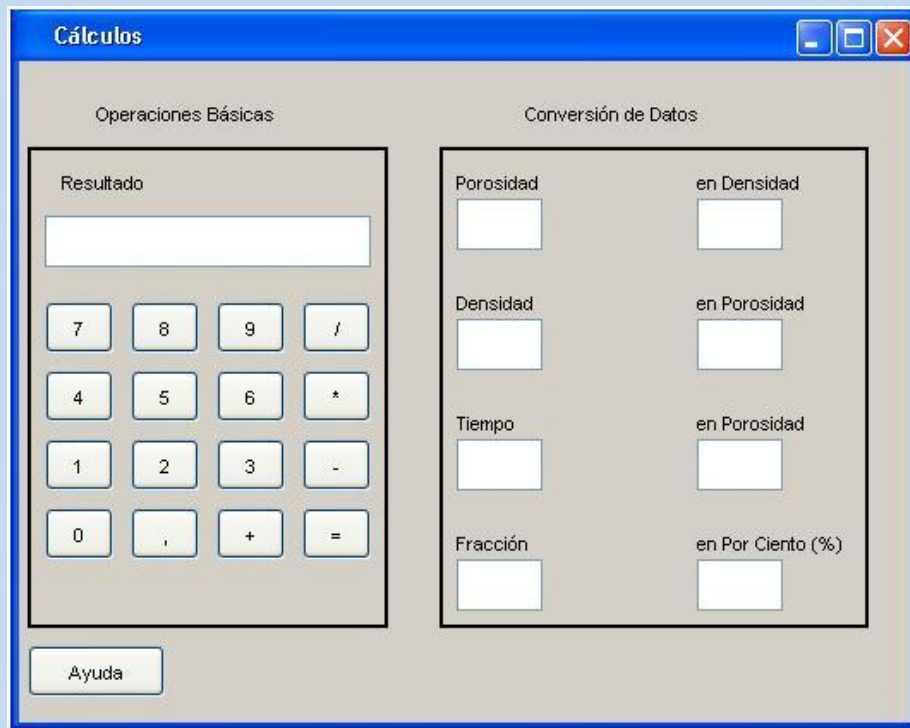


Figura 43 Prototipo de Interfaz Cálculos

Flujos Alternos

| Acción del Actor | | Respuesta del Sistema |
|-----------------------|--|-----------------------|
| Poscondiciones | Se logra realizar la operación básica. | |

Tabla 13 Descripción del Caso de Uso del Sistema Operaciones Básicas

Anexos

Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva

| | | |
|--|--|--|
| Caso de Uso del sistema: | Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva | |
| Actores: | Petrofísico | |
| Propósito | Muestra el histograma de frecuencia de una curva. | |
| Resumen: | El Caso de Uso se inicia cuando el Petrofísico solicita consultar el histograma de frecuencia de una curva y finaliza cuando se logra mostrar el histograma de frecuencia de la curva deseada. | |
| Precondiciones: | Debe existir un registro de pozo en el área de trabajo | |
| Referencias | RF41, RF41.1, RF41.2, RF41.3. | |
| Prioridad | Secundario | |
| Flujo Normal de Eventos | | |
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema | |
| 1. El Petrofísico solicita mostrar el histograma de frecuencia de una curva. | 2. El sistema le muestra una ventana para seleccionar la curva a mostrar en el histograma de frecuencia y la cantidad de divisiones que tendrá la representación. El sistema muestra además las opciones aceptar y cancelar a través de dos botones. | |
| 3. El Petrofísico selecciona la curva deseada e introduce la cantidad de divisiones deseadas y selecciona la opción que quiere efectuar. | 4. El sistema gestiona la selección: Si selecciona la opción aceptar se continúa con el paso 5 del Flujo Normal de los Eventos. Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin guardar los cambios efectuados. | |
| | 5. El sistema realiza el cálculo para representar el histograma de frecuencia de la curva seleccionada. | |

Anexos

6. El sistema muestra el histograma de frecuencia correspondiente a la curva seleccionada de forma bidimensional (eje X, eje Y). El sistema muestra en el eje X la frecuencia y el eje Y la escala de medida.

Prototipo de Interfaz "Histograma de Frecuencia de las Curvas"

El prototipo de interfaz muestra una ventana con el título "Histograma de Frecuencia de las Curvas". Dentro de la ventana, hay dos campos de entrada con botones de lista desplegable: "Nombre de la Curva:" y "Cantidad de Divisiones:". En la parte inferior de la ventana, hay dos botones: "Aceptar" y "Cancelar".

Figura 44 Prototipo de Interfaz Histograma de Frecuencia

Anexos

Prototipo de Interfaz "Ejemplo de Histograma de Frecuencia de las Curvas de CALI"

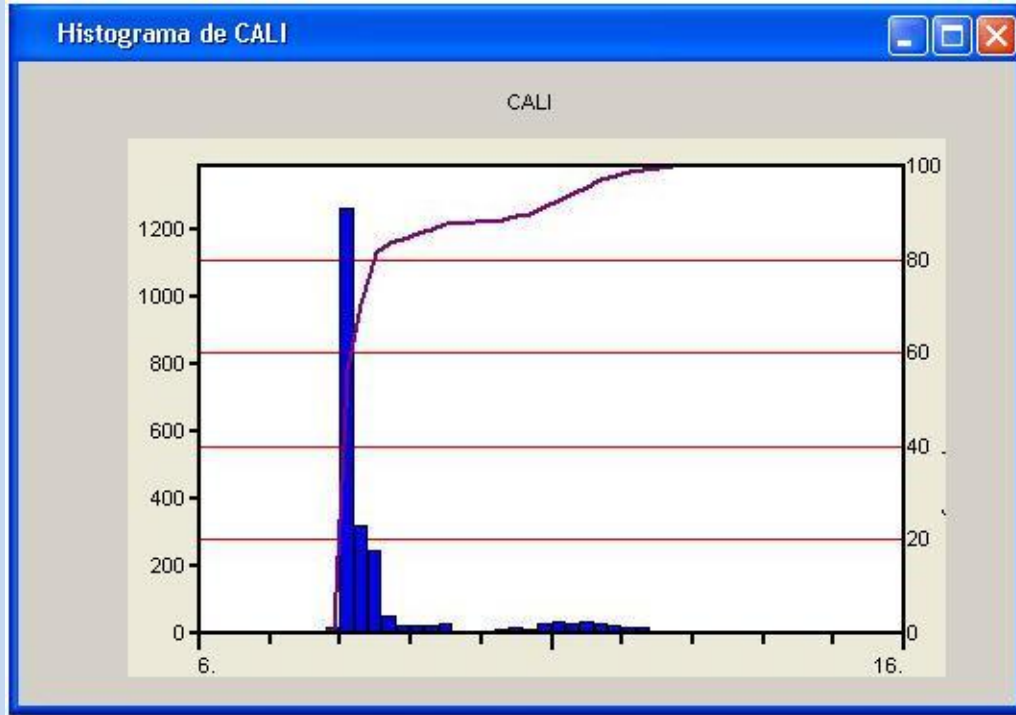


Figura 45 Prototipo de Interfaz Ejemplo de Histograma de Frecuencia

| Flujos Alternos | |
|-----------------------|--|
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| Poscondiciones | Se logra mostrar el histograma de frecuencia de una curva. |

Tabla 14 Descripción del Caso de Uso del Sistema Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva

Anexos

Mostrar Gráficas Cruzadas

| | |
|---------------------------------|---|
| Caso de Uso del sistema: | Mostrar Gráficas Cruzadas |
| Actores: | Petrofísico |
| Propósito | Muestra el diagrama de gráficas cruzadas. |
| Resumen: | El Caso de Uso se inicia cuando el Petrofísico solicita consultar el diagrama de gráficas cruzadas de las curvas que necesite y finaliza cuando se logra mostrar las gráficas cruzadas. |
| Precondiciones: | Debe existir un registro de pozo en el área de trabajo |
| Referencias | RF42, RF43, RF44, RF45, RF46, RF47, RF48, RF49, RF50, RF51, RF52, RF53. |
| Prioridad | Secundario |

Flujo Normal de Eventos

| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
|---|---|
| 1. El Petrofísico solicita mostrar gráficas cruzadas. | 2. El sistema le muestra una ventana con los ejes en los que se va graficar las curvas (X, Y, Z1, Z2) y permite seleccionar la curva deseada correspondiente a cada eje, poniendo por defecto los valores mínimos y valores máximos correspondientes a cada curva seleccionada, permite seleccionar la cantidad de divisiones verticales que tendrá en el eje x, la cantidad de divisiones horizontales que tendrá en el eje y, la cantidad de colores con que se graficará el eje z1 y la cantidad de letras con que se representará el eje z2. El sistema muestra además las opciones aceptar y cancelar a través de dos botones. |
| 3. El Petrofísico selecciona las curvas que desea graficar en los ejes en los que quiere que aparezcan graficadas y introduce los valores | 4. El sistema gestiona la selección: Si selecciona la opción aceptar se continúa con el |

Anexos

| | |
|--|--|
| deseados para las cantidades representativas en cada eje y escoge la opción deseada. | paso 5 del Flujo Normal de los Eventos. Si selecciona la opción cancelar se cierra la ventana sin guardar los cambios efectuados. |
| | 4. El sistema muestra la gráfica cruzada de las curvas seleccionadas. En el eje X se muestran los valores de la curva seleccionada, en el eje Y se muestran los valores de la curva seleccionada, en el eje Z1 los valores de la curva seleccionada se representan a través de una leyenda de colores, el eje Z2 los valores de la curva seleccionada se representan a través de letras (A-Z). |

Prototipo de Interfaz "Gráficas Cruzadas"

The image shows a software window titled "Gráficas Cruzadas" with a standard Windows-style title bar (minimize, maximize, close buttons). The window contains a table for configuring axes and a "Logarítmica" checkbox. Below the table are "Aceptar" and "Cancelar" buttons.

| Eje | Nombre de la Curva | Escala Mínima | Escala Máxima | Representación | Propiedades de la Gráfica |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|---|
| X | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | Logarítmica <input type="checkbox"/> | Cantidad de Divisiones Verticales: <input type="text"/> |
| Y | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | Cantidad de Divisiones Horizontales: <input type="text"/> |
| Z1 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | Cantidad de Colores: <input type="text"/> |
| Z2 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="checkbox"/> | Cantidad de Letras: <input type="text"/> |

Figura 46 Prototipo de Interfaz Gráficas Cruzadas

Anexos

Prototipo de Interfaz "Ejemplo de Gráficas Cruzadas de BVW/CALI"

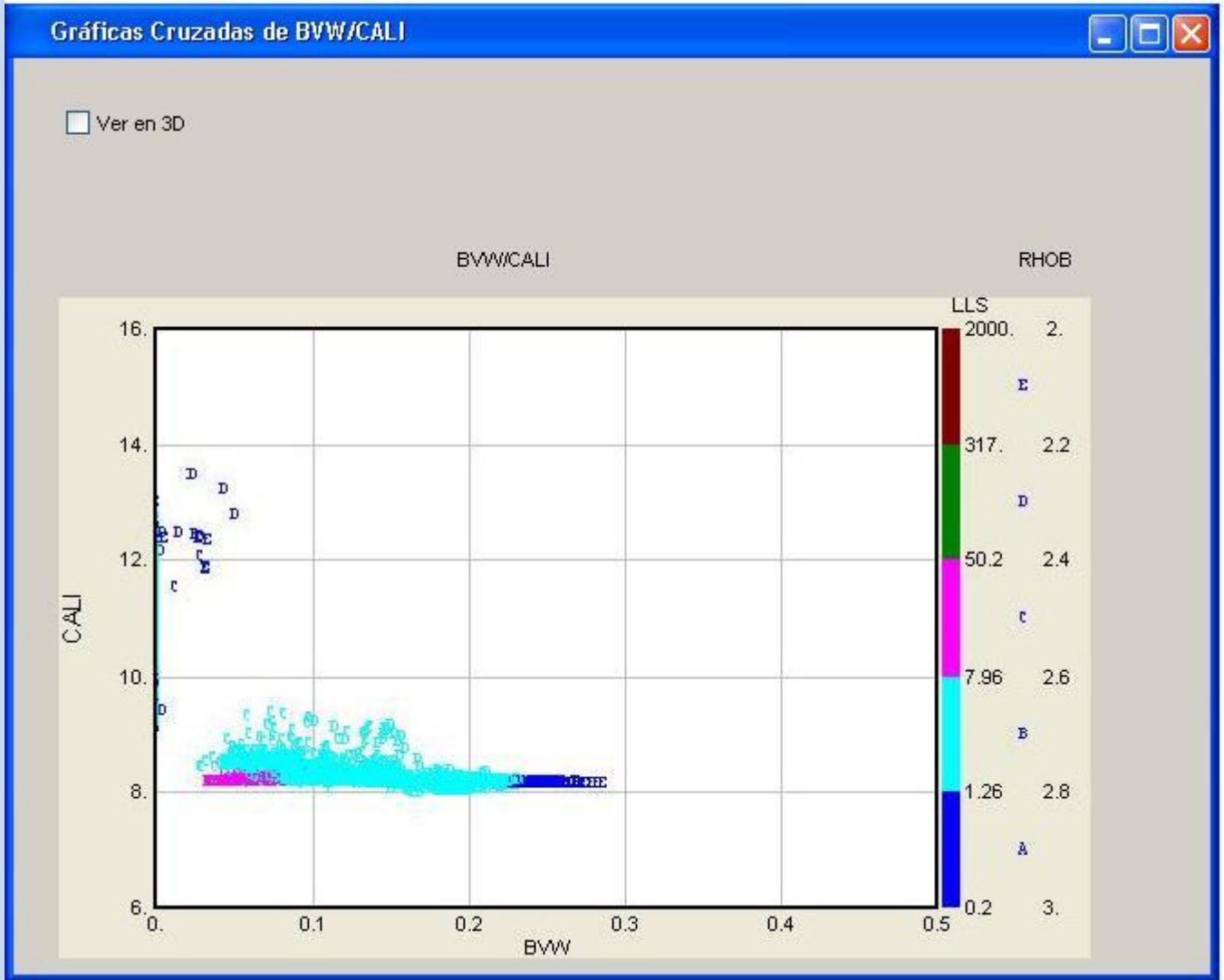


Figura 47 Prototipo de Interfaz Ejemplo de Gráficas Cruzadas

Anexos

Prototipo de Interfaz "Ejemplo de Gráficas Cruzadas de BVW/CALI en 3D"

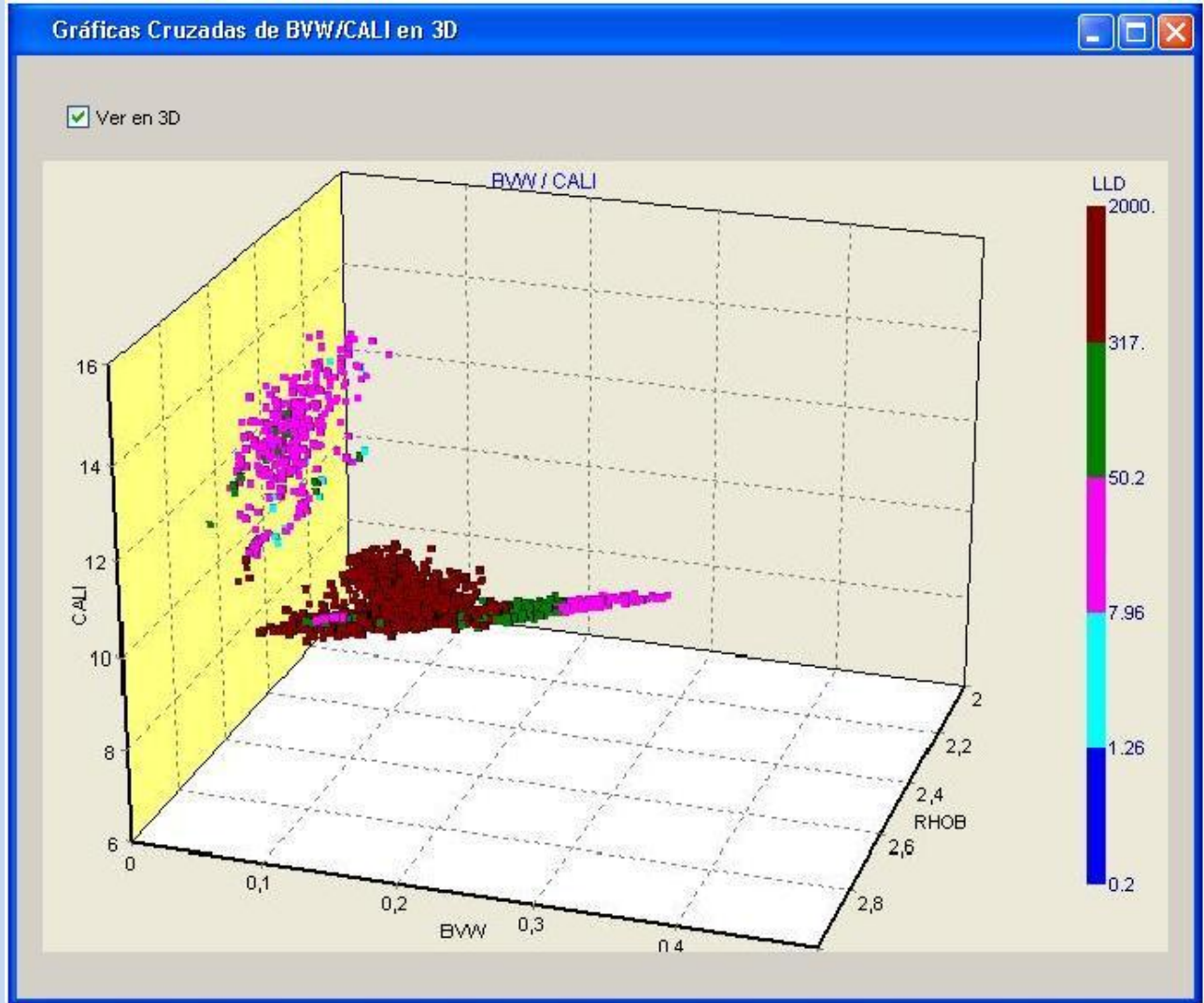


Figura 48 Prototipo de Interfaz Ejemplo de Gráficas cruzadas en 3D

| Flujos Alternos | |
|------------------|---|
| Acción del Actor | Respuesta del Sistema |
| Poscondiciones | Se logra mostrar las gráficas cruzadas. |

Tabla 15 Descripción del Caso de uso del Sistema Mostrar Gráficas Cruzadas

Diagrama de Clases del Análisis “Seleccionar Plantilla”

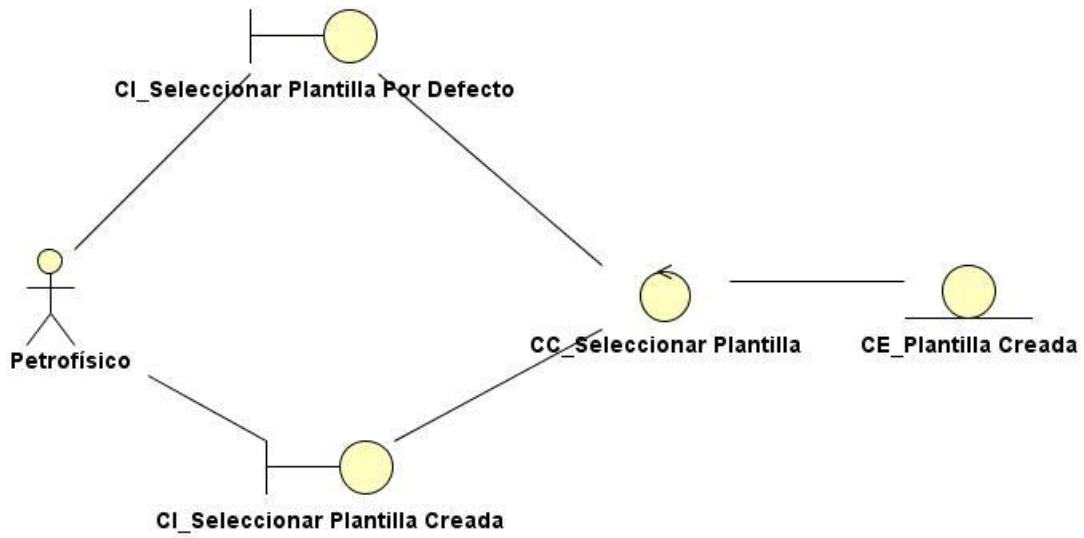


Figura 49 Diagrama de Clases del Análisis Seleccionar Plantilla

Diagrama de Clases del Análisis “Gestionar Pista”

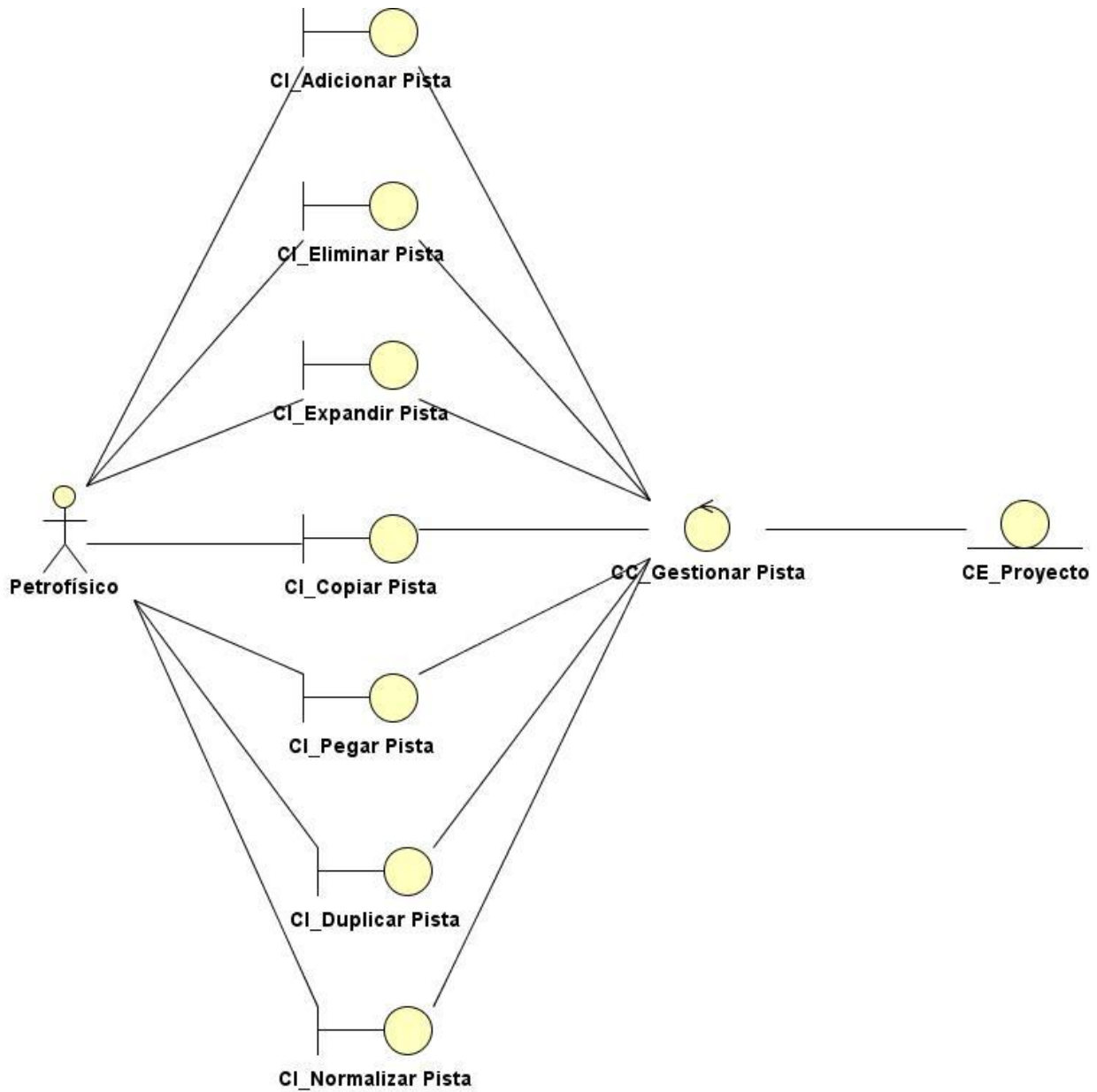


Figura 50 Diagrama de Clases del Análisis Gestionar Pista

Diagrama de Clases del Análisis “Gestionar Anotación”



Figura 51 Diagrama de Clases del Análisis Gestionar Anotación

Diagrama de Clases del Análisis “Imprimir Registro de Pozo”

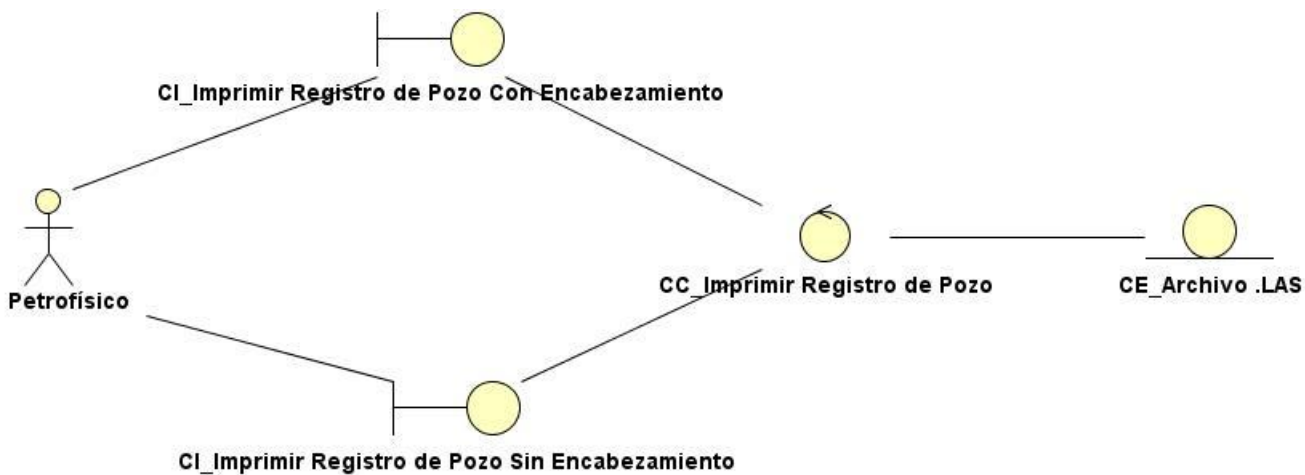


Figura 52 Diagrama de Clases del Análisis Imprimir Registro de Pozo

Diagrama de Clases del Análisis “Gestionar Imagen”

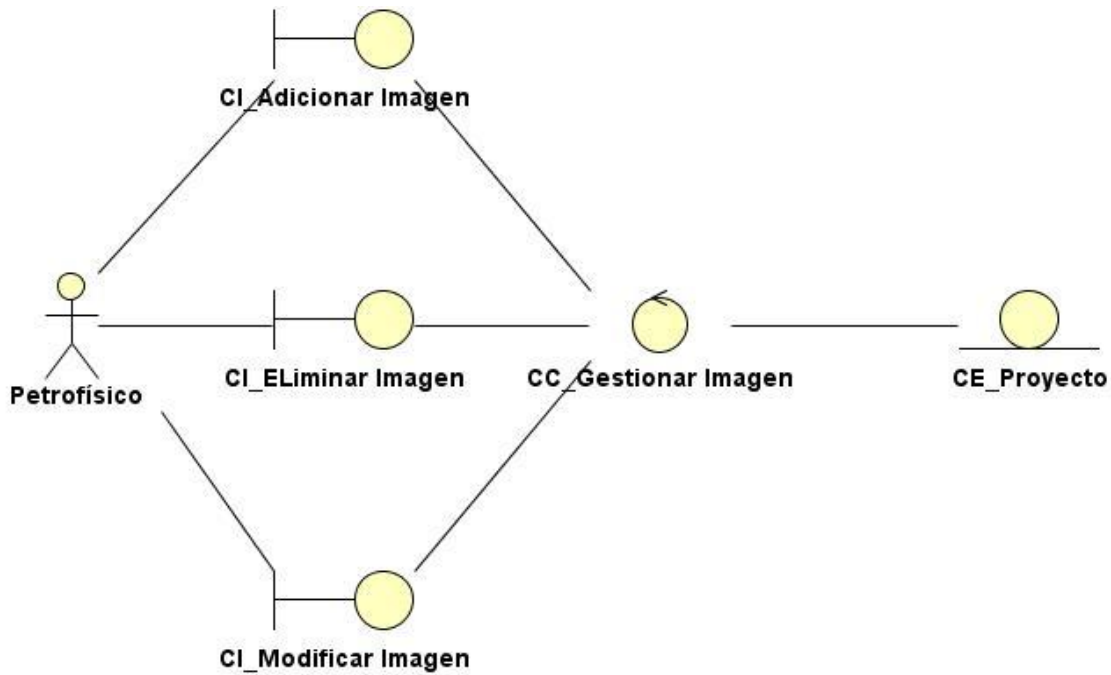


Figura 53 Diagrama de Clases del Análisis Gestionar Imagen

Diagrama de Clases del Análisis “Cargar Archivo”

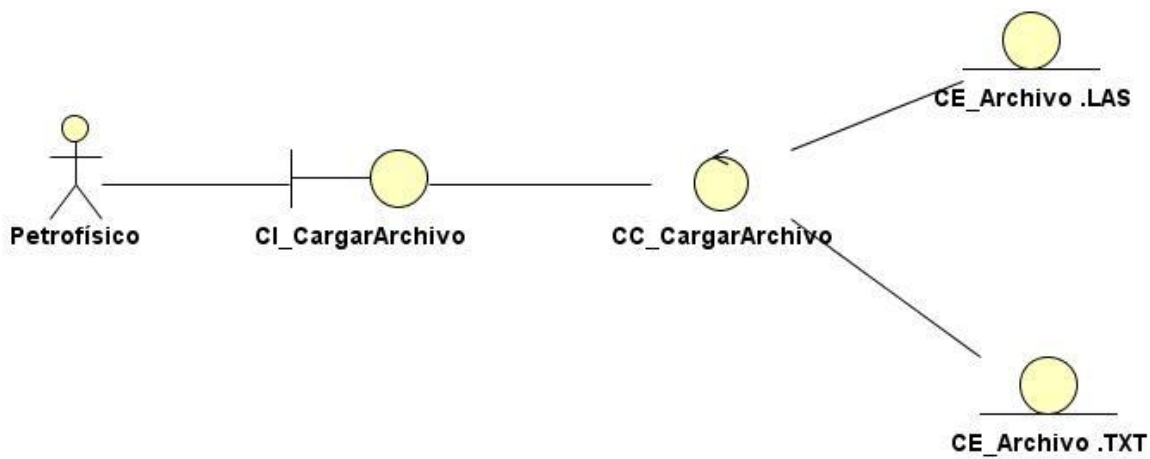


Figura 54 Diagrama de Clases del Análisis Cargar Archivo

Diagrama de Clases del Análisis “Operaciones Básicas”

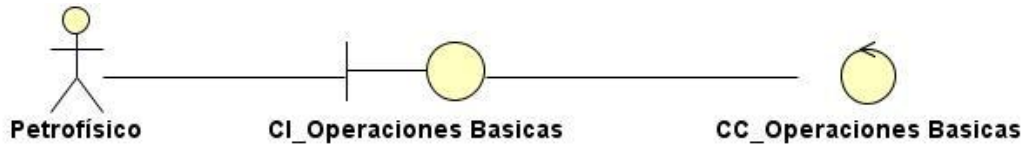


Figura 55 Diagrama de Clases del Análisis Operaciones Básicas

Diagrama de Clases del Análisis “Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva”

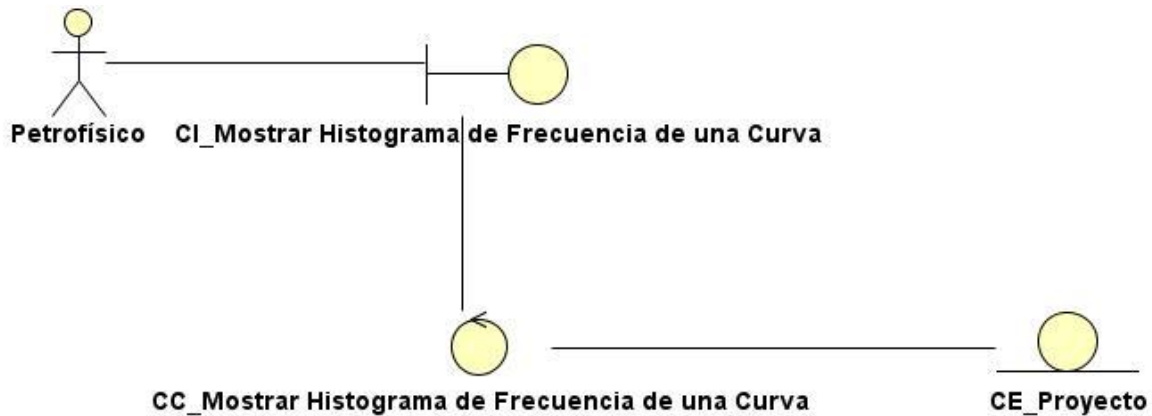


Figura 56 Diagrama de Clases del Análisis Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva

Anexos

Diagrama de Clases del Análisis “Mostrar Gráficas Cruzadas”

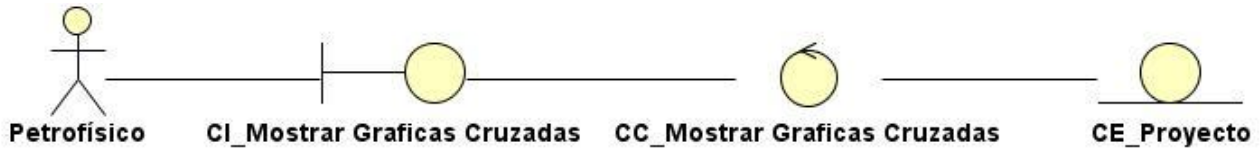


Figura 57 Diagrama de Clases del Análisis Mostrar Gráficas Cruzadas

Diagrama de Colaboración “Seleccionar Plantilla”

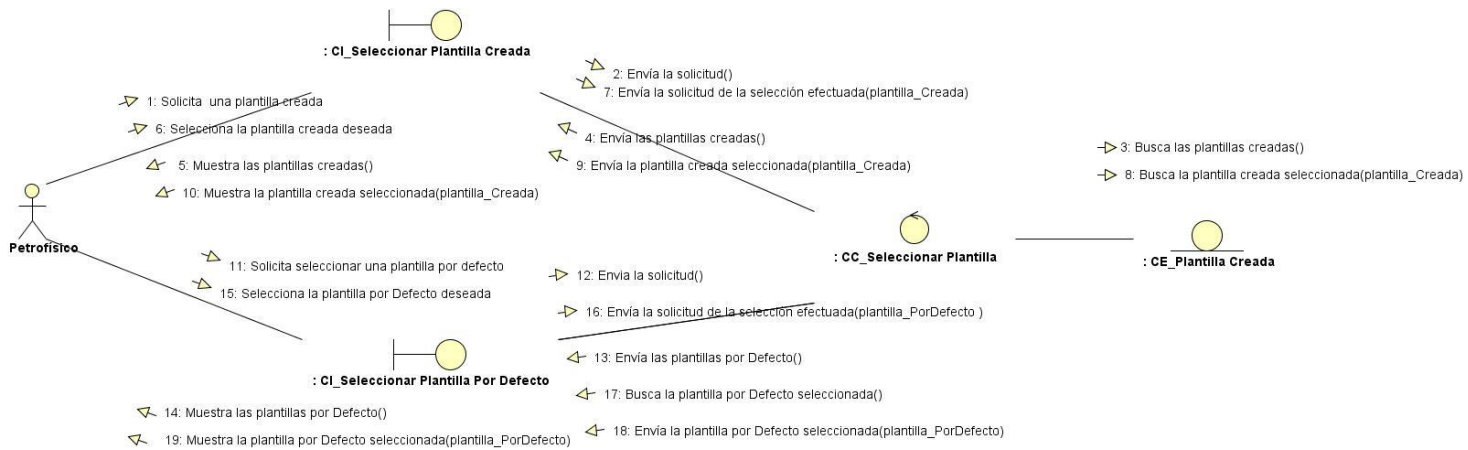


Figura 58 Diagrama de Colaboración Seleccionar Plantilla

Diagrama de Colaboración “Gestionar Pista”

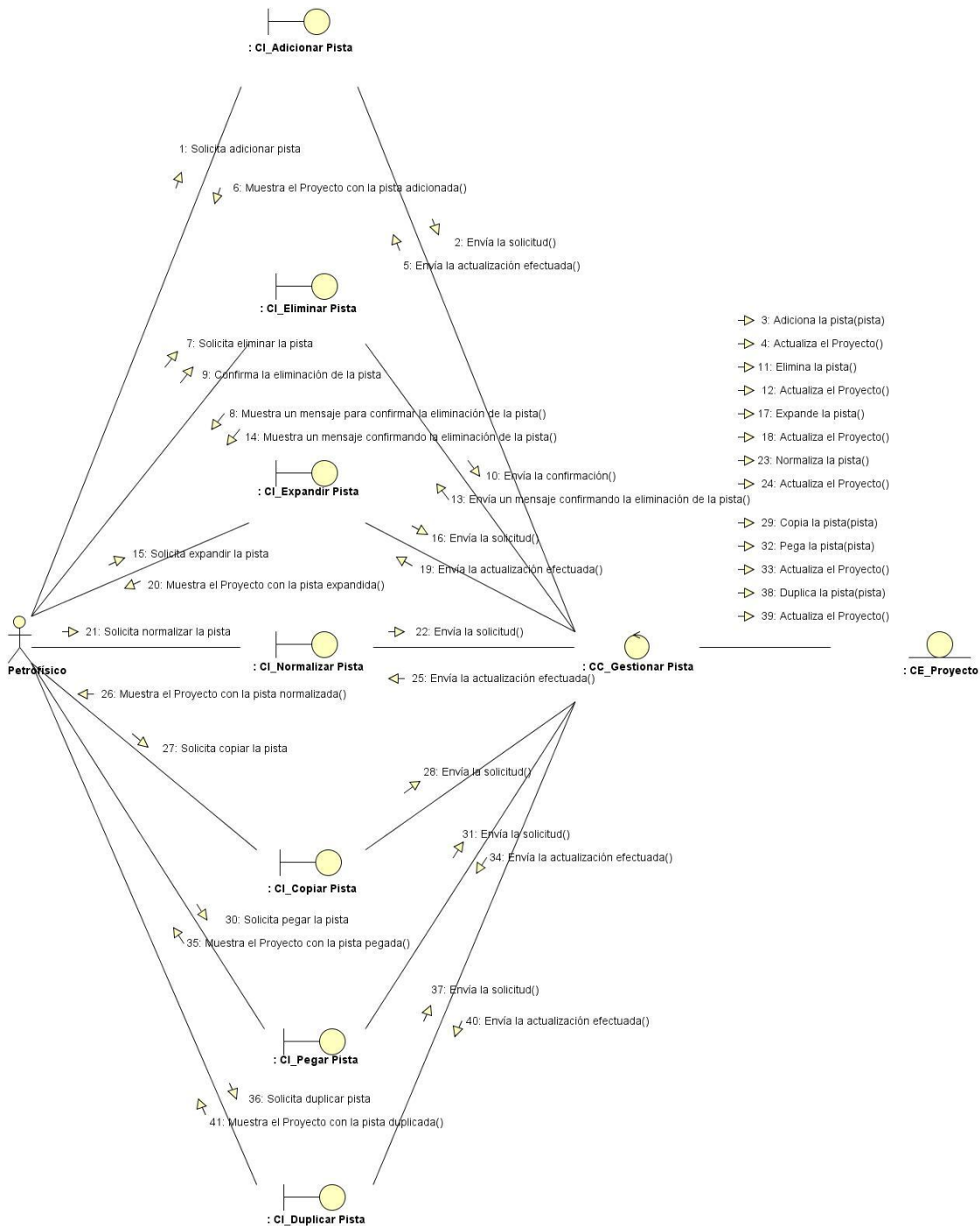


Figura 59 Diagrama de Colaboración Gestionar Pista

Diagrama de Colaboración “Gestionar Anotación”

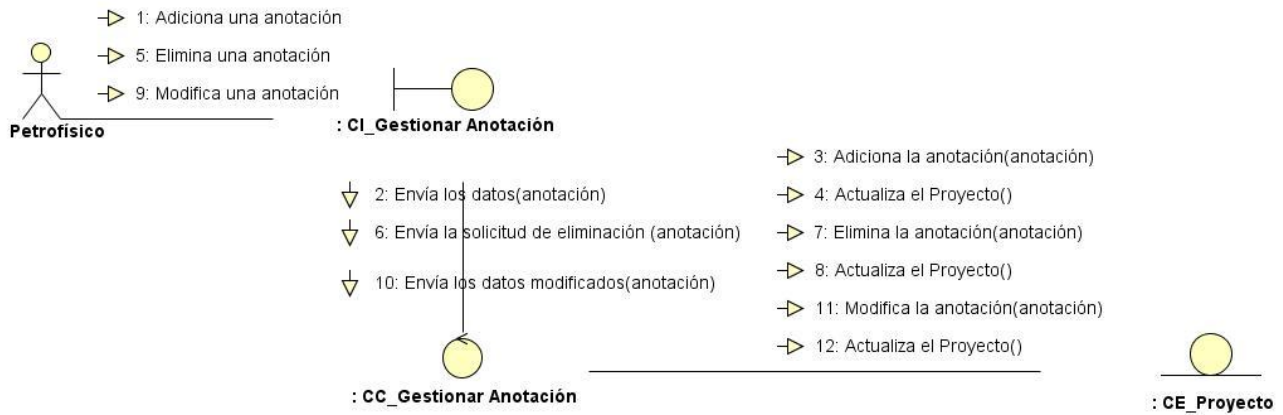


Figura 60 Diagrama de Colaboración Gestionar Anotación

Diagrama de Colaboración “Imprimir Registro de Pozo”

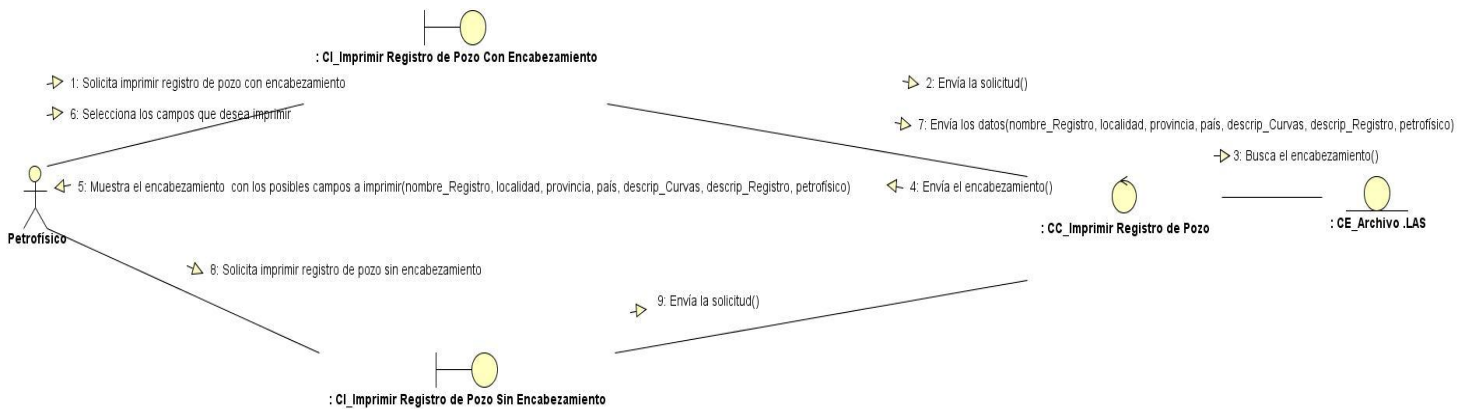


Figura 61 Diagrama de Colaboración Imprimir Registro de Pozo

Diagrama de Colaboración “Gestionar Imagen”

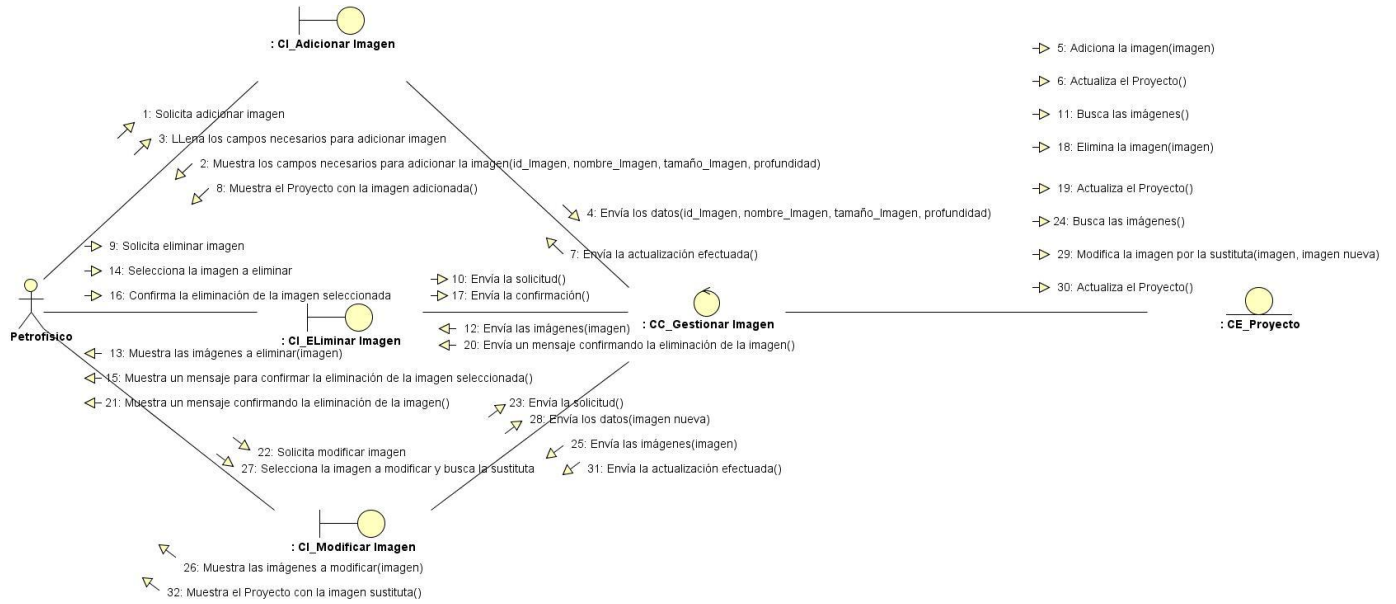


Figura 62 Diagrama de Colaboración Gestionar Imagen

Diagrama de Colaboración “Cargar Archivo”

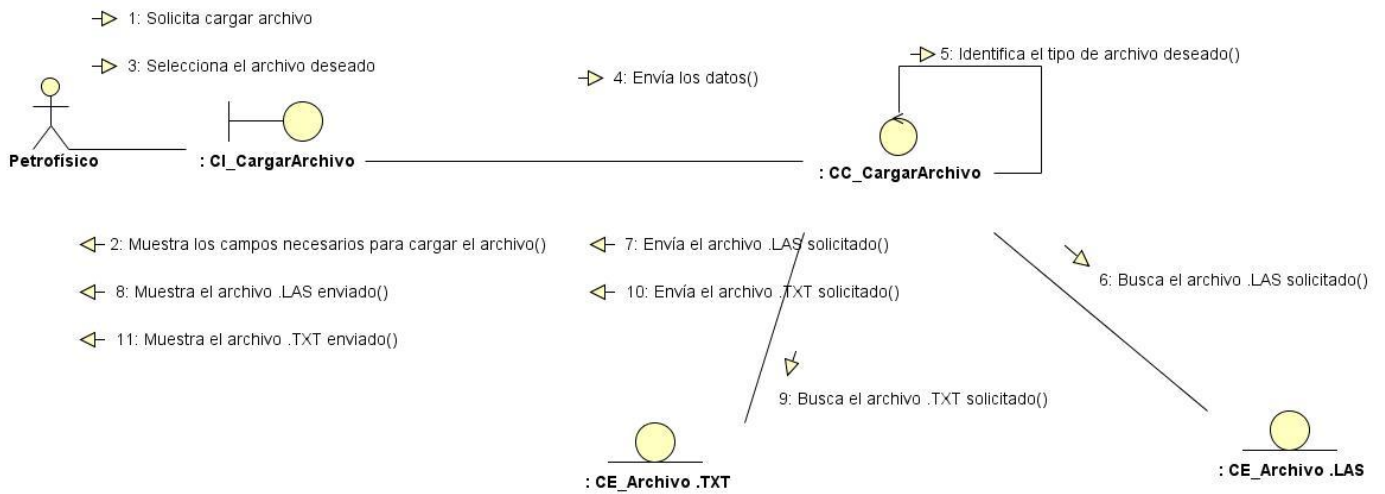


Figura 63 Diagrama de Colaboración Cargar Archivo

Diagrama de Colaboración “Operaciones Básicas”

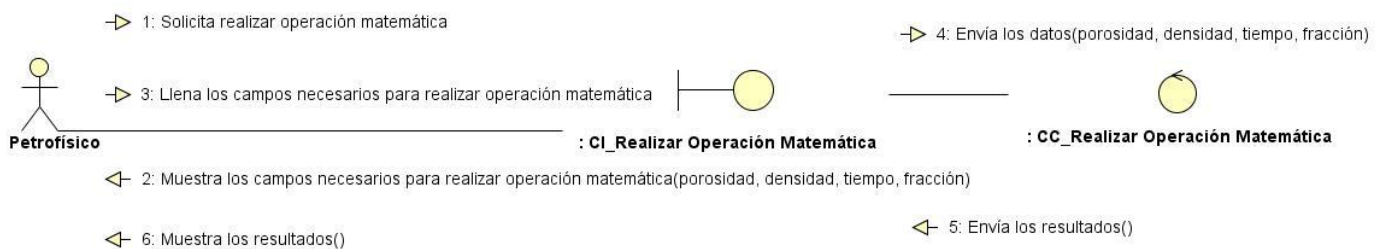


Figura 64 Diagrama de Colaboración Operaciones Básicas

Anexos

Diagrama de Colaboración “Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva”

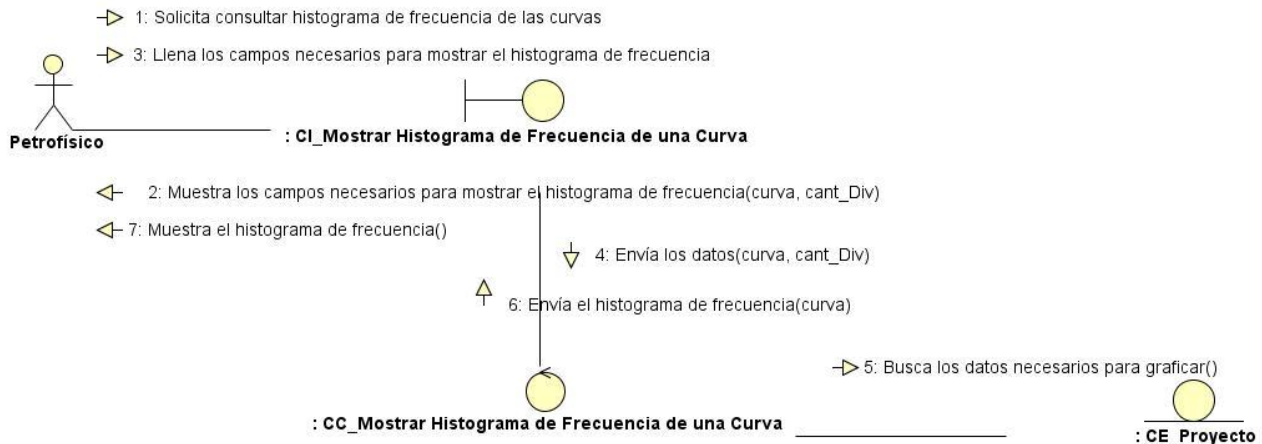


Figura 65 Diagrama de Colaboración Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva

Diagrama de Colaboración “Mostrar Gráficas Cruzadas”

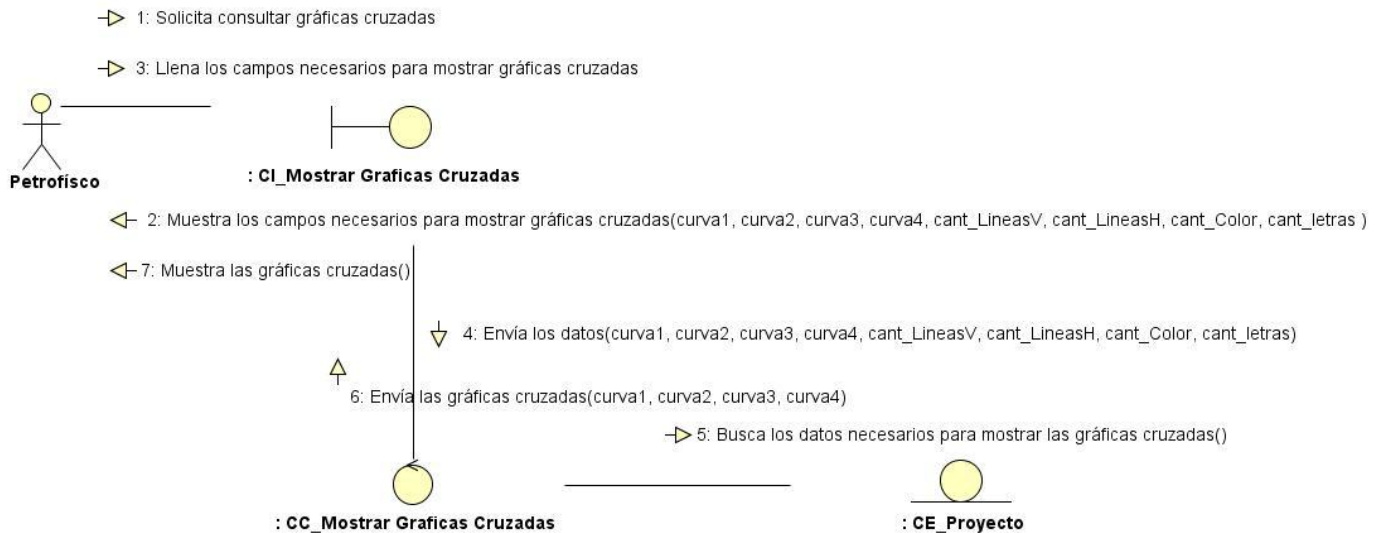


Figura 66 Diagrama de Colaboración Mostrar Gráficas Cruzadas

Anexos

Diagrama de Clases del Diseño “Seleccionar Plantilla”

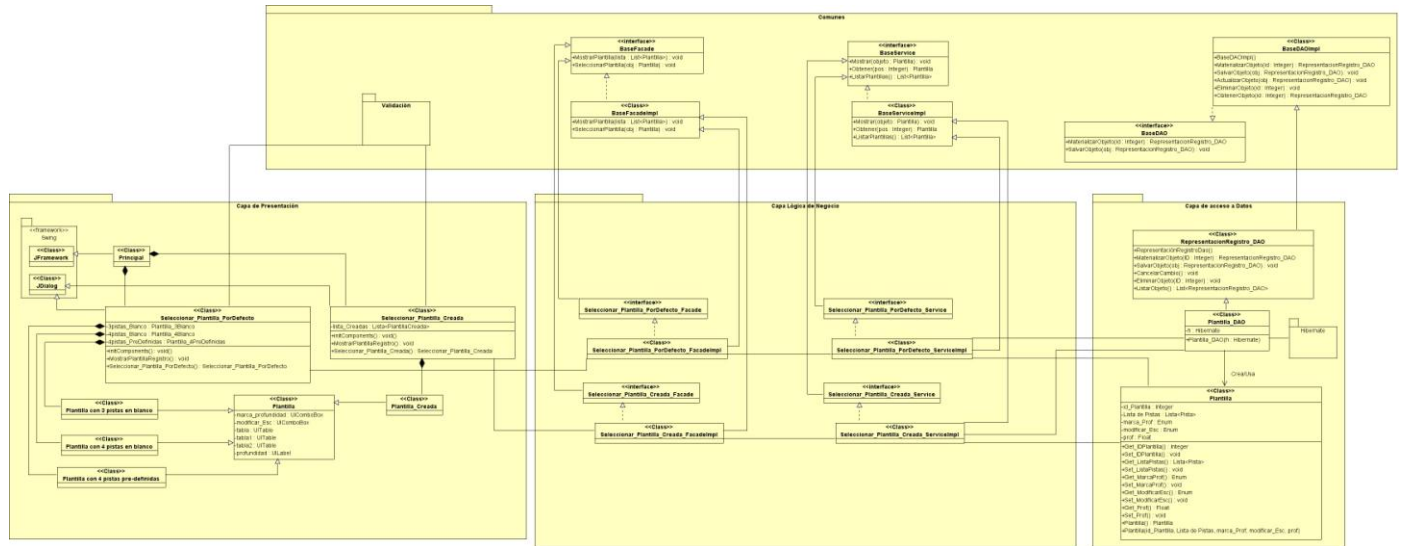


Figura 67 Diagrama de Clases del Diseño Seleccionar Plantilla

Diagrama de Clases del Diseño “Gestionar Pista”

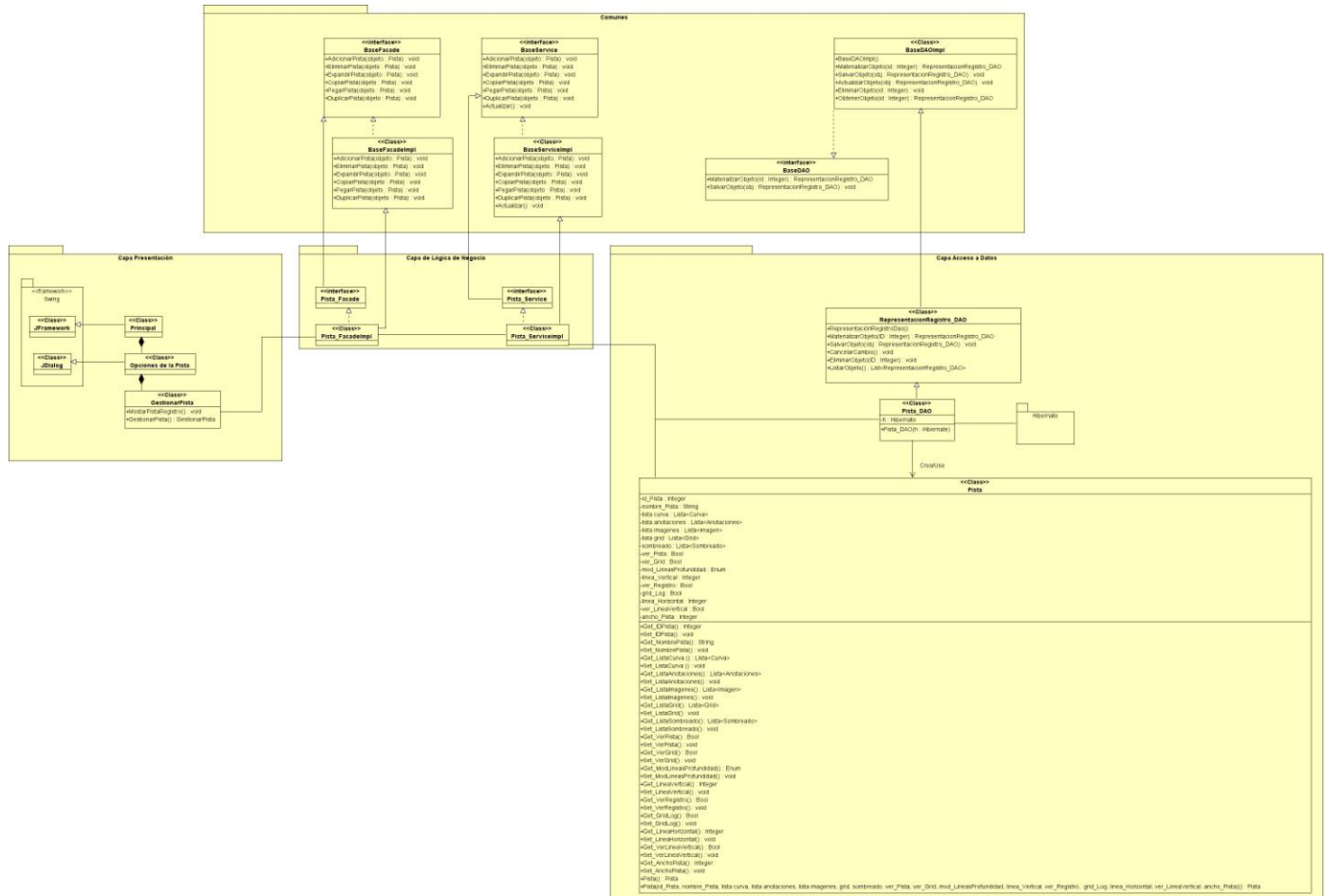


Figura 68 Diagrama de Clases del Diseño Gestionar Pista

Diagrama de Clases del Diseño “Gestionar Anotación”

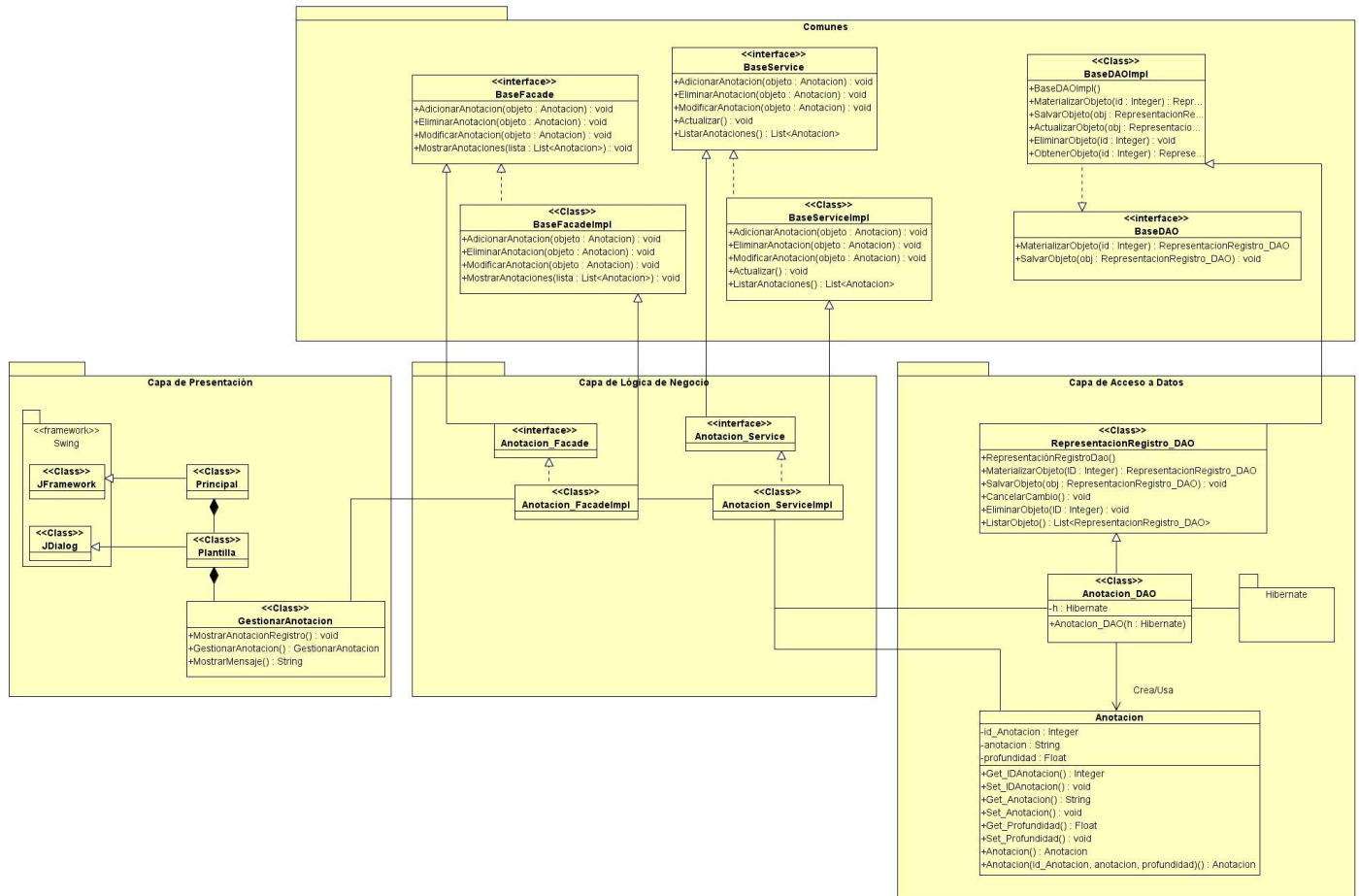


Figura 69 Diagrama de Clases del Diseño Gestionar Anotación

Anexos

Diagrama de Clases del Diseño “Imprimir Registro Pozo”

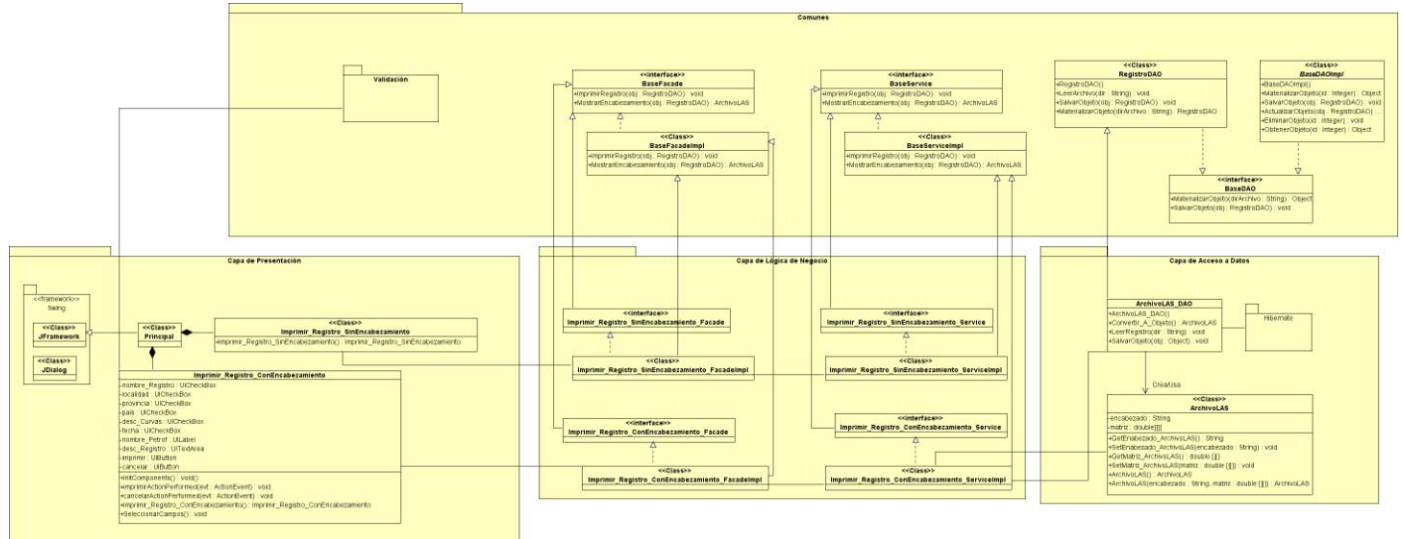


Figura 70 Diagrama de Clases del Diseño Imprimir Registro de Pozo

Diagrama de Clases del Diseño “Gestionar Imagen”

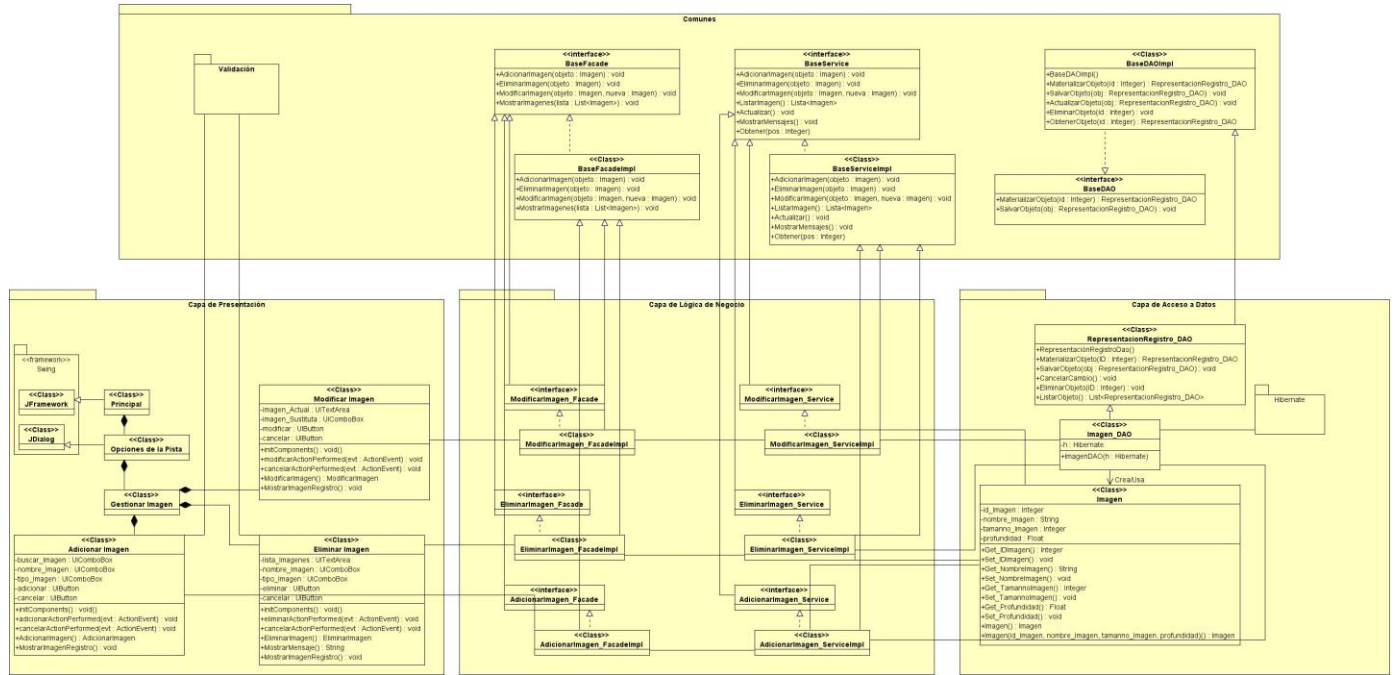


Figura 71 Diagrama de Clases del Diseño Gestionar Imagen

Diagrama de Clases del Diseño “Operaciones Básicas”

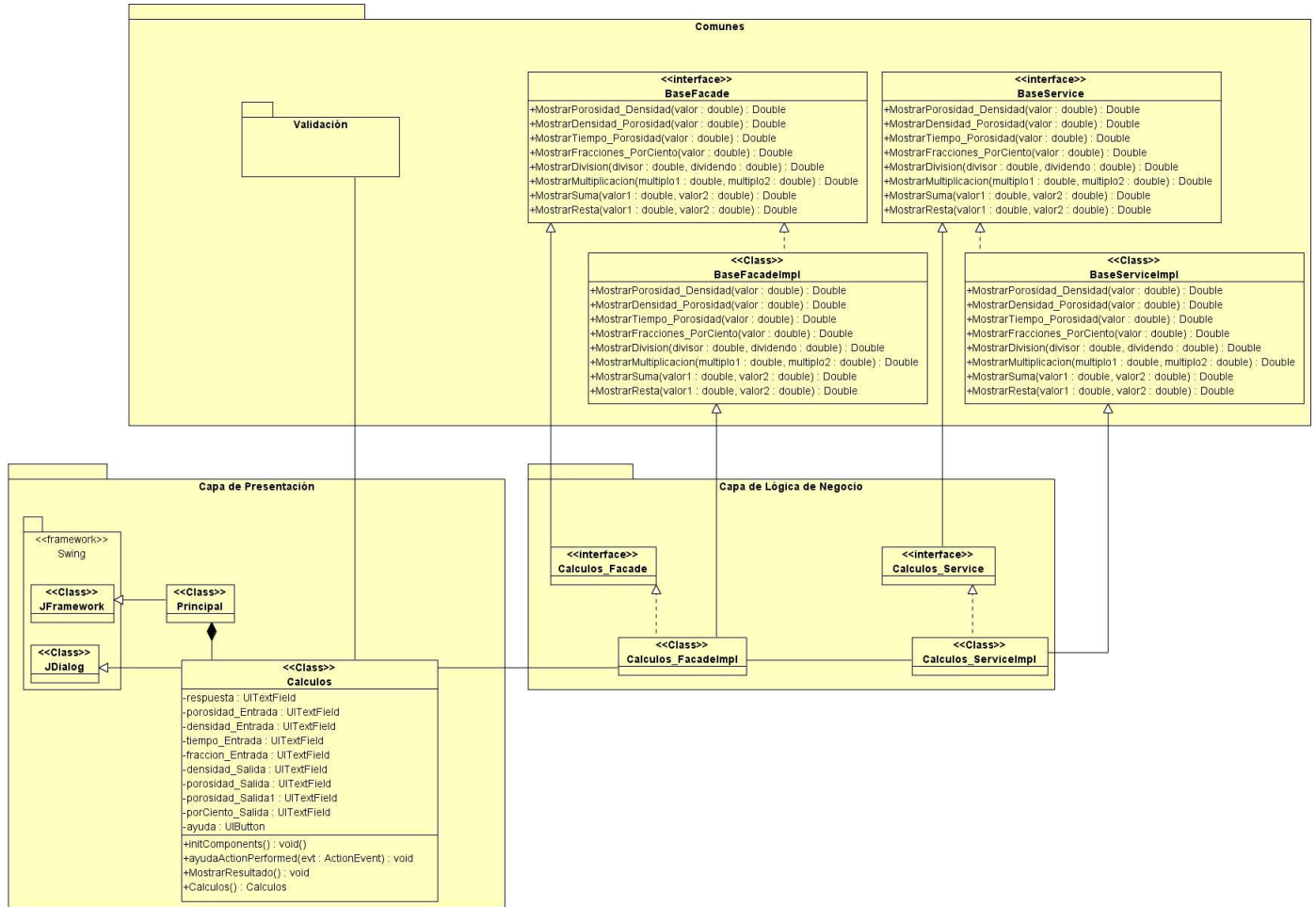


Figura 72 Diagrama de Clases del Diseño Operaciones Básicas

Anexos

Diagrama de Clases del Diseño “Histograma de Frecuencia de una Curva”

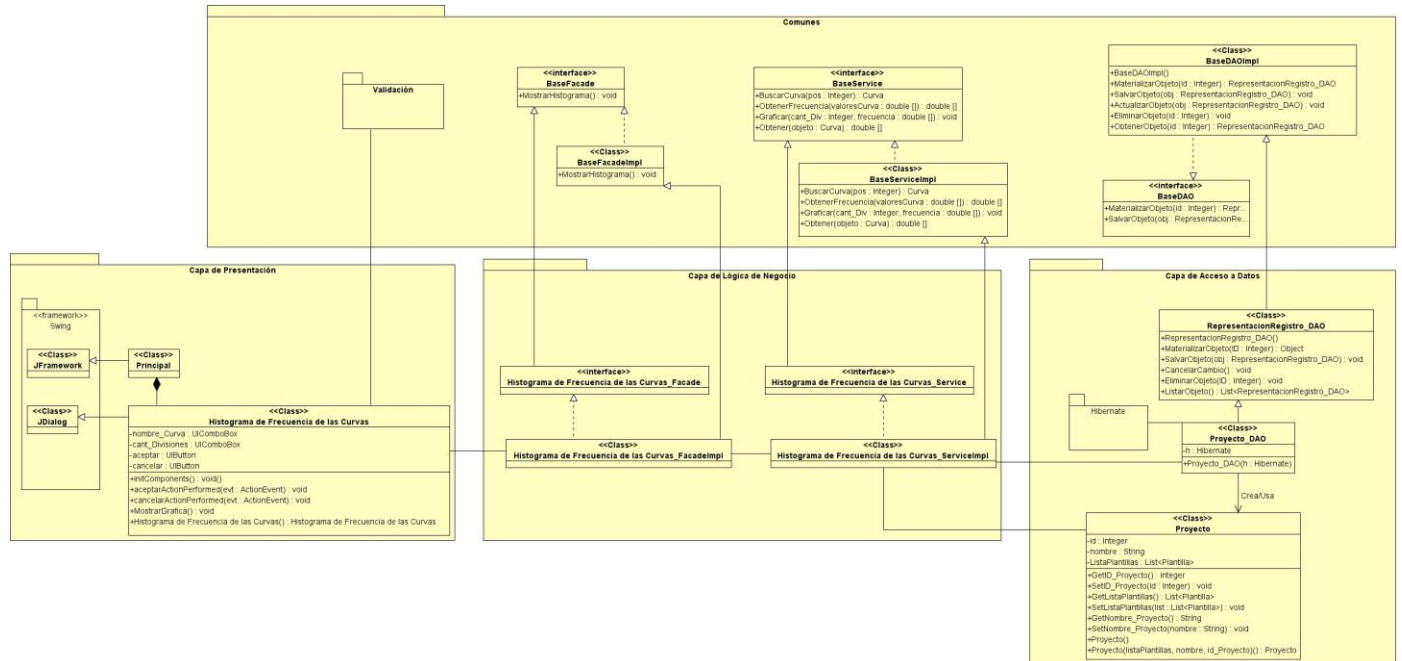


Figura 73 Diagrama de Clases del Diseño Histograma de Frecuencia de una Curva

Diagrama de Clases del Diseño “Gráficas Cruzadas”

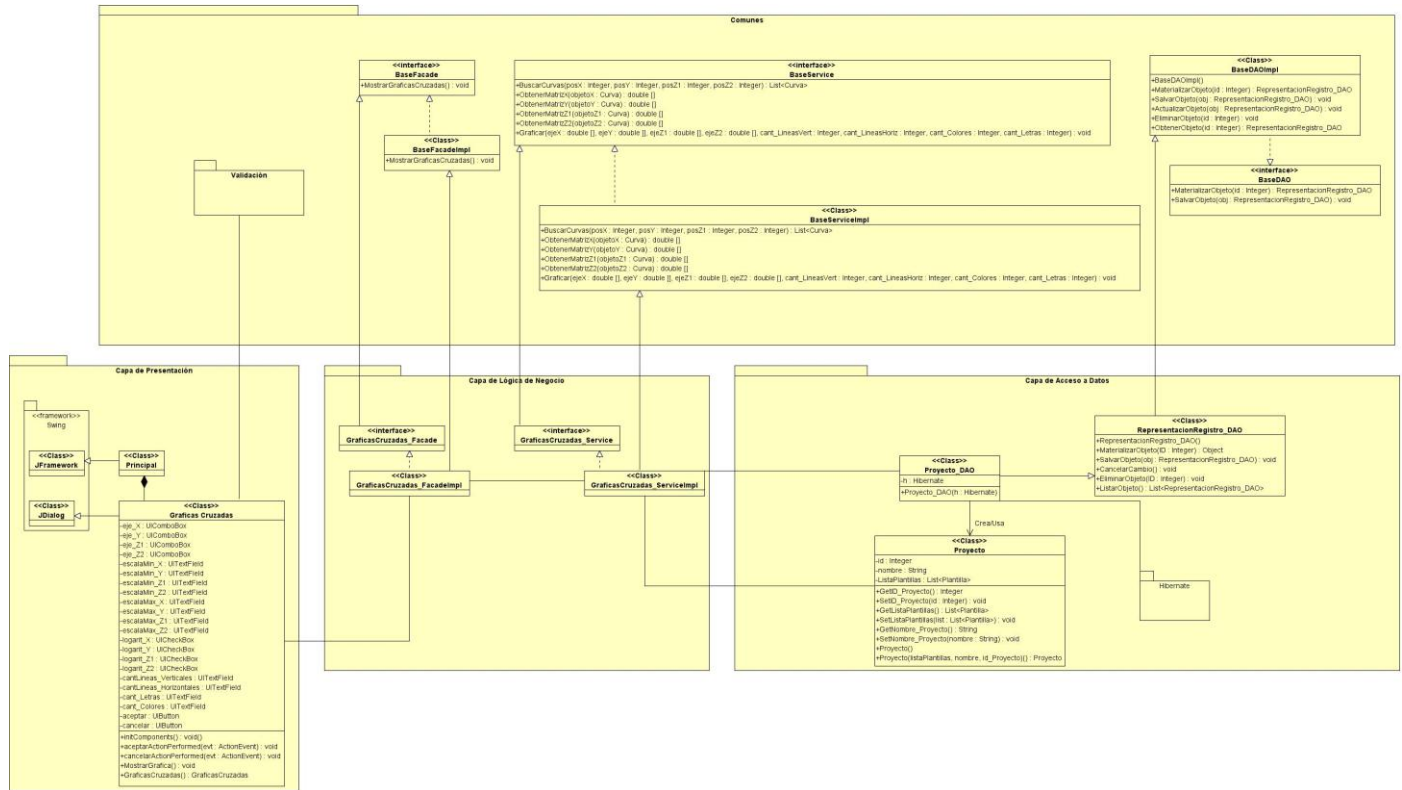


Figura 74 Diagrama de Clases del Diseño Gráficas Cruzadas

Anexos

Diagrama de Clases del Diseño “Cargar Archivo”

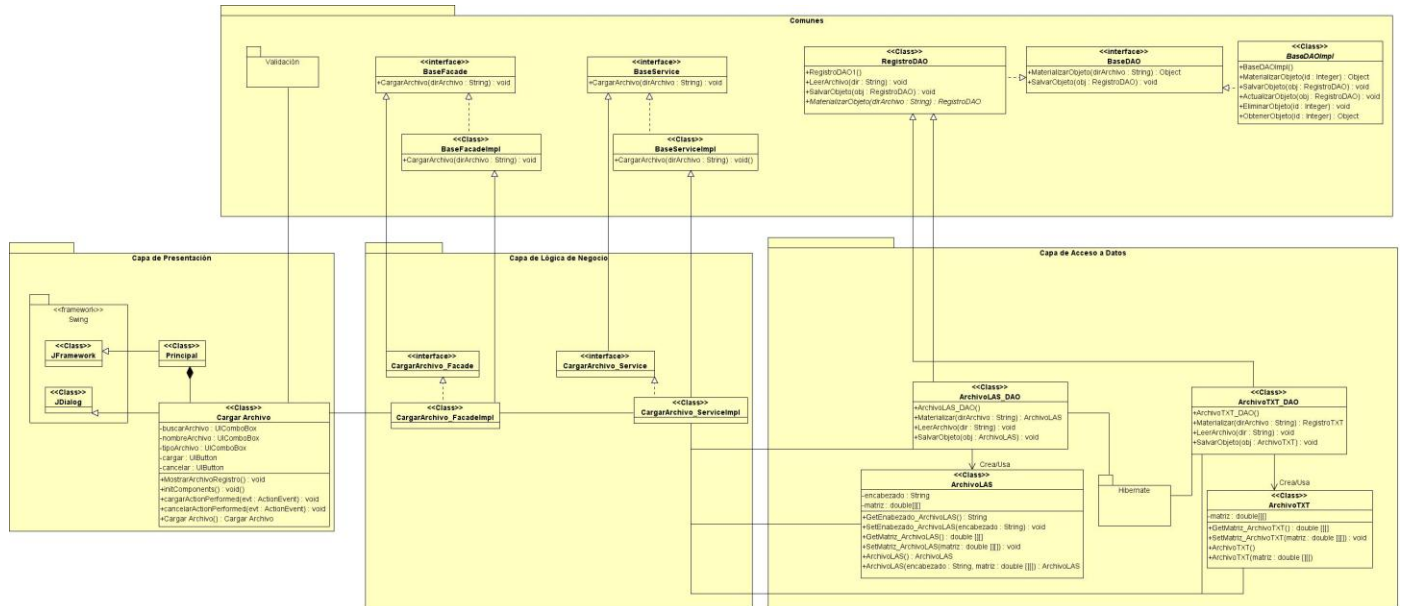


Figura 75 Diagrama de Clases del Diseño Cargar Archivo

Diagrama de Secuencia del Diseño “Cargar Archivo”

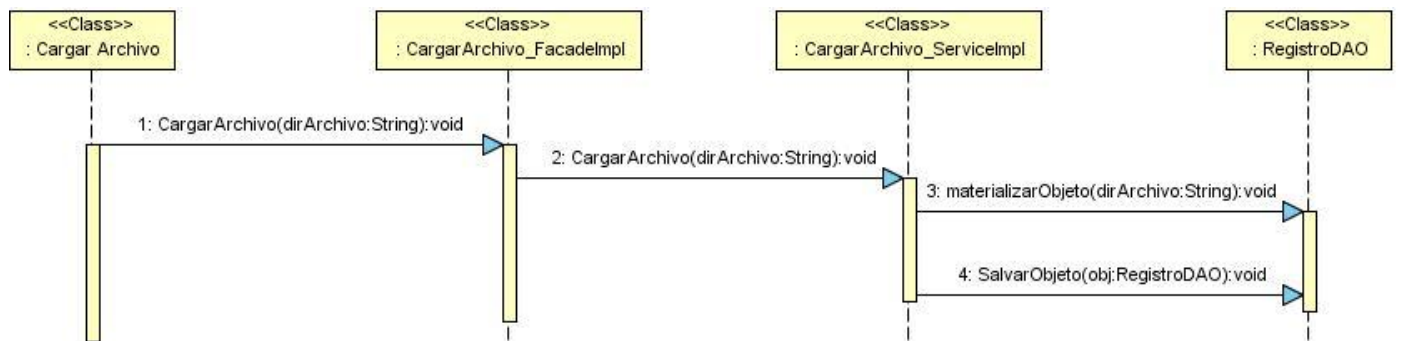


Figura 76 Diagrama de Secuencia del Diseño Cargar Archivo

Diagrama de Secuencia del Diseño “Seleccionar Plantilla Creada”

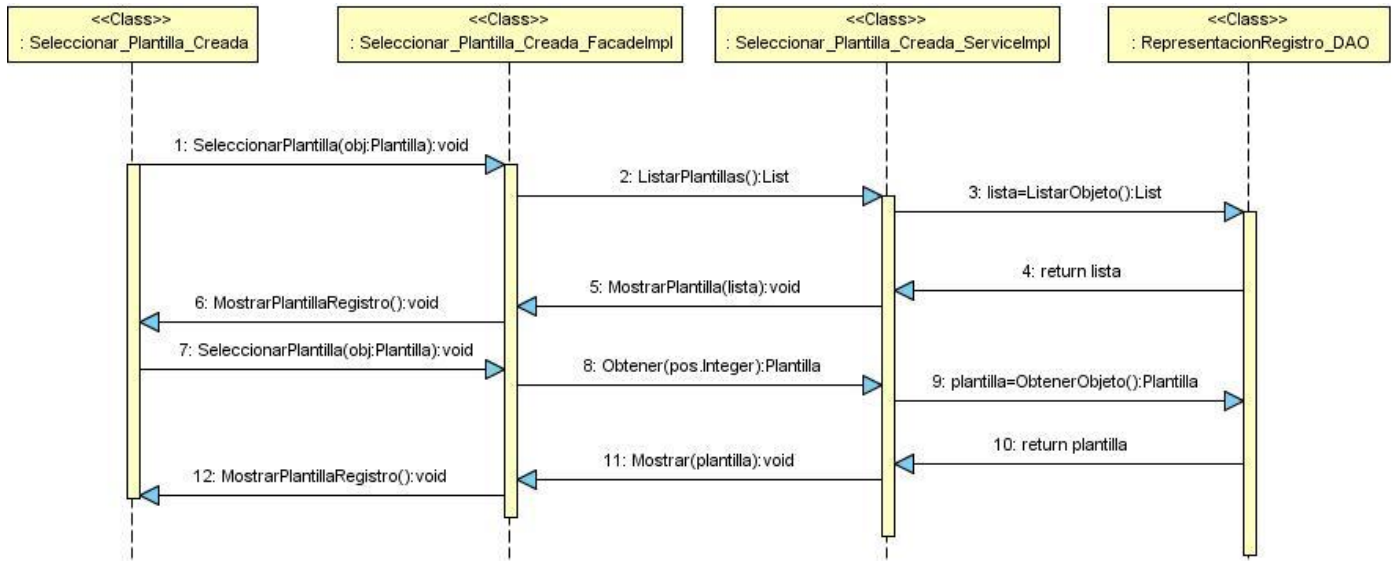


Figura 77 Diagrama de Secuencia del Diseño Seleccionar Plantilla Creada

Diagrama de Secuencia del Diseño “Seleccionar Plantilla por Defecto”

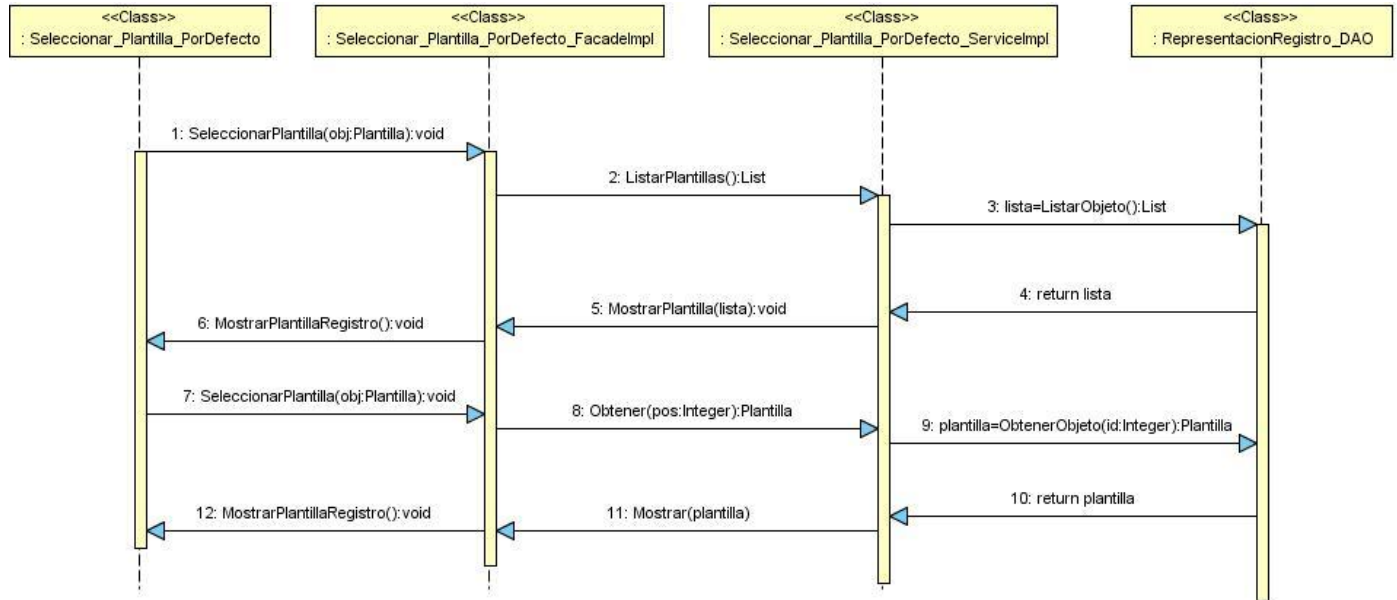


Figura 78 Diagrama de Secuencia del Diseño Seleccionar Plantilla por Defecto

Diagrama de Secuencia del Diseño “Adicionar Pista”

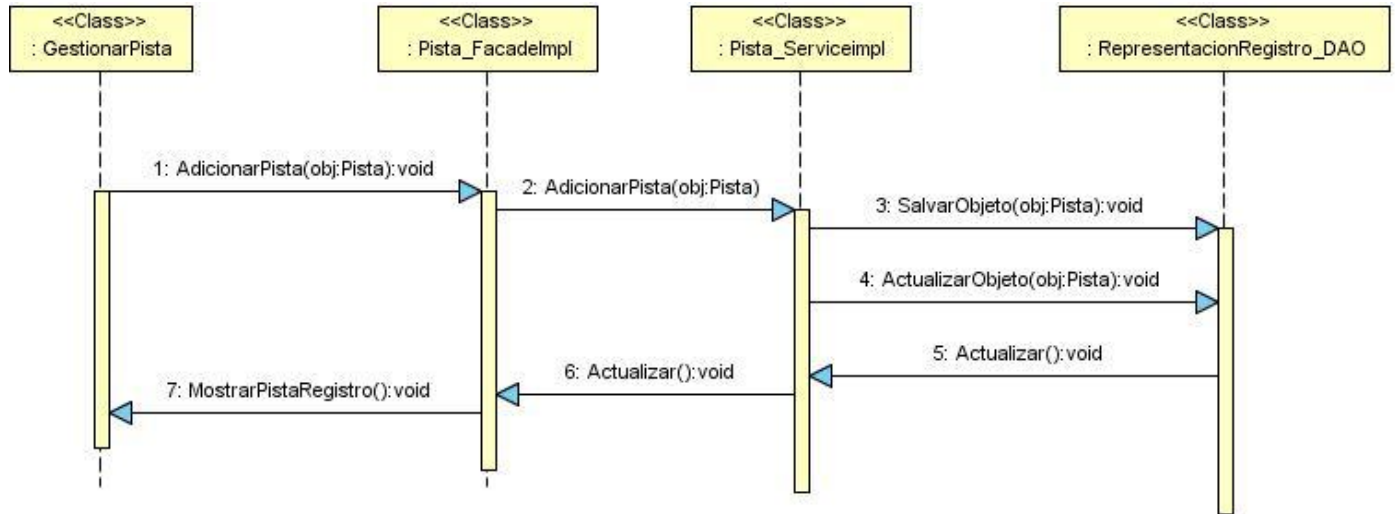


Figura 79 Diagrama de Secuencia del Diseño Adicionar Pista

Diagrama de Secuencia del Diseño “Eliminar Pista”

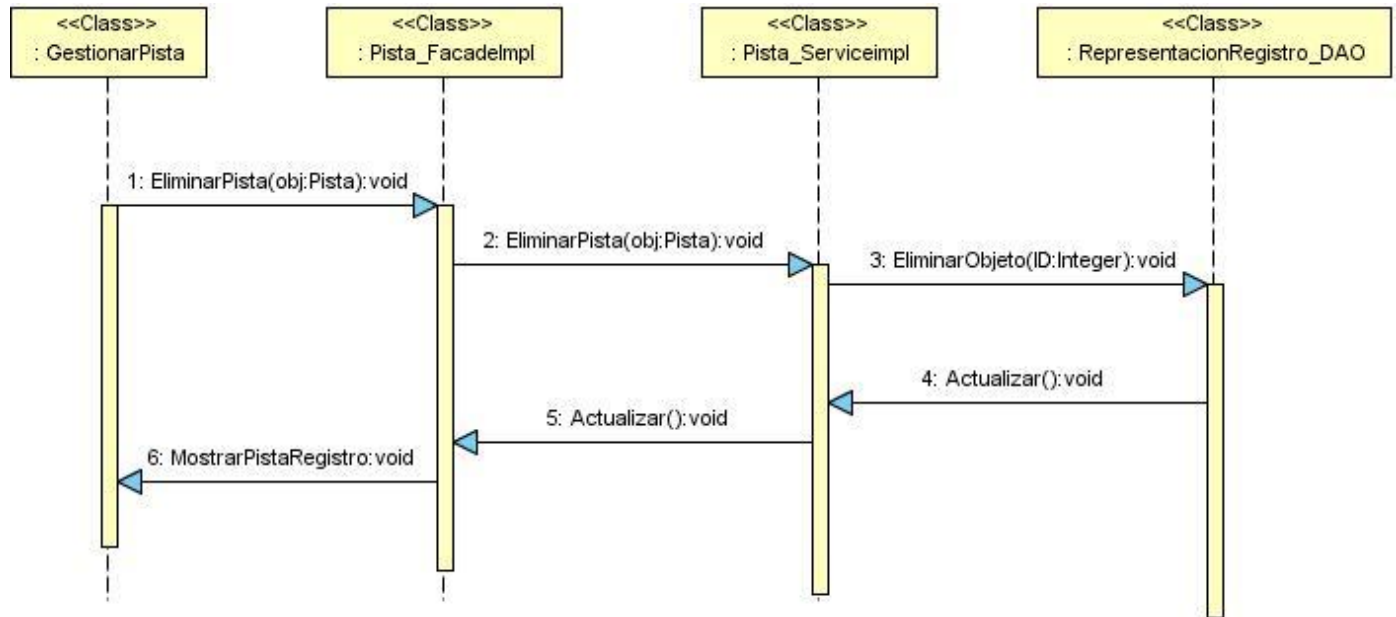


Figura 80 Diagrama de Secuencia del Diseño Eliminar Pista

Diagrama de Secuencia del Diseño “Expandir Pista”

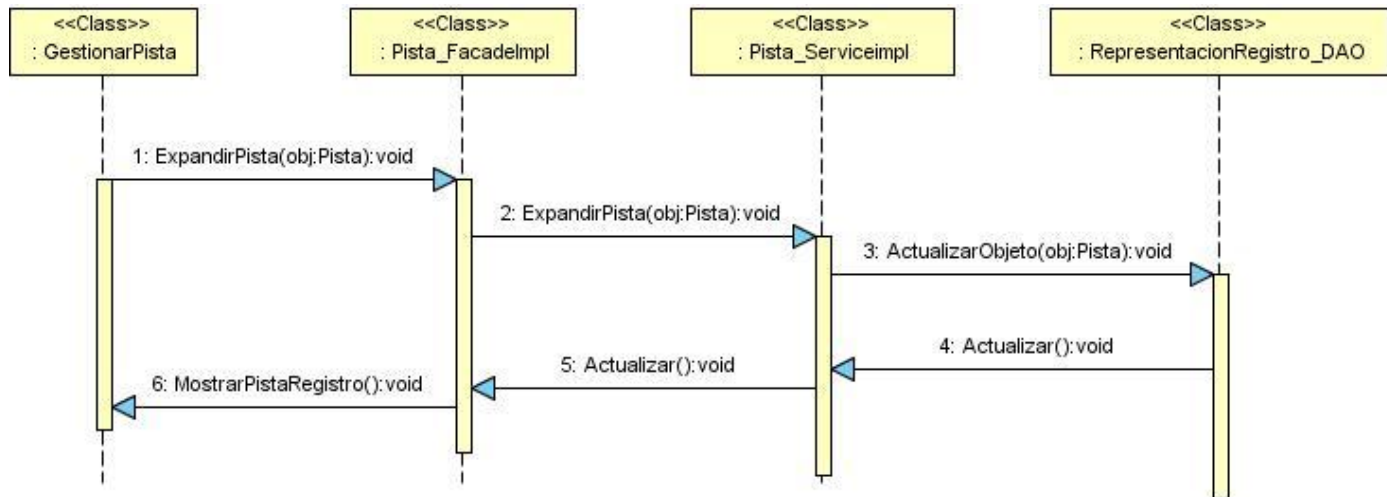


Figura 81 Diagrama de Secuencia del Diseño Expandir Pista

Diagrama de Secuencia del Diseño “Copiar Pista”

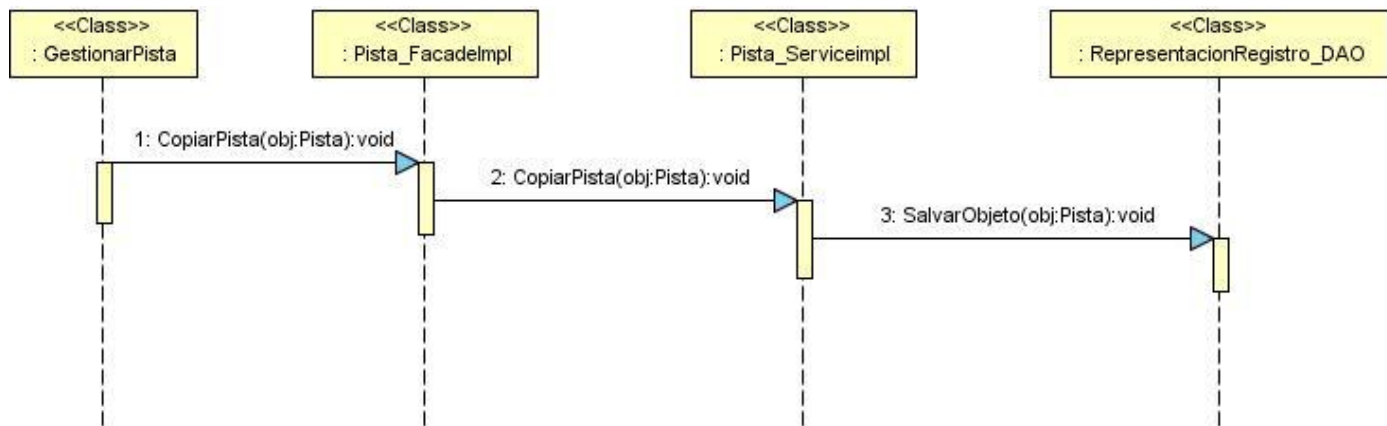


Figura 82 Diagrama de Secuencia del Diseño Copiar Pista

Diagrama de Secuencia del Diseño “Pegar Pista”

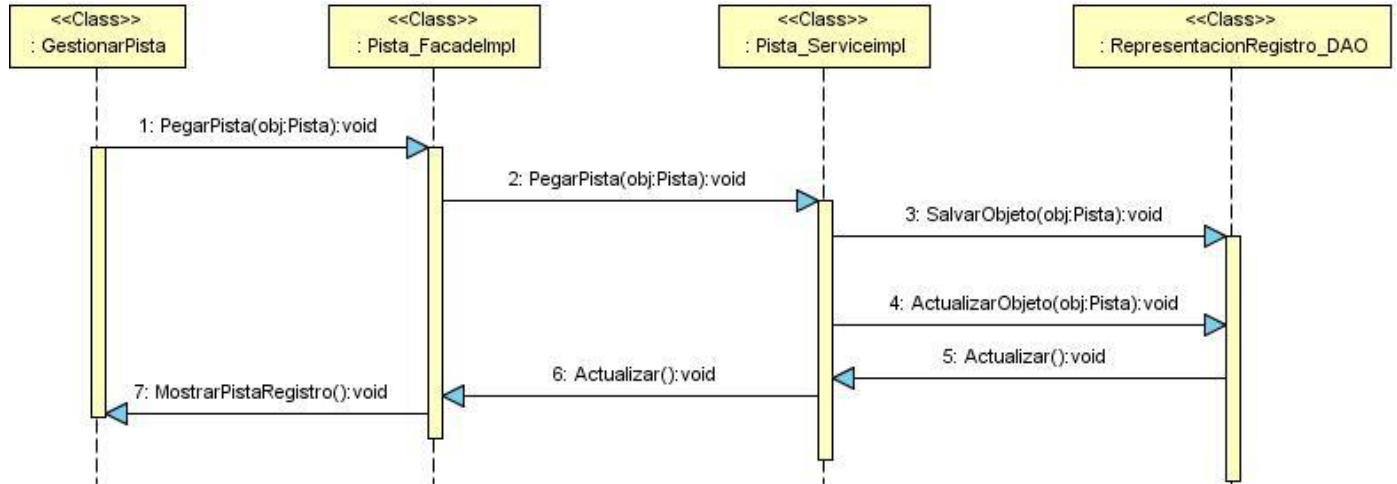


Figura 83 Diagrama de Secuencia del Diseño Pegar Pista

Diagrama de Secuencia del Diseño “Duplicar Pista”

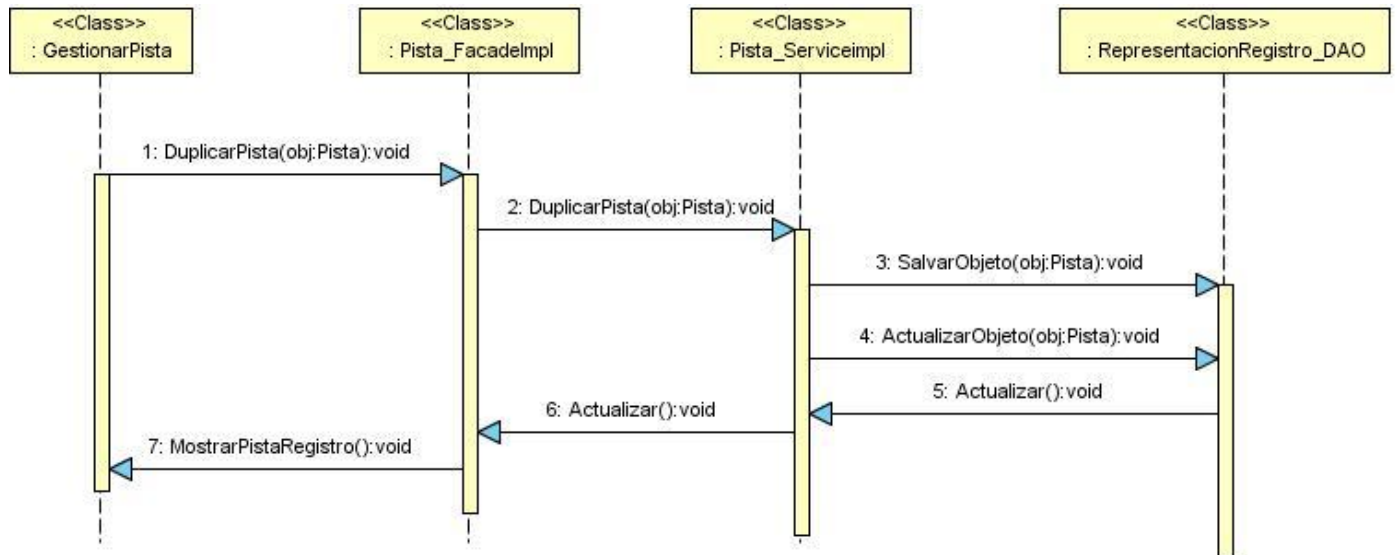


Figura 84 Diagrama de Secuencia del Diseño Duplicar Pista

Diagrama de Secuencia del Diseño “Adicionar Anotación”

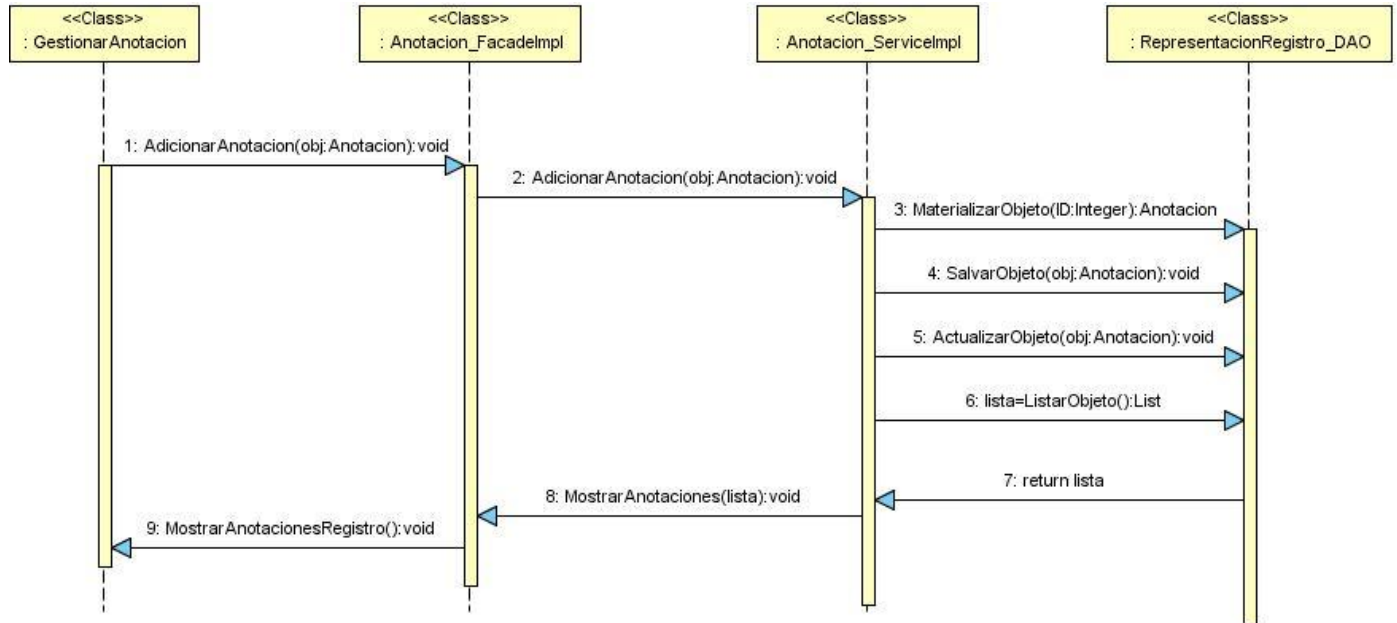


Figura 85 Diagrama de Secuencia del Diseño Adicionar Anotación

Diagrama de Secuencia del Diseño “Eliminar Anotación”

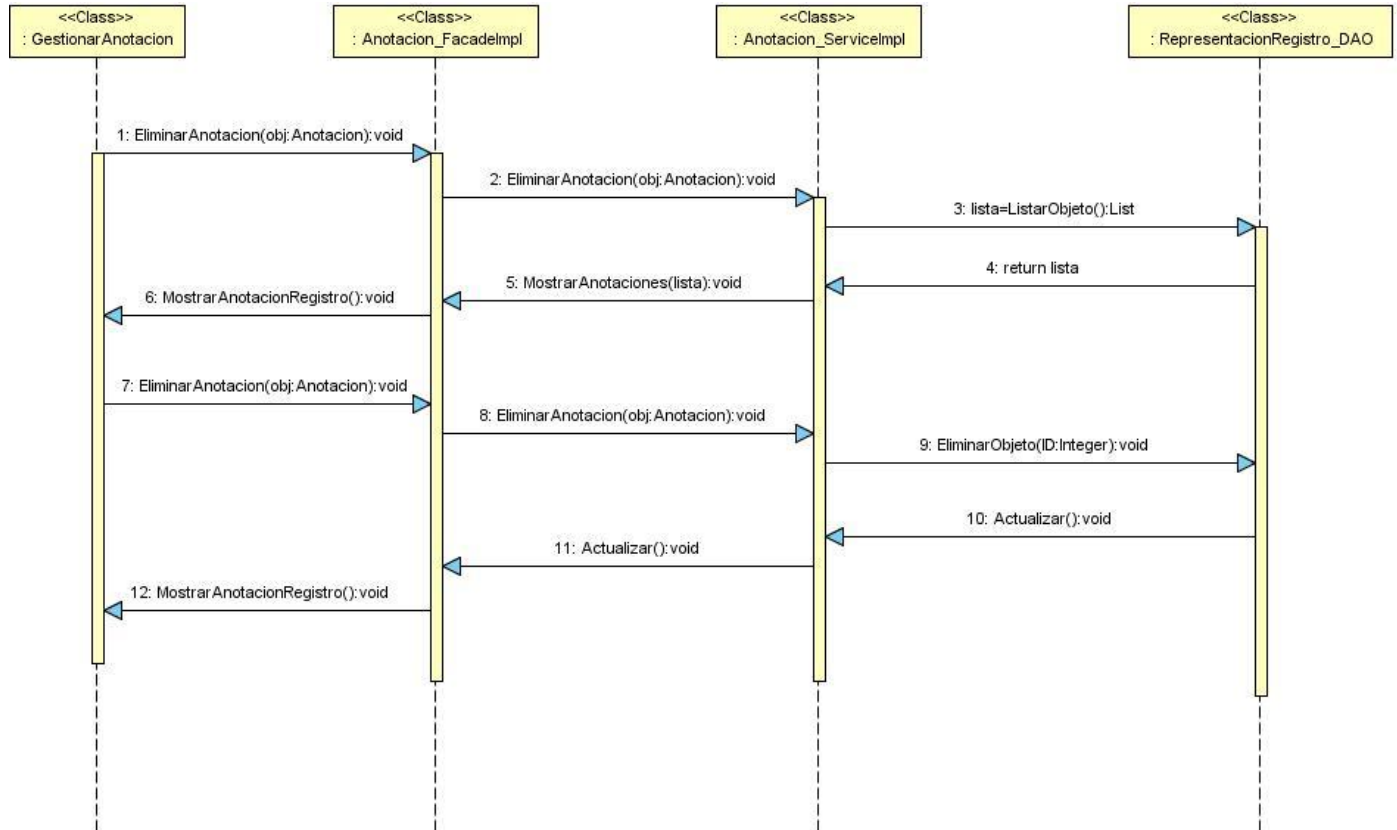


Figura 86 Diagrama de Secuencia del Diseño Eliminar Anotación

Diagrama de Secuencia del Diseño “Modificar Anotación”

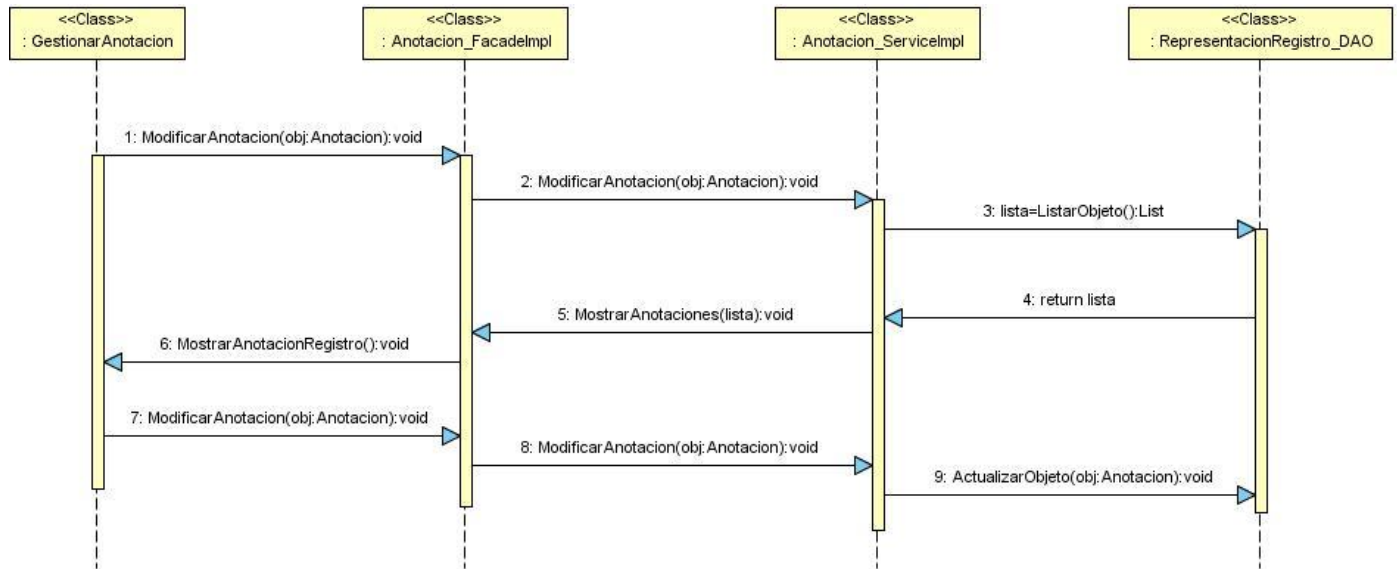


Figura 87 Diagrama de Secuencia del Diseño Modificar Anotación

Diagrama de Secuencia del Diseño “Adicionar Imagen”

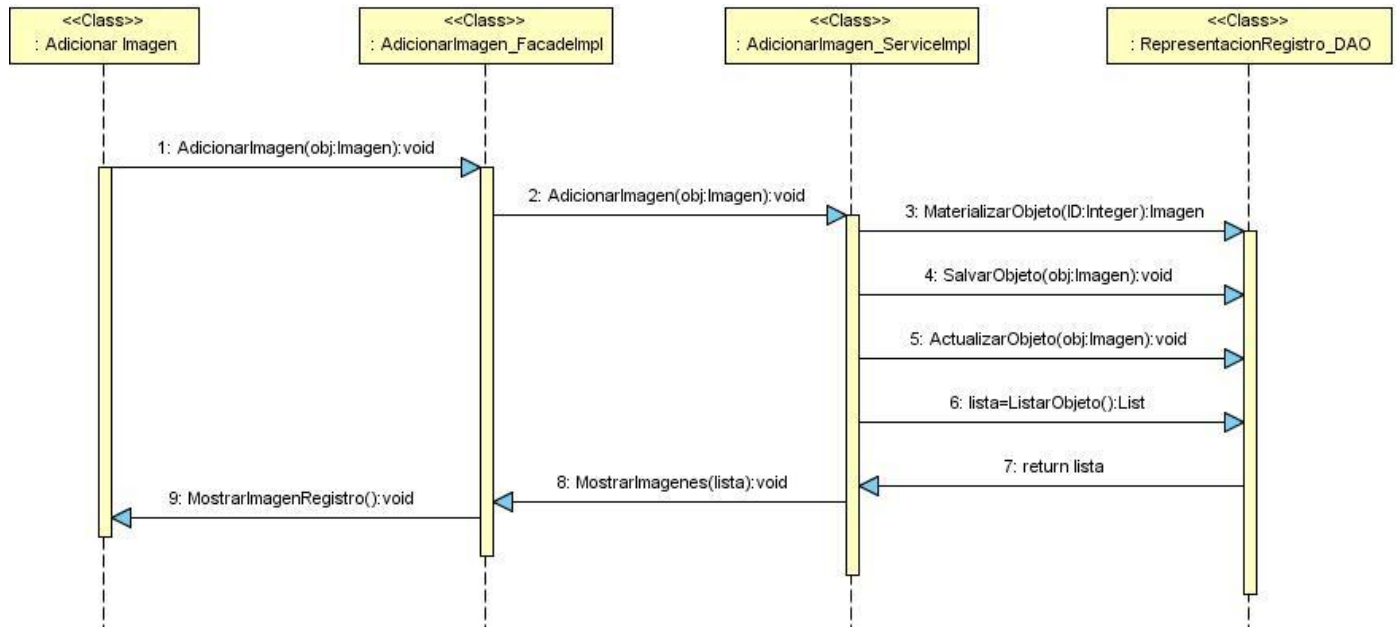


Figura 88 Diagrama de Secuencia del Diseño Adicionar Imagen

Diagrama de Secuencia del Diseño “Eliminar Imagen”

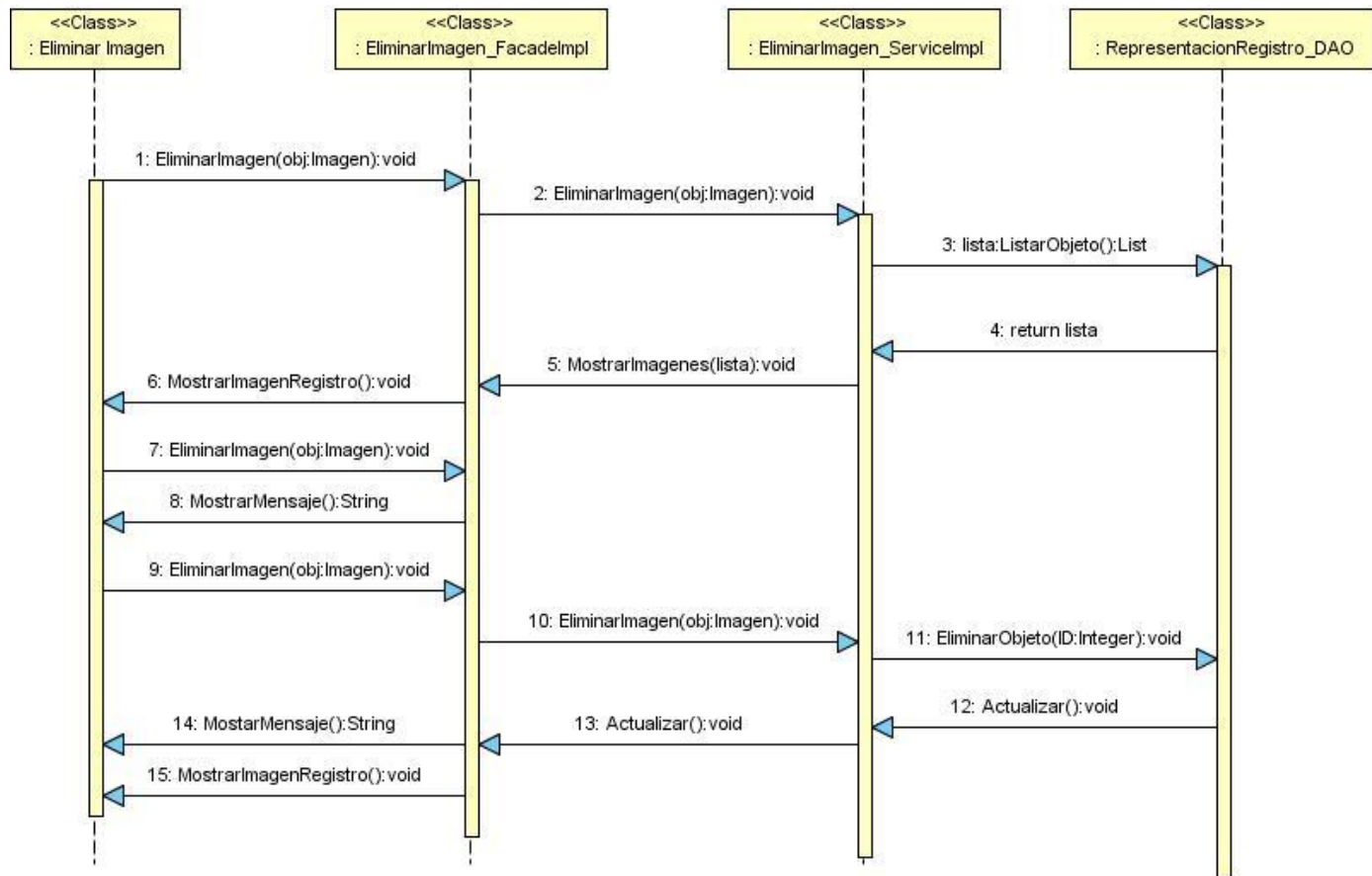


Figura 89 Diagrama de Secuencia del Diseño Eliminar Imagen

Diagrama de Secuencia del Diseño “Modificar Imagen”

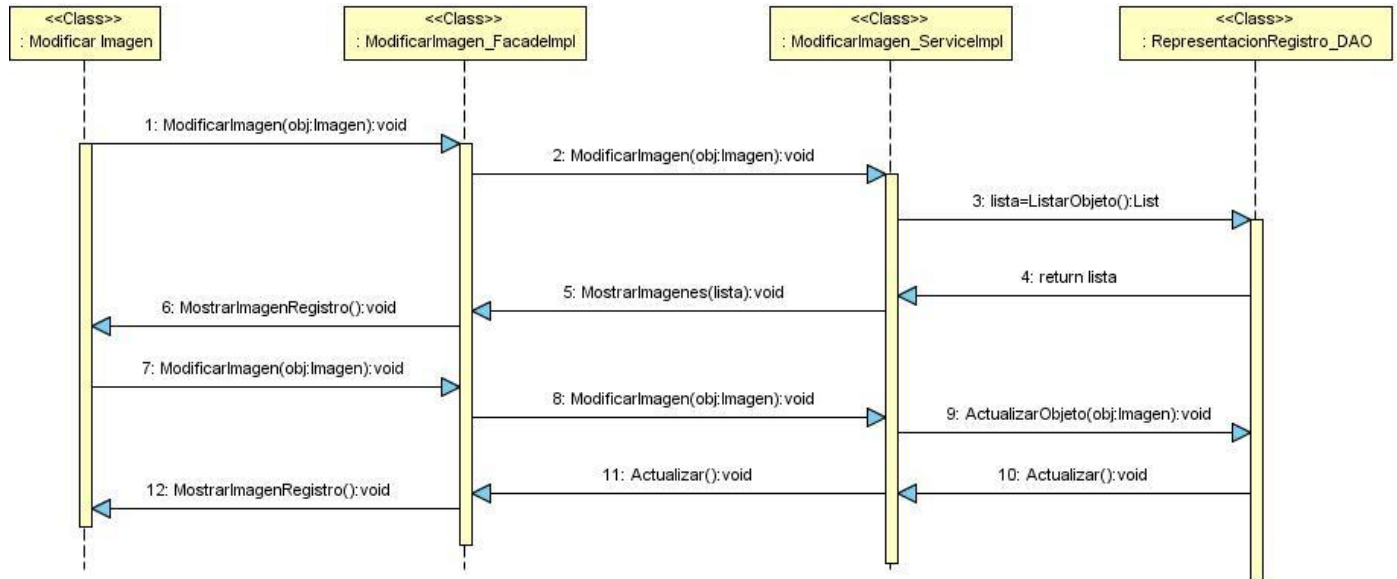


Figura 90 Diagrama de Secuencia del Diseño Modificar Imagen

Diagrama de Secuencia del Diseño “Operaciones Básicas”

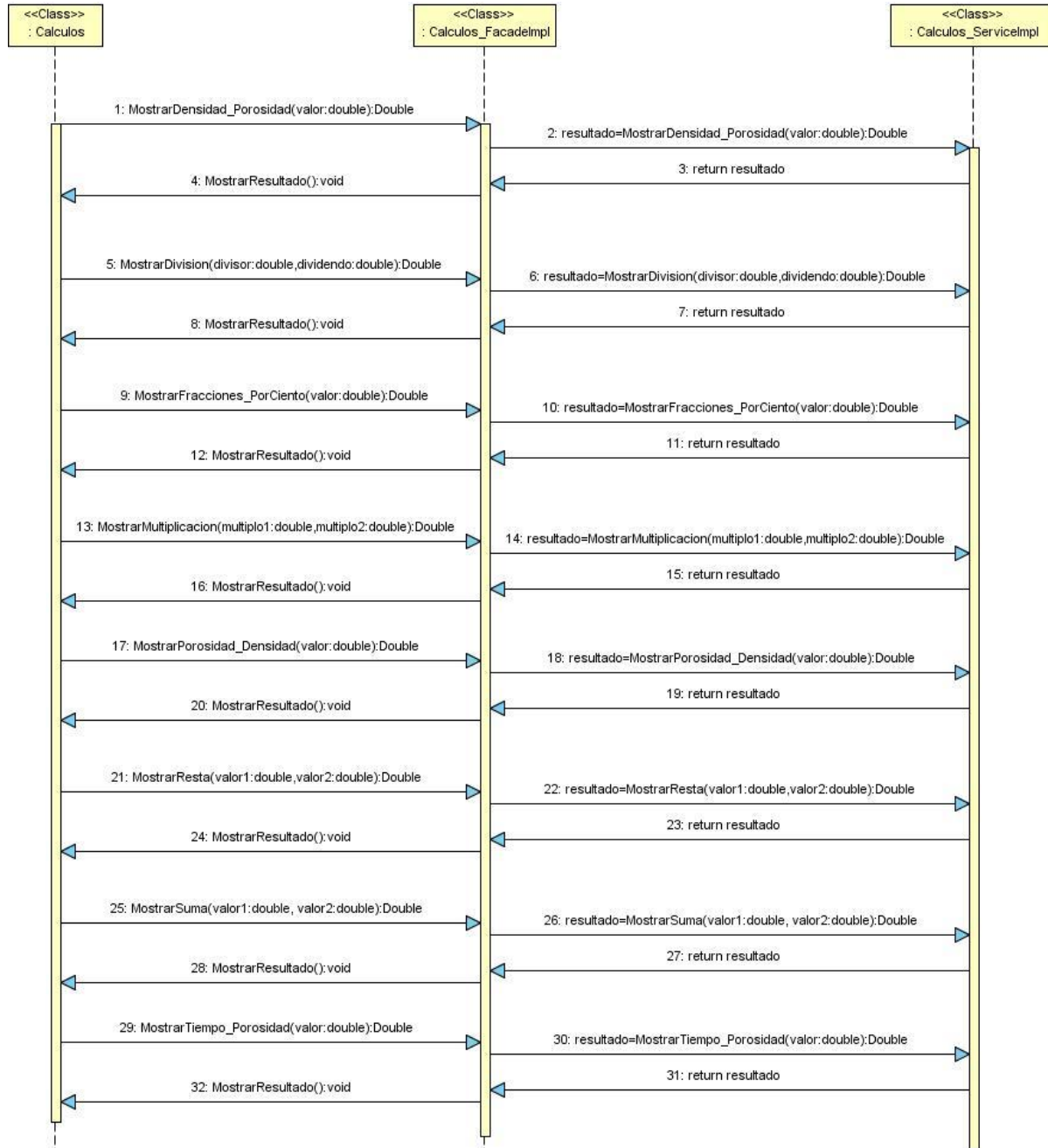


Figura 91 Diagrama de Secuencia del Diseño Operaciones Básicas

Diagrama de Secuencia del Diseño “Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva”

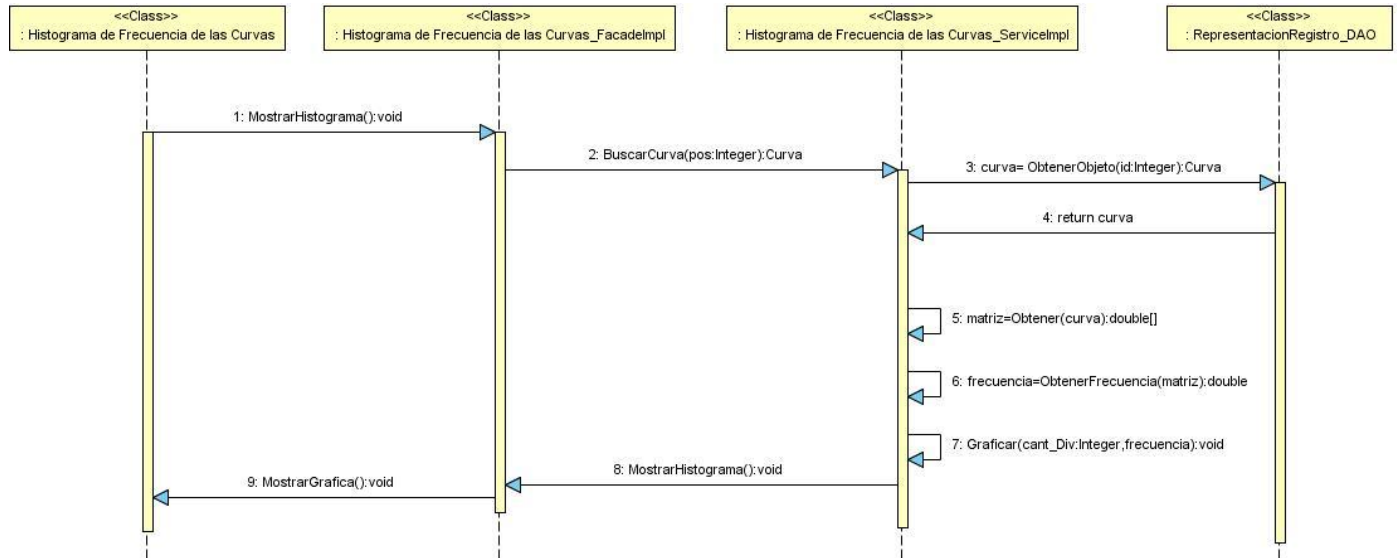


Figura 92 Diagrama de Secuencia del Diseño Mostrar Histograma de Frecuencia de una Curva

Diagrama de Secuencia del Diseño “Mostrar Gráficas Cruzadas”

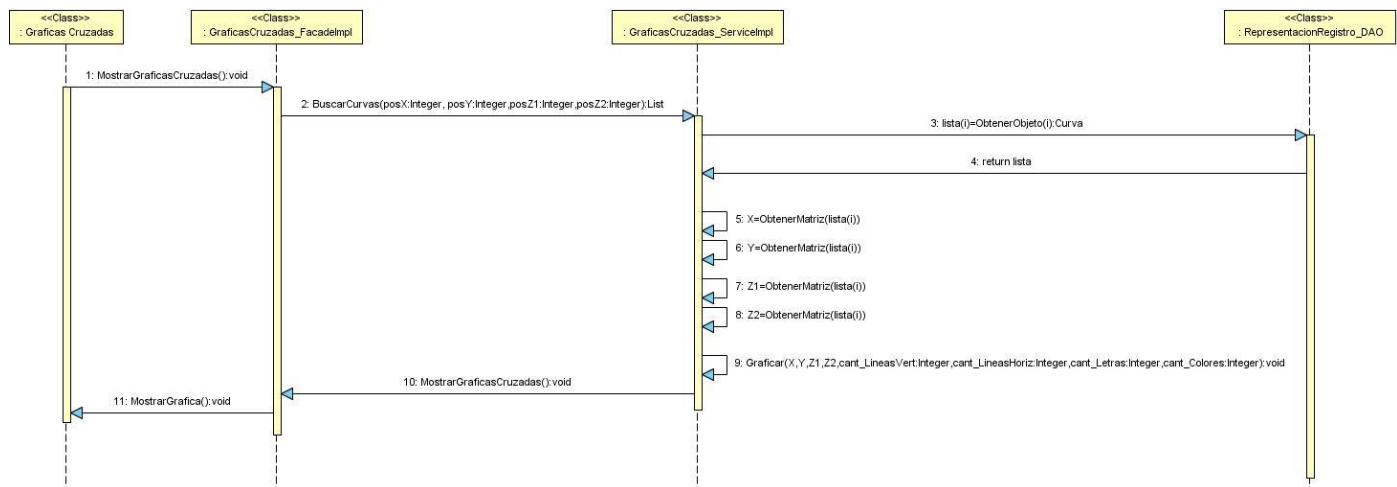


Figura 93 Diagrama de Secuencia del Diseño Gráficas Cruzadas

Anexo 1. Encuesta Realizada a los trabajadores del CEINPET (Enmarcar el negocio)

1. ¿Con qué objetivo necesitan que les elaboremos un software para el análisis petrofísico? Argumente.
2. ¿Qué problemas presenta actualmente CEINPET, que motiven a la realización de un software para el análisis petrofísico? Argumente.
3. ¿No sirve(n) el(los) software que están usando?
Sí_____ No_____
4. ¿No cumple(n) todas las expectativas el(los) software que están usando?
Sí_____ No_____
5. ¿Le falta(n) alguna(s) funcionalidad(es) al(los) software que están usando? .Cuál(es)?.
Sí_____ No_____
6. ¿Es muy costoso pagar las licencias del (de los) software que están usando cuando se vencen?
Sí_____ No_____
7. ¿La realización de la interpretación de registros de pozo a través de relaciones matemáticas se hace de forma manual? Argumente su respuesta.
Sí_____ No_____
8. ¿Existe un software que realice la función de obtener las relaciones matemáticas para la interpretación de pozos? Argumente su respuesta.
Sí_____ No_____

Anexos

9. ¿El objetivo fundamental es obtener un sistema de módulos comenzando por los más sencillos que satisfagan las necesidades de CEINPET y conformen en su conjunto un software íntegramente cubano? Argumente su respuesta.

Sí_____ No_____

10. ¿Existe algún o algunos software cubanos que satisfagan los objetivos de CEINPET? Mencíónelos.

Sí_____ No_____

11. De las propuestas siguientes diga:

- Representación de registros a escala.
- Confección de gráficos de propiedades cruzadas.
- Estadística de valores de registros y/o propiedades de reservorio.
- Creación de interface de adquisición para escáner posible de adquirir.
- Preparación de correlaciones.

11.1 ¿Son elementos que ya están automatizados por algún software?

Sí_____ No_____

11.2 ¿Son elementos que se necesitan agregar al nuevo producto de software solicitado?

Sí_____ No_____

11.3 ¿Son elementos que ya están automatizados, pero se desean mejorar?

Sí_____ No_____

11.4 ¿Son elementos que satisfacen los objetivos de CEINPET?

Sí_____ No_____

Anexo 2. Entrevista Realizada a los trabajadores del CEINPET (Definir actor(es) del negocio)

1. ¿El CEINPET realiza las investigaciones de la información petrofísica en conjunto con CUPET u otra entidad, o solamente le entrega un producto final?
2. ¿El CEINPET analiza las necesidades de CUPET u otra entidad o le brinda opciones de productos finales para que CUPET escoja el que necesita?
3. ¿El CEINPET trabaja independientemente de las necesidades de CUPET?
4. ¿Cuáles son las solicitudes más frecuentes que se realizan que acrediten a la necesidad de hacer un estudio petrofísico? Enumerarlas.
5. ¿Para realizar el proceso de Visualización de Registros, necesita de un pedido del CEINPET, de CUPET, o de alguna persona en específico?
6. ¿Cuál(es) persona(s) o entidad(es) informan cuándo debe comenzar a realizar el trabajo con el sistema HDS?
7. ¿Quién realiza la solicitud para comenzar a trabajar en el sistema HDS?
8. ¿Cuáles son las solicitudes más frecuentes que se realizan? Enumerarlas.

Anexo 3. Entrevista Realizada a los trabajadores del CEINPET (Definir trabajador(es) del negocio)

1. ¿Cuáles son las personas que van a trabajar directamente con el Software?
2. ¿Cuáles son las funciones o cargos dentro de la entidad, de las personas que van a trabajar directamente con el Software?
3. ¿Cuáles son los resultados tangibles que obtiene cada trabajador en su función respectiva? Enumerarlos.
4. Propiedades físicas de las rocas
5. ¿Para realizar su trabajo depende del trabajo de alguien más? Explique en los casos que esto ocurre.
6. ¿Alguien depende de su trabajo para poder realizar el que le corresponde? Explique en los casos que esto ocurre.
7. ¿Qué documento o archivo tangible se obtiene con su trabajo?
8. ¿Ese documento o archivo tangible que se obtiene con su trabajo a quién beneficia?
9. ¿Para realizar el proceso de Visualización de Registros, necesita cargar solamente un archivo .LAS? En caso de necesitar algún otro diga cuál es?

Anexo 4. Entrevista Realizada a los trabajadores del CEINPET (Datos Agregados)

1. ¿Cuál o cuáles serán los usuarios del producto? Enumérelos por el rol que representan en el negocio.
2. ¿Cuáles son los usuarios más importantes?
3. ¿Existen diferencias notables entre las audiencias o usuarios de mayor importancia?
4. ¿Resulta disponible la información necesaria para el proyecto?
5. ¿Hay que elaborar contenidos originales? ¿Cuáles?
6. ¿Hay que adaptar contenidos ya existentes? ¿Cuáles?
7. ¿Qué frecuencia de actualización será necesaria?
8. ¿Se necesita establecer niveles de acceso a los contenidos según el tipo de usuario?
9. ¿Podrá personalizar o adaptar los contenidos que se le ofrecen? ¿En qué casos?
10. ¿Se permitirá la comunicación con la institución responsable del producto? ¿En qué casos y a partir de qué herramientas o aplicaciones?
11. ¿Se facilitará la interactividad con otros usuarios? ¿En qué casos y a partir de qué herramientas o aplicaciones?

Anexo 5. Entrevista Realizada a los trabajadores del CEINPET (Enmarcar el sistema)

1. Cómo se realiza el trabajo de Visualizar Registros?
2. ¿Cuál es el orden de las acciones para la Visualización de Registros?
3. Para Modificar Escalas. ¿Se realiza de una forma diferente en cuanto a su tamaño? En caso de ser afirmativa la respuesta explicar los pasos en cada caso.
4. Imprimir Registros de Pozos con o sin Encabezamientos. ¿Se realiza de una forma diferente en cuanto a su tamaño? En caso de ser afirmativa la respuesta explicar los pasos en cada caso.
5. ¿Qué elementos contiene la leyenda? ¿Cómo se trabaja sobre los elementos que la conforman?

Glosario de Términos

El Glosario de términos es la lista de conceptos asociados al negocio que son comúnmente usados y que deben ser del dominio del equipo de desarrollo para poder modelar el negocio y dar una solución a la problemática encontrada. [48].

Reservorios: Es la roca donde se almacena el petróleo (que no corre por ríos subterráneos ni está en una "veta" que pasa por Cuba), por lo que también se le conoce como roca almacén o roca colectora, y la petrofísica se encamina a evaluar las propiedades físicas de la roca reservorio o sencillamente las propiedades de reservorio.

Sellos: Son las rocas impermeables que cubren a los reservorios, y que impide que se escapen los hidrocarburos.

Registros de Pozo: Los registros de pozo son mediciones que se realizan con sensores remotos constituidos por buzo, cable y registrador de superficie. Se representan mediante curvas que expresan las mediciones digitales.

Ficheros .LAS: (Formato estandarizado de la Asociación Canadiense de Registros). Representa el encabezado del registro de pozo y las curvas ópticas en forma digital. Es reconocido por tener el tamaño justo. Es portátil, accesible y fácil de usar. Su estructura simple se asemeja a las de una hoja de cálculo donde los datos se encuentran ordenados según la profundidad. Se puede abrir el archivo con cualquier editor de texto y extraer información del pozo en forma visual [32].

Evaluación de las Formaciones: Es toda la evaluación que se hace de los reservorios y sellos en un contexto geológico, donde se integra toda la información sobre las rocas que constituyen las distintas formaciones.

Petrofísica: La petrofísica se ocupa del estudio de las propiedades físicas de las rocas como reservorios de hidrocarburos a través de análisis de laboratorio en núcleos y de registros de pozo, es decir, es el estudio de las propiedades físicas y químicas que describen la incidencia y el comportamiento de las rocas, los sólidos y los fluidos.

Glosario de Términos

Informe Valorativo: Texto que contiene los resultados obtenidos durante las diferentes etapas del desarrollo de las investigaciones de cada petrofísico en el CEINPET.

Informe Integral: Texto que contiene un resumen de los resultados obtenidos durante las diferentes etapas de desarrollo de las investigaciones de cada petrofísico en el CEINPET.

Informe Final: Texto que contiene el resultado final de la investigación en el CEINPET.

Pista: Es el componente visual que conforma las plantillas y mediante el cual se representan los valores a través de las curvas de los registros de pozos. Contiene una cabecera, donde se establecen las propiedades fundamentales de las curvas que están representadas.

Área de trabajo: Es el área donde se representan las plantillas.

Plantilla: Visualizan los registros de pozo de forma personalizada. Hace que el trabajo sea más refinado, más creativo y sirva de punto de partida para contruirse nuevas plantillas. Está formada por tres o más pistas. Pueden encontrarse por defecto (definidas por el sistema) o creadas (definidas previamente por el petrofísico).

Curva: Son las que conforman los registros de pozo, y representan las variaciones de las propiedades de los mismos. Cada curva corresponde a un método diferente aportando cualidades específicas para cada registro y se pueden visualizar a través de las pistas. Las curvas definidas para los distintos métodos tienen un mnemónico, dentro de los que se encuentran:

DEPTH: Profundidad

GR: Gamma Ray

CALI o CAL: Caliper (diámetro de pozo)

ILM: Resistividad media por inducción

ILD: Resistividad profunda por inducción

Glosario de Términos

PHIN: Porosidad Neutrón

RHOB: Densidad

CGR: Rayos gamma computados.

SGR: Rayos gamma espectrales.

SP: Potencial espontáneo.

PEF: Efecto fotoeléctrico.

POTA: Potasio

THOR: Torio.

URAN: Uranio

RX0: Resistividad de zona labrada

RLA0...RLA5: Distintas investigaciones de radio.

NPFI: Porosidad neutrónica.

DPFI: Porosidad por densidad.

SPFI: porosidad por sónico.

DT: Tiempo intervalo

Glosario de Términos

LLD: Lateroloc profundo

LLS: Lateroloc mero (profundidad somera)

MSFL: Micro dispositivo lateral de poca profundidad.

RT: Resistividad real.

Anotación: Son las descripciones textuales que se pueden hacer en algunas de las pistas de los registros de pozo, como una información complementaria.

Encabezamiento: Es la estructura que debe tener un registro de pozo a la hora de imprimirlo. Existen varias formas para imprimir el registro de pozo ya sea con encabezamiento o sin encabezamiento. El encabezamiento tiene una descripción más definida de las características específicas del registro de pozo como por ejemplo lugar donde se obtuvo la información petrofísica, nombre del registro de pozo, etc.

Histograma de frecuencia de las curvas: También conocido como gráfico de barras, se utiliza para facilitar la estructura de los datos en cuanto a la distribución de sus valores.

Litología: Es la constitución de las rocas reservorio, donde pueden estar presente uno o varios minerales en cada una de ellas.

Resistividad: Es la resistencia eléctrica que presentan las rocas.

Porosidad: La porosidad se define como la relación entre el volumen de huecos y el volumen de toda la roca reservorio.