

Universidad de las Ciencias Informáticas



Facultad 5

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

Diseño e implementación del módulo de graficar del Sistema de Manejo Integral de Perforación de Pozo (SIPP).

Autora:

Yusemí Leyva Pereira.

Tutores:

Ing. Yordan Gallardo Avilés.

Ing. David Tavares Cuevas.

Co-Tutor:

Ing. Omar Martínez Díaz.

La Habana, Junio 2012



El futuro de Cuba tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia, de hombres de pensamientos.

Fidel Castro Ruz.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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

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

Firma del Autor

(Yusemí Leyva Pereira)

Firma del Tutor

(Yordan Gallardo Avilés)

Firma del Tutor

(David Tavares Cuevas)

Firma del Co-Tutor

(Omar Martínez Díaz)

DATOS DE CONTACTO

Tutor: Ing. David Tavares Cuevas.

Universidad de la Ciencias Informáticas, Ciudad Habana, Cuba.

Email: dtavares@uci.cu

Tutor: Ing. Yordan Gallardo Avilés.

Universidad de la Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

Email: ygaviles@uci.cu

Co-Tutor: Ing. Omar Martínez Díaz.

Universidad de la Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

Email: omar@uci.cu

Consultante: Ing. Aliander Capdezuñer González.

Universidad de la Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

Email: acapdezuner@uci.cu

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerles en especial a las dos personas más importantes de mi vida, mis padres, Ángela y Modesto por sus buenos consejos y apoyo en todo momento, por su paciencia y fe, por el amor que me brindaron todos los días desde que comencé la universidad y por ser los papis más lindos del mundo.

A mis 3 hermanitas por el cariño que me han brindado toda la vida.

A mis tíos más cercanos que de alguna manera me brindaron su apoyo.

A mi tutor Yordan y cotutor Omar por encaminarme y guiarme en todo momento.

A todos mis amigos que también han puesto su granito de arena, por los buenos y malos momentos que vivimos en estos 5 años que serán inolvidables.

Le agradezco en especial a mi amiga Adilen por ayudarme, soportarme y quererme como a una hermana.

A mi amiga AnaCelia por estar siempre que la necesitaba, por sus buenos consejos y apoyo incondicional.

Y principalmente quiero agradecerle a una persona muy especial que siempre me brindó su apoyo ya sea como amigo o hermano en mis momentos de debilidad, alegría o tristeza, por ayudarme a estudiar, por brindarme sus conocimientos y paciencia, por apreciarme tanto y ser tan buen amigo como lo es Aliander.

A todos los que han contribuido en el desarrollo de este trabajo, reciban mis más sinceros agradecimientos.

A la Revolución y los profesores de la UCI por darme la oportunidad de formarme como profesional y pertenecer a las tropas del futuro.

Dedico esta tesis:

A mis Padres. A mis hermanas.

A mi abuelita. A Aliander.

A toda mi familia.

RESUMEN

La representación de datos mediante gráficas en los sistemas de gestión de datos desde los inicios del desarrollo de la industria del software. Tanto los sistemas de gestión como los de procesamiento utilizan este mecanismo como medio para analizar de manera más rápida la información que resulta dentro de los procesos de producción en las empresas.

En la Universidad de Las Ciencias Informáticas (UCI) se encuentra el Centro de Informática Industrial (CEDIN) que se encarga de desarrollar soluciones para el sector industrial. Uno de los proyectos con el que cuenta es: Sistema de Manejo Integral de Perforación de Pozos (SIPP). Actualmente SIPP desarrolla el producto MaximusDrillPro, el cual contiene un módulo que tiene la responsabilidad de graficar el comportamiento de los indicadores presentes en el área de perforación de pozos petroleros.

Dicho módulo presenta varios problemas de incompatibilidad entre navegadores: Opera 10.0, Safari 5.1, Google Chrome 17.0, Internet Explorer 8.0 y Mozilla Firefox 12.0, no permite distinguir cuando ocurren operaciones que imposibilitan el avance del pozo y no presenta interrelación entre los indicadores tiempo y costo. Para darle solución a esos problemas se hace necesario implementar un módulo que nos permita graficar los datos de estos indicadores en el proceso de perforación de pozo. Cumpliendo con las restricciones que se imponen para apoyar el desarrollo de software relacionado con dicha área.

Para darle cumplimiento a los objetivos propuestos se analizaron cada uno de los indicadores presentes en el área de perforación de pozos petroleros, así como, los distintos tipos de gráficas que se utilizan para la visualización de información de los mismos. La biblioteca utilizada es Highcharts, la misma proporciona una serie de funcionalidades para la realización de gráficos estadísticos, tales como, barra, línea, pastel, columna, spline y otros tipos de gráficos de dispersión, además se adecua a las necesidades para resolver los problemas que presenta el módulo de graficar indicadores en el producto MaximusDrillPro del proyecto SIPP.

Palabras clave: Gráficas, indicadores, perforación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
INTRODUCCIÓN	8
1.1 SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL DE DATOS DE POZOS DE PETRÓLEO	8
1.2 SISTEMA DE MANEJO INTEGRAL DE PERFORACIÓN DE POZOS (SIPP)	8
1.3 PROCESO DE GRAFICAR DATOS EN SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL	10
1.3.1. COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES EN EL ÁREA DE PERFORACIÓN	10
1.3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE GRAFICAR EN EL ÁREA DE PERFORACIÓN DE PETRÓLEO	11
1.4 ANÁLISIS DE SISTEMAS GRÁFICOS SIMILARES EXISTENTES	12
1.4.1 WELLWIZARD.....	12
1.4.2 WELLFLO 4.0	13
1.4.3 INFOPROD	13
1.4.4 STRATER	14
1.4.5 COMPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES EXISTENTES	14
1.5 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS A UTILIZAR.....	15
1.5.1 RATIONAL UNIFIED PROCESS (RUP) COMO METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE	15
1.5.2 BIBLIOTECAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE PARA GRAFICAR DATOS.....	16
1.5.3 HERRAMIENTAS PARA LA MODELACIÓN	18
1.5.4 SYMPHONY 1.2.8 COMO FRAMEWORK DE DESARROLLO	20
1.5.5 PHP COMO LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.....	21
1.5.6 NETBEANS IDE 7.1 COMO ENTORNO INTEGRADO DE DESARROLLO (IDE)	22
1.5.7 APACHE 2.2 COMO SERVIDOR WEB.....	22
CONCLUSIONES PARCIALES	23
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN DE PROPUESTA	24
INTRODUCCIÓN	24
2.1 MODELO DE DOMINIO	24
2.2 ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL SOFTWARE	27
2.2.1 REQUISITOS FUNCIONALES	27
2.2.2 REQUISITOS NO FUNCIONALES	29
2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	31
2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ACTORES	31
2.3.2 CASO DE USO DEL SISTEMA.....	31
2.3.3 <i>Descripción textual de los Casos de Uso del Sistema.</i>	32
2.4 ARQUITECTURA DEL MÓDULO	40
2.5 DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO	41

2.5.1	DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO INDICADOR “METRAJE DIARIO”	41
2.5.2	DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO INDICADOR “PERFORACION”	41
2.5.3	DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO INDICADOR “COSTO”	42
2.5.4	DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO INDICADOR “TIEMPO”	43
2.5.5	DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO INDICADOR “PRODUCTOS QUIMICOS”	43
2.5.6	DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DEL DISEÑO.	44
2.6	DIAGRAMA DE INTERACCIÓN	46
2.7	PATRONES DE DISEÑO.	47
2.7.1	PATRONES DE ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES (GRASP).	47
	CONCLUSIONES PARCIALES	49
	CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA	50
	INTRODUCCIÓN	50
3.1	GENERALIDADES DE LA IMPLEMENTACIÓN	50
3.1.1	ESTILO DE CÓDIGO	50
3.1.2	MODELO DE IMPLEMENTACIÓN.....	50
3.1.3	DIAGRAMA DE COMPONENTES	50
3.2	MODELO DE DESPLIEGUE.	51
3.3	PRUEBAS DEL SISTEMA PROPUESTO.	52
3.3.1	PRUEBAS DE CAJA NEGRA.....	53
	CONCLUSIONES PARCIALES.	61
	CONCLUSIONES GENERALES.....	62
	RECOMENDACIONES	63
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
	ANEXOS	67
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	74

Índice de Figuras

FIG. 1:	MODELO DE DOMINIO	25
FIG. 2:	DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL SISTEMA.	31
FIG. 3	PATRÓN ARQUITECTÓNICO MODELO VISTA CONTROLADOR.....	40
FIG. 4:	DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO INDICADOR “METRAJE DIARIO”.....	41
FIG. 5:	DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO INDICADOR “PERFORACION”	42
FIG. 6:	DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO INDICADOR “COSTO”.....	42
FIG. 7:	DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO INDICADOR “TIEMPO”	43
FIG. 8:	DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO INDICADOR “PRODUCTOS QUIMICOS”	43
FIG. 9:	DIAGRAMA DE SECUENCIA “GENERAR GRÁFICA DE PERFORACIÓN”	46
FIG. 10:	DIAGRAMA DE SECUENCIA “EXPORTAR GRÁFICA”	46

<i>FIG. 11: DIAGRAMA DE SECUENCIA “IMPRIMIR GRÁFICA”</i>	47
<i>FIG. 12: DIAGRAMA DE COMPONENTES</i>	51
<i>FIG. 13: DIAGRAMA DE DESPLIEGUE</i>	52

Índice de Tablas

<i>TABLA 1 . ACTORES DEL SISTEMA</i>	31
<i>TABLA 2: CASO DE USO GENERAR GRÁFICAS DE LOS INDICADORES DE PERFORACIÓN</i>	37
<i>TABLA 3: CASO DE USO EXPORTAR GRÁFICAS A FORMATOS PDF, PNG Y SVG</i>	38
<i>TABLA 4: CASO DE USO IMPRIMIR GRÁFICAS DE LOS INDICADORES DE PERFORACIÓN</i>	39
<i>TABLA 5: CASO DE PRUEBA GRAFICAR METRAJE DIARIO</i>	53
<i>TABLA 6: CASO DE PRUEBA DE GRAFICAR PERFORACIÓN DIARIA</i>	54
<i>TABLA 7: CASO DE PRUEBA DE GRAFICAR DIRECCIONAL “VERTICAL”</i>	55
<i>TABLA 8: CASO DE PRUEBA DE GRAFICAR DIRECCIONAL “HORIZONTAL”</i>	55
<i>TABLA 9: CASO DE PRUEBA DE GRAFICAR COSTOS DIARIOS</i>	56
<i>TABLA 10: CASO DE PRUEBA DE GRAFICAR POR CIENTO DE COSTOS DIARIOS</i>	56
<i>TABLA 11: CASO DE PRUEBA DE GRAFICAR TIEMPO</i>	57
<i>TABLA 12: CASO DE PRUEBA DE GRAFICAR PRODUCTOS QUÍMICOS “CANTIDAD USADA”</i>	57
<i>TABLA 13: CASO DE PRUEBA DE GRAFICAR PRODUCTOS QUÍMICOS “COSTO”</i>	58
<i>TABLA 14: CASO DE PRUEBA EXPORTAR GRÁFICAS A FORMATO SVG</i>	59
<i>TABLA 15: CASO DE PRUEBA DE EXPORTAR GRÁFICAS A FORMATO PNG</i>	59
<i>TABLA 16: CASO DE PRUEBA EXPORTAR GRÁFICAS A FORMATO PDF</i>	60
<i>TABLA 17: CASO DE PRUEBA IMPRIMIR GRÁFICAS</i>	61

INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se han convertido desde su llegada a la sociedad en un elemento indispensable para establecer líneas de desarrollo en la industria. Como resultado de esta evolución los teléfonos celulares, robots industriales, satélites, fibra óptica y otros adelantos científicos-técnicos han permitido que problemas complejos puedan solucionarse en poco tiempo y con gran eficiencia. Estas como apéndice a la industria de software se han encontrado sujetas al desarrollo económico de cada nación. Su progreso ha propiciado que un por ciento elevado de empresas dependan en gran medida de sistemas informáticos para gestionar sus principales procesos.

La industria del petróleo por el alto riesgo que genera al medio ambiente y como sector priorizado por la sociedad requiere atención diferenciada y de mayor calidad. El área de perforación por el cumulo de información que trabaja precisa el uso de herramientas informáticas para el análisis de los datos de comportamiento de los indicadores: metraje, perforación, costo, tiempo y productos químicos. Las soluciones existentes en el mercado ya incorporan poderosas herramientas que permiten la representación y análisis de estos datos mediante gráficos estadísticos, contribuyendo con mayor rapidez al análisis, descripción y resumen de la información para la toma de decisiones.

Entre los distintos tipos de gráficos que existen para representar datos se encuentran los: spline, líneas, pasteles, barras, áreas y columnas, los mismos están especialmente orientado a representar los datos de una manera distinta. En comparación con otras formas de representar los datos, los gráficos comprenden el comportamiento de una variable, por lo tanto ahorran tiempo al analista de información.

En la actualidad existen soluciones informáticas que permiten la creación de gráficos mediante la web. Aparejado también han venido evolucionando los navegadores web, brindándole mejores prestaciones visuales a los usuarios finales. Esto ha traído como resultado que las entidades desarrolladoras de software utilicen estas ventajas para crear sistemas compatibles con la mayoría de los navegadores existentes, posibilitando su utilización para interactuar con estos sistemas.

En Cuba la Oficina Central de Exploración Producción de la Unión Cuba Petróleo (CUPET) es el conjunto de empresas responsables del desarrollo y mantenimiento de la industria del petróleo junto con compañías extranjeras, que operan y prestan servicios a esta importante y vital rama de la economía. Estas empresas con sus distintas entidades distribuidas en todo el país intervienen en los diferentes procesos por los que debe pasar el crudo.

La empresa CUPET debido a las condiciones económicas de nuestro país y el deterioro de las tecnologías de la industria hace la necesidad de actualizar su infraestructura productiva. Basado en esto, dicha empresa impulsa el desarrollo de nuevas herramientas informáticas para automatizar sus principales procesos. Bajo esta premisa se realizan convenios con la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), para el desarrollo de sistemas en la rama de Extracción y Producción.

En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se desarrolla software para la automatización de los procesos en la Industria Petrolera. En la facultad 5 se encuentra el Centro de Informática Industrial (CEDIN) encargado de desarrollar soluciones informáticas para la automatización de procesos industriales. Uno de los proyectos que se desarrolla en dicho centro es el Sistema Manejo Integral de Perforación de Pozos (SIPP), el cual responde a las necesidades del Centro de Investigaciones de Petróleo (CEINPET) y la Dirección de Intervención y Perforación de Pozos (DIPP), este sistema tiene como objetivo la gestión del proceso de perforación en sí mismo.

En el proyecto SIPP se desarrolla el producto MaximusDrillPro el cual se encarga de gestionar la información consolidada por los expertos en los pozos en perforación. Actualmente este producto cuenta con un módulo que es responsable de graficar los datos del comportamiento de los indicadores: metraje, perforación, dirección, costos y tiempo. Dicho módulo presenta problemas de incompatibilidad entre los navegadores Mozilla Firefox 12.0, Opera 10.0, Safari 5.1, Google Chrome 17.0 e Internet Explore 8.0 trayendo consigo que no se puedan visualizar en versiones superiores a la de Mozilla Firefox 3.5. Otro de los inconvenientes es que el módulo implementado no cuenta con la suficiente documentación para darle un buen mantenimiento y soporte. Además la manera en que el módulo crea la gráfica del indicador de perforación no permite distinguir dentro de la aplicación cuando ocurre una operación en un pozo de

perforación, siempre que se presenta una complejidad técnica y/o geológica que imposibilita seguir avanzando por el hoyo perforado, trayendo consigo que no se grafique el proceso de negocio completo (Sidetrack). El producto MaximusDrillPro maneja hoy a través del módulo de gráfica dos indicadores, distribución de tiempo y costo pero de manera aislada, por lo que no existe interrelación entre ellos.

Teniendo en cuenta la **situación problemática** planteada se ha definido como **problema** a resolver ¿Cómo contribuir en el graficado de los indicadores de perforación de pozos en el producto MaximusDrillPro de manera que exista relación entre los indicadores costo y tiempo, se representen los Sidetrack de perforación y las gráficas de los mismos sean visualizadas en los navegadores web más actuales? Para el desarrollo de esta investigación es necesario conocer el procedimiento que resume la interpretación de los datos de los indicadores de perforación de pozos de petróleo y gas, lo que constituye el **objeto de estudio**. Para darle solución al problema planteado se hace preciso implementar un conjunto de nuevas funcionalidades para el graficado de los indicadores de perforación de pozos que se visualicen en los navegadores web, lo cual representa el **objetivo general** de la investigación, enmarcado en el **campo de acción** proceso de graficado de indicadores de perforación en los navegadores web.

Como **idea a defender** se tiene que con la implementación de un conjunto de nuevas funcionalidades para el módulo de gráfica de MaximusDrillPro existirá relación entre los indicadores costo y tiempo, se podrán representar los Sidetrack de perforación y se visualizarán los indicadores de perforación de pozos en los navegadores web más actuales.

Para cumplir con los objetivos trazados y resolver el problema planteado, se proponen las siguientes **tareas de investigación**:

1. Describir las soluciones informáticas existentes a nivel nacional e internacional para conformar el estado del arte de la investigación.
2. Caracterizar el proceso de cortes de información en área de perforación de pozos para identificar los tipos de gráficas que facilitarán la representación de los datos de los indicadores presentes en esta área.

3. Seleccionar los distintos tipos de herramientas que existen y las metodologías utilizadas para el desarrollo del módulo del producto MaximusDrillPro.
4. Implementar el conjunto de nuevas funcionalidades para el módulo de graficar indicadores en el producto MaximusDrillPro.
5. Validar la solución propuesta mediante pruebas funcionales de software.

El **resultado que se espera** de la investigación es, un módulo de graficar indicadores del producto MaximusDrillPro que permita la relación de los indicadores costo y tiempo, la representación de los Sidetrack de perforación y la visualización de los indicadores de perforación de pozos en navegadores web más actuales.

Para la realización de las tareas de investigación se han empleado los **métodos de investigación** que se describen a continuación.

Métodos Teóricos: Permiten conocer las relaciones que fluyen alrededor del objeto de estudio.

Entre estos se empleó:

- ✓ **Analítico-Sintético**, este método permite analizar y sintetizar los diferentes tipos de gráficas que existen en el área de perforación con el objetivo de aumentar los conocimientos entorno al módulo ya existente para después, haciendo uso de la síntesis, lograr resumir y exponer los resultados obtenidos del análisis.
- ✓ **Histórico-Lógico**, con el objetivo de identificar y verificar la existencia de sistemas que se encarguen de los procesos y entender cómo se realizan los mismos, comprender y dominar todo el entorno que rodea a dicha empresa y que interviene en el manejo de información sobre todo de forma gráfica.
- ✓ **Modelación**, para la caracterización de las funcionalidades que tendrá el componente cuando se definen los requisitos funcionales.

Métodos Empíricos: Permiten la observación y el análisis inicial de la información.

Entre estos se empleó:

- ✓ **Observación**, con el objetivo de observar el funcionamiento del módulo ya existente para obtener un registro visual de toda la información referente a los procesos de perforación y el funcionamiento del centro en una situación real.

La presente investigación está estructurada en tres capítulos:

Capítulo 1. “Fundamentación Teórica”: En este capítulo se aborda todo lo relacionado con la fundamentación teórica para un mejor entendimiento en el desarrollo de la investigación. Se describen los conceptos asociados al problema, el objeto de estudio y se las herramientas y tecnologías a considerar para el desarrollo de la investigación, así como la selección de las mismas.

Capítulo 2. “Solución Propuesta”: Se describe el modelo de dominio de la solución. Se capturan los requisitos de software necesarios para el desarrollo del componente y se muestra la concepción del sistema a partir del diagrama de casos de uso y las descripciones de los mismos. También se muestra el diagrama de clases del diseño, así como, la descripción de sus clases y se describe la arquitectura y patrones de diseño utilizados en el desarrollo de la implementación.

Capítulo 3. “Implementación y Prueba”: Se muestran las características de la implementación realizada, el modelo de despliegue del componente realizado y la validación de la solución propuesta.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Introducción

El proceso de graficar indicadores de perforación en el área de la industria petrolera se torna complejo ya que intervienen diferentes variables. En este capítulo se hace referencia al comportamiento de los indicadores en dicha área y a los sistemas existentes en el mundo dedicados a graficar datos. Se describen las metodologías y tecnologías a considerar para su posterior utilización en el desarrollo del componente, analizando sus ventajas, desventajas y características, seleccionando propuestas con el fin de dar cumplimiento al objetivo general de la presente investigación con la mayor eficiencia y calidad posible.

1.1 Sistemas de Gestión y Control de Datos de Pozos de Petróleo.

Los sistemas de gestión y control describen procesos complejos que implican a toda la organización. Su objetivo final es dar información para controlar la información de la empresa. Deben permitir conocer todos los recursos de la empresa puestos a disposición de los diferentes responsables para obtener unos resultados concretos en función de los objetivos de la organización (1).

Los sistemas de gestión y control de pozos de petróleo están enfocados a optimizar la carga de información, agilizando el proceso sin perder el control en los diferentes departamentos que alimentan el sistema. Controlan la producción pozo por pozo y estandarizan el manejo sistemático de carga de información entre los distintos datos de entrada. Los datos gestionados por los sistemas de gestión y control de pozos son obtenidos de los registros de pozos que se realizan diariamente en el área del sector petrolífero. Los registros de pozos de petróleo son técnicas geofísicas, que se utilizan en las operaciones petroleras para obtener una mayor información de los parámetros físicos y geológicos del pozo, tales como; cantidad de petróleo móvil, saturación del agua en la formación, resistividad de las rocas y porosidad (2).

1.2 Sistema de Manejo Integral de Perforación de Pozos (SIPP).

Es un proyecto que tiene como objetivo desarrollar soluciones informáticas orientadas al área de negocio de la perforación dentro de la Industria del Petróleo que se integren de manera tal que brinde cobertura a

todo el proceso. Esto se logra subdividiendo el negocio en subprocesos y enfocando estos desarrollos hacia ellos. El proyecto SIPP desarrolla el producto MaximusDrillPro el cual actualmente cuenta con un módulo que es responsable de graficar los datos del comportamiento de los indicadores avance, profundidad, dirección, costos y tiempo, con el objetivo de automatizar el proceso de graficar del comportamiento de estos indicadores en dicha área.

El entorno del negocio donde coexiste el negocio y las organizaciones que la rodean se encuentra estructurado en tres áreas fundamentales: (3)

- **DIPP (Dirección de Intervención de Pozos de Petróleo).**
- **Pozos.**
- **CEINPET (Centro de Investigación de Petróleo).**

DIPP: Se encuentra ubicada en el municipio Varadero perteneciente a la provincia de Matanzas. Es la entidad donde se confeccionan una serie de informes, partes y reportes utilizando software Microsoft Office Excel con las informaciones de los pozos en perforación. Estos documentos generados contienen información de la perforación diaria, donde se incluyen la cantidad de combustible, cantidad de dinero invertido, las operaciones y actividades que se realizan en el día, así como características de: barrenas, herramientas, camisas y productos químicos utilizados en los pozos. Los mismos son manipulados por las secretarías de la DIPP, aprobada por el Jefe de Despacho, y guardada en formato duro y digital para tomar decisiones en momentos posteriores. (3)

CEINPET: Perteneciente a la Unión de CUPET, la misma está localizada en Boyeros, provincia Ciudad Habana. Aquí diariamente la información es recibida en forma de reporte a las 7:00 de la mañana por correo electrónico. En caso de que la conexión tenga algún problema, estos partes son realizados por teléfono. (3)

Geólogo: Realiza diariamente un estudio consecuente de las características de las rocas, del terreno, analizando todo tipo de formación, obtiene información del WellWizard, elabora el Reporte Diario de Geología, lo guarda en formato duro y digital y se lo entrega al Supervisor de Pozo, además de enviárselo al geólogo que trabaja en la oficina del CEINPET. (3)

Supervisor de Pozo: Recibe diariamente información en formato duro y digital del químico, geólogo, direccional y analiza minuciosamente el software WellWizard, examina los parámetros recibidos,

confeccionando con estos datos una serie de reportes, los cuales los guarda en formato duro y digital y envía diariamente a las 12:00 de la noche a la DIPP y a CEINPET. (3)

1.3 Proceso de Graficar Datos en Sistemas de Gestión y Control.

La representación de datos en forma gráfica ofrece mensajes más fáciles de interpretar. Existen confecciones gráficas que por no seleccionar el tipo de gráfica correcta para la información que se desea representar, pierden fuerza en su comunicación. La comunicación gráfica como tantas otras intenciones humanas nace probablemente como técnica a una necesidad para comunicarse en el tiempo y solucionar uno de los problemas que tiene la comunicación oral.

1.3.1. Comportamiento de los Indicadores en el área de Perforación.

Los indicadores son puntos de referencia, que brindan información cualitativa o cuantitativa, conformada por uno o varios datos, constituidos por números, hechos, opiniones o medidas, que permiten seguir el desenvolvimiento de un proceso y su evaluación, y que deben guardar relación con el mismo. (4) En el producto MaximusDrillPro se manejan a través del módulo varios indicadores .Cada indicador tiene un comportamiento distinto ya que cada uno representa un valor indicativo de los datos que son obtenidos. Dentro de estos indicadores se encuentran:

- **Metraje de perforación diaria:** Es el indicador que registra el avance de la perforación en los pozos de petróleos. El mismo regula en gran medida el avance de la perforación y los datos de entrada en la base de datos de SIPP.
- **Perforación:** Este indicador está vinculado con el metraje de perforación diario ya que se nutre de la información entrada por dicho indicador. El cual constituye la suma de todas las profundidades producto al avance de la perforación de la barrena en el hoyo perforado.
- **Direccional:** Registra la dirección del hoyo de perforación respecto a la horizontal y vertical de inclinometría.
- **Costos de perforación diaria:** Este indicador actualmente maneja los costos diarios y el por ciento de costos diarios de la perforación diaria de los pozos petrolíferos.
- **Distribución de tiempo:** Refleja el tiempo de perforación de pozos distribuido por intervalos.

1.3.2. Descripción General del Proceso de Graficar en el área de Perforación de Petróleo.

✓ **Representación de Datos Mediante Gráficos Estadísticos.**

En estadística se denomina gráficos a aquellas imágenes que, combinando la utilización de sombreado, colores, puntos, líneas, símbolos, números, texto y un sistema de referencia (coordenadas), permiten presentar información cuantitativa.

Existen distintas formas para la presentación de datos estadísticos por medio de gráficos. Cada tipo de gráfico se diferencia de los demás por la clase de marcas de datos que utiliza ya que cada uno de los tipos de gráficos está especialmente indicado para representar los datos de una manera distinta. La muestra de datos mediante gráficos es algo que se realiza a diario y en forma casi natural por personas de las más diferentes profesiones. En comparación con otras formas de presentación de datos, los gráficos permiten, comprender el comportamiento de una variable, aún de variables muy complejas, por lo tanto ahorran tiempo al analista de información y ofrecen la máxima eficacia al crear los gráficos y presentar los datos de la mejor manera posible ya que cada tipo de gráfico está destinado para una labor específica.

Se puede decir entonces que la estadística no es más que el estudio científico de datos numéricos basados en fenómenos naturales. Es una técnica matemática de investigación que ayuda a delimitar una muestra, a reconocer los datos, ordenarlos, presentarlos, analizarlos y sacar conclusiones.

✓ **Tipos de Gráficos Estadísticos en el área de Perforación de Pozos de petróleo.**

La perforación por su parte toma como base, los datos que fueron extraídos de la exploración además de datos tomados durante el proceso de perforación del pozo, es por ello que al hacer el análisis del área, los resultados que se aprecian son de manera más rápida y con una mejor representación. Entre los tipos de gráficos en el área de perforación de pozos los que más se evidencia son:

- **Gráfico de Barras:** Se usan para representar la distribución de frecuencias de variables discretas. Cada categoría se representa por una barra cuyo largo indica la frecuencia de observaciones de dicha categoría. También es muy conocido como gráfico de columnas, para presentar o comparar varios conjuntos de datos. (5) En el área de perforación se utilizan para mostrar cambios de datos en un período de tiempo o para ilustrar comparaciones entre elementos.

- **Gráfico de Pastel:** Es una alternativa equivalente a los gráficos de barras divididas, este tipo de gráfico muestra la partición de un total en sus partes componentes. (5) En la industria petrolera se utiliza mucho para representar un grupo de datos (por ejemplo el porcentaje de la distribución del tiempo de perforación de un pozo).
- **Gráficos de Área:** En estos tipos de gráficos se busca mostrar la tendencia de la información generalmente en un período. Cuando se hace necesario mostrar la variación de una o varias variables en correspondencia con el tiempo, se acude en los software de perforación, a dichos gráficos. Es común ver su uso con abundantes colores, donde a cada uno de ellos le corresponde una variable. (5)
- **Gráficos de Líneas:** En este tipo de gráfico se representan los valores de los datos en dos ejes cartesianos ortogonales entre sí (5). Son usados cuando se está en presencia de una variable en función del tiempo, siendo más comprensible la variación que un gráfico de área.
- **Gráficos de Superficie y Gráficos de Áreas en 3D:** Estos gráficos son muy utilizados en la presente área ya que son capaces de representar determinadas características geológicas que favorecen cuando se va a perforar. Un ejemplo lo constituyen las características de las capas del suelo donde se realizará la perforación. (5)

1.4 Análisis de Sistemas Gráficos Similares Existentes.

1.4.1 WellWizard.

El sistema de integración de datos WellWizard – IDS, es la solución perfecta al problema de cómo entregar información geológica y de perforación en tiempo real, para aquellos encargados de la toma de decisiones. Esta aplicación de fácil manejo para el usuario le permite controlar sus operaciones de perforación donde quiera que esté localizado. WellWizard se encuentra integrado con Wellhub lo que hace posible que la administración de datos sea tan simple como pulsar un botón. (6)

Este sistema se caracteriza por su tecnología única y avanzada ya que integra datos de las fuentes de perforación y geología creando un punto singular para la segunda diseminación de toda la información histórica del sitio de operaciones en tiempo real. Satisface las demandas de geólogos para la presentación de todos los registros, tales como registros de lodos, registros geológicos y registros compuestos. Estos registros pueden ser impresos continuamente en archivos PDF. Los registros y cartas se pueden configurar completamente. Los datos en tiempo real pueden ser mostrados en una gran

variedad de gráficos, medidores o formatos de texto. Los usuarios pueden definir las unidades para todos los parámetros. (6)

1.4.2 WellFlo 4.0.

El software de análisis de sistemas WellFlo es una aplicación autónoma, poderosa y simple de usar para diseñar, modelar, optimizar e identificar problemas de pozos individuales de petróleo y gas, ya sean naturalmente fluyentes o levantados artificialmente. Es una nueva versión que representa un paso adelante de orden mayor en análisis de sistemas, proveyendo un nuevo nivel de potencia, sofisticación, flexibilidad y facilidad de uso. Todo esto en una interfaz de usuario moderna, intuitiva y basada en flujo de trabajo. A continuación se muestran una serie de características que el usuario encontrará en la última versión. (7)

- Interfaz gráfica completamente nueva.
- Entrada de datos desacoplada de la creación de nodos.
- Mejoras al modelo de temperatura.
- Grandes mejoras a catálogos de equipos.
- Soporte de internacionalización que proporciona fácil traducción a cualquier idioma.
- Mejoras en reportes y gráficos.
- Capacidad para retener y organizar cualquier reporte o gráfico para referencia futura.
- Panel de control que muestra un resumen de los parámetros de pozo y selecciones de modelo.
- Ajuste de estudios de presión y temperatura.
- Ajuste de parámetros de pozo para adaptarse a las mediciones de desempeño de pozo.

1.4.3 InfoProd.

InfoProd es la solución totalmente integrada para el Gas y el Petróleo con una herramienta de gestión y análisis de datos. Una solución flexible que se utiliza hoy en día en varias compañías de diferentes países y tiene un historial récord de clientes altamente satisfechos. Se basa en interfaces de usuario que permiten realizar cambios o definir y aplicar configuraciones de acuerdo a cada necesidad, sin requerir la intervención de programadores. Una aplicación integrada que permite el acceso simultáneo a la información, la extrapolación de las curvas de producción de las pruebas de pozos, incluidos los

esquemas de pozo, así, las estadísticas de la pérdida, potencial de producción, y los registros de intervención. Desarrollado bajo un estado de la plataforma tecnológica que permite incorporar módulos periféricos e interactuar con otras aplicaciones basadas en las necesidades de cada cliente. (8)

1.4.4 Strater.

Strater es un programa de Golden Software. Su facilidad de uso hace que sea un software ideal para numerosas industrias, entre las que se incluyen las petrolíferas, geofísicas, minerías, medioambientales, geotécnicas y muchas otras. Proporciona varias funcionalidades para simplificar la tarea de importar datos, crear el diseño de la perforación exacta que el usuario requiere y obtener la salida en el formato necesario, ya sea impreso o exportado a formato electrónico para incluir en un informe o presentación. Es una herramienta potente pero sencilla de usar y con un precio muy asequible. Dentro de sus principales características se encuentran: (9)

- Profundidad o elevación.
- Notas, comentarios y otros datos de texto.
- Potencial espontáneo, rayos gamma, calibrador, neutrónica, densidad aparente, resistividad, ritmo de perforación, gas total, calidad de los gases y datos sísmicos.
- Contabilidad de impactos, número y tipo de muestras, permeabilidad, recuperación.
- Concentración de contaminantes, contenido de humedad y detalles de construcción de pozos.
- Datos de ensayos, petrología de mineralización o alteración y datos de contenido de cenizas.
- Virtualmente cualquier tipo de dato de profundidad o intervalo.

Strater brinda una flexibilidad insuperable para el diseño y formateo de registros. Su avanzada interfaz de usuario permite que el diseño y la visualización de sus datos sean más fáciles que nunca. Strater incluye 13 tipos de registro muy usuales para visualizar sus datos gráficamente: profundidad, línea/símbolo, gráfico cruzado, petrología, barras de zona, barras, porcentajes, postes, postes por clase, gráficos, textos complejos, y registros de construcción de pozos. (9)

1.4.5 Comparación de las Soluciones Existentes.

Luego de haber caracterizado una serie de software que existen en el mundo dedicados a graficar datos del sector del petróleo, se realizó un análisis comparativo de los mismos con el objetivo de determinar características comunes que puedan ser utilizadas para el desarrollo de la investigación. Se determina

que estas herramientas visualizan los valores de los indicadores de perforación utilizando gráficas de línea y curvas, permitiéndole al usuario una mejor comprensión de los mismos. Todos los sistemas estudiados son software privativos, lo que imposibilita su uso, ya que para acceder a ellos es necesario pagar algún tipo de licencia. Por tales razones se valida la necesidad de implementar un software que incluya un módulo capaz de graficar indicadores de perforación de pozos petrolíferos y que se ajuste a los indicadores que se grafican actualmente en el área de perforación. (**Ver Anexo 1**)

1.5 Herramientas y Tecnologías a Utilizar.

1.5.1 Rational Unified Process (RUP) como Metodología de Desarrollo de Software.

Para el desarrollo de la investigación se utilizará como metodología de desarrollo Rational Unified Process (RUP) por ser la que rige el proceso de desarrollo de software en el proyecto SIPP. Esta metodología además de ser un proceso de desarrollo de software bastante complejo, ofrece numerosas posibilidades de adaptación a sistemas de software sin tomar en cuenta el área a la que pertenece, organización, niveles de aptitud o dimensiones del proyecto. Además, proporciona artefactos formales que posibilitan una correcta documentación del módulo que se desarrollará para su posterior utilización. Garantiza la elaboración por fases e iteraciones de un producto de software orientado a objetos permitiendo lograr calidad en el mismo. Posibilita que en cada iteración se tenga una visión más clara de lo que se está desarrollando.

RUP está caracterizado por ser:

- **Dirigido por casos de uso:** los casos de uso definen lo que el usuario desea a partir de la captura de requisitos y la modelación del negocio. (10)
- **Centrado en la arquitectura:** característica que brinda una visión completa del sistema, se describen los procesos del negocio que son más importantes, para comprenderlo, desarrollarlo y producirlo de una forma eficaz. (10)
- **Iterativo e Incremental:** el trabajo se divide en partes más pequeñas o mini proyectos. Permitiendo que el equilibrio entre Casos de Uso y arquitectura se vaya logrando durante cada mini proyecto, así durante todo el proceso de desarrollo. Cada mini proyecto se puede ver como una iteración (un recorrido más o menos completo a lo largo de todos los flujos de trabajo fundamentales) del cual se obtiene un incremento que produce un crecimiento en el producto. (11)

RUP propone cuatro fases para el desarrollo de software: (12)

- **Iniciación:** El objetivo es identificar el alcance inicial del proyecto, una arquitectura potencial de su sistema, y obtener la financiación inicial del proyecto y la aceptación del involucrado.
- **Elaboración:** El objetivo es mejorar la arquitectura del sistema.
- **Construcción:** El objetivo es construir software funcional en una base regular e incremental, la cual cumpla con las necesidades de prioridad más alta de los involucrados de su proyecto.
- **Transición:** El objetivo es validar y desplegar su sistema en su ambiente de producción.

1.5.2 Bibliotecas de Desarrollo de Software para Graficar Datos.

✓ Highcharts:

Highcharts es una biblioteca de gráficos escrita en JavaScript puro, que ofrece una manera fácil de agregar gráficos interactivos a su sitio web o aplicación web.

Características de Highcharts: (13)

- **Compatible:** Funciona en todos los navegadores modernos, incluyendo el iPhone / IPAD y el Internet Explorer desde la versión 6. Navegadores estándar SVG utiliza para el procesamiento de gráficos. En el legado de gráficos de Internet Explorer se dibuja con VML.
- **Abierto:** Es de código fuente abierta. Bajo cualquiera de las licencias, libres o no, se le permite descargar el código fuente y crea sus propias ediciones. Esto permite modificaciones personales y una gran flexibilidad.
- **Puro JavaScript:** Se basa únicamente en las tecnologías de navegador nativo y no requiere plugins del lado del cliente como Flash o Java. Además no es necesario instalar nada en su servidor. No PHP o ASP.NET. Highcharts sólo necesita dos archivos JS para funcionar: el núcleo highcharts.js y, o bien el jQuery, MooTools o marco prototipo.
- **Numerosos tipos de gráficos:** Highcharts apoya la línea, spline, área, areaspline, columna, barra, pastel y los tipos de gráfico de dispersión. Cualquiera de estos se pueden combinar en un gráfico.
- **Sintaxis de configuración simple:** La configuración de las opciones de Highcharts no requiere conocimientos especiales de programación. Las opciones se presentan en una estructura de

JavaScript Object Notation, que es básicamente un conjunto de claves y valores conectados por dos puntos, separados por comas y se agrupan por llaves.

- **Varios ejes:** Cada eje se puede colocar en la parte inferior derecha o izquierda, arriba o abajo de la tabla. Todas las opciones se pueden configurar de forma individual, incluida la inversión, el estilo y la posición.
- **Carga de datos externos: Highcharts** toma los datos en una matriz de JavaScript, que puede definirse en el objeto de configuración local, en un archivo separado o incluso en un sitio diferente. Además, los datos pueden ser manejados a Highcharts en cualquier forma, y una función de devolución de llamada utilizado para analizar los datos en una matriz.
- Gratis para uso no comercial.
- Dinámico.

✓ **FusionCharts Free:**

FusionCharts Free libre es un componente de Flash de código abierto de gráficos que pueden ser utilizados para poner gráficos basados en datos y animado en sus aplicaciones web, aplicaciones de escritorio y presentaciones. Se trata de un multi-navegador y la solución de plataforma cruzada que se puede utilizar con PHP, ASP, ASP.NET, JSP, ColdFusion, Python, simples páginas HTML o incluso presentaciones de PowerPoint. Dentro de sus principales características se encuentran (14):

- Facilidad de uso.
- Se ejecuta en una variedad de plataformas.
- Reduce la carga en sus servidores.
- Un gran número de tipos de gráficos posible.
- Potente AJAX / JavaScript integración.
- Interactividad y excelentes efectos de animación en la muestra de los datos en forma de gráfico.

✓ **Jqplot:**

Jqplot es una solución muy potente para mostrar gráficos y es eficaz para gestionar cualquier tipo de gráfico. Ofrece muchas posibilidades de configuración y funciona enteramente en JavaScript, esto quiere decir que nuestros gráficos se verán bien en iPhone e Ipad. Produce bellas líneas, gráficos de barras y circulares con muchas características tales como: (15)

- Numerosas opciones de estilo de gráficos.
- Conocer los ejes con un formato personalizable.
- Hasta 9 ejes X e Y.
- Girar el eje de texto.
- La tendencia automática de cálculo de la línea.
- Información sobre herramienta y los datos apuntan resaltado.
- Parámetros por defecto para la facilidad de uso.

Jqplot utiliza JQuery para realizar representaciones gráficas. JQuery es una biblioteca o framework de JavaScript que proporciona constantemente nuevas soluciones de alta calidad de forma gratuita, ya que es software libre y de código abierto, posee GNU (General Public License). Una de las ventajas es que es independiente del navegador, ocupa muy poco espacio y simplifica las habilidades para trabajar con JavaScript. Jqplot es un plugin de JQuery que permite crear todo tipo gráficas con datos y con una apariencia muy acabada, probado en varios navegadores como Internet Explorer, Safari y Opera.

✓ Selección de la Biblioteca de Desarrollo para Graficar Datos.

Como biblioteca dedicada a la creación de gráficas se escogió Highcharts, ya que brinda una forma fácil de agregar gráficos, proporciona funcionalidades tales como imprimir las gráficas generadas y exportar en formato pdf, svg y png. Además ofrece una interfaz amigable y usable que permite adaptarse a las necesidades que se plantean para el desarrollo del producto de una forma eficiente. Es ideal para incorporar gráficos en aplicaciones web enriquecidas, desde gráficos de torta, scatter plots, spline, series de tiempo en Javascript, gráficos simple en Javascript, gráficos dinámicos, animaciones en gráficos y otro tipo de gráficos complejos.

1.5.3 Herramientas para la Modelación.

La tecnología CASE supone la automatización del desarrollo del software, contribuyendo a mejorar la calidad y la productividad en el desarrollo de sistemas de información con el objetivo de permitir la aplicación práctica de metodologías estructuradas, las cuales al ser realizadas con una herramienta se consigue agilizar el trabajo.

✓ **Rational Rose:**

Es una de las herramientas más poderosas del modelado visual para el análisis y diseño de sistemas basados en objetos. Se utiliza para modelar un sistema antes de proceder a construirlo.

Cubre todo el ciclo de vida de un proyecto: (16)

- Concepción y formalización del modelo.
- Construcción de los componentes.
- Transición a los usuarios.
- Certificación de las distintas fases.

Características que incluye: (16)

- Característica de control por separado de componentes modelo que permite una administración más granular y el uso de modelos.
- Soporte de ingeniería Forward y/o reversa para algunos de los conceptos más comunes de Java 1.5.
- Capacidad de análisis de calidad de código.
- Modelado UML para trabajar en diseños de base de datos, con capacidad de representar la integración de los datos y los requerimientos de aplicación a través de diseños lógicos y físicos.
- Integración con otras herramientas de desarrollo de Rational.
- Publicación web y generación de informes para optimizar la comunicación dentro del equipo.

✓ **Visual Paradigm:**

Visual Paradigm es una herramienta CASE: Ingeniería de Software Asistida por Computación. La misma propicia un conjunto de ayudas para el desarrollo de programas informáticos, desde la planificación, pasando por el análisis y el diseño, hasta la generación del código fuente de los programas y la documentación. Ha sido concebida para soportar el ciclo de vida completo del proceso de desarrollo del software a través de la representación de todo tipo de diagramas. Fue diseñado para una amplia gama de usuarios interesados en la construcción de sistemas de software de forma fiable a través de la utilización de un enfoque Orientado a Objetos. Se integra con diferentes entornos de desarrollo como Eclipse y NetBeans y proporciona código y compatibilidad con diferentes lenguajes como C++, PHP, Java, Python. Dentro sus características principales se encuentra: (17)

- Disponibilidad en múltiples plataformas (Windows, Linux).
 - Capacidades de ingeniería directa e inversa.
 - Modelo y código que permanece sincronizado en todo el ciclo de desarrollo.
 - Soporta aplicaciones Web.
 - Generación de código para Java y exportación como HTML.
 - Fácil de instalar y actualizar.
 - Diagramas de Procesos de Negocio - Proceso, Decisión, Actor de negocio, Documento.
 - Editor de Detalles de Casos de Uso - Entorno todo en uno para la especificación de los detalles de los casos de uso, incluyendo la especificación del modelo general y de las descripciones de los casos de uso.
 - Diagramas de flujo de datos.
 - Soporte ORM - Generación de objetos Java desde la base de datos.
 - Generación de bases de datos - Transformación de diagramas de Entidad-Relación en tablas de base de datos.
 - Generador de informes.
 - Distribución automática de diagramas - Reorganización de las figuras y conectores de los diagramas UML.
- ✓ **Selección de la Herramienta para la Modelación.**

Visual Paradigm para UML en su versión 8.0 es la herramienta seleccionada para modelar la solución ya que se puede ejecutar sobre plataforma Linux. Permite la ingeniería en ambos sentidos y es compatible con varios lenguajes como c++ y php. Además presenta una interfaz de usuario de fácil uso para realizar los diagramas y artefactos que se generan durante el desarrollo del software.

1.5.4 Symfony 1.2.8 como Framework de Desarrollo.

Para la implementación del sistema se decidió utilizar el framework de desarrollo Symfony 1.2.8, ya que es un completo framework diseñado para optimizar el desarrollo de las aplicaciones web. Para empezar, separa la lógica de negocio, la lógica de servidor y la presentación de la aplicación web. Proporciona varias herramientas y clases encaminadas a reducir el tiempo de desarrollo de una aplicación web compleja. Además, automatiza las tareas más comunes, permitiendo al desarrollador dedicarse por

completo a los aspectos específicos de cada aplicación. Symfony está desarrollado completamente con PHP 5. Ha sido probado en numerosos proyectos reales y se utiliza en sitios web de comercio electrónico de primer nivel. Symfony es compatible con la mayoría de gestores de bases de datos, como MySQL, PostgreSQL, Oracle y SQL Server de Microsoft. Se puede ejecutar tanto en plataformas *nix (Unix, Linux, etc.) como en plataformas Windows. (18)

1.5.5 PHP como lenguaje de Programación.

Como lenguaje de programación se escogió PHP (Hypertext Preprocessor), es un lenguaje interpretado de alto nivel embebido en páginas HTML y ejecutado en el servidor. Ofrece una solución simple y universal para las páginas Web. No requiere de muchos conocimientos en programación. Su diseño elegante lo hace perceptiblemente más fácil de mantener y ponerse al día en el código comparado con otros lenguajes. Debido a su amplia distribución PHP está perfectamente soportado por una gran comunidad de desarrolladores.

Características de PHP: (19)

- Es un lenguaje multiplataforma.
- Completamente orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas con acceso a información almacenada en una Base de Datos.
- El código fuente escrito en PHP es invisible al navegador y al cliente ya que es el servidor el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador. Esto hace que la programación en PHP sea segura y confiable.
- Capacidad de conexión con la mayoría de los motores de base de datos que se utilizan en la actualidad, destaca su conectividad con MySQL y PostgreSQL.
- Posee una amplia documentación en su página oficial (Sitio Oficial), entre la cual se destaca que todas las funciones del sistema están explicadas y ejemplificadas en un único archivo de ayuda.
- Es libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos.
- Permite aplicar técnicas de programación orientada a objetos.
- Biblioteca nativa de funciones sumamente amplia e incluida.
- Tiene manejo de excepciones (desde PHP5).

PHP no obliga a quien lo usa a seguir una determinada metodología a la hora de programar (muchos otros lenguajes tampoco lo hacen), aún estando dirigido a alguna en particular, el programador puede

aplicar en su trabajo cualquier técnica de programación y/o desarrollo que le permita escribir código ordenado, estructurado y manejable. Un ejemplo de esto son los desarrollos que en PHP se han hecho del Patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC), que permiten separar el tratamiento y acceso a los datos, la lógica de control y la interfaz de usuario en tres componentes .

1.5.6 NetBeans IDE 7.1 como Entorno Integrado de Desarrollo (IDE).

NetBeans IDE es un entorno de desarrollo integrado (IDE) modular, basado en estándares, escrito en el lenguaje de programación Java. El proyecto de NetBeans consiste en un IDE completo y de código abierto, escrito en el lenguaje de programación Java con una plataforma de aplicaciones de cliente enriquecido, que puede utilizarse como un marco genérico para crear cualquier tipo de aplicación. NetBeans 7.1 es la última versión estable del entorno de desarrollo integrado que ofrece características para ayudar en la construcción y mantenimiento de aplicaciones web y móviles. Ofrece soporte para JavaFX: JavaFX 2.0 y tres modelos de despliegue (de escritorio, applets y JNLP). Esta versión también ofrece pre-cargadoras para mejorar la percepción de los usuarios de la aplicación de la carga, y los controles de personalización de la interfaz de usuario basada en CSS3. Está disponible para Windows, Mac, Linux y Open Solaris, y soporta las últimas especificaciones y estándares de la plataforma Java. Entorno de desarrollo escrito en Java, libre y gratuito. Se caracteriza por ser: (20)

- Asistente para la conexión simplificada.
- Soporte de edición de HTML5.
- Formateador JSON.
- Genera PhpDoc.
- Mejoras de rendimiento y una estrecha integración con Profiler.
- Otros cambios de NetBeans API.
- Licencia de uso: GPL.

1.5.7 Apache 2.2 como Servidor Web.

Apache 2.2 es un servidor web de software libre desarrollado por la Apache Software Foundation cuyo objetivo es servir o suministrar páginas web (en general, hipertextos) a los clientes web o navegadores que las solicitan. La arquitectura utilizada es cliente/servidor, es decir, el equipo cliente hace una solicitud o petición al equipo servidor y éste la atiende. El protocolo utilizado para la transferencia de hipertexto es

HTTP (Hipertexto Transfer Protocol) que está basado en el envío de mensajes y establece el conjunto de normas mediante las cuales se envían las peticiones de acceso a una web y la respuesta de esa web.

(21)

Dentro de sus características más importantes podemos encontrar que es una tecnología gratuita de código fuente abierta, lo cual le atribuye transparencia a este. Corre en varios Sistemas Operativos, lo que provoca que sea una herramienta prácticamente universal. Es un servidor altamente configurable de diseño modular. Permite aumentar fácilmente su capacidad e instalar cualquier módulo para cumplir una función específica. Permite personalizar la respuesta ante posibles errores. Es posible configurar Apache para que ejecute un determinado script cuando ocurra un error en concreto. (22)

Se selecciona como servidor web, Apache ya que es la solución usada para la mayoría de los sitios Web. Esta versión 2.2 es una profunda revisión del servidor Apache, las principales revisiones de código se han llevado a cabo para crear una arquitectura realmente escalable, hoy en día es considerada la plataforma Web más utilizada del mundo, pues aumentan cada día el número de usuarios que aceptan este código fuente abierto en su infraestructura, es muy usado en nuestra universidad con amplia disposición de documentos e información, popular (fácil conseguir ayuda/soporte en Internet y otros sitios) y con amplia aceptación en toda la red.

Conclusiones Parciales

En este capítulo se abordaron disímiles temas que permitieron tener una mejor calidad en el desarrollo de la investigación. Se describieron los distintos tipos de gráficos que existen en el área de perforación, así como algunos de los principales software existentes en la industria del petróleo que se utilizan en nuestro país contribuyendo a tener un mejor conocimiento en el sector petrolífero. Se realizó un análisis de las tecnologías a considerar y la selección de las mismas para el desarrollo de la solución propuesta. También se analizaron varias bibliotecas para realizar el proceso de graficado, obteniendo como resultado una base teórica de apoyo para el desarrollo en la investigación en la selección de las tecnologías.

CAPÍTULO 2: Descripción de la Solución de Propuesta

Introducción

En el presente capítulo se hace referencia a los principales elementos que contribuyeron a la construcción de la propuesta de solución. Se muestran los procesos del negocio mediante el modelo de dominio, se ofrece una concepción general de los conceptos asociados al mismo, se particularizan las funcionalidades y las características del módulo a desarrollar detallando los requisitos funcionales y no funcionales, se muestra el diagrama de casos de uso del sistema describiendo cada caso de uso para su mejor comprensión. Se dará un acercamiento más detallado al sistema mostrando la arquitectura propuesta. También se abordarán brevemente los patrones de diseño y se presentará el diagrama de clases con la descripción de cada una de sus clases respectivamente para una mejor comprensión del módulo desarrollado.

2.1 Modelo de Dominio.

Un Modelo de Dominio es un artefacto de la disciplina de análisis, construido con las reglas de UML durante la fase de concepción, presentado como uno o más diagramas de clases y que contiene, no conceptos propios de un sistema sino de la propia realidad física (23). Pueden utilizarse para capturar y expresar el entendimiento ganado en un área bajo análisis como paso previo al diseño de un sistema, ya sea de software o de otro tipo. Similares a los mapas mentales utilizados en el aprendizaje, el modelo de dominio es utilizado por el analista como un medio para comprender el sector industrial o de negocios al cual el sistema va a servir.

En la imagen siguiente se presentan los principales conceptos del dominio del problema que se modela así como la relación que existe entre ellos. Se incluye un diagrama de clases expresando gráficamente estos conceptos y relaciones. **(Ver Fig.1)**

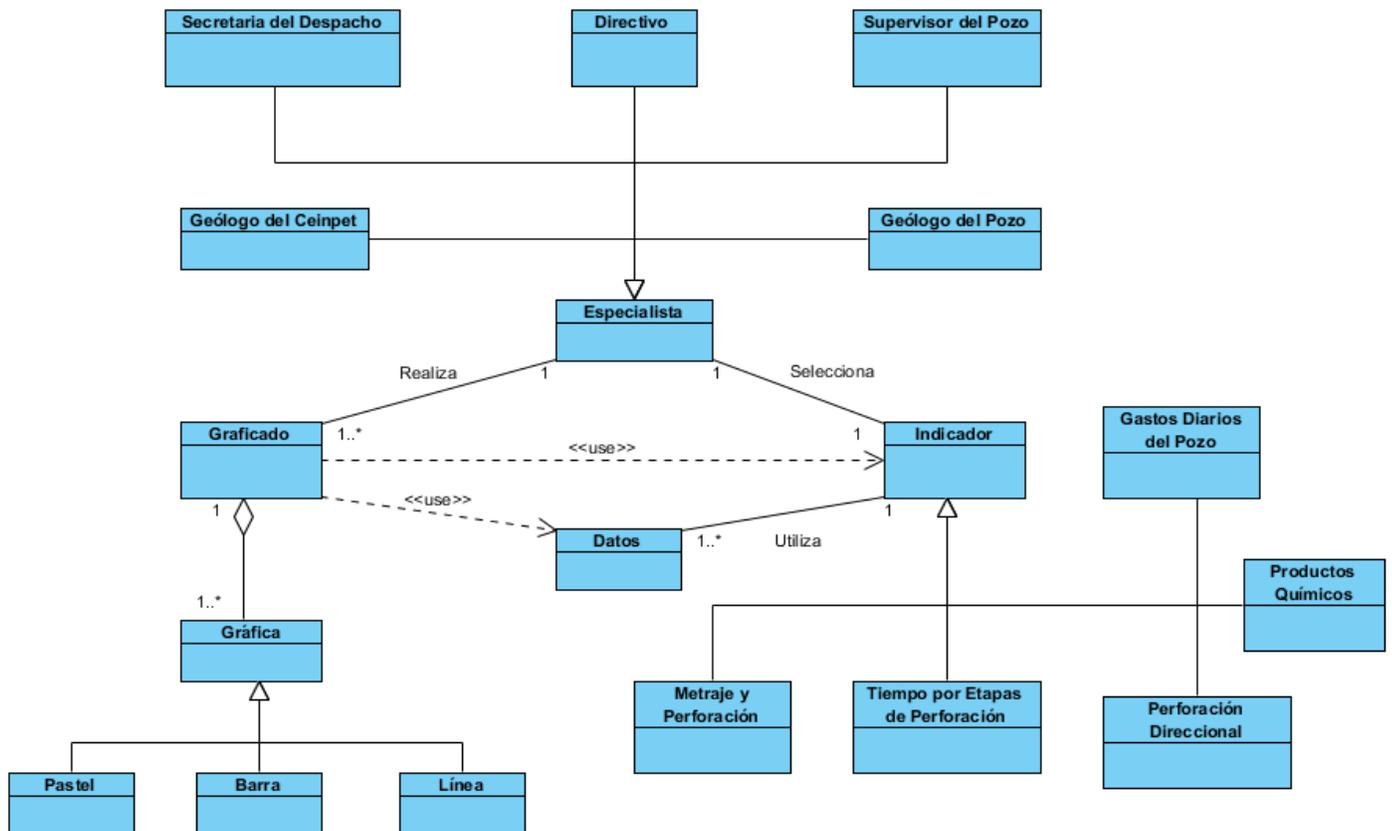


Fig. 1: Modelo de Dominio

✓ Conceptos principales del entorno:

Secretaria del Despacho: Es la encargada(o) de gestionar la información relacionada con la DIPP.

Supervisor del Pozo: Analiza, examina y supervisa diariamente los parámetros recibidos del pozo en perforación, confeccionando con estos datos una serie de reportes, los cuales se utilizan posteriormente en la DIPP y a CEINPET.

Directivo: Persona con alto o medio grado de autoridad formal que desarrolla funciones o responsabilidades de dirección de personas, en este caso se refiere a jefes y administradores relacionados con entidades petroleras.

Especialista: Persona experta en una materia determinada, profesional que domina una especialidad.

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

Geólogo: Especialista encargado de realizar diariamente un estudio consecuente de las características de las rocas, del terreno, analizando todo tipo de formación, información que utiliza para elaborar el Reporte Diario de Geología.

Gráfica: Una gráfica es una representación de datos, generalmente numéricos, que guardan relación entre sí, en forma de líneas, superficies o símbolos; que sirven para analizar el comportamiento de un proceso, conjunto de elementos o signos que facilitan la interpretación de un fenómeno. (24)

Gráfica de Barra: Es un tipo de gráfica que se usa para representar la distribución de frecuencias de variables discretas. Cada categoría se representa por una barra cuyo largo indica la frecuencia de observaciones de dicha categoría. También es muy conocido como gráfico de columnas, para presentar o comparar varios conjuntos de datos. (5)

Gráfica de Pastel: Es una alternativa equivalente a los gráficos de barras divididas, este tipo de gráfico muestra la partición de un total en sus partes componentes. (5)

Gráfica de línea: Es un tipo de gráfico que se utiliza para representar los valores de los datos en dos ejes cartesianos ortogonales entre sí (5).

Indicador: Son puntos de referencia, que brindan información cualitativa o cuantitativa, conformada por uno o varios datos, constituidos por números, hechos, opiniones o medidas, que permiten seguir el desenvolvimiento de un proceso y su evaluación, y que deben guardar relación con el mismo. (4)

Metraje y Perforacion: El metraje representa el avance diario del pozo en metros y la perforación constituye la suma de todas las profundidades producto al avance de la perforación de la barrena en el hoyo perforado.

Tiempo por etapa de perforacion: Representa la distribución del tiempo por etapas y el por ciento de la misma con respecto al total.

Perforacion Direccional: Registra la dirección del hoyo de perforación respecto a la horizontal y vertical de inclinometría.

Productos Quimicos: Representa la cantidad de productos químicos utilizados durante la perforación del pozo y el costo de los mismos.

Gastos Diarios del Pozo: Representa los gastos diarios que se han ido realizando durante la perforación y el por ciento de los mismos con respecto al presupuesto total.

Dato: Unidad de información, que en este contexto se refiere a la representación numérica del sistema de coordenadas en el plano (x, y).

Graficado: El graficado es un evento mediante el cual los datos deseados van a ser traducidos a un tipo de gráfica, la cual mostrará de forma más elocuente la relación que existe entre los mismos. Estas gráficas se pueden representar o no en un sistema de coordenadas en el plano en dependencia del tipo que sean.

2.2 Especificación de los Requisitos del Software.

El objetivo de la especificación de requisitos es definir de manera clara y precisa las funcionalidades y restricciones que tendrá el sistema que se desea construir. Debido a que los requerimientos son las necesidades del producto que se debe desarrollar en cualquier proyecto de software, es importante contactar con los clientes para recoger que es lo que en realidad desea que esté presente en el software. En la solución que se propone el levantamiento de requisitos se realizó a través de consultas realizadas a los líderes del proyecto SIPP. Los mismos fueron validados con la generación de casos de pruebas para cada uno de ellos.

La calidad con que se realice la captura de los requisitos va a influenciar en todo el proceso de desarrollo del software repercutiendo en el resto de las fases de desarrollo del mismo. Una definición eficiente de los requisitos permite mostrar un nivel de disciplina en el proceso de desarrollo, dar un mejor soporte a la Gestión de Cambios y ganar una mayor eficiencia en las pruebas reduciendo el riesgo, mejorando la calidad y permitiendo la automatización. Además contribuye a tomar mejores decisiones de diseño y de arquitectura. También le permite al equipo de desarrollo reducir los problemas de mantenimiento. Los requisitos funcionales son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir. Los requisitos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener.

2.2.1 Requisitos Funcionales

El sistema debe permitir:

- ✓ **RF1** Generar gráficas de los indicadores metraje, perforación, costo, tiempo y productos químicos: Este requisito se encarga de visualizar la información de los indicadores ubicados en los reportes de perforación petrolera.
 - 1.1. Graficar el metraje de perforación diaria del pozo: El sistema debe permitir mostrar en una gráfica de barra el metraje diario con respecto a los días de perforación. En la misma se visualizan los datos del metraje de perforación planificado representados en la gráfica con el color azul y los datos del metraje perforación real representados con color rojo. La gráfica

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

está compuesta por dos ejes, un eje para representar los valores en metros del metraje y el otro para representar los días de perforación.

- 1.2.** Graficar la perforación diaria del pozo: El sistema debe permitir mostrar en una gráfica de línea la perforación del pozo con respecto a los días de perforación. En la misma se visualizan los datos de la perforación planificada representada en la gráfica con el color azul y los datos de la perforación real representada con color rojo. También se representan en la gráfica con color negro los Sidetrack que han ocurrido durante la perforación. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar los valores en metros de la perforación y el otro para representar los días de perforación.
- 1.3.** Graficar la perforación vertical del pozo: El sistema debe permitir visualizar en una gráfica de línea el comportamiento de la perforación vertical del pozo. En la misma se visualizan los datos de la profundidad vertical del pozo planificado representado en la gráfica con el color azul y los datos de la perforación vertical real representada con color rojo. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar los valores en metros de la perforación y el otro para representar los días de perforación.
- 1.4.** Graficar la perforación horizontal del pozo: El sistema debe permitir visualizar en una gráfica de línea el comportamiento de la perforación horizontal del pozo. En la misma se visualizan los datos de la horizontal del pozo planificado representado en la gráfica con el color azul y los datos de la perforación horizontal real representada con color rojo. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar los valores en metros de la perforación y el otro para representar los días de perforación.
- 1.5.** Graficar el comportamiento de los gastos diarios del pozo: El sistema debe permitir visualizar en una gráfica de línea el comportamiento de los gastos diarios del pozo. En la misma se visualizan los datos del costo en lodo representado en la gráfica con el color verde, los datos del costo en MLC representado en color rojo y el costo total representado en color azul. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar los días de perforación y el otro para representar los costos diarios en cuc y cup.
- 1.6.** Graficar el comportamiento del por cierto de los costos diarios del pozo: El sistema debe permitir visualizar en una gráfica de línea el comportamiento del por ciento de los gastos diarios del pozo respecto al presupuesto total que se tiene para la perforación. En la misma

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

se visualizan los datos del costo en lodo representado en la gráfica con el color verde, los datos del costo en MLC representado en color rojo y el costo total representado en color azul. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar el por ciento de los costos diarios del pozo y el otro para representar los días de perforación.

- 1.7. Graficar el resumen del tiempo por etapas de perforación: El sistema debe permitir mostrar en una gráfica de pastel el tiempo por etapas de perforación. En la misma se visualizan los datos de cada actividad en la perforación en una etapa determinada, así como el por ciento de horas dedicado a cada etapa.
 - 1.8. Graficar el comportamiento de la cantidad de productos químicos: El sistema debe permitir mostrar en una gráfica de pastel la cantidad de productos químicos utilizados en la perforación. La gráfica brinda la posibilidad de quitar o mostrar el producto seleccionado.
 - 1.9. Graficar el comportamiento de los costos de productos químicos: El sistema debe permitir mostrar en una gráfica de pastel los costos de los productos químicos utilizados en la perforación. La gráfica brinda la posibilidad de quitar o mostrar el producto seleccionado.
- ✓ **RF2** Exportar gráficas a formatos pdf, png y svg: Este requisito es el encargado de exportar las gráficas generadas de los indicadores de perforación de pozos.
- 2.1. Exportar gráficas en formato pdf, incluyendo: título, leyenda y descripción de los ejes: Este requisito tiene como objetivo exportar las gráficas generadas de los indicadores metraje, perforación, costo, tiempo y productos químicos de perforación de pozos en formato pdf.
 - 2.2. Exportar gráficas en formato png, incluyendo: título, leyenda y descripción de los ejes: Este requisito tiene como objetivo exportar las gráficas generadas de los indicadores metraje, perforación, costo, tiempo y productos químicos de perforación de pozos en formato png.
 - 2.3. Exportar gráficas en formato svg, incluyendo: título, leyenda y descripción de los ejes: Este requisito tiene como objetivo exportar las gráficas generadas de los indicadores metraje, perforación, costo, tiempo y productos químicos de perforación de pozos en formato SVG.
- ✓ **RF3** Imprimir gráficas de los indicadores de perforación.

2.2.2 Requisitos no Funcionales.

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

- ✓ **RNF1 Usabilidad:** La solución debe ser de fácil comprensión, configuración y utilización por los desarrolladores en la confección de sistemas petroleros desarrollados en plataformas Web.
- ✓ **RNF2 Diseño e implementación.**
 - Lenguaje de Programación PHP.
 - Se debe generar la documentación de todas las clases, métodos y recursos creados.
 - La solución debe ser extensible de acuerdo a las necesidades de uso.
 - La solución debe permitir una configuración flexible para satisfacer las necesidades de diferentes negocios.
 - Se utiliza Visual Paradigm para el análisis y diseño de la aplicación.
- ✓ **RNF3 Hardware.**
 - Requisitos mínimos para el servidor: Procesador Pentium IV a 2.48 GHz, Memoria: 512 Mb RAM, Disco Duro: 80 Gb.
 - Requisitos recomendados para el servidor: Procesador: Pentium IV 2.4 GHz, Memoria: 1024 Mb RAM, Disco Duro: 80 Gb.
 - Requisitos mínimos para el cliente: Procesador Pentium III a 1.8 GHz, Memoria: 256 Mb RAM, Disco Duro: 40 Gb.
 - Requisitos recomendados para el cliente: Procesador: Pentium IV 2.4 GHz, Memoria: 512 Mb RAM, Disco Duro: 40 Gb.
- ✓ **RNF4 Software:** Por parte del cliente se requiere un navegador capaz de interpretar JavaScript.
- ✓ **RNF5 Soporte:** El módulo debe estar documentado para garantizar un buen desempeño de los desarrolladores a la hora de interactuar con él, además debe brindar garantía de funcionamiento, adaptación y configuración. Adicionalmente debe proveer el código fuente para que se potencie su extensión y su evolución posterior.
- ✓ **RNF6 Portabilidad:** La solución debe ser independiente de la plataforma en que se utilice, propiedad que hereda del lenguaje utilizado JavaScript lenguaje interpretado que puede ejecutarse en diferentes plataformas como Windows y Linux.
- ✓ **RNF7 Confiabilidad:** La solución debe brindar garantía de un tratamiento adecuado de las excepciones.

2.3 Descripción del Sistema Propuesto.

2.3.1 Descripción de los actores.

Un actor del sistema es quien interactúa o hace uso del sistema. En la Tabla.1 se describe el actor de la solución propuesta.

Actor	Justificación
Especialista(Secretaria del Despacho, Supervisor del Pozo, Directivo, Geólogo)	Es el encargado de seleccionar en el menú Gráficas uno de los indicadores presentes en la solución que se propone. Dentro de los que se encuentran metraje diario, perforación, direccional, costo, tiempo y productos químicos.

Tabla 1 . Actores del Sistema

2.3.2 Caso de Uso del Sistema.

Con el objetivo de obtener el modelo de casos de uso de la solución que se propone, los requisitos antes expuestos fueron agrupados en caso de uso. Se utilizó el patrón múltiples actores para representar la interacción de los actores del sistema con los caso de uso del mismo. En la Fig.2 se representa el modelo de caso de uso de la solución que se propone.

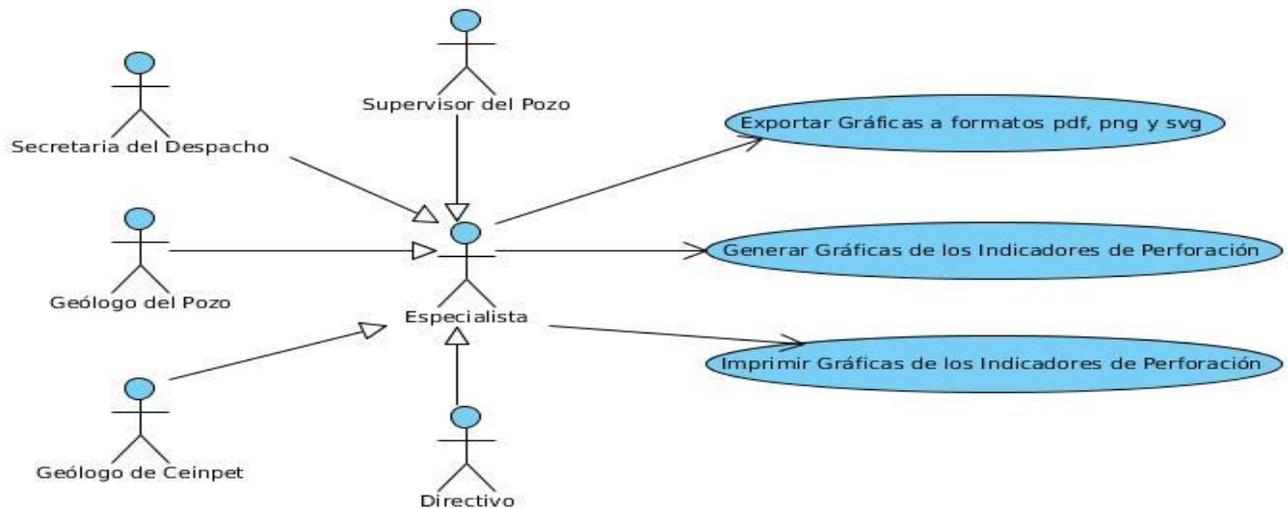


Fig. 2: Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

2.3.3 Descripción textual de los Casos de Uso del Sistema.

✓ **Caso de uso Generar Gráficas de los Indicadores de Perforación.**

Caso de uso	Generar Gráficas de Indicadores de Perforación.	
Actores	Especialista	
Propósito	Mostrar los indicadores metraje diario, perforación, direccional, costo, tiempo y productos químicos en gráficas de barra, línea y pastel.	
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el especialista selecciona en el menú Gráficas el indicador que desea graficar.	
Precondiciones	Es necesario estar loqueado en el sistema con el rol de supervisor, geólogo, directivos y secretaria del despacho.	
Referencias	RF1, RF1.1, RF1.2, RF1.3, RF1.4, RF1.5, RF1.6	
Prioridad	Crítico.	
Flujo Normal de los eventos.		
Acción del actor.	Respuesta del sistema.	
<p>1. Selecciona el menú Gráficas.</p> <p>3. Selecciona una de las opciones de los indicadores metraje, perforación, costo, tiempo y productos químicos que desee graficar:</p> <p>a) Metraje Diario ir a la sección “Graficar Metraje diario”.</p> <p>b) Perforación Diaria ir a la sección “Graficar Perforación diaria”.</p> <p>c) Perforación Vertical ir a la sección “Graficar Perforación vertical”.</p> <p>d) Perforación Horizontal ir a la sección “Graficar Perforación horizontal”.</p> <p>e) Costos Diarios ir a la sección “Graficar</p>	<p>2. Muestra un listado de los indicadores Metraje Diario, Perforación Diaria, Perforación Vertical, Perforación Horizontal, Costos Diarios, Por Ciento de Costos Diarios, Tiempo, Cantidad Usada de Productos Químicos, Costo de Productos Químicos a graficar.</p>	

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

<p>Costos diarios”.</p> <p>f) Por Ciento de Costos Diarios ir a la sección” Graficar Por Ciento de Costos Diarios”.</p> <p>g) Tiempo por Etapas ir a la sección” Graficar Tiempo por intervalos”.</p> <p>h) Cantidad Usada de Productos Químicos ir a la sección “Cantidad Usada”.</p> <p>i) Costo de Productos Químicos ir a la sección “Costo”.</p>	
Sección Graficar Metraje diario.	
Acción del actor.	Respuesta del sistema.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecciona la opción Metraje Diario en el menú Gráficas. 3. Selecciona una de las opciones a graficar. 4. Da click en el botón . 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Muestra un formulario con varias opciones que permiten visualizar la gráfica completa o por intervalo de 30 días. 5. Según la opción seleccionada, visualiza el indicador metraje diario en una gráfica de barra con respecto a los días de perforación. En la misma se muestran los datos del metraje de perforación planificado representados en la gráfica con el color azul y los datos del metraje perforación real representados con color rojo. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar los valores en metros del metraje y el otro para representar los días de perforación.
	6. Termina el caso de uso
Sección Graficar Perforación diaria	

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

Acción del actor.	Respuesta del sistema.
1. Selecciona la opción Perforación en el menú Gráficas.	2. Muestra el indicador perforación diaria en una gráfica de línea con respecto a los días de perforación. En la misma se visualizan los datos de la perforación planificada representada en la gráfica con el color azul y los datos de la perforación real representada con color rojo. También se representan en la gráfica con color negro los Sidetrack que han ocurrido durante la perforación. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar los valores en metros de la perforación y el otro para representar los días de perforación.
	3. Termina el caso de uso
Sección Graficar Perforación vertical	
Acción del actor.	Respuesta del sistema.
1. Selecciona la opción Vertical del submenú Direccional presente en el menú Gráficas.	2. Muestra el indicador perforación vertical en una gráfica de línea el comportamiento de la perforación vertical del pozo. En la misma se visualizan los datos de la profundidad vertical representada en la gráfica con el color azul y los datos de la perforación vertical real representada con color rojo. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar los valores en metros de la perforación y el otro para representar los días de perforación.
	3. Termina el caso de uso
Sección Graficar Perforación horizontal	
Acción del actor.	Respuesta del sistema.

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

<p>1. Selecciona la opción Horizontal del submenú Direccional presente en el menú Gráficas.</p>	<p>2. Muestra el indicador perforación horizontal en una gráfica de línea el comportamiento de la perforación horizontal del pozo. En la misma se visualizan los datos de la horizontal del pozo planificado representado en la gráfica con el color azul y los datos de la perforación horizontal real representada con color rojo. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar los valores en metros de la perforación y el otro para representar los días de perforación.</p>
	<p>3. Termina el caso de uso</p>
<p>Sección Graficar Costos diarios</p>	
<p>Acción del actor.</p>	<p>Respuesta del sistema.</p>
<p>1. Selecciona la opción Costo Diario del submenú Costos presente en el menú Gráficas.</p>	<p>2. Muestra el indicador costos diarios en una gráfica de línea el comportamiento de los gastos diarios del pozo. En la misma se visualizan los datos del costo en lodo representado en la gráfica con el color verde, los datos del costo en MLC representado en color rojo y el costo total representado en color azul. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar los días de perforación y el otro para representar los costos diarios en cuc y cup.</p>
	<p>3. Termina el caso de uso</p>
<p>Sección Graficar Por Ciento Costo Diario</p>	
<p>Acción del actor.</p>	<p>Respuesta del sistema.</p>
<p>1. Selecciona la opción Por Ciento de Costo Diario del submenú Costos presente en el menú Gráficas.</p>	<p>2. Muestra el indicador por ciento de costo diario en una gráfica de línea el comportamiento del por ciento de los gastos diarios del pozo respecto</p>

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

	al presupuesto total que se tiene para la perforación. En la misma se visualizan los datos del costo en lodo representado en la gráfica con el color verde, los datos del costo en MLC representado en color rojo y el costo total representado en color azul. La gráfica está compuesta por dos ejes, un eje para representar el por ciento de los costos diarios del pozo y el otro para representar los días de perforación.
	3.Termina el caso de uso
Sección Graficar Tiempo por intervalos	
Acción del actor.	Respuesta del sistema.
1. Selecciona la opción Tiempo presente en el menú Gráficas.	2. Muestra el indicador tiempo por intervalos en una gráfica de pastel. En la misma se visualizan los datos de cada actividad en la perforación en una etapa determinada, así como el por ciento de horas dedicado a cada etapa.
	3.Termina el caso de uso
Sección Graficar Cantidad Usada	
Acción del actor.	Respuesta del sistema.
1. Selecciona la opción Cantidad Usada del submenú Productos Químicos presente en el menú Gráficas.	2. Muestra el indicador cantidad usada de productos químicos en una gráfica de pastel. La gráfica brinda la posibilidad de quitar o mostrar el producto seleccionado.
	3.Termina el caso de uso
Sección Graficar Costo	
Acción del actor.	Respuesta del sistema.
1. Selecciona la opción Costo del submenú Productos Químicos presente en el menú	2. Muestra el indicador costo de productos químicos en una gráfica de pastel. La gráfica

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

Gráficas.	brinda la posibilidad de quitar o mostrar el producto seleccionado.
	3.Termina el caso de uso
Flujo alternativo de los eventos.	
Acción del actor.	Respuesta del sistema.
Viene del paso 3 del flujo normal	1. Si no hay datos en la base de datos se lanza una excepción: “Error: No hay datos para graficar” .
	2. Termina el caso de uso
Pos condiciones.	Se obtiene la gráfica correspondiente.

Tabla 2: Caso de uso Generar Gráficas de los Indicadores de Perforación.

✓ Caso de uso Exportar Gráficas a formatos pdf, png y svg.

Caso de uso	Exportar Gráficas a formatos pdf, png y svg.	
Actores	Especialista	
Propósito	Exportar gráficas de indicadores de perforación a formatos pdf, png y svg.	
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el especialista selecciona uno de los siguientes formatos: pdf, png y svg para exportar la gráfica visualizada. Luego selecciona el directorio donde se almacenará el fichero exportado o abre el fichero generado.	
Precondiciones	Es necesario tener la gráfica de un indicador generada.	
Referencias	RF2, RF2.1, RF2.2, RF2.3.	
Prioridad	Normal.	
Flujo Normal de los eventos.		
Acción del actor.	Respuesta del sistema.	

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

<p>1. Da click en el menú que se encuentra en la parte superior derecha de la gráfica para exportar a formato pdf, png y svg.</p> <p>2. Selecciona el formato que desea para exportar la gráfica png, svg o pdf.</p>	<p>3. Muestra una ventana con la opción de abrir o guardar la imagen.</p> <p>4. Si se selecciona la opción abrir se muestra la imagen exportada en el formato seleccionado.</p>
	5. Termina el caso de uso
Flujo alternativo de los eventos.	
Acción del actor.	Respuesta del sistema.
Viene del paso 3 del flujo normal de eventos	4. Si se selecciona la opción guardar imagen, se muestra una ventana para escoger la dirección del directorio donde se quiere almacenar el archivo.
5. Selecciona la dirección del directorio donde se quiere almacenar el archivo	6. Se almacena el archivo en la dirección escogida.
	7. Termina el caso de uso.
Pos condiciones.	Se exporta la gráfica en el formato seleccionado.

Tabla 3: Caso de uso Exportar Gráficas a formatos pdf, png y svg

✓ Caso de uso Imprimir Gráficas de los Indicadores de Perforación.

Caso de uso	Imprimir Gráficas de los Indicadores de Perforación.
Actores	Especialista
Propósito	Imprimir gráficas de los indicadores de perforación.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el especialista selecciona en la parte superior derecha la opción imprimir gráficas. Luego selecciona la impresora con que se va a imprimir la gráfica o selecciona imprimir a un archivo en formato pdf.
Precondiciones	Es necesario tener la gráfica de un indicador generada.

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

Referencias	RF3
Prioridad	Normal.
Flujo Normal de los eventos.	
Acción del actor.	Respuesta del sistema.
<p>1. Da clic en el botón que se encuentra en la parte superior derecha de la gráfica para imprimir.</p> <p>3. Selecciona el dispositivo con el que se quiere imprimir o imprimir un archivo.</p> <p>4. Configura las opciones imprimir todas las páginas, un rango de página específico, número de copias, imprimir las páginas invertidas, escala de las páginas, el tamaño del papel a utilizar y la orientación del papel.</p> <p>5. Da click en el botón imprimir.</p>	<p>2. Muestra una ventana que brinda la posibilidad de configurar las opciones para imprimir la gráfica, tales como: impresora con la que se va a imprimir, imprimir todas las páginas, un rango de página específico, número de copias, imprimir las páginas invertidas, escala de las páginas, el tamaño del papel a utilizar y la orientación del papel.</p> <p>6. Se imprime la gráfica según las opciones configuradas.</p>
	7. Termina el caso de uso.
Flujo alterno de los eventos.	
Acción del actor.	Respuesta del sistema.
5. Da click en el botón cancelar.	<p>6. Se cierra la ventana que muestra las opciones para la impresión.</p> <p>7. Se redirecciona a la página donde se visualiza la gráfica que se quería imprimir.</p>
	8. Termina el caso de uso
Pos condiciones.	Se imprime la gráfica correspondiente.

Tabla 4: Caso de uso Imprimir Gráficas de los Indicadores de Perforación

2.4 Arquitectura del Módulo.

Como se describe en el capítulo anterior el Framework utilizado para el desarrollo de la aplicación es Symfony 1.2.8 por lo que se realiza un análisis sobre el modelo de arquitectura que emplea para su desarrollo. Symfony utiliza como patrón de arquitectura el Modelo Vista Controlador (MVC) (**Ver Anexos**) que brinda la posibilidad de separar las reglas de negocio de la aplicación, la lógica del servidor y las vistas de presentación. El modelo representa a toda la información con la que opera la aplicación, gestiona el comportamiento y los datos del dominio, responde a las peticiones de información sobre el estado, que vienen de la vista y responde a instrucciones de cambio de estado, provenientes del controlador. La vista gestiona la presentación de la información de la aplicación y el controlador da respuesta a los eventos invocados desde la vista, así como también llama a la lógica de negocio para procesar y producir una respuesta (25).

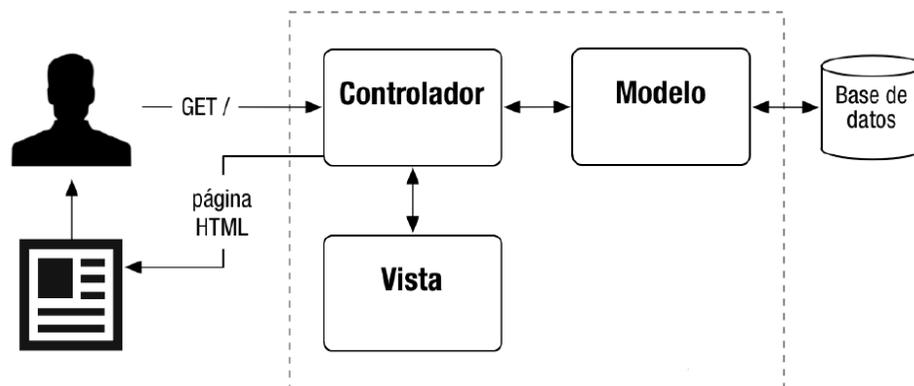


Fig. 3 Patrón Arquitectónico Modelo Vista Controlador

En el módulo propuesto se tiene como parte del modelo la clase **FuncionesGraficar**, la cual se encarga de extraer todos los datos de los indicadores desde la base de datos haciendo uso del modelo que propone Symfony. En el controlador de dicho módulo se encuentra la clase **VisualizacionComponents**, la misma implementa una serie de acciones responsables de realizar peticiones a la clase **FuncionesGraficar** para obtener los datos de un indicador en específico, así como enviar dichos datos a la vista que son las plantillas de la aplicación encargadas de visualizar las gráficas de los indicadores tales como **graficaCostoDiario**, **graficaMetrageDiario**, **graficaPerforacionVertical**, **intervalosMetrage**, **graficaCostoQuimicos**, **graficaPerforacion**, **graficaQuimicos**, **graficaDistribucionTiempoXEtapa**,

graficaPerforacionHorizontal, graficaXCientoCostoDiario. Estas plantillas hacen uso de la biblioteca implementada en javascript que se seleccionó para poder generar las gráficas que se quieren visualizar.

2.5 Diagrama de Clases del Diseño.

Un diagrama de Clases representa las clases que serán utilizadas dentro del sistema y las relaciones que existen entre ellas. Nos permite visualizar las relaciones entre las clases que están involucradas en el sistema, las cuales pueden ser asociativas, de herencia, de uso y de convencimiento. Un diagrama de clases está compuesto por los siguientes elementos: Clase: atributos, métodos y visibilidad. Relaciones: Herencia, Composición, Agregación, Asociación y Uso. Se elabora para tener en cuenta los detalles concretos de la implementación del sistema. (26) A continuación se muestra los diagramas de clases generados para cada uno de los indicadores. (Ver Fig.4 a Fig.8)

2.5.1 Diagrama de clases del diseño indicador “Metraje Diario”

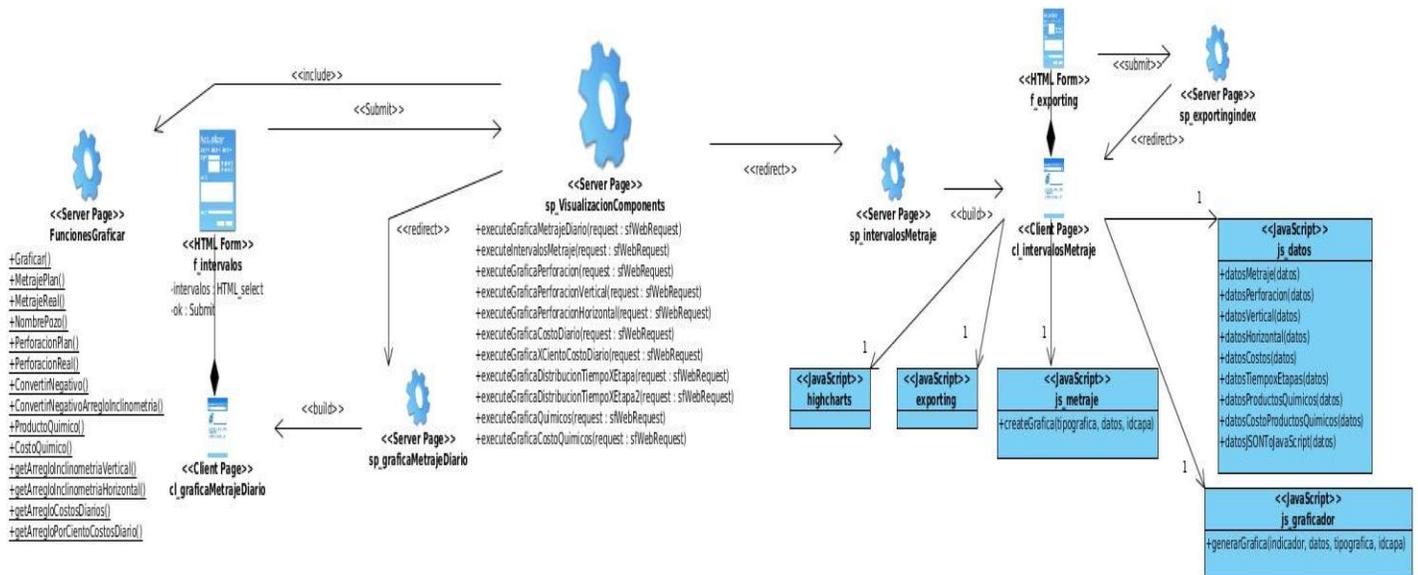


Fig. 4: Diagrama de clases del diseño indicador “Metraje Diario”

2.5.2 Diagrama de clases del diseño indicador “Perforacion”

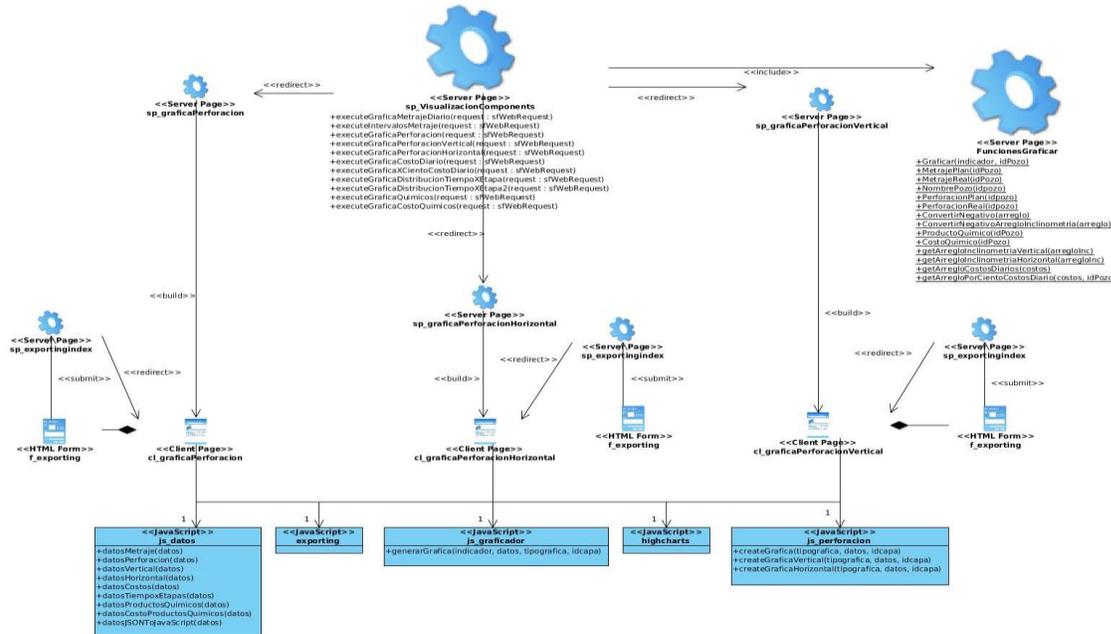


Fig. 5: Diagrama de clases del diseño indicador "Perforación"

2.5.3 Diagrama de clases del diseño indicador "Costo"

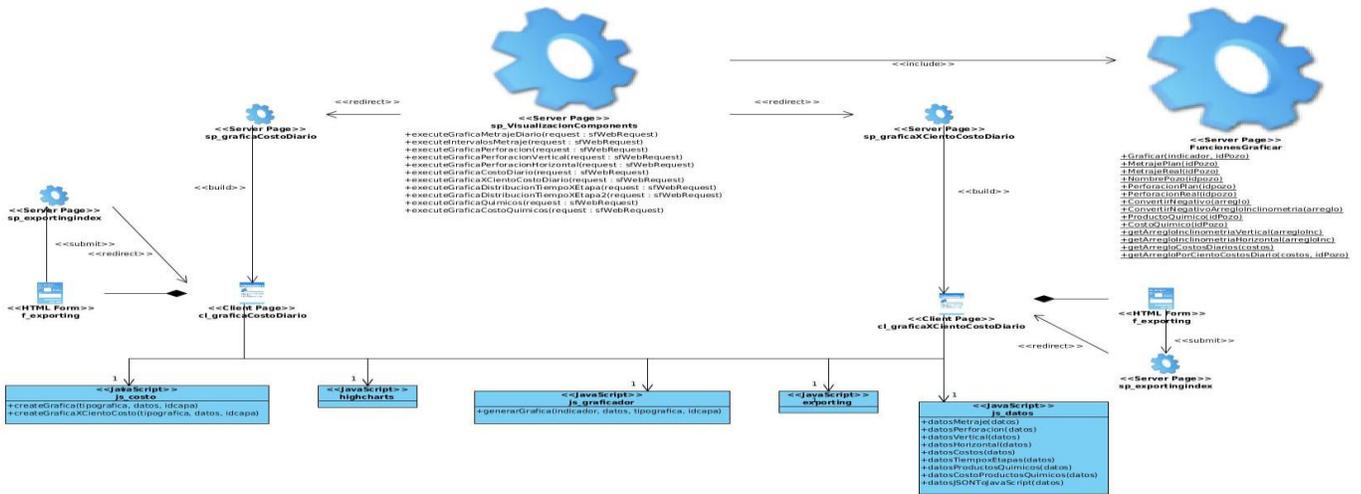


Fig. 6: Diagrama de clases del diseño indicador "Costo"

2.5.4 Diagrama de clases del diseño indicador “Tiempo”

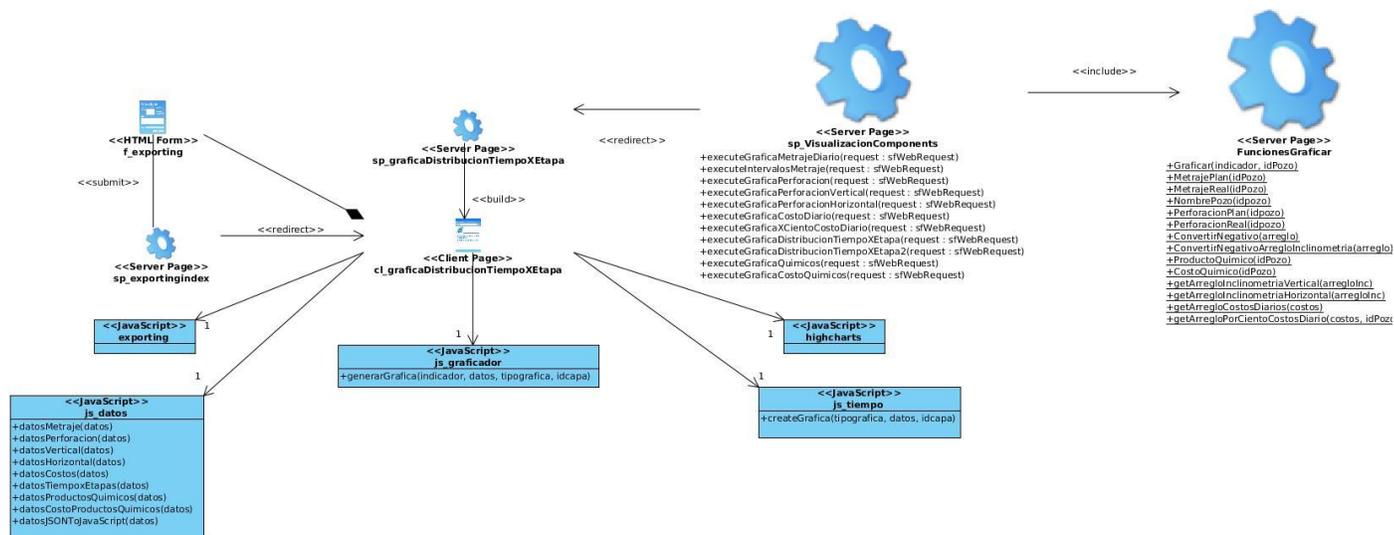


Fig. 7: Diagrama de clases del diseño indicador “Tiempo”

2.5.5 Diagrama de clases del diseño indicador “Productos Quimicos”

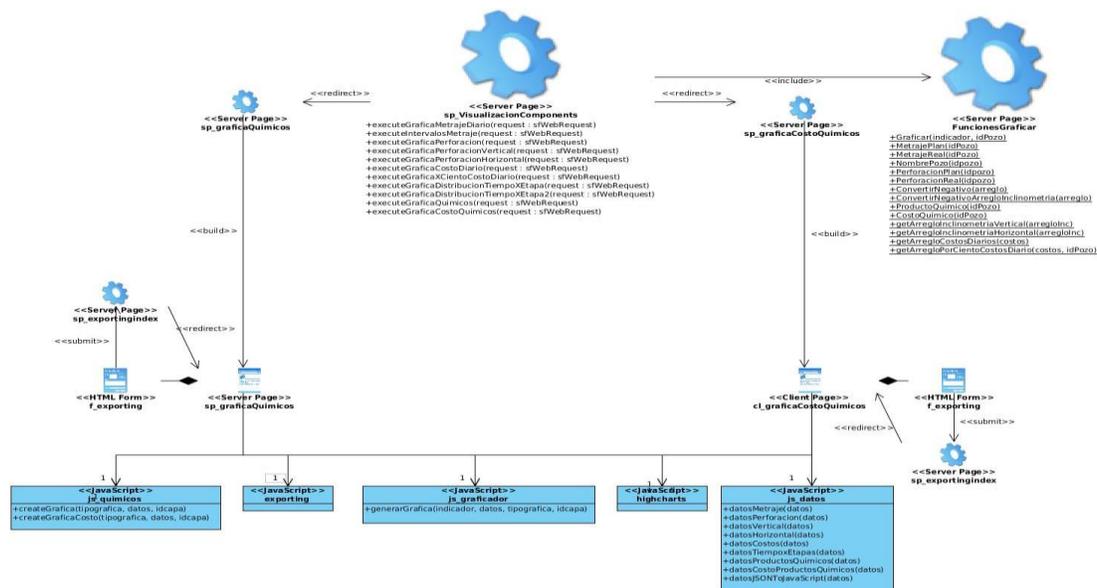


Fig. 8: Diagrama de clases del diseño indicador “Productos Quimicos”

2.5.6 Descripción de las Clases del Diseño.

- **Graficador:** La clase **Graficador** funciona como clase controladora, tiene como objetivo mandar a graficar los datos de un indicador en específico. Posee la funcionalidad **generarGrafica** a la cual se le pasa como parámetro el indicador que se quiere graficar, los datos de ese indicador, el tipo de gráfica que se va a graficar y el identificador de la capa donde se va a dibujar la gráfica.
- **HighChart:** Es la clase que brinda la biblioteca para la creación de gráficas. Utilizando esta clase es que se definen los diferentes elementos de la gráfica y se dibuja en la capa destinada para esto.
- **Datos:** Es una clase con código javascript encargada de procesar los datos de cada uno de los indicadores para transformarlos en el formato que espera la biblioteca **Highcharts** para poder graficar. Posee una serie de métodos que se dedican a procesar estos datos según el tipo de indicador.
- **Costo:** Es una clase con código javascript encargada de graficar el comportamiento de los datos del indicador costo haciendo uso de la biblioteca **HighChart** para graficar y de la clase **Datos** para obtener los datos en el formato esperado.
- **Tiempo:** Es una clase con código javascript encargada de graficar el comportamiento de los datos del indicador tiempo haciendo uso de la biblioteca **HighChart** para graficar y de la clase **Datos** para obtener los datos en el formato esperado.
- **MetrajeDiario:** Es una clase con código javascript encargada de graficar el comportamiento de los datos del indicador metraje diario haciendo uso de la biblioteca **HighChart** para graficar y de la clase **Datos** para obtener los datos en el formato esperado.
- **Químico:** Es la clase encargada de graficar el comportamiento de los datos del indicador productos químicos haciendo uso de la biblioteca **HighChart** para graficar y de la clase **Datos** para obtener los datos en el formato esperado.
- **Perforación:** Es la clase encargada de graficar el comportamiento de los datos del indicador perforacion y la perforacion direccional haciendo uso de la biblioteca **HighChart** para graficar y de la clase **Datos** para obtener los datos en el formato esperado.
- **VisualizacionComponents:** La clase **VisualizacionComponents** es la encargada de implementar un conjunto de acciones para de realizar peticiones a la clase **FuncionesGraficar**

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

para obtener los datos de un indicador en específico, así como enviar dichos datos a las plantillas de la aplicación encargadas de visualizar las gráficas de los indicadores.

- **FuncionesGraficar:** La clase **FuncionesGraficar** es la encargada de extraer todos los datos de los indicadores desde la base de datos haciendo uso del modelo que propone Symfony.
- **GraficaMetrajeDiario:** La clase **GraficaMetrajeDiario** es una plantilla encargada de mostrar el formulario con las opciones a escoger para generar la gráfica de metraje diario por intervalos.
- **IntervalosMetraje:** La clase **IntervalosMetraje** es una plantilla encargada de visualizar la gráfica de metraje diario generada por la clase **MetrajeDiario** según el intervalo escogido en la clase **GraficaMetrajeDiario**.
- **GraficaPerforacion:** La clase **GraficaPerforacion** es una plantilla encargada de visualizar la gráfica perforación diaria generada por la clase **Perforacion**.
- **GraficaPerforacionVertical:** La clase **GraficaPerforacionVertical** es una plantilla encargada de visualizar la gráfica perforación vertical generada por la clase **Perforacion**.
- **GraficaPerforacionHorizontal:** La clase **GraficaPerforacionHorizontal** es una plantilla encargada de visualizar la gráfica perforacion vertical generada por la clase **Perforacion**.
- **GraficaDistribucionDeTiempo:** La clase **GraficaDistribucionDeTiempo** es una plantilla encargada de visualizar la gráfica de distribución de tiempo generada por la clase **Tiempo**.
- **GraficaCostosDiarios:** La clase **GraficaCostosDiarios** es una plantilla encargada de visualizar la gráfica de costos diarios generada por la clase **Costo**.
- **GraficaXCientoCostosDiarios:** La clase **GraficaXCientoCostosDiarios** es una plantilla encargada de visualizar la gráfica de por ciento de costos diarios con respecto al total del presupuesto generada por la clase **Costo**.
- **GraficaProductosQuimicos:** La clase **GraficaProductosQuimicos** es una plantilla encargada de visualizar la gráfica de cantidad usada de productos químicos generada por la clase **Químico**.
- **GraficaCostoProductosQuimicos:** La clase **GraficaProductosQuimicos** es una plantilla encargada de visualizar la gráfica de costos de los productos químicos usados generada por la clase **Químico**.
- **ExportingIndex:** La clase **ExportingIndex** es la clase encargada de exportar e imprimir las gráficas generadas de cada uno de los indicadores.

2.6 Diagrama de Interacción

Los diagramas de interacción muestran una interacción, que consiste de un conjunto de objetos y sus relaciones, incluyendo los mensajes que puedan ser realizados entre ellos. (27) Son importantes para modelar los aspectos dinámicos de un sistema y para construir sistemas ejecutables a través de ingeniería hacia adelante e ingeniería inversa. Específicamente los diagramas de secuencia enfatizan en el orden de tiempo de los mensajes. A continuación se muestran los diagramas de secuencia de cada uno de los casos de uso presentes en la herramienta desarrollada. (Ver Fig. 9 a la Fig.11)(Ver Anexo 7 al Anexo 9)

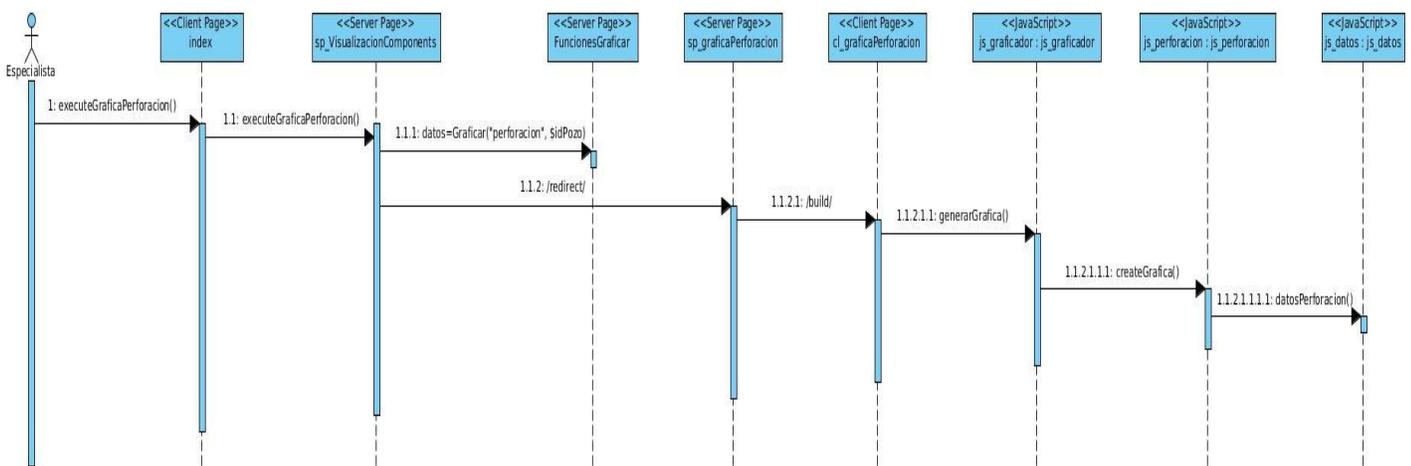


Fig. 9: Diagrama de Secuencia "Generar gráfica de perforación"

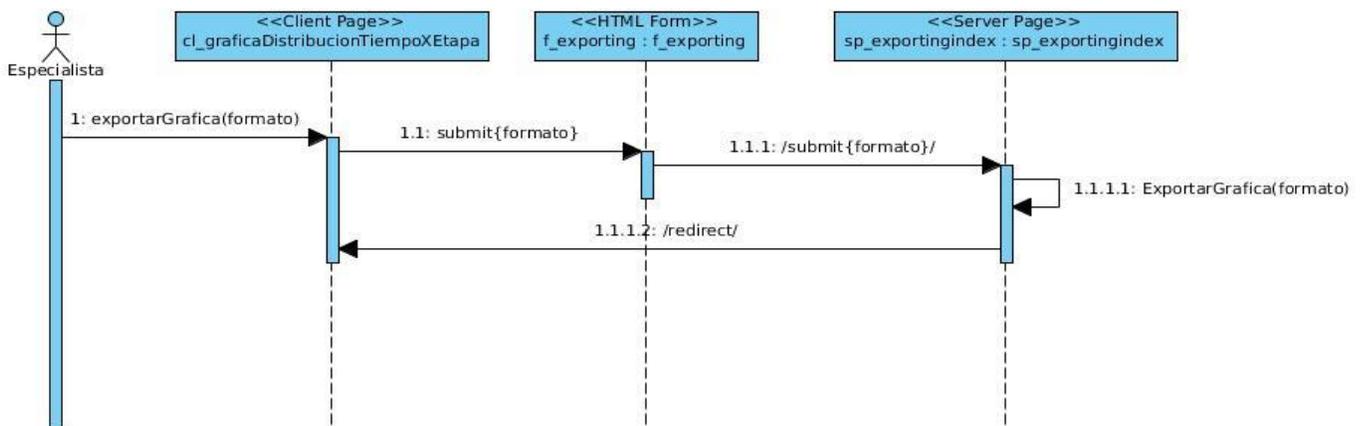


Fig. 10: Diagrama de Secuencia "Exportar gráfica"

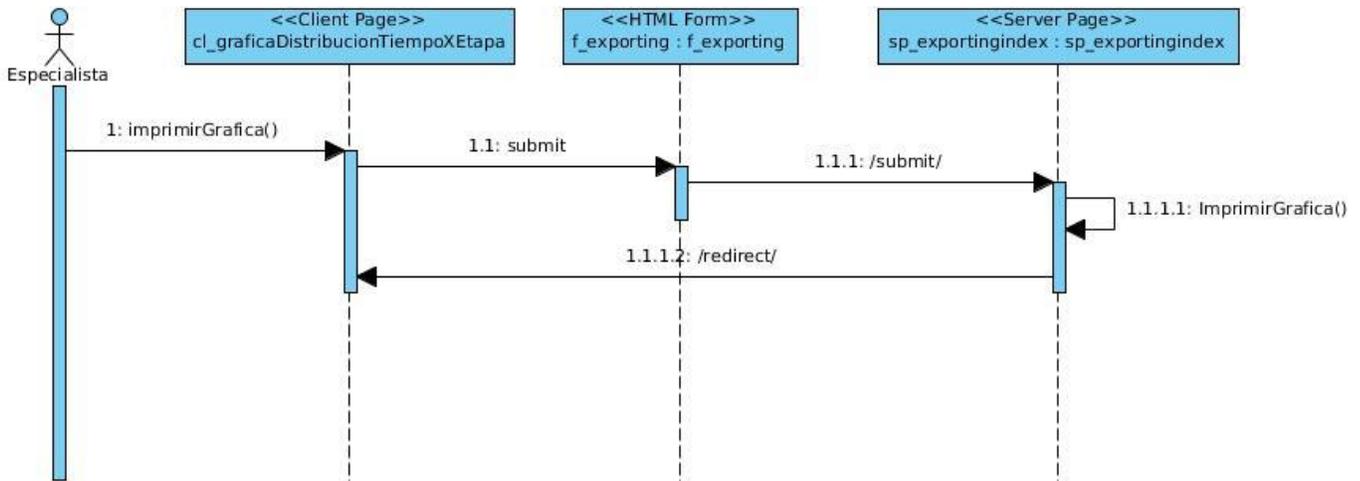


Fig. 11: Diagrama de Secuencia "Imprimir gráfica"

2.7 Patrones de Diseño.

Los patrones de diseño son el esqueleto de las soluciones a problemas comunes en el desarrollo de software. Son soluciones simples y elegantes a problemas específicos y comunes del diseño orientado a objetos (28). A continuación se describen los patrones de diseños puestos en práctica en la aplicación que se desarrolla.

2.7.1 Patrones de Asignación de Responsabilidades (GRASP).

Los patrones GRASP describen los principios fundamentales de diseño de objetos para la asignación de responsabilidades. Constituyen un apoyo para la enseñanza que ayuda a entender el diseño de objeto esencial y aplica el razonamiento para el diseño de una forma sistemática, racional y explicable (29). Entre los principales patrones GRASP se encuentran los siguientes:

- **Experto:** Es un principio básico que suele utilizarse en el diseño orientado a objetos. Este propone la asignación de responsabilidad a la clase que cuenta con la información necesaria para crear una instancia o implementar un método. En la solución que se propone este patrón se evidencia ya que cada clase es responsable de manejar la información que posee (**Ver Anexo 2**)
- **Creador:** El patrón creador nos ayuda a identificar quién debe ser el responsable de la creación (o instanciación) de nuevos objetos o clases. Guía la asignación de responsabilidades relacionadas

Capítulo 2: Descripción de la Solución Propuesta

con la creación de objetos, tarea muy frecuente en los sistemas orientados a objetos. El propósito fundamental de este patrón es encontrar un creador que debemos conectar con el objeto producido en cualquier evento. Al escogerlo como creador, se da soporte al bajo acoplamiento. En la solución propuesta dicho patrón se evidencia en la clase **Graficado** ya que la misma es la encargada de crear las instancias según el tipo de indicador (**Ver Anexo 3**).

- **Bajo acoplamiento:** Es la idea de tener las clases lo menos ligadas entre sí que se pueda. De tal forma que en caso de producirse una modificación en alguna de ellas, se tenga la mínima repercusión posible en el resto de clases, potenciando la reutilización, y disminuyendo la dependencia entre las clases. Los beneficios de este factor es que no se afectan por cambios de otros componentes, son fáciles de entender por separado y fáciles de reutilizar. En la solución que se propone este patrón se evidencia ya que existe una clase para cada uno de los indicadores encargada de generar las gráficas de los mismos (**Ver Anexo 2**).
- **Alta Cohesión:** Nos dice que la información que almacena una clase debe de ser coherente y está en la mayor medida de lo posible relacionada con la clase. La cohesión es una medida de cuán relacionadas y enfocadas están las responsabilidades de una clase. Una clase con alta cohesión, compartirá la responsabilidad de una operación, con otras clases. Una clase con baja cohesión, concentrará las responsabilidades de una o muchas operaciones. En la solución que se propone este patrón se evidencia ya que cada clase es encargada de generar las gráficas de un solo indicador (**Ver Anexo 4**).
- **Controlador:** El patrón controlador es un patrón que sirve como intermediario entre una determinada interfaz y el algoritmo que la implementa, de tal forma que es la que recibe los datos del usuario y la que los envía a las distintas clases según el método llamado. Este patrón sugiere que la lógica de negocios debe estar separada de la capa de presentación, esto para aumentar la reutilización de código y a la vez tener un mayor control. Un Controlador es un objeto de interfaz no destinada al usuario que se encarga de manejar un evento del sistema. Define además el método de su operación. En la solución que se propone este patrón se evidencia ya que la clase **VisualizacionComponents** (**Ver Anexo 5**) es la encargada de manejar las peticiones del usuario y brindar una respuesta. También este patrón se puede observar en la clase **Graficador** (**Ver Anexo 5**) ya que la misma se encarga de gestionar todo el proceso de graficado de los indicadores.

Conclusiones Parciales

En este capítulo se analizaron aspectos correspondientes a la propuesta de solución para el desarrollo de la investigación. En el mismo se presenta una descripción de la solución propuesta a través de la modelación del dominio y el planteamiento de los requisitos funcionales y no funcionales para definir de manera más clara y precisa las restricciones que tendrá el sistema. Además se representaron aspectos como el diagrama de clases del diseño, se describieron los patrones de diseño utilizados y la arquitectura propuesta, los cuales son mecanismos efectivos para la reutilización del código que permiten que se obtenga una aplicación que cumpla con las funcionalidades identificadas. Con el desarrollo de la solución propuesta se creó una base sólida para guiar los esfuerzos del sistema basándose en los casos de usos identificados, ganando claridad en la concepción del sistema a construir.

CAPÍTULO 3: Implementación y Prueba

Introducción

En el actual capítulo se presentarán los principales elementos que proporcionan la construcción de la solución propuesta. Se mostrarán aspectos que definen de forma clara y sencilla el estilo que debe tener el código implementado en la aplicación desarrollada. El modelo de implementación mediante el diagrama de despliegue que resultó del diseño así como algunos resultados obtenidos en las pruebas realizadas al sistema desarrollado.

3.1 Generalidades de la implementación.

3.1.1 Estilo de Código

El estilo de código es un término que describe convenciones para escribir código fuente en programación. Una piedra clave para un buen estilo es la elección apropiada de nombres de variable. Variables pobremente nombradas dificultan la lectura del código fuente y su comprensión. El código simple no necesita documentación adicional para comprenderlo, o sólo necesita una documentación mínima. La simplificación significa que no hay lógica duplicada. Un cambio debería impactar una única parte del código. El objetivo del estilo es que el código sea más fácil de leer, compartir y analizar. (**Ver Anexo 6**)

3.1.2 Modelo de Implementación.

El Modelo de Implementación es comprendido por un conjunto de componentes y subsistemas que constituyen la composición física de la implementación del sistema. (30)

3.1.3 Diagrama de componentes

Un diagrama de componentes permite visualizar con más facilidad la estructura general del sistema y el comportamiento del servicio que estos componentes proporcionan y utilizan a través de las interfaces. Describen los elementos físicos y sus realizaciones en el entorno. Muestran las opciones de realización. (31) En la Fig. 12 se visualiza el diagrama de componentes por paquete.

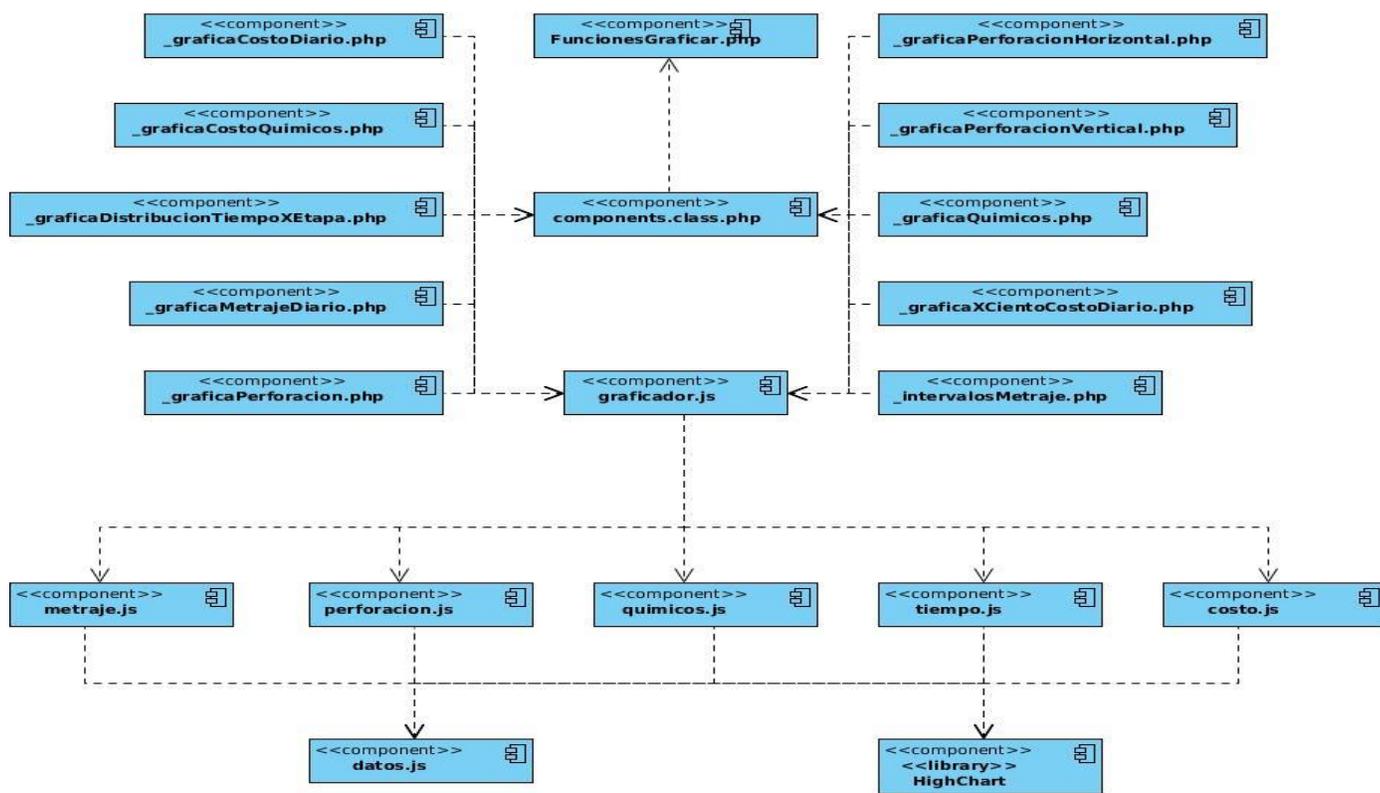


Fig. 12: Diagrama de Componentes

3.2 Modelo de Despliegue.

Los diagramas de despliegue muestran la disposición física de los distintos nodos que entran en la composición de un sistema y el reparto de los programas ejecutables sobre estos nodos. Todo sistema se describe con uno o más diagramas de despliegue. (31)

El diagrama de despliegue del módulo representa tres nodos interconectados PC Cliente, Servidor Web y Servidor Base de Datos PostgreSQL, en la PC Cliente se hará uso de la aplicación que mediante el protocolo HTTP se comunicará con el componente que estará ubicado en el Servidor Web y que proporcionará una interfaz para garantizar el punto de acceso al componente obteniendo los datos del Servidor Base de Datos PostgreSQL a través del protocolo tcp/ip. En la Fig. 13 se visualiza el diagrama de despliegue de la solución que se propone.



Fig. 13: Diagrama de despliegue

3.3 Pruebas del sistema propuesto.

Las pruebas son elementos críticos para la calidad del software. La importancia de los costos asociados a los errores, promueve la definición y aplicación de un proceso de pruebas minuciosas y bien planificadas. Las pruebas permiten validar y verificar el software entendiendo como validación del software el proceso, externo al equipo de desarrollo, que determina si el software satisface los requisitos, y verificación como el proceso interno que determina si los productos de una fase satisfacen las condiciones de dicha fase. (32)

Las pruebas de software, son los procesos que permiten verificar y revelar la calidad de un producto. Son utilizadas para identificar posibles fallos de implementación, calidad, o usabilidad de una aplicación. Básicamente es una fase en el desarrollo de software consistente en probar las aplicaciones construidas. Las pruebas de software se integran dentro de las diferentes fases del ciclo del software dentro de la Ingeniería de Software. Así se ejecuta un programa y mediante técnicas experimentales se trata de descubrir que errores tiene. Para determinar el nivel de calidad se deben efectuar unas medidas o pruebas que permitan comprobar el grado de cumplimiento respecto de las especificaciones iniciales del sistema.

Con el objetivo de probar las funcionalidades en la solución que se propone se realizan Pruebas de Caja Negra. Las mismas se realizan en diferentes navegadores para validar que se resolvió el problema de la incompatibilidad entre los mismos.

3.3.1 Pruebas de Caja Negra

Las pruebas de caja negra se centran en lo que se espera de un módulo, es decir, intentan encontrar casos en que el módulo no se atiene a su especificación. Por ello se denominan pruebas funcionales, y el probador se limita a suministrarle datos como entrada y estudiar la salida, sin preocuparse de lo que pueda estar haciendo el módulo por dentro. (33) A continuación se visualizan las pruebas utilizando el navegador Mozilla Firefox 12.0. También se realizaron pruebas en los navegadores Google Chrome 17.0, Safari 5.1, Opera 10.0 e Internet Explorer 8.0. (**Ver Anexos**).

➤ **Navegador Firefox 12.0:**

➤ **Caso de Prueba Graficar Metraje Diario.**

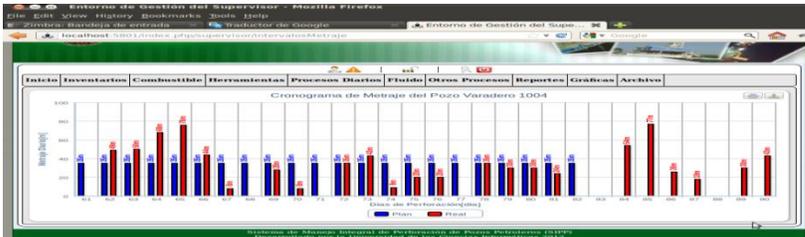
Caso de Uso	Generar Gráficas de Indicadores
Caso de Prueba	Graficar Metraje Diario.
Entrada	El especialista selecciona el indicador deseado en el menú Gráficas. Indicador: Metraje Diario
Resultado Esperado	Que se visualice la gráfica de Metraje Diario.
Resultado de la prueba	Al seleccionar el indicador metraje diario se obtuvo satisfactoriamente la gráfica de metraje diario del pozo. 
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.

Tabla 5: Caso de Prueba Graficar Metraje Diario

➤ **Caso de Prueba de Graficar Perforación Diaria.**

Caso de Uso	Generar Gráficas de Indicadores
--------------------	---------------------------------

Caso de Prueba	Graficar Perforación Diaria.
Entrada	El especialista selecciona el indicador deseado en el menú Gráficas. Indicador: Perforación
Resultado Esperado	Que se visualice la gráfica de Perforación.
Resultado de la prueba	Al seleccionar el indicador Perforación se obtuvo satisfactoriamente la gráfica de perforación diaria del pozo. 
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.

Tabla 6: Caso de Prueba de Graficar Perforación Diaria

➤ **Caso de Prueba de Graficar Direccional “Vertical”**

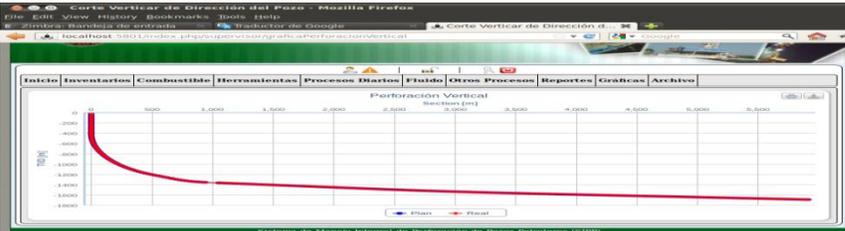
Caso de Uso	Generar Gráficas de Indicadores
Caso de Prueba	Graficar Vertical.
Entrada	El especialista selecciona el indicador deseado en el menú Gráficas. Indicador: Vertical
Resultado Esperado	Que se visualice la gráfica Vertical.
Resultado de la prueba	Al seleccionar el indicador Direccional “Vertical” se obtuvo satisfactoriamente la gráfica vertical del pozo. 
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.

Tabla 7: Caso de Prueba de Graficar Direccional “Vertical”

➤ Caso de Prueba de Graficar Direccional “Horizontal”

Caso de Uso	Generar Gráficas de Indicadores
Caso de Prueba	Graficar Horizontal.
Entrada	El especialista selecciona el indicador deseado en el menú Gráficas. Indicador: Horizontal
Resultado Esperado	Que se visualice la gráfica Horizontal.
Resultado de la prueba	Al seleccionar el indicador Direccional “Horizontal” se obtuvo satisfactoriamente la gráfica horizontal del pozo. 
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.

Tabla 8: Caso de Prueba de Graficar Direccional “Horizontal”.

➤ Caso de Prueba de Graficar Costos Diarios

Caso de Uso	Generar Gráficas de Indicadores
Caso de Prueba	Graficar Costos Diarios.
Entrada	El especialista selecciona el indicador deseado en el menú Gráficas. Indicador: Costos Diarios.
Resultado Esperado	Que se visualice la gráfica de Costos Diarios.
Resultado de la prueba	Al seleccionar el indicador Costos Diarios se obtuvo satisfactoriamente la gráfica de Costos Diarios del pozo.

	
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.

Tabla 9: Caso de Prueba de Graficar Costos Diarios

➤ **Caso de Prueba de Graficar Por Ciento de Costos Diarios**

Caso de Uso	Generar Gráficas de Indicadores
Caso de Prueba	Graficar Por Ciento de Costos Diarios.
Entrada	El especialista selecciona el indicador deseado en el menú Gráficas. Indicador: Por Ciento de Costos Diarios.
Resultado Esperado	Que se visualice la gráfica de Por Ciento de Costos Diarios.
Resultado de la prueba	Al seleccionar el indicador Por Ciento de Costos Diarios se obtuvo satisfactoriamente la gráfica de Por Ciento de Costos Diarios del pozo.
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.

Tabla 10: Caso de Prueba de Graficar Por Ciento de Costos Diarios

➤ **Caso de Prueba de Graficar Tiempo**

Caso de Uso	Generar Gráficas de Indicadores
Caso de Prueba	Graficar Tiempo.
Entrada	El especialista selecciona el indicador deseado en el menú

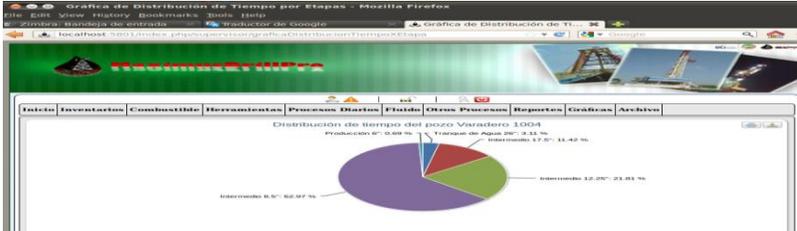
	Gráficas. Indicador: Tiempo.
Resultado Esperado	Que se visualice la gráfica de Tiempo.
Resultado de la prueba	Al seleccionar el indicador Tiempo se obtuvo satisfactoriamente la gráfica de Tiempo del pozo. 
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.

Tabla 11: Caso de Prueba de Graficar Tiempo

➤ Caso de Prueba de Graficar Productos Químicos “Cantidad Usada”

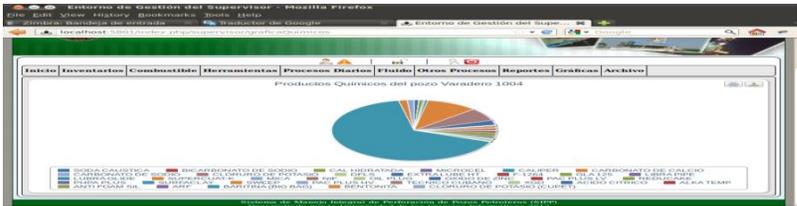
Caso de Uso	Generar Gráficas de Indicadores
Caso de Prueba	Graficar Cantidad Usada.
Entrada	El especialista selecciona el indicador deseado en el menú Gráficas. Indicador: Productos Químicos “Cantidad Usada”.
Resultado Esperado	Que se visualice la gráfica de Productos Químicos “Cantidad Usada”.
Resultado de la prueba	Al seleccionar el indicador Cantidad Usada se obtuvo satisfactoriamente la gráfica de Productos Químicos “Cantidad Usada” del pozo. 
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.

Tabla 12: Caso de Prueba de Graficar Productos Químicos “Cantidad Usada”

➤ **Caso de Prueba de Graficar Productos Químicos “Costo”**

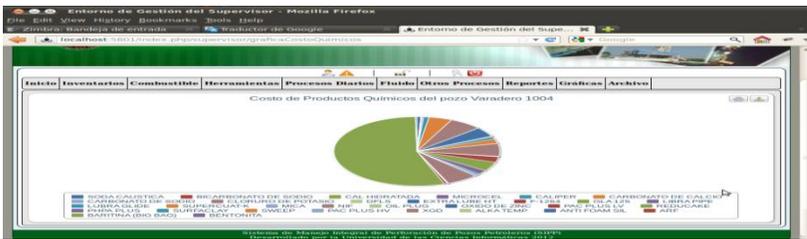
Caso de Uso	Generar Gráficas de Indicadores
Caso de Prueba	Graficar Metraje Diario.
Entrada	El especialista selecciona el indicador deseado en el menú Gráficas. Indicador: Productos Químicos “Costo”.
Resultado Esperado	Que se visualice la gráfica de Productos Químicos “Costo”.
Resultado de la prueba	Al seleccionar el indicador costo se obtuvo satisfactoriamente la gráfica de Productos Químicos “Costo” del pozo. 
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.

Tabla 13: Caso de Prueba de Graficar Productos Químicos “Costo”

➤ **Caso de Prueba Exportar Gráficas a Formato SVG.**

Caso de Uso	Exportar gráficas en varios formatos.
Caso de Prueba	Exportar Gráficas a formato SVG.
Entrada	El especialista selecciona en la parte superior derecha la opción Descargar Imagen SVG.
Resultado Esperado	Que se exporte la gráfica que es visualizada a formato SVG.
Resultado de la prueba	Al seleccionar en la parte superior derecha la opción Descargar Imagen SVG se exportó la gráfica que esta visualizada a formato SVG.

Condiciones	<p>El especialista debe estar autenticado en el sistema poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.</p> <p>Debe existir al menos una gráfica visualizada.</p>

Tabla 14: Caso de Prueba Exportar Gráficas a Formato SVG

➤ **Caso de Prueba de Exportar Gráficas a Formato PNG.**

Caso de Uso	Exportar gráficas en varios formatos.
Caso de Prueba	Exportar Gráficas a formato PNG.
Entrada	El especialista selecciona en la parte superior derecha la opción Descargar Imagen PNG.
Resultado Esperado	Que se exporte la gráfica que es visualizada a formato PNG.
Resultado de la prueba	<p>Al seleccionar en la parte superior derecha la opción Descargar imagen PNG se exportó la gráfica que esta visualizada a formato PNG.</p>
Condiciones	<p>El especialista debe estar autenticado en el sistema poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas.</p> <p>Debe existir al menos una gráfica visualizada.</p>

Tabla 15: Caso de Prueba de Exportar Gráficas a Formato PNG

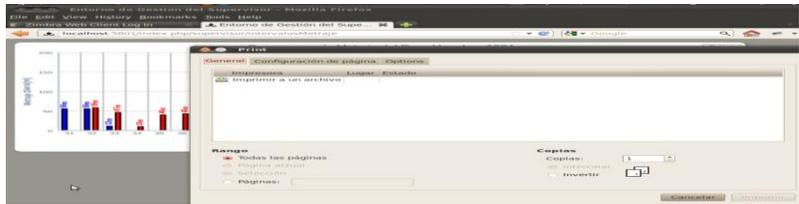
➤ **Caso de Prueba Exportar Gráficas a Formato PDF.**

Caso de Uso	Exportar gráficas en varios formatos.
--------------------	---------------------------------------

Caso de Prueba	Exportar Gráficas a formato PDF.
Entrada	El especialista selecciona en la parte superior derecha la opción Descargar Documento PDF.
Resultado Esperado	Que se exporte la gráfica que es visualizada a formato PDF.
Resultado de la prueba	Al seleccionar en la parte superior derecha la opción Descargar Documento PDF se exportó la gráfica que esta visualizada a formato PDF. 
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas. Debe existir al menos una gráfica visualizada.

Tabla 16: Caso de Prueba Exportar Gráficas a Formato PDF

➤ **Caso de Prueba Imprimir Gráficas.**

Caso de Uso	Imprimir Gráficas de los Indicadores de Perforación.
Caso de Prueba	Imprimir Gráficas.
Entrada	El especialista selecciona en la parte superior derecha la opción imprimir.
Resultado Esperado	Que se imprima la gráfica visualizada.
Resultado de la prueba	Al seleccionar en la parte superior derecha la opción imprimir se imprimió la gráfica visualizada. 
Condiciones	El especialista debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos necesarios para utilizar el módulo de Gráficas. Debe existir al menos una gráfica visualizada.

	Debe existir al menos una impresora conectada a la computadora.
--	---

Tabla 17: Caso de Prueba Imprimir Gráficas

Conclusiones Parciales.

En este capítulo se definieron varios aspectos que son importantes para el desarrollo de la aplicación. Se representa el diagrama de despliegue que muestra cómo están distribuidos los dispositivos de software entre los diferentes nodos, además de exponer el diagrama de componentes. También fueron realizados casos de prueba de caja negra verificando que se cumplieron los requerimientos y funcionalidades del sistema proporcionando un nivel de calidad de pruebas que permitan comprobar el grado de cumplimiento respecto de las especificaciones iniciales del sistema.

CONCLUSIONES GENERALES.

Con la realización de este trabajo se caracterizaron los indicadores de perforación: metraje diario, perforación, direccional, costo y tiempo, estableciendo un lenguaje común entre el equipo de desarrollo y los especialistas. Se valoraron diferentes bibliotecas para garantizar una mejor calidad en el proceso de graficado. El uso de la biblioteca seleccionada permitió la visualización de las gráficas en los navegadores: Opera, Safari, Google Chrome, Internet Explore y Mozilla Firefox, eliminando la limitación de los usuarios a navegadores anteriores. Se incorporó a la gráfica de perforación los Sidetrack ocurridos durante el proceso de perforación permitiendo visualizar al especialista cuando ocurren complejidades que imposibilitan seguir avanzando por el hoyo perforado. Se logró mostrar la relación entre los indicadores de costo y tiempo, garantizando relacionar los gastos diarios con el tiempo que demoró la perforación.

De esta manera se logra dar cumplimiento a los objetivos planteados ya que el usuario haciendo uso de las funcionalidades que brinda el módulo desarrollado podrá visualizar las gráficas de los indicadores de perforación de pozos en los navegadores más actuales.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el resultado obtenido en la investigación y basado en la experiencia adquirida, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Brindar la posibilidad de representar gráficamente un mismo indicador en diferentes tipos de gráficos a selección del usuario.
- Realizar una actualización continua de la biblioteca HighChart con base en los avances desarrollados por la comunidad que le da soporte.
- Estudiar la tecnología HTML5 con vistas a aplicarla en este módulo en futuras versiones del sistema.

Referencias Bibliográficas

1. **Ricardo Cuerba.** *Consultoría de empresas - Definición del sistema de control de gestión.* [En línea] [Citado el: 01 de enero de 2012.] <http://www.gestionquattro.com/consultoria-empresas-definicion-sistema-control-gestion/3-17-20-17.htm>.
2. **PABLO R. TAMARIS.** Registro De Pozos. [En línea] MAYO de 2010. [Citado el: 4 de 05 de 2012.] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Registro-De-Pozos/538940.html>.
3. **Álvarez González, Maikel Hugo.** *Diseño de la base de datos del Sistema de Información de Perforación de Pozos (SIPP).* Ciudad de la Habana : s.n., 2009.
4. Concepto de Indicador. *Concepto de Indicador.* [En línea] [Citado el: 13 de junio de 2012.] <http://deconceptos.com/general/indicador>.
5. *Gráficos estadísticos.* [En línea] <http://maxsilva.bligoo.com/content/view/190347/Gráficos-Estadísticos.html>.
6. WellWizard IDS. *wellwizard.* [En línea] <http://www.wellhub.com/fast/wellwizard.php?lang=2>.
7. WellFlo™ Software de Ingeniería Petrolera. [En línea] http://www.ep-weatherford.com/PDF/Literature/5944_WellFlo_Software_%28Spanish%29.pdf.
8. *InfoProd.* [En línea] http://es.infoil.com.ar/solutions_production.html.
9. ADDLINK Software Científico. *Strater.* [En línea] <http://www.addlink.es/productos.asp?pid=430>.
10. **Jennyfer.** DISEÑO UML . [En línea] [Citado el: enero de 3 de 2012.] <http://jeolcr.blogspot.com/2009/06/metodologias-rup.html>.
11. Rational Unified Process (RUP). *Rational Unified Process (RUP).* [En línea] Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Universidad Politécnica de Valencia. [Citado el: 13 de junio de 2012.] http://eva.uci.cu/file.php/161/Documentos/Materiales_complementarios/UD_1_Procesos/Metodologias/RUP/RUP.pdf.
12. *Agile unified process.* [En línea] http://wikis.uca.es/wikiCE/index.php/Agile_unified_process.
13. *HighCharts* . [En línea] <http://www.purosoftware.com/desarrollo-web-scripts-graficos-estadisticos/10-highcharts-charts-interactivos.html>.
14. *FusionCharts.* [En línea] [Citado el: 25 de enero de 2012.] <http://www.fusioncharts.com/goodies/fusioncharts-free/>.

15. [En línea] <http://www.duttotech.com/en/php/jqplot-graficos-en-javascript>.
16. *Rational Rose Enterprise*. [En línea] <http://www.rational.com.ar/herramientas/roseenterprise.html>.
17. *Visual Paradigm*. [En línea] http://www.ecured.cu/index.php/Visual_Paradigm.
18. **Fabien Potencier, François Zaninotto**. *The Definitive Guide to Symfony*. s.l. : Apress. 978-1590597866.
19. **Figueroa, Viridiana**. Características de PHP. [En línea] [Citado el: 25 de abril de 2012.] <http://es.scribd.com/doc/50288837/Caracteristicas-de-PHP>.
20. *NetBeans 7.1 Beta disponible*. [En línea] <http://www.techweekeurope.es/noticias/netbeans-7-1-ya-esta-disponible-17932>.
21. *Apache 2.2: servidor web*. [En línea] <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/software/servidores/580-elvira-mifsud>.
22. **Ivan, Reyes Lomeli Walter**. Optimización de la Web del I.T.M, Aplicación Servidor Web. [En línea] marzo de 2007. [Citado el: 20 de abril de 2012.] <http://es.scribd.com/doc/52208534/29/CARACTERISTICAS-Y-VENTAJAS-DEL-APACHE>.
23. Modelo de Dominio. [En línea] <http://synergix.wordpress.com/2008/07/10/modelo-de-dominio/>.
24. GRÁFICAS Y PORCENTAJES. [En línea] <http://fismat.umich.mx/~edgardo/exani/S7-GRAFICAS%20Y%20PORCENTAJES.pdf>.
25. slideshare. *Patrón MVC*. [En línea] 28 de mayo de 2009. <http://www.slideshare.net/Danto/patrn-mvc>.
26. **Freddy Egdamar Paez Olivares**. Diseño UML. [En línea] 25 de abril de 2010. <http://egdamar877.blogspot.com/2009/05/expocicion.html>.
27. PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES. [En línea] http://pis.unicauca.edu.co/moodle/file.php/291/Diagramas_de_Interaccion.pdf.
28. **Joaquin Gracia Murugarren**. Análisis y diseño. [En línea] <http://www.ingenierosoftware.com/analisisydiseno/patrones-diseno.php>.
29. **Jorge A. Saavedra Gutierrez**. PATRONES GRASP. [En línea] <http://jorgesaaavedra.wordpress.com/2007/05/08/patrones-grasp-patrones-de-software-para-la-asignacion-general-de-responsabilidadparte-ii/>.
30. Modelo de Implementación . [En línea] http://merinde.net/index.php?option=com_content&task=view&id=96.

31. **Marcello Visconti y Hernán Astudillo.** Fundamentos de Ingeniería de Software. [En línea] <http://www.inf.utfsm.cl/~visconti/ili236/Documentos/15-Implementacion.pdf>.
32. **Pressman.** *Un enfoque Práctico.* 2002.
33. **Mañas, José A.** Prueba de Programas. [En línea] 16 de marzo de 1994 . [Citado el: 23 de mayo de 2012.] <http://www.lab.dit.upm.es/~lprg/material/apuntes/pruebas/testing.htm#s22>.

ANEXOS

Anexo 1 Comparación de las soluciones existentes

Parámetros a comparar	WellWizard	WellFlo 4.0	InfoProd	Strater
Licencia	Propietario	Propietario	Propietario	Propietario
Web o Desktop	Desktop	Desktop	Desktop	Desktop
Plataforma	Windows 98	Windows	Windows	Windows
Indicadores que maneja	Presión, volumen y temperatura.	Temperatura, presión, aceleración, ángulo de desviación y viaje horizontal.	Declinación, proyección y ajustes.	Profundidad, elevación de pozos y perforaciones.
Gráficas que utiliza	Línea, curvas.	Línea, curvas.	Línea, curvas.	Línea, curvas.

Anexo 2 Imágenes del Código**Anexo 3 Imágenes del Código**

```
var Graficador = Class.create();
Graficador.prototype = {
  initialize: function() {
  },
  generarGrafica: function(indicador, datos, tipografica, idcapa) {
    if(indicador == "metraje")
    {
      var metrajediario = new MetrajeDiario();
      metrajediario.createGrafica(tipografica, datos, idcapa);
    }
    if(indicador == "perforacion")
    {
      var perforacion = new Perforacion();
      perforacion.createGrafica(tipografica, datos, idcapa);
    }
    if(indicador == "horizontal")
    {
      var perforacion = new Perforacion();
      perforacion.createGraficaHorizontal(tipografica, datos, idcapa);
    }
  }
}
```

Anexo 4 Imágenes del Código

```
var Perforacion = Class.create();
Perforacion.prototype = {
  initialize: function()
  {},
  createGrafica: function(type, datos, idDiv)
  {
    createGraficaHorizontal: function(type, datos, idDiv)
    {
    }
    createGraficaVertical: function(type, datos, idDiv)
    {
    }
  };
}
```

Anexo 5 Imágenes del Código

```

var Graficador = Class.create();
Graficador.prototype = {
  initialize: function() {
  },
  generarGrafica: function(indicador,datos,tipografica,idcapa) {
};
    
```

```

class VisualizacionComponents extends sfComponents
{
  public function executeGraficaMetrageDiario(sfWebRequest $request)
  {...}
  public function executeGraficaPerforacion(sfWebRequest $request)
  {...}
  public function executeGraficaPerforacionVertical(sfWebRequest $request)
  {...}
  public function executeGraficaPerforacionHorizontal(sfWebRequest $request)
  {...}
  public function executeGraficaCostoDiario(sfWebRequest $request)
  {...}
  public function executeGraficaXCientoCostoDiario(sfWebRequest $request)
  {...}
  public function executeGraficaDistribucionTiempoXEtapa(sfWebRequest $request)
  {...}
  public function executeGraficaQuimicos(sfWebRequest $request)
  {...}
}
    
```

Anexo 6 Estilo del Código

Identación o Sangría		
<p>Objetivos: Lograr una estructura uniforme para los bloques de código así como para los diferentes niveles de anidamiento.</p>		
<p>1 espacio del tabulador desde la izquierda</p>	<p>Inicio y fin de bloque</p>	<p>Se recomienda dejar un espacio del tabulador desde la instrucción anterior para el inicio y fin de bloque {}. Lo mismo sucede para el caso de las instrucciones lf,</p>

		else, For, While, Do While, Switch, Foreach.
Niveles de anidación	Hasta 5 niveles	Se recomienda emplear hasta 5 niveles de anidación en instrucciones If, For, While.
Aspectos Generales	El inicio ({} de ámbito debe estar alineado a la clase, función o instrucción que la originó, y el cierre (}) debajo de la declaración a la que pertenece en una sola línea; deben evitarse si hay sólo una instrucción. Nunca colocar cierre (}) en la línea de un código cualquiera, esto requiere una línea propia.	

Ejemplo de Identación:

```

var Graficador = Class.create();
Graficador.prototype = {
  initialize: function() {
  },
  generarGrafica: function(indicador,datos,tipografica,idcapa) {
    if(indicador == "metraje")
    {
      var metrajediario = new MetrajeDiario();
      metrajediario.createGrafica(tipografica,datos,idcapa);
    }
    if(indicador == "perforacion")
    {
      var perforacion = new Perforacion();
      perforacion.createGrafica(tipografica,datos,idcapa);
    }
    if(indicador == "horizontal")
    {
      var perforacion = new Perforacion();
      perforacion.createGraficaHorizontal(tipografica,datos,idcapa);
    }
  }
}

```

Comentarios, separadores, líneas, espacios en blanco y márgenes.

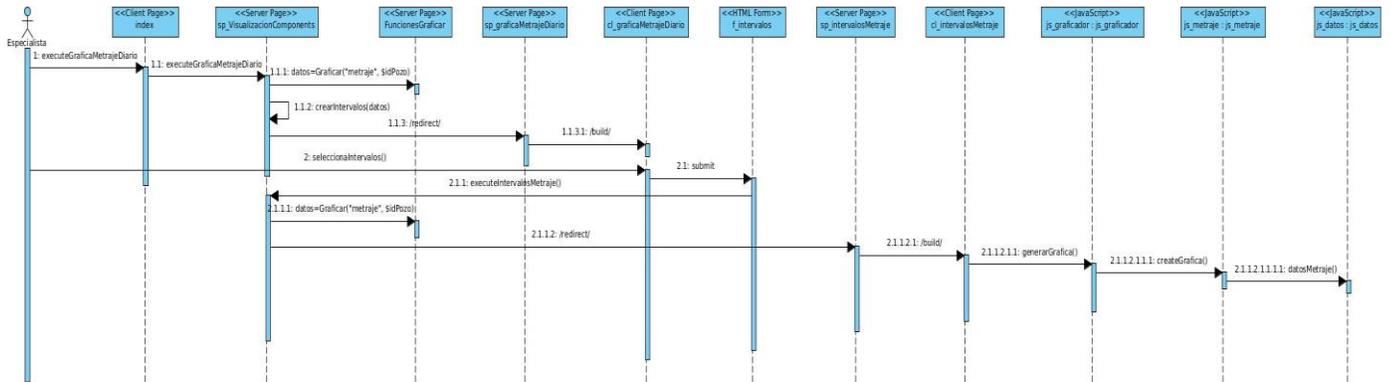
Objetivo: Crear una forma común de comentar el código que sea comprensible con tan sólo leerlo una vez.

Ubicación de comentarios	de	Al inicio de cada clase o función.	Se recomienda comentar al inicio de cada clase o función expresando su objetivo.
Separador de instrucciones.	de	Se utiliza el punto y coma (;)	Se recomienda el uso del separador al final de cada línea de instrucción.
Líneas en blanco.		Se utilizan antes de una clase o función.	Se recomienda dejar una línea en blanco antes y después de la declaración de una

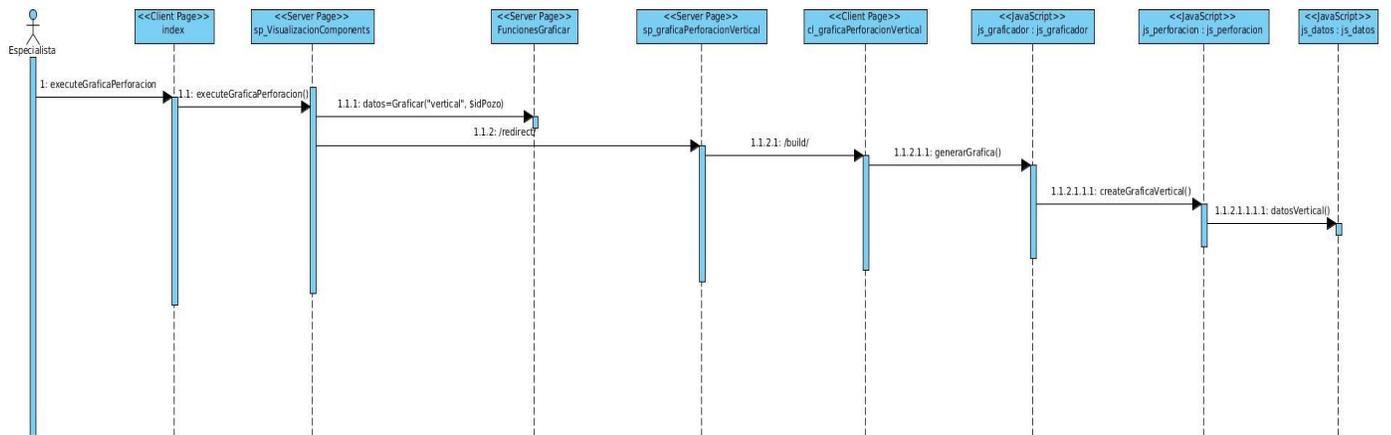
		clase o función.
Espacios en blanco.	Entre operadores lógicos y aritméticos.	Se recomienda dejar un espacio en blanco entre los operadores para lograr mayor comprensión del código.
Márgenes y líneas de continuidad.	Sobre márgenes y líneas de continuidad.	Los márgenes de cada línea de código no deben exceder los 80 caracteres, pero puede exceptuarse si es para terminar la escritura de una palabra. Las líneas de continuación deben estar alineadas entre sí e indentadas respecto al paréntesis abierto.
Aspectos Generales.	Sobre los comentarios	Se debe evitar comentar cada línea de código. Cuando el comentario se aplica a un grupo de instrucciones debe estar seguido de una línea en blanco. En caso de que se necesite comentar una sola instrucción se suprime la línea en blanco o se escribe a continuación de la instrucción.
	Sobre espacios en blanco.	No se debe usar espacio en blanco: Después del corchete abierto y antes del cerrado de un arreglo.
Variables.		
Apariencia de variables.	Tendrán un nombre descriptivo.	Todas las variables deben ser declaradas antes de utilizarse. Los nombres de las variables deberán empezar con minúscula, en caso de que sea un nombre compuesto se pone junto y con mayúscula inicial el segundo nombre. El nombre empleado, debe permitir que con sólo leerlo se conozca el propósito de la misma.

Clases		
Objetivo: Nombrar las clases e instancias de forma estándar		
Apariencia de clases y objetos.	Se nombrarán con letra inicial mayúscula	Los nombres de las clases se escribirán con letra inicial mayúscula. En caso de nombres compuestos se escriben juntos y con mayúscula inicial de ambos nombre.
Apariencia de atributos.	Se escribirán en minúsculas.	El nombre que se le da a los atributos de las clases debe ser en minúsculas y en notación camello empezando con la palabra reservada this . El constructor de la clase se definirá por defecto al crear al objeto.
Apariencia de las funciones	Se escribirán en minúsculas.	Utilizar verbos que denoten la acción que hace la función. El propio cuerpo es sangría de cuatro espacios. Y su escritura utilizará el nombre de la función con letra inicial minúscula.
Declaración de parámetros en funciones.	Se deben agrupar por tipos.	Se recomienda que los parámetros que se le pasan a las funciones sean declarados de forma tal que estén agrupados por el tipo de dato que contienen.
Aspectos Generales	Sobre las clases, los objetos, los atributos y las funciones.	Los nombres deben ser descriptivos con el propósito de conocer su objetivo con tan sólo leerlos. Las variables y funciones deben empezar con una letra minúscula. Las funciones y las variables utilizaran guión bajo cuando se quiera indicar que son privadas en caso contrario son públicas.

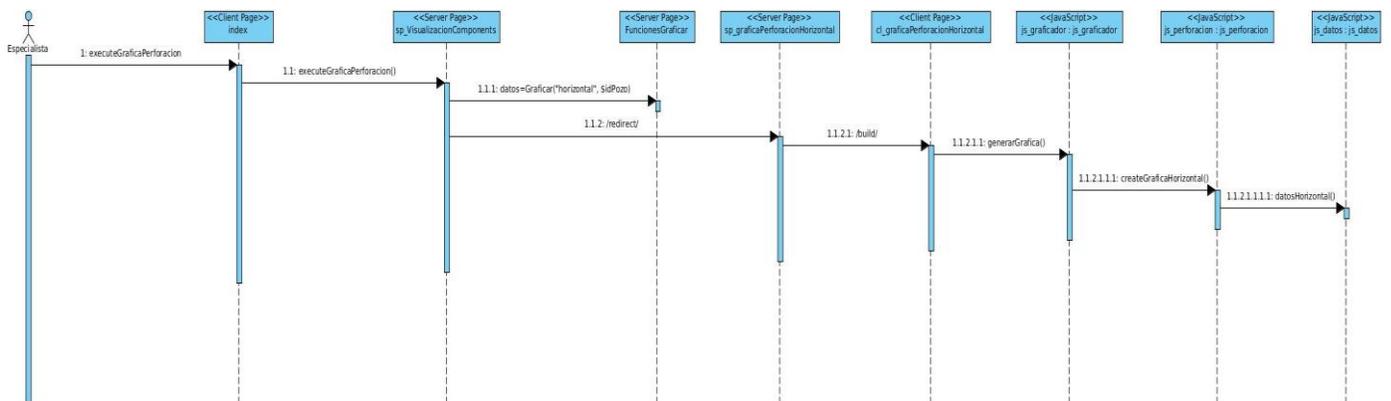
Anexo 7 Diagrama de Secuencia Metraje Diario



Anexo 8 Diagrama de Secuencia Direccional "Vertical"



Anexo 9 Diagrama de Secuencia Direccional "Horizontal"



GLOSARIO DE TÉRMINOS

Fibra Óptica: Tipo de cable que se basa en la transmisión de información por técnicas opto eléctricas mediante una combinación de vidrio y materiales plásticos.

Interoperabilidad: Capacidad que tiene un producto o un sistema, cuyas interfaces son totalmente conocidas, para funcionar con otros productos o sistemas existentes o futuros, sin restricción de acceso o de implementación.

Refinación: Capacidad de purificación de una sustancia química obtenida muchas veces a partir de un recurso natural.

Litología: Es la parte de la Geología que trata de las rocas: el tamaño de grano, de las partículas, sus características físicas y químicas

Hidrocarburos: Es un compuesto orgánico que resulta de la combinación de átomos de hidrógeno y carbono.