



*UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS*

*FACULTAD 9*

*Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas*

*Segundo ciclo de desarrollo del Sistema para la Evaluación y Control del trabajo con los Fluidos de Perforación: "MUDMAN"*

*AUTOR(es): Rosa María Chau Rodríguez*

*Raúl José Aguilar Ricardo*

*TUTOR(es): Ing. Alejandro Orgelio Hernández Cebrián*

*Ciudad de La Habana, 2009*

*"Año del 50 aniversario del triunfo de la Revolución"*

*En lugar de ser un hombre de éxito, busca ser un hombre valioso: lo demás llegará naturalmente.*

*Albert Einstein*

## DEDICATORIA

### *De Rosita:*

*Dedico mi trabajo de Diploma en especial a mi adorada madre, que ya no está conmigo pero siempre la llevo en mi corazón.*

*A mi papito lindo, a mis hermanos, al amor de mi vida Jorgito y a toda mi familia.*

### *De Raúl:*

*Dedico de manera muy especial mi trabajo de Diploma a mi madre, la persona que con todo su amor, apoyo y confianza, me dio las fuerzas para seguir adelante y hacer posible que cumpliera mi sueño.*

*A toda mi familia, por brindarme su apoyo incondicionalmente a lo largo de toda mi vida.*

*A todas mis amistades, por ser como una gran familia para mí.*

## AGRADECIMIENTOS

### *De Rosita:*

*Agradezco especialmente a mi mamá, que ya no está presente pero siempre la llevo en mi pensamiento y en mi alma, por ser una guía incondicional en cada paso de mi vida.*

*A mi querido padre, por apoyarme siempre y mantener su confianza en mí.*

*A mi hermanito Víctor por todo el amor y cariño que siempre me ha dado desde que nací.*

*A mi hermana Tamy, por aguantar todos mis caprichos y por estar siempre al tanto de mi felicidad.*

*A mi hermano Norge por su apoyo y cariño a lo largo de mi vida.*

*A mis abuelos Cándido y Rosa, a mis tíos Balbina, Irene e Isel y a toda mi familia por confiar siempre en mí.*

*A mi gran amor Jorgito por apoyarme en todo momento y con su amor absoluto me dio fuerzas para seguir adelante.*

*A Suset, Maribel y Jorge Luis por darme todo su amor y confianza desde que me conocen.*

*A todas mi amigas que siempre han estado presente cuando las he necesitado. En especial a mis hermanitas Yayi, Yaney y Yunita que las quiero con la vida. A mis queridas amigas Sisi, Liuba y Yulla.*

*A mi Tutor Alejandro por ayudarnos en cada momento que lo necesitamos.*

*A los miembros del tribunal por su paciencia y comprensión.*

*A todos los que han permitido que mi sueño se convierta en realidad.*

## AGRADECIMIENTOS

### *De Raúl:*

*Agradezco con todo mi corazón a mi querida madre, por ser la luz que me sirvió y servirá de guía a lo largo de mi vida, gracias por existir y por formarme como persona, gracias por tanto apoyo, sacrificio, consejos y dedicación.*

*A toda mi familia por darme, con su confianza, la seguridad de que lograría graduarme exitosamente, en especial a la memoria de mi tío Raúl, quien sé estaría orgulloso de mí.*

*A todos mis amigos de la vocacional, a los que están aquí en la universidad y a los que no, por hacer memorable la etapa que nos tocó vivir juntos.*

*A todos mis amigos de la universidad, nuevos y viejos por soportarme a lo largo de estos 5 años, por permitirme pasar junto a ellos momentos inolvidables y por hacer más agradable los días pasados aquí en la universidad. De manera muy especial agradezco a Reinaldo, Maceo, Antonio, Eylena, Alejandro, Grétel, Yannia, Ernesto, Arlen, Samara, Alain, Milton, Joel, Zuleira, Yussel y a todos aquellos que hicieron tan grata mi etapa aquí en la universidad y por tenderme su mano amiga cuando los necesité.*

*A todas mis amistades de Contramaestre, por permitirme compartir con ellos los buenos y los malos momentos, a Julito y a sus padres Anabel y Julio, por su amistad.*

*A nuestro tutor Alejandro, por la atención, el apoyo y los consejos brindados en la realización de este trabajo de diploma.*

*A nuestro tribunal y a nuestro oponente por ser tan pacientes.*

*A nuestra Revolución y al indiscutible líder de todos los cubanos, el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, por crear nuestra Universidad.*

*A todos aquellos que de una forma u otra me han ayudado a llegar a donde estoy hoy.*

## *Declaración de Autoría*

Declaramos que somos los únicos autores del trabajo titulado:

*Segundo Ciclo de desarrollo del Sistema para la Evaluación y Control del trabajo con los Fluidos de Perforación: "MUDMAN".*

Y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos del mismo, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

Rosa María Chau Rodríguez

Raúl José Aguilar Ricardo

\_\_\_\_\_

Ing. Alejandro Orgelio Hernández Cebrián

\_\_\_\_\_

### *RESUMEN*

En la actualidad el Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET), cuenta con la primera versión del Sistema MUDMAN, el cual se encarga de automatizar el proceso de evaluación y control de los fluidos de perforación, en las compañías extranjeras que prestan servicios a Cuba en la producción petrolera. Este software no cumple con las necesidades que desea el cliente, o sea, es totalmente ineficiente. Debido a lo antes planteado se decide realizar la segunda versión del Sistema MUDMAN con el objetivo de mejorar el proceso de evaluación y control de los fluidos de perforación en el Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET. El presente trabajo de diploma es el encargado de desarrollar el segundo ciclo de desarrollo del Sistema para la Evaluación y Control del trabajo con los Fluidos de Perforación: "MUDMAN".

Para comprender la insuficiencia que existe actualmente en el Centro de Investigación del Petróleo, se hizo un estudio exhaustivo del proceso de evaluación y control de los fluidos de perforación en el Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET. Luego de analizada la situación actual, se adentra en la construcción de la aplicación propuesta, para lo cual se escogieron las tecnologías y herramientas adecuadas para la realización de un software efectivo. La metodología de desarrollo utilizada guió la elaboración del producto, el cual recorrió todos los flujos de trabajo propuestos por la misma. Al culminar la fase de construcción se obtuvo un Sistema calificado para dar cumplimiento a los procesos donde existían deficiencias. Dicho Sistema fue sometido a distintos tipos de pruebas, obteniendo en todas los resultados esperados.

#### **Palabras Claves:**

- Fluidos de Perforación.
- Lodo de Perforación.
- Perforación.
- Petróleo.
- Pozos de Perforación.

## Tabla de contenidos

Tabla de contenidos .....	VIII
Introducción .....	1
Capítulo 1: Fundamentación Teórica.....	6
1.1. Introducción .....	6
1.2. Conceptos asociados al dominio del problema.....	6
1.3 Objeto de Estudio .....	10
1.3.1 Descripción General.....	10
1.3.2 Situación Problemática .....	12
1.4 Análisis de otras soluciones existentes.....	12
1.5 Conclusiones .....	13
Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías en el desarrollo de software .....	14
2.1 Introducción.....	14
2.2 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) .....	14
2.3 El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) como soporte de la modelación de la solución propuesta .....	15
2.4 Herramientas de Modelado .....	16
2.4.1 Herramienta CASE .....	16
2.4.1.1 Visual Paradigm.....	17
2.4.1.2 Rational Rose.....	18
2.4.2 Selección de la Herramienta CASE a utilizar .....	20
2.5 Metodologías de Desarrollo de Software .....	20
2.5.1 Proceso Unificado de Software (RUP) .....	20
2.5.2 Programación Extrema (XP) .....	22
2.5.3 Microsoft Solution Framework (MSF) .....	23
2.5.4 Selección de la metodología a utilizar .....	23



2.6 Sistemas gestores de Base de Datos.....	24
2.6.1 PostgreSQL .....	24
2.6.2 MySQL.....	25
2.6.3 Oracle .....	26
2.6.4 Selección del Sistema Gestor de Base de Datos a utilizar .....	27
2.7 Lenguajes de Programación .....	27
2.7.1 Java.....	27
2.7.2 C#.....	28
2.7.3 C++.....	29
2.7.4 Selección del lenguaje de programación a utilizar .....	30
2.8 Ambientes de desarrollo .....	31
2.8.1 Eclipse .....	31
2.8.2 NetBeans.....	32
2.8.3 Selección del ambiente de desarrollo a utilizar .....	32
2.9 Conclusiones .....	33
Capítulo 3: Presentación de la solución propuesta.....	34
3.1.    Introducción .....	34
3.2    Modelo de Negocio.....	34
3.2.1 Actores del negocio.....	34
3.2.2 Trabajadores del Negocio .....	35
3.2.3 Modelo de caso de uso del negocio .....	36
3.2.4 Descripción textual de los Casos de Uso del Negocio .....	37
3.2.4.1 Caso de Uso: Enviar reporte diario.....	37
3.2.4.2 Caso de Uso: Solicitar Informe Final.....	39
3.2.5 Diagramas de actividades de los Casos de Uso del Negocio .....	40
3.2.6 Modelo de Objetos.....	41
3.2.7 Reglas del Negocio.....	42
3.3    Modelo del Sistema .....	43

3.3.1	Requerimientos del Sistema .....	43
3.3.2	Requerimientos Funcionales.....	44
3.3.3	Requerimientos No Funcionales .....	47
3.4	Descripción del Sistema Propuesto .....	49
3.4.1	Descripción de los Actores del Sistema.....	49
3.4.2	Modelo de Casos de Uso del Sistema .....	49
3.4.3	Descripción textual de los Casos de Uso del Sistema.....	51
3.5	Conclusiones .....	53
Capítulo 4: Construcción de la solución propuesta. ....		54
4.1.	Introducción .....	54
4.1.2	Modelo de Análisis.....	54
4.2	Modelo de diseño .....	54
4.2.1	Diagramas de clases de diseño .....	54
4.3	Principios del diseño.....	55
4.3.1	Estándares de la interfaz de la aplicación .....	55
4.4	Diseño de la base de datos .....	56
4.4.1	Diagrama de clases persistentes .....	56
4.4.2	Modelo Entidad Relación.....	58
4.5	Modelo de implementación.....	58
4.5.1	Diagrama de Componentes .....	59
4.6	Prueba del sistema propuesto .....	60
4.6.1	Prueba de caja negra .....	60
4.6.1.1	Descripción General.....	60
4.6.1.2	Condiciones de Ejecución .....	60
4.6.1.3	Secciones a probar en el Caso de Uso.....	60
4.7	Conclusiones .....	61
Conclusiones generales .....		62
Recomendaciones .....		63

Bibliografía Citada .....	64
Bibliografía Consultada.....	68

## Introducción

Desde la antigüedad el petróleo aparecía de forma natural en ciertas regiones terrestres como son los países de Oriente Medio. Hace 6.000 años en Asiria y en Babilonia se usaba para pegar ladrillos y piedras, en medicina y en el calafateo de embarcaciones; en Egipto, para engrasar pieles; las tribus precolombinas de México pintaron esculturas con él; y los chinos ya lo utilizaban como combustible.

En el siglo XIX se logran obtener aceites fluidos que empezaron pronto a usarse para el alumbrado. En 1846 el canadiense A. Gesnerse obtuvo queroseno, lo que incrementó la importancia del petróleo aplicado al alumbrado. En 1859 Edwin Drake perforó el primer pozo de petróleo en Pensilvania. [1]

Cuba es uno de los países del mundo que más manifestaciones superficiales de petróleo tiene, principalmente en la mitad septentrional del territorio nacional, donde se ubica el primer descubrimiento en 1881 en la zona de Corralillo, provincia de Villa Clara, aunque desde los primeros pobladores indígenas se tienen reportes de existencia del oro negro.

En Cuba hay un potencial petrolero considerable en tierra, en aguas someras y fundamentalmente en aguas profundas, lo cual se reafirma con cada estudio que se va concluyendo y con los nuevos yacimientos. El organismo rector cubano estima que este potencial es muy alto, principalmente en la mitad norte de la Isla y bajo las aguas profundas de la Zona Económica Exclusiva de Cuba en el Golfo de México. [2]

El petróleo se extrae mediante la perforación de un pozo sobre el yacimiento. Si la presión de los fluidos es suficiente, forzaré la salida natural del petróleo a través del pozo que se conecta mediante una red de oleoductos hacia su tratamiento primario, donde se deshidrata y estabiliza eliminando los compuestos más volátiles. Posteriormente se transporta a refinerías o plantas de mejoramiento. Durante la vida del yacimiento, la presión descenderá y será necesario usar otras técnicas para la extracción del petróleo. Esas técnicas incluyen la extracción mediante bombas, la inyección de agua o la inyección de gas, entre otras.

En la actualidad a las compañías extranjeras que le prestan servicios a Cuba en el proceso petrolero, no se les realiza con el rigor necesario, un control diario de su trabajo, ni se da un seguimiento estricto a los proyectos que llevan a cabo en los pozos petroleros con los fluidos de perforación por lo que la Dirección Integrada a Proyecto (DIP) de la empresa CUBAPETROLEO, le solicita al Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET) la supervisión y control de los proyectos que desarrollan las compañías extranjeras que prestan servicios a Cuba en la producción petrolera.

Este proceso es muy trabajoso lo que dificulta la toma de decisiones; el mismo se lleva a cabo de forma manual en el Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET, y se realiza mediante la confección de tablas en Excel que elaboran las compañías extranjeras introduciendo los datos de los reportes. Cada reporte genera gran cantidad de parámetros (volúmenes, propiedades del fluido, consumo de aditivos, costos, herramientas, parámetros mecánicos, construcción del pozo, tratamientos efectuados, uso de equipos de separación de sólidos, etc.), se debe tener en cuenta que se perforan varios pozos a la vez y que cada uno de ellos requiere similar proceso de evaluación.

El proceso de evaluación se realiza equiparando de forma visual los datos de las tablas o graficando los mismos y comparándose con las hojas impresas de los proyectos o con referencias bibliográficas de parámetros óptimos. Por la complejidad de este proceso, no siempre se obtienen todos los gráficos requeridos para una mejor evaluación. Todo esto implica a su vez una evaluación más lenta que requiere la dinámica de la actividad petrolera, lo que provoca un significativo gasto de tiempo y que el proceso de supervisión y control del trabajo de las compañías extranjeras con los fluidos de perforación sea ineficiente.

El Laboratorio de Lodo y Cemento del CENPET cuenta con un sistema que le permite hacer este proceso de supervisión, el cual es la primera versión del Sistema para la evaluación y control del trabajo con los fluidos de perforación realizado en el curso 2008-2009 en la Universidad de las Ciencias Informáticas, este sistema no cumple con los requisitos que necesita el cliente, por lo que se hace necesario la realización de la segunda versión del sistema MUDMAN con el objetivo de mejorar el sistema hecho anteriormente, o sea se implementarán las gráficas requeridas en el Excel de forma automática.

Con el presente trabajo de diploma se debe dar solución a la situación problemática anteriormente expuesta; el **problema científico** a resolver consiste en: la demora del proceso de evaluación y control del trabajo de las compañías extranjeras con los fluidos de perforación en el Laboratorio de Investigación de Lodo y Cemento del Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET).

El problema planteado está enmarcado dentro del siguiente **objeto de estudio**: proceso de evaluación y control del trabajo con los fluidos de perforación en el CEINPET.

El **campo de acción** consiste en: la automatización de la evaluación y control del trabajo con los fluidos de perforación en el Laboratorio de Investigación de Lodo y Cemento del CEINPET.

Para darle cumplimiento al problema científico se plantea el siguiente **objetivo general**: desarrollar la segunda versión del sistema MUDMAN.

Luego de todo lo antes planteado surge como **idea a defender**: si se desarrolla la segunda versión del sistema MUDMAN del polo productivo PetroSoft entonces se logrará agilizar el proceso de evaluación y control del trabajo de las compañías extranjeras con los fluidos de perforación en el Laboratorio de Investigación de Lodo y Cemento del CEINPET.

Para dar respuesta al problema anteriormente planteado se trazan las siguientes **Tareas de Investigación**:

1. Analizar el documento de tesis, Sistema para la Evaluación y Control del trabajo con los Fluidos de Perforación "MUDMAN".
2. Consumar el estado del arte de los procesos de evaluación y control del trabajo con los fluidos de perforación.
3. Identificar posibles funcionalidades a incrementar en el sistema MUDMAN.
4. Entrevistar al cliente del CEINPET para validar las funcionalidades a agregar al sistema.
5. Analizar un estudio de las tecnologías y herramientas a utilizar en la realización del sistema.
6. Identificar y modelar los casos de uso del sistema de la segunda versión del sistema MUDMAN.

7. Implementar la segunda versión del sistema MUDMAN.
8. Validar la aplicación informática a través del control y evaluación automatizados del trabajo de las compañías extranjeras con los fluidos de perforación en el Laboratorio de Investigación de Lodo y Cemento del CEINPET.

Entre los **posibles resultados** del trabajo se encuentra: la segunda versión del sistema MUDMAN.

En la investigación se hizo uso de varios **métodos científicos**. Los cuales se dividen en dos grandes grupos: los métodos teóricos y los empíricos.

Entre los **Métodos Teóricos** a emplear se encuentra el **Analítico-Sintético**, el cual posibilitará buscar lo esencial de la bibliografía consultada mediante el análisis y la síntesis, las temáticas a tratar serán: metodologías, herramientas de modelado, gestores de Base de Datos, lenguajes de programación, ambientes de desarrollo, frameworks, así como temas relacionados con los fluidos de perforación.

Además se utilizará el método **Histórico-Lógico** mediante el estudio detallado de la realización del proceso de evaluación y control del trabajo de las Compañías de Servicio de Perforación de Pozos Petroleros con los fluidos de perforación en el Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET, así como otras soluciones existentes a nivel nacional e internacional relacionadas con este aspecto, con el fin de obtener los conocimientos necesarios para dar inicio al sistema propuesto.

Igualmente se empleará el método de **Modelación**, el cual se mostrará mediante los diagramas a obtener, por medio de la herramienta de modelado y con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML), donde se almacena la información de los artefactos a generar en todas las etapas por las que transcurrirá el desarrollo del software: negocio, requerimientos, análisis, diseño e implementación. Con este método se logrará un mejor entendimiento del problema y percepción de los conceptos que son necesarios analizar.

Por otra parte, entre los **Métodos Empíricos** se empleará la **Observación**, el tipo de observación que se usa es participativa, en la cual se realizará un registro visual del trabajo en el laboratorio de investigación de Lodo y Cemento del CEINPET con los reportes diarios que envían las Compañías de Servicios de Perforación de Pozos Petroleros con la información del comportamiento de los fluidos de perforación en el

pozo, de esta manera se recogerá toda la información relacionada con este proceso, para realizarle un análisis posteriormente.

También se empleará el método **Entrevista**, las mismas serán realizadas mediante encuentros programados con el jefe de departamento del Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET, con el fin de obtener información del proceso de evaluación y control del trabajo de las Compañías de Servicio en el proceso de Perforación de Pozos Petroleros con los fluidos de perforación.

El documento se estructurará en cuatro capítulos, permitiendo dar solución al problema planteado, además mostrará las conclusiones generales, recomendaciones, bibliografía consultada y citada, un glosario de términos y por último los anexos, todos estos aspectos forman el cuerpo del trabajo y son imprescindibles para un mejor entendimiento. Los capítulos se muestran a continuación:

- **Capítulo No 1: Fundamentación Teórica:** Se describirán los conceptos más importantes relacionados con los Fluidos de Perforación, los cuales son esenciales para la comprensión del Trabajo de Diploma y permitirán una mejor comprensión de la situación problemática planteada. Se analizarán los sistemas similares existentes para desarrollar los objetivos del trabajo de diploma.
- **Capítulo No 2: Tendencias y Tecnologías actuales:** Se realizará un análisis de las herramientas y tecnologías de software a emplear para desarrollar el sistema, seleccionando las más idóneas.
- **Capítulo No 3: Presentación de la solución propuesta:** Se describirá la solución propuesta partiendo del modelo de negocio. Se definirán los requerimientos funcionales y no funcionales y los casos de uso del sistema.
- **Capítulo No 4: Construcción de la solución propuesta:** Se mostrarán las clases del análisis y del diseño. Se definirá la arquitectura con la que se trabajará en el desarrollo del software. Se describirá el diagrama de componentes, diagrama de despliegue y una descripción de un caso de prueba aplicado al sistema.



## Capítulo 1: Fundamentación Teórica

### 1.1. Introducción

En este capítulo se abordarán los principales conceptos y definiciones que permiten adentrarse en esta investigación. Principalmente se explicarán los elementos teóricos fundamentales que sustentan el problema, o sea todo lo relacionado con los fluidos de perforación, cómo se utilizan, sus funciones, así como los tipos de fluidos existentes en el proceso de perforación de pozos petroleros.

### 1.2. Conceptos asociados al dominio del problema

#### Fluidos de perforación

El Fluido de Perforación es un fluido de características químicas y físicas apropiadas, que puede ser aire o gas, agua, petróleo y combinaciones de agua y aceite con diferentes contenidos de sólidos. No debe ser tóxico, corrosivo ni inflamable, pero sí inerte a las contaminaciones de sales solubles o minerales y estable a altas temperaturas. Debe mantener sus propiedades según las exigencias de las operaciones y debe ser inmune al desarrollo de bacterias.

El objetivo principal que se desea lograr con un fluido de perforación, es garantizar la seguridad y rapidez del proceso de perforación, mediante su tratamiento a medida que se profundizan las formaciones de altas presiones, la circulación de dicho fluido se inicia al comenzar la perforación y sólo debe interrumpirse al agregar cada tubo, o durante el tiempo que dure el viaje que se genere por el cambio de la mecha.

#### Funciones de los fluidos de perforación

Los fluidos de perforación tienen varias funciones importantes, cada una de ellas por sí solas y en combinación son necesarias para lograr el avance eficiente de la barrena y mantener la buena condición del pozo.

Entre sus principales funciones se encuentran:

- Transportar los ripios de perforación, derrumbes o cortes desde el fondo del hoyo hasta la superficie.
- Mantener en suspensión los ripios y material densificante cuando se detiene la circulación.
- Controlar las presiones de la formación.
- Limpiar, enfriar y lubricar la mecha y la sarta de perforación.
- Prevenir derrumbes de formación soportando las paredes del hoyo.
- Suministrar un revoque liso, delgado e impermeable para proteger la productividad de la formación.
- Ayudar a soportar por flotación, el peso de la sarta de perforación y del revestimiento.
- Transmitir la potencia hidráulica a la formación por debajo de la mecha.

Las funciones de los fluidos pueden variar de acuerdo a las condiciones que presente el terreno, el equipo de perforación, las características de la barrena; actualmente no existe un único fluido que resuelva todos los problemas en los pozos de perforación. [3]

## **Propiedades Físicas**

Para el cumplimiento de las diferentes funciones de los fluidos de perforación, se requiere que este posea toda una serie de propiedades físicas y químicas necesarias, cuyo mantenimiento dentro de los parámetros deseables o aceptables, en algunos casos, se hace imprescindible para el buen desarrollo de la actividad de perforación.

Entre las propiedades más importantes y que continuamente se controlan durante la aplicación de los fluidos en la perforación están:

- Propiedades físicas
- Densidad
- Viscosidad
- Filtrado
- Contenido de arena

## ➤ Resistividad

La densidad define la capacidad del lodo de ejercer una contrapresión en las paredes de la perforación, controlando de este modo las presiones litostática e hidrostática existentes en las formaciones perforadas.

La viscosidad es la resistencia interna de un fluido a circular. Define la capacidad del lodo de lograr una buena limpieza del útil de perforación, de mantener en suspensión y desalojar los detritus y de facilitar su decantación en las balsas o tamices vibrantes.

El contenido de arena es el control que se realiza mediante tamices normalizados, más concretamente, el tamiz 200 (200 hilos por pulgada, equivalente a 0,074 mm, 74 micras), expresándose en porcentajes. En un lodo se considera arena a la fracción fina que pasa por este tamiz.

La resistividad es el control de la resistividad de un lodo, su filtrado y del revoque durante la perforación es necesario para permitir una mejor evaluación de las características de la formación en un registro eléctrico. Este método se utiliza en todos los sistemas de lodos y es aplicable a cualquier fluido de perforación cuya resistividad esté comprendida entre 0.01 hasta 10  $\Omega\text{-m}^2/\text{m}$ . [4]

## **Modo de empleo de los fluidos de perforación**

El procedimiento de los fluidos de perforación comienza en el campo, preparando grandes volúmenes de estos fluidos que pueden alcanzar los 300 m<sup>3</sup> y con dicho volumen circulando en circuito cerrado (tanque de succión, bombas de inyección, tuberías de inyección, stand pipe, mangueras, top drive o swivel y Kelly, sarta de perforación, barrena, espacio anular, tanques y equipos de superficie donde se separa de los ripios de roca que saca del pozo y nuevamente al tanque de succión de donde es otra vez tomado para continuar la circulación) durante este proceso por la interacción con las formaciones geológicas, la incorporación de fluidos y sólidos de las propiedades se modifican y el especialista químico debe chequear constantemente estas propiedades para asegurar la continuidad sin riesgos y lograr el objetivo de la perforación, el cual es alcanzar la zona provechosa con el menor costo y el mínimo daño a la formación, para garantizar una maximización del proceso productivo.

Luego de este proceso con los fluidos de perforación, en el laboratorio de lodo y cemento del CEINPET se realiza un control a intervalos de estas propiedades y asesoran y supervisan la actividad en el campo.

### **Tipos de fluidos de perforación**

Básicamente los fluidos de perforación se preparan a base de agua, de aceite (derivados del petróleo) o emulsiones. En su composición interactúan tres partes principales: la parte líquida, la parte sólida (compuesta por material soluble que le imprime las características tixotrópicas y por material insoluble de alta densidad que le imparte peso) y materias químicas adicionales, que se añaden directamente o en soluciones.

El uso de los fluidos de perforación depende del tipo de suelo que se esté perforando. Entre los tipos de fluidos más significativos o más usados, se pueden encontrar:

**Fluido de perforación a base de agua:** El agua es uno de los mejores líquidos básicos para perforar, por su abundancia y bajo costo. Sin embargo, el agua debe ser de buena calidad ya que las sales disueltas que pueda tener, como calcio, magnesio, cloruros, tienden a disminuir las buenas propiedades requeridas. Por esto es aconsejable disponer de análisis químicos de las aguas que se escojan para preparar el fluido de perforación. El fluido de perforación más común está compuesto de agua y sustancia coloidal. Durante la perforación puede darse la oportunidad de que el contenido coloidal de ciertos estratos sirva para hacer el fluido pero hay estratos tan carentes de material coloidal que su contribución es nula. Los lodos que más se utilizan en los pozos petroleros cubanos son a base de agua.

**Bentonita:** es un material de origen volcánico, compuesto de sílice y alúmina pulverizada y debidamente acondicionada, se hincha al mojarse y su volumen se multiplica. El fluido bentonítico resultante es muy favorable para la formación del revoque sobre la pared del hoyo. Sin embargo, a este tipo de fluido hay que agregarle un material pesado, como la baritina (preparada del sulfato de bario), para que la presión que ejerza contra los estratos domine las presiones subterráneas que se estiman encontrar durante la perforación. Para mantener las características deseadas de este tipo de fluido como son: viscosidad, gelatinización inicial y final, pérdida por filtración, pH y contenido de sólidos, se recurre a la utilización de sustancias químicas como quebracho, soda cáustica, silicatos y arseniatos.

**Fluido de perforación a base de petróleo:** Para ciertos casos de perforación, terminación o reacondicionamiento de pozos se emplean fluidos a base de petróleo o de derivados del petróleo. En ocasiones se ha usado crudo liviano, pero la gran mayoría de las veces se emplea diesel u otro tipo de destilado pesado al cual hay que agregarle negrohumo o asfalto para impartirle consistencia y poder mantener en suspensión el material pesante y controlar otras características. Generalmente, este tipo de fluido contiene un pequeño porcentaje de agua que forma parte de la emulsión, que se mantiene con la adición de soda cáustica, cal cáustica u otro ácido orgánico. La composición del fluido puede controlarse para mantener sus características, así sea básicamente petróleo o emulsión, petróleo/agua o agua/petróleo. Estos tipos de fluidos requieren un manejo cuidadoso, tanto por el costo, el aseo del taladro, el mantenimiento de sus propiedades físicas y el peligro de incendio. [5]

### 1.3 Objeto de Estudio

#### 1.3.1 Descripción General

Se denomina evaluación al proceso dinámico a través del cual, e indistintamente, una empresa, organización o institución académica puede conocer sus propios rendimientos, especialmente sus logros y flaquezas y así reorientar propuestas o bien focalizarse en aquellos resultados positivos para hacerlos aún más rendidores. [6]

El control puede definirse como el proceso de vigilar actividades que aseguren que se están cumpliendo como fueron planificadas y corrigiendo cualquier desviación significativa. Un sistema de control efectivo asegura que las actividades se terminen de manera que conduzcan a la consecución de las metas de la organización. El criterio que determina la efectividad de un sistema de control es que también facilita el logro de las metas. [7]

El proceso de evaluación y control del trabajo con los fluidos de perforación en el CEINPET se realiza visualizando los datos de las tablas o graficándolos, luego se comparan con los proyectos impresos o con referencias bibliográficas de parámetros óptimos.

Para analizar la efectividad del servicio de los fluidos de perforación se ejecutan algunas acciones entre las cuales se encuentran:

- Se analiza el comportamiento de los parámetros físicos-químicos del fluido proyectado. Es importante señalar que este tipo de evaluación no siempre se efectúa de esta forma debido a que durante la perforación en la mayoría de los casos hay cambios necesarios no previstos en el proyecto inicial para lo cual deberían hacerse protocolos de cambio.
- Se analiza el comportamiento de los parámetros físicos-químicos reales del fluido versus parámetros óptimos. Los parámetros óptimos son valores fijos que deben estar en la base de datos estos dependen del tipo de fluido que se utiliza.
- Se evalúa la incidencia de los fluidos de perforación sobre las complejidades durante la perforación (estrechez, derrumbes, pegaduras, pérdidas de circulación, entrada de fluido, etc.). Para esta evaluación hay que tener en cuenta las operaciones mecánicas llevadas a cabo antes, durante y después de la aparición de complejidades y averías, además de variables de dirección como trayectoria, desplazamiento, ángulo, dogleg y tortuosidad. Para lo cual sería necesario crear grupos multidisciplinario y comprar o crear sistemas informáticos para evaluar con prontitud y calidad. Por el momento debe estar solo el número de complejidades presentadas durante la perforación y el modo de solución.
- Evaluación de la incidencia de los fluidos de perforación en operaciones de encamisado, cementación y maniobras de herramientas de registros geofísicos. Esta evaluación tiene mucho que ver con las complejidades y otros tiempos improductivos que en los pozos analizados son cuantiosos. Se evalúa si la camisa bajó a la profundidad programada o por decisión.
- Evaluación de la influencia de los fluidos de perforación en el avance de la perforación. En esta evaluación es importante analizar la correlación entre el avance programado y el avance real.
- Evaluación de la limpieza del pozo. Esta evaluación juega un papel importante especialmente en los pozos horizontales de largo alcance que actualmente se están perforando. Para esta evaluación se requiere conocer los parámetros reológicos reales, antes y después de los tratamientos del lodo y algunos parámetros mecánicos de perforación conjuntamente con la geometría del pozo. Para completar una evaluación eficiente en este sentido se requiere de un módulo de cálculo de hidráulica.
- Evaluación económica de los sistemas empleados. Para esta evaluación se requiere especialmente obtener los datos económicos por cada fase y calcular los indicadores de costos por metro cúbico y metro perforado y los índices de consumo por materiales consumidos.

- Comparación con indicadores obtenidos en pozos aledaños.

### 1.3.2 Situación Problemática

En el Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET), se realiza la evaluación y control de los fluidos de perforación. Este necesita realizar un control diario de los pozos petroleros con los fluidos de perforación en las compañías extranjeras que le prestan servicio a Cuba.

Este proceso no está optimizado, se realiza directamente mediante la confección de tablas con la herramienta Excel en el laboratorio de nodo y cemento del CEINPET; donde se recoge toda la información de los reportes diarios de las compañías extranjeras. Por su complejidad se necesita mucho más tiempo que el requerido para poder concluir con el trabajo orientado, debido a esto casi nunca se obtienen los gráficos necesarios para una óptima evaluación de los fluidos en el tiempo que se espera. Además se debe tener en cuenta que se perforan varios pozos a la vez, y a casi todos se le realiza el mismo proceso de evaluación. Todo esto implica que la evaluación y control de los fluidos de perforación sea ineficiente y no la que se desea. Además provoca un gasto innumerable de tiempo en la dinámica de la actividad petrolera en el proceso de evaluación y control con dichas compañías.

El laboratorio de lodo y cemento en el CEINPET conserva la primera versión del sistema MUDMAN, realizada en el curso 2008-2009 en la Universidad de las Ciencias Informáticas, pero esta versión no satisface las necesidades del cliente. Por lo que se hace necesario la realización de la segunda versión del sistema para cumplir con los requisitos que desea el centro.

### 1.4 Análisis de otras soluciones existentes

En la actualidad en Cuba se utiliza en la perforación de los pozos petroleros el Well-Wizard, este software se encarga de automatizar todos los procesos que ocurren dentro del pozo, es decir lleva un control de diversos parámetros como: la presión, el peso en el gancho, el torque, la velocidad de rotación, la presión en el stand pipe, las variaciones de volúmenes en los tanques, el caudal de flujo de entrada y de salida, la densidad equivalente de circulación, la viscosidad, la fase de perforación, la velocidad en la que se está perforando, entre otras variables de control, que permiten que se lleve a cabo un proceso con calidad. Este sistema no evalúa el comportamiento de los fluidos de perforación, ni permite generar informes del

comportamiento del fluido en la perforación, simplemente registra los valores medidos en tiempo real, además de ser un software propietario, lo que trae como consecuencia que Cuba tenga diariamente pérdidas económicas al pagar la licencia del mismo.

Además existe el software MUDWARE: en el cual se analizan las propiedades de los fluidos y realiza diversos cálculos de la aplicación de los mismos, para de esta forma, evaluar la aplicación en el terreno del fluido en cuestión. El principal inconveniente de este software es que no posee una base de datos que registre históricamente los datos usados, simplemente registra el último juego de datos, que a su vez es sólo una parte del pozo. Si se requiere evaluar tan sólo un día, es necesario cambiar varias veces el juego de datos porque no permite usar varios a la vez. Lo que trae como consecuencia que el trabajo sea más tedioso y complejo.

### **1.5 Conclusiones**

Con el análisis antes expuesto se ha llegado a la conclusión que las soluciones existentes hasta la actualidad no poseen las funcionalidades necesarias para realizar la evaluación y control de los fluidos de perforación en el laboratorio de lodo y cemento del CEINPET, pues no cumplen con los requisitos que satisfacen al cliente. Por lo que se hace necesario el desarrollo de un sistema que efectúe la evaluación y control de los fluidos de forma automática para que los gráficos se puedan realizar con la calidad requerida y en el mínimo tiempo posible; además se logre agilizar el trabajo con las compañías extranjeras que se relacionan con el Centro de Investigación del Petróleo.



## Capítulo 2: Tendencias y Tecnologías en el desarrollo de software

### 2.1 Introducción

En el presente capítulo se abordarán conceptos relacionados con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Además se hará una selección de las herramientas fundamentales a nivel mundial que pueden darle solución a trabajos de desarrollo de software. Se desarrollará un estudio profundo de las mismas explicando sus características principales, para seleccionar las más adecuadas que garanticen la calidad y eficiencia del sistema.

### 2.2 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)

La informatización de la sociedad es el proceso de utilización ordenada y masiva de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la vida cotidiana, para satisfacer las necesidades de todas las esferas de la sociedad, en su esfuerzo por lograr cada vez más eficacia y eficiencia en todos los procesos y por consiguiente mayor generación de riqueza y aumento en la calidad de vida de los ciudadanos. [8]

Las tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), se encargan del estudio, desarrollo, implementación, almacenamiento y distribución de la información mediante la utilización de hardware y software como medio de sistema informático. [9]

Cuba ha identificado desde muy temprano la conveniencia y necesidad de dominar e introducir en la práctica social las TIC y lograr una cultura digital como una de las características imprescindibles del hombre nuevo, lo que facilitaría a la sociedad cubana acercarse más hacia el objetivo de un desarrollo sostenible.

En la actualidad el país se encuentra inmerso en un proceso de informatización, con el propósito de extender el desarrollo informático hacia todos los sectores de la sociedad. La mayor parte de las empresas cubanas comienzan la adaptación de los modelos de negocios basados en las TIC, lo cual está provocando una migración en el funcionamiento interno de las organizaciones hacia sistemas electrónicos y digitales.

El uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las empresas posibilita una mejora de los procesos productivos internos al proporcionar herramientas que facilitan la clasificación, organización, manejo y filtro de la información; y con respecto al exterior mejoran los procesos con los agentes externos ya sean clientes, proveedores o socios; permitiendo la independencia del tiempo y del espacio, posibilitando el acceso desde cualquier lugar y a cualquier hora, abriendo la posibilidad de nuevos negocios en la red.

### **2.3 El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) como soporte de la modelación de la solución propuesta**

Cualquier rama de Ingeniería ha encontrado útil desde hace varios años atrás, la representación de los diseños de forma gráfica. La falta de estandarización en la manera de representar gráficamente los diseños trajo consigo que se necesitara un lenguaje no solo para comunicar las ideas a otros desarrolladores sino también para servir de apoyo en los procesos de análisis de un problema.

Con este objetivo se creó el Lenguaje Unificado de Modelado (UML), el cual permite representar en mayor o menor medida todas las fases de un proyecto informático, desde el análisis con los casos de uso, el diseño con los diagramas de clases, objetos, hasta la implementación y configuración con los diagramas de despliegue.

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML), es un lenguaje para la especificación, visualización, construcción y documentación de los artefactos de un proceso de sistema intensivo. Fue originalmente concebido por la corporación Rational Software y tres de los más prominentes metodólogos en la industria de la tecnología y sistemas de información: Grady Booch, James Rumbaugh, e Ivar Jacobson. [10]

El Lenguaje Unificado de Modelado determina un conjunto de notaciones y diagramas estándar para modelar sistemas orientados a objetos, y describe la semántica esencial de lo que estos diagramas y símbolos significan. Mientras que ha habido muchas notaciones y métodos usados para el diseño orientado a objetos, ahora los modeladores sólo tienen que aprender una única notación. [11]

UML se puede usar para modelar sistemas de software, sistemas de hardware, y organizaciones del mundo real. Además ofrece una amplia variedad de diagramas para visualizar el sistema desde varias perspectivas, los cuales se detallan a continuación:

Los Diagramas de **Estructura** enfatizan en los elementos que deben existir en el sistema de modelado:

- Diagrama de Clases.
- Diagrama de Objetos.
- Diagrama de Componentes.
- Diagrama de Despliegue.

Los Diagramas de **Comportamiento** enfatizan en lo que debe suceder en el sistema de modelado:

- Diagrama de Estados.
- Diagrama de Actividades.
- Diagrama de Casos de Uso.

Los Diagramas de **Interacción** son un subtipo de diagramas de comportamiento, que enfatizan sobre el flujo de control y de datos entre los elementos del sistema de modelado:

- Diagrama de Secuencia.
- Diagrama de Colaboración.

### 2.4 Herramientas de Modelado

En la actualidad las herramientas de modelado forman un componente muy importante en el entorno de desarrollo de software. A continuación se realiza un estudio de algunas de las herramientas CASE que se pueden utilizar para el entendimiento del diseño.

#### 2.4.1 Herramienta CASE

**CASE:** Computer Aided Software Engineering, en español significa Ingeniería de Software Asistida por Ordenador. [12]

Las herramientas CASE 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. Estas herramientas 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, cálculo de costes, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores, entre otras. [12]

De una forma esquemática se puede decir que una herramienta CASE se compone de los siguientes elementos:

- Repositorio (diccionario): donde se almacenan los elementos definidos o creados por la herramienta, y cuya gestión se realiza mediante el apoyo de un Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD) o de un sistema de gestión de ficheros.
- Meta: modelo (no siempre visible), que constituye el marco para la definición de las técnicas y metodologías soportadas por la herramienta.
- Carga o descarga de datos: son facilidades que permiten cargar el repertorio de la herramienta CASE con datos provenientes de otros sistemas, o bien generar a partir de la propia herramienta esquemas de base de datos, programas, etc. Este elemento proporciona así un medio de comunicación con otras herramientas.
- Comprobación de errores: facilidades que permiten llevar a cabo un análisis de la exactitud, integridad y consistencia de los esquemas generados por la herramienta.
- Interfaz de usuario: constará con editores de texto y herramientas de diseño gráfico que permitan, (mediante la utilización de un sistema de ventanas, íconos y menús), con la ayuda del mouse, definir los diagramas, matrices, etc. que incluyen las distintas metodologías. [12]

### 2.4.1.1 Visual Paradigm

Visual Paradigm es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software; o sea, análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. El software de modelado UML ayuda a que la construcción de aplicaciones de calidad sea más rápida, mejor y a un menor coste. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código

desde diagramas y generar documentación. La herramienta UML CASE también proporciona abundantes tutoriales de UML, demostraciones interactivas de UML y proyectos UML. [13]

La herramienta Visual Paradigm es gratuita, soporta la versión 2.0 de UML y permite su extensión mediante la conexión de módulos conectables (plugin) o usando plantillas (templates).

Entre las principales características de Visual Paradigm se encuentran:

- Diagramas de Procesos de Negocio.
- Ingeniería de ida y vuelta.
- Ingeniería inversa, código a modelo y código a diagrama.
- Generación de código, modelo a código y 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 de flujo de datos.
- Generación de bases de datos, transformación de diagramas de Entidad-Relación en tablas de bases de datos.
- Ingeniería inversa 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 XML. [13]

### 2.4.1.2 Rational Rose

Rational Rose es una herramienta para modelado visual, que forma parte de un conjunto más amplio de herramientas que juntas cubren todo el ciclo de vida del desarrollo de un software. Rational permite completar una gran parte de las disciplinas (flujos fundamentales) del proceso unificado de Rational (RUP), en concreto:

- Modelado del negocio.
- Captura de requisitos (parcial).
- Análisis y diseño (completo).
- Implementación (como ayuda).
- Control de cambios y gestión de configuración.

### **Características principales de Rational Rose:**

- Admite como notaciones: UML, COM, OMT y Booch.
- Realiza chequeo semántico de los modelos.
- Ingeniería "de ida y vuelta": Rose permite generar código a partir de modelos y viceversa.
- Desarrollo multiusuario.
- Integración con modelado de dato.
- Generación de documentación.
- Tiene un lenguaje de script para poder ampliar su funcionalidad.
- Disponible en múltiples plataformas.

### **Versiones de Rational Rose:**

- Modeler: no tiene soporte para lenguajes de programación.
- Professional: incluye soporte sólo para un lenguaje.
- Enterprise: múltiples lenguajes, incluyendo C++, Visual C++ (6.0), Visual Basic, Java, CORBA, etc.). [14]

### 2.4.2 Selección de la Herramienta CASE a utilizar

La herramienta CASE a utilizar en el sistema MUDMAN 2 es Visual Paradigm, debido a que esta herramienta emplea las últimas notaciones del Lenguaje Unificado de Modelado, ingeniería inversa, generación de código, importación de Rational Rose, exportación/importación XML, generador de impresos e integración con el Visio. Además de lo anterior, soporta aplicaciones web, genera código para el lenguaje Java, y exporta en formato HTML, es una tecnología libre y está disponible en varios idiomas, en conjunto con esto es fácil de instalar y fácil de actualizar. Visual Paradigm admite compatibilidad con las demás versiones y es multiplataforma; además facilita la organización de los diagramas, generando la documentación del proyecto automáticamente en varios formatos como Web o PDF.

### 2.5 Metodologías de Desarrollo de Software

Las metodologías de desarrollo de software surgen para guiar a las personas implicadas en el desarrollo de software, brindando un conjunto de procedimientos, técnicas y herramientas, de forma que sepan qué hacer en cada momento y cómo alcanzar un producto de alta calidad. Entre las más utilizadas se encuentran el Proceso Unificado de Software (RUP), la Programación Extrema (XP) y Microsoft Solution Framework (MSF).

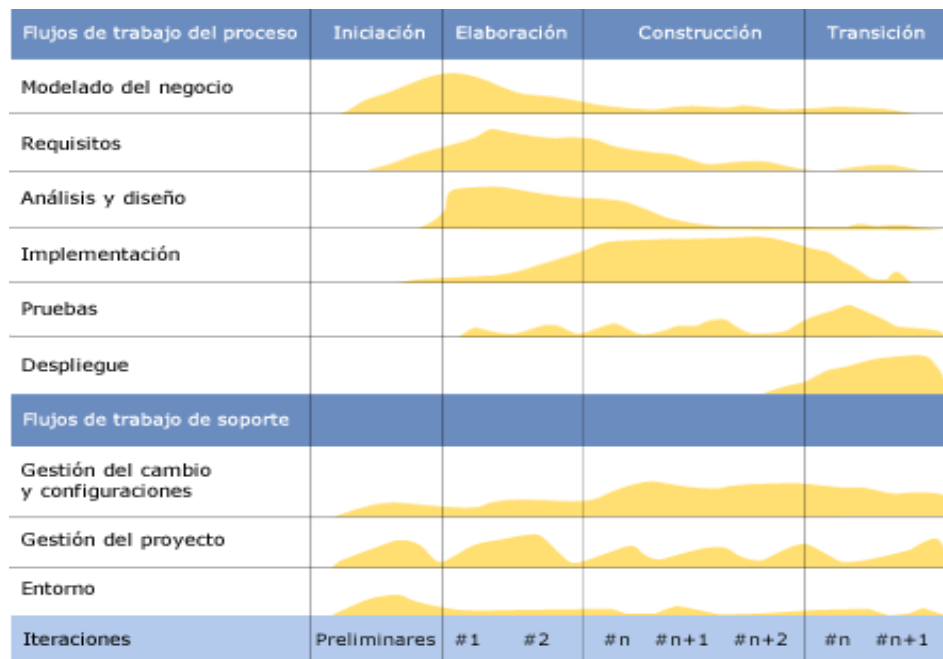
#### 2.5.1 Proceso Unificado de Software (RUP)

El Proceso Unificado de Software (RUP) 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. [15]

RUP es un proceso para el desarrollo de un proyecto de software que define claramente quién, cómo, cuándo y qué debe hacerse en el proyecto, el cual presenta 3 características esenciales, dirigido por casos de usos: que orientan al proyecto a la importancia para los usuarios y lo que este quiere; centrado en la arquitectura: que relaciona la toma de decisiones que indican cómo tiene que ser construido el

sistema y en qué orden; y es iterativo e incremental: dividiéndose el proyecto en mini proyectos donde los casos de uso y la arquitectura cumplen su uso de manera más depurada. [16]

RUP divide el proceso en cuatro fases, dentro de las cuales se realizan varias iteraciones en un número variable según el proyecto y en las que se hace un mayor o menor hincapiés en las distintas actividades. En la figura se muestra cómo varía el esfuerzo asociado a las disciplinas según la fase en la que se encuentre el proyecto RUP.



**Figura 2.1. Los flujos de trabajo de cada una de las fases e iteraciones del RUP.**

### Ventajas

- 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.



- Seguimiento detallado en cada una de las fases.

### 2.5.2 Programación Extrema (XP)

La Programación Extrema (XP), es la metodología más destacada de los procesos ágiles de desarrollo de software 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.

Las características fundamentales de la programación extrema son:

- Desarrollo iterativo e incremental: pequeñas mejoras, unas tras otras.
- Pruebas unitarias continuas, frecuentemente repetidas y automatizadas, incluyendo pruebas de regresión. Se aconseja escribir el código de la prueba antes de la codificación.
- Programación por parejas: se recomienda que las tareas de desarrollo se lleven a cabo por dos personas en un mismo puesto.
- Frecuente interacción del equipo de programación con el cliente o usuario. Se recomienda que un representante del cliente trabaje junto al equipo de desarrollo.
- Corrección de todos los errores antes de añadir nueva funcionalidad y hacer entregas frecuentes.
- Refactorización del código, es decir, reescribir ciertas partes del código para aumentar su legibilidad y mantenibilidad pero sin modificar su comportamiento. Las pruebas han de garantizar que en la refactorización no se ha introducido ningún fallo.
- Propiedad del código compartida: en vez de dividir la responsabilidad en el desarrollo de cada módulo en grupos de trabajo distintos, este método promueve que todo el personal pueda corregir y extender cualquier parte del proyecto. Las frecuentes pruebas de regresión garantizan que los posibles errores serán detectados.
- Simplicidad en el código: es la mejor manera de que las cosas funcionen. Cuando todo funcione se podrá añadir funcionalidad si es necesario. La programación extrema apuesta que es más sencillo

hacer algo simple y tener un poco de trabajo extra para cambiarlo si se requiere, que realizar algo complicado y quizás nunca utilizarlo. [15]

### 2.5.3 Microsoft Solution Framework (MSF)

Microsoft Solution Framework (MSF), es un modelo para el ciclo de vida de un software creado por la compañía Microsoft en el cual se nota un uso de framework. El framework es una estructura o un marco de trabajo utilizado para el desarrollo del software.

MSF posee una flexibilidad que hace posible que sea usado tanto en proyectos grandes como en proyectos pequeños (refiriéndose al alcance de los proyectos). [17]

El MSF está compuesto por las fases: visión, planeación, desarrollo, estabilización, instalación y soporte.

Una desventaja muy importante de MSF es que este modelo requiere una gran cantidad de documentación, pero esta desventaja es relativa ya que tiene dos aspectos:

- El primero es que la documentación puede no ser lo suficientemente específica y provocar al usuario del MSF una cierta confusión.
- El segundo aspecto y el cual contrasta con el anterior es el hecho de que en el momento de realizar la documentación, el desarrollador poseerá un conocimiento más amplio sobre el software en desarrollo. [17]

### 2.5.4 Selección de la metodología a utilizar

Luego del análisis de las metodologías existentes a nivel mundial se selecciona el Proceso Unificado de Software (RUP) para la realización del trabajo, por ser la que más se adapta a las características del proyecto. Se puede decir que no existen dos proyectos de desarrollo de software que sean iguales. Cada uno tiene prioridades, requerimientos, y tecnologías muy diferentes. Sin embargo, en todos los proyectos, se debe minimizar el riesgo y garantizar la predictibilidad de los resultados. RUP, es una plataforma flexible de procesos de desarrollo de software que ayuda brindando guías consistentes y personalizadas de procesos para todo el equipo de proyecto. Además provee a cada miembro del equipo fácil acceso a una base de conocimiento con guías, plantillas y herramientas para todas las actividades críticas de

desarrollo. RUP crea y mantiene modelos, en lugar de enfocarse en la producción de una gran cantidad de papeles de documentación.

### **2.6 Sistemas gestores de Base de Datos**

Una base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados en discos que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulen ese conjunto de datos. Se puede definir como una serie de datos organizados y relacionados entre sí, los cuales son recolectados y explotados por los sistemas de información de una empresa o negocio en particular. [18]

Un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) es una aplicación que permite a los usuarios definir, crear y mantener la Base de Datos y suministra un acceso controlado a la misma.

Un SGBD debe proporcionar los siguientes servicios:

- Creación y definición de la base de datos.
- Manipulación de los datos.
- Acceso controlado a los datos mediante mecanismos de seguridad.
- Mantener integridad y consistencia de los datos.
- Acceso compartido a la base de datos.
- Mecanismos de copias de respaldo y recuperación. [19]

Entre los diferentes tipos de base de datos se pueden encontrar: PostgreSQL, MySQL, Oracle, entre otros. A continuación se explicarán algunos de ellos.

#### **2.6.1 PostgreSQL**

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos avanzado y de código abierto, basado en el proyecto POSTGRES y utiliza el lenguaje SQL92/SQL99.

A continuación se enumeran las principales características de este gestor de base de datos:

- Soporta distintos tipos de datos: además del soporte para los tipos base, también soporta datos de tipo fecha, monetarios, elementos gráficos, datos sobre redes (MAC, IP, etc.), cadenas de bits, etc. Además permite la creación de tipos propios.
- Incorpora una estructura de datos de arreglos.
- Añade funciones de diversa índole: manejo de fechas, geométricas, orientadas a operaciones con redes, etc.
- Permite la declaración de funciones propias, así como la definición de disparadores.
- Soporta el uso de índices, reglas y vistas.
- Incluye herencia entre tablas (aunque no entre objetos, ya que no existen), por lo que a este gestor de base de datos se le incluye entre los gestores objeto-relacionales.
- Admite la gestión de diferentes usuarios, como también los permisos asignados a cada uno de ellos. [20]

PostgreSQL posee una gran escalabilidad. Es capaz de ajustarse al número de CPUs y a la cantidad de memoria que posee el sistema de forma óptima, estando preparado para soportar una mayor cantidad de peticiones simultáneas de manera correcta (en algunos benchmarks se dice que ha llegado a soportar el triple de carga de lo que soporta MySQL). [20]

### 2.6.2 MySQL

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional. Su diseño multihilo le permite soportar una gran carga de forma muy eficiente. MySQL fue creada por la empresa sueca MySQL AB, que mantiene el copyright del código fuente del servidor SQL y de la marca.

Este SGBD es probablemente, el gestor más usado en el mundo del software libre, debido a su gran rapidez y facilidad de uso. Esta gran aceptación es debida, en parte, a que existen infinidades de librerías y otras herramientas que permiten su uso a través de gran cantidad de lenguajes de programación, además de su fácil instalación y configuración.

Las principales características de MySQL son las siguientes:

- Aprovecha la potencia de sistemas multiprocesador, gracias a su implementación multihilo.
- Soporta gran cantidad de tipos de datos para las columnas.
- Dispone de API's en gran cantidad de lenguajes (C, C++, Java, PHP, etc).
- Gran portabilidad entre sistemas.
- Soporta hasta 32 índices por tabla.
- Gestión de usuarios y contraseñas, manteniendo muy buen nivel de seguridad en los datos.

Algunas ventajas de MySQL se explican a continuación:

Lo mejor de MySQL es su velocidad a la hora de realizar las operaciones, lo que le hace uno de los gestores que ofrecen mayor rendimiento.

Su bajo consumo lo hacen apto para ser ejecutado en una máquina con escasos recursos sin ningún problema.

Las utilidades de administración de este gestor son envidiables para muchos de los gestores comerciales existentes, debido a su gran facilidad de configuración e instalación.

Tiene una probabilidad muy reducida de corromper los datos, incluso en los casos en los que los errores no se produzcan en el propio gestor, sino en el sistema en el que está. [20]

### **2.6.3 Oracle**

Oracle es básicamente una herramienta cliente/servidor para la gestión de Base de Datos. Es un producto vendido a nivel mundial, aunque la gran potencia que tiene y su elevado precio hacen que sólo se vea en empresas muy grandes y multinacionales, de forma general. [21]

Oracle Database ha sido diseñada para que las organizaciones puedan controlar y gestionar grandes volúmenes de contenidos no estructurados en un único repositorio, con el objetivo de reducir los costes y los riesgos asociados a la pérdida de información.

Una Base Dato Oracle tiene una estructura física y una estructura lógica:

- La estructura física se corresponde a los ficheros del sistema operativo.
- La estructura lógica está formada por los tablespaces y los objetos de un esquema de Base de Datos.

### 2.6.4 Selección del Sistema Gestor de Base de Datos a utilizar

El Sistema Gestor de Base de Datos seleccionado para el desarrollo de la segunda versión del sistema MUDMAN, es PostgreSQL; por ser un magnífico gestor de base de datos. Tiene prácticamente todo lo que tienen los gestores comerciales. Además posee una gran escalabilidad, haciéndolo idóneo para su uso en aplicaciones de escritorio. PostgreSQL sobrelleva distintos tipos de datos y permite la creación de funciones propias, así como los permisos asignados a cada uno de los usuarios. Es multiplataforma, soporta múltiples transacciones, posibilita gran seguridad en los datos y procedimientos almacenados. También tiene una gran ventaja de poseer una licencia libre lo que lo hace muy útil para el desarrollo del Sistema MUDMAN 2.

### 2.7 Lenguajes de Programación

Un lenguaje de programación es un lenguaje diseñado para describir el conjunto de acciones consecutivas que un equipo debe ejecutar. Por lo tanto, es un modo práctico para que los seres humanos puedan dar instrucciones a una computadora.

#### Ventajas de un lenguaje de programación:

- Es mucho más fácil de comprender que un lenguaje máquina.
- Permite mayor portabilidad, es decir que puede adaptarse fácilmente para ejecutarse en diferentes tipos de computadoras. [23]

#### 2.7.1 Java

Java es una tecnología orientada al desarrollo de software con el cual se puede realizar cualquier tipo de programa. Hoy en día, la tecnología Java ha cobrado mucha importancia en el ámbito de Internet gracias a su plataforma J2EE. La tecnología Java está compuesta básicamente por 2 elementos: el lenguaje Java y su plataforma.

Una de las principales características que favoreció el crecimiento y difusión del lenguaje Java es su capacidad de que el código funcione sobre cualquier plataforma de software y hardware. Esto significa

que Java escrito para Linux puede ser ejecutado en Windows sin ningún problema. Además es un lenguaje orientado a objetos que resuelve los problemas en la complejidad de los sistemas, entre otras. [24]

### **Características del lenguaje Java**

Java es un lenguaje orientado a objetos, eso implica que su concepción es muy próxima a la forma de pensar de un ser humano. Además posee otras características muy importantes como: es un lenguaje que es compilado, genera ficheros de clases compilados, pero estas clases compiladas, son en realidad interpretadas por la máquina virtual de java. Siendo la máquina virtual de java la que mantiene el control sobre las clases que se estén ejecutando. Java es un lenguaje multiplataforma o sea el mismo código java que funciona en un sistema operativo, funcionará en cualquier otro sistema operativo que tenga instalada la máquina virtual java. Java es un lenguaje seguro debido a que la máquina virtual, al ejecutar el código java, realiza comprobaciones de seguridad, además el propio lenguaje carece de características inseguras, como por ejemplo los punteros. Por último se puede decir que gracias al API de java se puede ampliar el lenguaje para que sea capaz de comunicarse con equipos mediante red, acceder a base de datos, crear páginas HTML dinámicas, crear aplicaciones visuales al estilo Windows, etc. [25]

### **2.7.2 C#**

C# es un lenguaje orientado a objetos elegante y con seguridad de tipos que permite a los desarrolladores crear una amplia gama de aplicaciones sólidas y seguras que se ejecutan en .NET Framework. Puede utilizar este lenguaje para crear aplicaciones cliente para Windows tradicionales, servicios Web XML, componentes distribuidos, aplicaciones cliente-servidor, aplicaciones de base de datos, y muchas tareas más.

La sintaxis de C# es muy expresiva, aunque cuenta con menos de 90 palabras claves; también es sencilla y fácil de aprender. Está basada en signos de llave, podrá ser reconocida inmediatamente por cualquier persona familiarizada con C, C++ o Java. Los desarrolladores que conocen cualquiera de estos lenguajes pueden empezar a trabajar de forma productiva en C# en un plazo muy breve. [26]

C# facilita el desarrollo de componentes de software a través de varias construcciones de lenguaje innovadoras, entre las que se incluyen:

- Firmas de métodos encapsulados denominadas delegados, que permiten notificaciones de eventos con seguridad de tipos.
- Propiedades, que actúan como descriptores de acceso para variables miembro privadas.
- Atributos, que proporcionan metadatos declarativos sobre tipos en tiempo de ejecución.
- Comentarios en línea de documentación XML.

El proceso de generación de C# es simple en comparación con el de C y C++, y es más flexible que en Java. No hay archivos de encabezado independientes, ni se requiere que los métodos y los tipos se declaren en un orden determinado. Un archivo de código fuente de C# puede definir cualquier número de clases, estructuras, interfaces y eventos. [26]

### 2.7.3 C++

El lenguaje de programación C++ fue creado en los años 80 por Bjarne Stroustrup basado en el lenguaje C. El C++ es un lenguaje orientado a objetos al que se le añadieron características y cualidades de las que carecía el lenguaje C.

C++ depende mucho del hardware, es uno de los lenguajes más potentes porque permite programar a alto y a bajo nivel, es complicado porque el programador debe hacerlo casi todo.

Este lenguaje es un lenguaje de programación mixto y se le puede compilar. Una de las ventajas que ofrece es que es mucho más sencillo de aprender para los programadores que ya conocen el lenguaje C.

Tiene una enorme compatibilidad con C principalmente por dos razones: Por la gran cantidad de código C que comparten, y para facilitar el paso de los programadores de C al nuevo lenguaje C++. Este lenguaje no es un lenguaje orientado a objetos puro, porque nace como una evolución de otro anterior. [27]

Desde luego, C++ es un lenguaje de programación extremadamente largo y complejo. También se puede decir que prácticamente no hay una regla sin su correspondiente excepción. Cuando se aprende que algo no se puede hacer, hay siempre algún truco escondido para hacerlo.



A pesar de todo, ha experimentado un extraordinario éxito desde su creación. De hecho, muchos sistemas operativos, compiladores e intérpretes han sido escritos en C++ (el propio Windows y Java). Una de las razones de su éxito es ser un lenguaje de propósito general que se adapta a múltiples situaciones. [28]

Para mejorar el rendimiento en C++ se deben tomar una serie de precauciones por ejemplo:

- Usar enteros (int) con preferencia sobre cualquier otro tipo de variable numérica. En especial en los contadores de bucles. Las operaciones con enteros son del orden de 10 a 20 veces más rápidas que las de números en coma flotante.
- Utilizar operadores de incremento y decremento ++/--.
- Emplear variables de registro, en especial en los bucles críticos, sobre todo si son anidados.
- Usar aritmética de punteros frente a subíndices de matrices.
- En problemas de computación numérica el cálculo de funciones trascendentes es por lo general muy lento.
- Prestar atención al modo de uso de aquellas funciones de librería que se presentan en dos versiones. [28]

### **2.7.4 Selección del lenguaje de programación a utilizar**

El lenguaje de programación seleccionado es Java pues es el lenguaje más utilizado a nivel mundial. Este cada vez cobra más importancia tanto en el ámbito de Internet como en la informática en general. Además posee código abierto, facilidad en la programación y es muy extendido. Una de las principales características por las que Java se ha hecho muy famoso es que es un lenguaje independiente de la plataforma. Eso quiere decir que si se hace un programa en Java podrá funcionar en cualquier ordenador del mercado.

Actualmente Java se utiliza en un amplio abanico de posibilidades y casi todo lo que se pueda hacer en cualquier lenguaje se puede hacer también en Java y muchas veces con grandes ventajas. Con Java se puede programar páginas web dinámicas, con accesos a bases de datos, utilizando XML, con cualquier

tipo de conexión de red entre cualquier sistema. En general, cualquier aplicación que se desee realizar con acceso a través de web se puede hacer utilizando Java.

### **2.8 Ambientes de desarrollo**

Un ambiente de desarrollo integrado (Integrated Development Environment o IDE) es un programa compuesto por una serie de herramientas que utilizan los programadores para desarrollar código. Esta herramienta puede estar considerada para su utilización con un único lenguaje de programación o bien puede dar cabida a varios de estos.

Las herramientas que normalmente componen un ambiente de desarrollo integrado son las siguientes: un editor de texto, un compilador, un intérprete, unas herramientas para la automatización, un depurador, un sistema de ayuda para la construcción de interfaces gráficas de usuario y, opcionalmente, un sistema de control de versiones. [29]

#### **2.8.1 Eclipse**

Eclipse es un entorno de desarrollo integrado multiplataforma (utilizado para los lenguajes C, C++, Python y Java entre otros) de código abierto, utilizado en su mayoría para desarrollar otros entornos de desarrollo (como el JDT) aunque también puede ser utilizado para desarrollar aplicaciones cliente como Azureus (un cliente de BitTorrent). Fue originalmente desarrollado por IBM para pasar a la familia de herramientas VisualAge que la marca poseía. Sin embargo en la actualidad esta herramienta está siendo desarrollada por la Fundación Eclipse, una organización independiente sin ánimo de lucro que intenta fomentar una comunidad de código abierto así como un conjunto de productos complementarios, capacidades y servicios.

La versión existente en la actualidad de esta herramienta ofrece las siguientes características: editor de texto, resaltado de sintaxis, compilación en tiempo real, pruebas unitarias con JUnit, control de versiones con CVS, integración con Ant y asistentes para el inicio en algunos de los elementos soportados (como proyectos, clases y test). Además, a través del uso de plug-ins se pueden utilizar tanto Subversion para realizar el control de versiones como Hibernate para desarrollar las funciones de un motor de persistencia. [29]

### 2.8.2 NetBeans

NetBeans es un proyecto exitoso de código abierto con una gran base de usuarios, una comunidad en constante crecimiento, y con cerca de 100 socios en todo el mundo. Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio del año 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos.

NetBeans IDE es un entorno de desarrollo, una herramienta para que los programadores puedan escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Está escrito en Java, pero puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. Existe además un número importante de módulos para extender el NetBeans IDE. NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso. [30]

#### Características de NetBeans

- Mejoras en el editor de código.
- Instalación y actualización más simple.
- Enlazar datos con el Swing GUI.
- Características visuales para el desarrollo web.
- Creador gráfico de juegos para celulares.
- Mejoras para SOA y UML.
- Soporte para PHP.[31]

### 2.8.3 Selección del ambiente de desarrollo a utilizar

El ambiente de desarrollo que se utilizará para la realización del sistema es NetBeans porque contiene todos los módulos necesarios para el desarrollo de aplicaciones Java en una sola descarga, permitiéndole al usuario comenzar a trabajar inmediatamente. NetBeans es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso. Además es un multilenguaje completo y modular; igualmente es multiplataforma y construye aplicaciones completas para el cliente, crea ventanas, menús, barras de herramientas y acciones fácilmente. También se puede decir que NetBeans completa el código mas inteligentemente y resaltado; al igual que brinda mayores facilidades para el diseño de aplicaciones de escritorio.

### 2.9 Conclusiones

Luego de realizar un estudio profundo de las herramientas y metodologías más usadas a nivel mundial, se seleccionaron las mejores para la realización del Sistema MUDMAN 2. Se utilizará UML como soporte de la modelación de la solución propuesta. Visual Paradigm como herramienta CASE por ser la más eficiente. Como metodología de desarrollo se usará RUP y como gestor de base de datos, PostgreSQL. El lenguaje de programación que se empleará será Java y como ambiente de desarrollo NetBeans, por ser el más completo.

Con la selección de dichas herramientas se desarrollará un sistema multiplataforma, extensible y eficiente que le permitirá al cliente satisfacer sus necesidades y ahorrar tiempo en el control y evaluación de los fluidos de perforación.

### Capítulo 3: Presentación de la solución propuesta.

#### 3.1. Introducción

En el siguiente capítulo se realizará el modelo de negocio correspondiente a los fluidos de perforación en el laboratorio de lodo y cemento del CEINPET, lo que ayudará a comprender las necesidades y demandas que hace la empresa, describiendo quiénes participan y las actividades posibles a automatizar. Más adelante se lleva a cabo la modelación del sistema con el objetivo de describir detalladamente las funcionalidades que el sistema debe brindar.

#### 3.2 Modelo de Negocio

Un modelo de negocio es una herramienta conceptual que contiene un conjunto de elementos y sus relaciones y que permite expresar la lógica de negocio de una empresa específica. Es la descripción del valor que una empresa ofrece a uno o varios segmentos de clientes y de la arquitectura de la empresa para crear, comercializar, y aportar este valor a la vez que genera un flujo rentable y sostenible de ingresos.

Como consecuencia de esta definición se establecen 9 elementos de un modelo de negocio: proposición de valor, cliente objetivo, canal de distribución, relaciones, configuración de la cadena de valor, competencias esenciales, red de socios, estructura de costes y modelo de ingresos. [32]

Para alcanzar estos objetivos, este flujo de trabajo describe cómo desarrollar la visión de la nueva organización que se pretende alcanzar, y sobre la base de esta visión, definir los procesos, roles y responsabilidades de esa organización en el modelo de casos de uso del negocio y el modelo de objetos del negocio. [33]

##### 3.2.1 Actores del negocio

Un actor del negocio representa un rol jugado por alguien o algo externo al negocio y que interactúa o se relaciona con él.

Cada actor del negocio puede ser subclasificado mediante la relación de generalización. Se hallan situaciones en los que existan sistemas de información externos que podrían ser actores del negocio. Este

debe estar asociado correctamente con el caso de uso del negocio en el que participa; sino, deber ser retirado. El actor del negocio o el proceso del negocio pueden iniciar la comunicación. [34]

En la tabla 3.1 se muestran los actores del negocio.

Actor	Descripción
<b>DIP de Perforación</b>	El DIP de Perforación es el encargado de solicitar al CEINPET un informe final de la evaluación y control del trabajo de las Compañías de Servicio con los fluidos en los campos de perforación.
<b>Químico de las Compañías de Servicio</b>	El Químico de las Compañías de Servicio es el encargado de enviar al CEINPET los reportes diarios del trabajo de las Compañías de Servicio con los fluidos de perforación.

**Tabla 3.1. Actores del negocio.**

### 3.2.2 Trabajadores del Negocio

Un trabajador del Negocio representa un rol jugado por alguien o algo dentro del negocio, que realiza alguna actividad dentro del mismo.

Funciones de un trabajador del negocio:

- Interactúa con otros trabajadores del negocio o actores del negocio.
- Manipula entidades del negocio. [34]

En la tabla 3.2 se muestran los trabajadores del negocio.

<b>Trabajadores</b>	<b>Descripción</b>
<b>Analista de Sistemas de Fluidos.</b>	El Analista de Sistemas de Fluidos es el encargado dentro del Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET, de analizar los datos de los reportes, realizando el cálculo de algunos indicadores y gráficas de parámetros contra profundidad. Además es responsable de informar los errores que tengan esos reportes.
<b>Jefe del Departamento del Laboratorio de Lodo y Cemento.</b>	El Jefe del Departamento del Laboratorio de Lodo y Cemento es el encargado en el Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET, de enviar un informe final a la DIP de Perforación del trabajo de las Compañías de Servicio en los Pozos Petroleros con los Fluidos de Perforación.
<b>Receptor del Laboratorio de Lodo y Cemento.</b>	El Receptor del Laboratorio de Lodo y Cemento es el encargado en el Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET, de recibir diariamente los reportes procedentes de las Compañías de Servicio y almacenarlos en Hojas de Cálculo Excel.

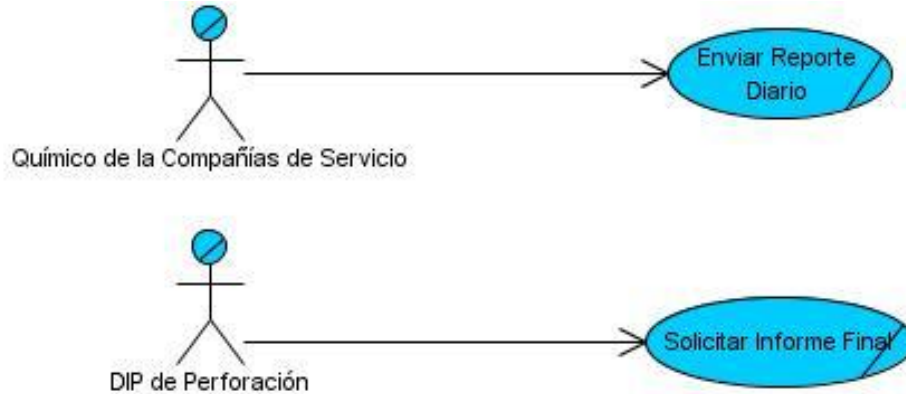
**Tabla 3.2 Trabajadores del negocio.**

### 3.2.3 Modelo de caso de uso del negocio

Un caso de uso del negocio representa un conjunto de tareas relacionadas que generan un resultado de valor para los actores del negocio. En otros términos, los casos de uso del negocio le dicen al lector lo que la organización hace para proporcionarle el valor del negocio, que los individuos que interactúan con él esperan. El conjunto de los casos de uso del negocio para una organización debe describir completamente lo que el negocio debe hacer.

El Modelo de Caso de Uso del negocio es un modelo que refleja gráficamente las metas y funciones que persigue el negocio. Se usa como una entrada esencial para identificar roles y entregables en la organización. [35]

A continuación se representa la relación que existe entre los casos de uso y los actores del negocio.



**Figura 3.1. Diagrama de Casos de Uso del Negocio.**

### 3.2.4 Descripción textual de los Casos de Uso del Negocio

En la descripción textual de los casos de uso del negocio se describen las actividades que realizan dentro de los procesos para lograr un mayor entendimiento y seguimiento del mismo.

#### 3.2.4.1 Caso de Uso: Enviar reporte diario

<b>Caso de uso del Negocio:</b>	<b>Enviar reporte diario</b>
<b>Actor:</b>	Químico de la Compañía de Servicio.
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el Químico de la Compañía de Servicio, le envía al Receptor del Laboratorio de Lodo y Cemento los reportes diarios, verificando este último que los datos estén correctos, introduce los datos en un formato Excel y luego los almacena de acuerdo al pozo al cual pertenece.



<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Negocio</b>
1. El Químico de la Compañía de Servicio envía los reportes diarios del trabajo en el pozo con los fluidos de perforación.	2. El Receptor del Laboratorio de Lodo y Cemento recibe los reportes que envían las Compañías de Servicio diariamente. 3. El Receptor del Laboratorio de Lodo y Cemento verifica si están correctos los datos del reporte. (Ver Flujo Alterno "Datos Incorrectos") 4. El Receptor del Laboratorio de Lodo y Cemento introduce los datos en Hojas de Cálculo Excel. 5. El Receptor del Laboratorio de Lodo y Cemento almacena los datos de acuerdo al pozo que corresponde.
<b>Flujos Alternos "Datos Incorrectos"</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Negocio</b>
4. El Químico de la Compañía de Servicio actualiza los datos del reporte.	3.1 Si no están correctos los datos, el Receptor del Laboratorio de Lodo y Cemento informa a las Compañías de Servicio que hay errores en el reporte diario.  5. Ir a acción 2 del Flujo Normal de Eventos.
<b>Mejoras Propuestas</b>	El sistema será capaz de informar donde se encuentra el error en los datos de los reportes cuando son introducidos por el Receptor del Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET.

**Tabla 3.3. Descripción CU Enviar Reporte Diario.**

### 3.2.4.2 Caso de Uso: Solicitar Informe Final.

<b>Caso de uso del Negocio:</b>	<b>Solicitar Informe Final</b>
<b>Actor:</b>	DIP de perforación.
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando la DIP de Perforación solicita al CEINPET un informe final de la evaluación y control del trabajo de las Compañías de Servicio con los fluidos de perforación. En el CEINPET el Analista de Sistemas de Fluidos solicita los reportes almacenados, realiza algunos cálculos de indicadores y gráficas de parámetros de los fluidos de perforación contra profundidad, con esa información se elabora el informe final para enviárselo a la DIP de Perforación.
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Negocio</b>
1. La DIP de Perforación le solicita al CEINPET el Informe Final de la evaluación y control del trabajo de las Compañías de Servicio con los fluidos de perforación.	<p>2. El Receptor del Laboratorio de Lodo y Cemento le envía al Analista de Sistemas de Fluidos los reportes diarios almacenados.</p> <p>3. El Analista de Sistemas de Fluidos calcula algunos indicadores a partir de los datos del reporte.</p> <p>4. El Analista de Sistemas de Fluidos realiza gráficas de parámetros contra profundidad con los datos de los reportes.</p> <p>5. El Jefe del Departamento del Laboratorio de Lodo y Cemento consulta los resultados anteriores, para elaborar y enviar el informe final.</p>
6. La DIP de Perforación recibe el Informe Final.	

<p style="text-align: center;"><b>Mejoras Propuestas</b></p>	<p>Automatizar el proceso de elaboración del Informe Final, con la creación de un sistema que calcule todos los indicadores necesarios teniendo un rango de valores aceptables, cuestionables y óptimos de las propiedades recomendadas, los datos de los reportes diarios y los datos proyectados por las Compañías de Servicio, para llegar a conclusiones que permitan elaborar el informe final con calidad y en el menor tiempo posible.</p>
--	---

**Tabla 3.4. Descripción del CU: Solicitar Informe Final.**

### **3.2.5 Diagramas de actividades de los Casos de Uso del Negocio**

Un diagrama de actividades se usa para mostrar la secuencia de actividades. Los diagramas de actividades muestran el flujo de trabajo desde el punto de inicio hasta el punto final, detallando muchas de las rutas de decisiones que existen en el progreso de eventos contenidos en la actividad. Estos también pueden usarse para detallar situaciones donde el proceso paralelo puede ocurrir en la ejecución de algunas actividades. Los Diagramas de Actividades son útiles para el Modelado de Negocios donde se usan para detallar el proceso involucrado en las actividades de negocio. [36]

A continuación se muestra el diagrama de actividades del Caso de Uso del Negocio: Enviar Reporte Diario.

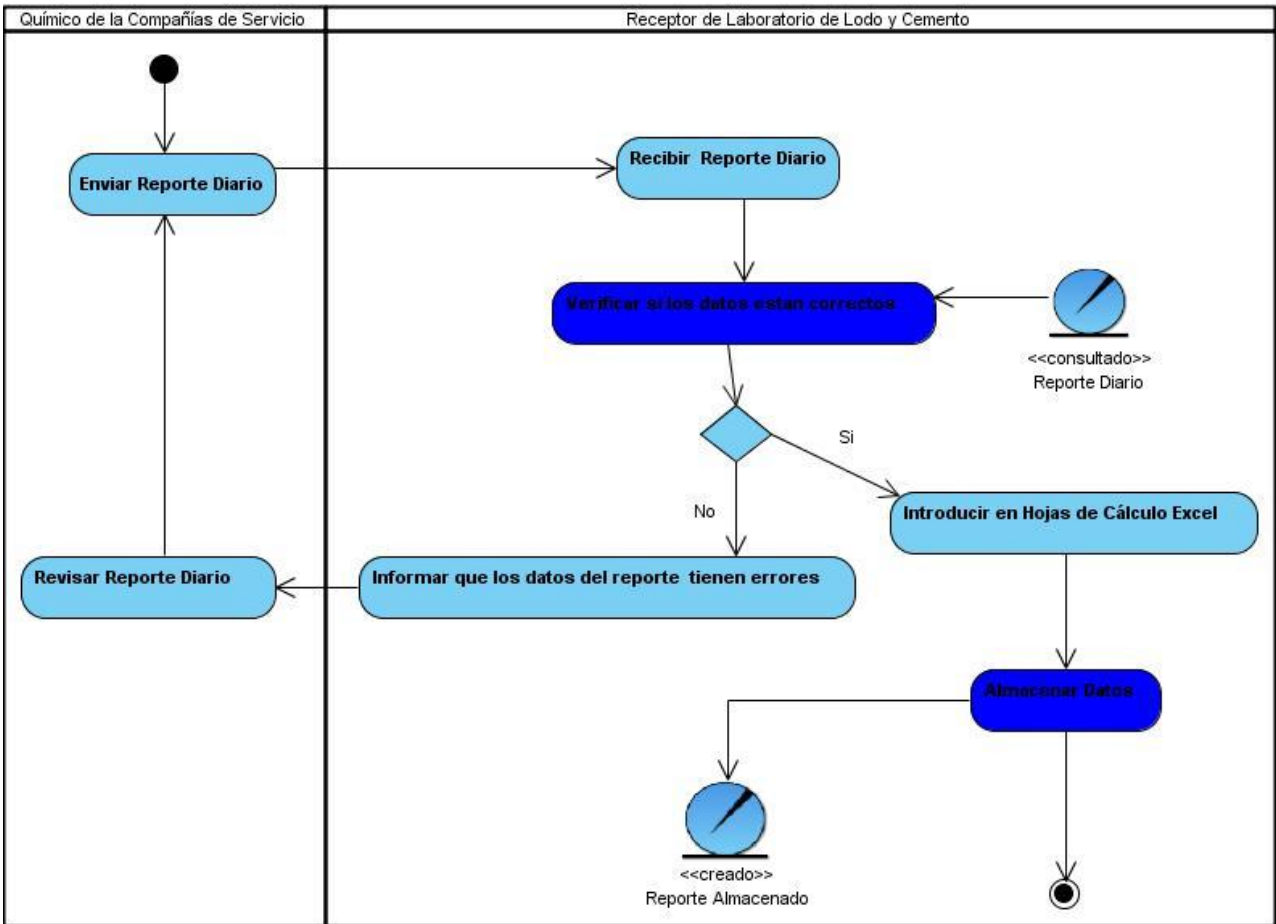


Figura 3.2 Diagrama de Actividades: CU Enviar Reporte Diario.

Ver anexo 1, para observar Diagrama de Actividades del Negocio: Solicitar Informe Final.

### 3.2.6 Modelo de Objetos

En orden de manejar la complejidad de un sistema real, es práctico construir modelos de objetos para cada caso de uso con los objetos que participan en dicho caso de uso.

Un objeto puede participar en varios casos de uso. Esto significa que el modelo de objetos completo se obtiene a partir de un conjunto de vistas de modelos de objetos, uno por cada caso de uso.

Pueden definirse todas las responsabilidades de un objeto viendo los roles en que participa, en todos los casos de uso. [37]

A continuación se muestra el Modelo de Objetos del Negocio:

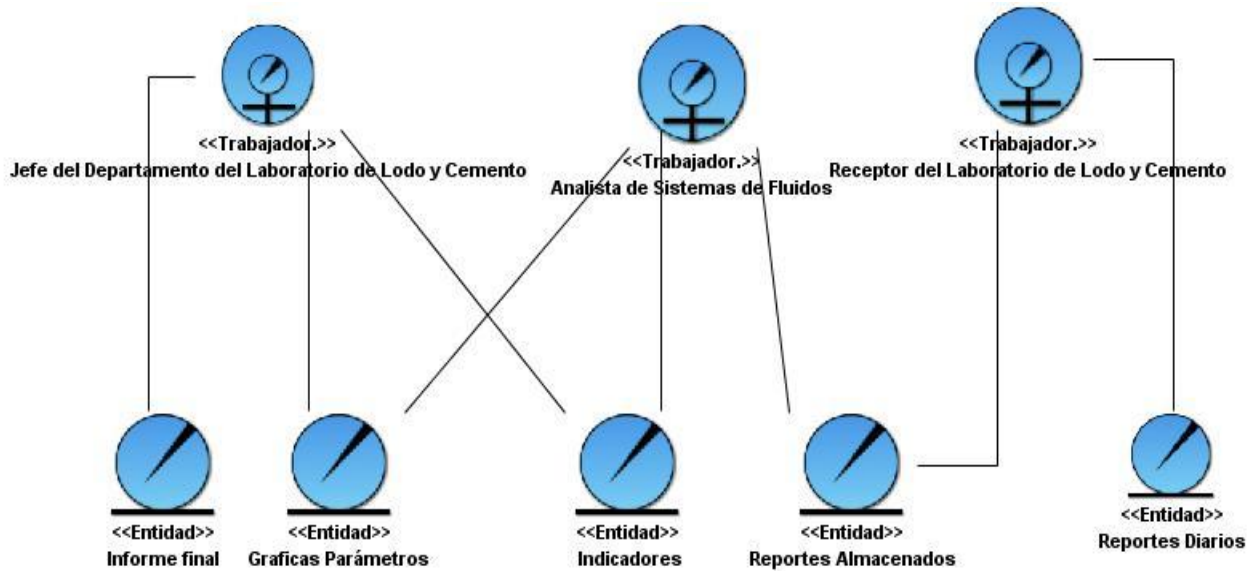


Figura 3.3 Modelo de Objetos del Negocio.

### 3.2.7 Reglas del Negocio

Las Reglas del Negocio describen las políticas, normas, operaciones, definiciones y restricciones presentes en una organización y que son de vital importancia para alcanzar los objetivos misionales.

Las reglas del negocio son un medio por el cual la estrategia es implementada. Las reglas especifican (en un nivel adecuado de detalle) lo que una organización debe hacer.

#### Características de las Reglas del Negocio:

- Declarativas.
- Atómicas.
- Expresadas en lenguaje natural.
- Orientadas al negocio.

Las reglas del negocio pueden ser expresadas en un lenguaje formal de acuerdo a la naturaleza de la organización. [38]

Las Reglas del Negocio que se identificaron se especifican a continuación:

- La DIP de Perforación le exige al CEINPET un informe final de la evaluación y control del trabajo de las Compañías que le prestan Servicio en la Perforación de Pozos con la utilización de Fluidos de Perforación.
- Las Compañías que prestan Servicios en la Perforación de Pozos Petroleros con la utilización de los Fluidos de Perforación, tienen que enviar un reporte diariamente.
- Los reportes son analizados y almacenados por el Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET en hojas de cálculo Excel.
- Los reportes deben mostrar la profundidad inicial y final en la que se encuentra el pozo en ese momento.
- Los reportes deben ser enviados con una secuencia de números en correspondencia con la fecha.
- Es obligatorio que en los reportes se muestren los datos de consumo de productos diarios, siempre y cuando se hayan utilizado.
- Un reporte almacena la información que emiten las Compañías de Servicio al CEINPET de la perforación con la utilización de los Fluidos de Perforación.
- La información que almacena los reportes no debe tener errores.
- A partir de los datos de los reportes se analizan algunos indicadores y se hacen gráficas de profundidad contra parámetros de los fluidos.

### **3.3 Modelo del Sistema**

#### **3.3.1 Requerimientos del Sistema**

Un requerimiento es una condición o capacidad que debe estar presente en un sistema o componentes de sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación u otro documento formal.

Los requerimientos pueden dividirse en requerimientos funcionales y no funcionales:

Los requerimientos funcionales definen las funciones que el sistema será capaz de realizar. Describen las transformaciones que el sistema realiza sobre las entradas para producir salidas.

Los requerimientos no funcionales tienen que ver con características que de una u otra forma puedan limitar el sistema, como por ejemplo, el rendimiento (en tiempo y espacio), interfaces de usuario, fiabilidad (robustez del sistema, disponibilidad de equipo), mantenimiento, seguridad, portabilidad, estándares, etc.

Desde el inicio del desarrollo de sistemas, la identificación de los requisitos del sistema ha sido una de las dificultades que se les ha presentado a los ingenieros de software. Esto es debido a que no es un proceso que pueda ser determinado matemáticamente. Es un proceso en el cual los datos son extraídos de las personas y estos datos pueden variar, dependiendo de la persona a la que se esté consultando. Es por eso que la Ingeniería de Requisitos ha trabajado arduamente para tratar de desarrollar técnicas que permitan hacer este proceso de una forma más eficiente y segura. Por lo antes expuesto se hace necesario utilizar la técnica de captura de requisitos: Entrevista, en la cual se realizaron varias entrevistas con el objetivo de comprender la estructura y la dinámica del trabajo que se realiza en el Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET, para comprender mejor los problemas actuales que los afectan e identificar las mejoras potenciales; en estas el cliente fue el principal protagonista, este método da la posibilidad de identificar y detallar los requerimientos.

Luego, a través de una presentación visual, se les mostró a los clientes y usuarios, de forma dinámica y en un lenguaje natural y entendible, un resumen con ideas de la estructura del sistema a desarrollar, donde se pudo llegar a un acuerdo común sobre las funcionalidades.

### **3.3.2 Requerimientos Funcionales**

A continuación se muestran los requerimientos funcionales del sistema:

- RF1. El sistema debe permitirles a los Usuarios imprimir Reportes.
- RF2. El sistema debe permitirle al Analista de Sistemas de Fluidos realizar gráficas de parámetros contra profundidad en gráficas de línea.

- RF3. El sistema debe permitirle al Analista de Sistemas de Fluidos imprimir el Informe Parcial.
- RF4. El sistema debe permitirle al Analista de Sistemas de Fluidos exportar el Informe Parcial a formato pdf.
- RF5. El sistema debe permitirle al Analista de Sistemas de Fluidos generar el Informe Parcial.
- RF6. El sistema debe permitirle al Analista de Sistemas de Fluidos imprimir el Informe por Fases.
- RF7. El sistema debe permitirle al Analista de Sistemas de Fluidos exportar el Informe por Fases a formato pdf.
- RF8. El sistema debe permitirle al Analista de Sistemas de Fluidos generar el Informe por Fases.
- RF9 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación insertar los datos de productos del Proyecto.
- RF10 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación eliminar los datos de productos del Proyecto.
- RF11 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación modificar los datos de productos del Proyecto. .
- RF12 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación insertar los datos de construcción del pozo.
- RF13 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación eliminar los datos de construcción del pozo.
- RF14 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación modificar los datos de construcción del pozo.
- RF15 El sistema debe permitir insertar los datos de las herramientas de perforación del Reporte.
- RF16 El sistema debe permitir eliminar los datos de las herramientas de perforación del Reporte.



- RF17 El sistema debe permitir modificar los datos de las herramientas de perforación del Reporte.
- RF18 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación insertar los datos de circulación del Reporte.
- RF19 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación eliminar los datos de circulación del Reporte.
- RF20 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación modificar los datos de circulación del Reporte.
- RF21 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación insertar los datos de propiedades del Reporte.
- RF22 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación eliminar los datos de propiedades del Reporte.
- RF23 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación modificar los datos de propiedades del Reporte.
- RF24 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación insertar los datos de los equipos de superficie del Reporte.
- RF25 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación eliminar los datos de los equipos de superficie del Reporte.
- RF26 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación modificar los datos de los equipos de superficie del Reporte.
- RF27 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación insertar los datos del consumo de productos del Reporte.
- RF28 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación eliminar los datos del consumo de productos del Reporte.

- RF29 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación modificar los datos del consumo de productos del Reporte.
- RF30 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación Buscar Información del Proyecto a partir de varios criterios de búsqueda (Pozo, Yacimiento, Velocidad de Perforación).
- RF31 El sistema debe permitirle al Gestor de Fluidos de Perforación Buscar Información de los Datos del Reporte a partir de varios criterios de búsqueda (Pozo, Yacimiento, Compañía de Servicio, Fase, Número, Fecha inicio, Fecha actual, Operación).

### 3.3.3 Requerimientos No Funcionales

A continuación se muestran los requerimientos no funcionales del sistema:

- **RNF1 Usabilidad.**
  - ✓ **RNF1.1** El sistema solo será utilizado por aquellas personas que tengan relación con la información que se maneja y que tengan los conocimientos básicos para el manejo de aplicaciones de escritorio.
- **RNF2 Rendimiento.**
  - ✓ **RNF2.1** El sistema debe tener un tiempo de respuesta adecuado menor a 5 segundos.
- **RNF3 Soporte.**
  - ✓ **RNF3.1** Los autores del sistema MUDMAN 2 irán al CEINPET a brindar los servicios de instalación y configuración del software.
- **RNF4 Restricciones de diseño e implementación.**
  - ✓ **RNF4.1** Para la implementación del sistema se utilizará el lenguaje de programación Java.
  - ✓ **RNF4.2** El IDE a usar será el NetBeans.
  - ✓ **RNF4.3** Se utilizará el Visual Paradigm como herramienta CASE para el modelado del sistema.
- **RNF5 Requerimientos de Apariencia o Interfaz Externa.**
  - ✓ **RNF5.1** La interfaz debe ser amigable, sencilla y fácil de usar por todos los usuarios del sistema.
  - ✓ **RNF5.2** La interfaz principal contará con el logotipo del sistema.

- ✓ **RNF5.3** Las funcionalidades estarán visibles a los usuarios para facilitar la navegabilidad logrando que la aplicación sea lo más interactiva posible.
- ✓ **RNF5.4** Las interfaces contarán con barras desplazables debido a la cantidad de información que mostrarán.
- **RNF6 Seguridad.**
  - ✓ **RNF6.1** El sistema debe permitirles a los usuarios autenticarse antes de realizar cualquier actividad.
  - ✓ **RNF6.2** Garantizar que el acceso a la información solo sea por persona que tengan los privilegios para consultarla.
  - ✓ **RNF6.3** Garantizar validación de los datos que son entrados por los usuarios al sistema.
  - ✓ **RNF6.4** Verificación sobre acciones irreversibles (eliminación de datos).
  - ✓ **RNF6.5** Se le brindará la posibilidad de cambiar la contraseña cuando el usuario desee.
- **RNF7 Requerimientos de Software**
  - ✓ **RNF7.1** En la máquina donde se trabajará con el sistema debe estar instalado el Gestor de Base de Datos PostgreSQL y la Máquina Virtual de Java (JVM) para el adecuado funcionamiento del mismo.
  - ✓ **RNF7.2** En la máquina de los especialistas que utilizarán el sistema deberá estar instalado el Sistema Operativo Microsoft Windows (en cualquiera de sus versiones) o GNU/Linux (en cualquiera de sus distribuciones).
- **RNF8 Requerimientos de Hardware.**
  - ✓ **RNF8.1** La aplicación MUDMAN 2 estará en la misma PC al igual que el servidor de BD.
  - ✓ **RNF8.2** Sistema operativo WINDOWS 2000 o cualquier versión superior, GNU-Linux.
  - ✓ **RNF8.3** Procesador: Pentium III 1 GHz, Memoria: 512 Mb, Disco Duro: 30 Gb. Mientras mayor sea el procesador, la memoria y la capacidad de almacenamiento, el sistema tendrá un mejor rendimiento.
- **RNF9 Portabilidad.**
  - ✓ **RNF9.1** El sistema no solo correrá sobre Windows sino también sobre Linux.

### 3.4 Descripción del Sistema Propuesto

#### 3.4.1 Descripción de los Actores del Sistema

Los actores representan lo que interactúa con el sistema. Ellos constituyen todo lo que necesita intercambiar información con el mismo. Pueden ser personas o sistemas externos que interactúen con la aplicación, para la selección de los mismos se examinó a los usuarios que la utilizaban, en fin cada usuario o sistema que interactúa con el sistema se representa como actores.

Actores del sistema propuesto:

Actor	Descripción
<b>Analista de Sistemas de Fluidos</b>	Es el actor encargado de generar los Informes, imprimirlos y exportarlos. Además de seleccionar las propiedades reales para graficarlas contra la profundidad.
<b>Gestor de Fluido de Perforación</b>	Es el actor encargado de gestionar la información referente a Compañías de Servicio, Propiedades Recomendadas. Gestionar los datos que conforman los Proyectos, así como los datos de Reportes. Además permite importar los Reportes.

**Tabla 3.5. Actores del Sistema.**

#### 3.4.2 Modelo de Casos de Uso del Sistema

Un caso de uso es una secuencia de acciones que desarrollan los actores del sistema sobre el mismo para obtener el resultado esperado.

Los diagramas de casos de uso representan las relaciones entre actores y casos de uso. Los casos de uso constituyen la funcionalidad de un sistema, subsistema o clase, como es percibido por el exterior del sistema, es decir por sus actores.

## Capítulo 3: Presentación de la solución propuesta

---

El sistema cuenta con 12 casos de uso de los cuales 10 son críticos debido a que representan las principales funcionalidades que el sistema debe cumplir.

Los casos de uso Secundarios representan casos de uso menores, que van a necesitarse raramente y los casos de uso opcionales representan procesos que pueden no ser abordados en el presente proyecto.

A continuación se muestran los diferentes casos de uso del sistema y sus clasificaciones en la tabla 3.6.

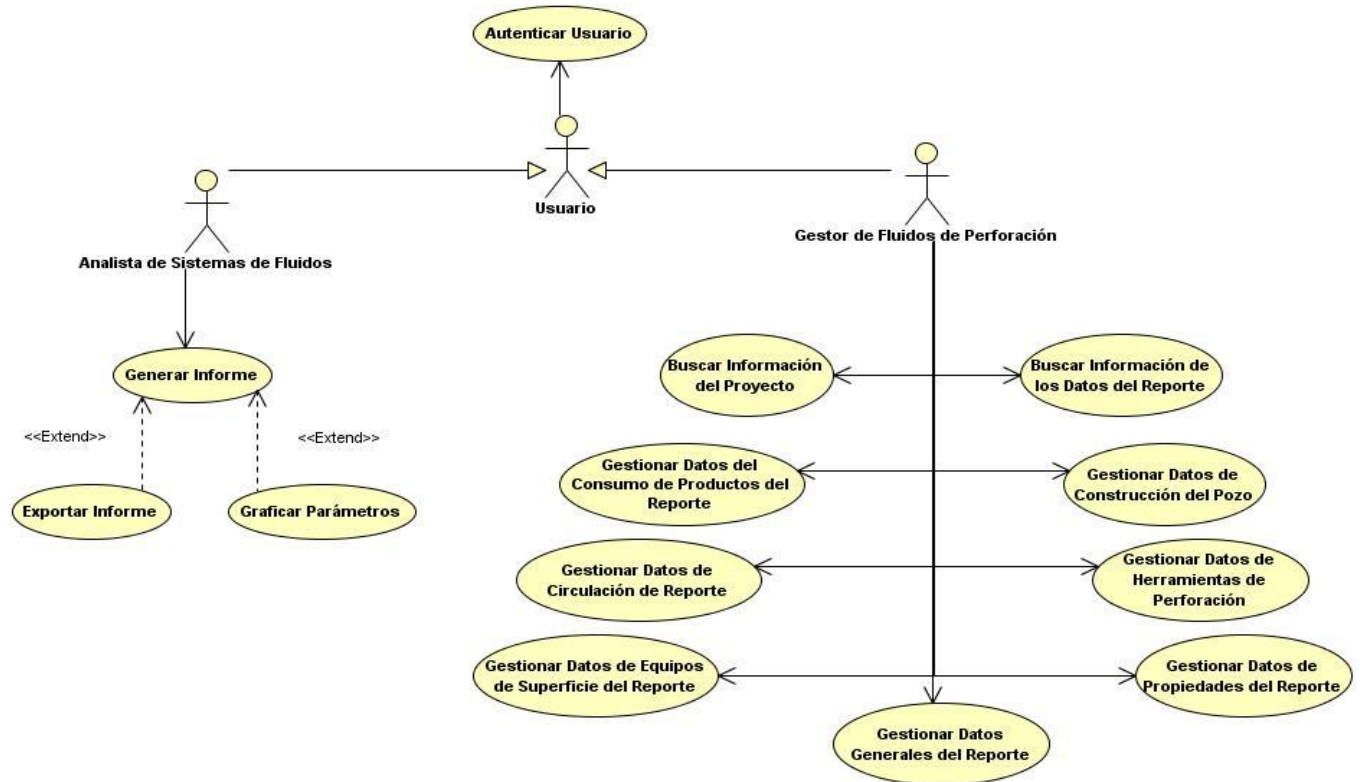
<b>Críticos</b>	<b>Secundarios</b>
Buscar Información del Proyecto	Exportar Informe.
Buscar Información de los Datos del Reporte	Generar Informe
Gestionar Datos de Productos del Proyecto.	
Gestionar Datos de Circulación.	
Gestionar Datos de Equipos de Superficie.	
Gestionar Datos de Construcción del Pozo.	
Gestionar Datos de Herramientas de Perforación.	
Gestionar Datos de Propiedades de Reportes.	
Gestionar Datos de Consumo de Productos.	
Graficar Parámetros.	

**Tabla 3.6. Clasificación de los Casos de Uso.**

El modelo de casos de uso describe la funcionalidad propuesta del nuevo sistema. Un caso de uso representa una unidad discreta de interacción entre un usuario y el sistema. Un Caso de Uso es una unidad simple de trabajo significativo.

Cada caso de uso tiene una descripción que representa la funcionalidad que se construirá en el sistema propuesto. Un caso de uso puede incluir la funcionalidad de otro caso de uso o extender a otro caso de uso con su propio comportamiento. [40]

A continuación se representa el modelo de casos de uso del sistema:



**Figura 3.2 Modelo de Casos de Uso del Sistema.**

### 3.4.3 Descripción textual de los Casos de Uso del Sistema

Mediante la descripción de los casos de uso del sistema se muestra la secuencia de acciones que los actores utilizan para completar un proceso a través del sistema.

#### Caso de uso: “Graficar Parámetros”

## Capítulo 3: Presentación de la solución propuesta

<b>Actores:</b>	Analista de Sistema de Fluidos.	
<b>Resumen:</b>	Este CU se inicia cuando el Analista de Sistema de Fluidos en el laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET, selecciona del menú la opción Graficar Parámetros.	
<b>Precondiciones:</b>	El Analista de Sistema de Fluidos debe estar autenticado en el sistema.	
<b>Referencias:</b>	RF2.	
<b>Prioridad:</b>	Crítico.	
<b>Flujo Normal de los Eventos</b>		
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>	
1. El Analista de Sistema de Fluidos elige la opción Graficar Parámetros.	2. El sistema muestra la acción Graficar Parámetros.  3. El sistema muestra el formulario correspondiente con los campos para introducir los datos que desea graficar.	
4. El Analista de Sistema de Fluidos inserta los datos.		
5. El Analista de Sistema de Fluidos presiona el botón "Graficar".	6. El Sistema valida que los datos sean correctos. (Ver Flujo Alterno "Datos Incorrectos")  7. El Sistema muestra la gráfica correspondiente.	
<b>Flujo Alterno "Datos Incorrectos"</b>		

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	6.1 El sistema muestra un error, especificando que los datos no son correctos.

**Tabla 3.7 Descripción textual del caso de uso del Sistema: Graficar Parámetros.**

### 3.5 Conclusiones

En el presente capítulo se detallaron los conceptos fundamentales del Modelo del Negocio haciendo un estudio profundo de los mismos para así comprender el negocio claramente; se describieron los actores y los trabajadores, el diagrama de casos de uso del negocio, los casos de uso del negocio, diagrama de actividades, el modelo de objeto, y las reglas del negocio. Además se hizo un análisis del Modelo del Sistema, donde se definieron los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, teniendo en cuenta las necesidades y solicitudes del cliente. También se detalló el diagrama de casos de uso del Sistema. Por todo lo antes expuesto se puede comenzar a desarrollar la solución propuesta.



### **Capítulo 4: Construcción de la solución propuesta.**

#### **4.1. Introducción**

Luego de un completo entendimiento de las funcionalidades y procesos del sistema, se realizará el modelo de diseño, el cual constituye un plano bastante cercano a la implementación, y contribuirá a una arquitectura estable y sólida. Además quedarán definidos los principios del diseño, así como los estándares de la interfaz de la aplicación; y se presentará el diseño de la base de datos que constituye el medio de almacenamiento de toda la información. Por último se especificarán las técnicas que se utilizarán para realizarle pruebas al sistema.

##### **4.1.2 Modelo de Análisis**

El Análisis dentro del ciclo de desarrollo de un producto de software consiste en obtener una visión del sistema que se preocupa de ver qué hace, de modo que sólo se interesa por los requisitos funcionales. El objetivo fundamental del análisis es comprender los requisitos del sistema definidos, interesándose en los funcionales. Se representa mediante la interacción entre los actores de los casos de uso y las clases del análisis.

En el caso del desarrollo de la segunda versión del sistema MudMan, al haberse realizado una primera iteración se cuenta con el conocimiento requerido del negocio y las funcionalidades que debe contener. Por otra parte se cuenta con el diseño realizado a los casos de uso de la primera iteración, los cuales sirven de apoyo y guía para comprender la forma de diseñar e implementar los casos de uso derivados de los requerimientos del presente trabajo.

#### **4.2 Modelo de diseño**

El modelo de diseño es planteado como un modelo de objetos que describe la realización física de los casos de uso, su objetivo fundamental es saber cómo los requisitos funcionales y no funcionales, junto con otras limitaciones relacionadas con el entorno de implementación, tienen impacto en el sistema a considerar, constituyendo una entrada principal en la actividad de implementación.

##### **4.2.1 Diagramas de clases de diseño**

Los diagramas de clases son diagramas de estructura estática que muestran las clases del sistema y las relaciones entre ellas. Los diagramas de clases pueden ser utilizados tanto para mostrar lo que el sistema

debe realizar, como para mostrar cómo debe ser construido. Cuando se crea un diagrama de clases, se está modelando una parte de los elementos y relaciones que configuran la vista de diseño del sistema.

Los diagramas de clases del diseño de la aplicación han sido confeccionados agrupando los casos de uso por funcionalidad con el objetivo de proporcionar una abstracción de la implementación del sistema.

A continuación se presenta el diagrama de clases del diseño del caso de uso Generar Informe.

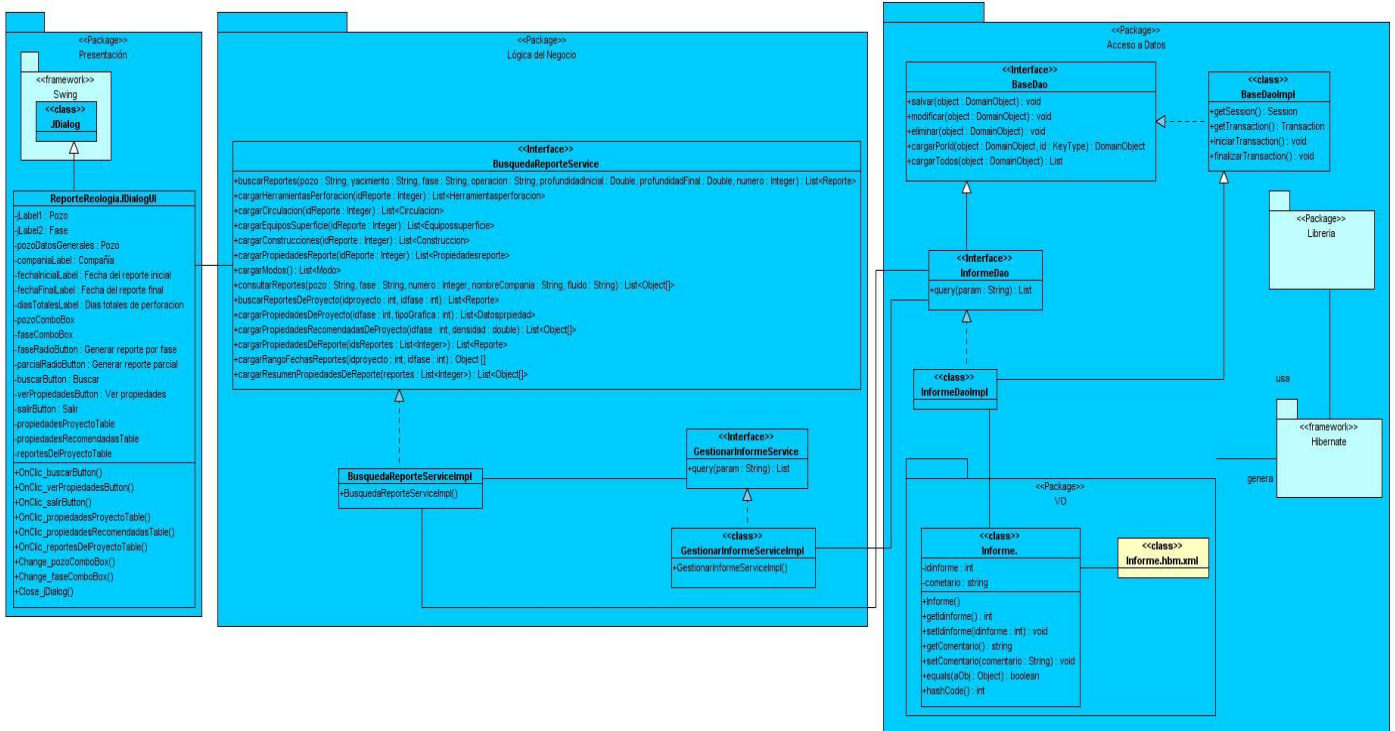


Figura 4.1 Diagrama de Clases del Diseño del caso de uso: Generar Informe.

## 4.3 Principios del diseño

A la hora de diseñar una aplicación uno de los aspectos más importantes es definir los principios del diseño, pues permite que la misma se convierta en una herramienta atractiva para el usuario. Una interfaz bien diseñada trae consigo un buen diseño gráfico y una adecuada usabilidad.

### 4.3.1 Estándares de la interfaz de la aplicación

Para el adecuado diseño del sistema MUDMAN 2, se proponen una serie de estándares que van encaminados a garantizar la consistencia de este. Estos estándares se definen a continuación:

- Brindar una interfaz sencilla con el objetivo de que cualquier persona con un mínimo dominio de programación pueda aprender a trabajar con la aplicación.
- Garantizar la legibilidad de manera tal que el tamaño de la fuente sea lo suficientemente adecuado a la vista del usuario.
- Mostrar al usuario, siempre que vaya a realizar una acción incorrecta sobre el sistema, un mensaje de alerta que le permita asegurarse que es un error la opción seleccionada.

### **4.4 Diseño de la base de datos**

La base de datos necesita de una definición de su estructura, de manera que permita almacenar datos, reconocer el contenido y recuperar la información. Para diseñar una base de datos es necesario realizar el diagrama de clases persistentes y el diagrama de entidad-relación, los cuales se muestran continuación.

#### **4.4.1 Diagrama de clases persistentes**

La persistencia es la capacidad de un objeto de mantener su valor en el espacio y en el tiempo. El diagrama de clases persistentes expresa los aspectos relacionados con el almacenamiento de datos del sistema. En la siguiente figura se muestra el diagrama de clases persistentes correspondiente al sistema planteado.

# Capítulo 4: Construcción de la solución propuesta

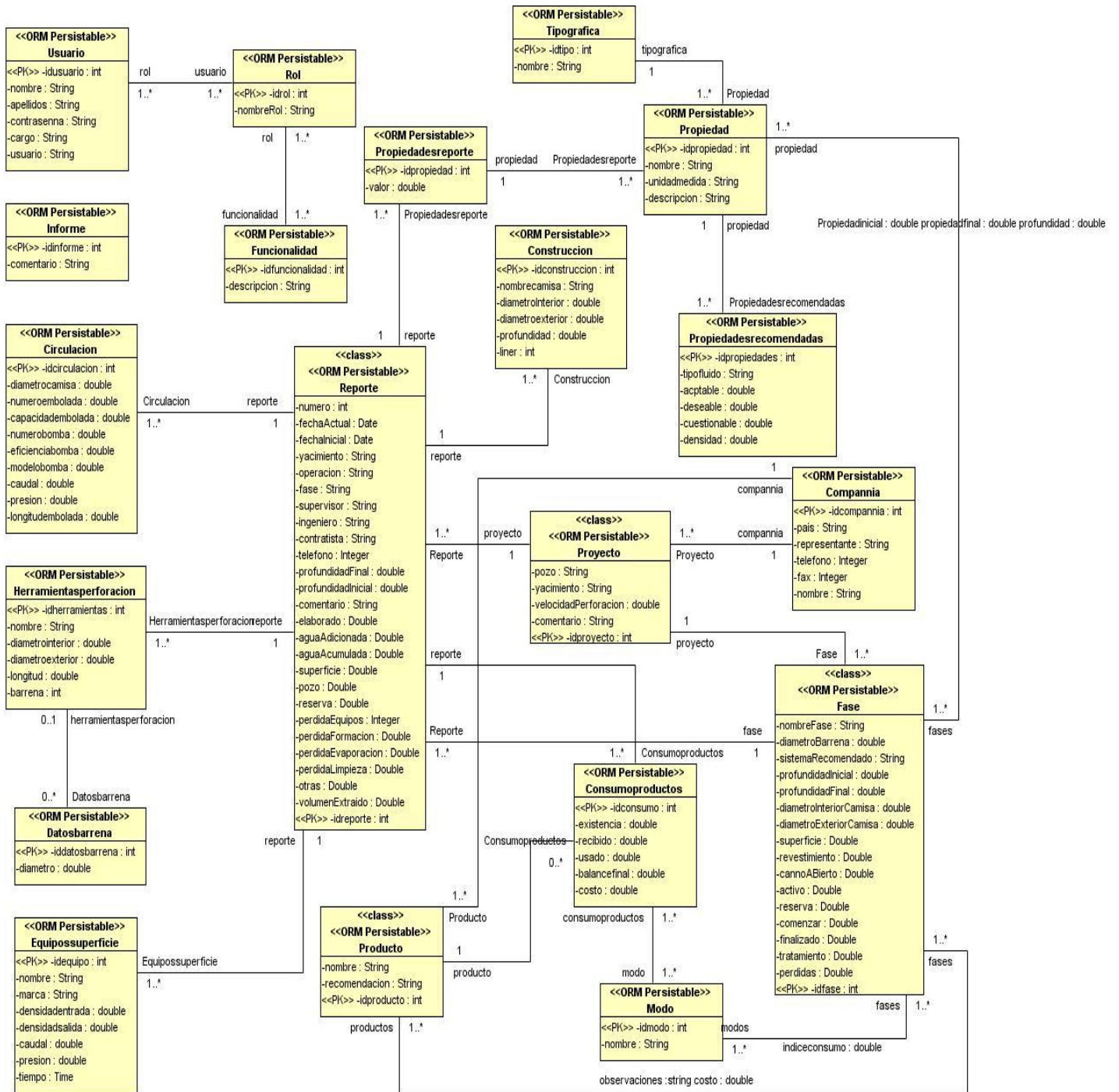


Figura 4.3 Diagrama de clases persistentes

## 4.4.2 Modelo Entidad Relación

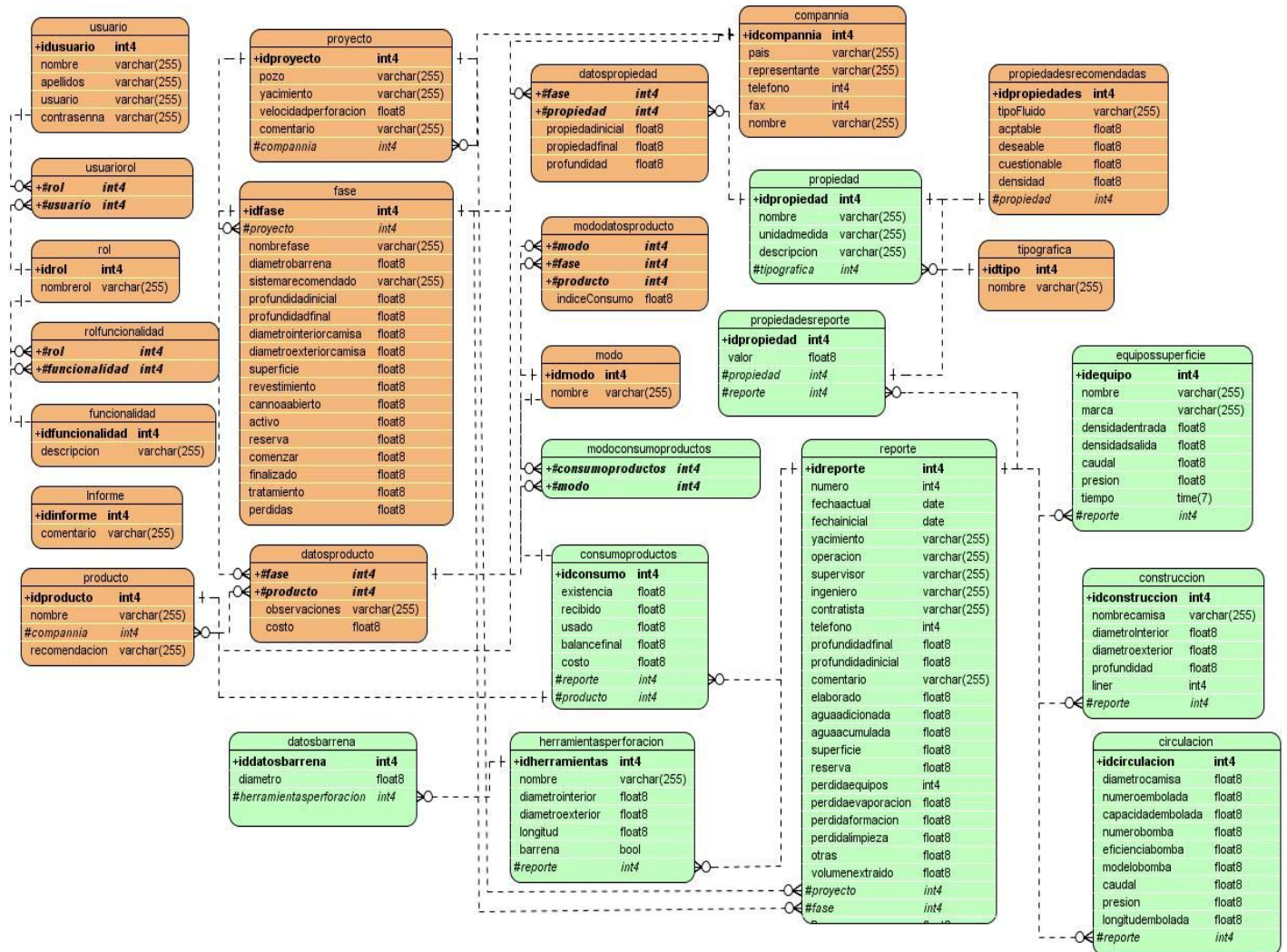


Figura 4.4 Modelo de Datos

## 4.5 Modelo de implementación

El modelo de implementación está constituido por una colección de componentes, subsistemas de implementación y paquetes utilizados para agrupar elementos del modelo.

4.5.1 Diagrama de Componentes

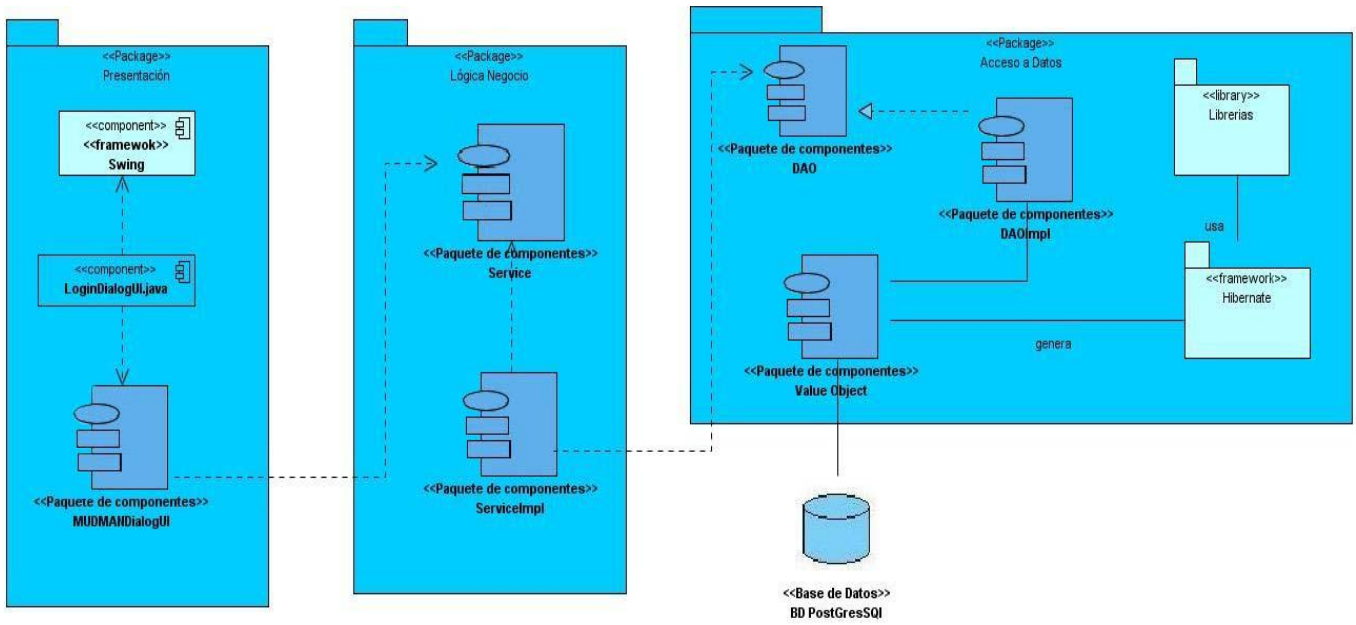


Figura 4.5 Diagrama de componentes

4.5.2 Diagrama de Despliegue

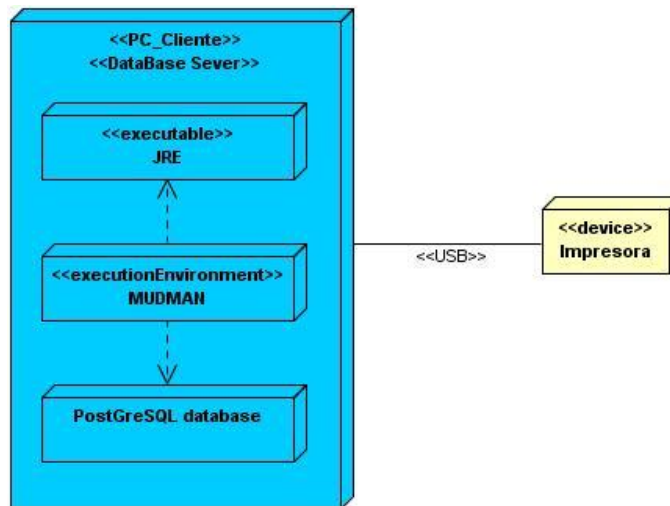


Figura 4.6 Diagrama de despliegue

### 4.6 Prueba del sistema propuesto

La prueba es un proceso de ejecución de un programa con la intención de comprobar que el producto satisface los requerimientos y se comporta como desea el cliente. Se pueden ir realizando pruebas desde la fase de inicio del software hasta la fase de construcción, siendo esta última fase donde tiene mayor volumen el flujo de trabajo de prueba. Las pruebas fundamentales son prueba de caja blanca y prueba de caja negra. Al sistema se le hicieron varias pruebas, utilizando el método de caja negra.

#### 4.6.1 Prueba de caja negra

Las técnicas de caja negra son las que se realizan sobre la interfaz del software. No es necesario conocer la lógica del programa, únicamente la funcionalidad que se desea realizar. Las pruebas de caja negra se basan en la especificación del programa o componente a ser probado, para elaborar los casos de prueba.

A continuación se describe el caso de prueba del caso de uso: Gestionar Datos Generales del Reporte.

##### 4.6.1.1 Descripción General

El caso de uso se inicia cuando el Gestor de Fluidos de Perforación selecciona la opción Gestionar Datos Generales Reporte. El Gestor de Fluidos de Perforación selecciona una de las opciones para buscar, adicionar, eliminar o modificar la información en la Base de Datos, realizando las operaciones que requieren las mismas. El caso de uso finaliza cuando el Gestor de Fluidos de Perforación termina la acción seleccionada.

##### 4.6.1.2 Condiciones de Ejecución

El usuario debe estar autenticado como Gestor de Fluidos de Perforación.

##### 4.6.1.3 Secciones a probar en el Caso de Uso

- Gestionar Datos generales del Reporte.
- Adicionar Datos generales del Reporte.
- Modificar Datos generales del Reporte.
- Eliminar Datos.

### **4.7 Conclusiones**

Como resultado de este capítulo se definieron y mostraron las clases de diseño y se representaron sus relaciones en el diagrama de clases del diseño. Se mostraron igualmente las clases persistentes y el modelo entidad relación correspondiente a la base de datos diseñada. Se especificó un grupo de estándares para el diseño de la interfaz de usuario. Se muestran además los elementos del modelo de implementación, como son el diagrama de despliegue y el diagrama de componentes. Como resultado final se obtiene la solución construida, lista para ser probada.



### **Conclusiones generales**

Luego de concluida toda la investigación que trajo consigo el desarrollo de la segunda versión del sistema informático MUDMAN 2, el cual permitirá mantener una adecuada evaluación y control de los fluidos de perforación en el Laboratorio de Lodo y Cemento del CEINPET, se puede arribar a las siguientes conclusiones:

- Se enfatizó en demostrar la necesidad existente en el CEINPET de mejorar el proceso de evaluación y control de los fluidos de perforación.
- Las tareas investigativas que se trazaron contribuyeron a que la organización de la investigación se hiciera mucho más fácil.
- El análisis profundo que se realizó de las distintas tendencias y tecnologías actuales permitió que se escogieran las herramientas adecuadas para el modelado e implementación de la aplicación.
- Con la puesta en práctica de la aplicación se logró la integridad, disponibilidad y agilidad de la evaluación y control de los fluidos de perforación en el laboratorio de lodo y cemento del CEINPET.

### **Recomendaciones**

A partir de los resultados que proporciona el presente trabajo de Diploma, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Incluir dentro de las funcionalidades del sistema todo lo referente a los reportes de Perforación.
- Agregar al sistema el Caso de Uso Gestionar Reporte Final, donde se resuman los datos de los reportes en un intervalo de tiempo determinado por el usuario.
- Considerar un cambio en la tecnología del sistema para su posterior integración a la plataforma que está desarrollando la Universidad de las Ciencias Informáticas para el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET).

### Bibliografía Citada

- [1]. **Los pegostes de crono.** [En línea] Julio 16, 2009. [Citado el 9 de diciembre de 2009]. Disponible en la Web: <http://foro.forosmexico.com/archive/index.php/t-265-p-6.html>
- [2]. **Veloz, Martha.** En Cuba si hay petróleo. *El economista de Cuba*. [Citado el 12 de diciembre de 2009]. Disponible en la Web: <http://www.economista.cubaweb.cu/2007/nro314/petroleoenlaisla.html>
- [3]. **González, F.** *Pozos I. Guía de estudios para la materia Pozos I. Universidad Central de Venezuela.* [Citado el 12 de diciembre de 2009]. Disponible en la Web: <http://yacimientos-de-gas-condensado.blogspot.com/search/label/Funciones%20del%20Lodo%20de%20Perforaci%C3%B3n>
- [4]. **Miliarium.** *Lodos de Perforación.* [Citado el: 15 de diciembre de 2009]. Disponible en la Web: [http://www.miliarium.com/proyectos/estudioshidrogeologicos/anejos/metodosperforacion/Lodos\\_Perforacion.asp](http://www.miliarium.com/proyectos/estudioshidrogeologicos/anejos/metodosperforacion/Lodos_Perforacion.asp)
- [5]. **Barberii Efraín.** *El Pozo Ilustrado.* [En línea] 27 de mayo de 2009 [Citado el 19 de enero de 2010]. Disponible en la Web: <http://yacimientos-de-gas-condensado.blogspot.com/2009/05/tipos-de-fluidos-de-perforacion.html>
- [6]. **Definición ABC.** *Definición de evaluación.* [En línea] Enero 13, 2009. [Citado el 3 de febrero de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.definicionabc.com/general/evaluacion.php>
- [7]. **El control.** *Naturaleza, conceptos y propósitos del control.* [Citado el 3 de febrero de 2010]. Disponible en la web: [http://148.202.148.5/Cursos/Id204/Unidad\\_6/61.htm](http://148.202.148.5/Cursos/Id204/Unidad_6/61.htm)
- [8]. **Ministerio de la informática y las comunicaciones de Cuba.** *Informatización de la Sociedad.* [Citado el 25 de febrero de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.mic.gov.cu/>.
- [9]. **TICS - Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.** *Una Definición de Tics.* [Citado el 25 de febrero del 2010]. Disponible en la Web: [http://tics.org.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13:una-definicie-tics&catid=1:timas&Itemid=28](http://tics.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=13:una-definicie-tics&catid=1:timas&Itemid=28)
- [10]. **Glosario.net.** *Término.* [En línea] Octubre 27, 2006. [Citado el 25 de febrero de 2010]. Disponible en la Web: <http://tecnologia.glosario.net/terminos-tecnicos-internet/uml-1655.html>
- [11]. **Popkin Software and Systems.** *Modelado de Sistemas con UML.* [Citado el 25 de febrero de 2010]. Disponible en la Web: <http://es.tldp.org/Tutoriales/doc-modelado-sistemas-UML/doc-modelado-sistemas-uml.pdf>

- [12]. **Slideshare**. *Herramienta Case*. [Citado el 25 de febrero de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.slideshare.net/guest15d257/herramientas-case-508428>
- [13]. **Free Download Manager**. *Visual Paradigm International*. [En línea] Marzo 5, 2007. [Citado el 3 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [Ltd.http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/Paradigma\\_Visual\\_para\\_UML\\_%28M%C3%8D%29\\_14720\\_p/](http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/Paradigma_Visual_para_UML_%28M%C3%8D%29_14720_p/)
- [14]. **Ingeniería de Sistemas**. *Introducción a Rational Rose*. [En línea] Agosto 7, 2008. [Citado el 3 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://sistemaronald.blogspot.com/2008/08/introduccion-rational-rose.html>
- [15]. **Roberth G. Figueroa**. *Metodologías tradicionales vs. Metodologías ágiles*. [Citado el 10 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://www.mygnet.net/manuales/software/metodologias\\_tradicionales\\_vs\\_dot\\_metodologias\\_agiles.1515](http://www.mygnet.net/manuales/software/metodologias_tradicionales_vs_dot_metodologias_agiles.1515)
- [16]. **Scribd**. *Conceptos de RUP*. [Citado el 10 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.scribd.com/doc/7844685/CONCEPTOS-DE-RUP>
- [17]. **Intro Ingeniería Software**. *MICROSOFT SOLUTION FRAMEWORK*. [En línea] Octubre 17, 2007. [Citado el 12 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://images.google.com/cu/imgres?imgurl=http://caraujo334.blogspot.es/img/msf1.jpeg&imgrefurl=http://caraujo334.blogspot.es/&usq=\\_\\_SpKmKh07GrPxTbe\\_Z2cDTRwjqe8=&h=379&w=405&sz=451&hl=es&start=5&itbs=1&tbnid=6u8mymWpJZKNHM:&tbnh=116&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3DMSF%26hl%3Des%26gbv%3D2%26tbs%3Disch:1](http://images.google.com/cu/imgres?imgurl=http://caraujo334.blogspot.es/img/msf1.jpeg&imgrefurl=http://caraujo334.blogspot.es/&usq=__SpKmKh07GrPxTbe_Z2cDTRwjqe8=&h=379&w=405&sz=451&hl=es&start=5&itbs=1&tbnid=6u8mymWpJZKNHM:&tbnh=116&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3DMSF%26hl%3Des%26gbv%3D2%26tbs%3Disch:1)
- [18]. **Carlos Chávez García**. *Maestros de Web. ¿Qué son las bases de datos?* [En línea] Octubre 26, 2007. [Citado el 12 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/%C2%BFque-son-las-bases-de-datos/>
- [19]. **Slideshare**. *Sistemas Gestores de Bases de Datos*. [Citado el 12 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.slideshare.net/alexmerono/sistemas-gestores-de-bases-de-datos>
- [20]. **PostgreSQL vs. MySQL**. [Citado el 12 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://www.netpecos.org/docs/mysql\\_postgres/x15.html](http://www.netpecos.org/docs/mysql_postgres/x15.html)
- [21]. **Qué es Oracle**. [Citado el 13 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.uaem.mx/posgrado/mcruz/cursos/miic/oracle.pdf>

- [22]. **Kioskea.net**. Lenguaje de programación. [En línea] Octubre 16, 2008. [Citado el 13 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://es.kioskea.net/contents/langages/langages.php3>
- [23]. **Qué es Java**. [Citado el 13 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://java.ciberaula.com/articulo/que\\_es\\_java](http://java.ciberaula.com/articulo/que_es_java)
- [24]. **Introducción curso Java**. [Citado el 13 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.mailxmail.com/curso-java/caracteristicas-lenguaje-java-3>
- [25]. **Introducción al lenguaje C# y .NET Framework**. [Citado el 14 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/z1zx9t92%28VS.80%29.aspx>
- [26]. **Felipe U. Pérez García**. [En línea] Septiembre 6, 2006. [Citado el 14 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.articulandia.com/premium/article.php/12-03-2007EI-Lenguaje-C.htm>
- [27]. **El lenguaje C++**. [Citado el 14 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://www.zator.com/Cpp/E1\\_2.htm](http://www.zator.com/Cpp/E1_2.htm)
- [28]. **Entornos de Desarrollo Integrado**. [Citado el 14 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://petra.euitio.uniovi.es/~i1667065/HD/documentos/Entornos%20de%20Desarrollo%20Integrado.pdf>
- [29]. **Bienvenido a NetBeans y www.netbeans.org**. *Qué es NetBeans*. [Citado el 14 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://netbeans.org/index\\_es.html](http://netbeans.org/index_es.html)
- [30]. **Felipe Cerda**. NetBeans 6.5. *El único IDE que necesitas*. [Citado el 14 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://www.techbloog.com/talks/netbeans65es\\_cl.pdf](http://www.techbloog.com/talks/netbeans65es_cl.pdf)
- [31]. **Prof, Joan E. Ricart**. *Modelo de Negocio: El eslabón perdido en la dirección estratégica*. [Citado el 15 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://ubr.universia.net/pdfs\\_web/UBR\\_2300912.pdf](http://ubr.universia.net/pdfs_web/UBR_2300912.pdf)
- [32]. **Anaisa Hernández González**. Informática. *Identificación de procesos de negocio*. [En línea] Diciembre 2004. [Citado el 15 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.cujae.edu.cu/ediciones/Revistas/Industrial/Vol-XXV/3-2004/83-88%20Identificaci%C3%B3n%20de%20procesos.pdf>
- [33]. **Slideshare**. Modelamiento De Negocio. [Citado el 15 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.slideshare.net/dersteppenwolf/modelamiento-de-negocio>

- [34]. **Prof. Luis Eduardo Mendoza M.** Reingeniería de los procesos del negocio. *Modelado del Negocio con UML*. [Citado el 16 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://prof.usb.ve/lmendoza/Documentos/Reingenieria/PS6160\\_clase4y6.pdf](http://prof.usb.ve/lmendoza/Documentos/Reingenieria/PS6160_clase4y6.pdf)
- [35]. **Spark Systems.** Diagrama de Actividades UML 2. [Citado el 16 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/uml2\\_activitydiagram.html](http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/uml2_activitydiagram.html)
- [36]. **Gustavo Torossi.** Modelado de Objetos con UML. [Citado el 17 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.chaco.gov.ar/utn/disenodesistemas/apuntes/oo/ApunteUML.pdf>
- [37]. **Reglas de negocio.** [En línea] Febrero 25, 2010. [Citado el 16 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://wopedia.mobi/es/Reglas\\_de\\_negocio](http://wopedia.mobi/es/Reglas_de_negocio)
- [38]. **Requerimientos para el sistema de información.** *La ingeniería de requerimientos y sus principales actividades*. [Citado el 16 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://6977711100921735563-a-1802744773732722657-ssites.googlegroups.com/site/speedvirtualextr/RequerimientosdeunSistemadelInformaci.pdf?attachauth=ANoY7cr9EUdaZwRfYEz-4GFzlr02t\\_VgeRqzsQjSei84Tm-cX9\\_RxxZ0K484GXaMPO85VOdg9e5QCU1yxejFPrgzFLI7WE4J6-WPKe403V4jp-WSk9A2cpZhEJYv6Qj8moTqB6W9ZstGYpjp\\_2wwOtfakUojO-rCZx0bWLh7HhD\\_-mLsTIHunL1nldFTTrOQMjkitO-75ArLJGERrEnOX\\_JxZhRsYiZMzPicGLPu4qCBCxPzplJA7LZ8%3D&attredirects=0](http://6977711100921735563-a-1802744773732722657-ssites.googlegroups.com/site/speedvirtualextr/RequerimientosdeunSistemadelInformaci.pdf?attachauth=ANoY7cr9EUdaZwRfYEz-4GFzlr02t_VgeRqzsQjSei84Tm-cX9_RxxZ0K484GXaMPO85VOdg9e5QCU1yxejFPrgzFLI7WE4J6-WPKe403V4jp-WSk9A2cpZhEJYv6Qj8moTqB6W9ZstGYpjp_2wwOtfakUojO-rCZx0bWLh7HhD_-mLsTIHunL1nldFTTrOQMjkitO-75ArLJGERrEnOX_JxZhRsYiZMzPicGLPu4qCBCxPzplJA7LZ8%3D&attredirects=0)
- [39]. **Clikear.com.** Fase de Planificación y Especificación de Requisitos. [Citado el 16 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.clikear.com/manuales/uml/faseplanificacion.aspx>
- [40]. **Sparx Systems.** El Modelo de Caso de Uso. [Citado el 16 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/use\\_case\\_model.html](http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/use_case_model.html)

### Bibliografía Consultada

1. **Petróleo en cuba 2001.** *Historia petrolera de cuba.* [Consultado el 9 de diciembre de 2009]. Disponible en la Web: <http://www.oilwatch.org/doc/paises/cuba/cuba2001esp.pdf>
2. **López Valdez, Israel.** Scribd. *Fluidos de perforación.* [Consultado el 19 de enero de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.scribd.com/doc/25599222/Fluidos-de-Perforacion>
3. **Área de telecomunicaciones.** Introducción a las telecomunicaciones. *Concepto de tecnologías de la información y las comunicaciones.* [Consultado el 25 de febrero de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.gtic.ssr.upm.es/telefoni/curtic/1tl101.htm>
4. **Introducción a los Sistemas y Herramientas CASE.** *Que es CASE.* [Consultado el 25 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://ceds.nauta.es/informes/case01.htm>
5. **Soluciones Racional.** *Aspectos destacados.* [Consultado el 25 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://www.solucionesracionales.com/xde\\_dev.html](http://www.solucionesracionales.com/xde_dev.html)
6. **Introducción a los Sistemas y Herramientas CASE.** *Presentación.* [Consultado el 25 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://ceds.nauta.es/informes/case02.htm>
7. **Javier Hernanz Zájara.** *Tecnología Mac.* [Consultado el 10 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://personales.ya.com/javierhz/mactec.htm>
8. **La Tecla de Escape.** *Metodologías de desarrollo del software.* [En línea] Enero 25, 2009. [Consultado el 10 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://latecladeescape.com/w0/ingenieria-del-software/metodologias-de-desarrollo-del-software.html>
9. **Oracle.** Herramientas de desarrollo de Oracle. [Consultado el 13 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.oracle.com/global/lad/tools/index.html>
10. **Qué es Oracle.** [Consultado el 13 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://www.iessanvicente.com/colaboraciones/oracle.pdf>

11. **Lo nuevo en el lenguaje y el compilador de C# 2.0.** [Consultado el 14 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/7cz8t42e%28VS.80%29.aspx>
12. **Sergio Orozco.** Del Negocio al Sistema: El Diagrama de Actividad. [Consultado el 16 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: [http://www.milestone.com.mx/articulos/del\\_negocio\\_al\\_sistema\\_el\\_diagrama\\_de\\_actividad.htm](http://www.milestone.com.mx/articulos/del_negocio_al_sistema_el_diagrama_de_actividad.htm)
13. **Real Academia Española.** [Consultado el 18 de marzo de 2010]. Disponible en la Web: <http://buscon.rae.es/drael/>