



## **Facultad # 9**

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN  
INFORMÁTICA**

---

**TÍTULO: Sistema Automatizado para la Identificación de  
Hidrocarburos Gaseosos (SAIHG)**

---

**AUTORES:** Daneyris Clavel Sardina

Arturo Felix Fonseca Quiala

**TUTOR:** Ing. Carlos Enrique Ramírez Martín

**ASESOR:** Ing. Ariel Félix Díaz Sanabria

Ciudad de La Habana, Marzo, 10 de 2010.  
"Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución".

*"...Poseemos sin embargo invencibles armas. La principal es la educación....Todo lo transformará y seremos pronto el pueblo más educado y culto del mundo. Ya nadie lo duda dentro y fuera de Cuba".*

*Fidel Castro*

## Dedicatoria

*A mi hermana Daymaris por ser mi mayor motivación y darme fuerzas para alcanzar todos mis sueños. A mis maravillosos padres Nereida y Wicho.*

*Daneyris.*

*Dedico este trabajo a mis padres Yolanda y Arturo por darme su amor y una esmerada educación.*

*Arturo*

## *Agradecimientos*

### *Daneyris:*

Le agradezco a mi papá del alma por ser mi apoyo en todo momento, por darme un amor sin límites y por ser el padre que muchos quisieran tener. A mi mamá por ser mi amiga y confidente y por todo el aliento que me ha dado durante los momentos más duros de la carrera. A mis dos padres, por darme la vida, por el sacrificio, y por la confianza con la que me educaron. Gracias a ellos hoy soy una mejor persona.

A mi hermana Daymaris por ser mi mayor orgullo, la luz al final del camino, por ser un pedazo de mi corazón latiendo en su cuerpo.

A mis hermanos Dayneris y Amel, por permitirme ser un ejemplo para ellos. A mis primos Eliecer, Eric, Saylín y Gilberto por ser mis otros hermanos y por haber compartido con ellos una infancia feliz.

A mis abuelos Catalina y Nerys, por sus sabios consejos y por mimarme tanto. A mis tías Norma y Nelvis, por escucharme y brindarme su ayuda siempre que lo necesité.

A toda mi familia por parte de padre que siempre han estado a mi lado y me han brindado su mano.

A mis amigas Gisel, Grettel y Wendy por ser mis hermanas y confidentes desde la infancia. Gracias por su amistad incondicional.

A los compañeros de clases con quienes he compartido tantas horas de risas, de estudio y reflexión durante estos inolvidables años. Especialmente a Yadira, Daylén y Margelys por ser mi apoyo en distintos momentos.

A los profesores que nos han forjado, a los compañeros del CEINPET por su ayuda oportuna. Al ingeniero Carlos por ser un tutor muy preocupado y consecuente. A todas las personas que de una forma u otra me ayudaron a cumplir mi sueño. A ti, que estás leyendo estas líneas

### *Arturo:*

Deseo agradecer a mis padres Yolanda y Arturo por darme la vida y haberme apoyado siempre. Por ser mis ejemplos a seguir y por ayudarme a trazar metas cada vez más altas.

A mi hermano Adrián por estar siempre a mi lado a pesar de la distancia. A mis primos Liyuemin y Arnaldo por su incondicional apoyo.

A mis abuelos Angelita, Lan Guay y Felito por ser mis segundos padres. A mi tía María por brindarme su ayuda y alegría en todo momento.

A todos mis tíos por parte de padre: Argelio, Armando, Alcides y Arnaldo, por ayudarme a ser un hombre de principios.

A todos los compañeros de estudio que tuve en la carrera, de todos aprendí un poco.

### *Agradecimientos Comunes*

Deseamos agradecer a Fidel y a la Revolución por darnos la maravillosa oportunidad de estudiar en la Universidad de las Ciencias Informáticas, por brindarnos esta experiencia única que nos ha permitido formarnos como profesionales y convertirnos en mejores personas.

*Declaración de autoría:*

Declaramos que somos los únicos autores del trabajo titulado:

“Sistema Automatizado para la Identificación de Hidrocarburos Gaseosos”. Autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales del mismo, con carácter exclusivo.

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

Daneyris Clavel Sardina

Arturo Felix Fonseca Quiala

\_\_\_\_\_

Carlos E. Ramírez Martín

\_\_\_\_\_

## Resumen

A través de años de experiencia la industria petrolera cubana se ha apoyado en el estudio de diversas técnicas para guiar las etapas de exploración y producción, tal es el caso del análisis e identificación de modelos de aguas encontradas en pozos petroleros (3). El proceso de identificación de los hidrocarburos gaseosos emanantes de estos pozos constituye otra de las actividades que ayudan en la búsqueda de petróleo. Esta tarea resulta de carácter novedoso para nuestro país y es realizada por los especialistas del Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), institución científica cubana perteneciente a la empresa CUBAPETROLEO (CUPET).

Actualmente no existe ninguna herramienta para el fin antes descrito, dichos especialistas realizan el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos de forma manual, lo que provoca demoras e incertidumbre en los resultados finales. El presente trabajo aborda la construcción de un sistema automatizado que permitirá a los especialistas realizar un trabajo más eficiente en dicha actividad.

### **Palabras Claves**

Gas Natural, Hidrocarburos Gaseosos, Exploración Petrolera.

## Tabla de Contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>4</b>
1.1 Introducción.....	9
1.2 Descripción general del proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros.....	9
1.3 Nomenclatura de la muestra. ....	10
1.4 Clasificación de las muestras de gas de acuerdo a su composición química. ....	11
1.5 Criterios exploratorios deducibles a partir de la muestra.....	11
1.6 Descripción actual del dominio del problema .....	13
1.7 Análisis de otras soluciones existentes .....	13
1.8 Diagramas para la visualización de los datos de las muestras de hidrocarburos gaseosos.....	15
1.9 Conclusiones.....	18
<b>Capítulo 2: Tecnologías para el desarrollo del sistema automatizado.....</b>	<b>19</b>
2.1 Introducción.....	19
2.2 Metodologías de desarrollo. Agile Unified Process (AUP) .....	19
2.3 Herramienta CASE. Visual Paradigm for UML 6.4 .....	20
2.4 Lenguaje de Modelado. UML v2.0.....	21
2.5 Lenguaje de programación. CSharp.....	21
2.6 IDE MonoDevelop 2.2.1 .....	21
2.7 Plataforma .Net 3.5 .....	22
2.8 Librería Gtk# 2.2.19.....	22
2.9 Plataforma MONO 2.4.....	22
2.10 Gestor de BD SQLite 3.....	23
2.11 Librería iTextSharp.....	23
2.12 Conclusiones.....	24
<b>Capítulo 3: Modelado del SAIHG .....</b>	<b>25</b>
3.1 Introducción.....	25
3.2 Modelamiento del Negocio.....	25
3.2.1 Actores y Casos de Uso del Negocio.....	25
3.2.2 Diagrama de Casos de Uso del Negocio .....	25
3.2.3 Trabajadores del Negocio .....	26
3.2.4 Descripción del Caso de Uso del Negocio. ....	27
3.3 Requisitos funcionales .....	28
3.4 Requisitos no funcionales .....	31
3.5 Descripción del Sistema Propuesto.....	32
3.5.1 Actores del sistema .....	32
3.5.2 Diagrama de Casos de Uso del Sistema .....	33
3.6 Conclusiones.....	35

<b>Capítulo 4. Construcción del sistema propuesto (SAIGH)</b> .....	<b>36</b>
4.1 Introducción.....	36
4.2 Arquitectura del sistema .....	36
4.2.1 Selección del estilo arquitectónico para SAIHG.....	36
4.3 Patrones de Diseño aplicados en SAIHG.....	38
4.4 Modelo de Diseño .....	41
4.4.1 Diagrama de clases del diseño .....	41
4.5 Principios de diseño .....	43
4.5.1 Interfaz de usuario.....	43
4.5.2 Concepción de la ayuda de SAIHG.....	44
4.6 Diseño de la Base de Datos .....	45
4.6.1 Diagrama entidad-relación de la base de datos.....	45
4.7 Modelo de Implementación .....	45
4.7.1 Diagrama de componentes .....	46
4.9 Realización de Pruebas a SAIHG .....	47
4.9.1 Prueba de Caja Negra.....	48
4.10 Conclusiones.....	51
<b>Conclusiones Generales</b> .....	<b>52</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>53</b>
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	<b>54</b>
<b>Bibliografía Consultada</b> .....	<b>55</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>57</b>
Anexo 1 Entrevistas realizadas al Director de <i>Producción del CEINPET</i> .....	57
Anexo 2. Diagrama de Actividades del CUN “Identificación de hidrocarburos gaseosos”...	58
Anexo 3. Descripción textual de los casos de uso del sistema. ....	58
Anexo 3.1: Descripción del CUS “AdicionarNuevaMuestraGas” .....	58
Anexo 3.2: Descripción del CUS “GenerarInformeMuestraGas” .....	60
Anexo 3.3: Descripción del CUS “RealizarNomenclatura” .....	61
Anexo 3.4: Descripción del CUS “ClasificarMuestraGas” .....	62
Anexo 3.5: Descripción del CUS “BrindarCriterioExploratorio” .....	63
Anexo 3.6: Descripción del CUS “GraficadeLinea” .....	64
Anexo 3.7: Descripción del CUS “DiagramaDefrancesco”.....	66
Anexo 3.8: Descripción del CUS “GestionarPozo” .....	67
Anexo 4 Descripción de las tablas de la base de datos .....	70
<b>Glosario de Términos</b> .....	<b>72</b>

## Introducción

En la era moderna el desarrollo vertiginoso de las tecnologías y el aumento considerable de la población mundial han lanzado al hombre en una carrera desesperada por las fuentes de energía. De los recursos naturales empleados como combustibles, sin duda alguna, los combustibles fósiles son los de mayor demanda.

Los combustibles fósiles o hidrocarburos como también se les conoce, son compuestos formados por la combinación de los elementos carbono e hidrógeno, se encuentran en la naturaleza en los estados líquido, sólido y gaseoso.

Los hidrocarburos extraídos directamente de formaciones geológicas en estado líquido se conocen comúnmente con el nombre de petróleo. El petróleo encabeza la lista de los recursos energéticos más explotados por el hombre, tal es el caso de países como: Emiratos Árabes Unidos, Irak, Kuwait y Venezuela cuyo principal renglón económico lo constituye la producción y la exportación de este producto. Por otra parte, a los hidrocarburos que se encuentran en estado gaseoso se les conoce como gas natural. El gas natural ocupa el tercer lugar en el mundo entre las fuentes de energía más empleadas y sus amplios beneficios ambientales y económicos son factores de peso para su utilización.

Propiamente dicho, el gas natural es un recurso energético, de origen natural que puede encontrarse tanto en los suelos marinos como terrestres. Su origen se remonta a millones de años atrás, con la muerte y descomposición de distintos organismos que quedaron sepultados en las capas internas de la tierra, expuestos a altas temperaturas y presiones. Suele encontrarse en las porosidades de las rocas que lo contienen, aunque también pueden encontrarse atrapado entre sólidas rocas subterráneas que no permiten su flujo. Cuando esto sucede, se conoce como un yacimiento, los cuales pueden ser clasificados como asociados cuando petróleo y gas comparten el mismo depósito y como no asociados cuando el gas natural se encuentra únicamente con pequeñas partes de otros gases e hidrocarburos.

Para Cuba constituye una fuente de energía cuya explotación aún está en plena carrera ascendente. Muestra de algunos de los principales usos que se les da en territorio nacional lo son el empleo del gas natural en dos variantes: gas manufacturado y gas licuado. Ambas variantes son empleadas en la cocción de los alimentos en miles de hogares, centros de enseñanza, hospitales y centros de trabajo del país. También es empleado como materia prima en la fabricación de amoníaco –producto

fundamental para toda la industria de abonos nitrogenados– y también del metanol –producto que se utiliza en la fabricación de plásticos y proteínas sintéticas–. A partir del gas natural se obtienen materias primas que constituyen la base en la industria petroquímica y la obtención de productos como: el etileno, butadieno y propileno. La producción del gas natural se emplea con mucho éxito en territorio nacional en la generación de energía eléctrica y la producción de aire metanado en la capital del país.

La institución científica cubana encargada de dar respuestas de forma integral a toda la actividad petrolera, desde la exploración hasta la refinación es el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET). Este centro brinda varios servicios en las áreas de exploración – producción, entre los que se encuentran: el estudio sedimentológico de pozos, la identificación de modelos de agua (3) y la identificación de hidrocarburos gaseosos.

Nuestro país se encuentra inmerso en el establecimiento de condiciones propicias para una producción de gas natural y petróleo sostenible. Se hace necesario crear una infraestructura que brinde estabilidad y eficiencia a dicha producción. Contar con mecanismos y tecnologías nacionales constituyen hitos para estos fines, donde se requiere que las dependencias a soluciones informáticas de empresas extranjeras o software propietario se vayan minimizando. Como vanguardia de la informática en Cuba, le corresponde a la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) defender y optimizar estas labores con la automatización de los procesos vitales para la industria petrolera.

El proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos en Cuba es aún una actividad novedosa y los beneficios que reporta son considerables. La identificación oportuna y eficiente de los gases acompañantes del petróleo logra mejores estrategias en el aprovechamiento y tratamiento industrial del mismo. Durante la fase de exploración, brinda importantes mejoras en los indicios y criterios de búsqueda de petróleo y durante la fase de producción posibilita realizar un vital seguimiento de los fluidos extraídos de los pozos, con el fin de optimizar el proceso de recuperación de hidrocarburos líquidos del yacimiento.

Por lo antes mencionado dicha actividad adquiere mayor relevancia y de ello se deriva el creciente interés de los especialistas del CEINPET en lograr mayor certeza y rapidez en dicho proceso.

Los especialistas del CEINPET emplean el análisis de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros como una herramienta muy útil que les facilita la toma de decisiones en tiempo real en el proceso de perforación. Este tipo de análisis reporta numerosos beneficios como la capacidad de

determinar cuáles pozos cuentan con características más favorables para la producción de petróleo a la vez que evitan gastos en métodos más costosos, lo cual se traduce en ahorros significativos al país, disminuyendo así los riesgos de incurrir en perforaciones poco factibles para la producción.

En la actualidad la identificación de hidrocarburos gaseosos se realiza de forma manual por los especialistas del CEINPET. Estos emplean documentos Excel para almacenar toda la información acerca del gas que se extrae de cada pozo del país. La cantidad de información contenida en este tipo de formato es de un volumen considerable. La cantidad de información archivada data de varias décadas y continúa en aumento por constituir este tipo de información patrimonio para esta industria y por lo tanto no se elimina nunca. Como consecuencia, el análisis e interpretación de la información archivada se convierte en una tarea sumamente engorrosa y lenta que frena el rendimiento de la jornada laboral de los especialistas, provoca la introducción de errores y afecta en general la obtención de mejores resultados en materia de producción.

La situación explicada anteriormente unida a la falta de experiencia y desconocimiento de los especialistas del CEINPET en cuanto al análisis e identificación de hidrocarburos gaseosos, provoca resultados contraproducentes en el desarrollo de esta tarea. Por otro lado, los especialistas no cuentan con ninguna herramienta que les facilite el desempeño de dicho proceso y que a la vez pueda ser empleada en los distintos pozos petroleros del país.

Dada la situación problemática explicada anteriormente se plantea el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo disminuir los errores y el tiempo empleado por los especialistas del CEINPET en el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros?

Se trazó como **objetivo general**, desarrollar un sistema automatizado que facilite a los especialistas del CEINPET la identificación de los hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros.

Para dar solución a este problema se determinó como **objeto de estudio**, el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros realizado por los especialistas del CEINPET y como **campo de acción** la informatización del proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros realizado por los especialistas del CEINPET.

Se plantea como **Idea a Defender**: Si se dispone de un sistema automatizado para el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros, entonces disminuirán los errores y el tiempo empleado por los especialistas del CEINPET en la realización de dicho proceso.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado se han trazado las siguientes **Tareas de la investigación**:

1. Describir las regularidades del proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros.
2. Confeccionar el estado del arte de los métodos y algoritmos computacionales aplicables al proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros.
3. Describir el estado actual del proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros efectuado por los especialistas del CEINPET.
4. Seleccionar las tecnologías a utilizar para el desarrollo de la aplicación.
5. Modelamiento del Negocio.
  - a. Realizar el diagrama de casos de usos del negocio.
  - b. Realizar el diagrama de actividades.
6. Levantar los requerimientos del sistema.
  - a. Validar con el cliente los requerimientos del sistema.
  - b. Realizar el diagrama de casos de usos del sistema.
7. Realizar el análisis y diseño de la aplicación.
  - a. Selección y documentación de la arquitectura a utilizar en el desarrollo de la aplicación.
  - b. Realizar el diagrama de clases diseño del sistema.
  - c. Realizar el diagrama entidad-relación de la base de datos.
  - d. Realizar el diagrama de componentes.
8. Implementación del sistema para la identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros.
  - a. Realizar pruebas al sistema.
9. Validar la aplicación informática a través del grado de satisfacción de los especialistas del CEINPET.

Para cumplimiento a las tareas antes mencionadas se aplicaron **métodos de investigación** (1) que se muestran seguidamente.

#### **Métodos Teóricos:**

- **Histórico-Lógico:** En la presente investigación se utilizó para estudiar la trayectoria histórica real del problema de la investigación y la lógica tener en cuenta para llegar a una solución satisfactoria, que es en este caso el sistema automatizado a construir.

- **Analítico-Sintético:** En esta investigación se empleó para analizar y sintetizar la bibliografía estudiada, las teorías, documentos, etc.; permitiendo la extracción de los elementos más importantes que se relacionan con el objeto de estudio.

### **Métodos Empíricos:**

- **Entrevista:** En este caso se cuenta con las entrevistas realizadas al Director de del Departamento de Producción del CEINPET con el fin de precisar los requerimientos a incorporar al sistema y entender cómo se realiza el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos en el CEINPET. (Anexo 1.1)

Como aporte práctico se obtiene: un sistema automatizado que permite la identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros. El sistema será capaz de responder a las necesidades de los investigadores del CEINPET así como de otras empresas como: EPEP (Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo) Occidente, EPEP Centro y EPEP Majagua, en las áreas de Ingeniería de Yacimientos, Tecnología y Laboratorio Central y a CUPET en la dirección de exploración y producción.

El presente trabajo se estructura en 4 capítulos:

Capítulo 1, *El proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros*. En este capítulo se plantean todos los elementos teóricos que sustentan la investigación así como los tipos de clasificaciones de hidrocarburos gaseosos empleados.

Capítulo 2, *Tecnologías utilizadas para confeccionar la solución propuesta*. En este capítulo se analizan y seleccionan las herramientas y tecnologías para la modelación e implementación del sistema automatizado.

Capítulo 3, *Modelado del SAIHG*. En este capítulo se refleja la forma en que quedará modelado el sistema a construir y los distintos diagramas que permitirán una mayor comprensión del mismo.

Capítulo 4, *Construcción del SAIHG*. En este capítulo se describe la construcción del sistema automatizado, su integración y el funcionamiento de los distintos componentes y clases, de una manera fácil y asequible tanto a los desarrolladores como al cliente, siguiendo la modelación realizada en el capítulo 3.

# Capítulo 1: Fundamentación Teórica

## 1.1 Introducción

En este capítulo se recopilan las bases teóricas que sustentan la investigación y específicamente las particularidades de la identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros y se analizan soluciones nacionales e internacionales existentes en este campo. Se exponen los tipos de clasificaciones de hidrocarburos gaseosos existentes y los diagramas empleados para graficar muestras de hidrocarburos gaseosos.

## 1.2 Descripción general del proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros.

El proceso de identificación hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros es una actividad novedosa desarrollada por los especialistas del CEINPET, los cuales tienen en cuenta para su clasificación la composición química y las propiedades físicas, entre otros aspectos. Durante la fase de exploración y perforación de pozos se extraen muestras de gases, que luego son analizadas por los especialistas para establecer criterios sobre las características productivas del pozo o yacimiento, y conocer sobre el estado exitoso o no de la perforación.

La composición de la muestra de gas extraída es variable según las características propias del yacimiento o pozo. En su gran mayoría, se encuentran constituidas por hidrocarburos gaseosos donde el componente principal es el metano y en menores proporciones el etano y el propano. Como impurezas son frecuentes el dióxido de carbono y el sulfuro de hidrógeno. Una descripción completa de la composición del Gas Natural se puede observar en la tabla 1.

Metano	CH <sub>4</sub>	70-90%
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0-20%
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	
Butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0-8%
Oxígeno	O <sub>2</sub>	0-0.2%
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	0-5%
Sulfuro de hidrógeno	H <sub>2</sub> S	0-5%
Gases nobles	A, He, Ne, Xe	traza

Tabla 1. Composición del Gas Natural

De acuerdo a la composición del gas extraído y a la cantidad de hidrocarburos gaseosos pesados o ligeros identificados, se designa el uso de los mismos y los instrumentos a emplear en el proceso de producción. De ahí la importancia de identificarlos de forma eficiente.

### 1.3 Nomenclatura de la muestra.

En el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos es muy importante establecer la nomenclatura para la muestra que se desea analizar. Para nombrar la muestra se tiene en cuenta la composición química de la misma y los por cientos de los compuestos químicos presentes. Para realizar la nomenclatura se toman los hidrocarburos gaseosos presentes hasta el 3er elemento que tenga una proporción mayor al 5 por ciento con respecto al total de la muestra. En la siguiente tabla se pueden apreciar los porcentos de volumen correspondientes a 4 compuestos químicos que conforman la muestra de gas # 1.

Muestra Gas # 1	
Compuesto Químico	Proporción %
Metano-C1	75 %
Heptano-C7	14 %
Etano-C2	4 %
Butano-C4	7 %

Tabla 2 Ejemplo de distribución de los compuestos químicos en una muestra de gas

De acuerdo a la forma en que se realiza la nomenclatura, la muestra # 1 sería nombrada como Metano-Heptano-Butano. En caso de que el butano tuviese un valor inferior al 5 % solo se nombraría la muestra como Metano-Heptano. En la tabla que sigue se reflejan los elementos químicos de mayor uso en la nomenclatura de las muestras.

Fórmula estructural	Nombre	Fórmula	Fórmula Reducida
CH <sub>4</sub>	metano	C <sub>1</sub> H <sub>4</sub>	C1
CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C2
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C3
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C4
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	C5

Tabla 3. Elementos químicos más empleados en la nomenclatura de las muestras de gases.

#### 1.4 Clasificación de las muestras de gas de acuerdo a su composición química.

Atendiendo a la composición química de la muestra de gas se procede a realizar una clasificación de la misma. Para ello se tiene en cuenta la cantidad impurezas e hidrocarburos gaseosos existentes en la muestra de gas. En relación al predominio de ciertos elementos químicos se pueden definir las siguientes clasificaciones:

**Gas húmedo:** Posee un contenido de butano ( $C_4$ ) mayor del 80 por ciento, alto contenido de propano, vapor de agua y fracciones más pesadas.

**Gas seco:** Tiene un contenido mayoritario de gas metano y bajo contenido de propano y etano, no contiene vapor de agua. El metano ( $C_1$ ) se encuentra en una proporción mayor del 80 por ciento (%).

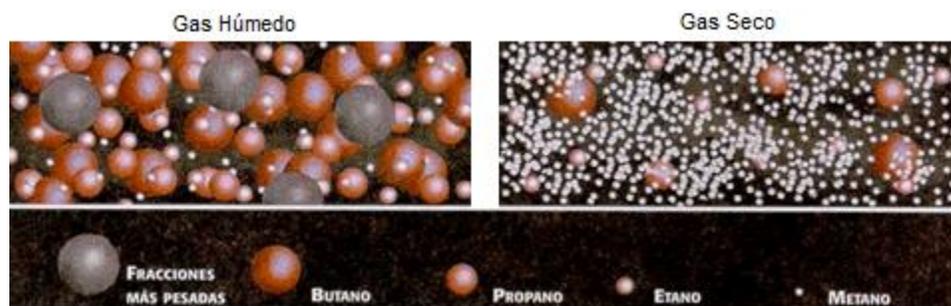


Fig. 1 Representación de la composición química de los gases secos y húmedos

**Gas dulce:** Gas que tiene un contenido bajo de compuestos de azufre, especialmente sulfuro de hidrógeno  $SH_2$  menor 1 %, o no contiene compuestos amargos.

**Gas ácido (o agrio):** Contiene impurezas denominados compuestos amargos como el ácido sulfhídrico  $SH_2$  mayor al 3 % y dióxido de carbono  $CO_2$  mayor al 10 %. Presenta otros componentes corrosivos y debe ser tratado antes de su utilización tienen desagradable olor y son muy tóxicos.

#### 1.5 Criterios exploratorios deducibles a partir de la muestra.

Para los especialistas que realizan los análisis a las muestras de gas resulta de gran ayuda poder identificar si la zona o pozo de donde fue extraída dicha muestra es favorable para la producción. Para ello emplean criterios de distintos autores que le brindan este tipo de indicios y son especialmente útiles en caso de que la muestra haya sido tomada de una zona no explorada o que no haya sido explotada anteriormente. Seguidamente se detallan los métodos empleados para este propósito.

### 1.5.1 Clasificación por A. S. Singer

Esta clasificación facilita otros criterios exploratorios brindando indicios sobre la estructura productiva que está presente en el contexto de donde se extrajo la muestra de gas.

Clasificación	$\Sigma\text{HC}/\text{N}_2$	$\text{C}_1\text{H}_4/\text{C}_2\text{H}_6+\text{C.L}$	$\text{C}_1\text{H}_4/\text{C}_3\text{H}_8+\text{C.L}$
Estructura Inundada y no contiene petróleo y gas	< 14	> 35	> 180
Estructura de contenido petróleo y gas	< 14	< 35	< 180
Estructura gaseosa y/o gases hidrocarburos	> 14	> 8	-

Tabla 4. Clasificación de estructura por A.S Singer.

### 1.5.2 Clasificación por N. S. Ermacov.

La clasificación por N. S. Ermacov constituye otro tipo de clasificación para determinar si la estructura encontrada es productora de gas, petróleo o ambos.

Clasificación	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{C}_3\text{H}_8$
Estructura gaseosa	< 3	< 3
Estructura gasopetrolífera	> 3	< 3
Estructura petrolífera	> 3	> 3

Tabla 5. Clasificación por N. S. Ermacov.

### 1.5.3 Clasificación por la Relación Isobutano -Butano.

Esta clasificación permite determinar si la estructura que se explora es factible o no para la producción, constituyendo un criterio exploratorio muy útil.

Clasificación	$i\text{C}_4\text{H}_{10}/n\text{C}_4\text{H}_{10}$
Estructura Productiva, o agua del contorno de acumulación de hidrocarburos	Oscila entre 0.3 a 0.6
Estructura No productiva	Oscila entre 0.9 a 1.

Tabla 6. Clasificación por relación Isobutano-Butano

## **1.6 Descripción actual del dominio del problema**

Luego de realizar perforaciones durante la fase de exploración, los especialistas necesitan identificar las muestras de gas extraídas de los pozos. Para la identificación de los hidrocarburos gaseosos presentes en la muestra se realiza un análisis a nivel de laboratorio y la información resultante se guarda en archivos Excel como informes. Este tipo de formato dificulta el trabajo a los especialistas y mediante su empleo se introducen errores. Esto se debe a que la información a analizar es de un volumen considerable y se vuelve tedioso interpretar los datos contenidos en cientos de tablas. Este tipo de formato resulta muy poco seguro y la información puede ser modificada accidentalmente e incluso se corre el riesgo de perder todos los datos. Esta situación provoca demoras e incertidumbres en el resultado final del proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros, trayendo como consecuencia la toma de falsas decisiones, que pueden implicar gastos de miles de pesos para el país. En estos momentos los archivos Excel no brindan una clasificación de los hidrocarburos gaseosos en ellos contenidos y ello aumenta las dificultades de los especialistas para identificar y clasificar cientos de muestras de gases con numerosa variedad de compuestos químicos. Resulta de vital importancia para los especialistas, contar con una herramienta que les facilite la realización de este proceso y que a la vez les permita crear y consultar informes de forma rápida.

## **1.7 Análisis de otras soluciones existentes**

### **1.7.1 Nacionales**

En el ámbito nacional, luego de investigar y consultar distintas fuentes, se encontró que no existen herramientas similares que permitan solucionar las necesidades del cliente. El sistema nacional que se muestra fue el único identificado que guarda cierta relación con el proceso investigado.

### **Proyecto de Dirección del Gas**

Sistema informático desarrollado por la empresa Tecnomática que permite conocer de primera mano todo el proceso de distribución del gas desde un centro ubicado en Santa Cruz del Norte. Posibilita el control de cada partícula de gas desde la salida del pozo de donde se extrae hasta su paso por los centros de producción y centros de distribución. (5)

Es la primera aplicación de General Packet Radio Service (GPRS) en la industria cubana en un sistema para supervisión remota en tiempo real. Tiene como novedoso que ambos extremos de la comunicación, emplazamientos remotos y despacho central, están conectados permanentemente a GPRS. Gracias a la aplicación de este control se han minimizado las pérdidas de este vital recurso, a la vez que permite la toma de decisiones que garantizan un aprovechamiento óptimo del combustible ahorrando millones de dólares al país. Este sistema tiene su mayor peso en la distribución del gas y no en la identificación de los hidrocarburos gaseosos, que es el interés de los especialistas del CEINPET.

### **1.7.2 Internacionales**

#### **PROSPECTOR**

Sistema desarrollado en el año 1978 que impulsó el éxito de los sistemas expertos en la industria petrolera. Su principal función era la de predecir la posibilidad de encontrar depósitos de minerales en el interior de la tierra. (8) Ofrecía buenos indicios sobre qué regiones eran las más propicias para encontrar gas natural, helio e hidrocarburos líquidos. Como sistema de apoyo a la exploración petrolera emplea la ubicación de depósitos de minerales, mas no logra identificar los tipos gases del depósito descubierto. Este sistema no soluciona los problemas del cliente.

#### **DIPMETER ADVISOR**

Desarrollado en 1980 por Schlumberger Doll Research para auxiliar en el análisis de los datos recolectados durante la exploración petrolera. (7) Interpreta los datos sísmológicos y los refleja en un sismograma del subsuelo permitiendo determinar con certeza la presencia de trampas de petróleo o gas natural. No sustituye a los especialistas humanos, sino que mejora la capacidad de análisis de los datos y permite proporcionar mejores predicciones. Este sistema realiza mapas del subsuelo pero no satisface el sistema de gráficas que demandan los especialistas del CEINPET ni tampoco brindan clasificaciones ni identificación de los gases hidrocarburos encontrados.

#### **LabVIEW**

Desarrollado por Shell Global Solutions es un sistema que se encarga de la estabilización del flujo de gas/líquido extraído de un pozo petrolero. Permite el control de slug, permitiendo una comunicación con dispositivos existentes y operación en tiempo real con disponibilidad del 99.95%. (6)

Este software facilita el control del flujo durante la producción pero no clasifica los hidrocarburos gaseosos presentes en la mezcla de fluidos extraída. Luego de analizar las soluciones nacionales e internacionales se resume que en la actualidad no existe ninguna herramienta según la bibliografía consultada que resuelva los actuales problemas y necesidades del cliente. Por esta razón se determina que la realización de estas actividades se puede lograr eficientemente mediante un sistema automatizado que emplee clasificación, nomenclatura y visualización de los datos mediante diagramas. Estas funcionalidades permitirán reducir los errores y tiempo de análisis empleado por los especialistas del CEINPET en el proceso de identificación de hidrocarburos gaseoso antes mencionado.

### **1.8 Diagramas para la visualización de los datos de las muestras de hidrocarburos gaseosos**

Es interés de los especialistas del centro poder utilizar gráficas que permitan visualizar el comportamiento de los hidrocarburos gaseosos de un determinado pozo a través de un período de tiempo, y al mismo tiempo faciliten la modelación de las muestras de hidrocarburos. Se necesita contar con una base de datos para almacenar toda la información de las muestras de hidrocarburos gaseosos extraídas de cada pozo de petróleo.

El empleo automatizado de diferentes tipos de diagramas facilita el análisis de la información. La representación visual a través de gráficas constituye un importante elemento para la identificación de los hidrocarburos gaseosos. Estos permiten expresar un conjunto considerable de datos de forma más abreviada, constituyendo una herramienta muy útil para interpretar las propiedades de una muestra de gas, realizar correlaciones y apreciar el comportamiento de los hidrocarburos gaseosos de un pozo. Se relacionan los tipos de gráficas de interés para los especialistas del CEINPET en la actividad antes descrita en los siguientes sub-epígrafes.

#### **1.8.1 Gráficos de Líneas.**

Este tipo de gráfico muestra una serie de puntos conectados entre sí mediante rectas, donde cada punto puede representar distintos valores, los cuales son representados en dos ejes cartesianos ortogonales entre sí.(2) Pueden mostrar datos continuos en el tiempo, establecidos frente a una escala común y, por tanto, son ideales para mostrar tendencias de datos a intervalos iguales.

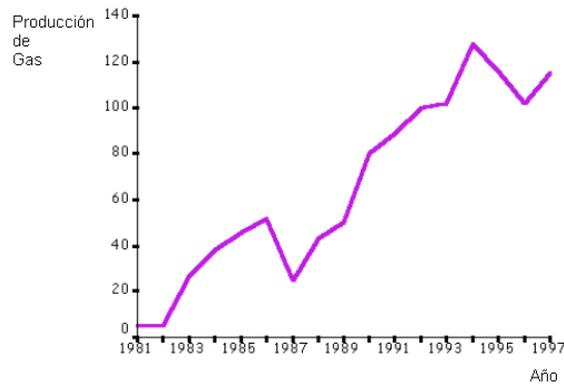


Fig. 2: Gráfico de Línea que muestra la relación de producción de gas con respecto al tiempo.

En un gráfico de líneas, los datos de categoría se distribuyen uniformemente en el eje horizontal y todos los datos de valor se distribuyen uniformemente en el eje vertical. En caso de tener más de diez etiquetas numéricas, se utiliza en su lugar un gráfico de dispersión. (4) Dentro de los tipos de gráficos de líneas más usados están: líneas apiladas, líneas apiladas con marcadores y líneas en 3D.

### 1.8.2 Gráficos de dispersión o tipo XY

Un gráfico de dispersión tiene dos ejes de valores y muestra un conjunto de datos numéricos en el eje horizontal (eje X) y otro en el eje vertical (eje Y). Combina estos valores en puntos de datos únicos y los muestra en intervalos irregulares o agrupaciones. Dentro de este tipo de gráfico se pueden encontrar clasificaciones como la Dispersión con sólo marcadores, Dispersión con líneas suavizadas y dispersión con líneas suavizadas y marcadores, Dispersión con líneas rectas y dispersión con líneas rectas y marcadores. (4)

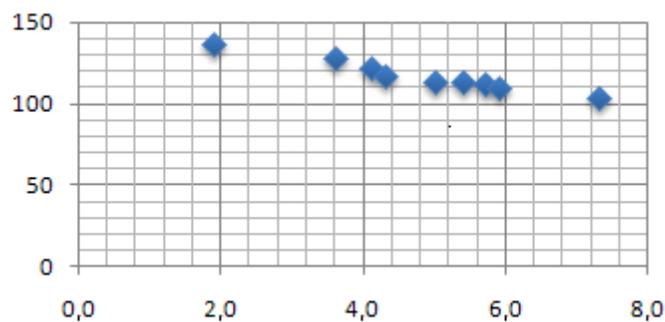


Fig. 3 Gráfico de Dispersión con Marcadores.

Es conveniente utilizar un gráfico de dispersión cuando:

- Se desea mostrar similitudes entre grandes conjuntos de datos en lugar de diferencias entre puntos de datos.
- Se desea comparar muchos puntos de datos sin tener en cuenta el tiempo; cuantos más datos incluya en un gráfico de dispersión, mejores serán las comparaciones que podrá realizar.

### 1.8.3 Gráficos radiales

Un gráfico radial, también conocido como gráfico de araña o de estrella por su aspecto, representa los valores de cada categoría a lo largo de un eje independiente que se inicia en el centro del gráfico y finaliza en el anillo exterior. (4)

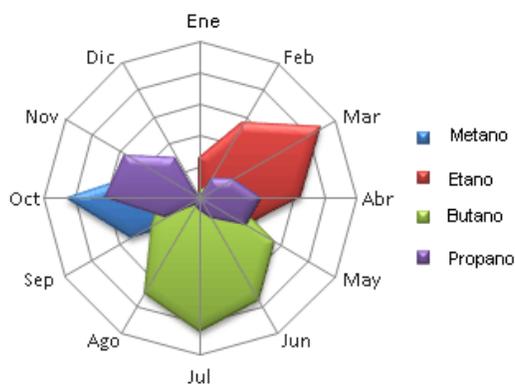


Fig. 4 Gráfico radial relleno

Los gráficos radiales comparan los valores agregados de varias series de datos y pueden clasificarse como radiales con marcadores o radiales rellenos. (Fig. 4)

### 1.8.4 Diagrama de Defrancesco.

Es un tipo de diagrama circular en el cual es posible representar a escala logarítmica los componentes de la muestra de gas extraída y compararla con la de un patrón de hidrocarburo gaseoso seleccionado. (Fig. 5)



## **Capítulo 2: Tecnologías para el desarrollo del sistema automatizado.**

### **2.1 Introducción**

En este capítulo se refleja el estudio y la selección de las tecnologías para desarrollar el sistema automatizado. Se definen en este capítulo: la metodología de desarrollo del software, el lenguaje de modelación, la herramienta CASE que soporte el modelado, el gestor de base de datos, el lenguaje de programación junto al entorno de desarrollo y la plataforma a emplear.

### **2.2 Metodologías de desarrollo. Agile Unified Process (AUP)**

Considerando las características de las funcionalidades a implementar, teniendo en cuenta que el tiempo de implementación es limitado y dado las necesidades expresadas por el cliente, se necesita obtener un software en poco tiempo y que a la vez sea confiable. Para ello se analizaron metodologías de desarrollo del software ágiles y robustas.

La metodología robusta Rational Unified Process (RUP) plantea que el cliente no está obligado a mantener una interacción constante con el equipo de desarrollo, sino que puede seguir el avance del proyecto a través de reuniones con un largo período de ocurrencia, siendo necesaria una mayor documentación para que exista un control de todo el proceso. Este no es el caso de la situación que se establece con el cliente y no se cuenta con suficiente tiempo para una documentación abundante. Por lo antes expuesto se decidió no emplear RUP, porque esta metodología es más apropiada para desarrollar proyectos que requieran gran planificación y control de abundante cantidad de artefactos. Según Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh, en el libro “El Proceso Unificado de Desarrollo”, Capítulo 1, “el ciclo de vida de esta metodología es iterativo e incremental, que supone un gran esfuerzo que puede durar entre varios meses hasta posiblemente un año o más”. El equipo de desarrollo dispone de un tiempo limitado y corto para desarrollar el sistema, por tanto resulta poco factible aplicar esta metodología.

No se seleccionó XP porque no es posible establecer una interacción continua entre el cliente y los desarrolladores, por las características y ocupaciones tanto del cliente como del equipo de desarrollo. El proyecto a desarrollar no es de índole cambiante, las reglas, procesos del negocio y necesidades del cliente se encuentran bien definidas. Por otra parte, los desarrolladores no tienen experiencia en el trabajo con esta metodología ni la madurez suficiente para aplicarla correctamente

Se selecciona la metodología ágil Agile Unified Process (AUP) por ser la que más se adapta al proyecto a desarrollar y a las condiciones de trabajo. Se eligió por ser muy apropiada para guiar proyectos de una complejidad y volumen no muy altos y que necesiten una rápida implementación, los cuales son los aspectos fundamentales a tener en cuenta para el desarrollo del SAIHG. AUP proporciona un desarrollo del software más rápido y eficiente, con una generación de artefactos media que satisface los requerimientos para la construcción del sistema a la vez que permite un ahorro de tiempo considerable. Esta metodología cuenta con las siguientes fases:

1. Creación: Identificar el alcance inicial del proyecto, la arquitectura del potencial de su sistema, y para obtener la financiación inicial del proyecto y la aceptación de los interesados.
2. Elaboración: Probar la arquitectura del sistema.
3. Construcción: Construir software que trabajan sobre una base regular, incremental, que se reúne la más alta prioridad a las necesidades de sus participantes en el proyecto.
4. Transición: Validar y desplegar el sistema en su entorno de producción.

Para el desarrollo de las fases anteriores las disciplinas de AUP a cumplir son las siguientes:

- Modelo: Entender el negocio de la organización (CEINPET), el dominio del problema que aborda el proyecto y definir una solución viable.
- Aplicación: Transformar el modelo en código ejecutable y realizar un nivel básico de las pruebas.
- Test: Realizar una evaluación objetiva para garantizar la calidad. Esto incluye encontrar defectos, validar que el sistema automatizado funciona según lo previsto y verificar que se cumplan los requisitos.

### **2.3 Herramienta CASE. Visual Paradigm for UML 6.4**

Visual Paradigm for UML 6.4 es una herramienta profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software. Ayuda a una rápida construcción de aplicaciones de calidad a un menor costo. Permite construir todos los tipos de diagramas de clases, así como la generación de gran parte de la documentación y código desde estos. Soporta patrones de diseño para lograr mejores prácticas. Es una herramienta multiplataforma que cuenta con la fortaleza de que su licencia es pagada por la Universidad de las Ciencias Informáticas. El equipo de desarrollo cuenta con sólidos conocimientos en el empleo de esta herramienta y por el éxito con que es empleada dentro de la universidad se seleccionó como herramienta CASE Visual Paradigm for UML 6.4 para la modelación del sistema.

## **2.4 Lenguaje de Modelado. UML v2.0**

“UML es un lenguaje visual de modelado para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema software”. Como dijeron Booch, Rumbaugh, y Jacobson en el libro “El Lenguaje Unificado de Modelado”. Es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software, ofrece un estándar para describir el sistema.

Se seleccionó UML 2.0 como lenguaje de modelado que permite a los programadores, analistas y clientes una mejor comprensión del sistema. Permite visualizar de manera abstracta las funcionalidades de la aplicación, los procesos de negocio, los esquemas de bases de datos con los cuales el software interactúa. Por otro lado, permite la documentación del ciclo de desarrollo del sistema para el posterior avance al siguiente, y facilita la realización de posteriores versiones aumentando la escalabilidad y calidad del producto final. De esta versión de UML se emplearán sólo los diagramas que permitan una solución óptima del problema y que garanticen una buena interpretación a cualquier nivel.

## **2.5 Lenguaje de programación. CSharp**

Para programar el sistema se pensó en un lenguaje con el cual los desarrolladores estuviesen familiarizados y que contara con potencialidades para desarrollar un sistema automatizado de calidad. Atendiendo a lo anteriormente expresado se eligió el lenguaje de programación CSharp, el cual es un lenguaje de programación orientado a objetos, robusto y sencillo. Este es independiente y está diseñado para generar programas sobre la plataforma.NET, aunque actualmente existe la plataforma Mono para Linux sobre la cual es posible programar en este lenguaje.

## **2.6 IDE MonoDevelop 2.2.1**

MonoDevelop es el IDE GNOME nativo para trabajar sobre la plataforma MONO utilizando el lenguaje de programación C#. En su versión 2.2.1 permite el trabajo con el lenguaje de programación C# de manera fácil y eficiente, con notables mejoras en el soporte para depuración y más plantillas de código. Cuenta con un debugger con todas las características que se esperan en un IDE potente y no sólo se puede usar con aplicaciones Mono, sino que también soporta aplicaciones nativas a través de una integración con GNU Debugger. Brinda un completo sistema de soporte de autocompletado para C# 3.0 y ayuda para programadores principiantes.

Este IDE no depende de la Windows Forms sino, que utiliza la librería Gtk#, la cual es equivalente a la Windows Forms. Surge como alternativa de .NET, dado que sus componentes: Windows Forms, ADO.NET y ASP.NET son privadas. Para trabajar con este IDE, en caso de emplear el SO Windows, es necesario tener instalada la plataforma .Net y la librería Gtk#. Se seleccionó el IDE MonoDevelop 2.2.1 por las numerosas ventajas que posee y porque permite que las aplicaciones construidas con este IDE y Gtk# se pueden ejecutar en las plataformas: Linux, Windows de forma óptima siempre que tengan instalada la plataforma Mono.

## **2.7 Plataforma .Net 3.5**

La plataforma .NET 3.5 permite que las aplicaciones desarrolladas en ella se compilen en tiempo de ejecución, cuenta con una serie de características que hacen muy atractivo y eficiente su uso, soporta varios lenguajes de programación como son: C#, Visual Basic, C ++ y otros. Es una plataforma reconocida internacionalmente que propone un ambiente integrado para la creación de soluciones informáticas. Cuenta con las potencialidades de las versiones anteriores. Se seleccionó esta plataforma para realizar la implementación del sistema automatizado usando el IDE MonoDevelop 2.2.1 y la librería Gtk#, empleando el sistema operativo Windows.

## **2.8 Librería Gtk# 2.2.19**

GTK forma parte del proyecto GNU y es un conjunto de bibliotecas multiplataforma para desarrollar interfaces gráficas de usuario (GUI), principalmente para los entornos gráficos GNOME aunque también se puede usar en el escritorio de Windows, MacOS y otros. Es una de las bibliotecas más populares ya que permite la programación en varios lenguajes como: C, C++ y C#.

Gtk# es una librería para distintos propósitos que constituye una alternativa a Windows Forms y que se emplea con éxito internacionalmente en la creación de interfaces gráficas de usuarios y el manejo de elementos como ventanas, botones, menús, etiquetas, deslizadores, pestañas, cajas de texto y otros. Permite su ejecución en el SO Microsoft. Se seleccionó esta librería con el objetivo de poder desarrollar la aplicación usando el IDE MonoDevelop 2.2.1 para obtener un producto totalmente libre.

## **2.9 Plataforma MONO 2.4**

Se seleccionó Mono como plataforma por constituir la implementación libre de la plataforma .NET de Microsoft para sistemas Linux/Unix, Windows y otros. Entre los componentes básicos de MONO se encuentra el compilador de C#, la biblioteca de clases y una máquina virtual CLI (Common Language

Infraestructure) que trae integrado el sistema gestor de base de datos SQLite. MONO cuenta con un driver muy bien implementado, que soporta el Standard ADO.NET 2.0, que es Mono.Data.Sqlite.

### **2.10 Gestor de BD SQLite 3**

SQLite 3 es una base de datos embebida y de código abierto bajo la licencia GPL, es portable, fácil de usar y embebida (Combina el motor y el interfaz de la base de datos en una única biblioteca y almacena los datos en un único archivo de texto plano). Es multiplataforma y no precisa configuración, permite usar un conjunto amplio de funciones SQL. Es ideal para trabajar con volúmenes medianos o pequeños de información como los que se requieren en el sistema a desarrollar.

Se seleccionó este gestor porque elimina en gran medida las incomodidades que generan al usuario la configuración e instalación de sistemas adicionales como Postgres o MySQL, disminuyendo así el nivel de dificultad con el manejo de la BD lo que les facilita el trabajo a los usuarios. Permite un nivel de portabilidad excelente entre computadoras. En caso de ser necesario para los especialistas cambiar de ordenador, solo deben copiar 1 solo archivo creado por la base de datos de SQLite.

En un futuro se espera que en el CEINPET todos sus sistemas emigren a software libre y varias aplicaciones se conecten a una base de datos centralizada, por esta razón se necesita una base de datos portable, la cual pueda ser cambiada fácilmente a PostgreSQL, MySQL u ORACLE sin tener que modificarla completamente o presentar mayores dificultades, de ello se derivan la selección e importancia de SQLite

Se empleó la librería SQLiteSystem.Data.SQLite (15) para encriptar la base de datos del sistema. Mediante el empleo de este mecanismo se logró garantizar una mayor seguridad y confidencialidad en la información manejada por la aplicación y fueron reducidos los riesgos de accesos no autorizados y divulgación de los datos.

### **2.11 Librería iTextSharp**

La librería iTextSharp es una librería que proviene del mundo Java, consiste básicamente en una adaptación a C# de iText. Esta librería es de tipo código abierto (open source) y permite la creación y manipulación de documentos txt, rtf, doc, pdf, html y xml mediante C#. Se seleccionó esta librería para exportar los informes generados por el sistema al formato pdf.

## 2.12 Conclusiones

En este capítulo se recogieron las principales tecnologías a tener en cuenta para el desarrollo del sistema automatizado. Para ello se tomó la actualidad, novedad y eficiencia de las mismas. Luego de estudiar algunas de ellas, las seleccionadas fueron: AUP como metodología de desarrollo de software, UML v 2.0 como lenguaje de modelado, Visual Paradigm for UML 6.4 como herramienta CASE, CSharp como lenguaje de programación, MonoDevelop 2.2.1 como entorno de desarrollo junto al plataforma MONO 2.4 o la plataforma .NET 3.5 en conjunto con la librería gráfica Gtk, así como la librería iTextSharp y como gestor de base de datos SQLite. La selección de estas herramientas permitirá la modelación y construcción del sistema de forma óptima.

## Capítulo 3: Modelado del SAIHG

### 3.1 Introducción

En este capítulo se modela el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros en el CEINPET, el cual constituye el negocio que se desea mejorar mediante la implantación de un sistema automatizado. Se abordarán los principales artefactos generados durante el modelamiento del negocio y sus descripciones.

### 3.2 Modelamiento del Negocio.

Para una mejor comprensión del funcionamiento del proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros en el CEINPET y para dar inicio al desarrollo del sistema se determinó realizar el modelo de negocio. Se seleccionó esta variante dado que fue posible establecer el marco del mismo con las fronteras bien delimitadas. En este caso es posible apreciar visiblemente, quiénes son las personas involucradas y beneficiados con cada uno de los procesos.

#### 3.2.1 Actores y Casos de Uso del Negocio.

Un caso de uso del negocio representa un proceso dentro del negocio y en el presente modelado se identificó un solo caso de uso del negocio llamado “Identificación de hidrocarburos gaseosos” (Fig. 8).

Con el caso de uso identificado interactúa un único actor del negocio el cual es Cliente, el cliente es el encargado de solicitar al especialista del CEINPET la identificación hidrocarburos gaseosos presentes en una muestra de gas extraída de un pozo de petróleo.

#### 3.2.2 Diagrama de Casos de Uso del Negocio

A continuación se muestra el diagrama caso de uso del negocio donde intervienen el actor y el caso de uso del negocio identificado.

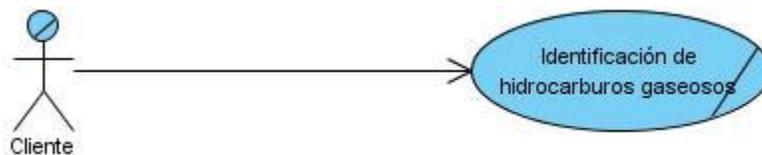


Fig. 6 Diagrama de Caso de Uso del Negocio

### 3.2.3 Trabajadores del Negocio

Dentro de la institución existen personas encargadas de la recepción y manipulación de la información. Acorde a esta finalidad se identificaron dos trabajadores del negocio que son los responsables de operar con los datos generados en el negocio. Ellos son:

Trabajador del negocio - *Especialista*: El especialista es el encargado de elaborar el informe con los resultados de la identificación de la muestra de hidrocarburos gaseosos, a partir del análisis químico efectuado en el laboratorio, y enviárselo al cliente.

Trabajador del negocio - *Laboratorio*: El laboratorio es el encargado de realizar el análisis químico de la muestra de hidrocarburos gaseosos y enviarle los resultados al especialista.

#### 3.2.3.1 Entidades del Negocio

Se identificaron 4 entidades del negocio que representan los contenedores de información y que son a la vez manipuladas por los trabajadores. Se relacionan seguidamente las entidades del negocio identificadas en el proceso.

- *Solicitud de informe HG (Hidrocarburos Gaseosos)*: La envía el cliente y la recibe el especialista del CEINPET.
- *Resultados del análisis*: Es enviada por el laboratorio luego de realizar el análisis químico y es recibida por el especialista CEINPET.
- *Informe HG*: Es enviado por el especialista del CEINPET al cliente que solicitó el análisis.
- *Muestra de Gas*: La envía el cliente y la recibe el laboratorio.

La interacción entre los trabajadores y las entidades del negocio se aprecia con mejor claridad en el Modelo de Objetos que se ilustra en la figura 9.

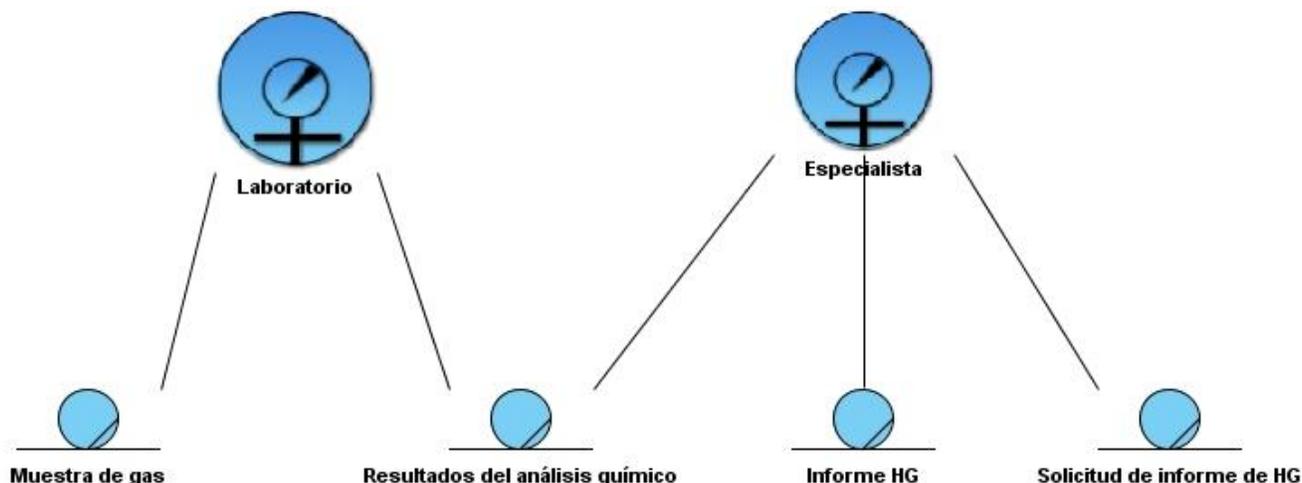


Fig. 7 Modelo de Objetos

### 3.2.4 Descripción del Caso de Uso del Negocio.

El caso de uso se inicia cuando un cliente desea conocer cuáles son los hidrocarburos gaseosos presentes en una muestra de gas extraída durante el proceso de perforación de un pozo petrolero y desea obtener otro tipo de información arrojada por la muestra que sólo puede ser brindado por un especialista calificado. El cliente realiza una solicitud de análisis de una muestra de gas y la envía al especialista del CEINPET a la vez que envía la muestra de gas correspondiente a la solicitud. La muestra de gas se remite al laboratorio donde se le realiza un minucioso análisis químico. El laboratorio luego de obtener los resultados del análisis químico de la muestra gas, envía la información resultante al especialista. El especialista es el encargado de interpretar los resultados que envía el laboratorio y a la vez de conformar un informe. Dicho informe contiene la información de los hidrocarburos gaseosos identificados, con la cantidad encontrada en por cientos (%) de volumen de cada uno de los compuestos químicos presentes, así como clasificaciones en base a los mismos y la visualización de los datos mediante gráficas. El especialista envía toda esta información mediante el informe al cliente.

Este proceso se aprecia con mayor claridad en el Diagrama de Actividades del Negocio contenido en el anexo 2.

### 3.2.5 Reglas del Negocio

En el presente proceso de negocio existen ciertas reglas que describen políticas que deben cumplirse, dichas reglas son:

1. La muestra de gas debe de ser enviada al laboratorio por el cliente para su análisis químico.
2. Una muestra de gas viene de un único pozo.
3. De un pozo se pueden extraer varias muestras de gas.
4. Un yacimiento puede contar con varios pozos.
5. A cada muestra se le asigna un identificador único.
6. El cliente debe enviar la solicitud de identificación de una muestra de gas al especialista del CEINPET.
7. Los datos arrojados en el análisis químico de la muestra de gas serán entregados sólo al especialista del CEINPET encargado de la identificación de la muestra.
8. El especialista del CEINPET es el único que puede enviar un informe al cliente sobre los hidrocarburos gaseosos identificados en la muestra.

Se exponen los requerimientos funcionales y no funcionales que se tendrán en cuenta para la construcción del SAIHG a continuación.

### 3.3 Requisitos funcionales

Los requerimientos funcionales indican directamente las capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir para satisfacer las necesidades del cliente y brindan una visión más detallada sobre las condiciones y responsabilidades de la aplicación. Posibilitan delimitar de forma precisa lo que funcionalmente debe hacer el sistema automatizado.

El modelo del negocio realizado brinda una entrada en la delimitación de las actividades del negocio que necesitan ser automatizadas. Mediante el modelado del negocio se lograron determinar las funcionalidades que brindará el sistema, las cuales fueron recogidas en los siguientes requerimientos funcionales.

RF-1 El sistema debe permitir almacenar los datos de una nueva muestra de gas.

RF-2 El sistema debe permitir modificar los datos de una muestra de gas.

RF-3 El sistema debe permitir nombrar una muestra de gas por los hidrocarburos gaseosos predominantes.

RF-4 El sistema debe permitir clasificar una muestra de gas atendiendo a su composición química.

RF- 4. 1 El sistema debe permitir realizar la clasificación de gas seco.

RF- 4. 2 El sistema debe permitir realizar la clasificación de gas húmedo.

RF- 4. 3 El sistema debe permitir realizar la clasificación de gas ácido.

RF- 4. 4 El sistema debe permitir realizar la clasificación de gas dulce.

RF-5 El sistema debe permitir dar criterios exploratorios a través de una muestra de gas extraída de una zona no explorada.

RF- 5.1 El sistema debe dar un criterio exploratorio por el método de clasificación A. S. Singer.

RF- 5.2 El sistema debe dar un criterio exploratorio por el método de clasificación N. S. Ermacov.

RF- 5.3 El sistema debe dar un criterio exploratorio por el método de clasificación Isobutano - Butano.

RF-6 El sistema debe permitir obtener los datos de la muestra de gas.

RF-7 El sistema debe permitir generar un informe con los datos, clasificaciones y nomenclatura de la muestra de gas.

RF-8 El sistema debe permitir exportar los informes generados a .pdf

RF-9 El sistema debe permitir mostrar una lista con las muestras de gas usando parámetros de filtrado.

RF-10 El sistema debe permitir guardar los datos de un nuevo elemento químico.

RF-11 El sistema debe permitir guardar los datos de un nuevo yacimiento.

RF-12 El sistema debe permitir guardar los datos de un nuevo pozo.

RF-13 El sistema debe permitir la visualización de información a través de gráficas.

RF- 13.1 El sistema debe permitir graficar mediante la gráfica de líneas.

RF- 13.2 El sistema debe permitir graficar mediante el diagrama de DeFrancesco.

RF-14 El sistema debe permitir cambiar la contraseña.

RF-15 El sistema debe permitir autenticar al usuario.

### 3.3.1 Descripción de los requisitos funcionales

En el presente epígrafe se realiza una breve descripción de los requerimientos funcionales más importantes.

*RF-3 El sistema debe permitir nombrar una muestra de gas por los hidrocarburos gaseosos predominantes.*

Una vez almacenada una muestra de gas, este requerimiento permite otorgar una nomenclatura a la misma. Este proceso se realiza tomando en cuenta sólo los gases hidrocarburos presentes. De ellos se toman los predominantes, es decir los tres compuestos con mayor porcentaje de volumen con respecto al volumen total de la muestra y que su concentración sea mayor que el 5 por ciento. Los detalles de la realización de la nomenclatura de una muestra se abordan en la sección 1.3

*RF-4 El sistema debe permitir clasificar una muestra de gas atendiendo a su composición química.*

Para efectuar la clasificación de una muestra de gas, se tiene en cuenta la composición química de la misma. Para ello se analizan y comparan específicamente los porcentos de volumen de determinados compuestos químicos presentes en la muestra. El resultado de esta clasificación arroja por ejemplo: si el gas es de tipo húmedo. Se explican con más detalle los compuestos químicos involucrados y los valores de porcentaje de volumen a tener en cuenta para la clasificación en la sección 1.4

*RF-5 El sistema debe permitir dar criterios exploratorios a través de una muestra de gas extraída de una zona no explorada.*

Este requerimiento mejora los criterios de búsqueda de petróleo y es de gran ayuda para los especialistas a la hora de efectuar la perforación en zonas no exploradas. Al brindar criterios exploratorios mediante una muestra de gas se determina si la zona cuenta con características favorables para encontrar hidrocarburos. Estos criterios son proporcionados tomando como base los métodos S.A.Singer, N.S.Ermacov e Isobutano-butano los cuales se detallan en la sección 1.5

*RF-7 El sistema debe permitir mostrar un informe con los datos, clasificaciones y nomenclatura de la muestra de gas.*

El informe generado mostrará toda la información correspondiente a una muestra de gas (número de la muestra, fecha de muestreo, pozo al cual pertenece etc.) Además mostrará datos adicionales de gran utilidad para el usuario, los cuales son otorgados a la muestra por el sistema. Tal es el caso de la nomenclatura y la clasificación, elementos que brindan una mayor completitud al reporte.

*RF 8- El sistema debe permitir exportar los informes a .pdf*

Una vez generado el informe, el sistema exporta el mismo al formato pdf y le permite al usuario guardarlo en la ubicación que desee.

*RF 13.1- El sistema debe permitir graficar mediante la gráfica de líneas.*

Este requerimiento permite visualizar una muestra de gas empleando la grafica de líneas. Para realizar esta gráfica se toman los compuestos químicos de la misma y sus porcentos de volumen. Al mostrar el gráfico con los datos antes mencionados, es posible apreciar el aumento o decremento de los compuestos químicos de distintas muestras extraídas de un mismo pozo. Es una forma muy útil de realizar comparaciones y apreciar cambios en la composición química de los gases de un pozo.

*RF 13.2- El sistema debe permitir graficar mediante el diagrama de Defrancesco.*

Este requerimiento permite graficar una muestra de gas mediante el diagrama de Defrancesco. Gracias a las características de este tipo de diagrama, el graficado de varias muestras a la vez, permite realizar útiles comparaciones de forma visual entre las mismas y apreciar alteraciones en la concentración de determinados compuestos químicos.

### 3.4 Requisitos no funcionales

Los requerimientos no funcionales constituyen la parte del software que lo hace usable y atractivo para el usuario. Por tal motivo son fundamentales a la hora de competir con otras aplicaciones. Es por ello que es muy importante tenerlos en cuenta con el fin de que garanticen la aceptación y el realce del producto.

#### Apariencia

RNF- 1 El sistema contará con una interfaz de diseño con los colores representativos del CEINPET: verde y rojo.

#### Usabilidad

RNF- 2 El sistema mostrará los errores y las sugerencias al usuario de las posibles soluciones.

RNF- 3 El sistema mostrará mediante Tooltips el propósito de cada menú.

#### Seguridad

#### Integridad

RNF- 4 El sistema hará uso de campos obligatorios y validación de los campos de texto para garantizar la integridad de la información.

### **Confidencialidad**

RNF- 5 El sistema garantizará la confidencialidad de la información mediante la encriptación de la base de datos.

### **Portabilidad**

RNF- 6 El sistema será compatible con los sistemas operativos: Windows XP y GNU/Linux.

### **Software**

RNF- 7 El sistema se ejecutará en PC que tengan instalados la plataforma .Net junto a librería Gtk o como variante la plataforma Mono y los SO Linux o Windows XP (o superior).

### **Hardware**

RNF- 8 El sistema podrá ejecutarse correctamente en una PC con 256 MB(o superior) de memoria RAM y 2 GB de disco duro, lo cual satisface la instalación de la plataforma .Net junto a Gtk o la plataforma Mono como variante.

## **3.5 Descripción del Sistema Propuesto**

La propuesta de solución es un sistema automatizado que permita la identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros cuyo nombre será SAIGH, siglas que corresponde a Sistema Automatizado para la Identificación de Hidrocarburos Gaseosos. Será un software de tipo escritorio y contará con una base de datos para almacenar toda la información referente a las muestras de gas. Facilitará la clasificación y nomenclatura de las mismas a la vez que se podrá percibir el comportamiento de los gases de un pozo mediante el graficado visual de la información. Tendrá la capacidad de brindar criterios exploratorios para zonas no exploradas. Permitirá gestionar la información correspondiente a las muestras de gas, los pozos, yacimientos y compuestos químicos empleados por los especialistas en el proceso. Brindará la opción de generar y exportar los informes con los resultados del proceso de identificación.

### **3.5.1 Actores del sistema**

Los actores del sistema interactúan directamente con el mismo y participa en un caso de uso o en conjunto coherente de casos de uso para llevar a cabo un propósito general. Un actor representa las

distintas interacciones que los usuarios pueden tener con el sistema. En la tabla 5 se muestra el actor identificado y una breve descripción.

Actor	Descripción
Especialista	Es el único actor del sistema y el responsable de inicializar todos los casos de uso del sistema.

Tabla.7 Actor del Sistema

### 3.5.2 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Los casos de uso representan funcionalidades que debe brindar un sistema luego de ser iniciados por un actor. Los diagramas de casos de uso muestran la relación entre los actores y los casos de uso de un sistema brindando mayor claridad sobre cómo se efectúa la interacción entre ambas partes.

Los casos de uso del sistema (CUS) fueron determinados a partir de los requerimientos funcionales arrojados durante el Modelamiento del Negocio y en esta nueva etapa brindan al actor resultados observables y significativos.

Los patrones de casos de uso empleados fueron: CRUD en los casos de uso GestionarPozo, GestionarCompuestoQuimico y GestionarYacimiento, mientras que el patrón Extensión se aplicó en los casos de uso GraficaLinea y DiagramaDefrancesco los cuales son extendidos del caso de uso base GraficarMuestraGas. El patrón Inclusión se aplicó en la modelación de los casos de uso CalcularClasificación y CalcularNomenclatura los cuales son incluidos del caso de uso base GenerarInformeMuestraGas, ClasificarMuestraGas y RealizarNomenclatura respectivamente. También se aplicó este patrón en los casos de uso CalcularSinger, CalcularErmacov y CalcularIsobutano, los cuales son incluidos del caso de uso base BrindarCriterioExploratorio.

Se muestran en este epígrafe el Diagrama de Caso de Uso del Sistema donde se presentan los CUS, el actor que los inicializa y los patrones empleados.

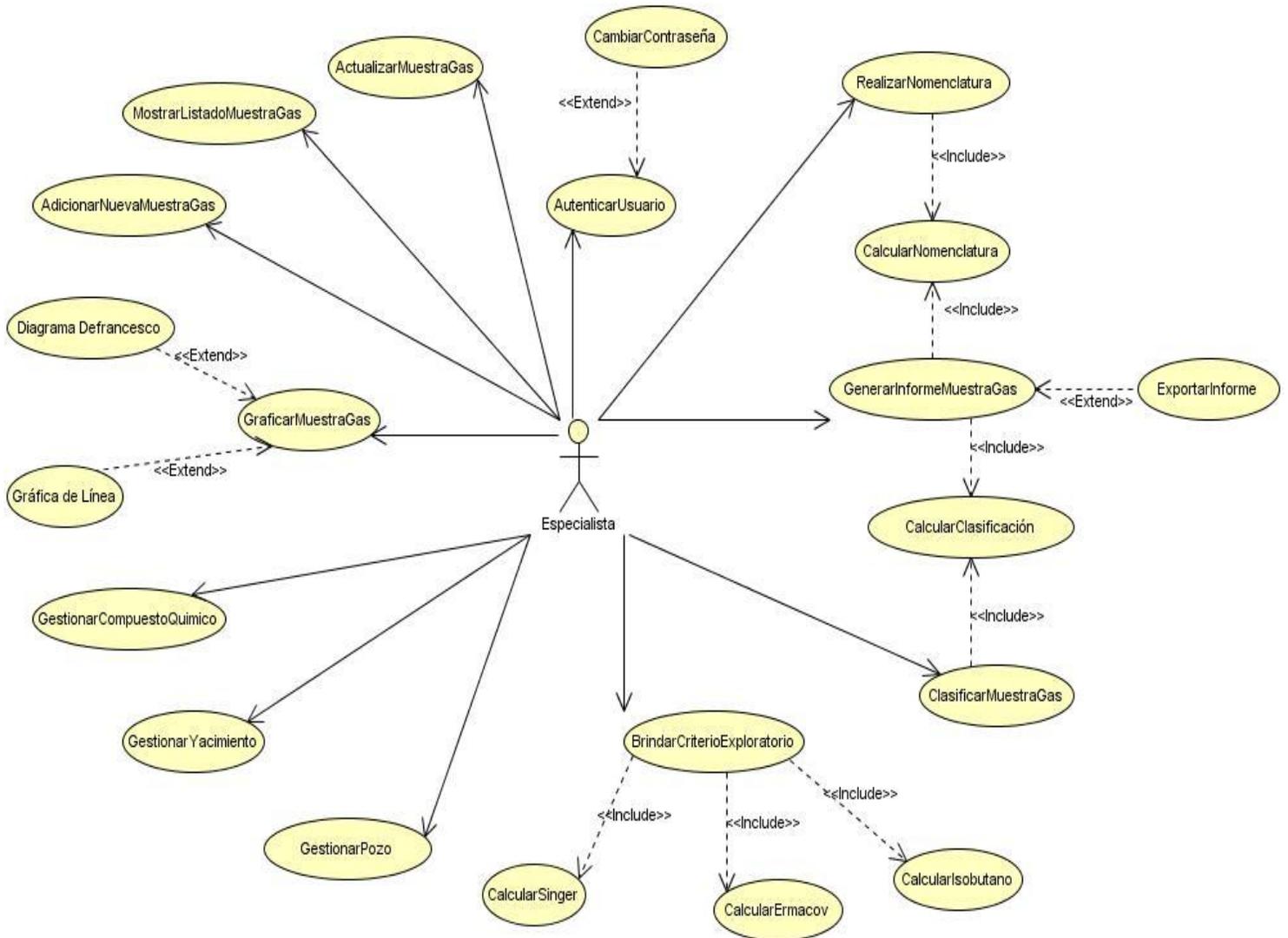


Fig.8. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

Dentro de los casos de uso del sistema se definen como críticos aquellos que satisfacen las principales necesidades del cliente y por tanto constituyen las principales funciones que el sistema debe realizar. Los casos de uso definidos como críticos son: “GenerarInformeMuestraGas”, “AdicionarNuevaMuestraGas”, “ActualizarMuestraGas”, “BrindarCriterioExploratorio”, “GraficarMuestraGas”, “ClasificarMuestraGas” y “RealizarNomenclatura”.

Para apoyar los casos de uso críticos se definen los casos de usos secundarios: “GestionarPozo”, “GestionarYacimiento”, “GestionarCompuestoQuimico”, “MostrarListadoMuestraGas” y

“AutenticarUsuario”. Estos realizan funciones secundarias y el impacto que provocan en la arquitectura del sistema es modesto.

Los casos de usos restantes, mostrados en el diagrama anterior, son casos de uso auxiliares que no resultan claves para la arquitectura y permiten apoyar los casos de uso críticos y secundarios. No se identifica para esta versión del software ningún caso de uso opcional. La descripción de los anteriores casos de uso se encuentra en el anexo 3.

### **3.6 Conclusiones**

Al concluir este capítulo se ha presentado toda la información perteneciente al modelamiento del negocio, se cuenta con la descripción del caso de uso del negocio identificado y con las actividades y personas involucradas. Se presentaron el Diagrama de Casos de Uso del Negocio y el Modelo de Objetos. Se realizó el modelo del sistema, quedando reflejados los requerimientos funcionales y los no funcionales a tener en cuenta. Se presentó el Diagrama de Casos de Uso del Sistema y la respectiva descripción de cada uno de los casos de uso del sistema. Con los elementos expuestos en este capítulo, ha quedado estructurado el sistema facilitando la realización del diseño y la construcción del SAIGH.

## Capítulo 4. Construcción del sistema propuesto (SAIGH)

### 4.1 Introducción

En el capítulo que comienza se expondrá el proceso de construcción del sistema propuesto anteriormente. Para ello se construirá el modelo de diseño y se seleccionarán los patrones de diseño a emplear y las pruebas a realizar al sistema.

### 4.2 Arquitectura del sistema

La arquitectura de Software constituye un pilar fundamental en la construcción de cualquier solución informática, dos acercamientos a este tema lo constituyen las siguientes definiciones:

- *“La Arquitectura de Software es la organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución.”* (11)

- *“La Arquitectura de Software de un sistema de programa o computación es la estructura de las estructuras del sistema, la cual comprende los componentes del software, las propiedades de esos componentes visibles externamente, y las relaciones entre ellos.”* (12)

Se define la arquitectura como una vista estructural de alto nivel, que ocurre muy tempranamente en el ciclo de vida del software y define el estilo adecuado para cumplir con los requerimientos no funcionales. En el proceso de desarrollo y construcción del software juega un papel elemental y entre otros beneficios, posibilita el análisis de las relaciones e interacciones entre los distintos elementos que conforman un sistema antes de elaborar el diseño definitivo y comenzar a implementar.

#### 4.2.1 Selección del estilo arquitectónico para SAIHG

Un estilo arquitectónico es una familia de sistemas en términos de un patrón de organización estructural. Determina el vocabulario de los componentes y conectores que pueden ser utilizados, junto con una serie de restricciones sobre la forma en que pueden ser combinados (13).

Asociadas a cada estilo arquitectónico existen propiedades que lo caracterizan, determinando sus ventajas e inconvenientes y que condicionan la elección de uno u otro estilo para resolver un determinado problema.

Del estilo arquitectónico Llamada-Retorno (14) se seleccionó la Arquitectura en Capas para el desarrollo del SAIHG la cual proporciona mediante las distintas capas una mayor reutilización, escalabilidad y facilidad en el desarrollo y comprensión del sistema.

La arquitectura en capas provee una organización jerárquica de forma que cada capa proporciona servicios a la capa inmediatamente superior y se sirve de las prestaciones que le brinda la inmediatamente inferior. Resulta útil cuando se pueden identificar distintas clases de servicios que pueden ser tratados jerárquicamente. Los componentes de cada capa son conjuntos de clases y las interacciones entre las capas ocurren generalmente por invocación de métodos. No es posible acceder a la capa de menor nivel sin pasar por la intermedia. En este último aspecto el equipo de desarrollo considera que resulta más factible la arquitectura en capas que el MVC el cual tiene como desventajas la complejidad y el costo de actualizaciones frecuentes.

#### *Ventajas*

- Soporta un diseño basado en niveles de abstracción crecientes.
- Proporciona una alta reutilización.
- Facilita la localización de errores.
- Mejora el soporte del sistema.
- Ayuda a controlar y encapsular aplicaciones complejas.

#### *Desventajas*

- Puede ser difícil definir que componentes ubicar en cada una de las capas.

Esta arquitectura permite la fragmentación de un problema complejo en una secuencia de pasos más pequeños e incrementales. Desde esta perspectiva el sistema quedará dividido en tres capas:

- Capa de Presentación: Es la encargada de la presentación de la información del sistema al usuario.
- Capa de Lógica del Negocio: Contiene la implementación de las tareas y reglas del negocio.
- Capa de Acceso a Datos: Es la responsable de la persistencia y acceso a los objetos que se manejan en el negocio y necesitan ser almacenados y actualizados.

La organización en capas permite al sistema una estructura de fácil comprensión para los desarrolladores a la vez que brinda una mejor organización de las funcionalidades entre los distintos elementos que componen el sistema. Posibilita delimitar las funciones correspondientes a la interfaz de usuario, a la lógica del negocio y la capa de acceso a datos, de forma que es posible hacer cambios en la tecnología e incluso en cada capa de manera que no sufran las demás.

#### **4.3 Patrones de Diseño aplicados en SAIHG**

Los patrones de diseño son soluciones probadas a problemas comunes del diseño que se presentan durante el desarrollo del software. Permiten formalizar un vocabulario común entre los diseñadores del sistema y estandarizar el propio diseño. El empleo de los mismos logra mantener y ampliar el sistema de manera más asequible, así como contribuye a la organización del código, la flexibilidad y la facilidad de realizar cambios en el sistema.

Se describen los patrones empleados en el diseño del sistema con el apoyo del diagrama de clases del diseño para el caso de uso “AdicionarNuevaMuestraGas” el cual se muestra en la siguiente figura.

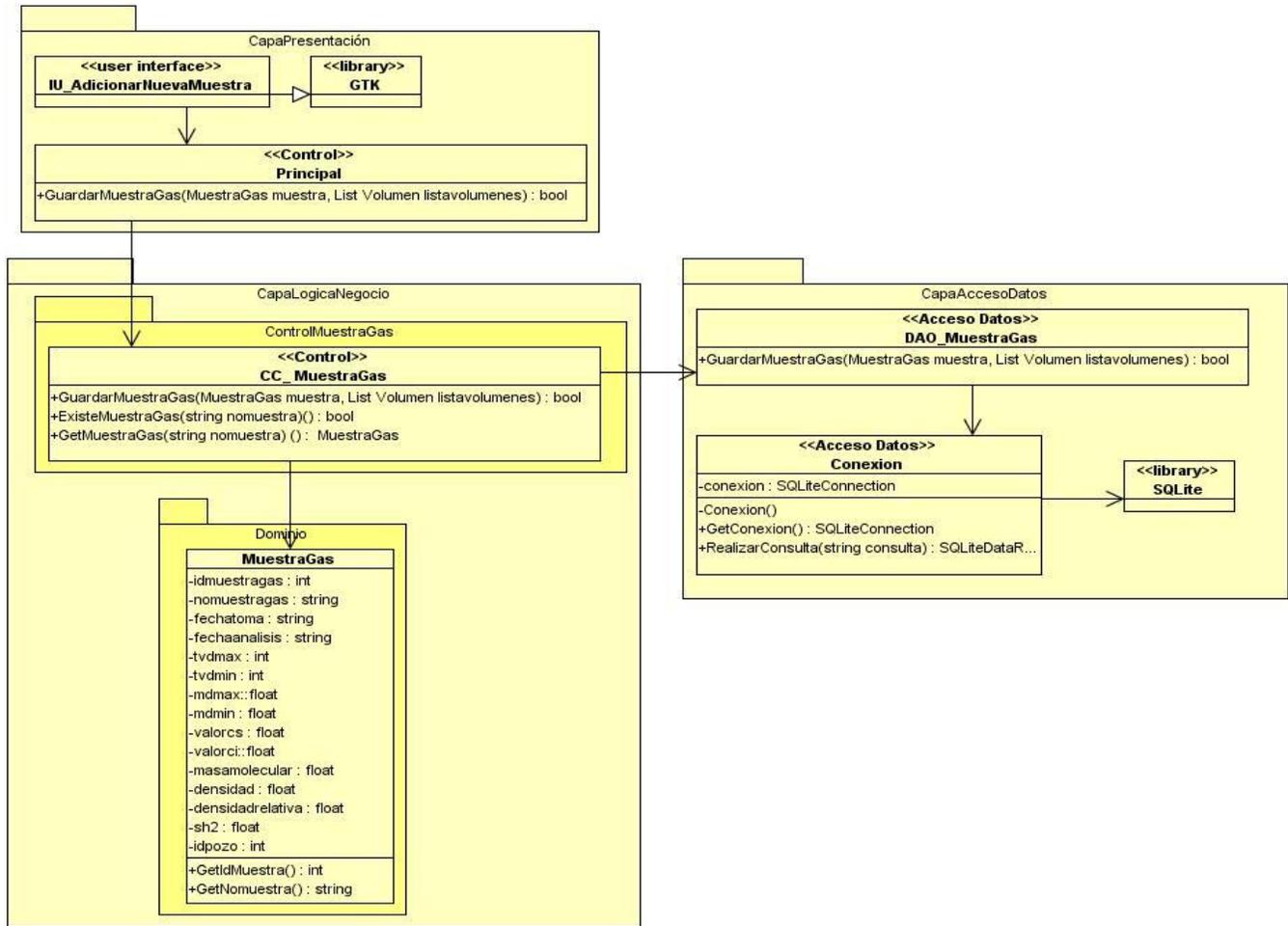


Fig. 9 Diagrama de clases del diseño para el CU\_AdicionarNuevaMuestraGas

### Patrón Bajo Acoplamiento

El sistema cuenta en la Capa Lógica de Negocio con varias clases controladoras, donde cada una de ellas, implementa una funcionalidad específica, reduciendo de esta forma la comunicación y dependencia entre las mismas. Como se puede apreciar en la figura 13, cada clase controladora es completamente independiente y especializada en una determinada función. Si la CC\_MuestraGas sufre algún cambio las demás clases controladoras no serán afectadas. Lo mismo ocurre con las clases de la Capa Acceso a Datos. De esta forma se satisface el bajo acoplamiento, se logró que cada clase se comunique con el menor número de clases posible.

### Patrón Alta Cohesión

Cada clase del sistema cuenta con la información indispensable para cumplir un fin determinado. De esta forma, tanto en la Capa Lógica del Negocio como en la Capa Acceso a Datos, las clases cuentan

con la información específica para cumplir con una funcionalidad concreta. Cada clase implementa una funcionalidad independiente y distinta a las que puedan implementar las demás clases. En este caso de uso, se aprecia la CC\_MuestraGas que se encarga únicamente de las acciones relacionadas con las muestras de gas. Como resultado de aplicar este patrón, se obtienen clases sencillas, para un propósito específico, muy cohesivas y de una complejidad moderada como se puede apreciar en la figura 13.

### **Patrón Experto**

La clase Principal es la encargada de asignar la responsabilidad al experto en información. En este caso Principal conoce cuál es la clase controladora que cuenta con la información necesaria para cumplir una función. En este caso de uso, la responsabilidad de adicionar una nueva muestra de gas, recae sobre la clase CC\_MuestraGas, la cual es la experta en información. Esta clase es la encargada de atender las operaciones exclusivamente relacionadas con las muestras de gas. De esta forma se da cumplimiento al patrón Experto.

### **Patrón Controlador**

La clase Principal asigna la responsabilidad del manejo de los eventos del sistema a una clase en específico; es decir, Principal actúa como controladora, delegando a las clases controladoras correspondientes la atención a determinadas funciones. En este caso de uso, el cliente a través de la clase interfaz de usuario IU\_NuevaMuestraGas introduce los datos de una nueva muestra de gas, Principal se encarga de recibir la solicitud y de asignar a la clase controladora CC\_MuestraGas la atención a este evento.

### **Patrón Singleton**

Este patrón garantiza que una clase solo tenga una única instancia y proporciona un punto de acceso global a la misma. La clase Conexión fue creada aplicando este patrón, donde se creó un objeto estático de la conexión, a la vez que se crea un constructor privado de la clase Conexión para evitar crear nuevas instancias de la misma. En la aplicación se utiliza para abrir una conexión a la BD al iniciar la misma y cerrar la conexión al cerrarse el sistema.

### **Patrón Data Access Object (DAO)**

En la capa de acceso a datos se emplea el patrón DAO el cual permite recoger los datos y almacenarlos en una base de datos a la vez que posibilita hacer la aplicación lo más independiente posible de una base de datos concreta. El DAO es el punto de entrada al almacén de datos y

proporciona operaciones de tipo CRUD, las cuales implementa según su necesidad. Se logra abstraer a los programadores del gestor de BD y permite manejar la conexión a la vez que separa la persistencia de los datos del resto de las funcionalidades del sistema. En el presente caso de uso se aprecia la DAO\_MuestraGas, la cual es la encargada de almacenar en la clase persistente CE\_MuestraGas los datos de una nueva muestra de gas.

#### **4.4 Modelo de Diseño**

El modelo de diseño describe la realización física de los casos de uso, centrándose en los requisitos funcionales y no funcionales, junto con otras restricciones relacionadas con el entorno de implementación, y el impacto que tienen en el sistema, constituyendo este la entrada principal para la implementación.

##### **4.4.1 Diagrama de clases del diseño**

Como parte del diseño del SAIHG se muestran seguidamente los diagramas de clases del diseño correspondientes a los casos de uso: BrindarCriterioExploratorio y GestionarCompuestoQuimico en los cuales se reflejan los paquetes, los patrones de diseño y el estilo arquitectónico utilizado.

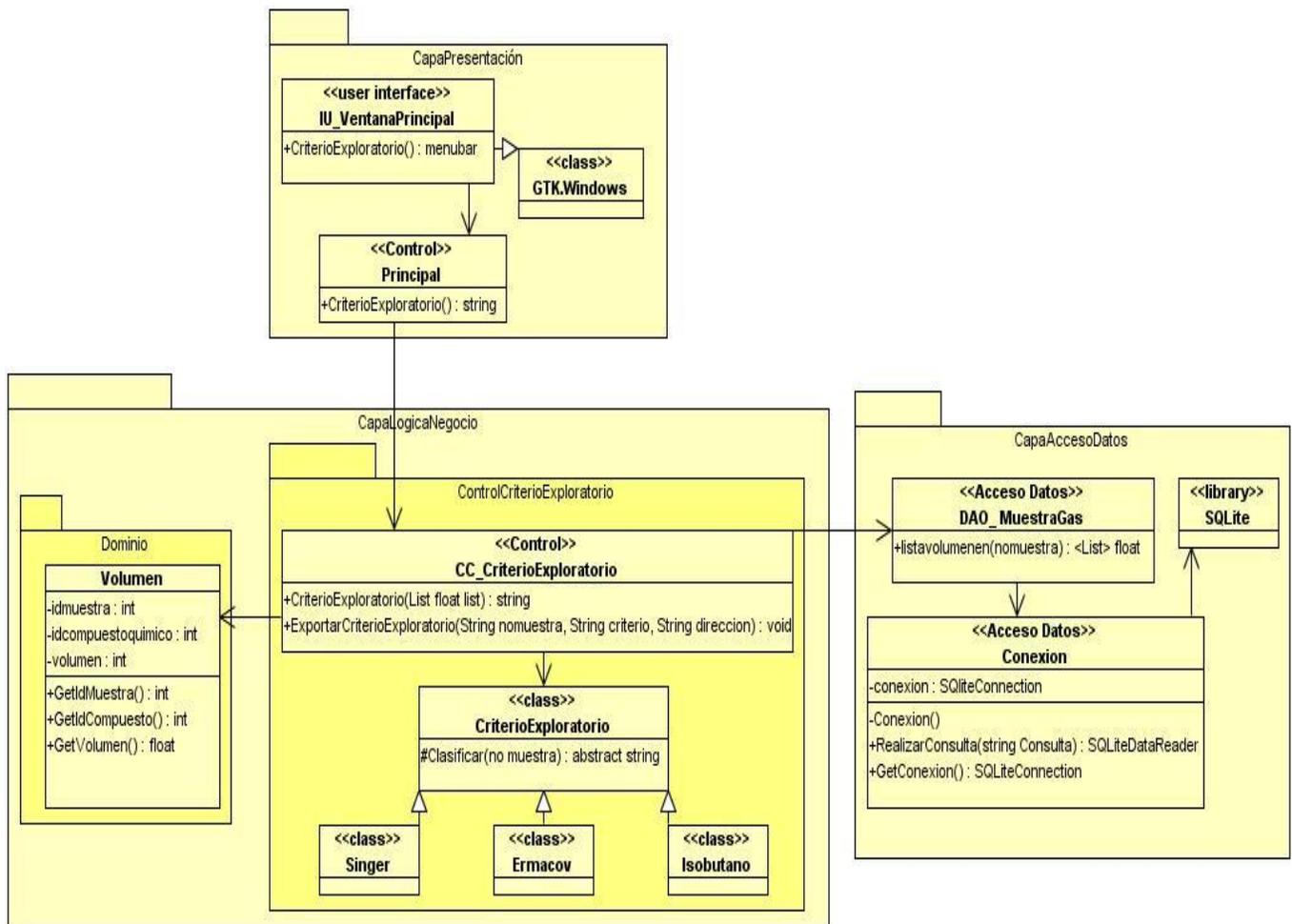


Fig. 10 Diagrama de Clases para el CU "BrindarCriterioExploratorio"

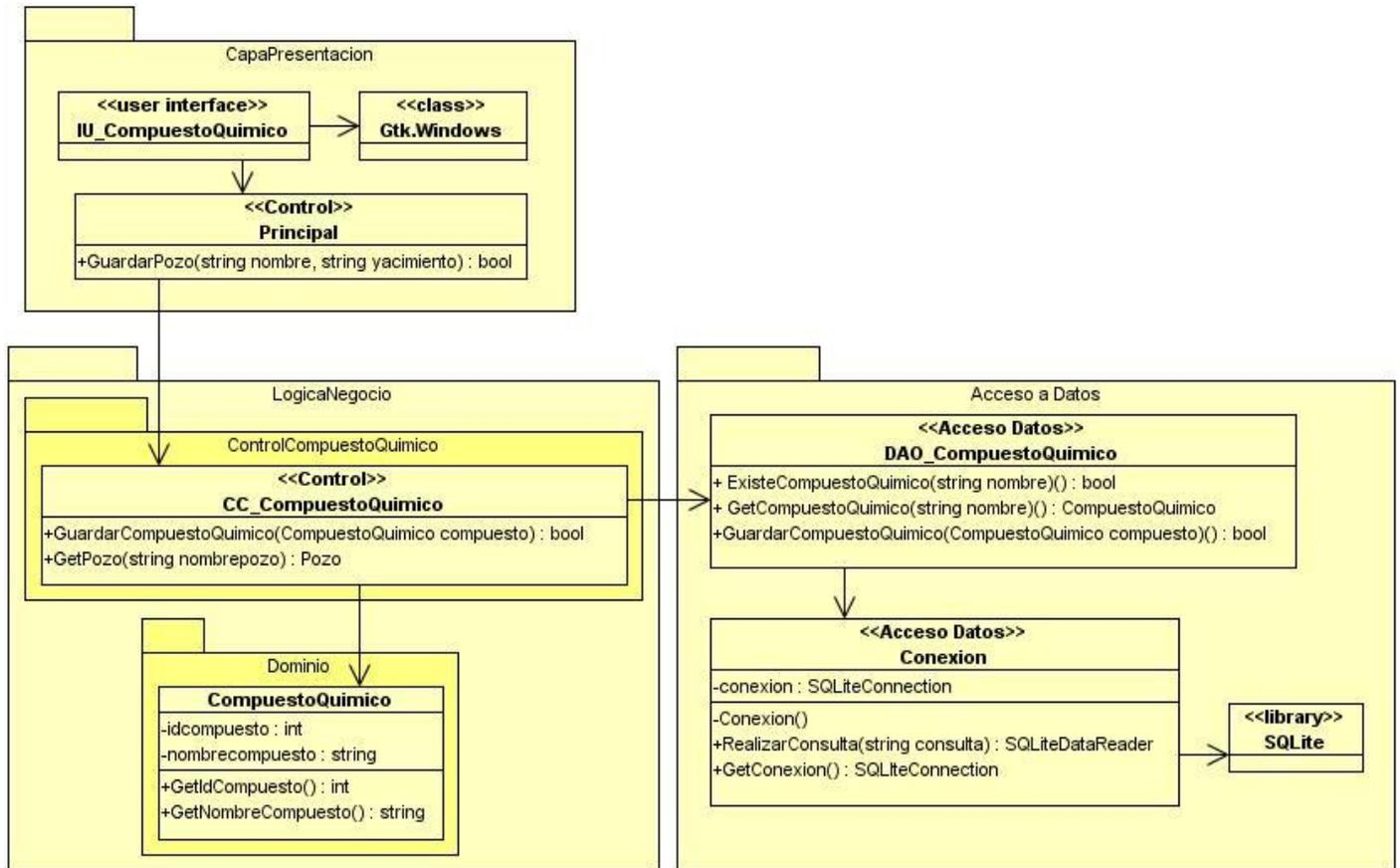


Fig. 12 Diagrama de Clases para el CU "GestionarCompuestoQuimico"

## 4.5 Principios de diseño

Para lograr un buen diseño en una aplicación es necesario definir principios que posibiliten que la misma sea atractiva para el usuario. Su empleo garantiza una apariencia adecuada en la interfaz a la vez proporciona la información mediante una distribución óptima del contenido. Esto garantiza una mayor aceptación del usuario, buena navegación y mayor usabilidad del sistema.

Para satisfacer un adecuado diseño en la interfaz de la aplicación, el sistema contará con una ventana principal la cual contendrá los vínculos a las diferentes funcionalidades que ofrece el sistema.

### 4.5.1 Interfaz de usuario

Se definen en este acápite los elementos a tener en cuenta para lograr una interfaz de usuario satisfactoria.

- Proporcionar una interfaz sencilla e intuitiva, de forma que cualquier persona con conocimientos básicos de computación pueda trabajar con la aplicación.
- Brindar una interfaz sobria que garantice la legibilidad de la información mediante una buena selección de los colores de los textos y el fondo. Debe contar con un tamaño de fuente adecuado a la vista de cualquier usuario.
- Mostrar al usuario de forma clara las acciones que puede realizar con el software.
- Avisar al usuario mediante mensajes sobre las acciones efectuadas por el sistema, de forma que le permita al usuario estar seguro del evento que desea efectuar y asegurarse que ha sido realizado exitosamente.

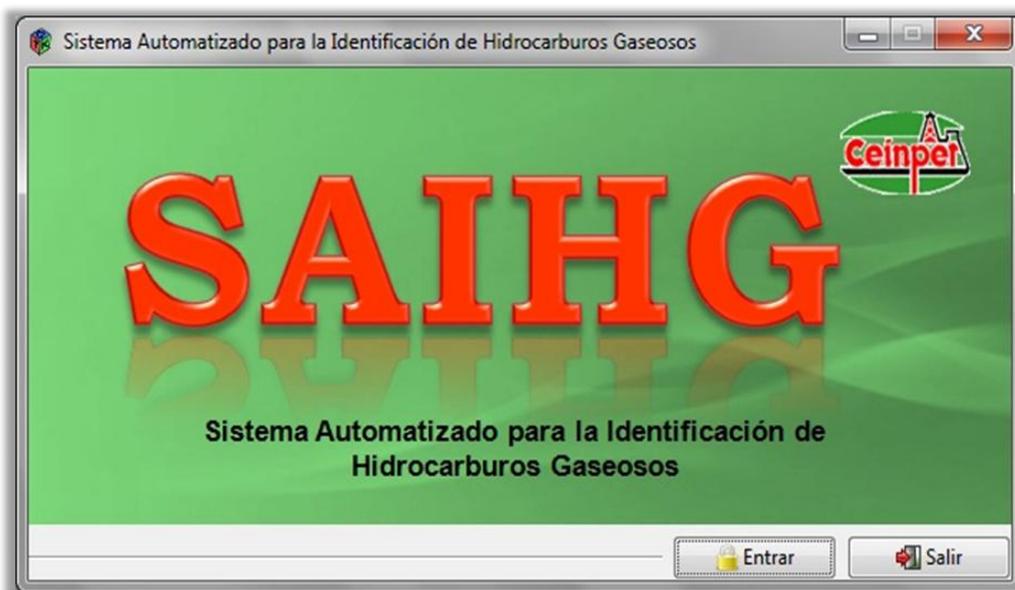


Fig.14 Interfaz principal del sistema.

#### 4.5.2 Concepción de la ayuda de SAIHG

La ayuda constituye un elemento que tiene gran influencia en la aceptación de un software. Brindar al usuario la mayor información y apoyo constituye una tarea primordial para el éxito y realce del producto. SAIHG cuenta con una Ayuda sencilla y eficaz sobre cómo utilizar el sistema. La ayuda consta de descripciones sobre cada una de las funcionalidades del software, las cuales indican al usuario cuáles son los datos necesarios para trabajar y cuáles son los resultados devueltos con cada opción seleccionada.

## 4.6 Diseño de la Base de Datos

Para diseñar la base de datos del sistema fueron definidas las clases persistentes, las cuales contienen la información vital para el funcionamiento de la aplicación. Como resultado del refinamiento de dichas clases y sus atributos se obtuvo el diagrama entidad-relación de la base de datos.

### 4.6.1 Diagrama entidad-relación de la base de datos

Se muestra el modelo lógico de la base de datos en el diagrama Entidad-Relación correspondiente a SAIHG en la figura 15.

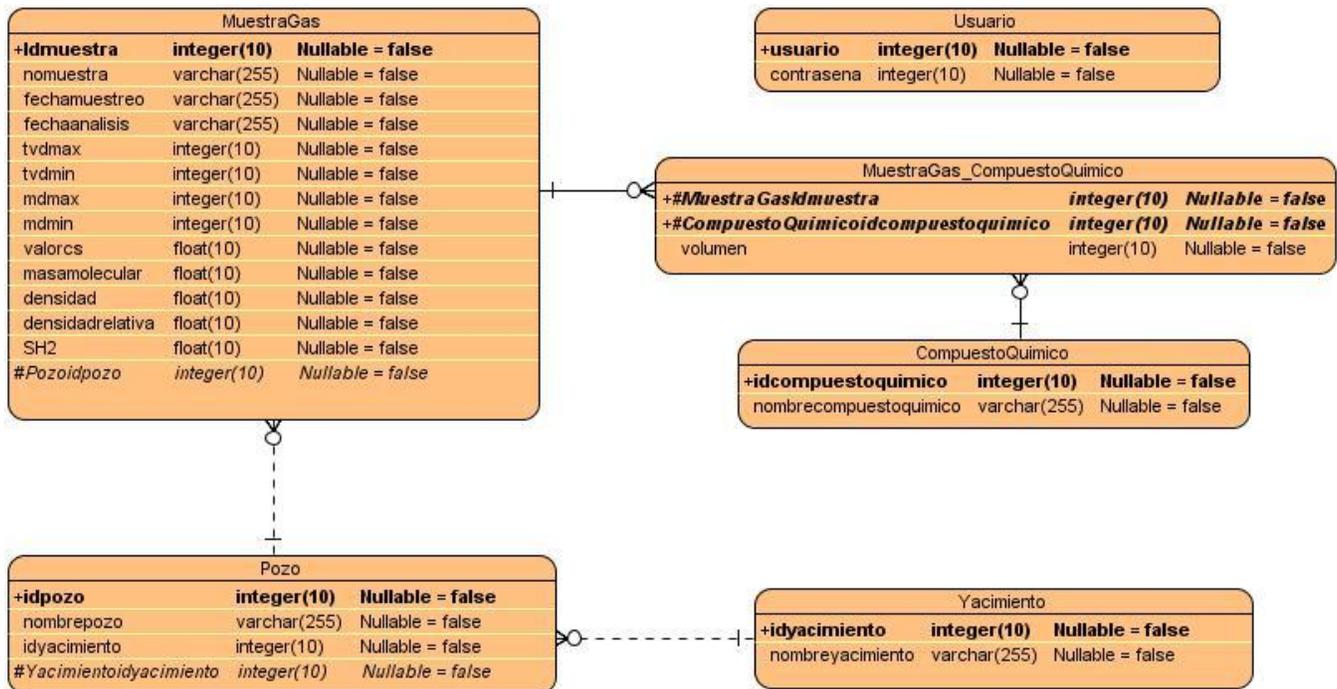


Fig. 13 Diagrama entidad –relación

## 4.7 Modelo de Implementación

Un modelo de implementación está constituido por una colección de componentes, subsistemas de implementación y paquetes empleados para agrupar los elementos de dicho modelo. Los componentes constituyen la parte modular del sistema que encapsula implementación. Un componente contiene clases, puede ser un fichero de código fuente, scripts, ejecutables entre otros. Los diagramas de componentes son utilizados para modelar la vista estática del sistema, mostrando la organización y las dependencias lógicas entre los componentes.

### 4.7.1 Diagrama de componentes

El diagrama de componentes permite representar y describir los aspectos físicos y fragmentos de software que componen al sistema. Por esta razón, tiene gran importancia para la implementación. A continuación se muestra dicho diagrama y se describen los componentes empleados en la construcción del mismo.

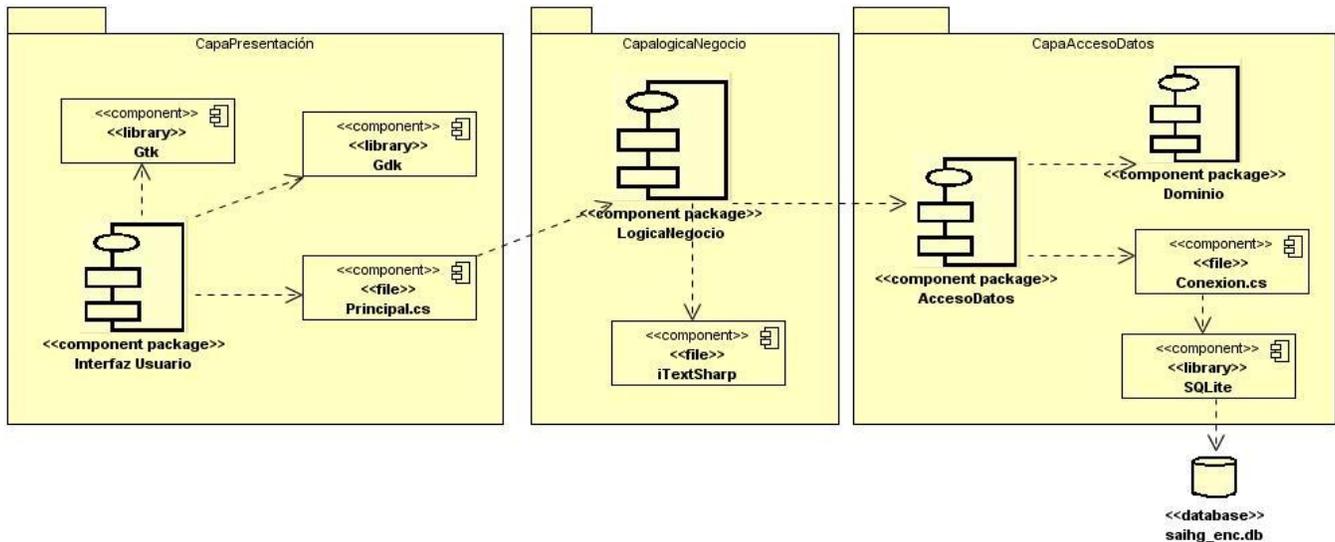


Fig. 14 Diagrama de Componentes Genérico del sistema.

### Descripción de los componentes del sistema.

**Librería Gtk:** Componente sustituto de la Windows Form que permite el diseño y creación de formularios.

**Librería Gdk:** Componente que contiene las clases que permiten realizar las gráficas del sistema.

**Librería iTextSharp:** Componente que brinda la funcionalidad de exportar a formato .pdf los informes generados por el sistema.

**Principal.cs:** Este componente contiene la clase Principal del sistema, la cual se encarga de asignar a cada clase controladora la información para satisfacer las solicitudes del usuario.

**Paquete de Componentes Interfaz Usuario:** Este paquete de componentes contiene los componentes correspondientes a las interfaces de usuario del sistema.

Paquete de Componentes LógicaNegocio: Este paquete de componentes agrupa los componentes de la lógica de negocio, los cuales contienen las clases controladoras de la aplicación. Se pueden observar los componentes que integran este paquete en la figura 16.

Paquete de Componentes AccesoDatos: Contiene todos los componentes de acceso a datos. Se aprecian con mejor claridad cada uno de estos componentes en la figura 16.

Paquete de Componentes Dominio: Agrupa los componentes correspondientes a las clases persistentes del sistema. Los mismos se muestran en la figura 16.

Librería SQLite: Componente que permite la gestión sobre la base de datos.

En la figura 16 se muestran los componentes que conforman los distintos paquetes de componentes con que cuenta la aplicación.

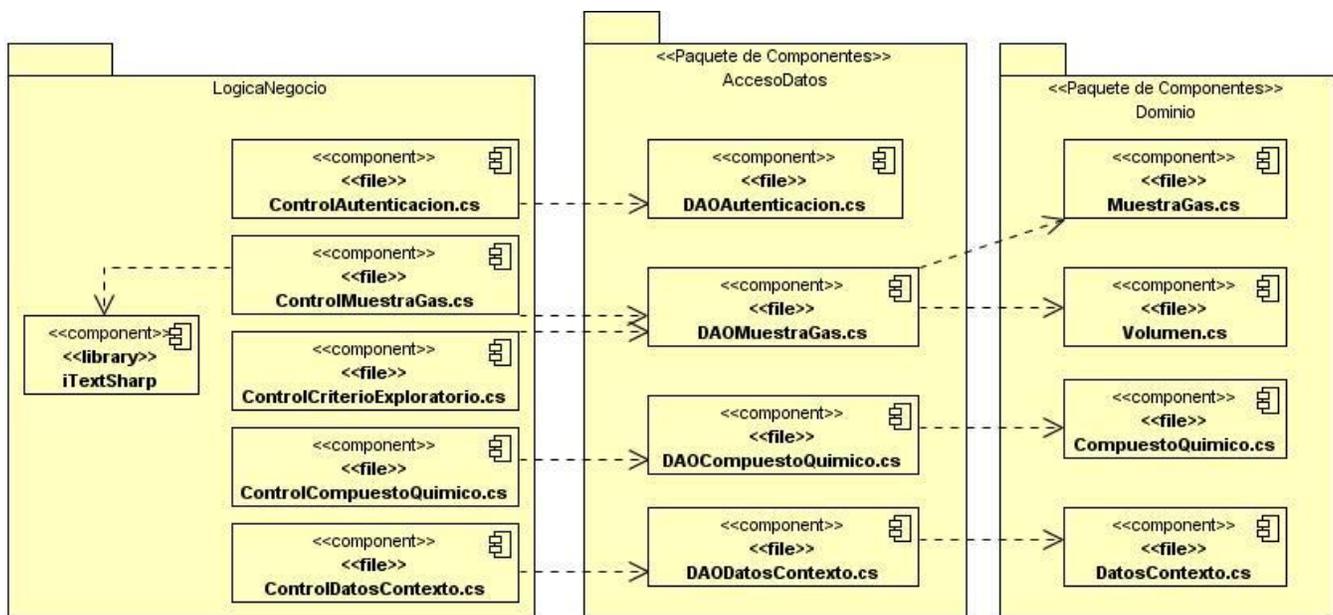


Fig.14.1 Componentes que conforman los paquetes de componentes LogicaNegocio, AccesoDatos y Dominio.

#### 4.9 Realización de Pruebas a SAIHG

La disciplina de prueba es imprescindible para garantizar la calidad y el adecuado funcionamiento de un software. La misma que permite verificar el cumplimiento de los requisitos planteados inicialmente. La prueba constituye un proceso de ejecución del programa con la intención de comprobar que el

producto satisface los requerimientos y el comportamiento es el esperado. Para asegurar el éxito de las pruebas es imprescindible realizar casos de pruebas que tengan probabilidad de descubrir errores en el sistema. Un caso de prueba, no es más que un conjunto de condiciones bajo las cuales se determina si la respuesta de la aplicación es parcial o completamente satisfactoria.

Para la realización de las pruebas al software existen dos técnicas: las pruebas de caja negra y las pruebas de caja blanca.

Las pruebas de caja blanca están dirigidas a las funciones internas del software. Se basan en un minucioso examen del código y es necesario conocer la lógica del programa.

Por otra parte, las pruebas de caja negra ejercitan los requisitos funcionales desde el exterior, es decir, estas se realizan sobre la interfaz del programa, específicamente a las posibles entradas y salidas. Por ello no es necesario conocer la lógica del programa, únicamente la funcionalidad que debe realizar.

#### **4.9.1 Prueba de Caja Negra**

Las pruebas de caja permiten demostrar si el sistema responde adecuadamente ante determinadas entradas de datos y si los resultados son los esperados. Permiten encontrar:

- Funciones incorrectas o ausentes.
- Errores de interfaz.
- Errores de estructuras de datos o en accesos a las Bases de Datos externas
- Errores de rendimiento.
- Errores de inicialización y terminación.

Los casos de pruebas son un conjunto de entradas de datos de prueba, que se introducen durante la ejecución del sistema para verificar si el producto satisface los requerimientos del usuario, tal y como se encuentran descritos.

Para la realización de las pruebas utilizando la técnica de caja negra se seleccionó el caso de uso: "ActualizarMuestraGas". En la siguiente figura se muestra la interfaz gráfica correspondiente al mismo.

Fig. 15 Interfaz de usuario que permite actualizar una muestra de gas.

En el siguiente listado se muestran las posibles variantes que pueden existir durante la actualización de una muestra de gas.

1. Todos los campos del formulario están correctos.
2. Se encuentra vacío alguno de los siguientes campos: "Número Muestra", "Yacimiento", "Pozo".
3. Campo: "Compuesto Químico" contiene caracteres no válidos o letras.
4. La fecha de análisis es anterior a la fecha en que se realizó la toma de la muestra.

Tabla 8. Caso de prueba # 1 utilizando técnica de caja negra.

Caso de Uso:	"ActualizarMuestraGas"
Caso de prueba:	1
Entrada:	Número Muestra: 35BM78x Fecha Muestreo:01/05/2010

	Fecha Análisis:06/05/2010 TVDmax:3300 TVDmin:3150 MDmax:2300 MDmin:2000 Valor Calórico Superior:563.3 Valor Calórico Inferior:452.2 Masa Molecular:45.3 Densidad:89.2 Densidad Relativa:15.3 SH2:0.23 Pozo:36-B Yacimiento: Canasí
Salida:	Todos los datos de los atributos son válidos y la muestra de gas no se encuentra en la base de datos, el sistema inserta la nueva muestra en la base de datos y lo notifica al usuario.

Tabla 9. Caso de prueba # 2 utilizando técnica de caja negra.

Caso de Uso:	“ActualizarMuestraGas”
Caso de prueba:	2
Entrada:	Número Muestra: Yacimiento: Pozo:
Salida:	Como existen atributos cuyos campos están vacíos, se muestra un mensaje de error y se solicita al usuario que complete los campos vacíos.

Tabla 10. Caso de prueba # 3 utilizando técnica de caja negra.

Caso de Uso:	“ActualizarMuestraGas”.
Caso de prueba:	3
Entrada:	Compuestos Químicos N2: &lk+* CO2: (OOaar)
Salida:	Existen compuestos químicos que poseen caracteres no válidos. El sistema muestra un mensaje de error al usuario donde expone que los caracteres válidos para los valores de los compuestos químicos son sólo números.

Tabla 11. Caso de prueba # 4 utilizando técnica de caja negra.

Caso de Uso:	“ActualizarMuestraGas”.
Caso de prueba:	4
Entrada:	Fecha Muestreo:10/05/2010 Fecha Análisis:01/05/2010
Salida:	La fecha de muestreo y análisis pueden ocurrir en el mismo día. Sin embargo en este caso de prueba, la fecha de análisis es anterior a la fecha de muestreo, lo cual es un error. El sistema muestra el mensaje (“La fecha de análisis debe ser posterior a la fecha de muestreo”)

#### 4.10 Conclusiones

En este cuarto capítulo se obtuvo el diseño y la construcción del sistema en términos de clases del diseño. De igual forma quedó reflejada mediante el diagrama de componentes la distribución física del sistema. Se definieron y realizaron pruebas de caja negra, culminando de esta forma el diseño y la construcción del SAIHG.

## Conclusiones Generales

Con el propósito de darle cumplimiento al objetivo general y al problema planteado en el presente trabajo, se llevaron a cabo satisfactoriamente cada una de las tareas que fueron trazadas al comienzo del mismo.

Luego de culminada la investigación cuyo producto lo constituye el sistema SAIHG, se llegan a las siguientes conclusiones:

- ✓ Se demostró la necesidad existente en el CEINPET de mejorar el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros.
- ✓ La utilización de métodos teóricos y empíricos facilitó ampliar el conocimiento acerca del estado del objeto de estudio y sirvieron de guía en el cumplimiento de las tareas de la investigación.
- ✓ Las tareas investigativas trazadas permitieron una investigación más fácil y organizada.
- ✓ El análisis exhaustivo que se realizó acerca de las diferentes tendencias tecnológicas actuales permitió que se seleccionaran las herramientas adecuadas para el modelado e implementación de la aplicación.
- ✓ El modelado del sistema permitió visualizar el sistema que se deseaba construir y condujo a que todas las actividades fueran orientadas hacia la calidad en el desarrollo del mismo.
- ✓ Se ganó experiencia en el diseño de aplicaciones de escritorio orientadas a la plataforma Mono.
- ✓ El sistema facilita el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos a los especialistas.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se concluye que el objetivo de la investigación ha sido cumplido en su totalidad. El sistema SAIHG facilita a los especialistas del CEINPET la identificación de los hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros.

## Recomendaciones

El sistema desarrollado resuelve en gran medida los problemas que presentaban los especialistas del CEINPET, aunque aún pueden lograrse mejoras a la aplicación. Se recomienda realizar un 2do ciclo de la aplicación que contemple el empleo e implementación de las técnicas de reconocimiento de patrones, específicamente el análisis de clúster jerárquico. El reconocimiento de patrones es la ciencia que tiene como propósito principal extraer información que permita establecer conjuntos de objetos tomando en cuenta sus propiedades o características.

El objetivo fundamental por el cual se recomienda su inclusión en el sistema es por las ventajas que reporta este tipo de técnica, la cual permite facilitar aún más el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros a través del establecimiento de modelos o patrones de hidrocarburos gaseosos.

## Referencias Bibliográficas

1. **Zayas, Carlos Alvarez de.** *Metodología de la Investigación Científica*. Santiago de Cuba : CENTRO DE ESTUDIOS DE EDUCACION SUPERIOR, 1995.
2. msdn.microsoft.com. *msdn.microsoft.com*. [En línea] [Citado el: 10 de 03 de 10.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms159640.aspx>.
3. **Carlos Martín, Ariagna Rdguez.** Sistema para la Identificación de Aguas en Pozos Petroleros (SIAPP). Ciudad de la Habana : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2009.
4. office.microsoft.com. *office.microsoft.com*. [En línea] Microsoft, 2010. [Citado el: 10 de 03 de 2010.] <http://office.microsoft.com/es-es/help/HA012337373082.aspx>.
5. cuba.cu. *cuba.cu*. [En línea] CITMATEL. [Citado el: 10 de 03 de 2010.] [http://www.cuba.cu/noticia.php?archivo\\_noticia&id=1279](http://www.cuba.cu/noticia.php?archivo_noticia&id=1279).
6. www.ni.com. *www.ni.com*. [En línea] [Citado el: 10 de 03 de 2010.] <http://www.ni.com/oilandgas/esa/midstream.htm>.
7. **Rauch-Hindin, Wendy B.** *Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la vida empresarial*.
8. **Canca, J.** Esi2.us.es. [En línea] [Citado el: 03 de 02 de 2010.] <http://www.esi2.us.es/~dco/sistemas.htm>.
9. **Övergaard, Gunnar y Palmkvist, Karin.** *Use Case Patterns and Blueprints* . Stockholm, Sweden : @Team LiB, 2004.
10. **Jacobson, Ivar. Booch, Grady. Rumbaugh, James.** *El Proceso Unificado de Desarrollo*. C. Habana : Editorial Félix Varela, 2004.
11. **MONTILVA, J. A.** *Desarrollo de Software Basado en Líneas de Productos de Software*. Dpto. de Computación, Fac. de Ingeniería de la Universidad de Los Andes., <http://www.ieee.org.ar/downloads/2006-montilva-productos.pdf>, Mérida, Venezuela : s.n., 2006.
12. **MSDN.Microsoft Corporation.** [En línea] [Citado el: 01 de 04 de 2010.] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972272.aspx>.
13. **ORTEGA, Á. L.** [En línea] [Citado el: 01 de 04 de 2010.] [http://ditec.um.es/ssdd/trabajos/0506/Hibernate-Angel\\_Luis\\_Calvo\\_Ortega.pdf](http://ditec.um.es/ssdd/trabajos/0506/Hibernate-Angel_Luis_Calvo_Ortega.pdf).
14. **PRESSMAN, R. S.** *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*. 5ta ed. La Habana : Félix Varela, 2005. vol. I, 238 - 246 p.

15. [sqlite.phxsoftware.com](http://sqlite.phxsoftware.com/). *sqlite.phxsoftware.com*. [En línea] Community Server, 2010. [Citado el: 05 de 06 de 2010.] <http://sqlite.phxsoftware.com/>.

## Bibliografía Consultada

1. **Rojas, Gonzalo**. *Ingeniería de Yacimientos de Gas Condensado*. 2da Edición. Puerto La Cruz : Universidad Surcolombiana, 2003.
2. **Mendoza Sánchez, María A**. *Metodologías De Desarrollo De Software*. [Citado el : 23 de 05 del 2010] [http://www.informatizate.net/articulos/metodologias\\_de\\_desarrollo\\_de\\_software\\_07062004.htm](http://www.informatizate.net/articulos/metodologias_de_desarrollo_de_software_07062004.htm)
3. **Seco, José Antonio González**. 2002. *EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C#*. 2002 [Citado el: 30 de 05 de 2010] <http://www.programacion.com/tutorial/csharp/3/>.
4. **Visconti, Marcello and Astudillo, Hernán**. *Fundamentos de Ingeniería de Software, Patrones de Diseño*. [Citado el: 27 de 05 de 2010.] <http://www.inf.utfsm.cl/~visconti/ili236/Documentos/08-Patrones.pdf>.
5. **Domingo Alberto Rangel**. *Cuba y nuestro petróleo*, 2003. [Citado el: 13 de 05 de 2010.] [http://www.soberania.org/Articulos/articulo\\_017.htm](http://www.soberania.org/Articulos/articulo_017.htm)
6. **Larman, C**. (1999). *UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos*. [Citado el: 27 de 05 de 2010.] México, Prentice Hall.
7. **Schmuller Joseph** (1999). *Aprendiendo UML en 24 Horas*. [Citado el: 14 de 05 de 2010.] PEARSON EDUCACION, México.
8. **Blanco Sergio Cuaresma**. *Mono: La plataforma .NET libre, 2003*. [Citado el: 02 de 06 de 2010.] <http://www.marblestation.com>
9. **Torres, Andres Estevéz**. *El Petróleo*. [Online] [Citado el: 15 de 05 de 2010] [http://www.portalplanetasedna.com.ar/el\\_petroleo.htm](http://www.portalplanetasedna.com.ar/el_petroleo.htm)
10. **Orallo, Enrique Hernández**. *El Lenguaje Unificado de Modelado (UML)* [Citado el: 20 de 04 de 2010]
11. **Maldonado, Daniel Martin**. *SQLite, el motor de base de datos ágil y robusto*. 2008.
12. **Martino, MSc. Pedro Carlos Pérez**. *El diseño metodológico de la investigación científica* 2009.
13. **Quiñones Ernesto Azcárate**. *Sistemas Administradores de Bases de Datos Libres para el entorno empresarial*. [Citado el: 12 de 05 de 2010.] <http://www.eqsoft.net>
14. **Manchón, E**. *Usabilidad y arquitectura de la información*. [Citado el: 18 de 05 de 2010.] [http://www.ainda.info/que\\_es\\_usabilidad.htm](http://www.ainda.info/que_es_usabilidad.htm).
15. **Reynoso, Carlos Billy**. *Introducción a la Arquitectura de Software*. s.l. : UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, Marzo de 2004.

16. *Fase de Inicio. Modelo de Negocio. Conferencia 2.* s.l. : Ingeniería de Software I. Universidad de las Ciencias Informáticas, curso 2007-2008.
17. *Fase de Inicio. Flujo de trabajo de requerimientos. Conferencia 4.* Ingeniería de Software I. Universidad de las Ciencias Informáticas : s.n., curso 2008-2009.
18. Cuba.blogspot. *Cupet reportó una producción de cuatro millones de toneladas de petróleo y gas el año pasado.* [Citado el: 12 de 05 de 2010.] <http://cuba.blogspot.com/2009/01/cupet-report-una-produccion-de-cuatro.html>
- 19.cubaalamano.net. *cubaalamano.net.* [En línea] [Citado el: 08 de 03 de 10.] <http://cubaalamano.net/sitio/print/article.php?id=10962>.
- 20.tecnociencia.es. *tecnociencia.es.* [En línea] [Citado el: 08 de 03 de 10.] [http://www.tecnociencia.es/especiales/gas\\_natural/aplicaciones.htm](http://www.tecnociencia.es/especiales/gas_natural/aplicaciones.htm).
- 21.unctad.org. *unctad.org.* [En línea] [Citado el: 08 de 03 de 10.] <http://unctad.org/infocomm/espagnol/gas/utilizacion.htm>.
- 22.oni.escuelas.edu.ar. *oni.escuelas.edu.ar.* [En línea] [Citado el: 08 de 03 de 10.] [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/buenos\\_aires/pertoleo-y-gas/html/gn.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/buenos_aires/pertoleo-y-gas/html/gn.htm).
- 23.industria-petrolera.blogspot.com. *industria-petrolera.blogspot.com.* [En línea] [Citado el: 10 de 03 de 10.] <http://industria-petrolera.blogspot.com/2007/11/clasificacin-de-los-yacimientos-de-gas.html>.
- 24.cuba.cu. *cuba.cu.* [En línea] CITMATEL. [Citado el: 10 de 03 de 2010.] [http://www.cuba.cu/noticia.php?archivo\\_noticia&id=1279](http://www.cuba.cu/noticia.php?archivo_noticia&id=1279).

## ANEXOS

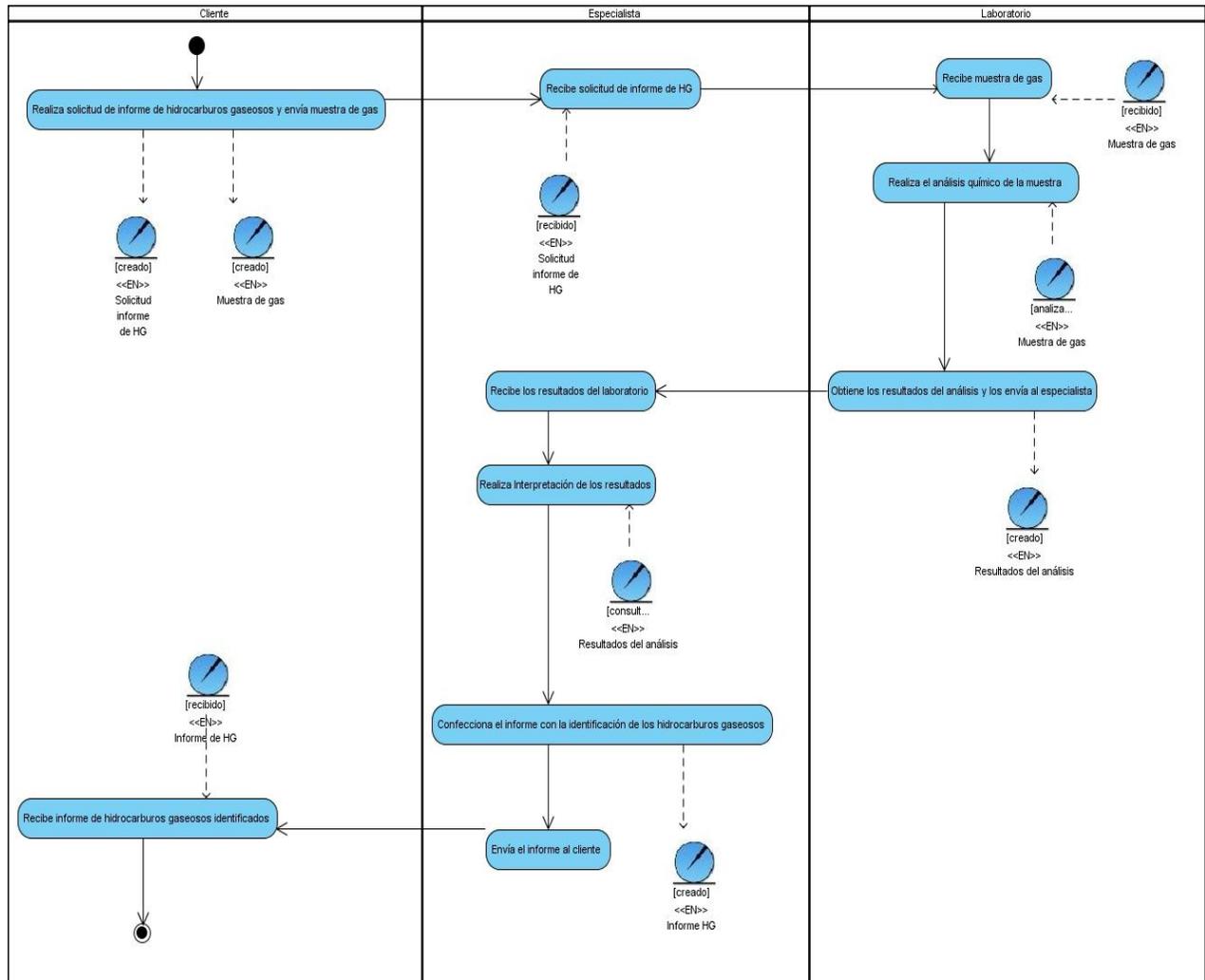
### Anexo 1 Entrevistas realizadas al Director de *Producción del CEINPET*

#### Anexo 1.1 Entrevista #1

*Esta entrevista* fue realizada al director de producción del CEINPET con el objetivo de recopilar información sobre el proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros.

1. ¿Existe alguna otra herramienta informática que brinde solución a los problemas presentados en la identificación de hidrocarburos gaseosos?
2. ¿Cómo se realiza actualmente en el CEINPET el proceso identificación de hidrocarburos gaseosos extraídos de pozos petroleros?
3. ¿Cuáles constituyen las deficiencias principales en el desarrollo de este proceso?
4. ¿Cómo es conformado el informe que recoge la información sobre la identificación de un hidrocarburo gaseoso?
5. ¿Qué persona solicita la identificación de una muestra de hidrocarburo gaseoso extraído de un pozo petrolero?
6. ¿Quiénes son las personas encargadas de clasificar los hidrocarburos gaseosos?
7. ¿Qué tipo de clasificaciones de hidrocarburos gaseosos se emplean en el CEINPET, cuántos tipos existen?
8. ¿Cuáles son los requisitos que debe cumplir el software a construir para mejorar este proceso?
9. ¿Cómo se emplean los archivos Excel que contienen la información del proceso de identificación de hidrocarburos gaseosos?
10. ¿Cuáles tipos de representación visual emplean en este proceso?

## Anexo 2. Diagrama de Actividades del CUN “Identificación de hidrocarburos gaseosos”.



## Anexo 3. Descripción textual de los casos de uso del sistema.

### Anexo 3.1: Descripción del CUS “AdicionarNuevaMuestraGas”

<b>Caso de Uso:</b>	AdicionarNuevaMuestraGas
<b>Actores:</b>	Especialista
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el especialista desea guardar los datos de una nueva muestra de gas
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Referencias</b>	RF-1
<b>Prioridad</b>	crítico

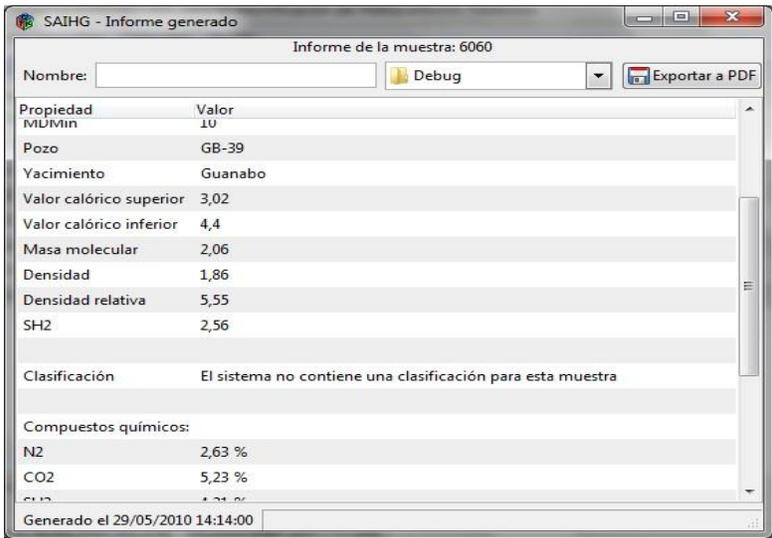
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. El especialista selecciona la opción de “Nueva muestra de gas” en el menú principal.	2. El sistema visualiza el formulario para introducir los valores de los datos de la nueva muestra de gas.
3. El especialista llena los campos y da clic en el botón “Adicionar” del formulario.	4. El sistema valida que los datos de los campos estén correctos y sean del tipo apropiado.
	5. Si hay algún campo no válido el sistema informa al especialista. (ir al flujo alterno “ErrorTipoDatos”).
	6. Si los datos son correctos pero el nombre ya existe en la base de datos, el sistema no la guarda y lo notifica al usuario.
	7. Si los datos son correctos y el nombre no existe en la base de datos, el sistema guarda la muestra y termina el caso de uso.
<b>Flujo Alterno “ErrorTipoDatos”</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
	1. El sistema informa al especialista el campo con errores y pide que lo arregle.
2. El especialista revisa los campos, arregla aquellos que estén mal y da clic en el botón “Adicionar” del formulario.	3. El sistema continúa con el flujo normal a partir del paso 3.
<b>Interfaz</b>	

**Pos-condiciones**

Los datos de la nueva muestra de gas quedan guardados en la base de datos.

**Anexo 3.2: Descripción del CUS “GenerarInformeMuestraGas”**

<b>Caso de Uso:</b>	GenerarInformeMuestraGas
<b>Actores:</b>	Especialista
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el especialista desea visualizar la información correspondiente a una muestra de gas.
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Referencias</b>	RF-7.
<b>Prioridad</b>	crítico
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1.1 Selecciona una muestra y pulsa la opción del menú principal “Generar Informe”.	1.2 El sistema toma los datos de la muestra de gas seleccionada, realiza la nomenclatura, (Ir a la descripción textual del CU CalcularNomenclatura), realiza la clasificación de la muestra (Ir a la descripción textual del CU CalcularClasificación) y lo muestra todo en

	un informe.
	1.3 Termina el caso de uso
<b>Flujo Alterno</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
<b>Interfaz</b>	
	
<b>Pos-condiciones</b>	

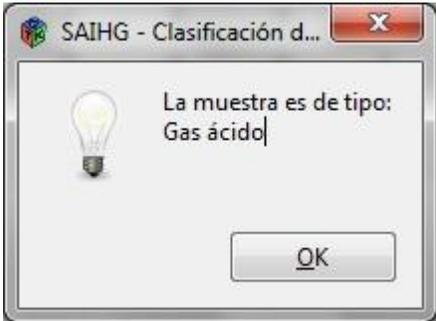
### Anexo 3.3: Descripción del CUS “RealizarNomenclatura”

<b>Caso de Uso:</b>	RealizarNomenclatura
<b>Actores:</b>	-
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea conocer la nomenclatura de una muestra de gas.
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Referencias</b>	RF-3
<b>Prioridad</b>	crítico
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. Selecciona una muestra y pulsa la opción "Nomenclatura" del menú principal.	2. El sistema verifica que exista una muestra seleccionada, si no hay ninguna muestra seleccionada le indica al usuario que debe seleccionar una muestra para dar una nomenclatura.
	3. El sistema realiza la nomenclatura de la muestra. (ver sección 1.3) y la muestra al usuario.
	4. Termina el caso de uso.
Flujo Alternativo	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p data-bbox="131 894 240 921">Interfaz</p> <div data-bbox="522 974 1097 1297" style="text-align: center;">  </div>	
Pos-condiciones	

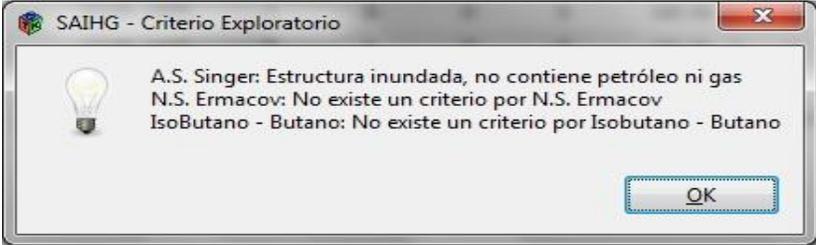
### Anexo 3.4: Descripción del CUS "ClasificarMuestraGas"

<b>Caso de Uso:</b>	ClasificarMuestraGas
<b>Actores:</b>	-
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea conocer la clasificación de una muestra de gas.
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Referencias</b>	RF-4
<b>Prioridad</b>	crítico

Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona una muestra de gas y pulsa la opción "Clasificar Muestra" del menú principal.	2. El sistema verifica que exista una muestra seleccionada, si no hay ninguna muestra seleccionada le indica al usuario que debe seleccionar una muestra para realizar la clasificación.
	3. El sistema realiza la clasificación (ver sección 1.4) y la muestra al usuario.
	4. Termina el caso de uso.
Flujo Alternativo	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<b>Interfaz</b>	
	
<b>Pos-condiciones</b>	

### Anexo 3.5: Descripción del CUS "BrindarCriterioExploratorio"

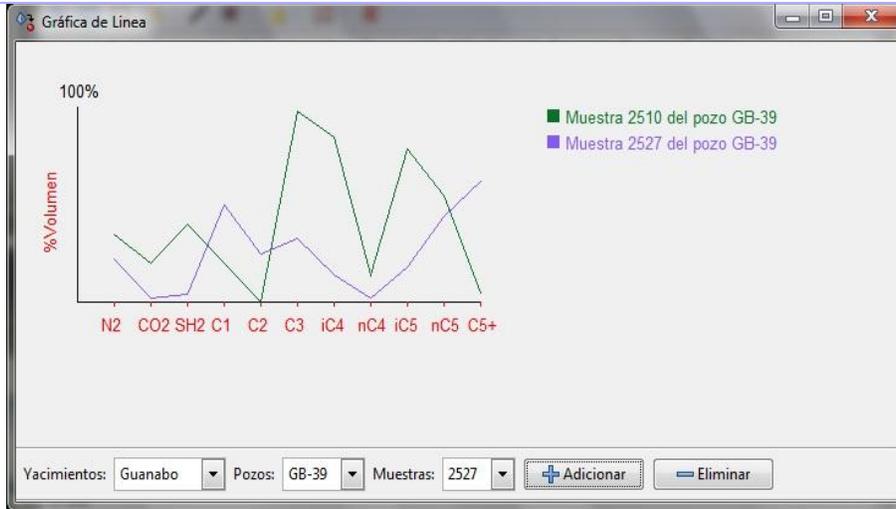
<b>Caso de Uso:</b>	BrindarCriterioExploratorio
<b>Actores:</b>	Especialista
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el especialista desea conocer el criterio exploratorio que ofrece una muestra de gas proveniente de una zona no explorada.
<b>Precondiciones:</b>	

<b>Referencias</b>	RF-5, RF-5.1, RF-5.2, RF-5.3.
<b>Prioridad</b>	crítica
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. El especialista selecciona una muestra perteneciente a una zona no explorada y pulsa la opción "CriterioExploratorio".	2. El sistema verifica que exista una muestra seleccionada, si no hay ninguna muestra seleccionada le indica al usuario que debe seleccionar una muestra para dar un Criterio Exploratorio.
	3. El sistema devuelve un criterio exploratorio por : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Método S.A. Singer(ver sección 1.5)</li> <li>• Método N.S Ermacov (ver sección 1.5)</li> <li>• Método Isobutano-Butano (ver sección 1.5)</li> </ul>
	1.4 El sistema muestra al usuario el criterio exploratorio resultante y finaliza el caso de uso.
<b>Flujo Alternativo</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
Interfaz	
<b>Pos-condiciones</b>	

### Anexo 3.6: Descripción del CUS "GraficadeLinea"

<b>Caso de Uso:</b>	GraficadeLinea
<b>Actores:</b>	-
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el usuario selecciona la opción grafica de línea y el

	sistema visualiza dicha gráfica para las muestras seleccionadas.	
<b>Precondiciones:</b>		
<b>Referencias</b>	RF-13.1	
<b>Prioridad</b>	crítico	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>		
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>	
1. Selecciona la opción “Gráfica de línea” o selecciona la muestra que desea graficar y luego pulsa la opción “Grafica de Línea” del menú principal.	2. Si existe una muestra seleccionada el sistema muestra un formulario con la gráfica de línea correspondiente a dicha muestra.	
	3. Si no ha sido seleccionada ninguna muestra, el sistema muestra el formulario correspondiente al gráfico de línea sin ninguna gráfica y brinda la opción de filtrar las muestras por yacimiento y por pozo.	
4. El usuario selecciona la muestra o las muestras que desea graficar mediante los parámetros de filtrado (yacimiento y pozo) y da clic en el botón “Adicionar”.	5. El sistema visualiza la gráfica de líneas para todas las muestras seleccionadas por el usuario.	
	6. Termina el caso de uso.	
<b>Flujo Alterno</b>		
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>	
<b>Interfaz</b>		



### Anexo 3.7: Descripción del CUS “DiagramaDefrancesco”

<b>Caso de Uso:</b>	DiagramaDefrancesco.
<b>Actores:</b>	-
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el usuario selecciona la opción Diagrama Defrancesco y el sistema visualiza dicha gráfica para las muestras seleccionadas.
<b>Precondiciones:</b>	
<b>Referencias</b>	RF-13.2
<b>Prioridad</b>	crítico
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. Selecciona la opción “Diagrama Defrancesco” o selecciona la muestra que desea graficar y luego pulsa la opción “Diagrama Defrancesco” del menú principal.	2. Si existe una muestra seleccionada el sistema muestra un formulario con la gráfica de línea correspondiente a dicha muestra.
	3. Si no ha sido seleccionada ninguna muestra, el sistema muestra el formulario correspondiente al Diagrama Defrancesco sin ninguna gráfica y brinda la opción de filtrar las muestras por yacimiento y por pozo.

4. El usuario selecciona la muestra o las muestras que desea graficar mediante los parámetros de filtrado (yacimiento y pozo) y da clic en el botón “Adicionar”.

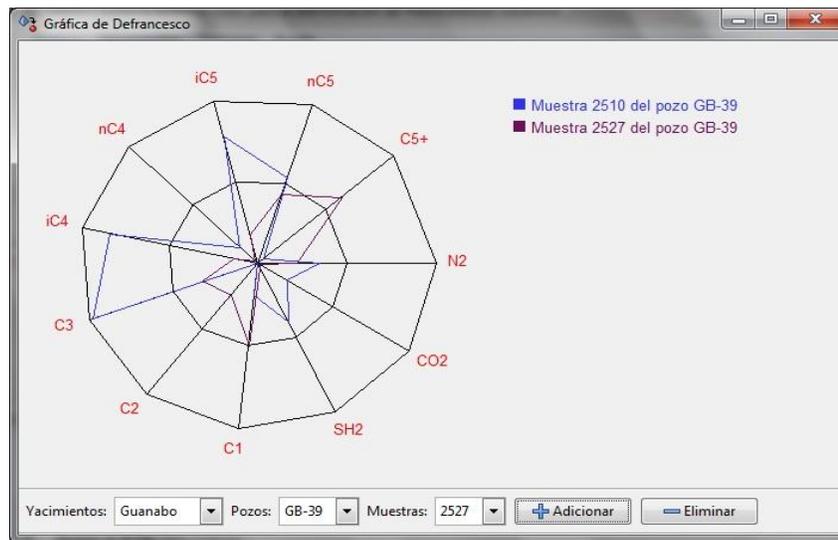
5. El sistema visualiza el Diagrama Defrancesco para todas las muestras seleccionadas por el usuario y termina el caso de uso.

### Flujo Alternativo

#### Acción del Actor

#### Respuesta del Sistema

#### Interfaz



### Anexo 3.8: Descripción del CUS “GestionarPozo”

<b>Caso de Uso:</b>	GestionarPozo
<b>Actores:</b>	Especialista
<b>Resumen:</b>	Este caso de uso es el que permite al especialista gestionar los pozos de donde se extraen las muestras de gas.
<b>Precondiciones:</b>	-
<b>Referencias</b>	RF-12
<b>Prioridad</b>	secundario

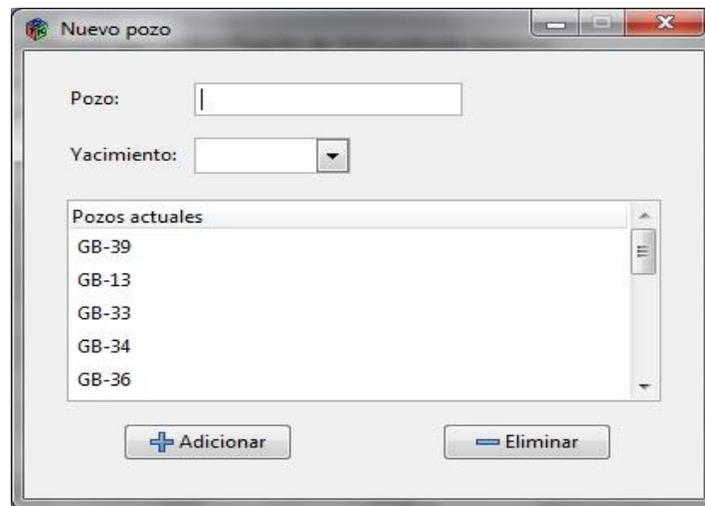
#### Flujo Normal de Eventos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona del menú Gestionar Contexto la opción Pozo	2. El sistema muestra un formulario con el listado de pozos existentes y brinda los campos para

	introducir el nombre del nuevo pozo, yacimiento al cual pertenece y las opciones Adicionar y Eliminar.
	3. Si el usuario selecciona la opción Adicionar, ir a sub-sección "Adicionar"
	4. Si el usuario selecciona la opción Eliminar, ir a sub-sección "Eliminar"
<b>Sub-sección "Adicionar"</b>	
1. Introduce el nombre del pozo y el yacimiento al que pertenece y da clic en "Adicionar".	2. El sistema verifica que el nombre del pozo introducido en el formulario no existe en la base de datos.
	3. Si ya existe el nombre del pozo en la base de datos el sistema lo notifica al usuario y no se adiciona dicho pozo a la base de datos.
	4. Si no existe el nombre del pozo en la base de datos, el sistema valida los datos introducidos.
	5. Si hay error en los datos, ir al flujo alternativo "Error Datos".
	6. Si no hay errores en los datos el sistema guarda en la base de datos el nuevo pozo.
<b>Flujo Alternativo "ErrorDatos"</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>

2. El especialista corrige el error y da clic en "Adicionar"	1. El sistema notifica al especialista que hay error en los datos del pozo entrado.
	1. El sistema continúa el flujo normal de los eventos a partir del paso 1.
Sub-sección "Eliminar"	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
2. Selecciona el pozo que desea eliminar.	1. El sistema muestra un formulario con el listado de pozos existentes.
	3. El sistema muestra un mensaje al usuario donde se le pregunta si realmente quiere realizar esa operación.
4. El usuario confirma que desea eliminar el pozo	5. El sistema elimina de la base de datos el pozo seleccionado.
	6. Termina el caso de uso

### Interfaz



### Pos-condiciones

La base de datos queda actualizada.

## Anexo 4 Descripción de las tablas de la base de datos

### 4.1 Descripción de la tabla “MuestraGas”

<b>Nombre</b>	MuestraGas	
<b>Descripción</b>	Esta tabla guarda la información de las muestras de gas, información que es persistente y garantiza el funcionamiento de la aplicación.	
<b>Atributos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
idmuestra	INTEGER (autoincrement)	Es el campo identificativo de una muestra de gas, la llave primaria de la tabla.
nomuestra	VARCHAR	Es el campo que guarda el número que le da el laboratorio al análisis realizado a una muestra de gas.
fechamuestreo	VARCHAR	Es el campo que guarda la fecha en que se tomó la muestra de gas
fechaanálisis	VARCHAR	Es el campo que guarda la fecha en que se realizó el análisis a la muestra de gas
tvdmax	INTEGER	Es el campo que guarda el valor máximo de la profundidad.
tvdmin	INTEGER	Es el campo que guarda el valor mínimo de la profundidad.
mdmax	INTEGER	Es el campo que guarda el valor máximo del largo del instrumento.
mdmin	INTEGER	Es el campo que guarda el valor mínimo del largo del instrumento.
valorcs	FLOAT	Es el campo que guarda el valor calórico superior de la muestra.
valorci	FLOAT	Es el campo que guarda el valor calórico inferior de la muestra.
masamolecular	FLOAT	Es el campo que guarda la masa molecular de la muestra.
densidad	FLOAT	Es el campo que guarda el valor de la densidad de la muestra.
densidadrelativa	FLOAT	Es el campo que guarda la densidad relativa de la muestra.

sh2	FLOAT	Es el campo que guarda el valor del sh2.
-----	-------	--

#### 4.2 Descripción de la tabla “CompuestoQuimico”

<b>Nombre</b>	CompuestoQuimico	
<b>Descripción</b>	Esta es la tabla que guarda la información referente a los compuestos químicos presentes en la muestra de gas, información que es importante que persista para el buen funcionamiento del sistema.	
<b>Atributos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
idcompuestoquimico	INTEGER (autoincrement)	Es el campo identificativo de un compuesto químico, la llave primaria de la tabla.
nombrecompuestoquimico	VARCHAR	Es el campo que guarda el nombre del compuesto químico.

#### 4.3 Descripción de la tabla “Yacimiento”

<b>Nombre</b>	Yacimiento	
<b>Descripción</b>	Esta es la tabla que guarda la información referente a los yacimientos, información que es importante que persista para el buen funcionamiento del sistema.	
<b>Atributos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
idyacimiento	INTEGER (autoincrement)	Es el campo identificativo de un yacimiento, la llave primaria de la tabla.
nombreyacimiento	VARCHAR	Es el campo que guarda el nombre del yacimiento.

#### 4.4 Descripción de la tabla “Pozo”

<b>Nombre</b>	Pozo	
<b>Descripción</b>	Esta es la tabla que guarda la información referente a los Pozos, información que es importante que persista para el buen funcionamiento del sistema.	
<b>Atributos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
idpozo	INTEGER (autoincrement)	Es el campo identificativo de un pozo, la llave primaria de la tabla.
nombrepozo	VARCHAR	Es el campo que guarda el nombre del pozo.

#### 4.5 Descripción de la tabla “Usuario”

<b>Nombre</b>	Usuario	
<b>Descripción</b>	Esta es la tabla que guarda la información referente a los usuarios que tienen permiso para realizar operaciones en el sistema	
<b>Atributos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Usuario	VARCHAR	Es el campo identificativo de un usuario.
Contraseña	VARCHAR	Es el campo que guarda la contraseña asociada a un usuario.

#### 4.6 Descripción de la tabla “CompuestoQuimico\_MuestraGas”

<b>Nombre</b>	CompuestoQuimico_MuestraGas	
<b>Descripción</b>	Esta es la tabla se crea por la relación de muchos a muchos que existe entre las tablas CompuestoQuimico y MuestraGas.	
<b>Atributos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
idcompuestoquimico	VARCHAR	Es el campo identificativo de un compuesto químico.
idmuestra	VARCHAR	Es el campo identificativo de una muestra de gas.
volumen	FLOAT	Es el campo que almacena el porcentaje de volumen de un compuesto químico

## Glosario de Términos

BD: Base de datos.

CASE: Ingeniería de Software Asistida por Computadora, por sus siglas en inglés (Computer Aided Software Engineering).

CEINPET: Centro de Investigaciones del Petróleo.

CL: Se refiere a cadenas largas, es decir los H.C de cadenas largas - cuando se usa en la relación de componentes para definir a donde clasifica, se refiere al resto de los H. C que quedan (la sumatoria) y que no fueron tomados en cuenta.

CU: Caso de uso.

CRUD : Create-Read-Update-Delete, Crear-Leer-Actualizar-Borrar

CUPET: Empresa petrolera nacional de Cuba. CUBAPETROLEO.

DCA: Diagrama de Clases del Análisis

EPEP: Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo.

HC: Hidrocarburos

HG: Hidrocarburos gaseosos

IDE: Entorno de Desarrollo Integrado.

IU: Interfaz de Usuario

MacOS: Sistema Operativo Macintosh

MVC: Modelo Vista Controlador. Estilo arquitectónico correspondiente a la familia de Llamada-Retorno.

PC: Personal computer – Computadoras personales.

RUP: Proceso Unificado de Desarrollo

Slug: Slug es una unidad de masa en el sistema de unidades FPS (Foot-Pound-Second system: Sistema Pie-Libra-Segundo) que define cómo se desplaza la masa a una aceleración de  $1 \text{ ft/s}^2$  cuando se ejerce una fuerza de una libra de fuerza sobre ella. Esta unidad se utiliza para medir la masa, cuando la fuerza se mide en libras-fuerza. "Slug" se refiere a mezclas líquidas con distintas composiciones, por ejemplo, sólidos en suspensión (barros o lodos) y mezclas de distintas sustancias líquidas.

SO: Sistema Operativo.

UML: Lenguaje Unificado de Modelado.

VP: Visual Paradigm.

