

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

FACULTAD 6



Oficina Nacional de Recursos Minerales



Módulo Catálogo de Pozos de Petróleo para el Sistema de Gestión de Datos Geológicos

TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS

Autor: Olivia Amargós Reyes

Tutor: Ing. Lisbeth Olinda López Verdecie

Co-tutor: Ing. Joel Macías Roque

La Habana
Junio de 2012
"Año 54 de la Revolución"

Declaración de Autoría

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

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

Olivia Amargós Reyes

Ing. Lisbeth Olinda López Verdecie

Firma del Autor

Firma del Tutor

Datos de contacto:

Datos del Tutor:

Nombre y apellidos: Ing. Lisbeth Olinda López Verdecie.

Correo electrónico: lolopez@uci.cu

Categoría docente: Instructor

Año de graduación: 2008

Profesión: Ingeniera en Ciencias Informáticas.

Breve descripción: Graduada en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Actualmente Jefa del proyecto Sistema de Gestión de Datos Geológicos del Departamento Geoinformática del Centro de Desarrollo “Geoinformática y Señales Digitales” de la facultad 6.

Datos del Co-Tutor:

Nombre y apellidos: Ing. Joel Macías Roque.

Correo electrónico: jmroque@uci.cu

Categoría docente: Adiestrado

Año de graduación: 2010

Profesión: Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Breve descripción: Graduado en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Actualmente Jefe de Desarrollo del proyecto Sistema de Gestión de Datos Geológicos del Departamento Geoinformática del Centro de Desarrollo “Geoinformática y Señales Digitales” de la facultad 6.

Agradecimientos

A todos los que han contribuido, de una forma u otra, a mi formación como profesional, especialmente:

A toda mi familia por el apoyo incondicional y la confianza que han depositado en mí, especialmente a mis padres, por el amor que me han dado en todo momento.

A mi novio, por tener tanta paciencia, ayudarme en lo que he necesitado y darme todo su amor.

A todos mis buenos amigos, por pasar tan agradables y a veces no tan agradables momentos, pero siempre juntos, y por hacerme saber que en cualquier momento puedo contar con ellos, al igual que ellos conmigo.

A mi tutora, por ser un ejemplo para mí y guiarme durante todo este año.

A mi cotutor, por aguantarme cada vez que me ponía malcriada y no lo dejaba trabajar.

A Alberto y Yudiél por aclararme todas las dudas que se me presentaban.

A todas estas personas especiales para mí, quiero darle las gracias por brindarme toda su ayuda, apoyo y comprensión para poder lograr hacer mi sueño realidad.

Dedicatoria

Principalmente, con mucho cariño, a mis padres, Elena y Alberto, por ser las personas que además de darme la vida, me han guiado y ayudado a llegar hasta aquí y que sé que están orgullosos de mí y eso me hace la persona más feliz del mundo.

A aquellos que actuando desde las sombras contribuyeron a sostenerme en todo lo que he logrado.

A mi abuelos, en especial a mi abuela Caridad que me ha malcriado muchísimo, y a mi abuela Marina, que aunque no esté físicamente se que siempre está conmigo.

A mis tíos, principalmente a Niana y Danilo, por ambos quererme tanto y preocuparse tanto por mí.

A Vila, por ayudarme en todo lo que he necesitado.

A mis primos, especialmente a mi prima Melinda que más que prima es mi hermana y siempre ha estado ahí para mí en las buenas y no tan buenas.

A mi novio Yunier y a mis amistades Jennisser, Maureen, Rosemary, Oliannis, Aniuska, Adilennys, Aliosmi, Yosuan, Pedro, Osvaldo, Carlos Luis, en fin, a todas las personas que me han aguantado y apoyado durante estos años.

A todos los presentes.

Con ustedes comparto mi triunfo, ya que a ustedes se los debo.

Resumen

La Oficina Nacional de Recursos Minerales es la entidad encargada de garantizar el aprovechamiento racional de los recursos minerales y el control de la información generada en el sector geólogo-minero. La misma se encuentra dividida por departamentos para cumplir con las funciones que le fueron asignadas. Uno de estos departamentos es el de Dirección de Documentación, el cual tiene entre sus funciones el control de la información referente a los pozos petroleros. En este departamento la mayoría de los procesos se realizan de forma manual dificultando la gestión de la información. Esta investigación consiste en la realización del diseño, implementación y prueba del módulo Catálogo de Pozos de Petróleo para el Sistema de Gestión de Datos Geológicos en su segunda versión, que se desarrolla con el objetivo de proveer una aplicación web para mejorar el control de la información referente a los pozos petroleros descubiertos en el país, contribuyendo a la centralización de la información en la oficina y facilitando las consultas a dicha información debido a que es indispensable en el sector petrolero. La implementación del sistema está basada en un ambiente web, utilizando tecnologías libres.

Palabras claves

Catálogo de Pozos de Petróleo, Dirección de Documentación, Oficina Nacional de Recursos Minerales, Sistema de Gestión de Datos Geológicos.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 ESTRUCTURA DE LA ONRM	9
ILUSTRACIÓN 2 PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	12
ILUSTRACIÓN 3 PROCESO DE CONSULTA DE LA INFORMACIÓN	12
ILUSTRACIÓN 4 TECNOLOGÍAS QUE FORMAN AJAX (29)	22
ILUSTRACIÓN 5 DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL NEGOCIO	28
ILUSTRACIÓN 6 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CUN ENVIAR INFORMACIÓN	30
ILUSTRACIÓN 7 DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL SISTEMA.....	37
ILUSTRACIÓN 8 MODELO DE CLASES QUE GENERA SYMFONY.....	45
ILUSTRACIÓN 9 BIBLIOTECA DE CLASES EXTJS	47
ILUSTRACIÓN 10 DCD SGD G	48
ILUSTRACIÓN 11 DCD GENÉRICO	49
ILUSTRACIÓN 12 DCD CUS GESTIONAR CONSULTANTE	50
ILUSTRACIÓN 13 DIAGRAMA DE CLASES PERSISTENTES.....	51
ILUSTRACIÓN 14 MODELO ENTIDAD-RELACIÓN	52
ILUSTRACIÓN 15 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE	52
ILUSTRACIÓN 16 DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	54
ILUSTRACIÓN 17 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 ACTORES DEL NEGOCIO.....	27
TABLA 2 TRABAJADORES DEL NEGOCIO.....	27
TABLA 3 CUN ENVIAR INFORMACIÓN	28
TABLA 4 ACTORES DEL SISTEMA.....	36
TABLA 5 CUS GESTIONAR CONSULTANTE	37
TABLA 6 ESCENARIOS CUS GESTIONAR CONSULTANTE.....	55
TABLA 7 VARIABLES CUS GESTIONAR CONSULTANTE.....	58
TABLA 8 MD BUSCAR CONSULTANTE.....	58
TABLA 9 MD MODIFICAR CONSULTANTE.....	59
TABLA 10 MD ELIMINAR CONSULTANTE	62
TABLA 11 MD DETALLES CONSULTANTE	62

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL CONTROL DE LA INFORMACIÓN DE LOS POZOS PETROLEROS	6
1.1. INTRODUCCIÓN	6
1.2. CONCEPTOS ASOCIADOS AL DOMINIO DEL PROBLEMA	6
1.3. INICIOS DE LA INFORMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA OFICINA NACIONAL DE RECURSOS MINERALES	8
1.4. EL DEPARTAMENTO DIRECCIÓN DE DOCUMENTACIÓN EN LA ONRM: DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS QUE REALIZA	11
1.5. ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES EXISTENTES.....	13
1.6. CONCLUSIONES	14
CAPÍTULO 2 TECNOLOGÍAS, METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS	15
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	15
2.1.1. Modelo Arquitectónico	15
2.1.2. Estilo Arquitectónico.....	16
2.2. TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	16
2.2.1. Metodología de desarrollo	16
2.2.3. Lenguajes de Programación.....	18
2.2.4. Sistema Gestor de Bases de Datos.....	19
2.2.5. Plataformas, Herramientas de desarrollo y Marco de trabajo	20
2.3. CONCLUSIONES	25
CAPÍTULO 3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	26
3.1. INTRODUCCIÓN	26
3.2. MODELO DEL NEGOCIO	26
3.2.1 Reglas del negocio.....	26
3.2.2. Actores y trabajadores del negocio.....	27
3.2.3. Diagrama de casos de uso del negocio	28
3.2.3. Descripción textual de los casos de uso del negocio (CUN)	28
3.2.4 Modelo de objetos	31
3.3. REQUISITOS FUNCIONALES	32
3.4. REQUISITOS NO FUNCIONALES	33
3.5. MODELO DEL SISTEMA.....	36
3.5.1. Descripción de los actores.....	36
3.5.2. Diagrama de casos de uso del sistema	37
Descripción textual de los casos de uso del sistema	37
3.6. CONCLUSIONES	42
CAPÍTULO 4 CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	43
4.1. INTRODUCCIÓN	43
4.2. MODELO DE DISEÑO.....	43
4.2.1. Descripción general del funcionamiento de Symfony y ExtJs	44
4.2.2. Diagrama de Clases del Diseño (DCD)	47
4.3. MODELO DE DATOS.....	50

4.4. MODELO DE DESPLIEGUE	52
4.5. MODELO DE IMPLEMENTACIÓN	53
4.6. PRUEBAS DE LA SOLUCIÓN.....	54
4.6.1. Diseño de las pruebas al Sistema	55
4.7. CONCLUSIONES	63
5. CONCLUSIONES	64
6. RECOMENDACIONES	65
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
8. BIBLIOGRAFÍA	69

INTRODUCCIÓN

La utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (en lo adelante TIC) ha tenido un importante papel en las actividades que se realizan normalmente en la vida cotidiana. Estas han provocado un cambio positivo en la sociedad con su utilización en las diferentes esferas, porque brindan una mayor calidad y resultados más rápidos en los procesos realizados. Una de las principales tendencias en el mundo es la informatización de todas esas esferas, ya sea en la medicina, las comunicaciones, la educación, entre otras. Específicamente en las ramas de la geología y la minería la utilización de las TIC ha constituido un resultado relevante debido a la importancia de la información que se genera en ellas.

En Cuba se ha incrementado considerablemente el ritmo de extracción y utilización de la materia prima mineral con el transcurso de los años. Por este motivo los trabajos de búsqueda, exploración y evaluación geológica-económica de yacimientos minerales útiles, específicamente las actividades relacionadas con la explotación y extracción de petróleo, representan una de las actividades más importantes para las empresas geo-mineras, que desarrollan estas labores a lo largo y ancho de la isla, lo que genera gran cantidad de información. Es indispensable que toda esa información sea gestionada correctamente, debido a que se debe dar una respuesta rápida y actualizada a las organizaciones y entidades que necesitan de esta información para la toma de decisiones y el desarrollo científico y económico de la sociedad cubana en el sector petrolero.

El petróleo es un líquido natural oleaginoso e inflamable, constituido por una mezcla de hidrocarburos, que se extrae de lechos geológicos continentales o marítimos (1). Gracias a los conocimientos generados por la química, se pueden obtener del petróleo numerosos y variados elementos como: los gases ligeros usados principalmente en los hogares para cocinar, los aceites lubricantes, las esencias especiales, brea y alquitrán para la pavimentación de las carreteras y, todo tipo de combustibles, que son usados a diario y que han revolucionado al mundo moderno.

El órgano encargado de garantizar el uso racional de los recursos minerales existentes en el país, y lograr con eficiencia y responsabilidad el control sobre la minería, geología y el petróleo en Cuba es la **Oficina Nacional de Recursos Minerales** (en lo adelante ONRM). El Departamento Dirección de Documentación, es el encargado, en la ONRM, de la conservación y la consulta de la información de los pozos petroleros descubiertos en el país. Es de vital importancia la adecuada gestión de dicha información debido a que actualmente casi todas las actividades económicas se sustentan en el petróleo como fuente de energía. Este tiene diversas aplicaciones en el campo energético como

materia prima para el desarrollo de diferentes productos, lo que sin duda alguna conlleva a que represente un tesoro para el mundo.

En dicho departamento los procesos son realizados manualmente o con herramientas informáticas que no brindan toda la potencialidad requerida, pues no se garantiza la integridad de la información y al no relacionarse con los demás sistemas que se encuentran dentro de la oficina, existen problemas de duplicidad de la misma. Estas aplicaciones no cuentan con opciones de búsqueda predefinidas ni incluyen reportes importantes, debido a ello se dificulta el trabajo realizado por el especialista haciendo posible la entrega de datos incorrectos al cliente, influyendo esto negativamente en el prestigio de la entidad. Además no se cuenta con una interfaz funcional para el especialista capaz de facilitar el trabajo que éste realiza. Entre las herramientas utilizadas se encuentran el Sistema Gestor de Base de Datos Microsoft Access u otras del paquete de Office, no siendo esto muy eficiente debido a la gran cantidad de información que es manejada, trayendo consigo que la misma pueda estar en cierta medida desorganizada y/o mal controlada. También, una parte de los datos con los que se trabajan no están en formato digital, por lo que pudieran extraviarse y/o deteriorarse fácilmente los fondos documentales del archivo técnico debido a la manipulación constante a la que son sometidos. Por otro lado las consultas a la información resultan un proceso bastante tedioso y engorroso, y, tanto en la oficina como en el departamento existe información redundante por la falta de centralización de la misma.

A partir de la problemática existente se define como **problema a resolver**: ¿Cómo mejorar el control de la información referente a los pozos petroleros en la ONRM?

Como consecuencia se determina que el **objeto de estudio** son los procesos de control de la información referente a los pozos petroleros.

Atendiendo a la situación problemática descrita, al problema planteado, así como al objeto de estudio y teniendo en cuenta que en la oficina se ha instaurado un sistema, conceptualizado bajo el nombre de Sistema de Gestión de Datos Geológicos (en lo adelante SGD), que ha logrado integrar en una plataforma estandarizada las informaciones que se gestionan en algunos de los departamentos y ha garantizado, en cierta medida, la protección de los datos y la eliminación de información redundante, la presente tesis se estructura y desarrolla en función del siguiente **objetivo general**: Desarrollar el Módulo Catálogo de Pozos para el SGD que permita el control de la información referente a los pozos petroleros en la ONRM.

Determinándose el **campo de acción** como: la informatización de los procesos referentes al control de

la información de los pozos petroleros en la ONRM.

Por lo que se propone como **idea a defender**: El desarrollo del módulo Catálogo de Pozos de Petróleo que forma parte del SGD, garantizará una mejora en el control de la información referente a los pozos petroleros en la ONRM.

Para el cumplimiento del objetivo general se realizarán las siguientes **tareas**:

- Caracterización de las tendencias actuales del tema a nivel internacional y nacional.
- Descripción de la Arquitectura del sistema.
- Caracterización de la metodología de desarrollo de software, herramientas y tecnologías en las que se apoya la solución, justificando su selección.
- Elaboración de la documentación técnica ingenieril correspondiente al diseño e implementación del módulo Catálogo de Pozos de Petróleo.
- Implementación del módulo.
- Ejecución de pruebas al módulo.

Una vez realizadas las tareas de investigación se esperan los siguientes **resultados**:

- La documentación técnica ingenieril correspondiente al diseño e implementación del Módulo Catálogo de Pozos de Petróleo que forma parte del Sistema de Gestión de Datos Geológicos.
- La ONRM contará con un sistema que permita el control de las informaciones de los pozos petroleros descubiertos en el país, lo que conlleva a una serie de ventajas como:
 - Mayor satisfacción de los trabajadores y clientes de la ONRM.
 - Organización y centralización de la información que se genera y gestiona en la ONRM, teniendo en cuenta la confidencialidad, integridad y disponibilidad que la misma debe tener.

A lo largo del desarrollo de la investigación se utilizan un conjunto de **métodos científicos** como son:

- Los **métodos teóricos**:

- **Analítico-Sintético:** Se utiliza en el estudio de las bibliografías para realizar la fundamentación teórica de la investigación y sintetizar los conceptos fundamentales que sean necesarios para la solución del problema.
- **Análisis Histórico-Lógico:** Se utiliza en el análisis de los procesos de gestión de la información petrolera y los servicios geológicos existentes en el mundo y en el país.
- **Modelación:** Se emplea para representar los procesos de gestión de la información de los pozos petroleros facilitando un mejor entendimiento de la solución a implementar.

- Los **métodos empíricos**:

- **Observación:** Es bastante efectivo para entender el trabajo que se realiza en la organización y cómo debe funcionar el sistema.

Como técnica se utiliza la observación no participante o externa, donde se propone observar desde afuera los procesos que tienen lugar en la empresa, sin intervenir en su curso (2).

- **Entrevista:** Se emplea en la fase inicial para el entendimiento del negocio y levantamiento de requisitos. Se realizan una serie de preguntas al Especialista del Departamento Dirección de Documentación para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos a satisfacer con este método.

La población seleccionada para la realización de las entrevistas son los especialistas del Departamento Dirección de Documentación de la ONRM. El tamaño de la muestra es uno y la unidad de estudio es el especialista del departamento, pues es el encargado de realizar los procesos que se llevan a cabo en el mismo. La técnica de muestreo que se utiliza es, dentro de los no probabilísticos, el muestreo intencional, el cual permite seleccionar de una población los elementos más representativos. La primera entrevista realizada al especialista se puede observar en el [Anexo 1](#).

El presente trabajo se encuentra dividido en 4 capítulos:

Capítulo 1: Fundamentación teórica del control de la información de los pozos petroleros. En este capítulo se aborda lo referido a los fundamentos teóricos de esta investigación.

Capítulo 2: Tecnologías, metodología y herramientas. En este capítulo se describe la arquitectura propuesta para el sistema a desarrollar, principales tecnologías existentes que se emplean para llegar a la solución, así como la descripción de las características del marco de trabajo, las principales herramientas y la metodología de desarrollo de software que se utiliza.

Capítulo 3: Características del Sistema. En este capítulo se refleja todo lo relacionado con los procesos del negocio, especificando los actores, trabajadores, casos de uso, descripciones y diagramas correspondientes, así como los requisitos propios del sistema, tanto funcionales como no funcionales, especificando también sus actores y casos de uso con sus respectivas descripciones.

Capítulo 4: Implementación y Pruebas de la solución propuesta. Se desarrollan los artefactos del Diseño e Implementación, dígase modelo de datos, despliegue e implementación. Para finalizar en el capítulo se realizan las pruebas pertinentes al software.

CAPÍTULO 1: Fundamentación teórica del control de la información de los pozos petroleros.

1.1. Introducción

En este capítulo se enuncian los conceptos relacionados con el proceso petrolero que se lleva a cabo en la ONRM. Se aborda sobre los primeros pasos en la informatización de los procesos de gestión de la información minera y petrolera de Cuba en dicha entidad. Se exponen las principales funciones que se realizan en la oficina, y específicamente, en el departamento Dirección de Documentación, así como la descripción de los procesos que allí se realizan y el análisis de las soluciones existentes tanto a nivel nacional como internacional.

1.2. Conceptos asociados al dominio del problema

Las **entidades geológicas** son el conjunto de instituciones autorizadas para la generación, administración y uso fundamental del conocimiento geológico (3). La entidad rectora nacional para garantizar la racional explotación y utilización de los recursos minerales e implementar el marco jurídico para el desarrollo y control de la geología, la minería y el petróleo es la **Oficina Nacional de Recursos Minerales**. Dentro de ella existen varios departamentos, específicamente en el Departamento Dirección de Documentación se encuentra toda la información petrolera del país en un **Archivo** que es el local en el que se custodian documentos públicos o particulares (4). Las informaciones que se almacenan en ese archivo técnico son las relacionadas con los **pozos petroleros** descubiertos a lo largo de Cuba.

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española define a un **pozo** como una perforación que se hace en la tierra para buscar una vena de agua y al **petróleo** como un líquido natural oleaginoso e inflamable, constituido por una mezcla de hidrocarburos, que se extrae de lechos geológicos continentales o marítimos (1).

A partir de las definiciones dadas anteriormente se puede definir un **pozo petrolero** como un túnel de posición vertical que se perfora en la tierra, hasta una determinada profundidad, para conseguir una mezcla consistente predominantemente de hidrocarburos.

En Cuba se realizan varios tipos de trabajos encaminados a la exploración y extracción de petróleo como son:

Trabajos de exploración: Son los trabajos que se realizan en la etapa o período de exploración y que consisten en el estudio de las características generales de la estructura geológica, mediante la ejecución de levantamientos geológicos de superficie, levantamientos aerofotogramétricos y

topográficos, investigaciones gravimétricas y magnetométricas, trabajos sísmicos, estudios geoquímicos, perforación de pozos exploratorios y de evaluación y cualquier otro trabajo tendente a determinar las posibilidades petrolíferas de la zona.

Trabajos de desarrollo: Son los trabajos que se realizan en la etapa o período de desarrollo del yacimiento, posterior a los trabajos de exploración, y que consisten en la perforación de pozos de desarrollo, en el acondicionamiento del yacimiento para su explotación y en general toda actividad en la superficie y en el subsuelo dedicada a asegurar la posterior explotación del yacimiento, que incluye la extracción, recolección, separación, almacenamiento y transportación primaria del petróleo y el gas.

Trabajos de explotación: Son aquellos que se realizan durante la etapa o fase de explotación del yacimiento, posterior a la fase de desarrollo y que incluyen la extracción, la recuperación primaria del petróleo y el gas del subsuelo con la energía natural y propia del yacimiento y la recuperación mejorada que implica la inyección de energía adicional en el yacimiento, o cualquier otra medida de estimulación para incrementar los niveles de extracción y aumentar el coeficiente de recuperación de las reservas.

Cuando se almacena información acerca de los pozos petroleros se tienen en cuenta algunos datos que se explican a continuación:

Entidad Generadora: Entidad estatal cubana o extranjera responsabilizada con determinada actividad o actividades en la rama petrolera.

Yacimiento: Sitio donde se halla naturalmente una roca, un mineral o un fósil (1). Los yacimientos geológicos son formaciones que presentan una concentración de materiales geológicos inusualmente elevada en comparación al resto de la corteza terrestre.

Bloque donde se encuentra ubicado el pozo: Área que se licita o negocia para que una empresa opere en la misma en cualquier etapa del proceso exploratorio o de producción de petróleo y gas. Esta área está limitada por coordenadas preestablecidas. Desde la década de los 90 del siglo XX la exploración-producción de petróleo y gas en Cuba se realiza mediante la licitación de bloques.

Compañía operadora: Este término está relacionado con la compañía que opera en un bloque, realizando trabajos geológicos de campo exploratorios, geoquímica, geofísica o la propia perforación de un pozo.

Profundidad: Es la distancia desde la boca hasta el fondo del pozo por la proyección del eje en la vertical.

Cono de proyección: Está relacionado con la ubicación de los pozos en coordenadas. En Cuba existen dos conos de proyección: Cuba Norte y Cuba Sur, lo que es importante para la parte norte de la provincia de Camagüey y las provincias orientales donde se solapan estos dos sistemas y existen puntos geográficos con dos coordenadas diferentes: una por Cuba norte y otra por Cuba Sur.

Perforación: Acción y efecto de perforar (1). La máquina que se utiliza para perforar se conoce como perforadora. La única manera de saber realmente si hay petróleo en el sitio donde la investigación geológica propone que se podría localizar un depósito de hidrocarburos, es mediante la perforación de un pozo.

1.3. Inicios de la informatización de los procesos de la Oficina Nacional de Recursos Minerales

Cuba es una fuente muy rica en recursos minerales, por lo que, con el cursar del tiempo, se ha ido almacenando gran cantidad de información referente a este tema. Una de las esferas en la que se ha venido incursionando desde hace algunos años es la petrolera y, por supuesto, esto ha traído consigo la recopilación de gran cantidad de información que necesita ser gestionada y controlada de la mejor forma posible.

Antes del triunfo de la Revolución todo el proceso de captura de la información petrolera era realizado por separado entre empresas mineras y petroleras, pues cada una se encargaba de elaborar sus propios informes. Es después del triunfo de la Revolución, en el año 1962, que se crea la ONRM, entidad encargada de garantizar el aprovechamiento racional de los recursos minerales del país, así como la implementación del marco jurídico para el desarrollo y control de la geología, minería y el petróleo en Cuba (5). La visión de la empresa es la de ejercer con eficiencia, experiencia y responsabilidad el control estatal sobre las actividades de la geología, minería y petróleo.

La Oficina contiene un archivo técnico, que está compuesto por toda la información generada hasta el día de hoy. Dicha información tiene, en las áreas geólogo-mineras y petroleras, un importante valor. Además provee un conjunto de servicios encaminados a brindarle esta información a empresas tanto extranjeras como nacionales para la toma de decisiones en el sector minero y petrolero.

La Empresa está estructurada por direcciones y grupos, como se muestran en el organigrama presentado en la Ilustración 1:

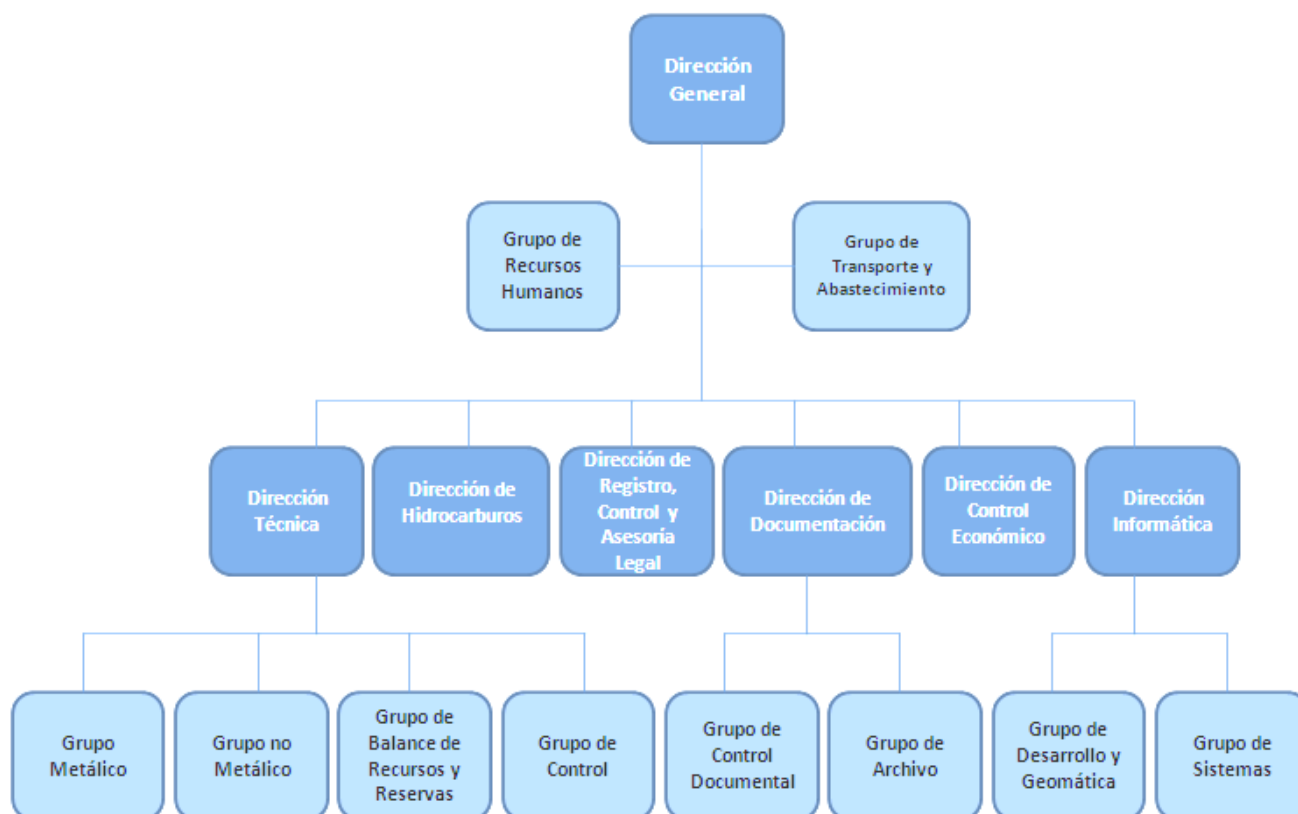


Ilustración 1 Estructura de la ONRM

Entre las funciones realizadas por la ONRM se encuentran:

- Fiscalizar y controlar la actividad minera y el uso racional de los recursos minerales, según lo dispuesto en la legislación vigente.
- Fiscalizar y controlar las actividades de exploración-producción de hidrocarburos líquidos y gaseosos, según las disposiciones legales vigentes.
- Asesorar al Ministerio de la Industria Básica y demás organismos de la administración central del estado sobre las actividades mineras de exploración-producción de hidrocarburos, sin perjuicio de sus debidas competencias.
- Responder por el registro minero y el registro petrolero y mantener actualizadas las anotaciones sobre las concesiones mineras, áreas mineras reservadas, los contratos de exploración-producción de petróleo, yacimientos, manifestaciones minerales y de hidrocarburos, áreas en investigación y minas y pozos de hidrocarburos en explotación o abandonados.

- Ejercer la inspección estatal sobre las personas naturales y jurídicas que ejecuten actividades mineras y de exploración-producción de hidrocarburos, en el territorio nacional o en la zona económica exclusiva, para controlar y comprobar el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes que rigen estas actividades.
- Aprobar los cálculos de reservas minerales sólidos, líquidos y gaseosos; registrar y mantener actualizado el inventario de dichas reservas; así como certificar el grado de aprobación de las mismas para su asimilación industrial u otros fines.
- Ser el depositario de la información geológica, minera y petrolera de la nación; recibir, organizar y conservar la información, así como brindar servicios de información técnica (6).

A finales de los noventa la ONRM enfrentó la informatización de su gestión mediante el empleo de herramientas de la ofimática, la adquisición y asimilación de sistemas de información geográfica (SIG), los sistemas de minería y de geoestadística (7). A partir de aquí se comienza a tener una aproximación a la informatización de los procesos de la empresa. Lo alcanzado hasta ese momento no impactaba aún la gestión del alto índice de conocimiento geológico de Cuba y su disposición a entidades y organismos a la velocidad que exige la toma de decisiones en el siglo XXI. En septiembre de 2006 a instancias de la ONRM, la Ministra de la Industria Básica, que en aquel momento era Yadira García, solicitó al Consejo de Estado que autorizara a la Universidad de las Ciencias Informáticas (en lo adelante UCI) para que incluyera en sus proyectos la informatización de la ONRM, lo cual recibió respuesta positiva y se inicia el Programa Nacional de Informatización del Conocimiento Geológico (PNICG), con la participación de la UCI en el desarrollo de las herramientas informáticas (7). El objetivo principal de ese programa era comenzar la informatización en el sector geólogo-minero.

Con el fin de cumplir los objetivos del PNICG, la ONRM y la UCI, trazan acuerdos para el desarrollo de aplicaciones con la calidad y eficiencia requerida, que permitan el almacenamiento y la gestión del conocimiento geológico. Para lograr dichos acuerdos se crea en la UCI, en el Centro de Desarrollo Geoinformática y Señales Digitales (en lo adelante GEySED), dentro del Departamento Geoinformática, el proyecto **Sistema de Gestión de Datos Geológicos**, con el propósito de lograr la realización de un sistema de gestión web que permita administrar la información que se genera en el sector geólogo-minero.

Dada la gran envergadura del proyecto se dividió en ocho módulos (Inventario Nacional de Aguas Minerales, Inventario Nacional de Minerales Sólidos, Inventario Nacional de Petróleo y Gas, Búsqueda Referativa, Registro Minero, Registro Petrolero, Metadatos y Nomencladores) que fueron los que

lograron informatizar la mayoría de los procesos que se realizan en la entidad, como son el registro y almacenamiento de la información referente a la actividad minera, así como su consulta. La primera versión del SGDГ fue creada e instaurada en la ONRM, lográndose la informatización de la mayoría de las áreas y una indiscutible mejora en la realización de los procesos que se llevan a cabo. Actualmente se quiere lograr una mayor eficiencia en los procesos realizados, con la informatización de las áreas restantes y la mejora de las ya automatizadas. Entre los departamentos que no han atravesado este importante proceso se encuentra la Dirección de Documentación.

1.4. El departamento Dirección de Documentación en la ONRM: descripción de los principales procesos que realiza

El Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, de conformidad con la disposición final séptima del Decreto-Ley No 147, de la reorganización de los organismos de la administración central del Estado, de 21 de abril de 1994, adoptó, con fecha de 17 de abril del 2001, por acuerdo, las funciones y atribuciones específicas de la ONRM, dichas funciones fueron enumeradas en el epígrafe anterior, específicamente las del departamento Dirección de Documentación son:

- Ser el depositario de la información petrolera de la nación, recibir, organizar y conservar la información, así como brindar servicios de información técnica.
- Procesar y generalizar la información especializada conservada en su archivo técnico.

En el departamento se llevan a cabo dos procesos principales:

- La recepción y el análisis de la información recibida: Es importante destacar que antes de que los documentos o informes de pozos lleguen al departamento ya han sido revisados y aprobados por los Especialistas de la Dirección de Hidrocarburos. Una vez que se reciben los informes se revisan para comprobar que la información está completa y correcta. Si está todo en orden, el Especialista del Departamento analiza los datos referativos que son relevantes y procede a introducirlos en la base de datos Pozos de Petróleo de la República de Cuba, realizada en Microsoft Access, que es donde se almacena toda esta información. Luego procede a archivar los documentos en el Archivo Técnico. Si por el contrario los documentos no estuvieran correctos son devueltos a la Dirección de Hidrocarburos para que los errores detectados sean corregidos.

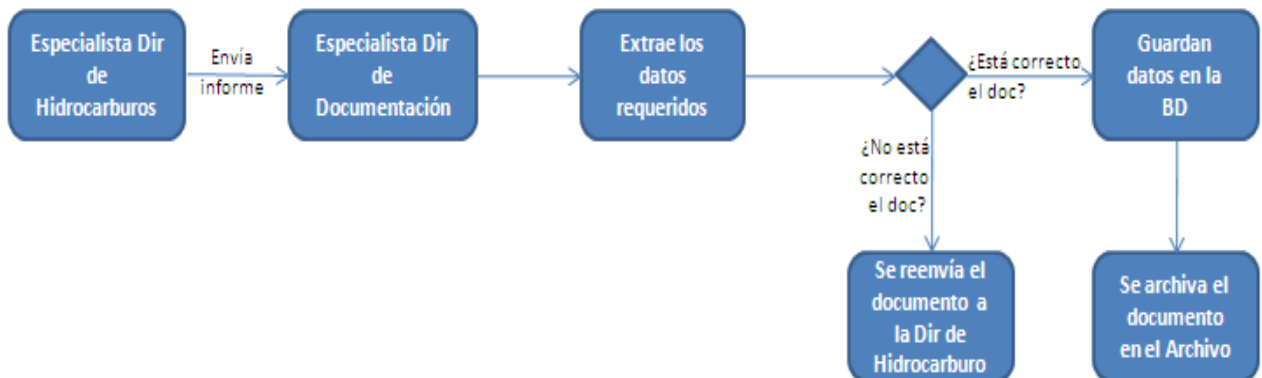


Ilustración 2 Proceso de Almacenamiento de la Información

- La consulta de la información almacenada: Dicho proceso inicia cuando la persona o entidad interesada en cierta información se dirige al Departamento Dirección de Documentación de la Empresa y solicita al Especialista la información que desea consultar. El Especialista ejecuta una búsqueda en la base de datos existente y brinda los principales datos. Si la persona o entidad necesitan más información que la brindada, debe solicitar un permiso de autorización para poder ver el documento, y luego se procede a ejecutar una búsqueda manual por todo el archivo técnico para poder entregarle el documento al cliente. Si el cliente desea pedir prestado el documento por un tiempo determinado tiene que realizar una solicitud de préstamos externos e internos y el Especialista procede a registrar en un documento el préstamo realizado.

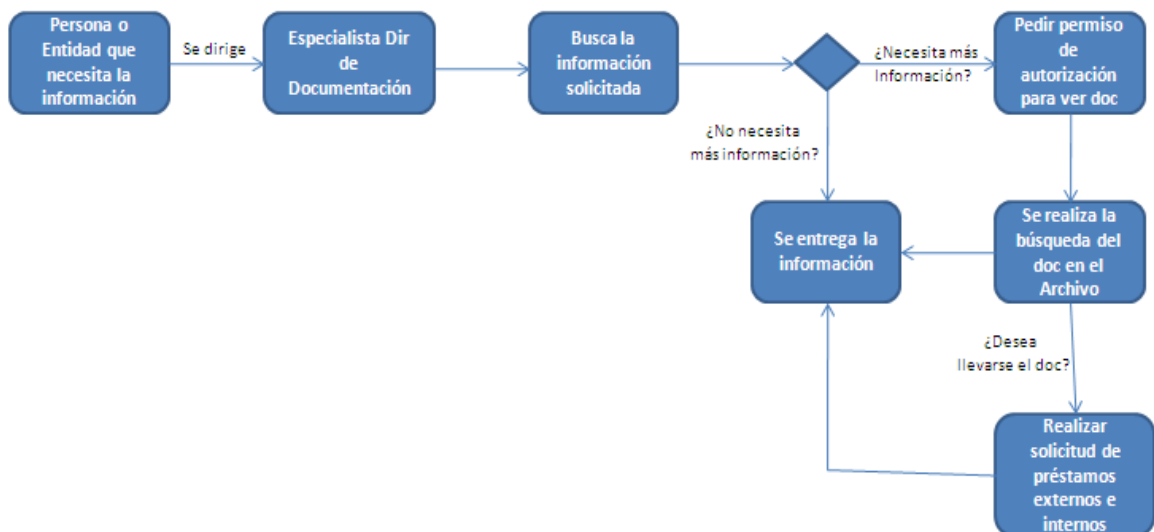


Ilustración 3 Proceso de Consulta de la Información

Un problema muy importante que se debe tener en cuenta es el inevitable y gradual deterioro de la información con el transcurso de los años, dado que una parte de la misma se encuentra almacenada en formato duro. La base de datos utilizada en el Departamento no le facilita el trabajo de búsqueda de información al Especialista, el diseño de la misma no valida la inserción de los datos, entre otros aspectos esenciales. Además no se utiliza en el departamento el SGD, lo que acarrea información redundante en la ONRM, pues existen otros departamentos que dependen de la información generada en este departamento y como esta no se encuentra centralizada, la duplican.

Se evidencia que el sistema utilizado en el Departamento Dirección de Documentación es poco eficiente, pues no gestiona adecuadamente la información, dificultando el trabajo realizado por los trabajadores de la entidad. En la actualidad se refleja la necesidad de mantener los datos de esta área organizados y que se permita la consulta y gestión en línea de los mismos. Por lo planteado con anterioridad se puede deducir la necesidad de desarrollar un sistema que controle la información referente a los pozos petroleros en la ONRM, por lo que el principal objetivo de esta investigación es el desarrollo del Módulo Catálogo de Pozos de Petróleo para la segunda versión del SGD.

1.5. Análisis de las soluciones existentes

Para la argumentación de este epígrafe se investigó acerca de los sistemas informáticos existentes a nivel internacional y nacional que se encargan de la gestión de la información de pozos petroleros. En el mundo existen varias aplicaciones que gestionan ese tipo de información. Algunas de estas son:

- Sistema Integral de Control de Servicios en Pozos Petroleros de Teledrift Argentina SA: El objetivo de este sistema es registrar y controlar los servicios de medición que presta la empresa en áreas de explotación petrolífera. El ambiente comprende desde la reparación de una herramienta utilizada en un pozo hasta el registro de facturación de los servicios, contemplando la gestión de horas del personal para su posterior liquidación (8).
- Software de Gestión Petrolera realizado por la Empresa de Soluciones de Negocio Royal Systems: Contiene tres módulos principales como son el de gestión de la producción de Pozos Petroleros, el pago de participaciones y regalías y la administración de contratos petroleros (9).
- eXimoDrill es un producto para la Industria del Petróleo y Gas lanzado al mercado por eXimo (Consultora en Sistemas): Este software permite llevar la gestión integral de una empresa de la industria del Petróleo y Gas, se encuentra actualmente siendo ampliado para abarcar más áreas dentro de la compleja gestión del negocio de empresas perforadoras (10).

- Software bajo tecnología web para el ingreso, control y respaldo de cabezales de registros de pozos petroleros en Venezuela: Fue realizado como un trabajo de diploma en la Universidad Alonso de Ojeda en la Facultad de Ingeniería en la Escuela de Computación (11).

Estos sistemas son a la medida, y su reusabilidad está limitada por las especificidades propias de la ley de cada territorio. Se puede decir que es poco factible adquirir un sistema ya desarrollado para otro esquema que habría que personalizar totalmente a las características de la ONRM.

Si se analiza en Cuba, en la ONRM, existe una aplicación que resuelve parte del trabajo que se realiza en el Departamento Dirección de Documentación. Se trata de una base de datos realizada en Microsoft Access, nombrada Pozos de Petróleo de la República de Cuba, donde se almacena información relevante. Esta base de datos contiene algunas consultas predefinidas para apoyar el trabajo de búsqueda de información por parte del Especialista del Departamento, pero no brinda otras opciones necesarias a la hora de realizar las búsquedas, no muestra reportes requeridos, ni manipula de forma segura los datos pues no son validados, además no existe una interfaz que tenga una óptica agradable y no se integra con los demás sistemas que existen dentro de la oficina, provocando que la información se encuentre repetida. Aún con la utilización de esta base de datos existen procesos que se ejecutan manualmente, lo que la hace muy poco eficiente, ya que se necesita de una aplicación que permita realizar consultas en línea y sea más sencillo y cómodo el almacenamiento y la búsqueda de los datos.

Dada la importancia que tiene toda la información que se almacena y se controla en el departamento y la no existencia de algún sistema que sea capaz de gestionar dicha información, y debido a que el SGDGD es una aplicación web, se decide diseñar un sistema web, que se integre a la segunda versión del SGDGD, para la consulta y gestión de la información referente a los pozos petroleros descubiertos en el país.

1.6. Conclusiones

Para el desarrollo del capítulo fue necesaria la indagación de gran cantidad de información acerca del sector geólogo-minero en el país, específicamente, sobre el proceso petrolero y la ONRM como entidad rectora del sector en Cuba, lo que ha aportado una serie de conocimientos esenciales para la evolución de esta investigación. Luego de analizar la situación de la empresa se observó que no existe un mecanismo eficiente de gestión de la información petrolera, y unido a la imposibilidad de utilizar las soluciones existentes analizadas, a la existencia del SGDGD en la ONRM y la necesidad de integración con el mismo, trae consigo la necesidad del desarrollo de una aplicación web que solucione los problemas encontrados.

CAPÍTULO 2 Tecnologías, metodologías y herramientas

En este capítulo se caracterizan las herramientas, la metodología a utilizar para el proceso de desarrollo del software, así como las tecnologías utilizadas para desarrollar la aplicación informática, a partir de la arquitectura propuesta para el SGD en su segunda versión.

2.1. Descripción de la Arquitectura del Sistema

Es válido aclarar que la solución que se propone será integrada al Sistema de Gestión de Datos Geológicos versión 2.0, y, por tanto debe seguir la arquitectura que este propone, de la cual se especifican primeramente algunos elementos que son necesarios conocer para poder describir luego las tecnologías, herramientas y metodologías seleccionadas para la realización del mismo.

2.1.1. Modelo Arquitectónico

El Modelo Arquitectónico que se utilizará para el despliegue del sistema es **Cliente-Servidor**: Este modelo es utilizado para el desarrollo de sistemas de información en el que las transacciones se dividen en procesos independientes que cooperan entre sí para intercambiar información, servicios o recursos. Se denomina cliente al proceso que inicia el diálogo o solicita los recursos y servidor al proceso que responde a las solicitudes. La utilización de este modelo trae consigo menores costes de operación (12).

En la ONRM se necesita la utilización de este modelo debido a que los especialistas trabajan con información común y es conveniente que dicha información no se encuentre repetida en todos los departamentos. Se utiliza un servidor en el cual se almacenan y gestionan todos esos datos, los que son consultados por las estaciones de trabajo de los departamentos.

Características:

- El servidor presenta a todos sus clientes una interfaz única.
- El cliente no necesita conocer la lógica del servidor, sólo su interfaz externa y no depende de la ubicación física del servidor, ni de sus características específicas.
- Los cambios en el servidor implican pocos o ningún cambio en el cliente.

2.1.2. Estilo Arquitectónico

Modelo Vista Controlador:

Este patrón es utilizado para establecer la estructura lógica de la aplicación. Se encarga de separar el modelado del dominio, la presentación y las acciones basadas en datos ingresados por el usuario en tres clases diferentes:

- El **Modelo** que es el encargado de administrar el comportamiento y los datos del dominio de aplicación.
- La **Vista** que maneja la visualización de la información.
- El **Controlador** que interpreta las acciones del ratón y el teclado, informando al modelo y/o a la vista para que cambien según resulte apropiado.

La utilización del MVC¹ brinda un conjunto de ventajas, tales como:

- El soporte de vistas múltiples dado que la vista se halla separada del modelo y no hay dependencia directa del modelo con respecto a la vista.
- La adaptación al cambio dado que el modelo no depende de las vistas, por lo que agregar nuevas opciones de presentación generalmente no afecta al modelo (13).

2.2. Tecnologías a utilizar

Las tecnologías que se utilizan para el desarrollo del módulo en cuestión son las especificadas y explicadas en este epígrafe.

2.2.1. Metodología de desarrollo

Las metodologías de desarrollo del software son una combinación de modelos convencionales utilizadas para que el proyecto final tenga la calidad requerida, que se ajuste al tiempo planificado para su construcción y que utilice los menores recursos posibles.

Metodología de software pesada RUP²

Es una infraestructura flexible de desarrollo de software que proporciona prácticas recomendadas probadas y una arquitectura configurable, un Proceso Práctico que mantiene al equipo enfocado en producir incrementalmente software operativo a tiempo, con las características y calidad requeridas (14).

¹ Modelo Vista Controlador (*Model View Controller*)

² Proceso Unificado de Rational (*Rational Unified Process*)

En la mayoría de los casos en el momento de su implantación se considera un proceso demasiado costoso por la cantidad de actividades y entregables que se definen en ella, lo que conlleva a que sea un proceso configurable. RUP es un intento encaminado a reunir los mejores rasgos y características de modelos de procesos de software, presenta tres características de gran importancia:

- 1- *Guiado por los casos de uso* pues reconoce la importancia de la comunicación con el cliente y los métodos encaminados a describir el punto de vista del cliente con respecto a un sistema.
- 2- *Centrado en la Arquitectura* pues ayuda al arquitecto a enfocarse en las metas correctas, como el entendimiento, el ajuste a los cambios futuros y la reutilización.
- 3- *Iterativo e incremental* pues sugiere un flujo de proceso iterativo e incremental y proporciona el sentido evolutivo esencial en el desarrollo del software moderno (15).

RUP es un modelo que identifica cuatro fases diferentes en el proceso del software (inicio, elaboración, construcción y transición), dentro de estas fases se llevan a cabo un conjunto de actividades que se denominan flujos de trabajo. Existen seis principales flujos de trabajo identificados en el proceso y tres flujos de trabajo de soporte.

El proyecto SGDG, es un proyecto extenso y de una gran envergadura por lo que se necesita del uso de este tipo de metodología, ya que está guiada por una fuerte planificación durante todo el proceso de desarrollo, además ha demostrado ser efectiva en proyectos de gran tamaño respecto a tiempo y recursos. Se seleccionó esta metodología porque reúne elementos de todos los modelos de procesos genéricos, toma en cuenta las mejores prácticas en el modelo de desarrollo de software y su objetivo es producir software de alta calidad (16).

2.2.2. Lenguaje de Modelado

Es importante seleccionar, además de la metodología de software a utilizar para el desarrollo del software, algún elemento que permita describir el aspecto y la conducta del producto, estos elementos se denominan lenguajes de modelado.

UML³ es un lenguaje para construir modelos. Es uno de los lenguajes de modelado de gran utilidad para el desarrollo, pues permite visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema. Su objetivo es lograr una aplicación de software robusta, flexible y escalable (17). La versión que se utilizará en esta investigación es la 2.1.

³ Lenguaje Unificado de Modelado (*Unified Model Language*)

En cada fase del proceso de desarrollo del software se crean un conjunto de artefactos que constituyen una entrada fundamental a las fases que le suceden. Es utilizado UML en la realización del módulo pues la metodología RUP se basa en ese lenguaje de modelado para la creación de sus artefactos. Los modelos creados sirven como documentación técnica del módulo para obtener un entendimiento del mismo.

2.2.3. Lenguajes de Programación

Un lenguaje de programación está conformado por una serie de reglas sintácticas y semánticas que son utilizadas por el programador a través de las cuales se creará un programa o subprograma. Todas estas instrucciones escritas por el desarrollador y que forman dicho programa es a lo que se denomina código fuente (18).

Los lenguajes de programación web se pueden clasificar en lenguajes del lado del cliente y del lado del servidor. La diferencia básica entre estos dos es, que el lenguaje del lado del cliente se ejecuta en su mismo navegador web, y en cambio, el lenguaje del lado del servidor, ejecuta las aplicaciones en el servidor sin tener en cuenta el navegador web del cliente.

HTML⁴ 5

Es un lenguaje usado para escribir y publicar documentos en la *World Wide Web*. De manera informal es el lenguaje con el que se escriben las páginas web en Internet (19). HTML más que un lenguaje se ha convertido en un estándar aceptado en todo el mundo por lo que una página HTML se puede visualizar en el navegador de cualquier Sistema Operativo, sus normas las define el *World Wide Web Consortium* (en lo adelante W3C).

JavaScript

Es un lenguaje de programación interpretado, por lo que no es necesario compilar los programas para ejecutarlos. En otras palabras, los programas escritos con JavaScript se pueden probar directamente en cualquier navegador sin necesidad de procesos intermedios. Se utiliza principalmente para crear páginas web dinámicas (20). Contiene una implementación del DOM⁵ lo que le facilita la interacción con los objetos en las páginas web.

El código JavaScript se ejecuta en el cliente por lo que no se le hacen solicitudes innecesarias al

⁴ Lenguaje de Marcado de Hipertexto (*Hypertext Markup Language*)

⁵ Modelo de Objetos del Documento (*Document Object Model*)

servidor. Además es conveniente el uso de JavaScript para la validación de los datos de los formularios del lado del cliente, y para la creación de interfaces de usuarios más complejas e interactivas.

CSS⁶

Las Hojas de Estilo en Cascada son un mecanismo simple que describe cómo se va a mostrar un documento en la pantalla. Se utilizan para dar estilo a documentos HTML o XML⁷ (y por extensión en XHTML⁸), separando el contenido de la presentación. Los estilos definen la forma de mostrar los elementos HTML y XML. El principal objetivo del uso de CSS es separar la estructura del documento de su presentación y de esta forma aumentar la organización del código y el riesgo de pérdida de uno u otro, además de ofrecerle a los desarrolladores el control total sobre el estilo y formato de sus documentos (21). Con la utilización de los CSS se pueden aplicar los diferentes estilos al módulo Catálogo de Pozos de Petróleo en correspondencia con los estilos que contiene el SGD.

PHP⁹ 5.3.10

Es un lenguaje de código abierto especialmente adecuado para desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. Lo que distingue a PHP del lenguaje del lado-cliente como JavaScript, es que el código es ejecutado en el servidor, generando HTML y enviándolo al cliente. El principal objetivo del lenguaje es permitir a los desarrolladores web codificar rápidamente páginas que se generan dinámicamente. Es un lenguaje multiplataforma que soporta gran cantidad de gestores de BD¹⁰, es soportado por los servidores web más conocidos y cuenta con una comunidad que se dedica al continuo desarrollo y fortalecimiento del lenguaje (22).

2.2.4. Sistema Gestor de Bases de Datos

Un SGBD¹¹ es un conjunto de programas que permiten crear y mantener una base de datos asegurando su confidencialidad, integridad y seguridad. Entre las características deseables de un SGBD se encuentran el control de redundancia, la restricción de los accesos, y el cumplimiento de las restricciones de integridad (23).

⁶ Hojas de estilo en cascada (*Cascading Style Sheets*)

⁷ Lenguaje de Marcas Extensible (*Extensible Markup Language*)

⁸ Lenguaje de Marcado de Hipertexto Extensible (*Extensible HyperText Markup Language*)

⁹ Preprocesador de Hipertexto (*HyperText Preprocessor*)

¹⁰ Base de Datos

¹¹ Sistema Gestor de Base de Datos

PostgreSql 9.1

Es un SGBD objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD¹² y con su código fuente disponible libremente. PostgreSql utiliza un modelo cliente/servidor y usa multiprocesos en vez de multihilos para garantizar la estabilidad del sistema. Un fallo en uno de los procesos no afectará el resto y el sistema continuará funcionando (24).

Las principales ventajas que presenta son:

- *Gran escalabilidad*: posibilita atender un mayor número de peticiones concurrentes.
- *Extensible*: el código fuente está disponible para todos sin costo alguno.
- *Diseñado para ambientes de alto volumen*: usa una estrategia de almacenamiento de filas llamada MVCC¹³ para conseguir una mejor respuesta en ambientes de grandes volúmenes.
- *Soporte*: existe una comunidad de profesionales que contribuyen con su desarrollo.
- *Multi-plataforma*: está disponible en casi cualquier UNIX y con versión nativa para Windows (25).

Se utiliza PostgreSql 9.1 para el desarrollo del SGD G y por ende en el módulo Catálogo de Pozos de Petróleo.

2.2.5. Plataformas, Herramientas de desarrollo y Marco de trabajo

Servidor Apache 2.2.22

Apache es el servidor web, que provee servicios HTTP¹⁴, hecho por excelencia. Al ser altamente configurable, robusto y estable hacen que cada vez millones de usuarios reiteren su confianza en este programa. Es utilizado este servidor pues puede ejecutarse en una multitud de Sistemas Operativos, lo que lo hace prácticamente universal, es una tecnología gratuita de código fuente abierto, es altamente configurable, trabaja con gran cantidad de lenguajes, y permite personalizar la respuesta ante los posibles errores que se puedan dar en el servidor (26).

¹² Licencia de software libre que permite el uso del código fuente en software no libre (*Berkeley Software Distribution*).

¹³ Múltiples Versiones de Control de Concurrencia (*Multi-Version Concurrency Control*)

¹⁴ Protocolo de Transferencia de Hipertexto (*Hypertext Transfer Protocol*)

Visual Paradigm 8.0

Es una herramienta CASE¹⁵ que utiliza UML como lenguaje de modelado. La misma propicia un conjunto de ayudas para el desarrollo de programas informáticos, desde la planificación, pasando por el análisis y el diseño, hasta la generación del código fuente de los programas y la documentación. Visual Paradigm ha sido concebida para soportar el ciclo de vida completo del proceso de desarrollo del software a través de la representación de todo tipo de diagramas. Constituye una herramienta de software libre de probada utilidad para el analista. Fue diseñado para una amplia gama de usuarios interesados en la construcción de sistemas de software de forma fiable a través de la utilización de un enfoque OO¹⁶ (27).

Se utiliza esta herramienta CASE pues está basada en software libre, es multiplataforma, fácil de instalar, actualizar, y además, propicia un conjunto de ayudas para la realización de los artefactos que se generan durante el desarrollo del software.

NetBeans 7.0.1 como entorno de desarrollo¹⁷ para PHP

NetBeans es un proyecto exitoso de código abierto con una gran base de usuarios y una comunidad en constante crecimiento. NetBeans IDE es un entorno de desarrollo que contiene un número importante de módulos para extenderlo. Es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso (28). Es utilizado pues es multiplataforma, libre, brinda la posibilidad de desarrollar aplicaciones web utilizando PHP5 y ofrece soporte para Symfony.

AJAX¹⁸

Ajax es una técnica de desarrollo web para lograr aplicaciones interactivas mediante la combinación de tecnologías ya existentes (Ilustración 4) como:

- HTML (o XHTML) y CSS para presentar la información.
- DOM para interactuar dinámicamente con la presentación.

¹⁵ Ingeniería de Software Asistida por Computador (*Computer Aided Software Engineering*)

¹⁶ Orientado a Objetos

¹⁷ Herramienta para que los programadores escriban, compilen, depuren y ejecuten programas.

¹⁸ JavaScript asíncrono y XML (*Asynchronous JavaScript And XML*)

- XML, XSLT¹⁹ y JSON²⁰ para intercambiar y manipular datos de manera asíncrona con un servidor web.
- XMLHttpRequest para el intercambio asíncrono de información.
- JavaScript para unir todas las tecnologías anteriores (29).

AJAX es soportada por la mayoría de los navegadores modernos, presenta:

- *Interactividad*: el usuario no tiene que esperar hasta que lleguen los datos del servidor.
- *Mayor velocidad*: no hay que retornar toda la página nuevamente y la página se asemeja a una aplicación de escritorio (30).

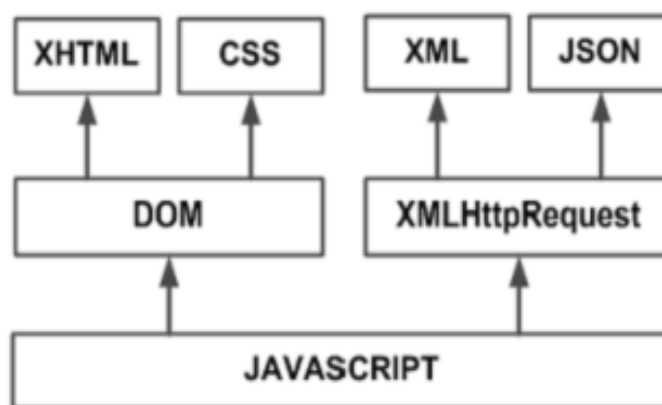


Ilustración 4 Tecnologías que forman AJAX (29)

Es utilizado AJAX pues además de mejorar la interacción del usuario con la aplicación, es compatible con varios sistemas operativos y navegadores.

Marco de trabajo

En el desarrollo de software, un marco de trabajo simplifica el desarrollo de una aplicación mediante la automatización de algunos de los patrones utilizados para resolver las tareas comunes. Proporciona, además, estructura al código fuente, forzando al desarrollador a crear códigos más legibles y fácil de mantener. Por último, un marco de trabajo facilita la programación de aplicaciones, ya que encapsula operaciones complejas en instrucciones sencillas (31).

¹⁹ Transformaciones XSL (*Extensible Stylesheet Language Transformations*)

²⁰ Formato ligero para el intercambio de datos (*JavaScript Object Notation*)

Symfony 1.4.17

Symfony es un completo marco de trabajo diseñado para optimizar el desarrollo de las aplicaciones web. Está basado en el patrón clásico del diseño web MVC explicado en el epígrafe 2.1.2. Proporciona varias herramientas y clases encaminadas a reducir el tiempo de desarrollo de una aplicación web compleja y automatiza las tareas más comunes, permitiendo al desarrollador dedicarse por completo a los aspectos específicos de cada aplicación.

Ventajas:

- Es compatible con casi todos los SGBD.
- Es fácil de instalar y configurar en la mayoría de plataformas.
- Incluye herramientas adicionales que ayudarán a probar, depurar y documentar el proyecto.
- La capa de internacionalización que incluye permite la traducción de los datos y de la interfaz, así como la adaptación local de los contenidos.
- El sistema de enrutamiento y las URL²¹ limpias permiten considerar a las direcciones de las páginas como parte de la interfaz, además de estar optimizadas para los buscadores.
- Las interacciones con AJAX son muy fáciles de implementar mediante los helpers que permiten encapsular los efectos Javascript compatibles con todos los navegadores en una única línea de código.
- Puede ser completamente personalizado para cumplir con los requisitos de las empresas que disponen de sus propias políticas y reglas para la gestión de proyectos y la programación de aplicaciones (32).

Se utiliza Symfony como marco de trabajo para PHP en el desarrollo del SGDG y por ende del módulo Catálogo de Pozos de Petróleo. Symfony posibilita dividir el sistema en aplicaciones y módulos independientes y reduce considerablemente el trabajo del programador pues simplifica el desarrollo de la aplicación mediante la automatización de patrones, utilizados para resolver las tareas comunes, y, encapsula operaciones complejas en instrucciones sencillas.

²¹ Localizador Uniforme de Recursos (*Uniform Resource Locator*).

ExtJS 4.07

ExtJS es una biblioteca de clases JavaScript. Permite construir aplicaciones complejas en Internet además de flexibilizar el manejo de componentes de la página como el DOM, peticiones AJAX, DHTML²², tiene la gran funcionalidad de crear interfaces de usuario bastante funcionales. Esta biblioteca incluye:

- Componentes UI²³ de alto rendimiento y personalizables.
- Modelo de componentes extensibles.
- Una API²⁴ fácil de usar, licencias *Open Source* (GPL²⁵) y comerciales.

Ventajas:

- Permite crear aplicaciones complejas utilizando componentes predefinidos.
- Evita el problema de tener que validar el código para que funcione bien en cada uno de los navegadores.
- Relación entre Cliente-Servidor balanceado: Se distribuye la carga de procesamiento, permitiendo que el servidor pueda atender más clientes al mismo tiempo.
- Eficiencia de la red: Debido a que disminuye el tráfico en la red pues las aplicaciones cuentan con la posibilidad de elegir qué datos desea transmitir al servidor y viceversa.
- Comunicación asíncrona: Este tipo de aplicación no está sujeta a un clic o una acción del usuario para cargar información sin que el cliente se dé cuenta (32).

En el desarrollo del SGDG se utiliza ExtJs 4.07 en su versión licenciada bajo GPL y por ende es la misma utilizada en el módulo Catálogo de Pozos de Petróleo.

²² HTML dinámico (*Dynamic HTML*)

²³ Interfaz gráfica de usuario (*User Interface*)

²⁴ Interfaz de Programación de Aplicaciones (*Application Programming Interface*)

²⁵ Licencia Pública General de GNU (*GNU General Public License*)

2.3. Conclusiones

En este capítulo se realizó la descripción de las herramientas y tecnologías a utilizar para el desarrollo de la solución propuesta a partir de los elementos seleccionados en la arquitectura del SGD. Su selección fue basada teniendo en cuenta los principios de soberanía tecnológica que defiende el país. De la correcta utilización de herramientas y procesos de desarrollo está dada en gran medida la calidad futura del software. Teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos sobre la ONRM y el proceso petrolero descrito en el capítulo 1, y tras haber desarrollado un análisis de las herramientas, metodología y tecnologías a utilizar, se orienta el trabajo al desarrollo de dicha aplicación informática.

CAPÍTULO 3 Características del Sistema

3.1. Introducción

En el presente capítulo se realiza la propuesta del modelado del negocio y del sistema perteneciente al módulo Catálogo de Pozos de Petróleo. Se especifican los actores y trabajadores, las descripciones de los casos de uso, los requisitos funcionales y no funcionales que debe cumplir el sistema a desarrollar. Además, se muestran los diagramas de casos de uso, que permiten observar las relaciones de los actores que interactúan con el sistema, lo que conlleva a lograr que el trabajo sea guiado hacia una solución factible, para satisfacer las necesidades del cliente.

3.2. Modelo del negocio

El modelado del negocio tiene gran importancia en la creación de una aplicación, ya que permite dividir el negocio general en pequeñas partes, provocando un mejor entendimiento del mismo.

El **Modelo de Casos de Uso del Negocio**: Es un modelo que describe los procesos de un negocio (casos de uso del negocio) y su interacción con elementos externos (actores del negocio), tales como socios y clientes, es decir, describe las funciones que el negocio pretende realizar y su objetivo básico es describir cómo el negocio es utilizado por sus clientes y socios (33).

3.2.1 Reglas del negocio

Las reglas del negocio son las que regulan algún aspecto del negocio, se encargan de describir las políticas que deben cumplirse o condiciones que se deben satisfacer.

Las principales reglas del negocio identificadas fueron:

- La persona o entidad que se dirige a consultar información debe tener una autorización otorgada por la oficina, en caso de que necesite ver el documento del pozo petrolero entonces debe pedir un permiso de autorización para ver el documento y si desea pedirlo prestado por un tiempo determinado debe realizar la solicitud de préstamos externos e internos.
- Si la persona o entidad que desea solicitar un préstamo tiene alguna deuda de préstamo pasada de fecha no se le puede realizar el préstamo.
- La información que se procede a registrar en el Catálogo de Pozos de Petróleo debe estar aprobada previamente por la Dirección de Hidrocarburos.
- El Especialista del Departamento Dirección de Documentación es quien manipula la información existente y es quien busca los documentos en el Archivo Técnico.

3.2.2. Actores y trabajadores del negocio

En primer lugar se definen qué actores y qué trabajadores intervienen en los procesos del negocio que constituyen el objeto de la investigación: enviar información de pozos petroleros, consultar información de pozos petroleros y solicitar préstamo, incluyendo una descripción de cada uno, lo que permite comprender mejor el rol que representan.

Un actor del negocio es cualquier individuo, grupo de individuos, entidad, organización, máquina o sistema de información externo con los que el negocio interactúa. Representan un conjunto coherente de roles que los usuarios de casos de uso desempeñan cuando interactúan con estos casos de uso (33).

Tabla 1 Actores del Negocio

Actores del negocio	Justificación
Consultante	Es la persona o la entidad que acude al departamento en búsqueda de información acerca de un pozo petrolero.
Especialista: Dirección de Hidrocarburos	Es la persona encargada de enviar los documentos acerca de las informaciones de los pozos petroleros al Departamento Dirección de Documentación una vez que estos son aprobados por la Dirección de Hidrocarburos.

Un trabajador del negocio es una persona, grupo de personas, máquina o sistema automatizado, que actúan en el negocio realizando una o varias actividades. Representan un rol y son los que en un futuro se convertirán en usuarios del sistema a construir (33).

Tabla 2 Trabajadores del negocio

Trabajadores del negocio	Justificación
Especialista: Departamento Dirección de Documentación	Es la persona encargada de recibir, guardar y realizar las búsquedas de la información acerca de los pozos petroleros. Es quien interactúa con el Especialista de la Dirección de Hidrocarburos a la hora de recibir la información y con el Consultante para brindarle la información deseada.

3.2.3. Diagrama de casos de uso del negocio

El Diagrama de Casos de Uso del Negocio (DCUN) representa gráficamente los procesos del negocio y sus interacciones con los actores del negocio. El DCUN representado en la Ilustración 5 está compuesto por los actores del negocio (el Especialista de la Dirección de Hidrocarburos y el Consultante), quienes inician los casos de uso del negocio (enviar Información de los pozos petroleros, consultar Información de los pozos petroleros y solicitar préstamo), estos CUN se corresponden con los procesos descritos en el Capítulo 1 Epígrafe 1.4.

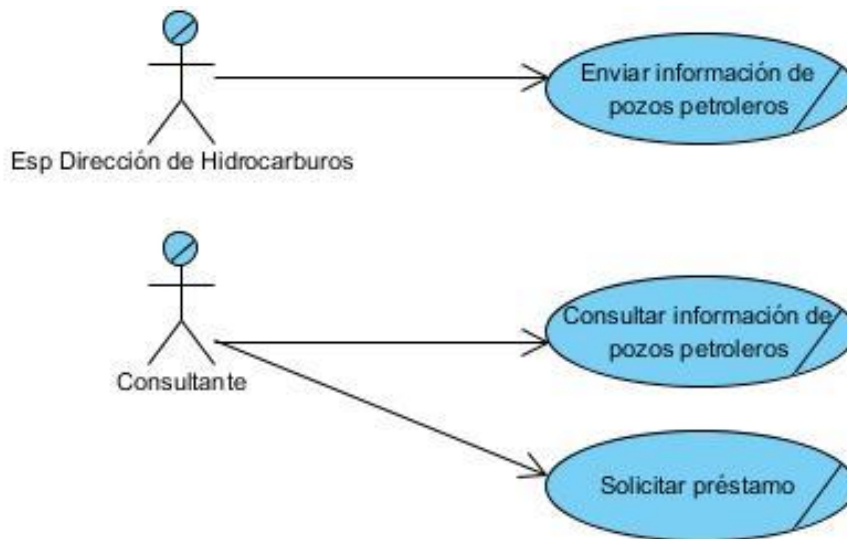


Ilustración 5 Diagrama de casos de uso del negocio

3.2.3. Descripción textual de los casos de uso del negocio (CUN)

A continuación se describen los CUN en vista a lograr una mejor comprensión del desarrollo de los procesos que se realizan.

CUN Enviar información de pozos petroleros

Tabla 3 CUN Enviar información

Caso de Uso del Negocio	Enviar información de pozos petroleros
Actores	Especialista de la Dirección de Hidrocarburos

Resumen	El Caso de Uso inicia cuando el Especialista del Departamento de Dirección de Hidrocarburos envía los documentos con la información acerca de los pozos petroleros a la Especialista del Departamento de Dirección de Documentación, la cual posteriormente registra los datos necesarios en la base de datos Pozos de Petróleo de la República de Cuba, archiva el documento en el Archivo Técnico y finaliza el Caso de Uso.	
Casos de Uso asociados	-	
	Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	1. El Especialista de la Dirección de Hidrocarburos envía los documentos de los pozos petroleros aprobados al Especialista del Departamento Dirección de Documentación para su almacenamiento en el Archivo Técnico.	2. El Especialista del Departamento Dirección de Documentación verifica que estén todos los datos requeridos en el documento.
		3. El Especialista del Departamento Dirección de Documentación inserta en la base de datos Pozos de Petróleo de la República de Cuba los datos de los pozos petroleros siguientes: Nombre del pozo, Número de inventario, Bloque, Categoría, Compañía, Contenido del pozo, Autor, Idioma, Entidad Generadora, Equipo de perforación, Municipios, Provincias, Yacimiento, Año de perforación, Inicio perforación, Terminación perforación, Fecha recibo doc, Profundidad, X, Y, Z, Encamisado, Registros, Ensayos, Pozo liquidado, Núcleo, Inclínometría, Tope base, pozos FD.
		4. El Especialista del Departamento Dirección de Documentación archiva el documento en el Archivo Técnico y termina el caso de uso.
Flujo Alterno		
	Acción del Actor	Respuesta del Negocio

	2.1 Si no se encuentran todos los datos necesarios o existe algún error en el documento se devuelve a la Dirección de Hidrocarburos para que sea revisado nuevamente.
3.1 El Especialista de la Dirección de Hidrocarburos corrige los errores detectados. Comienza a partir del evento 1 del flujo normal de eventos.	

La descripción textual de los Casos de Uso del Negocio: consultar información de pozos petroleros y solicitar préstamo, están recogidas en el [Anexo 2](#).

Diagrama de actividades

Describe de forma gráfica todas las actividades que se realizan en la ejecución de los CUN, así como las entidades e individuos que interactúan en dicho proceso y las actividades posibles a automatizar. En la Ilustración 6 se representa el Diagrama de Actividades del CUN Enviar información.

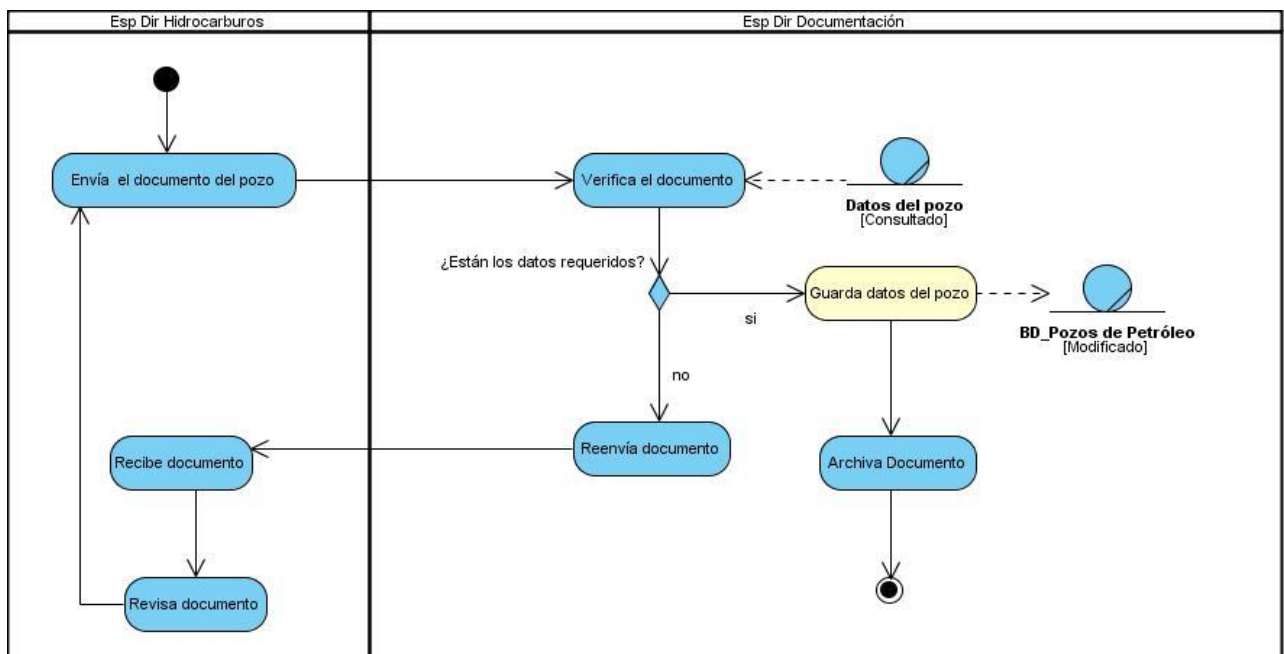


Ilustración 6 Diagrama de Actividades CUN Enviar información

Los Diagramas de Actividades de los Casos de Uso del Negocio: consultar información de pozos petroleros y solicitar préstamo se encuentran recogidos en el [Anexo 3](#).

3.2.4 Modelo de objetos

Un Modelo de objetos muestra los trabajadores y entidades que intervienen en el negocio y la relación entre ellos. En la Ilustración 7 se muestra el Modelo de objetos correspondiente a los procesos: enviar información de los pozos petroleros, consultar información de los pozos petroleros y solicitar préstamo. En él se destacan las relaciones entre el trabajador del negocio: Especialista del Departamento Dirección de Documentación con las distintas entidades del negocio: Datos del pozo, Registro de préstamos y la Base de Datos Pozos de Petróleo de la República de Cuba. A continuación se explica la relación que tienen las entidades del negocio con los procesos del negocio y con el trabajador que se representa en el modelo de objeto.

Datos del pozo: Entidad que se relaciona con el proceso enviar información de pozos petroleros y representa el o los documentos que recibe el Especialista del Dpto. Dirección de Documentación y que contiene las informaciones del pozo que se desean guardar y almacenar en el Archivo Técnico.

BD_Pozos de Petróleo: Entidad que se relaciona con los procesos enviar y consultar información de pozos petroleros. Representa la Base de Datos denominada Pozos de Petróleo de la República de Cuba y es donde el Especialista del Dpto. Dirección de Documentación guarda los datos de los pozos y busca la información solicitada por el Consultante.

Registro de préstamos: Entidad relacionada con el proceso solicitar préstamo. Representa el documento donde el Especialista registra los préstamos realizados a las entidades o personas que lo solicitan.

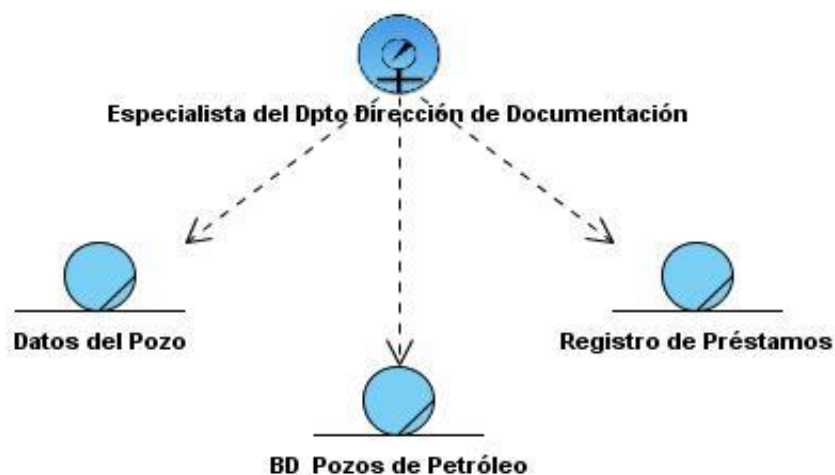


Ilustración 7 Modelo de objetos

3.3. Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales son declaraciones de los servicios que debe proporcionar el sistema, de la manera en que éste debe reaccionar a entradas particulares y de cómo se debe comportar en situaciones particulares. Describen lo que el sistema debe hacer (34).

A continuación se especifican los requisitos funcionales que debe cumplir el sistema que se propone.

- **RF1 Adicionar pozo:** Esta funcionalidad debe permitir insertar los datos de un pozo.
- **RF2 Modificar pozo:** Esta funcionalidad debe permitir modificar los datos de un pozo.
- **RF3 Eliminar pozo:** Esta funcionalidad debe permitir eliminar los datos de un pozo.
- **RF4 Ver detalles del pozo:** Esta funcionalidad debe permitir ver detalladamente los datos de un pozo.
- **RF5 Buscar pozo:** Esta funcionalidad debe permitir filtrar los pozos que contengan en algunos de sus datos la cadena insertada.
- **RF6 Búsqueda avanzada:** Esta funcionalidad debe permitir buscar los pozos que coincidan con los criterios seleccionados.
- **RF7 Adicionar préstamo:** Esta funcionalidad debe permitir insertar los datos de un préstamo.
- **RF8 Modificar préstamo:** Esta funcionalidad debe permitir modificar los datos de un préstamo.
- **RF9 Eliminar préstamo:** Esta funcionalidad debe permitir eliminar los datos de un préstamo.
- **RF10 Devolver préstamo:** Esta funcionalidad debe permitir devolver un préstamo.
- **RF11 Ver detalles del préstamo:** Esta funcionalidad debe permitir ver detalladamente los datos de un préstamo.
- **RF12 Buscar préstamo:** Esta funcionalidad debe permitir filtrar los préstamos que contengan en algunos de sus datos la cadena insertada.
- **RF13 Adicionar consultante:** Esta funcionalidad debe permitir insertar los datos de un consultante.
- **RF14 Modificar consultante:** Esta funcionalidad debe permitir modificar los datos de un consultante.
- **RF15 Eliminar consultante:** Esta funcionalidad debe permitir eliminar los datos de un consultante.

- **RF16 Ver detalles del consultante:** Esta funcionalidad debe permitir ver detalladamente los datos de un consultante.
- **RF17 Buscar consultante:** Esta funcionalidad debe permitir filtrar los consultantes que contengan en algunos de sus datos la cadena insertada.
- **RF18 Mostrar las entidades deudoras:** Esta funcionalidad debe mostrar todas las entidades con devoluciones pendientes.
- **RF19 Mostrar los préstamos pendientes:** Esta funcionalidad debe mostrar todos los préstamos pendientes.
- **RF20 Mostrar los préstamos realizados en un rango de fechas:** Esta funcionalidad debe mostrar todos los préstamos que fueron realizados en el rango de fechas insertado.
- **RF21 Mostrar las entidades a las que se le ha realizado préstamos:** Esta funcionalidad debe mostrar todas las entidades a las que les fueron realizados préstamos en algún momento.
- **RF22 Mostrar los documentos de pozos prestados en un período:** Esta funcionalidad debe mostrar todos los documentos prestados del pozo seleccionado en un rango de fechas insertado.
- **RF23 Mostrar documentos recibidos:** Esta funcionalidad debe mostrar todos los documentos recibidos en un rango de fechas insertado.
- **RF24 Mostrar pozos perforados:** Esta funcionalidad debe mostrar todos los pozos que ya han sido perforados en un rango de fechas insertado.
- **RF25 Mostrar préstamos vencidos:** Esta funcionalidad debe mostrar todos los préstamos que deberían haber sido devueltos.
- **RF26 Exportar a formatos:** Esta funcionalidad debe permitir exportar la información a los formatos Word o PDF.

3.4. Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales son restricciones de los servicios o funciones ofrecidos por el sistema. Incluyen restricciones de tiempo, sobre el proceso de desarrollo y estándares. Son aquellos que no se refieren directamente a las funciones específicas que proporciona el sistema, sino a las propiedades emergentes de éste como la fiabilidad, tiempo de respuesta y la capacidad de almacenamiento (34).

En este sub-epígrafe se expondrán los requisitos no funcionales que debe cumplir el sistema propuesto.

3.4.1. Requisitos de usabilidad

- El sistema debe poder ser usado por cualquier persona que tenga conocimientos básicos de computación.
- La información deberá estar disponible en todo momento, limitada solamente por las restricciones de acuerdo a las políticas de seguridad definidas.

3.4.2. Requisitos de fiabilidad

- El sistema debe estar disponible todo el tiempo para sus usuarios, descontando el tiempo que se encuentre en mantenimiento y la ocurrencia de alguna falla externa.
- El tiempo promedio de reparación en caso de fallos es de 5 días.

3.4.3. Requisitos de confiabilidad

- Al sistema se accederá a través de la autenticación convencional: usuario y contraseña.
- Cada usuario debe tener solo los permisos necesarios para realizar las operaciones que le sean permitidas en el módulo.

3.4.4. Requisitos de eficiencia

- El tiempo de respuesta por transacción de las peticiones realizadas al módulo estará en el rango de 2 a 5 segundos, en dependencia de la cantidad de información a procesar.

3.4.5. Requisitos de soporte

- El período de soporte así como las restricciones asociadas se manejarán entre el equipo de desarrollo y los clientes.

3.4.6. Restricciones de diseño

- El sistema debe tener una apariencia profesional y un diseño gráfico sencillo, con la utilización de las tonalidades de los colores representativos de la entidad.
- El producto de software final debe diseñarse sobre una arquitectura cliente-servidor.

- Se debe emplear el estándar de codificación PHP definido en el artefacto “Estándares de codificación PHP” del expediente de proyecto SGD G v.2.0.

3.4.7. Requisitos para la documentación de usuarios en línea y ayuda del sistema.

- La aplicación contará con un mapa de navegación del sitio para la orientación del usuario.

3.4.8. Requisitos de interfaz

- El sistema debe tener indicadores que permitan conocer al usuario las acciones que debe realizar, por ejemplo botones con íconos sugerentes y alternativa textual.
- El sistema debe permitir al usuario transitar de una tarea a otra sin necesidad de obligarlo a realizar acciones innecesarias o no deseadas, por ejemplo para llegar de una tarea a otra el usuario no debe dar más de 3 clics.

3.4.9. Requisitos de hardware

PC Servidor

- Memoria RAM 1024 MB.
- Velocidad de procesamiento del microprocesador 1GHz o superior.

PC Cliente

- Memoria RAM 512 MB, recomendable 1024 MB.
- Velocidad de procesamiento del microprocesador 1GHz o superior.

3.4.10. Requisitos de software

PC Servidor

- Instalación del servidor web Apache 2.0.
- Instalación del servidor de base de datos PostgreSQL 9.1
- Instalación de PHP 5.2.9 o superior.
- Configuración de PHP con las extensiones php5-pgsql, php5-pdo, php5-pdo-pgsql.
- Sistemas operativos: Microsoft Windows 2000/NT o superior, distribución de GNU/Linux, Unix o Mac OS X.

PC Cliente

- Navegador web de internet con soporte para HTML 5. Recomendable Firefox 10+ o Google Chrome 14+.
- Sistemas operativos: Microsoft Windows 2000/NT o superior, distribución de GNU/Linux, Unix o Mac OS X.

3.4.11. Requisitos Legales, de Derecho de Autor y otros.

- El sistema debe ajustarse y regirse por la ley, decretos leyes, decretos, resoluciones y manuales (órdenes) establecidos, que norman los procesos que serán automatizados.
- Como producto, PNICG-SGDG se distribuye amparado bajo las normativas legales establecidas en el registro comercial emitido por las entidades jurídicas de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

3.5. Modelo del sistema

El modelo del sistema es una representación gráfica que describe los procesos del negocio, el problema a resolver y el sistema que tiene que ser desarrollado. Es una abstracción del sistema que se está estudiando, por lo que simplifica y resalta de forma deliberada las características más relevantes. Son a menudo más comprensibles que las descripciones detalladas en lenguaje natural de los requisitos del sistema. Ellos constituyen también un puente importante entre el proceso de análisis y diseño (34).

3.5.1. Descripción de los actores

Luego de haberse definido los requisitos tanto funcionales como no funcionales que el sistema debe cumplir, corresponde definir qué actores intervienen en el sistema.

Actores del Sistema: Son los trabajadores del negocio que poseen actividades a automatizar y puede ser algún actor del negocio siempre y cuando interactúe con el sistema (33).

Tabla 4 Actores del sistema

Actores del sistema	Justificación
Especialista del Departamento Dirección de Documentación.	Es el encargado de realizar la inserción de los datos y la búsqueda de la información.

3.5.2. Diagrama de casos de uso del sistema

Un Caso de Uso del Sistema (CUS) es un fragmento de una funcionalidad que el sistema ofrece para aportar un resultado de valor para sus actores. Estos se forman agrupando requisitos funcionales y especifican las acciones que tienen lugar durante la interacción actor-sistema.

Un Diagrama de Casos de Uso del Sistema (DCUS) representa gráficamente a los procesos y sus interacciones con los actores. En la Ilustración 7 se representa el DCUS del módulo Catálogo de Pozos de Petróleo.

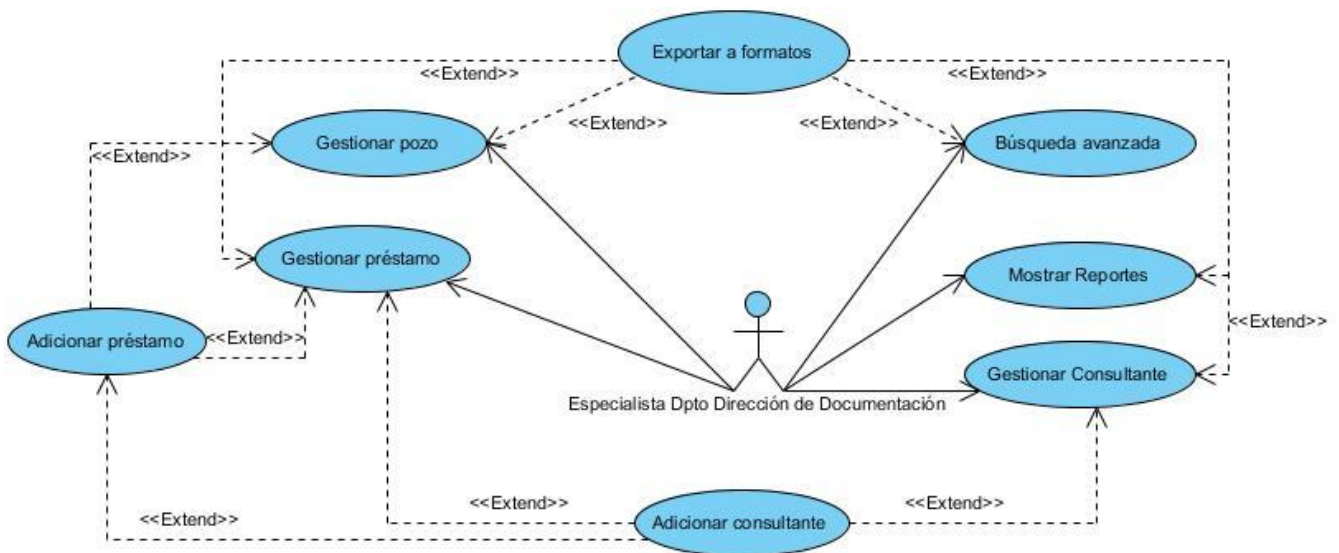


Ilustración 7 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Descripción textual de los casos de uso del sistema

CUS Gestionar consultante

Tabla 5 CUS Gestionar consultante

Objetivo	El objetivo de este caso de uso es el de adicionar, modificar, eliminar, buscar o ver los detalles de un consultante.
Actores	Especialista del Dpto. Dirección de Documentación (Inicia)
Resumen	El caso de uso inicia cuando el Especialista del Dpto. Dirección de Documentación accede a la opción Consultantes en el menú Gestionar selecciona cualquiera de las opciones posibles, el sistema realiza la operación escogida y finaliza el caso de uso.
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítico

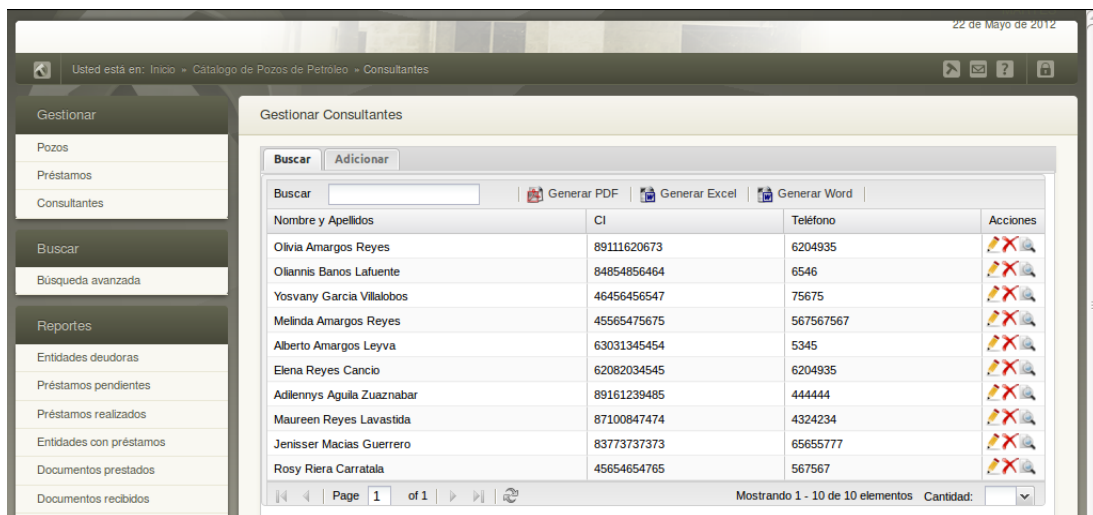
Precondiciones	El usuario debe estar autenticado y poseer los permisos de administración.
Postcondiciones	El sistema queda actualizado luego de realizada cualquier acción descrita anteriormente.

Flujo de eventos

Flujo básico Gestionar Consultante

	Actor	Sistema
1.	Accede a la opción “Consultantes” del menú “Gestionar”.	Muestra una página con las opciones de “Buscar” y “Adicionar” en forma de pestañas. (Ver Interfaz 1)
2.	Selecciona la opción deseada.	En caso de seleccionar la opción: <ul style="list-style-type: none"> • Adicionar (se lanza el CUS extendido Adicionar consultante) • Buscar (ir a la sección Buscar consultante)

Interfaz 1



Sección 1: “Buscar consultante”

Flujo básico Buscar

	Actor	Sistema
1.		Muestra una página que contiene la lista de los consultantes con los siguientes datos: Nombre y Apellidos, CI, Teléfono y las Acciones (Modificar, Eliminar y Ver Detalles).
2.	Selecciona la acción que desea realizar sobre el consultante.	Si es seleccionada la acción: <ul style="list-style-type: none"> • Modificar (Ir a la sección Modificar

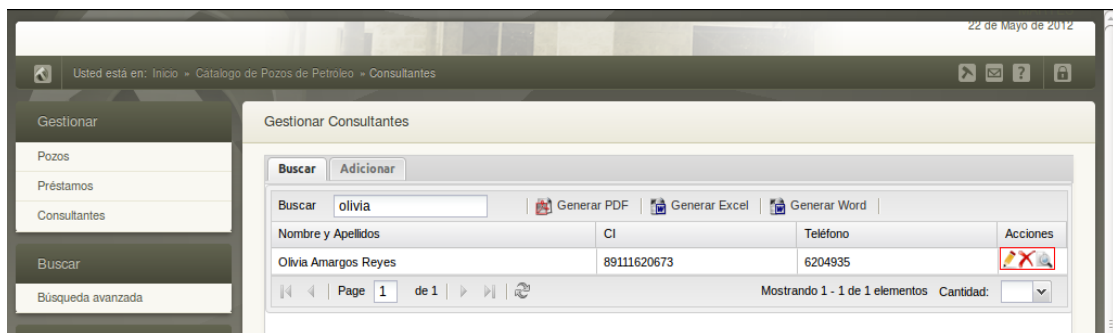
		<p>consultante)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eliminar (Ir a la sección Eliminar consultante) • Ver Detalles (Ir a la sección Ver Detalles)
--	--	--

Flujos alternos

Nº Evento 2 Introduce una cadena de texto en el campo Buscar.

	Actor	Sistema
1.		Muestra los consultantes que contengan la cadena insertada en alguno de sus datos. (Ver Interfaz 2)

Interfaz 2



Flujos alternos

Nº Evento 2 Selecciona convertir a Word o Pdf.

	Actor	Sistema
1.		Se lanza el CU extendido Exportar a formatos.

Nº Evento 2 Navegar por el listado de consultantes.

	Actor	Sistema
1.	Presiona los botones de navegación en el listado para pasar a la siguiente o a la anterior página de consultantes.	Muestra la página correspondiente a la selección del usuario.

Nº Evento 2 Cambiar cantidad de elementos a mostrar

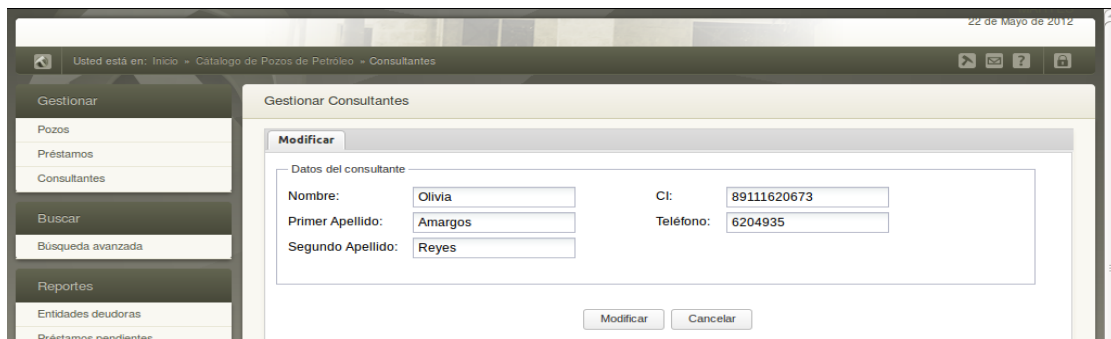
	Actor	Sistema
1.	Selecciona una cantidad de elementos a mostrar en la lista desplegable Cantidad.	Muestra la cantidad de elementos por páginas escogida por el usuario.

Sub-Sección 1: “Modificar consultante”

Flujo básico Modificar

	Actor	Sistema
1.		Muestra una página que contiene en un formulario los datos del consultante para que puedan ser modificados. Los campos a mostrar son los mismos que los planteados en el Adicionar Consultante. (Ver Interfaz 3)
2.	Modifica los datos que desee del consultante.	Verifica que no existan campos obligatorios vacíos.
3.	Da clic en el botón “Modificar”.	Modifica los datos y muestra un mensaje de confirmación: “El consultante ha sido guardado correctamente” y finaliza el Caso de Uso.

Interfaz 3



Flujos alternos

Nº Evento 2 Deja campos obligatorios vacíos

	Actor	Sistema
1.	No introduce datos en los campos obligatorios.	Señala en rojo los campos que están vacíos.

Nº Evento 3 Cancela la opción Modificar

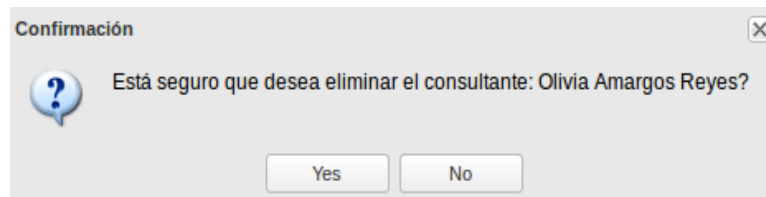
	Actor	Sistema
1.	Da clic en el botón Cancelar.	Cancela la acción realizada y re-direcciona la aplicación a la página de la opción “Buscar consultante”.

Sub-Sección 2: “Eliminar consultante”

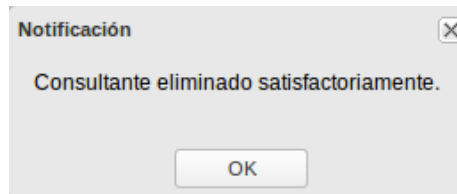
Flujo básico Eliminar

	Actor	Sistema
1.		Muestra un mensaje de confirmación “¿Está seguro que desea eliminar el consultante?” (Ver Interfaz 4)
2.	Da clic en el botón “Si”.	Elimina el consultante, actualiza la lista de consultantes y muestra un mensaje: “Consultante eliminado satisfactoriamente”. Finaliza el Caso de Uso. (Ver Interfaz 5)

Interfaz 4



Interfaz 5



Flujos alternos

Nº Evento 2 Cancela la opción Eliminar

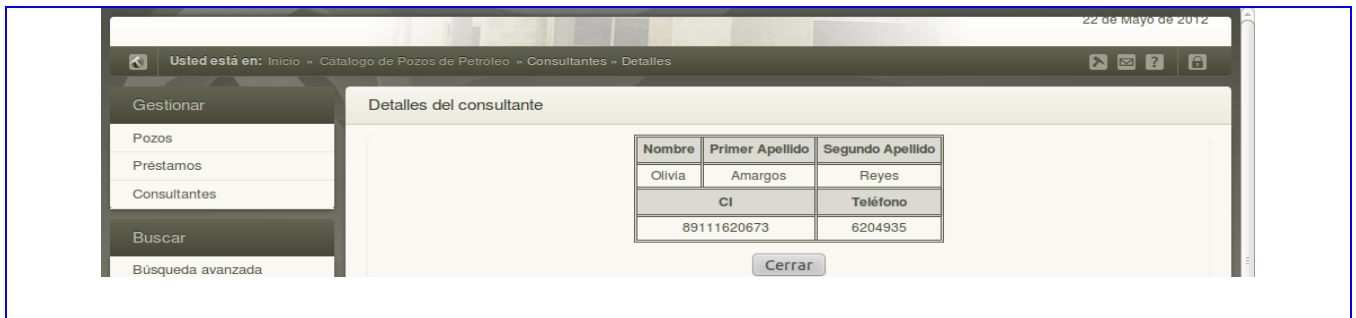
	Actor	Sistema
1.	Da clic en el botón “No”.	Cancela la acción y no elimina el consultante.

Sub-Sección 3: “Ver Detalles”

Flujo básico Detalles

	Actor	Sistema
1.		Muestra en una tabla, todos los datos que han sido insertados del consultante seleccionado. Finaliza el Caso de Uso. (Ver Interfaz 6)

Interfaz 6



Relaciones	CU Incluidos	
	CU Extendidos	Exportar a formato Word o Pdf en el CU Exportar a formatos. Adicionar consultante en el CU Adicionar consultante.

Las descripciones textuales de los CUS gestionar pozo, gestionar préstamo, búsqueda avanzada, mostrar reportes y exportar a formatos están recogidos en el [Anexo 4](#).

3.6. Conclusiones

Con la realización de este capítulo se logró construir las bases para poder diseñar e implementar el sistema, consolidando el entendimiento del mismo a través de la definición de los procesos del negocio y de las personas involucradas en dichos procesos. La técnica entrevista permitió definir los requisitos tanto funcionales como no funcionales y para lograr una mayor comprensión de los mismos se realizó el modelo del sistema que constituye un puente importante entre el proceso de análisis y diseño.

CAPÍTULO 4 Construcción y validación de la solución propuesta.

4.1. Introducción

Para continuar con la construcción de la aplicación es necesario atravesar por las demás fases del proceso de desarrollo de un software. En el presente capítulo se abordan los restantes flujos de trabajos definidos por la metodología RUP: Diseño, Implementación y Prueba.

A continuación se expondrán los artefactos fundamentales correspondientes a los flujos de trabajo mencionados con anterioridad. Se definen los Diagramas de Clases del Diseño, el Modelo de Datos, el Diagrama de Despliegue y el de Componentes, elementos todos que contribuyen a la construcción del sistema. Por último se realizan pruebas al sistema para corroborar que satisface las necesidades del cliente.

4.2. Modelo de Diseño

Para la transición de los requisitos al diseño normalmente se utiliza la fase de análisis porque es una forma de suavizar dicha transición. Esta fase tiene dos propósitos fundamentales: refinar los casos de uso con más detalle y establecer la asignación inicial de funcionalidad del sistema a un conjunto de objetos que proporcionan el comportamiento. Es una especificación detallada de los requisitos y funciona como primera aproximación del modelo de diseño.

El propósito y objetivo del análisis debe alcanzarse de algún modo en todo proyecto. Pero la manera exacta de ver y de emplear el análisis puede diferir de un proyecto a otro y una de las variantes que se pueden emplear es no utilizar en absoluto el modelo de análisis para describir los resultados del análisis. En cambio el proyecto analiza los requisitos como parte integrada de la captura de requisitos o en el diseño (33).

Como se explicó en el Capítulo 2 epígrafe 2.2.1 la metodología RUP es un proceso configurable, por lo que no se está obligado a hacer uso de todas las actividades y entregables definidos, sino que se puede configurar el proceso para que se adapte únicamente a aquellas partes que se consideran necesarias, por lo que se decidió prescindir de la realización del Modelo de Análisis en el desarrollo de esta investigación debido a que:

- Es posible obtener un mayor formalismo en el modelo de casos de uso pues el cliente es capaz de comprender los resultados que estos pueden proporcionar.

- Los requisitos son simples, bien conocidos y se cuenta con cierta comprensión de los mismos.
- No se conservaría la estructura generada en el análisis dado que el diseño debe considerar las tecnologías a utilizar en la construcción del sistema.
- No se requiere este artefacto en el proyecto SGD.
- Se logra evitar el costo en tiempo y recursos de mantener este flujo.

Teniendo en cuenta que se decidió no realizar el Modelo de Análisis, se puede pasar directamente al Modelo de Diseño. El modelo del diseño es un modelo de objetos que describe la realización física de los casos de uso centrándose en cómo los requisitos funcionales y no funcionales, junto con otras restricciones relacionadas con el entorno de implementación, tienen impacto en el sistema a considerar. Además, sirve de abstracción de la implementación del sistema y es, de ese modo, utilizada como una entrada fundamental de las actividades de implementación. En el modelo de diseño, los casos de uso son realizados por las clases de diseño y sus objetos (33). Este está muy ligado al lenguaje de programación que se emplee por lo que a continuación se realiza una descripción general del funcionamiento de los marcos de trabajo utilizados en la construcción del sistema: Symfony y ExtJs, para lograr un mejor entendimiento del flujo descrito en los diagramas de diseño.

4.2.1. Descripción general del funcionamiento de Symfony y ExtJs

Las BD siguen una estructura relacional, por el contrario, PHP 5 y Symfony son OO. Por este motivo, para acceder a la BD como si fueran OO, es necesaria una interfaz que traduzca la lógica de los objetos a la lógica relacional. Esta interfaz se denomina ORM²⁶. Un ORM consiste en una serie de objetos que permiten acceder a los datos y que contienen en su interior cierta lógica de negocio (31). A partir de la descripción de cada tabla y de las relaciones entre tablas, el ORM crea las clases PHP necesarias para trabajar con objetos. Es decir, que Doctrine, que es el ORM a utilizar, generará automáticamente tres clases PHP por cada tabla real de la BD para poder trabajar con los registros de estas, además de una clase única para la BD. Las clases del modelo que genera Doctrine son: *Clase.php*, *BaseClase.php*, *ClaseTable.php* las cuales son las encargadas en conjunto de realizar todo el acceso a los datos y la lógica de la aplicación. Por ejemplo para la tabla Pozo, Doctrine genera las siguientes clases:

²⁶ Mapeo de objetos a bases de datos (*Object-Relational Mapping*)

- Pozo: Un objeto de esta clase representa un único registro de la tabla pozo. La clase está vacía por defecto.
- BasePozo: La clase padre de Pozo.
- PozoTable: La clase define los métodos que mayormente devuelve colecciones de objetos Pozo.

En la Ilustración 8 se representa el modelo de generado por el ORM Doctrine:

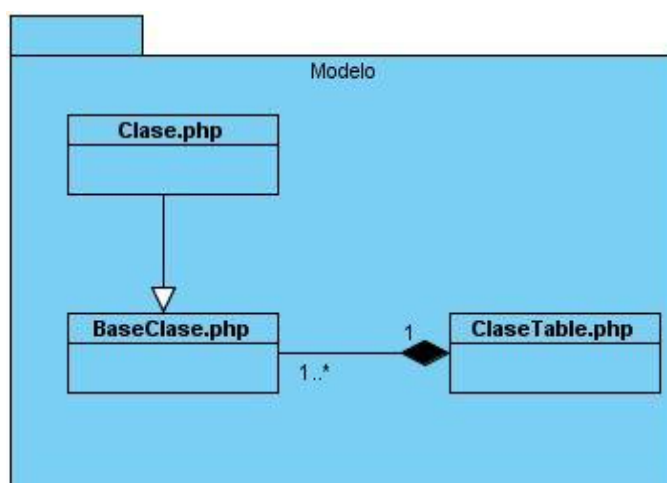


Ilustración 8 Modelo de clases que genera Symfony

Symfony utiliza una serie de patrones de diseño. Los patrones de diseño son soluciones simples y elegantes a problemas específicos y comunes del diseño OO, basadas en la experiencia y que se ha demostrado que funcionan (35). Entre ellos se encuentran:

GRASP²⁷:

- **Alta Cohesión:** Symfony permite asignar responsabilidades con una alta cohesión, por ejemplo la clase actions tiene la responsabilidad de definir las acciones para las plantillas y colabora con otras para realizar diferentes operaciones, instanciar objetos y acceder a las propiedades, es decir, está formada por diferentes funcionalidades que se encuentran estrechamente relacionadas proporcionando que el software sea flexible frente a grandes cambios.

²⁷ Patrones de Asignación de Responsabilidades (General Responsibility Assignment Software Patterns)

- **Creador:** En la clase actions se encuentran todas las acciones definidas y se ejecutan cada una de ellas. En las acciones se crean los objetos de las clases que representan las entidades, evidenciando de este modo que la clase actions es "creador" de dichas entidades.
- **Controlador:** Se evidencia en el controlador frontal por su condición de máximo encargado de controlar todas las peticiones y manejar todas las conexiones con las acciones para de esta manera dar respuesta a la petición realizada. Cuando el controlador frontal recibe una petición, utiliza el sistema de enrutamiento para asociar el nombre de una acción y el nombre de un módulo con la URL entrada por el usuario.
- **Experto:** Este es uno de los más utilizados, puesto que Symfony utiliza un ORM (Doctrine) para realizar su capa de abstracción en el modelo, encapsula toda la lógica de los datos y son generadas las clases con todas las funcionalidades comunes de las entidades.
- **Bajo Acoplamiento:** La clase actions hereda solamente de sfActions para lograr un bajo acoplamiento de clases.

Patrones GOF²⁸:

- **Instancia Única (*Singleton*):** El controlador frontal garantiza la existencia de una única instancia para una clase y la creación de un mecanismo de acceso global a dicha instancia. En el controlador frontal hay una llamada a sfContext::getInstance(), la cual almacena una referencia a todos los objetos que forman el núcleo de Symfony y puede ser accedido desde cualquier punto de la aplicación.
- **Envoltorio (*Decorator*):** Se pone de manifiesto en la vista, ya que añade funcionalidad a una clase, dinámicamente. El archivo layout.php, que se denomina plantilla global, almacena el código HTML que es común a todas las páginas de la aplicación, para no tener que repetirlo en cada página.
- **Fábrica Abstracta (*Abstract Factory*):** Se pone de manifiesto cuando Symfony necesite crear un objeto nuevo para una petición realizada, se procede a buscar en la definición de la factoría el nombre de la clase que se debe utilizar para realizar esta tarea. El problema que intenta solucionar este patrón es el de crear diferentes familias de objetos.

Para el trabajo con la vista de la aplicación se utilizó la biblioteca de clases ExtJs. En la Ilustración 9 se muestra un paquete con los principales ficheros utilizados de esta biblioteca:

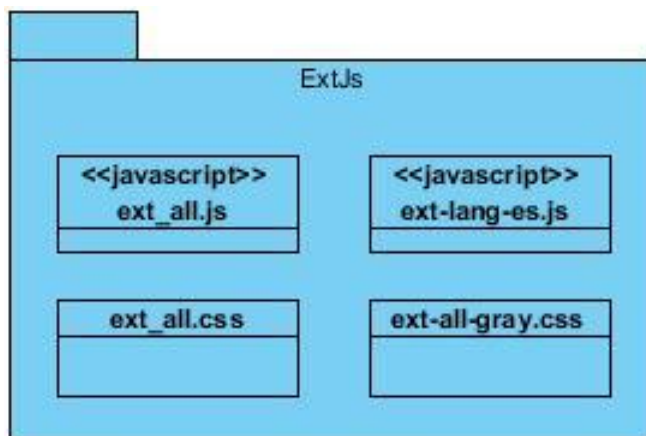


Ilustración 9 Biblioteca de clases ExtJs

Patrones GOF utilizados en la interfaz:

- **Fachada (Facade):** Se pone de manifiesto en la realización de una interfaz sencilla y unificada para el usuario que se encargue de ser la intermediaria entre los formularios donde se recogen los datos y las acciones que se ejecutan en el servidor.
- **Observador (Observer):** La biblioteca ExtJs almacena en la cache del navegador los datos cargados de la BD con el objetivo de no hacer pedidos innecesarios al servidor y evitar la demora de estas acciones al mostrar las páginas al usuario, en el caso de que se modifiquen estos datos es necesario volver a hacer la recarga de la información y este patrón es el encargado de realizar esa notificación.

4.2.2. Diagrama de Clases del Diseño (DCD)

En los DCD es donde se representan las clases del diseño y sus relaciones. En la Ilustración 10 se representa la estructura del SGD, este se encuentra dividido por aplicaciones, dentro de las cuales se encuentra el módulo desarrollado en esta investigación. En la Ilustración 11 se muestra un DCD Genérico para el Módulo Catálogo de Pozos de Petróleo, donde se incluyen las principales clases utilizadas en el marco de trabajo Symfony y las relaciones existentes entre estas y las restantes clases representadas.

²⁸ Banda de cuatro (Gang of Four)

Capítulo 4: Construcción y validación de la solución propuesta.

Por la extensión de la solución debido a todas las clases contenidas en el marco de trabajo, se decidió representar únicamente las clases y extensiones web que tuvieran que ver directamente con la construcción de la aplicación, sin dejar de incluir las partes fundamentales del marco de trabajo para su mejor comprensión. Estos diagramas están divididos por los siguientes paquetes: el Modelo, la Vista y el Controlador, haciendo alusión al estilo arquitectónico MVC utilizado para la construcción del software.

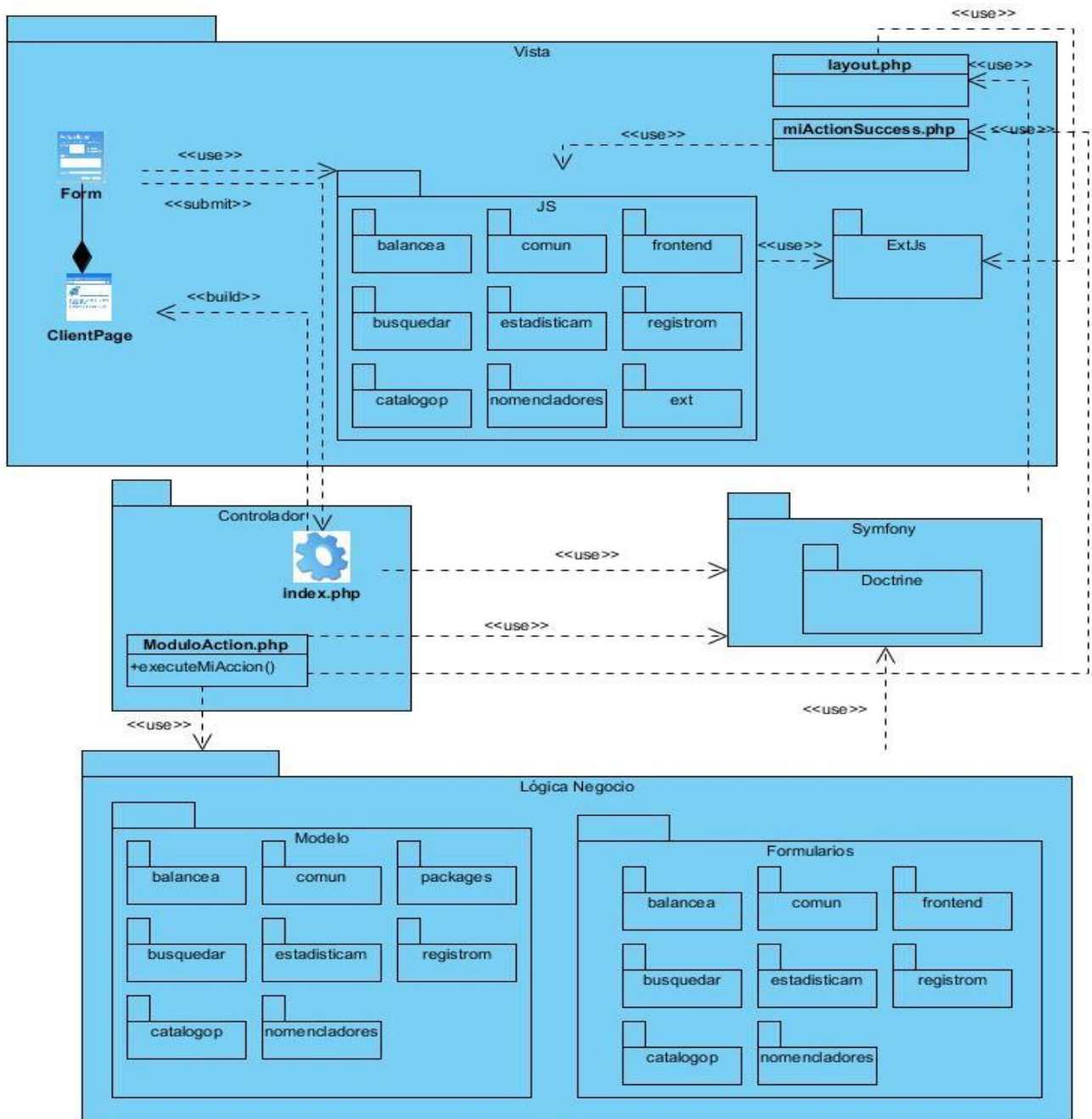


Ilustración 10 DCD SGD

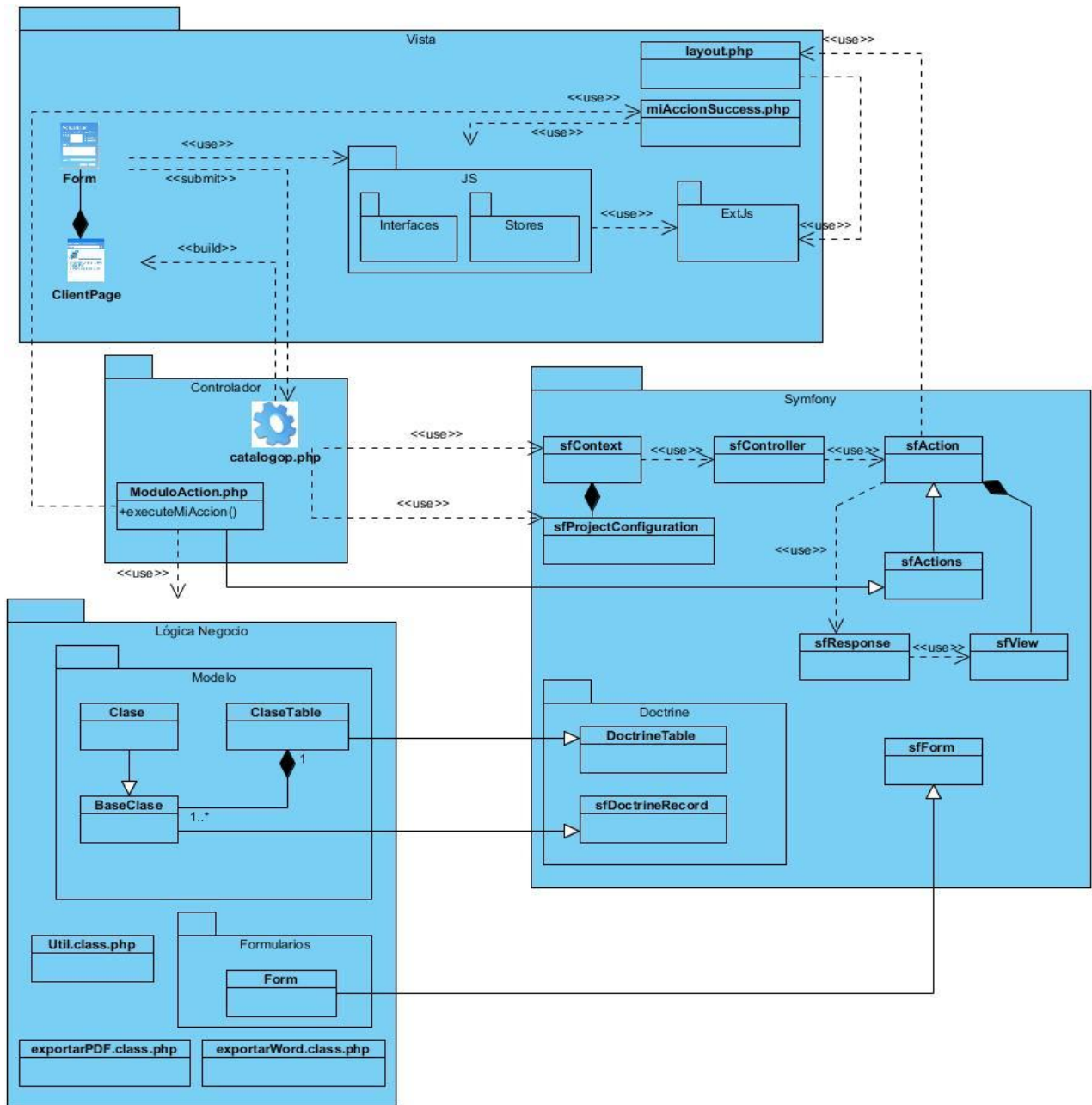


Ilustración 11 DCD Genérico

Cuando un usuario selecciona una opción dentro del módulo, la misma es recogida por el controlador frontal, que es el `catalogop.php` mostrado en el diagrama anterior. El controlador es el encargado de decodificar la petición y transferirla a la acción correspondiente mediante los mecanismos de enrutamiento que contiene Symfony. Las acciones verifican la integridad de las peticiones y preparan los datos requeridos por la capa de presentación. Si lo necesita, la acción, utiliza el modelo generado a través del ORM, en este caso de Doctrine. La plantilla que se corresponde con la acción ejecutada, da

formato a las variables modificadas en la acción y luego es decorada con el layout. Es posible identificar la plantilla que se corresponde con la acción a través de los componentes internos de Symfony. Para concluir, el controlador frontal elabora la respuesta de la petición y la envía al usuario.

En la Ilustración 12 se muestra el DCD correspondiente al CUS Gestionar Consultante:

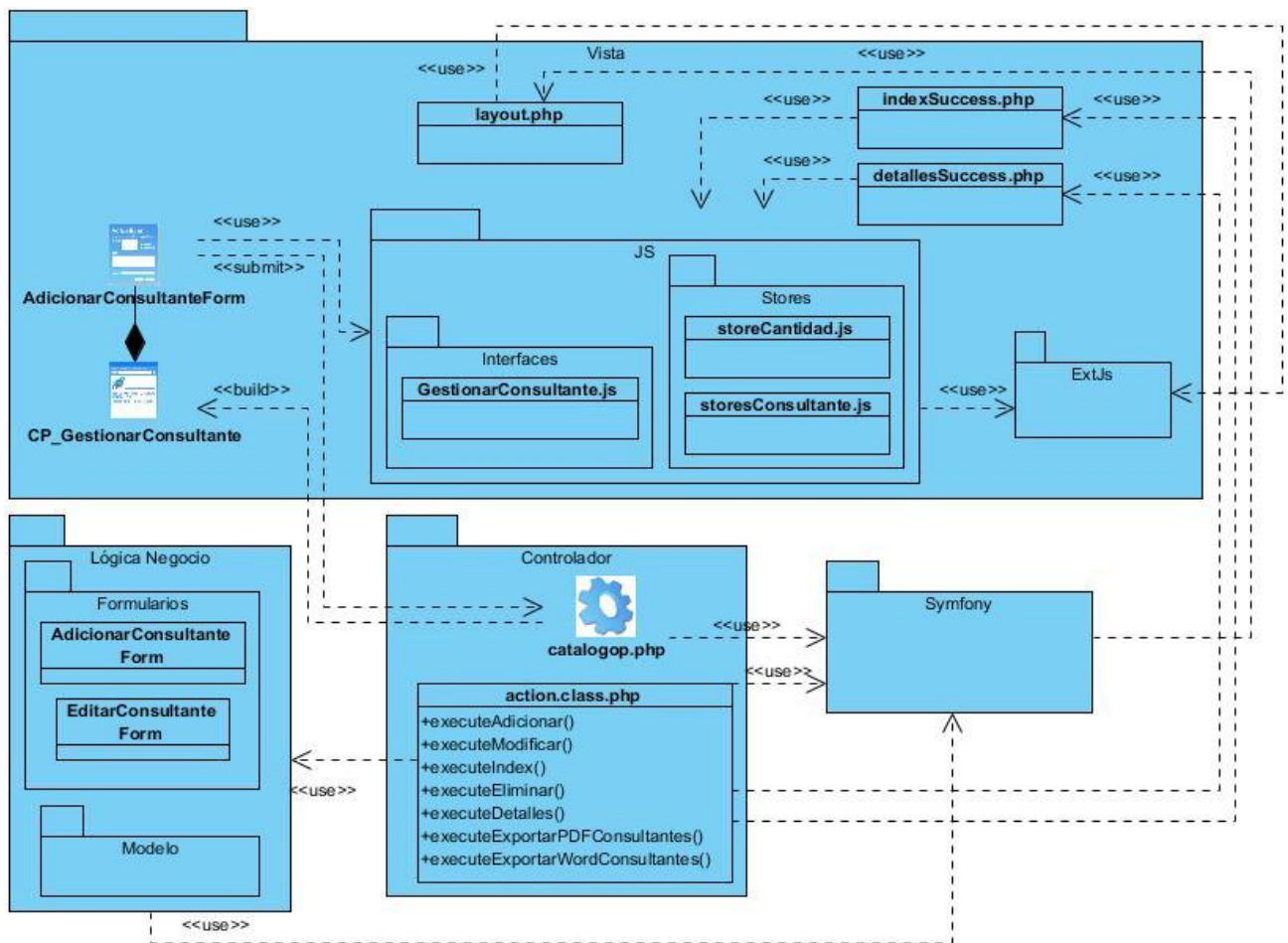


Ilustración 12 DCD CUS Gestionar consultante

El resto de los DCD correspondientes a los demás Casos de Uso del Sistema se encuentran en el [Anexo 5](#).

4.3. Modelo de Datos

Un Modelo de Datos es un conjunto de reglas y convenciones bien definidas que permiten aplicar abstracciones con el fin de manipular los datos del mundo real que se desean almacenar en una base de datos (33).

Para realizar el diseño de la base de datos primeramente se construye el diagrama de clases persistentes a partir de las clases del diseño que tienen un carácter permanente y, a partir de ahí, se lleva a cabo la realización del modelo de datos del sistema.

En la Ilustración 13 y 14 se presentan el diagrama de clases persistentes y el modelo entidad-relación respectivamente.

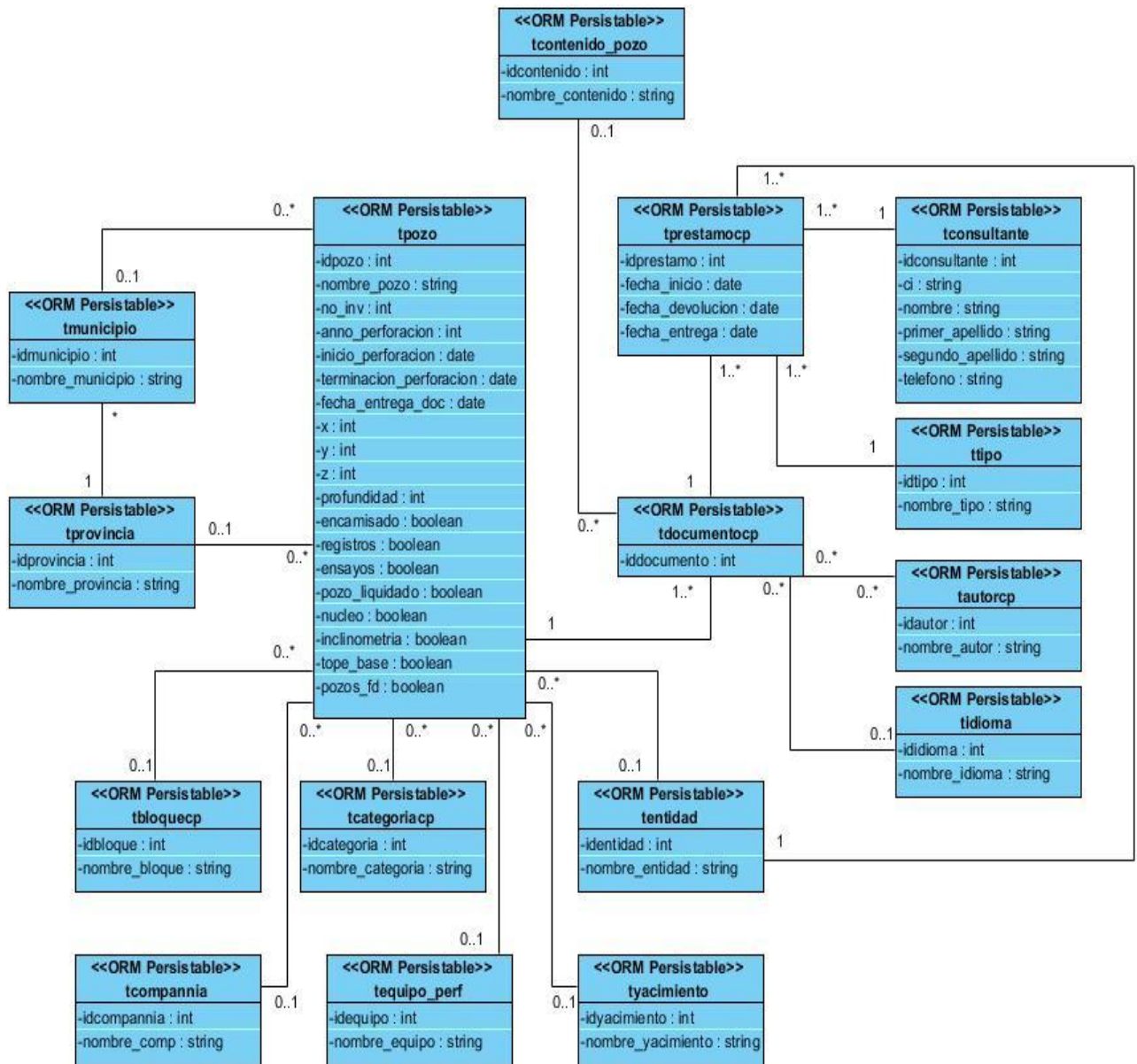


Ilustración 13 Diagrama de Clases Persistentes

4.5. Modelo de Implementación

El Modelo de Implementación describe cómo los elementos del modelo de diseño se implementan en términos de componentes. El Modelo de Implementación describe también cómo se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y modularización disponibles en el entorno de implementación y en el lenguaje o lenguajes de programación utilizados y cómo dependen los componentes unos de otros (33).

En la Ilustración 16 se representan los principales componentes que integran el módulo.

A continuación se explican los paquetes representados y las relaciones entre ellos:

- **Symfony:** En este paquete se encuentran los componentes: `sfView.class.php` que se utiliza para mostrar las vistas de la aplicación, `sfAction.class.php` para controlar las acciones a realizar y Doctrine para generar el modelo de datos.
- **ExtJS:** En este paquete se encuentran los principales componentes que conforman la biblioteca ExtJS.
- **Catálogo de Pozos de Petróleo:**
 - **Plantillas:** En este paquete se encuentra el componente `layout.php` que es la plantilla que se le aplica a las páginas de la aplicación. Esta plantilla utiliza los ficheros contenidos en el paquete ExtJS para generar la vista y, del paquete Symfony, el componente `sfView.class.php` para mostrarla.
 - **Módulo:** En este paquete se encuentran los componentes: `actions.class.php` que representa al controlador e `indexSuccess.php` que representa la vista. El componente `action.class.php` se relaciona con el paquete Modelo para lograr el acceso a los datos de la base de datos (realizada con PostgreSQL), también utiliza el componente `sfAction.class.php` del paquete Symfony. Además el componente `indexSuccess.php` utiliza el componente `layout.php` del paquete Plantillas para aplicarle la plantilla a las páginas.
 - **Modelo:** Contiene los componentes encargados de manipular la información de las tablas de la base de datos. Este paquete utiliza el componente Doctrine para la abstracción de la BD.

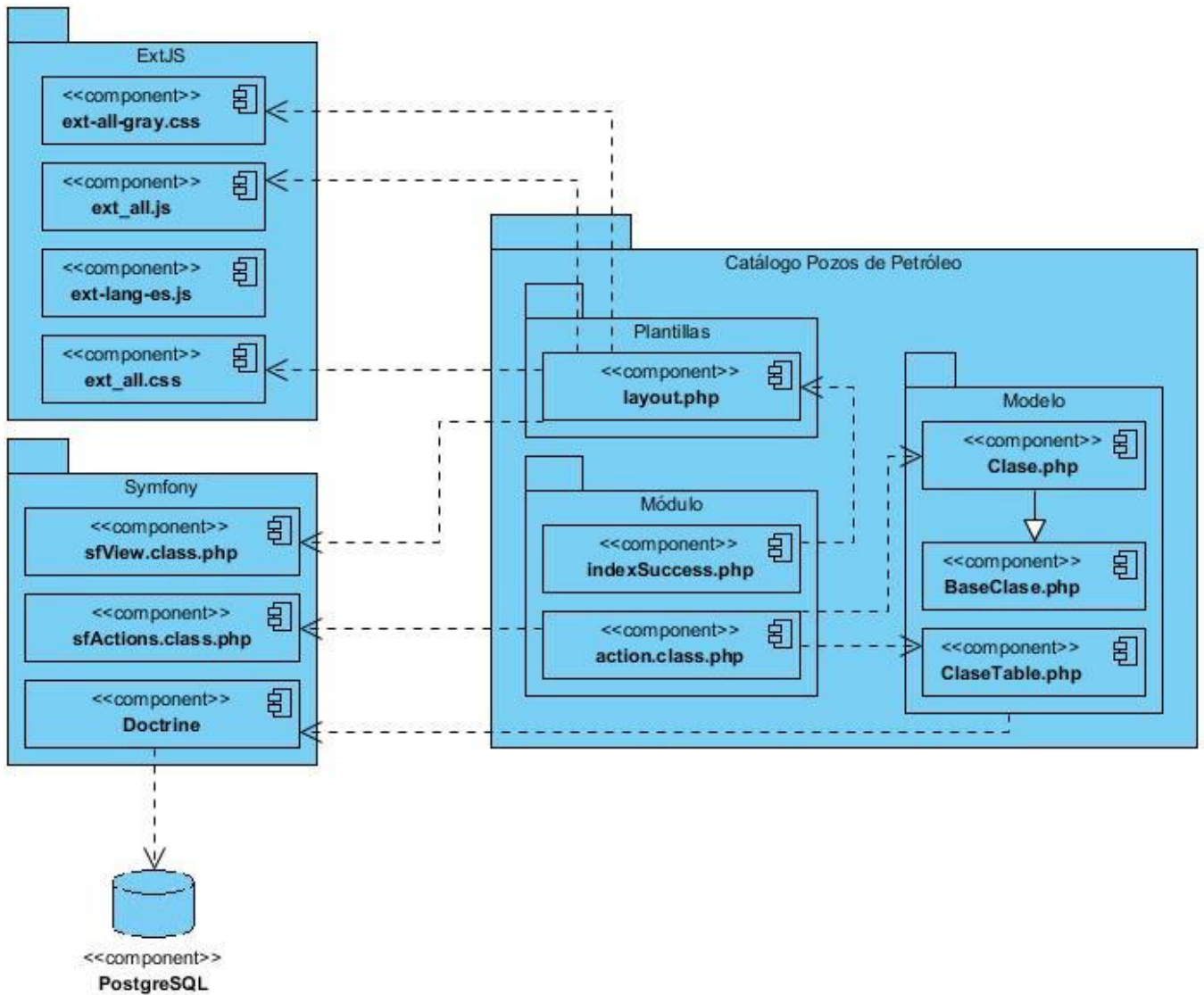


Ilustración 16 Diagrama de Componentes

4.6. Pruebas de la solución

Una vez generado el código fuente es necesario comenzar las pruebas del sistema para descubrir y corregir la mayor cantidad de errores posibles antes de entregarlo al cliente. Su objetivo es diseñar una serie de casos de prueba que tengan una alta probabilidad de encontrar errores. Para ello se utilizan las técnicas de prueba del software que se encargan de comprobar la lógica interna, las interfaces, las colaboraciones entre componentes y los requisitos internos (36).

El método escogido para realizarle las pruebas al módulo Catálogo de Pozos de Petróleo es el conocido como caja negra. Las pruebas de caja negra, también denominadas como pruebas de comportamiento, se concentran en los requisitos funcionales del software. Son las que se aplican a la

interfaz del software. Se utilizan si se conoce la función específica para la que se diseñó el producto, con ella se debe demostrar que cada función es plenamente operacional, mientras se buscan los errores de cada una, teniendo poca relación con la estructura lógica interna del software (36).

Específicamente dentro de este método se utilizará la técnica de Partición Equivalente que se basa en una evaluación de las clases de equivalencia para una condición de entrada (37). En esta técnica se plantea que una clase de equivalencia representa un conjunto de estados válidos o inválidos para condiciones de entrada. A continuación se muestran las pruebas realizadas a los CUS.

4.6.1. Diseño de las pruebas al Sistema

DGP CUS Gestionar Consultante

Descripción general:

El caso de uso inicia cuando el Especialista del Dpto. Dirección de Documentación accede a la opción Consultante en el menú Gestión selecciona cualquiera de las opciones posibles, el sistema realiza la operación escogida y finaliza el caso de uso.

Condiciones de ejecución:

El usuario debe estar autenticado y poseer los permisos de administración.

Escenarios a probar en el Caso de Uso:

Tabla 6 Escenarios CUS Gestionar Consultante

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad	Flujo Central
SC 1: Buscar consultante.	EC 1.1: Listar los consultantes.	El sistema debe mostrar una lista con los consultantes que han sido adicionados, mostrando de ellos el Nombre y los Apellidos, CI y Teléfono, además de las acciones a realizar sobre los mismos, eliminar, modificar y ver detalles.	Clic en "Catálogo de Pozos de Petróleo". Clic en "Gestionar". Clic en "Consultante".

Capítulo 4: Construcción y validación de la solución propuesta.

	EC 1.2: Buscar consultante según el texto.	Brinda la posibilidad de teclear la cadena de texto deseada para buscar los consultantes que contengan en sus datos dicha cadena.	Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”. Clic en “Gestionar”. Clic en “Consultante”. Escribir la combinación de caracteres deseada en el campo Buscar.
	EC 1.3: Navegar por el listado de los consultantes.	Brinda la posibilidad de acceder a los consultantes que no aparecen en la lista de la pantalla principal.	Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”. Clic en “Gestionar”. Clic en “Consultante”. Clic en algún botón de la barra de navegación.
	EC 1.4: Cambiar la cantidad de elementos a mostrar.	Brinda la posibilidad de mostrar la cantidad de elementos deseada.	Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”. Clic en “Gestionar”. Clic en “Consultante”. Seleccionar en la opción Cantidad un número.
	EC 1.5: Exportar a formatos.	Brinda la posibilidad de exportar a Word o PDF.	Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”. Clic en “Gestionar”. Clic en “Consultante”. Clic en cualquiera de los botones del centro que representan los documentos Word o PDF.
SC2: Modificar Consultante.	EC 2.1: Acceder a la opción modificar consultante.	El sistema muestra una página con los datos del consultante que pueden ser modificados.	Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”. Clic en “Gestionar”. Clic en “Consultante”. Clic en el ícono que representa la acción de modificar.

Capítulo 4: Construcción y validación de la solución propuesta.

	EC 2.2: Modificar datos del consultante.	Brinda la posibilidad de modificar los datos del consultante.	<p>Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”.</p> <p>Clic en “Gestionar”.</p> <p>Clic en “Consultante”.</p> <p>Clic en el ícono que representa la acción de modificar.</p> <p>Actualizar datos.</p> <p>Clic en el botón “Modificar”.</p>
	EC 2.3 Dejar campos vacíos.	El sistema señala en rojo los campos obligatorios que quedaron vacíos.	<p>Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”.</p> <p>Clic en “Gestionar”.</p> <p>Clic en “Consultante”.</p> <p>Clic en el ícono que representa la acción de modificar.</p> <p>Actualizar datos.</p>
	EC 2.4: Cancelar opción de modificar datos del consultante.	Brinda la posibilidad de cancelar la acción de modificar los datos del consultante.	<p>Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”.</p> <p>Clic en “Gestionar”.</p> <p>Clic en “Consultante”.</p> <p>Clic en el ícono que representa la acción de modificar.</p> <p>Clic en el botón “Cancelar”.</p>
SC3: Eliminar consultante.	EC 3.1: Eliminar consultante.	El sistema brinda la posibilidad de eliminar un consultante y muestra un mensaje para confirmar que desea eliminarlo.	<p>Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”.</p> <p>Clic en “Gestionar”.</p> <p>Clic en “Consultante”.</p> <p>Clic en el ícono que representa la acción de eliminar.</p> <p>Clic en el botón “Si”.</p>

Capítulo 4: Construcción y validación de la solución propuesta.

	EC 3.2 Cancelar operación.	Brinda la posibilidad de cancelar la acción de eliminar los datos de un consultante.	<p>Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”.</p> <p>Clic en “Gestionar”.</p> <p>Clic en “Consultante”.</p> <p>Clic en el ícono que representa la acción de eliminar.</p> <p>Clic en el botón “No”.</p>
SC 4: Ver detalles del consultante.	EC 4.1: Ver detalles del consultante.	Brinda la posibilidad de ver los detalles de un consultante seleccionado.	<p>Clic en “Catálogo de Pozos de Petróleo”.</p> <p>Clic en “Gestionar”.</p> <p>Clic en “Consultante”.</p> <p>Clic en el ícono que representa la acción de ver detalles.</p>

Descripción de las variables:

Tabla 7 Variables CUS Gestionar Consultante

No	Nombre de campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	Buscar	Campo de texto	Sí	Puede ser letras o números.
2	Cantidad	Lista desplegable	No	Debe seleccionar una cantidad.
3	Nombre	Campo de texto	No	Debe ser letras.
4	Primer Apellido	Campo de texto	No	Debe ser letras.
5	Segundo Apellido	Campo de texto	No	Debe ser letras.
6	CI	Campo de texto	No	Deben ser números y 11 dígitos.
7	Teléfono	Campo de texto	Sí	Debe ser números enteros positivos.

Matriz de Datos:

SC 1 Buscar Consultante

Tabla 8 MD Buscar Consultante

ID del escenario	Escenario	Buscar	Mostrar	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba

ID del escenario	Escenario	Buscar	Mostrar	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
EC 1.1	Listar los consultantes	N/A	N/A	Un listado con 10 (en caso de que haya menos con la cantidad existente) consultantes. Mostrándose de cada uno el Nombre y los Apellidos, CI y Teléfono, y las acciones (eliminar, modificar y ver detalles)	Satisfactorio
EC 1.2	Buscar consultantes según el texto.	V/ (Olivia)	N/A	El sistema debe refrescar el listado y mostrar los consultantes que en algunos de sus campos tengan la cadena tecleada.	Satisfactorio
EC 1.3	Navegar por el listado de los consultantes.	N/A	N/A	El sistema debe mostrar los consultantes que coincidan con el criterio de navegación. Pueden ser los próximos o los anteriores, los últimos o los primeros.	Satisfactorio
EC 1.4	Cambiar cantidad de elementos a mostrar.	N/A	V/ (5)	El sistema debe mostrar la cantidad de consultantes que el usuario selecciona.	Satisfactorio
EC 1.5	Exportar a formatos.	N/A	N/A	Un documento Pdf o Word generado con los datos de los consultantes.	Satisfactorio.

SC 2 Modificar Consultante

Tabla 9 MD Modificar Consultante

ID del escenario	Escenario	Buscar	Mostrar	Nombre	Primer Apellido	Segundo Apellido	CI	Teléfono	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
EC 2.1	Acceder a la opción modificar consultantes.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	El sistema muestra una página con los campos que pueden ser modificados por el usuario.	Satisfactorio.

Capítulo 4: Construcción y validación de la solución propuesta.

ID del escenario	Escenario	Buscar	Mostrar	Nombre	Primer Apellido	Segundo Apellido	CI	Teléfono	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba		
EC 2.2	Modificar datos del consultante.	N/A	N/A	V/ (Olivía)	V/ (Reyes)	V/ (Reyes)	V/ (89111620673)	N/A	El sistema actualiza los datos del consultante y redirecciona a la página donde se muestra el listado de los consultantes.	Satisfactorio.		
		N/A	N/A	V/ (Olivía)	V/ (Reyes)	V/ (Reyes)	V/ (89111620673)	V/ (464564)				
		N/A	N/A	I/ (vacío)	I/ (vacío)	I/ (vacío)	I/ (vacío)	N/A	El sistema señala en rojo los campos que no pueden quedar vacíos y no modifica el consultante.	Satisfactorio		
		N/A	N/A	I/ (vacío)	V/ (Reyes)	V/ (Reyes)	V/ (89111620673)	N/A				
		N/A	N/A	V/ (Olivía)	I/ (vacío)	V/ (Reyes)	V/ (89111620673)	N/A				
		N/A	N/A	V/ (Olivía)	V/ (Reyes)	I/ (vacío)	V/ (89111620673)	N/A				
		N/A	N/A	V/ (Olivía)	V/ (Reyes)	V/ (Reyes)	I/ (vacío)	N/A				
		N/A	N/A	I/ (344)	I/ (344)	I/ (344)	I/ (aaa)	I/ (aaa)			El sistema no permite insertar datos incorrectos en señalándolos en rojo.	Satisfactorio
		N/A	N/A	I/ (344)	V/ (Reyes)	V/ (Reyes)	V/ (89111620673)	N/A				
		N/A	N/A	V/ (Olivía)	I/ (344)	V/ (Reyes)	V/ (89111620673)	N/A				

Capítulo 4: Construcción y validación de la solución propuesta.

ID del escenario	Escenario	Buscar	Mostrar	Nombre	Primer Apellido	Segundo Apellido	CI	Teléfono	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
		N/A	N/A	V/ (Olivia)	V/ (Reyes)	I/ (344)	V/ (891116 20673)	N/A		
		N/A	N/A	V/ (Olivia)	V/ (Reyes)	V/ (Reyes)	I/ (aaa)	N/A		
		N/A	N/A	V/ (Olivia)	V/ (Reyes)	V/ (Reyes)	V/ (891116 20673)	I/ (aaa)		
EC 2.3	Dejar campos vacíos.	N/A	N/A	I/ (vacío)	I/ (vacío)	I/ (vacío)	I/ (vacío)	N/A	El sistema señala en rojo los campos vacíos.	Satisfactorio
		N/A	N/A	I/ (vacío)	V/ (Reyes)	V/ (Reyes)	V/ (891116 20673)	N/A		
		N/A	N/A	V/ (Olivia)	I/ (vacío)	V/ (Reyes)	V/ (891116 20673)	N/A		
		N/A	N/A	V/ (Olivia)	V/ (Reyes)	I/ (vacío)	V/ (891116 20673)	N/A		
		N/A	N/A	V/ (Olivia)	V/ (Reyes)	V/ (Reyes)	I/ (vacío)	N/A		
EC 2.4	Cancelar opción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	El sistema regresa el listado de	Satisfactorio

SC3 Eliminar Solicitud.

Tabla 10 MD Eliminar Consultante

ID del escenario	Escenario	Buscar	Mostrar	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
EC 3.1	Eliminar consultante	N/A	N/A	El sistema muestra un mensaje para confirmar la acción. Si se acepta se elimina el consultante y se muestra otro mensaje confirmando de que el consultante se ha eliminado correctamente, en caso de que la acción se cancele se regresa a la interfaz anterior.	Satisfactorio
EC 3.2	Cancelar operación.	N/A	N/A	El sistema cancela la operación y regresa al listado de consultantes.	Satisfactorio

SC4 Ver Detalles de la Solicitud.

Tabla 11 MD Detalles Consultante

ID del escenario	Escenario	Buscar	Mostrar	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
EC 4.1	Ver Detalles del consultante	N/A	N/A	El sistema debe mostrar una tabla con todos los datos del consultante seleccionado.	Satisfactorio

Los Diseños de Casos de Prueba correspondientes a los Casos de Uso Gestionar Préstamo y Mostrar Reportes se encuentran en el [Anexo 6](#).

En la primera iteración de pruebas al sistema se encontraron una serie de No Conformidades que fueron corregidas, luego se procedió a realizar una segunda iteración, la cual arrojó resultados satisfactorios, por lo que no se necesitó la realización de una tercera iteración. En la Ilustración 17 se representa una gráfica con una comparación de los resultados arribados en la primera y la segunda iteración de pruebas.

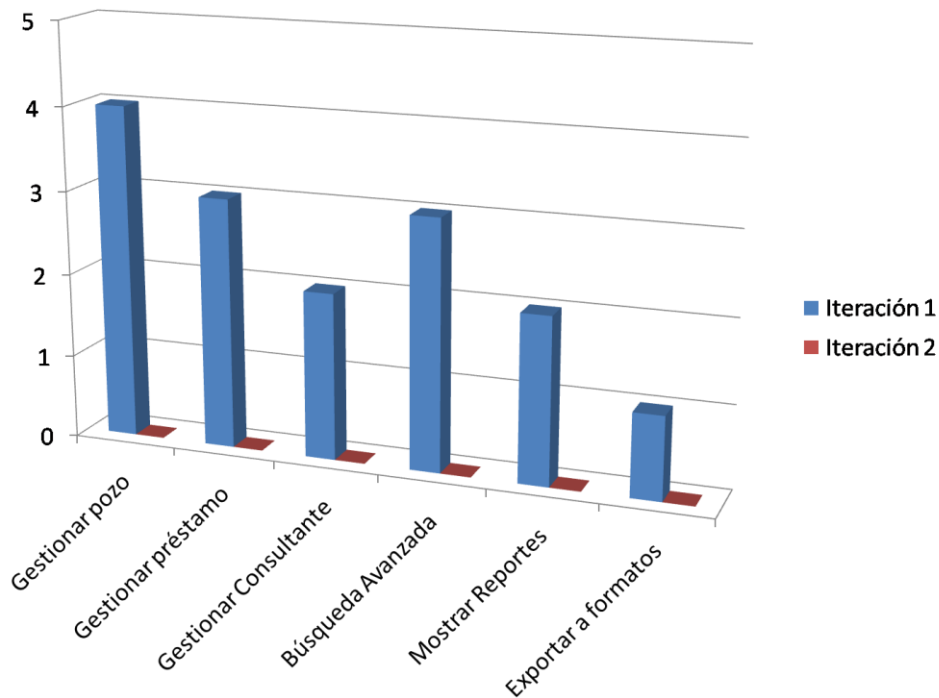


Ilustración 17 Resultados de las pruebas

4.7. Conclusiones

Durante el desarrollo de este capítulo se llevaron a cabo los flujos de trabajo: Diseño, Implementación y Prueba por lo que se generaron los artefactos correspondientes a cada uno de ellos. Con el Modelo de Datos se logró describir los elementos que intervienen en el problema y la forma en que se relacionan estos elementos entre sí. La realización del Modelo de Diseño permitió representar la estructura del Módulo Catálogo de Pozos de Petróleo. Se expuso el Modelo de Implementación, donde se especificaron los distintos componentes utilizados para desarrollar la aplicación y la relación entre ellos, lográndose traducir el diseño en términos de componentes ejecutables. También se elaboró el Modelo de Despliegue con el que se muestra la distribución física del sistema. Finalmente se realizaron las pruebas pertinentes al módulo para verificar el cumplimiento de los requisitos que debe tener el sistema.

5. Conclusiones

Durante el desarrollo de la presente investigación se ha arribado a las siguientes conclusiones:

Con la utilización del sistema desarrollado, las acciones que conllevaban tiempo y esfuerzo por parte de la especialista del departamento, se lograrán realizar con mayor rapidez y menor esfuerzo. La gestión y consulta de la misma se torna menos engorrosa, requisito indispensable para poder realizar un conjunto de servicios encaminados a brindarle esta información a entidades nacionales y extranjeras de vital importancia para la toma de decisiones en el sector petrolero. Por otra parte se logra una mayor organización y centralización de la información dentro de la ONRM, puesto que se integró este módulo al SGD, trayendo consigo la eliminación de información redundante. La solución informática desarrollada, hace que el trabajo de la especialista se torne más simple, y que sean más reales los resultados que se obtengan a partir de su uso.

Por todo lo planteado con anterioridad se puede decir que con el módulo Catálogo de Pozos de Petróleo se logra mejorar en gran medida el control de la información referente a los pozos petroleros descubiertos en el país y que es manejada en la ONRM, específicamente en el Departamento Dirección de Documentación, lo que brinda mayor satisfacción a los trabajadores y clientes de la oficina.

Los artefactos generados en el proceso de desarrollo del módulo servirán para que otros desarrolladores obtengan un mejor entendimiento de su estructura, facilitando la realización de posibles modificaciones o la agregación de nuevas funcionalidades al mismo.

El sistema fue desarrollado utilizando herramientas multiplataforma y teniendo en cuenta los principios de soberanía tecnológica que defiende el país. En el departamento las herramientas con las que se trabajan son software propietario por lo que el uso de herramientas libres propicia a la oficina como ventaja principal, el mínimo de gastos en cuanto al pago de licencias de software.

6. Recomendaciones

Luego de haber concluido el sistema y cumplido los objetivos trazados, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Incluir nuevos reportes al módulo que sean identificados a partir de las necesidades del cliente.
- Lograr visualizar las coordenadas de los pozos y su ubicación respecto a bloques, yacimientos, provincias y municipios en un mapa a través de la integración con un Sistema de Información Geográfica.
- Realizar un estudio de las posibilidades de integración con otros subsistemas desarrollados por grupos de desarrollo de la UCI, involucrados en el proceso de la informatización geológica.

7. Referencias bibliográficas

- 1- **Diccionario de la Real Academia Española** [En línea] [Citado el 26 de Octubre de 2011]
http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=pozo
- 2- **Matinto, MSc. Pedro Carlos Pérez.** *La Observación. Metodología de la Investigación Científica.* [En línea] [Citado el 18 de Octubre de 2011]
http://eva.uci.cu/file.php/104/Tema_3/Bibliografia/La_Observacion_-_Tema_3.pdf
- 3- **Equipo de Diseño; 2006.** *PICG Proyecto de Informatización del Conocimiento Geológico. Arquitectura del PICG.*
- 4- **Santesteban, José Carlos y Utria, Dianet. 2008.** *Subsistema de consulta de la información referente a los pozos en la Oficina Nacional de Recursos Minerales.* Ciudad de La Habana: s.n., 2008.
- 5- **Justicia, Ministerio de. 2010.** *Gaceta Oficial de la República de Cuba Ministerio de Justicia. 2010. ISSN 1682-7511.*
- 6- **Martell, Vladimir; 2009.** *Proyecto Técnico Sistema de Gestión de Datos Geológicos. Geoinformática.*
- 7- **Universidad de las Ciencias Informáticas.** *Programa Nacional de Informatización del Conocimiento Geológico. Plataforma Técnica. ONRM.*
- 8- **STI Cuyo – Servicios y Tecnología Informática** [En línea] [Citado el 18 de Diciembre de 2011]
http://www.sticuyo.com/popup_general.php?seccion=1&clave=126
- 9- **Royal Systems : Enterprise Business Solutions** [En línea] [Citado el 18 de Diciembre de 2011]
http://www.royalsystems.net/BS/BS_Soluciones.aspx
- 10- **eXimo: eXimoDrill** [En línea] [Citado el 18 de Diciembre de 2011]
http://www.eximo.com.ar/web_eximo/presentacion/ingreso/index.php
- 11- **Software bajo tecnología web para el ingreso, control y respaldo de cabezales de registros de pozos petroleros** [En línea] [Citado el 18 de Diciembre de 2011] / auth. Rossany González Johanna Macías. - Venezuela. Universidad Alonso de Ojeda. Facultad de Ingeniería. Escuela de Computación. <http://www.scribd.com/doc/52739631/Software-bajo-tecnologia-Web-para-la-insercion-control-y-respaldo-de-los-cabezales-de-registros-de-pozos-petroleros>
- 12- **Colectivo de Asignatura ISW, Fac 9.** *Diseño, Arquitectura e Integración de Sistemas. Arquitectura Cliente-Servidor.* La Habana : s.n.
- 13- **Carlos Reynoso, Nicolás Kicillof. 2004.** *Estilos y Patrones en la Estrategia de Arquitectura de Microsoft Version 1.0.* Buenos Aires : s.n., 2004.

- 14- **Rational.** [En línea] [Citado el 21 de Octubre de 2011]
<http://www.rational.com.ar/herramientas/rup.html>
- 15- **Pressman, Roger S; 2007.** *Ingeniería de Software: un enfoque práctico.* 6ta Edición. Editorial McGraw-Hill. Nueva York, E.U.A. Capítulo 3, Epígrafe 3.6 (pp. 67).
- 16- **Proceso Unificado de Rational para el desarrollo de software.** [En línea]. [Citado el: 23 de Octubre de 2011.] <http://www.dybox.cl/metodologia/rup.html>.
- 17- **Larman, Craig. 1999.** *UML y Patrones.* México : s.n., 1999.
- 18- **Lanzillotta, Analía.** [En línea] [Citado el 23 de Octubre de 2011]
<http://www.mastermagazine.info/termino/5560.php>
- 19- **World Wide Web Consortium.** [En línea] [Citado el 24 de Octubre de 2011]
<http://www.w3.org/TR/xhtml1/#xhtml>.
- 20- **Libros Web** [En línea] [Citado el 24 de Octubre de 2011]
<http://www.librosweb.es/javascript/capitulo1.html>
- 21- **World Wide Web Consortium.** [En línea] [Citado el 24 de Octubre de 2011]
<http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/hojasestilo>
- 22- **PHP: Hypertext Preprocessor.** [En línea] [Citado el 25 de Octubre de 2011]
<http://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>
- 23- **Ortíz, Antonio.** *Error500.* [En línea] [Citado el 25 de Octubre de 2011]
http://www.error500.net/garbagecollector/archives/categorias/bases_de_datos/sistema_gestor_de_base_de_datos_sgbdb.php.
- 24- **PostgreSQL.** [En línea] [Citado el 26 de Octubre de 2011]
http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql
- 25- **Links Global Services.** [En línea] [Citado el 26 de Octubre de 2011]
http://www.lgs.com.ve/pres/PresentacionES_PSQL.pdf.
- 26- **Ciberaula Linux.** [En línea] [Citado el 26 de Octubre de 2011]
http://linux.ciberaula.com/articulo/linux_apache_intro
- 27- **Ecured.** [En línea] [Citado el 26 de Octubre de 2011]
http://www.ecured.cu/index.php/Visual_Paradigm
- 28- **NetBeans.** [En línea] [Citado el 26 de Octubre de 2011] http://netbeans.org/index_es.html
- 29- **Ajax** [En línea] [Citado el 11 de Noviembre de 2011] <http://www.librosweb.es/ajax/capitulo1.html>
- 30- **Ajax Ya** [En línea] [Citado el 11 de Noviembre de 2011]
<http://www.ajaxya.com.ar/temarios/descripcion.php?cod=34&punto=2>
- 31- **Fabien Potencier, François Zaninotto.** *Symfony 1.1, la guía definitiva.*
- 32- **EcuRed** [En línea] [Citado el 27 de Octubre de 2011]

http://www.ecured.cu/index.php/Sencha_Ext_JS

- 33- **Jacobson, Ivar, Boochy, Grady, & Rumbaugh, James, 2000.** *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Madrid: Pearson Educación.
- 34- **Somerville, Ian, 2005.** *Ingeniería de Software*. Séptima Edición. Madrid: Pearson Educación. Capítulo 2.
- 35- **Patrones de diseño [En línea] [Citado el 9 de Febrero de 2012]**
<http://www.ingenierosoftware.com/analisisydiseno/patrones-diseno.php>
- 36- **Pressman, Roger S;** 2007. *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico*. 6ta Edición. Editorial McGraw-Hill. Nueva York, E.U.A. Capítulo 14.
- 37- **Pressman, Roger S;** 2002. *Ingeniería del Software: Un enfoque práctico*. 5ta edición.

8. Bibliografía

1. **Ajax** [En línea] <http://www.librosweb.es/ajax/capitulo1.html>
2. **Carlos Reynoso, Nicolás Kicillof. 2004.** *Estilos y Patrones en la Estrategia de Arquitectura de Microsoft Version 1.0.* Buenos Aires : s.n., 2004.
3. **Ciberaula Linux.** [En línea] <http://linux.ciberaula.com/>
4. **Colectivo de Asignatura ISW, Fac 9.** *Diseño, Arquitectura e Integración de Sistemas. Arquitectura Cliente-Servidor.* La Habana : s.n.
5. **Colectivo de Asignatura, Fac9.** *Ingeniería de Software. Diseño, Arquitectura e Integración de Sistemas. Resumen de Patrones de Diseño.* La Habana : s.n.
6. **DATEC.** *Generador Dinámico de Reportes (GDR 1.7).* Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana : s.n.
7. **Diccionario de la Real Academia Española** [En línea] <http://www.rae.es>
8. **EcuRed** [En línea] <http://www.ecured.cu/index.php>
9. **Equipo de Diseño; 2006.** *PICG Proyecto de Informatización del Conocimiento Geológico. Arquitectura del PICG.*
10. **ExtJs** [En línea] <http://www.extjses.com>
11. **Fabien Potencier, François Zaninotto.** *Symfony 1.1, la guía definitiva.*
12. **García, Dr. C. María Elena Guardo.** *LOS COMPONENTES DEL DISEÑO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. UNA REFLEXIÓN PRAXIOLÓGICA.* Matanzas: s.n., 2009.
13. **Hernández León, Rolando Alfredo y Coello González, Sayda. 2002.** *El Paradigma Cuantitativo de la Investigación Científica.* Ciudad de la Habana: EDUNIV Editorial Universitaria, 2002. ISBN: 959-16-0343-6.
14. **Jacobson, Ivar, Boochy, Grady, & Rumbaugh, James, 2000.** *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.* Madrid: Pearson Educación.
15. **Justicia, Ministerio de. 2010.** *Gaceta Oficial de la República de Cuba Ministerio de Justicia. 2010. ISSN 1682-7511.*
16. **Larman, Craig.** *UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos.* Editorial Pearson.
17. **Lanzillotta, Analía.** [En línea] <http://www.mastermagazine.info/termino/5560.php>
18. **Martell, Vladimir; 2009.** *Proyecto Técnico Sistema de Gestión de Datos Geológicos. Geoinformática.*
19. **Matinto, MSc. Pedro Carlos Pérez.** *El diseño metodológico de la investigación científica.*

- Metodología de la Investigación Científica. [En línea]*
http://eva.uci.cu/file.php/104/Tema_3/Bibliografia/Diseno_metodo_de_la_invest-poblacion_y_muestra-_Metodos_y_diseno_experimental_-_Tema_3.pdf
20. **Matinto, MSc. Pedro Carlos Pérez.** *La Observación. Metodología de la Investigación Científica. [En línea]* http://eva.uci.cu/file.php/104/Tema_3/Bibliografia/La_Observacion_-_Tema_3.pdf
 21. **MIC, Colectivo de profesores. 14 de junio de 2011.** *Consideraciones para el Diseño Metodológico PPT.* Ciudad de La Habana : s.n., 14 de junio de 2011.
 22. **Morales, Ing. Isabel.** *Historia de la Industria Petrolera en Cuba.*
 23. **NetBeans.** [En línea] http://netbeans.org/index_es.html
 24. **Ortíz, Antonio.** *Error500.* [En línea] <http://www.error500.net>
 25. **Patrones de diseño** [En línea] <http://www.ingenierossoftware.com>
 26. **PostgreSQL.** [En línea] <http://www.postgresql.org.es>
 27. **Pressman, Roger S;** 2002. *Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. 5ta edición.*
 28. **Pressman, Roger S;** 2007. *Ingeniería de Software: un enfoque práctico. 6ta Edición.* Editorial McGraw-Hill. Nueva York, E.U.A. Capítulo 3, Epígrafe 3.1 al 3.6 (pp. 67-73). Capítulo 14.
 29. **Proceso Unificado de Rational para el desarrollo de software.** [En línea]. <http://www.dybox.cl/metodologia/rup.html>.
 30. **Rational.** [En línea] <http://www.rational.com.ar/herramientas/rup.html>
 31. **Royal Systems : Enterprise Business Solutions** [En línea] <http://www.royalsystems.net>
 32. **Santiesteban, José Carlos y Utria, Dianet. 2008.** *Subsistema de consulta de la información referente a los pozos en la Oficina Nacional de Recursos Minerales.* Ciudad de La Habana: s.n., 2008.
 33. **Software bajo tecnología web para el ingreso, control y respaldo de cabezales de registros de pozos petroleros** [En línea] / auth. *Rossany González Johanna Macías. - Venezuela. Universidad Alonso de Ojeda. Facultad de Ingeniería. Escuela de Computación.* <http://www.scribd.com>
 34. **Sommerville, Ian;** 2005. *Ingeniería del software.* Editorial Pearson Education S.A., Madrid, España. Capítulo 2. Capítulo 4, Epígrafe 4.4 (pp. 76-79). Capítulo 17 (pp. 357-373).
 35. **Universidad de las Ciencias Informáticas.** *Programa Nacional de Informatización del Conocimiento Geológico. Plataforma Técnica. ONRM.*
 36. **Visual Paradigm.** [En línea] <http://www.visual-paradigm.com>
 37. **World Wide Web Consortium.** [En línea] <http://www.w3.org>